Archive of SID

Iran Occupational Health

Iran Occupational Health. 2021 (01 June);18: 12

Original Article

http://ioh.iums.ac.ir

Analysis of the Factors Affecting the Safety Performance in the Iranian Power Distribution Companies - Hybrid Approach of DEMATEL and ISM

Maryam Rezapour, M.Sc., Industrial Management Group, Shahed University, Tehran, Iran.

Saeed Safari, (*Corresponding author), Associate Professor, Shahed University, Tehran, Iran. safari@shahed.ac.ir

Alihossein Keshavarzi, Assistant Professor, Shahed University, Tehran, Iran.

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022

Abstract

Background and aims: Workplace safety and protecting human and other resources is an important concern in the industry. Workplace accidents leads to damages to employees and affects business operations for a variety of reasons, including absenteeism, loss of productivity, and increased production costs. One of the most dangerous industries in the world is the electric power industry, and electric power has been identified as the fifth factor in terms of work accidents. The purpose of this study is to identify and classify the factors affecting the safety in power distribution companies and to determine the relationship between them.

Methods: Based on previous studies, 14 indicators affecting safety were identified in three dimensions: organizational, technical and human. Using the questionnaire, the rational relationship between the indicators is quantified and then, by combining DEMATEL and ISM, the influencing degree, influenced degree, centrality and causality between the indicators were calculated. In order to systematically analyze the relationship between the indicators, a hierarchical model was drawn using the ISM method; and based on the power of influence and dependence of indicators, the MICMAC diagram was drawn. According to the resultant model, the relationship between indicators were systematically analyzed.

Results: The top management commitment and safety standards as well as rules and regulations indicators, have the most power to influence other indicators and have a causal role; the risk identification and control, contractor and supplier management, incident analysis, safety audit, personal protective equipment, control and supervision, health and first aid, emergency response, safety training, communication, understanding the needs and expectations of the employees and other stakeholders, and developing a safety culture are the effective indicators.

Conclusion: This paper, in addition to introducing the theoretical basis for safety influencing indicators in power distribution companies and investigating their relationships, has proposed practical suggestions to prevent accidents and improve safety in the power distribution companies.

Conflicts of interest: None

Funding: None

Keywords

Safety indicators

Dematel

Interpretive structural modeling

Power distribution companies

Received: 2019/12/8

Accepted : 2020/11/5

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.169]

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022

EXTENDED ABSTRACT

INTRODUCTION

The rapid growth of technology, has caused substantial changes in the nature of the work and has increased the complexity of the systems in industries, and this has caused disastrous accidents in such industries [1].

One of the high-risk industries in the world is the electricity industry, so that electricity-related incidents in global studies, have been identified as the fifth affecting factor in the occurrence of accidents [2]. Since the most important capital of each society is its active human force, and it plays a pivotal role in the development and maintenance of the power distribution networks, it is necessary to identify and analyze the factors affecting the safety in this area, in order to reduce the accidents caused by electricity. This research has been conducted regarding the safety indices and the analysis of relations between them.

According to the literature review, there is little research on the safety of power distribution, and the effecting indicators of electrical safety are not comprehensively detected. In order to enrich the research indices, the other indices used in the similar researches have been used in the safety domain. In some researches, which have considered many effective indicators of safety in the electric power distribution companies, a suitable method for analyzing the data were not used.

According to literature reviews, 14 effective factors on safety in electricity distribution companies were identified. These factors which were based on Liu et al [3] classification, were classified in three main dimensions: organizational, technical and human. Therefore, the theoretical model of the research that was drawn according to the dimensions and safety indicators, is as follows (Fig. 1).

METHODS

The present study is an applied research in terms of purpose. In this research, by studying literature and background of the researches, the effective factors for safety in electricity distribution companies were identified, and after being reviewed by experts, the indicators were refined and finalized. Thus, in order to investigate the relationship between the indicators, a combination of DEMATEL and ISM was used. The Data collection tools including books, articles, Persian dissertations and e-databases were used to gather information about the background of the research and theoretical framework around the dimensions and

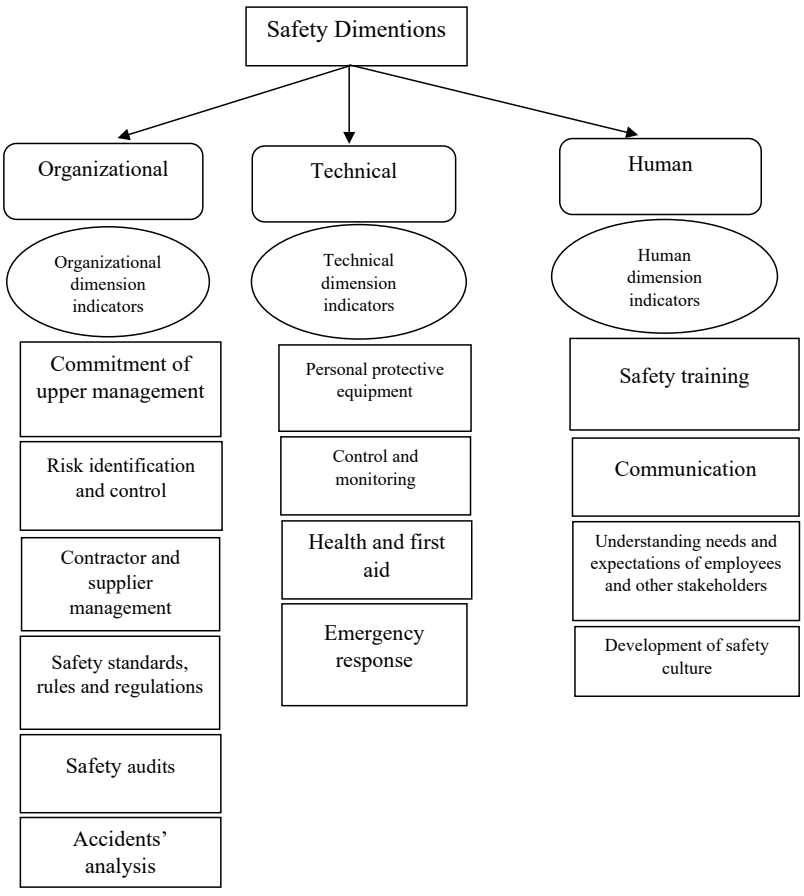


Fig. 1. Effective dimensions and indicators of safety in the power distribution companies

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.169]

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022

effective factors on safety, and also a questionnaire was used to determine the effects between the effective indexes on safety in DEMATEL method.

The methodology used for analyzing the relationship between the effective indicators of safety, is borrowed from the study by Wang et al [4].

In the next stage, the effective indices were classified into four groups: independent, dependent, linkage and autonomous. The independent indicators, have a weak influence and weak correlation. The dependent indices have a weak influence, but highly dependent [5].

RESULTS

Based on the discussed topics in the previous chapters, in the DEMATEL method, the effect matrix was formed and the degree of influence, affectedness, and centrality were calculated. The degree of influence (f_i), affectedness (e_i), centrality (m_i) and causality (n_i) of the safety index i (i= 1,2,3,...,14), were calculated using the Excel software .

According to the levels of indexes and the reachability matrix, the final model was obtained as a hierarchical model of the indices, as well as the causal relationships between the indices in this model. As shown in Fig. 2, the final model consists of four levels; it should be noted that those effective factors on the safety, which are at higher levels, have more effectiveness and are slightly influenced by other indices. Top management commitment, standards, rules and regulations indicators, have the highest effect on the other indices. Also, according to the level of index, the fourth level indicators (top management commitment, safety standards, rules and regulations),

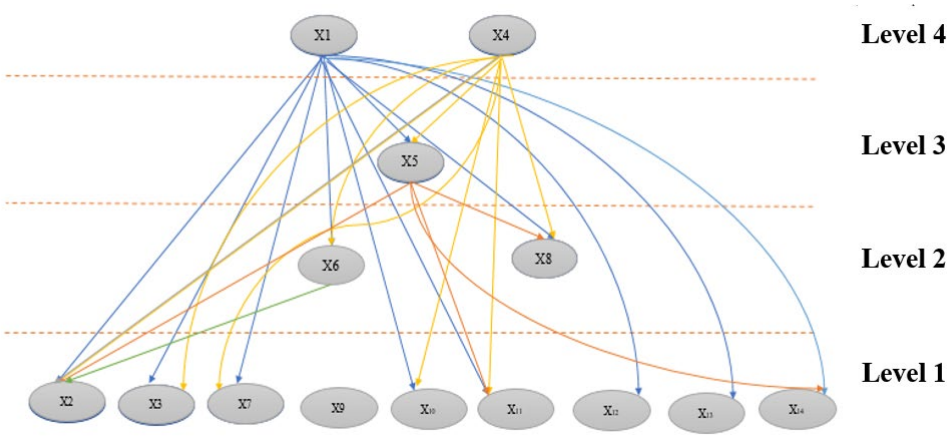


Fig. 2. Hierarchy of factors affecting safety

Table 1. The degree of effectiveness, affectedness, centrality and causation of criteria

indicator	f_i	rank	e_i	rank	m_i	rank	n_i	rank
1	2.71	1	1.79	8	4.50	1	0.92	3
2	1.80	7	2.20	1	4	2	-0.40	12
3	1.70	9	1.76	9	3.46	9	-0.05	5
4	2.32	2	1.59	13	2.91	14	1.73	1
5	2.01	3	1.75	10	3.76	7	1.41	2
6	1.89	5	2	5	3.89	5	-0.11	6
7	1.56	11	1.98	6	3.55	8	-0.42	13
8	1.88	6	2.08	3	3.96	3	-0.20	8
9	1.34	13	1.70	12	3.04	13	-0.35	11
10	1.43	12	1.75	11	3.19	11	-0.32	9
11	1.75	8	2.10	2	3.86	6	-0.34	10
12	1.34	14	1.90	7	3.24	10	-0.56	14
13	1.58	10	1.57	14	3.15	12	-0.002	4
14	1.92	4	2.04	4	3.96	4	0.12	7

