



بررسی حوادث و ارزیابی ریسک حالت شکست و تجزیه و تحلیل اثرات (FMEA) جرقه‌های سقفی (مطالعه موردی: صنعت فولاد)

محمد ولایت‌زاده^{*۱}

^۱ گروه ایمنی صنعتی، موسسه آموزش عالی کاسپین، قزوین، ایران.

چکیده

جرقه‌های سقفی یکی از تجهیزات بابررداری مهم در کارخانه‌های تولیدی فولاد هستند که خطرهای متعددی در محیط کار دارند و می‌توانند سبب حوادث خطرناک شوند. در این پژوهش ارزیابی خطرات به روش تجزیه و تحلیل حالت و اثرات شکست (FMEA) انجام شد. همچنین تجزیه و تحلیل حوادث نیز به کمک شاخص‌های شدت حادثه و تکرار حادثه مربوط سازمان بین‌المللی کار (ILO) صورت پذیرفت. تعداد کارکنان واحد ۱۵۲ نفر بود. بر اساس تجزیه و تحلیل FMEA، ۴۵ خطر شناسایی شد که ۶ خطر قابل قبول و ریسک پایین داشتند و ۳۰ خطر در حد متوسط و ۹ خطر با ریسک بالا بودند. تعداد حوادث در بازه زمانی مورد مطالعه، ۲۷ مورد بوده که ۲۵ مورد حادثه جزیی و ۲ مورد حادثه شدید ثبت شده است و حادثه خیلی شدید وجود نداشت. بالاترین شاخص تکرار حادثه در بهمن ماه ۱۴۰۶/۶۸ به دست آمد. شاخص شدت حادثه در خرداد ماه ۱۴۰۸ و در بهمن ماه ۱۴۰۹ بود. نتایج نشان داد که ۴۴/۴۴ درصد حوادث مربوط به کارکنان ۱-۳ سال سابقه کار و ۵۵/۵۵ درصد مربوط به مصدومین ۳۱-۴۵ سال بود. ۶۲/۹۶ درصد حوادث در بازه زمانی ساعت ۱۶-۷ روز اتفاق افتاده است. بیشترین آسیب بدن در مصدومین ۳۶/۳۶ درصد در اندام‌های فوقانی به دست آمد.

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۳

بازنگری: ۱۴۰۴/۰۲/۲۹

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۳۰

انتشار آنلاین: ۱۴۰۵/۰۵/۲۳

*نویسنده مسئول:

mv.5908@gmail.com

کلید واژه‌ها:

شناسایی خطرات

ارزیابی ریسک

روش FMEA

جرقه‌های سقفی

تجزیه و تحلیل حوادث



© نویسندگان

ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع)

این مقاله تحت لایسنس آفرینندگی مردمی (Creative Commons License- CC BY) در دسترس شما قرار گرفته است.

۱- مقدمه

ریسک بر اساس مفهوم خطر به صورت احتمالی است که در آن تبدیل خطرهای شناسایی شده به حادثه مطرح است. در حقیقت منظور از ریسک احتمال بروز پیامدهای ناشی از یک خطر است [۱]. شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک‌ها با تغییر در فرآیندها، تجهیزات، محیط و شرایط کار، تغییر در قوانین، مقررات و سبب الزامات، تغییر در نتایج پایش‌ها و اندازه‌گیری‌ها و انجام اقدامات اصلاحی مورد بررسی و پایش قرار می‌گیرد [۲]. اندازه ریسک حاصل ضرب احتمال بروز خطر یا تکرارپذیری در شدت زیان ناشی از پیامد محاسبه می‌شود. فرآیند تصمیم‌گیری درمورد قابل قبول بودن یا نبودن ریسک یک سامانه ارزیابی ریسک نامیده می‌شود [۳]. در ارزیابی ریسک حوادث دو عامل تکرارپذیری و شدت پیامدهای ناشی از آن نقش اساسی را دارند. تکرارپذیری یک حادثه به معنای تعداد دفعاتی می‌باشد که در آن حادثه در یک بازه زمانی مشخص اتفاق می‌افتد و شدت پیامدهای یک حادثه به معنای تلفات ناشی از آن حادثه است [۴]. هیچ کدام از این دو عامل به تنهایی برای ارزیابی ریسک کافی نیستند. بسیاری از حوادث می‌توانند پیامد شدیدی داشته باشند، اما در عمل احتمال رخداد آن‌ها ناچیز می‌باشد و بالعکس برخی از حوادث ممکن است به کرات اتفاق بیفتد، اما پیامد قابل توجهی نداشته باشد. به همین دلیل تعیین معیاری که هر دو عامل را در نظر بگیرد در بررسی خطرات بسیار مفید می‌باشد [۵،۶]. در ارزیابی ریسک ضمن برآورد اندازه ریسک، سطح ریسک سامانه با یک معیار ریسک مقایسه شده و در مورد ضرورت ارتقاء سطح ایمنی سامانه تصمیم‌گیری می‌شود [۷]. ویژگی‌ها و مزایای ارزیابی ریسک شامل کاهش خطرات، شناسایی نیازهای آموزشی، تدوین طرح‌های ایمنی و بهداشت، اولویت بندی و اختصاص دادن منابع، تهیه دستورالعمل‌های ایمنی و مدارک مستند، کاهش خسارات مالی ناشی از توقف عملیات تولید و حصول اطمینان از رعایت ملاحظات ایمنی در طراحی تجهیزات می‌باشند.

ارزیابی ریسک زمینه‌ای را برای تصمیم‌گیری در میان دو گزینه پذیرش وضعیت فعلی و ریسک‌های آن و یا تصمیم به ارتقاء وضعیت ایمنی موجود ایجاد می‌کند. هدف دیگر ارزیابی ریسک، ایجاد تمایز و تفکیک میان ریسک‌های مهم و ریسک‌هایی است که اهمیت کمتر دارند. برخی

دیگر از اهداف جزئی ارزیابی ریسک شامل ارائه برآوردی از ارزیابی ریسک، بهبود سیستم با استفاده از مقایسه سطح ریسک با یک معیار مشخص، داوری درباره نیاز سیستم نسبت به افزایش سطح ایمنی و هشدار به مسئولان هستند [۸،۹].

یکی از روش‌های رایج و پرکاربرد ارزیابی ریسک، روش حالت شکست و تجزیه و تحلیل اثرات^۱ می‌باشد [۱۰،۱۱،۱۲]. روش FMEA یک فرآیند سیستماتیک قابلیت اطمینان برای تجزیه و تحلیل خطرات محیط‌های صنعتی است. عملکرد عملیاتی چرخه‌های تولید را بهبود می‌بخشد و سطح ریسک آن‌ها را کاهش می‌دهد. در واقع FMEA روشی ساختار یافته برای شناسایی و رسیدگی به مشکلات بالقوه، خرابی‌ها و اثرات ناشی از آن‌ها بر روی سیستم یا فرآیند قبل از وقوع یک رویداد نامطلوب است [۱۳].

جرثقیل‌های سقفی جزء مهمی از صنایع می‌باشند که کاربردهای فراوانی دارند و به صورت متناوب در حال اجرای فعالیت‌های جابه جایی و باربرداری هستند. جرثقیل‌های سقفی یکی از انواع جرثقیل‌های پرکاربرد در صنایع مختلف می‌باشند که الزامات ایمنی و خطرات مربوط به آن‌ها بسیار فراوان می‌باشد. جرثقیل‌ها جزء اصلی بسیاری از عملیات‌ها هستند و با بخش بزرگی از مرگ و میر همراه هستند. در واقع، برآوردها نشان می‌دهد که جرثقیل‌ها در یک سوم از تمام تلفات تعمیر و نگهداری نقش دارند. متخصصان ایمنی و بهداشتی که به صنعت خدمت می‌کنند به آموزش و دانش کافی در مورد دستگاه‌ها و روش‌های ایمنی جرثقیل در دسترس نیاز دارند تا مطمئن شوند که این تکنیک‌ها به طور موثر در طول عملیات مورد استفاده قرار می‌گیرند [۱۴،۱۵].

