Journal of Health and Safety at Work 2023; 13(2): 289-308

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Determination of Key Safety Performance Indicators Using Delphi Method: A Case Study on Electricity Distribution Company in Alborz Province

Younes Mehrifar[1], Majid Abasi[2], Kazem Samimi[1], Saber Moradi Hanifi[3], Mostafa Pouyakian [4*]

[1] Department of Occupational Health and Safety Engineering, Student Research Committee, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[2] Work Health and Environment Office of Alborz Electricity Distribution Company, Alborz, Iran
[3] Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[4] Department of Occupational Health and Safety Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 2022-06-27 Accepted: 2023-04-09

ABSTRACT

Introduction: Many general indicators have been proposed to assess an organization's safety performance. However, due to their holistic nature, these indicators may not always reflect safety-specific aspects of an organization's performance. In other words, the nature of an organization's activities necessitates the use of specific criteria to better reflect safety performance. This study aimed to identify and measure key safety performance indicators using the Delphi method in Alborz Province Electric Power Distribution Company.

Material and Methods: This descriptive, survey-based study utilized the Delphi method to collect the opinions of 11 safety experts in the electric power distribution industry. Opinions were gathered in four phases, and key indicators were determined in the last phase of the study. These indicators were subsequently used to evaluate the safety performance of Alborz Electric Power Distribution Company for three months.

Results: This study identified and documented 34 safety activities. The expert group proposed 20 indicators in the first phase of the Delphi method. In the second and third phases, four and one indicators were eliminated, respectively, because they did not receive the required score. The content validity ratio (CVR) and content validity index (CVI) were calculated for the remaining 15 indices in the fourth phase. The results revealed that the mean quarterly performance scores of Alborz Province electric power distribution districts and departments in 2016, including Nazarabad, Savojbolagh, Mehrshahr, Fardis, West, East, Taleghan, and Eshtehard, were 78.9, 54.7, 78.8, 75.9, 75.7, 80.8, 61, and 83.5 out of 100 points, respectively.

Conclusion: The Delphi method is useful for identifying key safety performance indicators. The indicators discovered using this technique are active indicators (pre-accident) that are crucial in determining Alborz Electric Power Distribution Company's safety performance. These indicators are suggested for use in evaluating the safety performance of other electric power distribution companies.

Keywords: *Indicator, Key performance indicator, Safety, Power distribution, Delphi method*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Mehrifar Y, Abasi M, Samimi K, Moradi Hanifi S, Pouyakian M. Determination of Key Safety Performance Indicators Using Delphi Method: A Case Study on Electricity Distribution Company in Alborz Province. Journal of Health and Safety at Work. 2023; 13(2): 289-308.

* Corresponding Author Email: *pouyakian@sbmu.ac.ir*

Copyright © 2023 The Authors.
Published by Tehran University of Medical Sciences

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5]

1. INTRODUCTION

Every organization needs Key Performance Indicators (KPIs) to accurately measure its activities. These indicators allow for information collection and determining the best way to achieve the organization's specific goals. KPIs are typically divided into two types: retrospective and prospective. Retrospective indicators (leading) are input-oriented and are also known as active indicators. Retrospective indicators (lagging) are output-oriented and called reactive indicators. Retrospective indicators measure adverse outcomes such as accidents, injuries, deaths, the release of chemicals, failure of parts, lack of equipment, and the like in the organization. On the other hand, prospective indicators measure the quality of preventive activities to prevent adverse outcomes. Therefore, these indicators are designed to evaluate the organization's performance in preventing accidents and occupational diseases.

Electric power distribution companies constitute one of the crucial and accident-prone divisions of the power industry, responsible for distributing and monitoring the safe electricity use by millions of urban and industrial consumers. Measuring organizational performance, particularly safety, in such systems may take work. Therefore, identifying the most valuable safety performance-related measures in Iranian power distribution companies as safety KPIs necessitates a thorough investigation. This study aimed to identify and evaluate safety KPIs for Alborz Electric Power Distribution Company using the Delphi method.»

2. MATERIAL AND METHODS

The present study utilized the Delphi method to identify safety KPIs for Alborz Electric Power Distribution Company. In this regard, information about safety activities was extracted by analyzing the company's safety processes, and accurate categorization was applied to the activities. The purpose of the study was discussed with a group of experts (11 electrical industry safety experts).

The specified activities were transferred into an unstructured questionnaire to determine the corresponding indicators. The questionnaire was provided to the expert group members to translate the safety activities listed in the questionnaire into safety KPIs following their opinions.

Following the entry of the experts' perspectives and the deletion and addition of necessary items in the questionnaire, the previous step was reiterated. Accordingly, the list of remaining items, rankings, minority opinions, and agreed-upon items were distributed among the experts. Experts were also asked to determine the weight of each obtained indicator at this stage (Fig 1). The mean weight assigned to the indicators was considered the final weight of each indicator. The safety score of each indicator was calculated by multiplying the indicator's score by the indicator's weight. The scores for three consecutive months of May, June, and July in districts serviced by Alborz Electric Power Distribution Company (eight districts) were then computed using the set indicators."

3. RESULTS AND DISCUSSION

After studying and reviewing the safety activities of Alborz Electric Power Distribution Company, 34 functional safety activities were extracted. Fifteen indicators were ultimately determined based on the consensus of the expert group. Moreover, the formula for calculating each indicator was determined (Table 1). After determining the CVI and CVR of each indicator (Table 2), the weight of the indicators was obtained based on the expert group's opinions (Table 3). Regarding each indicator's weight and value, the scores of the

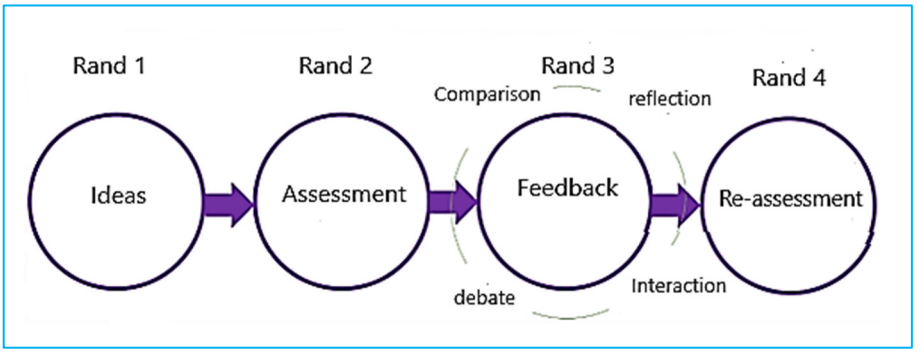


Fig. 1: Steps of the Delphi technique in the present study

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5]

Table 1: Safety key indicators extracted in this study

No.	Extracted indexes	Description
1	Safety meeting/Safety training	Safety-related training and meetings for operational personnel
2	Meeting of the safety committee	Meeting of technical protection and work health committee
3	Implementation of the approvals of the safety committee meeting	Monthly safety committee approvals related to safety decisions and plans
4	Encouraging and punishing safety	Monthly Encouragement/Punishment By the executive method and the process of safety and crisis management
5	Safety visits (exploitation, development, and construction teams)	Visits related to operational safety and construction at least twice a month
6	Safety visits (Customer service and teams)	Visits related to the safety of subscribers once a month
7	Safety visits to office buildings	Monthly Visits related to the safety of office buildings covered by the area
8	Visiting operational vehicles (lifts and cranes)	Monthly Visits associated with the safety of cranes and lifts used
9	Visiting operational vehicles (except for lifts and cranes)	Monthly Visits associated with other vehicles' safety other than cranes and lifts
10	Visiting passenger cars (fixed cars at the disposal of the region)	Monthly Visits associated with fixed vehicle safety
11	Visiting the electrical network and facilities (to discover the source of danger)	Monthly Visits Related to the Safety of Electricity Equipment Area
12	Eliminate the identified risk centers	Monthly visits related to the safety of the hazard center The door of the post is left open, an invasion of privacy, and Falling light
13	Preparation of the answer to the report of safety visits sent to the region	Developing a report of safety visits in the area
14	Scoring the performance of contractors	Compilation of the safety performance score worksheet of regional contracting companies
15	Registration and reporting of near miss	It should be reported if there are two near misses a month.

Table 2: The score of CVI, CVR, and the weight of safety KPIs

Weight	CVR	CVI	Index
12	0.82	0.91	a_1
5.4	0.64	0.97	a_2
5.3	0.64	0.91	a_3
7.5	0.64	0.94	a_4
9.8	0.64	0.85	a_5
8	0.64	0.91	a_6
3.7	0.82	0.94	a_7
8.2	0.82	0.97	a_8
6.7	0.82	0.82	a_9
3.6	0.82	0.88	a_{10}
7.8	0.82	0.94	a_{11}
8.7	0.64	0.97	a_{12}
3.8	0.82	0.85	a_{13}
5.2	0.64	0.85	a_{14}
4.3	0.82	0.88	a_{15}
100	-	-	**Total**

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5] [Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

Table 3: Safety Performance Rating Three Months of Areas and Covered Electricity Departments Alborz Province Power Distribution Company

