Iran Occupational Health

Iran Occupational Health. 2022 (01 Aug);19: 16

Original Article

http://ioh.iums.ac.ir

PUNCH PRESS NOISE CONTROL THROUGH PARTIAL ACOUSTIC ENCLOUSE: A FIELD STUDY

Rana Alimoradi, MSc of Occupational Health and Safety, Department of Occupational Health and Safety, School of Public Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.
Ali Safari Variani, Associate Professor, Department of Occupational Health and Safety, School of Public Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.
Sajad Zare, associated professor, Department of Occupational Health and Safety, School of Public Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran.
Saeid Ahmadi, (*Corresponding author), Assistant Professor, Department of Occupational Health and Safety, School of Public Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran. saeidahmad@gmail.com
Zohre fallahmorad, BSc of Occupational Health and Safety, Department of occupational Health and Safety, School of Public Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.

Abstract

Background and aims: Punch press is contributed as one of the major industrial machines to produce metal objects, which typically propagates hazardous noise. Acoustic enclosure is the most common method to mitigate noise transmitted from industrial equipment. This study aimed to assess the role of opening dimension and location in a partial acoustic enclosure on occupational noise exposure of the operator of punch press. .

Methods: A punch press with the capacity of 60 tons in an automotive manufacturing company was considered as a real noise source. Equivalent noise exposure level was measured with reference to ISO 9612 using Cassella Cell-450 sound meter, before and after noise control intervention. Rubber sheet and mineral wool as insulation and absorption acoustical material with the thickness of 2 and 50 mm, respectively, applied to build acoustic enclosure. Rubber sheet sound transmission loss was measured using BSAW SW 477 acoustic impedance tube to predict acoustic performance of enclosure. In addition, partial acoustic enclosure with the dimensions of 1.4 by 1.2 by 3 meter was constructed and opening areas which was equal to 2, 3, 5 and 7 percentage of total area of enclosure was created in front of punch press operator. Finally, a gate equals to 2 percentage of total area of enclosure was created on the left sidewall of enclosure to assess the location of opening on noise level.

Results: The noise level of the press machine operator was measured to be 89 and 67 dBA before and after using full acoustic enclosure, respectively. After using partial acoustic enclosure with open area percentage of 2, 3.5 and 7 on the front side of press, operator noise exposure level was measured 78, 79, 78 dBA, respectively, which was a little bit more than predicted noise. As the opening position was relocated from the front wall to the sidewall of the enclosure, operator noise exposure was reduced from 78 to 69 dBA, respectively. Although, there was not significant differences between mean sound level of the punch press after relocation of opening.

Conclusion: Utilizing full acoustic enclosure constructed from insulation material recommended in this study, the noise exposure of punch press operator was reduced remarkably. Although, opening area of partial acoustic enclosure was increased to some general extent to feed punch press, there was a slight change in noise exposure of press operator. On the other hand, the noise exposure of press operator was plummeted with the relocation of opening. Therefore, front opening dimension could be chosen fairly wide to access and feed operation zone of punch press without exposing operator with more noise level. Furthermore, repositioning the opening from the front wall to the side wall of the enclosure and automatically feeding the press through side opening could substantially reduce the operator noise exposure.

Conflicts of interest: None

Funding: None

Keywords

Noise exposure

Partial acoustic enclosure

Opening area

Opening position

Punch press

Received: 2019/09/16

Accepted : 2022/08/11

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-11]

[DOI: 10.52547/ioh.19.1.241]

EXTENDED ABSTRACT

INTRODUCTION

Occupational noise exposure is considered as one of the most common industrial risk factors in the modern world. It has been well-documented that long term exposure to excessive noise not only can cause physiological disorders like permanent and temporary hearing loss, hypertension and cardiovascular problems it can also be contributed to psychological disorders such as stress, annoyance, limiting workers' ability to communicate with others, sleep disturbance, irritability, working memory loss and cognitive problems. Punch press has been widely used to form, cut, bend and punch metal parts in numerous industries. A punch press is an important industrial machine to produce metal parts that typically propagate hazardous noise. It is common to utilize acoustic muffler, noise barrier and acoustic enclosure to prevent noise being propagated from noise sources in the working environment. Acoustic enclosure is one of the most common methods to mitigate noise transmitted from machines. Generally, acoustic enclosures are constructed by acoustic insulation and absorption materials. Partial acoustic enclosure is defined as an enclosure that is not completely sealed. The acoustic performance of partial enclosure is generally characterized by size and orientation of opening, the distance between opening and noise source and acoustic absorption coefficient of material used to build enclosure walls. Acoustic insulation and absorption materials are applied to the exterior and interior walls of acoustic enclosures. Insulation material reflects radiated noise to source and absorption material dissipates the energy of noise. It is not always possible to enclose noise sources completely, so it would be essential to design and build an opening with various dimensions in order to carry out maintenance, manual feeding, ventilation and operational adjustments. These openings can affect the acoustic performance of acoustic enclosure to some considerable extent. Another point to consider is that changing the orientation of noise sources can influence noise exposure. This study is aimed to assess the role of opening dimensions and location in a partial acoustic enclosure on occupational noise exposure of punch press operator.

METHODOLOGY

In this practical study, a punch press with the force rating of 60 tons was considered as a real noise source in an automotive manufacturing company. All other noise sources except punch press were turned off in the press workshop. Car seat components were produced by punch press during all noise interventions. The equivalent noise level of press operator and average noise level of punch press was measured with reference to ISO 9612 using Cassella Cell-450 sound level meter, before and after noise control intervention. Moreover, the sound level meter was calibrated by Cassella Cell-110 calibrator before and after noise measurement. According to ISO 9612, during the tasks which are cyclic like punch press operation, noise measurement period should cover the duration of at least three well-defined cycles. If the duration of three cycles was less than 5 minutes, noise measurement time should be at least 5 minutes. Therefore, equivalent noise level was measured at the hearing zone of punch press operator for at least 5 minutes. Regarding mean sound pressure level, it was calculated based on noise measurement in three sides of punch press. Having noise level measurement in octave band frequencies to determine dominant noise frequency, the surface density of main insulation material to build acoustic enclosure was calculated based on dominant noise frequency and standard noise limit. Following that, Nitrile rubber sheet and mineral wool as insulation and absorption acoustical material, with a thickness of 2 and 50 mm, respectively, were applied to build acoustic enclosure. Rubber sheet sound transmission loss was measured using BSAW SW477 acoustic impedance tube to predict acoustic performance of enclosure through mathematical models. Acoustic performance of partial acoustic enclosure was predicted by calculating insertion loss as the main indicator to present the efficiency of acoustic enclosures. Insertion loss was calculated by dividing the sound power level of punch press without an enclosure to the sound power level of the enclosed punch press. In addition, partial acoustic enclosure with the length, width, and height of 1.4 by 1.2 by 3 meters was constructed and opening areas which was equal to 2, 3.5 and 7 percentage of the total outer area of the enclosure was created in front of punch press operator. Finally, an opening equal to 2 percentage of total outer area of enclosure was created on the left side wall of enclosure to investigate opening location on noise level.

RESULT

Background noise was measured to be 50 dBA while all noise sources were turned off in pressroom. Punch press octave band noise analysis showed that dominant noise frequency was 2000 Hz. Required sound transmission loss considering 5 dB as safety factor was calculated to be 12 dB. Based on sound transmission loss, the minimum required surface density of insulation material was estimated to be 0.46 kilogram per square meter. Nitrile rubber sheet with 2 mm thickness and density of 1200 kilograms per cubic meter was selected as main

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-11]

[DOI: 10.52547/ioh.19.1.241]

layer of acoustic curtain to construct enclosure walls. Acoustic curtain components include rock wool blanket, rubber sheet and fabric coated with polyvinyl chloride which were arranged from inside out. The noise level equivalence of punch press operator was 89 and 67 dBA before and after being fully enclosed, respectively. In other words, noise reduction was measured to be nearly 22 dBA following full acoustic enclosure. Noise level was predicted to be 73.7 dBA, having full acoustic enclosure with acoustical material used in this study. After using partial acoustic enclosure with open area percentages of 2, 3.5 and 7 on the front side of press, operator noise exposure level was measured 78, 79, 78 dBA, respectively, which was a little bit more than predicted ones. Operator noise exposure level was predicted to be 75, 76 and 77.6 dBA with open area percentages of 2, 3.5 and 7 on the front side of press, respectively.

The mean sound pressure level around the punch press was measured to be 87.6 and 67 dBA prior and following completely being enclosed, respectively. Considering full acoustic enclosure, mean sound pressure level was predicted to be 72 dBA. In the case where punch press was partially enclosed with opening dimensions equal to 2, 3.5 and 7 percent, the mean sound pressure level was predicted to be 73, 74 and 75.7 dBA, respectively. Moreover, the mean sound pressure level around the punch press was measured to be 74, 75 and 77 dBA with opening dimensions of 2, 3.5 and 7 percent, respectively. There was an agreement between measured and predicted mean sound pressure level such that with increasing opening dimensions of punch press, the mean sound pressure level was increased. As the opening position was relocated from the front wall of the enclosure to the sidewall, operator noise exposure was reduced from 78 to 69 dBA, respectively. The mean sound pressure level with front and side opening was measured to be 74.23 and 74.2 dBA, respectively. Although, there was not significant differences between mean sound level of the punch press after relocation of opening.

