Iran Occupational Health

Original Article

Iran Occupational Health. 2020 (28 Nov);17:35.

http://ioh.iums.ac.ir

Comparison of Economic Evaluation Methods of Classic NPV[1] , MIRR[2], AIRR[3] , IRR[4] in Performance Evaluation of Health, Safety and Environment-Management System (HSE-MS)

Javad Vatani, (*Corresponding author), Assistant Professor, Department of Occupational Health and Safety, Guilan Road Trauma Research Center, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran. jvatani@gmail.com
Mitra Gholipour, Student of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Guilan, Iran.
Zahra Poorhaji, Student of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Guilan, Iran.
Fatemeh Khalighdost, Student of Occupational Health and Safety Engineering, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Guilan, Iran.
Yoosef Faghihnia Torshizi, Occupational Health Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Abstract

Background and aims: In developing and developed countries occupational accidents are of the major problems. The worst consequence of occupational accidents is the premature mortality of labor force and the most important part of these costs are human costs. Deaths caused by occupational accidents reasult in the loss of life, and lead to related costs. Every year, millions of occupational accidents occurs worldwide. Some of the accidents are fatal and others leads to temporary and permanent inability.

The HSE-MS is a regular, systematic and explicit approach, accomplished with the comprehensive processes with the goal of planning, documentation and changing the methods in order to manage the detrimental factors, safe the threats and risk analysis. Like the other management systems, the HSE-MS system is developed in order to obtain a healthy working environment with the minimum amount of job related incidents and dangers. A notable point is that the implementation of HSE-MS management system requires spending the money and time.

Investment is one of the most important topics for converting funds into assets. Knowing whether an investment is ultimately profitable or not is the most important part of an investment. A sharp decline in the cost benefit of a poor work environment can undermine the economic systems of society and subsequently endanger the position of the system in a competitive world. Today, with the development of industries and the ever-advancing technology, complications such as air pollution, work-related accidents and occupational diseases are emerged that have made the need to implement HSE-MS management in various projects a necessity. To ensure the justification of economic valuation methods, we used four classical IRR, MIRR, AIRR, and NPV methods to compare and evaluate the best economic evaluation method.

Methods: For this study, the profitability of the HSE-MS system implementation was calculated by defining the values of the financial process flow in terms of fuzzy numbers and using the IRR method including classical IRR, MIRR, AIRR and NPV methods. Finally, the validity of the results was analyzed using @RISK software and vertex method.

Step 1: Study theory

1: Calculate the accident costs based on fuzzy values, before and after the HSE-MS system implementation. It is worthy to be noted that in this step expert's opinions, the historical data and existed information of similar projects can be used. Actually, in this stage, first the cash flow stream of Costs arising from accidents is estimated before

Keywords

HSE Management System

Internal Rate of Return

@RISK Software

Received: 2019-12-11

Accepted: 2020-04-16

1 Net present value (NPV)
2 modified internal rate of return (MIRR)
3 Average internal rate of return (AIRR)
4 internal rate of return (IRR)

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

the HSE-MS system implementation. Then the cash flow stream value of Costs arising from accidents is estimated after the HSE-MS system implementation.

2: Calculate the income value of HSE-MS system implementation by differing the cash flow stream values of Costs arising from accidents before and after the HSE-MS system implementation.

3: Estimate the amount of investment required to implement the HSE-MS system.

4: Form the final cash flow stream obtained from the implementation of HSE-MS system. It can be obtained by summing the income and investment cash flow streams values.

5: Calculate the profitability of the final cash flow obtained from HSE-MS system implementation using the strict exceedance possibility method.

Step 2: Operational calculation and analysis of accident costs

Accidents are classified into 5 groups according to the intensity of the result of an accident i.e.: 1. Short-term absence, 2. Long-term absence, 3. Small disability, 4. Total disability and 5. Death and based on borne costs in six groups including; 1. Production disturbance costs, 2. Human Capital Costs, 3. Medical costs, 4. Administrative costs 5. Transfer costs and 6. Other costs classified according to the direct or indirect costs resulting from the incident and impose costs on workers, employers and society.

Step 3: Economic evaluation and analysis of four methods classic IRR, AIRR, MIRR and NPV

Internal Rate of Return (IRR)

The internal rate of return (IRR) is a metric used in capital budgeting to estimate the profitability of potential investments. The internal rate of return is a discount rate that makes the net present value (NPV) of all cash flows from a particular project equal to zero. IRR calculations rely on the same formula as NPV does.

Formula and Calculation for IRR

$$PV(X|r) = \sum_{t=0}^{T} x_t . (1+r)^{-t}$$

Modified internal rate of return (MIRR)

Modified Internal Rate of Return (MIRR) considers cost of capital, and is intended to provide a better indication of a project's probable return. It applies a discount rate for borrowing cash, and the IRR is calculated for the investment cash flows. When a project has multiple IRRs it may be more convenient to compute the IRR of the project with the benefits reinvested. Accordingly, MIRR is used, which has an assumed reinvestment rate, usually equal to the project's cost of capital. Formula and Calculation for MIRR

$$MIRR = \left(\frac{FV\ +ve\ cash\ flows}{PV\ -ve\ cash\ flows}\right)^{1/n} - 1$$

Average internal rate of return (AIRR)

Researcher introduced a new approach, named AIRR approach, based on the intuitive notion of mean, that solves the problems of the IRR . However, the above-mentioned difficulties are only some of the many flaws incurred by the IRR.

Formula and Calculation for AIRR

$$\overline{K} = \frac{\sum_1^T k_t . c_{t-1} . (1+r)^{-(t-1)}}{PV\ (C|r)}$$

@RISK Software

@RISK is an add-in to Microsoft Excel that lets analyze risk using Monte Carlo simulation. @RISK shows virtually all possible outcomes for any situation—and tells about how likely they are to occur. This means that it is possible to judge which risks to take on and which ones to avoid—critical insight in today's uncertain world. @

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

RISK identifies and ranks the most important factors driving your risks, so you can plan strategies—and resources—accordingly.

Results: The average rate of return on the internal financial capital of the financial process resulting from the implementation of the HSE-MS management system in accordance with the classic IRR, AIRR and MIRR methods is 22.23, 18.11 and 11.12٪, respectively, which is 5٪ higher than the average market rate. The results show that in the MIRR method, the lowest and highest value of the classical IRR obtained is 5.69٪ and 10.02٪, respectively. Also, in AIRR method, the lowest and highest value of classical IRR obtained is equal to 12.44 and 17.55٪, respectively. According to the information obtained in the NPV method, the minimum which exceed the market value and indicate that the HSE management system is economic. This also strongly emphasizes the economics of this financial process. There is no significant difference between the traditional method of calculating classic IRR, AIRR and MIRR with the @RISK software methods, but the difference in the degree of economics in classical IRR methods to AIRR and MIRR is due to the new computational process and the impact of financial variables and time value of money. In other words, the profitability percentages are more acceptable in the newer method.

