

ORIGINAL RESEARCH PAPER

## The Identification of Respiratory and Hearing Protection Equipment Selection Criteria: A Cross-Sectional Study in Tehran Industries

Fatemeh Fasih-Ramandi<sup>1</sup>, Farideh Golbabaeei<sup>1</sup>, Hadi Shakibian<sup>2</sup>, Seyed Mohammad Asadzadeh<sup>3</sup>, Mohammad Reza Monazzam-Esmaeelpour<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering Alzahra University, Tehran, Iran

<sup>3</sup>Department of Electrical Engineering, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark

Received: 07-04-2023

Accepted: 27-12-2023

### ABSTRACT

**Introduction:** To ensure employee safety and health, it is crucial to choose and use personal protective equipment correctly. An investigation of the respiratory and hearing protection equipment used in the industries of Tehran was conducted in the present study.

**Material and Methods:** This study was a descriptive-analytical study conducted in 2023 on 400 occupational health and safety experts in Tehran province. A researcher-made checklist and questionnaire (physical and online versions) were used to determine the criteria that are considered when selecting protective equipment. Statistical analysis and graphing were performed using SPSS-v21 and Excel-2016.

**Results:** Participants had an average age of 38.66 and an average work experience of 11.78 years. The participants reported 48.3% and 47.7% disapproval of the quality and 42.5% and 39.5% disapproval respectively of the quantity of respiratory and hearing protection equipment available in their industrial units. In addition, 56.3% of them admitted that they have no responsibility for providing or approving the equipment in their workplace. Overall, 27 and 29 criteria were mentioned by study participants pertaining to respiratory and hearing protection equipment, respectively. In the identified criteria, the frequency distribution ranged from 0.3% to 38%.

**Conclusion:** A high rate of expert dissatisfaction with protective equipment and a low frequency of most of the criteria mentioned indicates that industries aren't paying much attention to the issue of choosing the right respiratory and hearing protection equipment. To improve the situation, more investigation is needed and practical and operational solutions will be provided. This study highlights the importance of proper selection and use of personal protective equipment in ensuring the safety and health of employees.

**Keywords:** Respiratory Protective Equipment, Hearing Protection Equipment, Occupational Health, Safety, PPE

### HOW TO CITE THIS ARTICLE

Fasih-Ramandi F., Golbabaeei F., Shakibian H., Asadzadeh S.M., Monazzam-Esmaeelpour M.R. The Identification of Respiratory and Hearing Protection Equipment Selection Criteria: A Cross-Sectional Study in Tehran Industries. *J Health Saf Work.* 2024; 13(4): 736-753.

## 1. INTRODUCTION

One of the most important goals of maintaining employee health and safety is selecting and using appropriate personal protective equipment. Knowing the criteria for selecting protective equipment is crucial for making the right choice.

Toward understanding the situation and the criteria considered for the selection of respiratory and hearing protection equipment in Iranian industries, the present study was conducted.

## 2. MATERIAL AND METHODS

This study, a descriptive-analytical one, was

\* Corresponding Author Email: [mmonazzam@hotmail.com](mailto:mmonazzam@hotmail.com)

Table 1: Demographic characteristics of the participants in the study (n=400)

Variables	Average	Standard Deviation	Min	Max
Age (years)	38.66	8.69	24	58
Work Experience (years)	11.78	7.79	1	32
Gender (%)	Male	Female		
	61.5	38.5		
Education Degree (%)	Associate degree	Bachelor's degree	Master's degree	Ph.D. degree
	0.5	68.3	30.2	1.0
Discipline (%)	Occupational Health	Industrial Safety	HSE Engineering	Ergonomics
	71.0	10.8	14.8	3.4
Job Position (%)	Occupational Health	Occupational Health	Industrial Safety	HSE
	Advisor	Expert	Officer	Officer
	12.3	48.8	16.0	22.9

Frequency distribution of criteria in the selection of respiratory protective equipment

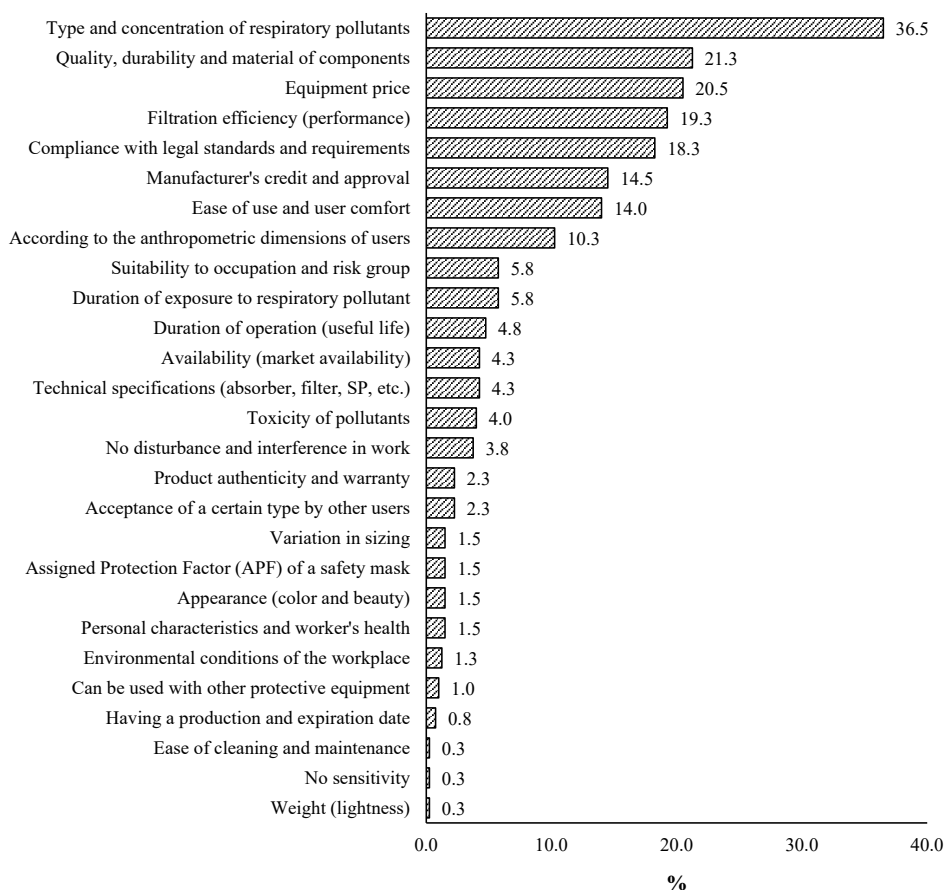


Fig. 1: Frequency distribution of criteria considered by the participants in the selection of respiratory protective equipment

conducted in 2023, involving 400 occupational health and safety experts in Tehran province. A checklist and questionnaire, both researcher-made and available in physical and online versions, were utilized to identify the criteria considered during the selection of protective equipment. The checklist included demographic information (age, work

experience, gender, discipline, and education degree) and specialized questions (responsibility for the preparation/approval of equipment, and the quality and quantity of equipment available). Additionally, there was an open question about the criteria for selecting respiratory protection equipment and another for selecting hearing protection equipment.

Both tools were accessible to the target community in physical and online forms on the PorsLine's platform, and their links were shared with them. Statistical analysis and graphing were carried out using SPSS-v21 and Excel-2016. The research ethics code is IR.TUMS.SPH.REC.1401.093.

**3. RESULTS AND DISCUSSION**

The demographic characteristics of the participants are presented in Table 1. The participants reported 48.3% and 47.7% disapproval of the quality and 42.5% and 39.5% disapproval, respectively, of the quantity of respiratory and hearing protection equipment available in their industrial units. In addition, 56.3% of them admitted that they bear no responsibility for providing or approving the

equipment in their workplace, with supply chain managers, employers, and purchasing managers often assuming this responsibility. The selection criteria for respiratory and hearing protection equipment and their frequency distribution are presented in Figure 1 and Figure 2, respectively. Overall, 27 and 29 criteria were mentioned by the study participants about respiratory and hearing protection equipment, respectively. These criteria include factors such as the type and concentration of respiratory pollutants, the quality and type of components, the price and efficiency of filtration for respiratory protection, the noise reduction index, the materials, the price, and the comfort of the user with hearing protectors. In the identified criteria, the frequency distribution ranged from 0.3% to 38%.