CONCLUSIONS

Utilizing full acoustic enclosure constructed from insulation material recommended in this study, the exposure of punch press operator to the noise was reduced remarkably. In partial acoustic enclosure, there was not a fundamental change in noise exposure of press operator with the increment in dimensions of front opening. In comparison with full acoustic enclosure, partial acoustic enclosure with openings in different dimensions could expose punch press operator with higher noise level, such that the noise exposure of operator with full acoustic enclosure was equal to 67 dBA while partial acoustic enclosure was 78-79 dBA. Additionally, punch press mean sound pressure level was increased from 67 to 74-77 dBA after replacing full acoustic enclosure with partial acoustic enclosures. It could be concluded that openings highly decrease acoustic performance of acoustic enclosures. On the other hand, the noise exposure of press operator was plummeted with the relocation of opening. Therefore, front opening dimension could be chosen fairly wide to access and feed operation zone in punch press without exposing operator with more noise level. Furthermore, repositioning the opening from the front wall to the side wall of the enclosure and automatically feeding the press through side opening could substantially reduce the operator noise exposure. In other words, it would be more appropriate to insulate operators' line of sight with visible acoustic insulation material and opening repositioned to side walls which is out of sight line . It is recommended to avoid direct sight line between noise source and receiver. Predominantly, press noise originates from several basic sources such as metal to metal impact which is located directly in front of operator. Since noise has directional effect, it would be beneficial to direct away from hearing zone of operator. Moreover, it should be noted that noise reduction properties of acoustic curtains used in this study is comparable with metal sheets to construct acoustic enclosures. With respect to the costs, design and fabrication of acoustic enclosure with acoustic curtains would be more cost-benefit in comparison to enclosure constructed with metal sheets. However, acoustic curtains are not certainly as durable and strength as metal sheets, they would be appropriate to noise reduction for many years if proper maintenance is carried out.

How to cite this article:
Rana Alimoradi, Ali Safari Variani, Sajad Zare, Saeid Ahmadi, zohre fallahmorad. PUNCH PRESS NOISE CONTROL THROUGH PARTIAL ACOUSTIC ENCLOUSE: A FIELD STUDY. Iran Occupational Health. 2022 (01 Aug);19:16.

***This work is published under CC BY-NC 4.0 licence**

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-11]

[DOI: 10.52547/ioh.19.1.241]

سلامت کار ایران
دوره ۱۹ - ۱۶/۱۴۰۰

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

کنترل صدای دستگاه پرس ضربه ای با استفاده از محفظه آکوستیک جزئی: یک مطالعه میدانی

رعنا علیمرادی: کارشناس ارشد ایمنی و بهداشت حرفه‌ای، گروه ایمنی و بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران .
علی صفری واریانی: دانشیار، گروه و بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران.
سجاد زارع: دانشیار ،گروه ایمنی و بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران.
سعید احمدی: (* نویسنده مسئول) استادیار، گروه ایمنی وبهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران . saeidahmad@gmail.com
زهره فلاح راد: کارشناس بهداشت حرفه‌ای، گروه ایمنی و بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: دستگاه پرس یکی از ماشین آلات مهم صنعتی برای تولید قطعات فلزی می باشد که معمولاً صدای خطرناک منتشر می نماید. یکی از رایج ترین روش‌ها برای کاهش انتقال صدای ماشین آلات استفاده از محفظه آکوستیک است. هدف از این مطالعه بررسی نقش ابعاد و موقعیت دریچه باز محفظه های آکوستیک جزئی در میزان مواجهه صوتی اپراتور دستگاه پرس است.
روش بررسی: در این مطالعه کاربردی یک دستگاه پرس ضربه ای با ظرفیت ۶۰ تن به عنوان منبع صدای واقعی در کارخانه تولید قطعات خودرو تحت بررسی قرار گرفت. تراز صدای معادل اپراتور و متوسط صدای دستگاه پرس قبل و بعد از مداخله کنترلی بر اساس استاندارد ISO 9612 و با استفاده از تراز سنج صوت مدلCassella Cell-450 اندازه گیری شد. لاستیک به ضخامت ۲ میلیمتر و پشم سنگ به ضخامت۵۰ میلیمتر به عنوان مواد عایق و جاذب محفظه آکوستیک در نظر گرفته شدند و به منظور پیش بینی عملکرد محفظه آکوستیک از طریق مدل های ریاضی، افت انتقال صوت لاستیک با استفاده از دستگاه امپدانس تیوبBSWA SW 477 اندازه گیری شد. در ادامه محفظه آکوستیک به طول، عرض و ارتفاع به ترتیب ۱/۴، ۱/۲و ۳ متر ساخته شد و دریچه های باز به مساحت ۲، ۳/۵و ۷ درصد از مساحت کل بدنه محفظه در بخش مقابل اپراتور و دریچه ای به مساحت ۲ درصد در بخش جانبی به منظور بررسی عملکرد جفاظ آکوستیک جزیی ایجاد شد.
یافته ها: تراز صدای معادل اپراتور دستگاه پرس قبل و بعد از مداخله با محفظه آکوستیکی کامل به ترتیب ۸۹ و ۶۷ دسی بل A اندازه گیری شد. میزان مواجهه اپراتور دستگاه پرس پس از محصورسازی جزیی با دریچه های باز به ابعاد ۲، ۳/۵و ۷ درصد در ضلع مقابل دستگاه به ترتیب ۷۸، ۷۹ و ۷۸ دسی بل A اندازه گیری شد و به طور جزئی این مقادیر بیشتر از مقادیر پیش بینی شده بودند. تغییر جهت دریچه باز با ابعاد ۲ درصد از مقابل دستگاه به ضلع جانبی منجر به کاهش میزان مواجهه فردی اپراتور دستگاه پرس از ۷۸ به ۶۹ دسی بل A گردید، هرچند که در میانگین صدای دستگاه پرس تغییر قابل توجهی مشاهده نشد.
نتیجه گیری: افزایش ابعاد دریچه جلویی محصور کننده جزئی دستگاه پرس، تغییر قابل توجهی در میزان مواجهه صوتی اپراتور دستگاه پرس ایجاد نکرد. تغییر جهت دریچه، میزان مواجهه اپراتور دستگاه را به شدت کاهش داد. بنابراین برای تغذیه دستی دستگاه پرس از طریق دریچه های تعبیه شده در مقابل اپراتور، ابعاد دریچه را می توان به منظور دسترسی بهتر اپراتور به منطقه عملیاتی دستگاه، با آزادی عمل بیشتری انتخاب کرد، بدون اینکه اپراتور در معرض صدای بیشتر قراربگیرد. در ضمن، تغییر جهت دریچه از ضلع مقابل به ضلع جانبی و تغذیه خودکار دستگاه از طریق دریچه های جانبی می تواند به مقدار زیادی مواجهه اپراتور دستگاه را کاهش دهد.

تعارض منافع: *گزارش نشده است.*
منبع حمایت کننده: *ندارد.*

کلیدواژه‌ها
کنترل صدا
محفظه آکوستیک جزیی
ابعاد دریچه
جهت دریچه
پرس ضربه ای

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۶/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۲۰

شیوه استناد به این مقاله:
Rana Alimoradi, Ali Safari Variani, Sajad Zare, Saeid Ahmadi, zohre fallahmorad. PUNCH PRESS NOISE CONTROL THROUGH PARTIAL ACOUSTIC ENCLOUSE: A FIELD STUDY. Iran Occupational Health. 2022 (01 Aug);19:16.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC 4.0 صورت گرفته است

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-11]
[DOI: 10.52547/ioh.19.1.241]

مقدمه

در محیط های کاری صدای ناشی از تجهیزات فرایندهای صنعتی به عنوان یکی از شایع ترین خطرات میباشد که همراه با بیماری های فیزیولوژیک و روانی - اجتماعی متعددی نظیر استرس، تحریک پذیری، کاهش بازدهی و افت شنوایی است(۱). در این تجهیزات و فرایند-های صنعتی صدا عملیات هایی نظیر برخورد فلز با فلز، حرکات دورانی، تخلیه سیال و انتقال سیالات با سرعت زیاد میتوانند عامل تولید صدا باشند. در دستگاه پرس که به طور گستردهای برای شکلدهی، خمکاری، برش کاری و سوراخکاری قطعات در صنایع استفاده میشود بخش‌های تولیدکننده صدا شامل حرکت دورانی چرخطیار، برخورد مکانیکی سمبه و ماتریس، تخلیه هوا از شیرهای برقی و فوندانسیون نامناسب دستگاه میباشند.

