

ORIGINAL RESEARCH PAPER

## Investigating the economic effects of long-term investment in HSE , Oil company in Iran

Mahboobeh Kefayati<sup>1</sup>, Mahnaz Mirza Ebrahim Tehrani<sup>1,\*</sup>, Omid Saber Fard<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Environment, Marine Science and Technology college Tehran North , Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Industrial Advisor, Tehran, Iran

Received: 2019-11-11

Accepted: 2020-02-16

### ABSTRACT

**Introduction:** Even with the rising number of diseases and their severity as well as occupational-environmental accidents occurring within organizations, most managers do not still care about the profitability of implementing the health, safety, and environment (HSE) management system requirements.

**Material and Methods:** Accordingly, the integration of the HSE costs calculated through engineering-economics relations was investigated to evaluate the given profitability using a different approach. For this purpose, costs of diseases and occupational-environmental accidents were computed (n=2207), and then lack of their spending was considered as system income. By determining the correlation and calculating the P-value as well as the associated costs, the regression model was subsequently fitted. Investment in the HSE management system was further examined, and return on investment (ROI) and net present value (NPV) were calculated. Afterwards, the relationship between ROI and disease recurrence rates together with occupational-environmental accidents was explored.

**Results:** health costs with a P-value=0.03 had a significant effect on disease recurrence rates, so that the incidence rate was equal to 1.432 e-15 as it increased by one unit. The costs of accidents with a P-value=0.048 also had a substantial impact on the occurrence of occupational accidents and a growth by one unit, wherein the accident recurrence rates were 9.183 e. However, no significant association was found between environmental accidents and disease incidence rates.

**Conclusion:** The results implied that investment in HSE management systems is not just in accordance with implementing profitability requirements, but it should be targeted and based on priorities, influenced by the results of examining root causes of diseases and accidents as well as assessing risks facing organizations.

**Keywords:** Economic effects, HSE, Occupational Diseases, Occupational and Environmental Incidents, NPV, ROI, Investment

### 1. INTRODUCTION

There are some obstacles in implementing a coherent health and safety plan, whose financial issues are undoubtedly among the most important ones, whereas 30.4 million lost working days leading to diseases and accidents cause damage in the workplace. The total imposed by 10,583 occupational accidents is 95,812,058 thousand Tomans and human per capita for any occupational accident occurring in Iran is 9,053,393 Tomans. The amount of the years of life lost (YLL) for death

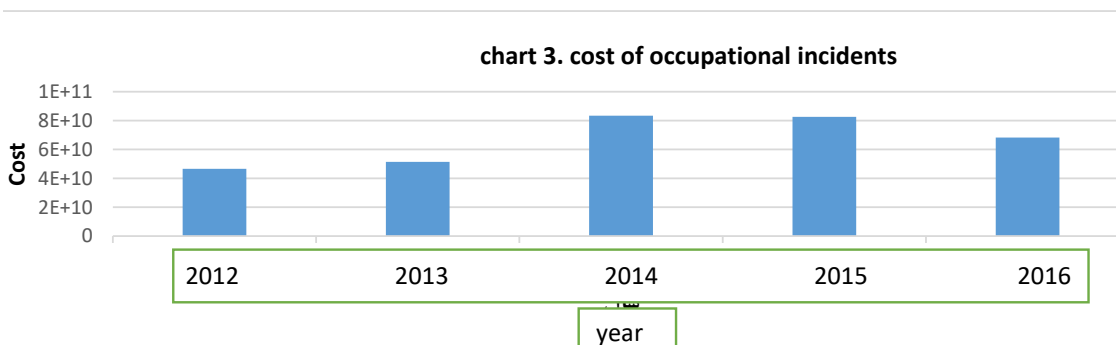
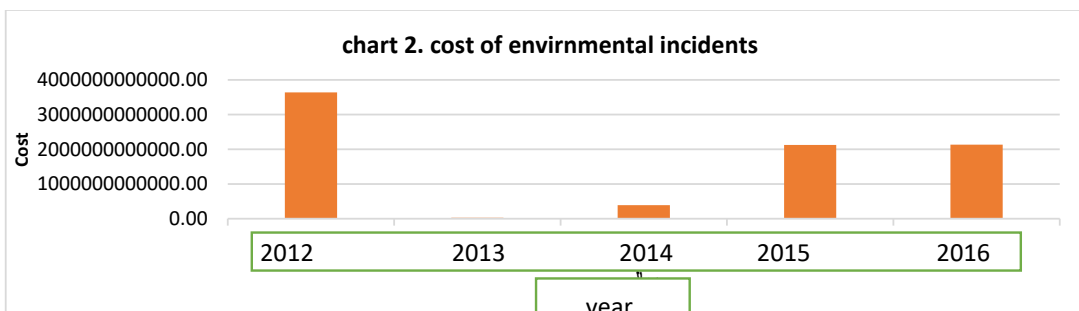
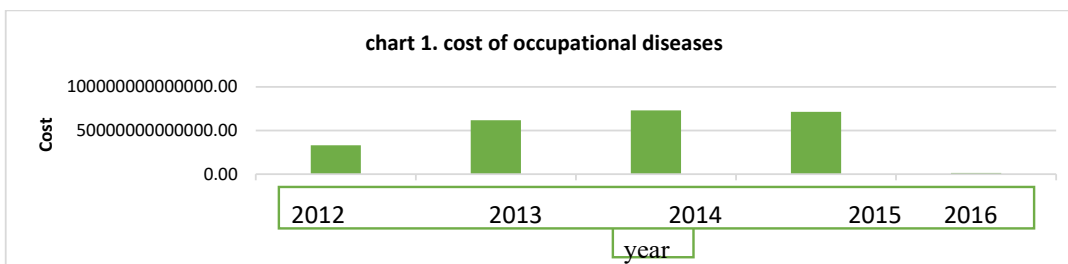
caused by occupational accidents is estimated to be 15.1293 years. However, cost studies merely consider the effectiveness of difference between financial benefits and costs of plans from implementing occupational safety and health (OSH) interventions as a reserve (i.e., net profit) and return on investment (ROI), whose economic outcomes include a reduction in absenteeism. Therefore, prevention of economic costs induced by diseases and occupational-environmental accidents can have a significant impact on promotion of health, safety, environmental sustainability, and organizational

\* Corresponding Author Email: [Tehrani.mah@gmail.com](mailto:Tehrani.mah@gmail.com)

Copyright © 2021 The Authors. Published by Tehran University of Medical Sciences.



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



growth. Meeting the requirements of health, safety and environment (HSE) management systems can further bring the incidence rate close to zero, and consequently have positive effects on investment on profitability of projects. In this respect, even small and medium-sized enterprises (SMEs) need to pay much attention to the completion of the OSH requirements in the workplace. In addition, the positive impact of this investment on giving a boost to safety culture and safe behavior in workers as well as voluntary investment on safety can become evident in projects through increased safety culture and risk reduction in the workplace. So far, numerous studies have been conducted to estimate the economic costs of diseases and occupational/environmental accidents in Iran and worldwide, indicating the success of the establishment of HSE management systems in

diminishing production costs. In this study, economic costs in the field of industrial HSE along with relationship between economic effects of investment and reduction of occupational-environmental diseases and accidents in the HSE management system in an oil company in Iran was investigated (Fig. 1). The main purpose of this project was to determine the impact of economic investment in each sector and to reflect on the appropriate criteria for future decisions, especially in the domain of HSE management systems.