**Frequency distribution of criteria in the selection of hearing protective equipment**

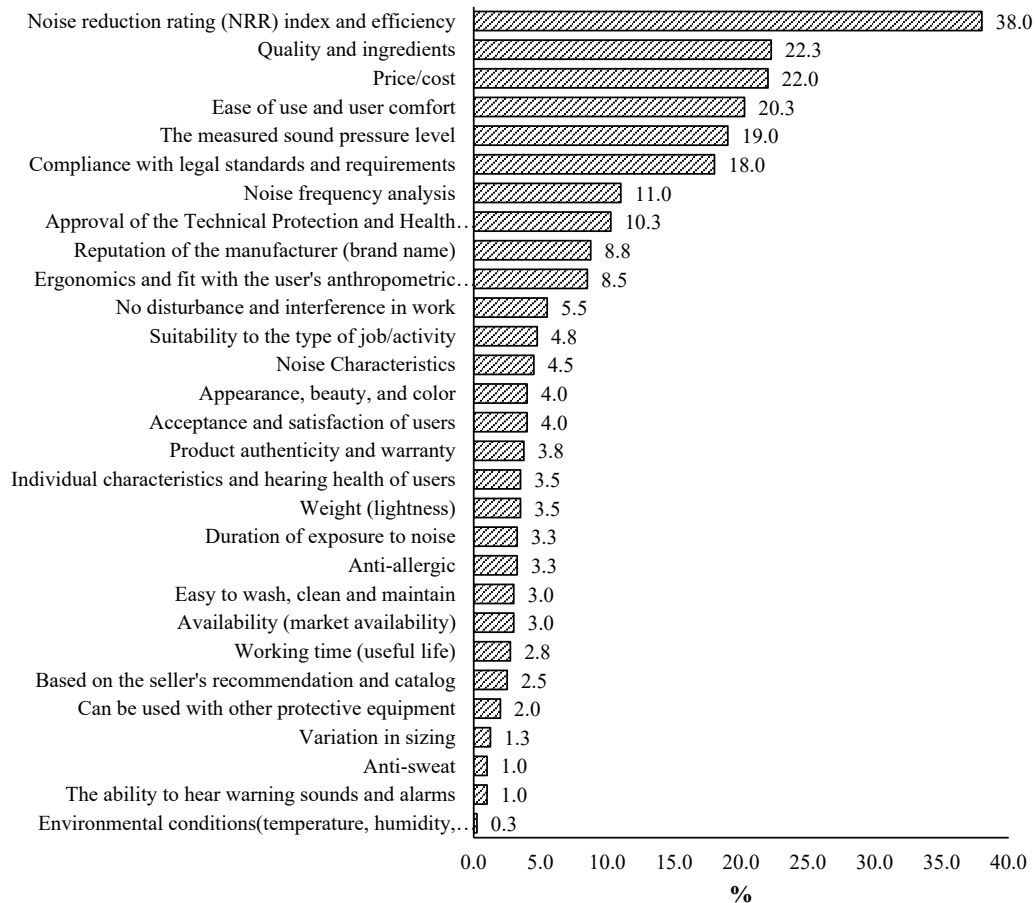


Fig. 2: Frequency distribution of criteria considered by the participants in the selection of hearing protective equipment

#### **4. CONCLUSIONS**

Based on the high frequency of expert opinions regarding non-interference and dissatisfaction with protective equipment, and the insignificant frequency of most of the criteria mentioned above, it is clear that despite the importance of choosing the right respiratory and hearing protection equipment, this issue has not been given much attention in the investigated industries. Therefore, to improve the situation, more investigation is needed, and practical and

operational solutions will be provided. The technology of the fourth industrial revolution, such as artificial intelligence, is one proposal in this field. This is an area of investigation and development that the authors of the present study are exploring and researching.

#### **5. ACKNOWLEDGMENT**

This study was funded by the Tehran University of Medical Sciences (TUMS) under contract 1401-4-99-64217.

## شناسایی معیارهای انتخاب تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی: مطالعه مقطعی در صنایع استان تهران

فاطمه فصیح رامندی<sup>۱</sup>، فریده گللبابایی<sup>۱</sup>، هادی شکیبیان<sup>۲</sup>، سید محمد اسدزاده<sup>۲</sup>، محمدرضا منظم اسماعیل پور<sup>۳\*</sup>

<sup>۱</sup>گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

<sup>۲</sup>گروه مهندسی کامپیوتر-نرم افزار، دانشکده مهندسی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

<sup>۳</sup>گروه مهندسی صنایع، دانشگاه فنی-مهندسی دانمارک، لینگبی، دانمارک

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۸، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۰۶

### مکیده

**مقدمه:** انتخاب درست و استفاده مناسب از تجهیزات حفاظت فردی، یکی از راهکارهای بسیار مهم در حفظ سلامتی و ایمنی کارکنان می‌باشد. لازمه انتخاب درست، شناخت معیارهایی است که در گزینش تجهیزات حفاظتی مد نظر قرار می‌گیرند. مطالعه حاضر با هدف بررسی وضعیت و معیارهای لحاظ شده در انتخاب تجهیزات حفاظت از سیستم تنفسی و شنوایی در صنایع استان تهران انجام شد.

**روش کار:** مطالعه حاضر یک مطالعه توصیفی-تحلیلی بوده، که روی ۴۰۰ نفر از کارشناسان و متخصصان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای شاغل در صنایع استان تهران در سال ۱۴۰۱ انجام شد. به منظور آگاهی از معیارهایی که جهت انتخاب تجهیزات حفاظتی مد نظر قرار می‌گیرند، از چک‌لیست و پرسشنامه محقق ساخته (نسخه فیزیکی و آنلاین) استفاده شد. چک‌لیست حاوی یک سری سوالات جمعیت شناختی و تخصصی و پرسشنامه حاوی سوال باز در مورد معیارهای انتخاب تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی بود. از نرم افزار SPSS-v21 و Excel-2016 به منظور آنالیز آماری داده‌ها و ترسیم نمودارها استفاده شد.

**یافته‌ها:** میانگین سن و سابقه کاری شرکت‌کنندگان به ترتیب ۳۸/۶۶ و ۱۱/۷۸ سال بود. از بین شرکت‌کنندگان، به ترتیب ۴۸/۳٪ و ۴۷/۷٪ آن‌ها کیفیت و ۴۲/۵٪ و ۳۹/۵٪ از آن‌ها کمیت تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی موجود در واحد تولیدی/صنعتی تحت نظارت خود را تایید نکرده و ۵۶/۳٪ آن‌ها اذعان نمودند که هیچ مسئولیتی در خصوص تهیه یا تایید این تجهیزات در محیط کار خود ندارند و این مسئولیت اغلب بر عهده کارپردازان، کارفرما و مسئولین خریداتدارکات می‌باشد. همچنین در بررسی معیارها، در مجموع به ترتیب ۲۷ و ۲۹ معیار در ارتباط با تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی توسط شرکت‌کنندگان در مطالعه عنوان شد که پرتکرارترین آن‌ها معیارهایی چون نوع و غلظت آلاینده‌های تنفسی، کیفیت و جنس اجزاء تشکیل دهنده، قیمت و کارایی فیلتراسیون در ارتباط با حفاظ‌های تنفسی و شاخص کاهندگی صدا، کیفیت و جنس گوشی‌های ایمنی، قیمت و راحتی استفاده-کننده در ارتباط با حفاظ‌های شنوایی بود. توزیع فراوانی معیارهای شناسایی شده نیز حداقل ۰/۳٪ و حداکثر ۳۸٪ بود.

**نتیجه گیری:** فراوانی بالای گزارش شده در خصوص عدم دخالت و رضایت کارشناسان از تناسب تجهیزات حفاظتی و نیز فراوانی ناچیز اغلب معیارهای مطرح شده، نشان می‌دهد که با وجود اهمیت زیاد مساله انتخاب درست تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی، این مساله در صنایع مورد بررسی آنچنان مورد توجه قرار نگرفته و مستلزم بررسی‌های بیشتر و ارائه راهکارهای عملیاتی و کاربردی جهت بهبود وضعیت می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** تجهیزات حفاظت تنفسی، تجهیزات حفاظت شنوایی، بهداشت حرفه‌ای، گوشی ایمنی، ماسک و رسپیراتور، PPE

\* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: [mmonazzam@hotmail.com](mailto:mmonazzam@hotmail.com)

## مقدمه

تجهیزات حفاظت فردی (PPE) به عنوان نزدیک‌ترین لایه حفاظتی کارکنان، یک جزء ضروری در هر برنامه بهداشت حرفه‌ای و ایمنی محیط کار می‌باشند (۱). این تجهیزات به‌ویژه تجهیزات حفاظت از سیستم تنفسی و شنوایی، با هدف کاهش مواجهات آسیب‌رسان و محدود کردن خطرات شغلی و به‌عنوان موانع فیزیکی بین خطرات و کارکنان مورد استفاده قرار می‌گیرند (۲). با وجود اینکه در اغلب موارد، ترجیح برنامه‌های بهداشت حرفه‌ای در محیط کار بر حذف منابع خطر، جایگزینی آن‌ها و یا اتخاذ تدابیر کنترل مهندسی و مدیریتی می‌باشد (۳)، ولیکن، گاه مواردی پیش می‌آید که استفاده از PPE تنها راهکار عملی ممکن برای پیشگیری از خطرات و آسیب‌ها می‌باشد. به‌طوری‌که این واقعیت به تازگی و همزمان با بحران کووید-۱۹ در جهان، بیش از هر زمان دیگری، اهمیت خود را بر همگان نمایان ساخته است. تا حدی که سازمان بهداشت جهانی (WHO) تنها راه مقابله با ویروس کرونا را استفاده از ماسک، دستکش و رعایت فاصله اجتماعی عنوان نمود (۴). از طرفی نیز، می‌دانیم که به دلیل بسیاری از ملاحظات اقتصادی و اجرایی، بکارگیری کنترل‌های فنی-مهندسی و مدیریتی در صنایع و کارگاه‌های کشور، آن‌طور که باید مورد توجه قرار نمی‌گیرد؛ و یا در صورت بکارگیری این کنترل‌ها حفاظت کافی برای همه کارکنان فراهم نمی‌شود (۵). بنابراین، ما همواره ناگزیر به استفاده از تجهیزات حفاظت فردی در محیط کار هستیم.