استفاده از مافلرها، موانع و محصورکننده‌های صوتی برای جلوگیری از انتشار صدای تولیدشده از منابع صوتی معمول است. رایج ترین روش برای کاهش انتقال صدا از ماشین‌آلات و دستگاه‌ها استفاده از محفظه‌های آکوستیک است. یک محفظه‌آکوستیک از موانع صوتی که اطراف منبع منتشرکننده صدا را احاطه میکند، ساخته می شود(۲). این موانع صوتی عموماً از یک لایه بیرونی سخت و سفت و یک لایه داخلی از مواد جذب‌کننده صوت تشکیل میشود. لایه بیرونی صدا را به سمت منبع صوتی منعکس می‌کند و لایه داخلی باعث استهلاک و جذب انرژی صوتی می‌شود. لایه بیرونی از مواد با چگالی بالا نظیر بتون، فولاد، دیوار گچی می تواند ساخته شود و لایه داخلی از مواد جاذب‌صوت نظیر فوم، پشم شیشه و پشم سنگ ساخته میشود. علاوه براین یک محفظه آکوستیک ممکن است که به طور کامل آب‌بندی شود یا اینکه ممکن است دهانه‌ها یا دریچه‌های باز داشته باشد. این دهانه‌های باز ممکن است که عمدی باشند نظیر استفاده از دریچه‌های تهویه یا به دلیل عملکرد تجهیزات یا اینکه غیر عمدی باشند نظیر نشتی‌ها یا شکاف‌ها. اغلب محفظه‌ها دارای مقداری دهانه‌های باز هستند به همین دلیل به عنوان محفظه‌های جزئی طراحی میشوند(۳).

علی رغم اینکه محصورسازی کامل آکوستیکی منابع صوتی با استفاده از محفظه های آکوستیک کامل به مقدار قابل توجهی باعث کاهش صوت می‌شود، ایجاد دریچه‌ها و دهانه‌های باز در بدنه آنها به دلایل عملکرد دستگاه، تعمیرات، تهویه و تنظیمات می‌تواند عملکرد آکوستیکی آن را تحت تاثیر قرار دهد. ابعاد و موقعیت قرارگیری دهانه باز، درصد پوشش، موقعیت نصب و ضریب جذب مواد جاذب، سایز محصورکننده و فاصله منبع صدا تا دهانه باز از فاکتورهای محدودکننده و مهم در عملکرد آکوستیکی محفظه‌های جزئی می‌باشند. علاوه بر آن سطوح انعکاسی درنزدیکی دهانه باز نیز بر عملکرد آکوستیکی محفظه موثر است. نشتی به میزان یک درصد و ۱۰ درصد از مساحت کل محفظه باعث می‌شود تا افت‌انتقال صدای برابر با ۴۵ دسی‌بل به ترتیب به ۲۰ و ۱۰ دسی بل کاهش یابد(۴). بر طبق مطالعه ژو در محفظه‌های آکوستیک جزئی برای کنترل صدای موتورها، ابعاد دریچه و جهت دریچه باز به شدت برروی افت الحاقی صدا تاثیرگذار است(۳).

در بسیاری از مطالعات قبلی که به منظور کاهش میزان مواجهه کارگران محفظه‌های آکوستیک طراحی شده‌است عمدتاً این محفظه‌های آکوستیک کاملا آب‌بندی شده‌اند یا نشتی‌های جزئی درنظرگرفته شده‌است(۵-۸). در بعضی از شرایط ایجاد دریچه‌ها و دهانه‌های باز در محفظه‌های آکوستیک به دلایل تکنولوژیکی غیرقابل اجتناب است. هرچند که در صورت امکان از سایلنسرهای آکوستیک برای محدودکردن انتقال صدا در بعضی از دریچه‌ها استفاده می‌شود. در دستگاه‌های پرس با تغذیه دستی، ضرورتاً باید بخش‌هایی از محفظه آکوستیک برای تغذیه دستگاه با دست باز باشد. افت انتقال این دریچه‌های باز صفر دسی بل در نظر گرفته می‌شود که با توجه به موقعیت قرارگیری این دریچه باز می‌تواند مقدار آن نیز تغییر کند(۹). هر چند که در بعضی از مطالعات رفتار انتشار صوت درجهت‌های مختلف از دریچه‌های نصب شده برروی محفظه های آکوستیک با استفاده از روش‌های مدل سازی نشان داده شده است، به ندرت به بررسی میزان مواجهه صوتی اپراتور پرداخته شده‌است. الگوی میدانصوتی موجود در فضای محصورکننده آکوستیکی بر میزان صدای منتشرشده از دریچه باز تاثیرگذار است. همچنین نشان داده شده‌است که موقعیت و نسبت ابعادی دریچه بر میزان صدای منتشرشده موثر است(۱۰).

عملکرد آکوستیکی محفظه‌های آکوستیک با استفاده از شاخص‌هایی نظیر میزان کاهش صدا، میزان افت‌انتقال و میزان افت‌الحاقی نمایش داده میشود. کاربردی‌ترین شاخص برای بیان عملکرد محفظه‌های آکوستیک استفاده از افت‌الحاقی است. برای پیش بینی مقدار افت‌الحاقی و کاهش صدای محصورکننده‌ها روش‌های متعددی نظیر روش آنالیز انرژی آماری[1]، روش المان محدود[2] و روش‌های ریاضی پیشنهاد شده‌است(۱۰-۱۲). در روش ریاضی با استفاده از لگاریتم میزان توان صوتی منتشر-

1 Statistical Energy Analysis(SEA)
2 Boundry Element Method (BEM)

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-11]

[DOI: 10.52547/ioh.19.1.241]

شده از منبع صوتی قبل و بعد از محصورسازی میزان افت-الحاقی پیش بینی میشود. در این روش جهت دهانه باز، افت انتقال دهانه باز و افت‌انتقال عایق‌های صوتی و ضریب جذب مواد جاذب صوت برای پیش بینی میزان افت‌الحاقی محفظه استفاده می‌شود(۱۳).

برطبق بررسی‌های نویسندگان این مقاله جهت کنترل صدا و کاهش میزان مواجهه اپراتورها از طریق محصورسازی جزیی در پرس‌های ضربه‌ای که به روش دستی تغذیه می‌شوند مطالعه‌ای یافت نشد، لذا هدف از این مطالعه ساخت محفظه‌ی جزیی و بررسی عملکرد آکوستیکی آن از طریق ایجاد دهانه‌هایی در ابعاد مختلف و در جهات مختلف می‌باشد تا ضمن اینکه کارایی کلی این روش کنترلی و تاثیر مساحت و جهت‌گیری دهانه‌ها در میزان افت صدا مورد بررسی قرار می‌گیرد، در نهایت دهانه‌ای با مساحت مطلوب که بدون تاثیر بر عملکرد دستگاه، بیشترین افت را ایجاد نماید تعیین گردد.

روش بررسی

در این مطالعه کاربردی یک منبع صوت واقعی، دستگاه پرس ضربه‌ای، در کارخانه تولید قطعات خودرو تحت بررسی قرار گرفت. درکارگاه پرس‌کاری صنعت خودروسازی تحت مطالعه دستگاه‌های پرس متعددی بر حسب نوع تغذیه (خودکار و دستی)، قطعات تولیدی، ظرفیت و انرژی مصرفی وجود داشتند. از آنجایی که هدف از مطالعه بررسی عملکرد محفظه آکوستیک با دریچه‌های باز برای تغذیه آن بود، یک دستگاه پرس از نوع تغذیه دستی با ظرفیت ۶۰ تن برای این مطالعه در نظر گرفته شد. از این دستگاه برای پرسکاری قطعات صندلی خودرو استفاده میشد و در طی مطالعه نوع و تعداد قطعات پرس شده یکسان بود. فرایند کار در دستگاه پرس شامل انتقال نیروی هوای فشرده به میل لنگ، چرخ طیار و سپس سمبه و ماتریس برای پرس و شکلدهی قطعات می باشد. علاوه بر نوع تغذیه دستی، ابعاد دستگاه پرس برای ساخت محفظه آکوستیک با در نظر گرفتن هزینه‌های ساخت و پرس‌های فعال در کارگاه برای انتخاب دستگاه پرس تحت مطالعه در نظرگرفته شد. به منظور حذف اثر صدای مداخله‌کننده ناشی از سایر دستگاه‌ها و منابع صوتی، با هماهنگی انجام شده با مدیریت کارخانه اندازه‌گیری صدا قبل و بعد از مداخله کنترلی در شرایطی انجام شد که سایر دستگاهها خاموش بودند.

