



Development of a leading indicator for assessing the organization's safety performance based on fuzzy AHP

Davood Eskandari, Department of Occupational Health and Safety, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Hossein Charkhand, Department of Health, Safety and Environment, Arya Sasol Petrochemical Company, Bushehr, Iran.

✉ **Mohammad Javad Jafari**, (*Corresponding author), Department of Occupational Health and Safety, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Jafari1952@yahoo.com

Yadollah Mehrabi, Department of Epidemiology, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Abstract

Introduction: Continuous improvement of safety is one of the important goals of successful organizations. The traditional method for assessing safety performance is the statistical analysis of incident data, known as lagging indicators. These data show the degree of safety performance after accidents and incidents. The purpose of establishing management systems such as safety management system is continuous improvement, so applying lagging indicators cannot be useful. To this end, leading or preventive indicators should be used that enable organizations to assist them in formulating improvement plans and corrective actions before events occur. For this purpose, the analysis of major events or Employee perception surveys of the safety status of the organization can be used. The present study aims to provide a leading indicator for assessing the safety performance of the organization.

Materials and methods: The present research is a mixed method study with approach of the human factors theory that includes the organization, environment and individual factors. In this study, a scale developed and validated for assessing the factors affecting the safety of the organization. The fuzzy hierarchical process (FAHP) method was used to weighting of the constructions to demonstrate the effect of different structures of the proposed scales on the safety performance index. Then, 404 questionnaires were distributed among the staff of different units of a petrochemical industry for validation and testing of the designed tool. Spearman correlation test was used to show the relationship between the score obtained from the designed tool and the occupational accident in the selected petrochemical industry. Subsequently, the mean scores of the sub-criteria were multiplied by their local weight and the adjusted scores were calculated of organizational, individual, and environmental factors. Finally, the score of the selected industry safety performance index was obtained.

Results: a scale was developed with 83 items after the interview process to examine the factors affecting safety performance. Based on the results of face validity, 6 items was eliminated. The mean value of the instrument's validity index was 0.77. According to the results of fuzzy hierarchical analysis, the

Keywords

Safety performance

Leading indicator

Fuzzy hierarchy method

Received: 2019-06-09

Accepted: 2019-10-02

organizational factor with the highest weight load of 0.503 was the highest and the environmental factor with a weight of 0.173 had the least effect on the score of the organization's safety performance index. Spearman correlation coefficients showed that the total score of the designed tool and all factors of this tool were negatively correlated with self-reported accident rates. Then, the tool score for each person in the selected industry was divided by the number of questions per dimension and the mean score per dimension was used for analysis. According to the results of the safety performance assessment tool, the highest score was for individual factor (tool score = 3.52) and the lowest score was for environmental factor (tool score = 2.92). The mean scores of the sub-criteria in their local weight were multiplied and the adjusted scores of organizational, individual and environmental factors were calculated 3.43, 3.53 and 2.18, respectively. To obtain the final score of the designed tool, using the presented relation, the safety performance index was equal to 3.23 and in good condition.

Conclusion: Analysis of the study data showed that the designed scale is an objective and simple tools for evaluating the factors affecting safety performance and can be useful as a future performance indicator for assessing the organizations safety performance. The result of this study was to develop a valid and reliable instrument based on three organizational, personal and environmental factors designed for the first time in Iran. The present tool can be used as an appropriate framework for identifying weaknesses and performing practical interventions to improve safety in work environments. In addition, the tool can be an effective leading performance indicator for assessing the safety performance of organizations.

Conflicts of interest: None

Funding: None

How to cite this article:

Davoud Eskandari, Hossein Charkhand, Mohammad Javad Jafari, Yadollah Mehrabi. Development of a leading indicator for assessing the organization's safety performance based on fuzzy AHP. Iran Occupational Health. 2020 (12 Dec);17:53.

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



تدوین شاخص آینده‌نگر جدید جهت برآورد عملکرد ایمنی سازمان با رویکرد تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP)

داود اسکندری: استادیار، گروه مهندسی بهداشت و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
حسین چرخند: مسئول HSE، پتروشیمی آریاساسول، بوشهر، ایران.

محمدجواد جعفری: (* نویسنده مسئول) استاد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
Jafari1952@yahoo.com

یدالله محرابی: استاد، گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: بهبود مداوم ایمنی یکی از اهداف مهم سازمان‌های موفق است. روش سنتی برای ارزیابی عملکرد ایمنی اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل آماری داده‌های مربوط به حادثه است که تحت عنوان شاخص‌های گذشته‌نگر شناخته می‌شود. از آنجا که هدف از استقرار سیستم‌های مدیریتی، از جمله سیستم مدیریت ایمنی، بهبود مستمر است، صرفاً به‌کارگیری شاخص‌های گذشته‌نگر نمی‌تواند سودمند باشد. هدف مطالعه حاضر ارائه شاخصی آینده‌نگر برای بررسی عملکرد ایمنی سازمان است.

روش بررسی: پژوهش حاضر شامل دو بخش است: بخش اول مطالعه تلفیقی کمی - کیفی است که با بهره‌گیری از نظریه فاکتورهای انسانی که سه عامل سازمان، محیط و فرد را در عملکرد ایمنی سازمان دخیل می‌داند، ابزاری برای بررسی عوامل تأثیرگذار بر عملکرد ایمنی سازمان طراحی و روان‌سنجی کرد. همچنین جهت اطمینان از روایی سازه تحلیل عاملی تأییدی و از نرم‌افزار LISREL 8.80 بهره گرفته شد. در ادامه برای نشان دادن تأثیر سازه‌های مختلف ابزار پیشنهادی بر نمره شاخص عملکرد ایمنی از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP) جهت وزن دهی سازه‌ها استفاده گردید. سپس جهت اعتبارسنجی و تست ابزار طراحی‌شده تعداد ۴۰۴ عدد از فرم ابزار تهیه‌شده در بین کارکنان واحدهای مختلف یک صنعت پتروشیمی توزیع گردید. شایان ذکر است برای نشان دادن ارتباط بین نمره به‌دست‌آمده از ابزار طراحی‌شده و حوادث شغلی در صنعت پتروشیمی منتخب از آزمون هم‌بستگی اسپیرمن استفاده گردید. در ادامه میانگین نمرات زیرمعیارها در بار وزنی محلی آن‌ها ضرب و نمره تعدیل‌یافته فاکتورهای سازمانی، فردی و محیطی محاسبه و در نهایت نمره شاخص عملکرد ایمنی صنعت منتخب حاصل گردید.

یافته‌ها: پس از تکمیل فرایند تحلیل مصاحبه‌ها، پیش‌نویس ابزاری با ۸۳ گویه جهت بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد ایمنی تهیه شد. براساس نتایج روایی صوری کمی، ۶ گویه نمره تأثیر کمتر از ۱/۵ را کسب نمودند و از ابزار نهایی حذف شدند. در نهایت تجزیه و تحلیل روایی محتوا نشان داد ۷۵ گویه باقی‌مانده ابزار شاخص روایی محتوایی (۰/۷۹) و نسبت روایی محتوایی (۰/۵۶) قابل قبول دارند. تحلیل عاملی تأییدی برازش مناسب داده‌ها را نشان داد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل سلسله‌مراتبی فازی، عامل سازمانی با کسب بار وزنی ۰/۵۰۳ بیشترین و عامل محیطی با بار وزنی ۰/۱۷۳ کمترین تأثیر را بر نمره شاخص عملکرد ایمنی سازمان داشتند. ضرایب هم‌بستگی اسپیرمن نشان داد نمره کل ابزار طراحی‌شده و همچنین تمامی فاکتورهای این ابزار با نرخ حوادث خود گزارش‌شده هم‌بستگی منفی دارد. در ادامه نمره ابزار برای هر نفر در صنعت منتخب بر تعداد سوالات هر بعد تقسیم و نمره میانگین حاصله در هر بعد جهت تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از ابزار بررسی تعیین‌کننده‌های عملکرد ایمنی، بالاترین امتیاز کسب‌شده مربوط به فاکتور فردی (نمره ابزار = ۳/۵۲) و پایین‌ترین نمره مربوط به فاکتورهای محیطی (نمره ابزار = ۲/۹۲) بود. میانگین نمرات زیرمعیارها در بار وزنی محلی آن‌ها ضرب و نمره تعدیل‌یافته فاکتورهای سازمانی، فردی و محیطی به‌ترتیب برابر ۳/۴۳، ۳/۵۲ و ۲/۱۸ محاسبه گردید. سپس برای به‌دست آوردن نمره نهایی ابزار طراحی‌شده با استفاده از رابطه ارائه‌شده شاخص عملکرد ایمنی معادل ۳/۳۳ و دارای وضعیت خوب محاسبه گردید.