Akkarawatkhoosith و همکاران (۲۰۱۹) الزامات ایمنی تولید بیودیزل را بر اساس تجزیه و تحلیل خطر و عملکرد Hazard and Operability Analysis و تجزیه و تحلیل حالت و اثرات شکست (FMEA) یا را ارزیابی کردند [۱۶]. Edward (۲۰۲۲) گزارش کرد که ارزیابی ریسک محل کار، ارزیابی خطرات احتمالی است که یک خطر می‌تواند برای یک فرد در محیط کار ایجاد کند. علاوه بر احتمال وقوع، ارزیابی سناریوها و نتایج احتمالی را در نظر می‌گیرد [۱۷]. در محیط کار مختلف و انواع مشاغل بزرگ و

جدول ۱- مقیاس تعیین شدت پیامد

عدد	شرح/توصیف معیار
۱۰	حادثه سبب مرگ بیشتر از یک نفر
۹	حادثه سبب مرگ یک نفر
۸	از کار افتادگی دائم و هر گونه شکستگی‌های باز و قطع عضو و جراحات‌های متعدد، کوری چشم، مسمومیت‌های شدید ناشی از بخارات، گازها و گرد و غبار سمی و بیماری‌هایی که منجر به کاهش عمر می‌شود.
۷	حادثه منجر به نقص عضو و یا جراحات و یا سوختگی عمیق، شکستگی بسته و شدید
۶	حادثه منجر به جراحات، شکستگی یا سوختگی متوسط شده و نیاز است مصدوم بستری شود، شوک عصبی، کاهش هوشیاری، انواع مسمومیت‌های غذایی، بیماری‌های واگیردار یا موارد مشابه
۵	از کارافتادگی موقت و شکستگی بسته و معمولی و سوختگی‌های سطحی، پیچ خوردگی‌های شدید، کری‌های ناشی از صدای بلند و بالاتر از حد استاندارد، آسیب بر اثر پرتاب و برخورد ذرات به چشم و آسم ناشی از گرد و غبار، بیماری‌ها و عوارض ارگونومیکی کار و انواع آثار بیماری‌های ناشی از عوامل فیزیکی و شیمیایی محیط کار
۴	آسیب‌های متوسط به افراد نظیر جراحات و شکستگی جزئی، کوفتگی و اختلالات ناشی از اندام فوقانی و بیماری‌های و آثار ناشی از گرما و سرما
۳	بیماری‌ها و عوارض بیولوژیکی، تورم و التهاب پوستی ناشی از عوامل مختلف، آثار و علائم ناشی از گرد و غبار و بخارات و گازهای غیر سمی، ناتوانی موقت و زودگذر
۲	آسیب جزئی و منجر به شوک همراه با ترس، کبود شدگی یا جراحات بسیار خفیف و یا موارد مشابه
۱	آسیب کم اهمیت شامل مواردی از قبیل خراشیدگی و بریدگی سطحی و جزئی پوست، حساسیت و آلرژی

برای تعیین احتمال وقوع نیز از مقیاس ۰ تا ۱۰ استفاده شد که نشان دهنده این است که علت بالقوه خطر با چه توانتری رخ داده است (جدول ۲). برای تعیین ضریب کشف خطر نیز مبنای ۰ تا ۱۰ در نظر گرفته شد که در واقع توانایی پی بردن به خطر قبل از رخداد آن است و نوعی ارزیابی از میزان توانایی است که به منظور شناسایی یک علت یا مکانیزم وقوع خطر وجود دارد (جدول ۳).

جدول ۲- روش مقیاس احتمال وقوع حادثه

عدد	شرح/توصیف معیار احتمال
۱۰	تقریباً قطعی: بیش از ۹۰ درصد مواقع انجام کار/ بیش از ۹۰ درصد شیفت کاری با لحاظ شرایط و کنترل‌های موجود

کوچک خطرات و مخاطرات بسیاری وجود دارد که توسط مسئولین ایمنی و بهداشت شناسایی و ارزیابی می‌شوند، اما در تحقیقات و مطالعات متعددی اهمیت و ارزیابی خطرات و ریسک‌های موجود در مشاغل و فرآیندهای مختلف گزارش شده است [۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱]. Hussain و همکاران (۲۰۱۸) ارزیابی ریسک و آنالیز ایمنی شغلی در صنعت تولید سرامیک را بررسی کردند. تکنیک آنالیز ایمنی شغلی برای شناسایی خطرات احتمالی در هر مکان شغلی انجام شده است. همچنین این ارتباط بین اپراتور مربوطه، کارگر، محل کار، شغل، تجهیزات و ابزارهای مورد استفاده و محیط کار ایجاد می‌کند [۲۲]. Erdogan (۲۰۱۹) آنالیز ایمنی شغلی را درخصوص شغل جوشکاری در واحد راکتورسازی بررسی کردند. در طی فرایند بررسی شغلی، به ویژه روی شناسایی شرایط خطرناک و رفتارهای ناامن توجه زیادی شد. شناسایی خطرات موجود در فرآیند جوشکاری برای از بین بردن حوادث احتمالی در طی عملیات بود [۲۳].

با توجه به اهمیت و کاربرد فراوان جرثقیل‌های سقفی در صنایع مختلف و ضرورت اجرای الزامات ایمنی و خطرات مربوط به آن‌ها، این تحقیق با هدف ارزیابی ریسک جرثقیل‌های سقفی در یک صنعت فولادی و بررسی حوادث آن‌ها انجام شد.

۲- روش کار

این پژوهش توصیفی - مقطعی در سال ۱۴۰۲ در یک صنعت فولاد درخصوص ارزیابی ریسک و شناسایی خطرات جرثقیل‌های سقفی به روش حالت شکست و تجزیه و تحلیل اثرات (FMEA) انجام شد [۲۴]. در این پژوهش ابتدا اطلاعات مربوط به اجزاء، قطعات مکانیکی و برقی جرثقیل‌های سقفی جمع‌آور و کاملاً شناسایی و نحوه فعالیت‌ها و فرایندها بررسی شدند. تمام خطرات بالقوه ایمنی و سلامت که ابعاد مختلف محیطی، تجهیزاتی، مواد اولیه و انسانی را تهدید می‌کنند تعیین و در نظر گرفته شدند. اثرات احتمالی هر خطر بر ایمنی افراد و دستگاه بررسی و ثبت شدند. علل بوجود آمدن خطرات شناسایی و تعیین شدند. برای تعیین شدت وقوع (نرخ وخامت خطر) از شاخص‌های کمی بر حسب مقیاس ۰ تا ۱۰ استفاده گردید که فقط در مورد "اثر" آن در نظر گرفته شد (جدول ۱).

وجود خطر صرفاً با بروز حادثه قابل تشخیص است.	
۹ خیلی بعید: امکان تشخیص و رهایی خطر با کنترل‌های موجود بسیار بعید است/ محل بروز خطر پنهان است (در بازرسی ادواری قابل کشف نیست)	
۸ بعید: امکان تشخیص و رهایی خطر با کنترل‌های موجود بعید است.	
۷ خیلی کم: امکان شناسایی خطر بسیار کم بوده و خطر تنها توسط افراد متخصص و یا از طریق روش‌های شناسایی تخصصی امکان پذیر می‌باشد.	
۶ کم: امکان شناسایی خطر توسط کنترل‌های موجود کم بوده و شناسایی خطر از طریق بررسی‌های تکمیلی، اندازه‌گیری‌ها، مقایسه روند نتایج و یا با توجه به سوابق و اطلاعات هر صنایع و فعالیت‌های مشابه قابل شناسایی است.	
۵ متوسط: احتمال متوسطی وجود دارد که وجود خطر توسط کنترل‌های موجود تشخیص داده شود.	
۴ نسبتاً زیاد: احتمال نسبتاً زیادی وجود دارد که وجود خطر توسط کنترل‌های موجود تشخیص داده شود.	
۳ زیاد: احتمال زیادی وجود دارد که وجود خطر توسط کنترل‌های موجود تشخیص داده شود.	
۲ خیلی زیاد: احتمال خیلی زیادی وجود دارد که وجود خطر توسط کنترل‌های موجود تشخیص داده شود.	
۱ تقریباً قطعی: احتمال تشخیص و ردیابی خطر بالقوه با توجه به کنترل‌های موجود تقریباً قطعی است.	

احتمال خطر وجود دارد.	
۹ خیلی زیاد: در حدود ۸۰ درصد مواقع انجام کار/ ۸۰ درصد شیفت کاری با لحاظ شرایط فعلی احتمال خطر وجود دارد.	
۸ زیاد: در حدود ۷۰ درصد مواقع انجام کار/ ۷۰ درصد شیفت کاری با لحاظ شرایط فعلی احتمال خطر وجود دارد.	
۷ نسبتاً زیاد: در حدود ۶۰ درصد مواقع انجام کار/ ۶۰ درصد شیفت کاری با لحاظ شرایط فعلی احتمال خطر وجود دارد.	
۶ متوسط: در حدود ۵۰ درصد مواقع انجام کار/ ۵۰ درصد شیفت کاری با لحاظ شرایط فعلی احتمال خطر وجود دارد.	
۵ نسبتاً کم: در حدود ۴۰ درصد مواقع انجام کار/ ۴۰ درصد شیفت کاری با لحاظ شرایط فعلی احتمال خطر وجود دارد.	
۴ کم: در حدود ۳۰ درصد مواقع انجام کار/ ۳۰ درصد شیفت کاری با لحاظ شرایط فعلی احتمال خطر وجود دارد.	
۳ تصادفی: حدود ۲۰ درصد مواقع انجام کار/ ۲۰ درصد شیفت کاری با لحاظ شرایط فعلی احتمال خطر وجود دارد.	
۲ خیلی کم: حدود ۱۰ درصد مواقع انجام کار/ ۱۰ درصد شیفت کاری با لحاظ شرایط فعلی احتمال خطر وجود دارد.	
۱ تقریباً بعید: کمتر از ۱۰ درصد مواقع انجام کار/ کمتر از ۱۰ درصد شیفت کاری با لحاظ شرایط فعلی احتمال خطر وجود دارد.	

