

## Safety Assessment of a Pottery Factory Using Elmeri<sup>+</sup> Index

Pouyan Ghorbani<sup>1</sup>,  
Zahra Naghavi-Konjin<sup>2</sup>,  
Siavash Etemadinezhad<sup>3</sup>,  
Jamshid Yazdani-Charati<sup>4</sup>

<sup>1</sup> MSc Student in Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

<sup>3</sup> Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

<sup>4</sup> Professor, Department of Biostatistics, Health Sciences Research Center, Addiction Institute, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received September 13, 2021 ; Accepted December 19, 2021)

### Abstract

**Background and purpose:** Proactive indicators for occupational health and safety (OHS) can provide necessary information about the potential causes of accidents and the effectiveness of occupational safety and health management systems based on simultaneous examining of work environment, working conditions, and workers' behavior. The present study aimed at assessing safety status in a pottery factory using Elmeri index.

**Materials and methods:** A descriptive cross-sectional study was conducted in a pottery factory in Mazandaran province, 2021. OHS performance of the factory was evaluated in 19 workstations using an observation-based Elmeri<sup>+</sup> index in six dimensions. Data analysis was conducted in Excel software based on calculating the index score for each unit (%), the average index (%) for dimensions, and the total factory average index (%).

**Results:** The average total score for Elmeri<sup>+</sup> index of the pottery factory was estimated to be 39.07%. Total scores for Elmeri<sup>+</sup> index of workstations showed that loading and cementing stations had the lowest scores and security and electrical stations had the highest scores. Of the six dimensions studied, industrial hygiene and ergonomics had the lowest score and workers' safety behavior had the highest score in different workstations.

**Conclusion:** The study showed that the pottery factory has poor OHS performance and most of the problems were associated with industrial hygiene. Therefore, establishment of OHS management systems (e.g., HSE-MS, ISO45001) can be effective in regular monitoring and implementing appropriate control strategies in a framework for systematic management of OHS could be of great benefit.

**Keywords:** safety and health performance, proactive safety index, pottery factory

J Mazandaran Univ Med Sci 2022; 31 (204): 123-132 (Persian).

\* Corresponding Author: Zahra Naghavi-Konjin - Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran  
(E-mail: z.naghavi@mazums.ac.ir)

## بررسی وضعیت ایمنی در کارخانه سفال سازی با استفاده از شاخص Elmeri<sup>+</sup>

پویان قربانی<sup>1</sup>  
زهرا نقوی کنجین<sup>2</sup>  
سیاوش اعتمادی نژاد<sup>3</sup>  
جمشید یزدانی چراتی<sup>4</sup>

### چکیده

**سابقه و هدف:** شاخص های فعال ایمنی و بهداشت شغلی مبتنی بر بررسی توام محیط کار، شرایط کار و رفتار کارگران، می توانند اطلاعات لازم درباره دلایل بالقوه حوادث و سطح اثربخشی سیستم های مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی ارائه دهند. لذا مطالعه حاضر به بررسی وضعیت ایمنی در کارخانه سفال سازی با استفاده از شاخص Elmeri<sup>+</sup> پرداخت.

**مواد و روش ها:** این مطالعه توصیفی - مقطعی در سال 1400 در یکی از کارخانجات تولید سفال در استان مازندران انجام شد. عملکرد ایمنی و بهداشت شغلی کارخانه در 19 ایستگاه کاری با استفاده از شاخص مبتنی بر مشاهده Elmeri<sup>+</sup> در 6 بُعد ارزیابی شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار اکسل با محاسبه نمره شاخص برای هر واحد (درصد)، میانگین ابعاد شاخص (درصد) و میانگین شاخص کل کارخانه (درصد) انجام شد.

**یافته ها:** میانگین نمره کلی شاخص Elmeri<sup>+</sup> کارخانه تولید آجر سفال 39/07 (درصد) برآورد شد. مقایسه نمره کل شاخص Elmeri<sup>+</sup> ایستگاه های کاری نشان داد واحدهای بارگیری و سیمان کاری دارای کم ترین و اتاق نگهداری و برق دارای بیش ترین نمره بودند. از 6 بُعد مورد بررسی، 2 بُعد وضعیت بهداشت صنعتی و ارگونومی به ترتیب پایین ترین و بُعد رفتار ایمنی کارگران در ایستگاه های کاری مختلف، بالاترین نمره را دارا بودند.

**استنتاج:** یافته ها نشان می دهد که کارخانه مورد مطالعه از نظر وضعیت ایمنی و بهداشت شغلی در وضعیت نامطلوبی است و بیش ترین مشکلات ایمنی و بهداشت شغلی در ارتباط با بُعد بهداشت صنعتی، ارزیابی شد. لذا استقرار سیستم های مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی (HSE-MS، ISO45001) می تواند در پایش منظم مسائل ایمنی و بهداشت شغلی و اجرای راهکارهای کنترلی مناسب در قالب سیستمی نظام مند موثر واقع گردد.

**واژه های کلیدی:** ارزیابی عملکرد ایمنی و بهداشت، شاخص فعال ایمنی، کارخانه سفال سازی

### مقدمه

حوادث شغلی باعث مرگ و میرها و صدمات جدی به شاغلین و تحمیل هزینه ها به سازمان ها می شوند. علاوه بر این، حوادث شغلی ممکن است عملکرد اقتصادی شرکت ها را از طریق متوقف کردن کار، کاهش اعتبار شرکت، تخریب روابط نیروی کار - کارفرما، صرف هزینه برای جبران غرامت های ناشی از صدمات و ... متاثر نمایند (1،2). مجموع هزینه حوادث شغلی 4 درصد از میزان تولید ناخالص داخلی برآورد می شود که می تواند

حوادث شغلی باعث مرگ و میرها و صدمات جدی به شاغلین و تحمیل هزینه ها به سازمان ها می شوند. علاوه بر این، حوادث شغلی ممکن است عملکرد اقتصادی شرکت ها را از طریق متوقف کردن کار، کاهش اعتبار

