Journal of Health and Safety at Work 2024; 14(2): 291-315

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Development of a Conceptual Model to Identify and Rank Environmental and Health Costs of Work-Related Diseases Using Delphi Study and Analytic Network Process

Salimeh Ghassemi Jondabeh[1], Tooraj Dana[1*], Maryam Robati[1], Zahra Abedi[1], Farideh Golbabaei[2]

[1]Department of Environmental Sciences, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
[2]Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 15 - 11 - 2023 Accepted: 11 - 6 - 2024

ABSTRACT

Introduction: Improving health and the environment is one of the components of development, social welfare, and economic growth. Another influential factor in increasing health costs and reducing social welfare is work-related accidents and diseases, which impose high costs on individuals, industries, and the national economies of countries. Therefore, using multi-criteria decision-making methods, the present study provided a conceptual model to identify and rank work-related diseases' environmental and health costs.

Material and Methods: The present study was conducted in 2023. A classification model for the economic evaluation of environmental and health costs of occupational diseases was developed to achieve the study's aim. In the current research, the Delphi method was used to identify health and environmental criteria, and the Analytic Network Process (ANP) was used to weight the sub-criteria. Finally, the cost of health and the environment was estimated based on the available information. Naft Tehran Hospital (NSHT) was also selected as a case study site.

Results: The results showed that the drug and medical equipment cost factor, with a weight of 0.312 in the treatment sector, and the particular and infectious waste cost factor, with a weight of 0.085, were the most critical factors in the economic evaluation. Also, the parametric model results showed that 99.84% of the total costs are related to health costs, and 0.16% are related to environmental costs. In general, the results of this research showed that 61.3% of the costs of the health sector are related to the two sectors of medicine and medical equipment and the cost of service personnel, and 91.7% of the costs of the environmental sector are related to wastewater treatment and the cost of electricity consumption.

Conclusion: This study presented a semi-quantitative model to estimate health and environmental costs caused by occupational diseases. The results can create a novel scientific insight into implementing control measures using the optimal point of cost-benefit parameters. Implementing this integrated model can be a practical and effective step in allocating resources and prioritizing interventions.

Keywords: *Economic evaluation, Occupational disease, environment, Delphi study, Conceptual Model*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Ghassemi Jondabeh S, Dana T, Robati M, Abedi Z, Golbabaei F. Development of a Conceptual Model to Identify and Rank Environmental and Health Costs of Work-Related Diseases Using Delphi Study and Analytic Network Process. J Health Saf Work. 2024; 14(2): 291-315.

* Corresponding Author Email: *t-dana@srbiau.ac.ir*

Copyright © 2024 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 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

1. INTRODUCTION

Occupational accidents and diseases have very high economic costs. These incidents have many adverse consequences and irreparable effects on organizations' workforce, assets, environment, and reputation. The estimate of the International Social Security Association (ISSA) showed that the average cost of accidents and diseases caused by work, which is spent on visible and invisible costs caused by the occurrence of occupational accidents and diseases, is approximately four percent of the world's gross domestic product (GDP) every year.

A 2015 study by Safe Work Australia found that workers, employers, and the community bear approximately 77%, 5%, and 18% of the cost of work-related occupational injuries and illnesses, respectively. Employers were found to incur between $11,287 and $132,749 in medical expenses for fatal occupational accidents. In contrast, employees incurred a maximum of $185,358, depending on the number of workdays lost due to occupational injuries and accidents. Identifying, classifying, evaluating, and estimating the economic costs of the health and environmental sectors using multi-criteria decision-making methods can increase the awareness of industry managers, particularly huge industries such as oil and gas, in a working environment.

This conceptual model facilitates the systematic identification and prioritization of environmental and health costs linked to work-related diseases. It offers a quantitative approach to assessing their relative significance and interconnections. Through a multidimensional analysis that considers direct and indirect costs and qualitative health impacts on healthcare workers, patients, and organizational performance, this study endeavors to enhance the understanding of the holistic implications of occupational diseases in hospital settings.

By synthesizing expert input, incorporating stakeholder perspectives, and employing a robust analytical framework, the proposed model aims to inform evidence-based policies, interventions, and resource allocations to mitigate hospital work-related diseases' economic and health burdens. Therefore, using multi-criteria decision-making methods, the present study provided a conceptual model to identify and rank work-related diseases' environmental and health costs.

2. MATERIALS AND METHODS

This study aimed to present a new combined approach to evaluate occupational diseases' environmental and health costs. This approach was studied by integrating the Delphi method and the Analytical Network Process (ANP). The invented approach provides a comprehensive tool for evaluating the multifaceted environmental and health costs of occupational diseases in work environments by combining these analytical tools. In this study, the intersection of the Delphi method was integrated with the structured decision-making process of ANP to form an effective framework for economic evaluation. Naft Hospital of Tehran was also chosen as the location of the case study.

In general, the current research has been carried out in seven general stages, which include: 1) review of the existing situation, 2) identification of health and environmental criteria, 3) determination of independent and dependent sub-criteria, 4) screening criteria using the Delphi method, 5) weighting according to the sub-criteria based on the ANP method, 6) development of a conceptual parametric model of health and environment and 7) estimation of health and environment costs using the obtained algorithm.

The reliability of related questions was measured using Cronbach's alpha test. In this study, Cronbach's alpha of the questionnaire was calculated as 0.75, which is statistically acceptable. Finally, the Delphi questionnaire was distributed among 19 experts in three stages during the current study.

In this research, to determine the importance coefficient of each sub-criteria based on the network analysis model, the Likert scale was used on a scale of 1 to 9 so that the number 1 indicates the slightest impact, and the number 9 indicates the most significant impact. The final weight of the parameters was calculated using the ANP method with Super Decision software, and the relationship between the clusters and the elements within the clusters was evaluated using the pairwise comparison matrix. In all comparative matrices, the rate or compatibility ratio (CR) values were calculated to be less than 0.1, which is statistically acceptable.

Finally, regression and correlation analysis in IBM SPSS software version 25.0 was used to validate the computational model and evaluate the alignment of the actual model with the proposed model.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

3. RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 presents the final table of relevant criteria and sub-criteria. Ultimately, the experts in the health sector agreed on eight sub-criteria and in the environmental sector on eleven sub-criteria. Tables 2 and 3 give the findings of the weighting of work package criteria in the health and environmental sectors.

Table 1: The result of the Delphi method regarding the criteria and sub-criteria of the health and environment work packages

Goal	Criteria	Sub-criteria (independent)	Sub-criteria (dependent)
Determining independent and dependent health work packages	Medical sector	Treatment service personnel	The cost-of-service personnel
		Responsibility or technical right	Hospital technical fee
		Hospital bed services	The cost of hospital bed services
		Para clinical services	The cost of preclinical services
		Medicines and medical equipment	The cost of medicine and medical equipment
	Support sector	Support sector service personnel	The cost of personnel working in the Support sector
		Transportation	The cost of travel
		Time off from patient tasks	The cost of sick leave
Determining independent and dependent environmental work packages	Medical sector	The medicine and chemicals used	The cost of disposal of waste caused by chemicals and drugs
		The radioactive materials consumed	The cost of disposal of waste caused by radioactive materials
		The number of shots	The cost of disposal of imaging waste
		The production rate of particular and infectious waste	The cost of disposal of particular and infectious waste and their decontamination
	Support sector	The normal waste production	The cost of regular waste disposal and delivery to the municipality
		The consumption of recyclable materials (paper and cardboard)	The cost of disposal of recyclable waste (paper and cardboard)
		Mercury devices consumed	The cost of mercury waste disposal
		The electricity consumed	The cost of electricity consumption
		Gas energy consumed	The cost of gas energy consumption
		Water consumed	The cost of treated wastewater in the wastewater treatment plant
		Fuel consumption of vehicles	Fuel cost of vehicles

Table 2: The coefficient of the significance of the criteria obtained from the ANP method in the health sector

Criteria	Sub-criteria	Abbreviation	Weight
Medical sector	Treatment service personnel	xS	0.234
	Responsibility or technical right	xH	0.054
	Hospital bed services	xHf	0.0009
	Para clinical services	xPS	0.076
	Medicines and medical equipment	xDE	0.312
Support sector	Support sector service personnel	xAS	0.247
	Transportation	xT	0.053
	Time off from patient tasks	xSD	0.018

Table 3: The significance coefficient of the criteria obtained from the ANP method in the environmental sector

Criteria	Sub-criteria	Abbreviation	Weight
Medical sector	Pharmaceutical waste	xDW	0.039
	Radioactive waste	xRW	0.037
	Imaging waste	xIW	0.045
	Special and infectious waste	xSIW	0.085
Support sector	Normal waste	xNW	0.021
	Recyclable waste	xReW	0.029
	Mercury consumption waste	xMW	0.065
	Electricity consumption	xEW	0.015
	Gas consumption	xGW	0.026
	Effluent treated in the sewage treatment plant	xWW	0.022
	Pollutants by vehicle fuel and diesel generators	xVF	0.055

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

The results showed that the drug and medical equipment cost factor, with a weight of 0.312 in the treatment sector, and the particular and infectious waste cost factor, with a weight of 0.085, were the most critical factors in the economic evaluation. Also, the parametric model results showed that 99.84% of the total costs are related to health costs, and 0.16% are related to environmental costs. In general, the results of this research showed that 61.3% of the costs of the health sector are related to the two sectors of medicine and medical equipment and the cost of service personnel, and 91.7% of the costs of the environmental sector are related to wastewater treatment and the cost of electricity consumption. So far, many studies have been conducted using the analytic network process (ANP), analytic hierarchy process (AHP), and fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) in various industries to assess safety risk. Baratchi et al. examined health risks using the MCDM method. In this study, all the hazards of various medical center units were selected with the help of hazard identification checklists and ranked using the ANP method. Different studies have been carried out at the world level regarding the economic evaluation of accidents caused by work. Hoque et al. (2018) examined the effects of industrial processes on social, environmental, and public health degradation in Bangladesh.

In conclusion, developing a conceptual model to identify and rank environmental and health costs of work-related diseases in hospitals through integrating the Delphi study and the Analytic Network Process (ANP) represents a significant contribution to the field of occupational health economics. This study has successfully established a structured framework that enhances our understanding of the economic burden and health implications associated with occupational diseases within healthcare settings.

The operationalization and validation of this conceptual model in real-world hospital settings can empower stakeholders to make informed decisions that prioritize occupational health and safety, mitigate financial risks associated with work-related diseases, and cultivate a culture of well-being within healthcare organizations. By leveraging the synergies between the Delphi study and ANP, this research sets a precedent for future studies seeking to integrate expert insights and analytical methodologies to address the complex challenges of occupational and environmental cost management in healthcare environments.

4. CONCLUSIONS

This study presented a semi-quantitative model to estimate health and environmental costs caused by occupational diseases. The results can create a novel scientific insight into implementing control measures using the optimal point of cost-benefit parameters. Implementing this integrated model can be a practical and effective step in allocating resources and prioritizing interventions.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

فصلنامه بهداشت و ایمنی کار جلد ۱۴/ شماره ۲/ تابستان ۱۴۰۳ صفحات ۲۹۱-۳۱۵

توسعه یک مدل مفهومی برای شناسایی و رتبه‌بندی هزینه های محیط‌زیستی و بهداشتی بیماری‌های ناشی از کار با استفاده از مطالعه دلفی و روش تحلیل شبکه ای

سلیمه قاسمی[۱]، تورج دانا[۱*]، مریم رباطی[۱]، زهرا عابدی[۱]، فریده گل بابایی[۲]

[۱]گروه علوم محیطی، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
[۲]گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۸/۲۴ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۲۲

چکیده

مقدمه: ارتقاء سلامت و محیط زیست یکی از مولفه های توسعه، رفاه اجتماعی و رشد اقتصادی است. یکی دیگر از عوامل مؤثر در افزایش هزینه‌های سلامت و کاهش سطح رفاه اجتماعی، حوادث و بیماری‌های ناشی از کار است که هزینه‌های زیادی را بر افراد، صنایع و اقتصاد ملی کشورها تحمیل می‌کنند. لذا مطالعه حاضر با هدف ارائه یک مدل مفهومی برای شناسایی و رتبه‌بندی هزینه های محیط‌زیستی و بهداشتی بیماری‌های ناشی از کار با استفاده از روش های تصمیم گیری چندمعیاره انجام پذیرفت.

روش کار: مطالعه حاضر در سال ۱۴۰۲ انجام پذیرفت. برای دستیابی به هدف مطالعه، یک طبقه بندی مدل ارزیابی اقتصادی هزینه های زیست محیطی و بهداشتی بیماری های شغلی تدوین گردید. در پژوهش حاضر از روش دلفی برای شناسایی معیارهای بهداشتی و محیط‌زیستی و از روش تحلیل شبکه ای (ANP) برای وزن‌دهی به زیرمعیارها استفاده گردید. در نهایت هزینه بهداشت و محیط زیست بر اساس اطلاعات موجود برآورد شد. بیمارستان فوق تخصصی نفت تهران نیز به عنوان محل مطالعه موردی انتخاب شد.