بعد از تعیین شدت، احتمال و ضریب کشف خطرات با استفاده از رابطه ۱ عدد اولویت ریسک^۱ به دست آمد که در این رابطه S شدت، P احتمال و D ضریب کشف می‌باشد:

$$\text{رابطه ۱: } RPN = S \times P \times D$$

کلیه خطرات ایمنی و بهداشتی شناسایی شده پس از ارزیابی و امتیازدهی بر اساس یکی از سه سطح جدول ۴ طبقه‌بندی می‌گردند. تعیین سطح ریسک نشان‌دهنده اولویت بندی در خصوص تعیین، پیگیری و اجرای اقدامات کنترلی می‌باشد. پس از شناسایی و ارزیابی مخاطرات، تیم ارزیابی ریسک می‌بایست اقدامات کنترلی مناسب جهت کاهش میزان تماس و احتمال مواجهه با خطر مورد نظر را تعیین و پس از تصویب اجرایی نمایند.

جدول ۳- روش مقیاس نرخ/ضریب کشف خطر

امتیاز	شرح/توصیف معیار کشف خطر
۱۰	تقریباً غیر قطعی: هیچ کنترلی وجود ندارد و یا در صورت وجود قادر به کشف خطر بالقوه نیست / ابزار اندازه‌گیری خطر وجود ندارد/ تاکنون برای شناسایی آن روشی ارائه نشده است/ امکان

جدول ۴- طبقه‌بندی ریسک‌های ایمنی و بهداشتی

مطلوبیت ریسک	عنوان	عدد ریسک	علامت اختصاری
غیر قابل قبول	ریسک‌های نیازمند اقدامات فوری	>۲۰۰	H
نامطلوب و نیازمند اقدام	ریسک‌های نیازمند اقدام و بهبود وضعیت	۲۰۰-۱۰۰	M
قابل قبول	ریسک‌های بدون نیاز به اقدام کنترلی	۱-۱۰۰	L

استراتژی کلی متناسب با سطوح ریسک مشخص شده مطابق با این روش، به شرح ذیل بود: ریسک‌های بحرانی (ریسک‌های سطح H): کلیه فعالیت‌های غیر ایمن که ریسک اجرای آن‌ها در طبقه H قرار دارد می‌بایست تا زمان اجرای اقدامات کنترلی و کاهش سطح ریسک، متوقف گردد. ریسک‌های موجود در این طبقه اولویت اول هزینه و زمان جهت کاهش ریسک هستند. ریسک‌های نیازمند اقدام و بهبود وضعیت (ریسک‌های سطح M):

1- risk priority number; RPN

این معنا که در یک ماه شاید شاخص تکرار حادثه عدد بالایی باشد، اما به دلیل اینکه میزان استراحت حاصل از حوادث کم بوده شدت حادثه عدد بالایی به دست نیامده باشد. در این صورت تکرار حادثه به تنهایی نمی تواند معیار خوبی برای نشان دادن وضعیت ایمنی در آن ماه باشد و بهتر است ترکیبی از شدت و تکرار را به عنوان معیار انتخاب کرده و تفسیر شود و نیز در ماهی که تعداد حوادث کم بوده و عدد تکرار حادثه عدد پائینی است ممکن است حادثه فوت یا نقص عضوی به وقوع پیوسته باشد که منجر به بالا رفتن عدد شدت حادثه در آن ماه شده باشد. برای نشان دادن بهتر وضعیت ایمنی در آن ماه شایسته است از شاخص شدت تکرار حادثه استفاده شود. به عقیده متخصصان ایمنی و حفاظت صنعتی، در صورتی که ضریب تکرار شدت حادثه در کارخانه یا کارگاهی زیر یک دهم (۰/۱) باشد، آن کارخانه از نظر رعایت اصول ایمنی خوب بوده است.

۳- نتایج

در این تحقیق ۴۵ خطر شناسایی شد که ۶ خطر قابل قبول و ریسک پایین داشتند و ۳۰ خطر در حد متوسط و ۹ خطر با ریسک بالا بودند (جدول ۵). تعداد حوادث در بازه زمانی مورد مطالعه، ۲۷ مورد بوده که ۲۵ مورد حادثه جزیی و ۲ مورد حادثه شدید ثبت شده است و حادثه خیلی شدید وجود نداشت. بالاترین شاخص تکرار حادثه در بهمن ماه ۱۴۰۰/۶۸ به دست آمد. شاخص شدت حادثه در خرداد ماه ۱۴۰۰/۳۸ بود (جدول ۶).

هدف کنترل ریسک به حداقل رساندن خطرات و مدیریت ریسک است، اما نمی تواند آن ها را به طور کامل حذف کند. برخی از ریسک ها به صورت ذاتی در محیط کسب و کار یا ماهیت صنعت وجود دارند، در حالی که برخی دیگر ممکن است از شرایط پیش بینی نشده ناشی شوند. کنترل ریسک بر کاهش ریسک های پیش بینی نشده و کمک به ایجاد انعطاف پذیری تمرکز می کند. برای کنترل و کاهش ریسک های متوسط، اولویت اقدامات کنترلی باید در استفاده از وسایل حفاظت فردی، آموزش ایمنی، استفاده از مجوز ایمنی کار و انجام نظارت و بازرسی منظم باشد.

برای کلیه فعالیت هایی که دارای ریسک طبقه M می باشند، اقدامات کنترلی متناسب با سطح ریسک هر بخش اقدامات کنترلی پیشنهادی در فرم شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک تعیین گردیده و به اجرا درآمد. اثر بخشی اقدامات کنترلی تعریف شده برای این سطح در همان فرم و در بازه زمانی مناسب با توجه به نوع اقدامات کنترلی سنجیده می شود. ریسک های بدون نیاز به اقدام کنترلی (ریسک های سطح L): ریسک های طبقه L، ریسک های تحت کنترل و قابل قبول هستند و نیاز به اقدام کنترلی خاصی ندارند و تنها به منظور اطمینان از تحت کنترل بودن و عدم افزایش سطح ریسک در دوره های مختلف همراه با بررسی سایر مخاطرات دوره ارزیابی مجدد قرار می گیرند.

در این پژوهش تعداد حوادث مربوط به جرثقیل ها نیز بررسی شدند. شاخص های ضریب تکرار حادثه (Frequency Rate; FR) (رابطه ۲)، شاخص شدت حادثه (Severity Rate; SR) (رابطه ۳) و شدت تکرار حادثه (Frequency Severity Indicator; FSI) به عنوان پارامترهای کمی در تجزیه و تحلیل حوادث شغلی به کار گرفته شدند [۲۵].