نتیجه‌گیری: تحلیل داده‌های مطالعه نشان داد ابزار طراحی‌شده روشی عینی و ساده جهت ارزیابی عوامل تأثیرگذار بر عملکرد ایمنی است و می‌تواند به‌عنوان یک شاخص عملکردی آینده‌نگر جهت ارزیابی عملکرد ایمنی سازمان‌ها مفید واقع شود. حاصل این مطالعه تهیه یک ابزار روا و پایا مبتنی بر سه فاکتور سازمانی، فردی و محیطی است که برای اولین بار در ایران طراحی و روان‌سنجی شده است. ابزار حاضر می‌تواند به‌عنوان چارچوبی مناسب برای تعیین نقاط ضعف و انجام مداخلات کاربردی جهت ارتقای سطح ایمنی در محیط‌های کاری مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این ابزار می‌تواند به‌عنوان یک شاخص عملکردی فعال (آینده‌نگر) مناسب جهت ارزیابی عملکرد ایمنی سازمان‌ها مؤثر واقع شود.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت‌کننده: ندارد.

شیوه استناد به این مقاله:

Davood Eskandari, Hossein Charkhand, Mohammad Javad Jafari, Yadollah Mehrabi. Development of a leading indicator for assessing the organization's safety performance based on fuzzy AHP. Iran Occupational Health. 2020 (12 Dec);17:53.

مقدمه

کمی ریسک سکوه‌های دریایی، به این نتیجه دست یافتند که به آنالیز جزئی تری از تمام جنبه‌های ایمنی نیاز است. (۱۲) علاوه بر این، پایگاه گزارش‌دهی حوادث بزرگ،^۲ آمار حوادث اتحادیه اروپا را در سال ۱۹۹۸ ارائه نمود که براساس آن، در حوادث شناسایی‌شده، دلایل انسانی ۱۱٪ و دلایل سازمانی ۵۳٪ نقش داشتند. (۱۳)

درواقع مدیریت ایمنی مؤثر در قرن بیست‌ویکم وابسته به فاکتورهای انسانی به‌عنوان بخش مهمی از یک سیستم در کنار اجزای فنی است. فاکتورهای انسانی دارای فرایندی سه‌جزئی، شامل تأسیسات، تجهیزات و محیط و سیستم‌های مدیریتی و افراد، است. (۱۴-۱۶) با توجه و لحاظ کردن این اجزا در فرایند ارزیابی عملکرد ایمنی، می‌توان امید بسیار داشت تا حوادث و خسارات ناشی از آن‌ها به‌طور چشمگیری کنترل گردد. درحالی که برخی از این عوامل در ارتباط با حوادث شغلی مورد بررسی قرار گرفته است، این مطالعه پژوهشی با هدف ارائه مقیاسی جهت بررسی عملکرد ایمنی سازمان مبتنی بر مدل فاکتورهای انسانی انجام شد. از سویی با توجه به اینکه تاکنون پژوهش‌های جامع برای درک بهتر عوامل سازمانی، محیطی و فردی تأثیرگذار بر حوادث شغلی در صنایع کشور انجام نشده است، انجام چنین مطالعه‌ی جامع‌ی درباره عوامل مذکور بیش از پیش در صنعت احساس می‌شود.

روش بررسی

این مطالعه در سه مرحله کلی انجام شد که جزئیات هر مرحله در ادامه بیان شده است.

۱. شناخت معیارها و روان‌سنجی ابزار

جمع‌آوری اطلاعات درباره عوامل تأثیرگذار در عملکرد ایمنی از راه بررسی متون و انجام مطالعه کیفی که ابزاری برای به‌دست آوردن اطلاعات غنی و عمیق است، انجام شد. مطالعه کیفی با استفاده از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با سؤال‌های باز و با افراد مجرب در زمینه ایمنی و بهداشت و مدیریت صنعتی صورت گرفت. این نوع مصاحبه‌ها به‌دلیل انعطاف‌پذیری و عمیق بودن، مناسب پژوهش‌های کیفی است. (۱۷) در پژوهش حاضر، برای روان‌سنجی ابزار از روش‌های روایی صوری، روایی محتوا، روایی سازه، پایایی همسانی درونی و پایایی آزمون-بازآزمون استفاده شد.

ایمنی نگرانی عمده برای هر سازمان است که تأثیر بسزایی در هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم و همچنین بر روی بهره‌وری دارد. (۱-۳) بنابراین بهبود مداوم در عملکرد ایمنی از اهداف سازمان‌های موفق است. از آنجا که در هر برنامه بهبود، تعیین شاخص و اندازه‌گیری کمی شاخص‌ها به‌منظور ارزیابی عملکرد و مشخص کردن جایگاه سازمان در هر دوره زمانی گریزناپذیر است، درمورد مسئله ایمنی نیز سنجش عملکرد سازمان‌ها در شناسایی عوامل آسیب‌رسان و کنترل حوادث ضروری است. (۴)

روش سنتی برای ارزیابی عملکرد ایمنی از طریق اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل آماری داده‌های مربوط به حادثه است (تعداد صدمات و بیماری، نرخ فراوانی و شدت حوادث، هزینه‌های حادثه، تعداد شبه‌حادثه‌ها و یا خسارت مرتبط با عملکرد ایمنی ضعیف) که اغلب شاخص گذشته‌نگر^۱ نامیده می‌شود. شاخص‌های مذکور عملکرد ایمنی را بعد از حوادث و رویدادها نشان می‌دهند و از آنجا که هدف از استقرار سیستم‌های مدیریتی، از جمله سیستم مدیریت ایمنی، بهبود مستمر است، صرفاً به‌کارگیری شاخص‌های گذشته‌نگر نمی‌تواند سودمند باشد. (۵-۶) برای این منظور باید از شاخص‌های آینده‌نگر و پیشگیرانه استفاده کرد که سازمان‌ها را قادر به پیشگیری می‌کند و آن‌ها را در تدوین برنامه‌های بهبود و اقدامات اصلاحی پیش از بروز رویدادها یاری می‌رساند. برای یافتن شاخص‌های مناسب می‌توان از آنالیز حوادث بزرگ و یا مفاهیم مدل‌های طراحی‌شده در حوزه ایمنی یا درک کارکنان از وضعیت ایمنی سازمان بهره گرفت. (۷-۸)