Region	VIII			VII			VI			V			IV			III			II			I		
Month / Index	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3	b_1	b_2	b_3
a_1	9.7	9.5	8.8	7.8	7.6	5.9	7.1	7.3	9.9	5.1	6.2	6.7	9.1	8.9	11.3	9.5	10	9.5	10.3	11.3	11.4	6.5	8.5	9.5
a_2	5	4.8	4.8	0.8	5.3	5.3	5.3	5.2	5.4	4	4	4	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.1	5.1	5.2	5.4	5.4	5.4
a_3	2.3	2.4	2.6	5	5	5	4.2	5.2	3.8	4.5	5	5	2.5	4.2	4.8	5	5	5	5.3	5.1	5.2	5.2	5.3	5.3
a_4	7.2	6.7	6.3	7.3	7.3	7.3	7.4	6.5	7.5	5.1	6.6	6.6	6.5	6.9	7.2	7.3	7.3	7.3	0	0	2	7.2	6.4	6.8
a_5	9.3	9.1	8.8	4.9	4.9	5.2	5.7	8.6	8.7	8.7	8.7	7.9	4.5	4	4.3	8.2	8.2	8.2	2	2	2	9.8	9.7	9.8
a_6	6.8	6.2	5.8	5.3	7	7	0.6	7.2	1.5	5.6	7	6.3	6.3	6.8	4.9	3.5	3.5	3.5	0	0	0	0	0.2	0.4
a_7	3.2	3.3	3.4	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.7	1.4	1.8	2.5	3.3	3.3	3.3	0	0	0	3.4	3.3	3.3	3.8	3.6	3.6
a_8	7.7	7.2	6.9	0	8.1	8.2	8.1	7.9	8.2	8	8	8	6.1	7.3	7.5	8	8	8	1.2	1.2	1.2	8.2	8	8.2
a_9	6.1	6	5.9	6.5	6.6	6.5	6.7	6.5	6.7	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.1	6.5	6.5	6.5	1.3	1.4	1.1	6.7	6.7	6.7
a_{10}	2.8	2.8	2.8	0	0	0	0	0	0	3.5	3.5	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
a_{11}	7.8	7.8	7.7	1.3	1.1	1.3	7.8	7.6	7.8	5.6	6.2	7.2	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.4	7.8
a_{12}	7.8	7.8	7.9	0.6	0.2	0.9	8.6	8.6	8.7	8.6	8.6	8.6	7.2	8.3	7.2	8.6	8.6	8.6	7	7.2	7	8.3	8.6	8.7
a_{13}	2.5	2.6	3	3.8	3.6	3.8	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3	3.5	3.5	3.5	3.2	3.2	3	3.8	3.8	3.8
a_{14}	4	4.3	4	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	5.2	0	0	0	5	5	4.5	5	5	5	4.7	4.6	4.4	5.2	5.2	5.2
a_{15}	3	3.2	3.2	0	0	0	0.7	0.2	4.3	2	2	2	0	0	0	0	0	0	2.3	2.4	2.3	0	0	0
Total Score	85.1	83.6	81.9	52.2	65.6	65.3	74.9	83	84.9	71.8	77.3	78	73.2	77.5	77.2	78.2	78.7	78.2	53.6	54.6	55.9	77.8	77.8	81.2

Month: April (b_1), May (b_2), June (b_3)

eight regions of Alborz Electric Power Distribution Company were determined.

Past studies reveal this vital principle: formulating and developing safety performance evaluation indicators is one of the critical issues in safety societies. The identification and selection of 15 safety KPIs from among the 34 indicators by the panel of experts showed that by focusing on the more important indicators, the organization and its safety activities can be monitored with less time and cost. This information can be used to make decisions about future actions.

4. CONCLUSIONS

Identifying and producing key and active indicators (before the accident) to evaluate safety performance in the power generation industry was one of this study's strengths. However, some methodological limitations associated with the nature of the Delphi method made its implementation challenging. For example, during the implementation of the Delphi method, the group of experts must maintain their interaction levels and cooperation to answer the questionnaire rounds at an appropriate level. The present study considered extracting safety indicators, determining the key indicators of health and environmental performance, and providing a more comprehensive set of health indicators that can be considered in future studies. It is proposed to consider research on diverse safety aspects in electricity distribution companies and identify the role of new indicators in safety performance in future studies. Furthermore, in order to determine the effectiveness of the safety performance evaluation, the points obtained in a certain period can be compared with the safety goals and the incidence and severity of accidents.

5. ACKNOWLEDGMENT

The authors of this study thank the employees of Alborz Province Electricity Distribution Company who participated in this research.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5]

تعیین شاخص های کلیدی عملکرد ایمنی با استفاده از روش دلفی: یک مطالعه موردی در شرکت های توزیع برق استان البرز

یونس مهری فر[۱]، مجید عباسی[۲]، کاظم صمیمی[۱]، صابر مرادی حنیفی[۳]، مصطفی پویا کیان[۴*]

[۱] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، کمیته تحقیقات و فناوری دانشجویان، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

[۲] دفتر ایمنی بهداشت کار و محیط زیست شرکت توزیع نیروی برق استان البرز، البرز، ایران

[۳] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

[۴] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۰

چکیده

مقدمه: شاخص‌های عمومی زیادی برای بررسی عملکرد ایمنی در سازمان‌ها ارائه شده است؛ لیکن این شاخص‌ها به دلیل ماهیت کلی‌نگر آن‌ها، نمی‌توانند همواره منعکس‌کننده ی جنبه‌های ویژه ی عملکرد سازمان درخصوص ایمنی باشند؛ به بیان دیگر، ماهیت فعالیت‌های یک سازمان، ایجاب می‌کند که آن سازمان از شاخص‌های مختص به خود برای انعکاس بهتر عملکرد ایمنی استفاده نماید. این مطالعه، با هدف تعیین شاخص‌های کلیدی عملکرد ایمنی به روش دلفی و سنجش آن‌ها در شرکت توزیع نیروی برق استان البرز انجام شد.

روش کار: در این مطالعه ی توصیفی-پیمایشی، از نظرات خبرگان و کارشناسان ایمنی صنعت توزیع برق (n=۱۱) در قالب روش دلفی استفاده شد. نظرات، در چهار مرحله جمع‌آوری و شاخص‌های کلیدی نهایی شناسایی شدند. سپس از این شاخص‌ها برای ارزیابی عملکرد ایمنی شرکت توزیع برق البرز در طی یک دوره ی ۳ ماهه استفاده شد.

یافته ها: در این مطالعه، ۳۴ فعالیت ایمنی شناسایی و ثبت گردید. در مرحله ی اول روش دلفی، ۲۰ شاخص توسط گروه خبرگان پیشنهاد گردید. در مراحل دوم و سوم، به ترتیب ۴ و ۱ شاخص به دلیل عدم کسب امتیاز لازم حذف شدند. در مرحله ی چهارم، برای ۱۵ شاخص باقیمانده، نسبت روایی محتوا (CVR) و شاخص روایی محتوا (CVIAv) محاسبه شد. نتایج، نشان داد که میانگین امتیاز عملکرد سه‌ماهه‌ی مناطق و ادارات توزیع برق استان البرز در سال ۱۳۹۵، از ۱۰۰ امتیاز شامل نظرآباد، ساوجبلاغ، مهرشهر، فردیس، غرب، شرق، طالقان و اشتهارد، به ترتیب ۷۸/۹، ۵۴/۷، ۷۸/۸، ۷۵/۹، ۷۵/۷، ۸۰/۸، ۶۱ و ۸۳/۵ بود.

نتیجه گیری: روش دلفی، تکنیکی مؤثر در شناسایی شاخص‌های کلیدی عملکرد ایمنی است. شاخص‌های کلیدی انتخاب‌شده توسط خبرگان شرکت‌کننده در راندهای دلفی، جزو شاخص‌های فعال (پیش از وقوع حادثه) بودند که عملکرد ایمنی واحدهای عملیاتی شرکت توزیع نیروی برق استان البرز را به شکل کارآمدتری منعکس می‌کنند. پیشنهاد می‌شود این شاخص‌ها برای ارزیابی عملکرد ایمنی در سایر شرکت‌های توزیع برق کشور مورد استفاده قرار گیرند.

کلمات کلیدی: *شاخص کلیدی عملکرد، ایمنی، توزیع برق، روش دلفی*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *pouyakian@sbmu.ac.ir*

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5]

مقدمه

توجه سازمان‌ها به سنجش عملکرد سیستم، برگرفته از این واقعیت است که اگر سازمان‌ها بدانند "چگونه هستند"، بهتر می‌توانند برنامه‌ریزی کنند که "چگونه باشند" (۱)؛ به بیان دیگر، داشتن تصویری دقیق و درست از وضعیت عملکردهای سازمان، به برنامه‌ریزان آن کمک می‌کند تا هدف‌گذاری و مسیر مناسب‌تری را برای آینده ی سازمان ترسیم کنند. اندازه‌گیری عملکرد، شکاف بین وضعیت موجود و وضعیت مطلوب را شناسایی کرده و این امکان را فراهم می‌نماید که برنامه‌ریزی مناسب‌تری برای کاستن از شکاف موجود انجام شود. بزرگ‌تر و پیچیده‌تر شدن فعالیت‌های سازمان، سنجش عملکرد آن را نیز دشوارتر می‌کند؛ بنابراین، مدیران، همواره نگران نتایج فعالیت‌ها و تصمیمات خود بر عملکرد کلی سیستم هستند و به دنبال راهکارهایی برای بهبود عملکرد سازمان بوده و معمولاً سعی می‌کنند از طریق سیستم‌های اندازه‌گیری عملکرد، بر فعالیت‌های سازمان نظارت داشته باشند و پیگیری‌های متناظر را انجام دهند. سوالی که وجود دارد، این است که سازمان‌ها با چه ابزاری و چگونه می‌توانند ضمن بررسی ابعاد مختلف به شکل جامع، حوزه‌های قابل بهبود عملکردی خود را شناسایی کنند (۲). این سؤال، محرک اصلی برای معرفی شاخص‌های پایش عملکرد در سیستم‌ها و سازمان‌هاست.