**مؤلف مسئول:** زهرا نقوی کنجین - ساری: کیلومتر 17 جاده خزرآباد، مجتمع دانشگاه علوم پزشکی پیامبر اعظم، دانشکده بهداشت E-mail: z.naghavi@mazums.ac.ir

1. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
  2. استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
  3. دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
  4. استاد، گروه آمار زیستی، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، پژوهشکده اعتیاد، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
- تاریخ دریافت: 1400/6/22 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: 1400/6/27 تاریخ تصویب: 1400/9/28

فشار قابل توجهی به اقتصاد هر کشوری وارد نماید(3). گفته می‌شود تنها 5 درصد از حوادثی که سالیانه رخ می‌دهد به سازمان بین‌المللی کار (ILO)، گزارش می‌گردد(4). سازمان بین‌المللی کار، نرخ واقعی مرگ و میرهای مرتبط با بیماری‌ها و حوادث شغلی را 2/78 میلیون مرگ در سال 2017 گزارش کرده است. آمار دقیقی از حوادث شغلی در ایران وجود ندارد. آنالیز حوادث ثبت شده توسط سازمان تامین اجتماعی نشان داده است که نسبت حادثه در بین کارگران مرد 290 مورد حادثه به ازاء 100 هزار نیروی کاری می‌باشد و اکثریت قریب به اتفاق حوادث در گروه سنی 25 تا 34 سال رخ داده‌اند(5). نظر به این که حوادث شغلی منبع عمده‌ای از ریسک را ارائه می‌دهند، ایمنی و بهداشت شغلی یک نگرانی عمده برای بسیاری از کشورها می‌باشد(6). اقدامات مختلفی برای تعیین ریسک شغلی و پیشگیری از حوادث در محیط‌های شغلی همچون روش‌های سنتی ایمنی شغلی، قوانین، مقررات، استانداردها، راهنماهای ایمنی، تحلیل حوادث، بررسی‌ها و بازرسی‌ها، آنالیز سیستم‌های مدیریت ایمنی و رفتارهای فردی در کشورهای مختلف بکار گرفته می‌شود(6،7).

گسترش سیستم‌های مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی (OHS) به طور چشمگیری تمرکز روی تکنیک‌ها و ابزارهای سنجش عملکرد را افزایش داده‌اند(8). شرکت‌ها برای تداوم موفقیت خود به صورت مداوم تصمیماتشان را مورد ارزیابی و ارزشیابی مجدد قرار می‌دهند. به همین منوال، ایمنی باید در یک شرکت قابل اندازه‌گیری و قابل تفسیر باشد(9). شاخص عملکرد ایمنی، سنجش تغییرات ایمنی در طی زمان (در ارتباط با پیشگیری از حادثه، آمادگی و واکنش) در نتیجه اقدامات صورت گرفته، تعریف شده است(10). به طور سنتی، شاخص‌های تاخیری (Lagging indicators) یا شاخص‌های واکنشی (Reactive indicators)، مثل نرخ‌های مرگ و میر و جراحت برای سنجش عملکرد ایمنی مورد استفاده قرار می‌گیرند(8). استفاده از شاخص‌های واکنشی برای مدیریت ایمنی در سطح شرکت‌ها به تنهایی ناکافی

می‌باشد. یک سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی کارآمد، باید دانش ایمنی، انگیزش ایمنی و رویکردهای انجام کار به صورت ایمن کارکنان را در تمامی سطوح سازمانی ارتقاء بخشد. همچنین باید محیط فیزیکی کار، علاوه بر ابزار و تجهیزات، فرایندهای کاری و ارگونومی کار بهبود یابد(11). از این رو سازمان‌ها باید شاخص‌های آینده‌نگر و پیشگیرانه (Proactive indicators) که تدوین برنامه‌های بهبود و اقدام اصلاحی پیش از بروز رویدادها را میسر می‌سازد، استفاده نمایند(12). از جمله مهم‌ترین شاخص‌های فعال می‌توان به تعداد ممیزی‌های انجام شده، تعداد ریسک‌های شناسایی شده و تعداد کارگران آموزش دیده و ... اشاره کرد. این روش‌ها به سازمان‌ها کمک می‌کنند تا کاستی‌ها و نواقص را پیش از بروز صدمات و خسارات، شناسایی و اصلاح کنند(13). پنج مولفه کلیدی برای شاخص‌های پیش‌رو پیشنهاد شده است: سادگی و پیوند نزدیک با پیامدها، عینی (قابل مشاهده) و قابل اندازه‌گیری بودن، قابلیت تفسیر به وسیله گروه‌های مختلف به روش یکسان، قابلیت کاربرد به طور گسترده در سرتاسر عملیات سازمان و سهولت و صحت در مکاتبه و اطلاع‌رسانی(8). روش Elmeri، در فنلاند در دهه 1990 توسعه یافت و در بخش‌های مختلف از صنعت تولید به منظور ارزشیابی ایمنی و بهداشت شغلی استفاده می‌شود. روش پایش Elmeri یک روش پیشگیرانه مبتنی بر بررسی محیط کار، شرایط کار و رفتار کارگران می‌باشد. این روش، اطلاعات عددی درباره دلایل بالقوه‌ای که علت حوادث هستند و سطح اثربخشی سیستم‌های مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی ارائه می‌دهد. به این علت است که این شاخص برای شناسایی نیازها برای تدوین، تنظیم اهداف و ارزشیابی نتایج احتیاطات اتخاذ شده بر حسب ایمنی و بهداشت کار کمک‌کننده است. از سوی دیگر، Elmeri می‌تواند بعنوان یک ابزار بازخورد برای توسعه رفتارهای ایمن، بر اساس کل عرصه‌های کاری در یک محیط کار یا یک نمونه معرف مورد استفاده قرار گیرد(7). روش Elmeri به دلیل ارزشیابی خطر ابعاد مختلف ایمنی و بهداشت

