



## بررسی اثرات تغییر شاخص‌های عملکرد ایمنی - اقتصادی بر متوسط روزهای از دست‌رفته کاری در یک پروژه احداث پالایشگاه

اسلام انصاری<sup>۱</sup>، شهرام وثوقی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۷/۰۱

تاریخ ویرایش: ۹۴/۰۶/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۰۷

### چکیده

**زمینه و هدف:** بر اساس آمارهای سازمان بین‌المللی کار ۱۷٪ حادثه‌های مرگبار در پروژه‌های احداث و کارگاه‌های عمرانی رخ می‌دهد. درحالی‌که این عدد در ایران بر اساس آمار وزارت کار ۴۶٪ می‌باشد. در کشورهای آسیایی درحال توسعه نیز که در روند سریع صنعتی شدن قرار دارند، حوادث شغلی رو به افزایش است. با توجه به معضلات اقتصادی ناشی از تحریم‌ها و سطح تولید نامناسب در کشور توجه و هزینه کرد در بخش HSE مطمئناً با مشکلات بسیاری مواجه است که این خود تحدیدی برای سلامت و ایمنی نیروهای کاری در پروژه‌های احداث خواهد بود که متقابلاً وقوع حوادث و وجود نیروهای کاری ناسالم منجر به پایین آمدن نرخ رشد اقتصادی پروژه‌های نفت و گاز و نهایتاً کاهش نرخ رشد اقتصادی در کشور خواهد بود. از این رو هدف از این پژوهش که در یک پروژه فعال در زمینه احداث پالایشگاه صورت گرفت، بررسی اثرات بهبود و ارتقاء شاخص‌های عملکرد ایمنی - اقتصادی بر متوسط روزهای از دست‌رفته کاری بود.

**روش بررسی:** در این تحقیق به تحلیل همبستگی شاخص‌های اقتصادی و شاخص‌های عملکردی ذکر شده نسبت به متوسط روزهای از دست‌رفته کاری و همچنین به ارتباط بین این شاخص‌ها در یک پروژه احداث پالایشگاه طی ۵ سال با استفاده از آزمون پیرسون و در نرم‌افزار SPSS پرداختیم.

**یافته‌ها:** نتایج تحلیل نشان داد که متوسط تعداد روزهای از دست‌رفته کاری، از بین شاخص‌های اقتصادی با شاخص نسبت هزینه حوادث فردی به کل هزینه پروژه ( $p < 0.001$ ) همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد؛ و با شاخص نسبت سرانه هزینه لوازم حفاظت فردی به سرانه هزینه پروژه ( $p < 0.05$ ) همبستگی معنی‌دار و منفی وجود دارد.

**نتیجه‌گیری:** با تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده تشخیص داده شد که عدم هزینه در بخش تجهیزات حفاظت فردی، می‌تواند منجر به بروز حوادث من جمله از کارافتادگی یا فوتی شده و باعث اخلال در روند کاری کارگاه شود. همچنین این‌گونه حوادث شاخص‌های FSI, ISR, IFR، شاخص نسبت هزینه منابع صرف شده برای رعایت ایمنی و بهداشت کار به کل هزینه واقعی پروژه و شاخص نسبت هزینه حوادث فردی به کل هزینه پروژه را نیز افزایش می‌دهند و باعث افزایش متوسط تعداد روزهای از دست‌رفته کاری می‌شوند. از این رو درک ارتباط بین شاخص‌های اقتصادی و عملکردی ایمنی در پروژه‌های ساخت و نیز تجهیز کارکنان به تجهیزات لوازم حفاظت فردی استاندارد و آموزش لازم در خصوص رعایت اصول و قوانین HSE می‌تواند باعث کاهش حوادث و به تبع کاهش متوسط تعداد روزهای از دست‌رفته کاری شود.

**کلیدواژه‌ها:** شاخص‌های اقتصادی ایمنی، شاخص‌های عملکردی ایمنی، روزهای از دست‌رفته کاری.

### مقدمه

سیستم فراتر رود و بر کارایی سیستم اثر نامطلوب بگذارد [۲] و بروز این خطاهای انسانی بدین علت است که از طرفی وظایف انسان در محیط کار با افزایش بار روانی-فکری و پیچیدگی کار همراه است که احتمال وقوع خطا را بیشتر می‌کند [۳] و از طرف دیگر با افزایش بار مسئولیت، پیامدهای حاصل از خطای انسانی نیز گرانبارتر می‌شود [۴]. همچنین نبود محیط ایمن کاری نیز، پیامدهای خطاهای انسانی را به شدت افزایش می‌دهد و باعث حوادث انسانی سنگینی حتی مرگ افراد

در جامعه امروزی در بسیاری از صنایع مانند پتروشیمی، نفت، هسته‌ای و غیره اکثراً از سیستم‌های پیچیده با تکنولوژی پیشرفته استفاده می‌شود. از آنجایی که این سیستم‌ها همواره در تعامل متقابل با انسان هستند، پتانسیل بروز خطرات ناشی از حادثه برای کاربران انسانی وجود دارد [۱]. این خطرات می‌توانند به علت خطای انسانی شامل انحراف عملکرد انسان از قوانین و وظایف مشخص شده باشد که از حد قابل قبول

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، اهر، ایران.

۲- (نویسنده مسئول) استادیار، گروه علوم بهداشتی، دانشکده سلامت، ایمنی و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران. shahram-vosoughi@sbmu.ac.ir

\* این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول می‌باشد.