شاخص، نماینده و نشانگری از وضعیت یک پدیده یا عملکرد آن است (۳). شناسایی نشانگرهای مناسب در عملکرد، به مدیریت بهتر آن کمک خواهد نمود. شاخص‌های عمومی زیادی برای ارزیابی عملکرد در سازمان‌ها وجود دارد؛ ولی این شاخص‌ها از حساسیت پایینی برای سنجش عملکرد واقعی سازمان برخوردارند؛ زیرا فعالیت‌ها، اهداف و معیارهای موفقیت، از سازمانی به سازمان دیگر متفاوت است؛ بنابراین، هر سازمان، نیازمند شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPIs[1]) برای سنجش دقیق‌تر فعالیت‌های خود است. این شاخص‌ها، امکان گردآوری اطلاعات و تعیین بهترین راه برای دستیابی به اهداف اختصاصی سازمان را فراهم می‌کنند (۴). شاخص‌های مذکور، با ارائه ی تصویری شفاف از عملکرد سیستم، نقش تعیین‌کننده در فرآیند تصمیم‌گیری مدیران ایفا می‌کنند. شاخص‌های کلیدی عملکرد، به‌طور کلی به دو نوع گذشته‌نگر و آینده‌نگر تقسیم‌بندی می‌شوند. شاخص‌های آینده‌نگر (leading)، ورودی‌محور بوده و به شاخص‌های فعال نیز مشهور هستند. شاخص‌های گذشته‌نگر (lagging)، خروجی‌محور هستند و به آن‌ها شاخص‌های واکنشی گفته می‌شود (۵). شاخص‌های گذشته‌نگر، به سنجش پیامدهای نامطلوب مانند حادثه، آسیب، مرگ‌ومیر، انتشار مواد شیمیایی، خرابی قطعات و عدم وجود تجهیزات و غیره در سازمان می‌پردازند. در سوی مقابل، شاخص‌های آینده‌نگر، کیفیت فعالیت‌های پیشگیرانه برای جلوگیری از پیامدهای نامطلوب را سنجش می‌کنند؛ بنابراین، این شاخص‌ها به‌منظور ارزیابی عملکرد سازمان برای جلوگیری از بروز حوادث و بیماری‌های شغلی طراحی شده‌اند. آموزش، نظارت و بازرسی، نگهداری به موقع، استفاده از چک‌لیست‌های بازرسی، فرهنگ یادگیری، گزارش‌دهی حوادث و غیره، مثال‌هایی از شاخص‌های آینده‌نگر هستند (۵، ۶). شناسایی شاخص‌های کلیدی عملکرد ایمنی در هر سازمان، امکان استفاده از مزایای آن‌ها در مدیریت و پایش عملکرد ایمنی آن سازمان را فراهم می‌کند.

موضوع ایمنی، یکی از ویژگی‌های عملکرد سازمان است؛ بدین معنی که روش‌های کار و عملیات در سازمان، تعیین می‌کنند که سازمان در چه سطحی از ایمنی است. سیستم مدیریت ایمنی، شامل سیاست‌های ایمنی است که کارکنان سازمان را به مشارکت، آموزش، ارتباطات و همکاری، برنامه‌های فعال و کنترل فعالیت‌ها تشویق می‌نماید. با توجه به اینکه عامل انسانی، جزء مهم‌ترین علل ریشه‌ای وقوع حوادث و تأثیرگذار بر عملکرد ایمنی سیستم‌ها محسوب می‌شود (۷)، خروجی مثبت این سیاست‌ها بهبود عملکرد ایمنی، کاهش نرخ وقوع حوادث و بهبود شرایط محیط کار است که نهایتاً بر روی بهره‌وری، شهرت، نوآوری و فرهنگ سازمانی اثر خواهد گذاشت. در دهه‌های گذشته، شاخص‌های بسیار زیادی

1. Key Performance Indicators

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5]

برای تعیین عملکرد ایمنی سازمان‌ها معرفی شده است؛ شاخص‌هایی همچون ضریب شدت حادثه، ضریب تکرار حادثه، شاخص شدت-تکرار، نمره‌ی T ایمن، متوسط روزهای ازدست‌رفته، نرخ روزهای کاری ازدست‌رفته به دلیل حادثه، میانگین روزهای غیبت از کار، میانگین و آهنگ دوره ی زمانی حوادث و... عملکرد ایمنی سازمان در گذشته ی نزدیک یا دور را نشان می‌دهند. این شاخص‌ها، عموماً جزو شاخص‌های عمومی و گذشته‌نگر بوده و بر اساس داده‌های جمع‌آوری‌شده از حوادث یا شبه‌حوادث روی‌داده در سازمان در یک دوره ی زمانی معین، محاسبه می‌شوند. حساسیت این شاخص‌ها به عملکرد ایمنی سازمان بسیار پایین بوده و یک ضعف ذاتی مهم دارند. اتکا به این شاخص‌ها، اساساً وضعیت ایمنی در گذشته را نمایان می‌کند و قدرت پیش‌بینی خوبی از وضعیت ایمنی سیستم در وضعیت حال یا آینده ی نزدیک را ندارند (۸). از این منظر، استفاده از این شاخص‌ها برای سنجش عملکرد ایمنی سازمان، به نگاه کردن به آینه ی عقب خودرو (استعاره از وضعیت گذشته‌ی سازمان) برای تصمیم‌گیری به رانندگی ایمن در مسیر روبه‌جلو تعبیر می‌شود. بدیهی است که نگاه به نشانگرهای روبه‌جلو و کسب اطلاعات از آینده‌ی نزدیک و پیش چشم راننده، می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری از کیفیت عملکرد و ایمنی رانندگی فرد در اختیار وی قرار دهد؛ از این‌رو، از شاخص‌های آینده‌نگر برای غلبه بر ضعف‌های ذاتی شاخص‌های گذشته‌نگر و پایش عملکرد ایمنی سازمان‌ها استفاده می‌شود. این شاخص‌ها، اطلاعاتی درخصوص نوع و میزان ورودی سیستم برای ارتقای ایمنی در اختیار مدیران قرار داده و به آنان کمک می‌کنند تا از قبل اقداماتی را برای پاسخ به تغییرات محیط، دستیابی به اهداف و جلوگیری از رویدادهای ناخوشایند، اتخاذ نمایند.

با وجود اینکه شاخص‌های عمومی زیادی برای بررسی عملکرد ایمنی در سازمان‌ها ارائه شده است، لیکن این شاخص‌ها به دلیل ماهیت عمومی و کلی آن ها، نمی‌توانند همواره منعکس‌کننده ی جنبه‌های ویژه ی عملکرد سازمان درخصوص ایمنی باشند؛ به بیان دیگر، ماهیت فعالیت‌های یک سازمان، ایجاب می‌کند که آن سازمان از شاخص‌های مختص به خود برای انعکاس بهتر عملکردهای ایمنی استفاده نماید؛ بنابراین، اتکا به شاخص‌های عمومی عملکرد ایمنی، به‌ویژه در سیستم‌های بزرگ و پیچیده، برای تصمیم‌گیری کافی نبوده و یافتن شاخص‌هایی کاملاً اختصاصی برای سنجش عملکرد ایمنی در هر سازمان، چالش و ضرورتی مهم محسوب می‌شود (۹).

در سال‌های اخیر، مطالعات در زمینه ی شاخص کلیدی عملکردی ایمنی، غالباً بر روی تفاوت بین شاخص‌های پیشرو و گذشته‌نگر تمرکز داشته‌اند (۱۰). تعیین شاخص‌های کلیدی عملکرد در هر سازمان، دقیقاً مشخص می‌نمایند که کدام فعالیت‌ها را می‌توان جهت بهبود عملکرد انجام داد (۱۱)؛ برای مثال، Brown و همکاران (۲۰۰۹)، مطالعه‌ای به‌منظور توسعه ی شاخص‌های کلیدی عملکردی برای بهبود فرآیند ایمنی، در یک شرکت نفت و گاز در انگلیس انجام دادند. آن‌ها پس از شناسایی فرآیند مدیریت ایمنی و ارزیابی نقاط ضعف مدیریت ایمنی شرکت، نسبت به استخراج شاخص‌های عملکردی ایمنی مربوطه اقدام نمودند. در مطالعه ی آن‌ها، ۷۲ مورد KPI تعیین و سرانجام ۱۴ مورد آن نهایی گردید (۱۲).

چالش مهم در تعیین شاخص‌های کلیدی عملکرد هر سازمان، چگونگی شناسایی این شاخص‌هاست. رویکردهای متفاوتی برای این منظور وجود دارد؛ لیکن به کارگیری روشی آسان، کم‌هزینه و معتبر بر پایه ی نظرات و تجارب متخصصان مرتبط، به‌ویژه در مواردی که ابعاد موضوع مورد نظر چندان واضح نبوده و شواهد تجربی کمی پیرامون آن وجود دارد، انتخابی هوشمندانه خواهد بود. تکنیک دلفی[1]، دارای چنین ویژگی‌هایی است. روش دلفی، دارای ساختاری برای پیش‌بینی و کمک به تصمیم‌گیری در طی راندهای پیمایشی جمع‌آوری اطلاعات و درنهایت اجماع گروهی است (۱۳). این روش، رویکرد یا روشی سیستماتیک برای استخراج نظرات از یک گروه متخصصان درخصوص یک موضوع یا یک سؤال

1. Delphi

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5]

(۱۴) و یا رسیدن به اجماع گروهی از طریق یک‌سری از راندهای پرسشنامه‌ای با حفظ اصل ناشناخته ماندن پاسخ‌دهندگان و بازخورد نظرات به اعضای پانل است (۱۵). در این روش، متخصصان در یک جا گرد هم نمی‌آیند، بلکه پرسشنامه‌ها از روش‌های مختلف مانند پست الکترونیک یا فرم‌های الکترونیک تحت وب برای افراد ارسال می‌شود؛ بنابراین، ضمن آنکه مشکلات مربوط به گردآوری افراد در یک محل از بین می‌رود، امکان اظهار نظر آزادانه و مکتوب افراد و تجدید نظر در عقاید (۱۶) بدون نگرانی از اعمال نظر خبرگان صاحب نفوذ و هدر رفتن زمان به شکل بحث‌وجدل‌های بی‌مورد، وجود دارد. این روش، از نیمه ی دهه ی ۱۹۶۰ به‌عنوان یک روش مهم علمی شناخته شد و اکنون برای طیف گسترده‌ای از سؤالات آینده‌محور و پیچیده در زمینه‌های مختلف استفاده می‌شود (۱۷)؛ بنابراین می‌توان انتظار داشت که قابلیت‌های این روش توافق‌محور، راهگشای مناسبی برای حل برخی مسائل موجود در مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه‌ای باشد.