Conclusion: Today, high developments of industries and increasing amount of incident related costs, in different projects, force the companies to implement a HSE-MS system. However, some managers are hesitated to applying this system, completely, because of different reasons. This paper develops a new method in order to show that this system not only is not a costly project, but also increases the project profitability by decreasing the incident related costs. Actually, the HSE-MS system implementation is an economic project. The proposed method in this paper first develops a model for calculation of incident related costs, before and after the incident related costs being occurred. The difference of these two financial processes shows the revenue of the HSE-MS system implementation. Then, the ultimate financial process is formed by integrating two revenues and required investment, for the HSE-MS implementation system, financial processes. In order to evaluate the economic assessment of the financial process for a HSE-MS system implementation, the IRR method which is one of the attractive methods, is used. Using this method, by defining the financial process values based on different time periods and considering the time value of money, the attractiveness of financial processes is evaluated. Because of existing uncertainty in predicting of financial process values and also in order to decrease the ultimate risk of the solution, all values of financial process flows are defined as fuzzy numbers. It is worthy to be noted that, whenever, the financial process values are defined like this, the IRR value is also obtained as a fuzzy number. In this paper, a method has been proposed based on the existing techniques in fuzzy sets theories, by which the FIRR value can be computed by a higher reliability level. The economic evaluation of the HSE-MS system is performed using the greater possibility index. Based on results, the HSE-MS system implementation is strictly suggested for its benefits. The results show that all four methods were highly economic and contribute to the economic growth of the system in addition to maintaining the original budget. The four methods of economic evaluation introduced have the ability to evaluate each other in terms of the accuracy of the results. On the other hand, the classical IRR method with respect to the data asserts the first letter among the proposed methods and confirms the validity of the HSE_MS system.

Conflicts of interest: None

Funding: This study was supported with a grant from Guilan University of Medical Sciences by Number 951127/20

How to cite this article:

Javad Vatani, Mitra Gholipour, Zahra poorhaji, Fatemeh Khalighdost, Yoosef Faghihnia Torshizi. Comparison of Economic Evaluation Methods of Classic NPV , MIRR , AIRR , IRR in Performance Evaluation of Health, Safety and Environment-Management System (HSE-MS). Iran Occupational Health. 2020 (28 Nov);17:35.

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

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

سلامت کار ایران
دوره ۱۷ - ۳۵/۱۳۹۹
مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

مقایسهٔ روش‌های ارزیابی اقتصادی NPV ، MIRR، AIRR و IRR کلاسیک در تحلیل عملکرد استقرار سیستم مدیریت ایمنی، سلامت و محیط زیست (HSE-MS)

جواد وطنی: (* نویسنده مسئول) استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، مرکز تحقیقات ترومای جاده‌ای گیلان، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
jvatani@gmail.com
میترا قلی‌پور: دانشجوی مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
زهرا پورحاجی: دانشجوی مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
فاطمه خلیق‌دوست: دانشجوی مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکدهٔ بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران.
یوسف فقیه‌نیا ترشیزی: دکترای علوم کامپیوتر، مرکز تحقیقات بهداشت کار، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: سرمایه‌گذاری یکی از مهم‌ترین مباحث برای تبدیل وجه به دارایی است. دانستن اینکه یک سرمایه‌گذاری درنهایت سودآور است یا نه، بااهمیت‌ترین بخش آن است. کاهش شدید بهرهٔ هزینه‌های اقتصادی بر اثر محیط کاری ضعیف می‌تواند سیستم‌های اقتصادی جامعه را متزلزل کند و متعاقباً موقعیت آن سیستم را در جهان رقابتی به مخاطره اندازد. امروزه با توسعهٔ صنایع و پیشرفت روزافزون تکنولوژی، با عوارضی نظیر آلودگی هوا، حوادث ناشی از کار و بیماری‌های شغلی مواجهیم که نیاز به پیاده سازی سیستم مدیریت HSE-MS در پروژه‌های مختلف را به امری ضروری تبدیل کرده است. به‌منظور اطمینان از توجیه‌پذیر بودن روش‌های ارزیابی اقتصادی از چهار روش NPV ، MIRR، AIRR و IRR استفاده کردیم تا با مقایسه و بررسی، به بهترین روش درجهت ارزیابی اقتصادی دست یابیم.

روش بررسی: بدین منظور، این مقاله با تعریف مقادیر جریان فرایند مالی برحسب اعداد فازی و با استفاده از روش نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی ازجمله روش‌های IRR کلاسیک، MIRR، AIRR وNPV میزان سودآوری پروژهٔ پیاده‌سازی سیستم HSE-MS را محاسبه کرد. درنهایت با استفاده از نرم‌افزار @RISK و روش vertex اعتبار نتایج به‌دست‌آمده مورد تحلیل و آزمون قرار گرفت.

یافته ها: میانگین نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی فرایند مالی حاصل از پیاده‌سازی سیستم مدیریتHSE-MS مطابق روش‌های IRR کلاسیک و AIRR و MIRR به‌ترتیب ۲۲/۲۳، ۱۸/۱۱ و ۱۱/۱۲ درصد است که از متوسط نرخ بازار ۵٪ بزرگ‌تر بوده و به‌شدت بر اقتصادی بودن این فرایند مالی تاکید دارد. اختلاف مشهودی بین روش سنتی محاسبهٔ IRR کلاسیک و AIRR و MIRR با روش‌های نرم‌افزارRISK@ مشاهده نشده است؛ اما اختلاف میزان اقتصادی بودن در روش‌های IRR کلاسیک به AIRR و MIRR به فرایند نوین محاسباتی و تأثیر متغیرهای مالی و ارزش زمانی پول برمی‌گردد. به‌عبارتی درصد سودآوری به‌دست‌آمده در روش نوین‌تر قابل قبول‌ترند.

نتیجه گیری: با تجزیه و تحلیل نتایج تشخیص داده شد که عدم هزینه در بخش HSE به عدم تضمین سوددهی سیستم‌ها و بهره وری کافی از منابع منجر می‌شود. از این رو درک ارتباط بین شاخص‌های اقتصادی و عملکرد سیستم مدیریت HSE در پروژه‌ها و استفاده از روش‌های IRR کلاسیک، MIRR، AIRR و NPV و همچنین نرم‌افزار @RISK و روش Vertex می‌تواند باعث حفظ سرمایهٔ اصلی و به‌تبع آن افزایش مقدار عایدی حاصل از پروژه شود. نتیجهٔ پژوهش نشان داد هر چهار روش به‌شدت اقتصادی بود و علاوه‌بر حفظ بودجهٔ اصلی، به رشد اقتصادی سیستم کمک شایانی می‌کند. از طرفی روش IRR کلاسیک با توجه به داده‌ها، قاطعانه حرف اول را در بین روش‌های پیشنهادی می‌زند و مهر تأییدی بر صحت سیستمHSE_MS است. همچنین چهار روش پیشنهادی به‌عنوان مکمل و آزمون همدیگر توانایی عملیاتی شدن در ارزیابی اقتصادی استقرار سیستم بهداشت و ایمنی و محیط زیست را دارند و قابلیت آزمون گستره‌ای را ایجاد می‌کنند.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت کننده: این مطالعه با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی گیلان و با کد ۹۵۱۱۲۷/۲۰ انجام شده است.

کلیدواژه‌ها

سیستم مدیریت HSE

نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی،

نرم‌افزار @RISK .