رابطه ۲:

ضریب تکرار حادثه = (تعداد حوادث در مدت معین × ۱۰۰۰۰۰) ÷ جمع کل ساعات مفید کار کارگران در آن مدت معین

رابطه ۳:

شاخص شدت حادثه = (تعداد روزهای تلف شده به علت حادثه در مدت معین × ۱۰۰۰۰۰۰) ÷ جمع کل ساعات مفید کار کارگران در همان مدت معین

ضریب تکرار حادثه و ضریب شدت حادثه به تنهایی برای مقایسه عملکرد وضعیت ایمنی و بهداشت شرکت ها کافی نیست. لذا در بررسی مقایسه ای از شاخص شدت تکرار حادثه استفاده می شود که حاصل ترکیب ضریب شدت حادثه و ضریب تکرار حادثه می باشد. جذر تکرار حادثه در شدت حادثه بخش بر هزار. عدد به دست آمده از فرمول بالا نشان دهنده آن است که به ازای هزار ساعت کاری مضرب شدت و تکرار حادثه چه تغییراتی داشته اند. به عبارت دیگر تغییرات هر یک از این ضرایب را در هم ضرب نموده و اثر این تغییرات را نشان می دهد. به

جدول ۵- ارزیابی ریسک فعالیت های شغلی جرثقیل های سقفی در یک صنعت فولاد

ردیف	شرح فعالیت	خطر شناسایی شده	علت ریشه ای	پیامد خطر	کنترل جاری	احتمال	شدت	تجزیه و تحلیل	RPN	سطح ریسک	اقدام اصلاحی / کنترل پیشنهادی
۱	فرمان اپراتور هنگام تعمیرات ریل و چرخ جرثقیل	قرار گرفتن فرد در زیر چرخ های جرثقیل	عدم دید کافی اپراتور	قطع عضو/مرگ	استفاده از مانیتور برای اپراتور در نقاط کور، آشنایی همه پرسنل با حریم جرثقیل، قطع برق جرثقیل، نصب کارت خطر، اخذ مجوز کار	۲	۹	۸	۱۴۴	M	استفاده از رینگ در هنگام کار با کرن
۲	فرمان اپراتور هنگام تعمیرات سیستم قلاب جرثقیل	قرار گرفتن فرد در زیر سیم بکسل جرثقیل	عدم دید کافی اپراتور	قطع عضو/مرگ	قطع برق جرثقیل، نصب کارت خطر، اخذ مجوز کار	۲	۹	۸	۱۴۴	M	استفاده از رینگ در هنگام کار با کرن
۳	تعمیرات جرثقیل	سقوط تعمیرکار	کار در ارتفاع، لغزنده بودن مسیر، عدم وجود نور کافی	مرگ	استفاده از کمربند ایمنی	۲	۹	۶	۱۰۸	M	آموزش به پرسنل با تاکید بر خطرات کار در ارتفاع
۴	تعمیرات جرثقیل	استفاده مکرر از راه پله	عدم وجود آسانسور	اختلالات اسکلتی و عضلانی	-	۸	۵	۳	۱۲۰	M	نصب آسانسور
۵	حمل وسایل و تجهیزات توسط پرسنل تعمیرات جرثقیل	بلند کردن و انتقال بارهای سنگین	عدم وجود تجهیز و ابزار مناسب برای حمل و نقل	اختلالات اسکلتی و عضلانی	استفاده از ابزار حمل و نقل مناسب	۶	۵	۴	۱۲۰	M	تعیین مکان مناسب و ایمن جهت انبار ابزار در بالا - استفاده از من بسکت و یا طناب جهت بالا کشیدن ابزار
۶	تعمیرات جرثقیل	لغزنده بودن سطوح	روغن ریزی از تجهیزات یا مسیر عبور روغن یا گریس	لیز خوردن افراد و شکستن دست و پا، مرگ	بازرسی و رفع خرابی، استفاده از کفش مناسب	۱	۹	۵	۴۵	L	بررسی پله ها قبل از بالا رفتن و بعد از انجام تعمیرات و رفع آلودگی احتمالی بعد از کار
۷	تعمیرات بر روی سیستم ترمز جرثقیل	تماس با آزیست	وجود آزیست در لنت های ترمز	اختلالات تنفسی، سرطان ریه	استفاده از ماسک و دستکش و لباس	۳	۷	۵	۱۰۵	M	استفاده از PPE مورد نیاز اعم از دستکش،

						مناسب					ماسک و ...
۸	تعویض روغن گیربکس و هیدروموتور ترمز	تماس پوست با انواع روغن	عدم استفاده از لباس و لوازم مناسب	اختلالات تنفسی و پوستی	استفاده از دستکش	۸	۳	۲	۴۸	L	آموزش خطرات مواد شیمیایی به پرسنل
۹	گریسکاری تجهیزات مکانیکی	تماس پوست با گریس و سایر مواد شیمیایی	عدم استفاده از لباس و لوازم مناسب	اختلالات تنفسی و پوستی	استفاده از دستکش، ماسک و لباس	۹	۳	۲	۵۴	L	آموزش خطرات مواد شیمیایی به پرسنل
۱۰	مونتاژ و دیمونتاژ تجهیزات جرثقیل توسط پرس	پرتاب اجسام فلزی هنگام استفاده از جک های هیدرولیکی	عدم استفاده مناسب از پرس و یا استفاده از ابزار نامناسب	نقص عضو/مرگ	رعایت فاصله، استفاده از PPE	۴	۹	۶	۲۱۶	H	رعایت فاصله مجاز از دستگاه پرس، تدوین دستورالعمل های ایمنی انجام کار، آموزش نفرات، استفاده از PPE
۱۱	تعمیرات پاور تراک و رک های پایلر ۲ و ۱	سقوط از ارتفاع	عدم وجود راهرو جهت تعمیرات	نقص عضو/مرگ	استفاده از PPE	۷	۶	۳	۱۲۶	M	
۱۲	تعمیرات جرثقیل	قرار گرفتن در معرض صداهای شدید	وجود سر و صدا در خط تولید	افت شنوایی	استفاده از گوشی ایمنی	۱۰	۶	۳	۱۸۰	M	
۱۳	محل دفتر در نزدیکی اتاق کمپرسور	قرار گرفتن در معرض صداهای شدید	تولید سر و صدا از کمپرسور روم	افت شنوایی	دو جداره کردن درب و پنجره ها	۱۰	۹	۳	۲۷۰	H	استفاده از PPE، آموزش، نصب دیواره های عایق صدا
۱۴	تعمیرات شین های برق جرثقیل	سقوط از درون سبد بالابر، برق گرفتگی	عدم استفاده از بالابر استاندارد و ایمن	نقص عضو/مرگ		۲	۹	۴	۷۲	M	
۱۵	تعمیرات GIB جرثقیل های سقفی	سقوط از درون سبد بالابر، برق گرفتگی	عدم استفاده از بالابر استاندارد و ایمن	نقص عضو/مرگ		۲	۹	۴	۷۲	M	
۱۶	انجام تعمیرات بر روی کرین های سقفی کارخانه	سقوط از روی داربست	عدم بازرسی دوره ای داربست	مرگ	بازرسی از داربست	۳	۹	۴	۱۰۸	M	
۱۷	تعمیرات جرثقیل	گرمزدگی	کار در شرایط آب و هوایی نامناسب	از دست دادن تمرکز هنگام کار، تنگی نفس، بیهوشی	استفاده از لباس مناسب، مصرف مایعات	۸	۶	۳	۱۴۴	M	

۱۸	تعویض سیم بکسل	قرار گرفتن دست یا پا در زیر سیم بکسل	خرابی سیم بکسل	قطع دست یا پا	کنترل موارد ایمنی	۳	۹	۳	۸۱	M	
۱۹	تعویض کابل مگنت	قرار گرفتن دست یا پا در زیر کابل	خرابی کابل مگنت	قطع دست یا پا	کنترل موارد ایمنی	۳	۹	۳	۸۱	M	
۲۰	انجام تعمیرات جرثقیل‌های سقفی کارگاه مرکزی	سقوط از روی سازه های سالن کارگاه مرکزی	عدم وجود مسیر پیاده روی بر روی سازه	سقوط از روی سازه/مرگ		۳	۹	۴	۱۰۸	M	
۲۱	انجام تعمیرات جرثقیل اسکل پیت	سقوط از ارتفاع	عدم وجود مسیر پیاده روی بر روی سازه	سقوط درون استخر/مرگ		۳	۹	۴	۱۰۸	M	
۲۲	انجام تعمیرات جرثقیل کمپرسور روم و چیلر خانه	سقوط از ارتفاع	عدم وجود مسیر پیاده روی بر روی سازه	سقوط از روی داربست/مرگ		۳	۹	۴	۱۰۸	M	
۲۳	انجام تعمیرات جرثقیل کمپرسور روم و چیلر خانه	صدای شدید	عدم وجود مسیر پیاده روی بر روی سازه	افت شنوایی		۳	۹	۴	۱۰۸	M	
۲۴	انجام تعمیرات جرثقیل	کار در بالای ورق های گرم تولیدی	کار در محیط بسیار گرم و آلوده	گرم‌زدگی، تنگی نفس، بیهوشی	کاهش زمان کار، استفاده از نوشیدنی های خنک	۸	۶	۶	۲۸۸	H	تهیه جلیقه های خنک کننده و استفاده از آنها در محل های گرم، تغییر زمان انجام تعمیرات
۲۵	سقوط پایل های اسلب	ناهموار بودن سطح زمین و ریزش پایل اسلب	ناهمواری کف محوطه پایل ها	خطر مرگ و بر خورد به پایل کناری و ریزش پایل	چیدمان ایمن و صحیح	۵	۹	۵	۲۵۵	H	محوطه سازی کف، رعایت اصول انبارداری و چیدمان، نظارت مستمر برچیدمان اسلب
۲۶	عدم روشنایی	برخورد شاهین جرثقیل و خطر سقوط اسلب و ورق	نبود پروژکتور و روشنایی کافی، عدم دید کافی در شب خصوصا بین دوپایل	شکستگی/مرگ	تسریع در تعویض لامپ های سوخته	۵	۹	۴	۱۸۰	M	تعویض لامپ های سوخته
۲۷	مسیر تردد بر روی Walk Way	وجود اشیاء اضافه، خاک، روغن	نبود نظافت مستمر	لیز خوردن افراد و شکستن دست و پا/مرگ		۲	۹	۳	۵۴	L	
۲۸	تابش نور آفتاب به شیشه کابین	عدم دید، برخورد نور آفتاب به چشم اپراتور	عدم وجود سقف در اسلب یارد	برخورد به تجهیزات، افراد، ریزش پایل	ریگر	۱۰	۴	۳	۱۲۰	M	استفاده از تجهیزات حفاظتی (برجسب روی