انتخاب درست و استفاده مناسب از تجهیزات حفاظت فردی، یکی از راهکارهای بسیار مهم در حفظ سلامتی و ایمنی کارکنان بوده و غفلت از آن می‌تواند خسارت‌های جبران‌ناپذیری را به همراه داشته باشد (۱). در همین راستا، مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۱ توسط Blayney با هدف برجسته کردن اهمیت انتخاب و استفاده مناسب از تجهیزات حفاظت فردی منتشر شد؛ که در آن به داستان مرگ دکتر Karen E. Wetterhahn، یک شیمی‌دان

زیست معدنی و چهره شناخته شده بین‌المللی، با بیش از ۲۰ سال سابقه کار با فلزات سمی، پرداخته شده است. این دانشمند، بر اثر یک نوبت مواجهه اتفاقی با دی‌متیل جیوه نشت یافته از دستکش حفاظتی در آگوست ۱۹۹۶ دچار مسمومیت شده و ۲۹۸ روز بعد درگذشت. در جریان بررسی این حادثه، مشخص شد که برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد (MSDS) تهیه شده توسط تامین‌کننده دی‌متیل جیوه، اطلاعات نادرستی در مورد دستکش‌های مناسب برای استفاده در حین کار با این ترکیب بسیار سمی ارائه داده بود. از این رو، علی‌رغم استفاده از دستکش، به‌عنوان یک تجهیز حفاظت فردی، به دلیل ناکارآمد بودن حفاظت تامین شده توسط آن، چنین حادثه فاجعه‌باری به وقوع پیوست (۶). این مطالعه در آن زمان توانست تحول عظیمی در بهبود منابع اطلاعات خطر و بهبود استانداردسازی برای تست تجربی تجهیزات حفاظت فردی، بوجود آورد. بنابراین، مواردی از این دست، یک زنگ خطر جدی برای جامعه علمی، بخصوص متخصصان بهداشت و ایمنی شغلی به شمار می‌رود، به نحوی که تلاش حداکثری خود را بر انتخاب درست و استفاده مناسب از تجهیزات حفاظت فردی معطوف نمایند. همچنین، مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۴ توسط Reinhold و همکاران با هدف ارزیابی مواجهه با سروصدای با فرکانس‌های مختلف و نیز استفاده مناسب از تجهیزات حفاظت شنوایی انجام شد. در این مطالعه آنالیز فرکانسی تراز فشار صوت در ایستگاه‌های کاری چند صنعت الکترونیک، فلز و فرآوری چوب، انجام شد. نتایج نشان داد که در برخی از ایستگاه‌های کاری سروصدای با فرکانس‌های بالا و در برخی دیگر، سروصدای با فرکانس‌های پایین غالب می‌باشد. از طرفی نیز، در بررسی حفاظت‌های شنوایی مورد استفاده توسط کارگران مشخص شد که، علی‌رغم اینکه کارفرمایان برای اکثر کارگران حفاظت شنوایی تهیه کرده بودند، لیکن هنگام انتخاب گوشی حفاظتی فرکانس صدا در نظر گرفته نشده بود، لذا کارگران در همان شرکت از گوشی‌های مشابه استفاده

3. Material Safety Data Sheets (MSDSs)

1. Personal Protective Equipment  
2. World Health Organization

که تقریباً هیچ یک از صنایع پتروشیمی و محیط‌های کاری مورد مطالعه، برنامه‌های حفاظت تنفسی (RPP)<sup>۱</sup> را به طور کامل اجرا نکرده، که این مساله می‌تواند منجر به مواجهه بیش از حد کارکنان با آلودگی‌های خطرناک هوای محیط کار گردد (۹، ۱۰).

بنابراین، تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی باید به درستی گزینش شده، شیوه استفاده از آن‌ها به افراد آموزش داده شود و به راحتی در دسترس کارکنان قرار گیرند (۱۱). مساله‌ای که در گزینش صحیح این تجهیزات نقش حیاتی ایفا می‌کند، شناخت اصول و معیارهای اساسی موثر بر عملکرد و کارایی آن‌ها می‌باشد. شایسته است که کارشناس بهداشت حرفه‌ای و ایمنی شاغل در صنایع و محیط‌های شغلی، ضمن آشنایی با این معیارها، شیوه بکارگیری و عملیاتی کردن آن‌ها را فرا گرفته و در محیط کاری تحت نظارت خود، پیاده‌سازی نماید. معیارهایی چون ملاحظات ارگونومیکی، راحتی استفاده و مقبولیت، عدم تداخل با فعالیت‌های کاری و عملکرد سایر تجهیزات حفاظتی، سطوح حفاظت واقعی در مقابل حفاظت اسمی، مسائل اقتصادی، قیمت اولیه و هزینه تمام شده تجهیز، مطابقت با استانداردها و الزامات موجود، مسائل مربوط به تعمیر، نگهداری و نظافت تجهیز، عمر مفید تجهیزات، ایجاد حفاظت پایدار و مطابقت با شرایط شغلی و محیطی موجود، معیارهای زیبایی‌شناسی و غیره (۲، ۱۳، ۱۴) که لحاظ کردن آن‌ها در انتخاب تجهیزات حفاظتی، لازم و ضروری می‌باشد. همچنین، موضوع دیگری که پیچیدگی مساله انتخاب درست تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی را دوچندان می‌کند، بحث مربوط به ارزش و اهمیت نسبی معیارها و شاخص‌های ضروری در انتخاب تجهیزات حفاظتی می‌باشد. پر واضح است که وزن یا اهمیت هر یک از معیارهای مطرح شده در فوق جهت انتخاب یک تجهیز حفاظتی برای شغل/ وظیفه خاص یکسان نبوده و بسته به شرایط ممکن است معیار(هایی) در الویت توجه قرار گیرند. لذا، شناخت کامل مشاغل و شرایط عملیاتی آن‌ها از یک سو، و نیز شناخت هر چه بهتر تجهیزات

می‌کردند. این در حالی است که بر اساس مطالعات ثابت شده است که، اثرات سلامتی فرکانس‌های مختلف بر گوش متفاوت می‌باشد (۷). بنابراین، این مطالعه به خوبی اهمیت آگاهی از فرکانس‌های غالب به‌عنوان یکی از معیارهای اساسی در انتخاب حفاظ‌های شنوایی، را نمایان کرده است.

در ارتباط با تجهیزات حفاظت تنفسی و معیارهای مطرح در بهبود برنامه‌های حفاظت از سیستم تنفسی در صنایع و مشاغل کاری نیز مطالعات مختلفی در دسترس می‌باشد (۸-۱۰). در یکی از این مطالعات، که در سال ۲۰۱۶ توسط Cowan و همکاران با هدف ارزیابی داده‌های مرگ و میر گزارش شده کارگران در ارتباط با رسپیراتورهای تنفسی در ایالات متحده انجام شد، روند تاریخی مرگ و میر مرتبط با تناسب رسپیراتورها و وضعیت کاربرد آن‌ها در یک بازه ۲۲ ساله (از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۲) و بعد از اصلاحیه OSHA بر روی استاندارد حفاظت تنفسی OSHA-1971 مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که درصد بالایی از مرگ و میرها به دلیل عدم استفاده یا استفاده نادرست از رسپیراتورهای تنفسی، خرابی رسپیراتور، پایان عمر مفید آن به دلیل استفاده طولانی مدت، شرایط نگهداری نادرست، مشکلات مربوط به عدم تناسب تجهیز با مشخصات فردی کارکنان (ابعاد صورت و داشتن ریش)، نشت از کناره‌های ماسک تنفسی و نیز عدم انطباق با الزامات تست تناسب ماسک‌ها اتفاق افتاده است. همچنین، نتایج بررسی روند مرگ و میرها نشان داد که کاهش قابل توجهی در نرخ مرگ و میر در تمامی صنایع مورد بررسی همزمان با اصلاحیه OSHA در مورد نحوه بکارگیری و استفاده از این تجهیزات رخ داده است (۸). از این رو به وضوح نشان داده شد که، توجه به استانداردها، الزامات قانونی و معیارهای علمی در گزینش و بکارگیری تجهیزات حفاظت فردی بخصوص رسپیراتورهای تنفسی می‌تواند تا حد زیادی از وقوع آسیب‌های جدی به کارکنان جلوگیری کند. در ایران نیز، مطالعات انجام شده با هدف بررسی انطباق تجهیزات حفاظت تنفسی با استانداردها و الزامات قانونی نشان داد

1. Respiratory Protection Programs (RPPs)

به منظور آگاهی از معیارها و ملاک‌هایی که توسط کارشناسان و متخصصان بهداشت و ایمنی شغلی جهت انتخاب تجهیزات حفاظتی، مورد استفاده قرار می‌گیرند، چک‌لیست و پرسشنامه محقق ساخته مرتبط با معیارهای انتخاب تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی طراحی و در اختیار کارشناسان قرار گرفت. چک‌لیست مربوطه حاوی یک سری سوالات جمعیت شناختی (سن، سابقه کار، جنسیت، رشته تحصیلی و مقطع تحصیلی) و تخصصی (مسئول تهیه/تایید تجهیزات، کیفیت تجهیزات و تعداد تجهیزات در دسترس کارکنان) و پرسشنامه حاوی یک سوال باز در مورد معیارهای انتخاب تجهیزات حفاظت تنفسی و یک سوال در خصوص معیارهای انتخاب تجهیزات حفاظت شنوایی بود. از کارشناسان و متخصصان درخواست شد به سوال "معیارهای انتخاب تجهیزات حفاظت تنفسی/ شنوایی در محیط کار شما چه مواردی می‌باشند؟" بصورت تشریحی پاسخ داده و معیارهایی که در واحد تولیدی/صنعتی تحت نظر آن‌ها طی ۲ سال اخیر بعنوان ملاک تصمیم‌گیری برای خرید یک تجهیز حفاظت تنفسی و شنوایی در نظر گرفته می‌شود، را در پرسشنامه مربوطه عنوان نمایند. در پرسشنامه مذکور پس از بیان هدف مطالعه، به شرکت کنندگان اعلام شد که نیازی به ارائه نام و مشخصات پاسخ‌دهنده نمی‌باشد و یادآور شد که از کلیه اطلاعات ارائه شده در این پرسشنامه رعایت امانت بعمل خواهد آمد. همچنین، به کلیه شرکت کنندگان در مطالعه اطمینان خاطر داده شد که برای شرکت یا ترک همکاری‌شان در مطالعه هر زمان که بخواهند، آزادی کامل خواهند داشت. چک‌لیست و پرسشنامه مربوطه، هم بصورت نسخه فیزیکی و هم بصورت آنلاین در بستر PorsLine تهیه و لینک آن از طریق فضای مجازی در اختیار جامعه هدف قرار داده شد. از نرم‌افزار SPSS-v21 و Excel-2016 به منظور آنالیز آماری داده‌ها و ترسیم نمودارها استفاده شد. این پژوهش پس از کسب تاییدیه اخلاق به شناسه IR.TUMS.SPH.REC.1401.093، از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی تهران آغاز و به مرحله اجرا درآمد.