یافته ها: نتایج نشان داد که عامل هزینه دارو و تجهیزات پزشکی با وزن ۰/۳۱۲ در بخش درمانی و عامل هزینه پسماند های ویژه و عفونی با وزن ۰/۰۸۵ مهمترین عامل در ارزیابی اقتصادی بودند. همچنین نتایج حاصل از مدل پارامتریک نشان داد که ۹۹/۸۴ درصد از هزینه‌های کل مربوط به هزینه بهداشتی و ۰/۱۶ درصد مربوط به هزینه‌های محیط‌زیستی است. به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد ۶۱/۳ درصد از هزینه‌های بخش بهداشتی مربوط به دو بخش دارو و تجهیزات پزشکی و هزینه پرسنل شاغل خدمات دهنده و ۹۱/۷ درصد از هزینه‌های بخش محیط‌زیستی مربوط به تصفیه پساب و هزینه مصرف برق است.

نتیجه گیری: در این مطالعه یک مدل نیمه کمی برای براورد هزینه های بهداشتی و زیست محیطی ناشی از بیماری های شغلی ارائه گردید. نتایج مطالعه حاضر می تواند دیدگاه علمی جدیدی را در زمینه اجرای اقدامات کنترلی با استفاده از نقطه بهینه پارامترهای هزینه - فایده ایجاد کند. اجرای این مدل یکپارچه می تواند گامی عملی و موثر در تخصیص منابع و اولویت بندی مداخلات باشد.

کلمات کلیدی: *ارزیابی اقتصادی، بیماری شغلی، محیط زیست، مطالعه دلفی، روش تحلیل شبکه ای*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *t-dana@srbiau.ac.ir*

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

مقدمه

بر اساس گزارش سازمان بین المللی کار (ILO) سالانه حدود ۲/۷۸ میلیون حادثه یا بیماری شغلی منجر به مرگ می شود. همچنین تخمین زده می شود که سالانه حدود ۳۷۴ میلیون جراحات و بیماری های ناشی از کار غیرکشنده باشد که منجر به غیبت از کار می شود. حوادث شغلی هزینه های مستقیم، غیر مستقیم و پنهانی را بر جامعه تحمیل می کند. براساس آمار موجود بار اقتصادی حوادث شغلی بیش از ۱/۲۵ تریلیون دلار در سال است (۱). بر اساس آمارهای ارائه‌شده توسط سازمان های مربوطه، تعداد حوادث شغلی در تمام مناطق سازمان بهداشت جهانی (WHO) به جز کشورهای اروپایی افزایش یافته است. مشخص گردیده است که قاره آسیا بیشترین تعداد تلفات را در بین پنج قاره دارد. نسبت میزان حوادث شغلی منجر به فوت به ترتیب ۱۲/۷ در ۱۰۰۰۰۰ و ۱۶/۶ در ۱۰۰۰۰۰ کارگر به ترتیب در آسیا و آفریقا است. اروپا با نرخ ۳/۶۱ در ۱۰۰۰۰۰ نفر کمترین میزان مرگ و میر را در بین پنج قاره دارد و در این قاره با وجود افزایش پنج درصدی اشتغال، کاهش شش درصدی در حوادث شغلی گزارش شده است (۲).

بررسی‌های به‌عمل‌آمده در ایران نیز حکایت از ابعاد وسیع خسارات انسانی و مالی ناشی از حوادث دارد. به عنوان نمونه در ایران در فاصله سال های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷ تعداد ۱۵۰۰۸۳ معاینه مرتبط با حوادث کار در سازمان پزشکی قانونی کشور صورت گرفته است که ۱۴۱۷۵۴ معاینه مربوط به حوادث شغلی منجر به مصدومیت (غیر فوتی) و ۸۳۲۹ معاینه مربوط به حوادث شغلی منجر به فوت بوده است. در حال حاضر حوادث ناشی از کار به عنوان سومین عامل مرگ‌ومیر در جهان، دومین عامل مرگ‌ومیر در ایران پس از تصادفات رانندگی و یکی از مهم‌ترین عوامل خطر در جوامع صنعتی و در حال توسعه محسوب می‌شود (۳، ۴).

حوادث و بیماری های شغلی دارای هزینه‌های اقتصادی بسیار بالایی می‌باشند. این حوادث دارای پیامدها و آثار نامطلوب متعدد بوده و اثرات جبران ناپذیری بر نیروی کار، دارایی‌ها، مواد و اموال، محیط‌زیست و شهرت و اعتبار سازمان ها داشته است (۵). برآورد انجمن بین‌المللی تأمین اجتماعی (ISSA) نشان داد که هزینه متوسط حوادث و بیماری‌های ناشی از کار که صرف هزینه‌های مشهود و نامشهود ناشی از بروز حوادث شغلی و بیماری های شغلی می‌شود تقریباً چهار درصد از تولید ناخالص داخلی جهان (GDP) در هر سال است (۶، ۷). مطالعه‌ای توسط Safe Work Australia در سال ۲۰۱۵ نشان داد که کارگران، کارفرمایان و جامعه به ترتیب تقریباً ۷۷٪، ۵٪ و ۱۸٪ از هزینه صدمات و بیماری‌های شغلی مربوط به کار را متحمل می‌شوند (۶). مشخص گردیده است که کارفرمایان بین ۱۱۲۸۷ تا ۱۳۲۷۴۹ دلار آمریکا را برای هزینه‌های پزشکی در حوادث شغلی منجر به فوت متحمل می‌شوند، در حالی که کارمندان حداکثر ۱۸۵۳۵۸ دلار آمریکا را متحمل می‌شود که بستگی به تعداد روزهای کاری از دست رفته به دلیل صدمات و حوادث شغلی دارد (۸).

بصورت کلی سرمایه‌گذاری در جامعه برای کاهش سطوح ریسک و جلوگیری از خسارت‌های بالقوه مالی و جانی از محدودیت برخوردار بوده و ارزش‌گذاری هزینه‌ها برحسب پول می‌تواند بر سرمایه‌گذاری بهینه در مسائل ایمنی اثرگذار باشد. به عبارت دیگر، ارزش‌گذاری اقتصادی به تصمیم‌گیری در سطوح مختلف کمک نموده و سبب می‌شود تا توجیه اقتصادی برنامه‌ها، سیاست‌ها و همچنین سرمایه‌گذاری‌های مربوط به بهداشت و ایمنی شغلی، به خوبی تبیین و توجیه گردد، چرا که داشتن درکی صریح و روشن از هزینه‌های بیماری ها و حوادث ناشی از کار، سبب افزایش انگیزه‌ها برای ارتقای سطوح ایمنی و بهداشت توسط مدیران پروژه‌ها می‌شود (۹). لذا از آنجایی که مدیریت فرآیند تصمیم‌گیری است و تصمیم‌گیری نیازمند اطلاعات است و از میان اطلاعات گوناگونی که مدیران برای اخذ تصمیمات خود بدان نیازمندند، اطلاعات مالی جایگاه ویژه‌ای دارد، چرا که اکثر تصمیمات مدیران بصورت مستقیم و یا به‌طور غیرمستقیم پیامدهای مالی دارند که وضعیت مالی سازمان را تحت تأثیر قرار می‌دهد،

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

بنابراین مباحث و ابزارهای اقتصاد HSE به‌عنوان ابزاری مهم می‌تواند مدیریت واحد اقتصادی را در تصمیمات مربوط به تأمین، تخصیص و کنترل منابع اقتصادی در اختیار مدیران قرار دهد. علاوه بر آن با محاسبه کامل هزینه‌های محیط‌زیستی در فعالیت‌های اقتصادی که قیمت‌ها به تناسب، بازتابی از ارزش کلی منابع و سهم و ویژگی کمیابی در آن‌ها خواهد بود و در نتیجه با به‌کارگیری چنین معیارهایی تخریب محیط‌زیست تا حدود زیادی متوقف خواهد شد (۱۰، ۱۱).

شناسایی و بررسی علل حوادث و بیماری‌های ناشی از کار و ارزیابی اقتصادی هزینه‌های بهداشتی و زیست‌محیطی می‌تواند انگیزه‌ای عمومی برای مقابله جدی‌تر با این معضلات برای جلوگیری از تکرار آن‌ها و حفاظت و حمایت از نیروی کار و سرمایه باشد. از این رو شناسایی، طبقه‌بندی، ارزیابی و برآورد هزینه‌های اقتصادی بخش‌های بهداشت و محیط زیست با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌تواند آگاهی مدیران صنعت، به‌ویژه صنایع بزرگ مانند نفت و گاز را در یک محیط کاری افزایش دهد (۱۲، ۱۳).

اخیراً چندین مطالعه از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) مانند DEMATEL-ANP، AHP، ANP و DEA برای ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشتی در صنایع و سازمان های مختلف استفاده کرده‌اند. این روش ها به ویژه برای مقابله با مسائل پیچیده، سیستم های پیچیده، متغیرهای نامشخص و اطلاعات محدود و همچنین پیش‌بینی آینده مفید هستند (۱۴-۱۶).

حوادث در صنایع نفت و گاز عمده ترین و بارزترین علل ایجادکننده هزینه های اقتصادی هنگفت در بخش بهداشتی و محیط زیستی است. طبق بررسی‌های به عمل آمده مباحث اقتصادی بیماری‌های ناشی از کار در صنعت نفت و گاز مورد بررسی قرار نگرفته است و همچنین هزینه‌های محیط‌زیستی مربوط به بیماری‌های مذکور نیز تاکنون در هیچ صنعتی محاسبه نگردیده است و پژوهش‌های صورت گرفته تنها به بررسی بخشی از اثرات زیستی و مخاطرات شغلی بالقوه آلاینده‌های محیط‌زیستی پرداخته اند و یا مباحث اقتصادی محیط‌زیستی برآورد شده مربوط به آلاینده‌های محیط‌زیستی ناشی از انتشار آلاینده‌ها در صنعت نفت و گاز بوده است.

بیماری های شغلی بار قابل توجهی بر دوش صنعت نفت است که منجر به تحمیل هزینه های اقتصادی و زیست محیطی می شود. یک رویکرد یکپارچه که هم اثرات بهداشتی و هم اثرات زیست محیطی این بیماری ها را در نظر می گیرد، می تواند ارزیابی جامع تری از هزینه های آن ها ارائه دهد. این رویکرد شامل ارزیابی هزینه های مستقیم و غیرمستقیم مرتبط با بیماری های شغلی، از جمله هزینه های پزشکی، کاهش بهره وری و آسیب های زیست محیطی است. با گنجاندن این عوامل در ارزیابی های اقتصادی، سیاست گذاران و رهبران صنعت می توانند تصمیمات آگاهانه‌تری در مورد راهبردهای پیشگیری و کنترلی اتخاذ کنند. لذا در این راستا و با توجه به اهمیت مطالب فوق الذکر، هدف از مطالعه حاضر ارزیابی اقتصادی هزینه های زیست محیطی و بهداشتی بیماری های ناشی از کار بوده که بر مبنای آن و با استفاده از تعریف شاخص های مناسب و تاثیر گذار در برآورد هزینه، بتوان مدل پارامتریک برآورد هزینه های بهداشتی و زیست محیطی ارائه داد. برای این منظور بیمارستان فوق تخصصی نفت تهران که پرسنل شرکت نفت برای دریافت خدمات درمانی به این مرکز مراجعه می کنند به عنوان مکان مورد مطالعه انتخاب گردید.

روش کار

طراحی مطالعه

این مطالعه با هدف ارائه یک رویکرد ترکیبی جدید جهت ارزیابی هزینه های زیست محیطی و بهداشتی بیماری های شغلی انجام گردید. این رویکرد توسط ادغام روش دلفی و روش تحلیل شبکه ای (ANP) تحصیل شد. با ترکیب این ابزارهای تحلیلی، رویکرد ابداع شده ابزار جامعی برای ارزیابی ابعاد چندوجهی هزینه های زیست محیطی و بهداشتی بیماری های شغلی در محیط های

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

شغلی ارائه می دهد. در این مطالعه فصل مشترک روش دلفی، همراه با فرآیند تصمیم‌گیری ساختاریافته ANP برای تشکیل یک چارچوب مؤثر برای ارزیابی اقتصادی، ادغام شد. بیمارستان فوق تخصصی نفت تهران نیز به عنوان محل انجام مطالعه موردی انتخاب شد.

بطور کلی پژوهش حاضر در هفت مرحله کلی به انجام رسیده است که شامل: ۱) بررسی وضعیت موجود، ۲) شناسایی معیارهای بهداشتی و محیط زیستی، ۳) تعیین زیرمعیارهای مستقل و وابسته، ۴) غربالگری معیارها با روش دلفی، ۵) وزن دهی به زیرمعیارها براساس روش ANP، ۶) تدوین مدل پارامتریک مفهومی بهداشتی و محیط زیستی و ۷) برآورد هزینه های بهداشتی و محیط زیستی با استفاده از الگوریتم تحصیل شده است. مراحل کلی این پژوهش در شکل ۱ نمایش داده شده است. تشریح مراحل مذکور در ادامه ارائه گردیده است.

مرحله اول: بررسی وضعیت موجود

در این مرحله در ابتدا وضعیت بخش بیماری های شغلی و بخش محیط‌زیستی مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات بخش بیماری های شغلی مشتمل بر رخدادها، حوادث، از کارافتادگی های دائم و موقت، روزهای از دست رفته کاری، غرامت های پرداخت شده و انواع بیماری های ناشی از شغل و غیره بود که منجر به از کار افتادگی های دائم و یا جزئی می شود. همچنین، اطلاعات بخش محیط‌زیستی مشتمل بر شناسایی وضعیت محیط زیستی همانند نرخ تولید پسماندها و آلاینده های زیست محیطی می‌باشد. در این مطالعه، اطلاعات مربوط به بیماری های شغلی صرفا در ارتباط با پرسنل رسمی وزارت نفت بوده و این اطلاعات از واحدهای HSE بهداشت و درمان صنعت نفت تهران اخذ گردید.

