Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 8, Issue 2, Summer 2021, Pages: 51-65

Original Article

doi: 10.52547/johe.8.2.51

Determining the Optimal Economic Evaluation Model in Occupational Safety and Health Investments

Mohammad Hosein Beheshti[1], Abolghasem Esmaeili[2], Elham Mahmoodi[3], Ehsan Razaieyan[3,*]

[1] *PhD Candidate, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Social Development and Health Promotion Research Center, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran*

[2] *Head of Industrial Hygiene & Environmental Protection Department, Iranian Oil Pipelines and Telecommunication Company (IOPTC)- West District, HSE Department*

[3] *MSc. Student of Occupational Health, Department of Occupational Engineering, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran*

**** Corresponding Author:*** *Ehsan Razaieyan, Department of Occupational Engineering, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. Email: e.rezaieyan@modares.ac.ir*

Received: --------
Accepted: ---------

How to Cite this Article:
Beheshti MH, Esmaeili A, Mahmoodi E, Razaieyan E. Determining the Optimal Economic Evaluation Model in Occupational Safety and Health Investments. *J Occup Hyg Eng*. 2021; 8(2): 51-65. DOI: 10.52547/johe.8.2.51

Abstract

Background and Objective: Investment in health and safety has long been considered costly and inevitable, and the cost has been always a barrier to the achievement of safety and health interventions. Decision-makers in this area need to demonstrate that such interventions are not only effective in the obtainment of their goals but also have high economic efficiency. The present study aimed to determine an optimal model for the economic evaluation of occupational safety and health investments.

Materials and Methods: The Analytic Hierarchy Process (AHP) method and Expert Choice® software were used to determine the optimal model. To this end, the Occupational Safety and Health (OSH) economic evaluation models were initially identified based on a review of previous studies. Thereafter, considering seven main criteria, the models were evaluated and the optimal model was introduced.

Results: A number of 20 models/tools were identified after literature review and screening of the findings. Firstly, the specifications of models were extracted and compared using a decision matrix; thereafter, four models were identified for prioritization with AHP. The accuracy and precision with a final weight of 0.490 and the comprehensiveness with a final weight of 0.076 were the most and least important criteria, respectively. After prioritizing the alternatives over the target, the ROHSEI model, ToolKit method, Productivity Assessment tool, and Potential Method weighed 0.320, 0.281, 0.240, and 0.159, respectively.

Conclusion: As evidenced by the obtained results, HSE experts can use the ROHSEI model to demonstrate the financial incentives for their goals, allocate limited resources, and improve the economic efficiency of their projects.

Keywords: Accident Cost; AHP; Economic Evaluation; Safety Economic

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.50]

Copyright © 2021 Journal of Occupational Hygiene Engineering. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite

مقاله پژوهشی

doi: 10.52547/johe.8.2.51

تعیین مدل بهینه تحلیل اقتصادی طرح‌های سرمایه‌گذاری در حوزه ایمنی و بهداشت شغلی

محمدحسین بهشتی[۱]، ابوالقاسم اسماعیلی[۲]، الهام محمودی[۳]، احسان رضائیان[۳،*]

[۱] دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات توسعه اجتماعی و ارتقای سلامت، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران

[۲] مسئول بهداشت کار صنعتی و حفاظت از محیط‌زیست، شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران، منطقه غرب، واحد بهداشت ایمنی و محیط‌زیست

[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

* **نویسنده مسئول:** احسان رضائیان، گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشکده پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

ایمیل: e.rezaieyan@modares.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: -/-/-

تاریخ پذیرش مقاله: -/-/-

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

سابقه و هدف: از گذشته تاکنون، سرمایه‌گذاری در حوزه ایمنی و بهداشت هزینه‌بر و اجتناب‌ناپذیر تلقی می‌شده و فاکتور هزینه همواره به‌عنوان مانعی برای دستیابی به ایمنی و بهداشت بوده است. تصمیم‌گیرندگان این حیطه باید نشان دهند این‌گونه مداخلات نه‌تنها در دستیابی به اهداف اثربخشی دارند، بلکه از نظر اقتصادی نیز کارایی زیادی دارند. در این پژوهش به دنبال تعیین مدلی بهینه برای تحلیل اقتصادی طرح‌های ایمنی و بهداشت شغلی هستیم.

مواد و روش‌ها: به‌منظور تعیین مدل بهینه از روش تحلیل سلسله مراتبی (Analytic Hierarchy Process) و نرم‌افزار Expert Choice® استفاده شد. بدین منظور ابتدا بر اساس مرور مطالعات پیشین، مدل‌های ارزیابی اقتصادی پروژه‌های OSH شناسایی شدند. در ادامه با درنظرگرفتن ۷ معیار اساسی، بهینه‌ترین مدل انتخاب شد.

یافته‌ها: با مرور منابع علمی و پس از غربالگری یافته‌ها، ۲۰ مدل شناسایی شد. ابتدا مشخصات این مدل‌ها با استفاده از ماتریس تصمیم‌گیری استخراج و ارزیابی شد. از این بین، ۴ مدل برای اولویت‌بندی با AHP شناسایی شد. معیار دقت و صحت مدل با وزن نهایی ۰/۴۹۰ و معیار جامعیت مدل با وزن نهایی ۰/۰۷۶ به ترتیب بیشترین و کمترین میزان اهمیت را در مدل‌سازی AHP داشتند. پس از اولویت‌بندی گزینه‌ها، مدل ROHSEI، مدل جعبه ابزار (ToolKit)، مدل Productivity Assessment و مدل بالقوه (Potential Method) به ترتیب وزن‌های ۰/۳۲۰، ۰/۲۸۱، ۰/۲۴۰ و ۰/۱۵۹ را به خود اختصاص دادند.

نتیجه‌گیری: متخصصان HSE شاغل در صنایع می‌توانند به‌منظور بیان انگیزه‌های مالی اهداف خود، تخصیص منابع محدود و بهبود کارایی اقتصادی طرح‌های خود از مدل ROHSEI استفاده کنند.

واژگان کلیدی: اقتصاد ایمنی؛تحلیل اقتصادی؛ تحلیل سلسله مراتبی؛ هزینه حوادث

مقدمه

در سرتاسر جهان، اغلب انسان‌ها بخش زیادی از روز را در محیط‌های شغلی می‌گذرانند. با وجود منافع اقتصادی حاصل از شغل، افراد در محیط کاری خود با خطرهایی مواجه هستند که سلامتی‌شان را تهدید می‌کند؛ لذا محیط کار و ماهیت کار تأثیر بسزایی در سلامتی، ایمنی و رفاه افراد دارد [۱]. طبق برآورد اولیه سازمان بین‌المللی کار (ILO) هر ۱۵ ثانیه، ۱۶۰ کارگر دچار حادثه شغلی می‌شوند و ۱ کارگر بر اثر حادثه یا بیماری شغلی جان خود را از دست می‌دهد [۲]. وقوع حوادث و بیماری‌های شغلی تأثیر قابل توجهی بر پایداری سیستم‌های تأمین اجتماعی برای هزینه‌های مزایای ازکارافتادگی و حقوق بازنشستگی خواهد داشت که از طریق بیمه‌های درمانی سلامت شاغلان پرداخت می‌شود [۳]. طبق آمار سازمان بین‌المللی کار (ILO)، هزینه‌های انسانی حوادث شغلی گسترده است و بار اقتصادی اقدامات ایمنی و بهداشت ناکافی معادل سالیانه ۳/۹۴ درصد از تولید ناخالص داخلی (GDP) هر کشور برآورد می‌شود [۴].

امروزه پیشگیری از وقوع حوادث کشنده و غیرکشنده ناشی از کار اولویت اول برنامه‌های بهداشت و ایمنی شغلی در سراسر جهان است. سرعت زیاد تغییرات فناوری و وجود شرایط کاری ناایمن، نیازمند توجه و تمرکز بر تأمین محیط کاری سالم و ایمن است [۵]، اما همواره فاکتور هزینه به‌عنوان عمده‌ترین محدودیت

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.50]

در پیاده‌سازی برنامه‌های ایمنی و بهداشت بوده است که درنهایت به ایمنی و بهداشت ناکافی در محیط کار منجر می‌شود [۶]. هزینه‌هایی که صرف ایمنی و بهداشت شغلی می‌شود، هزینه‌های ازدست‌رفته تلقی نمی‌شود، بلکه در قالب اقدامات پیشگیرانه سرمایه‌گذاری می‌شود [۷]. این باور سنتی که ارتقای بهداشت و ایمنی در محیط‌های کاری، هزینه‌ای اضافی برای شرکت است، رفته‌رفته جای خود را به این باور می‌دهد که سلامت، ایمنی و رفاه کارکنان بخش جدایی‌ناپذیر اقتصاد پایدار و توسعه سازمانی یک شرکت است. تعداد روزافزون شرکت‌های موفق نشان می‌دهد ادغام رفاه کارگران و سودآوری شرکت‌ها در یک رابطه متعادل امکان‌پذیر است که این کار از طریق برقراری ارتباط بین سلامت و ایمنی با مسائل مدیریتی و توسعه‌ای به‌واسطه سیستم‌های مدیریتی ایمنی و بهداشت شغلی حاصل می‌شود [۸، ۳]. از طرفی دیگر، در کشورهای درحال‌توسعه (مانند ایران) عواملی از قبیل تولید کم، دستمزدهای اندک، وضعیت وخیم بنگاه‌های اقتصادی و سایر معضلات موجب شده است مسئله اقتصاد در حوزه ایمنی و بهداشت اهمیت بیشتری داشته باشد [۹].

امروزه مدل‌های تحلیل اقتصادی به‌طور فزاینده‌ای به‌عنوان راهنما در رابطه با تخصیص منابع محدود در حوزه ایمنی و بهداشت استفاده می‌شوند [۱۰]. در چند سال اخیر، مطالعات زیادی در زمینه اقتصاد ایمنی و بهداشت شغلی انجام شده است که باعث توسعه و پیشرفت در زمینه اقتصاد بهداشت شغلی و ارتباط تنگاتنگ بین کار و اقتصاد شده است که علت آن عوامل خطر حوادث و تأثیر این حوادث بر بهره‌وری است [۱۱]. ارزشیابی اقتصادی برنامه‌های ایمنی و بهداشت در سازمان‌ها، راهنمای خوب و دقیقی را برای تصمیم‌گیری در محیط کسب‌وکار فراهم می‌کند. درحقیقت، اجرای ارزیابی‌های اقتصادی فرصتی برای نشان‌دادن سودمندی و تأثیر پروژه‌های ایمنی و بهداشت در محیط کار است [۱۲].

متأسفانه، با وجود الزامات قانونی برای خدمات بهداشت شغلی، این مفهوم در بسیاری از کشورها پذیرفته نشده است و کارگران هنوز برای دریافت حمایت‌های اساسی و جبران خسارات‌هایشان دست‌وپنجه نرم می‌کنند، درحالی‌که کارفرمایان می‌کوشند مسئولیت خود را در زمینه جراحات و بیماری‌های شغلی رد کنند یا به حداقل رسانند. اگرچه ممکن است نیروی کار ارزان در کشورهای جهان سوم یکی از دلایل این موضوع باشد، دلیل واقعی این موضوع این است که مزایای اقتصادی سلامت کارگران شامل کاهش غیبت‌ها و افزایش بهره‌وری به‌وضوح مشخص نشده است. نقش تحلیل‌های اقتصادی در این شرایط، حمایت از استدلال‌های اخلاقی خدمات بهداشت شغلی و آشکارکردن منافع قطعی آن به‌منظور کاهش ضرر و زیان‌هاست [۱۳].