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۲۵

شیوه استناد به این مقاله:

Javad Vatani, Mitra Gholipour, Zahra poorhaji, Fatemeh Khalighdost, Yoosef Faghihnia Torshizi. Comparison of Economic Evaluation Methods of Classic NPV , MIRR , AIRR , IRR in Performance Evaluation of Health, Safety and Environment-Management System (HSE-MS). Iran Occupational Health. 2020 (28 Nov);17:35.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

مقدمه

حوادث شغلی یکی از عمده‌ترین مشکلات کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه محسوب می‌شود. مهم‌ترین بخش هزینه‌های این حوادث هزینه‌های انسانی آن‌هاست. مرگ‌های ناشی از حوادث شغلی باعث اتلاف عمر، سال‌های کاری و هزینه های مرتبط می‌گردد. (۱ـ ۲) هر ساله میلیون‌ها حادثهٔ شغلی در سراسر جهان رخ می‌دهد که برخی از آن‌ها منجر به مرگ و برخی دیگر به ناتوانی موقت و دائم منتهی می‌شود. (۳ـ۶) تاریخ معاصر بشر وقوع چندین حادثهٔ بزرگ با خسارت‌های مالی چندین‌میلیارددلاری و تلفات انسانی زیاد را ثبت کرده است؛ ازجمله انفجار شاتل چلنجر (۱۹۸۶)، انفجار راکتور اتمی چرنوبیل (۱۹۸۶)، حادثهٔ شهر مکزیکوسیتی (۱۹۸۵) و حادثهٔ کارخانه بوپال هند (۱۹۸۱). برآورد شده است که سالیانه حدود ۱۲۰،۰۰۰،۰۰۰ حادثهٔ شغلی و بیشتر از ۲۰۰،۰۰۰ مرگ ناشی از حوادث در سراسر جهان رخ می‌دهد. (۷) حوادث پی‌درپی برای جامعه، سازمان و همچنین شخص کارگر ضایعات فراوانی به بار آورده است و هزینه‌های مربوطه ضمن تأثیر سوء بر شاخص‌های اقتصادی در سطح ملی و سطح خانوار، مانعی در راستای تحقق اهداف ازپیش‌تعیین‌شده محسوب می‌شود. در حال حاضر، ناگوارترین پیامد حوادث شغلی، مرگ زودرس نیروی کار است. (۸ـ۹) سیستم مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE-MS) یک رویکرد منظم، سیستماتیک و صریح به‌همراه فرایندهای جامع با هدف برنامه‌ریزی، مستندسازی و تغییر روش‌ها برای مدیریت عوامل زیان‌آور و مدیریت ایمن خطرات و ارزیابی ریسک است. به‌مانند تمام سیستم‌های مدیریتی، سیستم مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE-MS) نیز برای دستیابی به محیط کار سالم با کمترین حوادث و مخاطرات شغلی ایجاد شده است. (۲، ۱۰)

نکتهٔ قابل توجه این است که اجرای سیستم مدیریت HSE-MS نیازمند صرف هزینه و زمان است که بعضی از مدیران پروژه یا تصمیم‌گیرندگان به‌دلیل صرفه‌جویی در هزینه‌ها، از اجرای سیستم حاضر صرف‌نظر کرده، یا آن را به‌طور کامل به‌کار نمی‌بندند. درواقع چالش موجود در موضوع آن است که به این دسته از مدیران پروژه نشان دهیم درمجموع اجرای سیستم مدیریت HSE-MS نه‌تنها هزینهٔ اضافی برای آن‌ها دربر نخواهد داشت، بلکه عمدتاً پروژه‌ای سودآور است. (۱۱ـ۱۲) نتایج مطالعهٔ وطنی و همکاران نشان می‌دهد بازگشت سرمایه ۱۶ تا ۲۰٪ با کاهش حوادث و درنتیجه کاهش پرداخت غرامت‌های ناشی از حوادث و کاهش هزینه‌های تحمیلی بر صنعت مورد مطالعه شده و به‌علت افزایش رضایت کارکنان و کارگران، میزان کیفیت کار افزایش یافته است. (۱۰، ۱۳ـ۱۴) پژوهش آدام و همکارانش در سال ۲۰۱۰م در صنایع ساختمان‌سازی استرالیا به‌صورت مطالعهٔ موردی با هدف تحقیق و محاسبهٔ میزان سرمایه‌گذاری و بازگشت سرمایه در بخش مدیریت ایمنی انجام شد. این مطالعه نشان‌دهندهٔ تأثیر بسیار مثبت سرمایه‌گذاری در بخش مدیریت ایمنی صنعت ساختمان‌سازی بر سودآوری پروژه‌ها، کاهش هزینه‌های جانبی ازجمله غرامت و هزینه‌های پزشکی به‌علت حوادث و همچنین اختلال در کار است. (۱۵ـ۱۶) مطالعات ایولین و یینگ بینفنگ در سال ۲۰۱۱م با هدف تعیین تأثیر غیرمستقیم سرمایه‌گذاری ایمنی بر فعالیت‌های ایمنی در پروژه‌های ساختمان‌سازی انجام شد که نشان‌دهندهٔ تأثیر مثبت این سرمایه‌گذاری بر افزایش فرهنگ ایمنی و رفتارهای ایمن کارگران در این‌دست پروژه‌هاست. مطالعات یینگ بینفنگ در سال ۲۰۱۳م با عنوان تأثیر سرمایه‌گذاری ایمنی بر اعمال ایمن در صنعت ساختمان‌سازی نشان می‌دهند تأثیر زیاد سرمایه‌گذاری بر پایه‌های ایمنی و سرمایه‌گذاری داوطلبانه بر ایمنی از طریق افزایش فرهنگ ایمنی و کاهش مخاطرات در محیط کار می‌شود. زبان مشترک در تجارت پول است و با توجه به شرایطی که امروزه بر تجارت جهانی حکم‌فرماست، باید برای جبران کاهش بهرهٔ هزینه‌های اقتصادی سیستم، در وضعیت ایمن محیط کار تغییراتی را جهت بهبود ایجاد کنیم؛ به‌ویژه در صنعت برق که به‌دلیل حجم سرمایه‌گذاری بالا، چنین هزینه‌هایی مهم و حیاتی هستند. نکتهٔ حائز اهمیت این است که HSE هزینه نیست؛ بلکه سرمایه‌گذاری است.