## 2. MATERIALS AND METHODS

The integration of the HSE costs calculated through engineering-economics relations was studied to evaluate the profitability of implementing the HSE management system requirements via a different approach. For this purpose, costs of diseases

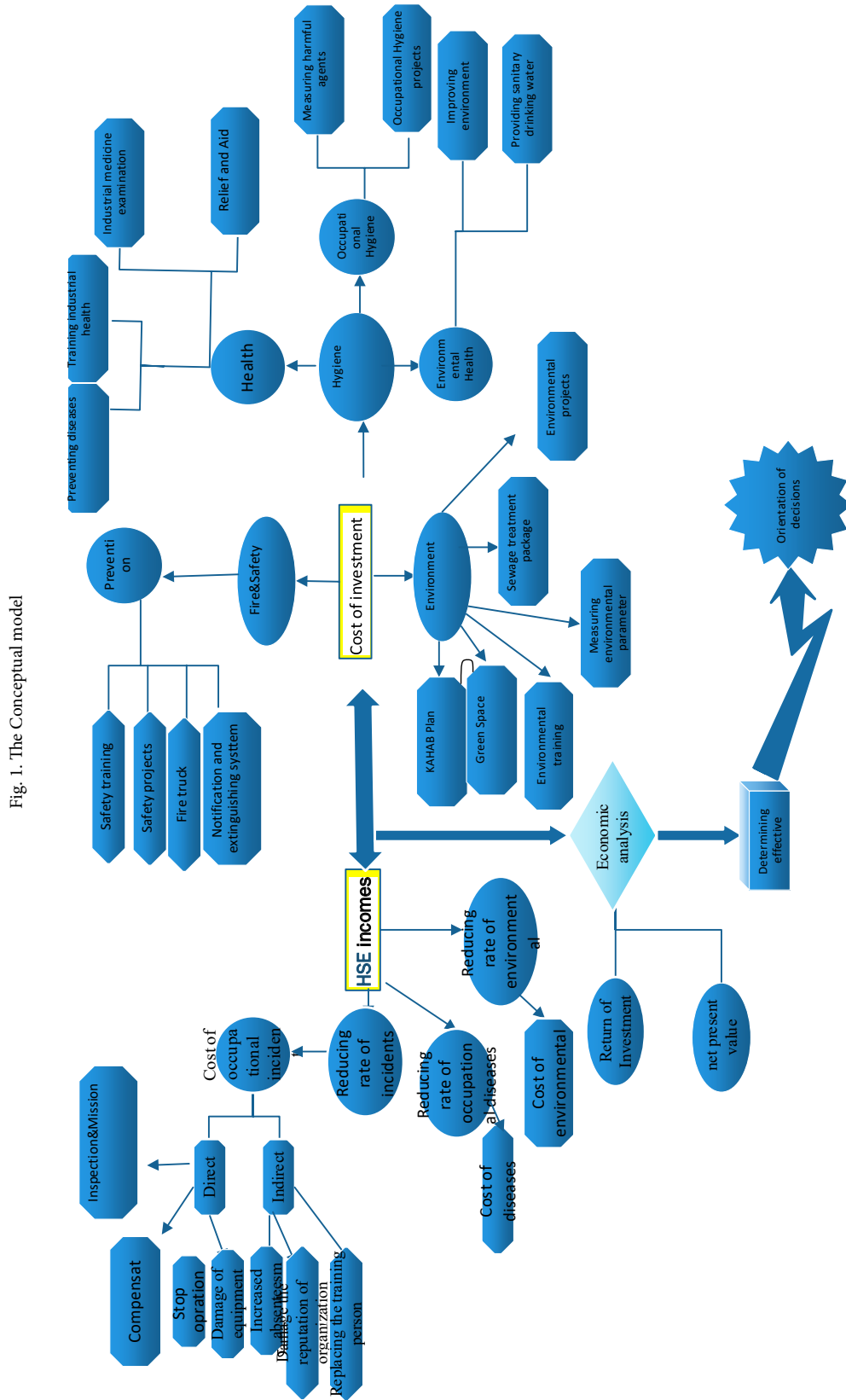


Fig. 1. The Conceptual model

Table 1. Calculating return on investment rate

Year/field	2012	2013	2014	2015	2016
Health	1914.255169	1059.796	772.6377	1243.717	19.81534
Safety	0.199267375	-0.30802	-0.46615	4.270844	1.064215
Environment	107.6687763	-0.85985	1.107157	9.185688	6.850099

Table 2. Calculating the current net value

Fields under study	NPV (IRR)
Health	-1.79663E+11
Safety	-1.68717E+11
Environment	-5.68406E+11

and occupational-environmental accidents were calculated (n=2207), and then lack of their spending was considered as system income. By determining the correlation and calculating the P-value as well as the associated costs, the regression model was subsequently fitted. Investment in the HSE was further examined, and return on investment (ROI) and net present value (NPV) were calculated. Afterwards, the relationship between ROI and recurrence rate of diseases as well as occupational-environmental accidents was explored.

### 3. RESULTS

The findings revealed that health costs with a

P-value=0.03 had a significant effect on disease recurrence rates, so that the incidence rates were 1.432 e-15, as it increased by one unit. The costs of accidents with a P-value=0.048 also had a substantial impact on the incidence of occupational accidents and a growth by one unit, wherein the recurrence rates of accidents was equal to 9.183 e. However, no significant association was found between environmental accidents and disease incidence rates.

### 4. CONCLUSION

The study results implied that investment in HSE management systems is not just in accordance with implementing profitability requirements, but it should be targeted and based on priorities, influenced by the results of examining root causes of diseases and accidents as well as assessing risks facing organizations.

## بررسی آثار اقتصادی سرمایه گذاری HSE در یک شرکت نفتی در ایران

محبوبه کفایتی<sup>۱</sup>، مهناز میرزا ابراهیم طهرانی<sup>۱\*</sup>، امید صابرفرد<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
<sup>۲</sup> دانشکده حسابداری، دانشگاه بین المللی قزوین، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۸/۲۰، تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۲۷

### چکیده

**مقدمه:** علیرغم افزایش تعداد و شدت بروز بیماریها، حوادث شغلی و زیست محیطی در سازمانها بسیاری از مدیران پیاده سازی الزامات HSE را هزینه بر دانسته و بر سودآوری حاصل از اجرای آنها توجه ندارند.