از سوی دیگر بررسی‌های دقیق حوادث بزرگ، مانند حادثه فرایندی در لانگ‌فورد و پایپر آلفا، حوادث فضاپیمای چلنجر و کلمبیا، حادثه شناور سریع‌السیر اسلیپر، حوادث ریلی در Ladbroke Grove و Asta نشان دادند که عوامل فنی، انسانی، عملیاتی و همچنین سازمانی فاکتورهایی اثرگذار بر توالی حادثه بوده‌اند. علی‌رغم این یافته‌ها، در روش‌های ارزیابی ایمنی فقط بر سیستم‌های فنی ایمنی تمرکز می‌شود. یکی از ضعف‌های روش‌های آنالیز ریسک نیز عدم پیوند مناسب بین عوامل فنی، انسانی، عملیاتی و سازمانی است. به این موضوع در چندین مطالعه اشاره شده است. (۹-۱۱) ونم و همکاران نیز در مطالعه آنالیز

2 . Major accident reporting system (MARS)

1 Lagging Indicators

۲. وزن دهی معیارها

جدول ۱- طبقه‌بندی شاخص عملکرد ایمنی سازمان

وضعیت	نمره شاخص	طبقه‌بندی عملکرد ایمنی
خیلی ضعیف	۰-۰/۹۹	۱
ضعیف	۱-۱/۹۹	۲
متوسط	۲-۲/۹۹	۳
خوب	۳-۳/۹۹	۴
خیلی خوب	۴-۵	۵

توجه به اینکه عوامل شناسایی شده در عملکرد ایمنی سازمان هرکدام دارای تأثیر متفاوتی در شاخص نهایی مورد نظر است، از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی^۱ برای مشخص کردن بار وزنی هرکدام از متغیرهای تأثیرگذار در شاخص عملکرد ایمنی استفاده شد. با استفاده از ساختار سلسله‌مراتبی و با دنبال کردن گام‌های فرایند فازی، نخست نظرات خبرگان از طریق تبدیل عبارات کلامی به اعداد مثلثی فازی و به‌منظور اطمینان از سازگاری ماتریس‌ها نرخ ناسازگاری مطابق روش گوس و بوچر محاسبه گردید. از مقایسات زوجی پاسخ‌دهندگان در ارتباط با فاکتورهای تأثیرگذار در عملکرد ایمنی، شامل فاکتورهای سازمانی، فردی و محیطی، میانگین هندسی گرفته شد. در ادامه برای نرمال کردن معیارهای کلی، ابتدا متوسط هندسی آن‌ها با یکدیگر جمع و سپس میانگین هندسی هر یک از آن‌ها بر عدد به‌دست‌آمده تقسیم شد. با توجه به وزن نهایی معیارها و زیرمعیارهای به‌دست‌آمده، عوامل مؤثر بر عملکرد ایمنی سازمان اولویت‌بندی شد.

یافته‌ها

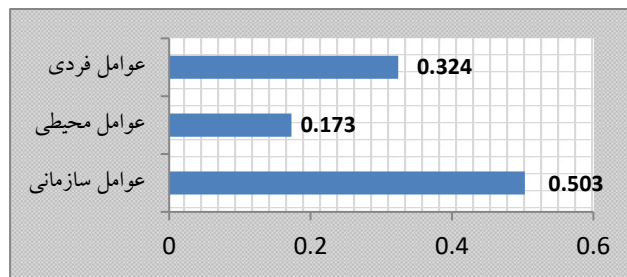
پس از تکمیل فرایند تحلیل مصاحبه‌ها و بررسی بانک اطلاعات گویه‌ها توسط متخصصان و در نظر گرفتن همپوشانی گویه‌ها، پیش‌نویس ابزار با ۸۳ گویه به‌منظور بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد ایمنی تهیه شد. گویه‌های طراحی‌شده منعکس‌کننده مفاهیم استخراج‌شده در طبقات بودند. تمام گویه‌ها به‌صورت عبارات و براساس متن مصاحبه با افراد خبره طراحی شدند. در تدوین عبارات سعی شد از شیوه نگارش سلیس و روان و جمله‌بندی مناسب استفاده شود. گویه‌ها در چارچوب توانایی افراد با سطح سواد خواندن و نوشتن تدوین شدند (پیوست ۱). جهت بررسی کمی روایی صوری، نمره تأثیر هر گویه محاسبه گردید. براساس جدول لاوشه، برای تعیین حداقل ارزش شاخص نسبت روایی محتوا، عباراتی که مقدار عددی نسبت روایی محتوای آن‌ها از ۰/۵۶ (براساس جدول لاوشه) بالاتر بود، معنادار تلقی شد ($P < 0/05$) و حفظ گردید. بر مبنای میانگین نمرات شاخص روایی محتوای والتس و باسل، عباراتی که نمره CVI آن‌ها کمتر از ۰/۷۹ است، حذف می‌شوند که در این پژوهش همه عبارات نمره بالاتر از ۰/۷۹ را کسب کردند؛ بنابراین هیچ عبارتی در این مرحله حذف نشد. در مرحله بعد براساس میانگین نمرات شاخص روایی محتوای همه عبارات پرسش‌نامه، میانگین شاخص روایی محتوا (S-CVI/Ave) پرسش‌نامه محاسبه گردید. میانگین شاخص روایی ابزار بررسی عوامل تعیین‌کننده عملکرد ایمنی سازمان ۰/۹۷ به‌دست آمد. جهت اطمینان از روایی سازه، از تحلیل عاملی تأییدی استفاده گردید. براساس نتایج روایی سازه، ابزار عوامل محیطی و عوامل فردی و عوامل سازمانی تأثیرگذار بر عملکرد ایمنی از نظر تحلیل عاملی تأییدی مورد قبول واقع شدند. در بررسی پایایی ابزار توسعه‌یافته برای تعیین همسانی درونی از محاسبه آلفای کرونباخ استفاده شد.

۳. اعتباربخشی شاخص

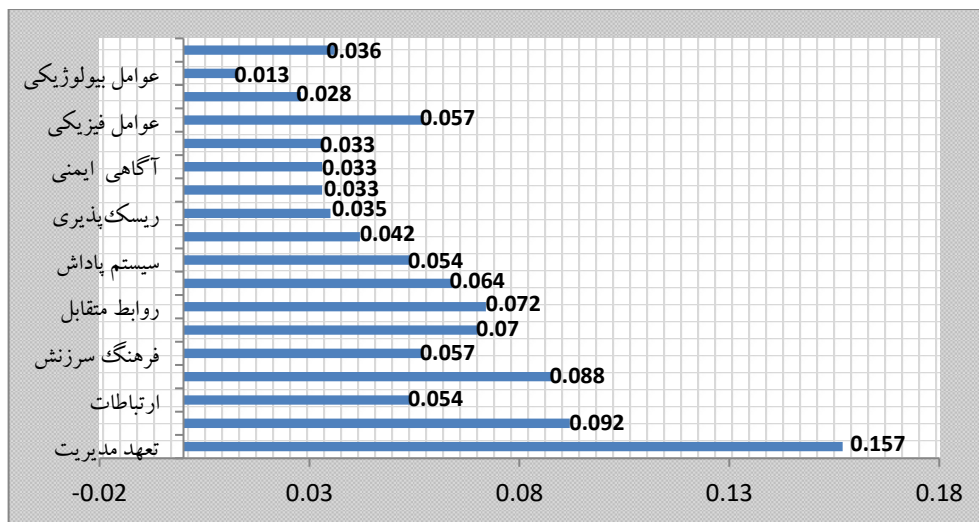
در ادامه جهت اعتبارسنجی و تست ابزار طراحی‌شده، تعداد ۴۰۴ پرسش‌نامه در بین کارکنان واحدهای مختلف یک صنعت پتروشیمی توزیع گردید. شایان ذکر است برای نشان دادن ارتباط نمره به‌دست‌آمده از ابزار طراحی‌شده و حوادث شغلی در صنعت پتروشیمی منتخب، از آزمون هم‌بستگی اسپیرمن استفاده گردید. از آنجا که فاکتورهای تأثیرگذار در عملکرد ایمنی سازمان از نظر بار وزنی با یکدیگر متفاوت‌اند، میانگین نمرات زیرمعیارها در بار وزنی محلی آن‌ها ضرب گردید و نمره تعدیل‌یافته فاکتورهای سازمانی، فردی و محیطی محاسبه شد. سپس برای به‌دست آوردن نمره نهایی ابزار طراحی‌شده یا به عبارت دیگر محاسبه شاخص عملکرد ایمنی به‌صورت زیر عمل شد:

(نمره فاکتور × بار وزنی) = Σ نمره شاخص عملکرد ایمنی همچنین جهت نشان دادن وضعیت سازمان، نمره شاخص مورد نظر براساس طیف لیکرت به ۵ دسته، شامل وضعیت خیلی ضعیف، ضعیف، متوسط، خوب و خیلی خوب، طبقه‌بندی گردید (جدول ۱).