مرحله دوم: شناسایی معیارهای بهداشتی و محیط‌زیستی

در مرحله دوم، معیارهای اصلی و معیارهای مستقل و وابسته در بخش بهداشتی و محیط زیستی شناسایی شدند. بدین منظور از قوانین و دستورالعمل های HSE وزارت نفت ایران، سازمان حفاظت محیط زیست ایران و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا و همچنین مرور به روزترین منابع مربوطه (۵، ۱۷، ۱۸)، نظرات کارشناسان و دسترسی به داده ها استفاده گردید و مهم ترین شاخص های محیط کار و بیماری های ناشی از آن شناسایی شد تا بتوان ارتباط بین شاخص ها و عوامل زیان‌آور محیط کار و بیماری ها را تعیین کرد. همچنین، برای بخش محیط‌زیستی عواملی که در طی فرایند بیماری و درمان منجر به آلودگی آب، خاک و هوا می‌شوند در ابتدا شناسایی شده و پیامدهای هر یک نظیر پیامدهای محیط‌زیستی ناشی از مصرف دارو و پسماندهای ناشی از آن، مصرف مواد رادیواکتیو، تصویربرداری، پسماندهای ویژه و عفونی و بی‌خطرسازی آن ها، هتلینگ بیماران، ضدعفونی کننده ها و شوینده ها، مصرف وسایل یکبار مصرف و تجهیزات پزشکی، انجام آزمایشات بالینی، خدمات و نظافت، آب و برق و غیره مورد بررسی قرار گرفت.

مرحله سوم: تعیین زیرمعیارهای مستقل و وابسته

در مرحله سوم، در هر دو بخش بهداشتی و محیط‌زیستی، معیارها و زیر معیارها تعیین گردید. در این مطالعه در بخش بسته های کاری بهداشتی ۲ معیار اصلی، ۸ زیرمعیار مستقل و ۲۲ زیر معیار وابسته و در بخش محیط زیستی ۲ معیار اصلی، ۱۷ زیرمعیار مستقل و ۱۷ زیر معیار وابسته تعیین گردید که در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است.

مرحله چهارم: غربالگری معیارها با روش دلفی

در مرحله چهارم، بعد از تعیین متغیرهای مستقل (بسته‌های کاری) بهداشتی و محیط‌زیستی به‌منظور اعتباربخشی (Validation) به متغیرهای تعریف شده از تکنیک دلفی (نظرخواهی از کارشناسان) استفاده گردید. دلفی روشی است که برای ایجاد ساختار یک فرآیند ارتباطی ساختارمند جهت حل یک مشکل پیچیده به‌کار برده می‌شود. بصورت کلی می توان اذعان نمود که نظر متخصصین هر رشته برای پیش‌بینی آینده جزء

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

شکل ۱: مدل مفهومی تدوین ارزیابی اقتصادی هزینه های محیط زیستی و بهداشتی ناشی از کار

صائب ترین نظرهاست. این فن بر پایه روش پرسش جدلی و دیالکتیکی یعنی تز (مطرح کردن یک ایده و نظر)، آنتی‌تز (برخورد ایده‌ها و نظرات) و سرانجام سنتز (توافق اجماع جدید) استوار است. در این روش، بدون اینکه به حضور فیزیکی و ملاقات شرکت‌کنندگان با یکدیگر نیازی باشد، یک گروه متخصصان مجموعه‌ای از فرضیه‌ها را درباره وضعیت آتی و آینده موضوع تحت بررسی، فرمول‌بندی می‌کنند (۱۶).

با استفاده از آزمون آلفا کرونباخ پایایی سؤالات مربوط مورد سنجش قرار گرفت. در این مطالعه آلفا کرونباخ پرسشنامه ۰/۷۵ محاسبه شد که از لحاظ آماری قابل قبول است. در نهایت طی مطالعه حاضر پرسشنامه دلفی در سه مرحله بین ۱۹ خبره توزیع گردید. هر عاملی که در نهایت پس از طی مراحل مختلف دلفی امتیاز خوب را از اجماع

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]
[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

جدول ۱: ساختار معیارها و زیرمعیارهای مستقل و وابسته بهداشتی

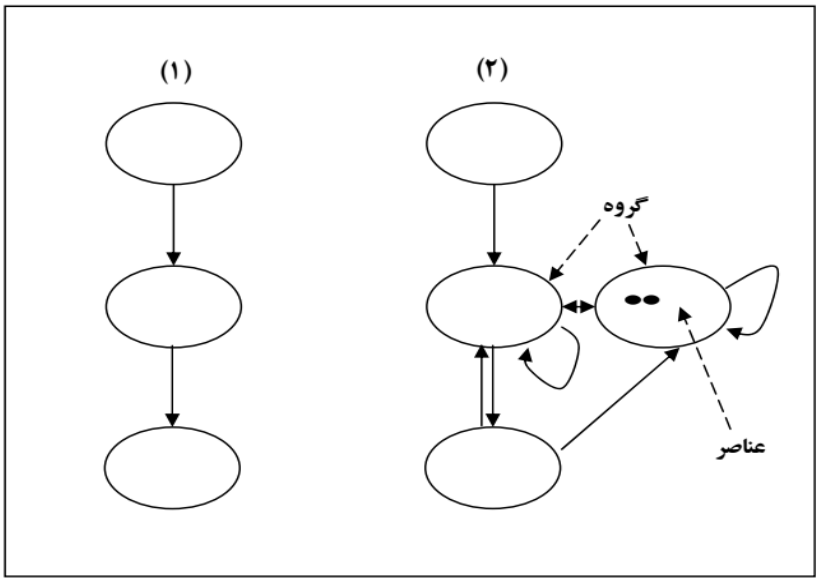
هدف	معیار اصلی	زیرمعیار مستقل	زیرمعیار وابسته	کد اختصاری
تعیین پسته‌های کاری مستقل و وابسته بهداشتی	بخش درمانی	هزینه پرسنل شاغل خدمات دهنده	حق العمل پزشک فوق تخصص/ جراح	S.f
			حق العمل پزشک متخصص	SP.f
			حق العمل پزشک عمومی	GP.f
			حق العمل خدمات پرستاری	N.f
			هزینه خدمات خارج از بیمارستان	OH.c
		هزینه فنی بخش	هزینه حق فنی بخش	TC.f
		هزینه خدمات تخت بیمارستانی	هزینه تعداد تخت عادی/ روز	B/D.c
			هزینه تخت مراقبت های ویژه قلبی / روز	CCU-B /D.c
			هزینه تخت مراقبت های ویژه عمومی / روز	ICU-B /D.c
		هزینه خدمات پاراکلینیکی	هزینه خدمات آزمایشگاهی	L.f
			هزینه حق فنی آزمایشگاه	TCL.f
			هزینه خدمات تشخیصی	MI.f
			هزینه حق فنی خدمات تشخیصی	TI.f
		هزینه دارو و تجهیزات پزشکی	هزینه لوازم مصرفی	C.f
			هزینه داروی مصرفی	D.f
			هزینه وسایل حفاظت فردی	PPE.c
	بخش پشتیبانی	هزینه پرسنل شاغل خدمات دهنده	هزینه پرسنل بخش اداری	AS.c
			هزینه پرسنل بخش مالی	FP.c
			هزینه کارشناسی و بررسی پرونده های پزشکی	E.c
			هزینه وسایل مصرفی غیر پزشکی	NM.C
		هزینه ایاب و ذهاب	هزینه ایاب و ذهاب	T.C
		هزینه فراغت از کار بیمار	هزینه روزهای استعلاجی بیمار	NM.C

جدول ۲: ساختار معیارها و زیرمعیارهای مستقل و وابسته محیط زیستی

هدف	معیار اصلی	زیرمعیار مستقل	زیرمعیار وابسته	کد اختصاری
تعیین پسته‌های کاری مستقل و وابسته محیط زیستی	بخش درمانی	دفع داروی مصرفی و مواد شیمیایی	هزینه دفع پسماندهای ناشی از مواد شیمیایی و دارو	DW.c
		دفع مواد رادیواکتیو	هزینه دفع پسماندهای ناشی از مواد رادیواکتیو	RW.c
		دفع پسماندهای تصویربرداری	هزینه دفع پسماندهای تصویربرداری	IW.c
		دفع پسماندهای ویژه و عفونی	هزینه دفع پسماندهای ویژه و عفونی و بی‌خطر سازی	SIW.c
		دفع پسماندهای هتلینگ بیماران	هزینه دفع پسماندهای ناشی از هتلینگ بیماران	HW
		دفع پسماندهای ناشی از فعالیت‌های بخش درمان (پزشکی و پیراپزشکی)	هزینه دفع پسماندهای ناشی از فعالیت های بخش درمان (پزشکی و پیراپزشکی)	PW
		دفع پسماندهای ناشی از ضدعفونی کننده‌ها و شوینده‌ها	هزینه دفع پسماندهای ناشی از ضدعفونی کننده‌ها و شوینده‌ها	DisW
	بخش پشتیبانی	دفع پسماندهای عادی	هزینه دفع پسماندهای عادی و تحویل به شهرداری	NW.c
		دفع مواد قابل بازیافت (کاغذ و کارتن)	هزینه دفع پسماندهای قابل بازیافت (کاغذ و کارتن)	ReW.c
		دفع پسماندهای وسایل یک بار مصرف و تجهیزات پزشکی	هزینه دفع پسماندهای وسایل یکبار مصرف و تجهیزات پزشکی	DispW
		دفع پسماندهای آزمایشات بالینی	هزینه دفع پسماندهای آزمایشات بالینی	CW
		دفع پسماندهای خدمات و نظافت	هزینه دفع پسماندهای خدمات و نظافت	ClW
		دفع پسماند جیوه‌ای	هزینه دفع پسماندهای جیوه‌ای	MW.c
		میزان مصرف انرژی برق	هزینه مصرف انرژی برق	EW.c
		میزان مصرف انرژی گاز	هزینه مصرف انرژی گاز	GW.c
		میزان آب مصرفی	هزینه پساب تصفیه شده در تصفیه خانه فاضلاب	WW.c
		میزان مصرف سوخت وسایل نقلیه	هزینه سوخت وسایل نقلیه	VF.c

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]



شکل ۲: تفاوت ساختاری میان (۱) چارچوب سلسله مراتبی و (۲) ساختار شبکه ای

خبرگان کسب کرد به عنوان عامل موثر شناسایی شد. در این پژوهش، جامعه آماری مورد نظر افرادی بودند که ضمن داشتن حداقل مدرک کارشناسی مرتبط (رشته‌های حسابداری و درمانی)، دارای تجارب ارزشمند در حرفه مورد نظر (حداقل ۱۰ سال سابقه کاری مرتبط) بودند. از نظر رشته تحصیلی ۸ نفر از اعضای پنل دلفی متخصص طب کار، ۴ نفر کارشناس بهداشت حرفه ای، ۳ نفر کارشناس محیط زیست و ۴ نفر نیز کارشناس حسابداری درمان بودند.

مرحله پنجم: وزن دهی به معیارها براساس روش ANP

مدل فرایند تحلیل شبکه ای (ANP) یک مدل پیشرفته جهت ساخت و تحلیل تصمیم‌گیری است. این مدل قابلیت محاسبه سازگاری قضاوت ها و انعطاف پذیری در تعداد سطوح معیارهای قضاوت را دارد. مدل فرایند تحلیل شبکه ای در واقع مدل تعمیم یافته روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که فرض موجود در روش تحلیل سلسله مراتبی مبنی بر عدم وجود رابطه بین سطوح مختلف تصمیم‌گیری را ندارد (۱۹). با توجه به اینکه، تصمیم‌گیری نه تنها از یک رده بندی ساده که دارای سه سطح مختلف است و از آن یک رده بندی چندسطحی به دست می آید، ناشی می شوند، بلکه این تصمیمات از یک شبکه نیز به وجود می آیند که می تواند تفاوت بسیار قابل ملاحظه ای با تصمیماتی که از یک رده بندی پیچیده‌تر حاصل می‌شوند، داشته باشند. در واقع این روش اجازه بررسی وابستگی های متقابل و فیدبک میان پارامترهای آنالیز تصمیم‌گیری (معیار و/ یا آلترناتیو) را از شبکه های تصمیم‌گیری به جای حالت سلسله مراتب روش AHP به آن می دهد (۲۰، ۲۱) (شکل ۲).