شاخص تراز فشار صوت معادل و آنالیز صدا در فرکانس‌های اوکتاو (۸۰۰۰ - ۱۲۵هرتز) قبل و بعد از مداخله کنترلی در اطراف دستگاه پرس با هدف تعیین میزان مواجهه اپراتور و متوسط تراز فشار صوت دستگاه با استناد به استاندارد9612 ISO و با استفاده از ترازسنج صوت مدل Cassella Cell-450 در شبکه A و Z و سرعت پاسخ Slow اندازه‌گیری شد. از آنجایی که علاوه بر صدای ضربه‌ای ناشی از سمبه و ماتریس دستگاه پرس، از سایر اجزاء دستگاه نظیر صدا خفه‌کن، الکتروموتور، چرخ طیار و میل‌لنگ صدا انتشار یافته و اپراتور دستگاه را در معرض قرار می‌دهد برای کاهش تغییرات زیاد صدا و تعیین سطح متوسطی از تراز مواجهه از شبکه سرعت پاسخ Slow استفاده شد(۱۴). الگوی مواجهه با صدا در دستگاه پرس به صورت دوره‌ای می‌باشد و هر دوره زمانی شامل مدت زمان لازم برای پرس یک قطعه در نظر گرفته می‌شود که به صورت متناوب این الگو تکرار می شود. بر طبق استاندارد 9612 ISO در شرایطی که الگوی مواجهه با صدا به صورت دوره‌ای باشد حداقل مدت زمان نمونه برداری برای تعیین تراز معادل صدا باید برابر با زمان سه دوره کاری یا ۵ دقیقه باشد. بر طبق استاندارد فوق‌الذکر در شرایطی که مجموع سه دوره زمانی کاری کمتر از ۵ دقیقه باشد، باید حداقل به مدت زمان ۵ دقیقه نمونه‌برداری انجام شود. از آنجایی که مجموع سه دوره کاری کمتر از ۵ دقیقه بود، به مدت ۵ دقیقه در منطقه شنوایی کارگر (ارتفاع ۱۷۰ سانتیمتر) در این وظیفه نمونه‌برداری از صدا انجام شد. از آنجایی که کارگر در طی شیفت‌کاری این وظیفه را به صورت دائم انجام می‌دهد، تراز صدای معادل اندازه‌گیری شده در مدت زمان ۵ دقیقه برابر با میزان مواجهه اپراتور دستگاه پرس در طی یک شیفت کاری به جزء نیم ساعت از زمان استراحت و ناهار می‌باشد. برای تعیین میزان متوسط صدای منتشرشده از دستگاه پرس اندازه‌گیری صدا در سه نقطه به فاصله ۷۰ سانتیمتر از سه جهت از دستگاه پرس انجام شد. با توجه به محدودیت دسترسی به بخش پشت دستگاه پرس به دلیل وجود دیوار کارگاه، امکان اندازه‌گیری در چهار جهت وجود نداشت.

بر اساس میزان کاهش صدای مورد نیاز در فرکانس غالب و با استفاده از معادله جرم(معادله۱)، میزان جرم سطحی عایق صوتی مورد نیاز برای ساخت محفظه آکوستیک محاسبه گردید. سپس بر اساس دانسیته حجمی لاستیک، که در این مطالعه به عنوان ماده اصلی عایق‌صوتی در نظرگرفته شده بود، ضخامت مورد نیاز از آن انتخاب شد. در ادامه از آنجایی که لاستیک‌کنان مورد استفاده در این مطالعه فاقد اطلاعات آکوستیکی بود با استفاده از دستگاه امپدانس تیوب مدلSW477 شرکت

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-11]

[DOI: 10.52547/ioh.19.1.241]

BSWA چین افت انتقال صوت لاستیک اندازه گیری شد.

معادله ۱ $$TL = 20\log_{10}(M_s) + 20\log_{10}(f) - 47.3$$

در این مطالعه برای پیش بینی میزان صدا پس از کنترل در هریک از محفظه های آکوستیک به ترتیب میزان افت الحاقی در فرکانس های اوکتاو، میزان صدای پیش بینی شده پس از کنترل در فرکانس های اوکتاو و میزان صدای پیش بینی شده کل محاسبه گردید. میزان افت‌الحاقی هریک از محفظه های آکوستیک با به کارگیری دریچه‌های باز به مساحت۲، ۳/۵ و۷ درصد از مساحت کل محفظه و لاستیک‌کتان به عنوان عایق اصلی بر اساس معادله۲ در هریک از فرکانس‌های اوکتاوباند پیش‌بینی شد (۱۳). ضریب افت‌انتقال دیوارههای محفظه آکوستیک، ضریب افت انتقال صوت اندازه گیری شده با استفاده از دستگاه امپدانس تیوب برای لاستیک و ضریب افت انتقال دریچه‌های باز معادل با ۱ در نظرگرفته شد. ضریب جذب پشم‌سنگ از نتایج اندازه‌گیری مطالعات قبلی اقتباس گردید.

معادله ۲ $$IL = \frac{W}{W_{out}} = 1 + \frac{\sum S_j \alpha_j}{\sum S_j a_{tj}}$$

در این معادله IL افت الحاقی، w توان صوتی دستگاه قبل از کنترل، w_{out} توان صوتی دستگاه پس از کنترل، α_j ضریب جذب صوتی سطح j ام محفظه، α_{tj} ضریب افت انتقال صوت سطح j ام محفظه، s_j مساحت سطح j ام محفظه است.

در ادامه از حاصل تفریق افت الحاقی محاسبه شده برای هریک از محفظه های آکوستیک درمرحله قبل و میزان صدا قبل از کنترل، میزان صدا پس از کنترل برای هریک از محفظه های آکوستیک پیش بینی شد. به عبارتی، میزان افت الحاقی در هر یک از فرکانس های اوکتاو برای هریک از محفظه ها(با مساحت دریچه ۲، ۳/۵ و۷ درصد از مساحت کل محفظه) به صورت جداگانه محاسبه گردید، سپس میزان افت الحاقی محاسبه شده در هریک از فرکانس های اوکتاو از میزان صدا در هریک از فرکانس های اوکتاو قبل از کنترل تفریق گردید که نتیجه آن برابر با میزان صدای پیش بینی شده در هریک از فرکانس های اوکتاو بعد از کنترل می باشد. در پایان از حاصل جمع لگاریتمی تراز فشار صوت پیش بینی شده پس از کنترل در فرکانس های اوکتاو میزان تراز فشار صوت کل پس از کنترل پیش بینی شد.

محفظه آکوستیک جزئی با به کارگیری پرده‌های آکوستیک و پروفیل‌های فلزی از جنس آهن ساخته شد. اجزاء پرده‌های آکوستیک ساخته شده به ترتیب از خارج به داخل شامل پارچه‌های برزنت به عنوان نمای بیرونی، لاستیک با ضخامت ۲ میلیمتر به عنوان عایق صوتی، پشم سنگ با ضخامت ۵۰ میلیمتر و دانسیته ۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب به عنوان جاذب صوتی می‌باشد. اجزاء ذکر شده با استفاده از دستگاه چرخ‌خیاطی به یکدیگر دوخته شدند تا به عنوان پرده آکوستیک برای محصورسازی استفاده شوند. سازه فلزی محفظه آکوستیک به طول، عرض و ارتفاع ۱/۴، ۱/۲و۳ متر به ترتیب با پروفیل‌های فلزی از جنس آهن برش و جوش داده شد. ابعاد سازه فلزی بر اساس ابعاد دستگاه پرس انتخاب شد.

به منظور بررسی تاثیر سطح دریچه باز بر عملکرد آکوستیکی محفظه آکوستیک جزئی، دریچه‌های باز به مساحت ۲، ۳/۵ و ۷ درصد از مساحت کل محفظه در ضلع مقابل به اپراتور در محفظه آکوستیک ایجاد گردید. این ابعاد بر اساس ابعاد دستگاه پرس، قطعات تولید شده و نظرات اپراتورها برای دسترسی راحتتر به نقطه عملیاتی دستگاه انتخاب شد. علاوه برآن به منظور بررسی تاثیر جهت دریچه بر میزان صدا، پس از مسدودسازی دریچه‌های ضلع مقابل اپراتور، دریچه‌ای به مساحت ۲ درصد در بخش جانبی محفظه تعبیه گردید. در هریک از شرایط ذکر شده میزان مواجهه صوتی اپراتور و متوسط صدای دستگاه اندازه‌گیری شد. در ضمن اندازه‌گیری صدا در شرایط حفاظت آکوستیکی کامل که فاقد هیچگونه شکاف یا درز باشد نیز انجام شد.

یافته ها

میزان مواجهه صوتی اپراتور دستگاه پرس و آنالیز فرکانس صوتی آن در جدول۱ نشان داده شده است. تراز معادل مواجهه صوتی اپراتور در حین پرس قطعات در دو شبکه توزین فرکانسی A و Z به ترتیب ۸۹ و ۸۸/۵ دسی بل اندازه گیری شد و فرکانس غالب ۲۰۰۰ هرتز می‌باشد. بیشترین میزان مواجهه با صدا در فرکانس ۲۰۰۰ هرتز درحدود ۸۲/۷ دسی‌بل اندازه‌گیری شد و طیف صدای منتشرشده عمدتاً در فرکانس‌های بالا می‌باشد. سایر دستگاه‌ها و منابع صوتی موجود در سالن پرس در حین اندازه‌گیری صدا خاموش بودند به طوریکه صدای زمینه سالن پرس ۵۰ dBA اندازه‌گیری شد.