1 Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)



شکل ۱- نمودار اوزان نهایی معیارها نسبت به عملکرد ایمنی سازمان



شکل ۲- نمودار وزن های زیر معیارها نسبت به عملکرد ایمنی سازمان

کسب بار وزنی ۰/۵۰۳ بیشترین و فاکتورهای محیطی با بار وزنی ۰/۱۷۳ کمترین تأثیر را بر نمره عملکرد ایمنی سازمان دارند. در بخش مربوط به زیرمعیارهای تأثیرگذار بر نمره فاکتورهای سازمانی عامل تعهد مدیریت به ایمنی با مقدار ۰/۲۲۱ و عامل سیستم پاداش با مقدار ۰/۰۷۶ به ترتیب بیشترین و کمترین بار وزنی را کسب کردند. به اعتقاد افراد خبره، عوامل درک فرد از قوانین و مقررات و ریسک پذیری بیشترین تأثیر را در نمره فاکتورهای فردی دارند. شایان ذکر است عوامل فیزیکی با بار وزنی ۰/۴۲۵ و عوامل بیولوژیکی با بار وزنی ۰/۰۹۷ به ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر را در نمره فاکتورهای محیطی داشتند. با توجه به بارهای وزنی به دست آمده از نتایج FAHP، رابطه مربوط به محاسبه شاخص عملکرد ایمنی سازمان را می توان به صورت ذیل نوشت:

$$\text{نمره فاکتور} = \sum (\text{بار وزنی}) \times \text{نمره شاخص عملکرد ایمنی}$$

$$= (\text{نمره فاکتور محیطی}) \times 0.173 + (\text{نمره فاکتور فردی}) \times 0.324 +$$

نتایج نشان داد ضریب آلفای کرونباخ برای ابزار برابر ۰/۹۰ حاصل گردید. برای تعیین ثبات از آزمون ضریب همبستگی داخل طبقه ای (ICC) استفاده شد. ضریب همبستگی داخل طبقه ای کل برای بخش فاکتورهای سازمانی ابزار ۰/۸۸، برای بخش فاکتورهای فردی ۰/۹۳، برای بخش فاکتورهای محیطی ۰/۸۰ و برای ابزار بررسی رفتارهای مرتبط به ایمنی برابر ۰/۸۱ حاصل گردید.

شکل ۱ و ۲ نمودار میله ای وزن های نهایی مربوط به معیارها و زیرمعیارها را نشان می دهد. جدول ۲ وزن معیارهای سطح دوم (نسبت به سطح هدف) و وزن زیرمعیارهای سطح سوم و وزن نهایی هر یک از زیرمعیارها را بیان می کند.

با توجه به نتایج به دست آمده از تحلیل سلسله مراتبی فازی و تعیین بار وزنی عوامل تأثیرگذار در عملکرد ایمنی سازمان مشخص گردید در بین فاکتورهای سطح دوم، یعنی عوامل سازمانی، فردی و محیطی، عامل سازمانی با

جدول ۲- وزن محلی و نهایی معیارها و زیر معیارهای تأثیرگذار در عملکرد ایمنی سازمان

معیار	زیر معیار	وزن محلی	وزن نهایی	وزن معیار
فاکتورهای سازمانی	تعهد مدیریت	۰/۲۲۱	۰/۱۵۷	۰/۵۰۳
	مشارکت کارکنان	۰/۱۲۹	۰/۰۹۲	
	ارتباطات	۰/۰۷۶	۰/۰۵۴	
	آموزش ایمنی	۰/۱۲۴	۰/۰۸۸	
	فرهنگ سرزنش	۰/۰۸۰	۰/۰۵۷	
	بهبود مستمر	۰/۰۹۸	۰/۰۷	
	روابط متقابل	۰/۱۰۱	۰/۰۷۲	
	نظارت ایمنی	۰/۰۹۰	۰/۰۶۴	
	سیستم پاداش	۰/۰۷۶	۰/۰۵۴	
فاکتورهای فردی	درک فرد از قوانین مقررات	۰/۲۳۸	۰/۰۴۲	۰/۳۲۴
	ریسک‌پذیری	۰/۱۹۸	۰/۰۳۵	
	بی‌ثباتی عاطفی	۰/۱۸۷	۰/۰۳۳	
	آگاهی ایمنی	۰/۱۸۷	۰/۰۳۳	
	رضایت شغلی	۰/۱۸۷	۰/۰۳۳	
فاکتورهای محیطی	عوامل فیزیکی	۰/۴۲۵	۰/۰۵۷	۰/۱۷۳
	عوامل شیمیایی	۰/۲۰۸	۰/۰۲۸	
	عوامل بیولوژیکی	۰/۰۹۷	۰/۰۱۳	
	عوامل ارگونومیکی	۰/۲۶۸	۰/۰۳۶	

امتیاز مربوط به فاکتور فردی (نمره ابزار = ۳/۵۲) و پایین‌ترین نمره مربوط به فاکتورهای محیطی (نمره ابزار = ۲/۹۲) بود. همچنین در گروه فاکتورهای سازمانی سازه‌های آموزش ایمنی (نمره ابزار = ۳/۹۱) و سیستم پاداش (نمره ابزار = ۱/۹۰)، در گروه فاکتورهای فردی سازه‌های آگاهی ایمنی (نمره ابزار = ۳/۸۷) و رضایت شغلی (نمره ابزار = ۲/۹۱) و در گروه فاکتورهای محیطی سازه‌های مربوط به عوامل بیولوژیکی (نمره ابزار = ۳/۲۰) و ارگونومیکی (نمره ابزار = ۱/۹۲) به ترتیب بیشترین و کمترین نمرات را به خود اختصاص دادند.

از آنجا که فاکتورهای تأثیرگذار در عملکرد ایمنی سازمان از نظر بار وزنی با یکدیگر متفاوت‌اند، میانگین نمرات زیرمعیارها در بار وزنی محلی آن‌ها ضرب و نمره تعدیل‌یافته فاکتورهای سازمانی، فردی و محیطی به ترتیب برابر ۳/۴۳، ۳/۵۲ و ۲/۱۸ محاسبه گردید. سپس برای به‌دست آوردن نمره نهایی ابزار طراحی شده یا به عبارت دیگر محاسبه شاخص عملکرد ایمنی به صورت

(نمره فاکتورهای سازمانی) = ۰/۵۰۳ = نمره شاخص عملکرد ایمنی

برای نشان دادن ارتباط بین نمره به‌دست‌آمده از ابزار طراحی‌شده و حوادث شغلی در صنعت منتخب از آزمون هم‌بستگی اسپیرمن استفاده گردید. ضرایب هم‌بستگی اسپیرمن نشان داد نمره کل ابزار طراحی‌شده و همچنین تمامی فاکتورهای این ابزار با نرخ حوادث خود گزارش‌شده هم‌بستگی منفی دارد. با توجه به نتایج، فاکتور تعهد مدیریت با ضریب ۰/۵۹ - بالاترین و عوامل بیولوژیکی با ضریب ۰/۱۲ پایین‌ترین هم‌بستگی را با حوادث از خود نشان دادند. شایان ذکر است هم‌بستگی نمره کل ابزار با وقوع حوادث شغلی برابر با ۰/۶۱ حاصل گردید.