شیشه، طلق، استفاده از عینک و ...)												
آموزش، استفاده از تابلوهای ایمنی و علائم هشدار دهنده	H	۲۴۰	۴	۶	۱۰	استفاده از علائم هشدار دهنده	نقص عضو/ مرگ	عدم آشنایی رانندگان و پرسنل	تردد راننده و نفرات سایت بین پایلها و برخورد با جرثقیل	تردد در سایت	۲۹	
بازرسی فنی تجهیزات و اطمینان از صحت کارایی آنها	H	۳۱۵	۵	۹	۷	بازرسی و تست های دوره ای	خطر مرگ/ آسیب دیدن تجهیزات	قطع برق و خرابی باتری ها، بریدن سیم بکسل، قطع یا اتصال کابل الکترومگنت ها، خرابی سیستم ترمز، خرابی کوپلینگ درام قلاب، بریدن تسمه	سقوط بار	حمل بار	۳۰	
انجام بازرسی های دوره ای، نظافت مسیر تردد پرسنل بعد از انجام تعمیرات	M	۱۲۶	۳	۷	۶	نظارت بر نظافت محل تردد	جراحت	لغزنده بودن پله های دسترسی	سقوط اپراتور	اپراتورهای جرثقیل سقفی	۳۱	
نصب آسانسور	M	۱۲۰	۳	۵	۸		اختلالات اسکلتی عضلانی	کار در ارتفاع	راه پله دسترسی به کابین کرین	اپراتورهای جرثقیل های سقفی	۳۲	
برگزاری دوره آموزشی	H	۲۲۵	۵	۹	۵	لزوم داشتن مدارک معتبر مربوط به کار قبل از استخدام	مرگ	عدم آشنایی به علائم از سوی اپراتورهای جدید الاستخدام	سقوط بار	لیفت و جابجایی بار	۳۳	
انجام آزمایشات دوره ای در هنگام کار و نظارت بر دقت و صحت آزمایشات	M	۹۶	۳	۸	۴	انجام معاینات طب کار قبل از استخدام- پایش وضعیت پرسنل بعد از بکارگیری	مرگ	استعمال داروهای خواب آور (با امکان ایجاد اعتیاد به مصرف و تاثیر بر تمرکز هنگام کار) توسط پرسنل	سقوط اپراتور	جابجایی بار	۳۴	
	M	۱۰۵	۳	۵	۷	افزایش تعداد پرسنل	سقوط بار و برخورد با پول پیت	نبود نیروی کافی جهت کار	خستگی	جابجایی بار	۳۵	
	M	۹۰	۳	۵	۶	تعویض صندلی های فرسوده	اختلالات اسکلتی - عضلانی	نامناسب بودن صندلی های اپراتور	خستگی	جابجایی بار	۳۶	
برگزاری دوره آموزشی	H	۲۲۵	۵	۹	۵		مرگ	عدم مهارت اپراتورهای جدید الاستخدام	سقوط بار	لیفت و جابجایی بار	۳۷	

۳۸	استعمال دخانیات توسط کارکنان	مواد سمی موجود در دخانیات	عدم پایداری به قانون منع استعمال دخانیات	بیماری های تنفسی، ریوی	استفاده از PPE	۶	۶	۳	۱۰۸	M	برگزاری دوره آموزشی
۳۹	مونتاژ و دمونتاژ غلطک های خط تولید	گیر کردن دست نفر در بین قطعات در حین کار	نا هماهنگی با اپراتور جرثقیل سقفی یا بی دقتی اپراتور جرثقیل	شکستگی اعضای بدن		۳	۷	۲	۴۲	L	
۴۰	جابجایی ورق بوسیله جرثقیل سقفی	دمگنت کردن جرثقیل	باربرداری/ بسته بندی غیر اصولی	سقوط ورق/ مرگ	رعایت فاصله مجاز	۴	۹	۵	۱۸۰	M	آموزش، رعایت فاصله مجاز، حضور ریگر، تدوین دستورالعمل های ایمنی انجام کار
۴۱	جابجایی اسلب بوسیله جرثقیل های سقفی	دمگنت شدن اسلب	عدم بازرسی، قطع برق	سقوط اسلب - مرگ	آژیر کرین	۲	۹	۵	۹۰	M	آموزش اپراتور ، بازرسی های دوره ای، مشخص کردن محل های خطرناک
۴۲	تعمیرات جرثقیل های سقفی	سقوط از ارتفاع	عدم استفاده از ppe مناسب، از دست دادن تعال، لغزندگی سطوح	مرگ	استفاده از وسایل حفاظت فردی کار در ارتفاع	۲	۹	۴	۷۲	M	آموزش، انتصاب مسئول ایمنی برای واحد جرثقیلها
۴۳	تردد راننده ها از زیر بار جرثقیل	سقوط بار	عدم توجه افراد به قوانین ایمنی	مرگ	تابلو ایمنی	۳	۹	۷	۱۸۹	M	حفاظت گذاری و مسدود کردن کلیه مسیرهای ورودی به انبار از ضلع جنوبی
۴۴	بارگیری کنار ورق بوسیله جرثقیل سقفی	سقوط قطعات کنار ورق	عدم بسته بندی مناسب و کوچک بودن قطعات	نقص عضو - مرگ	بسته بندی قطعات	۳	۹	۲	۵۴	L	بسته بندی مناسب سرورق و وجود ریگر در هنگام بارگیری
۴۵	کارکنان تعمیرات جرثقیل	سقوط	عدم وجود هندریل	مرگ	رعایت اصول ایمنی	۶	۹	۴	۲۱۶	H	نصب والک وی و هندریل جهت دسترسی ایمن اپراتورهای سقفی

جدول ۶- تجزیه و تحلیل حوادث مربوط چرثقیل‌های سقفی در سال ۱۴۰۱

شاخص های حوادث	فرودین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
تعداد حوادث	۲	۲	۳	۳	۲	۴	۵	۱	۱	۰	۳	۱
حوادث جزیی	۲	۲	۲	۳	۲	۴	۵	۱	۱	۰	۲	۱
حوادث شدید	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰
حوادث خیلی شدید	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
شاخص تکرار حادثه	۶۱/۴۳	۵۸/۵۴	۸۲/۰۸	۱۰۰/۲۷	۶۲/۳۲	۹۴/۲۷	۱۷۲/۱۵	۳۳/۶۸	۳۳/۴۶	۰	۱۰۰/۶۸	۳۳/۴۶
شاخص - شدت - حادثه	۰	۰	۰/۳۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰۹	۰
شاخص شدت تکرار حادثه	۰	۰	۰/۰۰۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۹۵	۰
روز کاری از دست رفته	۰	۰	۱۴ روز	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۷ روز	۰

جدول ۷- آمار شاخص سابقه کار مصدومین حوادث

شاخص	۱ سال	۲ سال	۳ سال	۴ سال	۵ سال	۶ سال	۷ سال	بیشتر از ۸ سال
تعداد حوادث	۸	۳	۱	۱	۶	۲	۲	۴
درصد								
شاخص	۱ تا ۳ سال سابقه کار			۴ تا ۶ سال سابقه کار			۷ تا ۹ سال سابقه کار	
تعداد حوادث	۱۲ حادثه			۹ حادثه			۶ حادثه	
درصد	۴۴/۴۴ درصد			۳۳/۳۳ درصد			۲۲/۲۲ درصد	

۴- بحث

هزینه‌های انسانی، اجتماعی و اقتصادی ناشی از حوادث شغلی، صدمات و بیماری‌ها و بلایای بزرگ صنعتی از دیرباز در همه سطوح از محل کار فردی گرفته تا سطح ملی و بین‌المللی باعث نگرانی بوده است. اقدامات و استراتژی‌هایی که برای پیشگیری، کنترل، کاهش یا حذف خطرات و خطرات شغلی طراحی شده‌اند، در طول سال‌ها به‌طور مستمر برای همگام شدن با تغییرات تکنولوژیکی و اقتصادی توسعه یافته‌اند. با این حال، علی‌رغم بهبودهای مداوم و آهسته، حوادث و بیماری‌های شغلی همچنان بسیار زیاد است و هزینه آن‌ها از نظر رنج انسانی و بار اقتصادی همچنان قابل توجه است [۱،۲،۲۶].