حفاظتی و ارزش معیارهای حاکم بر انتخاب آن‌ها، می‌تواند از پیچیدگی مساله کاسته و به انتخاب درست تجهیزات حفاظتی کمک نماید. موضوعی که در مطالعات اخیر نیز مورد توجه قرار گرفته است؛ بطوریکه در یک مطالعه در سال ۲۰۱۹ که با هدف مقایسه جایگزین‌ها برای مطلوب‌ترین تجهیزات حفاظت فردی بوسیله رویکرد تحلیل سلسله مراتبی انجام شده بود، مشخص شد که مهم‌ترین معیار انتخاب کفش ایمنی، کلاه ایمنی، گوشی حفاظتی و ماسک تنفسی به ترتیب زیبایی، هزینه اولیه، کیفیت و کارایی آن‌ها بوده است (۱۵).

نظر به موارد عنوان شده در فوق، و نیز اهمیت در نظر گرفتن معیارها و ملاک‌های اساسی در انتخاب تجهیزات حفاظت فردی بخصوص در کارگاه‌ها و مراکز تولیدی کوچک که با درک کمتری از الزامات و مقررات ایمنی و بهداشت شغلی همراه هستند، مطالعه توصیفی-تحلیلی حاضر با هدف بررسی وضعیت تهیه و تامین تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی و نیز معیارهای لحاظ شده جهت انتخاب این تجهیزات در صنایع و کارگاه‌های تولیدی استان تهران انجام شد.

### روش کار

مطالعه حاضر یک مطالعه توصیفی-تحلیلی بوده که در صنایع و کارگاه‌های تولیدی استان تهران در سال ۱۴۰۱ انجام شد. جامعه آماری این مطالعه کارشناسان بهداشت حرفه‌ای و ایمنی شاغل در صنایع و مراکز تولیدی بودند که به منظور نمونه‌گیری از آن‌ها و تعیین حجم نمونه، با توجه به مشخص بودن حجم جامعه آماری، از روش جدول کریسی-مورگان استفاده شد. جدول کریسی-مورگان یکی از پرکاربردترین روش‌ها برای محاسبه حجم نمونه آماری است. در این جدول به ازای مقادیر مختلف از اندازه‌های جامعه با استفاده از فرمول کوکران حجم نمونه برآورد شده است (۱۶). از این رو، با توجه به تعداد جامعه آماری که ۱۱۴۷۲۰ کارگاه تولیدی و صنعتی در استان تهران می‌باشد، حجم نمونه ۳۸۴ مورد برآورد می‌گردد. جهت افزایش اطمینان و پوشش ریزش احتمالی نمونه‌ها، حجم نمونه نهایی ۴۰۰ مورد در نظر گرفته شد.

## یافته ها

تجهیزات حفاظتی "خیر" می‌باشد، سمت شغلی مسئول مربوطه را در چک‌لیست وارد نمایند. شکل ۲، توزیع فراوانی مسئولین تامین تجهیزات حفاظتی در صنایع مورد بررسی را نشان می‌دهد. بر اساس این گزارش، کارپردازان، کارفرما و مسئولین خرید و تدارکات به ترتیب بیشترین سهم را در تهیه و تامین تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی به خود اختصاص می‌دهند.

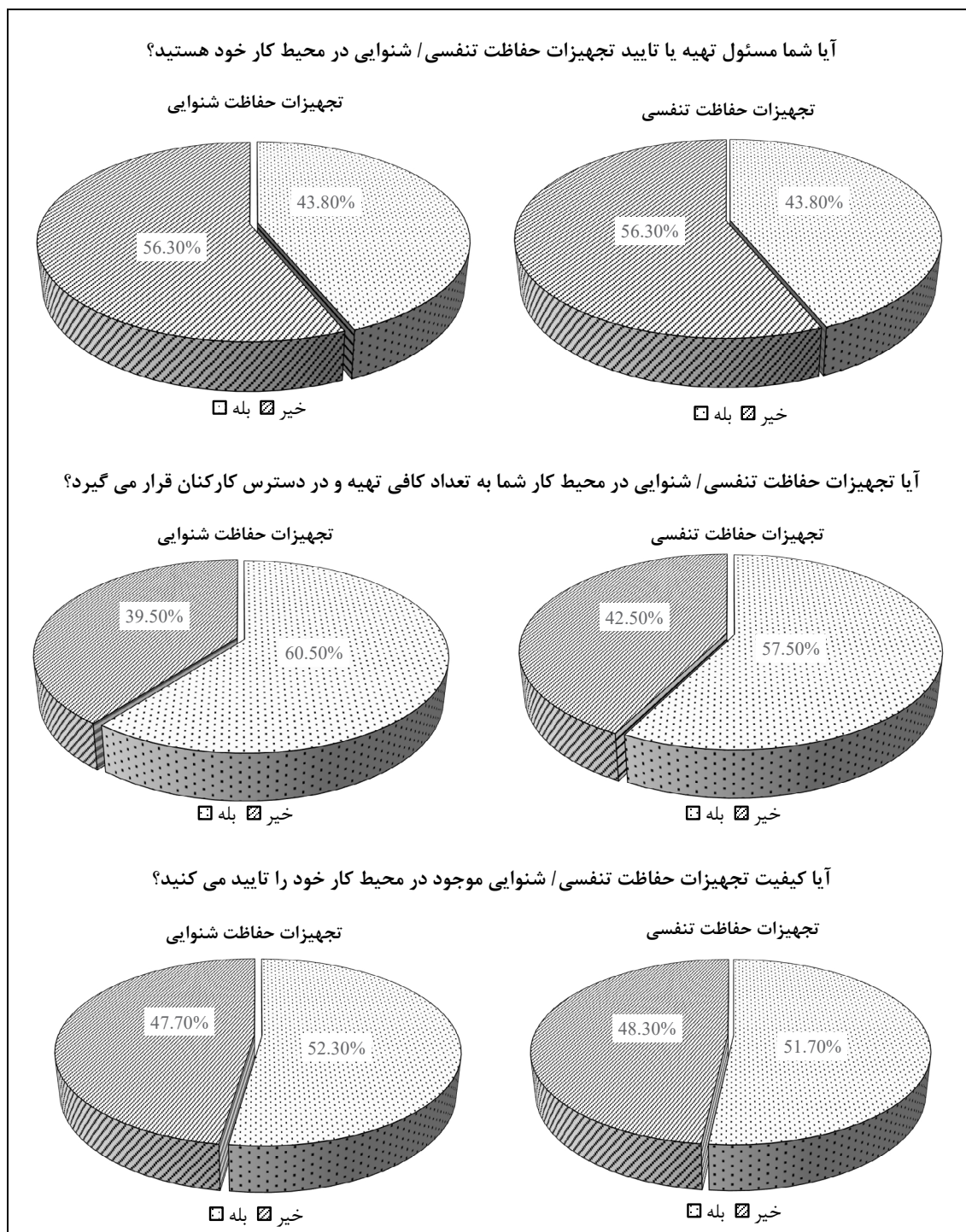
معیارهای لحاظ شده صنایع و کارگاه‌های تولیدی مورد مطالعه در انتخاب تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی و نیز توزیع فراوانی آن‌ها به ترتیب در شکل‌های ۳ و ۴ ارائه شده است. همانطور که مشخص است، در مجموع ۲۷ معیار در ارتباط با تجهیزات حفاظت تنفسی و ۲۹ معیار در ارتباط با تجهیزات حفاظت شنوایی از سوی شرکت‌کنندگان در مطالعه عنوان شده است. معیارهایی چون نوع و غلظت آلاینده‌های تنفسی، کیفیت و جنس اجزاء تشکیل‌دهنده، قیمت و کارایی فیلتراسیون به ترتیب از سوی ۳۶/۵٪، ۲۱/۳٪، ۲۰/۵٪ و ۱۹/۳٪ از شرکت‌کنندگان بعنوان معیار انتخاب تجهیزات حفاظت تنفسی بیان شده است. همچنین، معیارهایی چون شاخص کاهندگی صدا، کیفیت و جنس اجزاء تشکیل‌دهنده، قیمت و راحتی استفاده کننده به ترتیب توسط ۳۸/۰٪، ۲۲/۳٪، ۲۲/۰٪ و ۲۰/۳٪ از شرکت‌کنندگان بعنوان معیار

مشخصات دموگرافیک کارشناسان و متخصصان بهداشت حرفه‌ای و ایمنی شرکت‌کننده در مطالعه حاضر، در جدول ۱ ارائه شده است. میانگین سن و سابقه کاری شرکت‌کنندگان به ترتیب ۳۸/۶۶ و ۱۱/۷۸ سال بود. اغلب شرکت‌کنندگان مرد با مدرک کارشناسی در رشته بهداشت حرفه‌ای بودند.