روش‌های متعددی برای تعیین اقتصادی بودن و رتبه‌بندی پروژه‌های رقابتی وجود دارد. روش نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی یکی از پرکاربردترین روش‌هایی است که به‌منظور تعیین مطلوبیت پروژه‌ها اجرا می‌شود و بنابر دلایل زیر، بعضی تصمیم‌گیرندگان تمایل بیشتری به استفاده از روش نرخ سرمایهٔ داخلی دارند: اولاً روش نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی نسبت به سایر روش‌هایی که عامل زمان را درنظر می‌گیرند (روش ارزش فعلی، روش یک‌نواخت سالیانه و...) قابل فهم‌تر است و ثانیاً در تعیین میزان سوددهی پروژه‌ها

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

عددی را نشان می‌دهد که به‌راحتی با اعداد دیگر مثل نرخ بانک، نرخ تورم، نرخ بهره و... قابل مقایسه است. (۱۷) بدین منظور باید دادوستدهای مالی این پروژه را برحسب یک جریان فرایند مالی در دوره‌های زمانی مختلف نشان دهیم. درواقع یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که امروزه در تعیین مطلوبیت طرح‌های اقتصادی در دنیای واقعی و در پروژه‌های عملی با آن روبه‌روییم، دشواری در تخمین و پیش‌بینی مقادیر جریان فرایند مالی است که صحت تصمیمات نهایی اتخاذی را در هاله‌ای از ابهام قرار می‌دهد. در مواقعی که با محیط عدم قطعیت مواجهیم، می‌توان از تئوری مجموعه‌های فازی استفاده کرد. لذا در این مقاله برآن شدیم تا به‌منظور کاهش ریسک و افزایش اعتبار نتایج، به ارزیابی اقتصادی اجرای سیستم HSE-MS با استفاده از روش نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی تحت محیط فازی بپردازیم.

روش بررسی

این مقاله درصدد است تا با تخمین مقادیر جریان فرایند مالی سرمایه‌گذاری در سیستم HSE-MS به‌صورت اعداد فازی و با استفاده از روش‌های چهارگانه، اقتصادی بودن این سرمایه‌گذاری را تحت محیط فازی ارزیابی کند.

بخش ۱. تئوری

این مقاله به‌منظور ارزیابی اقتصادی فرایند مالی حاصل از اجرای سیستم HSE-MS گام‌های زیر را اجرا کرده است:

۱. هزینهٔ حوادث را برحسب اعداد فازی قبل و بعد از اجرای سیستم HSE-MS محاسبه کردیم.

شایان ذکر است در این راه از نظرات خبرگان، داده‌های تاریخی و اطلاعات موجود در پروژه‌های مشابه می‌توان استفاده کرد. درواقع در این مرحله در ابتدا جریان فرایند مالی هزینه‌های ناشی از حوادث را وقتی سیستم مدیریت HSE-MS به‌کار گرفته نشده است، تخمین می‌زنیم. سپس باید جریان فرایند مالی هزینه‌های ناشی از حوادث را وقتی سیستم مدیریت HSE-MS به‌کار گرفته شود، تخمین بزنیم.

۲. میزان عایدی حاصل از اجرای سیستم HSE-MS را محاسبه کردیم.

تفاضل مقادیر دو فرایند مالی هزینه‌های ناشی از حوادث قبل و بعد از اجرای سیستم مدیریت ایمنی بیانگر عایدی حاصل است.

۳. میزان سرمایه‌گذاری لازم به‌منظور اجرای سیستم HSE-MS را ارزیابی کردیم.

۴. جریان فرایند مالی نهایی حاصل از اجرای سیستم مدیریت HSE-MS را تشکیل دادیم.

بدین منظور مقادیر فرایند مالی عایدی و سرمایه‌گذاری را با هم جمع می‌کنیم.

۵. مقدار نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی فازی فرایند مالی نهایی را با استفاده از روش‌های ارزیابی اقتصادی سنجیدیم.

۶. میزان اقتصادی بودن فرایند مالی نهایی حاصل از اجرای سیستم مدیریت HSE-MS را با روش امکان بزرگ‌تر بودن دقیق محاسبه کردیم.

۷. اعتبار نتایج با استفاده از نرم‌افزار @RISK آزمون کردیم.

بخش ۲. عملیاتی

گام اول: محاسبهٔ هزینه‌های حوادث:

در این مقاله، جهت محاسبهٔ هزینه‌های ناشی از حوادث با استفاده از استاندارد ASCC 2009، ابتدا تمام حوادث در دو بخش حادثه‌های مستقیم (Direct = D) و غیرمستقیم (Indirect = I) تقسیم گردید؛ سپس برحسب اینکه هزینه بر کارفرما، کارگر یا جامعه تحمیل می‌شود، تجزیه و تحلیل شد و درنهایت برحسب شدت نتیجه حادثه در ۶ گروه: ۱. غیبت کوتاه‌مدت، ۲. غیبت بلندمدت، ۳. ناتوانی کوچک، ۴. ناتوانی کامل، ۵. مرگ، ۶. شامل همه موارد، طبقه‌بندی گردید. (۱۵ـ۱۶)

گام دوم: نحوهٔ محاسبهٔ میزان سرمایه‌گذاری لازم در سیستم HSE-MS:

سرمایه‌گذاری در سیستم HSE-MS شامل ۶ بخش اصلی ازجمله ۱. هزینهٔ اداری، ۲. هزینهٔ آموزش، ۳. هزینهٔ امکانات و تجهیزات، ۴. هزینهٔ کمیته‌ها، ۵. هزینهٔ ارتقا و مشوق‌ها، ۶. هزینهٔ تکنولوژی جدید، روش‌ها یا طراحی ابزارها، ۷. هزینهٔ شناسایی، اندازه‌گیری و کنترل مخاطرات بهداشتی و محیط زیستی و ۸. هزینهٔ بازرسی، مستندسازی و صدور گواهی در سیستم مدیریت HSE-MS است.

جدول ۱ به‌صورت جامع اجزای (اصلی و فرعی) سرمایه‌گذاری در سیستم مدیریت HSE-MS را ارائه می‌دهد.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

جدول ۱ـ اجزای سرمایه‌گذاری در سیستم مدیریت HSE-MS

	اجزای اصلی سرمایه‌گذاری	اجزای فرعی سرمایه‌گذاری
سرمایه‌گذاری در سیستم مدیریت HSE-MS	هزینه‌های اداری	در سایت
		در سازمان مرکزی
	هزینه‌های آموزش‌ها	دوره‌های آموزشی رسمی
		دوره‌های آموزشی داخلی
		وسایل حفاظت فردی
	هزینهٔ امکانات و تجهیزات	امکانات (مصالح و ماشین‌آلات)
		امکانات (نیروی انسانی)
	هزینه‌های کمیتهٔ HSE-MS	بودجه برای کمیته‌ها
		زمان ازدست‌رفته به‌علت فعالیت کمیته
	هزینه‌های ارتقا و مشوق‌های	هزینه‌های ارتقا
		هزینه‌های مشوق‌ها
	هزینه‌های تکنولوژی جدید، روش‌ها یا طراحی ابزارهای جدید	هزینهٔ تکنولوژی جدید، روش‌ها یا طراحی ابزارهای جدید در سیستم HSE-MS
	هزینهٔ شناسایی، اندازه‌گیری و کنترل مخاطرات بهداشتی و محیط زیستی	هزینهٔ شناسایی، اندازه‌گیری و کنترل مخاطرات بهداشتی
		هزینهٔ شناسایی، اندازه‌گیری و کنترل مخاطرات محیط زیستی
		هزینهٔ شناسایی، کنترل مخاطرات بهداشتی و محیط زیستی
	هزینهٔ مستندسازی و صدور گواهی در سیستم مدیریت HSE-MS	بررسی و یک‌پارچه‌سازی مستندات سیستم مدیریت HSE-MS
		انجام پیش‌ممیزی توسط شرکت گواهی‌دهنده و برگزاری جلسه بازنگری مدیریت
		انجام ممیزی نهایی توسط شرکت گواهی‌دهنده و صدور گواهی‌نامه

گام سوم: توضیح روش‌های ارزیابی اقتصادی IRR کلاسیک، MIRR و AIRR:

نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی یکی از روش‌هایی است که امروزه در تعیین اقتصادی بودن و انتخاب اقتصادی‌ترین پروژه‌ها متداول است. محاسبهٔ نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی معمولاً با استفاده از روش ارزش فعلی خالص انجام می‌شود. یک پروژه یا جریان فرایند مالی یک توالی $X = (x_0, x_1, \ldots, x_T) \in R^{T+1}$ از فرایند مالی است. ارزش فعلی خالص پروژهٔ X عبارت است از:

پارامتر r معرف نرخ بازار و $r > -1$ است.