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.169]
Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022

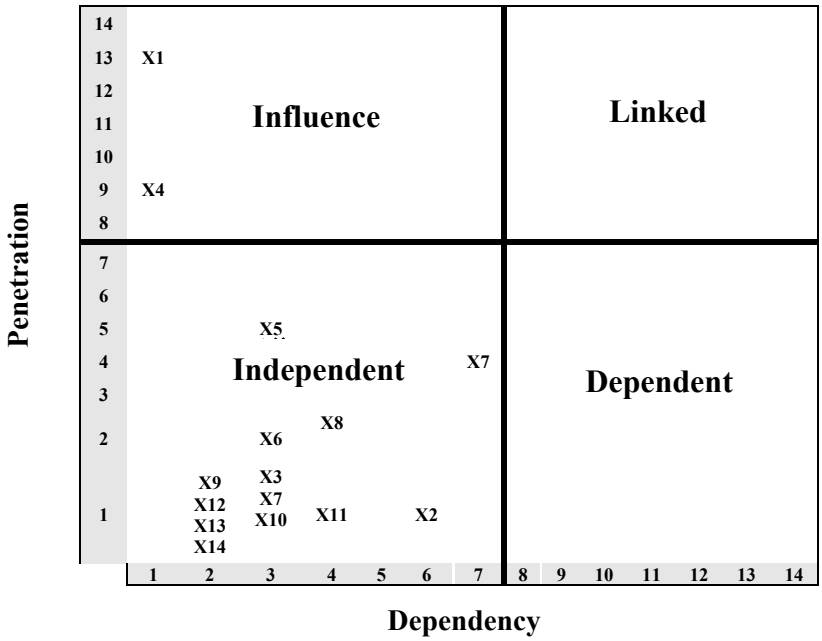


Fig. 3. penetration - dependency power curve

the third level (analysis of accidents) and the second level (safety audits and control and monitoring), are all known as causal indicators and low level indices, first level (risk identification and control, contractors and suppliers management, personal protective equipment, health and first aid, emergency response , safety training, communication , understanding needs and expectations of employees and other stakeholders and the development of safety culture), are handicapped. Therefore, managers should pay more attention to the safety indicators that have the role of reason and should consider them in their decision making.

The effective indicators of safety, were classified based on their strength and influence on the four groups of independent, dependent, linkage and autonomous (Fig. 3). According to Fig. 3, the risk identification and control, contractors and supplier management, accidents analysis, safety audit, personal protective equipment, emergency response, safety training, communications, understanding needs and expectations of staff and other stakeholders and the development of safety culture in the category of independent indices, which have little leverage and dependency power, were classified. In addition, top management commitment, regulations and safety regulations indices were placed in the group of influential indicators that have a high penetration power and low dependency. Therefore, these two indices are considered to be two of the key variables.

DISCUSSION

This study has examined the effective factors on the safety of electric power distribution companies, using the hybrid method of DEMATEL and ISM. Based on previous studies, and the viewpoints of the safety experts, 14 effective indicators on the safety were identified, and were classified into three main categories, including: organizational, technical, and human indicators. This classification is compatible with the classification of liu et al [3].A DEMATEL questionnaire was used to collect the opinions of experts regarding the intensity of direct effect between the indicators. Using the combination of DEMATEL and ISM, the degrees of influence, effectiveness, centrality, and causality were calculated and then ranked.

The research findings showed that the indicators of organizational dimension had a higher impact on safety compared to the technical and human dimensions. This finding is compatible with the findings of other researchers, such as Tremblay et al [6]. However, our findings are inconsistent with Liu et al [3], Mazlina Zaira and Hadikusumo [7], who have declared that the technical dimension is the most important factor. Also, our findings are not compatible with the findings of Janackovic et al [8], which suggests that the human dimension is the most important factor, in terms of safety.

Among the organizational dimension indicators, the top management commitment and safety standards, rules and regulations are the most effective indices with the degrees of effectiveness of 2.71 and 2.32, and the causality degrees of 0.92 and 1.73, respectively. These indicators have a causal role regarding other indicators. The management commitment has been investigated in previous researches, including: Nickpayam [9], and

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.169]
Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022

Wang et al [4]. Therefore, in order to introduce an effective and practical safety programs; support from top management is necessary to ensure any changes in other effective parameters of safety in organizations. The top management can play an important role in order to promote safety by defining the safety policy based on the company's safety management system, company's occupational health, long and short term goals and strategies, assigned responsibility and relevant roles to implement the safety system; and develop operational plans.

Also, the safety standards, rules and regulations should be clearly informed to all employees and other stakeholders of the company. Workplace accidents can be reduced significantly by severe supervision on implementation of rules in contracting matters, and purchasing equipment. The risk identification and control indicator with the centrality degree of 4, was the second important safety indicator in electric power distribution companies.

CONCLUSION

On the basis of this finding, it is proper to identify the risks systematically and define appropriate corrective actions, then monitoring of their implementation. According to the high impact score of the accident analysis indicator, it is better to set a meeting with the presence of experts and related officials and analyze the accidents completely. Then the lessons learned from the analysis instructed to different units should be applied to business processes. Although this process exists in most power distribution companies, there is no proper mechanism for analyzing accidents and informing the results to other employees and most important of all, sending its reports to interested organizations, such as the Holding Company and Labor Office. The control and safety audit indices, by being placed at the third level, after the top management commitment, safety standards, rules and regulations and accident analysis, have the greatest impact on other indices. Thus, the proper control on the design process of networks and installations, locking facilities and land system of networks can greatly reduce risk of electric shocks to both company's staff and people and subscribers.

How to cite this article:
Maryam Rezapour, Saeed Safari, Alihossein Keshavarzi. Analysis of the Factors Affecting the Safety Performance in the Iranian Power Distribution Companies - Hybrid Approach of DEMATEL and ISM. Iran Occupational Health. 2021 (01 June);18:12.

***This work is published under CC BY-NC 4.0 licence**

www.SID.ir

Archive of SID

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

سلامت کار ایران
دوره ۱۸ - ۱۲/۱۴۰۰

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.169]

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022

تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر عملکرد ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق رویکرد ترکیبی مدلسازی ساختاری تفسیری و دیمتل

مریم رضاپور: کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.
سعید صفری : (* نویسنده مسئول) دانشیار، دانشگاه شاهد، تهران، ایران. safari@shahed.ac.ir
علی حسین کشاورزی: استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: یکی از مسائل مطرح مهم در صنایع، ایمنی محیط کار برای حفاظت از جان انسان ها و حراست از سرمایه گذاری هاست. حوادث کاری منجر به آسیب دیدن کارکنان و تحت تأثیر قرار دادن عملیات کسب وکار به دلایل مختلف از جمله غیبت از کار، از دست دادن بهره وری و افزایش هزینه های تولید می شوند.یکی از صنایع پر خطر شناخته شده در دنیا صنعت برق است، به طوری که به عنوان پنجمین صنعت پرخطردر دنیا شناخته شده است. هدف از این تحقیق، شناسایی و سطح بندی عوامل مؤثر بر عملکرد ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق و تعیین ارتباط بین آن ها می باشد.