نتایج محاسبات طراحی محفظه آکوستیک نشان داد با توجه به میزان مواجهه اپراتور دستگاه پرس، به منظور

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-11]

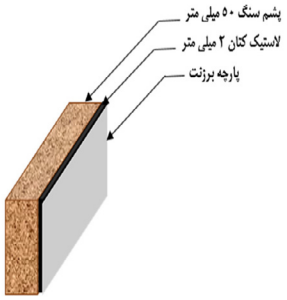
[DOI: 10.52547/ioh.19.1.241]

جدول ۱. تراز فشار صوت دستگاه پرس ضربه ای در فرکانس های اکتاو قبل از کنترل

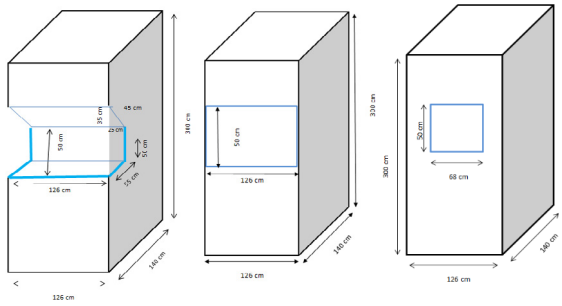
فرکانس(Hz)		۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰	تراز کل(dB)
تراز صدای معادل اپراتور(dB)	A	۵۵/۷	۶۷/۳	۷۷/۸	۸۰	۸۲/۷	۸۲/۴	۸۱/۵	۸۹
	Z	۷۱/۲	۷۴/۹	۷۹/۴	۸۰	۸۰/۹	۸۰/۳	۸۰/۸	۸۸/۵
میانگین تراز صدای دستگاه(dB)	A	۵۶/۲	۶۷/۱	۷۵/۱	۷۸/۲	۸۰/۸	۸۰/۷	۸۰/۶	۸۷/۶
	Z	۷۱/۷	۷۶/۰	۷۸/۵	۷۸/۶	۸۰/۶	۸۱/۴	۸۰/۵	۸۸/۱

جدول ۲. افت انتقال صوت لاستیک با ضخامت ۲ میلیمتر

فرکانس(Hz)	۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰
افت انتقال صوت (dB)	۶/۴	۵/۸	۶/۳	۹/۲	۱۲/۷	۱۵/۷	۱۹/۳



شکل ۱. طرح شماتیک محصورکننده آکوستیک جزئی با دریچه‌های باز ضلع مقابل



شکل ۲. طرح شماتیک محصورکننده آکوستیک

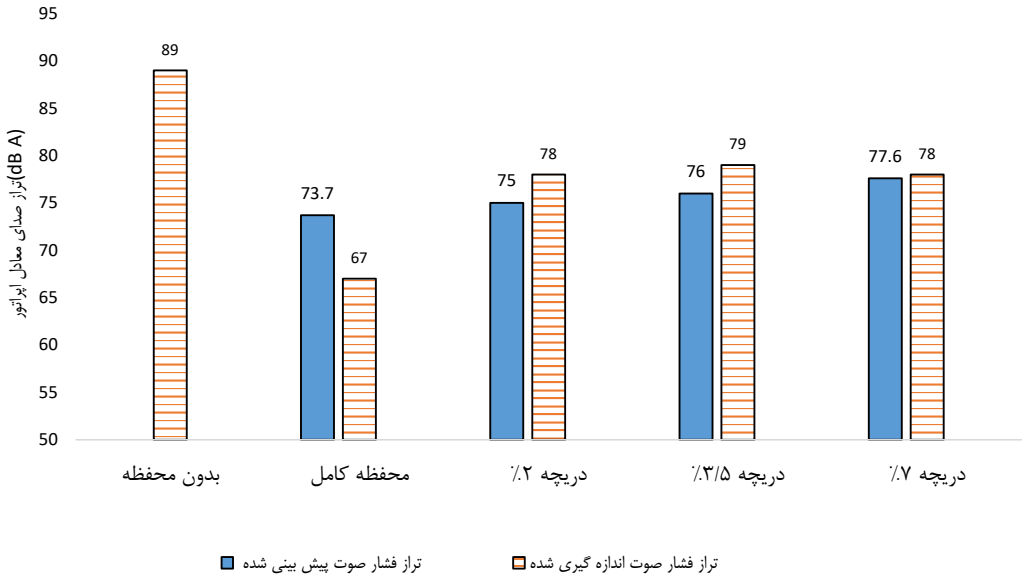
شکل ۳. دستگاه پرس قبل و بعد از محصورسازی آکوستیکی با دریچه باز ۷ درصد

دستیابی به حد مراقبت تراز فشار صوت مجاز کشوری، افت انتقال صوت مورد نیاز (با در نظر گرفتن ۵ دسی بل فاکتور اطمینان) ۱۲ دسی بل می باشد. بر اساس افت انتقال، حداقل جرم سطحی مورد نیاز ۰/۴۶ کیلوگرم بر متر مربع برآورد شد. با توجه به حداقل چگالی سطحی مورد نیاز و دسترسی به امکانات موجود، بهترین پیشنهاد برای لایه اصلی، لاستیک نیتریل به ضخامت ۲ میلیمتر با چگالی ۱۲۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب میباشد. نتایج اندازه گیری افت انتقال صوت لاستیک مورد استفاده در ساخت محفظه آکوستیکی در جدول ۲ نشان داده شده است.

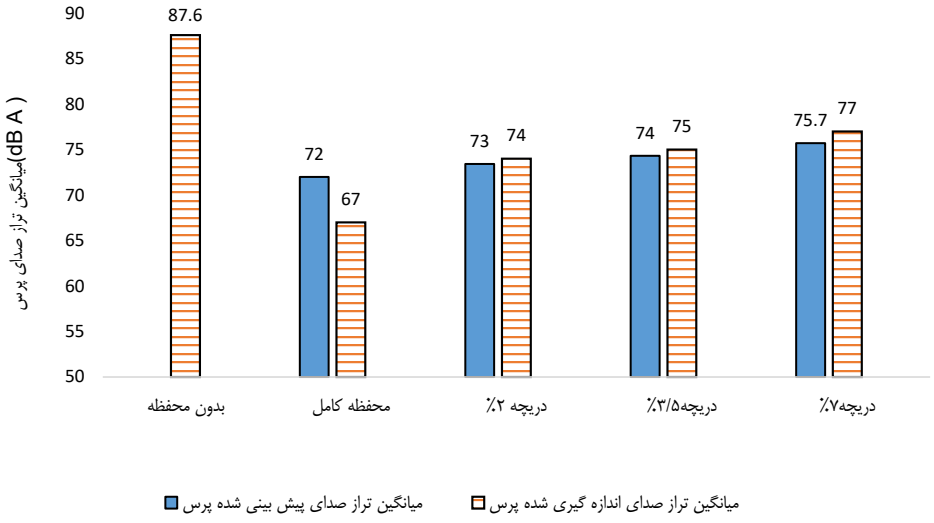
ترتیب لایه‌های مواد آکوستیکی مورد استفاده برای ساخت محفظه‌آکوستیک، طرح شماتیک محفظه‌های آکوستیک با دریچه‌های باز به ابعاد ۲، ۳/۵و ۷ درصد از مساحت کل محفظه و دستگاه پرس قبل و بعد از محصورسازی با محفظه آکوستیک ساخته‌شده با دریچه باز ۷ درصد در شکل‌های ۱، ۲و ۳ نشان داده شده است.

ترازمعادل مواجهه‌صوتی اپراتور دستگاه پرس قبل از نصب محفظه‌آکوستیکی ۸۹ dBA اندازه‌گیری شد. میزان تراز صدای پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده پس از نصب محفظه آکوستیکی کامل با استفاده از عایق‌های صوتی به کاربرده شده در این مطالعه به ترتیب ۷۳/۷ dBA و۶۷ بدست آمد(شکل۴). به بیانی دیگر، میزان کاهش صدا با استفاده از محفظه آکوستیکی کامل۲۲ dBA اندازه‌گیری

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-11]
[DOI: 10.52547/ioh.19.1.241]



شکل ٤. تراز معادل مواجهه صوتی اپراتور دستگاه پرس قبل و بعد از محصورسازی‌کامل و جزئی



شکل ٥. میانگین تراز فشار صوت دستگاه پرس قبل و بعد ازمحصورسازی کامل و جزئی

شد. میزان صدای اندازه‌گیری‌شده درحدود ۵/۷ دسی‌بل کمتر از میزان صدای برآورد شده بود. میزان مواجهه با صدا در شرایط حفاظت‌جزئی با دریچه‌های باز به ابعاد ۲، ۳/۵ و ۷ درصد به ترتیب dBA ۷۵، ۷۶ و ۷۷/۶ پیش‌بینی شد. افزایش ابعاد دریچه منجر به افزایش میزان‌مواجهه با صدا گردید. ترازمعادل مواجهه صوتی در شرایط حفاظت جزئی با دریچه‌هایی به ابعاد ۲، ۳/۵ و ۷ درصد به ترتیب dBA ۷۸، ۷۹ و ۷۸ اندازه‌گیری شد.

