

پیش بینی شاخص های پایش عملکرد ایمنی بعد از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه (IMS) در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد

فریدون لعل^۱ - ابوالفضل برخوردار^{۲*} - غلامحسین حلوانی^۲ - رمضان میرزایی^{۴*}

rammir277@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۷

مکیده

مقدمه: همه ساله در جهان ده‌ها میلیون کارگر قربانی حوادثی می‌شوند که منجر به کشته شدن یا از کارافتادگی تعداد کثیری از آن‌ها می‌گردد. این مطالعه با هدف پیش بینی شاخص های پایش عملکردی حادثه بعد از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه در جهت کاهش آمار حوادث، پایش ایمنی و در اولویت قرار دادن برنامه های ایمنی در سیاست های سازمان انجام گرفت.

روش کار: این مطالعه توصیفی-تحلیلی با استفاده از پیش بینی شاخص های عملکرد ایمنی در دو مرحله در یک نیروگاه سیکل ترکیبی بر روی ۲۵۴ حادثه در سال قبل از پیاده سازی (سال ۱۳۸۳) و سال های بعد از پیاده سازی (دوره ۷ ساله) سیستم های مدیریت یکپارچه انجام گرفت. اطلاعات از طریق چک لیست و مصاحبه با حادثه دیدگان جمع آوری شد و پس از محاسبه داده های توصیفی از آزمون های کلموگروف-اسمیرنوف، کای اسکوار و رگرسیون Cubic برای آنالیز داده‌ها در نرم افزار spss با سطح معنی داری ۰/۰۵ استفاده گردید.

یافته ها: از مجموع ۱۱۳۱ کارگر در طی یک دوره ۷ ساله، ۲۵۴ حادثه شغلی ثبت شده بود. بیشترین مقدار شاخص ضریب تکرار در سال ۱۳۸۳ (۳۲،۶۵) و ضریب شدت حادثه در سال ۱۳۸۷ (۲۰۹) و کمترین مقدار در سال ۱۳۹۰ (به ترتیب ۹،۷۵ و ۲۹،۲۶) بود. نمودارهای رگرسیونی، بین مقدار مشاهده شده در اثر تجزیه و تحلیل روند و مقدار تخمین زده شده، نشان داد که ضرایب کلیه شاخص ها به جز ضریب β_1 شاخص ASR معنادار ($P < 0.05$) و در حد انتظار بوده و نشان دهنده بهبود عملکرد ایمنی و سیستم های مدیریت یکپارچه می باشد.

نتیجه گیری: نتایج نشان می دهد که استفاده از رگرسیون Cubic می تواند به عنوان ابزار مناسبی جهت بررسی روند شاخص ها و پیش بینی آن ها جهت برنامه ریزی و پایش عملکرد واحد ایمنی مورد استفاده قرار گیرد تا تصمیم گیری در خصوص تعیین اولویت برنامه های ایمنی سازمان ها تسهیل شود.

کلمات کلیدی: شاخص های حادثه، رگرسیون کوپیک، نیروگاه سیکل ترکیبی

۱- عضو مرکز تحقیقات ارتقای سلامت، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان
 ۲- دانشیار، عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
 ۳- استادیار، عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
 ۴- دانشیار، عضو هیات علمی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان

مقدمه

همواره کار، بخشی از زندگی افراد، به عنوان یک ارزش تلقی می‌شود و همه بر این باورند که فعالیت در هر حرفه ای می‌تواند مسیری باشد برای کسب اعتبار، احترام و توسعه اقتصادی. هر فردی، جهت امرار معاش، شغلی را برگزیده و فعالیت می‌نماید. بدون تردید عوامل متعدد محیط کار (عوامل زیان آور) و به‌ویژه حوادث شغلی می‌تواند سلامتی افراد را تهدید نماید (Khodabande *et al.*, 2012). بر اساس آمارهای موجود حوادث ناشی از کار به عنوان سومین عامل مرگ و میر در جهان، دومین عامل مرگ و میر در ایران و یکی از عوامل خطرزایی مهم بهداشتی، اجتماعی و اقتصادی در جوامع صنعتی و در حال توسعه محسوب میشود (Flin *et al.*, 2006). میانگین میزان حوادث ناشی از کار منجر به مرگ در سرتاسر جهان ۱۴ (Takala *et al.*, 1999)، در قاره آسیا ۲۳/۱ و در ایالات متحده اروپا ۵/۸۹ به ازای هر ۱۰۰۰۰۰ کارگر است (Jovanović *et al.*, 2004). اکثر کارگران به دلیل از دست دادن روز کاری، نیاز به مراقبت‌های پزشکی، از دست دادن هوشیاری، محدودیت در انجام فعالیت‌ها و یا تغییر شغل به‌واسطه آسیب‌های حوادث شغلی رنج می‌برند (Snashall *et al.*, 2005).