روش بررسی: در اولین گام بر اساس مرور مطالعات پیشین ۱۴ شاخص مؤثر بر ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق شناسایی گردید. برای طبقه بندی این شاخص ها، دسته بندی های مختلفی در تحقیقات متعدد ارائه شده است. پس از مطالعه و بررسی آن ها شاخص های عملکرد ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق در سه بعد سازمانی، فنی و انسانی طبقه بندی گردیدند. در گام بعد از ترکیب روش های DEMATEL و ISM به منظور سطح بندی و تحلیل ارتباط بین شاخص های ایمنی استفاده شد. به این ترتیب که در ابتدا پرسشنامه دیمتل به منظور تعیین ارتباط بین شاخص ها به کار گرفته شد. با استفاده از این پرسشنامه، ارتباطات منطقی بین شاخص ها کمّی سازی و درجه اثرگذاری، اثر پذیری، مرکزیت و علیت بین شاخص ها محاسبه شده و پس از آن با به کار گیری روش ISM یک مدل سلسله مراتبی از شاخص های سطح بندی شده تشکیل و نمودار MICMAC بر اساس قدرت نفوذ و وابستگی شاخص ها ترسیم گردید. بر اساس مدل به دست آمده ارتباطات میان شاخص ها به طور نظام مند مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها: یافته های تحقیق نشان داد که در مدل سلسله مراتبی سطح بندی شاخص ها، شاخص های ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق در چهار سطح جای داده شدند. در بالاترین سطح (سطح چهارم)، دو شاخص تعهد مدیریت عالی و استاندارد ها، قوانین و مقررات ایمنی قرار می گیرند. به همین دلیل نسبت به سایر شاخص ها نقش علّی دارند و زمینه ساز دیگر شاخص ها می باشند. از سوی دیگر این دو شاخص در نمودار MICMAC در گروه شاخص های نفوذی قرار می گیرند. به این معنا که دارای بیشترین قدرت نفوذ و اثر گذاری بر سایر شاخص های ایمنی می باشند. بنابراین شایسته است که مدیران و مسئولان مربوطه در شرکت های توزیع نیروی برق در مسأله ایمنی نسبت به این دو مهم توجه ویژه ای داشته باشند. شاخص تجزیه و تحلیل حوادث در سطح پایین تر (سطح سوم) قرار گرفت؛ این شاخص به نوبه خود زمینه ساز شاخص‌های سطح زیرین خود یعنی دو شاخص ممیزی ایمنی و کنترل و نظارت می باشد. شناسایی و کنترل ریسک، مدیریت پیمانکاران و تأمین کنندگان، تجهیزات حفاظت فردی، بهداشت و کمک های اولیه، پاسخ اضطراری، آموزش ایمنی، ارتباطات، درک نیاز ها و انتظارات کارکنان و سایر طرف های ذینفع، و توسعه فرهنگ ایمنی، شاخص هایی هستند که در پایین ترین سطح قرار گرفتند. این شاخص ها به شدت اثر پذیر هستند و نسبت به سایرین نقش معلول را دارند.

نتیجه گیری: این مقاله با معرفی شاخص های مؤثر بر عملکرد ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق و بررسی روابط بین آن ها، علاوه بر مبنای نظری، پیشنهادهای کاربردی برای جلوگیری از حوادث و بهبود ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق ارائه نموده است.

تعارض منافع: *گزارش نشده است.*

منبع حمایت کننده: *ندارد.*

کلیدواژه‌ها
شاخص های عملکرد ایمنی
دیمتل
مدلسازی ساختاری تفسیری
شرکت های توزیع نیروی برق

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۱۵

شیوه استناد به این مقاله:
Maryam Rezapour, Saeed Safari, Alihossein Keshavarzi. Analysis of the Factors Affecting the Safety Performance in the Iranian Power Distribution Companies - Hybrid Approach of DEMATEL and ISM. Iran Occupational Health. 2021 (01 June);18:12.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC 4.0 صورت گرفته است

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.169]
Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022

مقدمه

رشد سریع فناوری ها سبب ایجاد تغییرات اساسی در ماهیت کار و افزایش پیچیدگی سیستم ها در صنایع شده و همین امر حوادث فاجعه باری را در صنایع ایجاد کرده است [۱]. حوادث ناشی از کار علاوه بر کشور های در حال توسعه در کشور های صنعتی نیز خسارات فراوان مالی و جانی به بار می آورد [۱۰]. شرایط نامساعد کار علاوه بر وقوع حوادث و بیماری های نیروی کار، باعث کاهش رضایت، انگیزه کاری، و عملکرد شرکت می شود که ممکن است موقعیت بازار را تغییر دهد. به گزارش ایرنا، خبر گزاری جمهوری اسلامی، در هر ۱۵ ثانیه یک نفر (روزانه ۶۳۰۰ نفر) در جهان در اثر حوادث و بیماری های ناشی از کار جان خود را از دست می دهند. برآورد سازمان بین المللی کار[1]نشان می دهد این رقم معادل چهار درصد تولید ناخالص ملی کشورها برآورد شده است [۱۱].

یکی از صنایع پر خطر شناخته شده در دنیا صنعت برق است، به طوری که حوادث ناشی از برق در مطالعات جهانی به عنوان پنجمین عامل حوادث ناشی از کار شناخته می شود[۲]. در ایران در یک بازه زمانی ۱۰ ساله (۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳) ۶۸۷۶ نفر به علت برق گرفتگی،جان خود را از دست داده اند، با این وجود برنامه ای مشخص و آموزش های مناسب برای کاهش آمار برق‌گرفتگی وجود ندارد [۱۲].

سیستم های مدیریت ایمنی در حال حاضر به عنوان یک موضوع پژوهشی رایج است که از یک ساختار اولیه به یک عامل ضروری در جریانات جدید مدیریت کسب و کار تبدیل شده است. یک سیستم مدیریت ایمنی[2]مدلی از مدیریت است که فعالیت ها، مسئولیت ها، شیوه ها، رویه ها و فرآیند ها را برای پیشگیری از خطر دسته بندی می کند [۱۳]. از آن جا که مهم ترین سرمایه هر جامعه، نیروی انسانی فعال آن است و در فرآیند گسترش و نگهداری شبکه های توزیع نیروی برق، نقش محوری و اساسی دارند؛ لازم است تا به منظور کاهش حوادث ناشی از برق، و حفظ ایمنی نیروی انسانی عوامل مؤثر بر ایمنی در این حوزه شناسایی و رابطه بین این عوامل روشن شود و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. در رابطه با شاخص های ایمنی و تجزیه و تحلیل روابط بین آن ها پژوهش هایی صورت گرفته است. جاناکویچ و همکاران [۸]، ۴۸ شاخص کلیدی ایمنی شغلی را در یک شرکت توزیع نیروی برق صربستان در چهار دسته اصلی سازمانی، فنی، انسانی و محیطی شناسایی کرده و با استفاده از فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی گروهی فازی آن ها را رتبه بندی نمودند. به این ترتیب عامل انسانی به عنوان مهم ترین عامل و از بین شاخص های عامل انسانی، استفاده از رویه های کاری مهم ترین شاخص شناخته شد.

رحمانی و همکاران [۱۴] در بررسی حوادث شغلی و علل آن در ۹ ناحیه تحت پوشش یک شرکت توزیع نیروی برق در استان البرز، نتیجه گرفتند که زمان حوادث، سن کارگر آسیب دیده، نوع شغل، تجربه کاری، دلیل آسیب، سابقه آموزش و اطلاعات دیگر از مهم ترین علل ایجاد حادثه در این شرکت هستند. نتایج نشان داد که بیشتر حوادث در تابستان اتفاق افتاده اند و این به خاطر گرم شدن هوا یا مهارت حرفه ای ناکافی در کارگرهای فصلی بوده است. همچنین کارگرهای شیفتی در معرض خطر خواب آلودگی می باشند که منجر به بالا رفتن نرخ آسیب های کاری می گردد.

نیک پیام [۹] با بهره گیری از شاخص های مدل RSSB (اولین بار در سال ۱۹۹۷ در صنعت ریلی مورد استفاده قرار گرفت) شاخص های فرهنگ ایمنی در شرکت توزیع نیروی برق مشهد را استخراج نمود و به ارزیابی آن پرداخت. این شاخص ها در ۹ بخش کلی از جمله آموزش و مهارت، فشار کاری برای ارائه خدمت بیشتر، میزان مشارکت کارکنان در امور ایمنی، حوادث/ سوانح و شبه حادثه ها، میزان تعهد سازمانی و تعهد مدیران به امور ایمنی، فرهنگ سرپرستان، مدیران میانی، مسئولین مستقیم و مدیریت صف، و ... . علیرغم مثبت بودن ارزیابی فرهنگ ایمنی در سازمان، برخی از شاخص ها در وضعیت مرزی قرار دارند که ممکن است وضعیت موجود از شرایط مثبت به منفی تغییر یابد.