کاهش شاخص تکرار بیماری های شغلی نشان می دهد و متعاقباً باعث افزایش سطح بهره‌وری سازمان می شود [۹].

محمدفام و همکاران در سال ۱۳۸۸ تحقیقی با عنوان تدوین سیستمی (مکانیزاسیون) جهت اندازه‌گیری عملکرد مدیریت ایمنی در سازمان‌ها انجام دادند. در این فرآیند لازم است شاخص‌های مناسب عملکرد برای سیستم‌های مختلف من جمله ایمنی تعریف شده، به‌طور منظم و مداوم تحت اندازه‌گیری و پایش قرار داشته و در صورت لزوم اصلاح شوند. هدف از انجام این پژوهش ارائه روشی مناسب برای اندازه‌گیری جامع عملکرد مدیریت ایمنی در شرکت برق منطقه‌ای باختر بود. به‌طوری که نشانگرهای ایمنی به پنج صورت جامع مدنظر قرار گیرد که نتیجه امر در کنار کاهش احتمال حوادث، صیانت از سلامت نیروی کاری، افزایش بهره‌وری، کاهش ضایعات و موارد مشابه را نیز در بر داشته باشد [۱۰].

تحقیقی توسط رجیبی و همکاران در سال ۱۳۹۰ با عنوان استفاده از سیستم مدیریت (IMS) در حوادث مربوط به خطوط انتقال نفت انجام شد. در این تحقیق به بررسی مدیریت حین بحران یا همان نظام مدیریت حادثه به‌عنوان الگویی جهت مدیریت اثربخش، حادثه به‌صورت یک سامانه پایدار و قابل کنترل پرداخته شد. نظام مدیریت حادثه یک سامانه استاندارد مدیریت عملیات می‌باشد که به مسئولین مدیریت حوادث امکان می‌دهد تا صرف‌نظر از پیچیدگی و تعدد حوادث و سوانح، در یک ساختار یکپارچه و هماهنگ منسجم گردند (IMS) و با ایجاد زبان مشترک بین گروه‌ها و راهکارهای حرفه‌ای و سازمان‌یافته، به نحو مؤثری عملیات حین حادثه را کنترل کرده و اوضاع را با صرف کمترین هزینه و کمترین تلفات به حالت عادی برمی‌گرداند [۱۱].

تحقیقی توسط احمدوند و ابطحی در سال ۱۳۸۸ با عنوان تأثیر سیستم مدیریتی یکپارچه بر شاخص‌های امنیت و بهره‌وری برای صنایع سیمان ایران انجام شد. نتایج نشان داد که سیستم (IMS) بر میزان تولید

می‌شود [۵]. در حال حاضر حوادث ناشی از کار نایمن، به‌عنوان سومین عامل مرگ و میر در جهان و از جمله در جوامع در حال توسعه مطرح است [۶]. از طرفی از کارافتادگی یک سیستم یا بروز حوادث می‌تواند موجب بروز اختلال در سطوح مختلف شود و حتی به‌عنوان تهدیدی برای جامعه تلقی گردد. برنامه‌های ایمنی به صورت یکی از عوامل تأثیرگذار در بهره‌وری نیروی کار و شاخص‌های کمی و کیفی تولید که جزء مهم‌ترین شاخص‌های بهره‌وری محسوب می‌شوند، ایفای نقش می‌کنند. نگرش به ایمنی از دریچه بهره‌وری می‌تواند اهمیت این موضوع را برای مدیران شرکت‌ها مشخص نماید، زیرا هنوز بسیاری از مدیران سرمایه‌گذاری در موضوعات ایمنی را جزء هزینه‌های سربار سازمان قلمداد می‌کنند. با اثبات تأثیر مثبت برنامه‌های ایمنی در کاهش نرخ حوادث و افزایش بهره‌وری سازمان، گامی در جهت ترویج فرهنگ ایمنی در سازمان‌ها و ارائه یک دلیل علمی جهت تصمیم‌گیری در خصوص اولویت قرار دادن برنامه‌های ایمنی در سیاست‌های سازمان‌ها برداشته می‌شود. با این توصیف می‌توان گفت که بسیاری از هزینه‌های اجرایی، از شرایط غیر ایمن نشأت می‌گیرند و سود از محیط کار ایمن‌تر با هزینه آسیب کمتر، بهره‌وری بیشتر، کاهش هزینه‌های ضمانت (گارانتی)، حفظ نیروهای بهبودیافته، ماهر و غیره حاصل می‌شود [۷]. مطالعات زیادی نیز در مورد اینکه ارگونومی، ایمنی و بهداشت می‌توانند شرایط کارکنان را بدون کاهش سود شرکت بهبود ببخشند انجام شده است. نتایج این مطالعات نشان داده است که آنالیز هزینه و سود، اساس نیمی از این مطالعات می‌باشد [۸].

امیدواری و همکاران در سال ۱۳۹۰ تحقیقی با عنوان بررسی تأثیر برنامه‌های ایمنی بر شاخص‌های حوادث و بیماری‌های شغلی در صنایع غذایی استان ایلام در یک دوره پنج‌ساله انجام دادند. نتایج حاصل بیانگر این بود که اجرای برنامه‌های ایمنی تأثیرات مثبت بر کاهش شاخص‌های حوادث دارد که این امر نقش خود را به‌صورت کاهش شاخص شدت حوادث، کاهش شاخص فراوانی حوادث، کاهش شاخص شدت فراوانی حوادث و

انتقال این نگرش از طریق وضع مقررات ایمنی و تبلیغ فرهنگ ایمنی به پرسنل زیرمجموعه خود، در کنار تأمین آسایش و سلامت جسمی و روانی افراد است تا باعث افزایش بهره‌وری و کاهش حوادث شود [۱۷].

