Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 4, Issue 3, Autumn 2017, Pages:41-48

Original Article

doi: ------

The Noise Control Prioritizing Index in a Tire Manufacturing Company

Rostam Golmohammadi[1], Forough Moazaz[2,*], Mohsen Aliabadi[3]

[1] *Professor, Department of Occupational Health , Faculty of Health, Health Sciences Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*

[2] *MSc Student, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Health Sciences Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*

[3] *Assistant Professor, Department of Occupational Health , Faculty of Health, Health Sciences Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran*

**** Corresponding Author:*** *Forough Moazaz, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Health Sciences Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. Email: moazazforugh@gmail.com*

Received: 04/08/2017
Accepted: 29/11/2017

How to Cite this Article:
Golmohammadi R, Moazaz F, Aliabadi M. The Noise Control Prioritizing Index in a Tire Manufacturing Company. *J Occup Hyg Eng.* 2017; 4(3): 41-48. DOI: ------

Abstract

Background and Objective: Controlling noise pollution in indoor environments has always been faced with administrative and financial constraints, and scientific prioritizing is a useful approach in dealing with this issue. In the current study, we sought to determine the noise control prioritizing index (NCPI) in various units of a tire manufacturing company.

Materials and Methods: The evaluation of environmental noise for determining the sound pressure levels in various units was performed in accordance with ISO 9612 standard. An index was defined by using the three parameters of the number of people exposed, exposure time, and weighting factor corresponding to the sound pressure level. Further, a formula was devised to calculate this index. The distribution of noise level in each unit with noise control as the top priority was depicted using Surfer ver.10.

Results: According to the environmental measurements, 22.9% of the investigated stations had a noise level within the danger zone and the others were in the caution zone (77.1%). No station was in the safe zone. The sound pressure level ranged between 69.9 and 104.7 dB(A). Among the 11 investigated units, the curing unit with 20 employees had the highest noise control priority index (NCPI=1.369).

Conclusion: The use of a combination of various parameters affecting noise pollution provides a reliable method for prioritizing noise control in various units of an industrial company. The results of the present study are applicable to all similar industrial settings.

Keywords: Noise Control; Noise Exposure; Prioritizing Index; Tire Manufacturing

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.21859/johe.4.3.41]

Copyright © 2017 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

مقاله پژوهشی

doi: ----------

شاخص اولویت‌بندی کنترل صدا (NCPI) در یک شرکت تایرسازی

رستم گل‌محمدی[۱]، فروغ معزز[۲،*]، محسن علی‌آبادی[۳]

[۱] استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

[۳] استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

* **نویسنده مسئول:** فروغ معزز، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی همدان، همدان، ایران. ایمیل: moazazforugh@gmail.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۵/۱۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۹/۰۸

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: کنترل آلودگی صدا در محیط‌های بسته صنعتی اغلب با محدودیت‌های اجرایی و تامین منابع مالی مواجه می‌باشد. اولویت‌بندی علمی یکی از راه‌کارهای مهم برای مدیریت کنترل صدا در این اماکن است. در این راستا هدف از پژوهش حاضر تعیین شاخص اولویت‌بندی کنترل آلودگی صدای واحدهای خط تولید یک شرکت تایرسازی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: ارزیابی محیطی صدا به منظور تعیین توزیع تراز فشار صوت براساس استاندارد ISO 9612 در واحدهای تولیدی شرکت انجام شد. بدین‌منظور شاخصی با استفاده از ۳ پارامتر تعداد افراد در معرض، زمان مواجهه و فاکتور وزنی متناظر با تراز فشار صوت تعریف گشت و فرمول محاسباتی برای آن شاخص تدوین گردید. همچنین توزیع تراز فشار صوت در واحد با اولویت اول کنترل صدا با استفاده از نرم‌افزار Surfer V.10 ترسیم شد.

یافته‌ها: براساس نتایج اندازه‌گیری محیطی، ۲۲/۹ درصد از ایستگاه‌های اندازه‌گیری‌شده در ناحیه خطر و ۷۷/۱ درصد در ناحیه احتیاط قرار داشتند و هیچ محدوده ایمنی ثبت نگردید. محدوده تراز فشار صوت در واحدهای مورد بررسی نیز (A) dB ۱۰۴/۷-۶۹/۹ بود. همچنین از بین ۱۱ واحد مورد بررسی، واحد پخت با ۲۰ نفر شاغل بالاترین شاخص اولویت کنترل صدا (۱/۳۶۹) را به خود اختصاص داد.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر با استفاده از شاخص NCPI (Noise Control Priority Index) نشان داد که با استفاده از روش تلفیقی پارامترهای تأثیرگذار بر آلودگی صدا می‌توان روش مطمئنی را برای اولویت‌بندی کنترل صدا در واحدهای مختلف یک مجموعه صنعتی ارائه داد. لازم به ذکر است که نتایج این شاخص می‌تواند برای سایر مجموعه‌های صنعتی مشابه نیز مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: تایرسازی؛ شاخص اولویت‌بندی؛ کنترل صدا؛ مواجهه با صدا