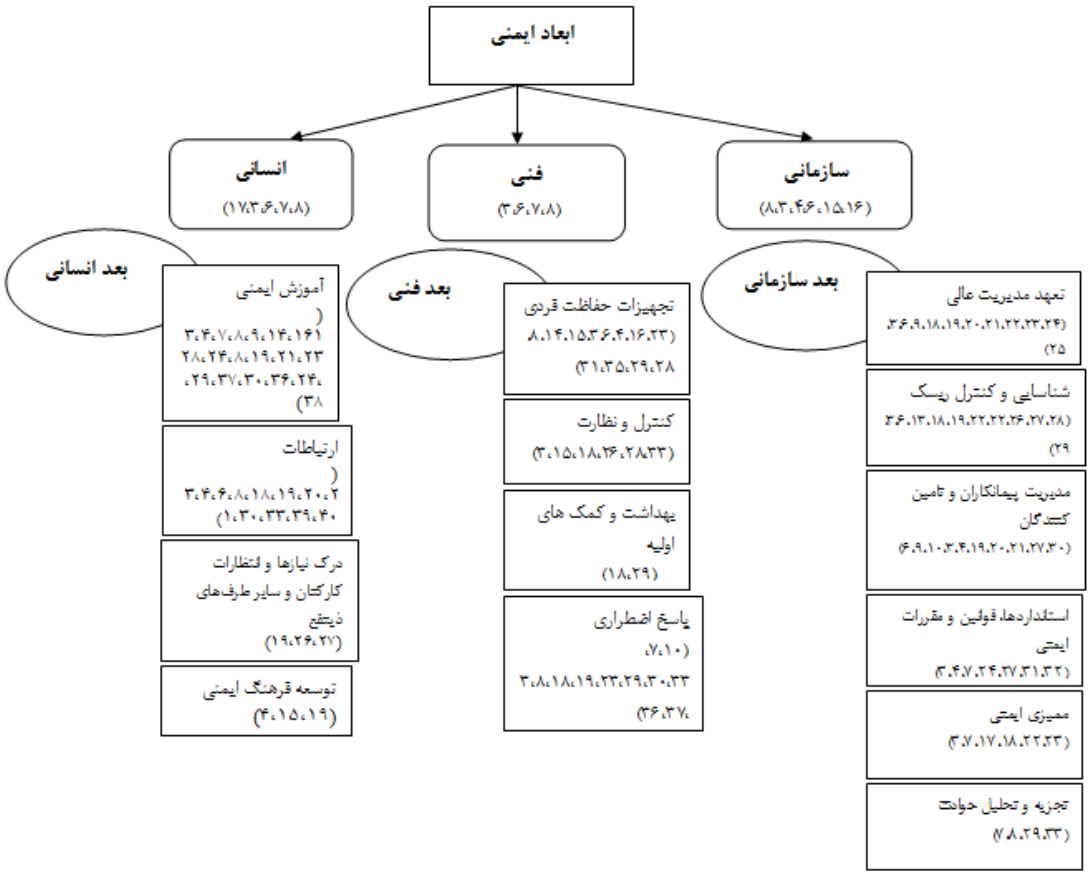
بهاری خوب [۱۵] در پژوهش خود عوامل مؤثر بر ایمنی صنعتی در شرکت توزیع نیروی برق شیراز را شناسایی و آن ها را در چهار دسته اصلی مدیریتی، فردی، سازمانی- محیطی و فرهنگی- اجتماعی طبقه بندی کرد. همچنین با استفاده از تکنیک مدل یابی معادلات ساختاری[3] در دو سطح آمار توصیفی و استنباطی از طریق نرم افزار های آماری لیزرل و SPSS به تجزیه و تحلیل این عوامل پرداخت. نتایج تحلیل ها حاکی از آن بود که مهم ترین عوامل اصلی به ترتیب عامل مدیریتی و فردی و از مؤثرترین عوامل فرعی مؤثر بر ایمنی

1- International Labour Organization
2-Safety Management System
3-Structural Equation Model

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.169]
Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022



شکل ۱. ابعاد و شاخص های مؤثر بر ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق

صنعتی برنامه ریزی، مدیریت ایمنی و اطلاعات و فناوری بوده اند.

براساس پیشینه موجود، ملاحظه می شود که در حوزه ایمنی بخش توزیع نیروی برق تحقیقات چندانی صورت نگرفته و شاخص های مؤثر بر ایمنی برق به طور جامع شناسایی نشده اند. به منظور غنی تر شدن شاخص های تحقیق از سایر شاخص های مورد استفاده در تحقیقات مشابه در حوزه ایمنی نیز استفاده شده است. در برخی از تحقیقات هم که بسیاری از شاخص‌های مؤثر بر ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق در ابعاد مختلف در نظر گرفته شده است، از روش مناسبی برای تجزیه وتحلیل داده ها استفاده نشده است. با بررسی ادبیات موضوع و پیشینه تحقیقات صورت گرفته، ۱۴ شاخص مؤثر بر ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق شناسایی شدند. برای طبقه بندی این گونه شاخص ها، دسته بندی ها و ابعاد مختلفی در تحقیقات متعدد پیشنهاد شده گردیده؛ از جمله چهار بعد سازمانی (شامل شاخص های ارزیابی ریسک و ایمنی، تحلیل رویه ها و رفتارها، تحلیل هزینه آسیب های شغلی و غیره)، انسانی (ارزیابی مهارت های شایستگی و فردی، ارزیابی اثربخشی آموزش و ...)، فنی (ارزیابی حوادث، هزینه ایجاد و نگهداری سیستم ایمنی و غیره) و محیطی (جمع آوری داده های ایمنی، سازماندهی و شبکه بندی میان شرکت ها و ...)[۸] ؛ سه بعد سازمانی (قوانین و مقررات، تحلیل حوادث، تعهد مدیریت عالی و ...)، فنی (خودارزیابی، تجهیزات حفاظت فردی، پاسخ اضطراری و ...) و انسانی (نگرش ایمنی، مشارکت کارکنان و ...) [۳]؛ چهار بعد سازمانی (تعهد مدیریت عالی، شناسایی و کنترل ریسک، مدیریت پیمانکاران و ...)، فنی (تجهیزات حفاظت فردی، کار در ارتفاع و ...)، رفتاری (اقدامات انضباطی، ارتباطات، نماینده کارکنان و ...) و بهبود مستمر [۶]؛ چهار بعد مدیریتی (ممیزی ایمنی، استاندارد ها، قوانین و مقررات)، فنی (کنترل فرآیند ایمنی، بازرسی ایمنی محیط کار و ...)، انسانی (آموزش ایمنی، بازدید روزانه، آگاه سازی و ...) و رفتاری (شایستگی ایمنی، درک ایمنی، به اشتراک گذاشتن نگرانی های ایمنی و ...) [۱۶]. در تحقیق حاضر شاخص های موثر بر ایمنی در صنعت توزیع نیروی برق بر اساس دسته بندی که لیو

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.169]
Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022

و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیق خود برای شاخص های عملکرد ایمنی ارائه دادند، در سه بعد اصلی سازمانی، فنی و انسانی طبقه بندی گردیدند. به این ترتیب مدل نظری تحقیق پیرامون ابعاد و شاخص های ایمنی مطابق شکل ۱ ترسیم گردید.

روش تحقیق

تحقیق حاضر به لحاظ هدف، از نوع کاربردی می باشد، در این تحقیق ابتدا با مطالعه ادبیات موضوع و پیشینه تحقیقات، شاخص های مؤثر بر ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق شناسایی و پس از بررسی توسط خبرگان ایمنی توزیع برق، شاخص ها پالایش و نهایی شدند. سپس به منظور بررسی روابط بین شاخص ها از روش ترکیبی DEMATEL و ISM استفاده شد. ابزار جمع آوری داده های تحقیق شامل ابزارهای کتابخانه ای از جمله کتاب ها، مقالات، پایان نامه های فارسی و پایگاه های الکترونیکی برای گردآوری اطلاعات در زمینه پیشینه تحقیق و چارچوب نظری پیرامون ابعاد و شاخص های مؤثر بر ایمنی و نیز ابزار میدانی شامل پرسشنامه بود که جهت مشخص کردن تأثیرات بین شاخص های مؤثر بر ایمنی در روش دیمتل به کار گرفته شد.

جامعه آماری پاسخگویان به پرسشنامه دیمتل، مدیران و کارشناسان ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق استان خراسان رضوی، مشهد و شرکت مپنا (فعال در حوزه نیرو) و همچنین اساتید عضو هیأت علمی دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه شاهد در رشته مهندسی برق قدرت، و دانشکده بهداشت و ایمنی دانشگاه شهید بهشتی در رشته های بهداشت حرفه ای و حفاظت صنعتی بودند. در رابطه با تعداد نمونه، از آنجا که روش به کار رفته در این پژوهش مبتنی بر نظر خبرگان است و در اکثر موارد تعداد خبرگان در دسترس محقق محدود هستند، این روش ها متکی به تعداد نمونه نیستند و با تعداد نظر های بالا تر از ۵ نیز نتیجه ی قابل قبولی حاصل می شود [۴۰].