هدف از این پژوهش که در یک پروژه فعال در زمینه احداث پالایشگاه صورت گرفت، بررسی اثرات شاخص‌های عملکرد ایمنی - اقتصادی بر متوسط روزهای ازدست‌رفته کاری بود که نتایج این ارزیابی باعث اصلاح در تخصیص بودجه‌های مربوط به HSE شرکت می‌گردد. جهت نیل به هدف مطالعه فرضیه (افزایش شاخص نسبت هزینه لوازم حفاظت فردی به کل درآمد کسب شده پروژه موجب کاهش متوسط روزهای ازدست‌رفته کاری می‌گردد) در نظر گرفته شد و سپس به آزمون این فرضیه پرداخته شد.

### روش بررسی

این پژوهش به صورت توصیفی - تحلیلی است و به مجموعه اطلاعات ۵ ساله در طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ توجه دارد. برای رسیدن به این هدف، بر اساس مدل انستیتو بین‌المللی کنترل خسارت و با توجه به استاندارد OSHA شاخص‌های عملکرد ایمنی که شامل (FSI, ISR, IFR) می‌باشد [۱۸]، بر اساس داده‌های ثبت شده در شرکت در فاصله زمانی در سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۹۰ مورد محاسبه قرار گرفت، در این تحقیق چهار شاخص اقتصادی ایمنی تعریف گردید که این شاخص‌ها عبارت‌اند از: ۱- شاخص نسبت هزینه منابع مصرف شده برای رعایت ایمنی و بهداشت کار به کل هزینه واقعی پروژه (a). ۲- شاخص نسبت هزینه منابع مصرف شده برای رعایت ایمنی و بهداشت کار به کل درآمد کسب شده پروژه (b). ۳- شاخص نسبت سرانه هزینه لوازم حفاظت فردی به سرانه هزینه پروژه (c). ۴- شاخص نسبت هزینه حوادث فردی به کل هزینه پروژه (d). این داده‌ها بعد از تجزیه و تحلیل قرار گرفتن، انحراف معیار و میانگین آن‌ها مشخص می‌شود و در نرم‌افزار SPSS و با استفاده از آزمون پیرسون، همبستگی آن‌ها با متوسط تعداد روزهای ازدست‌رفته

محصول مؤثر بود. میزان تولید محصول به دو دلیل افزایش یافت: ابتدا امنیت سیستم با از دست دادن زمان به خاطر تصادف و بیماری‌های شغلی کاهش می‌یابد و کاهش یافتن ضریب سیستم محیطی باعث انتشار سیمان می‌شود (اتلاف مهم در صنایع سیمان، انتشار انبار در سیستم (IMS) را موجب شده است). شرح شاخص‌ها در مؤثر بودن سیستم (IMS) مفید است و بهینه‌رسانی اجرایی سیستم را موجب می‌شود [۱۲].

بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده، می‌توان با به‌کارگیری سیستم مدیریت یکپارچه کلیه موارد ذکر شده را پوشش داد و باعث بهبود ایمنی و افزایش بهره‌وری در سیستم شد [۱۳]. این روش‌ها، مدیریت را قادر می‌سازد که درک کاملاً روشنی از شرایط کاری خود داشته باشد که در نهایت منجر به اصلاح بهره‌وری و سود می‌گردد [۱۳]. عموماً وقوع حوادث منجر به خسارات مختلفی می‌شود که در تخمین هزینه یک حادثه ممکن است تعیین دقیق هزینه خسارت عملی نباشد ولی یک تخمین کلی می‌تواند نشانگر خسارت اقتصادی چنین وقایعی باشد [۱۴]. بعضی از این هزینه‌ها می‌تواند شامل هزینه تحقیق حادثه، هزینه پرداختی برای مسائل قانونی، هزینه به‌کارگیری روش اصلاحی برای جلوگیری از وقوع دوباره، هزینه صدمه به اموال به‌غیراز آن چیزی که سازمان بیمه‌گر می‌پردازد، هزینه افزایش حق بیمه، هزینه مرتبط با دفاع در برابر شکایات و هزینه مربوط به کاهش اعتماد عمومی (در نتیجه کاهش عایدات) باشد.

بنابراین آگاهی از هزینه حوادث به دلیل این که به تنظیم مخارج مرتبط، نیروی کاری و غیره کمک می‌کند ضروری است و همواره هدف مدیریت کاهش هزینه فوق و به حداقل ممکن رساندن آن‌ها است [۱۵].

با توجه به این مطالب، تعدیل و حذف عوامل حادثه‌آفرین و اعمال نایمن منجر به حادثه، نیازمند یک برنامه مدیریت صحیح ایمنی با به‌کارگیری اصول ایمنی مبتنی بر فرهنگ ایمنی در تمام سطوح سازمان است [۱۶] و این امر مستلزم تغییر نگرش مدیریت نسبت به اصول ایمنی با مقدم شمردن آن بر تولید در هر شرایط و

$$d = \frac{\text{هزینه حوادث فردی}}{\text{کل هزینه پروژه}}$$

با شاخص های اقتصادی (a, b, c, d) به میزان درصد هزینه صرف شده برای رعایت اصول ایمنی، بهداشت و محیط زیست در پروژه دست می یابیم که با توجه به مشخص بودن هزینه های صرف شده در خصوص وقوع حوادث و همچنین هزینه تأمین تجهیزات حفاظت فردی می توان با مقایسه کردن آن با درصد هزینه تخصیص یافته به واحد HSE به بررسی تأثیر مثبت و یا منفی این شاخص بر روزهای از دست رفته کاری پی برد.