مقدمه

صدا فراگیرترین عامل فیزیکی زیان‌آور در محیط‌های کاری است [۱-۳]. همه اصواتی که ما می‌شنویم به‌عنوان صدا طبقه‌بندی نمی‌شوند. تراز فشار صوت بالاتر از حد مجاز، اثرات نامطلوب شنوایی و غیرشنوایی را به‌همراه دارد. اگر تراز فشار صوت بیش از حد مجاز باشد، علاوه بر اثرات غیرشنوایی منجر به آسیب دستگاه شنوایی کارگران می‌گردد [۱]. افت شنوایی ناشی از صدا (Noise Induced Hearing Loss) در مطالعات متعددی به اثبات رسیده است و دومین علت اصلی افت شنوایی پس از پیرگوشی می‌باشد [۴،۵]. این بیماری در میان ۱۰ بیماری عمده شغلی در کانادا و ایالات متحده قرار دارد [۴]. از جمله اثرات نامطلوب غیرشنوایی ناشی از صدا می‌توان به افزایش ریسک حوادث ناشی از کار [۴،۶-۹]، افزایش ریسک اختلالات قلبی- عروقی و فشارخون بالا [۸،۱۰-۱۳]، تشدید ترشح هورمون کورتیزول [۴،۱۰،۱۱،۱۴] و آدرنالین و اختلال خواب اشاره کرد. علاوه‌براین مواجهه با صدا شرایط را برای بیماران گوارشی، دیابتی و مبتلا به آسم تشدید می‌کند [۸،۱۵]. صدا شایع‌ترین عامل فیزیکی زیان‌آور محیط کار است که ده‌ها میلیون نفر از کارگران در معرض آن قرار دارند و این عامل اثرات

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.21859/johe.4.3.41]

نامطلوبی را بر کارایی شغلی و بهره‌وری آن‌ها بر جای می‌گذارد [۴،۵]. طبق برآورد مؤسسه ملی ایمنی و بهداشت شغلی (National Institute for Occupational Safety and Health) ۱۴ درصد از کارگران در آمریکا در معرض صدای بیش از حد مجاز می‌باشند [۶،۱۶]. ۳۰ درصد از نیروی کار در اروپا نیز در معرض صدای آزاردهنده هستند [۱۴]. طبق آمارهای مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت برآورد شده است که بیش از ۲ میلیون کارگر در ایران با صدای زیان‌آور شغلی مواجه می‌باشند [۲]. 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 یکی از راه‌های متداول کنترل فنی صدا در محیط کار می‌باشند [۱،۱۷،۱۸]. مؤثرترین روش، کنترل صدا در منبع بوده و کم‌اثرترین اما رایج‌ترین و ارزان‌ترین روش کنترلی، استفاده کارگران از تجهیزات حفاظت فردی می‌باشد [۱،۱۷]. نتایج مطالعات انجام‌شده توسط گل‌محمدی و همکاران، عمادی و همکاران، بانشی و همکاران و Lee و همکاران در صنعت تایرسازی بیانگر آن است که کارگران این گروه صنعتی در معرض مواجهه با صداهای زیان‌آور و آسیب‌های ناشی از آن می‌باشند [۱۱،۱۶،۱۹-۲۳]. پژوهش Lee و همکاران در ارتباط با یک شرکت تایرسازی نشان می‌دهد که ۴۷ درصد از کارگران خط تولید شرکت مورد مطالعه در مواجهه با تراز فشار صوت بالاتر از ۸۵ dB قرار دارند [۲۱]. در مطالعه محمدی و همکاران نیز فراوانی افت شنوایی کارگران یک شرکت تایرسازی در فرکانس‌های پایین (۵۰۰-۲۰۰۰ Hz) با شیوع بسیار پایین (۳/۲ درصد)؛ اما افت شنوایی در فرکانس‌های بالا (۳۰۰۰-۸۰۰۰ Hz) با شیوع بسیار بالاتری (۳۲/۷ درصد) گزارش شده است [۲۳]. از سوی دیگر پژوهش عمادی در یک شرکت تایرسازی نشان داد که درصد قابل‌توجهی از کارگران (۶۳ درصد) دارای مشکلات شنوایی هستند [۱۹]. در پژوهش گل‌محمدی و همکاران شیوع افت شنوایی در افراد سیگاری در یک شرکت تایرسازی معادل ۷۳/۳ درصد گزارش شد [۲۲]. کارخانجات تایرسازی به‌طور معمول فرایند تولید تایر را به ۵ بخش که عملیات مخصوص به خود را انجام می‌دهند تقسیم می‌نمایند. این بخش‌ها معمولاً به‌صورت کارگاه‌های مستقل در یک کارخانه عمل می‌کنند. تولیدکنندگان بزرگ تایر ممکن است کارگاه‌های مستقل از هم را در سایتی منفرد و یا به‌صورت خوشه‌ای در یک سایت راه‌اندازی کنند که در شرکت تایرسازی مورد نظر این پژوهش تمامی واحدها در یک سوله بزرگ قرار داشتند. شرکت تایرسازی مورد نظر با ظرفیت تولیدی ۴۰۰۰۰ تن در سال با بیش از ۳۰ سایز تولیدی به‌صورت ۳ شیفت با ۴ گروه کارگری به تولید تایر می‌پردازد. از جمله منابع آلوده‌کننده صدا در این صنعت می‌توان به الکتروموتورها، غلطک‌ها، پرس و پمپ‌های متعدد و کانوایر در خط تولید اشاره کرد. با توجه به مطالب ذکرشده به دلیل تعدد واحدهای صنعت تایرسازی و وجود منابع آلوده‌کننده صدای متفاوت و نیز متنوع‌بودن وضعیت آلودگی صدا در آن واحدها، پژوهش حاضر با هدف ارائه شاخصی جهت رتبه‌بندی واحدها از نظر اهمیت آلودگی صدا در راستای مدیریت و ارائه بهینه کنترل آلودگی صدا انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش مقطعی- توصیفی و تحلیلی حاضر در یک شرکت تایرسازی انجام گرفت. فرایند تولید در این صنعت به ۵ بخش تقسیم می‌گردد که شامل: مخلوط و ترکیب‌کردن مواد اولیه و تولید کامپاند، آماده‌سازی اجزای تایر، ساخت تایر، پخت تایر و تست تایر است [۱۶]. در این پژوهش خط تولید شرکت تایرسازی مورد نظر به منظور اندازه‌گیری تراز فشار صوت و انجام رتبه‌بندی با توجه به فعالیت هر واحد و دستگاه‌های مربوطه و همچنین تقسیم‌بندی خود شرکت به ۱۱ واحد تفکیک گردید. از بین واحدهای تولیدی، ۴ واحد از طریق دیوارکشی از واحدهای کناری جداسازی شد و سایر واحدها توسط خط‌کشی از یکدیگر تفکیک شده بودند. در مرحله اول پژوهش پس از جمع‌آوری اطلاعات در مورد شرایط عملیاتی واحدهای مختلف تولیدی و نقشه مربوط به چیدمان دستگاه‌ها، ارزیابی محیطی صدا با هدف تعیین توزیع تراز فشار صوت در واحدهای مختلف خط تولید انجام شد. در مرحله دوم نیز شاخصی متشکل از ۳ کمیت تعداد افراد در معرض، ساعت مواجهه و فاکتور وزنی تعریف‌شده مربوط به گستره‌های تراز فشار صوت تدوین گردید و با محاسبه شاخص مذکور برای تمامی واحدها، اولویت‌بندی بر مبنای این شاخص در واحدهای مختلف صورت گرفت. ذکر این نکته ضرورت دارد که عدد شاخص بزرگ‌تر نشان‌دهنده خطر بالاتر آلودگی صدا بوده و نیازمند ضرورت در اولویت اجرای راهکار کنترلی می‌باشد.