روش به کار رفته به منظور تجزیه و تحلیل روابط بین شاخص های مؤثر بر ایمنی از پژوهش وانگ[1] و همکاران [۴] اقتباس شده است. بر این اساس، مراحل انجام روش دیمتل در تحقیق حاضر به صورت زیر می باشد:

۱- تشکیل ماتریس اثر مستقیم: ابتدا یک پرسشنامه دیمتل طراحی گردید و در آن از ۱۳ نفر از خبرگان مذکور درخواست شد تا به تأثیرات بین معیار ها بر اساس طیف سه امتیازی لیکرت (۲-۰) نمره بدهند که در آن امتیاز صفر نشان دهنده عدم ارتباط بین دو شاخص، ۱ نشان دهنده ارتباط ضعیف و ۲ نشان دهنده ارتباط قوی بین دو شاخص است.اگر X^k نشان دهنده ماتریس اثر مستقیم باشد که توسط خبره kام تکمیل گردیده است، آن گاه X_{ij}^k اثر شاخص i(X_i) بر j(X_j)، m تعداد خبرگان و n نشان دهنده تعداد شاخص ها است. X نشان دهنده ماتریس اثر مستقیم شاخص ها به صورت رابطه (۱) است:

$$X=\begin{bmatrix} 0 & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & 0 \end{bmatrix}=[x_{ij}]_{n\times n} \quad (۱)$$

که در آن X_{ij}، میانگین اثر شاخص X_i بر X_j، مطابق رابطه (۲) می باشد.

$$x_{ij}=\left[\frac{1}{m}\sum_{k=1}^{m}x_{ij}^k+0.5\right](k=1,2,...m) \quad (۲)$$

۲- تشکیل ماتریس اثر جامع:

ماتریس اثر جامع ارتباط کل بین شاخص ها (ارتباطات مستقیم و غیر مستقیم) را نشان می دهد. ماتریس اثر جامع (ماتریس T) از رابطه (۳) قابل محاسبه است:

$$T=G(I-G)^{-1} \quad (۳)$$

که در آن G نرمال شده ماتریس اثر مستقیم می‌باشد و از رابطه (۴) قابل محاسبه است:

$$G=\frac{1}{\max\limits_{1\le i\le n}\sum_{j=1}^{n}x_{ij}}X \quad (۴)$$

محاسبه درجه اثر گذاری، اثر پذیری، مرکزیت و علّیت شاخص های مؤثر بر ایمنی از طریق ماتریس اثر جامع امکان پذیر است.

منظور از درجه اثر گذاری (f_i)، اثر کل معیار i بر دیگر شاخص ها است.

$$f_i=\sum_{j=1}^{n}t_{ij}(i=1,2,...n) \quad (۵)$$

درجه اثر پذیری (e_i)، اثر کل دیگر شاخص ها بر معیار i است.

1-Wang

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.169]
Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022

$$e_i = \sum_{j=1}^{n} t_{ji}(i = 1,2,...n) \quad (۶)$$

درجه مرکزیت معیار i (m_i)، نشان دهنده اهمیت آن شاخص در میان کل شاخص ها است.

$$m_i = f_i + e_i(i = 1,2,...,n) \quad (۷)$$

و درجه علیت معیار i (n_i) نشان دهنده اثرات خالص شاخص i بر دیگر شاخص ها می باشد.

$$n_i = f_i - e_i(i = 1,2,...,n) \quad (۸)$$

۳- تشکیل ماتریس اثر کل

ماتریس اثر کل علاوه بر روابط بین شاخص ها با هم اثر هر شاخص بر خودش را نیز در نظر می‌گیرد. ماتریس اثر کل (H) از رابطه (۹) قابل محاسبه است:

$$H = T + I \quad (۹)$$

تا اینجا روابط بین شاخص های مؤثر بر ایمنی و درجه اثر گذاری، اثر پذیری، مرکزیت و علّیت آن ها توسط روش دیمتل مشخص گردید. در ادامه با تشکیل ماتریس اثر کل (H)، شاخص ها با استفاده از روش مدل سازی ساختاری تفسیری در قالب یک ساختار سلسله مراتبی سطح بندی و اولویت بندی شدند.

مراحل انجام روش مدل سازی ساختاری تفسیری در تحقیق حاضر به شرح زیر است:

۱- تشکیل ماتریس دستیابی

ماتریس دستیابی (K) در روش مدل سازی ساختاری تفسیری بر اساس مقایسه درجه اثر گذاری هر معیار در ماتریس اثر کل (H) با یک سطح آستانه به دست می آید. مطابق رابطه (۱۰) در صورتی که درجه اثر گذاری یک شاخص بزرگتر از حد آستانه بود، در ماتریس دستیابی مقدار ۱ و اگر کمتر از حد آستانه بود، عدد صفر را به خود اختصاص می دهد. سطح آستانه با میانگین گیری از درایه های ماتریس اثر کل (H) می آید و همچنین می تواند با نظر خبرگان تعدیل شود. هدف از این سطح آستانه برجسته نمودن علت حوادث بزرگ در یک سیستم پیچیده بدون ساده سازی بیش از حد است [۴]. مطابق رابطه (۱۰)، ماتریس دستیابی K شامل ۰ و ۱ می باشدکه در آن ۱ نشان دهنده ارتباط قوی بین دو شاخص و ۰ نشان دهنده ارتباط ضعیف و یا عدم ارتباط بین دو معیار است.

$$k_{ij} = \begin{cases} 1, & k_{ij} \geqslant \lambda, i = 1,...,n \\ 0, & k_{ij} < \lambda, i = 1,...,n \end{cases} \quad (۱۰)$$

۲- تشکیل مجموعه قابل دستیابی و مقدم و سطح بندی شاخص ها

مجموعه ی قابل دستیابی، مجموعه ای است که در آن سطر ها، عدد شاخص ها به صورت یک ظاهر شده باشند و مجموعه ی مقدم مجموعه ای است که در آن ستون ها، عددشاخص ها به صورت یک ظاهر شده باشند. مجموعه قابل دستیابی (R_i) و مجموعه مقدم (S_i) به صورت رابطه (۱۱) و (۱۲) تعریف شدند:

$$R_i = \{x_j | x_j \in X, k_{ij} = 1\}, (i = 1,2,...,n) \quad (۱۱)$$

$$S_i = \{x_j | x_j \in X, k_{ji} = 1\}, (i = 1,2,...,n) \quad (۱۲)$$

حال اگر اشتراک دو مجموعه R_i و S_i را به دست آورده و برابر مجموعه R_i باشد (رابطه ۱۳)،

$$R_i = R_i \cap S_i, (i = 1,...,n) \quad (۱۳)$$

این شاخص ها در سطح اول قرار می گیرند و همچنین از مجموعه حذف می شوند. این عمل تکرار می شود تا همه شاخص ها در سطوح بعدی قرار گیرند.

۳- رسم نمودار قدرت نفوذ-وابستگی(نمودار MICMAC)

در این مرحله شاخص های مؤثر بر ایمنی در چهار گروه شاخص های مستقل، وابسته، پیوندی و نفوذی طبقه بندی شدند. شاخص های مستقل قدرت نفوذ و وابستگی ضعیفی دارند. شاخص های وابسته از قدرت نفوذ ضعیف اما وابستگی بالایی بر خوردارند.

شاخص های پیوندی نفوذ و وابستگی بالایی دارند. در واقع هر گونه عملی بر روی این شاخص ها منجر به تغییر سایر شاخص ها می شود. در نهایت شاخص های نفوذی از قدرت نفوذ بالا و وابستگی پایین بر خوردارند. این شاخص ها اصطلاحا شاخص های کلیدی خوانده می شوند. از طریق جمع کردن ورودی های "۱" در هر سطر و ستون قدرت نفوذ و میزان وابستگی شاخص ها به دست می آید. بر همین اساس نمودار قدرت نفوذ-وابستگی ترسیم می شود [۵].

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.169]
Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022

یافته ها

بر اساس مباحث مطرح شده در بخش های قبل، ماتریس اثر مستقیم شاخص های مؤثر بر ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق به کمک پرسشنامه دیمتل تشکیل گردید (جدول شماره ۱).

سپس با انجام محاسبات مذکور ماتریس اثر جامع تشکیل و با استفاده از آن درجه اثر گذاری، اثر پذیری، مرکزیت و علیت شاخص ها محاسبه شدند. درجه اثر گذاری (f_i)، اثر پذیری (e_i)، مرکزیت (m_i) و علیت (n_i) شاخص ایمنی iام (i= 1,2,3,...,14) همان طور که در جدول شماره ۲ ملاحظه می شود، با استفاده از نرم افزار Excel محاسبه شده است.

در گام بعدی، ماتریس اثر کل (H) از جمع ماتریس اثر جامع با ماتریس واحد با استفاده از نرم افزار متلب حاصل شد. این ماتریس علاوه بر روابط بین شاخص ها با هم، اثر هر شاخص بر خودش را نیز در نظر می گیرد (جدول شماره ۳).