مشخصات مربوط به وضعیت تهیه/تامین، کیفیت و کمیت تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی بررسی شده در صنایع و کارگاه‌های تولیدی مورد مطالعه، در شکل ۱ ارائه شده است. همانطور که در شکل ملاحظه می‌گردد، ۵۶/۳۰٪ از کارشناسان و متخصصان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای اذعان نموده‌اند که هیچ مسئولیتی در خصوص خرید یا تایید تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی در محیط کار خود ندارند. همچنین در بررسی کیفیت و کمیت تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی، به ترتیب ۴۸/۳٪ و ۴۷/۷٪ بیان کرده‌اند که کیفیت تجهیزات تهیه شده در محیط کار خود را تایید نمی‌کنند و به ترتیب ۴۲/۵٪ و ۳۹/۵٪ نیز بیان کردند که تعداد تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی تهیه شده در محیط کار آن‌ها کافی نمی‌باشد. در این مطالعه، از شرکت‌کنندگان خواسته شد چنانچه پاسخ آن‌ها به مسئولیت تهیه یا تایید

جدول ۱: مشخصات دموگرافیک شرکت‌کنندگان در مطالعه (n=۴۰۰)

متغیر	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین
سن (سال)	۳۸/۶۶	۸/۶۹	۲۴	۵۸
سابقه کار (سال)	۱۱/۷۸	۷/۷۹	۱	۳۲
جنسیت (درصد)	مرد	زن		
	۶۱/۵	۳۸/۵		
مدرک تحصیلی (درصد)	کاردانی	کارشناسی	کارشناسی ارشد	دکتری
	۰/۵	۶۸/۳	۳۰/۲	۱/۰
رشته تحصیلی (درصد)	بهداشت حرفه‌ای	ایمنی صنعتی	مهندسی HSE	ارگونومی
	۷۱/۰	۱۰/۸	۱۴/۸	۳/۴
سمت شغلی (درصد)	مشاور بهداشت حرفه‌ای در صنعت	کارشناس مقیم بهداشت حرفه‌ای	کارشناس ایمنی صنعتی	کارشناس مسئول HSE
	۱۲/۳	۴۸/۸	۱۶/۰	۲۲/۹

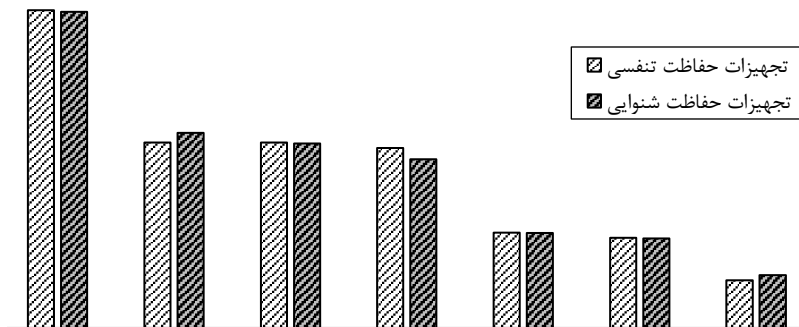


شکل ۱: توزیع فراوانی وضعیت تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی در صنایع مورد بررسی (n=400)

بودند. بررسی‌های مربوط به فراوانی معیارهای بیان شده از سوی شرکت‌کنندگان نشان داد که بطور متوسط ۲/۳۳ (با انحراف معیار ۱/۳۹) معیار برای تجهیزات حفاظت

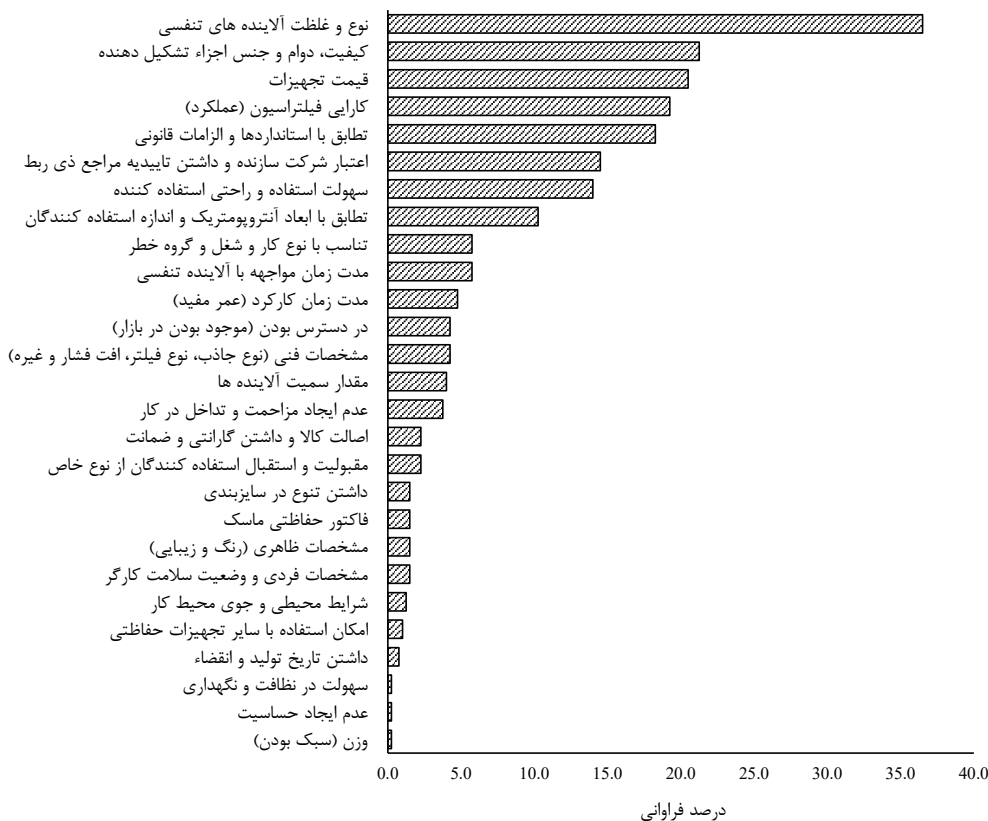
انتخاب تجهیزات حفاظت شنوایی بیان شده است. به سایر معیارها، در خصوص هر دو نوع تجهیز حفاظت تنفسی و شنوایی، درصد ناچیزی از شرکت‌کنندگان اشاره کرده

توزیع فراوانی مسئولین تامین تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی



شکل ۲: توزیع فراوانی مسئولین تامین تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی در صنایع مورد بررسی (n=400)

توزیع فراوانی معیارهای مد نظر کارشناسان در انتخاب تجهیزات حفاظت تنفسی



شکل ۳: توزیع فراوانی معیارهای مد نظر شرکت کنندگان در مطالعه جهت انتخاب تجهیزات حفاظت تنفسی

انتخاب تجهیزات حفاظتی اشاره شده است. همچنین، به ترتیب بیش از ۵۸٪ و ۵۴٪ از شرکت کنندگان تنها یک یا دو معیار را بعنوان معیارهای لحاظ شده برای انتخاب

تنفسی و ۲/۴۵ (با انحراف معیار ۱/۴۶) معیار برای تجهیزات حفاظت شنوایی از سوی هر یک از کارشناسان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای بعنوان معیارهای لحاظ شده در

توزیع فراوانی معیارهای مد نظر شرکت کنندگان در انتخاب تجهیزات حفاظت شنوایی



شکل ۴: توزیع فراوانی معیارهای مد نظر شرکت کنندگان در مطالعه جهت انتخاب تجهیزات حفاظت شنوایی

جدول ۲: نتایج آزمون کای دو در بررسی ارتباط بین معیارهای انتخاب تجهیزات حفاظتی و مقطع تحصیلی

متغیرها	فراوانی معیارهای تجهیزات حفاظت تنفسی P-Value: Chi-Square test	فراوانی معیارهای تجهیزات حفاظت شنوایی P-Value: Chi-Square test
سطح مقطع تحصیلی*	۰/۰۰۳	<۰/۰۰۱

\* هرچه سطح مقطع تحصیلی افراد از کاردانی به کارشناسی، ارشد و دکتری افزایش یافته است، فراوانی معیارهای لحاظ شده نیز افزایش یافته است.

با مشخصات دموگرافیک شرکت کنندگان (جدول ۲) نشان داد که تنها ارتباط بین فراوانی معیارهای انتخاب تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی با متغیر مقطع تحصیلی افراد معنی دار بود ( $P\text{-value} < 0.05$ ). در خصوص سایر متغیرها هیچ گونه ارتباط آماری معنی داری

تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی در محیط کار خود اعلام نموده اند. و تنها ۷٪ و ۹٪ از افراد بیش از ۴ معیار و حداکثر تا ۸ معیار را به ترتیب در پرسشنامه های مربوط به تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی وارد کرده بودند. نتایج مربوط به بررسی ارتباط بین متغیرهای پژوهش

مشاهده نشد. همچنین، در بررسی ارتباط بین مسئولیت تامین تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی با رضایت از کیفیت و کمیت آن‌ها مشخص شد که ارتباط آماری معنی‌داری بین پاسخ‌های افرادی که مسئولیت تامین این تجهیزات را بر عهده داشتند با رضایت از کیفیت و کمیت آن‌ها وجود دارد ( $P\text{-value} < 0.001$ ). نتایج آزمون کولموگراف-اسمیرنوف<sup>۱</sup> نیز در بررسی توزیع داده‌های مربوط به مشخصات دموگرافیک و فراوانی معیارهای انتخاب تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی نشان از غیر نرمال بودن توزیع داده‌ها در تمامی موارد داشت ( $P\text{-value} < 0.05$ ).