شغلی، ابزاری موثر جهت شناسایی مخاطرات شغلی و طرح‌ریزی هدفمند اقدامات مربوطه می‌باشد. این شاخص در طیف گسترده‌ای از محیط‌های مختلف شغلی همچون صنایع فولاد (13)، معادن سنگ مرمر (7)، معادن زغال (14) صنایع شیمیایی و نساجی (15)، آزمایشگاه و ... (۱۶، ۱۷) بکار گرفته شده است. بین مقادیر محاسبه شده این شاخص و نتایج ارزیابی ریسک همبستگی معناداری نشان داده شده است (14). کارخانجات تولید سفال و آجر بخش بزرگی از صنایع شرق استان مازندران را به خود اختصاص داده‌اند و بدلیل مدرن نبودن این صنایع، کارگران آن‌ها در معرض مواجهه با طیف متنوعی از انواع مخاطرات ایمنی و بهداشت شغلی قرار دارند. با وجود بکارگیری روش‌های مختلفی برای پیشگیری از بروز حوادث در کارخانجات نظیر کارخانه تولید سفال و آجر، بررسی‌های میدانی نشان داده است که حوادث متعددی در این صنایع همچنان منجر به آسیب به کارگران و منابع مالی می‌گردد و مطالعات اندکی به ارزشیابی مخاطرات ایمنی و بهداشت شغلی در صنایع سفال‌سازی پرداخته‌اند. لذا هدف مطالعه حاضر ارزیابی تمامی ابعاد ایمنی و بهداشت شغلی بخش‌های مختلف کارخانه سفال‌سازی با استفاده از شاخص  $Elmeri^+$  می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع توصیفی - مقطعی می‌باشد که در سال 1400 انجام شد. به منظور تعیین عملکرد ایمنی و بهداشت کارخانه تولید سفال از شاخص  $Elmeri^+$  استفاده شد. نسخه اولیه این شاخص با نام  $Elmeri$  توسط موسسات بهداشت حرفه‌ای و بازرسی ایمنی فنلاند برای صنایع تولیدی توسعه یافت که حاوی 26 آیتم مشاهده بود و تایید شد که پیش‌بینی‌کننده نرخ‌های حادثه در صنایع تولید فلزی باشد (18). روش  $Elmeri^+$  جهت تسریع سرعت و سهولت استفاده توسط شاغلین، توسعه یافت. روش جدید  $Elmeri^+$  تنها شامل 14 آیتم مشاهده‌ای می‌باشد. اعتبار روش  $Elmeri^+$  در پیش‌بینی

ریسک حادثه یک محیط کار، در 128 شرکت مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج مطالعه حاکی از آن بوده است که شرکت‌هایی با مقادیر شاخص کم‌تر از 75 درصد، 3 تا 4 برابر ساعت تلف شده بیش‌تری در اثر حوادث نسبت به گروه‌های صنعتی با مقادیر شاخص بالاتر از 90 درصد را تجربه کرده‌اند (11). جهت روایی ابزار بررسی، ترجمه صحیح چک لیست توسط اعضای پژوهش مورد بررسی قرار گرفت و به منظور اطمینان از صحت مشاهدات، از راهنمای قوانین مشاهده  $Elmeri$  ( $Elmeri$  observation rules) و مصادیق ذکر شده بهره گرفته شد. مطالعه در کارخانه تولید سفال که دارای 175 نفر شاغل انجام گرفت. شاخص‌های ایمنی محاسبه شده برحسب ابعاد و دپارتمان‌های کاری مشاهده شده ارزشیابی گردیدند. آنالیز نتایج مشاهده با استفاده از برنامه اکسل براساس فرمول شاخص  $Elmeri^+$  برای هر واحد انجام شد، همچنین میانگین شاخص  $Elmeri^+$  برای ابعاد شش‌گانه محاسبه شد.

در روش  $Elmeri^+$  6 بُعد (گروه) در هر نقطه کاری مطابق با جنبه‌های محیط کار مورد مشاهده قرار می‌گیرد که شامل: رفتار ایمن، پاکیزگی و نظم و ترتیب، ایمنی ماشین‌آلات، ارگونومی، بهداشت صنعتی، مسیرهای تردد، کمک اولیه و ایمنی حریق و غیره می‌باشد. هر فاکتور یا گروه یک یا چند مساله فرعی دارد و هنگامی که مساله مشاهده شده منطبق با استاندارد ایمنی است، صحیح "Correct" و هنگامی که مساله ایمنی مطابق با استاندارد نیست، امتیاز ناصحیح "Incorrect" داده می‌شود. درصد امتیازات صحیح، به عنوان شاخص ایمنی پذیرفته می‌شود. بنابراین  $Elmeri^+$  یک شاخص ایمنی به واسطه پایش استاندارد ایمنی موجود در محیط کار فراهم می‌کند. شاخص ایمنی می‌تواند بین 0 و 100 درصد تغییر کند. برای نمونه، شاخص 60 درصد به معنای این است که 60 مورد از 100 مساله مشاهده شده مطابق با استانداردهای ایمنی کار و پیاده‌سازی در محیط کار است. شاخص ایمنی به صورت مجزا هم برای

گروه‌های انتخابی (آیتم‌های اصلی) و هم واحد کاری محاسبه می‌شود. بنابراین این امکان وجود دارد که هم نقاط ضعف و هم قدرت شرکت را برحسب گروه‌ها و دپارتمان‌های کاری آنالیز نمود. برای نمونه در صورتی که در یک شرکت، امتیازاتی که به ایمنی ماشین‌آلات در هر دپارتمان داده شده است باهم ارزشیابی شوند، سطح ایمنی ماشین‌آلات (شاخص گروه Elmeri<sup>+</sup>) می‌تواند تعیین گردد. هنگامی که امتیازات کل با هم ارزیابی می‌شوند، سطح ایمنی یک شرکت (شاخص Elmeri<sup>+</sup> شرکت) می‌تواند تعیین گردد. به این ترتیب، امکان رتبه‌بندی ایمنی و بهداشت شغلی شرکت برای هر حوزه کاری و هر گروه مشاهده میسر است. در