### یافته ها

در ایران عدم کار دقیق و کارشناسی علمی، جمع آوری و ثبت اطلاعات مربوط به حوادث و هزینه های مربوط به آن ها، از عواملی است که کارهای تحقیقاتی و مطالعاتی را در زمینه ایمنی و حوادث به ویژه محاسبه هزینه های خارجی (اقتصادی و اجتماعی) با مشکل مواجه می کند. همچنین ضعف هایی که در ارتقاء فرهنگ ایمنی و نارسائی های آموزش های کاربردی ایمنی در صنایع وجود دارد موجب تأثیر گذاری و انحراف در صحت شاخص های عملکردی و اقتصادی ارائه شده می گردند. به عنوان مثال در تعداد قابل توجهی از صنایع زمانی که هزینه خرید و تأمین وسایل حفاظت فردی را افزایش می دهند لیکن کارگران به علت ضعف فرهنگ ایمنی و عدم آموزش های ایمنی مؤثر، از این وسایل در حین کار استفاده نمی کنند، برخی از این شاخص ها دچار انحراف می گردند. البته لازم به توضیح است که در این مطالعه چون پیمانکار نظامی بوده و استفاده از وسایل حفاظت فردی به شکل سخت گیرانه در سایت مورد بازرسی و پایش قرار می گرفت انحرافی در خروجی شاخص ها مشاهده نگردید. در هر حال ضروری است در سطح کشور به پیشنهادات و مستندات کنوانسیون شماره ۱۸۷ سازمان بین المللی کار مصوب سال ۲۰۰۶ میلادی به منظور ارتقاء مستمر فرهنگ پیشگیرانه ایمنی و

کاری (LWD) مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

شرح شاخص ها [۱۸]:

الف) ضریب تکرار حادثه (IFR)

ضریب تکرار حادثه بیانگر تعداد حوادثی است که منجر به از دست رفتن زمان کاری در تعداد معین ساعت کاری در محدوده زمان خاص می شود.

$$IFR = \frac{1000000 \times (\text{تعداد حوادث در مدت معین})}{\text{جمع کل ساعات مفید کار کارگران در آن مدت معین}}$$

ب) ضریب شدت حادثه (ISR)

ضریب شدت حادثه نمایانگر روزهای کار تلف شده است.

$$ISR = \frac{1000000 \times (\text{تعداد روزهای تلف شده به علت حادثه در همان مدت معین})}{\text{جمع کل ساعات مفید کار کارگران در آن مدت معین}}$$

ج) شدت تکرار حادثه (FSI)

$$FSI = \sqrt{\frac{IFR + ISR}{1000}}$$

د) شاخص نسبت هزینه منابع صرف شده برای رعایت ایمنی و بهداشت کار به کل هزینه واقعی پروژه

$$a = \frac{\text{هزینه صرف شده برای رعایت ایمنی و بهداشت}}{\text{کل هزینه واقعی پروژه}}$$

و) شاخص نسبت هزینه منابع صرف شده برای رعایت ایمنی و بهداشت کار به کل درآمد کسب شده

$$b = \frac{\text{هزینه صرف شده برای رعایت ایمنی و بهداشت}}{\text{کل درآمد پروژه}}$$

ه) شاخص نسبت سرانه هزینه لوازم حفاظت فردی به سرانه هزینه پروژه

$$c = \frac{\text{سرانه هزینه لوازم حفاظت فردی}}{\text{سرانه هزینه پروژه}}$$

ی) شاخص نسبت هزینه حوادث فردی به کل هزینه پروژه

جدول ۱- شاخص‌های عملکرد ایمنی و تعداد روزهای از دست رفته کاری طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰

سال	FSI	ISR	IFR	LWD
۱۳۸۶	۲/۸۷	۲۳۲/۹	۳۵/۵	۸۷
۱۳۸۷	۲/۷۷	۲۰۳/۸	۳۷/۸	۱۲۴
۱۳۸۸	۱/۶۲	۲۳۱/۳	۱۱/۴	۷۰۹
۱۳۸۹	۲/۱۴	۱۳۸۳/۱	۳/۳	۷۸۷۶
۱۳۹۰	۰/۱۶	۱۴/۱	۱/۹	۶۵

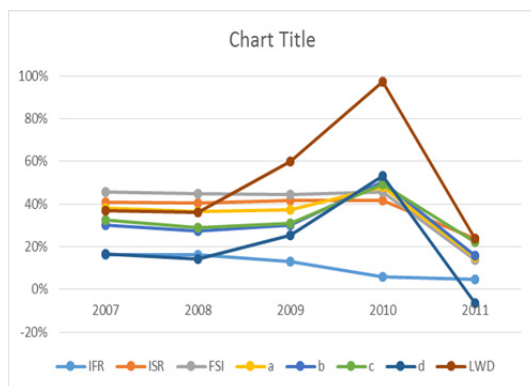
جدول ۲- درصد شاخص‌های اقتصادی طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰

سال	D	C	B	A
۱۳۸۶	-۰/۳	۱/۶۹	-۰/۱۸	-۰/۱۸
۱۳۸۷	-۰/۴	۱/۳۵	-۰/۱۴	-۰/۱۵
۱۳۸۸	-۰/۳۳	۱/۱۷	-۰/۲۶	-۰/۲۷
۱۳۸۹	۲/۱۴	-۰/۷۷	۱/۶۳	۱/۶۸
۱۳۹۰	-۰/۲	۲/۳۹	۱/۱۱	۱/۱۱

و معنی‌دار وجود دارد. بین شاخص IFR و شاخص‌های a و b همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح ۰/۵٪ وجود دارد. نتایج تجزیه و تحلیل به‌طور خلاصه در نمودار شماره ۱ ذکر شده است.