در چشم‌انداز کنونی سرمایه‌گذاری در زمینه ایمنی و بهداشت شغلی، بیان ارزش اقتصادی یک استدلال قوی محسوب می‌شود، اما همچنان باید استدلال‌های اخلاقی اجتماعی را نیز به همراه داشته باشد. بیان ارزش اقتصادی ایمنی و بهداشت شغلی به‌خصوص در شرکت‌های کوچک و متوسط که مدیران همواره با منابع محدود (مالی و انسانی) دست‌وپنجه نرم می‌کنند و بقا در عرصه کسب‌وکار به چالشی ثابت برایشان تبدیل شده است، به احتمال زیاد قدرتمندترین و قانع‌کننده‌ترین استدلال است [۱۴].

تحلیل اقتصادی عبارت است از: مقایسه نظام‌مند هزینه و پیامد بین دو یا چند مداخله ایمنی و بهداشت که دوبه‌دو ناسازگار هستند [۱۵]. در حقیقت یک معیار اساسی برای انتخاب راهکارهای ایمنی و بهداشت شغلی، تجزیه‌وتحلیل اقتصادی روی هزینه‌ها و منافع حاصل از آن است [۷]. برای تجزیه‌وتحلیل سود و هزینه در پروژه‌های ایمنی و بهداشت (OSH)، مدل‌های مختلفی توسط افراد و سازمان‌های گوناگونی مانند سازمان جهانی بهداشت (WHO)، اداره کل بهداشت و ایمنی شغلی آمریکا (OSHA)، انجمن بهداشت صنعتی آمریکا (AIHA)، سازمان جبران خسارات کارگری ایتالیا (INAIL) و ... ارائه شده است. این روش‌ها در واقع سودآوری سرمایه‌گذاری‌های ایمنی و بهداشت را در محیط کاری نشان می‌دهند و برای تصمیم‌گیری در سازمان‌ها به کار گرفته می‌شوند [۱۶]. در ایران نیز پژوهش‌هایی در این زمینه انجام شده است که می‌توان به کارهای محمدفام و همکاران [۱۷] و بابایی و همکاران [۱۸] اشاره کرد که به ترتیب از روش‌های اقتصادی به‌منظور تعیین نسبت سود-هزینه اقدامات پیشگیرانه ارگونومی و سیستم پالایش هوای تلفیقی استفاده کرده‌اند. با این وجود هنوز استفاده از این مدل‌ها در بین کارشناسان HSE صنایع فراگیر نشده است.

به نظر می‌رسد از یک طرف کارفرمایان هزینه‌های حوادث را دست کم می‌گیرند و سعی می‌کنند مزایای مالی اقدامات پیشگیرانه ایمنی را کم جلوه دهند و از طرف دیگر به علت پیچیدگی فرایند تحلیل هزینه‌ها، محققان همواره در تلاش هستند مدل مناسبی را برای پایش این اقدامات ارائه دهند [۱۹]. لذا مدل مناسبی لازم است تا به چند سؤال اساسی زیر پاسخ دهد: برای اقدامات پیشگیرانه چقدر باید هزینه شود؟ چه موقع باید در حوزه ایمنی و بهداشت سرمایه‌گذاری کنیم؟ چه مقدار بازگشت سرمایه از یک اقدام پیشگیرانه مورد انتظار است؟ [۲۰]

با توجه به اهمیت موضوع، این مطالعه ابتدا با مرور منابع علمی مدل‌های موجود در خصوص تحلیل اقتصادی، سرمایه‌گذاری در حوزه ایمنی و بهداشت را شناسایی می‌کند و سپس بر اساس معیارهای لازم، یک مدل مناسب را معرفی می‌کند که به‌درستی هزینه‌ها و منافع حاصل از اقدامات پیشگیرانه را در تصمیم‌گیری‌ها لحاظ می‌کند.

روش کار

در این مطالعه از روش تحلیل سلسله مراتبی به‌منظور

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.50]

اولویت‌بندی مدل‌های ارزیابی اقتصادی پروژه‌های ایمنی و بهداشت استفاده شد. مراحل انجام مطالعه به شرح زیر است:

شناسایی مدل‌های تحلیل اقتصادی

به‌منظور گردآوری مدل‌های ارزیابی اقتصادی در زمینه ایمنی و بهداشت، مقالات با همین موضوع از پایگاه‌های داده بین‌المللی و موتورهای جست‌وجوگر اینترنتی انتخاب شدند. در این مطالعه پایگاه‌های اینترنتی Web of Science، Science Direct و Scopus و موتور جست‌وجوگر Google Scholar با کلیدواژه‌های Economic Evaluation، Economic Assessment، Cost Benefit در ترکیب (AND) با واژه‌های OSH، Occupational Health، Occupational Safety جست‌وجو شد. در مجموع ۹ جفت کلیدواژه بالا جست‌وجو شدند. هیچ محدودیت زمانی برای جست‌وجوی مقالات در نظر گرفته نشد. همچنین در برخی موارد، مقالاتی که در فهرست منابع سایر مقالات بودند نیز ارزیابی شدند تا در صورت تطابق با معیارها وارد مطالعه شوند.

غربالگری مقالات در سه مرحله انجام شد؛ در مرحله اول از طریق بررسی عنوان و چکیده‌ها، مقالات نامرتبط با هدف اصلی این مطالعه، مقالات تکراری، مقالات کوتاه و نامه به سردبیر شناسایی و حذف شدند. در مرحله بعد با بررسی دقیق چکیده و متن کامل مقالات، مقالاتی انتخاب شدند که روش ارزشیابی اقتصادی اختصاصی در زمینه OHS معرفی کرده بودند. سپس با درنظرگرفتن معیارهای ورود به مطالعه، چکیده و متن کامل مقالات باقی‌مانده ارزیابی شد و مقالاتی انتخاب شدند که هر سه معیار ورود به مطالعه را داشتند. اطلاعات مقالات منتخب برای استفاده‌های بعدی در جدول خلاصه شد.

شناسایی معیارها

در ادامه با بررسی مطالعات قبلی در این زمینه، معیارهای اساسی به‌منظور به‌کارگیری و مقایسه روش‌ها شناسایی شدند. معیارهای شناسایی‌شده در دو گروه «معیارهای ورود به مطالعه» و «معیارهای انتخاب» دسته‌بندی شد. از معیارهای ورود به مطالعه برای انجام غربالگری نهایی و از معیارهای انتخاب به‌عنوان معیارهای تصمیم‌گیری در فرایند AHP استفاده شد.

روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP): در بین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، روش AHP بیشترین کاربرد را در حل مسائل پیشرفته با معیارهای پیچیده داشته است [۲۱]. کاربرد فراوان این روش در حل مسائل گوناگون بیانگر توانایی و عملکرد خوب این روش است. گل‌بابایی و همکاران [۲۲]، امیری و همکاران [۲۳] و حیدری و همکاران [۲۴] از این روش در حل مسائل ایمنی و بهداشت شغلی بهره برده‌اند. از روش AHP به‌منظور رتبه‌بندی گزینه‌های مدنظر مسئله تصمیم‌گیری استفاده می‌شود. عموماً از بردار ویژه حاصل از محاسبات به روش AHP به‌عنوان پایه و اساس برای اولویت‌بندی استفاده می‌شود.

به‌طورکلی روش AHP از سه گام اصلی تشکیل شده است: ۱- ایجاد ساختار سلسله مراتبی، ۲- مقایسه دوبه‌دوی المان‌های ساختار سلسله مراتبی، ۳- ارزش‌دهی معیارها.

مقیاس ترجیحات بین دو عنصر برای مقایسات زوجی بر اساس تحقیقاتی که ساعتی انجام داد، یک دامنه عددی از ۱ تا ۹ برای مقایسه معیارها در نظر گرفته شد. هر یک از اعداد نشان‌دهنده درجه‌ای از اهمیت هستند، به‌طوری‌که مقدار عددی «۱» بیانگر «اهمیت برابر» و مقدار عددی «۹» نشان‌دهنده «اهمیت بسیار زیاد» یک شاخص نسبت به شاخص دیگر است [۲۵]. وزن‌های ترجیحی این مقیاس در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: مقیاس ترجیحات بین دو عنصر برای مقایسات زوجی

سطح اهمیت	تعریف	توضیحات
۱	ترجیح برابر	دو روش اهمیت یکسانی نسبت به هدف دارند.
۳	ترجیح متوسط	یک روش کمی مهم‌تر از روش‌های دیگر است.
۵	ترجیح قوی	یک روش به‌طور قوی اهمیت بیشتری نسبت به سایر روش‌ها دارد.
۷	ترجیح خیلی قوی	یک روش به‌طور خیلی قوی اهمیت بیشتری نسبت به سایر روش‌ها دارد.
۹	ترجیح بی‌نهایت	یک روش کاملاً مهم‌تر و مطلوب‌تر از سایر روش‌هاست.
۲، ۴، ۶، ۸	مقادیر بینابینی	برای بیان اهمیت‌های بین مقادیر فوق

در گام بعد، مقادیر اولویت‌بندی اختصاص‌یافته برای تعیین رتبه‌بندی فاکتورهای مربوط ادغام می‌شوند که همان مرحله وزن‌دهی است. البته مقادیر مربوط به مقایسات زوجی معیارها باید بر اساس نظرات خبرگان تعیین شوند و مقادیر اختیاری در نظر گرفته نشوند. ساعتی در مدل خود از میانگین هندسی وزن‌های ترجیحی متخصصان برای تعیین وزن نهایی معیارها استفاده می‌کند. در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوط خود در سطح بالاتر به‌صورت زوجی مقایسه و وزن آن‌ها وزن مطلق نامیده می‌شود. وزن نهایی از مجموع حاصل‌ضرب اهمیت معیارها در وزن گزینه‌ها به‌دست می‌آید [۲۶].

تحلیل حساسیت و نرخ ناسازگاری

ازآنجاکه همواره در گام‌های مختلف حل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره عدم قطعیت‌هایی وجود دارند، لازم است مسئله با فرضیات ورودی متفاوت از قبیل تغییر در وزن نسبی معیارها حل

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

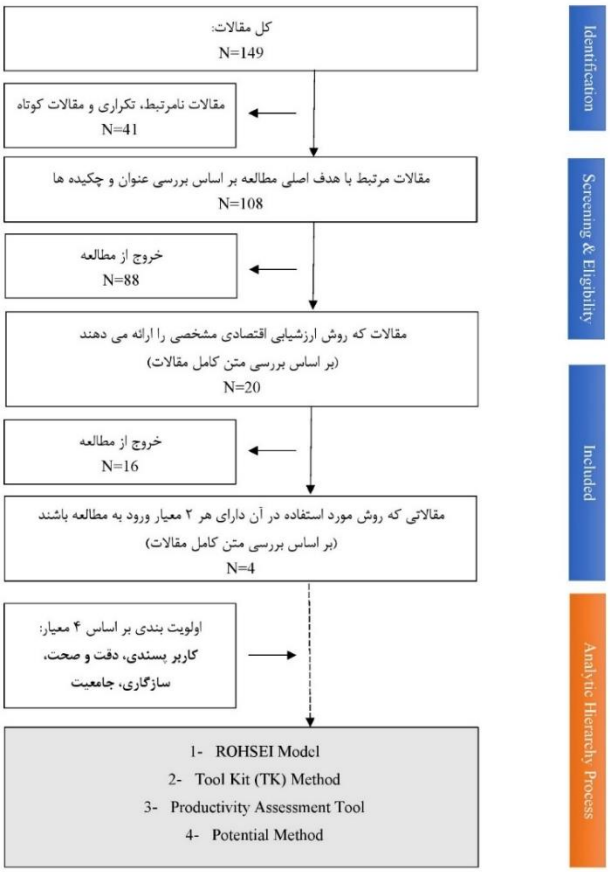
[DOI: 10.52547/johe.8.2.50]

شود. به این نوع تجزیه‌وتحلیل آنالیز حساسیت می‌گویند. تحلیل حساسیت کارایی (Performance) یکی از روش‌های چهارگانه تحلیل حساسیت در نرم‌افزار Expert Choice است. این روش تحلیل حساسیت نشان می‌دهد تغییر در میزان ارزش نسبی معیارها چگونه باعث تغییر در اولویت‌بندی گزینه‌ها می‌شود.