در این روش پس از برپایی یک ساختار غیر رده ای و تعیین ارتباط منطقی بین سطوح مختلف تصمیم، ساختار موجود به N زیر مجموعه (S_1، S_2، ...S_N) تقسیم شده و سپس از طریق مقایسات زوجی، ماتریس قضاوت برای سیستم تشکیل می شود. بدین منظور ابتدا لازم است با مقایسه دو به دو معیارها و زیر معیارها، ماتریس مقایسات زوجی تشکیل گردد. سپس به منظور بررسی سازگاری و قابلیت اعتماد تصمیم ها، نسبت سازگاری (Consistency Ratio) هر ماتریس با توجه به رابطه ارائه شده توسط ساعتی (۱۹۷۰) مطابق زیر محاسبه گردید:

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]
[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

که در آن CI شاخص سازگاری ماتریس مقایسه زوجی بوده و با استفاده از بزرگترین مقدار بردار ویژه (λ_{max}) و بعد آن (n) توسط رابطه زیر برآورد می گردد:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}$$

در صورتی که CR ≤ 10 % باشد، پس از اطمینان از سازگاری ماتریس‌های مقایسات زوجی، وزن هر عنصر در هر زیر گروه تعیین گردید. تکنیک بردار ویژه از جمله روش های مناسب در این زمینه می باشد که در این صورت وزن هر عنصر از طریق معادله زیر تعیین می گردد:

$$Wi = \frac{1}{\lambda_{max}} \sum_{i=1}^{n} a\,ij\,wj \qquad i = 1.2.\ldots.n$$

که در آن λ_{max} بزرگترین مقدار بردار ویژه و a_{ij} درایه های ماتریس مقایسات زوجی می باشند.

بدین ترتیب در صورتی که ni نشان‌دهنده تعداد عناصر مجموعه Si بوده و W_{ik}^{j1} بیانگر وزن عنصر k ام از زیر مجموعه i ام در مقایسه با عنصر یکم از زیر مجموعه j ام باشد، آنگاه ماتریس قضاوت برای عناصر زیر مجموعه i ام در رابطه با عناصر موجود از زیر گروه j ام به قرار ذیل است:

$$Wij = \begin{matrix} w_{i1}^{j1} & w_{i1}^{j2} & w_{i1}^{jnj} \\ w_{i2}^{j1} & w_{i2}^{j2} & w_{i2}^{jnj} \\ w_{ini}^{j1} & w_{ini}^{j2} & w_{ini}^{jnj} \end{matrix}$$

و سرانجام ماتریس نهایی برای مقایسات از کلیه زیر مجموعه ها با هر یک از زیر مجموعه های دیگر معروف به سوپر ماتریس به صورت زیر تشکیل می شود:

$$W = \begin{matrix} W_{11} & W_{12} & W_{1N} \\ W_{21} & W_{22} & W_{2N} \\ W_{N1} & W_{N2} & W_{NN} \end{matrix}$$

ارجحیت نهایی برای هر عنصر از هر زیر گروه بر طبق استدلال Saaty که بر اساس پروسه های مارکوف استوار بوده و از طریق حد زیر قابل بیان می باشد:

$$Wc = \lim_{1 \to \infty} w^{2I+1}$$

در این صورت عناصر سوپر ماتریس به سمت یک مقدار واحد همگرا شده که مقادیر آن ها در هر سطر از سوپر ماتریس برابر خواهد بود. بدین ترتیب اولویت بندی معیارها از مقایسه و مرتب‌سازی مقادیر ماتریس WC در هر ستون مقدور می باشد. بنابر موارد ذکر شده به طور کلی مراحل لازم برای اولویت بندی معیارها بر اساس روش ANP را می‌توان شامل ۵ گام دانست (۱۹):

الف) تشکیل ماتریس مقایسات زوجی ساختار تصمیم

ب) بررسی سازگاری تصمیم

ج) تعیین وزن نسبی عناصر تصمیم بر اساس روش بردار ویژه

د) تشکیل سوپرماتریس ساختار تصمیم بر اساس وزنهای محاسباتی

ه) محاسبه حد توان های فرد سوپر ماتریس و تعیین ماتریس ارجحیت نهایی.

در این پژوهش برای تعیین ضریب اهمیت هر یک از زیرمعیارها بر اساس مدل تحلیل شبکه ای، از طیف لیکرت در مقیاس ۱ تا ۹ استفاده گردید، به گونه ای که عدد ۱ کمترین تأثیر و عدد ۹ بیشترین تأثیر را نشان می دهد. وزن نهایی پارامترها به روش ANP با نرم افزار Super Decision محاسبه و رابطه بین خوشه ها و عناصر درون خوشه ها با استفاده از ماتریس مقایسات زوجی ارزیابی شد. لازم به ذکر است که در همه ماتریس های مقایسه ای، مقادیر نرخ یا نسبت سازگاری (CR) کمتر از ۰/۱ محاسبه شد که از لحاظ آماری قابل قبول است. مقادیر نرخ کلامی در این روش در جدول ۳ ارائه گردیده است.

مرحله ششم: تدوین مدل پارامتریک مفهومی بهداشتی و محیط زیستی

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

جدول ۳: مقایسه کلامی براساس جدول قضاوت

شدت اهمیت	تعریف	توضیح
۱	اهمیت برابر	دو فعالیت با اهمیت یکسان
۳	اهمیت معمولی	تجربه و نظر به نفع یک فعالیت بر فعالیت دیگر (کمی برتر)
۵	اهمیت بسیار	تجربه و نظر به نفع یک فعالیت بر فعالیت دیگر (برتری زیاد)
۷	اهمیت بسیار زیاد و مشخص شده	یک فعالیت اهمیت بیشتری بر فعالیت دیگر دارد و اهمیت آن در عمل اثبات شده است.
۹	اهمیت فوق العاده	شواهد، اهمیت فوق العاده یک فعالیت را بر فعالیت دیگر نشان می‌دهد و تایید می‌شود که این اهمیت وجود دارد.
۲، ۴، ۶ و ۸	برای مقایسه بین مقادیر بالا	یک داوری مقایسه‌ای عددی، تلفیقی انجام شود زیرا کلمه مناسبی برای توصیف وجود ندارد.

از آنجائی که اصولا پرداخت هزینه ها بر اساس محاسبات ریاضی و مدل طراحی شده کارشناسان مالی انجام می شود، لذا مبنای کار بر اساس ضرایب چارچوب ساختار شکست پروژه و فاکتورهای وزنی می باشد. لذا به جهت تعیین ارزش‌های متغیر مستقل (بسته های کاری) لازم است تا ضرایب مربوط به ساختار شکست نیز تعریف گردد. بر این اساس پس از شناسایی و تفکیک متغیرهای مستقل، مدل پارامتریک بهداشتی و محیط‌زیستی به طور جداگانه تعیین شد (رابطه۱و۲) و در نهایت از مجموع این دو مدل، مدل نهایی مفهومی کمی (رابطه ۳) به دست آمد.

$$HTC = \sum_{0}^{1} A_1 + A_2 + A_3 + \ldots + A_n \quad (۱)$$

$$ETC = \sum_{0}^{1} B_1 + B_2 + B_3 + \ldots + B_n \quad (۲)$$

$$QEHC = HTC + ETC \quad (۳)$$

که در آن QEHC مدل کمی هزینه های بهداشتی و محیط زیستی، HTC هزینه کل بهداشتی و ETC کل هزینه محیط زیستی است. همچنین مقادیر A و B به ترتیب از مجموع ضرایب پارامترهای بهداشتی و محیط زیستی در هزینه هر یک از زیر معیارها محاسبه می‌گردد.

A= (هزینه شاخص بهداشتی × ضریب وزنی شاخص بهداشتی)

B = (هزینه شاخص محیط‌زیستی × ضریب وزنی شاخص محیط‌زیستی)

مرحله هفتم: برآورد هزینه بهداشتی و محیط‌زیستی

در ادامه اقدام به برآورد هزینه بسته های کاری بهداشتی و محیط‌زیستی شد. در زیرمعیارهای وابسته هزینه های داخلی (Internal Cost)، یعنی هزینه هایی که اثر مستقیم مالی بر سازمان دارند در نظر گرفته شدند. محاسبه هزینه های بسته‌های کاری شامل روش های محاسباتی پایین به بالا و دریافت قیمت مبنا از بازار است و در تخمین هزینه ها، میزان تورم سالیانه و نرخ تنزیل نیز لحاظ گردید. این هزینه ها در بخش بهداشتی شامل هزینه های خدمات دارویی (خدمات دارویی هر بیماری بطور جداگانه محاسبه شد)، هزینه های خدمات درمانی (هزینه های مربوط به ارائه خدمات پزشکی و پیراپزشکی)، هزینه های هتلینگ بیمار و هزینه ماموریت های استعلاجی است. همچنین، هزینه های بخش محیط‌زیستی شامل هزینه های پسماندهای دارویی عادی و ویژه، هزینه های پسماندهای خدمات درمانی، هزینه های محیط‌زیستی هتلینگ بیمار، هزینه های محیط‌زیستی آب مصرفی، هزینه های تصفیه خانه فاضلاب، هزینه های امحاء زباله های بیمارستانی و مواد رادیواکتیو، هزینه های شوینده ها و پسماندهای شهری، سوابق مصارف برق، سوابق مصارف آب، سوابق مصارف گاز و سایر منابع انرژی است. اطلاعات مربوط به هزینه های لازم از واحدهای مالی و حسابداری و ترخیص، خدمات دارویی و تجهیزات پزشکی و معاونت مالی و پشتیبانی بهداشت و درمان صنعت نفت تهران و واحدهای HSE شرکت ملی نفت اخذ گردید.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

جدول ۴: توصیف آماری نظر پاسخ‌دهندگان درباره معیارها و زیرمعیارهای بسته‌های کاری بخش بهداشتی

معیار	زیر معیار	اهمیت					موافق	مخالف
		خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم		
بخش درمانی	پرسنل شاغل خدمات دهنده درمان	۷	۵	۴	۳	۰	*	
	تعداد خدمات خارج از بیمارستان	۲	۸	۵	۴	۰	*	
	خدمات تخت بیمارستانی	۴	۵	۷	۳	۰	*	
	تعداد تخت عادی/ روز	۰	۰	۲	۱	۱۶		*
	تعداد تخت مراقبت‌های ویژه قلبی/ روز	۰	۰	۰	۱	۱۸		*
	تعداد تخت مراقبت‌های ویژه عمومی	۰	۰	۰	۱	۱۸		*
	خدمات پاراکلینیکی	۳	۵	۸	۳	۰	*	
	تعداد خدمات آزمایشگاهی	۰	۰	۱	۱	۱۷		*
	تعداد حق فنی آزمایشگاهی	۰	۰	۱	۰	۱۸		*
	تعداد خدمات تشخیصی	۰	۱	۲	۱	۱۵		*
	تعداد حق فنی تشخیصی	۰	۱	۱	۰	۱۷		*
	دارو و تجهیزات پزشکی	۴	۹	۵	۱	۰	*	
	تعداد لوازم مصرفی	۰	۲	۲	۳	۱۲		*
	تعداد داروی مصرفی	۰	۲	۳	۴	۱۰		*
	تعداد وسایل حفاظت فردی	۰	۲	۰	۵	۱۲		*
بخش پشتیبانی	پرسنل خدمات دهنده بخش پشتیبانی	۲	۳	۸	۵	۱	*	
	تعداد کارشناس بررسی پرونده پزشکی	۰	۰	۱	۱	۱۷		*
	تعداد پرسنل مالی	۰	۰	۱	۱	۱۷		*
	تعداد پرسنل اداری	۰	۰	۱	۱	۱۷		*
	تعداد وسایل مصرفی غیرپزشکی	۰	۰	۱	۵	۱۳		*
	ایاب و ذهاب	۰	۶	۹	۲	۲	*	
	فراغت از کار بیماران	۱	۸	۵	۱	۴	*	

جدول ۵: توصیف آماری نظر پاسخ‌دهندگان درباره معیارها و زیرمعیارهای بسته‌های کاری بخش محیط‌زیستی

معیار	زیر معیار	اهمیت در صورت موافقت					موافق	مخالف
		خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم		
بخش درمانی	اثر آلایندگی ناشی از داروی مصرفی	۲	۳	۱۰	۴	۰	*	
	اثر آلایندگی ناشی از مواد رادیواکتیو	۸	۶	۵	۰	۰	*	
	اثر آلایندگی ناشی از تصویربرداری	۷	۶	۴	۲	۰	*	
	اثر آلایندگی ناشی از پسماندهای ویژه و عفونی	۱۷	۲	۰	۰	۰	*	
	اثر آلایندگی ناشی از هتلینگ بیماران	۰	۰	۱	۳	۱۵		*
	اثر آلایندگی ناشی از فعالیت‌های بخش درمان (پزشکی و پیراپزشکی)	۰	۰	۱	۲	۱۶		*
	اثر آلایندگی ناشی از ضدعفونی‌کننده‌ها و شوینده‌ها	۰	۰	۴	۲	۱۵		*
بخش پشتیبانی	اثر آلایندگی ناشی از پسماندهای عادی	۷	۵	۷	۰	۰	*	
	اثر آلایندگی ناشی از مواد قابل بازیافت	۶	۵	۸	۰	۰	*	
	اثر آلایندگی ناشی از مصرف وسایل یک‌بار مصرف و تجهیزات پزشکی	۰	۰	۱	۶	۱۲		*
	اثر آلایندگی ناشی از انجام آزمایش‌ها بالینی	۱	۲	۲	۳	۱۱		*
	اثر آلایندگی ناشی از خدمات و نظافت	۰	۱	۲	۹	۷		*
	اثر آلایندگی ناشی از جیوه	۱۵	۴	۰	۰	۰	*	
	اثر آلایندگی ناشی از انرژی برق	۳	۴	۹	۳	۰	*	
	اثر آلایندگی ناشی از انرژی گاز	۳	۷	۷	۱	۱	*	
	اثر آلایندگی ناشی از آب مصرفی در بخش‌های رختشوی‌خانه، بخار و تأسیسات	۵	۳	۸	۳	۰	*	
	اثر آلایندگی ناشی از سوخت وسایل نقلیه	۹	۸	۲	۰	۰	*	