نتایج اندازه‌گیری میزان مواجهه صوتی اپراتور پرس در شکل۴ نشان می‌دهد که ایجاد دریچه‌های باز در مقایسه با حفاظ آکوستیکی‌کامل به شدت باعث افزایش میزان مواجهه با صدا می‌شود به طوریکه میزان مواجهه صوتی اپراتور دستگاه پرس از ۶۷ دسی بل به حدود ۷۹-۷۸ دسی‌بل افزایش یافت. از طرفی اختلاف خیلی زیادی در میزان صدای اندازه‌گیری شده با دریچه‌هایی با ابعاد مختلف مشاهده نشد. افزایش ابعاد دریچه از ۲ درصد به ۳/۵ درصد منجر به افزایش جزیی در میزان صدا از ۷۸ به ۷۹ دسی‌بلگردید اما با افزایش ابعاد دریچه به ۷ درصد مجدداً صدا به ۷۸ دسی‌بل کاهش یافت.

متوسط تراز فشار صوت دستگاه پرس تحت بررسی قبل و بعد از محصورسازی‌کامل و جزئی در شکل ۵ نشان داده شده است. میانگین ترازفشارصوت دستگاه پرس

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-11]
[DOI: 10.52547/ioh.19.1.241]

قبل از نصب محفظه آکوستیکی dBA ۸۷/۶ دسی‌بل اندازه‌گیری شد. میانگین تراز فشار صوت پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده پس از نصب محفظه آکوستیک کامل به ترتیب۷۲ dBA و ۶۷ بدست آمد. میانگین تراز فشار صوت دستگاه در شرایط حفاظت جزئی با دریچه‌های باز به ابعاد ۲، ۳/۵ و ۷ درصد به ترتیب dBA ۷۳، ۷۴ و ۷۵/۷ پیش‌بینی شد. افزایش ابعاد دریچه منجر به افزایش میانگین تراز فشار صوت دستگاه گردید. میانگین تراز فشار صوت دستگاه در شرایط حفاظت آکوستیکی جزئی با دریچه هایی به ابعاد ۲، ۳/۵ و ۷ درصد به ترتیب۷۴ dBA ، ۷۵ و۷۷ اندازه‌گیری شد. همانطور که مشاهده می‌شود ایجاد دریچه‌های باز در مقایسه با حفاظ آکوستیکی کامل باعث افزایش میزان میانگین تراز فشار صوت دستگاه می‌شود به طوریکه میانگین تراز فشار صوت دستگاه از ۶۷ دسی‌بل به حدود ۷۷-۷۴ دسی‌بل افزایش می‌یابد. از طرفی اختلاف چندانی در میانگین تراز فشار صوت اندازه‌گیری شده با دریچه‌هایی با ابعاد مختلف مشاهده نشد. افزایش اندازه دریچه از ۲ درصد به ۳/۵ درصد منجر به افزایش جزیی در میانگین تراز فشار صوت دستگاه گردید و با افزایش سایز دریچه به ۷ درصد میانگین تراز فشار صوت دستگاه در مقدار ۷۷ دسی‌بل باقی ماند.

تراز فشار صوت معادل اپراتور دستگاه پرس قبل از محصورسازی و بعد از محصورسازی با دریچه‌هایی به ابعاد ۲ درصد از مساحت کل محفظه در ضلع مقابل و جانبی اپراتور دستگاه پرس در شکل ۶ نشان داده‌شده است. میزان مواجهه صوتی اپراتور دستگاه پرس قبل از کنترل و پس از محصورسازی جزئی با دریچه باز مقابل و دریچه باز جانبی به ترتیب ۸۹، ۷۸ و ۶۹ دسی‌بل اندازه‌گیری شد. تغییر جهت دریچه به میزان قابل‌توجهی باعث کاهش میزان مواجهه با صدا گردید، به طوریکه مواجهه اپراتور از ۷۸ دسی‌بل به ۶۹ دسی‌بل کاهش یافت.

متوسط صدای دستگاه پرس قبل و بعد از محصورسازی با دریچه‌هایی به ابعاد ۲ درصد از مساحت کل محفظه در ضلع مقابل و جانبی اپراتور دستگاه پرس در شکل ۷ نشان داده شده است. میانگین تراز فشار صوت دستگاه قبل از کنترل و پس از محصورسازی جزئی با دریچه باز مقابل و دریچه باز جانبی به ترتیب ۸۷/۶، ۷۴/۲و ۷۴/۲ دسی‌بل اندازه‌گیری شد. در این شرایط تغییر جهت دریچه تاثیر قابل‌توجهی در متوسط صدای دستگاه پرس ایجاد نکرد.

بحث و نتیجه گیری

درمطالعه حاضر میزان مواجهه‌صوتی اپراتور دستگاه پرس قبل از محصورسازی‌آکوستیکی dBA۸۹ و پس از محصورسازی‌کامل و جزئی به ترتیب۶۷ dBA و۷۹-۷۸ اندازه‌گیری شد. به عبارتی میزان کاهش صدا پس از محصورسازیکامل و جزئی به ترتیبdBA ۲۲ و۱۲-۱۱ اندازه گیری شد. علی رغم اینکه دستگاه پرس مورد استفاده در این مطالعه به صورت دستی تغذیه می‌شود و عمدتاً محصورسازی‌کامل در پرسهای با تغذیه خودکار مورد استفاده قرار می‌گیرد، نتایج محصورسازی‌کامل آکوستیکی دستگاه‌های پرس خودکار با استفاده از مواد آکوستیکی مورد استفاده در این طرح نشان داد که کاربرد پرده‌های آکوستیک می‌تواند در کاهش صدای این نوع دستگاه‌ها بسیار موثر باشد. کاربرد ورق لاستیک به ضخامت ۲ میلیمتر و دانسیته حجمی ۱۲۰۰ کیلوگرم برمترمکعب به عنوان عایق اصلی، افت صدای قابل قبولی را در شرایط متفاوت ایجاد نمود. در مطالعات قبلی از نوارهای پلاستیکی پلی وینیل کلراید آویزانشده در اطراف پرس ضربهای با ضخامت ۷ میلی متر به عنوان یک پرده آکوستیک برای محصورسازی آکوستیکی نیز استفاده شده است که کاهش صدای ناشی از آن برابر با ۱۰ دسی-بل بود(۱۵). برخلاف نوارهای پلاستیکی که میتواند نصب وکاربرد آنها همراه با درز و نشتی باشد، در این مطالعه در شرایط حفاظت آکوستیکی کامل با استفاده از پردههای آکوستیک، نشتی صدا یا دریچه ها و دهانه های باز در بدنه محصورکننده وجود نداشت. عمدتاً از نوارهای پلاستیکی برای دستگاههایی با لزوم تردد و یا دسترسی به داخل و خارج دستگاه، استفاده میشود. در اکثر مطالعات قبلی از ورقهای فلزی با جنس استیل و ضخامت ۳-۲ میلیمتر به عنوان عایق اصلی برای محصورسازی آکوستیکی منابع صوتی استفاده شده است(۵-۷). برای مثال در مطالعه ای که توسط علیآبادی در یک نیروگاه حرارتی انجام شد صدای ناشی از پمپ آب با طراحی اتاقکی با لایهی اصلی از جنس فولاد به ضخامت ۲ میلیمتر و لایهی داخلی از جنس فوم لاستیکی PVC به ضخامت ۲سانتیمتر با احتساب یک درصد نشتی در فرکانس غالب ۲۰۰۰ هرتز در حدود ۲۰ دسی بل کاهش یافت(۵). همچنین در مطالعه ای که توسط رستم گلمحمدی و همکاران در یک صنعت فولاد انجام شد با طراحی یک اتاقک با لایه عایق اصلی از نوع ورق فولادی سیاه به ضخامت ۲ میلیمتر، لایه جاذب از جنس پشم شیشه به ضخامت ۴ سانتیمتر و لایهداخلی به عنوان پیش جاذب از نوع ورق پانچ فولادی به ضخامت۲ میلیمتر در سطح داخلی دیواره آن، افت انتقال عملی صوت در فرکانس غالب ۲۰۰۰ هرتز با در نظر گرفتن۰/۰۰۱ نشتی