در ادامه نمره ابزار برای هر نفر در صنعت منتخب بر تعداد سؤالات هر بُعد تقسیم شد و نمره میانگین در هر بعد جهت تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به نتایج ارائه‌شده در جدول ۳ و یافته‌های به‌دست‌آمده از ابزار بررسی تعیین‌کننده‌های عملکرد ایمنی، بالاترین

جدول ۳- میانگین نمرات به دست آمده از ابزار بدون با در نظر گرفتن بار وزنی

فاکتور	عامل	نمره میانگین	بار وزنی	نمره تعدیل یافته
فاکتورهای سازمانی	تعهد مدیریت	۳/۷۶	۰/۲۲۱	۰/۸۳۰
	مشارکت کارکنان	۳/۴۵	۰/۱۲۹	۰/۴۴۵
	ارتباطات	۳/۵۶	۰/۰۷۶	۰/۲۷۰
	فرهنگ سرزنش	۳/۳۰	۰/۰۸	۰/۲۶۴
	آموزش ایمنی	۳/۹۰	۰/۱۲۴	۰/۴۸۳
	روابط متقابل	۳/۲۷	۰/۱۰۱	۰/۳۳۰
	نظارت ایمنی	۳/۵۲	۰/۰۹	۰/۳۱۶
	سیستم پاداش	۱/۹	۰/۰۷۶	۰/۱۴۴
	بهبود مستمر	۳/۶۳	۰/۰۹۸	۰/۳۵۵
	جمع			۳/۴۳
فاکتورهای فردی	درک فرد از قوانین مقررات	۳/۷۷	۰/۲۳۸	۰/۸۹۷
	ریسک پذیری	۳/۶۳	۰/۱۹۸	۰/۷۱۸
	بی ثباتی عاطفی	۳/۵۴	۰/۱۸۷	۰/۶۶۱
	آگاهی از ایمنی	۳/۷۷	۰/۱۸۷	۰/۷۰۴
	رضایت شغلی	۲/۹۱	۰/۱۸۷	۰/۵۴۴
جمع			۳/۵۲	
فاکتورهای محیطی	عوامل فیزیکی	۲/۲۰	۰/۴۲۵	۰/۹۳۵
	عوامل شیمیایی	۲/۰۵	۰/۲۰۸	۰/۴۲۶
	عوامل بیولوژیکی	۳/۲۰	۰/۰۹۷	۰/۳۱۰
	عوامل ارگونومیکی	۱/۹۲	۰/۲۶۸	۰/۵۱۴
جمع			۲/۱۸	

زیر عمل شد:



شکل ۳- میانگین امتیاز سازه های بخش فاکتورهای سازمانی ابزار

$$\begin{aligned} \text{نمره فاکتور} \times \text{بار وزنی} &= \Sigma \text{ نمره شاخص عملکرد ایمنی} \\ &= \text{نمره فاکتور محیطی} (۰/۱۷۳) + \text{نمره فاکتور فردی} (۰/۳۲۴) \\ &+ \text{نمره فاکتورهای سازمانی} (۰/۵۰۳) = \text{نمره شاخص عملکرد ایمنی} \end{aligned}$$

طبقه بندی گردید.

بحث

ارزیابی و سنجش تعیین کننده های عملکرد از مهم ترین اقدامات برای دستیابی به مدیریت کارا و اثربخش در فرایند ایمنی و همچنین رسیدن به بهبود مستمر تلقی می گردد که نتایج آن شرایط را برای هرگونه اقدام اصلاحی و ارائه راهکارهای پیشنهادی برای کاهش حوادث فراهم می کند. (۱۸) طبق نظر آلفورد (۲۰۰۸) هم اکنون تدوین و توسعه شاخص های ارزیابی عملکرد ایمنی از مهم ترین موضوعات مطرح در صنایع است و این موضوع در راستای بیان هلمن

با توجه به رابطه بالا و همچنین نمرات تعدیل شده فاکتورهای سازمانی، فردی و محیطی، نمره شاخص عملکرد ایمنی برای صنعت منتخب مورد مطالعه برابر است با:

$$\begin{aligned} \text{نمره شاخص عملکرد ایمنی} &= ۰/۱۷۳(۲/۱۸) + ۰/۳۲۴(۳/۵۲) + ۰/۵۰۳(۳/۴۳) = \text{نمره شاخص عملکرد ایمنی} \\ &= ۱/۷۲ + ۱/۱۴ + ۰/۳۷۷ \\ &= ۳/۲۳ \text{ نمره شاخص عملکرد ایمنی} \end{aligned}$$

با توجه به تقسیم بندی جدول ۱، براساس نمره به دست آمده سازمان منتخب در طبقه ۴ و وضعیت خوب

مانند حوادث شغلی به‌عنوان شاخص عملکرد ایمنی اشاره شده است. صرفاً استفاده از شاخص‌های گذشته‌نگر، تشبیه شده است به توجه به آینه عقب هنگام رانندگی. بنابراین بهتر است برای اهداف هدایت و مدیریت، اطلاعات باارزش پیش‌بینی‌کننده داشته باشیم. در واقع پیش از وقوع، طیف متنوعی از پیش‌نشانه‌ها و سرنخ‌ها وجود دارند که ما را از احتمال وقوع رویداد آگاه می‌سازند. (۳۲) در مطالعه حاضر به بررسی عملکرد ایمنی با استفاده از شاخص‌های فعال پرداخته شد که از نکات قوت پژوهش به‌شمار می‌رود.

محمدفام و همکاران (۱۳۸۸) ابزاری برای ارزیابی عملکرد ایمنی، بهداشتی و زیست‌محیطی مبتنی بر منطق رادار و مدل‌های تعالی با استفاده از چک‌لیست ارائه نمودند. (۳۳) این مدل بیشتر بر تجزیه و تحلیل اجزای سیستم مدیریت HSE تمرکز دارد و قابل استفاده در سازمان‌هایی است که از این سیستم مدیریتی برای کنترل خطرات و حوادث بهره می‌گیرند. از طرفی در مدل پیشنهادی محمدفام و همکاران به نقش رهبری و مدیریت، به‌عنوان یکی از اجزای تأثیرگذار در عملکرد سازمان، اشاره شده است که از این نظر نتایج مطالعه حاضر این موضوع را تأیید می‌کند.

برخورداری و همکاران (۱۳۹۳) در جستاری به بررسی ابزاری برای ارزیابی عملکرد ایمنی با استفاده از شاخص‌های فعال پرداختند. (۳۴) برخی از حیطه‌های ابزار مذکور که اقتباس شده از پرسش‌نامه جو ایمنی استاندارد است، با ابزار طراحی شده در مطالعه حاضر تفاوت دارد. این تفاوت ناشی از نقش تفاوت‌های فرهنگی تأثیرگذار بر عوامل مدیریتی و سازمانی در کشور ایران با سایر کشورهاست که در ابزار طراحی شده در مطالعه حاضر سعی گردید با انجام مصاحبه با افراد متخصص در زمینه ایمنی و بهداشت به این نکته توجه ویژه شود.