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

جدول ۶: نتیجه دور نهایی روش دلفی در مورد معیارها و زیرمعیارهای بسته‌های کاری بخش بهداشتی و محیط‌زیستی

هدف	معیار	زیر معیار (مستقل)	زیر معیار (وابسته)
تعیین بسته‌های کاری مستقل و وابسته بهداشتی	بخش درمانی	پرسنل شاغل خدمات دهنده درمان	هزینه پرسنل شاغل خدمات دهنده
		مسئولیت یا حق فنی	هزینه حق فنی بیمارستان
		خدمات تخت بیمارستانی	هزینه خدمات تخت بیمارستانی
		خدمات پاراکلینیکی	هزینه خدمات پاراکلینیکی
		دارو و تجهیزات پزشکی	هزینه دارو و تجهیزات پزشکی
	بخش پشتیبانی	پرسنل خدمات دهنده بخش پشتیبانی	هزینه پرسنل شاغل خدمات دهنده بخش پشتیبانی
		ایاب و ذهاب	هزینه ایاب و ذهاب
		فراغت از کار بیماران	هزینه فراغت از کار بیمار
تعیین بسته‌های کاری مستقل و وابسته محیط‌زیستی	بخش درمانی	میزان داروی مصرفی و مواد شیمیایی	هزینه دفع پسماندهای ناشی از مواد شیمیایی و دارو
		میزان مواد رادیواکتیو مصرفی	هزینه دفع پسماندهای ناشی از مواد رادیواکتیو
		تعداد تصویربرداری	هزینه دفع پسماندهای تصویربرداری
		میزان تولید پسماندهای ویژه و عفونی	هزینه دفع پسماند ویژه و عفونی و بی‌خطرسازی آن‌ها
	بخش پشتیبانی	میزان تولید پسماندهای عادی	هزینه دفع پسماندهای عادی و تحویل به شهرداری
		میزان مصرف مواد قابل بازیافت (کاغذ و کارتن)	هزینه دفع پسماندهای قابل بازیافت (کاغذ و کارتن)
		میزان مصرف وسایل جیوه‌ای	هزینه دفع پسماندهای جیوه‌ای
		میزان مصرف انرژی برق	هزینه مصرف انرژی برق
		میزان مصرف انرژی گاز	هزینه مصرف انرژی گاز
		میزان آب مصرفی	هزینه پساب تصفیه‌شده در تصفیه‌خانه فاضلاب
		میزان مصرف سوخت وسایل نقلیه	هزینه سوخت وسایل نقلیه

اعتبارسنجی مدل

در نهایت تحلیل رگرسیون و همبستگی در نرم‌افزار IBM SPSS نسخه ۲۵/۰ برای اعتبارسنجی مدل محاسباتی و ارزیابی همسویی مدل واقعی با مدل پیشنهادی استفاده شد. رگرسیون یک تکنیک آماری است که به طور گسترده توسط محققان در بسیاری از زمینه‌ها برای توصیف ماهیت رابطه بین متغیرها استفاده می شود. مدل‌های رگرسیون با استفاده از تکنیک‌های بسیاری مانند رگرسیون خطی ساده، رگرسیون خطی چندگانه، رگرسیون غیر خطی، رگرسیون ناپارامتریک و رگرسیون چند متغیره توسعه یافته‌اند.

یافته ها

در این مطالعه در ابتدا به بررسی عوامل موثر بهداشتی و محیط زیستی ناشی از کار با روش دلفی پرداخته شد. برای شناسائی مهمترین عوامل از نظرات کارشناسان و خبرگان بهره گرفته شد و در نهایت از محاسبه میانگین دیدگاه خبرگان برای تأیید این عوامل استفاده شده است. جداول ۴ و ۵ توصیف آماری نظر پاسخ دهندگان درباره معیارها و زیرمعیارهای بسته های کاری بخش بهداشتی و محیط زیستی در روش دلفی را نشان می دهد.

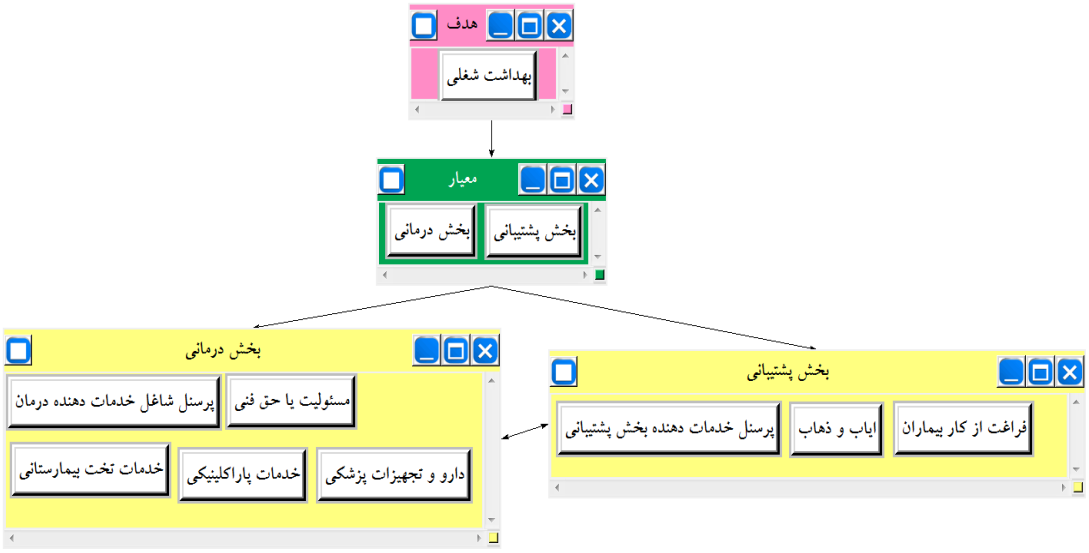
در این مطالعه، پس از اجرای دلفی و اخذ نظر خبرگان جدول نهایی معیارها و زیرمعیارهای مربوطه به‌صورت جدول ۶ ارائه شد. در نهایت خبرگان در بخش بهداشتی بر روی هشت زیر معیار و در بخش محیط‌زیستی بر روی یازده زیرمعیار اجماع نمودند.

پس از تعیین معیارها و زیرمعیارهای مربوطه، وزن نهایی پارامترها به روش ANP محاسبه و رابطه بین خوشه ها و عناصر درون خوشه ها در آن مشخص گردید که نتایج آن در اشکال ۳ و ۴ نشان ارائه شده است.

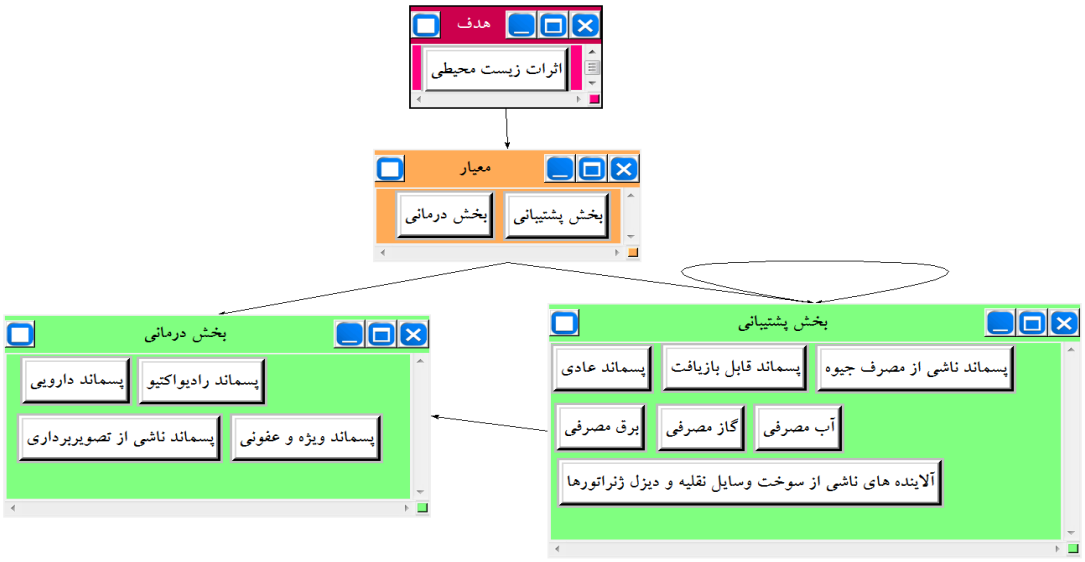
نتایج حاصل از وزن دهی معیارهای بسته کاری در بخش بهداشتی در شکل ۵ نشان داده شده است. مشخص

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]



شکل ۳: مدل شبکه تصمیم گیری ANP در بخش بهداشتی

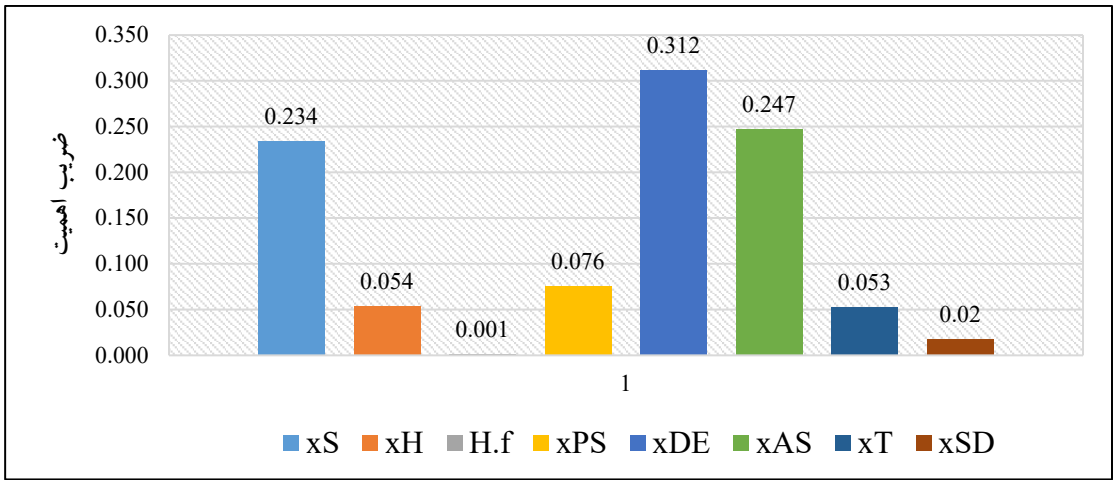


شکل ۴: مدل شبکه تصمیم گیری ANP در بخش محیط زیستی

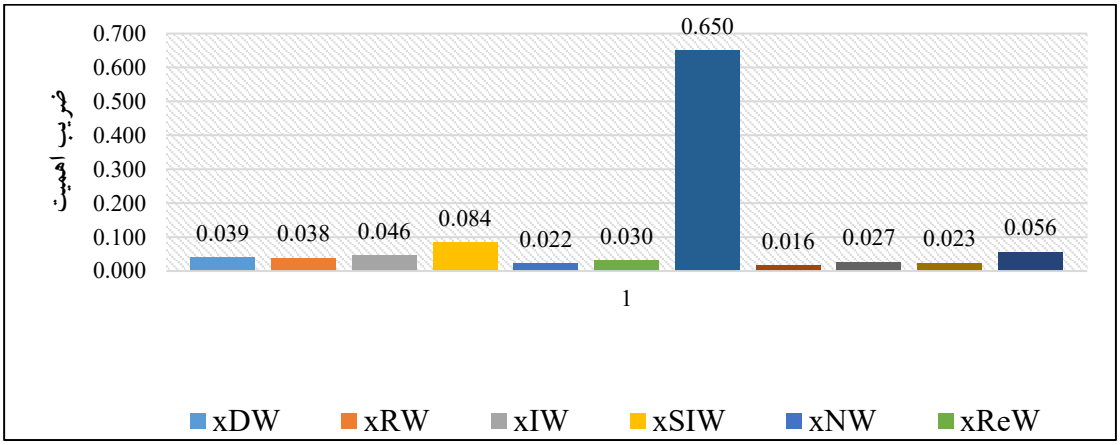
گردید برای زیرمعیارهای ارائه شده، دارو و تجهیزات پزشکی با وزن ۰/۳۱۲ بالاترین تاثیرگذاری در بین زیرمعیارهای مورد بررسی را دارد و پس از آن زیرمعیار پرسنل خدمات‌دهنده بخش پشتیبانی با وزن ۰/۲۴۷ و پرسنل شاغل خدمات‌دهنده درمان با وزن ۰/۲۳۴ رتبه های دوم و سوم را دارند و کمترین تاثیرگذاری در میزان هزینه نیز مربوط به زیرمعیار هزینه خدمات تخت بیمارستانی با ضریب ۰/۰۰۰۹ بود.