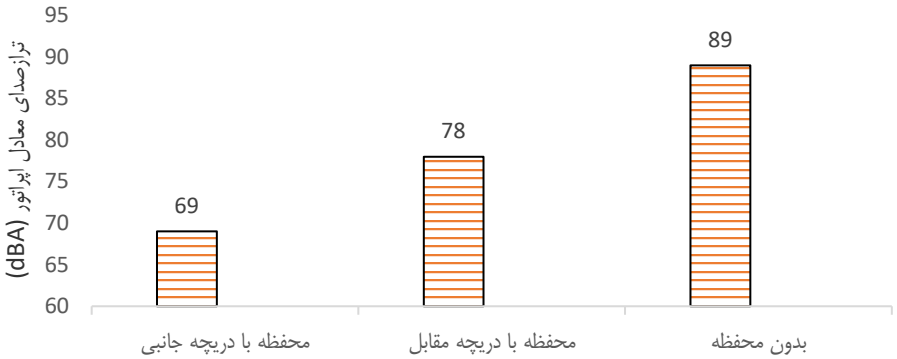
[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-11]
[DOI: 10.52547/ioh.19.1.241]

در حدود ۳۰ دسیبل برآورد گردید(۷). در این مطالعه از ورق لاستیک با ضخامت ۲ میلیمتر به عنوان عایق اصلی در محصورسازی آکوستیکی استفاده شد. برخلاف ورق آهن، هزینه های مرتبط با ساخت و نصب محفظه آکوستیک با پردههای آکوستیک که عایق اصلی آن ورق لاستیک است، بسیارکمتر از ورق آهن است. البته قابل ذکر است که یکی از نقاط ضعف پردههای آکوستیک میتواند استحکام و مقاومت آن در برابر ضربه وفشار ناگهانی باشد که در صورت مراقبت و نگهداری مناسب برای مدت طولانی قابل استفاده خواهد بود. در مقابل هزینه های نسبتا زیاد و وزن بالای اتاقک ساخته شده با ورق آهن، طراحی و ساخت محفظه های آکوستیک با استفاده از پردههای آکوستیک مورد استفاده در این مطالعه میتواند عملکرد آکوستیکی مناسبی را فراهم آورد. در مطالعه احمدی و همکاران از پردههای آکوستیک برای محصورسازی کامل پمپ آب در یک مجتمع مسکونی استفاده شد که میزان کاهش صدای آن برابر با ۲۲ دسیبل بود که با نتایج این مطالعه انطباق داشت. ضخامت و نوع عایق اصلی به کار برده شده در محصورسازی پمپ آب با عایق صوتی مطالعه حاضر یکسان بود(۸).

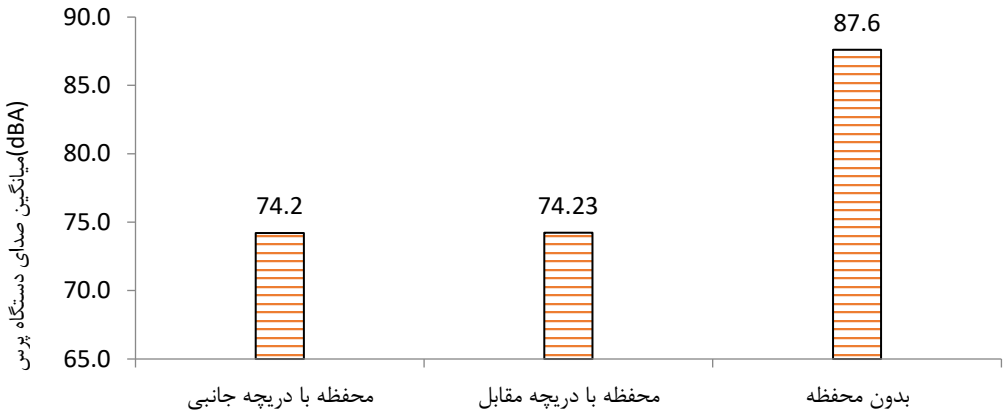
به منظور بررسی تاثیر مساحت باز دریچه بر عملکرد آکوستیکی محفظه جزئی، دریچه هایی با ابعاد ۲، ۳/۵ و ۷ درصد در بخش مقابل محفظه تعبیه گردید و میزان مواجهه اپراتور دستگاه پرس در شرایط فوق به ترتیب ۷۸، ۷۹ و۷۸ دسی بل اندازه گیری شد. به بیانی دیگر میزان افتالحاقی برای دریچه هایی با ابعاد یاد شده به ترتیب ۱۱، ۱۰و ۱۱ دسیبل اندازه گیری شد. بر اساس مواد آکوستیکی مورد استفاده و ابعاد دریچه های محفظه آکوستیک، میزان صدا پس از محصورسازی پرس با محفظه ای با دریچه هایی به ابعاد ۲، ۳/۵ و ۷ درصد برابر با ۷۵، ۷۶ و ۷۷/۶ دسیبل پیش بینی شد. میزان صدای اندازه گیری شده حدود ۳-۱ دسی بل بیشتر از مقادیر پیش بینی شده بود. به نظر می-رسد عوامل مختلفی نظیر دقت اندازه گیری صدا، ویژگی-های آکوستیکی عایق ها و جاذبه ای صوتی به کار گرفته شده، شرایط نصب و درزبندی عایق های صوتی در عدم انطباق بین مقادیر اندازه گیری شده و پیش بینی شده نقش داشته باشند(۱۶). در مطالعه حاضر پیش بینی افت الحاقی در هر دریچه با لحاظ نمودن مساحت دریچه در محاسبات انجام شد و نتایج نشان داد حداکثر اختلاف بین مقادیر پیش بینی شده از افت الحاقی با مقادیر اندازه گیری شده در حدود ۵ دسیبل میباشد، نتایج مطالعه عثمان نیز نشان داد که حداکثر انحراف بین مقادیر پیش بینی شده از افت الحاقی با مقادیر اندازه گیری شده حدود ۳-۵ دسی-بل است که از دیدگاه طراحی کاملا قابل قبول است. عدم تطابق بین مقدار پیش بینی شده و اندازه گیری شده نیز میتواند متاثر از این حقیقت باشد که که بعضی از مکانیزم-های فیزیکی که بر میزان پیش بینی صدا تاثیر دارند در روش پیش بینی محاسباتی انتخاب شده در نظر گرفته نشده است(۱۱). بر اساس مقادیر پیش بینی شده، افزایش ابعاد دریچه منجر به افزایش میزان صدای مواجهه یافته شد، در صورتیکه با افزایش ابعاد دریچه اختلاف قابل-توجهی بین مقادیر اندازه گیری شده صدا مشاهده نشد. از یک طرف با افزایش مساحت دریچه از ۲ درصد به ۳/۵ درصد تراز صدای معادل افزایش یافت به طوریکه از ۷۸ دسیبل به ۷۹ دسیبل نزدیک شد، از طرف دیگر افزایش ابعاد دریچه از ۳/۵ به ۷ درصد میزان مواجهه به مقدار جزئی به میزان یک دسیبل کاهش یافت. انتظار بر این است تا با افزایش ابعاد دریچه باز که در مقابل اپراتور وجود دارد میزان انرژی صوتی منتشر شده از این دریچه افزایش یابد و در نتیجه میزان مواجهه صوتی اپراتور بیشتر شود. البته باید به این موضوع نیز توجه داشت که طراحی دریچه با ابعاد ۷ درصد به منظور سهولت در تغذیه دستگاه به نحوی طراحی شده بود که علاوه بر بخش مقابل اپراتور، بخشهایی از اضلاع جانبی محفظه را نیز شامل میشد. لذا این امکان وجود دارد که انرژی صوتی کاملا از بخش دریچه مقابل اپراتور منتشر نشده باشد و بخشهایی از انرژی از سطوح باز طرفین محفظه انتشار یافته باشند. میانگین صدای دستگاه پرس قبل و بعد از محصورسازی-کامل به ترتیب ۸۷/۶ و ۶۷ دسیبل اندازه گیری شد. میانگین صدا پس از محصورسازی با دریچه هایی به ابعاد ۲، ۳/۵ و ۷ درصد به ترتیب ۷۴، ۷۵ و ۷۷ اندازه گیری شد. برخلاف میزان مواجهه فردی اپراتور که با افزایش ابعاد دریچه اختلاف میزان مواجهه خیلی کم و ناچیز بود، در شاخص میانگین صدای دستگاه با افزایش ابعاد دریچه میانگین صدای دستگاه نیز افزایش یافت. محصورسازی جزئی با توجه به نیاز به دسترسی به دستگاه میتواند به شکلهای مختلفی اجراء شود. در یکی ازمطالعاتی که توسط دپارتمان ایمنی و بهداشت انگلستان صورت گرفته است از نوارهای پلاستیکی از جنس پلی وینیل کلراید با عرض ۴۰ سانتیمتر و ضخامت ۴ میلیمتر به عنوان یک پرده در اطراف دستگاه پرس ضربه‌ای استفاده کرد. کاهش صدای ناشی از محصورسازی با استفاده از این نوارهای پلاستیکی ۱۰ دسی‌بل بود. ضخامت و دانسیته عایق صوتی پلی وینیل کلراید مورد استفاده در مطالعه آنها