**روش کار:** در این پروژه با هدف بررسی سودآوری اجرای الزامات HSE با رویکردی متفاوت، به تلفیق هزینه های HSE محاسبه شده با روابط اقتصاد مهندسی پرداخته شد. هزینه های بیماریها، حوادث شغلی و زیست محیطی ۲۲۰۷ مورد محاسبه و عدم هزینه کردشان به عنوان درآمد برای سیستم لحاظ شده است، با تعیین همبستگی و محاسبه P value میان آنها و هزینه های مترتبه مدل رگرسیونی آن برازش گردید. سرمایه گذاری در حوزه HSE طی سالهای ۹۱-۹۵ برآورد و نرخ بازگشت سرمایه (ROI) و ارزش فعلی خالص (NPV) محاسبه و ارتباط میان ROI و نرخ تکرار بیماریها، حوادث شغلی و زیست محیطی بررسی شد.

**یافته ها:** هزینه بهداشت با  $p\text{-value} = 0.03$  تاثیر معناداری بر نرخ بروز بیماری دارد و با افزایش یک واحد نرخ بروز بیماری  $1.432 \times 10^{-15}$  برابر می شود. هزینه حوادث با  $p\text{-value} = 0.048$  تاثیر معناداری بر نرخ بروز حوادث شغلی داشت و با افزایش یک واحد، نرخ تکرار  $9.183 \times 10^{-13}$  برابر میشود. ارتباط معناداری میان حوادث زیست محیطی و نرخ بروز یافت نشد.

**نتیجه گیری:** نتایج حاکی از آنست که صرفاً سرمایه گذاری با اولویت اجرای الزامات در حوزه HSE در سودآوری موثر نبوده بلکه بایستی هدفمند و متأثر از نتایج بررسی علل ریشه ای حوادث، بیماریها و ارزیابی ریسک های سازمان باشد.

**کلمات کلیدی:** آثار اقتصادی، HSE، بیماری شغلی، حوادث شغلی و زیست محیطی، ROI، NPV، سرمایه گذاری

\* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: [tehrani.mah@gmail.com](mailto:tehrani.mah@gmail.com)

## مقدمه

در اجرای یک برنامه منسجم ایمنی و بهداشت، بدون شک مسائل مالی یکی از موانع مهم است. این در حالیست که ۳۰,۴ میلیون روز کاری از دست رفته منتهی به بیماریهای ناشی از کار و حوادث منجر به آسیب در محیط کار گزارش شده است (۱). مطابق با اطلاعات انجمن بین المللی ایمنی آمریکا سالیانه حدود ۲۲۰۰ مرگ و ۲۲۰۰۰۰ ناتوانی ناشی از حادثه در اثر حوادث شغلی، هزینه های قابل توجهی به سازمان تحمیل می نماید (۲) بر اساس مطالعات (۳) کل هزینه های تحمیلی ناشی از ۱۰۵۸۳ مورد حادثه شغلی ۹۵۸۱۲۰۵۸ هزار تومان و سرانه انسانی هر حادثه شغلی که در کشور رخ می دهد برابر با ۹۰۵۳۳۹۳ تومان است. مقدار سالهای از دست رفته عمر برای مرگ های ناشی از حوادث شغلی ۱۵/۱۲۹۳ سال محاسبه شده است (۴) مطالعات هزینه - اثربخشی تفاوت میان سود مالی و هزینه برنامه های حاصل از اجرای مداخلات OSH را بعنوان ذخیره (سود خالص) و بازگشت سرمایه (ROI) لحاظ می نماید، که پیامدهای اقتصادی آن شامل کاهش غیبت می باشد (۵). پس پیشگیری از هزینه های اقتصادی ناشی از بیماریها و حوادث شغلی و زیست محیطی می تواند تاثیر بسزایی بر ارتقاء سطح سلامت، ایمنی، پایداری محیط زیست و دستیابی به رشد سازمانی داشته باشد. مطالعات زیادی در مورد اینکه ایمنی، بهداشت و ارگونومی می توانند شرایط کارکنان را بدون کاهش سود در شرکت بهبود بخشند انجام و نتایج نشان داده که آنالیز هزینه و سود اساس نیمی از مطالعات است (۶). اجرای الزامات HSE میتواند نرخ حوادث را نزدیک به صفر برساند (۷) و اثرات مثبت سرمایه گذاری بر سود دهی پروژه داشته باشد (۸) حتی بنگاههای اقتصادی کوچک و متوسط<sup>۲</sup> SMEs نیاز به توجه جدی به اجرای الزامات بهداشت ایمنی شغلی در محیط کار دارند (۹). برای اینکه بهداشت شغلی و ایمنی جزئی از کلیدهای موفقیت در سازمانند (۱۰). همچنین تاثیر مثبت

این سرمایه گذاری بر افزایش فرهنگ ایمنی و رفتارهای ایمن کارگران (۱۱) و سرمایه گذاری داوطلبانه بر ایمنی از طریق افزایش فرهنگ ایمنی و کاهش مخاطرات در محیط کار (۱۲) در پروژه ها مشهود می باشد. نتایج تحقیقات (۱۳) نشان داد که افزایش آموزشهای HSE و شناسایی خطرات، در بهبود عملکرد HSE و فرهنگ ایمنی در محیط کار موثر است. تاکنون مطالعات زیادی در خصوص برآورد هزینه های اقتصادی حوادث و بیماریهای شغلی در ایران و جهان انجام شده است و حاکی از موفقیت استقرار سیستم HSE در کاهش هزینه های تولید است (۱۴) اما در این مطالعه ضمن برآورد هزینه های اقتصادی در حوزه های بهداشت صنعتی، ایمنی و محیط زیست به بررسی ارتباط میان آثار اقتصادی سرمایه گذاری و کاهش نرخ بروز بیماریها و حوادث شغلی و زیست محیطی در HSE یک شرکت نفتی در ایران پرداخته شده است. (شکل ۱) هدف از اجرای این پروژه تعیین تاثیر سرمایه گذاری اقتصادی در هر بخش و تعیین معیار مناسب جهت تصمیم گیری های آتی علی الخصوص در حوزه مدیریتی HSE بوده است.

## روش کار

جامعه مورد مطالعه بیماریها و حوادث شغلی و زیست محیطی یکی از شرکتهای نفتی در ایران طی سالهای ۹۱-۹۵ می باشد. در این مطالعه بر اساس روش سرشماری، اطلاعات هزینه های HSE در کلیه مناطق تابعه جمع بندی گردید؛ برای جمع آوری داده ها ابتدا بر اساس نوع متغیرها و رابطه آنها با یکدیگر نسبت به تدوین یک مدل مفهومی اقدام شده است، از آنجایی که در بخش مربوط به هزینه های سرمایه گذاری در حوزه HSE، هزینه ها به هزینه بیماریها، هزینه حوادث شغلی و زیست محیطی تقسیم بندی شده، لذا جمع آوری داده ها به صورت کتابخانه ای و میدانی بوده و از ابزار مشاهده، مصاحبه و آزمون و استفاده از داده های آماری به صورت ترکیبی استفاده گردید. پس از انجام محاسبات اقتصادی، به تجزیه و تحلیل داده ها با آمار استنباطی و آزمون فرضیه های

1 Occupational Health & Safety

2 Small & Medium Enterprises

جدول ۱. آیتم های محاسبه هزینه حوادث سالانه در حوزه ایمنی و آتش نشانی بر اساس مدل OSHA