در این تحقیق ۴۵ خطر شناسایی شده است. حذف خطر در صنعت عموماً در سه عامل انسان، ساختمان، ماشین آلات و ابزار اعمال می‌شود که در انسان، دانش و اطلاعات فنی، ایمنی و بهداشت، آموزش‌های عملی در سرکار، تدوین مقررات و آیین‌نامه‌ها و نظارت بر اجرای آن‌ها و در ارتباط با ساختمان، نقشه‌کشی و طراحی و احداث صحیح ساختمان بر طبق ضوابط مشخص شده از جمله راه‌های جلوگیری از خطرزدایی می‌باشد و در ارتباط با ماشین‌آلات و ابزار، نیز ضوابط خطرزدایی می‌بایست ابتدا در هنگام ساخت و طراحی ماشین‌آلات اعمال شود و در فاز دوم بعد از طراحی ماشین و بر روی قسمت‌های خطرناک که در تماس با شاغل می‌باشد، انجام شود. اما رفع خطر و اعمال ضوابط ایمنی در ماشین منوط به رعایت یک سری مشخصات کلی است که در صورت مورد نظر قرار گرفتن می‌تواند ارزش ایمن بودن آن ماشین را اثبات نماید [۲۷].

مطالعات و بررسی‌های انجام شده نشان دهنده این حقیقت است که به‌طور کلی حادثه ناشی از کار علت واحدی ندارد و معلول علل فنی و انسانی می‌باشد. این علل بستگی به نوع کار، محیط شرایط انجام کار و ابزار مورد استفاده دارد و می‌توان آن‌ها را به دو دسته علل مستقیم و غیرمستقیم تقسیم کرد. منظور از علل مستقیم عبارت است از عللی که در به وجود آمدن حادثه سهم اصلی را دارد. با توجه به وضع کار و صنعت می‌توان این علل را چنین خلاصه نمود: جابجا کردن کالا، کار با ماشین‌آلات، سقوط اشیاء، افتادن کارگر از ارتفاع، استفاده

در این تحقیق تعداد کارکنان ۱۵۲ نفر بود که تعداد کارکنان نوبت کار ۸۵ نفر و تعداد کارکنان روز کار ۶۷ می‌باشند. در این تحقیق ۲۷ نفر در حوادث آسیب دیده بودند که ۱۷/۷۶ درصد مجموع کارکنان بودند. شاخص سابقه کار مصدومین حوادث نشان داد که ۴۴/۴۴ درصد حوادث مربوط به کارکنان ۱-۳ سال سابقه کار بود (جدول ۷). شاخص سن مصدومین نشان داد که ۱۵ حادثه (۵۵/۵۵ درصد) مربوط به مصدومین ۳۱-۴۵ سال به دست آمد (جدول ۸).

جدول ۸- شاخص سنی مصدومین حوادث

شاخص	کمتر از ۱۵ سال	۱۶-۳۰ سال	۳۱-۴۵ سال	۴۶-۶۰ سال	بالا تر از ۶۱ سال
تعداد حوادث	۰	۸	۱۵	۴	۰
درصد فراوانی	۰	۲۹/۶۲	۵۵/۵۵	۱۴/۸۱	۰

بیشترین تعداد حادثه مربوط به مصدومین با سطح سواد دبیرستان به میزان ۵۱/۸۵ درصد (۱۴ حادثه) محاسبه شد (جدول ۹). بیشترین حوادث در بازه زمانی ساعت ۷-۱۶ روز با درصد فراوانی ۶۲/۹۶ درصد رخ داده‌اند (جدول ۱۰). بیشترین آسیب بدن در مصدومین ۳۶/۳۶ درصد در اندام‌های فوقانی به دست آمد (جدول ۱۱).

جدول ۹- شاخص سطح تحصیلات مصدومین حوادث

شاخص	ابتدایی	راهنمایی	دبیرستان	دانشگاهی
تعداد حوادث	۶	۳	۱۴	۴
فراوانی (%)	۲۲/۲۲	۱۱/۱۱	۵۱/۸۵	۱۴/۸۱

جدول ۱۰- شاخص ساعت حوادث

شاخص	صبح (۰۷-۱۶)	عصر (۱۶-۲۳)	شب (۲۳-۰۷)
تعداد حوادث	۱۷	۷	۳
درصد فراوانی	۶۲/۹۶	۲۵/۹۲	۱۱/۱۱

جدول ۱۱- شاخص حوادث ناحیه آسیب دیده بدن مصدومین

شاخص	سر	گردن	تنه	اندام فوقانی	اندام تحتانی
تعداد حوادث	۵	۰	۲	۱۲	۸
درصد فراوانی	۲۲/۷۲	۰	۹/۰۹	۳۶/۳۶	۳۱/۸۱

غیرصحيح از ابزار کار، افتادن به علت لیز خوردن، برخورد با مانع، سوختگی و همچنین تصادف با وسیله نقلیه در محیط کارگاه و یا هنگام رفت و برگشت به محل کار. علل غیرمستقیم مستقیماً سبب به وجود آمدن حادثه نیستند بلکه در صورت وجود علل مستقیم، شانس به وجود آمدن حادثه را بیشتر می‌کنند. این گروه شامل تمام عواملی است که باعث خستگی، ناراحتی و نارضایتی کارگر می‌شوند. مهمترین این عوامل عبارتند از: نور نامناسب، صدای بیش از حد، عدم تهویه خوب، نامناسب بودن درجه حرارت محیط کار، طولانی بودن ساعات کار، سرعت بیش از حد تولید و نیز عوامل دیگری نظیر مسائل خانوادگی، مالی، روابط با کارفرما و سرپرست. ضمناً باید توجه داشت که در کنار این دو گروه از علل، مسائلی چون کمبود تجربه و مهارت کاری و رعایت نکردن اصول ایمنی نیز اهمیت بسزایی در ایجاد حوادث ناشی از کار دارند [۲۸].

پیش‌نویس استاندارد مدیریت ریسک (ISO31000) فرآیند مدیریت ریسک را در پنج فعالیت تشریح می‌نماید که عبارتند از: ارتباطات و مشاوره، ایجاد زمینه، ارزیابی ریسک، عملیات بر روی ریسک، نظارت و بازنگری. از این پنج فعالیت، ارزیابی ریسک پیچیده‌ترین مبحث بوده و شامل شناسایی، تجزیه و تحلیل و ارزشیابی ریسک است. مراحل انجام ارزیابی ریسک در یک محیط یا صنعت و مشاغل مرتبط با آن شامل مراحل شناسایی خطرات در یک فرآیند یا شغل، محاسبه عدد ریسک آن‌ها و ارائه اقدامات کنترلی مناسب جهت کنترل آن‌ها می‌باشد. در واقع می‌توان توالی ارزیابی ریسک را به سه مرحله شناسایی کل خطرات، محاسبه ریسک و ارائه راهکارهای کنترلی تقسیم‌بندی کرد [۲۹].

در ارزیابی ریسک حوادث دو عامل تکرارپذیری و شدت پیامدهای ناشی از آن نقش اساسی را دارند. تکرارپذیری یک حادثه به معنای تعداد دفعاتی می‌باشد که در آن حادثه در یک بازه زمانی مشخص اتفاق می‌افتد و شدت پیامدهای یک حادثه به معنای تلفات ناشی از آن حادثه است. هیچ کدام از این دو عامل به تنهایی برای ارزیابی ریسک کافی نیستند. بسیاری از حوادث می‌توانند پیامد شدیدی داشته باشند، اما در عمل احتمال رخداد آن‌ها ناچیز می‌باشد و بالعکس برخی از حوادث ممکن است به کرات اتفاق بیفتد، اما پیامد قابل توجهی نداشته باشد. به

همین دلیل تعیین معیاری که هر دو عامل را در نظر بگیرد در بررسی خطرات بسیار مفید می‌باشد [۲].