آن‌گاه پروژهٔ X اقتصادی است، اگر و فقط اگر ارزش فعلی آن تحت نرخ بازار مثبت باشد ($PV(X|r) \geq 0$).

$$PV(X|r) = \sum_{t=0}^{T} x_t . (1+r)^{-t}$$

نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی پروژهٔ X یک نرخ ثابت $K \neq -1$ است که ارزش فعلی پروژه X تحت آن نرخ برابر با صفر است ($PV(X|K) = 0$). درواقع نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی برابر با نرخ بهره‌ای (K) است که معادلهٔ زیر تحت آن نرخ برابر با صفر است:

پارامتر T تعداد دوره‌ها و X_t مقدار فرایند مالی در انتهای دورهٔ t ام را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، مقدار پارامتر K نشان‌دهندهٔ IRR کلاسیک فرایند مالی است. (۱۸)

نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی اصلاح‌شده (MIRR) یکی از معروف‌ترین روش‌هایی است که برای حل مشکلات روش IRR کلاسیک ارائه شده است. این روش به‌منظور حل مشکلات چندنرخی، نبودِ نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی و رتبه‌بندی پروژه‌ها معرفی شده است. (۱۹ـ۲۰)

تعیین اقتصادی بودن فرایند مالی با استفاده از روش MIRR: در این روش تمامی مقادیر مثبت فرایند مالی با نرخی به‌نام نرخ سرمایه‌گذاری مجدد[1] (r-rate) به انتهای آخرین دورهٔ فرایند مالی (دورهٔ n ام) و تمامی مقادیر منفی فرایند مالی با نرخی به‌نام نرخ مالی[2] (f-rate) به انتهای دورهٔ اول فرایند مالی انتقال داده می‌شود. سپس با استفاده از معادلهٔ زیر مقدار نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی اصلاح‌شده به‌دست می‌آید:

$$MIRR = \left(-\frac{NPV(\text{positive values of cash flow } | r \text{ rate}) * (1+r-\text{rate})^{n}}{NPV(\text{negative values of cash flow } | f \text{ rate}) * (1+f-\text{rate})} \right)^{\left(\frac{1}{n-1}\right)} - 1$$

روش متوسط نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی (AIRR): در این رویکرد، به محاسبهٔ نرخ(های) بازگشت سرمایهٔ داخلی

1 . Reinvest - Rate
2 . Finance - Rate

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

جدول ۲ـ مقایسهٔ هزینهٔ حوادث با توجه به تحمیل هزینه و نوع هزینهٔ حوادث (دلار)

قبل از پیاده سازی HSE-MS	هزینه تحمیل شده	کارگر	۴۰۰۰۰۰
		کارفرما	۳۹۳۰۰۰
		جامعه	۴۷۴۰۰۰
	نوع هزینه	مستقیم	۲۸۵۰۰۰
		غیرمستقیم	۹۸۲۰۰۰
	مجموع		۱۲۶۷۰۰۰
بعد از اجرای HSE-MS	هزینهٔ تحمیل شده	کارگر	۱۰۷۵۰۰
		کارفرما	۹۶۵۰۰
		جامعه	۱۴۳۰۰۰
	نوع هزینه	مستقیم	۷۲۵۰۰
		غیرمستقیم	۲۷۴۵۰۰
	مجموع		۳۴۷۰۰۰

فرایند مالی نیازی نیست؛ بلکه تحلیلگر باید یک بردار جریان سرمایه‌گذاری را به‌دلخواه انتخاب نماید و سپس با استفاده از معادله، مقادیر بردار نرخ بهره را محاسبه و درنهایت اقتصادی بودن پروژهٔ X را با ارزیابی یک میانگین وزنی از مقادیر بردار نرخ بهره تعیین کند. مگنی این میانگین وزنی از مقادیر نرخ بهره را تحت مفهوم متوسط نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی (AIRR) معرفی نمود (۲۱) و برای محاسبهٔ آن فرمول زیر را ارائه کرد:

$$\bar{K} = \frac{\sum_{1}^{T} k_t . c_{t-1} . (1+r)^{-(t-1)}}{PV\,(C\,|r)}$$

یافته‌ها

بخش اول، هزینهٔ تحمیلی و سرمایه‌گذاری بر HSE:

در مطالعهٔ حاضر، بیشترین هزینهٔ محاسبه‌شده مربوط به هزینهٔ اختلال در تولید ($۵۷۲۰۰۰) و هزینهٔ سرمایهٔ انسانی ($۲۸۳۰۰۰) بود و هزینهٔ پزشکی ($۱۹۷۰۰۰)، هزینهٔ سازمانی ($۱۰۲۰۰۰)، هزینهٔ حمل‌ونقل ($۱۵۰۰۰) و هزینهٔ دیگر ($۹۸۰۰۰) کمترین مقدار را داشتند که این اختلاف از نظر آماری معنادار بود (p-value = ۰/۰۰۰۱). تفاوت برجسته‌ای میان هزینه‌های حوادث منجر به مرگ، ناتوانی کامل، ناتوانی بخشی، غیبت بلندمدت و غیبت کوتاه‌مدت دیده شد (p-value = ۰/۰۰۵) که نشان می‌دهد بیشترین هزینه در حوادث منجر به ناتوانی کامل ($۴۲۶۰۰۰) و ناتوانی جزئی ($۳۲۷۰۰۰) و کمترین هزینه در حوادث منجر به مرگ ($۱۸۰۰۰۰)، غیبت بلندمدت ($۱۹۶۰۰۰) و غیبت کوتاه‌مدت ($۸۴۰۰۰) است.