کارگران دارای مشاغل یکسانی باشند، مشاهده تمامی ایستگاه‌های کار الزامی نمی‌باشد و نمونه معرف گرفته می‌شود. آیتم‌های مشاهده شده باید ریسک‌های اصلی حادثه، ریسک فاکتورهای معمول برای حوادث مکرر و هم ریسک فاکتورهای معمول برای حوادث شدید اما دارای فراوانی کم را دربرداشته باشد. این اصل اعتبار روش را در پیش‌بینی حوادث جدی و جزئی افزایش می‌دهد. آیتم‌های مشاهده شده باید فاکتورهای تنش اسکلتی-عضلانی و مواجهه‌های بهداشت صنعتی را شامل گردد. این اصل اعتبار روش را در خصوص بیماری‌های شغلی افزایش می‌دهد. همچنین کارگرانی که ایستگاه کاری ثابت و مشخصی نداشته‌اند مانند رانندگان تراکتور و نظافتچیان کوره، مورد مشاهده قرار گرفتند.

3- هر آیتم در صورتی که الزامات استانداردهای مربوطه ایمنی را برآورده می‌ساخت، "به صورت صحیح" امتیاز داده شد در غیر این صورت آیتم به صورت "ناصحیح" امتیازدهی شد. در صورت عدم اطمینان از امتیازدهی، به آیتم مورد نظر امتیازی تعلق نگرفت. این انعطاف‌پذیری در امتیازدهی روش برای تغییرات در قانون و برای استفاده در کشورهای مختلف می‌باشد.

4- شاخص ایمنی، به صورت درصدی از آیتم‌های "صحیح" در ارتباط با تمامی آیتم‌های مشاهده محاسبه گردید.

جدول شماره 1: روش Elmeri<sup>+</sup>، آیتم‌های مشاهده شده در هر ایستگاه کاری (11)

| آیتم اصلی           | آیتم‌های فرعی و معیار                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| رفتارهای ایمن       | 1- کارگر تجهیزات حفاظت فردی لازم را استفاده می‌کند و ریسک‌های مشهودی را مرتکب نمی‌شود.                                                                                                                                                                                                                                                          |
| از گونومی           | 1- این کار وظایف تکراری خط‌یافتن یا حمل و نقل دستی بار سنگین را در بر ندارد.<br>2- ایستگاه کاری و ابزار آلات و تجهیزات طراحی ارگونومیک دارند.                                                                                                                                                                                                   |
| ایمنی ماشین آلات    | 1- ماشین آلات در شرایط عملیاتی ایمن قرار دارند. دستگاه‌های ایمنی با استانداردهای ایمنی مطابقت دارند.<br>2- وسایل کنترل ماشین آلات با استانداردهای ایمنی مطابقت دارند.                                                                                                                                                                           |
| مسیرهای عبور و مرور | 1- مسیرهای تردد مستحکم بوده، علامت‌گذاری شده و بدون لغزندگی هستند. مسیرهای تردد عابران و وسایل نقلیه در صورت لزوم از هم جدا شده‌اند. حفاظت‌ها از سقوط با استانداردهای ایمنی مطابقت دارد.<br>2- خروجی‌های اضطراری و علامت خروج با استانداردهای ایمنی مطابقت دارند.                                                                               |
| نظافت و نظم و ترتیب | 1- مسیرهای تردد پاکیزه بوده و شلوغ نیستند، فاقد ریزش روغن و آب هستند.<br>2- میزهای کار، قفسه‌ها، سطوح ماشین‌آلات و سایر سطوح تمیز و عاری از اشیاء غیر ضروری هستند.<br>3- ظروف زباله بیش از حد پر نشده‌اند.                                                                                                                                      |
| بهداشت صنعتی        | 1- ایستگاه کاری فاقد سطوح خطرناک یا ناراحت کننده صدا می‌باشد.<br>2- روشیابی ایستگاه کاری کافی و عاری از تابش خیره کننده است.<br>3- شرایط دمای ایستگاه کاری، رطوبت و سرعت هوای خطرناک است.<br>4- هوای ایستگاه کاری تمیز و آلودگی ندارد. کار با مواد شیمیایی به صورت ایمن انجام می‌شود. برچسب ایمنی مطابق با استانداردهای ایمنی مقرر شده می‌باشد. |

جدول شماره 1: فاکتورهای اصلی و فرعی روش Elmeri<sup>+</sup> ذکر شده است. از مزایای روش Elmeri<sup>+</sup> این است که کارشناسان از جدول امتیازدهی استفاده نمی‌کنند و محاسبات پیچیده انجام نمی‌دهند. بنابراین، اجرای روش خیلی ساده و آسان است. به عبارت دیگر، می‌توان گفت که یک بازرس ایمنی ممکن است محیط کار را در مدت زمان کوتاهی با این روش ارزیابی نماید. علاوه بر این، همبستگی معناداری بین شاخص ایمنی Elmeri<sup>+</sup> و درصد حوادث نشان داده شده است. به گونه‌ای که یک شاخص ایمنی بالا، بیانگر ریسک پایین حوادث و برعکس می‌باشد و روش Elmeri<sup>+</sup> یک پیش‌بینی‌کننده معتبر از ریسک حوادث ارزیابی شده است (11).