ارزیابی محیطی صدا

ارزیابی محیطی به روش شبکه‌بندی منظم در واحدهای مختلف خط تولید با رعایت استاندارد ISO 9612-2009 در هر ایستگاه انجام گرفت. با توجه به اینکه میزان مواجهه افراد مدنظر بود، اندازه‌گیری در شبکه وزنی A و با استفاده از ترازسنج صوت SVANTEK 971 انجام شد. لازم به ذکر است که دستگاه ترازسنج صوت با کالیبراتور مدل SV 31 کالیبره گردید. با توجه به نوع صدای محیطی (صدای یکنواخت و غیریکنواخت) در تمامی واحدهای مختلف خط تولید به غیر از پخت و تایرسازی که دارای صدای یکنواخت بودند، تراز معادل فشار صوت ۱۵ ثانیه‌ای در هر ایستگاه سنجیده شد. علاوه‌براین در ۳ واحد تایرسازی (تایرسازی رادیال کیس ۱ و بایاس؛

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.21859/johe.4.3.41]

کیس ۲؛ TB) تراز معادل ۳۰ ثانیه‌ای و در واحد پخت به دلیل تغییرات بیشتر تراز فشار صوت در طول زمان، تراز معادل ۶۰ ثانیه‌ای اندازه‌گیری گردید. پس از ثبت نتایج اندازه‌گیری صدای محیطی با توجه به ۳ محدوده از تراز فشار صوت (ایمن، احتیاط و خطر)، نقشه ناحیه‌بندی صوتی برای واحدها ترسیم شد. در نهایت تعداد و درصد ایستگاه‌های قرارگرفته در هر محدوده و تعداد و درصد افراد مشغول به کار در هر محدوده مشخص گشت. همچنین اطلاعاتی در مورد حداقل، حداکثر و میانگین تراز فشار صوت در هر واحد به دست آمد [۳،۹،۱۰،۱۷]. باید توجه داشت که میانگین تراز فشار صوت محاسبه‌شده در پژوهش حاضر برای مقایسه وضعیت محیطی واحدها به کار برده شده است.

تدوین شاخص اولویت کنترل صدا

برای اولویت‌بندی واحدها در راستای کنترل صدا علاوه بر پارامتر تراز فشار صوت، تعداد افراد در معرض و مدت زمان مواجهه آن افراد نیز از جمله عوامل تأثیرگذار در تعیین اهمیت آلودگی صدا در واحدها می‌باشد. ارائه شاخصی با درنظرگرفتن پارامترهای مذکور مدنظر این پژوهش بود. در تدوین رابطه شاخص اولویت کنترل صدا (NCPI) پس از تعیین پارامترهای مورد استفاده، فرمول محاسباتی و قالب ارائه‌شده توسط نصیری و همکاران [۳،۲۴] به‌صورت رابطه ۱ تدوین گردید. در محاسبه شاخص، فاکتور وزنی متناظر با تراز فشار صوت جایگزین کمیت تراز فشار صوت بوده است. با توجه به حداقل و حداکثر تراز فشار صوت اندازه‌گیری‌شده در خط تولید شرکت موردنظر، فاکتور وزنی به‌گونه‌ای تعریف شد که محدوده حداقل و حداکثر را شامل شود (محدوده فاکتور وزنی تعریف‌شده ۲۵۶-۰/۰۰۷۸ مربوط به گستره تراز فشار صوتی (A) dB ۶۵/۵-۶۲/۵ تا (A) dB ۱۱۰/۵-۱۰۷/۵ بود). در این پژوهش فاکتور وزنی تعریف‌شده بر مبنای نسبت دز و رعایت قاعده ۳dB (مطابق با حدود مجاز OEL (Occupational Exposure Level) کشوری) به‌صورت تصاعدی در کل گستره متناظر با تراز فشار صوت افزایش یافته است (جدول ۱). در رابطه با شاخص NCPI ارائه‌شده، حاصل ضرب پارامترهای تعداد افراد مستقر در هر ناحیه از گستره‌های مورد نظر تراز فشار صوت، مدت زمان مواجهه آن‌ها و میانگین فاکتور وزنی مربوط به ایستگاه‌های محل تردد افراد در طول شیفت کاری در صورت کسر تعریف شد. برای نرمال‌کردن نتایج شاخص از حاصل ضرب مجموع تعداد افراد و مجموع مدت زمان مواجهه آن‌ها در کل واحدهای خط تولید در مخرج کسر استفاده گردید. همچنین اطلاعات مربوط به تعداد افراد در معرض مستقر در هر ناحیه از گستره‌های تراز فشار صوت و زمان مواجهه آن افراد در واحدهای مختلف جمع‌آوری شد. شایان ذکر است برای آن دسته از افرادی که در ایستگاه ثابتی مشغول به کار نبودند و طی شیفت کاری خود در چندین ایستگاه تحرک داشتند، میانگینی از فاکتورهای وزنی متناظر با تراز فشار صوت ایستگاه‌های کاری که در آن‌ها فعالیت می‌کردند لحاظ گردید؛ به‌عنوان مثال در واحد پخت که ۳ اپراتور مسئول رسیدگی به ۱۷ دستگاه در خط تولید بودند، ۷ ایستگاه اندازه‌گیری مربوط به ایستگاه‌های کاری که اپراتورها طی شیفت کاری خود توقف بیشتری داشتند مبنا قرار گرفت و میانگینی از عوامل وزنی آن ایستگاه‌ها که متناظر با تراز فشار صوت مواجهه اپراتورها بود برای محاسبه شاخص استفاده شد. پس از محاسبه شاخص برای تمامی واحدها و تعیین اولویت اول، نقشه صوتی واحد مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Surfer v.10 ترسیم گردید.