برنامه‌های ایمنی یکی از عوامل تاثیرگذار در بهره‌وری نیروی کار و شاخص‌های کمی و کیفی تولید است که به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های بهره‌وری و تولید ایفای نقش می‌کند (Omidvari *et al.*, 2011). سیستم‌های مدیریتی به عنوان راهکاری برای ایجاد انسجام و هماهنگی بیشتر بین سیستم‌های مختلف موجود مطرح می‌باشند. "سیستم‌های مدیریت یکپارچه" با هدف تلفیق سه استاندارد مدیریت کیفیتی، مدیریت زیست

محیطی و مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه‌ای در جهت رسیدن به یک سیستم جامع مدیریتی مطرح شده‌اند و در مدت کوتاهی که از به کارگیری آن می‌گذرد، توانسته است نتایج مثبت و قابل توجهی کسب نماید. به طور کلی از مزایای سیستم‌های مدیریت یکپارچه می‌توان به صرفه‌جویی در زمان و هزینه، افزایش بهره‌وری، بهبود سازمانی و کاهش حجم مستندات اشاره کرد (Halvani *et al.*, 2010; Shakeri and Ayvazian., 2008).

پرسنل شاغل در بخش‌های تولید، انتقال و توزیع نیروی برق با طیفی از مخاطرات بهداشت شغلی نظیر الکتریسیته، کار در ارتفاع، میدان‌های الکترومغناطیس، کار در گرما و سرما، نوبت کاری و ... مواجه می‌باشند (Batra and Ioannides., 2001). در سال ۲۰۱۲ مطالعه‌ای توسط میربها و همکارانش با هدف پیش‌بینی تصادفات دانش‌آموزان در اطراف جاده‌های روستایی بر اساس مدل استدلالی چند جمله‌ای انجام گرفت. متغیرهای مطالعه پهنای جاده، سرعت، حضور نگهبان مدرسه، تعداد دانش‌آموزان و میزان ترافیک متوسط بودند. مدارس در سه گروه بدون خطر، خطر متوسط و بالا طبقه‌بندی شدند. نتایج نشان داد که مدل فوق می‌تواند خطر وقوع حوادث را با صحت و دقت بالاتر از ۷۰ درصد نشان دهد (Mirbaha *et al.*, 2012).

در مطالعه‌ای موردی که توسط حمیدی و همکارانش با هدف بررسی تاثیر سیستم مدیریت یکپارچه بر شاخص‌های ایمنی و بهره‌وری در صنعت سیمان در طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ انجام گردید، ارتباط معنی‌داری بین شاخص‌های مختلف ایمنی قبل و بعد از اجرا نشان داده شد که نشانگر بهبود وضعیت ایمنی در سال‌های بعد از پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت یکپارچه بود

گردند و به عنوان یک حد مجاز جهت بهبود فرآیند شناخته شوند (Jouyani *et al.*, 2011). داده ها و اطلاعات دقیق در مورد حوادث، مقیاسی را فراهم می کند تا بتوان اشتباهات گذشته که باعث وقوع خطا و نقص شده را سنجش نمود. براساس منابع بازنگری شده ی در دسترس تاکنون مطالعه ای در زمینه ی حوادث نیروگاهی با هدف برآورد و پیش بینی شاخص های حادثه انجام نشده است یا حداقل گزارش آن در منابع در دسترس نبوده است. با توجه به دلایل فوق برآن شدیم تا علاوه بر ارزیابی شاخص های پایش عملکرد ایمنی در یک دوره ی ۸ ساله، پیش بینی شاخص های مذکور را نیز در سال های بعد از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه مورد ارزیابی قرار دهیم.

روش کار

این پژوهش توصیفی- تحلیلی در دو مرحله در کلیه ی واحدهای نیروگاه سیکل ترکیبی یزد بر روی افراد حادثه دیده (۲۵۴ مورد) در سال های ۱۳۸۳ (در سال قبل از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه) و بعد از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه (۱۳۸۴ تا ۱۳۹۰)، در سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. متغیرهای مورد بررسی شامل ساعات کار، روزهای از دست رفته ی کاری و شاخص های حادثه (ضریب تکرار حادثه، ضریب شدت حادثه، ضریب تکرار شدت حادثه، ضرایب مقدار وقوع و میزان تکرار) بود. در شروع کار و پس از هماهنگی های لازم و تشکیل کمیته ای متشکل از کارشناسان پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه، مدیران ارشد سازمان و محققان، اطلاعات اولیه از طریق پرسشنامه و مصاحبه (با استفاده از روش