مطالعه ای تحت عنوان بررسی میزان بروز حوادث شغلی در یکی از کارخانه های قند ایران توسط هویدی و همکاران (۱۳۹۲) انجام شد. در این مطالعه حوادث ناشی از کار در کارخانه در یک دوره زمانی ۱۲ ساله بین دو گروه شاغلین رسمی و پیمانکاری که صرفاً در بهره برداری و تعمیرات مشغول به کار بودند مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد بیشترین فراوانی حوادث در سال ۱۳۸۰ به تعداد ۳۹۹ مورد حادثه ناتوان کننده بوده و ضریب تکرار آن ۱۹/۳۳ و ضریب شدت آن ۸۲/۳۴ بود. کمترین فراوانی مربوط به سال ۱۳۹۰ بود که تعداد ۸۳ مورد حادثه با ضریب تکرار ۲/۲۴ و ضریب شدت ۱۱/۲۳ بود [۳۰]. سنجری و همکاران (۱۳۹۶) ارزیابی خطر محیط‌زیستی واحد تولید آهن اسفنجی شرکت فولاد خراسان با استفاده از روش‌های تطبیقی JSA و ETBA را انجام دادند. بدین منظور ابتدا خطرهای محیط‌زیستی واحد مذکور با استفاده از دو روش فوق شناسایی و سپس با شناخت خطرات، نکات قوت و ضعف هر روش با یک دیگر مقایسه و در نهایت نمره دهی جداگانه در هر روش انجام گرفت. در روش تجزیه و تحلیل آنالیز ایمنی شغلی، ۶ شغل پرخطر شناسایی شد، در این روش ۴۷ خطر شناسایی که ۲ مورد غیرقابل قبول، ۲۸ مورد دارای خطر نامطلوب و ۱۷ مورد قابل قبول بود. در روش ETBA، ۹ انرژی با استفاده از چک‌لیست انرژی شناسایی شدند که مهم‌ترین خطرات این انرژی‌ها نشت گاز احیا و افزایش فشار گاز داخل کوره می‌باشد. در این روش ۱۷ خطر شناسایی گردید که ۳ مورد غیرقابل قبول، ۷ مورد نامطلوب، ۳ مورد قابل قبول با تجدید نظر و ۴ مورد نیز قابل قبول بدون نیاز به تجدید نظر می‌باشند. پیشنهاد گردید علاوه بر رعایت اصول ایمنی که بر مبنای مشاهدات شخصی و مصاحبه با متخصصان فرآیند و استفاده از نظرات کارشناسان تولید بوده و باید رعایت گردند، انتخاب یک روش کلی که تلفیقی از دو روش فوق‌الذکر باشد به‌جای اعمال تک تک روش‌ها جایگزین شده تا بالاترین بهره‌وری و ایمنی برای کارکنان را تضمین نماید [۳۱]. شهبان و همکاران (۱۳۹۶) مخاطرات شغلی با رویکرد ایمنی در واحد تغلیظ معدن سنگ آهن گل گهر سیرجان با استفاده از روش آنالیز

ایمنی شغلی را مطالعه کردند. در بخش تعمیرات و نگهداری این واحد ۱۲ شغل خطرناک مشخص و خطرات هریک شناسایی و ارزیابی شد و نیز راه‌حل‌های کنترلی پیشنهاد گردید. پس از بررسی و ارزیابی ریسک و محاسبه سطح ریسک‌های موجود در واحد مذکور، نتایج حاصله مشخص کرد که تکنسین بخش تعمیرات و نگهداری لاینرها از نظر تعداد ریسک با داشتن ۱۸ ریسک دارای رتبه نخست می باشد. تکنسین تعمیرات و نگهداری دیسک فیلترها از نظر تعداد ریسک با داشتن ۷ ریسک دارای کمترین میزان خطر می باشد. مهمترین راه‌حل‌های کنترلی ارائه شده آموزش کارگران، بالا بردن سطح آگاهی آن‌ها از خطرات، نظارت مستمر بر کار آن‌ها و بهبود سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی می باشد [۳۲].

نظری و دشتی (۱۳۹۸) تاثیر حوادث شغلی بر کیفیت زندگی کاری شاغلین یک شرکت فولاد سازی را بررسی کردند. مطالعه حاضر به صورت مورد و شاهد در شرکت تولید فولاد در بین ۱۰۰ نفر از کارگرانی که در بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۳۸۴ دچار حادثه شده بودند (مورد) با ۱۰۰ نفر کارگر بدون سابقه حادثه (شاهد) از خطوط تولید پس از همسان سازی از نظر متغیرهای مخدوش کننده از قبیل سن، سابقه کار، سطح درآمد اجرا شد. بر اساس نتایج مطالعه، میانگین نمره کیفیت زندگی کاری گروه مورد (۴۹/۵±۲/۳) و شاهد (۴۷/۹±۲/۳) اختلاف آماری شدیداً معناداری داشت. همچنین وقوع حوادث شغلی بعد از ابعاد هشت گانه کیفیت زندگی را به صورت معناداری تحت تاثیر قرار داده، ولیکن بیشترین و کمترین تاثیر را به ترتیب بر روی ابعاد ارگونومی و ایمنی و ساعات کار و زندگی داشت. از یافته‌های مطالعه حاضر می توان نتیجه گرفت که حوادث شغلی یک فاکتور تاثیرگذار بر کیفیت زندگی کاری شاغلین می باشد. بنابراین از بهبود کیفیت زندگی کاری می توان به عنوان یک ابزار موثر در افزایش رضایت مندی شغلی، بهبود کارایی و بهره وری سازمانی شاغلین و پیش گیری از وقوع حوادث استفاده کرد [۳۳].

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از تمامی کسانی در انجام مراحل این پژوهش همکاری و همراهی کردند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

تعارض منافع

در این پژوهش نویسندگان مقاله اعلام می کنند که هیچ گونه تعارض منافع وجود ندارد.

حمایت مالی

۵- نتیجه گیری

در این تحقیق ۲۷ حادثه ثبت و گزارش شد که در ارزیابی ریسک ۴۵ خطر شناسایی شد. به نظر می رسد که خطرات شناسایی شده دارای ریسک بالا می باشند که می

در مراحل انجام و اجرای این پژوهش هیچ گونه حمایت مالی وجود نداشته است.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان مقاله نکات اخلاقی پژوهش شامل سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده ها و داده سازی را در این تحقیق رعایت کردند.