یکی از مهم‌ترین مطالبی که برخی از ابزارهای طراحی شده پیشین در زمینه عملکرد ایمنی سازمان را به چالش می‌کشد، تفاوت میزان اهمیت فاکتورهای مختلف در عملکرد ایمنی است. همان‌طور که محمدفام و همکاران در توسعه ابزار خود اظهار داشتند، فاکتورهای تأثیرگذار در عملکرد ایمنی سازمان بار وزنی متفاوتی با یکدیگر دارند. (۳۳) این در حالی است که به این مهم در بسیاری از مطالعات داخل (۳۴-۳۷) و خارج کشور (۳۸-۴۰) برای طراحی و توسعه ابزار بررسی شاخص‌های فعال در عملکرد ایمنی سازمان توجهی نشده است. در پژوهش

لینگارد است که اظهار می‌کند: «اگر نتوانید چیزی را اندازه‌گیری کنید، نمی‌توانید آن را بهبود ببخشید». (۱۹) استفاده از ابزارهای بررسی برپایه درک و استنباط افراد، روشی تعیین‌کننده برای تعیین عوامل تأثیرگذار بر عملکرد ایمنی سازمان است. این ابزارها جهت سنجش نگرش کارکنان از وضعیت و برنامه‌های ایمنی مورد استفاده قرار می‌گیرند و برای آنچه که باید در محیط کار انجام گیرد تا ایمنی بهبود یابد، مفید هستند. (۲۰)

مطالعه حاضر با هدف طراحی و روان‌سنجی ابزار عوامل تأثیرگذار بر عملکرد ایمنی سازمان انجام شد. چارچوب بخش اول این مطالعه در قالب سازه‌های اصلی مؤثر بر حوادث شغلی یعنی سازمان، محیط و فرد متمرکز بود که برپایه بازنگری منابع و متون، مصاحبه تعاملی نیمه‌ساختاریافته با افراد خبره در زمینه ایمنی صنعتی طراحی گردید. این بخش از مطالعه به‌دلیل طراحی و روان‌سنجی ابزار بررسی تعیین‌کننده‌های عملکرد ایمنی مبتنی بر نظریه فاکتورهای انسانی^۱، در ایران یک نوآوری محسوب می‌شود. سازمان هوانوردی و فضایی ملی امریکا ابزاری قابل اعتماد و معتبر را برای اندازه‌گیری عملکرد ایمنی پیشنهاد کرده است. این ابزار به بررسی اجزای مهم سیستم مدیریت ایمنی از جمله مدیریت قابل مشاهده، مشارکت کارکنان، آموزش و بازرسی می‌پردازد. (۲۱) این در حالی است که در مطالعات زیادی به نقش سازمان و مدیریت، محیط و فرد در عملکرد ایمنی اشاره شده است. (۲۲-۲۷) علاوه بر این، براساس مدل پنیرو سوئسی جیمز ریزن، برخی فرایندهای سازمانی و تصمیمات مدیریتی از منظر ایمنی دارای اشکالاتی است که به کل سیستم تحمیل می‌شود (نقش سازمان)؛ این شرایط نامناسب ممکن است در محیط کاری تقویت شوند (نقش محیط)؛ و آن‌گاه خطاها و تخلفات نیروی انسانی (نقش فرد) ممکن است بر اثر این شرایط سازمانی و محیطی، شرایط بروز سانحه را پدید آورد. (۲۸) از این رو برای اینکه بتوانیم به‌صورت جامع به بررسی عملکرد ایمنی با استفاده از شاخص‌های پیشرو بپردازیم، باید نقش هر سه عامل مذکور در ایمنی سازمان در نظر گرفته شود.

مطالعات کمی در مورد عملکرد ایمنی در برخی از صنایع ایران، برای مثال صنعت گاز (۱۸)، صنایع فلزی (۲۹)، صنعت ساخت‌وساز (۳۰) و صنعت حمل‌ونقل (۳۱) انجام شده است. در اکثر این تحقیقات، به پیامدهای ایمنی

1 Human factors

تأیید قوی‌تری از روابط علی فراهم کند.

References

1. Pathak M. The Costs to Employers in Britain of Workplace Injuries and Work-related Ill-health in 2005/06. Health and Safety Executive Discussion Paper Series. 2008(2).
2. Folkard S, Tucker P. Shift work, safety and productivity. Occupational medicine. 2003; 53(2): 95-101.
3. Conchie SM, Woodcock HE, Taylor PJ. Safety and Productivity. The Wiley Blackwell Handbook of the Psychology of Occupational Safety and Workplace Health. 2015: 111.
4. Asgharzadeh A, Ghasemi A, Behrooz M. Event evaluation, based on indicators of safety performance monitoring, using the Omax. Scientific Research Crisis Management. 2014; 3 (1): 57-63. [persian]
5. Chan AP, Chan AP. Key performance indicators for measuring construction success. Benchmarking: an international journal. 2004; 11(2): 203-21.
6. Sheehan C, Donohue R, Shea T, Cooper B, De Cieri H. Leading and lagging indicators of occupational health and safety: The moderating role of safety leadership. Accident Analysis & Prevention. 2016; 92: 130-8.
7. Ale B. More thinking about process safety indicators. Safety Science. 2009; 47(4): 470-1.
8. Zwetsloot G. Prospects and limitations of process safety performance indicators. Safety Science. 2009; 47(4): 495-7.
9. Andersen H, Casal J, Dandrieux A, Debray B, De Dianous V, Duijm N, et al. ARAMIS user guide. Report EVG1-CT. 2004: 1-110.
10. Bellamy L, Papazoglou I, Hale A, Aneziris O, Ale B, Morris M, et al. Development of an integrated technical and management risk control and monitoring methodology for managing and quantifying on-site and off-site risks, I-Risk main report, May 1999. EU Contract number ENVA CT96-0243. 1999.
11. Davoudian K, Wu J-S, Apostolakis G. Incorporating organizational factors into risk assessment through the analysis of work processes. Reliability Engineering & System Safety. 1994; 45(1-2): 85-105.
12. Vinnem J, Bye R, Gran B, Kongsvik T, Nyheim O, Okstad E, et al. Risk modelling of maintenance work on major process equipment on offshore petroleum installations. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2012; 25(2): 274-92.
13. Nivolianitou Z, Konstandinidou M, Michalis C. Statistical analysis of major accidents in petrochemical industry notified to the major accident reporting system (MARS). Journal of hazardous materials. 2006; 137(1): 1-7.

حاضر، نتایج روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی نشان داد فاکتورهای سازمانی با بار وزنی $0/503$ ، بیشترین تأثیر را در عملکرد ایمنی سازمان نسبت به فاکتورهای فردی و محیطی دارند. انچلی و همکاران (۲۰۱۴) چهار فاکتور سازمانی، محیطی، انسانی و فنی را با استفاده از روش مقیاسات زوجی مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج مطالعه بیانگر آن بود که فاکتورهای سازمانی با بار وزنی $0/41$ در عملکرد ایمنی برتری دارد و فاکتورهای انسانی، فنی و محیطی به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند (۴۱) که با نتایج تحقیق حاضر هم‌راستا است.