(Hamidi *et al.*, 2012). همچنین در مطالعه ای توصیفی تحلیلی و گذشته نگر که توسط امیدواری و همکارانش با هدف بررسی تاثیر برنامه های ایمنی بر شاخص های حوادث و بیماری های شغلی در صنایع غذایی استان ایلام در یک دوره ی پنج ساله در سال ۱۳۹۰ صورت گرفت، نتایج نشان داد که بین اجرای برنامه های ایمنی در قالب استانداردهای مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه ای و نقطه کنترل بحرانی آنالیز حوادث و شاخص های حوادث ارتباط معنی داری وجود دارد. در نتیجه شاخص های تکرار، شدت و تکرار - شدت کاهش و شاخص آموزش ایمنی کارکنان افزایش یافته است (Omidvari *et al.*, 2011). در این مطالعه جهت همسان سازی تکرار حوادث از نظر زمان کارکردی از شاخص تکرار استفاده شد و چون تعداد روزهای از دست رفته ی بیشتر نشان دهنده وخامت بیشتر حادثه است، برای بیان وخامت حادثه از شاخص شدت حادثه استفاده گردید. شاخص تکرار- شدت نیز روشی جهت تعامل این دو روش می باشد که اساس معتبرتری برای ارزشیابی ها ایجاد می کند. این مطالعه، شاخص های پایش عملکرد ایمنی را در سال های بعد از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه مورد پیش بینی قرار داده و بهبود یا عدم بهبود سیستم ایمنی نیروگاه سیکل ترکیبی یزد را با در نظر گرفتن تغییرات موجود در سیستم با استفاده از شاخص های حادثه در سال های قبل و بعد از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه و نسبت به معیار پیش بینی شاخص ها توسط رگرسیون Cubic ارزیابی نموده است.

به وسیله این پیش بینی، می توان مقیاسی را فراهم کرد که در ادامه، جهت بهبود روند ایمنی صنعت باید شاخص های مذکور در این محدوده واقع

$$IR = \frac{\text{تعداد حوادث در سال}}{\text{تعداد افراد شاغل همان سال}} \times 1000$$

$$FR = \frac{100000 \times \text{تعداد حوادث}}{\text{تعداد ساعاتی که کار انجام شده است}}$$

پس از به دست آوردن آمارهای توصیفی و شاخص های حادثه، جهت پیش بینی شاخص های مذکور در سال های بعد از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه، از نتایج مدل رگرسیونی Cubic یا درجه ی ۳ استفاده گردید که با توجه به معنی داری ضرایب β در اکثر شاخص ها ($P < 0.05$) بهترین مدل جهت پیش بینی شاخص های پایش عملکرد ایمنی بعد از پیاده سازی IMS منظور گردید. در نهایت راهکارهای علمی جهت پایش عملکرد ایمنی، کاهش بروز حوادث و اتخاذ تصمیمات مدیریتی لازم توسط سازمان ارایه شد. در انجام این مطالعه پس از هماهنگی های لازم هیچ گونه محدودیت اخلاقی مشاهده نگردید. پس از ورود داده ها در نرم افزار spss نسخه ی ۱۶، برای توصیف برخی داده ها از آمار توصیفی و برای تحلیل داده ها از آزمون های کلموگروف-اسمیرنوف، کای اسکوار و رگرسیون خطی برای آنالیز داده ها استفاده شد. در این پژوهش سطح معنی داری برابر ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

≡ یافته ها

توصیف کلی متغیرهای موجود در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد در سال های بعد از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه (۱۳۹۰-۱۳۸۴)، مطابق جدول شماره ی ۱ به دست آمد. مطابق جدول تعداد کل حوادث (۲۵۴ مورد)، میانگین و انحراف معیار روزهای ازدست رفته ی کاری $3,43 \pm 7,06$ بود. کمترین تعداد حادثه در

یادآوری واقعه) با حادثه دیدگان در سال های بعد از پیاده سازی استخراج گردید و حوادثی که منجر به از دست رفتن یک روز یا شیفت کاری و بیش از آن شده بود به عنوان حوادث ناشی از کار مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس ماده ۶۰ قانون تأمین اجتماعی حوادث ناشی از کار عبارت از حوادثی است که حین انجام وظیفه و به سبب آن برای بیمه شده اتفاق می افتد. مقصود از حین انجام وظیفه تمام اوقاتی است که بیمه شده در کارگاه، مؤسسات وابسته، ساختمان و محوطه آن مشغول کار باشد و یا به دستور کار فرما در خارج از محوطه کارگاه مأمور انجام کاری می شود. ضمناً اوقات رفت و آمد بیمه شده از منزل به کارگاه و یا بالعکس نیز جزو این اوقات محسوب می شوند. همچنین حوادثی که حین اقدام برای نجات سایر بیمه شدگان آسیب دیده و مساعدت به آنان اتفاق می افتد، حادثه ناشی از کار محسوب می گردد (Konjkavemonfared et al., 2012). شاخص های تکرار، شدت و تکرار-شدت حادثه بر اساس استاندارد - OSHA و (ReVelle and Jack., 1980) و با استفاده از فرمولهای مربوطه مورد تجزیه و تحلیل اولیه قرار گرفت.

$$AFR = \frac{200000 \times \text{تعداد حوادث}}{\text{جمع کل ساعت مفید کارگران در یک سال}}$$

$$ASR = \frac{200000 \times \text{تعداد روزهای از دست رفته}}{\text{جمع کل ساعت مفید کارگران در یک سال}}$$

$$FSI = \sqrt{\frac{AFR \times ASR}{1000}}$$

در ضمن جهت بررسی بهتر روند حوادث (Trend Analysis) در سال های بعد از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه از ضرایب مقدار وقوع و میزان تکرار استفاده گردید.