تعداد حوادث به تفکیک نام منطقه	OSHA آیتم های هزینه حوادث ایمنی بر اساس مدل
نوع استخدام افراد A	
محل حادثه B	
زمان وقوع حادثه C	
نوع حادثه D	
علت حادثه E	
پیامد حادثه (هزینه صدمه به اموال و یا ازدست رفتن آنها) HS	
هزینه ماموریت، بازرسی و بررسی حوادث AS	
دارو، درمان و بستری (هزینه های پزشکی) BS	
پرداخت جرائم و مجازاتهای قانونی (هزینه تاخیر) CS	
پرداخت غرامت DS	
هزینه بیمه ES	
آموزش و بازآموزی HSE (آموزش کارگر جایگزین) FS	
هزینه صدمه و آسیب به شهرت سازمان (در این مطالعه محاسبه نشده)	
تضعیف روحیه کارکنان و افزایش غیبت ها (در این مطالعه محاسبه نشده)	

جدول ۲. مبالغ محاسبه شده هزینه حوادث بر اساس برآورد

هزینه محاسبه شده	برآورد حدودی هزینه حادثه	ردیف
۱ میلیون ریال	کمتر از ۱۰ میلیون ریال	۱
۱۰۰ میلیون ریال	بین ۱۰ تا ۱۰۰ میلیون ریال	۲
۱ میلیارد ریال	بین ۱۰۰ میلیون تا یک میلیارد ریال	۳
۵ میلیارد ریال	بین یک میلیارد تا ۵ میلیارد ریال	۴
۱۰ میلیارد ریال	بیش از ۵ میلیارد ریال	۵

ای طی سری زمانی مد نظر مورد توجه بوده لذا مطابق با جدول ۲ میزان خسارت و هزینه وارده معادل سازی گردیده و در مجموع هزینه حوادث محاسبه گردیده است. هزینه بیماریهای شغلی که براساس داده های مربوط به تعداد بیماری، نوع، زمان، شیوع و بروز بیماری و میزان آسیب وارده مطابق با رابطه ۲ و ۳ و بر اساس قوانین مجازات اسلامی، بخش دیات تخمین زده شده است. جهت محاسبه هزینه اختلالات شنوایی مطابق رابطه ۲ طبق ماده ۳۶۷ قانون مجازات اسلامی و مطالب مرتبط با آن، ۳،۴۰٪ از دیه کامل مرد مسلمان در سال مورد نظر مربوط به هزینه کاهش و اختلالات شنوایی لحاظ گردیده است.

پژوهش پرداخته شد. هزینه حوادث شغلی که بنا بر اطلاعاتی از قبیل تعداد حوادث، هزینه های مستقیم، غیر مستقیم، پرداختنی و قابل اندازه گیری بر اساس مدل (OSHACC) و مطابق رابطه ۱ تخمین زده شده است؛

**رابطه ۱- نحوه محاسبه هزینه حوادث**

$$\text{هزینه حوادث} = \text{AS} + \text{BS} + \text{CS} + \text{DS} + \text{ES} + \text{FS} + \text{HS}$$

همچنین با توجه به اینکه در این پژوهش علاوه بر آیتم های هزینه ای OSHACC نقش داده های دیگری مانند نوع حادثه (D)، نوع استخدام (A) مکان (B)، زمان (C)، علل (E) و شدت وقوع حادثه که در بررسی حوادث موجود علی الخصوص حوادث جاده

جدول ۳. آیتم های مربوط به هزینه بیماریهای شغلی سالانه در حوزه بهداشت صنعتی

نام منطقه	آیتم های هزینه بیماریهای شغلی
درصد اختلالات شنوایی	
درصد اختلالات تنفسی	
درصد بیماریهای اسکلتی عضلانی	
نرخ شیوع بیماریها	

جدول ۴. آیتم های مربوط به هزینه حوادث زیست محیطی سالانه

نام منطقه	آیتم های هزینه حوادث زیست محیطی
نوع فرآورده	
میزان ریخت و پاش (هدررفت فرآورده)	
حجم خاک آلوده	
جریمه ناشی از خاکبرداری	
هزینه خاکبرداری	
هزینه حمل و پاکسازی	

قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران طراحی و محاسبه شده و بر اساس آخرین آیین نامه موجود در کشور بروز رسانی و تخمین زده شده است.

#### رابطه ۴- نحوه محاسبه حجم خاک آلوده

حجم خاک آلوده (مترمکعب) = حجم هدرروی فرآورده (مترمکعب) \* دانسیته فرآورده \* ۱۰<sup>۶</sup> / گنجایش نگهداری انواع خاک \* ۱۰۰۰

#### رابطه ۵- نحوه محاسبه جریمه ناشی از خاکبرداری

جریمه ناشی از خاکبرداری = حجم خاک آلوده \* ضریب ریالی (۱۰) \* ضریب حساسیت (۱)

سایر هزینه های مربوط به خاکبرداری و حمل و پاکسازی مطابق اعلام مرکز فرآوری محاسبه می گردد.

مطابق جدول ۵ هزینه های مربوط به سرمایه گذاری و تامین بودجه مورد نیاز پروژه ها تحت عنوان هزینه سرمایه گذاری در هر حوزه لحاظ گردیده است و هزینه ناشی از بروز بیماریها، حوادث شغلی و زیست محیطی که پیشگیری از آنها نوعی درآمد سازمان است متوسط درآمد لحاظ شده است. همچنین به منظور تجزیه و تحلیل

#### رابطه ۲- نحوه محاسبه هزینه اختلالات شنوایی

$x$  دبه کامل انسان در سال \* 40.3% = هزینه اختلالات شنوایی

جهت محاسبه هزینه اختلالات تنفسی مطابق رابطه ۳ از آنجا که در قانون، دبه ریه بر اساس نظر کارشناس رسمی دادگستری و مطابق رای دادگاه بوده لذا برای در نظر گرفتن هزینه اختلالات تنفسی در این پروژه مطابق با نظر کارشناسان حقوقی و مشاورین کیفی ارزش ریه معادل ۱/۳ دبه کامل محاسبه شده است، مصداق این اظهار نظر کارشناسی از دست رفتن کل ریه به دنبال سرطان شغلی است که برابر دبه کامل فرد مسلمان باشد. لذا اختلالات مربوطه معادل ۱/۳ لحاظ و رابطه زیر بدست آمده است؛

#### رابطه ۳- نحوه محاسبه هزینه اختلالات تنفسی

دبه کامل انسان در سال  $x$  \* ۱/۳ = هزینه اختلالات تنفسی

هزینه حوادث زیست محیطی که داده های آن شامل حجم فرآورده هدر رفته، زمان و مکان و علت حادثه، هزینه مربوط به پاکسازی محیط و نوع فرآورده می باشد و بر اساس مجموعه قوانین و مقررات سازمان حفاظت محیط زیست کشور، آیین نامه اجرایی بند (ج) ماده ۱۰۴