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-11]

[DOI: 10.52547/ioh.19.1.241]



شکل ٦. میزان مواجهه صوتی اپراتور دستگاه پرس با تغییر جهت دریچه محصورکننده آکوستیک جزئی



شکل ۷ . متوسط صدای دستگاه پرس با تغییر جهت دریچه محصورکننده آکوستیک جزئی

بسیار بیشتر از لاستیک مورد استفاده در تحقیق حاضر بود. در مطالعه دیگری که توسط نصیری و همکاران دریک پالایشگاه نفت برای محصورسازی کامل منابع صوتی انجام شد، نشان داد که در صورت محصورسازی-کامل تراز صدای معادل به میزان ۳۰-۲۰ کاهش مییابد، درصورتیکه با وجود نشتی های احتمالی و دریچه های باز میزان کاهش صدا به مقدار قابل توجهی کاهش مییابد. بر اساس نتایج این مطالعه که هم سو با مطالعه حاضر است میتوان به نقش واهمیت محصورسازی کامل در کنترل صدا پی برد. در مطالعه نصیری و همکاران با دریچه هایی به ابعاد ۱ درصد و ۵ درصد میزان کاهش صدا به ترتیب ۴ و ۶ دسیبل پیش بینی شد در صورتیکه در مطالعه حاضر برای دریچهای با ابعاد ۲ درصد از مساحت کل محفظه مقدار پیش بینی واندازه گیری شده به ترتیب ۱۴ و ۱۱ دسیبل بود.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر با تغییر جهت دریچه از ضلع مقابل دستگاه که روبروی اپراتور است به ضلع جانبی، در شرایطی که سطح دریچه یکسان و برابر با ۲ درصد باشد میزان مواجهه اپراتور از ۷۸ دسیبل به ۶۹ دسیبل کاهش یافت. به عبارتی تغییر جهت دریچه باز باعث گردید تا میزان مواجهه اپراتور ۹ دسیبل کاهش یابد. در دستگاه پرس منطقه عملیاتی دستگاه یا همان سمبه و ماتریس که علمیات شکلدهی قطعات در آن بخش صورت میگیرد منبع اصلی تولید صدا میباشد که در واقع برخورد فلز با فلز و عملیات مکانیکی باعث تولید صدا در این بخش میشود. منبع تولید صدا یا همان سمبه و ماتریس در مقابل اپراتور قرارگرفته است، بنابراین طبیعی است از آنجایی که صدا به صورت جهت دار در محیط منتشر میشود مسدودکردن ضلع مقابل اپراتور مانع از انتشار صدا به منطقه شنوایی اپراتور میشود. البته باید در نظر داشت که در این مطالعه از دستگاه پرس فقط به عنوان یک منبع صوتی استفاده شده بود و در شرایطی که امکان تغذیه دستگاه از طرفین محفظه وجود دارد، بهتر است تا دریچه در ناحیه خارج از دید مستقیم

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-11]
[DOI: 10.52547/ioh.19.1.241]

نسبت به منبع صوتی قرارگیرد. در ضمن برای سهولت در رویت منطقه عملیاتی دستگاه باید از عایق های صوتی شفاف در ناحیه دید مستقیم دستگاه استفاده شود تا داخل دستگاه نمایان باشد. از طرف دیگر نتایج نشان داد که مکانیابی جهت دریچه در ضلع مقابل و جانبی دستگاه میانگین صدای دستگاه تغییری نکرد. در مطالعه الیزابت کارتر که باهدف تاثیر مکانیابی جهت دریچه بر میزان افتالحاقی انجام شد، نشان داد که تفاوت اندکی در افت الحاقی با تغییر جهت دریچه ایجاد شد. در مطالعه حاضر نیز با تغییر جهت دریچه، میانگین صدای دستگاه تغییری حاصل نشد. در مطالعه کارتر نشان داده شد که مسدودنمودن دریچه هایی که در تماس مستقیم با جزء تولید کننده صوت در دستگاه داشتند، کاهش صدا بیشتر خواهد شد که با مطالعه حاضر نیز هم راستا بود(۴).

در مطالعه ژو نشان داده شده است که حتی یک افزایش کوچک در سایز دهانه باز میتواند عملکرد کلی محفظه را به مقدار چندین دسیبل تغییر دهد. به طوریکه با افزایش ابعاد دریچه از ۱ درصد به ۴ درصد، افتالحاقی کلی در شبکه A از ۱۵/۴ به ۱۰/۷ دسیبل کاهش یافت. این نکته قابل ذکر است که توزیع فضایی صدا در پرس یکنواخت نیست و بخش عمده صدا از ناحیه عملیاتی آن که همان سمبه و ماتریس است منتشر میشود. در مطالعه ژو نیز هنگامی که دریچه در سمت عقب منبع صوتی (موتور) نصب شده بود، افتالحاقی بسیار بیشتر از زمانی بود که دریچه در جهت جلوی دستگاه قرار داشت. موقعیت نصب دریچه باز یک فاکتور طراحی بسیار مهم برای منابع صوتی با انتشار صوت جهت دار هستند(۳).

در این مطالعه محصورسازی آکوستیکی کامل و جزئی دستگاه پرس به منظور تعیین میزان مواجهه صوتی اپراتور و میانگین صدای دستگاه نشان داد که محصورسازیکامل با استفاده از عایق های صوتی به کار گرفته شده در این مطالعه میزان مواجهه اپراتور را به شدت کاهش داد. از طرفی، افزایش ابعاد دریچه محصور-کننده جزئی دستگاه پرس، تغییر قابل توجهی در میزان مواجهه صوتی اپراتور دستگاه پرس ایجاد نکرد. تغییر جهت دریچه باز، میزان مواجهه اپراتور دستگاه را به شدت کاهش داد. بنابراین برای تغذیه دستی دستگاه پرس از طریق دریچه های تعبیه شده در مقابل اپراتور، ابعاد دریچه را میتوان به منظور دسترسی بهتر اپراتور به منطقه عملیاتی دستگاه، با آزادی عمل بیشتری انتخاب کرد. در ضمن، تغییر جهت دریچه از ضلع مقابل به ضلع جانبی و تغذیه خودکار دستگاه از طریق دریچه های جانبی میتواند به مقدار زیادی مواجهه اپراتور دستگاه را کاهش دهد.

تقدیر و تشکر:

مطالعه حاضر برگرفته از طرح تحقیقاتی با کد IR.QUMS.REC.1397.038 در معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی قزوین میباشد.

منابع

1. Safari Variani A, ahmadi s, zare s, Beheshti AS, Heidari Abdolahi F, Zaroushani V. Air blow guns noise reduction through design and fabrication of a multiple jet nozzle. Iran Occupational Health Journal. 2018;15(3):11-8.
2. Beranek LL, Ver IL. Noise and vibration control engineering-principles and applications. Noise and vibration control engineering-Principles and applications John Wiley & Sons, Inc, 814 p. 1992.
3. Zhou L, Carter A, Herrin D, Shi J, Copley D. Airborne path attenuation of partial enclosures: Simulation and sensitivity study. Applied Acoustics. 2011;72(6):380-6.
4. Carter AE. Design of Partial Enclosures for Acoustical Applications. 2006.
5. Aliabadi M. Noise control of feed water pumps in a thermal power plant. Iran occupational health. 2017;14(1):81-92.
6. Golmohammadi R, Aliabadi M, Azimi N. Designing an Enclosure in Order to Control the Equipment Noise in Screw Manufacturing Industry. Journal of Health. 2019;10(1):83-95.
7. 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.
8. 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.
9. Nieradka P, Dobrucki A. Insertion loss of enclosures with lined slits. sign. 2018;100(11025):5250jU-1605U2.
10. Pàmies T, Romeu J, Genescà M, Balastegui A. Sound radiation from an aperture in a rectangular enclosure under low modal conditions. The Journal of the Acoustical Society of America. 2011;130(1):239-48.
11. Lei Y, Pan J, Sheng M. Investigation of structural response and noise reduction of an acoustical enclosure using SEA method. Applied Acoustics. 2012;73(4):348-55.
12. Martinus F, Quabili Z, Seybert A. Sound through partial enclosures with Louvers. SAE transactions. 2001:1857-62.
13. Barron RF. Industrial noise control and acoustics: CRC Press; 2002.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-11]

[DOI: 10.52547/ioh.19.1.241]

14. Bell LH, Bell DH. Industrial noise control: Fundamentals and applications. New York: Marcel Dekker; 1994.
15. Health, Executive S. 100 Practical Applications of Noise Reduction Methods. Her Majesty's Stationery Office London; 1983.
16. Wang S, Sun H, Pan J, Qiu X. A study on partial enclosures for noise control. InProceedings of ACOUSTICS 2017 Perth: Sound, Science and Society-2017 Annual Conference of the Australian Acoustical Society, AAS 2017 2017 Jan 1.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-04-11]

[DOI: 10.52547/ioh.19.1.241]