ارزیابی ریسک به روش FMEA و مقایسه RPN قبل و بعد از اقدامات اصلاحی در پروژه احیای مستقیم فولاد بافق

سید محمد حسینی المدواری
سرپرست واحد HSE پروژه احیای مستقیم فولاد بافق، شهرستان بافق
مجتبی مقدسی
سرپرست واحد HSE پروژه بزرگ احداث کارخانه فولاد بافق(شرکت تام ایران خودرو)، شهرستان بافق
مهدیه شفیعی زاده بافقی
شاغل در واحد HSE پروژه بزرگ احداث کارخانه فولاد بافق(شرکت تام ایران خودرو)، شهرستان بافق

Hsemohammad@yahoo.com

چکیده

با توجه به اینکه نیروی انسانی مهمترین سرمایه جامعه صنعتی محسوب می شود و حوادث ناشی از کار می تواند خسارات جبران ناپذیری را به این سرمایه عزیز ملی وارد نماید،هدف ما از این مطالعه تجزیه و تحلیل خطرات بالقوه و اثرات آن به روش سیستماتیک که متکی بر قانون (پِشگیری قبل از وقوع) و گامی مؤثر در مدیریت HSE جهت حفظ و صیانت نیروی انسانی و کاهش حوادث ناشی از کار می باشد. مطالعه صورت گرفته از نوع مداخله ای می باشد که در ابتدا تمام فعالیت های کاری در پروژه احیای مستقیم فولاد بافق به ۳۰ شغل تقسیم بندی گردید و به روش FMEA در ۵۵۵ مورد RPN که نتیجه تیم ارزیابی ریسک پروژه احیای مستقیم فولاد بافق می باشد محاسبه گردید.در مرحله بعد پس از انجام اقدامات اصلاحی ارزیابی ریسک مجدد صورت گرفت و RPN محاسبه گردید و عدد RPN قبل و بعد از انجام اقدامات اصلاحی با استفاده از SPSS و آنالیز **Paired-Samples T Test** با هم مقایسه گردید.

با توجه به نتایج به دست آمده عدد RPN بعد از انجام اقدامات اصلاحی کوچکتر از عدد RPN قبل از انجام اقدامات اصلاحی به دست آمد که نشان دهنده اثربخشی اقدامات کنترلی در این روش می باشد.

کلمات کلیدی: ارزیابی ریسک به روش FMEA، RPN

مقدمه

FMEA روشی سیستماتیک برای شناسایی و پیشگیری از وقوع مشکل در محصول و فرآیند آن می‌باشد. این روش بر جلوگیری از بروز عیب و نقص، افزایش ایمنی و افزایش رضایت مشتری تمرکز دارد.

اولین بار در دهه ۶۰ اهمیت مسائل ایمنی و پیشگیری از حوادث قابل پیش‌بینی، در صنعت هوا فضا برای سفینه آپولو۱۱ در ناسا به کار گرفته شد. در سال ۱۹۷۷ در صنعت خودروسازی، سه شرکت بزرگ خودرو سازی کرایسلر، فورد و جنرال موتور توانستد تا با تلفیق و یکسان‌سازی نظام کیفیت مربوط به هرکدام، استاندارد واحدی را تحت عنوان QS9000 (استانداردی مربوط به صنعت خودرو) ایجاد کنند. در ۱۹۹۲ استاندارد SAE-J-1739 به عنوان استاندارد مرجع FMEA در صنایع خودروسازی معرفی شد. هم اکنون نیز در صنایع دفاع، صنایع خوردو، حمل و نقل، هوا فضا، صنایع الکترونیک و...کاربرد دارد. (۱)

هدف از FMEA در یک فرآیند یا محصول، پیشگیری از وقوع مشکل است (البته قبل از وقوع آن). به عبارت دیگر FMEA با بهینه‌سازی فرآیندها و محصولات باعث کاهش مبالغ زیادی از هزینه‌ها می‌شود.

خطر یا زیان یک شکست و آثار آن به سه عامل بستگی دارد :

۱) شدت (SEVERITY) : ارزیابی و سنجش نتیجه شکست (البته اگر بوقوع بپیوندد)

۲) وقوع (OCCURRENCE) : احتمال یا به عبارتی دیگر شمارش تعداد شکست‌ها

۳) بازیابی یا کشف (DETECT) : احتمال بازیابی شکست قبل از آنکه اثر وقوع آن مشخص شود

با اطلاعاتی که از فرآیند و یا محصول داریم، الگوی شکست بالقوه و آثار آن را بر اساس سه عامل مذکور درجه بندی می‌کنیم. این طبقه بندی از ۱ تا ۱۰ (پایین به بالا) می‌باشد.

اگر درجات این سه عامل را در یکدیگر ضرب کنیم (شدت (S) * وقوع (O) * بازیابی (D)) نمره اولویت خطر پذیری (RPN) برای هر الگوی شکست بالقوه و آثار آن بدست می‌آید.