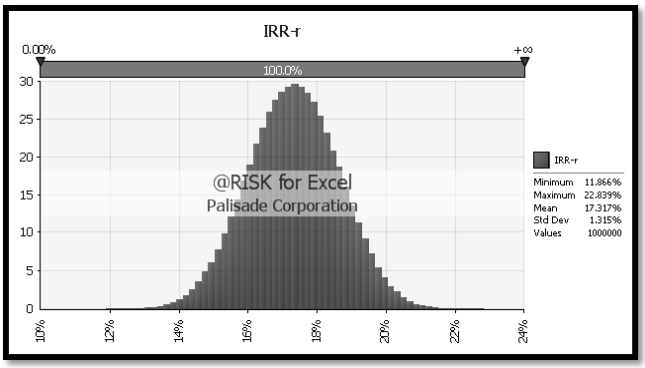
هزینهٔ حوادث بعد از استقرار HSE-MS بیان می‌کند که بیشترین هزینهٔ محاسبه‌شده مربوط به هزینهٔ اختلال در تولید ($۱۵۵۵۰۰) و هزینهٔ سرمایهٔ انسانی ($۷۴۰۰۰) بود و هزینهٔ پزشکی ($۵۳۰۰۰)، هزینهٔ سازمانی ($۴۲۰۰۰)، هزینهٔ حمل‌ونقل ($۳۰۰۰) و هزینهٔ دیگر ($۲۹۵۰۰) کمترین مقدار را داشتند. اختلاف فاحشی میان هزینه‌های حوادث منجر به ناتوانی کامل، غیبت بلندمدت و غیبت کوتاه‌مدت دیده شد (p-value = 0.05) که نشان می‌دهد بیشترین هزینه‌ها در حوادث منجر به ناتوانی کامل ($۲۱۳۰۰۰) و کمترین هزینه در حوادث منجر به غیبت بلندمدت ($۹۸۰۰۰) و غیبت کوتاه‌مدت ($۳۵۰۰۰) بوده است.

نتایج نشان می‌دهد مجموع هزینهٔ حوادث قبل (۱۲۶۷۰۰۰) و بعد (۳۴۷۰۰۰) از اجرای HSE-MS فرق زیادی دارد.

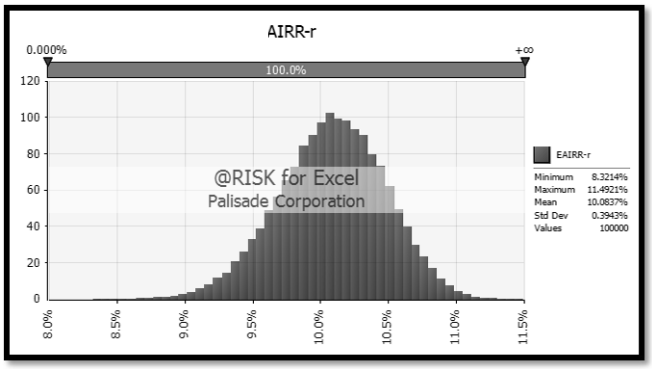
همچنین آنالیز آماری برای بیان اختلاف میان تحمیل هزینه‌های حوادث بر جامعه، کارفرما و کارگر قبل و بعد از استقرار HSE-MS نشان‌دهندهٔ وجود اختلاف معنادار در هر دو گروه قبل و بعد از اجراست. به‌عبارتی درصورت استقرار یا عدم استقرار این سیستم، بیشترین هزینهٔ حوادث بر جامعه و کمترین مقدار بر کارفرماست.

براساس آنالیز آماری، میزان هزینهٔ غیرمستقیم چهاربرابر هزینهٔ مستقیم حوادث است که تفاوت زیادی میان هزینه‌های قبل و بعد از اجرا وجود ندارد و در هر دو زمان این نسبت حفظ شده است.

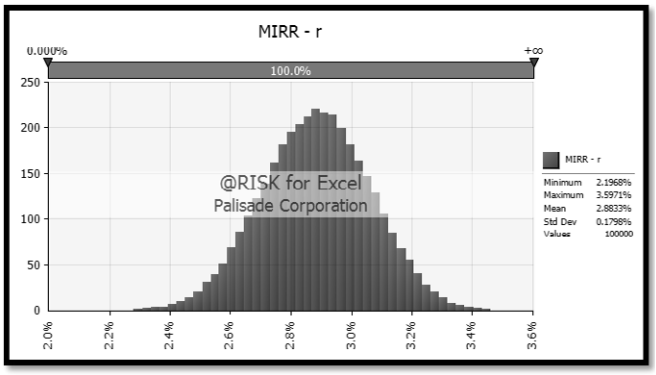
[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]



نمودار ۱ـ نمودار تفاوت IRR کلاسیک از نرخ بازار فرایند مالی حاصل از اجرای سیستم مدیریتHSE-MS



نمودار ۲ـ نمودار تفاوت AIRR از نرخ بازار فرایند مالی حاصل از اجرای HSE-MS



نمودار ۳ـ نمودار تفاوت MIRR از نرخ بازار فرایند مالی حاصل از اجرای HSE-MS

بخش دوم، ارزیابی اقتصادی استقرار HSE:

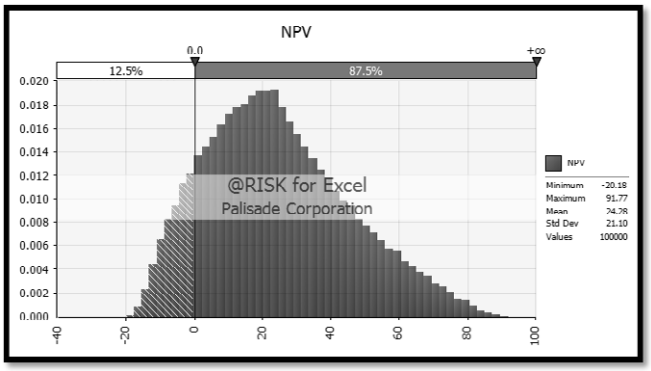
مطابق نمودار ۱، بر اساس روش IRR کلاسیک و با استفاده از نرم‌افزار @RISK، چون حداقل مقدار به‌دست‌آمده برای تفاوت مقدار IRR کلاسیک با نرخ بازار از صفر بزرگ‌تر است، فرایند مالی فوق با احتمال ۱۰۰٪ اقتصادی است.

مطابق شکل نمودار ۲، براساس روش AIRR و با استفاده از نرم‌افزار @RISK، چون حداقل مقدار به‌دست‌آمده برای تفاوت مقدار AIRR با نرخ بازار از صفر بزرگ‌تر است، فرایند مالی فوق با احتمال ۱۰۰٪ اقتصادی است.

مطابق نمودار ۳، براساس روش MIRR و با استفاده از نرم‌افزار @RISK، چون حداقل مقدار به‌دست‌آمده برای تفاوت مقدار MIRR با نرخ بازار از صفر بزرگ‌تر است، فرایند مالی فوق با احتمال ۱۰۰٪ اقتصادی است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، فرایند مالی حاصل از اجرای HSE-MS مطابق روش NPV و با استفاده از

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]



نمودار ٤ـ نمودار NPV فرایند مالی پروژهٔ صنعت حاصل از اجرای HSE-MS

جدول ۳ـ مقایسهٔ شاخص‌های توصیفی در انواع روش‌ها

روش	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل
IRR	۱/۰۳%	۲۲/۳%	۲۶/۵%	۱۸/۷%
AIRR	۰/۷۴%	۱۵/۱%	۱۷/۵%	۱۲/۴%
MIRR	۰/۷۷%	۷/۸%	۱۰/۰%	۵/۷%
NPV	۲۳۴۲۱	۱۴۴۶۹	۳۱۷۹۹	۱۴۴۶۹

نرم‌افزار @RISK با احتمال ۱۰۰٪ اقتصادی بوده و بر ضرورت اجرای ایمنی از نظر اقتصادی دلالت می‌کند. به عبارت دیگر، چون حداقل مقدار ارزش فعلی فرایند مالی حاصل از اجرای HSE-MS تقریباً برابر با ۱۴۴/۶۹۹ دلار است که از مقدار صفر بسیار بزرگ‌تر بوده و به‌شدت بر اقتصادی بودن این فرایند مالی تاکید دارد.