نتیجه گیری

حاصل این مطالعه تهیه یک ابزار روا و پایا مبتنی بر سه فاکتور سازمانی، فردی و محیطی است که برای اولین بار در ایران طراحی و روان‌سنجی شده است. ابزار حاضر می‌تواند به عنوان چارچوب مناسبی برای تعیین نقاط ضعف و انجام مداخلات کاربردی جهت ارتقای سطح ایمنی در محیط‌های کاری مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، ابزار مذکور می‌تواند به عنوان یک شاخص عملکردی فعال (آینده‌نگر) مناسب جهت ارزیابی عملکرد ایمنی سازمان‌ها مؤثر واقع شود. استفاده از این شاخص سازمان را قادر به پی بردن به قوت‌ها و ضعف‌های خود کرده، آن‌ها را در تدوین برنامه‌های بهبود مستمر و اقدامات اصلاحی پیش از بروز رویدادها یاری می‌کند. ارزشیابی دقیق و مستمر عملکرد ایمنی کارکنان بدین روش و نیز ارائه بازخورد به سازمان می‌تواند در هشیاری آن‌ها در قبال مسائل تأثیرگذار باشد و سازمان را جهت اتخاذ راهکارهایی به‌منظور ارتقای عملکرد ایمنی ترغیب نماید.

محدودیت‌های پژوهش

برخی محدودیت‌ها در مطالعه حاضر وجود داشت. اول اینکه، صرف‌نظر از حجم نسبتاً بزرگ نمونه، افراد یک صنعت در مطالعه شرکت کردند؛ بنابراین در تعمیم نتایج پروژه حاضر به صنایع دیگر باید توجه شود. دوم اینکه، نه طرح مطالعه حاضر و نه استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری علیت را به اثبات نمی‌رساند. به اعتقاد آندرسون و گرینگ، با اینکه استفاده از رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری توانایی به‌دست دادن استنباط‌های علی را فراهم می‌آورد (۴۲)، در این خصوص جانب احتیاط باید رعایت شود. انجام یک مطالعه طولی در آینده می‌تواند

- 2000; 320(7237): 768-70.
29. Hasheminejad N, Gh H, Moghadasi M, Zolala F, Shafieezadeh M. Risk assessment & safety performance indicators in designing and constructing phase of Agglomeration Project. *Bafgh tkj*. 2013; 4(4): 63-74.
 30. Jahangiri M, Sareban Zadeh K, Bashar O, Saleh Zade H. Investigation risk perception, safety attitude and safety performance in supervisors of construction sites Shiraz-Iran. *Journal of Ergonomics*. 2013; 1(2): 10-8.
 31. Farshad N, Khosravi Y, Zare G. The survey of relationship between occupational cognitive failures and safety performance among bus drivers. *Iran Occupational Health*. 2013; 10(6): 13-23.
 32. George C, West M. The development and preliminary validation of a new measure of adult attachment: The Adult Attachment Projective. *Attachment & human development*. 2001; 3(1): 30-61.
 33. Mohammadfam I, Saraji GN, Kianfar A, Mahmoudi S. Developing the health, safety and environment excellence instrument. *Iranian journal of environmental health science & engineering*. 2013; 10(1): 1.
 34. Barkhordari A, Dehghani A, Kianfar A, Mahmoudi S, Aminifard F. Safety performance evaluation using proactive indicators in a selected industry. 2015.
 35. Ghasemi A, Asgharzadeh A. Evaluation of causal relations among the indicators of HSE excellence model in petrochemical industry. *Industrial Management Studies*. 2015; 12 (34): 107-32. [persian]
 36. Khakpour A, Zafarghandi AS. Model for safety performance evaluation based on organizational factors affecting safety industries using Fuzzy Inference System. *Safety promotion and injury prevention (Tehran)*. 2015; 3(1): 25-34.
 37. Jafari MJ, Eskandari D, Valipour F, Mehrabi Y, Charkhand H, Mirghotbi M. Development and validation of a new safety climate scale for petrochemical industries. *Work*. 2017; 58(3): 309-17.
 38. Ng ST, Cheng KP, Skitmore RM. A framework for evaluating the safety performance of construction contractors. *Building and Environment*. 2005; 40(10): 1347-55.
 39. Boughaba A, Hassane C, Roukia O. Safety culture assessment in petrochemical industry: a comparative study of two Algerian plants. *Safety and health at work*. 2014; 5(2): 60-5.
 40. Kines P, Lappalainen J, Mikkelsen KL, Olsen E, Pousette A, Tharaldsen J, et al. Nordic Safety Climate Questionnaire (NOSACQ-50): A new tool for diagnosing occupational safety climate. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2011; 41(6): 634-46.
 41. Enchill E, Mireku KK. The Evaluation Of Factors Influencing Safety Performance: A Case In An Industrial Gas Manufacturing Company (Ghana). 2017; 58(3): 309-17.
 14. Yule S. Safety culture and safety climate: A review of the literature. *Industrial Psychology Research Centre*. 2003: 1-26.
 15. Reason JT, Reason JT. *Managing the risks of organizational accidents: Ashgate Aldershot*; 1997.
 16. Eskandari D, Jafari MJ, Mehrabi Y, Kian MP, Charkhand H, Mirghotbi M. A qualitative study on organizational factors affecting occupational accidents. *Iranian journal of public health*. 2017; 46(3): 380.
 17. Elo S, Kyngäs H. The qualitative content analysis process. *Journal of advanced nursing*. 2008; 62(1): 107-15.
 18. Hajizadeh E, Asghari M. *Statistical methods and analyses in health and biosciences: a methodological approach*. Tehran: ACECR Press; 2011.
 19. Lingard H, Wakefield R, Blismas N, editors. "If you cannot measure it, you cannot improve it": Measuring health and safety performance in the construction industry. the 19th Triennial CIB World Building Congress, Queensland University of Technology,, Brisbane, Queensland, Australia; 2013.
 20. Janicak CA. *Safety metrics: Tools and techniques for measuring safety performance: Government Institutes*; 2009.
 21. Ooshaksaraie M, Azadehdell M. An Empirical Study of Safety Performance Assessment. *International Journal of Occupational Hygiene*. 2015; 6(4): 201-9.
 22. Khdaier WA, Shamsudin FM, Subramanim C. Improving Safety Performance by Understanding Relationship Between Management Practices and Leadership Behavior In The Oil And Gas Industry In Iraq: A Proposed Model. *health*. 2011; 22: 23.
 23. Fahlbruch B, editor *Integrating Human Factors in Safety and Reliability Approaches*. Proceedings of the 4th European-American Workshop on Reliability of NDE; 2009.
 24. Oliver A, Cheyne A, Tomas JM, Cox S. The effects of organizational and individual factors on occupational accidents. *Journal of Occupational and Organizational psychology*. 2002; 75(4): 473-88.
 25. Salminen S, Gyekye SA, Ojajarvi A. Individual and organizational factors of safe behaviour among Ghanaian industrial workers. *Engineering Management Research*. 2013; 2(1): 98.
 26. Chang H-L, Yeh C-C. Factors affecting the safety performance of bus companies-The experience of Taiwan bus deregulation. *Safety Science*. 2005; 43(5): 323-44.
 27. Gunawan D. *Behavioral Base Safety Factors and Safety Performance in Chemical Industry in Indonesia* : PhD thesis, Universiti Utara Malaysia, College of Business; 2006.
 28. Reason J. *Human error: models and management*. Bmj.

respecifying measurement models to obtain unidimensional construct measurement. Journal of marketing research, 1982: 453-60.

International Journal of Data Mining & Knowledge Management Process. 2014; 4(5): 61.