گردید. این ضرایب نیز مانند شاخص های قبلی از سال ۱۳۸۳ (قبل از پیاده سازی) تا سال ۱۳۹۰ روندی کاملاً نزولی داشت. مقدار بیشینه ی آن ها در سال ۱۳۸۳ به ترتیب ۱۶,۸۳ و ۳۳۶,۷۳ و مقدار کمینه در سال ۱۳۹۰ به ترتیب ۴,۸۷ و ۹۷,۵۶ می باشد. ضرایب میزان تکرار و مقدار وقوع رویداد که در سیستم های متغیر به کار می روند با وجود تغییرپذیری در تعداد نیروی کار و ساعات کاری در سال های قبل و بعد از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه انحرافات را ناشی از بهبود عملکرد ایمنی در سال های بعد از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه نسبت به سال قبل از پیاده سازی می داند.

پیش بینی به کمک تحلیل روند (Trend Anal-ysis)، موجب تولید یک آنالیز رگرسیونی و برآورد میزان موثر بودن و پایش سیستم ایمنی و بهداشت و سیستم های مدیریت یکپارچه می گردد. با توجه به نتایج به دست آمده از سایر مدل ها از قبیل مدل های Logarithm، Quadratic، Compound و ...، مدل Cubic یا درجه ی ۳ بهترین مدل جهت پیش بینی شاخص های پایش عملکرد ایمنی بعد از پیاده سازی IMS می باشد. معادله ی مدل Cubic به صورت $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3$ می باشد.

سال ۱۳۹۱ و بیشترین تعداد در سال ۱۳۸۸ بوده است. در حالی که بیشترین تعداد کارکنان مربوط به سال ۱۳۸۸ می باشد. هم چنین بیشترین روز از دست رفته ی کاری در سال ۱۳۸۷ بود.

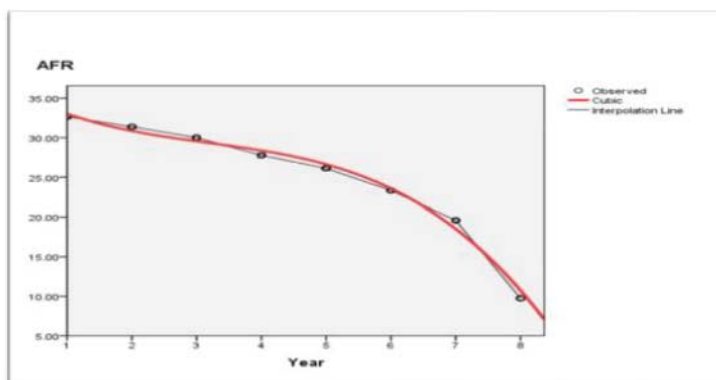
شکل های ۱ تا ۵ به ترتیب شاخص تکرار (AFR)، شدت (ASR)، تکرار-شدت حادثه (FSI) و ضرایب مقدار وقوع رویداد (IR) و Idchk تکرار (FR) را در سال های بعد از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه نمایش داده است. بیشترین مقدار شاخص های تکرار در سال ۱۳۸۳ (۳۲,۶۵) و شدت حادثه در سال ۱۳۸۷ (۲۰۹) و کمترین مقدار در سال ۱۳۹۰ (به ترتیب ۹,۷۵ و ۲۹,۲۶) بود.

مطابق شکل ۳ شاخص شدت-تکرار حادثه که تعامل دو شاخص شدت و تکرار حادثه می باشد، در سال قبل از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه (۱۳۸۳) بیشترین مقدار (۱,۷۴) و در سال ۱۳۹۰ کمترین مقدار (۰,۵۶) را به خود اختصاص داد.

تجزیه و تحلیل روند بر اساس شرایط متغیر در سال های قبل و بعد از استقرار سیستم های مدیریت یکپارچه به وسیله ی ضرایب میزان تکرار و مقدار وقوع رویداد و در شکل های ۴ و ۵ ارایه

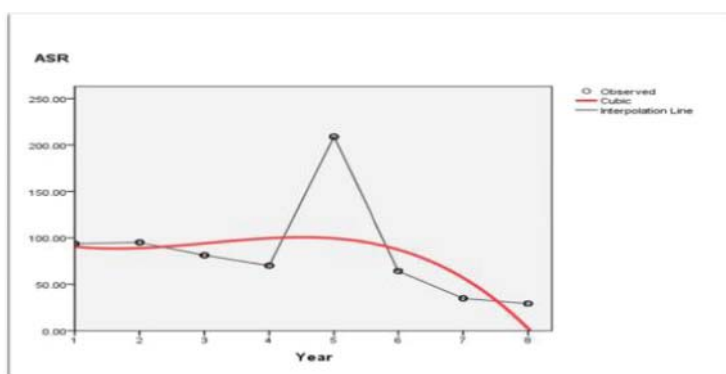
جدول ۱. میانگین متغیرهای موجود در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد در یک دوره ی ۷ ساله