نرخ ناسازگاری بیانگر ناسازگاری مقایسات زوجی است. در این پژوهش نرخ ناسازگاری در دو مرحله وزن‌دهی معیارها و مقایسات زوجی گزینه‌ها با نرم‌افزار Expert Choice محاسبه شد. طبق نظر ساعتی، نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ مورد قبول است [۲۶].

نتایج

با جست‌وجو در پایگاه‌های اطلاعاتی، ۱۴۹ مقاله شناسایی شد. درنهایت و پس از انجام دو مرحله ابتدایی غربالگری (شکل ۱)، ۲۰ مدل انتخاب شدند. خلاصه‌ای از مشخصات روش‌های شناسایی‌شده در پیوست الف آمده است.



شکل ۱: خلاصه روند انجام کار و یافته‌های مطالعه

با بررسی مطالعات قبلی در این حیطه، ۷ معیار اساسی برای بررسی روش‌ها شناسایی شدند که از این بین ۳ مورد به‌عنوان معیار ورود به مطالعه و ۴ مورد دیگر به‌عنوان معیار انتخاب برای اولویت‌بندی مدل‌ها با روش AHP استفاده شدند. تعاریف و نحوه ارزیابی هر معیار در جدول ۲ آورده شده است. معیارهای ورود به مطالعه شامل قابلیت کاربرد مدل در صنایع و سازمان‌های داخل ایران، پشتیبانی نرم‌افزاری مدل و وجود راهنما یا دستورالعمل مناسب برای اجرای مدل بود. پس از تطبیق مدل‌ها با معیارهای ورود به مطالعه، چهار روش شامل مدل ROHSEI، مدل Productivity Assessment، مدل جعبه ابزار (ToolKit) و مدل Potential به‌منظور اولویت‌بندی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) انتخاب شدند (جدول ۳).

به‌منظور حل مسئله، ساختار سلسله مراتبی تعیین مدل بهینه تحلیل اقتصادی در زمینه ایمنی و بهداشت رسم شد (شکل ۲).

در ادامه برای وزن‌دهی به معیارهای تصمیم‌گیری پرسش‌نامه‌های مقایسات زوجی چهار معیار طراحی شد و ۷ نفر از خبرگان حوزه اقتصاد و HSE آن را تکمیل کردند. این ۷ نفر خبره شامل ۲ استاد دانشگاه در زمینه HSE، ۳ کارشناس ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای شاغل در صنایع مختلف (نفت و پتروشیمی، فولاد، معدن و صنایع کوچک) و ۲ نفر PhD در رشته اقتصاد سلامت بودند. پس از جمع‌آوری نظرات خبرگان، وزن نسبی هر معیار نسبت به هدف بر اساس میانگین هندسی نظرات خبرگان و با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice نسخه ۱۱ محاسبه شد. ابتدا ماتریس مقایسات زوجی مربوط به هر معیار

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.52547/johe.8.2.50]

جدول ۲: معیارهای انتخاب مدل تحلیل اقتصادی مناسب

ردیف	معیار	منبع	نوع معیار	تعریف
۱	کاربرپسندی	[۲۷][۲۸][۲۹][۳۰][۱۲]	معیار انتخاب	یکی از محدودیت‌های اصلی روش‌های هزینه‌یابی حوادث شغلی، زمان‌بر بودن و پیچیدگی فرایند جمع‌آوری داده‌هاست. در این مرحله ارزیاب باید به داده‌های موجود در واحدهای مختلف کارخانه دسترسی داشته باشد تا بتواند رابطه علت و معلولی بین متغیرهای سود و زیان و مداخله مدنظر را برقرار کند. *کاربرپسندی* مدل در اینجا بدین معناست که جمع‌آوری داده‌ها و به‌کارگیری مدل مدنظر پیچیده و زمان‌بر نیست و در عین حال به تخصص خاصی نیاز ندارد.
۲	ابزار اجرای مدل	[۱۴]	معیار ورود به مطالعه	آیا برای اجرای مدل مدنظر نرم‌افزار رایانه‌ای مناسب تهیه شده است یا خیر؟
۳	سازگاری	[۱۲، ۲۷]	معیار انتخاب	ازآنجاکه مدل مناسب، مدلی است که کاربران شاغل در صنایع مختلف با سطح دسترسی متفاوت به داده‌های لازم برای هزینه‌یابی حوادث بتوانند از مدل مدنظر استفاده کنند، لذا در اینجا سازگاری به این معناست که مدل مدنظر تا چه اندازه نیاز کاربران از صنایع مختلف را برآورده می‌کند.
۴	دقت و صحت اندازه‌گیری	[۸،۱۴،۱۹]	معیار انتخاب	مدل‌های هزینه‌یابی در حیطه ایمنی و بهداشت عموماً سه دسته‌اند: ۱) *رویکرد بالا به پایین*: مدل‌هایی که رویکرد بالا به پایین دارند، عموماً از داده‌های ملی (مثل داده‌های حاصل از وزارت‌خانه‌ها یا سازمان‌های بیمه‌ای) برای برآورد متوسط هزینه‌های شرایط مشخص (مثل هزینه به‌ازای هر مرگ یا بیماری) استفاده می‌کنند. دقت و صحت مدل‌های بالا به پایین نسبت به دو مدل دیگر کمتر است؛ چراکه جزئیات کمتری از نحوه وقوع صدمات و مرگ‌ها را دربرمی‌گیرد. ۲) *مدل پایین به بالا*: این مدل‌ها نسبت به مدل‌های بالا به پایین جزئیات بیشتری را در نظر می‌گیرند؛ مثل نوع صنعت، شدت صدمه، مراحل پیشرفت بیماری و ... . این مدل‌ها اغلب از فرمول ثابت (هزینه= کمیت* قیمت واحد) استفاده می‌کنند. ۳) مدل بومی: مشکل اساسی دو مدل قبل این است که فاکتورهای متغیر مربوط به هر صنعت را در نظر نمی‌گیرند و صرفاً متوسط هزینه به‌ازای یک مورد مشخص را محاسبه می‌کنند. روش بومی به کاربر اجازه می‌دهد فاکتورهای اختصاصی و شرایط ویژه صنعت را نیز در محاسبات دخیل کند. از طرف دیگر، برخی از روش‌ها صرفاً متغیرهای هزینه و سود را به کاربر معرفی می‌کنند (روش‌های کیفی). روش‌های کیفی دست کاربر را باز می‌گذارند تا بتواند هر آیتم هزینه را مطابق با روش‌های مختلف محاسبه کند. برخی دیگر از روش‌ها، فرمول محاسباتی مشخصی برای هر متغیر هزینه یا سود را نیز در اختیار کاربر می‌گذارند (روش‌های کمّی). تعدادی از روش‌ها نیز برای محاسبه برخی از متغیرهای هزینه، فرمول بیان می‌کنند، اما برای برخی دیگر از متغیرها هیچ‌گونه فرمولی ارائه نمی‌دهند (روش‌های کمّی و کیفی). بر اساس آنچه در بالا گفته شد، مدل‌های بومی و کمّی بیشترین دقت و صحت و بالعکس، مدل‌های کیفی یا مدل‌های بالا به پایین کمترین دقت و صحت را در برآورد متغیرهای سود و هزینه دارند.
۵	قابلیت کاربرد	[۳۰]	معیار ورود به مطالعه	آیا روش مدنظر قابلیت به‌کارگیری در صنایع و سازمان‌های داخل ایران را دارد؟
۶	دستورالعمل/ راهنما	[۳۱]	معیار ورود به مطالعه	آیا روش مدنظر یک یا چند مثال واقعی با شرح کامل فرایند محاسباتی آن ارائه کرده است؟ آیا دستورالعمل مناسب برای اجرای مدل نوشته شده است؟
۷	جامعیت مدل	[۳۲]	معیار انتخاب	آیا مدل مدنظر روشی برای هزینه‌یابی خسارت حوادث ارائه می‌دهد یا صرفاً هزینه‌های صدمات و بیماری‌ها را می‌سنجد؟

تشکیل و سپس وزن نسبی هر معیار به‌منظور اولویت‌بندی مدل‌های منتخب اقتصادی تعیین شد (جدول ۵). بر اساس نظر خبرگان، معیار دقت و صحت مدل بیشترین اهمیت و معیار جامعیت مدل کمترین اهمیت را داشت. در طول مراحل فوق، نرخ ناسازگاری مربوط به مقایسات با نرم‌افزار محاسبه و تأیید شد (۰/۰۱> نرخ ناسازگاری).

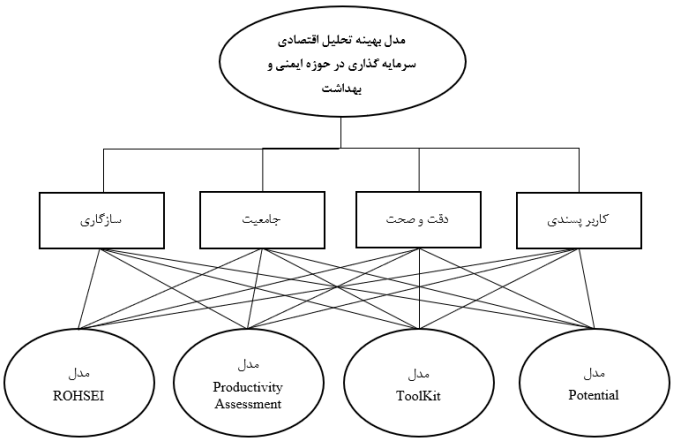
پس از وزن‌دهی معیارها، نوبت به اولویت‌بندی گزینه‌ها می‌رسد؛ بدین منظور با استفاده از اطلاعات جدول ۳، برای هر معیار به‌طور جداگانه مقایسات دوبه‌دو بین گزینه‌ها انجام شد. شکل ۳ مقادیر ارزش نسبی گزینه‌ها نسبت به معیارهای مختلف را نشان می‌دهد.در شکل ۴، نتایج نهایی اولویت‌بندی گزینه‌ها نسبت به هدف اصلی نمایش داده شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده بیشترین ارزش نهایی به مدل ROHSEI متعلق است که ارزش به‌دست‌آمده برای این گزینه ۰/۳۲۰ است. بعد از مدل ROHSEI، به ترتیب مدل جعبه ابزار (ToolKit)، مدل Productivity Assessment و مدل Potential قرار گرفته‌اند و ارزش نهایی مربوط به آن‌ها به ترتیب ۰/۲۸۱، ۰/۲۴۰ و ۰/۱۵۹ است. همچنین میزان ناسازگاری برای تمامی قضاوت‌ها کمتر از ۰/۰۱ بود که در حد قابل قبولی قرار دارد.در شکل ۵ و ۶ نتایج تحلیل حساسیت کارایی بر اساس تغییر در میزان اهمیت نسبیدو

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.50]