صنعت برق، به‌عنوان یک صنعت زیربنایی، نقش مهمی در توسعه ی اقتصادی و رفاه جوامع دارد. در یک دسته‌بندی کلی، می‌توان صنعت برق را به سه بخش تولید (نیروگاه‌های تولید برق)، انتقال (خطوط انتقال قدرت) و توزیع (خطوط توزیع برق) تقسیم‌بندی کرد. شرکت‌های توزیع برق، ازجمله ی بخش‌های حیاتی و درعین‌حال پرحادثه در صنعت برق است؛ زیرا وظیفه ی توزیع و نظارت بر کاربرد ایمن برق توسط میلیون‌ها مصرف‌کننده‌ی شهری و صنعتی، برعهده ی این شرکت‌هاست. طبق آمار اداره ی کار ایالات متحده، صدمات کشنده ی ناشی از قرار گرفتن در معرض برق، از ۲/۷۷ درصد در سال ۲۰۱۵ به ۳/۱۱ درصد در سال ۲۰۱۹ تغییر کرده است (۱۸).

عملیات شرکت‌های توزیع برق، برای حفظ پایداری شبکه و ارائه ی خدمات به مصرف‌کنندگان، از گستردگی موضوعی زیادی برخوردار است. گستردگی جغرافیایی خدمات‌رسانی، پیچیدگی و گستردگی شبکه ی توزیع، حفاظت از شبکه، مشترکان زیاد و متنوع، پیچیدگی الگوی مصرف برق، ۲۴ ساعته بودن خدمات توزیع برق و رفتار مصرف‌کنندگان درخصوص ایمنی استفاده از برق، فعالیت شرکت‌های توزیع برق را در رده ی سیستم‌های فنی-اجتماعی پیچیده قرار می‌دهد. سنجش عملکردهای سازمانی، به‌ویژه عملکرد ایمنی، در چنین سیستم‌هایی دشوار است.

تیم‌های عملیاتی در این شرکت‌ها، به‌طور مداوم در حال انجام ماموریت‌های مختلف برای حفظ پایداری و ایمنی شبکه ی توزیع برق هستند؛ بنابراین، در عمل، بخش بزرگی از عملکرد تیم‌های عملیاتی، به انجام اقداماتی پیش‌دستانه و پیشگیرانه برای کاهش احتمال وقوع حوادث اختصاص دارد. این اقدامات و برنامه‌ها، بسیار متنوع هستند و تحلیل نتایج آن‌ها می‌تواند ضمن شناسایی سریع مشکلات و پاسخ‌دهی مناسب و به موقع مدیران، اطلاعات ارزشمندی از ایمنی و پایداری شبکه را در اختیار تصمیم‌گیران قرار دهد. با این حال، تاکنون شاخص‌های اختصاصی ارزیابی عملکرد ایمنی در این شرکت‌ها و شرکت‌های مشابه، شناسایی نشده‌اند. ضمن اینکه شاخص‌های مشابه به دلیل تفاوت در شیوه‌های کاری (به‌ویژه در کشورهای مختلف)، نمی‌تواند به‌طور مستقیم مورد استفاده قرار گیرد. کیفیت ایمنی سیستم را می‌توان بر اساس نتایج سنجش ایمنی و با استفاده از برخی شاخص‌های مرتبط با ایمنی توصیف کرد. عوامل مؤثر بر کیفیت ایمنی، شامل عوامل فنی، انسانی و سازمانی است (۱۹). بر اساس تجزیه‌وتحلیل مطالعات (۸، ۹)، ۴۸ شاخص برای بیان کیفیت ایمنی یک سیستم معرفی شده است. البته نمی‌توان گفت که این تعداد شاخص کافی و جامع هستند؛ ولی می‌توان شاخص‌های جدیدی را با توجه به ویژگی‌های صنعت یا سیستم ایمنی به این لیست اضافه کرد. ارزیابی اثربخشی ایمنی در یک سیستم، تقریباً کار مشکلی است. طبیعتاً یک سیستم ایمن پیشرفته می‌تواند تا حدی اثرات نامطلوب در سیستم را کاهش دهد؛ اما هزینه‌های قابل توجهی برای ایجاد یا حفظ چنین سیستمی لازم است؛ بنابراین، انتخاب یک سیستم بهینه بر اساس انتخاب‌های موجود تا حدی

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5]

شکل ۱: توزیع پراکندگی مناطق هشت گانه شرکت توزیع برق استان البرز

دشوار است. بهره‌گیری از عملکرد، شاخص‌ها و معیارها، اساس به‌کارگیری تجزیه‌وتحلیل مناسب و کم‌هزینه برای جلوگیری از بروز حوادث است؛ از این‌رو، مطالعه ی حاضر، با هدف شناسایی شاخص‌های کلیدی عملکرد ایمنی در شرکت توزیع نیروی برق استان البرز به روش دلفی و ارزیابی آن‌ها به انجام رسید.

روش کار

این مطالعه ی مقطعی-تحلیلی، بر پایه ی شناسایی و انتخاب شاخص‌های کلیدی عملکرد مؤثر بر بهبود ایمنی سیستم در شرکت توزیع برق استان البرز انجام گرفت. جامعه ی هدف مطالعه، شرکت‌های توزیع برق واقع در مناطق هشت‌گانه ی استان البرز بودند (شکل ۱). در این مطالعه، برای شناسایی شاخص‌های کلیدی عملکردی، از روش دلفی استفاده گردید. روش دلفی، فرایندی ساختاریافته و منسجم برای جمع‌آوری دانش متخصصان است. اساس روش دلفی، بر بهره‌گیری از نظر متخصصان خبره در حیطه ی علمی مورد نظراست. در مطالعه ی حاضر، گروه خبرگان، متشکل از ۱۱ نفر از کارشناسان ایمنی صنعت توزیع برق بود. مراحل انجام کار، به ترتیب زیر است:

فاز اول: با بررسی فرآیندهای کاری و فرآیندهای مدیریت ایمنی شرکت، اطلاعات مربوط به فعالیت‌های ایمنی استخراج شد.

فاز دوم: گروه‌بندی فعالیت‌های ایمنی در شرکت به گروه‌های اصلی مطابق با طرح مفهومی (شکل ۲)؛ فعالیت‌های عملکردی در این مطالعه مد نظر بوده و شامل موارد ایمنی تجهیزات، فرآیند و غیره نمی‌شود.

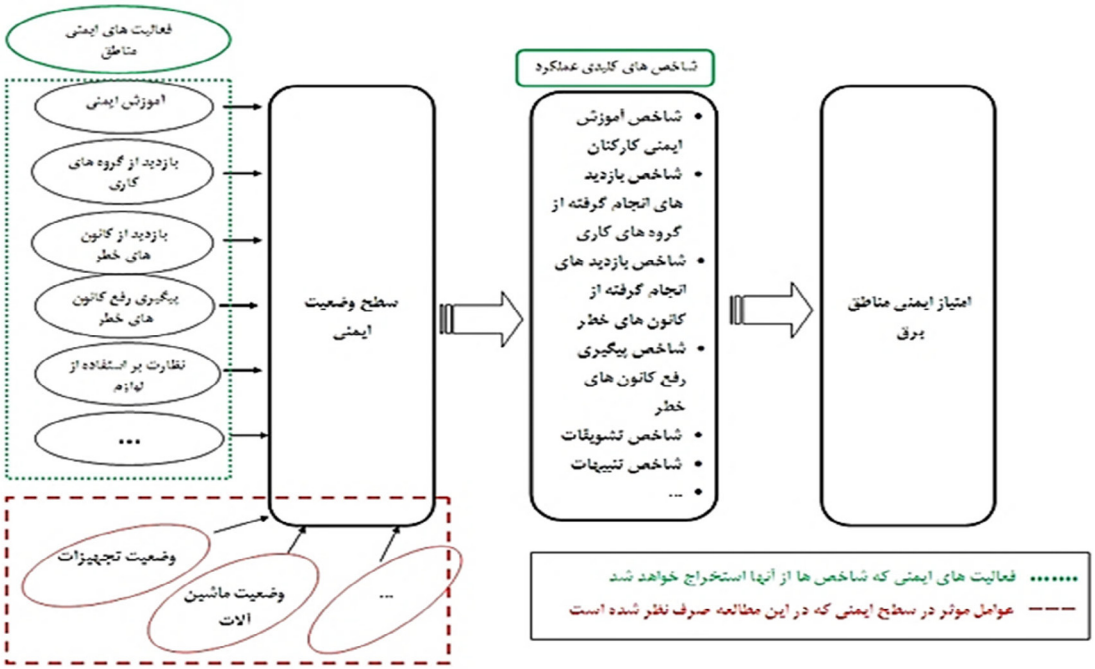
فاز سوم: تهیه ی فهرست گروه خبرگان و مصاحبه ی کوتاه حضوری با ایشان به‌منظور آشنایی با روند انجام کار.

فاز چهارم: به‌منظور تعیین شاخص‌های متناظر با فعالیت‌ها توسط گروه خبرگان، فعالیت‌های مشخص‌شده در پرسشنامه "بدون ساختار" وارد شد.

فاز پنجم: تبدیل فعالیت‌های ایمنی درج‌شده در پرسشنامه به شاخص‌های کلیدی عملکرد ایمنی مطابق با ایده و خلاقیت گروه خبرگان؛ بدین منظور، پرسشنامه به اعضای گروه ارسال شد. اعضای گروه، طی دو هفته، پرسشنامه‌ها را تکمیل کرده و عودت دادند (***راند اول دلفی***).