۶- مراجع

- [۱] غلام نیا، ر. ۱۳۹۱. مقدمه ای بر حوادث ناشی از کار و تجزیه و تحلیل آن. انتشارات آثار سبحان، چاپ اول. ۱۴۲ ص.
- [۲] جهانگیری، م. و نوروزی، م.ا. ۱۳۹۴. مدیریت و ارزیابی ریسک. جلد اول. ارزیابی کیفی ریسک. انتشارات فن آوران. چاپ دوم، ۲۲۴ صفحه.
- [۳] هویدی، ح. ۱۳۹۲. اصول بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE). انتشارات خانیان - آوای قلم، چاپ اول. ۶۵۰ صفحه.
- [۴] یوسفی افکنند، م.، فرشاد، ع.ا. و ارقامی، ش. ۱۳۸۵. بررسی و شناسایی خطرات شغلی برای کارکنان عملیات لرزه نگاری اکتشاف نفت به روش JSA. مجله سلامت کار ایران، ۳ (۲): ۷-۱.
- [۵] جعفرنژاد، غ.ر.، داووده امامی، س. و ولایتزاده، م. ۱۴۰۱. ارزیابی ریسک فردی و جمعی وقوع رخداد ناشی در پالایشگاه پارس جنوبی بر اساس تخمین تکرارپذیری اتصالات و مدل سازی نرم افزار PHAST. فصلنامه پژوهش و فناوری محیط زیست، ۷ (۱۲): ۶۳-۴۵.
- [۶] ولایت زاده، م. ۱۴۰۱. ارزیابی درک ریسک و وضعیت جو ایمنی کارکنان شرکت اندیشمندان جنوب در سال ۱۳۹۹. فصلنامه بهداشت کار و ارتقاء سلامت، ۶ (۲): ۱۴۶-۱۳۳.
- [7] Roberts, D. T. (2016). Risk assessment and your electrical safety program performance at the organizational and worker levels. IEEE Industry Applications Magazine, 16(3), 33-39.
- [8] Pinto, A., Nunes, I.L. and Ribeiro, R.A. 2011. Occupational risk assessment in construction industry: Overview and reflection. Safety science, 49(5):616-624.
- [9] Lu, Y., Yin, L., Deng, Y., Wu, G. and Li, C., 2023. Using case based reasoning for automated safety risk management in construction industry. Safety science, 163, p.106113.
- [۱۰] فرخی زاده، ف.، اسکندری، ن. و گمرکچی، ع.ر. ۱۴۰۲. شناسایی و ارزیابی ریسک های HSE موجود در پروژه های عمرانی با استفاده از روش FMEA (مطالعه موردی: پروژه آبرسانی به پالایشگاه بیدبلند خلیج فارس). فصلنامه پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست، ۱ (۲): ۱۴۰۴.
- [۱۱] پناهی قره سو، ن.، شریفی، ذ. و لشگری، ح.ر. ۱۴۰۴. شناسایی ریسک های ایمنی، بهداشتی و محیط زیست در تصفیه خانه فاضلاب شهرک صنعتی هشتگرد با استفاده از روش FMEA. فصلنامه پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست، ۳ (۱۰): ۳۲-۱۸.
- [۱۲] عرب، ی.، کشوری، ع. و مهاجری، س. ۱۴۰۴. مدیریت ریسک های ایمنی مواد و سرمایه انسانی در سردخانه های آماد با استفاده از روش FMEA. فصلنامه پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست، ۳ (۱۰): ۱۳-۱.
- [۱۳] ولایت زاده، م.، قربانی، م. و احمدی، ح.ر. ۱۴۰۲. ارزیابی ریسک و خطرات موجود در عملیات باربرداری با لیفتراک در یک صنعت فولادی. پنجمین کنفرانس ملی دستاوردهای نوین در مهندسی مواد، مهندسی شیمی و ایمنی صنعتی. مجتمع آموزش عالی فنی و مهندسی اسفراین، ۸ صفحه.
- [۱۴] ولایت زاده، م. و امیدوار، و. ۱۴۰۰. مروری بر اهمیت و الزامات فنی و ایمنی جرثقیل های سقفی (Over Head Crane). پنجمین کنفرانس بین المللی ایمنی و بهداشت. تهران. ۸ صفحه.
- [۱۵] امیدوار، و. و ولایتزاده، م. ۱۴۰۱. معرفی عوامل ایمن موثر بر تعمیر و تعویض چرخ ریلی جرثقیل های سقفی (مطالعه موردی: یک صنعت فولاد در جنوب غرب). هفتمین کنفرانس جامع مدیریت بحران و HSE. تهران. ۸ صفحه.
- [16] Akkarawatkhooisith, Nattee, Srichai, Apichart, Kaewchada, Amaraporn, Ngamcharussrivichai, Chawalit, Jaree, Attasak, 2019. Evaluation on safety and energy requirement of biodiesel production: Conventional system and microreactors. Process Saf. Environ. Prot. 132, 294-302.
- [17] Edward R (2022) Occupational Risk Assessment in Workplace. Occup Med Health 10: 397.
- [۱۸] طاهرپور، فرشید. قیاسوند، ابراهیم و نامیان، مصطفی. ۱۴۰۰. اثر خستگی بر روی نگرش ایمنی، تشخیص خطر و درک ریسک ایمنی در بین کارگران ساخت و ساز. نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، ۵۳ (۸): ۳۳۱۶-۳۲۹۹.
- [۱۹] بلجی کنگرلو مرضیه، نائبی طاهری مصطفی، دهدشتی علیرضا، فاطمی فرین، زاده عباس بشارت. ۱۴۰۰. ارزیابی ریسک خطرات ایمنی و بهداشت شغلی با استفاده از روش آنالیز ایمنی شغلی: مطالعه موردی صنعت فولاد. مجله طب پیشگیری، ۸ (۴): ۳۵-۲۵.
- [۲۰] مجیدی عیسی، زارعی محمودآبادی هادی، فتاحی بافقی حامد، احمدی سودابه، شریفی مرتضی، مرادی بهنام.

[۳۳] نظری، ج. و دشتی، م. ۱۳۹۸. بررسی تاثیر حوادث شغلی بر کیفیت زندگی کاری شاغلین یک شرکت فولاد سازی (یک مطالعه موردی). فصلنامه بهداشت و ایمنی کار، ۹ (۱): ۸۳-۷۳.

۱۴۰۰. شناسایی و ارزیابی مخاطرات بهداشتی صنعت پتروشیمی با استفاده از روش آنالیز مخاطرات شغلی بومی‌سازی شده. مجله بهداشت کار و ارتقاء سلامت، ۵ (۴): ۳۷۰-۳۵۹.

[۲۱] جعفری محمد جواد، کوهی فریبا، موحدی محمد، الهیاری تیمور. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر آنالیز ایمنی شغلی بر درک کارگران از ریسکهای شغلی در مشاغل پرمخاطره یک پالایشگاه. مجله سلامت کار ایران، ۶ (۴): ۲۸-۱۵.

[22] Hussain, Z., Khan, V. and Khan, J. Z. 2018. Job Safety Analysis and Risk Assessment A case study of Frontier Ceramics Ltd. 4th International Multidisciplinary Research Conference on Global Prosperity through Research & Development, At Sarhad University of Science & IT Peshawar, Pakistan. 13 P.

[23] Erdogan, H. 2019. Application of Job Hazard Analysis (Jha) On Welding Process inside Reactor Unit. International Journal of Humanities and Social Development Research, 3 (1): 55-61.

[24]

[25] Benjamin, O., 2001. Fundamental principles of occupational health and safety. ILO, 13(2), pp.1-159.

[۲۶] کامیاب، م.ج. ۱۴۰۲. گزارش نویسی در آموزش های HSE به منظور بهبود ایمنی و کاهش میزان حوادث محیط کار. فصلنامه پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست، ۱ (۳).

[۲۷] مردانی، ع. ۱۳۹۰. ایمنی ماشین آلات و ایمنی فردی گامی در جهت ارتقا مهندسی HSE. اولین همایش ملی بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE). ماهشهر، ۹ صفحه.

[۲۸] محمدفام، ا. ۱۳۹۳. مهندسی ایمنی. انتشارات فن آوران، چاپ هشتم، ۱۴۶ صفحه.

[29] Rozenfeld, O., Sacks, R., Rosenfeld, Y. and Baum, H. 2010. Construction job safety analysis. Safety Science, 48(4):491-498.

[۳۰] هویدی، ح.، گیوه چی، س.، حضرتی، ص. و قنبری، ن. ۱۳۹۲. بررسی میزان بروز حوادث شغلی در یکی از کارخانه های قند ایران در سال های ۱۳۷۹-۱۳۹۰. مجله سلامت و بهداشت اردبیل، ۴ (۲): ۱۸۸-۱۸۰.

[۳۱] سنجرى، س.، رضایان، س. و جوزی، س.ع. ۱۳۹۶. ارزیابی خطر محیط‌زیستی واحد تولید آهن اسفنجی شرکت فولاد خراسان با استفاده از روش‌های تطبیقی JSA و ETBA. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۹ (۵): ۱۰۲-۹۳.

[۳۲] شهباء، س.، نوری، ج.، بارانی، س.، شهباء، س. و نوربخش، س.ز. ۱۳۹۶. بررسی مخاطرات شغلی با رویکرد ایمنی در واحد تغلیظ معدن سنگ آهن گل گهر سیرجان با استفاده از روش آنالیز ایمنی شغلی (JSA). فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۹ (۵): ۱۱۰-۱۰۳.

پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست / سال ۱۴۰۵ / دوره ۴ / شماره ۲

Accident Investigation and Risk Assessment of FMEA of Overhead Cranes (Case Study: Steel Industry)

Mohammad Velayatzadeh^{1*}

¹ Industrial Safety Department, Caspian Institute of Higher Education, Qazvin, Iran.

RTICLE INFO

Article history:

Article Type: Research paper

Received: 29 October 2021

Received in revised form: 7 December 2021

Accepted: 8 December 2021

Available online: 13 December 2021

*Correspondence:

mv.5908@gmail.com

Keywords:

Hazard Identification

Risk Assessment

FMEA Method

Overhead Crane

Incident Analysis

ABSTRACT

Overhead cranes are one of the important lifting equipment in steel factories that have numerous hazards in the workplace and can cause dangerous accidents. In this study, risk assessment was carried out using the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) method. Accident analysis was also carried out using the accident severity and accident recurrence indices of the International Labor Organization (ILO). The number of employees in the unit was 152. Based on the FMEA analysis, 45 hazards were identified, of which 6 were acceptable and had low risk, 30 were medium risk, and 9 were high risk. The number of accidents during the study period was 27, of which 25 were minor accidents and 2 were severe accidents, and there were no very severe accidents. The highest accident recurrence index was 68.100 in Bahman. The accident severity index was 0.38 in Khordad and 0.009 in Bahman. The results showed that 44.44 percent of accidents involved employees with 1-3 years of work experience and 55.55 percent involved injured workers aged 31-45. 62.96 percent of accidents occurred between 7:00 and 16:00. The most severe body injuries were in the upper limbs, 36.36 percent of the injured.