42. Anderson JC, Gerbing DW. Some methods for

پیوست ۱- معیارها و زیرمعیارهای تأثیرگذار در عملکرد ایمنی سازمان

پرسش‌نامه فاکتورهای سازمانی
تعهد مدیریت به ایمنی
ایمنی در شرکت برای مدیریت از اولویت بالایی برخوردار است.
مدیریت در مورد وضعیت ایمنی کارکنان خود نگران است.
مدیریت برای ارتقای ایمنی و یا کاهش مشکلات ایمنی محل کار در عمل فعالیت می‌کند.
مدیریت، منابع مالی برای جلوگیری از وقوع حوادث مربوط به ایمنی را فراهم می‌کند.
مدیریت یا نماینده آن در کمیته‌های حفاظت و ایمنی مشارکت دارند.
مشارکت کارکنان
مدیریت همیشه قبل از تصمیم‌گیری نهایی در مورد مسائل مربوط به ایمنی از نظر کارکنان استقبال می‌کند.
مدیریت با کارکنان در مورد مسائل مربوط به ایمنی و بهداشت محل کار مشورت می‌کند.
کمیته‌های ایمنی شامل نمایندگان مدیریت و کارکنان است.
من می‌توانم در تصمیمات مرتبط با ایمنی که مافوقم می‌گیرد، تأثیر بگذارم.
ارتباطات
صندوق پیشنهادها یا جلساتی برای انتقال نظرات در ارتباط با وضعیت ایمنی وجود دارد.
تغییرات در خط تولید به‌طور منظم به اطلاع کارکنان می‌رسد.
برای اطلاع‌رسانی به کارکنان در مورد خطرات مرتبط با کار خود راه‌های ارتباطی وجود دارد.
فرهنگ سرزنش
مدیریت به‌ندرت رفتار خوب مرتبط با ایمنی کارکنان را مورد تعریف و تمجید قرار می‌دهد.
مدیریت کارکنان درگیر در حوادث مرتبط با ایمنی و یا شبه حوادث را تنبیه می‌کند.
مدیریت کارکنان را برای ارتکاب اشتباهات سرزنش می‌کند.
آموزش
دوره‌های آموزش ایمنی برای کارکنان جدیدالورود یا هنگام تغییر شغل افراد برگزار می‌شود.
فعالیت‌های آموزشی ایمنی مداوم و دوره‌ای در برنامه آموزشی در نظر گرفته شده است.
کارکنان برای حضور در برنامه‌های آموزش ایمنی تشویق می‌شوند.
روابط متقابل
کارکنان می‌توانند درباره موضوعات مختلف به‌طور علنی با سرپرست خود در محل کار بحث کنند.
حفظ روابط خوب و هماهنگ بین کارکنان و سرپرستان از اولویت بالایی برخوردار است.
روابط خوبی بین افراد در محل کار وجود دارد.
اعضای تیم‌های کاری (شامل کارکنان، سرپرستان و مهندسان ایمنی) فضای هماهنگ میان خود را حفظ می‌کنند.
نظارت
سرپرست ایمنی دستورالعمل‌های جاری ایمنی در محیط کار را تهیه می‌کند.
سرپرست ایمنی هر چند وقت یک بار مقررات مرتبط به ایمنی را بازبینی و اصلاح می‌کند.
سرپرست ایمنی اغلب در حال بازرسی محیط کار است.
سرپرست ایمنی به‌طور مستمر رفتارهای ایمنی کارکنان را بررسی می‌کند.
سرپرست ایمنی پیشامدهای مربوط به ایمنی را با افراد در میان می‌گذارد و اطلاع می‌دهد.
سیستم پاداشی
پاداش در من ایجاد انگیزه می‌کند تا کارم را به‌صورت ایمن انجام دهم.
پاداش متناسب با تلاشم در انجام کارم است.
مدیریت از کارکنانی که رفتارهای ایمن در محیط کار دارند، قدردانی می‌کند.
بهبود مستمر
مدیریت به توسعه آیین‌نامه‌ها و سیاست‌های جدید ایمنی متعهد است.
مدیریت اغلب اثربخشی سیستم ایمنی را ارزیابی می‌کند.
کارکنان به شناسایی مشکلات و ارائه راه‌حل جهت بهبود وضعیت ایمنی تشویق می‌شوند.
پرسش‌نامه فاکتورهای محیطی (ENV)
عوامل فیزیکی
دمای هوای محیط کارم در فصل‌های مختلف سال مطبوع است.

محیط کارم از نظر وضعیت روشنایی مطلوب است.
سروصدای محیط کارم مطلوب است، به طوری که برای صحبت با همکارانم نیاز به بلند کردن صدایم ندارم.
در محیط کارم با وسایلی دارای ارتعاش مانند ابزار دستی، ماشین‌آلات و وسایل نقلیه مواجهه دارم.
در محیط کارم با پرتوهایی مانند ماوراءبنفش (فوس جوش الکتریکی، لامپ میکروبی‌کشی)، مادون قرمز، اشعه ایکس و پرتوگاما مواجهه دارم.
عوامل شیمیایی
من در محیط کارم در معرض پودر، دود، ذرات معلق در هوا، گازها و یا بخارات سمی هستم.
در حین انجام مراحل مختلف کاری تماس پوستی با مواد سمی دارم.
عوامل بیولوژیکی
من در محیط کارم در تماس مستقیم با موادی هستم که ممکن است عفونی باشند مانند زباله، مایعات بدن، مواد آزمایشگاهی و یا حیوانی.
عوامل ارگونومیکی
هنگام انجام فعالیت‌های مختلف با یک یا چند مورد از شرایط غیرارگونومیک زیر در تماس هستم.
موقعیت‌های دردناک و یا خسته‌کننده
حمل و جابه‌جایی بار
انجام حرکات تکراری دست یا بازو
قرار گرفتن در موقعیت‌های کاری یکنواخت
پرسش‌نامه فاکتورهای فردی
درک فرد از قوانین و مقررات
برای انجام کار به صورت ایمن نیاز است از دستورالعمل‌ها و قوانین پیروی شود.
هنگام انجام کار، ایمنی اولویت اول در ذهن من است.
دستورالعمل‌ها و قوانین چگونگی انجام ایمن کار را نشان می‌دهند.
دستورالعمل‌ها بدون ابهام و مناسب برای نیازهای کاربرها نوشته شده است.
ریسک‌پذیری
من حاضرم برای افزایش درآمد ریسک کنم.
من حاضرم کار را با هر سرعتی که از من تقاضا شده انجام دهم.
من از خطر کردن لذت می‌برم.
من حاضرم خطر کنم و یا به صورت ناایمن رفتار کنم تا به اهدافم برسم.
زندگی بدون خطر برای من کسل‌کننده است.
من در موقعیت‌های غیرعادی فرد محتاطی نیستم.
من معمولاً در هنگام کار از تجهیزات ایمنی استفاده نمی‌کنم.
بی‌ثباتی عاطفی
من اغلب نمی‌توانم بر کارم تمرکز کنم و ذهنی پریشان دارم.
رفتارم بدون هیچ دلیلی تغییر می‌کند.
من اغلب غمگین و ناامید هستم.
من بدون هیچ دلیلی بعضی مواقع خوشحال و بعضی مواقع افسرده هستم.
من در تصمیم‌گیری به صورت سریع و مطمئن عمل نمی‌کنم.
بعضی از مواقع کاملاً آرام و خونسرد و برخی اوقات عصبانی و پرخاشگر هستم.
آگاهی از ایمنی
من از همکارانم که قوانین و دستورالعمل‌های ایمنی را رعایت نمی‌کنند، مطلع هستم.
من زمانی که نگران ایمنی در محل کارم هستم از سرپرست سؤال می‌پرسم.
اگر مطمئن نباشم که ادامه دادن کارم بی‌خطر است، آن را متوقف می‌کنم.
هنگامی که درمورد انجام یک عمل به صورت ایمن شک دارم، با احتیاط بیشتر ادامه می‌دهم.
رضایت شغلی
من مشتاق کارم هستم.
من احساس می‌کنم حقوقی که در ازای کارم پرداخت می‌شود، منصفانه است.
من از کار کردن با همکارانم لذت می‌برم.
شانسی که برای ارتقای شغلی دارم، رضایت‌بخش است.