مراحل اجرای روش مشاهده‌ای Elmeri<sup>+</sup> به صورت زیر انجام شد:

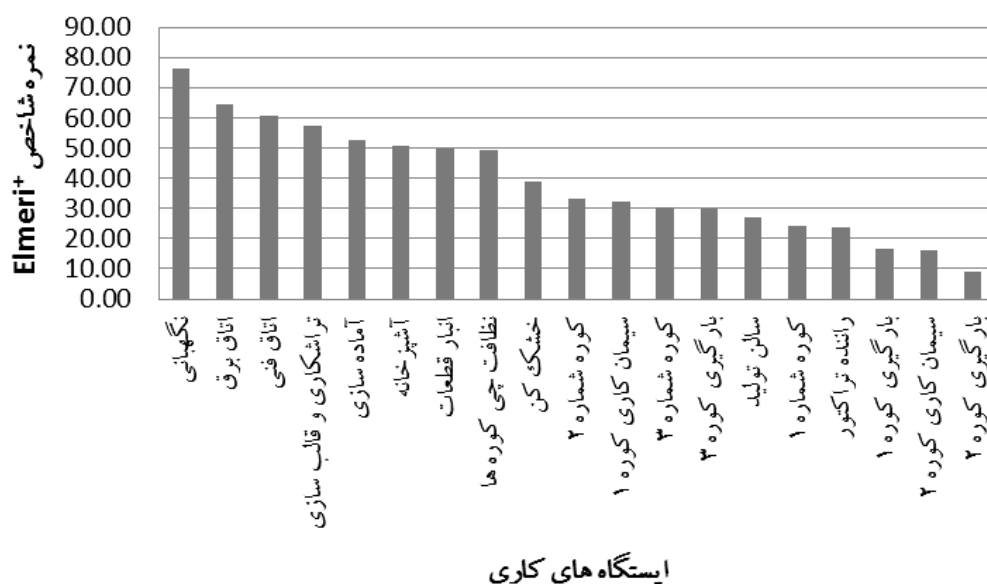
- 1- محیط کار توسط مشاهده کننده بازدید و به ایستگاه‌ها یا محوطه‌های کاری کوچک تر تقسیم شد.
- 2- تمام ایستگاه‌ها یا محوطه‌های کار شامل وظایف کاری و همچنین محوطه‌های بیرونی همچون مسیرهای تردد و انبارش مواد و محوطه‌های زائدات یک به یک مشاهده گردید. اگر در صنعت مورد نظر تعداد زیادی از

## یافته‌ها

روش Elmeri<sup>+</sup> به عنوان یک شاخص معتبر در ارزیابی عملکرد ایمنی صنایع شناخته شده است (13). در این مطالعه 19 ایستگاه کاری مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به جدول شماره 2 بررسی یافته‌ها نشان می‌دهد که میانگین نمره کلی شاخص Elmeri<sup>+</sup> کارخانه تولید آجر سفال 39/07 درصد بوده است.

مقایسه شاخص کل Elmeri<sup>+</sup> بین کارگاه‌های مورد بررسی نشان می‌دهد، اتاق نگهداری (با شاخص ایمنی 76/36 درصد) و اتاق برق ایمن‌ترین (با شاخص ایمنی 64/29 درصد) و واحد بارگیری کوره 2 ریسکی‌ترین (با شاخص ایمنی 9 درصد) می‌باشند (نمودار شماره 1). در واحد بارگیری 2 برای معیارهای ارگونومی، مسیرهای عبور و مرور، نظافت و نظم و ترتیب و بهداشت صنعتی هیچگونه وضعیت صحیحی مشاهده نشد. بهداشت صنعتی با میانگین 19/06 درصد کم‌ترین نمره و رفتارهای ایمن با میانگین 70/80 درصد بالاترین نمره را در میان ابعاد یا معیارهای شاخص Elmeri<sup>+</sup> در

کارگاه‌های مورد بررسی نشان داده است (نمودار شماره 2). از میان 19 ایستگاه مورد بررسی، 12 ایستگاه از نظر معیار بهداشت صنعتی با استاندارد ایمنی مطابقت نداشتند. وضعیت ارگونومی هم در این شرکت با میانگین نمره 29/81 درصد بعد از بهداشت صنعتی، کم‌ترین انطباق را با وضعیت استاندارد نشان داد. ایستگاه‌های کاری کوره‌ها، بارگیری کوره، نظافتچی کوره و راننده تراکتور کم‌ترین نمره را از دیدگاه معیار ارگونومی نشان دادند. از نظر بُعد وضعیت ایمنی مسیرهای عبور و مرور آشپزخانه و بارگیری کوره 3 کم‌ترین نمره را کسب نموده‌اند. از نظر بُعد ایمنی ماشین‌آلات و تجهیزات اتاق برق، خشک کن و نگهداری بالاترین نمره و ایستگاه بارگیری کوره 3، انبار قطعات و همچنین رانندگی تراکتور کم‌ترین نمره را به خود اختصاص داده‌اند. از نقطه نظر معیار نظافت و نظم و ترتیب، ایستگاه کوره شماره 1 و بارگیری کوره در پایین‌ترین سطح بین ایستگاه‌های مختلف قرار داشتند (جدول شماره 2).

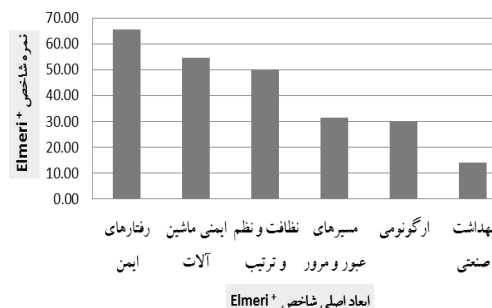


نمودار شماره 1: نمره کل شاخص Elmeri<sup>+</sup> در ایستگاه‌های مختلف کاری کارخانه تولید سفال