جدول ۳. مقایسه مدل‌ها بر مبنای معیارهای شناسایی‌شده

ردیف	معیار ها / مدل‌ها	جامعیت مدل			کاربرپسندی		ابزار اجرای مدل		روش ارزیابی			رویکرد مدل			سازگاری مدل	دستورالعمل / راهنما	قابلیت کاربرد
		ایمنی شغلی	بهداشت شغلی	هر دو	ساده و کوتاه	پیچیده و زمان‌بر	کاغذ و خودکار	نرم افزار	کمّی	کمّی/کیفی	کیفی	بالا به پایین	پایین به بالا	بومی			
۱	مدل SCA	■					■			■					زیاد	ندارد	دارد
۲	مدل EU-OSHA			■		■	■			■				■	زیاد	دارد	دارد
۳	مدل $afety Pays			■	■			■	■			■		■	کم	دارد	ندارد
۴	مدل بادکنک (The Balloon Model)	■			■		■			■				■	زیاد	دارد	دارد
۵	روش Dutch			■	■		■			■				■	زیاد	دارد	دارد
۶	مدل PreventMatrix			■	■		■				■			■	زیاد	دارد	دارد
۷	مدل ROHSEI			■	■			■	■					■	زیاد	دارد	دارد
۸	مدل Net Cost	■				■	■		■						زیاد	دارد	دارد
۹	مدل TYTA	■			■			■	■			■			زیاد	دارد	ندارد
۱۰	مدل Productivity Assessment	■			■			■	■					■	زیاد	دارد	دارد
۱۱	مدل جعبه ابزار (ToolKit)			■	■			■		■				■	زیاد	دارد	دارد
۱۲	مدل CESMA	■			■			■	■					■	کم	دارد	دارد
۱۳	مدل بالقوه (Potential Method)	■			■			■			■			■	زیاد	دارد	دارد
۱۴	مدل SZW	■				■		■		■		■		■	زیاد	دارد	ندارد
۱۵	مدل بهداشت صنعتی آمریکا (IH Value Strategy)	■	■		■		■			■				■	زیاد	دارد	دارد
۱۶	مدل INAIL			■	■			■		■		■			زیاد	دارد	ندارد
۱۷	مدل CEOccAcc	■			■		■	■	■					■	زیاد	دارد	دارد
۱۸	مدل Theory of Constraints	■			■		■		■					■	زیاد	دارد	دارد
۱۹	مدل NEER		■		■			■	■					■	زیاد	دارد	ندارد
۲۰	مدل COS			■		■	■				■			■	زیاد	دارد	دارد



شکل ۲: ساختار سلسله مراتبی تعیین مدل بهینه

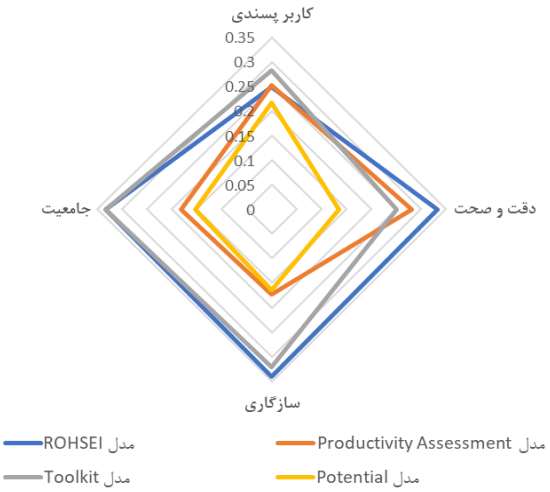
[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.50]

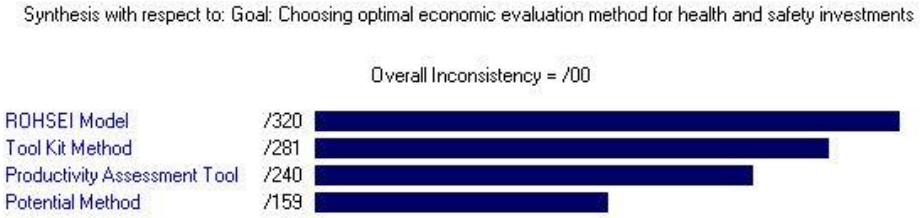
معیار دقت و صحت مدل و سازگاری مدل نشان داده شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد با افزایش وزن نسبی معیار سازگاری مدل از ۲۸ درصد به ۹۵ درصد اولویت‌بندی مدل‌ها تغییری نمی‌کند (شکل ۵).از طرف دیگر، با توجه به میزان زیاد اهمیت نسبی معیار دقت و صحت مدل، با تغییر وزن نسبی این معیار از ۴۹ درصد به ۸۰ درصد اولویت دو مدل جعبه ابزار (ToolKit) و Productivity Assessment جابه‌جا می‌شود (شکل ۶). تحلیل حساسیت نشان می‌دهد تا ۲۵ درصد تغییر (افزایش یا کاهش) در وزن معیارها، اولویت هیچ‌یک از مدل‌ها تغییر نخواهد کرد. با این وجود معیار دقت و صحت مدل، بیشترین حساسیت و معیار کارایی مدل، کمترین حساسیت را داشت. نرخ ناسازگاری و تحلیل حساسیت مدل نشان می‌دهد نتایج قابلیت اعتماد زیادی دارد.

جدول ۴: مقایسه زوجی معیارهای مختلف و وزن نسبی آن‌ها در AHP

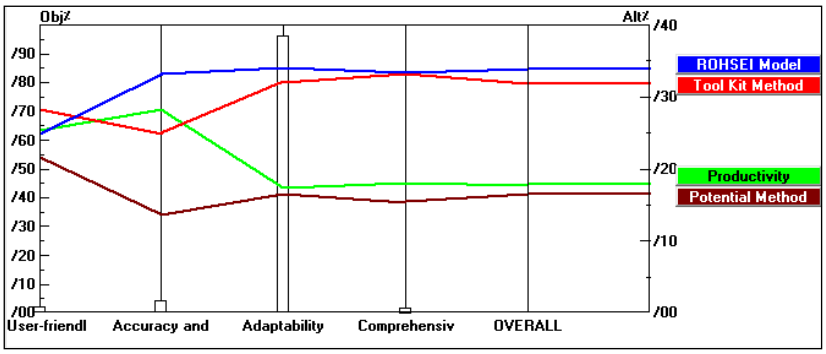
	کاربرپسندی	دقت و صحت	سازگاری	جامعیت	وزن نهایی
کاربرپسندی	۱	۰,۳۳	۰,۵۰	۲	۰/۱۵۲
دقت و صحت		۱	۲	۶	۰/۴۹۰
سازگاری			۱	۴	۰/۲۸۳
جامعیت				۱	۰/۰۷۶



شکل ۳: نمودار راداری وزن نسبی گزینه‌ها نسبت به هر معیار



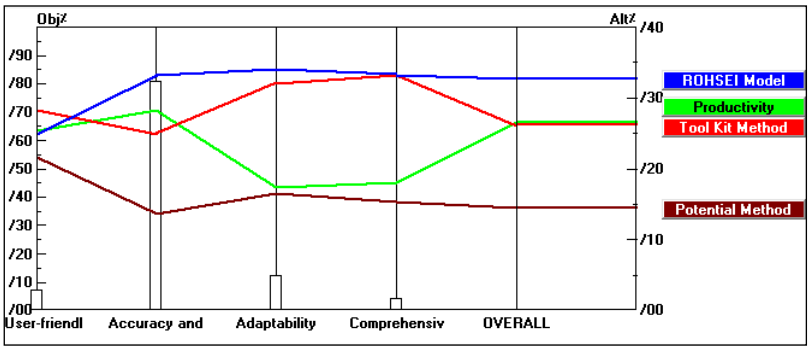
شکل ۴: اولویت‌بندی گزینه‌ها نسبت به هدف



شکل ۵: نمودار تحلیل حساسیت کارایی با تغییر وزن نسبی معیار سازگاری مدل روش از ۲۸ درصد به ۹۵ درصد

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.50]



شکل ۶: نمودار تحلیل حساسیت با تغییر وزن نسبی معیار دقت و صحت مدل از ۴۹ درصد به ۸۰ درصد

نتیجه‌گیری

صنایع همواره با منابع محدود مالی و انسانی دست‌وپنجه نرم می‌کنند و بقا در عرصه کسب‌وکار به چالشی ثابت برایشان تبدیل شده است؛ لذا استدلال اقتصادی در کنار الزامات قانونی همواره به‌عنوان مدلی کارآمد برای متقاعدساختن مدیران صنایع به‌منظور پیاده‌سازی پروژه‌های ایمنی و بهداشت محسوب می‌شود. از طرف دیگر، با توجه به تنوع معیارهای تصمیم‌گیری و مدل‌های متعدد تحلیل سود و زیان، انتخاب مدل مناسب به‌منظور ارزشیابی اقتصادی پروژه‌های ایمنی و بهداشت نسبت به یکدیگر یا مقایسه سود و زیان در دو حالت اجرا و عدم اجرای یک طرح پیشگیرانه، چالشی اساسی در این عرصه محسوب می‌شود. وجود معیارهای تأثیرگذار متعدد با ارجحیت‌های متفاوت در تصمیم‌گیری، عدم قطعیت‌های موجود در مسئله، فرایند تصمیم‌گیری را مشکل می‌کند. لذا ضرورت استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) محرز به نظر می‌رسد. در این بین، روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) قابلیت ارزیابی گزینه‌ها را به‌صورت شماتیک و ساده و همچنین توانایی پذیرش داده‌های ورودی متنوع (کمی ، کیفی، گرافیکی و...) را در فرایند انتخاب دارد.

به‌منظور حل مسئله تعیین مدل بهینه تحلیل اقتصادی پروژه‌های ایمنی و بهداشت شغلی، ابتدا مدل‌های موجود در این زمینه از طریق مرور منابع اطلاعاتی شناسایی شد. سپس معیارهای ورود به مطالعه و معیارهای انتخاب بر اساس مطالعات پیشین تعیین شدند. پس از اجرای دو مرحله غربالگری، ۲۰ مدل انتخاب و وارد مرحله بعد شد. پس از تطبیق مدل‌ها با معیارهای ورود به مطالعه (غربالگری نهایی)، ۴ مدل برای مقایسه و ارزیابی از طریق AHP انتخاب شدند. به‌منظور مدل‌سازی با AHP، ابتدا وزن نسبی هریک از معیارها با نظرسنجی از خبرگان و با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice محاسبه شد. درنهایت با اعمال وزن‌های ترجیحی مناسب برای هریک از روش‌ها، روش بازگشت سرمایه در سرمایه‌گذاری‌های ایمنی و بهداشت (ROHSEI) به‌عنوان مدل بهینه تحلیل اقتصادی پروژه‌های ایمنی و بهداشت شغلی انتخاب شد. روش‌های ToolKit (TK)، مدل Productivity Assessment و روش بالقوه (Potential Method) به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند.

در اواسط دهه ۱۹۹۰ میلادی، گروه ایمنی و بهداشت اتحادیه مشاوران منابع سازمان (ORC) با مشارکت ۱۵ کمپانی بزرگ صنعتی در کشور آمریکا، روشی نرم‌افزاری را برای تحلیل مالی تصمیمات و مبالغ سرمایه‌گذاری‌شده در ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست ابداع کردند؛ این روش بازگشت سرمایه در سرمایه‌گذاری‌های ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست یا به‌طور خلاصه ROHSEI نامیده شد [۳۳]. ROHSEI یک رویکرد تیمی و تسهیل‌شده است که شاخص‌های مالی را به زبان ساده محاسبه می‌کند. این مدل ابزاری نرم‌افزاری است که برای استفاده توسط مدیران و متخصصان حوزه ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست طراحی شده است تا از این طریق قادر باشند ارزش تجاری و مالی تصمیمات خود را بسنجند (انگیزه‌های مالی)، منابع مالی و انسانی واحد خود را به‌درستی تخصیص دهند (تخصیص نقدینگی محدود) و تصمیمات کنترلی خود را با بیشترین کارایی اقتصادی اجرا کنند (اثربخشی و کارایی).