### بحث

مطالعه حاضر با هدف بررسی وضعیت تهیه و تامین تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی و بررسی کیفیت و کمیت آن‌ها از دیدگاه کارشناسان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای و نیز با هدف بررسی اجمالی معیارهایی که در صنایع و مراکز تولیدی استان تهران بعنوان ملاک تصمیم‌گیری برای تامین یک تجهیز حفاظت تنفسی و شنوایی مد نظر قرار می‌گیرد انجام شد. از آنجایی که تجهیزات حفاظت فردی نقش بسزایی در حفظ سلامت نیروی کار و کاهش مواجهات آسیب‌رسان ایفا می‌کنند، تمرکز بر کیفیت و کمیت تجهیزاتی که در اختیار کارکنان قرار می‌گیرد و نیز بررسی معیارهایی که انتخاب این تجهیزات بر پایه آن‌ها صورت می‌گیرد، یکی از مسائل بسیار مهم برنامه‌های ایمنی و بهداشت حرفه‌ای در محیط کار می‌باشد. لیکن، تاکنون آنچنان که می‌بایست مورد توجه قرار نگرفته است. بر اساس ماده ۱ و ۲ مقررات عمومی آیین نامه وسایل حفاظت فردی، کارفرما مکلف به شناسایی و ارزیابی شرایط محیط کار به منظور انتخاب وسایل حفاظت فردی متناسب با نوع کار و نیز مکلف به تهیه و تامین تجهیزات حفاظت فردی به تعداد کافی و بصورت رایگان برای کارگران می‌باشد. کارشناسان و متخصصان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای نیز

1. Kolmogorov-Smirnov

بعنوان متولیان در امر تامین، حفظ و ارتقای سلامت نیروی کار، مسئولیت توصیه و تایید تجهیزات حفاظت فردی در محیط کار را بر عهده دارند. از این رو در مطالعه حاضر، ابتدا از جامعه هدف در مورد مسئولیت تهیه و تامین تجهیزات و سپس در مورد کیفیت و کمیت تجهیزات موجود در محیط کار تحت نظارت آن‌ها سوال شد. لیکن نتایجی که بدست آمد، آنچنان خوشایند نبود؛ به این دلیل که درصد بالایی (۳۹/۵ تا ۵۶/۳ درصد) از کارشناسان و متخصصان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای مورد مطالعه بیان کردند که مسئولیتی در این خصوص بر عهده ندارند و کیفیت و کمیت تجهیزات حفاظتی موجود در محیط کار خود را تایید نمی‌کنند. این در حالی است که، King و همکاران نیز در بررسی وضعیت حفاظت‌های شنوایی نیروی ارتش استرالیا معتقد بودند که حفاظت شنوایی حاصل از گوشی‌های توزیع شده موثر و مناسب نبوده است (۱۷). همچنین، در مطالعه جهانگیری و همکاران که نظر استفاده‌کنندگان از تجهیزات حفاظت تنفسی پرسیده شده بود، ۳۴/۶ درصد افراد نوع ماسک در اختیار خود را متناسب با نوع آلاینده‌های موجود در محیط کار نمی‌دانستند (۱۸). از طرفی نیز در مطالعه‌ای که توسط امامی در سال ۲۰۰۴ با هدف تعیین وضعیت و عوامل موثر بر حفاظت شنوایی کارگران صنایع بزرگ شهر همدان انجام شد، بیان گردید که درصد بالایی از کارگران (۷۶/۲ درصد) به جای استفاده از گوشی‌های ایمنی تهیه شده توسط کارفرما از پنبه بعنوان وسیله حفاظت شنوایی استفاده می‌کردند (۱۹)، که می‌تواند بیانگر عدم رضایت افراد از کیفیت تجهیزات فراهم شده باشد. در مطالعاتی هم که به بررسی وضعیت استفاده از تجهیزات حفاظتی در صنایع ایران پرداخته‌اند، گزارش شده است که، درصد نسبتاً بالایی از کارگران با وجود در اختیار داشتن تجهیزات حفاظت فردی، از این وسایل استفاده نمی‌کنند (۱۸، ۲۰)؛ که می‌تواند ناشی از انتخاب نامناسب تجهیزات و عدم در نظر گرفتن شرایط فردی کارگران و نیازمندی‌های شغل باشد. در بررسی معیارهای گزینش تجهیزات حفاظت

اگرچه تاکنون مطالعه مشابهی که بصورت اختصاصی به معیارهای گزینش تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی از دیدگاه کارشناسان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای پرداخته باشد در دسترس نیست، ولیکن مقایسه نتایج حاصل از مطالعه حاضر با مطالعات دیگری که با اهدافی چون بررسی عوامل موثر بر استفاده از تجهیزات حفاظتی و درک ریسک‌های مربوط به آن‌ها انجام شده است، نشان داد که معیارهای مطرح شده در مطالعه حاضر با فاکتورهای ارائه شده در مطالعات مذکور همخوانی دارد. بطوریکه، در پژوهش مهدوی و همکاران مهمترین متغیرها در انتخاب وسایل حفاظت شنوایی از نظر کارگران به ترتیب نوع گوشی حفاظتی، میزان کاهش اسمی صدا، شکل ظاهری، وزن، رنگ و قیمت گزارش شد (۲۱). مواردی که در مطالعه حاضر نیز (شکل ۴) به آن‌ها اشاره شده است. Gerges و همکاران نیز در مطالعات خود دریافتند که در انتخاب یک تجهیز محافظ شنوایی مناسب، توجه به عواملی مانند میرایی، راحتی، مقبولیت، قیمت، ویژگی‌های فردی کاربر ضروری می‌باشد (۱۱).

(۲۲). همچنین، Berger و همکاران در مطالعه خود تاکید بسیاری بر راحتی وسیله حفاظت شنوایی داشتند و بیان کردند که مواردی چون دوام (نوع مواد تشکیل‌دهنده) و سایر ابعاد کیفیت (ظاهر، رنگ بسته‌بندی و قابلیت نگهداری) نقش مهمی در انتخاب و استفاده از محافظ‌های شنوایی ایفا می‌کند (۲۳). در مطالعه حاضر نیز مشخص شد که به منظور پذیرش موفقیت‌آمیز وسایل حفاظت شنوایی، ضروری است این تجهیزات راحت و سازگار با سایر تجهیزات حفاظتی مورد استفاده کارگر بوده و تداخلی در کار و فعالیت افراد ایجاد نکند.

در رابطه با بررسی آسایش و راحتی محافظ‌های شنوایی، مطالعات مختلفی انجام شده است. معیارهایی چون میزان تضعیف صدا، شکل ظاهری، وزن، نیروی هدبند/ فشار اعمال شده توسط بالشتک‌ها، آب‌بندی، قابلیت تنظیم، راحتی در پوشیدن، توانایی جذب تعریق، توانایی جذب گرما و فهم مکالمات (۲۴، ۲۵) را بعنوان شاخص‌های آسایش و راحتی محافظ‌های شنوایی مطرح

تنفسی و شنوایی، علی‌رغم اینکه به بسیاری از معیارهای مهم و اساسی اشاره شده بود، ولیکن، فراوانی معیارها نگران‌کننده بود. بطوریکه به بسیاری از معیارهای مهم تنها درصد ناچیزی از شرکت‌کنندگان در مطالعه اشاره کرده بودند. بیشترین فراوانی معیارهای مطرح شده ۳۶/۶ درصد برای نوع و غلظت آلاینده‌های تنفسی و ۳۸ درصد برای شاخص کاهندگی صدا بوده است. به بسیاری از معیارها مانند طول عمر رسیپراتورهای تنفسی، فاکتور حفاظتی ماسک، مشخصات فنی تجهیز، سمیت آلاینده‌ها، اصالت کالا، مشخصات فردی استفاده‌کنندگان، تنوع در سایزبندی، شرایط جوی و محیطی کار، شرایط نظافت و نگهداری و عدم حساسیت‌زایی، تنها درصد ناچیزی از افراد (۴/۸ - ۰/۳ درصد) اشاره کرده بودند. همچنین در خصوص حفاظ‌های شنوایی نیز به معیارهایی چون، وزن گوشی ایمنی، مدت زمان کارکرد، مشخصات ظاهری، قابلیت شنیدن هشدارها، قابلیت استفاده با سایر تجهیزات حفاظتی، قابلیت شستشو، داشتن سایزبندی، خاصیت ضد تعریق و حساسیت، ارگونومیک بودن و عدم ایجاد مزاحمت در کار، تنها ۸/۵ - ۰/۳ درصد از افراد اشاره کرده بودند. این در حالی است که، در نظر گرفتن تنها یک یا دو معیار بعنوان ملاک تصمیم‌گیری در انتخاب تجهیزات حفاظتی نمی‌تواند نتایج مطلوبی به همراه داشته باشد، چرا که پیچیدگی وظایف شغلی و نیازمندی‌های هر یک از یک سو، تفاوت در ابعاد و مشخصات فردی استفاده‌کنندگان از سوی دیگر و نیز قابلیت‌ها و مشخصات فنی هر یک از تجهیزات متنوع موجود در بازار، نیازمند توجه همه جانبه بر اصول و معیارهای مطرح در انتخاب تجهیزات حفاظتی می‌باشد. مساله‌ای که به نظر می‌رسد با ارتقاء مقطع تحصیلی افراد، بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد. بطوریکه، بر اساس ارتباط آماری معنی‌دار بین فراوانی معیارهای انتخاب تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی با متغیر مقطع تحصیلی افراد مشخص شد که هر چه مقطع تحصیلی افراد ارتقاء یافته است، تعداد بیشتری از معیارها را بعنوان ملاک تصمیم‌گیری در پرسشنامه مربوطه عنوان نموده‌اند، که دور از انتظار نمی‌باشد.