نتایج حاصل از وزن دهی معیارهای بسته کاری در بخش محیط زیستی در شکل ۶ نشان داده شده است. برای زیرمعیارهای ارائه شده، پسماند ویژه و عفونی با وزن ۰/۰۸۵ بالاترین تاثیرگذاری در بین زیرمعیارهای مورد بررسی را داشته و پس از آن زیرمعیار پسماند ناشی از مصرف جیوه با وزن ۰/۰۶۵ و آلاینده‌های ناشی

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]
[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]



شکل ۵: ضریب اهمیت معیارها به دست آمده از روش ANP در بخش بهداشتی



شکل ۶: ضریب اهمیت معیارها به دست آمده از روش ANP در بخش محیط زیستی

از سوخت وسایل نقلیه و دیزل ژنراتورها با وزن ۰/۰۵۵ رتبه های دوم و سوم را داشتند. کمترین تاثیرگذاری در میزان هزینه نیز مربوط به زیرمعیار برق مصرفی با ضریب ۰/۰۱۵ بود.

نتایج حاصل از بررسی هزینه‌های بخش بهداشتی بیمارستان فوق تخصصی نفت تهران نشان داد که به‌طور کلی در حدود ۲۷۷۳ میلیارد ریال از هزینه‌ها مربوط به هزینه‌های بهداشتی و در حدود ۴۲ میلیارد و ۸۰۰ میلیون ریال از مخارج مربوط به هزینه های محیط زیستی بوده است.

مطابق موارد پیش‌گفت در حدود ۲۷۷۳ میلیارد ریال از هزینه‌ها مربوط به هزینه‌های بهداشتی بوده است که از این میزان در حدود ۲۵۴۴ میلیارد ریال در بخش درمانی و در حدود ۲۲۸ میلیارد ریال در بخش پشتیبانی هزینه می‌گردد (جدول ۷). بیشترین هزینه‌ها در بخش درمانی مربوط به هزینه دارو و تجهیزات پزشکی (در حدود ۱۰۸۲ میلیارد ریال) و هزینه پرسنل شاغل خدمات‌دهنده (در حدود ۶۱۷ میلیارد ریال) و کمترین میزان مربوط به هزینه حق فنی بیمارستان (در حدود ۲۶ میلیارد ریال) بود. همچنین بیشترین هزینه‌ها در بخش پشتیبانی مربوط به هزینه پرسنل شاغل خدمات‌دهنده بخش پشتیبانی (در حدود ۲۲۷ میلیارد ریال) و کمترین

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]
[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

جدول ۷: هزینه های بهداشتی در بیمارستان فوق تخصصی نفت تهران

معیار	زیر معیار	کد اختصاری	هزینه سالیانه (ریال)
هزینه داخلی بخش درمانی (ICM)	هزینه پرسنل شاغل خدمات دهنده درمان	S.f	۶۱۷،۵۹۴،۱۸۰،۵۵۹
	هزینه حق فنی بیمارستان	TA.f	۲۶،۰۱۳،۳۶۶،۹۳۰
	هزینه خدمات تخت بیمارستانی	B/D.c	۴۰۴،۶۸۲،۴۳۷،۵۲۰
	هزینه خدمات پاراکلینیکی	L.f	۴۱۳،۳۱۹،۱۹۶،۵۵۸
	هزینه دارو و تجهیزات پزشکی	C.f	۱،۰۸۲،۸۳۲،۸۶۵،۲۱۴
هزینه داخلی بخش پشتیبانی (ICS)	هزینه پرسنل شاغل خدمات دهنده بخش پشتیبانی	AS.c	۲۲۷،۷۴۳،۵۴۷،۰۱۲
	هزینه ایاب و ذهاب	T.c	۶۰۵،۳۲۰،۴۱۸
	هزینه فراغت از کار بیمار	NMC	۳۱۱،۰۹۸،۲۳۰
جمع کل			۲،۷۷۳،۱۰۲،۰۱۲،۴۴۱

میزان مربوط به هزینه فراغت از کار بیمار (در حدود ۳۱۱ میلیون ریال) بود.

هزینه های بخش محیط زیستی در جدول‌های ۸ و ۹ ارائه شده است. در براورد این هزینه ها نرخ تورم هر سال لحاظ گردید. به طور کلی در حدود ۴۲ میلیارد و ۸۰۰ میلیون ریال از هزینه ها مربوط به هزینه های محیط زیستی بوده است که از این میزان در حدود ۶۹۵ میلیون ریال در بخش درمانی و در حدود ۴۲ میلیارد ریال در بخش پشتیبانی هزینه می گردد. بیشترین هزینه ها در بخش درمانی مربوط به هزینه دفع پسماندهای ناشی از مواد شیمیایی و دارو (در حدود ۴۶۵ میلیون ریال) و کمترین میزان مربوط به هزینه دفع پسماندهای ناشی از مواد رادیواکتیو (۸۷، ۶۲۴ ریال) بود. در این مطالعه به دلیل نبود میزان تولید دفع پسماندهای تصویربرداری هزینه آن لحاظ نگردید. همچنین بیشترین هزینه ها در بخش پشتیبانی مربوط به هزینه پساب تصفیه شده در تصفیه خانه فاضلاب (در حدود ۲۹ میلیارد ریال) و کمترین میزان مربوط به هزینه دفع پسماندهای جیوه ای(در حدود ۳ میلیون ۶۰۰ هزار ریال) بود.

پس از براورد هزینه ها و ضرایب وزنی معیارها، از مجموع ضرایب زیرمعیارهای بهداشتی و محیط زیستی در هزینه هر یک از زیرمعیارها مدل پارامتریک ارزیابی اقتصادی بهداشتی و محیط زیستی حاصل گردید که به صورت زیر ارائه می گردد:

$$\text{Hygiene Total Cost (HTC)} = (0.232 \times \text{S.f.}) + (0.055 \times \text{TA.f.}) + (0.0009 \times \text{H.f.}) + (0.089 \times \text{PS.f.}) + (0.311 \times \text{DE.f.}) + (0.236 \times \text{AS.f.}) + (0.056 \times \text{T.f.}) + (0.018 \times \text{SD.f.})$$

$$\text{Environmetal Total Cost (ETC)} = (0.038 \times \text{DW.c}) + (0.037 \times \text{RW.c}) + (0.045 \times \text{IW.c}) + (0.085 \times \text{SIW.c}) + (0.021 \times \text{NW.c}) + (0.029 \times \text{ReW.c}) + (0.065 \times \text{MW.c}) + (0.015 \times \text{EW.c}) + (0.026 \times \text{GW.c}) + (0.022 \times \text{WW.c}) + (0.055 \times \text{VF.c})$$

$$\text{QEHC} = \text{HTC} + \text{ETC} = 573193329090 + 938589496 = 574131918586$$

اعتبارسنجی مدل

یافته‌ها حاکی از وجود رابطه معنی‌دار بین وزن کارشناسان برای اهمیت متغیرها در ارزیابی هزینه‌های سلامت و داده‌های واقعی به‌دست‌آمده از وزن هزینه‌های هر متغیر بود. این موضوع نشان می‌دهد که هر دو مدل همسو هستند و مدل پیشنهادی همبستگی قابل قبولی با داده‌های واقعی دارد (r-۰/۷۲۱). در متغیرهای محیط زیستی نیز همبستگی معنی داری بین ضرایب خبرگان و مدل واقعی مشاهده شد. تحلیل رگرسیون واریانس بین این دو متغیر نیز معنی‌دار بود (r-۰/۸۶۶).

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

جدول ۸: پارامترهای محیطزیستی برحسب میزان و بازه تولید

معیار	زیرمعیار	کد اختصاری	میزان تولید	واحد	بازه تولید
هزینه داخلی بخش درمانی (ICM)	پسماندهای ناشی از مواد شیمیایی و دارو	DW	۱۵	Kg	روزانه
	پسماندهای ناشی از مواد رادیواکتیو	RW	۲	Kg	ماهیانه
	پسماندهای تصویربرداری	IW	۰	Kg	روزانه
	پسماندهای ویژه و عفونی و بی خطر سازی آن‌ها	SIW	۴۵	Kg	روزانه
هزینه داخلی بخش پشتیبانی (ICS)	پسماندهای عادی و تحویل به شهرداری	OW	۶۷۷	Kg	روزانه
	پسماندهای قابل بازیافت (کاغذ و کارتن)	ReW	۱۸۰	Kg	ماهیانه
	پسماندهای جیوه‌ای	MW	۱	Kg	ماهیانه
	مصرف انرژی برق	EW	۶۴۸۰۰۰	Kwh	۳۲ روز
	مصرف انرژی گاز	GW	۴۱۶۷۹	M^3	۲۷ روز
	مصرف آب	WW	۱۵۹۸۲	M^3	۵۷ روز
	سوخت وسایل نقلیه	VF	۶۰	Lit	ماهیانه

جدول ۹: هزینه های محیطزیستی

معیار	موضوع	کد اختصاری	میزان تولید	هزینه امحاء هر کیلو (ریال)	هزینه امحاء روزانه یا ماهیانه	هزینه سالیانه (ریال)
هزینه داخلی بخش درمانی (ICM)	هزینه دفع پسماندهای ناشی از مواد شیمیایی و دارو	DW.c	۱۵ Kg/d	۸۵.۰۰۰	۱.۲۷۵.۰۰۰	۴۶۵.۳۷۵.۰۰۰
	هزینه دفع پسماندهای ناشی از مواد رادیواکتیو	RW.c	۲ Kg/m	۳.۶۵۱	۷.۳۰۲	۸۷.۶۲۴
	هزینه دفع پسماندهای تصویربرداری	IW.c	۰	۰	۰	۰
	هزینه دفع پسماندهای ویژه و عفونی و بی خطر سازی آنها	SIW.c	۴۵ Kg/d	۱۴۰۰۰	۶۳۰.۰۰۰	۲۲۹.۹۵۰.۰۰۰
هزینه داخلی بخش پشتیبانی (ICS)	هزینه دفع پسماندهای عادی و تحویل به شهرداری	OW.c	۶۷۷ Kg/d	۲۰۰	۱۳۵.۴۰۰	۴۹.۴۲۱.۰۰۰
	هزینه دفع پسماندهای قابل بازیافت (کاغذ و کارتن)	ReW.c	۱۸۰ Kg/m	۴۰۰۰۰	۷.۲۰۰.۰۰۰	۸۶.۴۰۰.۰۰۰
	هزینه دفع پسماندهای جیوه ای	MW.c	۱ Kg/m	۳۰۰۰۰۰	۳۰۰.۰۰۰	۳.۶۰۰.۰۰۰
	هزینه مصرف انرژی برق	EW.c	متغیر	۳۹,۹۳۵,۷۱۷	متغیر	۱۰.۳۴۹.۰۰۷.۰۰۰
	هزینه مصرف انرژی گاز	GW.c	متغیر	۵۱۸۵۱۸۵	متغیر	۲.۷۰۰.۱۵۲.۰۰۰
	هزینه پساب تصفیه شده در تصفیه خانه فاضلاب	WW.c	متغیر	۶۰۲۵۷۷۴۰	متغیر	۲۸.۸۹۸.۰۱۰.۰۰۰
	هزینه سوخت وسایل نقلیه	VF.c	lit/m۶۰	۱۵۰۰۰	۹۰۰.۰۰۰	۱۰.۸۰۰.۰۰۰
جمع کل						۴۲.۸۰۰.۸۰۲.۶۲۴

بحث

هدف از این مطالعه ایجاد مدل ارزیابی اقتصادی هزینه های زیست محیطی و بهداشتی بیماری‌های شغلی با ترکیب مطالعه دلفی و رویکرد فرایند تحلیل شبکه ای بود. تاکنون مطالعات زیادی با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه ای، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی و غیره در صنایع مختلف برای ارزیابی ریسک ایمنی (۱۶، ۲۲) انجام شده است. براتچی و همکاران خطرات سلامتی را بر اساس روش تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) بررسی کردند. در این مطالعه تمامی خطرات واحدهای مختلف یک مرکز درمانی با کمک چک لیست شناسایی خطر انتخاب و با استفاده از روش ANP رتبه بندی شدند (۲۳). با توجه به ارزیابی اقتصادی حوادث ناشی از کار، مطالعات مختلفی

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

نیز در سطح جهانی انجام شده است. تومپا و همکاران (۲۰۲۱) بار اقتصادی صدمات و بیماری های شغلی را در پنج کشور اتحادیه اروپا (لهستان، ایتالیا، آلمان، فنلاند و هلند) بررسی کردند (۱۰). هوک و همکاران اثرات فرآیندهای صنعتی را بر تخریب اجتماعی، زیست محیطی و بهداشت عمومی در بنگلادش بررسی کردند (۲۴). سلطان زاده و همکاران بیان کردند که در نظرگیری پارامترهای اقتصادی در مبحث ارزیابی ریسک ایمنی و بهداشتی از جمله اقدامات بسیار مهم و حیاتی در صنایع با ریسک فعالیت‌های بالا همچون صنایع ساخت و ساز است (۲۵).