سال	تعداد کارکنان	تعداد حادثه	ساعت کاری	روز از دست رفته کاری ($\mu \pm SD$)
۱۳۸۴	۱۰۲	۳۲	۲۰۴۰۰۰	۳۰۳±۱۰۵۳
۱۳۸۵	۱۵۰	۴۵	۳۰۰۰۰۰	۲۰۷±۱۰۹۶
۱۳۸۶	۱۴۴	۴۰	۲۸۸۰۰۰	۲۰۵±۱۰۰۶
۱۳۸۷	۱۱۱	۲۷	۲۲۲۰۰۰	۸۰۲±۳۴۰۲۶
۱۳۸۸	۲۱۰	۴۹	۴۲۰۰۰۰	۲۰۷±۸۰۳۸
۱۳۸۹	۲۰۹	۴۱	۴۱۸۰۰۰	۱۰۷±۰۰۶۹
۱۳۹۰	۲۰۵	۲۰	۴۱۰۰۰۰	۳±۱۰۵۸
میانگین متغیرها	۱۶۱	۳۶,۲۸	۳۳۳۱۴۲,۸۵	۳۰۴±۷۰۰۶
کل	۱۱۳۱	۲۵۴	۲۲۵۴۰۰۰	۳۰۴±۷۰۰۶



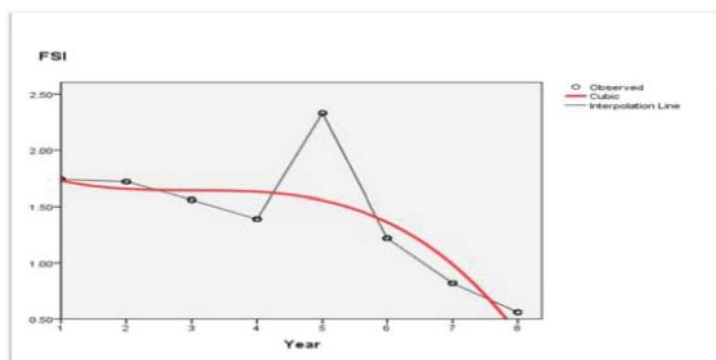
$$AFR = 36.74 - 4.74X + 1.14 X^2 - 0.12X^3$$

شکل ۱. پیش بینی شاخص AFR بعد از پیاده سازی IMS در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد



$$ASR = 105.36 + 9.54X^2 - 1.03X^3$$

شکل ۲. پیش بینی شاخص ASR بعد از پیاده سازی IMS در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد

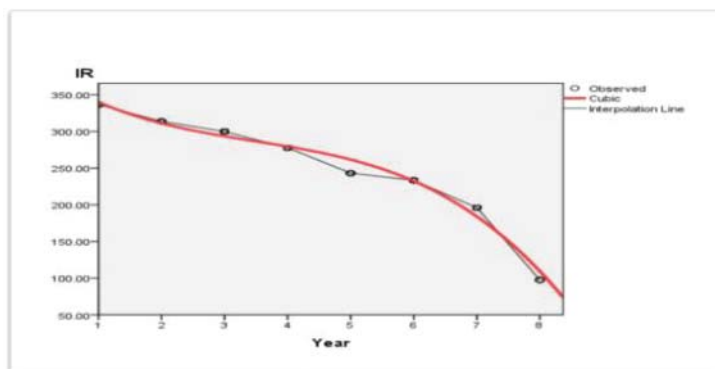


$$FSI = 1.92 - 0.27X + 0.09X^2 - 0.01X^3$$

شکل ۳. پیش بینی شاخص FSI بعد از پیاده سازی IMS در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد

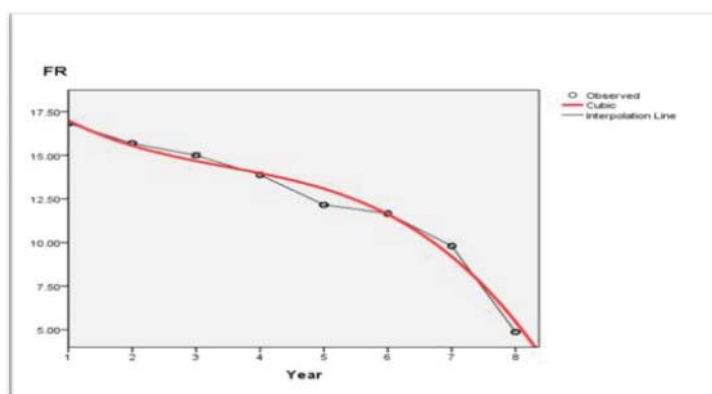
شاخص های مذکور ملاحظه گردید که ضرایب کلیه شاخص ها به جز ضریب β_1 شاخص ASR معنادار بوده اند ($P < 0.05$). با توجه به نمودارهای رگرسیونی، بین