$$NCPI = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i \ p_i \ t_i}{\sum PT}$$ رابطه ۱

که در رابطه بالا:

NCPI= شاخص اولویت کنترل صدا (Noise Control Priority Index)

w_i= فاکتور وزنی متناظر با تراز فشار صوت مطابق با جدول ۱

p_i= تعداد افراد در معرض مستقر در هر ناحیه با گستره‌های مورد نظر تراز فشار صوت

t_i= زمان مواجهه افراد (h)

P_i= مجموع تعداد افراد در کل واحدهای خط تولید

T= مجموع زمان مواجهه افراد (h)

جدول ۱: فاکتورهای وزنی بر مبنای اثر دز و قاعده ۳ dB

گستره تراز فشار صوت (A) dB		فاکتور وزنی	گستره تراز فشار صوت (A) dB		فاکتور وزنی
حد بالا	حد پایین	W_i	حد بالا	حد پایین	W_i
۶۵/۵	۶۲/۵	۰/۰۰۷۸	۸۹/۵	۸۶/۵	۲
۶۸/۵	۶۵/۵	۰/۰۱۵۶	۹۲/۵	۸۹/۵	۴
۷۱/۵	۶۸/۵	۰/۰۳۱۲	۹۵/۵	۹۲/۵	۸
۷۴/۵	۷۱/۵	۰/۰۶۲۵	۹۸/۵	۹۵/۵	۱۶
۷۷/۵	۷۴/۵	۰/۱۲۵	۱۰۱/۵	۹۸/۵	۳۲
۸۰/۵	۷۷/۵	۰/۲۵	۱۰۴/۵	۱۰۱/۵	۶۴
۸۳/۵	۸۰/۵	۰/۵	۱۰۷/۵	۱۰۴/۵	۱۲۸
۸۶/۵	۸۳/۵	۱	۱۱۰/۵	۱۰۷/۵	۲۵۶

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.21859/johe.4.3.41]

یافته‌ها

نتایج ارزیابی محیطی صدا در واحدهای مختلف خط تولید

نتایج اندازه‌گیری محیطی در شبکه وزنی A با ۳۱۸ ایستگاه اندازه‌گیری‌شده در ۱۱ واحد خط تولید در قالب تعداد و درصد ایستگاه‌ها در محدوده‌های خطر، احتیاط و ایمن در جدول ۲ نشان داده شده است. بر مبنای نتایج تمام ایستگاه‌های مورد اندازه‌گیری در محدوده احتیاط و خطر قرار داشتند و هیچ محدوده ایمنی ثبت نگردید. در جدول ۳ که در آن نتایج اندازه‌گیری محیطی نمایش داده شده است، بالاترین میانگین تراز فشار صوت با ۹۲/۰۵ dB (A) متعلق به واحد پخت می‌باشد. منابع آلوده‌کننده صدا در این واحد ۸۶ دستگاه پرس پخت است. نقشه صوتی مربوط به واحد پخت در شکل ۱ بیانگر آن است که ۶۹/۲ درصد از ایستگاه‌های قرارگرفته در محدوده احتیاط مربوط به قسمت‌های کم‌تجمع از نظر دستگاه و افراد می‌باشد.