شاخص‌هایی که امروزه توسط متخصصان ایمنی و بهداشت به کار می‌روند (از قبیل نرخ روزهای ازدست‌رفته کاری به علت صدمات و بیماری‌های شغلی، ازدست‌رفتن اموال، هزینه غرامت‌های کارگری، جریمه‌ها، تعداد افراد آموزش‌دیده، ارزیابی مواجهات، شبه‌حوادث، مشاهدات رفتاری و نتایج ممیزی‌ها) در اغلب موارد، به‌خوبی توسط کسانی که مسئول تأیید این برنامه‌ها هستند یا مدیرانی که منابع سازمان را تخصص می‌دهند، قابل درک نیست و بالعکس، بسیاری از متخصصان ایمنی و بهداشت برای استفاده از شاخص‌های مالی (مانند استهلاک، نرخ بازگشت سرمایه، دوره بازگشت، نرخ بازده داخلی، ارزش خالص فعلی) آموزش ندیده‌اند. ROHSEI به کارشناسان کمک می‌کند این‌گونه شاخص‌های به‌ظاهر نامربوط را محاسبه و اهداف واحد ایمنی و بهداشت را در چشم‌انداز مالی و برنامه کسب‌وکار شرکت ادغام کنند.

مدل ROHSEI فرایندی چهار مرحله‌ای است. این مدل اثرات (مثبت/ منفی) حاصل از اجرا یا عدم اجرای یک یا چند پروژه ایمنی و بهداشت را در قالب شاخص‌های مالی نظیر ارزش

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.50]

خالص فعلی، نرخ بازگشت سرمایه، نرخ بازده داخلی و دوره بازگشت سرمایه تنزیل‌یافته ارائه می‌دهد. نرم‌افزار این مدل به کاربر اجازه می‌دهد هزینه و سودهای هریک از گزینه‌های سرمایه‌گذاری را در دو ماژول اثرات مستقیم و اثرات پنهان وارد کند. ماژول اثرات مستقیم، اثراتی را شامل می‌شود که قابل رؤیت هستند و به‌سادگی کمّی می‌شوند؛ از قبیل زمان افت تولید، ساعات کاری کارکنان ایمنی و بهداشت، مواد اولیه ازدست‌رفته و مخارج و کالاهای سرمایه‌ای واحدها. ماژول اثرات پنهان به کاربر کمک می‌کند با استفاده از یک پرسش‌نامه ساختاریافته و ماتریس تصمیم، اثرات غیرمستقیم گزینه‌ها مانند تغییر در بهره‌وری، تغییر در کیفیت محصول، تغییر در رضایت مشتریان و ... را ارزیابی کند.

یکی از چالش‌های اساسی مطالعات اقتصادی در زمینه ایمنی و بهداشت، محاسبه دقیق زیان ناشی از افت بهره‌وری است [۳۴]. این مسئله در مشاغلی که به‌صورت تیمی انجام می‌شوند، اهمیت بیشتری دارد؛ چراکه افت بهره‌وری در یک فرد، باعث کاهش بهره‌وری در سایر افراد نیز می‌شود [۳۵]؛ مانند فعالیت‌هایی از قبیل خطوط مونتاژ که اجزا به‌صورت جزء به جزء یا نیمه-کامل در هر ایستگاه و به ترتیب افزوده می‌شود تا محصول نهایی تکمیل شود و فعالیت‌های پزشکی تیمی مانند تیم‌های جراحی که از پزشک جراح، تکنسین بیهوشی، پرستار و تکنسین اتاق عمل تشکیل شده است. ازآنجاکه مدل ROHSEI در ابتدا برای کارخانجاتی ساخته شده بود که خط مونتاژ داشتند، اثر افت بهره‌وری را به‌صورت تیمی و کامل محاسبه می‌کند.

هرچند استدلال‌های اقتصادی برای توجیه طرح‌های ایمنی و بهداشتی و متقاعدساختن مدیران عالی سازمان اثرگذاری زیادی دارد، مطالعات نشان می‌دهند در بیشتر مواقع مدیران میانی و عملیاتی با تحلیل و پیاده‌سازی این مداخلات مخالفت می‌کنند؛ چراکه از دیدگاه آن‌ها مداخلات ایمنی و بهداشتی برایشان سود مالی ندارد؛ بنابراین، آن‌ها علاقه‌ای به تغییر روال عادی کار برای تطبیق با نیازها و خواسته‌های کارگران ندارند [۳۶، ۳۷]. توصیه می‌شود از طریق به‌کارگیری مدل‌های مالی مانند ROHSEI هزینه و منافع به‌طور جداگانه برای همه ذی‌نفعان (کارگران، کارفرمایان، مدیران میانی) محاسبه شود تا همه از منافع بالقوه مداخلات آگاه شوند.

یکی از دلایلی که باعث می‌شود شرکت‌ها به فرایند ارزیابی‌های مالی در خصوص سرمایه‌گذاری در ایمنی اهمیت ندهند، پیچیدگی و زمان‌بر بودن این اندازه‌گیری‌هاست [۳۸]. استفاده از مدل‌های کاربردی معرفی‌شده در این مطالعه، تا حد زیادی این مشکل را برطرف می‌کند. همچنین در اغلب سازمان‌ها هزینه‌های حوادث شغلی به‌طور نظام‌مند محاسبه نمی‌شود؛ چراکه مدیران بر این باورند هزینه‌های این حوادث را عمدتاً بیمه پرداخت می‌کند [۳۰]. این درحالی است که بیمه تنها هزینه‌های مستقیم حوادث را پوشش می‌دهد و بخش زیادی از هزینه حوادث و صدمات که همان هزینه‌های پنهان هستند، بیمه‌پذیر نیستند. استفاده از مدل‌های تحلیل اقتصادی به متخصصان این حیطه کمک می‌کند مدیران خود را از وجود مقادیر زیاد هزینه‌های پنهان یا همان بخش پنهان کوه یخ آگاه سازند.

یکی از نقاط مثبت مدل ROHSEI این است که این مدل به شیوه بومی طراحی شده است؛ لذا هزینه‌های پنهان را متناسب با نوع صنعت شناسایی می‌کند. برآورد پولی بخشی از هزینه‌های پنهان مانند هزینه افت کیفیت زندگی کارکنان، هزینه شهرت ازدست‌رفته شرکت، درد و رنج کارگر و خانواده او دشوار است و عدم اطمینان زیادی دارد؛ به همین دلیل، برخی منابع توصیه می‌کنند که محاسبه شاخص‌های مالی نظیر نرخ سود به زیان، یک بار با درنظرگرفتن و بار دیگر بدون درنظرگرفتن آن‌ها گزارش شود [۳۹].

یکی دیگر از ملاحظات مهم در زمینه به‌کارگیری مدل‌های ارزشیابی اقتصادی، قابلیت تعمیم و کاربری مدل برای صنایع مختلف در کشورهای متعدد است [۴۰]. هر دو مدل ROHSEI و ToolKit در صنایع مختلف به‌کار گرفته شده و نتایج مفیدی را ارائه داده‌اند. بررسی‌ها نشان می‌دهد تا سال ۲۰۰۵، بیش از ۲۰۰ کمپانی، سازمان دولتی و انستیتوی تحقیقاتی در سرتاسر دنیا از مدل ROHSEI در زمینه‌های مختلف همچون نصب افشانه‌های آب خاموش‌کننده، مداخلات ارگونومیک، برنامه‌های ایمنی مبتنی بر رفتار و ... استفاده کرده‌اند [۳۳]. همچنین بیش از ۲۵۰۰ نفر در ۷۳۶ سازمان در ۸ کشور مختلف از مدل ToolKit (TK) استفاده کردند. در ۵۰ درصد از این موارد، سازمان‌ها خود ارزیابی انجام دادند تا از وضعیت ایمنی و بهداشت سازمان خود آگاه شوند. یافته‌های حاصل از همه این ارزیابی‌ها نسبت سود به هزینه ۳ تا ۳۳ را گزارش کردند و در هیچ‌یک از موارد مقدار منفی مشاهده نشد [۴۱].

مدیران شرکت‌ها با توجه به زمان محدود و بودجه اندک، تنها مایل هستند روی آن دسته از مسائل ایمنی و بهداشت تمرکز کنند که الزام قانونی دارند یا اثرات چشمگیری بر روند تولید دارند. با این وجود مطالعه Asche و همکارانش در سال ۲۰۰۴ نشان می‌دهد الزامات قانونی به‌تنهایی کارساز نیست، بلکه برای ارتقای سطح ایمنی سازمان، وجود تعادل میان اثبات ارزش اقتصادی و الزامات قانونی لازم و ضروری است [۴۲]. هرچند قانون‌گذاران قوانین و مقررات را به‌عنوان یک محرک و انگیزه برای کارفرمایان مطرح می‌کنند تا از این طریق آن‌ها را به سمت بهبود شرایط محیط کاری سوق دهند، این مقررات از دیدگاه کارفرمایان محدودیت تلقی و موجب بروز رفتارهای ناایمن از سوی آنان می‌شود؛ به‌طور مثال، در این شرایط کارفرمایان می‌کوشند منابع مالی را صرفاً به مواردی اختصاص دهند که الزام قانونی دارند و از سهم سایر بخش‌ها بکاهند. استفاده از مدل‌های اقتصادی مانند ROHSEI و ToolKit به

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.50]

متخصصان کمک می‌کند منابع محدودی را که در اختیار دارند، به شیوه‌ای کارآمد از نظر اقتصادی صرف کنند تا اهداف جزئی واحد ایمنی و بهداشت در راستای پیشبرد برنامه مالی بلندمدت سازمان جای گیرد.

به‌منظور مقایسه یافته‌های حاصل از این تحقیق با مطالعات دیگر محققان، مطالعه‌ای در زمینه انتخاب مدل مناسب تحلیل اقتصادی در زمینه ایمنی و بهداشت شغلی یافت نشد. با این وجود از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) و خصوصاً روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در زمینه‌های مختلف ایمنی و بهداشت ازجمله ارزیابی خطرات ایمنی و بهداشتی، شناسایی مخاطرات، آلودگی هوای تنفسی کارگران و ... به فراوانی استفاده شده است.

نتیجه‌گیری

متخصصان HSE شاغل در صنایع می‌توانند به‌منظور بیان انگیزه‌های مالی اهداف خود، تخصیص منابع محدود و بهبود کارایی اقتصادی طرح‌های خود از مدل ROHSEI استفاده کنند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند از یکایک اعضای محترم پنل خبرگان که ما را در این پژوهش مساعدت کردند، تشکر و قدردانی کنند.

تضاد منافع

در مطالعه حاضر هیچ‌گونه تضاد منافعی برای نویسندگان گزارش نمی‌شود.

ملاحظات اخلاقی

اهداف مطالعه برای پنل خبرگان تشریح شد و تمام خبرگان آگاهانه و با رضایت کامل در مطالعه شرکت کردند. همچنین در حین پژوهش حق ترک مطالعه نیز برای خبرگان در نظر گرفته شد.

سهم نویسندگان

همه نویسندگان به یک اندازه در طراحی و اجرای مطالعه مشارکت داشتند.