در این فرمول متغیر X سال مورد نظر بعد از پیاده سازی IMS می باشد. اگر مقدار ضرایب β در این معادله از ۰,۰۵ بیشتر گردد، نشان دهنده ی عدم معناداری آن خواهد بود. لذا بعد از آنالیز



$$IR = 387.43 - 59.3X + 13.1X^2 - 1.25X^3$$

شکل ۴: پیش بینی ضرب IR بعد از پیاده سازی IMS در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد



$$FR = 19.35 - 2.95X + 0.65X^2 - 0.062X^3$$

شکل ۵: پیش بینی ضرب FR بعد از پیاده سازی IMS در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد

مقدار مشاهده شده در اثر تجزیه و تحلیل روند (TRENDANALYSIS) و مقدار تخمین زده شده توسط رگرسیون CUBIC، ملاحظه می گردد که مقدار کلیه شاخص های مذکور به جز شاخص ASR تقریباً در حد انتظار بوده است و این ناشی از بهبود عملکرد ایمنی و سیستم های مدیریت یکپارچه می باشد.

نتایج این مطالعه نشان داد که وضعیت شاخص های ایمنی در سال های بعد از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه (۱۳۹۰-۱۳۸۴) نسبت به سال قبل از پیاده سازی این سیستمها

(۱۳۸۳) دارای روند رو به بهبودی است و هر چه قدر برنامه های ایمنی و سیستم های مدیریتی دقیق تر و منظم تر اجرا گردد، کاهش در شاخص های حوادث چشم گیرتر می شود. نتایج این پژوهش با نتایج مطالعات Coleman (۱۶)، Goldenhar (۱۷)، حمیدی (۱۲) و امیدواری (Omidvari et al., 2011) تقریباً هم راستا بود. Coleman وجود یک برنامه ای ایمنی و بهداشت حرفه ای را در ارزیابی ایمنی معدن کاران و کاهش روزهای تلف شده ی کاری الزامی دانست (Coleman and Kerkering., 2007). نتایج مطالعه ی حمیدی و همکاران نیز حاکی از معنی دار بودن شاخص های مختلف ایمنی قبل و بعد از اجرای سیستم های مدیریت یکپارچه در

نتایج این مطالعه نشان داد که وضعیت شاخص های ایمنی در سال های بعد از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه (۱۳۹۰-۱۳۸۴) نسبت به سال قبل از پیاده سازی این سیستمها

بحث

راستا با مدل‌های رگرسیونی و موضوعات مختلف انجام گرفته است که می‌توان به مطالعات محققین دیگر اشاره نمود (Yazdani and Gholami., 2013; Mannering و Savolainen (Goldenhar et al., 2001 در سال ۲۰۰۷ شدت تصادفات ناشی از موتورسیکلت‌ها را با استفاده از مدل‌های احتمالی در ایالت ایندیانا پیش بینی نمودند (Savolainen and Mannering., 2007). Ali و Al-Ghamdi در سال ۲۰۰۱ جهت پیش بینی تاثیر فاکتورهای حوادث بر شدت حوادث از رگرسیون لجستیک استفاده نمود و نشان داد که رگرسیون لجستیک می‌تواند به عنوان یک ابزار مناسب در بهبود ایمنی در آینده مورد استفاده قرار گیرد (Ali-Ghamdi and Ali., 2002). میربها و همکاران در سال ۲۰۱۲ مطالعه ای را با هدف پیش بینی تصادفات دانش آموزان در اطراف جاده های روستایی بر اساس مدل لجستیک چندجمله ای انجام دادند و نشان دادند که مدل فوق می‌تواند خطر وقوع حوادث را با دقت بیشتر از ۷۰ درصد پیش بینی نماید (Mirbaha et al., 2012). در سال ۱۳۹۰ علی آبادی و همکاران نیز در مطالعه‌ای با هدف پیش بینی خطر ابتلا به عارضه‌ی ریوی در کارگران مواجه با غبار سیلیس کارگاه‌های سنگ کوبی با استفاده از مدل کاکس انداختند که مدل مذکور نیز شرایط مواجهه شغلی موثر بر ابتلای کارگران به عارضه‌ی ریوی را تبیین نمود (Aliabadi et al., 2011).