تناسب با ابعاد آنترپومتریکی جامعه هدف (۲۹)، بعنوان معیارهای اساسی در انتخاب تجهیزات حفاظت تنفسی تاکید داشتند؛ مواردی که در مطالعه حاضر (شکل ۳) نیز به آن‌ها اشاره شده است. همچنین، جهانگیری و همکاران در مطالعه دیگری معیارهایی چون نوع کار، شرایط جوی محیط کار، میزان آلاینده‌های شیمیایی محیط کار، درجه حفاظت مورد نیاز و استفاده همزمان از سایر تجهیزات حفاظت فردی را بعنوان معیارهای مهم در انتخاب تجهیزات حفاظت تنفسی مطرح کرده بودند (۱۸). Miguel و Arezes نیز در مطالعه‌ای بیان کردند

که تجهیزات حفاظت تنفسی ضمن اینکه باید قادر به حفاظت کارکنان در برابر آلاینده‌های شیمیایی باشند، می‌بایست راحت بوده و با سایر تجهیزات حفاظتی کارگر سازگار باشند تا از طرف کارگران مورد پذیرش قرار گیرند (۳۰). اخیرا نیز، جوادی و همکاران در مطالعه خود در سال ۱۴۰۰، مواردی چون کاهش کیفیت کار، کاهش سرعت کار، ایجاد تعریق، راحت نبودن، ایجاد اختلال در ارتباط کلامی، احساس بوی مواد شیمیایی و پلاستیک و اختلال در تنفس را بعنوان دلایل استفاده نکردن کارگران از ماسک‌های حفاظتی عنوان نمودند (۳۱)؛ که همانطور که در مطالعه حاضر نیز به تعدادی از آن‌ها اشاره شد، این موارد می‌تواند بعنوان معیارهای مهم و اساسی در انتخاب درست تجهیزات حفاظت تنفسی مطرح باشند.

از طرفی نیز، نکته‌ای که در بررسی معیارها شایان توجه بود، تاکید حداکثری شرکت‌کنندگان در مطالعه به مساله قیمت تجهیزات بود. بطوریکه به ترتیب ۲۰/۵ و ۲۲ درصد از افراد به موضوع قیمت تجهیزات اشاره کرده و حتی در مواردی عنوان شده بود که "تنها معیار واحد صنعتی مربوطه جهت انتخاب تجهیزات، بحث "هزینه‌کرد و قیمت تجهیزات" می‌باشد؛ که غالبا ارزان‌ترین و در دسترس‌ترین تجهیز بدون توجه به نیازمندی‌های شغل/وظیفه انتخاب می‌گردد. علاوه بر اینکه لحاظ کردن تنها یک معیار در انتخاب تجهیزات حفاظتی نادرست و مورد تایید جامعه علمی نمی‌باشد، مطالعات نشان داده است که قیمت یک تجهیز حفاظت فردی، نمی‌تواند

کرده‌اند. لیکن در مطالعه حاضر، علی‌رغم اشاره به معیار راحتی و سهولت استفاده و نیز مقبولیت و رضایت استفاده‌کنندگان از تجهیزات حفاظت شنوایی، هیچ یک از شرکت‌کنندگان به مواردی چون قابلیت تنظیم، نیروی هدبند، فشار بالشک، توانایی جذب گرما، آب-بندی، و فهم مکالمات اشاره نداشتند. این می‌تواند ناشی از عدم آگاهی کامل نسبت به شاخص‌ها و معیارهای اثرگذار بر انتخاب و استفاده از تجهیزات حفاظتی و یا عدم توجه به این معیارها در واحد تولیدی/صنعتی تحت نظارت جامعه هدف باشد.

چنانچه متخصصان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای، کارفرمایان و یا سایر متولیان در امر تهیه و تامین تجهیزات حفاظتی، آگاهی کافی نسبت به معیارها و فاکتورهای مهم و اثرگذار بر انتخاب و استفاده از تجهیزات حفاظتی نداشته باشند، با وجود تامین و در اختیار قرار دادن این تجهیزات، از سوی کارگران مورد استفاده قرار نگرفته و منجر به کاهش اثربخشی برنامه‌های حفاظتی در محیط کار می‌گردد. بعنوان نمونه، در مطالعه مروتی شریف آبادی و همکاران که با هدف بررسی عوامل مرتبط با عدم استفاده از گوشی‌های حفاظتی در کارگران کارخانجات ریسندگی- بافندگی یزد انجام شد، مشخص شد که با وجود در اختیار داشتن این تجهیزات، کارگران از آن‌ها استفاده نکرده و مهمترین موانع استفاده از این تجهیزات را به ترتیب اختلال در صحبت کردن با دیگران، راحت نبودن گوشی، عرق کردن، فشار آمدن به گوش و خارش و التهاب گوش حین استفاده عنوان کرده بودند (۲۶). این در حالی است که با در نظر گرفتن شرایط شغلی در کارخانجات ریسندگی-بافندگی و انتخاب محافظ شنوایی سازگار با آن شرایط، می‌توان تا حد زیادی به بهبود وضعیت استفاده از این تجهیزات کمک کرد.

در رابطه با معیارهای انتخاب تجهیزات حفاظت تنفسی، جهانگیری و ماری ارپاد در مطالعه خود به موضوع انطباق ماسک تنفسی با صورت استفاده‌کننده و عدم وجود نشتی (۲۷)، Zhuang و همکاران به اهمیت جنس و کیفیت اجزاء تشکیل‌دهنده (۲۸) و Kim و همکاران به معیار

محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌باشند. حال، زمانی که این محدودیت‌ها در کنار ضعف‌های موجود در معیارهای انتخاب تجهیزات حفاظتی در صنایع مورد بررسی قرار می‌گیرند، ملاحظه می‌شود که چالش‌های اساسی در مسیر انتخاب درست و استفاده مناسب از تجهیزات حفاظتی مطرح بوده که مستلزم راهکارهای عملیاتی و کاربردی جامع‌تری می‌باشد.

یکی از پیشنهادات در این زمینه، استفاده از فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم، به ویژه هوش مصنوعی می‌باشد. صرف‌نظر از چالش‌های فوق، امروزه ما می‌دانیم که، تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی متنوعی در بازار موجود و سازندگان همواره در حال بروزرسانی، ارتقاء و تولید محصولات جدید می‌باشند. این تنوع در تجهیزات از طرفی نیز اهمیت در نظر گرفتن معیارها و ملاک‌های انتخاب تجهیزات حفاظتی مناسب باعث شده است که متخصصان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای شاغل در صنایع همواره با مساله پیچیده انتخاب مطلوب‌ترین تجهیز حفاظتی برای شغل یا وظیفه خاص روبه‌رو باشند. اگر چه مغز انسان در تجزیه و تحلیل موضوعات بسیار عالی عمل می‌کند، ولیکن در چنین شرایطی که با انبوهی از داده‌های مربوط به مواجهات شغلی، معیارهای مختلف گزینش و طیف وسیعی از تجهیزات حفاظتی متنوع سروکار دارد، اغلب قادر به پیگیری و مدیریت همگی آن‌ها بطور همزمان نمی‌باشد. در چنین شرایطی است که بکارگیری عامل‌های هوشمند می‌تواند در گزینش هر چه سریع‌تر، راحت‌تر، صحیح‌تر و با حداقل خطا، به کمک انسان بیاید. بنابراین، استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی به منظور لحاظ کردن همزمان تمامی معیارهای مهم و اساسی در انتخاب تجهیزات حفاظتی و نیز در نظر گرفتن نیازمندی‌های شغل، می‌تواند ضمن مرتفع کردن چالش‌های شناسایی شده در مطالعه حاضر به کارشناسان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای و نیز تمامی دست‌اندرکاران در امر تهیه و تامین تجهیزات حفاظتی جهت بهبود وضعیت موجود کمک شایانی نماید؛ موضوعی که نویسندگان مطالعه حاضر در حال بررسی و توسعه آن می‌باشند.

شاخص اثرگذاری بر اثربخشی آن باشد؛ بطوریکه Pacitto و همکاران در سال ۲۰۱۹ در بررسی اثربخشی ماسک‌های تنفسی نشان دادند که قیمت ماسک تاثیری بر اثربخشی آن نداشت. چرا که در مطالعه آن‌ها، بالاترین اثربخشی در خصوص ماسکی بدست آمد که بالاترین قیمت را نداشت و همینطور کمترین اثربخشی نیز در مورد ماسکی بدست آمد که کمترین قیمت را نداشت (۳۲). بنابراین، همواره تاکید می‌گردد که جهت گزینش صحیح بهتر است که به کلیه معیارها در کنار یکدیگر توجه شده و انتخاب بر اساس آن صورت گیرد.