جدول شماره 2: ارزیابی شاخص Elmeri<sup>+</sup> و ابعاد مختلف آن در قسمت‌های مختلف کارخانه تولید سفال

| واحد                                | رغاره‌های ایمن | ارگونومی    | ایمنی ماشین‌آلات | مسیرهای عبور و مرور | نظافت و نظم و ترتیب | بهداشت صنعتی | شاخص کلی واحد (2) |
|-------------------------------------|----------------|-------------|------------------|---------------------|---------------------|--------------|-------------------|
| تراشکاری و قالب سازی                | 66/67          | 42/86       | 70/00            | 25/00               | 66/67               | 55/56        | 57/14             |
| کوره شماره 1                        | 71/43          | 0/00        | 46/15            | 50/00               | 0/00                | 0/00         | 24/14             |
| کوره شماره 2                        | 80/00          | 0/00        | 66/67            | 25/00               | 55/56               | 0/00         | 33/33             |
| کوره شماره 3                        | 70/00          | 0/00        | 75/00            | 14/29               | 62/50               | 0/00         | 30/30             |
| سیمان کاری کوره 1                   | 57/14          | 30/77       | عدم مشاهده       | 25/00               | 50/00               | 0/00         | 32/58             |
| سیمان کاری کوره 2                   | 66/67          | 7/69        | 0/00             | 50/00               | 33/33               | 0/00         | 16/28             |
| بارگیری کوره 1                      | 60/00          | 0/00        | 30/77            | 25/00               | 41/67               | 0/00         | 16/82             |
| بارگیری کوره 2                      | 30/00          | 0/00        | 42/86            | 0/00                | 0/00                | 0/00         | 9/00              |
| بارگیری کوره 3                      | 66/67          | 33/33       | 0/00             | 31/25               | 33/33               | 0/00         | 29/92             |
| نظافتچی کوره                        | 100/00         | 0/00        | عدم مشاهده       | 100/00              | 45/55               | 0/00         | 49/11             |
| سائن تولید                          | 66/67          | 11/76       | 47/06            | 38/46               | 44/44               | 0/00         | 27/04             |
| نگهداری                             | 100/00         | 66/67       | 100/00           | 100/00              | 100/00              | 61/11        | 76/36             |
| آماده سازی                          | 66/67          | 33/33       | 66/67            | 18/18               | 60/00               | 68/75        | 52/86             |
| انبار قطعات                         | 100/00         | 60/00       | 0/00             | 40/00               | 55/56               | 50/00        | 50/00             |
| خشک کن                              | 33/73          | 50/00       | 100/00           | 28/57               | 50/00               | 0/00         | 38/78             |
| آشپزخانه                            | 100/00         | 50/00       | عدم مشاهده       | 0/00                | 42/86               | 60/00        | 50/57             |
| اتاق برق                            | 50/00          | 100/00      | 100/00           | 66/67               | 75/00               | 22/22        | 64/29             |
| اتاق فنی                            | 60/00          | 80/00       | 50/00            | 100/00              | 58/33               | 44/44        | 60/53             |
| راندنه تراکتور                      | 66/67          | 0/00        | 0/00             | 50/00               | عدم مشاهده          | 0/00         | 23/53             |
| میانگین و انحراف معیار نمره هر بُعد | 70/80±21/54    | 29/81±31/41 | 49/69±37/83      | 44/07±33/70         | 49/11±25/58         | 19/06±27/09  | 39/07±18/44       |

\* نکته: با توجه به فرمول محاسبه شاخص Elmeri<sup>+</sup> در مواردی که هیچگونه وضعیت "صحیح" مشاهده نشده است و تمامی موارد "ناصحیح" بوده است، نمره شاخص صفر بدست آمده است.



نمودار شماره 1: نمره کلی معیارهای اصلی شاخص Elmeri<sup>+</sup> در کارخانه تولید سفال

## بحث

بررسی‌ها نشان داد نمره کلی شاخص Elmeri<sup>+</sup> برای کارخانه سفال در 19 ایستگاه کاری مورد بررسی، 39/07 درصد بوده است که به معنای مطابقت 39 مورد از هر 100 مشاهده با استانداردهای ایمنی شاخص Elmeri<sup>+</sup> می‌باشد و از این رو بیانگر وضعیت نامطلوب سطح عملکرد ایمنی و بهداشت شغلی شرکت مورد مطالعه می‌باشد. جهانگیری و همکاران سطوح شاخص Elmeri را به چهار سطح خیلی ضعیف (صفر تا 25 درصد)، ضعیف (25 تا 50 درصد) متوسط (50 تا 75 درصد) و

خوب (75 تا 100 درصد) دسته‌بندی نموده‌اند (19). یافته‌ها نشان می‌دهد که کارخانه مورد مطالعه از نظر وضعیت ایمنی و بهداشت شغلی در وضعیت نامطلوبی است و بیش‌ترین مشکلات ایمنی و بهداشت شغلی به لحاظ ماهیت آلاینده فرایندها و فعالیت‌های سفال‌سازی که اغلب به صورت دستی انجام می‌شود در ارتباط با بُعد بهداشت صنعتی و ارگونومی ارزیابی گردید.

به لحاظ این واقعیت که مطالعه مشابهی با استفاده از این شاخص در صنعت سفال‌سازی صورت نگرفته است، مقایسه نتایج با مطالعاتی که از این شاخص بهره گرفته‌اند، انجام گرفت. در مطالعه کاظمی و همکاران که عملکرد ایمنی و بهداشت یکی از صنایع فولاد خوزستان با شاخص Elmeri مورد ارزیابی قرار گرفت، نمره کلی شاخص 69 درصد برآورد گردید که بیانگر عملکرد متوسط به لحاظ ایمنی و بهداشت شغلی در صنعت مربوطه بود (13). Laitinen و همکاران که اعتبار شاخص Elmeri<sup>+</sup> را بعنوان ابزاری جهت سنجش سطح ایمنی یک سازمان برای ارزیابی 128 شرکت مورد ارزیابی قرار دادند، چنین نتیجه گرفتند که نتایج سنجش سطح ایمنی به‌وسیله این ابزار همبستگی معناداری با شاخص‌های

مبتنی بر داده‌های تجمعی حوادث در سازمان‌ها دارد. در مطالعه ایشان مقادیر این شاخص برای گروه‌های شرکت با بدترین مقادیر شاخص 75 درصد گزارش شده است (11). در مطالعه Rudakov و همکاران نمره شاخص Elmeri، 62 درصد بوده است (14)، که این یافته‌ها نشان می‌دهد وضعیت عملکرد ایمنی و بهداشتی کارخانه سفال مورد مطالعه در مقایسه با مطالعات گذشته بسیار پایین بوده است.