نتایج اولویت‌بندی واحدهای خط تولید بر اساس شاخص NCPI

با توجه به نتایج اندازه‌گیری محیطی فاکتور وزنی متناظر با تراز فشار صوت در خط تولید در محدوده ۰/۰۱۵۶ ((A) dB ۶۵/۵-۶۸/۵) تا ۱۲۸ ((A) dB ۱۰۴/۵-۱۰۷/۵) می‌باشد. نتایج مربوط به محاسبه شاخص NCPI برای هر واحد در جدول ۴ نشان می‌دهد که واحد پخت با شاخص ۱/۳۶۹ بالاترین واحد از نظر آلودگی صدا با در نظر گرفتن ۳ پارمتر بوده و اولویت اول برای کنترل صدا است. مطابق با جدول ۴ برای محاسبه شاخص

جدول ۲: تعداد و درصد افراد و ایستگاه‌های اندازه‌گیری در محدوده ایمن، احتیاط و خطر

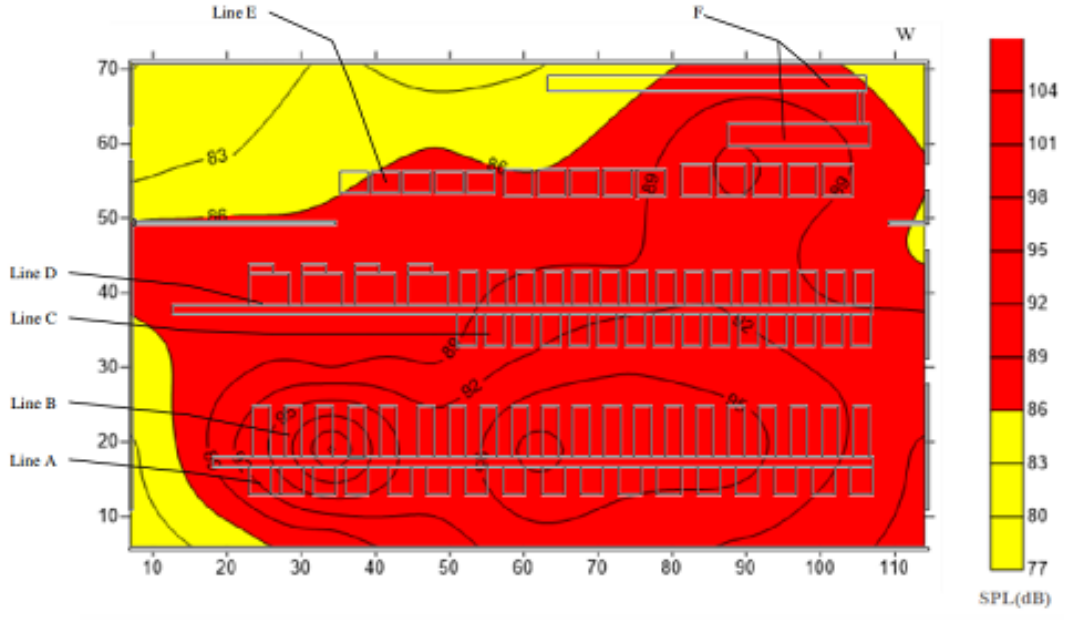
واحد	ایستگاه‌های اندازه‌گیری						تعداد کارکنان یک شیفت	درصد کارکنان محدوده خطر درصد
	$65 \leq SPL < 85dBA$			$SPL \geq 85dBA$				
	مساحت متر مربع	تعداد	درصد	مساحت متر مربع	تعداد	درصد		
پخت	۲۲۲۹/۲۵	۱۳	۲۵/۴۹	۶۵۸۳	۳۸	۷۴/۵۱	۲۰	۱۰۰
تایرسازی TB (Tire Building)	۲۰۰۲	۲۸	۸۷/۵	۴۱۶	۴	۱۲/۵	۱۰	۲۰
کلندر ۴ رول	۱۶۲۲/۵	۲۱	۹۱/۳	۱۵۴/۵	۲	۸/۶۹	۵	۲۰
بنبوری همکف	۱۹۸۴	۳۱	۹۳/۹۳	۱۲۸	۲	۶/۰۶	۲	۵۰
اکسترودر	۳۹۷۸	۳۹	۹۷/۵	۱۰۲	۱	۲/۵	۲۱	۴/۷۶
برش و کلندر ۳ رول	۲۱۷۶	۲۸	۱۰۰	–	–	–	۴	–
سمنت زنی	۲۹۱۶	۲۷	۹۶/۴۲	۱۰۸	۱	۳/۵۷	۱۵	۶/۶۶
تایرسازی رادیال کیس ۲	۳۵۸۸	۲۳	۹۵/۸۳	۱۵۶	۱	۴/۱۶	۱۶	۶/۲۵
تایرسازی رادیال کیس ۱ و بایاس	۶۲۰	۱۴	۱۰۰	–	–	–	۷	–
بنبوری طبقه اول	۲۹۵۸	۲۹	۱۰۰	–	–	–	۲۵	–
بیدسازی	۱۶۳۲	۱۶	۱۰۰	–	–	–	۱۲	–

جدول۳: نتایج اندازه‌گیری محیطی صدا در خط تولید شرکت تایرسازی

واحد	تراز فشار صوت dB (A)		میانگین تراز فشار صوت dB (A)	انحراف معیار
	حداقل	حداکثر		
پخت	۷۹/۹	۱۰۴/۷	۹۲/۰۵	۶/۱۳
تایرسازی TB	۷۱/۳	۹۶	۸۳/۹۴	۷/۲۶
کلندر ۴ رول	۷۳/۹	۸۸/۸	۸۱/۷۹	۳/۷۷
بنبوری همکف	۷۳/۶	۸۷/۸	۸۰/۹۸	۳/۵۶
اکسترودر	۶۶/۹	۸۵	۷۹/۸۰	۵/۰۸
برش و کلندر ۳ رول	۷۱/۴	۹۱/۸	۷۹/۷۵	¾
سمنت زنی	۷۶/۱	۸۰/۸	۷۸/۹۳	۱/۳۲
تایرسازی رادیال کیس ۲	۷۰/۷	۸۸/۳	۷۸/۷۲	۴/۹۱
تایرسازی رادیال کیس ۱ و بایاس	۷۰	۸۴/۷	۷۸/۱۴	۳/۷۶
بنبوری طبقه اول	۷۰/۶	۸۴	۷۸/۱۲	۳/۴۴
بیدسازی	۶۹/۹	۷۶/۶	۷۳/۳۳	۲/۰۵