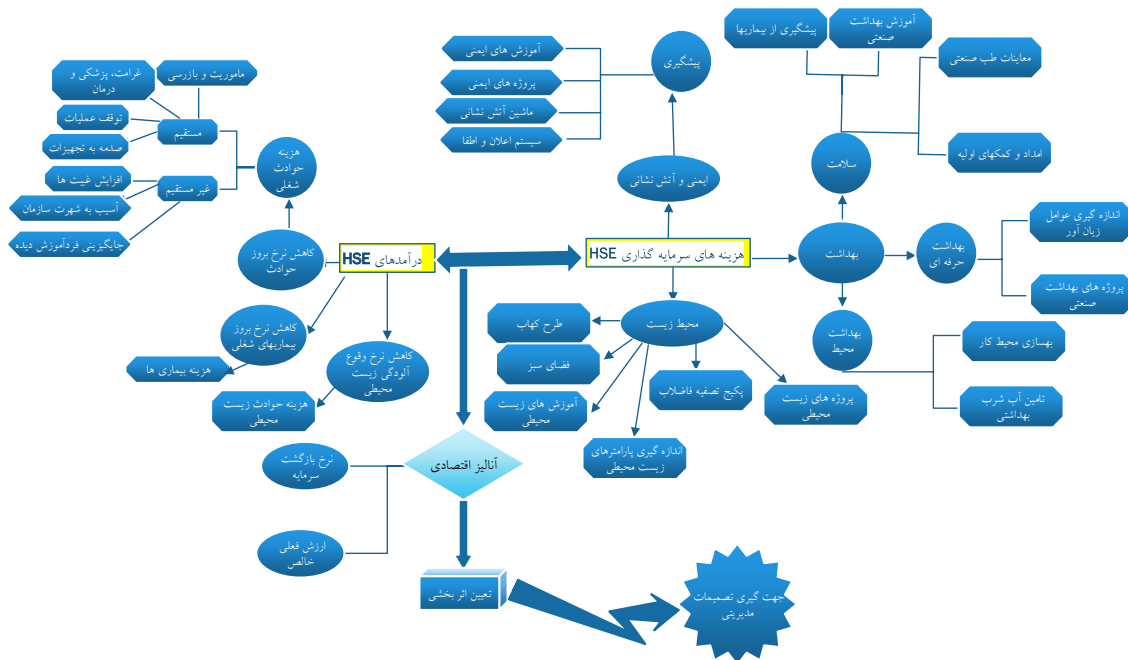


جدول ۵.

هزینه سرمایه گذاری (ریال)					اجزا بخش سرمایه گذاری		بخش سرمایه گذاری
سال ۹۵	سال ۹۴	سال ۹۳	سال ۹۲	سال ۹۱	هزینه اختلالات شنوایی	هزینه های بیماریها	هزینه بهداشت
4.6527E+13	4.6527E+13	4.83476E+13	4.60464E+13	2.69544E+13			
2.49261E+13	2.49261E+13	2.47748E+13	1.57907E+13	6.09767E+12	هزینه اختلالات تنفسی		
0	0	0	0	0	هزینه اختلالات اسکلتی عضلانی		
1.44269E+12	7.14531E+13	7.31224E+13	6.18371E+13	3.30521E+13	هزینه مجموع		
49350669216	22707851261	12435863449	10544555931	5212406996	وسایل حفاظت فردی		
0	2506671380	6001277559	2670000000	1736752182	تامین آب شرب بهداشتی		
1650000000	3693425305	248445839	2600000000	1244422500	اصلاح روشنایی		
18308212500	28497167831	72720307530	39978507121	9063683675	بهسازی محیط کار		
0	0	3111671323	2500000000	0	تهویه صنعتی		
0	0	0	0	0	اورژانس پزشکی		
61380000000	76710000000	78790000000	47920000000	44170000000	هزینه حوادث پرسنلی و جاده ای		
0	0	0	0	0	پرداخت غرامت		
0	0	0	1900000	0	جرائم و مجازاتهای قانونی		
5620663691	4694712635	3747033471	2681894726	1857762051	هزینه مأموریت، بازرسی HSE		
159426503	517397057	92382400	149961801	0	دارو، درمان و بستری		
898102987	546631678	465245161	510177237	473405891	بیمه		
146988100	107362400	247907000	102014000	49369955	آموزش و بازآموزی HSE		
68205181281	82576103770	83342568032	51365947764	46550537897	هزینه مجموع		
1277713249	1869577781	1124210749	733711254	870825212	ماشین آتش نشانی		
31763987855	13797002588	1.54993E+11	73496612453	37944987577	سیستم اعلام و اطفاء حریق		
5,852,780.00	6,437,184.00	1,126,842.00	86,071.00	9,802,535.00	هزینه حوادث هدرفت زیست محیطی فرآورده (لیتر)		
609,174.54	606,833.40	111,543.02	8,052.22	1039277.13	حجم خاک آلوده		
6,091,745.40	6,068,334.02	1,115,430.22	80,522.24	1039277130	جریمه ناشی از خاکبرداری		
1,877,817,070.02	1,870,600,370.13	343,838,057.90	24,821,462.07	3203634110	هزینه خاکبرداری		
2,132,110,890,000.00	2,123,916,905,250.00	390,400,577,000.00	28,182,782,250.00	3.63747E+16	هزینه حمل و پاکسازی		
2,133,994,798,815.42	2,125,793,573,954.14	390,745,530,488.12	28,207,684,234.31	3,640,683,981.881.15	هزینه مجموع		
3376281861	3419565135	17020225843	52104257335	5078749444	پکیج تصفیه فاضلاب		
0	0	0	7798896560	0	فضای سبز		
19156039326	2885712725	42543531425	1.17045E+11	15283732536	ترمیم بتن محوطه و پارکینگ		
2.42875E+11	1.93361E+11	1.2E+11	21920000000	9102000000	طرح کپاب		
454797000	612700491	724645000	477891400	234136300	اندازه گیری مخاطرات زیست محیطی و بهداشتی		
5980929536	8424990821	5148895689	1917756104	3803958141	P&M		

OSHA محاسبه گردید. هزینه بیماریها بر اساس غرامت پرداختی مطابق به قانون مجازات اسلامی و هزینه حوادث زیست محیطی بر اساس مجموعه قوانین و مقررات حفاظت محیط زیست بر اساس آیتم های فوق محاسبه و به عنوان درآمد در آنالیز اقتصادی لحاظ گردید. هزینه

حوادث و بیماریها و هزینه های مربوطه اطلاعات از سامانه گزارش حوادث، بیماریها و اسناد مالی شرکت استخراج و طبقه بندی گردید. با توجه به گزارش حوادث و بیماریها و اطلاعات استخراج شده، هزینه حوادث شغلی بر اساس مدل



شکل ۱- مدل مفهومی پژوهشگر

درآمد برای سیستم دارای مدیریت HSE محسوب می گردد لذا به عنوان درآمد لحاظ گردید سپس به واسطه فرمولهای اقتصاد مهندسی به آنالیز اقتصادی پرداخته شد و با تعیین اثر بخشی آن مسیر مناسب برای تصمیم گیری های مدیریتی مشخص گردید.