فاز ششم: شاخص‌های ایجادشده در پرسشنامه وارد و از گروه خبرگان درخواست شد به هر یک از ردیف‌های پرسشنامه (درواقع همان شاخص‌ها) در سه طیف "ضروری است"، "مفید اما ضروری نیست" و "ضرورتی ندارد" پاسخ دهند که در این مرحله، نسبت روایی محتوی (CVR) بر اساس معادله ی ۱ محاسبه شد. همچنین جهت محاسبه ی شاخص روایی محتوی (CVI)، از خبرگان

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]
[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5]



شکل۲: طرح مفهومی عوامل مورد نظر در تعیین شاخص های کلیدی عملکرد ایمنی

درخواست شد که درخصوص هر یک از سؤالات، سه معیار زیر را بر اساس طیف لیکرتی ۴ قسمتی اظهار نظر نمایند: "مربوط یا اختصاصی بودن"، "سادگی و روان بودن" و "وضوح یا شفاف بودن" (۲۰، ۲۱). بدین طریق، CVI محاسبه شد (معادله ۲). توضیح اینکه درواقع با تعیین CVI و CVR پرسشنامه ی تهیه‌شده، روایی محتوی هریک از شاخص‌های درج‌شده در ردیف‌های پرسشنامه نیز تعیین گردید. طبق جدول لاوشه، حداقل قابل قبول CVRبرای ۱۱ نفر اعضا، برابر با ۰/۵۹ است. درواقع با انجام این مرحله، همان ***راند دوم دلفی*** اجرا شد.

$$CVR = \frac{Ne - n/2}{n/2} \qquad (۱)$$

در معادله ی بالا، Ne، تعداد متخصصانی که گزینه ی «ضروری» را انتخاب کردند و n، تعداد کل متخصصان ارزیابی‌کننده است.

برای محاسبه‌ی CVI نیز از معادله ی ۲ استفاده شده و حداقل قابل قبول برای هر گویه، برابر با ۰/۷۹ در نظر گرفته شد.

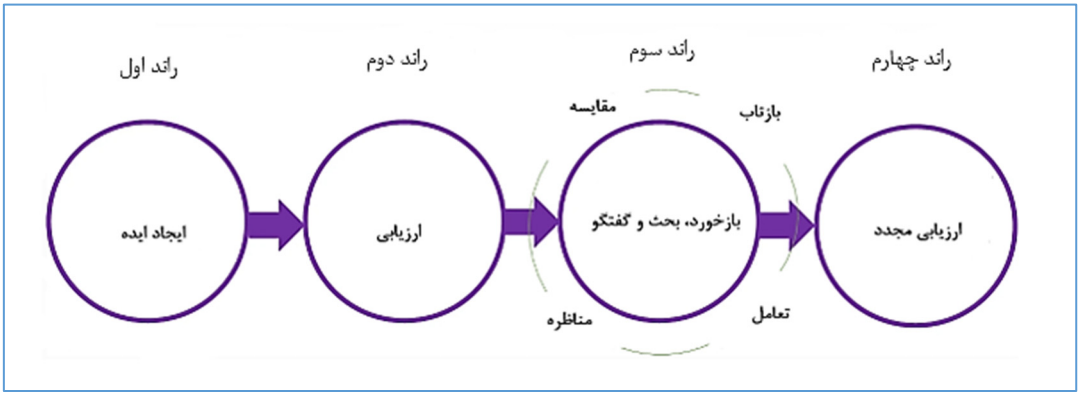
$$CVI = \frac{n}{N} \qquad (۲)$$

در معادله ی ۲، n، تعداد متخصصانی که گزینه ی "سادگی و روان بودن" یا "وضوح یا شفاف بودن"را انتخاب کردند و N، تعداد کل متخصصان است.

فاز هفتم: پس از ورود نقطه‌نظرات خبرگان و حذف و اضافه نمودن موارد لازم در پرسشنامه، مجدداً مرحله قبل تکرار شد. دوباره اعضای گروه پس از دریافت پرسشنامه‌ها، در طی یک هفته اقدام به تکمیل و بازگرداندن آن‌ها کردند (***راند سوم دلفی***).

فاز هشتم: در این مرحله، لیست آیتم‌های باقیمانده، رتبه‌بندی‌ها، نظرات اقلیت و موارد اجماع بین خبرگان توزیع شد تا درخصوص نظرات خود تجدید نظر کنند (***راند چهارم دلفی***). همچنین در این مرحله، از خبرگان

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]
[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5]



شکل۳: مراحل تکنیک دلفی در مطالعه حاضر

جدول۱: شاخص های کلیدی ایمنی استخراج شده در این مطالعه

ردیف	شاخص های استخراج شده	توصیف
۱	برگزاری جلسه ایمنی/ آموزش ایمنی	آموزش ها و جلسات مربوط به ایمنی برای پرسنل عملیاتی
۲	برگزاری جلسه کمیته ایمنی	جلسه مربوط کمیته حفاظت فنی و بهداشت کار
۳	اجرای مصوبات جلسه کمیته ایمنی	مصوبات ماهانه کمیته ایمنی مربوط به تصمیمات و برنامه ریزی های ایمنی
۴	تشویق و تنبیه ایمنی	تشویق/تنبیه ماهانه متناسب با روش اجرایی و فرآیند ایمنی و مدیریت بحران
۵	بازدید های ایمنی (اکیپ های بهره برداری و توسعه و احداث)	بازدیدهای مرتبط با ایمنی بهره برداری و احداث بصورت حداقل دوبار در ماه
۶	بازدید های ایمنی (خدمات مشترکین و اکیپ ها)	بازدیدهای مرتبط با ایمنی خدامات مشترکین بصورت یک بار در ماه
۷	بازدید ایمنی از ساختمان های اداری	بازدیدهای ماهانه مرتبط با ایمنی ساختمان های اداری تحت پوشش منطقه
۸	بازدید از خودرو های عملیاتی (بالابر و جرثقیل)	بازدیدهای ماهانه مرتبط با ایمنی جرثقیل ها و بالابرهای مورد استفاده
۹	بازدید از خودرو های عملیاتی (غیر از بالابر و جرثقیل)	بازدیدهای ماهانه مرتبط با ایمنی دیگر خودروها غیر از جرثقیل ها و بالابرها
۱۰	بازدید از خودروهای سواری(خودروهای ثابت در اختیار منطقه)	بازدیدهای ماهانه مرتبط با ایمنی خودروهای ثابت
۱۱	بازدید از شبکه و تاسیسات برق (به منظور کشف کانون خطر)	بازدیدهای ماهانه مرتبط با ایمنی تجهیزات برق منطقه
۱۲	رفع کانون های خطر شناسایی شده	بازدیدهای ماهانه مرتبط با ایمنی کانون خطر شامل درب پست باز مانده، تجاوز به حریم، چراغ در حال سقوط
۱۳	تهیه جوابیه گزارش بازدید های ایمنی ارسال شده به منطقه	تدوین گزارش بازدیدهای ایمین صورت گرفته در منطقه
۱۴	امتیازدهی به عملکرد پیمانکاران	تدوین کاربرگ امتیاز عملکرد ایمنی شرکت های پیمانکاری منطقه
۱۵	ثبت و گزارش شبه حوادث	در صورت رخ دادن دو شبه حادثه در ماه باید آن را باید گزارش کرد.

خواسته شد تا برای هرکدام از شاخص‌های به‌دست‌آمده ضریب وزنی به صورت کسری از ۱۰۰ (وزن کل ۱۰۰ درصد و وزن هر شاخص به صورت کسری از عدد ۱۰۰ در نظر گرفته شد) را تعیین نمایند که میانگین وزن داده‌شده به شاخص‌ها، به عنوان وزن نهایی هر شاخص در نظر گرفته شد. همچنین در این مرحله برای هر شاخص، ضریبی تحت عنوان ضریب کیفیت در نظر گرفته شد که توصیف آن در قسمت توضیحات جدول ۲ ذکر شده است.

فاز نهم: انتخاب شاخص‌های کلیدی از میان تعداد شاخص‌های ایمنی مطرح‌شده؛ در این مرحله، پس از جمع اوری نظر پنل خبرگان درخصوص شاخص‌ها، نه شاخصی اضافه و نه شاخصی از پرسشنامه کم شد. بدین منظور، از تعداد ۲۰ شاخص پیشنهادی، تعداد ۴ شاخص در راند دوم که امتیاز لازم را کسب نکرده بودند، حذف شدند. در راند سوم نیز یک شاخص به دلیل کسب امتیاز پایین، حذف و تعداد ۱۵ شاخص باقی ماند.

فاز دهم: از شاخص‌های تعیین‌شده، برای محاسبه ی امتیاز سه ماه متوالی اردیبهشت، خرداد و تیرماه سال

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]
[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5] [Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