### بحث و نتیجه‌گیری

حوادث زیادی در سازمان‌ها وجود دارد که با هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم خود سازمان‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. لذا رابطه مستقیمی بین رعایت اصول ایمنی در جهت کاهش حوادث و بهبود شرایط کار وجود دارد که با توجه به تحقیقات انجام شده باعث کاهش حوادث و در نهایت افزایش بهره‌وری در سازمان‌ها می‌شود. نقش



نمودار ۱- نتایج همبستگی بین شاخص‌های مورد بررسی

بهداشت کار توجه بیشتری گردد.

در این پژوهش بر اساس داده‌های ثبت شده در شرکت شاخص‌های عملکرد ایمنی و اقتصادی و همچنین متوسط تعداد روزهای از دست‌رفته کاری برآورد شدند که نتایج محاسبات در جداول شماره ۱ و ۲ ارائه شده‌اند.

تجزیه و تحلیل داده‌های موجود در جدول شماره ۱ در نرم‌افزار SPSS نشان داد که متوسط تعداد روزهای از دست‌رفته کاری از بین شاخص‌های اقتصادی با شاخص نسبت هزینه حوادث فردی به کل هزینه پروژه ( $p < 0/01$ ) همبستگی مثبت و معنی‌دار و با شاخص نسبت سرانه هزینه لوازم حفاظت فردی به سرانه هزینه پروژه همبستگی منفی و معنادار دارد و از بین شاخص‌های عملکردی با ISR ( $p < 0/01$ ) همبستگی معنی‌دار و مثبت دارد. همچنین نتایج نشان دادند که بین ISR و شاخص نسبت سرانه هزینه لوازم حفاظت فردی به سرانه هزینه پروژه (c) همبستگی منفی و معنی‌دار ( $p < 0/01$ ) وجود دارد. بین شاخص نسبت هزینه منابع مصرف شده برای رعایت ایمنی و بهداشت کار به کل درآمد کسب شده پروژه (b) با شاخص نسبت هزینه منابع مصرف شده برای رعایت ایمنی و بهداشت کار به کل هزینه واقعی پروژه (a) ( $p < 0/01$ ) همبستگی مثبت

در پژوهش‌های قبلی بیشتر بر روی شاخص‌های عملکردی مطالعه صورت گرفته و نگاه اختصاصی به شاخص‌های اقتصادی وجود نداشته و یا بسیار ضعیف بوده، در این پژوهش با عنایت به ابلاغ سیاست‌های برنامه پنج‌ساله ششم کشور و توجه خاص به استقرار و بسط اقتصاد مقاومتی از طریق حفظ منابع انسانی به واسطه نگاه پیشگیرانه در حوزه سلامت (بند ۴۳ سیاست‌های ابلاغی) تلاش کردیم تا بر اساس نیاز کشور در تأمین ایمنی پروژه‌های احداث، چند شاخص اقتصادی جدید را در حوزه ایمنی تعریف نماییم. نوآوری پژوهش حاضر ارائه ۲ شاخص اقتصادی بوده که عبارت‌اند از:

۱- شاخص نسبت هزینه منابع صرف شده برای رعایت ایمنی و بهداشت کار به کل هزینه واقعی پروژه  
 ۲- شاخص نسبت هزینه منابع صرف شده برای رعایت ایمنی و بهداشت کار به کل درآمد کسب شده که می‌توانند شاخص‌های اقتصادی مناسبی در حوزه پیشگیری برای حفظ منابع انسانی به‌منظور دستیابی به اهداف اقتصاد مقاومتی باشد.

از طرفی شاخص  $ISR$  با شاخص نسبت سرانه هزینه لوازم حفاظت فردی به سرانه هزینه پروژه (c) همبستگی منفی و معنی‌دار دارد که بیان می‌دارد در صورت کاهش هزینه لوازم حفاظت فردی، تعداد حوادث در کارگاه افزایش می‌یابد و افزایش حوادث موجب افزایش تعداد روزهای ازدست‌رفته در اثر حادثه و کاهش ساعت کاری کارکنان می‌شود و شاخص  $ISR$  افزایش می‌یابد و به تبع متوسط تعداد روزهای ازدست‌رفته کاری نیز افزایش می‌یابد.

تعداد روزهای ازدست‌رفته کاری در اثر حادثه رابطه مستقیم و با تعداد کارمندان رابطه معکوس دارد و از طرفی شدت حادثه (فوت، قطع عضو و ...) نیز تعیین‌کننده تعداد روزهای ازدست‌رفته کاری می‌باشد و در کاهش یا افزایش این شاخص مؤثر است، همچنان که از بین سال‌های مورد بررسی، در عین کاهش تعداد حوادث نسبت به سال‌های قبل، بیشترین مقدار این ضریب مربوط به سال ۱۳۸۹ می‌باشد (جدول ۱) و دلیل اصلی این امر حادثه منجر به فوتی در این سال است می‌باشد.