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.21859/johe.4.3.41]



عنوان	دستگاه	عنوان	دستگاه
Line A	پرس پخت	Line D	پرس پخت
Line B	پرس پخت	Line E	پرس پخت
Line C	پرس پخت	F	پلاتر و قالب سازی

شکل ۱: نقشه صوتی مربوط به واحد پخت در شبکه وزنی A

جدول ۴: محاسبه شاخص NCPI در واحدهای مختلف خط تولید

واحد	زمان مواجهه (h)	تعداد افراد	فاکتور وزنی (میانگین) حداقل	فاکتور وزنی (میانگین) حداکثر	$\sum_{i=1}^{n} w_i\ p_i\ t_i$	$\sum PT$	شاخص NCPI
پخت	۶/۵	۲۰	۲/۱۲۵	۲۸/۱۴	۱۰۹۳/۶۴	۷۹۸/۵	۱/۳۶۹
تایرسازی TB	۵/۵	۱۰	۰/۰۶۲۵	۱۶	۱۲۱/۳۴	۷۹۸/۵	۰/۱۵۲
کلندر ۴ رول	۵/۵	۵	۰/۶۵	۰/۷۵	۱۹/۵۲	۷۹۸/۵	۰/۰۲۴
بنبوری همکف	۶/۵	۲	۰/۴۱۶	۰/۶۶	۷/۰۴	۷۹۸/۵	۰/۰۰۸
برش و کلندر ۳ رول	۵/۵	۲۱	۰/۰۶۲۵	۴	۵۴/۳۱	۷۹۸/۵	۰/۰۶۸
بنبوری طبقه اول	۶/۵	۴	۰/۳۷۵	۰/۵	۱۱/۳۷۵	۷۹۸/۵	۰/۰۱۴
اکسترودر	۵/۵	۱۵	۰/۰۱۵۶	۱	۳۲/۶۵	۷۹۸/۵	۰/۰۴۰
تایرسازی رادیال کیس ۲	۵/۵	۱۶	۰/۰۶۲۵	۱/۱۲۵	۲۵/۲۶	۷۹۸/۵	۰/۰۳۱
سمنت زنی	۶/۵	۷	۰/۲۵	۰/۳۱۲	۱۲/۵۹	۷۹۸/۵	۰/۰۱۵
تایرسازی رادیال کیس ۱ و بایاس	۵/۵	۲۵	۰/۰۳۱۲	۰/۲۵	۱۴/۸۹	۷۹۸/۵	۰/۰۱۸
بیدسازی	۶/۵	۱۲	۰/۰۳۱۲	۰/۱۲۵	۵/۲۷۹	۷۹۸/۵	۰/۰۰۶

واحد پخت به ترتیب حداقل و حداکثر میانگین فاکتور وزنی ۲/۱۲۵ و ۲۸/۱۴ به دست آمد. محاسبه انجام‌شده جهت تعیین شاخص NCPI برای واحد پخت به‌صورت زیر می‌باشد. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، تعداد افراد شاغل در واحد پخت ۲۰ نفر بوده است که به مدت ۶/۵ ساعت در سالن پخت فعالیت داشته‌اند. تعداد ایستگاه‌های اندازه‌گیری‌شده در این واحد نیز ۵۱ ایستگاه است (فاکتور وزنی برای ۳ اپراتور در خط تولید با توجه به ۷ ایستگاه کاری که طی شیفت کاری خود در آن ایستگاه‌ها تردد داشته‌اند برابر با ۳/۵ برآورد شد).

$$NCPI = \frac{\{(3*3.5*6.5)+(3*28.14*6.5)+(3*5*6.5)+(3*2.125*6.5)+(3*3.2*6.5)}{\{(20*6.5)+(10*5.5)+(5*5.5)+(2*6.5)+(21*5.5)+(4*6.5)+(15*5.5)}$$

$$\frac{+(5*8.47*6.5)\}}{+(15*5.5)+(16*5.5)+(7*6.5)+(25*5.5)+(12*6.5)\}} = \frac{1093.648}{798.5} = 1.369$$

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.21859/johe.4.3.41]