نتایج مطالعه حاضر نشان داده است بُعد رفتار ایمنی با نمره 70/80 درصد، بالاترین رتبه و بُعد بهداشت صنعتی با نمره 19/06 درصد پایین‌ترین رتبه را در بین ابعاد 6 گانه شاخص Elmeri<sup>+</sup> در صنعت سفال‌سازی داشته است. در مطالعه ملکوتی خواه و همکاران که وضعیت ایمنی و بهداشت آزمایشگاه‌های آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه علوم پزشکی شیراز براساس رویکرد Elmeri مورد بررسی قرار دادند بالاترین رتبه مربوط به بُعد رفتار ایمنی فردی ( $86/46 \pm 12/89$  درصد) بوده است که با یافته مطالعه حاضر همخوانی دارد (21). این در حالی است که در مطالعه کاظمی و همکاران که در 288 ایستگاه کاری در یکی از صنایع فولاد استان خوزستان انجام شده است بُعد ایمنی ماشین‌آلات بیش‌ترین نمره را به خود اختصاص داده بود که از این نظر با مطالعه حاضر همخوانی ندارد ولی مطابق مطالعه حاضر بُعد بهداشت صنعتی از کم‌ترین رتبه برخوردار بوده است (13). مطابق نتایج نمودار شماره 1، ایستگاه بارگیری و سیمان‌کاری کوره دارای کم‌ترین نمره در بین ایستگاه‌های مختلف بوده‌اند که بررسی‌ها نشان می‌دهد بُعد وضعیت بهداشتی این قسمت‌ها با توجه به وجود عوامل زیان‌آور شغلی بسیار نامطلوب بوده است. بررسی دلایل پایین بودن بُعد بهداشت صنعتی در صنعت مورد مطالعه نشان داده است وجود سر و صدا (صدای دستگاه والس در سالن آماده‌سازی خاک، دستگاه فک و خرد کن، دستگاه قالب‌گیری، دستگاه نوار برش تخلیه و ...)، عدم وجود روشنایی کافی (در سالن تولید و تخلیه، سالن آماده

سازی) و وجود تنش حرارتی و رطوبت بالا (کوره‌ها، قسمت خشک‌کن و تاسیسات) از جمله عواملی بوده است که منجر به کاهش سطح بهداشت صنعتی در کارخانه مورد مطالعه شده است. علاوه بر این شرایط ایمنی دستگاه‌ها و تجهیزات بسیار خطرناک بوده و از این رو آسیب و صدمه به کارگر محتمل است. لذا جهت کنترل مخاطرات بهداشتی در گام نخست ارزشیابی میزان صدا و تنش‌های حرارتی که اصلی‌ترین مخاطرات ایستگاه بارگیری و سیمان‌کاری کوره هستند، جهت اجرای اقدامات کنترلی مناسب موثر خواهد بود. بررسی بُعد وضعیت ارگونومی در ایستگاه‌های مختلف کاری نشان داده است ایستگاه کاری کوره‌ها، بارگیری کوره و نظافتی کوره و راننده تراکتور دارای کمترین نمره ممکن بوده‌اند و شرایط بسیار نامطلوب ارگونومیک نظیر پوسچرهای نامناسب کاری، خم شدن بیش از حد، ایستادن طولانی مدت، انجام حرکات تکراری و ... در این ایستگاه‌های کاری مشهود بوده است. بازطراحی ایستگاه‌های کاری از نظر ارگونومی، انجام آموزش‌های لازم در خصوص نحوه صحیح انجام کار، رعایت نظام کار - استراحت، انجام آموزش‌های لازم برای نحوه صحیح بلند کردن بار و ... از جمله اقداماتی است که جهت بهبود بُعد ارگونومی لازم می‌باشد.

بررسی وضعیت ایمنی مسیرهای عبور و مرور ایستگاه‌های کاری نشان وضعیت نامطلوب آشپزخانه و ایستگاه بارگیری کوره 3 دارد. از جمله مهم‌ترین مواردی که به عنوان موارد ناصحیح در مسیرهای عبور و مرور آشپزخانه و بارگیری کوره مشاهده شده است عدم وجود مسیر تردد ثابت به دلیل ریخت پاش در محل کار، عدم وجود خروجی اضطراری، وجود سطوح لغزنده در آشپزخانه و عدم وجود حفاظ مناسب برای جلوگیری از سقوط در محل کوره بارگیری 3 بوده است. لذا جهت افزایش سطح ایمنی و کاهش خطراتی نظیر لیز خوردن، زمین خوردن، سقوط و ... که در نتیجه وجود مسیرهای عبور مرور ناایمن به وجود می‌آید،

شناسایی نقاط خطرناک در مسیرهای عبور و مرور و ایمن سازی آنها، استقرار تجهیزات در جای مناسب و جمع آوری مواد اضافی از مسیرهای عبور و مرور موثر بوده و بهره گیری کارگران از کفش مناسب باعث کاهش حوادث لیز خوردگی خواهد شد.

نظم و نظافت کارگاهی از جمله فاکتورهایی است که در افزایش سطح ایمنی و کاهش نرخ حوادث در صنعت نقش اساسی ایفا می کند که از این نظر ایستگاه کوره شماره 1 نظم و نظافت در پایین ترین سطح ممکن وجود داشته است، به طوری که مسیرهای تردد پاکیزه نبوده و بسیار شلوغ بوده اند، میز کار و سطوح ماشین آلات کثیف بوده است و جهت ارتقا وضعیت نظم و نظافت این واحدها لزوم پیاده سازی نظام 5S بیش از سایر واحدها می باشد.