ایمنی، در بهره‌وری در استفاده بهینه از منابع مادی، نیروی انسانی و همچنین بهبود کیفیت و کاهش هزینه‌های تولید، کاهش روزهای ازدست‌رفته کاری، رضایت‌مندی شغلی و کاهش حوادث است [۱۹].

در اینجا هزینه فرصت‌های ازدست‌رفته و سایر هزینه‌های نامشهود دیگر مثل اعتبار شرکت، تجربه و تخصص فرد مصدوم در اثر حادثه و تأثیر نامطلوب و منفی بر روان سایر کارکنان به‌مراتب سنگین‌تر از هزینه‌های مستقیم و مشهود ذکر شده می‌باشد که در این تحقیق ما برنامه‌های ایمنی را به‌عنوان یکی از فاکتورهای مهم و اثرگذار در کاهش حوادث و به تبع کاهش متوسط روزهای ازدست‌رفته کاری مورد تحلیل قرار دادیم.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، متوسط روزهای ازدست‌رفته کاری، از بین شاخص‌های مورد بررسی با شاخص نسبت سرانه هزینه لوازم حفاظت فردی به سرانه هزینه پروژه (c) همبستگی معنی‌دار و منفی دارد و با کاهش این شاخص، متوسط تعداد روزهای ازدست‌رفته کاری افزایش می‌یابد. از این رو افزایش تخصیص بودجه سالانه جهت خرید و تجهیز وسایل حفاظت فردی استاندارد می‌تواند در کاهش تعداد روزهای ازدست‌رفته نقش مؤثری ایفا کند. همچنین متوسط روزهای ازدست‌رفته کاری با شاخص نسبت هزینه حوادث فردی به کل هزینه پروژه (d) همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد که این امر بیان می‌دارد که با افزایش این شاخص متوسط تعداد روزهای ازدست‌رفته کاری نیز افزایش می‌یابد.

همچنین بر اساس نتایج تحلیل همبستگی مشخص شد که بین شاخص  $IFR$  و شاخص‌های نسبت هزینه منابع صرف شده برای رعایت ایمنی و بهداشت کار به کل هزینه واقعی پروژه (a) و شاخص نسبت هزینه منابع صرف شده برای رعایت ایمنی و بهداشت کار به کل درآمد کسب شده (b) که شاخص‌های اقتصادی مفیدی هستند، همبستگی منفی وجود دارد که نشان می‌دهد با کاهش هر یک از این شاخص‌ها مقدار شاخص  $IFR$  افزایش می‌یابد و ایمنی در کارگاه را به مخاطره می‌اندازد.

ساعت کاری کارکنان می‌شود و این امر منجر به افزایش متوسط تعداد روزهای از دست‌رفته کاری می‌شود.

با توجه به نتایج همبستگی پیرسون (نمودار ۱)، فرضیه ج (افزایش شاخص نسبت هزینه لوازم حفاظت فردی به کل درآمد کسب شده پروژه موجب کاهش متوسط روزهای از دست‌رفته کاری می‌گردد) تأیید می‌گردد. بر اساس مطالعات انجام شده از سوی سازمان بین‌المللی تأمین اجتماعی ISSA در سال ۲۰۱۱ اعلام شده است که سرمایه‌گذاری در مورد تأمین تجهیزات حفاظت فردی به ازای هر واحد سرمایه‌گذاری ۳/۷ واحد بازگشت سرمایه در بر خواهد داشت [۲۰]. لذا افزایش هزینه لوازم حفاظت فردی باعث کاهش شاخص شدت حادثه و کاهش متوسط تعداد روزهای از دست‌رفته کاری می‌شود. به‌طور کلی با توجه به بررسی‌های کارشناسی می‌توان نتیجه گرفت که محیط پالایشگاه مورد بررسی ایمن نیست و گذشته از حادثی که ممکن است موجب فوتی یا نقص عضو کارکنان شود، خسارات سنگینی نیز متوجه شرکت سرمایه‌گذار از بابت هزینه‌های حوادث و خسارت تأخیر کار وارد می‌شود.

با توجه به اینکه عمده کارهای کارگاه، توسط پیمانکاران بخش خصوصی انجام می‌شود و هزینه‌های مربوط به HSE قبل از عقد قرارداد برآورد نمی‌شود و بعد از عقد قرارداد نیز هیچ‌کدام از پیمانکاران در عمل هزینه‌های مربوط به HSE را پرداخت نمی‌کنند، بخش HSE با مشکلات عدیده‌ای در کارگاه روبرو شده است که امکان تجهیز کارکنان به لوازم حفاظت فردی را از این بخش سلب نموده است و به‌تبع حوادث فردی در کارگاه بالا می‌رود. طبق بررسی‌های کارشناسی عمده افزایش متوسط تعداد روزهای از دست‌رفته کاری به دلیل بروز حوادث فردی در کارگاه می‌باشد که می‌توان به موارد زیر به‌عنوان دلایل دخیل در بروز حوادث فردی اشاره نمود:

- ۱- عدم خرید تجهیزات حفاظت فردی استاندارد و متناسب با ماتریس لوازم حفاظت فردی.
- ۲- عدم به‌کارگیری نیروهای ماهر در برخی از فعالیت‌ها.

علت فوت شدن کارگر حادثه‌دیده در این سال، با توجه به سنگینی وزن و کهولت سن، عدم تناسب کارگر با شغل آرماتوربندی و همچنین عدم تجهیز فرد آسیب‌دیده به تجهیزات ایمنی از جمله کلاه ایمنی بود.