بحث

براساس نتایج ارزیابی محیطی صدا در خط تولید شرکت تایرسازی، حداکثر تراز فشار صوت مربوط به واحد پخت با ۱۰۴/۷ dB (A) و حداقل آن متعلق به واحد اکسترودر با تراز فشار صوت ۶۶/۹ dB (A) می‌باشد. همچنین اختلاف بین حداقل و حداکثر تراز فشار صوت ۳۴/۸ dB (A) و میانگین تراز فشار صوت در خط تولید ۸۳/۷۷ dB (A) برآورد گردید. نتایج محاسبه میانگین تراز فشار صوت برای واحدهای مختلف خط تولید نشان می‌دهد که واحدهای پخت و تایرسازی TB به ترتیب با میانگین تراز فشار صوت ۹۲/۰۵ dB (A) و ۸۳/۹۴ dB (A) واحدهایی با مقادیر بیشتر از میانگین تراز فشار صوت در خط تولید می‌باشند. بر مبنای نتایج از مجموع ایستگاه‌های اندازه‌گیری‌شده در خط تولید، ۱۵/۴ درصد با مساحت ۷۶۴۷/۵ متر مربع در ناحیه خطر و ۸۴/۶ درصد با مساحت ۲۵۷۰۵/۵ متر مربع در ناحیه احتیاط قرار دارند که در این میان ۷۷/۵۵ درصد از ۱۵/۴ درصد مذکور مربوط به واحد پخت و ۸/۱۶ درصد مربوط به تایرسازی TB بوده است و سهم بقیه واحدها (۹ واحد) ۱۴/۵درصد می‌باشد. علاوه‌براین نسبت درصد ایستگاه‌های محدوده خطر در ۹ واحد مذکور تقریباً ۱ به ۷ کل محدوده خطر است. واحدهای بنبوری طبقه اول، بیدسازی، تایرسازی رادیال کیس ۱ و بایاس و سمنت زنی با ۱۰۰ درصد ایستگاه‌های اندازه‌گیری در محدوده احتیاط، ۳۲/۳۴ درصد از کل ناحیه احتیاط را شامل می‌شوند. بر اساس آمارهای ذکرشده که چگونگی توزیع تراز فشار صوت را بیان می‌کند می‌توان فهمید که واحد پخت سهم بسیار زیادی در محدوده خطر خط تولید دارد و به‌عنوان آلوده‌ترین واحد بر اساس نتایج اندازه‌گیری محیطی صدا تعیین می‌گردد. در پژوهش محمدی و همکاران محدوده تراز فشار صوت اندازه‌گیری‌شده در شرکت تایرسازی یزد ۱۰۰-۷۲ dB (A) محاسبه شد و همچنین واحد بنبوری به‌عنوان یکی از واحدهایی که تراز فشار صوت پایین‌تر از ۸۵ dB (A) دارد و واحد پخت واحدی که تراز فشار صوت در آن بالاتر از ۸۵ dB (A) است تقسیم‌بندی گردید [۱۶]. علاوه‌براین براساس نتایج پژوهش بانشی و همکاران در ارتباط با یک شرکت تایرسازی، بالاترین و پایین‌ترین تراز فشار صوت در ایستگاه‌های مختلف مورد مطالعه که بالاتر از ۸۵ dB بودند به ترتیب ۹۶/۵ dB و ۸۷/۲ برآورد شد [۲۰]. در پژوهش Lee و همکاران نیز طی ۹۰ دزیمتری انجام‌شده در طول کل شیفت کاری در بخش‌های مختلف ۲ سایت تولیدی در یک شرکت تایرسازی، محدوده تراز فشار صوت معادل ۹۰/۱ dB (A)- ۷۵/۵ اندازه‌گیری شد. طبق نتایج به‌دست‌آمده ۴۷ درصد از کارگران این شرکت در معرض تراز فشار صوت بالاتر از ۸۵ dB قرار داشتند [۲۱] که با نتایج این پژوهش همخوان می‌باشد.

مطابق با جدول ۴، نتایج محاسبه شاخص NCPI در بین واحدها محدوده ۱/۳۶۹–۰/۰۰۶۶ را نشان می‌دهد. در این پژوهش واحد پخت با حداکثر مقدار شاخص و ۹ برابر شاخص محاسبه‌شده برای واحد تایرسازی TB در رتبه دوم به‌عنوان اولویت اول طرح کنترلی صدا در بین ۱۱ واحد دیگر تعیین گردید. منابع اصلی آلوده‌کننده صدا در این واحد دستگاه‌های پرس پخت در ۵ خط تولیدی می‌باشند. علت اصلی انتشار صدا در این دستگاه‌ها، نشتی‌های بخار و آب با فشار بالای ناشی از اتصالات و شیرآلات مربوط به پرس‌ها می‌باشد؛ هرچند که در خروجی‌های بخار این دستگاه‌ها، سایلنسر نیز نصب شده است. پرس‌های واحد پخت به‌صورت هیدرولیکی و پنوماتیکی کار می‌کنند. با توجه به نقشه صوتی واحد پخت (شکل ۱) می‌توان گفت که ۶۹/۲۳ درصد از ۱۰۰ درصد ناحیه احتیاط (۹ ایستگاه از ۱۳ ایستگاه) در غربی‌ترین قسمت واحد که تجمع دستگاه‌ها کم می‌باشد واقع شده است. همچنین این محدوده احتیاط، نزدیک به دستگاه‌های پرس پخت هیدرولیکی (آخرین خط تولیدی پرس) می‌باشد که نسبت به پرس‌های پخت پنوماتیکی (دستگاه‌های سایر خط‌های تولیدی پرس پخت پنوماتیکی هستند) صدای کمتری تولید می‌کنند؛ اگرچه علت اصلی آلودگی صدا در این واحد نوع پرس پخت نمی‌باشد. در پژوهش نصیری و همکاران که در یک مجتمع پتروشیمی به منظور تدوین مدلی برای انتخاب یک بخش به‌عنوان اولویت نخست کنترل صدا از میان سایر بخش‌های مجتمع صورت گرفت، برای محاسبه شاخص NCPI، فاکتور وزنی متناظر با تراز فشار صوت بر مبنای قاعده ۵ dB تعریف شده بود. در این پژوهش مقادیر فاکتور وزنی برای محدوده خطر تراز فشار صوت نسبت به دو ناحیه احتیاط و ایمن به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش یافت و در گستره‌های جزئی از ناحیه خطر این مقادیر چندین برابر گردید. در نهایت بخش فشرده‌سازی واحد هوا با بالاترین مقدار شاخص اولویت کنترل صدا (۰/۳۲) به‌عنوان آلوده‌ترین بخش این مجتمع شناسایی شد [۳،۲۴].