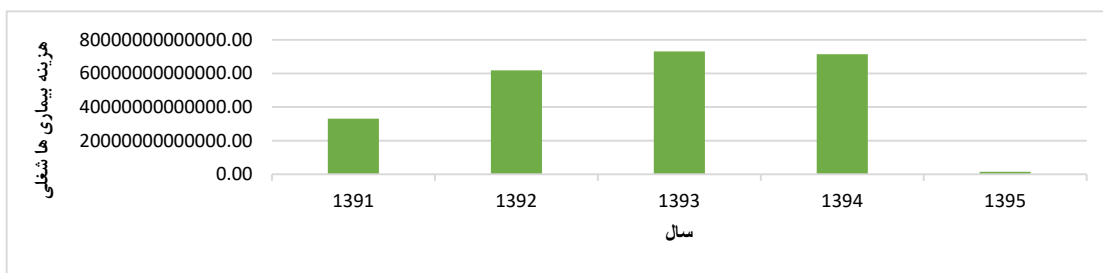
یافته ها: در بخش آمار استنباطی این پروژه، با استفاده از مقادیر نمونه، آماره ها محاسبه و سپس با کمک آزمون فرض آماری، نتایج به جامعه تعمیم داده شد. ابتدا از آزمون نرمالیتی کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد و پس از بررسی نرمال بودن داده ها از ضریب همبستگی پیرسون و در انتها از مدل رگرسیون خطی برای بررسی ارتباط میان آنها استفاده شد.

پس از بررسی تمام متغیرهای تحت مطالعه و تاثیر گذار در هزینه های بهداشت و با توجه به اینکه بر اساس آزمون کولموگروف اسمیرنوف p-value همه متغیرها بزرگتر از ۰,۰۵ بود فرض نرمال بودن متغیرها مقبول واقع شد؛ با توجه به همبستگی هزینه بهداشت و نرخ تکرار بیماری ها (۰,۹) با p-value=0.03 مشخص شد که

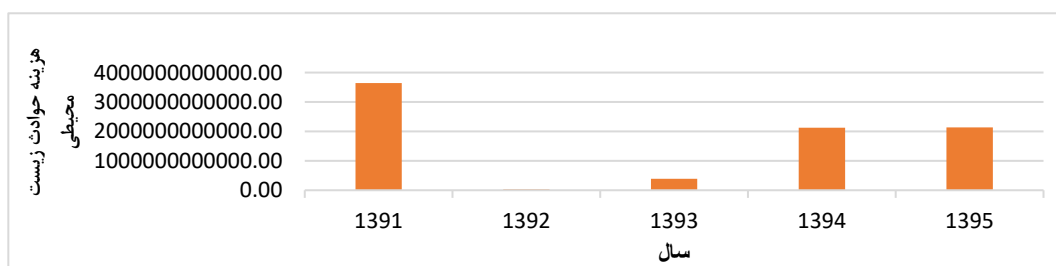
ناشی از پروژه ها و طرح های بهداشت صنعتی، ایمنی و محیط زیست به عنوان هزینه سرمایه گذاری در مدل آنالیز اقتصادی محاسبه شد. آثار اقتصادی داده ها بر اساس مدل آنالیز اقتصادی (ROI) Return on Investment و (NPV) Net present value با در نظر گرفتن نرخ تنزیل محاسبه گردید و سپس با توجه به نرمال بودن داده ها مطابق با آزمون کولموگروف اسمیرنوف ارتباط میان هزینه ها و آثار اقتصادی در هر حوزه با نرخ بروز بیماریها و حوادث به روش پیرسون بررسی و مدل رگرسیون برازش گردید. مدل مفهومی این پژوهش در شکل شماره ۱ آورده شده است.

مطابق با مدل فوق، هزینه های سرمایه گذاری HSE به تفکیک نشان داده شده در شکل در سه حوزه تقسیم بندی شده و درآمدهای HSE با در نظر گرفتن FR<sup>۲</sup> و محاسبه نرخ تکرار بیماریهای شغلی، حوادث ایمنی و زیست محیطی و لحاظ نمودن اینکه کاهش هزینه ها در هر یک از این حوزه ها با اجرای الزامات HSE نوعی

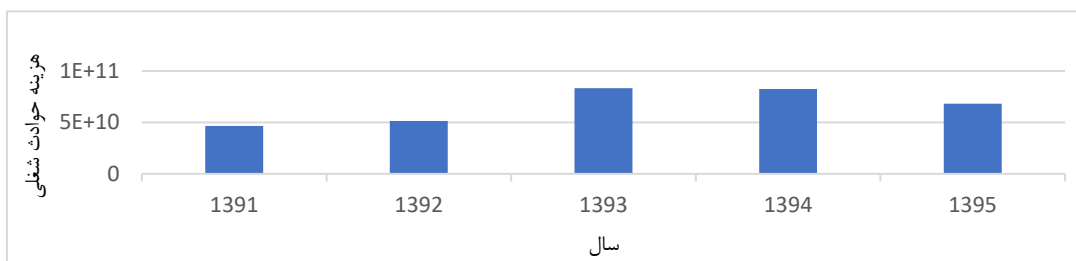
3 Frequency Rate



نمودار ۱. هزینه بیماری‌های شغلی



نمودار ۲. هزینه حوادث زیست محیطی



نمودار ۳. هزینه حوادث شغلی

حوادث شغلی از میان سایر متغیرهای تحت مطالعه در حوزه ایمنی و آتش نشانی با  $p\text{-value} = 0.048$  و آماره دوربیین واتسون ۱,۵۲۸ و ضریب تعیین ۰,۷۴ مشخص گردید. در حوزه محیط زیست پس از انجام بررسی های آماری نتیجه حاصله مبین عدم همبستگی متغیرهای تحت مطالعه در این حوزه با متغیر وابسته بوده است. در نمودار شماره ۱ تا ۳ هزینه های ناشی از بیماریها و حوادث شغلی و زیست محیطی و در جداول ۶ تا ۸ نرخ بروز بیماریها و حوادث و همچنین بررسی آثار اقتصادی به روش ROI و NPV ارائه شده است.

بین این دو متغیر رابطه مثبت معناداری با همبستگی بالا وجود دارد. برای سنجش مقدار این رابطه از مدل رگرسیون خطی و بعد از برازش مدل با توجه به جدول خلاصه مدل و مقدار آماره دوربیین واتسون (۲,۲۵) مدل مورد قبول واقع شد. ضریب تعیین ۰,۸۳ نشاندهنده آنست که ۸۳ درصد تغییرات متغیر وابسته توسط متغیر مستقل توضیح داده می شود.