در این پژوهش، بر اساس منابع موجود در زمینه بهداشت و محیط‌زیست از طریق اخذ قوانین ملی و بین‌المللی مانند وزارت بهداشت، اداره کار، سازمان جهانی کار، سازمان حفاظت محیط‌زیست و از طریق مطالعات کتابخانه‌ای، مصاحبه با مدیران و کارشناسان بخش HSE و بخش مالی و استفاده از پرسشنامه دلفی معیارهای مناسب جهت تدوین ارزیابی اقتصادی هزینه‌های محیط‌زیستی و بهداشتی ناشی از کار انتخاب گردید که بر اساس نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل پاسخ‌های کارشناسان، در نهایت از ۲۲ و ۱۷ معیار در بخش بهداشتی و محیط‌زیستی، هشت زیر معیار در بخش بهداشتی و یازده زیرمعیار در بخش محیط‌زیستی اجماع حاصل گردید، بدین صورت که به ترتیب ۵ و ۳ زیرمعیار در معیارهای درمانی و پشتیبانی در بخش بهداشتی و ۴ و ۷ زیرمعیار در معیارهای درمانی و پشتیبانی در بخش محیط‌زیستی انتخاب گردید. در این پژوهش از روش دلفی به‌عنوان یک روش کسب دانش گروهی جهت کمک به تصمیم‌گیری در طی راندهای پیمایشی، جمع‌آوری اطلاعات و در نهایت اجماع گروهی استفاده شده است.

برآورد هزینه های کل محیط زیستی و بهداشتی نشان‌دهنده آن است که ۹۸/۵ درصد از هزینه‌های کل مربوط به هزینه درمانی و ۱/۵ درصد مربوط به هزینه‌های محیط زیستی است. مطالعات پیشین انجام شده در حوزه پیامدهای اقتصادی بیماری های شغلی نشان داده است که بخش عمده بار اقتصادی تحمیل شده به افراد، جوامع و بیمارستان ها ناشی از هزینه های درمانی است (۲۶، ۲۷). نتایج حاصل از مطالعه محمدی نژاد و همکاران در یک صنعت پالایشی نشان داد که هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم ناشی از جراحات شغلی که در طول یک سال به جامعه وارد شده ۱۰۳,۳۸۵میلیون ریال برآورد شد. هزینه‌های مستقیم جراحات شغلی منجر به وارد آمدن ۱۴، ۱۵۲ میلیون ریال هزینه (۴۸ میلیون ریال به ازای هر نمونه) شده و هزینه‌های غیرمستقیم منجر به وارد آمدن ۸۹، ۲۳۲ میلیون ریال هزینه (۳۰۸ میلیون ریال به ازای هر نمونه) به جامعه برآورد شده است. همچنین میانگین هزینه درمانی به ازای هر نمونه در جراحات منجر به مرگ ۱۲۵ میلیون ریال، در جراحات جدی ۹۲ میلیون ریال و در جراحات سرپایی ۷۸۰، ۰۰۰ ریال محاسبه شده است (۲۸).

مشخص گردید در مجموع، در بخش بهداشتی از مجموع ۲۷۷۳ میلیارد ریال هزینه ایجاد شده است. بیشترین هزینه ها مربوط به هزینه دارو و تجهیزات پزشکی و هزینه پرسنل شاغل خدمات‌دهنده با میزان درصد ۳۹/۰۵ و ۲۲/۲۷ بوده و سایر هزینه ها در این بخش، ۳۸/۷ درصد از کل هزینه ها را به خود اختصاص می دهند. همچنین نتایج روش ANP نشان داد از دیدگاه خبرگان، عامل هزینه دارو و تجهیزات پزشکی با وزن ۰/۳۱۲ به عنوان اولین و مهمترین عامل موثر بر افزایش هزینه های درمانی بیمارستان فوق تخصصی نفت تهران دانستند و عوامل هزینه پرسنل خدمات‌دهنده بخش پشتیبانی با وزن ۰/۲۴۷ و هزینه پرسنل شاغل خدمات‌دهنده درمان با وزن ۰/۲۳۴ در رتبه دوم و سوم قرار گرفتند. همچنین عامل هزینه خدمات تخت بیمارستانی (۰/۰۰۰۹) از دیدگاه خبرگان در رتبه آخر قرار گرفت.

براساس نتایج بدست آمده، در مجموع در بخش محیط زیستی از مجموع ۴۲ میلیارد و ۸۰۰ میلیون ریال هزینه ایجاد شده، بیشترین هزینه ها مربوط به هزینه تصفیه پساب در تصفیه خانه و هزینه مصرف برق با میزان

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

درصد ۶۷/۵ و ۲۴/۱۷ درصد بود که به ترتیب دارای وزن ۰/۰۲۲ و ۰/۰۱۵ در وزن نسبی کل هزینه ها هستند. همچنین، سایر هزینه ها در این بخش، تنها ۸/۳ درصد از کل هزینه ها را به خود اختصاص دادند. همچنین نتایج روش ANP نشان داد از دیدگاه خبرگان، عامل هزینه پسماند ویژه و عفونی با وزن ۰/۰۸۵ به عنوان اولین و مهمترین عامل موثر بر افزایش هزینه‌های محیط زیستی بیمارستان فوق تخصصی نفت تهران دانستند و عوامل هزینه پسماند ناشی از مصرف جیوه با وزن ۰/۰۶۵ و هزینه آلاینده‌های ناشی از سوخت وسایل نقلیه و دیزل ژنراتورها با وزن ۰/۰۵۵ در رتبه دوم و سوم قرار گرفتند. عامل هزینه برق مصرفی (۰/۰۱۵) از دیدگاه خبرگان در رتبه آخر قرار گرفت. همچنین نتایج حاصل از مدل پارامتریک نشان داد که مجموع هزینه های بهداشتی و محیط زیستی ۵۷۴، ۱۳۱، ۹۱۸، ۵۸۶ ریال است که ۹۹/۸۴ درصد آن مربوط به هزینه های بهداشتی و ۰/۱۶ درصد آن مربوط به هزینه‌های محیط زیستی بود. در این راستا مطالعه انجام شده توسط بهنام و همکاران نشان داد که مهم‌ترین اثر زیست محیطی ناشی از بیماری های شغلی موضوع پساب های بیمارستانی است که همه ساله اثرات زیست محیطی و اقتصادی بسیاری را بر جوامع تحمیل می کند (۲۹)، که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. همچنین مطالعه انجام شده توسط Andeobu و همکاران نشان داد که میزان ضایعات پزشکی تولید شده ناشی از بیماری های شغلی و غیر شغلی، علی الخصوص از زمان پاندمی کووید-۱۹ ۲,۶ میلیون تن در روز در سراسر جهان تخمین زده می شود. در استرالیا، انبوهی از لباس‌های یک‌بار مصرف، ماسک‌های صورت، پیش‌بند، دستکش، عینک‌های محافظ، ضدعفونی‌کننده‌ها، وسایل نوک تیز، و سرنگ‌ها هر روز تولید می شوند، که این موضوع لزوم توجه به حوزه بازیافت پسماندها و پساب های بیمارستانی را نشان می دهد (۳۰).

همانطور که نتایج مطالعه حاضر نشان داد ۶۱/۳ درصد از هزینه ها تنها مربوط به دو بخش دارو و تجهیزات پزشکی و هزینه پرسنل شاغل خدمات‌دهنده در بخش بهداشتی و ۹۱/۷ درصد از هزینه های بخش محیط زیستی مربوط به تصفیه پساب و هزینه مصرف برق است که نیاز است اقدامات مدیریتی در این راستا در جهت افزایش بهره وری و کاهش هزینه های اقتصادی صورت گیرد. در محیط های کاری که کمبود بودجه می تواند بر عملکرد سازمان ها تاثیرگذار باشد، سازمان ها نیازمند اجرای استراتژی های کنترل هزینه هستند و این هزینه ها را نه فقط در کوتاه مدت بلکه در دراز مدت کاهش می دهند.

مطالعه ای که توسط Olukoga در آفریقای جنوبی در خصوص برآورد هزینه تمام شده روزهای بستری در بیمارستان های عمومی آفریقای جنوبی به عمل آمد نشان داد که هزینه های پرسنلی عمده‌ترین اجزاء هزینه ای بوده و بین ۷۳ تا ۸۲ درصد هزینه های واحد را به خود اختصاص داده بود که تا حدود زیادی با یافته های پژوهش حاضر همخوانی دارد (۳۱). هادیان و همکاران در پژوهشی بیان کردند که در میان سه بخش عمده عملکردی در بیمارستان فاطمیه سمنان، هزینه های پرسنلی و هزینه ساختمان و بناهای دائمی بیشترین میزان هزینه را در اکثر بخش های عملکردی به خود اختصاص داده بودند. آنها لزوم توجه خاص به مقوله مدیریت منابع انسانی و مدیریت نگهداشت و استفاده صحیح از ساختمان ها و فضاهای موجود را یکی از راهکارهای اساسی در کاهش هزینه ها دانسته اند (۳۲). مطالعه انجام شده توسط کارگر و همکاران در سال ۲۰۲۰ نشان داد که تولید زباله های پزشکی به سرعت در حال افزایش است که در صورت عدم مدیریت صحیح ممکن است خطرات جدی برای انسان و محیط زیست ایجاد کند. طراحی یک زنجیره تامین معکوس زباله های پزشکی کارآمد و قابل اعتماد برای جامعه بسیار مفید است. معیارهای پایداری و مسائل زیست محیطی در انتخاب تکنولوژی درمان نیز به ندرت در نظر گرفته می شوند. در مطالعه ایشان، یک مدل برنامه‌ریزی و مدیریت چرخه تامین معکوس برای پسماندهای پزشکی در بیمارستان ها تدوین گردید. مدل پیشنهادی چند

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

ماده‌ای و چند دوره ای با سه تابع هدف است. تابع هدف اول هزینه های کل را به حداقل می رساند، تابع هدف دوم مربوط به انتخاب بهترین فناوری تصفیه است و تابع هدف سوم کل زباله های پزشکی ذخیره شده را به حداقل می رساند (۳۳).

مطالعه انجام شده توسط Dogancan Cavmak و همکاران در یک بیمارستان در شهر استانبول در سال ۲۰۲۴ نشان داد که کل هزینه لجستیکی مرکز مراقبت‌های بهداشتی ۶۸۹۹۸۳ ₺ محاسبه شد. هزینه خدمات بیمار و مراکز فعالیت حمل و نقل ۴۹ درصد از کل هزینه‌های لجستیکی را به خود اختصاص داده است. هزینه های فعالیت‌های لجستیکی ۱۵/۴۲ درصد از کل هزینه خدمات را تشکیل می دهد. نتایج این مطالعه نشان داد که فعالیت های لجستیکی سهم قابل توجهی از کل هزینه تولید خدمات در مراکز درمانی را به خود اختصاص داده است. هزینه یابی بر مبنای فعالیت روشی موثر برای محاسبه هزینه های فعالیت های لجستیکی در خدمات بهداشتی و درمانی است (۳۴). سایر مطالعات انجام شده در این زمینه نیز بر اهمیت بررسی و مدیریت زنجیره مدیریت مالی بیمارستان ها در برخورد با انواعی از بیماری های شغلی و غیر شغلی تاکید نموده اند (۳۵، ۳۶).

همچنین، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که وقوع حوادث شغلی در صنعت نفت و گاز منجر به تحمیل هزینه‌هایی سنگین بر جامعه، مراکز درمانی و کارگران می‌شود. البته این هزینه‌های به وجود آمده در فعالیت های شغلی بسته به شدت وقوع حوادث دارای دامنه متغیری هستند که خسارت جبران ناپذیر و چشمگیری به جامعه وارد می کنند. نتایج حاصل از مدل پارامتریک این پژوهش نشان داد که مجموع هزینه‌های بهداشتی و محیط‌زیستی وارد شده از حوادث شغلی در صنعت نفت و گاز به بیمارستان صنعت نفت تهران معادل ۵۷۴، ۱۳۱، ۹۱۸، ۵۸۶ ریال است که ۹۹/۸۴ درصد آن مربوط به هزینه‌های بهداشتی و ۰/۱۶ درصد آن مربوط به هزینه‌های محیط‌زیستی است.

ذکر این مساله ضروری است که عملکرد مدیریتی مدیران در کنترل مسائل محیط زیستی می تواند بسیار بیشتر باشد. آن ها می توانند با انجام اقدامات موثر در راستای کاهش آلودگی‌ها، افزایش بهره وری استفاده از منابع آبی و انرژی و مدیریت ضایعات، میزان هزینه اقتصادی این بخش را تقلیل دهند. براساس نتایج مطالعات پیشین پیاده‌سازی سیستم های مدیریت زیست محیطی اغلب باعث بهبود کارایی و هزینه، اعتبار بالاتر سازمان و دخیل نمودن پرسنل و مدیران در بالاترین حد خود می شود. Amores-Salvado و همکاران اجرای راهکارهای محیط زیستی را امری مهم در رسیدن به بازده اقتصادی مثبت می دانند (۳۷). Henri و همکاران اهمیت شناسایی هزینه های زیست محیطی را نه فقط در سطح عملیاتی بلکه در سطح استراتژیک بیان کرده اند (۱۱). مظاهری و همکاران بیان کردند استفاده از مدل های ارزیابی محیط‌زیستی در کنار حمایت های مدیریتی در یک بیمارستان فوق تخصصی در تهران علاوه بر حفظ محیط زیست و بهبود سلامت عمومی موجب کاهش هزینه های اقتصادی نیز می شود که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد (۳۸). همچنین مشخص گردیده است که اجرای اقدامات زیست محیطی باعث کاهش اثرات اکولوژیکی کاهش هزینه های زیست محیطی و در نتیجه بهبود عملکرد مالی سازمان می شود (۳۹، ۴۰).