نتیجه گیری

نظر به این که هیچ سیستم مدیریتی در سال‌های مورد مطالعه در نیروگاه سیکل ترکیبی یزد استقرار نیافته بود و لازمه‌ی استقرار سیستم‌های مدیریت یکپارچه، آموزش‌های مدون، ممیزی سالیانه

صنعت سیمان بود (Hamidi et al., 2012). نتایج مطالعه‌ی امیدواری و همکاران نیز نشان دهنده‌ی ارتباط معنی داری بین اجرای برنامه‌های ایمنی و شاخص‌های حوادث بود که شاخص‌های تکرار، شدت و شدت تکرار در نتیجه‌ی تاثیر برنامه های ایمنی کاهش یافته بود (Omidvari et al., 2011). مطالعه‌ی Goldenhar در سال ۲۰۰۱ نیز نشان داد که سیستم های مدیریت یکپارچه در یک زمان طولانی (معمولا ۲ تا ۳ سال) تاثیرگذاری‌شان را نشان خواهند داد (Goldenhar et al., 2001). ضیاییان و همکاران نیز در سال ۲۰۱۰ به نتیجه‌ی اهمیت و ضرورت استقرار سیستم‌های مدیریت یکپارچه برای بقای سازمان و بهبود مستمر رسیدند (Ziaeeian et al., 2010). یزدانی و غلامی در مطالعه ای در سال ۱۳۹۱ نشان دادند که با استقرار استاندارد OHSAS Occupational Safety and Health Assessment Series) ضرایب شدت و تکرار حوادث در شرکت صنایع چوب و کاغذ ارز روند مطلوبی پیروی کرده است (Yazdani and Gholami., 2013).

در این مطالعه شاخص شدت حادثه در سال ۱۳۸۷ یک افزایش ناگهانی را نشان داد که به دلیل حادثه‌ی تصادف یکی از اپراتورهای نیروگاه و از دست رفتن ۱۸۰ روز کاری اپراتور بوده است. این یافته وابستگی این شاخص به روزهای کاری تلف شده در اثر حوادث وخیم را نشان می‌دهد.

اهمیت مطالعه‌ی حاضر به دلیل پیش بینی و برآورد شاخص‌های پایش عملکرد ایمنی در سال‌های بعد از پیاده سازی سیستم های مدیریت یکپارچه می‌باشد. نتایج پس از بررسی مدل‌های رگرسیونی مختلف با توجه به معنی دار بودن اکثر ضرایب در مدل Cu-bic، نشان داد که این مدل بهترین مدل جهت پیش بینی شاخص‌ها می‌باشد. مطالعات دیگری نیز در این

منابع

- Al-Ghamdi AS. Using logistic regression to estimate the influence of accident factors on accident severity. *Accident Analysis & Prevention*. 2002;34(6):729-41.
- Aliabadi M, Farhadian M, Mahjoob H, Attari G. Predict the risk of lung disease in workers exposed to silica dust, Stone Crushing using the Cox model. *Toloue Behdasht Yazd*. 1390;4. [Persian].
- Batra PE, Ioannides MG. Electric accidents in the production, transmission, and distribution of electric energy: a review of the literature. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. 2001;7(3):285-307.
- Coleman Pj, Kerkering Jc. Measuring mining safety with injury statistics: Lost workdays as indicators of risk. *Journal of Safety Research*. 2007;38(5):523-33. [Persian].
- Flin R, Burns C, Mearns K, Yule S, Robertson E. Measuring safety climate in health care. *Quality and safety in health care*. 2006;15(2):109-15.
- Goldenhar Lm, Moran Sk, Colligan M. Health and safety training in a sample of open-shop construction companies. *Journal of Safety Research*. 2001;32(2):237-52.
- Halvani G, Falah H, Barkhordari A, Khoshkdaman R, Koohi F. Causes of work-related accidents in workplaces covered by Social Security Organization of Yazd Province in 1384. *Salamat kar Iran*. 2010;7:1-2. [Persian].

و ... در جهت کاهش حوادث می‌باشد می‌توان تاثیر عمده‌ی کاهش شاخص‌های مذکور در این صنعت را به این سیستم مدیریتی استقرار یافته نسبت داد. لذا نتایج این تحقیق نشان داد که اجرای برنامه‌های ایمنی و استقرار سیستم‌های مدیریت یکپارچه، تاثیر مثبتی بر کاهش شاخص‌های حادثه داشته است و استفاده از رگرسیون کوپیک می‌تواند به عنوان ابزار مناسبی جهت بررسی روند شاخص‌ها و پیش بینی آن‌ها جهت برنامه ریزی و پایش عملکرد واحد ایمنی مورد استفاده قرار گیرد تا تصمیم گیری در خصوص در اولویت قرار دادن برنامه‌های ایمنی در سیاست‌های سازمان‌ها تسهیل گردد.

از آن جایی که اولین گام جهت کنترل حوادث و بهبود شاخص‌های پایش عملکرد ایمنی در صنایع و نیروگاه‌ها، ثبت و مستندسازی واقعی حوادث می‌باشد تا بتوان بر اساس آن‌ها روند تغییرات را بررسی و در جهت رفع ضعف‌ها و کاستی‌ها برآمد، در این تحقیق نقایص موجود در سیستم‌های ثبت و مستندسازی و عدم همکاری برخی از پرسنل جهت مصاحبه‌ی حضوری از محدودیت‌های مطالعه بود که برای رفع چنین محدودیت‌هایی در مطالعات آینده، باید مسوولین صنایع نسبت به ثبت و مستندسازی حوادث توجه ویژه‌ای داشته باشند.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت حرفه‌ای بوده و با حمایت دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد انجام شده است. در پایان از مدیریت نیروگاه سیکل ترکیبی یزد و همکاران واحد بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت به خاطر همکاری بی‌شائبه در اجرای تحقیق حاضر قدردانی می‌نمایم.