برای تشکیل ماتریس دستیابی شاخص های مؤثر بر ایمنی (K) ابتدا یک سطح آستانه با میانگین گیری از درایه های ماتریس اثر کل (H) به دست آمد و مقدار آن ۰/۱۸ محاسبه شد. بعد از تعیین سطح آستانه کلیه عناصر ماتریس H با این مقدار مقایسه شدند. در صورتی که درجه اثر گذاری یک شاخص بزرگتر از حد آستانه بود، در ماتریس دستیابی مقدار ۱ و اگر کمتر از حد آستانه بود، عدد صفر را به خود اختصاص داد. به این ترتیب ماتریس دستیابی شاخص های مؤثر بر ایمنی مطابق با جدول ۴ تشکیل شد.

برای سطح بندی و ساخت مدل سلسله مراتبی از شاخص های مؤثر بر ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق، ابتدا باید مجموعه قابل دستیابی و مجموعه مقدم برای هر یک از شاخص ها تشکیل شود.

در اولین تکرار اگر مجموعه قابل دستیابی و مجموعه اشتراک محاسبه شده برای هر شاخص با هم برابر باشند، آن شاخص در اولین سطح قرار می گیرد. برای تکرار دوم نیز شاخص هایی که قبلا در سطح اول قرار گرفتند، به همراه سطر مربوطه حذف شدند. سایر تکرار ها نیز به همین ترتیب صورت پذیرفت.

با توجه به سطوح شاخص ها و ماتریس دستیابی، مدل

جدول ۱. ماتریس اثر مستقیم شاخص های مؤثر بر ایمنی

شاخص	تعهد مدیریت عالی	شناسایی و کنترل ریسک	مدیریت پیمانکاران	استانداردها، قوانین و مقررات ایمنی	ممیزی ایمنی	تجزیه و تحلیل حوادث	تجهیزات حفاظت فردی	کنترل و نظارت	بهداشت و کمک‌های اولیه	پاسخ اضطراری	آموزش	ارتباطات	درک نیازها و انتظارات کارکنان و سایر طرف های ذینفع	توسعه فرهنگ ایمنی
تعهد مدیریت عالی	۰	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
شناسایی و کنترل ریسک	۱	۰	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۲
مدیریت پیمانکاران	۲	۲	۰	۰	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱
استانداردها، قوانین و مقررات ایمنی	۱	۲	۲	۰	۲	۲	۲	۲	۱	۲	۲	۱	۱	۱
ممیزی ایمنی	۱	۲	۱	۱	۰	۱	۲	۲	۱	۱	۲	۱	۱	۲
تجزیه و تحلیل حوادث	۱	۲	۱	۱	۱	۰	۱	۲	۱	۲	۲	۱	۱	۱
تجهیزات حفاظت فردی	۱	۲	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲
کنترل و نظارت	۱	۲	۲	۰	۲	۲	۲	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱
بهداشت و کمک‌های اولیه	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱
پاسخ اضطراری	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۲	۱	۱
آموزش	۱	۱	۱	۰	۱	۲	۲	۱	۲	۱	۰	۱	۱	۲
ارتباطات	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱
درک نیازها و انتظارات کارکنان و سایر طرف های ذینفع	۲	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۰	۱
توسعه فرهنگ ایمنی	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۲	۲	۱	۰

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.169]
Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022

جدول ۲. درجه اثرگذاری، اثرپذیری، مرکزیت و علیت معیارها

شاخص	f_i	رتبه بندی	e_i	رتبه بندی	m_i	رتبه بندی	n_i	رتبه بندی
۱	۲/۷۱	۱	۱/۷۹	۸	۴/۵۰	۱	۰/۹۲	۳
۲	۱/۸۰	۷	۲/۲۰	۱	۴	۲	-۰/۴۰	۱۲
۳	۱/۷۰	۹	۱/۷۶	۹	۳/۴۶	۹	-۰/۰۵	۵
۴	۲/۳۲	۲	۱/۵۹	۱۳	۲/۹۱	۱۴	۱/۷۳	۱
۵	۲/۰۱	۳	۱/۷۵	۱۰	۳/۷۶	۷	۱/۴۱	۲
۶	۱/۸۹	۵	۲	۵	۳/۸۹	۵	-۰/۱۱	۶
۷	۱/۵۶	۱۱	۱/۹۸	۶	۳/۵۵	۸	-۰/۴۲	۱۳
۸	۱/۸۸	۶	۲/۰۸	۳	۳/۹۶	۳	-۰/۲۰	۸
۹	۱/۳۴	۱۳	۱/۷۰	۱۲	۳/۰۴	۱۳	-۰/۳۵	۱۱
۱۰	۱/۴۳	۱۲	۱/۷۵	۱۱	۳/۱۹	۱۱	-۰/۳۲	۹
۱۱	۱/۷۵	۸	۲/۱۰	۲	۳/۸۶	۶	-۰/۳۴	۱۰
۱۲	۱/۳۴	۱۴	۱/۹۰	۷	۳/۲۴	۱۰	-۰/۵۶	۱۴
۱۳	۱/۵۸	۱۰	۱/۵۷	۱۴	۳/۱۵	۱۲	-۰/۰۰۲	۴
۱۴	۱/۹۲	۴	۲/۰۴	۴	۳/۹۶	۴	۰/۱۲	۷

جدول ۳. ماتریس اثر کل (H)

تعهد مدیریت عالی	شناسایی و کنترل ریسک	مدیریت پیمانکاران	استانداردها، قوانین و مقررات ایمنی	ممیزی ایمنی	تجزیه و تحلیل حوادث	تجهیزات حفاظت فردی	کنترل و نظارت	بهداشت و کمک‌های اولیه	پاسخ اضطراری	آموزش	ارتباطات	درک نیازها و انتظارات کارکنان و سایر طرف های ذینفع	توسعه فرهنگ ایمنی
۱/۱۲	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۲۱
۰/۱۲	۱/۱۰	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۷
۰/۱۵	۰/۱۷	۱/۰۷	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۳
۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۱۸	۱/۰۳	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۱۶
۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۰۶	۱/۰۹	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۸
۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۱۲	۱/۱۰	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۴
۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۱۲	۱/۰۷	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۶
۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۰۳	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۷	۱/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۴
۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۱	۱/۰۶	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۱۱
۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۱۱
۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۱	۱/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۶
۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۱	۱/۰۶	۰/۰۹	۰/۱۱
۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۵	۱/۰۶	۰/۱۲
۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۱۷	/۱۱۹	۱/۱۰

نهایی به صورت مدل سلسله مراتبی از شاخص های سطح بندی شده به دست آمد. همچنین روابط علّی و معلولی بین شاخص ها در این مدل نشان داده شده است (شکل شماره ۲). همان طور که در شکل شماره ۲ ملاحظه می شود، مدل نهایی از چهار سطح تشکیل شده است؛ باید توجه داشت آن دسته از شاخص های مؤثر بر ایمنی که در سطوح بالاتر هستند، از تأثیرگذاری بیشتری برخوردارند و کمتر تحت تأثیر سایر شاخص ها می باشند. شاخص های

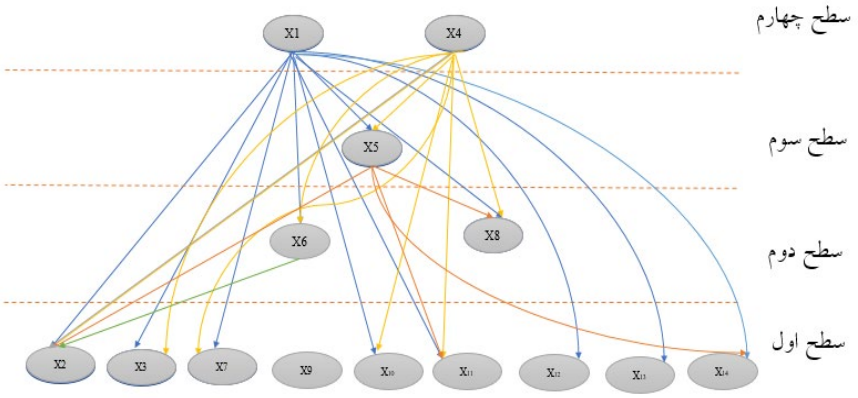
www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.169]
Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022

جدول ۴. ماتریس دستیابی (K)

شاخص	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰
۵	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱
۶	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۸	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰
۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰
۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰
۱۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱



شکل ۲. سطح بندی شاخص های مؤثر بر ایمنی

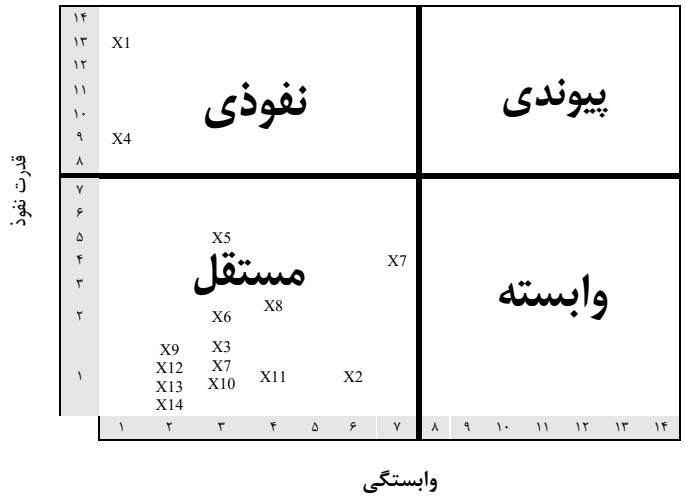
تعهد مدیریت عالی و استاندارد ها، قوانین و مقررات ایمنی دارای بیشترین قدرت اثر گذاری بر روی سایر شاخص ها می باشند. همچنین با توجه به سطح بندی شاخص ها می توان گفت شاخص های سطح چهارم (تعهد مدیریت عالی و استاندارد ها، قوانین و مقررات ایمنی)، سطح سوم (تجزیه و تحلیل حوادث) و سطح دوم (ممیزی ایمنی و کنترل و نظارت) همگی به عنوان شاخص های علّی شناخته می شوند و شاخص های سطح پایین تر یعنی سطح اول (شناسایی و کنترل ریسک، مدیریت پیمانکاران و تأمین کنندگان، تجهیزات حفاظت فردی، بهداشت و کمک های اولیه، پاسخ اضطراری، آموزش ایمنی، ارتباطات، درک نیاز ها و انتظارت کارکنان و سایر طرف های ذینفع و توسعه فرهنگ ایمنی) شاخص های معلول هستند. بنابراین مدیران در شرکت‌های توزیع نیروی برق باید به شاخص های ایمنی که نقش علت دارند بیشتر توجه کنند و در تصمیم‌گیری‌های خود آن ها را نیز در نظر بگیرند.

شاخص های مؤثر بر ایمنی با توجه به میزان قدرت و نفوذشان در چهار گروه شاخص های مستقل، وابسته، پیوندی و نفوذی طبقه بندی شدند (شکل شماره۳).مطابق شکل شماره ۳ شاخص های شناسایی و کنترل ریسک، مدیریت پیمانکاران و تأمین کنندگان، تجزیه و تحلیل حوادث، ممیزی ایمنی، تجهیزات حفاظت فردی، کنترل و نظارت، بهداشت و کمک های اولیه، پاسخ اضطراری، آموزش ایمنی، ارتباطات، درک نیاز ها و انتظارت کارکنان و سایر طرف های ذینفع و توسعه فرهنگ ایمنی در گروه شاخص های مستقل قرار گرفتند که دارای قدرت نفوذ و وابستگی کمی هستند. علاوه بر این، شاخص های تعهد

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.169]
Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022



شکل ۳. نمودار قدرت نفوذ- وابستگی

مدیریت عالی و استاندارد ها،
قوانین و مقررات ایمنی در گروه شاخص‌های نفوذی قرار گرفتند که از قدرت نفوذ بالا و وابستگی پایینی برخوردارند. بنابراین می توان گفت که این دو شاخص جزو متغیر های کلیدی محسوب می‌شوند.

این نتیجه در جدول شماره ۲ نیز مشاهده می شود که شاخص های تعهد مدیریت عالی و استاندارد ها، قوانین و مقررات ایمنی به ترتیب با درجه اثر گذاری ۲/۷۱ و ۲/۳۱ اثر گذار ترین شاخص های مؤثر بر ایمنی و شاخص های شناسایی و کنترل ریسک و آموزش با درجه اثر پذیری ۲/۲۰ و ۲/۱۰ اثر پذیر ترین شاخص ها در این شرکت ها شناخته می شوند. به این معنا که این دو شاخص در مسأله ایمنی بیشتر از سایر شاخص ها اثر می پذیرند تا اینکه خود اثر گذار باشند. همچنین تعهد مدیریت عالی مهم ترین شاخص مؤثر بر ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق شناخته شد که باز هم نشان دهنده جایگاه بسیار والای این شاخص در مسأله ایمنی این شرکت ها می باشد؛ پس از آن شناسایی و کنترل ریسک، کنترل و نظارت و توسعه فرهنگ ایمنی از جمله شاخص هایی هستند که برای ایمنی شرکت‌های توزیع نیروی برق بسیار مهم تلقی شدند.

بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر به بررسی عوامل مؤثر بر ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق با استفاده از روش ترکیبی دیمتل و مدلسازی ساختاری تفسیری پرداخته شد. بر اساس مطالعات پیشین، و مشورت با کارشناسان ایمنی توزیع برق تعداد ۱۴ شاخص مؤثر بر ایمنی شناسایی و در سه دسته اصلی سازمانی، فنی و انسانی طبقه بندی گردیدند. طبقه بندی مذکور با تحقیق لیو و همکاران (۲۰۱۳) منطبق می باشد. جهت جمع آوری نظرات خبرگان در خصوص تعیین شدت تأثیرات مستقیم بین شاخص ها از پرسشنامه دیمتل استفاده گردید. با بکارگیری ترکیب روش های DEMATEL و ISM درجه اثر گذاری، اثر پذیری، مرکزیت و علیت شاخص ها محاسبه و سپس سطح بندی شدند. نتایج حاصله نشان داد که شاخص های بعد سازمانی ایمنی نسبت به دو بعد فنی و انسانی از درجه تأثیر گذاری بالاتری برخوردار است؛ همان طور که در تحقیق وانگ و همکاران و نیز ترمبلی و بدری [۴,۶] و بهاری خوب [۱۵] به این نتیجه اشاره شده است. این در حالی است که لیو و همکاران [۳] و مازلینا زیرا و هادیکوزومو [۷] بعد فنی ایمنی و جاناکویچ و همکاران [۸] بعد انسانی را مهم ترین بعد ایمنی برشمرده اند. از میان شاخص های بعد سازمانی، شاخص تعهد مدیریت عالی و استاندارد ها، قوانین و مقررات ایمنی با درجه اثر گذاری ۲/۷۱ و ۲/۳۲ و درجه علیت ۰/۹۲ و ۱/۷۳ به عنوان اثرگذارترین شاخص ها معرفی شدند که نسبت به سایر شاخص ها نقش علّی دارند. تعهد مدیریت در تحقیقات متعددی از جمله نیک پیام[۹]، وانگ و ترمبلی و بدری [۴,۶] مورد بررسی و مبنای ارزیابی برای بررسی وضعیت ایمنی قرار گرفته اند. بنابراین می توان گفت که قبل از هر چیز برای ایجاد هر گونه تغییر در سایر شاخص های مؤثر بر ایمنی در شرکت های توزیع نیروی برق باید حمایت لازم از سوی مدیریت عالی صورت گیرد تا برنامه مورد نظر قابل اجرا و اثربخش باشد. مدیریت عالی می تواند با تعریف خط

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.169]
Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022

مشی ایمنی بر اساس سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی شرکت و اهداف و راهبردهای بلندمدت و کوتاه مدت، تخصیص مسئولیت ها و نقش های مرتبط برای پیاده سازی این سیستم و تدوین برنامه های عملیاتی در راستای اهداف ایمنی، در جهت ارتقاء ایمنی مهم ترین نقش را ایفا کند. همچنین استاندارد ها، قوانین و مقررات ایمنی بایستی به طور کامل و روشن به همه کارکنان و سایر ذینفعان شرکت اطلاع رسانی شود و با نظارت سخت گیرانه بر اجرای آن ها در انجام امور پیمانکاری و همچنین در خرید لوازم و تجهیزات کار، حوادث ناشی از کار به نحو چشم گیری در شرکت کاهش یابد. شاخص شناسایی و کنترل ریسک با درجه مرکزیت ۴ دومین شاخص مهم در شرکت های توزیع نیروی برق شناخته شد. براساس این یافته، شایسته است که ضمن شناسایی نظام مند ریسک ها و خطر ها، اقدامات اصلاحی مناسب تعریف و پس از آن نظارت بر اجرای صحیح آن ها صورت پذیرد. با توجه به نمره اثر گذاری بالای شاخص تجزیه و تحلیل حوادث (۲/۰۱) پس از رخ دادن یک حادثه در هر مدیریت برق، بهتر است که جلسه ای به سرپرستی مسئول ایمنی شرکت و با حضور کارشناسان و مسئولان ذیربط تشکیل و آن حادثه به طور کامل تجزیه و تحلیل شود؛ و دروس آموخته شده از این تجزیه و تحلیل، به واحدهای مختلف اطلاع رسانی گردد تا در فرآیندهای کاری اعمال شوند. هرچند هم اکنون این فرآیند در بیشتر شرکت های توزیع نیروی برق وجود دارد ولی ساز و کار مناسب و قطعی برای تجزیه و تحلیل حوادث و نیز اطلاع رسانی نتایج جلسه به سایر کارکنان و مهم تر از همه، ارسال گزارشات آن به سازمان های ذینفع بالاتر از جمله اداره کار و شرکت مادر تخصصی توانیر وجود ندارد. دو شاخص کنترل و نظارت و ممیزی ایمنی با قرار گرفتن در سطح سوم نمودار سطح بندی شاخص ها، پس از شاخص های تعهد مدیریت عالی، استاندارد ها، قوانین و مقررات ایمنی و تجزیه و تحلیل حوادث بیشترین اثر گذاری را بر سایر شاخص ها دارند. از این رو کنترل و نظارت صحیح بر فرآیند طراحی شبکه‌ها و تأسیسات، کنترل قفل و بست تأسیسات، سیستم زمین شبکه ها می تواند تا حد بسیار زیادی خطرات و مخاطرات حاصل از برق گرفتگی را هم برای کارکنان شرکت و هم برای مردم و مشترکین کاهش دهد.