حمایت مالی

پژوهش حاضر تحت حمایت مالی هیچ سازمان و دانشگاهی نبوده است.

REFERENCES

1. Jain A, Leka S, Zwetsloot GI. The economic, business and value case for health, safety and well-being. Managing health, safety and well-being. Dordrecht: Springer; 2018. P. 67-98. DOI: 10.1007/978-94-024-1261-1_3
2. Lucchini RG, London L. Global occupational health: current challenges and the need for urgent action. *Ann Glob Health*. 2014;**80**(4):251-6. PMID: 25459325 DOI: 10.1016/j.aogh.2014.09.006
3. Leppink N. Socio-economic costs of work-related injuries and illnesses: building synergies between occupational safety and health and productivity. Available at: URL: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/---ro-geneva/---ilo-rome/documents/genericdocument/wcms_415608.pdf; 2015.
4. Safety and health at work (Safety and health at work). International Labour Organization (ILO). Available at: URL: https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang--en/index.htm; 2019.
5. Palaz S, Çolak O. Economic development and incidence of fatal occupational accidents: Evidence from the selected OECD countries. *Dubrovnik Int Econ Meeting*. 2017;**3**(1):913–24.
6. Ikpe E, Potts K, Proverbs D, Oloke D. A critical assessment of the viability of cost benefit analysis in the management of construction health and safety. CME 25 Conference Construction Management and Economics, Reading, England; 2007. P. 721.
7. Tompa E, de Oliveira C, Dolinschi R, Irvin E. A systematic review of disability management interventions with economic evaluations. *J Occup Rehabil*. 2008;**18**(1):16-26. PMID: 18259843 DOI: 10.1007/s10926-007-9116-x
8. Hinze JW. Indirect costs of construction accidents. Austin: University of Texas; 1991.
9. Chen H, Hou C, Zhang L, Li S. Comparative study on the strands of research on the governance model of international occupational safety and health issues. *Saf Sci*. 2020;**122**:104513. DOI: 10.1016/j.ssci.2019.104513
10. Kigozi J, Jowett S, Lewis M, Barton P, Coast J. Estimating productivity costs using the friction cost approach in practice: a systematic review. *Eur J Heal Econ*. 2016;**17**(1):31-44. PMID: 25387561 DOI: 10.1007/s10198-014-0652-y
11. Santana VS, Araújo-Filho JB, Albuquerque-Oliveira PR, Barbosa-Branco A. Occupational accidents: social insurance costs and work days lost. *Rev Saude Publica*. 2006;**40**(6):1004-12. PMID: 17173156 DOI: 10.1590/s0034-89102006000700007
12. Biddle EA, Ray TK, Owusu-Edusei K, Camm T. Synthesis and recommendations of the economic evaluation of OHS interventions at the company level conference. *J Saf Res*. 2005;**36**(3):261-7. PMID: 16038935 DOI: 10.1016/j.jsr.2005.06.008
13. Lim MK. Health and economic impact of occupational health services. *Scand J Work Environ Health*. 2005;**1**(Suppl):38-42.
14. Cagno E, Micheli GJ, Masi D, Jacinto C. Economic evaluation of OSH and its way to SMEs: a constructive review. *Saf Sci*. 2013;**53**:134-52. DOI: 10.1016/j.ssci.2012.08.016
15. Uegaki K, de Bruijne MC, Lambeek L, Anema JR, Van der Beek AJ, Van Mechelen W, et al. Economic evaluations of occupational health interventions from a corporate perspective–a systematic review of methodological quality. *Scand J Work Environ Health*. 2010;**36**(4):273–88. PMID: 20473477 DOI: 10.5271/sjweh.3017
16. Rose LM, Orrenius UE, Neumann WP. Work environment and the bottom line: Survey of tools relating work environment to business results. *Hum Factors Ergon Manuf Serv Indust*. 2013;**23**(5):368–81. DOI: 10.1002/hfm.20324
17. Heidarimoghadam R, Hassan-alhosseini SM. Cost-benefit analysis and assessment of ergonomic interventions effects: case study boiler and equipment engineering and manufacturing company. *J Occup Hyg Eng*. 2015;**2**(3):10-6.
18. Babaei M, Gorbani Shahna F, Bahrami A. Comparative study of cost-benefit integrated system of water spary with industrial ventilation and bag filters in a minerals processing company. *J Occup Hyg Eng*. 2016;**3**(1):41–50. DOI: 10.21859/johe-03016

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.50]

19. Jallon R, Imbeau D, De Marcellis-Warin N. Development of an indirect-cost calculation model suitable for workplace use. *J Safety Res*. 2011;**42**(3):149–64. PMID: 21855685 DOI: 10.1016/j.jsr.2011.05.006
20. Linhard JB. Understanding the return on health, safety and environmental investments. *J Safety Res*. 2005;**36**(3):257-60. PMID: 16038936 DOI: 10.1016/j.jsr.2005.06.007
21. Fram EH. We can do a better job of selecting international distributors. *J Busin Ind Mark*. 1992;**7**(2):61–70. DOI: 10.1108/08858629210037218
22. Golbabaei F, Azar A, Ganji Kazemian M. Designing a model for selection of air pollution control equipment using fuzzy logic. *Heal Saf Work*. 2014;**4**(2):37-50.
23. Amiri M, Ardeshir A, Abbasi A. Hybrid approach for occupational hazard assessment in road construction projects. *Heal Saf Work*. 2019;**8**(4):345–58.
24. Heydari M, Omidvari M, Fam IM. Presenting of a material exposure health risk assessment model in Oil and Gas Industries (case study: Pars Economic and Energy Region). *Heal Saf Work*. 2014;**3**(4):11–22.
25. Saaty TL. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *J Math Psychol*. 1977;**15**(3):234–81. DOI: 10.1016/0022-2496(77)90033-5
26. Saaty TL. The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation. New York: McGraw-Hill; 1980.
27. Rose LM, Orrenius UE, Neumann WP. Work environment and the bottom line: Survey of tools relating work environment to business results. *Hum Factors Ergon Manuf Serv Indust*. 2013;**23**(5):368–81. DOI: 10.1002/hfm.20324
28. Reniers GL, Brijs T. An overview of cost-benefit models/tools for investigating occupational accidents. *Chem Engin Transact*. 2014;**2014**:36. DOI: 10.3303/CET1436008
29. Rikhardsson PM, Impgaard M. Corporate cost of occupational accidents: an activity-based analysis. *Accid Anal Prev*. 2004;**36**(2):173–82. PMID: 14642872 DOI: 10.1016/s0001-4575(02)00147-1
30. Dorman P. The economics of safety, health, and well-being at work: an overview. Geneva: ILO; 2000.
31. Oxenburgh M, Marlow P. The pductivity asessment tol: computer-based cost benefit analysis model for the economic assessment of occupational health and safety interventions in the workplace. *J Saf Res*. 2005;**36**(3):209-14. PMID: 16038939 DOI: 10.1016/j.jsr.2005.06.002
32. Van den Broek K, De Greef M, Van Der Heyden S. Final report socio-economic costs of accidents at work and work-related ill health VT-2008/066. *Eur Comm Dir Employment Soc Aff Inclusion Benefits Occup Saf Heal*. 2011;**74**:1–217.
33. Linhard JB. Understanding the return on health, safety and environmental investments. *J Safety Res*. 2005;**36**(3):257-60. PMID: 16038936 DOI: 10.1016/j.jsr.2005.06.007
34. Mattke S, Balakrishnan A, Bergamo G, Newberry SJ. A review of methods to measure health-related productivity loss. *Am J Manag Care*. 2007;**13**(4):211-7. PMID: 17408341
35. Zhang W, Bansback N, Anis AH. Measuring and valuing productivity loss due to poor health: a critical review . *Soc Sci Med*. 2011;**72**(2):185–92. PMID: 21146909 DOI: 10.1016/j.socscimed.2010.10.026
36. Guimarães LB, Ribeiro JLD, Renner JS. Cost-benefit analysis of a socio-technical intervention in a Brazilian footwear company. *Appl Ergon*. 2012;**43**(5):948-57. PMID: 22464605 DOI: 10.1016/j.apergo.2012.01.003
37. Scott PA. Sustainability: an ergonomics watchword for the twenty-first century. Ergonomics in Developing Regions. Florida: CRC Press; 2009. P. 437-44.
38. Paltrinieri N, Dechy N, Salzano E, Wardman M, Cozzani V. Lessons learned from toulouse and buncefield disasters: from risk analysis failures to the identification of atypical scenarios through a better knowledge management. *Risk Anal*. 2012;**32**(8):1404–19. PMID: 22211299 DOI: 10.1111/j.1539-6924.2011.01749.x
39. Tompa E, Dolinschi R, De Oliveira C, Amick BC, Irvin E. A systematic review of workplace ergonomic interventions with economic analyses. *J Occup Rehabil*. 2010;**20**(2):220-34. PMID: 19890618 DOI: 10.1007/s10926-009-9210-3
40. Kandi N, Lamri LR. Trial to assess the health situation of workers at the level of companies in the municipality of Bejaia. [Doctoral Dissertation]. Algeria: University Abderrahmane Mira Bejaia; 2010.
41. Amador-Rodezno R. An overview to CERSSO's self evaluation of the cost-benefit on the investment in occupational safety and health in the textile factories: "a step by step methodology". *J Safety Res*. 2005;**36**(3):215-29. PMID: 16038938 DOI: 10.1016/j.jsr.2005.06.001
42. Asche F, Aven T. On the economic value of safety. *Risk Decis Policy*. 2004;**9**(3):253–67. DOI: 10.1080/14664530490505602
43. Rose L, Örtengren R. Personal injury risk management in companies. Proceedings of the International Seminar on Risk Management & Human Reliability in Social Context. Karlstad, Sweden; 2000. P. 15–6.
44. Mossink JC, de Greef M. Inventory of socioeconomic costs of work accidents. Bilbao: Office for Official Publications of the European Communities; 2002.
45. Handbook, Occupational Outlook. department of labor. Washington, D.C: Occupational Safety and Health Administration; 2013.
46. Johanson U, Johrén A. Personnel economics today. Sweden: Uppsala Publishing House; 2007.
47. Koningsveld EA. Participation for understanding: an interactive method. *J Safety Res*. 2005;**36**(3):231-6. PMID: 16024044 DOI: 10.1016/j.jsr.2005.06.004
48. Prevent. Available at: URL: https://prevent.be/en; 2011.
49. Lahiri S, Gold J, Levenstein C. Net-cost model for workplace interventions. *J Safety Res*. 2005;**36**(3):241-55. PMID: 16038937 DOI: 10.1016/j.jsr.2005.06.006
50. Eurostat C. Statistical analysis of socio-economic costs of accidents at work in the European Union. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2004.
51. Reniers G, Brijs T. Major accident management in the process industry: An expert tool called CESMA for intelligent allocation of prevention investments. *Proc Saf Environ Prot*. 2014;**92**(6):779–88. DOI: 10.1016/j.psep.2014.02.003
52. Bergström M. The potential-method-an economic evaluation tool. *J Saf Res*. 2005;**36**(3):237-40. PMID: 16026800 DOI: 10.1016/j.jsr.2005.06.005
53. Aneziris O, de Baedts E, Baksteen J, Bellamy L, Bloemhoff A, Damen M, et al. The quantification of occupational risk The development of a risk assessment model and software. Available at: URL: https://www.rivm.nl/publicaties/quantification-of-occupational-risk-development-of-a-risk-assessment-model-and-software; 2008.
54. American Industrial Hygiene Association. Demonstrating the Business Value of Industrial Hygiene. Virginia, United States: American Industrial Hygiene Association; 2008.
55. Barra I. OH&S economic analysis: the INAIL model. The 8th IOHA International Scientific Conference, Rome, Italy; 2010.
56. Barra I, Fioretti P, Terracina A. Sulla "non sicurezza"-un modello di calcolo che stima i costi aziendali (on "non-safety"–a calculation model that estimates the costs of enterprises). *Ambiente Sicurezza*. 2009;**21**:46-50.
57. Barra I, Fioretti P, Morinelli G, Terracina A. A user-friendly software to calculate OH&S cost and saving. The 29th ICOH, International Congress on Occupational Health, Cape Town, South, Africa; 2009. P. 22–7.
58. Vankerckhoven D. A practical tool for the estimation of the direct and indirect costs of occupational accidents. [Doctoral Dissertation]. Leuven, Belgium: Katholieke Universiteit Leuven; 2008.
59. New experimental experience rating (NEER) program. The Workplace Safety and Insurance Board. Available at: URL: https://www.wsib.ca/en/new-experimental-experience-rating-neer-program; 2020.
60. Behm M, Veltri A, Kleinsorge I. The cost of safety cost analysis model helps build business case for safety. *Prof Saf*. 2004;**49**(4):22-9.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.50]