عدم رعایت اصول ایمنی و بهداشت موجب ناامنی محیط و بروز حوادث و به‌تبع افزایش هزینه‌های تحمیل شده در این بخش می‌شود. این هزینه‌ها می‌توانند شامل هزینه‌های دارو و درمان کارکنان آسیب‌دیده و خسارت ناشی از روزهای تعطیل باشند که باعث افزایش متوسط تعداد روزهای از دست‌رفته کاری می‌شوند.

با توجه به تحلیل نتایج (نمودار ۱) مشخص شد که شاخص IFR از سال ۱۳۸۷ به بعد روند کاهشی دارد و این امر به دلیل برنامه‌ریزی‌های بخش HSE از جمله برنامه‌های آموزشی می‌باشد که باعث کاهش تعداد حوادث نسبت به تعداد کارکنان شده است، هرچند در عین کاهش تعداد حوادث به دلایل غفلت فردی، عدم تناسب کارگر با شغل و عدم تجهیز کامل کارگران به تجهیزات حفاظت فردی، گاهی شدت این حوادث زیاد بوده و شاخص ISR را افزایش داده است و به‌تبع روزهای از دست‌رفته کاری نیز افزایش یافته‌اند.

عدم هزینه در بخش تجهیزات حفاظت فردی، می‌تواند منجر به بروز حوادث من‌جمله از کارافتادگی یا فوتی شده و باعث اخلال در روند کاری کارگاه شود. همچنین این‌گونه حوادث شاخص‌های IFR، ISR، FSI، شاخص نسبت هزینه منابع صرف شده برای رعایت ایمنی و بهداشت کار به کل هزینه واقعی پروژه و شاخص نسبت هزینه حوادث فردی به کل هزینه پروژه را نیز افزایش می‌دهند و باعث افزایش متوسط تعداد روزهای از دست‌رفته کاری می‌شوند. از این‌رو تجهیز کارکنان به تجهیزات لوازم حفاظت فردی می‌تواند باعث کاهش حوادث و به‌تبع کاهش متوسط تعداد روزهای از دست‌رفته کاری شود. بررسی‌های کارشناسی نیز نشان می‌دهند که افزایش متوسط تعداد روزهای از دست‌رفته کاری نشأت گرفته از حوادث می‌باشند و عمده حوادث واقع شده در کارگاه به دلیل عدم استفاده کارکنان از تجهیزات حفاظت فردی بوده است. از طرفی افزایش حوادث باعث کاهش

فردی و مطابقت آن با استانداردهای موجود.  
 ۵. لحاظ کردن کلیه هزینه‌های مربوط به فراهم آوردن امکانات، جهت ایمن نمودن فعالیت‌های مربوط به ساخت در ابتدای هر پروژه.  
 ۶. پیاده نمودن استانداردهای مربوط به HSE در پروژه که باعث ایجاد یک‌روند منظم در فعالیت‌های سیستم می‌شود.

### منابع

- Hollnagel E. Human reliability analysis: context and control. New York: Academic Press; 1993.
- Santamari'a Ramiro JM, Brana Aisa PA. Risk analysis and reduction in the chemical process industry. New York: Blackie Academic & Professional; 1998.
- Hollnagel E. Cognitive reliability and error analysis method: CREAM. Philadelphia: Elsevier; 1998.
- Liu H, Hwang SL, Liu TH. Implementation of Human Error Diagnosis (HED) System. Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers 2004; 21(4):82-91.
- Bylund PO, Bjornstig Ulf. Occupational injuries and their long-term consequences among mechanics and construction metal workers. Safety science, 1998;28(1): 49-58.
- Bentley T, Haslam R. A comparison of safety practices used by managers of high and low accident rate postal delivery offices. Safety Science 2001;37(4):19-37.
- Morris K, Androu M. Translated by Avestkhan M. Increase productivity and benefit through health and safety, 2010. [Persian].
- Abbas pour M, Hosseinzadeh Lotfi F, Karbassi AR, Roayaei E, Nikoomaram H. Development of a model to assess environmental performance, concerning HSE-MS principles. Environmental Monitoring and Assessment. 2010;165:517-528.
- Omidvari M, javaherzadeh N, Noormoradi H, Davoudi M. Effect of Safety Programs on Occupational Accidents and Diseases Indices in Food Industries of Ilam Province over a 5-year Period Ardabil's Journal of Health, 2011.[Persian]
- Mohammadfam E, Akbari H. Developing a system to measure the safety management performance in organization. 2nd International Conference on Health-Safety Environment. Esfahan, Arvin Pishro Trading Company, 2009. [Persian]

۳- عدم ایجاد سکو و شرایط ایمن برای فعالیت‌های اجرایی.  
 ۴- عدم ارزیابی ریسک‌های سازمان و در نظر گرفته نشدن الزامات HSE در فرآیند ساخت.  
 ۵- عدم محاسبه هزینه‌های HSE در ابتدای پروژه و لحاظ نشدن همه هزینه‌های مربوط به واحد HSE در زمان ارائه قیمت پیشنهادی به کارفرما.  
 ۶- عدم امکان محاسبه هزینه‌های HSE به دلیل عدم وجود سرفصلی به نام HSE در سیستم سندهای مالی و الزام پیمانکاران به پرداخت.