منابع

[1] GhadiriJafarBeigLu B. Identifying and Factors Prioritizing Influencing Safety Culture Using AHP Technique in Fars province Power Distribution Company, [Thesis]. Marvdasht: Humanity Science of Islamic Azad University 2017 (Persian).

[2] Rahmani S, Omidvari M. Assessing safety riskin electricity distribution processes using ET & BA improved technique and its ranking by VIKOR and TOPSIS models in fuzzy environment. Journal of Health and Safety at Work. 2016; 6 (1): 1-12 (Persian).

[3] Liu Y, Chen J, Cheng Sh, Hsu M, Wang Ch. Evaluation of Safety Performance in Process Industries. Wiley Online Library 2013.

[4] Wang L, Cao Q, Zhou L. Research on the influencing factors in coal mine production safety based on the combination of DEMATEL and ISM. Safety Science 2018; 103: 51–61.

[5] Azar A, Khosravani F, Jalali R. soft operation Research -problem structuring. Tehran: Industrial Management Institute; 2017 (Persian).

[6] Tremblay A Badri A. A novel tool for evaluating occupational health and safety performance in small and medium-sized enterprises: The case of the Quebec forestry/pulp and paper industry. Safety Science 2018; 101: 282–294

[7] Mazlina Zaira M, Hadikusumo B. Structural equation model of integrated safety intervention practices affecting the safety behaviour of workers in the construction industry. Safety Science 2017; 98: 124–135.

[8] Janackovic G, Stojiljkovic E, Grozdanovic M. Selection of key indicators for the improvement of occupational safety system in electricity distribution companies. Safety Science 2017.

[9] Nikpayam R. Safety Culture Assessment in Mashhad Power Distribution Company Based on RSSB Model. 29th International Power System Conference. Tehran 2014 (Persian).

[10] Rezapour M. Proposing a Framework for Safety Assessment in Power Distribution Companies - Soft Operations Research Approach (Case Study: Khorasan Razavi Province Power Distribution Company), [Thesis]. Tehran: Humanity Science of Shahed university; 2019 (persian).

[11] Hajininezhad Z. Work Accident. 2017. Available at:http://www.irna.ir/fa/News/82769687. September 18, 2017 (persian).

[12] barghnews. Iran electrocution Statistics. 2015; [1]. Available athttp://barghnews.com/fa/news /10575. November 19, 2017 (persian).

[13] Santos J, Miguel-Dávila, J, Herrera L, Nieto M. Safety Management System in TQM environments. Safety Science. 2018; 101: 135–143.

[14] Rahmanim A, Khadem M, Madreseh E, Aghaei H, Raei M, Karchani M. Descriptive Study of Occupational

www.SID.ir

Archive of SID

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.169]
Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022

Balanced Scorecard Method, [Thesis].Gilan: Literature and Humanity Science of Gilan university (persian).

[27] Naseri A, Sepehri M, Mahmoudi S. Strategic performance evaluation of Health, Safety and Environment (HSE) based on Balanced Scorecard (BSC), the case study of a corporation in energy industry. Iran Occupational Health. 2014; 11 (1) :79-94 (persian).

[28] Yarahmadi R, shahkohi F, taheri F, moridi P. Priority of Occupational Safety and Health indexes Based on the Multi Criteria Decision Making in Construction Industries . Iran Occupational Health. 2016; 12 (6) :39-47(persian).

[29] Gunduz M, Ahsan B. Construction safety factors assessment through Frequency Adjusted Importance Index. International Journal of Industrial Ergonomics. 2018; 64:155-162.

[30] Khalili Z.Designing a Model for Performance Evaluation of Health, Safety and Environment Management System, [Thesis]. Engineering of Kharazmi University; 2012 (persian).

[31] Valianpour F. Performance Evaluation of Gas Transmission System Based on Human and Safety Indicators Using combined Mathematical and Statistical Methods, [Thesis]. Tafresh: Industrial Engineering of Tafresh University (persian).

[32] Hakimikhah A. Occupational and Environmental Health and Safety Risk Assessment for the Construction Project and Installation of a Distillation Unit for the Persian gulf Stars Gas Condensate Refinery in Bandar Abbas by FMEA, [Thesis]. Tehran:Agricultural Engineering of Payame Noor University; 2015 (persian).

[33] Inan U, Gül S,Yılmaz H. A multiple attribute decision model to compare the firms' occupational health and safety management perspectives. Safety Science. 2017; 91: 221–231.

[34] Beriha G, Patnaik B, Mahapatra S, Padhee S. Assessment of safety performance in Indian industries using fuzzy approach. Expert Systems with Applications. 2012; 39: 3311–3323.

[35] Gunduz M, Birgonul M, Ozdemir M. Development of a safety performance index assessment tool by using a fuzzy structural equation model for construction sites. Automation in Construction. 2018; 85: 124–134.

[36] Muniz B, Manuel J and Vazquez-Ordas C. Relation between occupational safety management and firm performance. Safety Science. 2009; 47: 980–991.

[37] Mullen J, Kelloway K, Teed M. Employer safety obligations, transformational leadership and their interactive effects on employee safety performance. Safety Science. 2017; 91: 405–412.

[38] Xia N, Xueqing W, Xing L, Dan W. Is there agreement Accidents and their Causes among Electricity Distribution Company Workers at an Eight-year Period in Iran. Safety and Health at Work. 2013; 4: 160-165.

[15] Baharikhoob S.Identification and Ranking of Critical Factors Affecting Industrial Safety (Case Study: Shiraz Power Distribution Company) [Thesis]. Marvdasht: Educational Science of Islamic Azad University (persian).

[16] Yiu N, Sze N, Chan D. Implementation of safety management systems in Hong Kong construction industry – A safety practitioner's perspective. Journal of Safety Research. 2018; 64: 1–9.

[17] Karanikas N. Evaluating the horizontal alignment of safety management activities through cross-reference of data from safety audits, meetings and investigations. Safety Science. 2017; 98: 37–49.

[18] British Standards Institution. OHSAS 18001:2007-Occupational Health and Safety Assessment Series-Requirements. 2007.

[19] Asgharizade E, Ghasemi A, Behrouz M. Accident Evaluation, Based on Safety Performance Indicators, Using EVAMIX- Case Study: Natural Gas Pipelines. Journal of Crisis Management.2014; 3(1):57-63 (persian).

[20] Barkhordari A, Dehghani A, Kianfar A, Mahmoudi S, Aminifard F. Safety performance evaluation using proactive indicators in a selected industry. Journal of Occupational Health Engineering. 2015; 1 (4) :49-59 (persian).

[21] Goodarzi R, Arghami S, Pouyakian M. Identification of factors affecting safety culture in Iranian thermal power plants. Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2016; 3 (2) :12-20 (persian).

[22] Dormohammadi A, Mohammadfam I, Zarei E. Presentation of a practical framework for performance assessment of HSE in construction contractors. Iran Occupational Health. 2017; 13 (6) :10-22(persian).

[23] Mohammadfam I, Kamalinia M, Momeni M, et al. Evaluation of the quality of occupational health and safety management systems based on key performance indicators in certified organizations. Safety and Health at Work. 2016;8(2): 156–161.

[24] Mohammadfam I, Kamalinia M, Golmohammadi R, Momeni M, Hamid Y, Soltanian A. A framework for evaluating the performance of OHSMSs using multi-criteria methods. Iran Occupational Health. 2017; 14 (1) :23-36 (persian).

[25] Chmiel N, Laurent J, Hansez, I. Employee perspectives on safety citizenship behaviors and safety violations. Safety Science. 2017; 93: 96–107.

[26] Kouchakkosari S.Performance Evaluation of Health, Safety and Environment Management System Using

www.SID.ir

Archive of SID

between safety leading indicators and safety climate levels. Journal of Safety Research. 2017; 62: 23–32.

[40] Memariani A, Azar A.AHPA New Technique for Group Decision Making. Management knowledge. 1995; 27, 28: 22-32 (persian).

between worker self and supervisor assessment of worker safety performance? An examination in the construction industry. Journal of Safety Research. 2018; 65: 29–37.

[39] Givehchi S, Hemmativaghef E, Hoveidi H. Association

[DOI: 10.52547/ioh.18.1.169]

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 11:25 IRDT on Saturday April 9th 2022

www.SID.ir