پیوست الف: فهرست مشخصات مدل‌های تحلیل اقتصادی مطالعه‌شده

ردیف	مدل (نام رسمی)	منبع	ابزار اجرای مدل (کاغذ و خودکار/ نرم‌افزار)	روش ارزیابی (کیفی/ کمّی)	رویکرد مدل (بالا به پایین/ پایین به بالا/ بومی)	خروجی مدل	سازگاری مدل	داده‌های موردنیاز	سایر مشخصات روش
۱	مدل SCA	[۴۳]	کاغذ و خودکار	کمّی و کیفی؛ مدلی به‌منظور ارزیابی ریسک‌ها از منظر اقتصادی	بومی	نسبت سود به هزینه، زمان و سود لازم برای جبران خسارات	همه محیط‌های شغلی	داده‌های موجود در کمپانی شامل نوع و تعداد جراحات، تعداد روزهای غیبت از کار و ...	مزیت: هزینه‌های پنهان مانند بهره‌وری ازدست‌رفته، هزینه‌های مدیریتی، اضافه‌کاری‌ها، هزینه‌های توان‌بخشی صدمه‌دیدگان را نیز در محاسبات منظور می‌کند.
۲	لیست هزینه‌های اقتصادی-اجتماعی حوادث شغلی (مدل EU-OSHA)	[۴۴]	کاغذ و خودکار	کمّی و کیفی؛ دارای رویکرد پنج مرحله‌ای	بومی	ارائه جداولی با لیست‌هایی از اجزای (آیتم‌ها، هزینه‌ها و منافع) مربوطه ارزشیابی (مقادیر پولی)؛ ارائه پیشنهاداتی برای جست‌وجوی منافع بیشتر در سطح کمپانی	هر نوع کارگاهی با هر اندازه‌ای، انعطاف‌پذیری زیادی دارد	توجه به روابط علیتی موجود بین شرایط کاری و حوادث و همچنین بین اقدامات پیشگیرانه و اثراتشان	توجه فرد را به اصل «علل چندگانه، اثرات چندگانه» جلب می‌کند؛ یعنی رسیدن از شاخص‌های کیفی به مقادیر کمّی (مالی)
۳	مدل Safety Pays (مدل پیشنهادی سازمان OSHA)	[۴۵]	نرم‌افزار (تحت وب)	کمّی؛ دارای رویکرد یک مرحله‌ای و آسان	بالا به پایین	هزینه جراحات و بیماری‌ها و همچنین سود موردنیاز (فروش لازم) برای جبران آن‌ها را ارائه می‌دهد. هزینه‌های غیرمستقیم را با استفاده از ضرایب از پیش تعیین‌شده و بر مبنای بزرگی هزینه‌های مستقیم برآورد می‌کند. هیچ‌گونه تحلیل مالی مانند نسبت سود به هزینه (CBA) و اثربخشی به هزینه (CEA) ارائه نمی‌دهد.	در همه صنایع و معادن قابل استفاده است؛ تأثیر جراحات و بیماری‌ها را بر سوددهی صنعت می‌سنجد.	بر مبنای داده‌های به‌دست‌آمده از کنسول ملی بیمه و غرامت آمریکا (NCCI) و اطلاعات کاربر مانند نوع و تعداد جراحت، حاشیه سود کمپانی و ... هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم را برآورد می‌کند.	مزیت: دامنه گسترده از انواع جراحات و بیماری‌ها را شامل می‌شود. محدودیت: هزینه‌های درد و رنج کارگر، هزینه‌های قانونی مانند جریمه و هزینه‌های مدیریتی را در نظر نمی‌گیرد.
۴	مدل بادکنک (The Balloon Model)	[۴۶]	کاغذ و خودکار	کمّی و کیفی؛ دارای رویکرد هشت مرحله‌ای است که از ارزیابی مشکل آغاز می‌شود و تا انتها آن را دنبال می‌کند.	بومی	نسبت سود به هزینه (C/B)، دوره بازگشت سرمایه	در همه سازمان‌ها و برای انواع معضلات محیط‌های شغلی اعم از صدمات و بیماری‌ها قابل استفاده است.	داده‌های مربوط به تولید سازمان، داده‌های لازم برای تعیین نسبت سود به هزینه	مزیت: روش در زمان نسبتاً کوتاهی قابل انجام است. به دو زبان سوئدی و انگلیسی موجود است.
۵	مشارکت برای آگاهی (روش Dutch)	[۴۷]	کاغذ و خودکار	کمّی و کیفی	بومی	این روش هیچ الگوریتم خاصی را برای محاسبات ارائه نمی‌کند (مطابق این روش هزینه‌ها و منافع به‌سادگی بر پایه داده‌های موجود، اندازه‌گیری‌ها یا نظرات خبرگان جمع‌آوری می‌شوند.)	در همه کارگاه‌ها بخصوص صنایع کوچک و متوسط؛ همان‌طور که در توضیحات روش اشاره می‌کند: «... یک روش ساده برای متقاعدکردن مدیران کمپانی‌های سنتی و کوچک است تا بر مبنای فرضیات حقیقی تصمیم‌گیری کنند.»	توجه به رابطه بین فاکتورهای OSH و پیشگیری	بیشتر یک روش اصولی عمومی است تا یک روش کار مشخص؛ این روش نسبت به مدل‌های نرم‌افزاری کاربرپسندتر است. محدودیت‌ها: به تعدادی خبره برای مصاحبه نیازمند است. مزایا: نسبت به سایر روش‌ها انعطاف‌پذیری بیشتری دارد، مقادیر کمتری از داده‌ها را نیاز دارد.
۶	مدل ماتریس پیشگیری (مدل Prevent Matrix)	[۴۸]	کاغذ و خودکار	کیفی	بومی	این مدل ماتریس هزینه را بر اساس طبقه‌بندی هزینه‌ها و حامل‌های هزینه ایجاد می‌کند و یک دورنمای کلی از هزینه‌های حادثه در شرکت ارائه می‌دهد.	یک مدل بلژیکی ساده که انواع آیتم‌های هزینه در یک کمپانی را مشخص می‌کند.	روشی برای جمع‌آوری داده‌ها ندارد. از داده‌های ثبت‌شده و بایگانی‌ها استفاده می‌کند.	مزیت: سادگی و راحتی استفاده محدودیت: هیچ معیار و شاخص مالی کمّی ارائه نمی‌دهد.
۷	بازگشت سرمایه‌گذاری ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست (روش ROHSEI)	[۲۰]	نرم‌افزار	کمّی؛ رویکردی چهار مرحله‌ای که دارای یک چارچوب حسابداری و مالی است.	بومی	معیارهای مالی را محاسبه می‌کند (مانند نرخ بازگشت سرمایه (ROI)، دوره بازگشت سرمایه تنزیل‌یافته (DPP)، نرخ بازگشت داخلی (IRR)، ارزش خالص فعلی (NPV)، بازده حقوق صاحبان سهام (ROE)، نرخ بهره‌وری، ارتقای دستمزدها و ...)	مدلی مناسب برای شرکت‌های بزرگ و افراد آموزش‌دیده؛ تا سال ۲۰۰۵ بیش از ۲۰۰ شرکت، آژانس دولتی و مؤسسات آموزشی مدل ROHSEI را آموزش دیده بودند.	در این روش داده‌های حسابداری، داده‌های مرسوم ایمنی و بهداشت (مانند روزهای ازدست‌رفته، اموال ازدست‌رفته، مشاهدات رفتاری، نتایج ممیزی‌ها) به معیارهای مالی تبدیل می‌شوند.	یک نسخه ارتقایافته از روش ROHSEI بعدها در سال ۲۰۰۸ ارائه شد.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.50]

ادامه پیوست الف.