بخش سوم: مقایسهٔ روش‌های ارزیابی اقتصادی IRR کلاسیک، NPV، AIRR و MIRR:

با توجه به نمودارهای مشاهده شده داده های حاصل از بررسی روش هارا در جدول زیر جمع بندی می کنیم:

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد در روش MIRR مقادیر میانگین، مد و میانه تقریباً برابر است که این یکی از ویژگی‌های توزیع نرمال محسوب می‌شود. درضمن میزان چولگی و کشیدگی مقدار MIRR نیز برابر با ۰/۰۲- و ۲/۴۶ است که نشان از نزدیک بودن توزیع MIRR به توزیع نرمال دارد. درواقع می‌توان بیان کرد که MIRR از توزیع تقریباً نرمال با میانگین ۷/۸۸ و انحراف معیار ۰/۷۷٪ پیروی می‌کند. کمترین و بیشترین مقدار IRR به‌دست‌آمده نیز به‌ترتیب برابر با ۵/۶۹ و ۱۰/۰۲٪ است.

همچنین در روش AIRR مقادیر میانگین، مد و میانه تقریباً برابر است که این یکی از ویژگی‌های توزیع نرمال است. درضمن میزان چولگی و کشیدگی مقدار AIRR نیز برابر با ۰/۰۱ و ۲/۶۴ است که نشان از نزدیک بودن توزیع AIRR به توزیع نرمال دارد. درواقع می‌توان گفت AIRR از توزیع تقریباً نرمال با میانگین ۱۵/۰۸و انحراف معیار ۰/۷۴٪ پیروی می‌کند. کمترین و بیشترین مقدار IRR به‌دست‌آمده نیز به‌ترتیب برابر با ۱۲/۴۴ و ۱۷/۵۵٪ است.

مطابق اطلاعات به‌دست‌آمده در روش IRR کلاسیک مقادیر میانگین، مد و میانه تقریباً برابر است. درضمن میزان چولگی و کشیدگی مقدار IRR کلاسیک نیز برابر با ۰/۰۳- و ۲/۷۴ است که نزدیک بودن توزیع IRR کلاسیک به توزیع نرمال را نشان می‌دهد. درواقع می‌توان گفت IRR کلاسیک از توزیع تقریباً نرمال با میانگین ۲۲/۳۲ و انحراف معیار ۱/۰۳٪ پیروی می‌کند. کمترین و بیشترین مقدار IRR کلاسیک به‌دست‌آمده نیز به‌ترتیب برابر با ۱۸/۵۳ و ۲۶/۳۳٪ است.

مطابق اطلاعات به‌دست‌آمده در روش NPV، مقادیر میانگین، مد و میانه تقریباً برابر است که این یکی از ویژگی‌های توزیع نرمال است. ضمن اینکه میزان چولگی و کشیدگی مقدار NPV نیز برابر با ۰/۱۷ و ۲/۷۳ است که نزدیک بودن توزیع NPV به توزیع نرمال را اثبات می‌کند. درواقع می‌توان اظهار کرد NPV از توزیع تقریباً نرمال با میانگین ۱۴۴/۶۹و انحراف معیار ۲۳/۴۲۱ دلار پیروی می‌کند. کمترین و بیشترین مقدار NPV به‌دست‌آمده نیز

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

به‌ترتیب برابر با ۱۴۴/۶۹ و ۳۱۷/۹۹۷ دلار است. طبق مشاهدات صورت‌گرفته، در روش IRR کلاسیک در تمامی شاخص‌های توصیفی نمودار (به‌استثنای چولگی) از آمار بالاتری برخوردار است؛ درصورتی که آمار پایین مربوط به روش NPV نیز حائز اهمیت است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، فرایند مالی حاصل از اجرای سیستم مدیریت HSE-MS با استفاده از نرم‌افزار @RISK در هر سه روش بر ضرورت اجرای سیستم مدیریت از نظر اقتصادی دلالت می‌کند. به عبارت دیگر، میانگین نرخ بازگشت سرمایهٔ داخلی فرایند مالی حاصل از اجرای سیستم مدیریت HSE-MS مطابق روش‌های IRR کلاسیک، AIRR و MIRR به‌ترتیب ۲۲/۲۳ ، ۱۸/۱۱ و ۱۱/۱۲٪ است که از متوسط نرخ بازار ۵٪ بزرگ‌تر بوده و به‌شدت بر اقتصادی بودن این فرایند مالی تاکید دارد. اختلاف مشهودی بین روش سنتی محاسبهٔ IRR کلاسیک، AIRR و MIRR با روش‌های نرم‌افزار @RISK مشاهده نشده است؛ اما اختلاف میزان اقتصادی بودن در روش‌های IRR کلاسیک به AIRR و MIRR به فرایند نوین محاسباتی و تأثیر متغیرهای مالی و ارزش زمانی پول برمی‌گردد. به‌عبارتی درصد سودآوری به‌دست‌آمده در روش نوین‌تر قابل قبول‌تر است.

بحث

از با تجزیه و تحلیل نتایج روشن شد که عدم هزینه در بخش HSE می‌تواند به عدم تضمین سوددهی سیستم‌ها و بهره‌وری کافی از منابع منجر شود. از این رو درک ارتباط بین شاخص‌های اقتصادی و عملکرد سیستم مدیریت HSE در پروژه‌ها و استفاده از روش‌های IRR کلاسیک، AIRR، MIRR، NPV و همچنین نرم‌افزار @RISK و روش Vertex می‌تواند باعث حفظ سرمایهٔ اصلی و به‌تبع آن افزایش مقدار عایدی حاصل از پروژه شود که با نتایج مطالعهٔ فنگ (۲۲) و وطنی (۱۳) هماهنگ است.

لذا در سال‌های اخیر سیستم مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست HSE-MS به‌عنوان ابزار مدیریتی قدرتمند و جامع مطرح بوده؛ اما بیشتر در طرح‌های توسعه‌ای و پروژه‌های اقتصادی به‌کار گرفته شده است. با توجه به اینکه این سیستم با بررسی هم‌زمان سه عامل بهداشت، ایمنی و محیط زیست بستر مناسبی جهت استقرار و اجرای استانداردهای مدیریت محیط زیست و استانداردهای بهداشتی و ایمنی ایجاد می‌کند و با رویکرد یک‌پارچه زمینهٔ توسعهٔ پایدار را فراهم می‌آورد، می‌تواند یکی از بهترین سیستم‌های مدیریت اقتصادی باشد. به‌عبارتی حتی هزینه در واحد HSE-MS که جهت ارتقای ایمنی، بهداشت کار و محیط زیست کارگران انجام می‌شود، به امنیت اقتصادی سیستم نیز کمک می‌کند و باعث افزایش سودآوری پروژه می‌گردد. درنتیجه سرمایه‌گذاری در واحدهای HSE-MS نه‌تنها هزینهٔ اضافی نیست، بلکه کاملاً سودآور بوده و باعث افزایش بهره‌وری کل سیستم هم می‌گردد. پژوهش‌های وطنی (۱۰، ۱۴) و ایویلن (۱۶) صحت این نتایج را اثبات می‌کند.