به همین ترتیب متغیرهای تحت مطالعه در حوزه ایمنی و آتش نشانی و محیط زیست مورد بررسی قرار گرفت و همبستگی میان هزینه حوادث و نرخ بروز

جدول ۶. نرخ بروز بيماريهاي شغلي

FR	كل ساعات كاري	تعداد بيماري هاي شغلي	سال
۰.۱۳۱۴۸۸	۱۱۸۵۴۱۶۰۰	۷۸	۹۱
۰.۲۰۸۹۰۸	۱۱۷۷۵۵۰۰۰	۱۲۳	۹۲
۰.۱۸۹۳۸	۱۱۷۲۲۴۸۰۰	۱۱۱	۹۳
۰.۱۷۱۷۶۶	۱۱۵۲۷۳۴۰۰	۹۹	۹۴
۰.۰۹۴۱۷۲	۱۱۴۶۸۳۸۰۰	۵۴	۹۵

جدول ۷. نرخ بروز حوادث شغلي

FR	كل ساعات كاري	تعداد حوادث زيست محيطي	سال
۰.۳۹۱۰۹۴	۱۱۸۶۴۱۶۰۰	۲۳۲	۹۱
۰.۳۶۴۹۷۴	۱۱۷۷۵۵۰۰۰	۲۰۹	۹۲
۰.۲۳۲۰۳۳	۱۱۷۲۲۴۸۰۰	۱۳۶	۹۳
۰.۴۴۱۶۱	۱۱۵۲۷۳۴۰۰	۲۵۶	۹۴
۰.۴۱۱۵۶۶	۱۱۴۶۸۳۸۰۰	۲۳۶	۹۵

جدول ۸. نرخ بروز حوادث زيست محيطي

FR	كل ساعات كاري	تعداد حوادث ايمني	سال
۰.۰۵۰۵۷۲	۱۱۸۶۴۱۶۰۰	۳۰	۹۱
۰.۰۶۹۶۳۶	۱۱۷۷۵۵۰۰۰	۴۱	۹۲
۰.۰۸۸۷۱۸	۱۱۷۲۲۴۸۰۰	۵۲	۹۳
۰.۰۹	۱۱۵۲۷۳۴۰۰	۵۱	۹۴
۰.۰۹۹۴	۱۱۴۶۸۳۸۰۰	۵۷	۹۵

جدول ۹.

مدل	ضريب رگرسيوني	خطاي معيار	t	p-value	حد پايين	حد بالا
مقدار ثابت	.089	.021	4.309	.023	.023	.155
هزينه بهداشت	1.432E-15	.000	3.850	.031	.000	.000

جدول ۱۰.

مدل	ضريب رگرسيوني	خطاي معيار	t	p-value	حد پايين	حد بالا
مقدار ثابت	.013	.021	.622	.578	-.054	.080
هزينه حوادث	9.183E-13	.000	2.990	.048	.000	.000

بررسی ها نشان می دهد هزینه بهداشت با  $p\text{-value}=0.03$  تاثیر معناداری بر نرخ بروز بيماري دارد و با افزایش یک واحد در هزینه بهداشت نرخ بروز بيماري  $1.432E-15$  برابر می شود.

جدول ۱۱. محاسبه نرخ بازگشت سرمایه

حوزه/ سال	سال ۹۱	سال ۹۲	سال ۹۳	سال ۹۴	سال ۹۵
بهداشت	1914.255169	1059.796	772.6377	1243.717	19.81534
ایمنی	0.199267375	-0.30802	-0.46615	4.27084	1.064215
محیط زیست	107.6687763	-0.85985	1.107157	9.185688	6.850099

جدول ۱۲. محاسبه ارزش خالص فعلی

حوزه های تحت بررسی	NPV (ریال)
بهداشت	-1.79663E+11
ایمنی	-1.68717E+11
محیط زیست	-5.68406E+11

طوریکه مسائل مربوط به ایمنی و بهداشت شغلی همچنان یکی از موضوعات چالش برانگیز در حوزه سلامت عمومی جامعه است (۱۶). نتایج سایر تحقیقات (۱۷) نشان می دهد که سرمایه گذاری اقتصادی بر عملکرد ایمنی اثر گذار است. در نتیجه سهم بالای، کشورهایی که شرایط کاری بهتری داشته و وضعیت کاری بهتری در محیط های شغلی ایجاد کرده اند در بازارهای رقابتی، تصادفی نمی باشد (۱۸). بر اساس آمار سازمان جهانی کار، هرساله حدود ۳۱۷ میلیون حادثه شغلی اتفاق می افتد که از این تعداد حدود ۲ میلیون نفر به دلیل بیماریهای ناشی از کار و حدود ۳۰۰ هزار نفر به دلیل حوادث شغلی فوت می شوند (۱۹). بر اساس مطالعات (۷) کمی سازی اجرای مداخلات بهداشت صنعتی و ایمنی به روش هزینه - منفعت در یک شرکت کشتی سازی اجرا و دریافتند که اجرای الزمات بهداشت، ایمنی و زیست محیطی توانسته نرخ حوادث آن شرکت را نزدیک به صفر برساند (۱۱). پژوهشی در خصوص تاثیر غیر مستقیم سرمایه گذاری ایمنی بر روی عملکرد ایمنی در پروژه های ساختمانی انجام دادند که نشاندهنده تاثیر مثبت این سرمایه گذاری بر افزایش فرهنگ ایمنی و رفتارهای ایمن کارگران بوده است. تحلیل هزینه فایده حوادث شغلی و ارزیابی عملکرد سیستم مدیریت HSE (۱۴) حاکی از موفقیت استقرار HSE در کاهش هزینه های تولید است. همچنین مطالعه

### رابطه ۶ رابطه رگرسیونی نرخ بروز بیماریها و هزینه بهداشت

هزینه بهداشت  $\times 1.432e^{-15}$  = نرخ بروز بیماریها  
 هزینه حوادث با  $p\text{-value}=0.048$  تاثیر معناداری بر نرخ بروز حوادث شغلی داشت و با افزایش یک واحد در هزینه حوادث شغلی نرخ بروز حوادث شغلی  $-9.183E-13$  برابر می شود.

### رابطه ۷ رابطه رگرسیونی نرخ بروز حوادث و هزینه ایمنی

هزینه حوا  $\times 9.183e^{-13}$  = نرخ بروز حوادث ایمنی  
 ارتباط معناداری میان هزینه حوادث زیست محیطی و نرخ بروز حوادث زیست محیطی یافت نشد.  
 بررسی آثار اقتصادی:

$$ROI = C_i \cdot B_i / B_i \quad \text{رابطه ۸}$$

### رابطه ۹- فرمول محاسباتی NPV

$$NPV = \sum \frac{\text{جریان نقدی کل سال } n}{(1 + \text{نرخ تنزیل})^n}$$

### بحث و نتیجه گیری

یکی از پیامدهای مهم جهانی شدن و پیشرفت در کشورهای در حال توسعه حوادث شغلی است (۱۵). به

وری معمولا مقوله کاهش بهره وری در اثر حوادث شغلی نادیده گرفته شده، بنابراین تقریبا در موارد تخمین هزینه حوادث، مقدار کمتر از واقعیت محاسبه می گردد. اگر چه اندازه گیری کاهش بهره وری به دلیل ماهیت ذاتی نامشهود آن به طور کل مشکل می باشد. (۲۱)

نتایج این تحقیق بیانگر این است که صرفا سرمایه گذاری در حوزه HSE مطابق با الزامات کشوری و بین المللی در کاهش بروز حوادث و بیماریها موثر نبوده بلکه سرمایه گذاری علاوه بر انطباق با الزامات می بایستی به صورت هدفمند و با در نظر گرفتن اولویتها بر اساس نتایج حوادث و بیماریها باشد تا در کاهش بروز بیماریها و حوادث نقش موثری ایفا نموده و منجر به سودآوری و نرخ بازگشت سرمایه در این حوزه گردد. لذا لحاظ نمودن نتایج ارزیابی ریسک ها و بررسی علل ریشه ای حوادث (۲۲) و بیماریها در تعریف پروژه های سرمایه گذاری در حوزه HSE با اولویت، نسبت به سرمایه گذاری در جهت اجرای صرف الزامات، در راستای افزایش آثار اقتصادی HSE در سازمان، از پیشنهادات این پروژه می باشد.