توسعه یک مدل مفهومی برای شناسایی و رتبه‌بندی هزینه‌های زیست‌محیطی و بهداشتی بیماری‌های مرتبط با کار در بیمارستان‌ها، گامی مهم در جهت پرداختن به چالش‌های بهداشت حرفه‌ای خاص در محیط‌های مراقبت‌های بهداشتی است. این مطالعه با تمرکز بر خطرات و پیچیدگی‌های منحصر به فرد موجود در محیط‌های بیمارستانی، چارچوبی مناسب برای درک پیامدهای اقتصادی بهداشتی و زیست محیطی بیماری‌های مرتبط با کار ارائه نمود.

این تحقیق از طریق ادغام دانش تخصصی، تجزیه و تحلیل مبتنی بر داده و استراتژی‌های ارزیابی خطر

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

هدفمند، رویکردی ساختاریافته برای شناسایی و اولویت‌بندی عوامل هزینه‌های محیطی و بهداشتی مرتبط با بیماری‌های مرتبط با کار در محیط‌های بیمارستانی ارائه داد. با شناخت ماهیت به هم پیوسته مواجهه‌های شغلی، پیامدهای بهداشتی و بار اقتصادی، مدل مفهومی توسعه‌یافته در این مطالعه، نیاز به اقدامات پیشگیرانه جامع و تخصیص بهینه منابع برای مدیریت هزینه های بهداشتی و زیست محیطی را در محیط های بیمارستانی برجسته می‌کند.

استفاده از این مدل مفهومی می‌تواند فرآیندهای تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد، هدایت سیاست‌ها و تسهیل اجرای مداخلات هدفمند برای کاهش بار اقتصادی بهداشتی و زیست محیطی در بیمارستان‌ها را فراهم کند.

نقاط قوت و محدودیت‌های مطالعه

پژوهش حاضر برای اولین بار با هدف ارزیابی اقتصادی در حوزه بهداشت و محیط زیست در محیط کار با استفاده از داده های واقعی و با رویکرد ترکیبی انجام شد. نتایج پژوهش حاضر می‌تواند دیدگاه جدیدی را در زمینه اجرای اقدامات کنترلی با استفاده از نقطه بهینه پارامترهای Cost-Benefit ایجاد کند. این مدل همچنین بر اهمیت راهبردهای پیشگیری در کاهش هزینه های اقتصادی و زیست محیطی بیماری‌های شغلی در صنعت نفت تاکید می کند. با گنجاندن هزینه های مرتبط با این استراتژی ها در ارزیابی های اقتصادی، سیاست گذاران و رهبران صنعت می توانند تصمیمات آگاهانه تری در مورد نحوه تخصیص منابع و اولویت بندی مداخلات اتخاذ کنند.

به طور کلی، این مدل ترکیبی نیاز به یک رویکرد جامع‌تر برای ارزیابی هزینه‌های اقتصادی و زیست محیطی بیماری های شغلی در صنعت نفت را برجسته می کند. با در نظر گرفتن هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم و گنجاندن استراتژی‌های پیشگیری در ارزیابی‌های اقتصادی، سیاست‌گذاران و رهبران صنعت می‌توانند تأثیر واقعی این بیماری‌ها را بهتر درک کنند و تصمیمات آگاهانه‌تری در مورد نحوه رسیدگی به آنها بگیرند.

از جمله محدودیت های پژوهش حاضر می توان به عدم امکان بررسی سایر متغیرهای اقتصادی و عوامل خطر مؤثر بر روابط علی بین مزایا و هزینه ها در ارزیابی اقتصادی بهداشت حرفه ای و محیط زیستی اشاره کرد. همچنین با توجه به اینکه مدل فعلی برای یک محیط پزشکی تهیه شده است، پیشنهاد می‌شود در آینده محققان مدل‌های مشابهی را در سایر صنایع توسعه دهند و اثربخشی استفاده از مدل‌ها را گزارش کنند. علاوه بر این، توصیه می شود در مطالعات آتی هزینه های خارجی و اجتماعی در برآورد هزینه‌های بهداشتی – زیست محیطی در نظر گرفته شود.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد ۶۱/۳ درصد از هزینه‌های بخش بهداشتی مربوط به دو بخش دارو و تجهیزات پزشکی و هزینه پرسنل شاغل خدمات‌دهنده و ۹۱/۷ درصد از هزینه‌های بخش محیط زیستی مربوط به تصفیه پساب و هزینه مصرف برق است که لزوم توجه خاص به مقوله مدیریت نهاده‌های مصرفی، منابع انسانی و مدیریت منابع آب و انرژی در این بیمارستان را می‌طلبد. نتایج مطالعه حاضر می‌تواند دیدگاه علمی جدیدی را در زمینه اجرای اقدامات کنترلی با استفاده از نقطه بهینه پارامترهای هزینه-فایده ایجاد کند. اجرای این مدل یکپارچه می‌تواند گامی عملی و موثر در تخصیص منابع و اولویت بندی مداخلات در حوزه بهداشتی و زیست محیطی در محیط های درمانی باشد.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

REFERENCES

1. Nenonen N, Saarela KL, Takala J, Kheng LG, Yong E, Ling LS, et al. Global estimates of occupational accidents and work-related illnesses 2014. 2014.
2. Safety I, editor Health at work: A vision for sustainable prevention. Report to XX World Congress on Safety and Health at Work Frankfurt: International Labor Organization; 2014.
3. Dadfarma V, Soltanzadeh A, Ghiyasi S. Analysis of Occupational Accidents: A Data Mining Study. Arch Occup Health. 2021.
4. Soltanzadeh A, Ghaderi F, Ghiyasi S, Moohammadi M. The Relationship between the Economic Consequences of Accidents and Safety Measures: A Case Study. Arch Occup Health. 2021.
5. Adei D, Acquah Mensah A, Agyemang-Duah W, Kwame KanKam K. Economic cost of occupational injuries and diseases among informal welders in Ghana. Cogent Med. 2021;8(1):1876338.
6. Australia SW. Work-Related Traumatic Injury Fatalities. Canberra: Safe Work Australia.
7. Shalini RT. Economic cost of occupational accidents: Evidence from a small island economy. Saf Sci. 2009;47(7):973-9.
8. Lane T, Collie A, Hassani-Mahmooei B. Work-related injury and illness in Australia, 2004 to 2014. What is the incidence of work-related conditions and their impact on time lost from work by state and territory, age, gender and injury type. 2016;54.
9. Atrkar roushan S, Alizadeh SS. Estimation of economic costs of accidents at work in Iran: A case study of occupational accidents in 2012. Iran Occup Health J. 2015;12(1):12-9.
10. Tompa E, Mofidi A, van den Heuvel S, van Bree T, Michaelsen F, Jung Y, et al. Economic burden of work injuries and diseases: a framework and application in five European Union countries. BMC Public Health. 2021;21(1):1-10.
11. Henri J-F, Boiral O, Roy M-J. Strategic cost management and performance: The case of environmental costs. Br Account Rev. 2016;48(2):269-82.
12. WHO. Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference, New York, 19-22 June 1946; signed on 22 July 1946 by the representatives of 61 States (Official Records of the World Health Organization, no. 2, p. 100) and entered into force on 7 April 1948. . World Health Organization 2018(http://www. who. int/governance/eb/who_constitution_en. pdf.).
13. Fund VZ. Reporting, recording and notification of occupational accidents and diseases: a brief guide for employers and managers. 2021.
14. Saffarian S, Mahmoudi A, Shafiee M, Jasemi M, Hashemi L. Measuring the effectiveness of AHP and fuzzy AHP models in environmental risk assessment of a gas power plant. Hum Ecol Risk Assess. 2020;27(5):1227-41.
15. Dehdasht G, Mohamad Zin R, Ferwati MS, Mohammed Abdullahi Ma, Keyvanfar A, McCaffer R. DEMATEL-ANP risk assessment in oil and gas construction projects. Sustainability. 2017;9(8):1420.
16. Rezvanizadeh M, Mohammad-Ghasemi M, Soltanzadeh A, Sadeghi-Yarandi M. Development of an ergonomics management model in the workplace: Introduction of the TUGA ergonomics management and analysis model (TEMA). Work. 2023;76(1):205-24.
17. Guo X, Zhang X, Ren D, Lin K. Research on risk management and control strategy of uranium resource procurement in China. Energy Sources Part A. 2023;45(2):4178-94.
18. Shimizu HE, Bezerra JC, Arantes LJ, Merchán-Hamann E, Ramalho W. Analysis of work-related accidents and ill-health in Brazil since the introduction of the accident prevention factor. BMC Public Health. 2021;21(1):1-10.
19. Saaty TL, Vargas LG. Decision making with the analytic network process: Springer; 2006.
20. Xu J, Li L, Ren M. A hybrid ANP method for evaluation of government data sustainability. Sustainability. 2022;14(2):884.
21. Mokarram M, Pourghasemi HR, Mokarram MJ. A multi-criteria GIS-based model for wind farm site selection with the least impact on environmental pollution using the OWA-ANP method. Environ Sci Pollut Res. 2022;29(29):43891-912.
22. Kwon K, Kang M, Kim D, Choi H. Prioritization of hazardous zones using an advanced risk management model combining the analytic hierarchy process and fuzzy set theory. Sustainability. 2023;15(15):12018
23. Baratchi M, Mansouri N, Ahmadi A. An Evaluation of Health Hazards Based on Multi Criteria Decision Making Process. Paramed Sci Mil Health. 2019;13(4):1-9.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]

24. Hoque A, Mohiuddin M, Su Z. Effects of industrial operations on socio-environmental and public health degradation: evidence from a least developing country (LDC). Sustainability. 2018;10(11):3948.
25. Soltanzadeh A, Mahdinia M, Omidi Oskouei A, Jafarinia E, Zarei E, Sadeghi-Yarandi M. Analyzing health, safety, and environmental risks of construction projects using the fuzzy analytic hierarchy process: A field study based on a project management body of knowledge. Sustainability. 2022;14(24):16555.
26. Carregaro RL, Tottoli CR, Rodrigues DdS, Bosmans JE, da Silva EN, van Tulder M. Low back pain should be considered a health and research priority in Brazil: Lost productivity and healthcare costs between 2012 to 2016. PLOS ONE. 2020;15(4):e0230902.
27. Leigh JP, Yasmeen S, Miller TR. Medical costs of fourteen occupational illnesses in the United States in 1999. Scand J Work Environ Health. 2003:304-13.
28. mohamadinejad a, mortazavi sb, jonidi jafari a, mofidi a. Estimation of direct and indirect costs of occupational injuries: A case study in one of the refining industries in Iran in 2015. Occup Med Q J. 2020;11(4):57-71.
29. Behnam B, Oishi SN, Uddin SMN, Rafa N, Nasiruddin SM, Mollah AM, et al. Inadequacies in hospital waste and sewerage management in Chattogram, Bangladesh: exploring environmental and occupational health hazards. Sustainability. 2020;12(21):9077.
30. Andeobu L, Wibowo S, Grandhi S. Medical waste from COVID-19 pandemic—a systematic review of management and environmental impacts in Australia. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(3):1381.
31. Olukoga A. Unit costs on inpatient days in district hospitals in South Africa. Singapore Med J. 2007;48(2):143.
32. Hadian M, Mohammadzade A, Imani A, Golestani M. Analysis and unit cost estimation of services using "step-down method" in Fatemieh hospital of Semnan university of medical sciences-2006 Iran. J Health Adm. 2009;12(37):39-48.
33. Kargar S, Paydar MM, Safaei AS. A reverse supply chain for medical waste: A case study in Babol healthcare sector. Waste Manag. 2020;113:197-209.
34. Cavmak D, Aksoylu S. What is the Cost of Logistics Activities in Healthcare Businesses? A Case Study of a Medical Centre in Türkiye. J Health Manag. 2024;0(0):09720634241246904.
35. Mahomed O, Mthethwa J. Estimating the cost of oral health services for 2018/19 financial year at public health facilities in two KwaZulu-Natal districts, South Africa: a retrospective study. J Int Oral Health. 2022;14(1):40-6.
36. Kalita BJ, Sahran D, Jithesh V, Sisaudiya KS, Patel KD, Yadava R. Comparative Analysis of Costing Methods for Magnetic Resonance Imaging in a Tertiary Care Teaching Hospital: An Observational Study. J Mar Med Soc. 2024:10.4103.
37. Amores-Salvadó J, Martin-de Castro G, Navas-López JE. The importance of the complementarity between environmental management systems and environmental innovation capabilities: A firm level approach to environmental and business performance benefits. Technol Forecast Soc Change. 2015;96:288-97.
38. Mazaheri M, Masdarghi Yb, Alizadeh A. Comparative Evaluation of Hospital Environmental Performance based on ISO 14031 Evaluation Model. Occup Hyg Health Promot. 2021.
39. Dyllick T, Hockerts K. Beyond the business case for corporate sustainability. Bus Strateg Environ. 2002;11(2):130-41.
40. Zhu Q, Sarkis J. Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. J Oper Manag. 2004;22(3):265-89

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2026-07-31]

[DOI: 10.18502/jhsw.v14i2.17139]