نتایج می‌دهد در روش MIRR کمترین و بیشترین مقدار IRR کلاسیک به‌دست‌آمده به‌ترتیب برابر با ۵/۶۹ و ۱۰/۰۲٪ است. همچنین در روش AIRR کمترین و بیشترین مقدار IRR کلاسیک به‌دست‌آمده به‌ترتیب برابر با ۱۲/۴۴ و ۱۷/۵۵٪ است. مطابق اطلاعات به‌دست‌آمده در روش NPV، کمترین و بیشترین مقدار NPV حاصل نیز به‌ترتیب برابر با ۱۴۴/۷ و ۳۱۵/۹۹۷ دلار است که همهٔ موارد از مقدار بهرهٔ بازار بیشتر بوده و نشان‌دهندهٔ اقتصادی بودن استقرار سیستم مدیریت HSE است.

نتیجه‌گیری

امروزه همهٔ کشورها به این نتیجه رسیده‌اند که برای نیل به توسعهٔ پایدار، سلامتی انسان، جامعه و محیط زیست باید در صدر اولویت‌ها قرار گیرد. لازم است که در جریان توسعهٔ اقتصادی، به‌منظور دستیابی به توسعهٔ پایدار و سالم، میان سلامتی و بهداشت حرفه‌ای تعادل ایجاد شود و این امر در فرایند برنامه‌ریزی توسعهٔ کشور، بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. باید همواره به‌خاطر داشت که سه مقولهٔ بهداشت، ایمنی و محیط زیست اثرات هم‌افزایی بر یکدیگر دارند و اثر هم‌زمان آن‌ها در بهره‌وری کار به‌مراتب بیشتر و گسترده‌تر می‌گردد. در جهان نیز پس از جنگ جهانی دوم بحث تلفیق این سه موضوع مطرح شده و تاکنون به‌طور جدی براساس آن عمل شده است؛ به‌طوری که اجرای یک‌پارچهٔ HSE در جامعه، نشانهٔ تمدن و سطح فرهنگ مردم جامعه تلقی می‌شود.

درمجموع بهره‌برداری از روش‌های اقتصاد مهندسی برای ارزیابی اقتصادی سیستم مدیریت HSE امر قابل قبول و علمی برای توجیه مدیران مجموعه با هدف سرمایه گذاری در بخش ایمنی، سلامت شغلی و محیط زیست (HSE) صنایع و سازمان‌ها می‌گردد.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]

تقدیر و تشکر

نویسندگان مراتب تقدیر و تشکر خویش را از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی گیلان و مرکز تحقیقات ترومای جاده‌ای گیلان، جهت تصویب و حمایت مالی از طرح با شماره ۹۵۱۱۲۷/۲۰ و اعطای کد اخلاق IR.GUMS/REC.1396.535 اعلام می‌کنند.

References

1. Mehrdad R, Seifmanesh S, Chavoshi F, Aminian O, Izadi N. Epidemiology of occupational accidents in iran based on social security organization database. Iranian Red Crescent medical journal. 2014; 16(1): e10359-e.
2. Vatani J, Razaei F. The relationship between the cost due to accidents in the drug industry and the investment in the Safety Management System. Archives of Pharmacy Practice. 2017; 8 (4): 104-108
3. López-Arquillos A, Rubio-Romero JC, Gibb A. Accident data study of concrete construction companies' similarities and differences between qualified and non-qualified workers in Spain. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. 2015 2015/10/02; 21(4): 486-92.
4. Antonio López Arquillos VCRR, VitaeAlistair Gibb,. Analysis of construction accidents in Spain, 2003-2008. Journal of Safety Research. 2012; 43: 381-8.
5. P.K. Nag VGP. Work accidents among shift workers in industry. International Journal of Industrial Ergonomics. 1998; 21 (1): 275 - 81
6. Miguel A. Camino López DOR, Ignacio Fontaneda, Oscar J. González Alcantara,. Construction industry accidents in Spain. Journal of Safety Research. 2008; 39: 497-507.
7. Cox SP. Safety, reliability, and risk management : an integrated approach / Sue Cox and Robin Tait. Tait R, editor. Oxford ; Boston: Butterworth-Heinemann; 1998.
8. Jallon R, Imbeau D, De Marcellis-Warin N. Development of an indirect-cost calculation model suitable for workplace use. Journal of safety research. 2011 06/01; 42: 149-64.
9. Sue Cox RT. Safety, Reliability and Risk Management: an integrated approach. edition S, editor. Butterworth-Heinemann,: Jordan Hill, Oxford OX2 8DP; 1998.
10. Vatani J SGN, Pourreza A, Mohammadfam I, Zakerian SA. A framework for the calculation of direct and indirect costs of accidents and its application to incidents occurring in Iran's construction industry in 2013. Trauma Monthly. 2017; 22(1): e26117.
11. Mohammadfam I, Saraji GN, Kianfar A, Mahmoudi S. Developing the health, safety and environment excellence instrument. Iranian J Environ Health Sci Eng. 2013; 10(1): 7-.
12. Azadeh A, Fam I, Nouri J, Azadeh M. Integrated health, safety, environment and ergonomics management system (HSEE-MS): An efficient substitution for conventional HSE-MS. Journal of Scientific & Industrial Research. 2008 07/01; 67: 403-11.
13. Vatani J FHR, Faghihnia Torshizi Y. . The new structure of economic evaluation Health, Safety and Environment - Management System (HSE-MS) approach to estimate the cost of accident human. Iran Occupational Health. 2019 15(6): 47-58.
14. Vatani J SGN, Pourreza A, Fam IM, Zakerian SA. The relative costs of accidents following the establishment of the health, safety and environment management system (HSE-MS) for the construction industry in Tehran. Iranian Red Crescent Medical Journal. 2016; 18(12): e27140.
15. Feng Y. Effect of safety investments on safety performance of building projects. Safety Science. 2013 2013/11/01/; 59: 28-45.
16. Evelyn Ai-Lin Teo YF. The indirect effect of safety investment on safety performance for building projects. Architectural Science Review. 2011;54:65-80.
17. Ikpe E HF, Proverbs D. Cost-Benefit Analysis (CBA) of construction health and safety management: a theoretical discussion. In: Management AoRiC, editor. 24th Annual ARCOM Conference; Cardiff, UK2008. p. 1035-43.
18. Hajdasinski M. Technical note - The internal rate of return (IRR) as a financial indicator. The Engineering Economist. 2010 08/12; April-June 2004: 185-97.
19. Hazen G. A new perspective on multiple internal rates of return. The Engineering Economist. 2003 01/01; 48: 31-51.
20. Hazen G. An Extension of the Internal Rate of Return to Stochastic Cash Flows. Management Science. 2009 06/01; 55: 1030-4.
21. Magni C. Average Internal Rate of Return and Investment Decisions: A New Perspective. Universidad Tecnológica De Bolívar, Documentos de Trabajo. 2010 05/28; 55.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-20]