جدول۲: شاخصهای کلیدی عملکرد ایمنی و روابط محاسباتی آنها

ردیف	شاخص	فرمول محاسباتی	توصیف
a_1	برگزاری جلسه ایمنی/ آموزش ایمنی	ضریب کیفیت اجرا × $\frac{\text{نفر ساعت آموزش ایمنی برگزار شده در ماه}}{\text{تعداد کارکنان عملیاتی} \times ۱/۵}$	**توضیح عدد ۱.۵: مطلوب است هرماه ۱.۵ ساعت جلسه ایمنی/ آموزش ایمنی برای پرسنل عملیاتی برگزار گردد.** **ضریب کیفیت اجرا:** **سرفصل های آموزش دقیقاً مربوط به ایمنی باشد و استفاده از مطالب جدید و غیر تکراری**
a_2	برگزاری جلسه کمیته ایمنی	ضریب کیفیت اجرا × تعداد جلسات کمیته برگزار شده در ماه	**توضیح: طبق ضوابط داخلی شرکت، مطلوب است حداقل یک کمیته ایمنی (حفاظت فنی و بهداشت کار) در ماه برگزار گردد.** **ضریب کیفیت اجرا:** **موارد مطرح شده در کمیته دقیقا مربوط به ایمنی باشد. تمامی اعضاء در جلسه حضور یابند. مصوبات منطبق بر آیین نامه کمیته حفاظت فنی و بهداشت کار باشد.**
a_3	اجرای مصوبات جلسه کمیته ایمنی	ضریب کیفیت اجرا × $\frac{\text{تعداد مصوبات اجرا شده در ماه}}{\text{تعداد مصوبات کمیته ایمنی} \times ۰/۵}$	**توضیح : طبق ضوابط داخلی شرکت مطلوب است حداقل ۵۰ درصد مصوبات کمیته ایمنی در ماه اجرایی گردد.** **ضریب کیفیت اجرا:** **موارد اجرا شده مطابق با مصوبات کمیته ایمنی باشد. مستندات مصوبات(نامه، تصاویر، فیلم، صورتجلسه و ...) پیوست گردد.**
a_4	تشویق و تنبیه ایمنی	ضریب کیفیت اجرا × $\frac{\text{تعداد تنبیه/ تشویقصادر شده در ماه}}{\text{تعداد کارکنان} \times ۰/۰۳}$	**توضیح : طبق ضوابط داخلی شرکت مطلوب است تعداد ۳ درصد کارکنان عملیاتی در ماه مورد تشویق یا تنبیه قرار گیرند.** **ضریب کیفیت اجرا:** **انجام تشویق/تنبیه متناسب با روش اجرایی و فرآیند دفتر ایمنی و مدیریت بحران باشد. علت تشویق و تنبیه به همراه مستندات(در صورت امکان) قید شود.**
a_5	بازدید های ایمنی (اکیپ های بهره برداری و توسعه و احداث)	یب کیفیت اجرا × $\frac{\text{تعداد بازدیدهای ایمنی انجام شده از اکیپ های عملیاتی}}{\text{تعداد اکیپ های بهره برداری} \times ۲}$	**توضیح عدد ۲: طبق ضوابط داخلی شرکت مطلوب است اکیپ های عملیاتی بهره برداری حداقل ۲ بار در ماه مورد بازدید قرار گیرند.** **ضریب کیفیت اجرا:** **انجام بازدید توسط چک لیست در محل انجام شود. بازدید از اکیپ ها در حین انجام کار صورت گیرد.**

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5] [Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

ادامه جدول۲: شاخصهای کلیدی عملکرد ایمنی و روابط محاسباتی آنها

a_6	بازدید های ایمنی (خدمات مشترکین و سایر اکیپ ها)	ضریب کیفیت اجرا × تعداد بازدیدهای ایمنی انجام شده از اکیپ های عملیاتی / تعداد اکیپ های عملیاتی × ۱	**توضیح عدد ۱: طبق ضوابط داخلی شرکت مطلوب است از هر اکیپ عملیاتی خدمات مشترکین و سایر اکیپ ها حداقل یک بار بازدید در ماه به عمل آید.** **ضریب کیفیت اجرا:** **انجام بازدید توسط چک لیست در محل بازدید از اکیپ ها در حین انجام کار صورت گیرد**
a_7	بازدید ایمنی از ساختمان های اداری	ضریب کیفیت اجرا × تعداد بازدیدهای ایمنی انجام شده ازساختمان ها / تعداد ساختمان ها × ۰/۳	**توضیح ۰/۳: طبق ضوابط داخلی شرکت مطلوب است حداقل ۳۰ درصد ساختمان های منطقه مورد بازدید ایمنی قرار گیرند.** **ضریب کیفیت اجرا:** **بازدید مطابق با چک لیست باشد. تهیه مستند از مواردی که دارای نقص ایمنی می باشند.**
a_8	بازدید از خودرو های عملیاتی (بالابرها و جرثقیل ها)	ضریب کیفیت اجرا × تعداد بازدیدهای ایمنی انجام شده ازخودروهای عملیاتی / تعداد خودروهای عملیاتی × ۱	**توضیح عدد ۱ : طبق ضوابط داخلی شرکت مطلوب است هر خودروی عملیاتی حداقل ۱ بار در ماه مورد بازدید ایمنی قرار گیرد.** **ضریب کیفیت اجرا:** **بازدید مطابق با چک لیست باشد. بازدید در محل انجام کار صورت گیرد.**
a_9	بازدید از خودرو های عملیاتی (غیر از بالابرها و جرثقیل ها)	ضریب کیفیت اجرا × تعداد بازدیدهای ایمنی انجام شده ازخودروهای عملیاتی / تعداد خودروهای عملیاتی × ۰/۵	**توضیح عدد ۰/۵ : طبق ضوابط داخلی شرکت مطلوب است ۵۰ درصد خودروهای عملیاتی (غیر از بالابر و جرثقیل) در ماه مورد بازدید ایمنی قرار گیرد.** **ضریب کیفیت اجرا:** **بازدید مطابق با چک لیست باشد. بازدید در محل انجام کار صورت گیرد**
a_{10}	بازدید از خودروهای سواری(خودروهای ثابت در اختیار منطقه)	ضریب کیفیت اجرا × تعداد بازدیدهای ایمنی انجام شده ازخودروهای عملیاتی / تعداد خودروها × ۰/۳	**توضیح: طبق ضوابط داخلی شرکت مطلوب است حداقل ۳۰ درصد خودروهای غیرعملیاتی در ماه مورد بازدید قرار گیرند.** **ضریب کیفیت اجرا:** **بازدید مطابق با چک لیست باشد.**
a_{11}	بازدید از شبکه و تاسیسات برق (به منظور کشف کانون های خطر)	ضریب کیفیت اجرا × تعداد بازدیدهای ایمنی انجام شده ازشبکه و تاسیسات / ۵	**توضیح: طبق ضوابط داخلی شرکت مطلوب است حداقل ۵ کانون خطر در ماه گزارش شود.** **ضریب کیفیت اجرا:** **بازدید مطابق با چک لیست انجام شود. حداقل $\frac{۱}{۱۲}$ منطقه در ماه مورد پوشش بازدید قرار گیرد (منطقه به ۱۲ قسمت تقسیم و در هر ماه یک قسمت مورد بازدید قرار گیرد).**

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5] [Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

ادامه جدول۲: شاخصهای کلیدی عملکرد ایمنی و روابط محاسباتی آنها

a_{12}	رفع کانون های خطر شناسایی شده	ضریب کیفیت اجرا × $\frac{\text{تعداد کانون های خطر رفع شده}}{\text{تعداد کانون های خطر شناسایی شده} \times ۰/۵}$	**توضیح عدد ۰/۵ : طبق ضوابط داخلی شرکت مطلوب است حداقل ۵۰ درصد کانون های خطر شناسایی شده در ماه رفع گردد.** **ضریب کیفیت اجرا:** **بازدید از کانون های خطر متنوع باشد (شامل درب پست باز مانده، تجاوز به حریم، چراغ در حال سقوط و ...). گزارش بازدید همراه با تصاویر باشد.**
a_{13}	تهیه جوابیه گزارش بازدید های ایمنی ارسال شده به منطقه	ضریب کیفیت اجرا × $\frac{\text{تعداد جوابیه های تهیه شده}}{\text{تعداد نامه ارسال شده به مناطق} \times ۰/۸}$	**توضیح عدد ۰/۸ : طبق ضوابط داخلی شرکت مطلوب است حداقل ۸۰ درصد گزارش بازدید های ارسال شده به منطقه اجرایی شده و نامه جوابیه به دفتر ایمنی شرکت ارسال گردد.** **ضریب کیفیت اجرا:** **پاسخ به بند های نامه به صورت جداگانه باشد. نحوه رفع نواقص به صورت کامل باشد.**
a_{14}	امتیازدهی به عملکرد پیمانکاران	ضریب کیفیت اجرا × $\frac{\text{تعداد کاربرگ امتیازدهی تکمیل شده}}{۴}$	**توضیح: طبق ضوابط داخلی شرکت مطلوب است هرماه برای هر گروه از پیمانکاران کاربرگ امتیازدهی تکمیل گردیده و به دفتر ایمنی ارسال گردد.** **ضریب کیفیت اجرا:** **امتیازدهی به دقت و بر اساس مستندات انجام شود.** ***مفهوم عدد ۴ این است که باید حداقل ۴ پیمانکار در ماه مورد ارزیابی قرار گیرد.**
a_{15}	ثبت و گزارش شبه حوادث	ضریب کیفیت اجرا × $\frac{\text{تعداد شبه حوادث گزارش شده}}{\text{تعداد کل شبه حوادث ثبت شده} \times ۲}$	**توضیح عدد ۲: طبق ضوابط داخلی شرکت مطلوب است حداقل ۲ شبه حادثه در ماه شناسایی و گزارش شود.** **ضریب کیفیت اجرا:** **برای هر شبه حادثه فرم مربوطه به همراه امضاء کارشناس ایمنی باشد. شبه حادثه حداکثر تا ۳ روز از وقوع آن گزارش شود.**

توضیحات:

۱- امتیاز حاصل از هر شاخص نهایتا عدد ۱ خواهد بود و هر عملکردی که بیش از موارد خواسته شده در فرمول انجام شود، حداکثر امتیاز ۱ (سقف امتیاز) را خواهد داشت.

۲- حداکثر ضریب کیفیت برابر با ۱ خواهد بود و بندهای درج شده در توضیحات ضریب کیفیت اجرا، وزن های برابر خواهند داشت.

۳- عدد حاصل از قسمت اول هر فرمول نیز حداکثر برابر با ۱ خواهد بود.

۴- این شاخص ها دارای یک قسمت کیفی و یک قسمت کمی است. به منظور اطمینان از اینکه امتیازها صرفا بر مبنای انجام کار به مناطق اختصاص نیافته و جزئیات فعالیت ها و نحوه انجام کار نیز صحیح است، از ضریب کیفیت استفاده شده است. در واقع ضریب کیفیت به دقت در انجام فعالیت های عملکردی و همچنین کامل انجام دادن فعالیت ها اشاره دارد. به طور مثال تکمیل فرم بازدید و ارسال آن امتیاز خود را دارد ولی درست و دقیق و تکمیل کردن تمامی جزئیات آن مشمول امتیاز کیفی می شود.