نتایج این پژوهش همسو با مطالعات امیدواری و همکاران در سال ۱۳۹۰ است که بیان داشتند اجرای برنامه‌های ایمنی تأثیرات مثبت بر کاهش شاخص‌های حوادث دارد که این امر نقش خود را به صورت کاهش شاخص شدت حوادث، کاهش شاخص فراوانی حوادث، کاهش شاخص شدت فراوانی حوادث و کاهش شاخص تکرار بیماری‌های شغلی نشان می‌دهد و متعاقباً باعث افزایش سطح بهره‌وری سازمان می‌شود.

لذا جهت جلوگیری از بروز حوادث و افزایش متوسط روزهای ازدست‌رفته کاری و به تبع افزایش بهره‌وری پیشنهادات زیر ارائه می‌شوند:

- تهیه فهرست بها برای واحد HSE که با داشتن آن می‌توان هزینه‌های هر بخش این واحد را محاسبه کرد و به کمک آن میزان برآورد هزینه‌های مربوط به واحد HSE در ابتدای هر پروژه‌ای میسر خواهد بود.
- ارزیابی و تأیید صلاحیت کلیه پیمانکاران در زمینه HSE که این امر باعث عدم تأخیر در کار به دلیل کنترل و جلوگیری از حوادث می‌شود که این خود ناشی از توان فنی و مالی و فرهنگی پیمانکار در زمینه HSE می‌باشد.
- تفکیک سرفصل‌های هزینه در سیستم ثبت سندهای مالی پروژه که این امر باعث می‌شود دستیابی به کلیه هزینه‌های صرف شده در راستای HSE در آخر پروژه محقق باشد.
- نظارت و کنترل بر خرید کلیه تجهیزات حفاظت





11. Rajabi M. Using the Incident Management System management (IMS) system in oil pipeline incidents. 1st National and International conference on crisis management for pipelines and plant systems. Tehran, 2009. [Persian]
12. Ahmadvand A, Abtahi Z, Evaluation the road safety performance methods, Traffic management studies; 2009. [Persian]
13. Hamidi N, Omidvari M, Meftahi M. The effect of integrated management system on safety and productivity indices: Case study; Iranian cement industries. Safety Science. 2012;50:1180-1189.
14. Asfahi RC, Rieske DW. Industrial Safety and Health Management, (6<sup>th</sup> ed), Prentice Hall Cap. 2010; 2:20-22.
15. Zeng SX, Vivian WYT, Tam CM. Toward occupational; health & safety systems in the construction industrial of China. Safety Science. 2008;46:1155-1168.
16. Li CY, Chen KR, Wu CH, Sung FC. Job stress and dissatisfaction in association with non-fatal injuries on the job in a cross sectional sample of petrochemical workers. Occupational Med. 2001;51 (7):50-55.
17. Cooper M. Toward a model of Safety Culture. Safety Science. 2000;36 (6):11-136.
18. Raouf AB, Dhillon S. Translated By Mohammadfam, I. Safety Assessment: A Quantitative Approach. 2011. [Persian]
19. Baher N. Translated by Rezazadeh H. Safety engineering systems and risk assessment .Tehran Polytechnic, Amir Kabir university of Technology, 2007. [Persian]
20. Esabati M, Mozaffari A. World Congress on Safety and Health at Work; 2012. [Persian]

## Investigation if the effects of economics – safety performance indices changes on average of lost work days in a refinery installation project

Eslam Ansari<sup>1</sup>, Shahram Vosooghi<sup>2</sup>

Received: 2014/12/28

Revised: 2015/09/02

Accepted: 2015/09/23

### Abstract

**Background and aims:** According to the International Labour Organization, 17% of fatal accidents occur in construction projects and development Workshop. While in Iran this number according to the Labor Department is 46%. In developing Asian countries that are in the process of rapid industrialization occupational accidents is rising. Due to the economic difficulties caused by the sanctions and the poor production in the country, the attention and cost of the HSE course is certainly facing many problems that this is a restriction to the health and safety of the work force in the construction projects. The accidents and unhealthy forces lead to lower economic growth rate of oil and gas projects and ultimately reduce the rate of economic growth in the country. Hence, the purpose of this research was to investigate effects of development and improvement factors of performance of safety-economy on average working lost days.

**Methods:** In this study, we analyzed the correlation between economic indices and performance indices compared to the average working lost days and the relationship between these indices in a refinery construction project over 5 years by using the Pearson test and SPSS software.

**Results:** The results of analysis showed that there is a significant positive correlation between the average working lost days within economic indices with the ratio cost of mental events to the total cost of project ( $p < 0.001$ ). In addition, there is a significant and negative correlation with the ratio of per capita expenditure of personal protective equipment to the per capita project expenditure ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Analysis of the results showed that no cost in personal protective accessories can cause accidents such as disability or decease and disorders in workshop process. Furthermore, these events indicators FSR, ISR, IFR increase the ratio cost of spent resources incurred to comply with health and safety work to the total reality cost and the ratio cost of individual events to the total cost of the project and leads to the average number of working lost days. Therefore, perception of relation between safety performance and economic indices in construction projects and equipping employee's to standard personal protective equipment and enough training about observance of principles and rules of HSE can reduce accident and finally decrease average of lost working days.

**Keywords:** Economic-Safety indices, Safety performance indices, Lost working days.

1. MSc student of Chemical Engineering, Islamic Azad University branch of Ahar, Ahar, Iran.

2. (**Corresponding author**) PhD, Assistant Professor, Department of Health, Safety and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran. shahram-vosooghi@sbmu.ac.ir

\* This article is extracted from Master's Thesis.