ارتباط آماری معنی‌دار بدست آمده بین مسئولیت تامین تجهیزات حفاظتی و رضایت از کیفیت و کمیت آن‌ها، به این معنی است که اغلب افرادی که مسئولیت تامین این تجهیزات را برعهده داشتند نسبت به کیفیت و کمیت آن‌ها ابراز رضایت کرده و برعکس افرادی که مسئولیتی نداشتند، کیفیت و کمیت این تجهیزات را مورد تایید قرار نداده‌اند. بطوریکه به ترتیب  $42/5$  و  $48/3$  درصد افراد، کیفیت و کمیت تجهیزات حفاظت تنفسی و  $47/7$  و  $39/5$  درصد از آن‌ها کیفیت و کمیت تجهیزات حفاظت شنوایی را مورد تایید قرار نداده‌اند. به عبارت دیگر، از بین  $56/3$  درصدی که دخالتی در تهیه و تامین تجهیزات نداشتند، تنها  $8$  و  $8/6$  درصد از آن‌ها کیفیت و  $13/8$  و  $16/8$  درصد از آن‌ها کمیت تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی تهیه شده توسط کارپردازان، کارفرمایان و غیره را مورد تایید قرار داده‌اند؛ که این یافته می‌تواند بحث برانگیز باشد. اینکه آیا حقیقتاً تجهیزات تهیه شده توسط سایرین از مقبولیت کافی برخوردار نبوده است و یا تجهیزات تهیه شده توسط کارشناسان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای بهترین گزینه موجود بوده است؛ و یا اینکه تا چه حدی نظرات کارشناسان مورد مطالعه متاثر از ترجیح و سلیقه شخصی آن‌ها بوده است و تا چه حدی حین انتخاب تجهیزات معیارهای اساسی و مهم را مد نظر قرار داده و با شناخت بر تمامی موارد مهم و اصولی دست به تامین یا تایید تجهیزات زده‌اند، مواردی هستند که مطالعاتی از این دست نمی‌توانند به آن‌ها پاسخ داده و از

### نتیجه گیری

نقش برجسته تجهیزات حفاظتی، به ویژه تجهیزات حفاظت از سیستم تنفسی و شنوایی، بر هیچ کس، به ویژه متخصصان بهداشت و ایمنی شغلی پوشیده نیست. پرواضح است که این تجهیزات اگر به درستی انتخاب، نگهداری و توسط کارکنان مورد استفاده قرار گیرند، می‌توانند بطور موثری از کارگران در برابر آلودگی‌های موجود در محیط کار محافظت کنند. لازمه انتخاب درست شناخت و بکارگیری معیارها و ملاک‌هایی است که در گزینش این تجهیزات می‌بایست مورد توجه قرار گیرند. آنچه که از نتایج مطالعه حاضر بدست آمد، نشان داد که وضعیت انتخاب و بکارگیری تجهیزات حفاظت تنفسی و شنوایی در صنایع مورد بررسی، آنچنان رضایت بخش

نبوده که یکی از علل آن، چالش‌ها و محدودیت‌هایی است که در مسیر انتخاب این تجهیزات و مسئولیت در برابر آن وجود دارد. امید است که قابلیت‌های انقلاب صنعتی چهارم بتواند در این زمینه کمک‌کننده باشد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی تهران به شناسه ۶۴۲۱۷-۹۹-۴-۱۴۰۱ می‌باشد. بدینوسیله از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی تهران جهت حمایت مالی طرح و از همکاری صمیمانه کلیه کارشناسان و متخصصان بهداشت حرفه‌ای و ایمنی شاغل در صنایع و مراکز تولیدی استان تهران تشکر و قدردانی می‌گردد.

### REFERENCES

- Mikulic D. Personal protective equipment. Design of Demining Machines: Springer; 2013. p. 169-78.
- Denisov E, Morozova T, Adeninskaia E, Kur'evov N. The real-world effectiveness of personal protective equipment and additional risks for workers' health. Med Tr Prom Ekol. 2013(4):18-25.
- Rosenstock L, Cullen M, Fingerhut M. Occupational health. Disease Control Priorities in Developing Countries 2nd edition. 2006.
- Organization WH. Personal protective equipment. 2020.
- Saleh F, Halvani Gh. Effect of Engineering and non-engineering interventions on risk level of hazards, health and safety indicators in the ceramics industry. Occupational Medicine Quarterly Journal. 2017;9(2):71-82 [Persian].
- Blayney MB. The need for empirically derived permeation data for personal protective equipment: the death of Dr. Karen E. Wetterhahn. Appl Occup Environ Hyg. 2001;16(2):233-6.
- Reinhold K, Kalle S, Paju J. Exposure to high or low frequency noise at workplaces: differences between assessment, health complaints and implementation of adequate personal protective equipment. Agronomy research. 2014;12(3):895-906.
- Cowan DM, Benson SM, Cheng TJ, Hecht S, Boulos NM, Henshaw J. Evaluation of reported fatality data associated with workers using respiratory protection in the United States (1990–2012). Arch Environ Occup Health. 2016;72(4):11-3.
- Honarbaksh M, Jahangiri M, Ghaem H, Farhadi P. Respiratory protection program compliance in Iranian hospitals: application of fuzzy analytical hierarchy process. Workplace health & safety. 2018;66(4):173-82.
- Kolahi H, Jahangiri M, Ghaem H, Rostamabadi A, Aghabeigi M, Farhadi P, et al. Evaluation of respiratory protection program in petrochemical industries: application of analytic hierarchy process. Safety and health at work. 2018;9(1):95-100.
- Gerges SN, editor Hearing Protectors: Noise attenuation and comfort. INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings; 2010: Institute of Noise Control Engineering.
- Kozłowski E, Młyński R. The influence of frequency component content on the selection result of hearing protectors. Int J Occup Saf Ergon. 2021;27(4):1005-18.
- Kozłowski E, Młyński R. Selection of earmuffs and other personal protective equipment used in combination. International journal of environmental research and public health. 2019;16(9):1477.
- Webda. Guidelines for selecting and using personal

- protective equipment in the workplace. Environmental and Occupational Health Center, Ministry of Health, Treatment and Medical Training (Iran). 2013. [Persian];<https://behdasht.gov.ir/>.
15. Seçkiner SU, Ünal H. Comparing the alternatives for the most favourable personal protective equipment. *Int J Occup Saf Ergon*. 2019;1-7.
  16. Krejcie RV, Morgan DW. Determining sample size for research activities. *Educational and psychological measurement*. 1970;30(3):607-10.
  17. King R, Saliba A, Brock J. A comprehensive noise survey of the S-70A-9 Black Hawk helicopter. *Aerosp Med Hum Perform*. 1999;70(2):107-16.
  18. Jahangiri M, Motovagheh M, Khavvaj S. Investigation of effective factors on risk perception and proper use of respirators in a petrochemical industry. *Iran Occup Health J*. 2009;6(1):15-21. [Persian].
  19. Emami F. Survey Situation and Factors Affect on Hearing Protection Large Industry Workers of Hamadan City in 2001-2002. *Avicenna Journal of Clinical Medicine*. 2004;10(4):55-8. [Persian].
  20. Mirzaei R, Rakhshani F. Factors affecting the use of hearing protection devices among industrial workers of Sistan and Baluchestan province. *Journal of Inflammatory Diseases*. 2012;16(3):66-71. [Persian].
  21. Mahdavi F, Monazzam MR, Zakerian SA, Meshkani M. Increasing the Use of Hearing Protection Devices by Delegating the Right to the Workers. *Archives of Occupational Health*. 2019.
  22. Gerges SN. Earmuff comfort. *Applied acoustics*. 2012;73(10):1003-12.
  23. Berger E, Royster L. In search of meaningful measures of hearing protector effectiveness. *Spectrum Suppl*. 1996;13:29.
  24. Hsu Y-L, Huang C-C, Yo C-Y, Chen C-J, Lien C-M. Comfort evaluation of hearing protection. *Int J Ind Ergon*. 2004;33(6):543-51.
  25. Ahmadi S, Nassiri B, Ghasemi I, Ep MRM. Acoustic performance of 3D printed nanocomposite earmuff. *Glob J Health Sci*. 2016;8(1):180.
  26. Morowatisharifabad MA, Jowzi F, Barkhordi A, Falahzadeh H. Related factors to workers' use of hearing protection device in knitting & ppinning factories of Yazd city based on Protection Motivation Theory. *Iran Occup Health J*. 2009;6(3):50-9. [Persian].
  27. M Jahangiri, H Mari-Aryad. Studying the conformity of half-face respirators in workers of a petrochemical industry in Iran. *Medical Journal of Hormozgan University*. 2009;1(1):The association between risk41-6. [Persian].
  28. Zhuang Z, Coffey CC, Ann RB. The effect of subject characteristics and respirator features on respirator fit. *J Occup Environ Hyg*. 2005;2(12):641-9.
  29. Kim H, Han D-H, Roh Y-M, Kim K, Park Y-G. Facial anthropometric dimensions of Koreans and their associations with fit of quarter-mask respirators. *Industrial Health*. 2003;41(1):8-18.
  30. Arezes PM, Miguel AS. Risk perception and safety behaviour: A study in an occupational environment. *Safety science*. 2008;46(6):900-7.
  31. Javadi M, Sharifi Z, Nezamdoost A, Rastaghi S, Abareshi F. The association between risk perception and knowledge with the behavior of using respiratory protection devices in the four National Oil Products Distribution Company. *Occupational Medicine Quarterly Journal*. 2021;13(2):52-9. [Persian].
  32. Pacitto A, Amato F, Salmatoniadis A, Moreno T, Alastuey A, Reche C, et al. Effectiveness of commercial face masks to reduce personal PM exposure. *Science of the total environment*. 2019;650:1582-90.