جدول۳: مقادیر امتیاز CVI ، CVR و وزن شاخص های کلیدی عملکرد ایمنی بدست آمده

شاخص	CVI	CVR	Weight
a_1	۰/۹۱	۰/۸۲	۱۲
a_2	۰/۹۷	۰/۶۴	۵/۴
a_3	۰/۹۱	۰/۶۴	۵/۳
a_4	۰/۹۴	۰/۶۴	۷/۵
a_5	۰/۸۵	۰/۶۴	۹/۸
a_6	۰/۹۱	۰/۶۴	۸
a_7	۰/۹۴	۰/۸۲	۳/۷
a_8	۰/۹۷	۰/۸۲	۸/۲
a_9	۰/۸۲	۰/۸۲	۶/۷
a_{10}	۰/۸۸	۰/۸۲	۳/۶
a_{11}	۰/۹۴	۰/۸۲	۷/۸
a_{12}	۰/۹۷	۰/۶۴	۸/۷
a_{13}	۰/۸۵	۰/۸۲	۳/۸
a_{14}	۰/۸۵	۰/۶۴	۵/۲
a_{15}	۰/۸۸	۰/۸۲	۴/۳
مجموع	-	-	۱۰۰

۱۳۹۵ شرکت توزیع نیروی برق استان البرز استفاده شد. روش محاسبه ی امتیاز ایمنی مربوط به هر شاخص، طبق معادله ی ۳ انجام شد (۲۱):

$$SP = \sum(\mathbf{Ii} \times \mathbf{wi}) \qquad (۳)$$

که در این رابطه، SP مجموع امتیاز عملکرد ایمنی، Ii امتیاز شاخص ام و wi وزن شاخص **i**ام است.

در شکل ۳، مراحل تکنیک دلفی و هدف هر مرحله برای دستیابی به هدف مطالعه نشان داده شده است.

یافته ها

پس از مطالعه و بررسی فرآیندهای مدیریت ایمنی شرکت توزیع نیروی برق استان البرز، تعداد ۳۴ فعالیت عملکردی ایمنی استخراج و نهایتاً ۱۵ شاخص بر اساس اجماع نظر گروه خبرگان، تعیین گشته و فرمول محاسبه ی هر شاخص مشخص شد (جدول ۱ و ۲). منظور از فعالیت‌های ایمنی، اقداماتی هستند که در حوزه ی ایمنی جهت افزایش سطح سلامت افراد و پیشگیری از وقوع حوادث انجام می‌شود. پس از تعیین CVI و CVR هر شاخص، وزن شاخص‌ها نیز بر اساس نظر گروه خبرگان به دست آمد (جدول ۳). با در دست داشتن وزن هر شاخص و با استفاده از مقادیر شاخص‌ها، امتیاز مناطق هشت‌گانه ی شرکت توزیع نیروی برق استان البرز تعیین شد (جدول ۴).

بحث و نتیجه گیری

در مطالعه ی حاضر، به تعیین شاخص‌های کلیدی عملکرد ایمنی و سنجش آن‌ها در شرکت توزیع نیروی برق استان البرز بـا استفاده از شاخص‌های فعال پرداخته شد. جهت جمع‌آوری نظرات خبرگان درخصوص تعیین اهمیت و اولویت شاخص‌ها، از تکنیک دلفی استفاده گردید. در این میان، ۱۵ شاخص کلیدی عملکرد ایمنی، شناسایی شده و عملکرد مناطق تحت پوشش توزیع برق استان

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5]
[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

جدول۴: امتیاز عملکرد ایمنی سه ماهه مناطق و ادارات برق تحت پوشش شرکت توزیع نیروی برق استان البرز

منطقه	نظرآباد			ساوجبلاغ			مهرشهر			فردیس			غرب کرج			شرق کرج			طالقان			اشتهارد		
ماه / شاخص	b_3	b_2	b_1	b_3	b_2	b_1	b_3	b_2	b_1	b_3	b_2	b_1	b_3	b_2	b_1	b_3	b_2	b_1	b_3	b_2	b_1	b_3	b_2	b_1
a_1	۹/۵	۸/۵	۶/۵	۱۱/۴	۱۱/۳	۱۰/۳	۹/۵	۱۰	۹/۵	۱۱/۳	۸/۹	۹/۱	۶/۷	۶/۲	۵/۱	۹/۹	۷/۳	۷/۱	۵/۹	۷/۶	۷/۸	۸/۸	۵/۹	**۷/۹**
a_2	۵/۴	۵/۴	۵/۴	۵/۲	۵/۱	۵/۱	۵/۳	۵/۳	۵/۳	۵/۳	۵/۳	۵/۳	۴	۴	۴	۵/۴	۵/۲	۵/۳	۵/۳	۵/۳	۰/۸	۴/۸	۴/۷	**۵**
a_3	۵/۳	۵/۳	۵/۲	۵/۲	۵/۱	۵/۳	۵	۵	۵	۴/۸	۴/۲	۲/۵	۵	۵	۴/۵	۳/۸	۵/۲	۴/۲	۵	۵	۵	۲/۶	۲/۴	**۲/۳**
a_4	۶/۸	۶/۴	۷/۲	۲	۰	۰	۷/۳	۷/۳	۷/۳	۷/۲	۶/۹	۶/۵	۶/۶	۶/۶	۵/۱	۷/۵	۶/۵	۷/۴	۷/۳	۷/۳	۷/۳	۶/۳	۶/۷	**۷/۲**
a_5	۹/۸	۹/۷	۹/۸	۲	۲	۲	۸/۲	۸/۲	۸/۲	۴/۳	۴	۴/۵	۷/۹	۸/۷	۸/۷	۸/۷	۸/۶	۵/۷	۵/۲	۴/۹	۴/۹	۸/۸	۹/۱	**۹/۳**
a_6	۰/۴	۰/۲	۰	۰	۰	۰	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۴/۹	۶/۸	۶/۳	۶/۳	۷	۵/۶	۱/۵	۷/۲	۰/۶	۷	۷	۵/۳	۵/۸	۶/۲	**۶/۸**
a_7	۳/۶	۳/۶	۳/۷	۳/۳	۳/۳	۳/۴	۰	۰	۰	۳/۳	۳/۳	۳/۳	۲/۵	۱/۸	۱/۴	۳/۷	۳/۶	۳/۷	۳/۷	۳/۷	۳/۷	۳/۴	۳/۳	**۳/۲**
a_8	۸/۲	۸	۸/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۸	۸	۸	۷/۵	۷/۳	۶/۱	۸	۸	۸	۸/۲	۷/۹	۸/۱	۸/۲	۸/۱	۰	۶/۹	۷/۲	**۷/۷**
a_9	۶/۷	۶/۷	۶/۷	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۶/۵	۶/۵	۶/۵	۶/۱	۶/۲	۶/۱	۶/۲	۶/۲	۶/۲	۶/۷	۶/۵	۶/۷	۶/۵	۶/۶	۶/۵	۵/۹	۶	**۶/۱**
a_{10}	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲/۸	۲/۸	**۲/۸**
a_{11}	۷/۸	۷/۴	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۵/۶	۶/۲	۷/۲	۷/۸	۷/۶	۷/۸	۱/۳	۱/۱	۱/۳	۷/۷	۷/۸	**۷/۷**
a_{12}	۸/۷	۸/۶	۸/۳	۷	۷/۲	۷	۸/۶	۸/۶	۸/۶	۷/۲	۸/۳	۷/۲	۸/۶	۸/۶	۸/۶	۸/۷	۸/۶	۸/۶	۰/۹	۰/۲	۰/۶	۷/۹	۷/۸	**۷/۸**
a_{13}	۳/۸	۳/۸	۳/۸	۳	۳/۲	۳/۲	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۶	۳/۸	۳/۶	۳/۸	۳	۲/۶	**۲/۵**
a_{14}	۵/۲	۵/۲	۵/۲	۴/۴	۴/۶	۴/۷	۵	۵	۵	۴/۵	۵	۵	۰	۰	۰	۵/۲	۵/۱	۵/۱	۵/۲	۵/۲	۵/۲	۴	۴/۳	**۴**
a_{15}	۰	۰	۰	۲/۳	۲/۴	۲/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۲	۲	۴/۳	۰/۲	۰/۷	۰	۰	۰	۳/۲	۳/۲	**۳**
امتیاز کل	۸۱/۲	۷۷/۸	۷۷/۸	۵۵/۹	۵۴/۶	۵۳/۶	۷۸/۲	۷۸/۷	۷۸/۲	۷۷/۲	۷۷/۵	۷۳/۲	۷۸	۷۷/۳	۷۱/۸	۸۴/۹	۸۳	۷۴/۶	۶۵/۶	۶۵/۶	۵۲/۲	۸۱/۹	۸۳/۶	**۸۵/۱**

ماه: فروردین(b_1) ، اردیبهشت(b_2) ، خرداد(b_3)

البرز در یک دوره ی زمانی سه‌ماهه با استفاده از این شاخص‌ها ارزیابی شد. شاخص‌های استخراج‌شده، عموماً شامل تشکیل جلسات، بازدیدها و... بودند. کیفیت اجرای هر فعالیت، بر نمره ی شاخص تأثیر مستقیم داشت. در راستای مقابله ی مناسب با عوارض ناخواسته ی حوادث، می‌بایست به‌صورت مستمر نسبت به پایش عملکرد وضعیت ایمنی سازمان اقدام نمود.