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با استفاده از روش تلفیقی پارامترهای تأثیرگذار در تعیین اهمیت آلودگی صدا و تبدیل آن‌ها به شاخص اولویت‌بندی NCPI می‌توان تکنیکی را برای رتبه‌بندی و اولویت کنترل صدا ارائه نمود. انتخاب مناسب پارامترهای مورد استفاده در تدوین شاخص بسیار بااهمیت می‌باشد. در این راستا در پژوهش حاضر از سه پارامتر مهم استفاده شده است. در نهایت باید عنوان نمود که با استفاده از نتایج شاخص تدوین‌شده می‌توان تفکیک مناسبی را برای واحدهای مختلف مجموعه‌های صنعتی از نظر آلودگی صدا ارائه کرد و طرح‌های کنترل فنی و مدیریتی را به ترتیب اولویت برای واحدهای تولید در راستای مدیریت هزینه‌ها اجرا نمود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نفر دوم و

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.21859/johe.4.3.41]

نویسنده مسئول مقاله می‌باشد که با پشتیبانی دانشگاه علوم پزشکی همدان و همکاری شرکت تایرسازی انجام شده است.

بدین‌وسیله از دو سازمان مذکور تشکر و قدردانی می‌شود.

REFERENCES

1. Awad I. The global economic crisis and migrant workers: impact and response. Geneva, Switzerland: International Labour Organization; 2009.
2. Hojati M, Golmohammadi R, Aliabadi M. Determining the noise exposure pattern in a steel company. *J Occup Hygiene Engin*. 2016;**2**(4):1-8. [Persian]
3. Nassiri P, Monazzam MR, Farhang Dehghan S. Evaluation of noise pollution and possibility of its control in a petrochemical plant. *J Health Saf Work*. 2012;**1**(1):1-8. [Persian]
4. Rahimi-Moghadam S, Khanjani N. Evaluation of hearing loss and changes in blood pressure of welders in a 4 year period. *Int J Occup Hygiene*. 2015;**5**(4):172-6.
5. Rabinowitz PM. Noise-induced hearing loss. *Am Fam Physician*. 2000;**61**(9):2749-56. PMID: 10821155
6. Tajic R, Ghadami A, Ghamari F. The effects of noise pollution and hearing of metal workers in Arak. *Zahedan J Res Med Sci*. 2008;**10**(4):291-9. [Persian]
7. Cantley LF, Galusha D, Cullen MR, Dixon-Ernst C, Rabinowitz PM, Neitzel RL. Association between ambient noise exposure, hearing acuity, and risk of acute occupational injury. *Scand J Work Environ Health*. 2015;**41**(1):75-83.
8. Koonsman GL. Reducing machinery noise in cement plants. *IEEE Transact Ind General Applicat*. 1970;**6**(5):476-9. PMID: 25137556 DOI: 10.5271/sjweh.3450
9. Golmohammadi R, Giahi O, Aliabadi M, Darvishi E. An intervention for noise control of blast furnace in steel industry. *J Res Health Sci*. 2014;**14**(4):287-90. PMID: 25503285
10. Nassiri P, Farhang Dehghan S. Presenting a model for assessing the environmental and personal noise in a petrochemical plant. *Iran Occup Health J*. 2013;**10**(1):23-32. [Persian]
11. 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. *J Res Health Sci*. 2010;**10**(1):22-30. PMID: 22911913
12. Mohammadi S, Labbafinejad Y, Amiri Rigi A, Attarchi MS. Effect of contemporary exposure to mixed organic solvents and occupational noise on hearing thresholds of workers. *Zahedan J Res Med Sci*. 2010;**11**(4):9-18. [Persian]
13. van Kempen EE, Kruize H, Boshuizen HC, Ameling CB, Staatsen BA, de Hollander AE. The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environ Health Perspect*. 2002;**110**(3):307-17. PMID: 11882483
14. 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. PMID: 24275001 DOI: 10.1016/j.psyneuen.2013.09.028
15. Farhang Dehghan S, Monazzam MR, Nassiri P, Haghighi Kafash Z, Jahangiri M. The assessment of noise exposure and noise annoyance at a petrochemical company. *Health Saf Work*. 2013;**3**(3):11-24. [Persian]
16. 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. *Ind Health*. 2012;**50**(3):205-13. PMID: 22453208
17. Golmohammadi R. Noise and vibration engineering. 4th ed. Hamadan: Daneshjoo; 2010. [Persian]
18. Kirk LH. Engineering controls for noise attenuation in the cement industry. Cement Industry Technical Conference, 40th Conference Record 1998 IEEE/PCA; Maryland: USA; 1998. P. 343-58. DOI: 10.1109/CITCON.1998.679255
19. Emadi M. Hearing status of rubber factory workers. *Zahedan J Res Med Sci*. 2014;**16**(6):98.
20. Baneshi MR, Pourakbari R, Abshahi M. Investigation of the impact of noise exposure on blood pressure in tire manufacturing workers. *ARYA Atheroscler*. 2012;**8**:S137-41.
21. Lee N, Lee BK, Jeong S, Yi GY, Shin J. Work environments and exposure to hazardous substances in Korean tire manufacturing. *Saf Health Work*. 2012;**3**(2):130-9. PMID: 22993718 DOI: 10.5491/SHAW.2012.3.2.130
22. Zamanian Z, Golmohamadi R, Abedini R, Hossinzadeh K, Soltanzadeh A, Ghiasvand R. The effect of smoking and noise-induced hearing loss. *J Health Syst Res*. 2012;**9**(6):640-7. [Persian]
23. Pourzarea G, Attarchi M, Valirad F, Mohammadi S. The effect of simultaneous exposure to organic solvents and noise on high frequency hearing loss in tire manufacturing company workers. *Occup Med*. 2016;**8**(2):72-80. [Persian]
24. Nassiri P, Dehghan SF, Monazzam MR. A prioritization approach for noise risk management in a petrochemical complex. *J Occup Health*. 2013;**55**(3):204-10. PMID: 23485573

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.21859/johe.4.3.41]