موردی نرخ بازگشت سرمایه در مقابل اجرای سیستم مدیریت ایمنی در صنایعی در استرالیا (۸) نشاندهنده اثرات مثبت سرمایه گذاری در بخش ایمنی بر سوددهی پروژه داشته است، بنابراین سرمایه گذاری هوشمند در عرصه مدیریت HSE سبب کاهش هزینه های اقتصادی ناشی از حوادث شغلی بوده و سبب ارتقای بهره وری نیروی کار می گردد. (۱۴) نتایج پژوهش ها (۲) نشان داد که استقرار سیستم مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست در کل چرخه فرآیند پتروشیمی موجب کاهش حوادث و از نظر اقتصادی با کاهش هزینه غرامت و روزهای تلف شده به کارفرما و کارگران کمک می کند. اما در پژوهش جاری با وجود همبستگی میان هزینه در بهداشت، ایمنی و نرخ بروز بیماریها و حوادث شغلی، ارتباط معنادار میان سرمایه گذاری در هر سه حوزه با کاهش نرخ حوادث و بروز بیماریها برقرار نگردید. یکی از علل آن عدم امکان محاسبه هزینه های HSE به دلیل عدم وجود سرفصلی به نام HSE در سیستم سندهای مالی است (۲۰) همچنین با وجود اهمیت موضوع بهره

## REFERENCES

- O. ID a. D. Reporting of injuries, diseases and dangerous occurrences- Regulations RIDDOR, 2015-2016
- Poursoleiman M, Kazemi moghadam V, Derakhshan jazari M, Safety & Environment management system on the improvement of Safety performance indices in Urea and Ammonia Kermanshah petrochemical company. J health safework. 2015; 5(3): 75-84
- Atrkarroshan S, Alizadeh S. Sh. Estimate of economic costs of accidents at work in Iran: A case study of occupational accidents in 2012. Iran occupational health 2015 April- May; Vol 12 No. 1 [persian]
- Asadi H, Mazlomi A, Zarif yeganeh M, Hosseini M, Haqshenas M, Hajizade moqadam P. Financial estimate of productivity loss due to work-related deaths in Iran. Journal of Health and Safety at Work. 2017 spring; No. 1; Vol. 7: 53-62 [persian]
- Grimani A., Bergström G., l Riaño Casallas M.I., Aboagye E., Jensen I., and Lohela-Karlsson M. Economic Evaluation of Occupational Safety and Health Interventions From the Employer Perspective. Journal of Occupational and Environmental Medicine 2018 Feb; 60(2): 147-166
- Abbaspour M, Hossein zadeh, lotfi F, Karbasi AR, Roayaei E, Nikoomaram H. Development of a model to assess Environmental performance, concerning HSE-MS Principles. Environmental Monitoring & assessment. 2010; 165: 517-528
- Arrow K.J., Cropper M.L., Eads G.C., Hahn R.W., Lave L.B., Noll R.G., et al. Is There a Role for Benefit-Cost Analysis in Environmental, Health, and Safety Regulation? Science 1996 Apr; Vol 272; issue 5259: 221-222
- Adam C.S Sun, Patrick X.W. Zou, Brain Long and Evans P.M, Case studies of Return On Investment In construction Safety Management.
- AliGopang M., aNebhwani M., Khatri A. BuxMarria H. An assessment of occupational health and safety measures and performance of SMEs: An empirical

- investigation. *Safety Science* 2017 march; vol 93:127-133
10. Unnikrishnan S, Iqbal R, Singh A, Nimkar Im, Safety management practices in Small& Medium enterprises in India. *Safety AHealth work*2015;6:46-55
  11. Teo E., Feng Y. The Indirect Effect of Safety Investment on Safety Performance for Building Projects. *Architectural Science Review*,2011
  12. Feng Y. Effect of safety investments on safety performance of building projects. *Safety Science* 2013 November; Volume 59: 28-45
  13. Ebrahimi M, Abbasi M, Khandan M, poursadeqian M, Hamed M, Biglari H. Effect of Administrative Interventions on Improvement Of Safety& Health in Workplace :A case study in an Oil Company in Iran (2011-2015).*journal of Engineering& Applied Sciences* 11(3):346-351,2016
  14. Abassian shahrivar P. Karim zadegan H. Mansoori N. Cost-benefit analysis of occupational accidents and assessment of the performance of HSE -MS Case study the Middle East Mine Development. [persian] [https://www.civilica.com/Paper-SRBIAU05-SRBIAU05\\_028.html](https://www.civilica.com/Paper-SRBIAU05-SRBIAU05_028.html)
  15. Asady H, Mazloumi A, Zarif yeganeh M, Hosseini M, Haghshenas M, Hajizade- Moghadam P. financial Estimate of productivity loss due to work- related deaths in Iran. *JHSW*.2017;7(1):53-62
  16. Mehrdad R., Seifmanesh S., Chavoshi F, Aminian O., Izadi N. Epidemiology of occupational accidents in Iran based on social security organization data base. *Iranian red crescent medical Journal*.2014;16(1)
  17. Smith TD, Dejoy Dm. Occupational Injury in America: An Analysis of risk factors using data from the general social survey (GSS) *Journal of Safety research*.2012;43(1):67-74
  18. Sanmiquel L, Zossell JM, Vintro C, Study of Spanish mining accidents using Data Mining techniques. *Safety Science*2015;75:49-55
  19. Organization IL. Safety and Health at Work: International Labor Organization 2016(Available from: <http://www.ILO.org/global/topics/Safety and Health at Work/langen/index.htm>)
  20. Ansari E, Vosoghi sh. Investigation of the effects of economics safety performance indices changes on average of lost work days in a Refinery installation Project; Iran *Occupational Health*.Vol.12, No6.feb-mar2016
  21. Hymark V, perezgonzale ZJ. The Cost and Effects of Workplace Accidents: 20 case studies from Ireland. 2007
  22. Jahed A, Nikoomaram H, Ghaffari F. Analysis of the causes affecting the occurrence of occupational accidents in fly-in -fly out workers of a Gas pipeline dispatching project. *JHSW*.2020;10(3):212-226