نتایج مطالعات گذشته، بیانگر این اصل مهم است که تدوین و توسعه ی شاخص‌های ارزیابی عملکرد ایمنی، از مهم‌ترین موضوعات مطرح در جوامع ایمنی است (۲۳). Daniel و همکاران، در سال 2015 با تکیه بر مؤلفه‌های سیستم مدیریت ایمنی، به این نتیجه رسیدند که۱۰۹ شاخص عملیاتی پیشرو جهت اندازه‌گیری عملکرد سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت وجود دارد (۲۴). در مطالعه‌ای دیگر که توسط Zhaunglin و همکارانش در سال ۲۰۰۱ با هدف بررسی سه مجموعه از شاخص‌های عملکرد ایمنی جاده‌ای (شامل شاخص‌های عملکرد ایمنی جاده‌ای منطقه‌ای، شاخص‌های عملکرد ایمنی جاده‌ای شهری و شاخص‌های ایمنی بزرگراه‌ها) انجام شد، از روش دلفی برای تعیین کمی نگرش کارشناسان درخصوص ایمنی راه‌های منطقه‌ای، ایمنی جاده‌های شهری و ایمنی بزرگراه‌ها استفاده شد. درنهایت، سه مجموعه از شاخص‌های عملکردی شامل سطح ایمنی منطقه، جاده ی شهری و بزرگراه، شاخص‌های منتخب و نهایی برای عملکرد ایمنی تعیین شدند (۲۵). بررسی ویژگی‌های گفته‌شده، مؤید این مطلب است که سازمان‌ها می‌بایست روش‌های اختصاصی ارزیابی عملکرد ایمنی خود را داشته باشند. نتایج مطالعه ی حاضر، نشان داد که رویکرد استفاده از شاخص‌های کلیدی عملکرد ایمنی فعال، می‌تواند یک نمای کلی از مهم‌ترین شاخص‌های کاربردی برای ارزیابی وضعیت سطح ایمنی را ارائه دهد.

Lalis و همکاران (۲۰۱۴)، مطالعه‌ای در صنعت هوانوردی کشور جمهوری چک، تحت عنوان "بررسی ایمنی با استفاده از شاخص‌های کلیدی عملکرد ایمنی" انجام دادند. یافته‌های مطالعه ی آن‌ها، نشان داد که دامنه ی قابلیت استفاده از شاخص‌های کلیدی عملکرد ایمنی در سیستم‌های ساده تا پیچیده، نظیر صنعت هوانوردی، بیانگر کارآمدی و کم‌هزینه بودن این شاخص‌ها درزمینه ی وضعیت ایمنی و جلوگیری از حوادث خسارت‌بار سنگین است؛ به‌عبارتی، به‌کارگیری این شاخص‌ها یک نمای کلی از عملکرد ایمنی سیستم را جهت تسهیل در تصمیم‌گیری با هدف انجام اقدامات مؤثر در ایمنی سیستم فراهم می‌کنند (۵).

بر اساس مطالعات قبلی که بیان می‌کند "رویکردهای سنتی ارزیابی عملکرد ایمنی که مبتنی بر رخداد حوادث هستند، بعد از حادثه ی سال ۲۰۰۷ پالایشگاه گاز تگزاس دیگر پذیرفته نیستند" (۲۶)، در این مطالعه، سعی شد با نگاهی نو، طیفی از شاخص‌های فعال برای ارزیابی عملکرد ایمنی به‌صورت اختصاصی برای یک صنعت خاص مورد استفاده قرار گیرد. شناسایی و انتخاب ۱۵ شاخص کلیدی عملکرد ایمنی از بین ۳۴ شاخص موجود توسط پنل خبرگان، نشان داد که با تمرکز بر روی شاخص‌های مهم‌تر، می‌توان سازمان و فعالیت‌های حیطه ی ایمنی آن را با صرف زمان و هزینه ی کمتری پایش کرد و جهت تصمیم‌گیری درباره ی اقدامات آینده با دید دقیق و واقع‌بینانه‌تری عمل نمود.

شناسایی و تولید شاخص‌های کلیدی پیشگیرانه (قبل از وقوع حادثه) ارزیابی عملکرد ایمنی در صنعت توزیع برق، از نقاط قوت این مطالعه است؛ لذا از این شاخص‌ها به‌راحتی می‌توان برای بررسی عملکرد ایمنی صنعت برق استفاده نمود. چنین مطالعاتی، نسبتاً محدود بوده و اطلاعات منتشرشده‌ی زیادی درخصوص شاخص‌های کلیدی عملکرد در دسترس پژوهشگران نیست. با این حال، برخی محدودیت‌های روش‌شناسی مرتبط با ماهیت روش دلفی، اجرای آن را با دشواری‌هایی روبه‌رو می‌کرد؛ برای نمونه، گروه خبرگان در طول اجرای روش دلفی، باید سطح تعامل و همکاری خود برای پاسخ‌دهی به راندهای پرسشنامه را در سطح مناسبی حفظ کنند. همچنین گاهی ایجاد سؤالات و ابهامات برای برخی از اعضای پانل خبرگان، به‌ویژه درزمینه ی هدف مطالعه و ضرورت

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5]

پاسخ‌دهی به آن‌ها، روند اجرای مطالعه را با کندی روبه‌رو می‌نمود. در این مطالعه، استخراج شاخص‌های ایمنی مد نظر بود و تعیین شاخص‌های کلیدی عملکرد بهداشتی و زیست‌محیطی، به‌منظور ارائه ی مجموعه‌ای جامع‌تر از شاخص‌های سلامت، می‌تواند در مطالعات آتی مد نظر قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود تحقیق بر روی ابعاد مختلف ایمنی در شرکت‌های توزیع برق و شناسایی نقش شاخص‌های جدید در عملکرد ایمنی در مطالعات آینده مد نظر قرار گیرد. همچنین به‌منظور تعیین اثربخشی ارزیابی عملکرد ایمنی، می‌توان امتیازهای کسب‌شده را در یک دوره ی معین با اهداف ایمنی و بروز و شدت حوادث مقایسه کرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله، از کارکنان شرکت توزیع برق استان البرز که در انجام این مطالعه مساعدت فرمودند، نهایت تقدیر و تشکر را به عمل می‌آورند.

تضاد منافع

بین نویسندگان این مقاله، هیچ‌گونه تضاد و تعارضی در منافع وجود ندارد.

REFERENCES

1. Najmi M, Hosseini SJSP. EFQM excellence model from idea to practice. 2009.
2. Jafari Qushchi BT. Place of management development in organizational excellence. Tadbir. 2005;162:49-54.
3. Brown RS, Harnish RA, Carter KM, Boyd JW, Deters KA, Eppard MB. An evaluation of the maximum tag burden for implantation of acoustic transmitters in juvenile Chinook salmon. North American Journal of Fisheries Management. 2010;30(2):499-505.
4. Rizk MMM, El Badawi NA, Moez PE, Khattab AA. Implementation of quality control performance criteria and approved guidelines for upgrading of clinical chemistry laboratory procedures in Alexandria University hospitals. Clin Biochem. 2009;42(4-5):288-292.
5. Lališ A, Vittek P. Safety KPIs-monitoring of safety performance. Mestská a Medzinárodná Doparava. 2014;2(11):9-12.
6. Hinze J, Thurman S, Wehle A. Leading indicators of construction safety performance. Saf Sci. 2013;51(1):23-28.
7. Omidi L, Zakerian SA, Saraji JN, Hadavandi E, Yekaninejad MS. Safety performance assessment among control room operators based on feature extraction and genetic fuzzy system in the process industry. Process Saf Environ Prot. 2018;116:590-602.
8. Laakso K, Holmberg J, Lehtinen E, Johansson G. Safety evaluation by living probabilistic safety assessment and safety indicators. Nordisk Ministerraad. 1994;27(16):78-91.
9. Fernández-Muñiz B, Montes-Peón JM, Vázquez-Ordás CJ. Relation between occupational safety management and firm performance. Saf Sci. 2009;47(7):980-991.
10. Tarrants WE. The measurement of safety performance. 1980.
11. Weber A, Thomas RJ. Managing the Maintenance Function IC, Burlington. Key performance indicators. Burlington, Ontario Canada; 2005.
12. Brown M. Developing KPIs that drive process safety improvement. SPE Offshore Europe Oil and Gas Conference and Exhibition. 2009;155(2):207-212.
13. Kennedy HP. Enhancing Delphi research: methods and results. J Adv Nurs. 2004;45(5):504-511.
14. Wakai A, O'Sullivan R, Staunton P, Walsh C, Hickey F, Plunkett PK. Development of key performance indicators for emergency departments in Ireland using an electronic modified-Delphi consensus approach. Eur J Emerg Med. 2013;20(2):109-114.
15. Keeney S, Hasson F, McKenna HP. A critical review of the Delphi technique as a research methodology for nursing. Int J Nurs Stud. 2001;38(2):195-200.
16. Ali AK. Using the Delphi technique to search for empirical measures of local planning agency power. Public Adm Rev. 2005;10(4):718-744.
17. Rowe G, Wright G. The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. Int J Forecast. 1999;15(4):353-375.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5]

18. Hale AR, Heming B, Carthey J, Kirwan B. Modelling of safety management systems. Saf Sci. 1997;26(1-2):121-140.
19. Janackovic GL, Savic SM, Stankovic MS. Selection and ranking of occupational safety indicators based on fuzzy AHP: a case study in road construction companies. Saf Sci. 2013;24(3):175-189.
20. Janackovic G, Stojiljkovic E, Grozdanovic M. Selection of key indicators for the improvement of occupational safety system in electricity distribution companies. Saf Sci. 2020;125:103654.
21. Khani Jazani R, Karimi Manesh A, Kavousi A. Determining Key Factors of Success in HSE performance of electric power distribution companies operational contractors based on BROWN theory framework and using DEMATEL method. International Journal of Occupational Hygiene. 2020;17(1):1031-1046.
22. Mozhgan Ladan. Quantitative criteria and indicators in the evaluation of distribution companies. Journal of Management, Accounting. 2000;4(1):305-312.
23. Sambasivan M, Fei NY. Evaluation of critical success factors of implementation of ISO 14001 using analytic hierarchy process (AHP): a case study from Malaysia. J Clean Prod. 2008;16(13):1424-1433.
24. Podgórski D. Measuring operational performance of OSH management system–A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators. Saf Sci. 2015;73:146-166.
25. Ma Z, Shao C, Ma S, Ye Z. Constructing road safety performance indicators using fuzzy delphi method and grey delphi method. Expert Syst Appl. 2011;38(3):1509-1514.
26. Barkhordari A, Dehghani A, Kianfar A, Mahmoudi S, Aminifard F. Safety performance evaluation using proactive indicators in a selected industry. Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2015;1(4):49-59.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-10-02]

[DOR: 20.1001.1.2251807.1402.13.2.6.5]