یافته های مطالعه حاضر نشان داده است که کارخانه مورد مطالعه از نظر وضعیت ایمنی و بهداشت عملکرد مطلوبی نداشته است و در میان ابعاد مختلف شاخص Elmeri<sup>+</sup>، بعد بهداشت صنعتی در کارخانه سفال سازی کم ترین نمره را داشته است. لذا پیشنهاد می گردد با توجه به اهمیت موضوع ایمنی و بهداشت و حفظ و صیانت از سلامت نیروی کاری با استقرار سیستم های مدیریتی نظیر HSE-MS و ISO 45001 اقدامات موثر در قالب یک برنامه مشخص و مدون صورت گیرد. از

جمله محدودیت های این تحقیق می توان به تاثیر نظر شخصی کارشناس در تشخیص موارد صحیح و یا ناصحیح ایمنی و بهداشتی و تلاش کارگران برای غیرواقعی نشان دادن شرایط طبیعی محیط کار با توجه اقدامات صورت گرفته برای مشاغل سخت و زیان آور در صنعت مورد مطالعه اشاره کرد. لذا برای انجام پژوهش های بعدی پیشنهاد می گردد جهت افزایش صحت ارزیابی، تشخیص موارد صحیح و ناصحیح براساس نتایج اندازه گیری عوامل زیان آور بهداشتی و نتایج ارزیابی ریسک در صنایع مختلف انجام گردد. همچنین توصیه می شود مطالعات مداخله ای با استفاده از این شاخص و به صورت تعیین تاثیرگذاری اقدامات کنترلی به صورت قبل و بعد از اجرا اقدامات کنترلی با استفاده از نتایج شاخص Elmeri مورد بررسی قرار گیرد.

### سپاسگزاری

مطالعه حاضر حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد با شماره طرح 8704 سال 1400 با کد اخلاق IR.MAZUMS.REC.1400.8704 می باشد. نویسندگان مقاله مراتب سپاس خود را از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران، مدیریت و کارکنان شرکت سفال سازی برای همکاری صمیمانه شان اعلام می دارند.

### References

1. Kim DK, Park S. An analysis of the effects of occupational accidents on corporate management performance. *Safety science* 2021; 138: 105228.
2. DeCamp W, Herskovitz K. The theories of accident causation. *Security Supervision and Management*: Elsevier; 2015. p. 71-78.
3. Hämmäläinen P. The effect of globalization on occupational accidents. *Safety Science* 2009; 47(6): 733-742.
4. Hämmäläinen P, Leena Saarela K, Takala J. Global trend according to estimated number of occupational accidents and fatal work-related diseases at region and country level. *J Safety Res* 2009; 40(2): 125-139.
5. Mehrdad R, Seifmanesh S, Chavoshi F, Aminian O, Izadi N. Epidemiology of occupational accidents in Iran based on social security organization database. *Iranian Red Crescent Med J* 2014; 16(1): e10359.

6. Aneziris ON, Topali E, Papazoglou IA. Occupational risk of building construction. Reliability Engineering and System Safety 2012; 105: 36-46.
7. Ersoy M, Yesilkaya L. Comparison of the occupational safety applications in marble quarries of Carrara (Italy) and Iscehisar (Turkey) by using Elmeri method. Int J Inj Contr Saf Promot 2016; 23(1): 29-63.
8. Sinelnikov S, Inouye J, Kerper S. Using leading indicators to measure occupational health and safety performance. Safety science 2015; 72: 240-248.
9. Versteeg K, Bigelow P, Dale AM, Chaurasia A. Utilizing construction safety leading and lagging indicators to measure project safety performance: a case study. Safety Science 2019; 120: 411-421.
10. Øien K, Utne IB, Herrera IA. Building safety indicators: Part 1—theoretical foundation. Safety science 2011; 49(2): 148-161.
11. Laitinen H, Vuorinen M, Simola A, Yrjänheikki E. Observation-based proactive OHS outcome indicators—validity of the Elmeri+ method. Safety science 2013; 54: 69-79.
12. Barkhordari A, Dehghani A, Kianfar A, Mahmoudi S, Aminifard F. Safety performance evaluation using proactive indicators in a selected industry. J Occup Hyg Eng 2015; 1(4): 49-59.
13. Kazemi R, Nematpour L, Jazayeri SA. Assessment of Safety and Health Performance Based on ELMERI Index in One of the Steel Industries in Khuzestan Province, Iran. J Occup Hyg Eng 2019; 5(4): 8-16.
14. Rudakov ML, Gridina EB, Ershov VS. Utilisation of the Safety Index (Elmeri Index) as the OSH Indicator at Coal Mines. Latvian Journal of Physics and Technical Sciences 2019; 56(3): 26-36.
15. Shah N, Abbas F, Abbas Y, Haider SA, Khan Q, Asghar N, et al. Assessment of the workplace conditions and health and safety situation in chemical and textile industries of Pakistan. Science Journal of Public Health 2015; 3(6): 862-869.
16. Dalyan O, Özkaya N, PİŞKİN M, ÖZTÜRK ÖF. Investigation and Comparison of Some Laboratories in Terms of Occupational Health and Safety by ELMERI Observation Method. Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences 2021; 7(2): 282-294.
17. Malakoutikhah M, Korouni H, Jahangiri M. Safety and Health Status of Educational and Research Laboratories of Shiraz University of Medical Sciences based on ELMERI Approach. occupational hygiene and health promotion journal 2019; 2(4): 270-279.
18. Laitinen H. Monitoring workplace safety and health at manufacturing industry. ECBOHS project erdemir workshop; 2011. 29-30.
19. Jahangiri M, Ghaedi S, Dianatkah S, Khademi S, Hassanipour S, Kamalinia M, et al. Safety and health risk assessment in mosques, Shiraz, Iran. Shiraz E-Medical Journal 2018; 19(12): e68926.
20. Malakoutikhah M, Korouni H, Jahangiri M. Safety and Health Status of Educational and Research Laboratories of Shiraz University of Medical Sciences based on ELMERI Approach. Occupational Hygiene and Health Promotion Journal 2019; 2(4): 270-279.