- b ased on Geometric Design and Traffic Conditions, 2012;1(1),25-33.
- Omidvari M, Javaheri Zn, Nourmoradi H, Davodi M. Effect of safety programs on occupational accidents and diseases indices in food industries of ilam province over a 5-year period.
- Re Velle, Jack B, Safety training methods, New York, Wiley-Interscience, 1980. 258 p. 1[1980].
- Savolainen P, Mannering F. Probabilistic models of motorcyclists' injury severities in single- and multi-vehicle crashes. *Accident Analysis & Prevention*. 2007;39(5):955-63.
- Shakeri A, Ayvazian M. integrated management systems(IMS). *Dovomin konfranse meli mohandesi sanaye Daneshgah Yazd*. [Persian].
- Snashall D. Occupational health in the construction industry. *Scandinavian journal of work, environment & health*. 2005:5-10.
- Takala J. Global estimates of fatal occupational accidents. *Epidemiology-Baltimore*. 1999;10(5):640-6.
- Yazdani A, Gholami R, Standard application of OHSAS for the purpose of upgrading labor safety level at Mazandaran wood and paper industries. *Iran Occupational Health*. 2013;10(4):75-87[Persian].
- Ziaeian M, Mavi RK, Pour Zz. Investigating the Relationships between Integrated Management System (IMS) Implementation and Organization Survival and Continuous Improvement.
- 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(5):1180-9.
- Jouyani Y, RadAbadi M, Kavousi Z, Sadeghi J, Momeni K. Ertebat bein havadese shoghli v gheibat az kar karkonan dar bimarestan Namzi Shiraz. *Payavarde salamat*. 1390;5(3):70-9.
- Jovanović JM, Arandelović M, Jovanović M. Multidisciplinary aspects of occupational accidents and injuries. *Facta universitatis-series: Working and Living Enviromental Protection*. 2004;2(4):325-33.
- Khodabande S, Haghdoost Aa, Khosravi Y. Epidemiology of work-related accidents in coal miners in the in Kerman province during the years of 1370 to 1385. *Salamat kar Iran*. 2012;8(4):18-28 [Persian].
- Konjkavemonfared A, The impact of individual factors on work-related accidents in Yazd and rankings based on Analytic Hierarchy Process. *Journal of Industrial Management, Sanandaj Islamic Azad University*, 2012, 18(6):13-25[Persian].
- Labodová A. Implementing integrated management systems using a risk analysis based approach. *Journal of Cleaner Production*. 2004;12(6):571-80.
- Mirbaha B, Saffarzadeh M, Noruzoliaee MH. A Model for Predicting Schoolchildren Accidents in the Vicinity of Rural Roads

Predicting the indicators of the safety performance monitoring after implementation of integrated management system (IMS) in a combined cycle power plant in Yazd city

F. Laal¹, A. Barkhordari², G. H. Halvani³, R. Mirzayi^{4}*

¹Health promotion research center, Zahedan university of medical sciences, Zahedan, Iran

²Associate professor department of occupational health, health school, shahid Sadoughi university of medical sciences, Yazd, Iran

³Assistance professor department of occupational health, shahid Sadoughi university of medical sciences, Yazd, Iran

⁴Associate professor department of occupational health, university of medical sciences, Zahedan, Iran

Abstract

Introduction: Each year tens of millions of labors are victims of occupational incidents leading to the disablement or death of many of them. The present study has been conducted with the aim of predicting the performance monitoring indicators of incident after implementation of the integrated management system in order to reduce number of incidents, safety monitoring, and giving priority to safety programs in the organization policies.

Material and Method: Using safety performance indicators, this descriptive-analytical study has been done in two stages in a combined cycle power plant on 254 incidents before the implementation (2004) and the years after the implementation of integrated management systems(a seven year period). The required data was gathered through checklist and interview with the injured workers. Kolmogorov-Smirnov, Chi Square, and Cubic regression tests were utilized for data analysis at significance level of 0.05.

Result: Of the 1131 labors during a seven year period, 254 occupational incidents were recorded. The highest value of accident frequency rate was in 2004 (32.65) while the highest accident severity rate was in the year 2008 (209). Moreover, the lowest frequency rate and severity rate were related to the year 2011 with value of 9.75 and 29.26, respectively. Regression graphs, between the observed values and the estimated values, showed that the coefficients of all the indicators, except for β_1 of ASR, are significant ($P < 0.05$) as expected. This result implies the improvement in the safety performance and integrated management systems.

Conclusion: Findings show that Cubic regression can be an appropriate tool for investigating the indicators trends and for their prediction in planning and monitoring the performance of safety unit; so that the decision-making for determining the priority of organizations' safety programs would be facilitated.

Key words: *Accident indicators, Cubic Regression, Combined cycle power plant*

* Corresponding Author Email: rammir277@gmail.com