۸	روش هزینه‌های خالص (روش Net Cost)	[۴۹]	کاغذ و خودکار	کمّی؛ دارای یک چارچوب حسابداری و مالی برای محاسبه هزینه‌های (سود و زیان) خالص	بومی	هزینه خالص را از طریق کسرکردن هزینه‌های پیشگیری‌شده از هزینه‌های سرمایه‌گذاری محاسبه می‌کند؛ همه اجزا در واحدهای پولی بیان می‌شوند تا درنهایت ارزش خالص هزینه محاسبه شود.	برای مداخلات ارگونومیک ارائه شده است، اما می‌تواند برای هر نوع مداخله OSH استفاده شود؛ مناسب برای صنایع	داده‌ها به‌وسیله یک پرسش‌نامه جمع‌آوری و سپس به واحدهای پولی تبدیل می‌شوند.	محدودیت‌ها: رویکرد محاسباتی پیچیده، ارزشیابی منافع کیفی را شامل نمی‌شود. همچنین این روش راهکاری برای تعیین اثرگذاری مداخله ارائه نمی‌دهد.
۹	مدل TYTA (مدل پیشنهادی وزارت بهداشت و امور اجتماعی فنلاند)	[۵۰]	نرم‌افزار	کمّی؛ مدلی محاسباتی برای برآورد اثر اقتصادی محیط کار در سطح سازمان	بالا به پایین	برآورد زیان مالی (مستقیم و غیرمستقیم) ناشی از حوادث شغلی؛ چارچوب هزینه‌ها: هزینه‌های غیبت و اثرات آن، هزینه‌های افزایش حق بیمه کمپانی، هزینه‌های جایگزینی کارگر، افت بهره‌وری	برای همه حوادث شغلی و صدمات حاد به‌کار می‌رود.	روی روزهای ازدست‌رفته کاری تمرکز دارد. از داده‌های موجود در صنعت استفاده می‌کند.	محدودیت: اثرات مالی بیماری‌های شغلی را به ندرت محاسبه می‌کند. شاخص اقتصادی تحلیلی (CBA، CEA و ...) ارائه نمی‌دهد.
۱۰	مدل ارزیابی بهره‌وری (روش Product Ability)	[۳۱]	نرم‌افزار	کمّی؛ این روش با رویکرد چهار مرحله‌ای، تغییرات در بهره‌وری را به درصد بیان می‌کند.	بومی	مقادیر صرفه‌جویی (Saving) (که برابر است با اختلاف بین مقادیر قبل و بعد از مداخله) و دوره بازگشت سرمایه را محاسبه می‌کند. هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم (پنهان) را در نظر می‌گیرد. هزینه‌های غیرمستقیم را به‌عنوان درصدی از هزینه‌های مستقیم برآورد می‌کند، اما این نسبت از پیش تعیین‌شده نیست.	نویسنده بیان می‌کند که این روش به‌راحتی در مشاغل تولیدی و خدماتی قابل به‌کارگیری است.	داده‌ها: ساعت کاری پرداخت‌شده توسط کارفرما و ساعات کار بدون تولید (زمانی که کارگر به‌طور فعال تولید نمی‌کند). این اختلاف با استفاده از میانگین دستمزد کارگران، به مقادیر پولی تبدیل می‌شود.	مزیت: این روش نسبتاً ساده است. محدودیت: برای مداخلات کوتاه‌مدت مناسب است (دوره بازگشت سرمایه بین ۶ تا ۱۲ ماه)، شاخص‌های کیفی را شامل نمی‌شود (مثل تغییر در کیفیت).
۱۱	مدل جعبه ابزار؛ مدل ToolKit؛ همچنین به‌عنوان روش خودارزشیابی CERSSO شناخته می‌شود.	[۴۱]	نرم‌افزار	کمّی و کیفی؛ یک رویکرد شش مرحله‌ای که با ارزیابی ریسک آغاز می‌شود و درنهایت دورنمایی کلی از وضعیت ایمنی و بهداشت کمپانی ارائه می‌دهد. (رویکرد کیفی برای ارزیابی ریسک‌ها و رویکرد کمّی برای ارزشیابی اقتصادی)	بومی	معیارهای ضروری آن عبارت‌اند از: هزینه‌ها (مقادیر پولی قبل و بعد از مداخله). هزینه اثرات نشان‌دهنده هزینه‌های پیشگیری‌شده یا مقادیر پولی صرفه‌جویی‌شده است. خروجی اصلی روش نسبت سود به هزینه است. این مدل با اقتباس از مدل بادکنک (The Balloon Model)، یک نمودار از اثرات مداخله ارائه می‌کند.	ابتدا این روش برای استفاده در کارخانجات تولید پوشاک در آمریکای مرکزی ارائه شده است؛ قابل کاربرد در شرکت‌هایی با هر اندازه‌ای (کوچک تا بزرگ)	برای تصمیم‌گیری در زمینه مداخلات به روابط علیتی و فاکتورهای OSH توجه می‌کند. به کاربران اجازه می‌دهد داده‌ها را از ارزیابی ریسک‌ها، داده‌های اپیدمیولوژیک، داده‌های بالینی، مهندسی و حسابداری جمع‌آوری کنند.	مدلی کاربردی برای کمک به شرکت‌ها در تشخیص خطرات محیط کار و تخمین هزینه‌ها و منافع سرمایه‌گذاری در زمینه OSH. کاربران هدف مدیران خط تولید و کارگران هستند. بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۵، بیش از ۷۳۶ کارخانه پوشاک از این مدل استفاده کرده‌اند. به زبان‌های اسپانیایی و انگلیسی موجود است.
۱۲	مدل CESMA	[۵۱]	نرم‌افزار (صفحه گسترده)	کمّی؛ یک رویکرد دو مرحله‌ای	بومی	نرخ سود- هزینه (BCA)، نرخ اثربخشی-هزینه (CEA)	این مدل برای حوادث بزرگ (Major Accident) در دسترس است که داده‌های قبلی در خصوص نرخ وقوع آن‌ها اندک است.	آیتم‌های هزینه را برای کاربر مشخص می‌کند؛ فرمول‌های محاسبه هر آیتم را ارائه می‌دهد. کاربر باید اطلاعات مالی همچون نرخ تنزیل، هزینه اقدامات پیشگیرانه، فاکتور عدم تناسب (Disproportion Factor) را وارد کند.	روشی کاربرپسند و جامع برای ارزشیابی اقدامات کنترلی در حوادث بزرگ به‌خصوص حوادث فرایندی
۱۳	مدل بالقوه (Potential Method)	[۵۲]	نرم‌افزار	کیفی؛ این مدل برپایه مدل‌های قبلی است. (چارچوب روش ProductAbility را دنبال می‌کند.)	بومی	صرفه‌جویی یا سود کلی را از طریق تعیین اختلاف بین قبل و بعد از مداخله برآورد می‌کند، دوره بازگشت سرمایه را نیز محاسبه می‌کند.	دامنه کاربرد این روش صریح و شفاف نیست و تنها بیان می‌کند که سازمان‌ها می‌توانند از آن استفاده کنند؛ بدون اینکه مشخص کند چه نوع سازمانی. مثالی از یک مداخله ارگونومیک می‌زند که در یک شرکت ذوب‌آهن با ۶۰ کارگر (کمپانی سایز متوسط) انجام شده است. با این وجود تعداد زیادی از متغیرها در نرم‌افزار، کاربرد این روش را در شرکت‌های بزرگ امکان‌پذیر می‌کند.	داده‌هایی از قبیل ساعات کار مفید و متوسط هزینه کار (قبل و بعد از مداخله) را مورد استفاده قرار می‌دهد.	این روش یک شاخص خوب از اثرات مداخلات ایمنی و بهداشت فراهم می‌آورد؛ چارچوب کلی شامل بیش از ۳۰۰ متغیر است، اما فقط مقادیر ۱۲ متغیر از این ۳۰۰ متغیر لازم است تا یک تجزیه‌وتحلیل اقتصادی مرتبط با مداخلات به‌دست آید.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.50]

ادامه پیوست الف.

۱۴	مدل SZW (مدل پیشنهادی وزارت اشتغال و امور اجتماعی هلند)	[۵۳]	نرم‌افزار	کمّی و کیفی؛ ارزیابی ریسک و ارزشیابی اقتصادی کنترل آن در فعالیت‌های شغلی	بالا به پایین	این مدل از طریق انجام اثربخشی- هزینه به دنبال کاهش خطرات در مشاغل است.	برای ۳۶ سناریوی حادثه مانند سقوط از ارتفاع و ... کابرد دارد.	داده‌های لازم شامل نوع شغل، زمان کار، انتخاب اقدام کنترلی و ... است.	مزیت: جزئیات زیادی را شامل می‌شود. محدودیت: بر مبنای داده‌های کشور هلند طراحی شده است.
۱۵	مدل بهداشت صنعتی امریکا (IH Value Strategy)	[۵۴]	کاغذ و خودکار	کمّی و کیفی؛ رویکردی هشت مرحله‌ای دارد. این روش هم یک مدل (راهنما) و هم یک ابزار عملی است؛ این روش برگرفته از ROHSEI است.	بومی	ارزش مداخله را محاسبه و در قالب چندین شاخص مالی بیان می‌کند: نرخ بازگشت سرمایه (ROI)، نرخ بازگشت داخلی (IRR)، ارزش خالص فعلی (NPV)، دوره بازگشت سرمایه تنزیل‌یافته و ...	در حال حاضر این روش محدود به بهداشت صنعتی (IH) است. انجمن متخصصان بهداشت صنعتی آمریکا (AIHA) اظهار می‌کند این روش در طیف گسترده‌ای از صنایع به کار گرفته شود. روش مناسب برای شرکت‌های بزرگ است.	داده‌های حسابداری (داده‌های مرسوم بهداشت صنعتی به معیارهای مالی تبدیل می‌شوند.)	روشی برای ارزشیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری (مداخلات). روشی جامع و کاملاً پیچیده است. این روش به داده‌های با جزئیات بالازیاد و صحیح نیاز دارد (دقیقاً مانند ROHSEI).
۱۶	مدل سازمان جبران خسارات کارگری ایتالیا (مدل INAIL)	[۵۵–۵۷]	نرم‌افزار	کمّی و کیفی	بالا به پایین	یک برآورد کلی از صرفه‌جویی‌های ممکن (Possible Savings) مرتبط با بهبود شرایط ایمنی و بهداشت	برای انواع شرکت‌ها در هر اندازه و با هر نوع فعالیتی طراحی شده است.	ازآنجاکه شرکت‌های کوچک‌تر ممکن است داده‌های آماری ایمنی و بهداشت را نداشته باشند، لذا این مدل از داده‌های ملی سازمان غرامت‌های کارگری ایتالیا (INAIL) استفاده می‌کند.	این مدل توسط سازمان غرامت‌های کارگری ایتالیا (INAIL) ارائه شده است. برآوردها بر اساس مقایسه صورت می‌گیرند (استفاده از زیرمجموعه‌های داده شامل همان بخش فعالیت، اندازه مشابه و منطقه مشابه).
۱۷	مدل CEOccAcc	[۵۸]	کاغذ و خودکار	کمّی و کیفی	بومی	خروجی مدل شامل شاخص‌های مالی مانند دوره بازگشت سرمایه (Payback Period)، هزینه‌های صرفه‌جویی‌شده و سود لازم برای جبران زیان‌هاست.	محدودیتی برای کاربرد مدل ذکر نشده است. تمرکز روی حوادث شغلی است.	آیتم‌های دخیل در هزینه بر اساس تعیین اثر حادثه بر بخش‌های مختلف مانند کارگران، تجهیزات، محیط کار، سازمان، مشتریان، شرکا و ... محاسبه می‌شوند.	مزیت: پیچیده نیست.
۱۸	مدل Theory of Constraints	[۳۰]	کاغذ و خودکار	کمّی	بومی	هزینه کل (به تفکیک مستقیم و غیرمستقیم) را محاسبه می‌کند. نسبت هزینه‌های مستقیم به غیرمستقیم را می‌توان تعیین کرد. اقدامات کنترلی و هزینه‌های مربوط به آن را درنظر نمی‌گیرد. شاخص مالی تحلیلی ارائه نمی‌دهد.	برای همه حوادث صنعتی کاربرد دارد.	هزینه حوادث شغلی را در پنج دسته مستقیم، غیرمستقیم، پرداخت‌ها به کارگر جایگزین، غیرقابل اندازه‌گیری (شامل هزینه‌های اخلاقی و وجه کمپانی) تقسیم می‌کند.	محدودیت: فقط حوادث را شامل می‌شود.
۱۹	مدل NEER	[۵۹]	نرم‌افزار (صفحه گسترده)	کمّی	بومی	هزینه‌های درمانی، هزینه‌های بازگشت مجدد فرد به کار، هزینه غرامت‌های کارگری، داده‌های گروه شغلی فرد و ... برخی از ورودی‌های این روش با سیستم تأمین اجتماعی ایران مطابقت ندارد.	برای همه جراحات شغلی	حداکثر هزینه واردشده به شرکت بر اثر جراحات، سود خالص لازم برای جبران خسارات، برآورد هزینه‌های غیرمستقیم (۴ برابر هزینه‌های ادعای غرامت)	این مدل توسط هیئت عالی بیمه و ایمنی محیط کار کانادا (WISB) و مجمع تولیدکنندگان و صادرکنندگان کانادا (CME) ارائه شده است. این مدل فقط از دیدگاه کمپانی هزینه‌ها را محاسبه می‌کند.
۲۰	مدل COS (The Cost of Safety Model)	[۶۰]	کاغذ و خودکار	کیفی	بومی	هزینه‌ها را در چهار دسته هزینه‌های پیشگیری، تشخیص، شکست‌های داخلی سازمان و شکست‌های خارجی دسته‌بندی می‌کند.	در بیشتر پروژه‌های ایمنی و بهداشتی قابل به کارگیری است.	خروجی مدل برای ما نقطه بهینه هزینه‌های ایمنی را تعیین می‌کند؛ نقطه‌ای که هزینه‌های پیشگیری و تشخیص با هزینه‌های شکست برابری می‌کند. هیچ شاخص مالی به‌منظور توجیه سرمایه‌گذاری ارائه نمی‌دهد.	برگرفته از مدل رگرسیونی COQ (Cost of Quality) است.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.52547/johe.8.2.50]