نمره اولویت خطر پذیری از ۱ تا ۱۰۰۰ و به منظور طبقه بندی اقدامات اصلاحی لازم برای کاهش و یا حذف الگوی شکست بالقوه، در نظر گرفته شده است. آن دسته از الگوهای شکست که دارای بالاترین نمره RPN هستند، می‌بایستی در درجه اول بررسی شوند. توجه به مسئله شدت طبقه، اهمیت زیادی دارد. اگر شدت طبقه ای ۹ یا ۱۰ باشد صرف نظر از RPN می‌بایستی علت آن به سرعت بررسی شود.(۱)

پس از انجام اقدامات اصلاحی لازم، یک RPN جدید با ارزیابی مجدد شدت، وقوع و بازیابی انجام می‌گیرد که آنرا RPN منتج شده یا RPN جدید می‌نامند. اقدامات بهینه سازی و اصلاح تا آنجا ادامه می‌یابد که RPN منتج شده به سطح قابل قبولی برای تمام الگوهای شکست بالقوه برسد.

اگر چه معمولا یک فرد مسئولیت هماهنگی فرآیند FMEA را بر عهده دارد، اما اساس و مبنای فرآیند FMEA بر گروه استوار است. هدف از تشکیل گروه FMEA کسب تجربه و نظریات گوناگون و ارائه آن در قالب پروژه می‌باشد.

از آنجا که هر فرآیند FMEA به جنبه‌های خاصی از یک محصول و یا فرآیند مربوط می‌شود، گروه‌های FMEA در مواقع لزوم تشکیل می‌شوند و زمانی که وظیفه FMEA پایان یافت، این گروهها نیز از بین می‌روند. هر گروه هدف و وظیفه ای خاص بر عهده دارد. بنابراین وجود دائم یک گروه FMEA لزومی ندارد. بهترین تعداد برای تشکیل گروه FMEA بین ٤ تا ٦ نفر می‌باشد.(۲-۱)

مواد و روش ها

مطالعه صورت گرفته از نوع مداخله ای می باشد که در ابتدا تمام فعالیت های کاری در پروژه ساخت کارخانه فولاد بافق به ۳۰ شغل تقسیم بندی گردید و به روش FMEA در ۵۵۵ مورد RPN که نتیجه تیم ارزیابی ریسک پروژه احیای مستقیم فولاد بافق می باشد محاسبه گردید.

به منظور محاسبه عدد اولویت ریسک، اطلاعات و داده های مورد نیاز در زمینه احتمال وقوع نقص ها، شدت پیامدهای ناشی از بروز نقص ها و احتمال ردیابی آنها از طریق مشاهده لیست مراجعه کنندگان به واحد بهداری و همچنین مشورت با مهندسین باتجربه تیمی تشکیل شده استخراج شد.با درنظر گرفتن اطلاعات استخراج شده از منابع اشاره شده، مقدار عددی متناسب با آنها از جداول مربوطه (جداول شماره ۱ و ۲ و ۳) انتخاب و در برگه های کاری FMEA وارد شده و با حاصلضرب ۳ فاکتور احتمال وقوع نقص، شدت پیامدها و احتمال ردیابی مقدار عدد اولویت ریسک برای هر یک از نقص های شناسایی شده محاسبه شد.

نحوه انتخاب اعداد پارامترهای ریسک بدین ترتیب بود که ابتدا سوابق موجود در زمینه احتمال وقوع حادثه (فرم های حوادث، دفتر گزارش روزانه واحد بهداری و استفاده از طوفان ذهنی) بررسی و اطلاعات لازم برای بعضی از از نواقص شناسایی شده بدست آمد.سپس اطلاعات لازم در زمینه شدت پیامدها از سوابق موجود حوادث استخراج و همچنین احتمال ردیابی نقص های شناسایی شده برای دستورالعمل های موجود مشاغل حاصل شد.

در مرحله بعد پس از انجام اقدامات اصلاحی ارزیابی ریسک مجدد صورت گرفت و RPN محاسبه گردید و در مواردی که RPN تغییر کرده بود، عدد RPN قبل و بعد از انجام اقدامات اصلاحی بااستفاده از SPSS و آنالیز Paired-Samples T Test با هم مقایسه گردید.هدف از انجام این مطالعه تعیین اثر بخشی اقدامات کنترلی برای حذف یا کاهش خطر میباشد که با مقایسه RPN قبل و RPN بعداز اقدامات اصلاحی این هدف حاصل می شود .

جدول شماره ۱- احتمال وقوع حادثه

عبارت توصیفی	مقدار عددی
وقوع حادثه یا نقص بسیار بسیار محتمل است.(هر روز یکبار یا بیشتر)	۱۰
وقوع حادثه یا نقص بسیار محتمل است.(هر ۳ تا ۴ روز یکبار)	۹
احتمال وقوع حادثه یا نقص بسیار بالا است.(هر هفته یکبار)	۸
احتمال وقوع حادثه یا نقص بالا است.(هر ماه یکبار)	۷
احتمال وقوع حادثه یا نقص متوسط است.(هر ۳ ماه یکبار)	٦
احتمال وقوع حادثه یا نقص کم است.(هر ۶ ماه تا یکسال یکبار)	٥
احتمال وقوع حادثه یا نقص خیلی کم است.(هر سال یکبار)	٤
احتمال وقوع حادثه یا نقص نادر است.(هر ۱ تا ۳ سال یکبار)	۳
احتمال وقوع حادثه یا نقص خیلی نادر است.(هر ۳ تا ۵ سال یکبار)	۲
احتمال وقوع حادثه یا نقص بعید به نظر می رسد.	۱

جدول شماره ۲- شدت پیامد ها

عبارت توصیفی	مقدار عددی
از کار افتادن کامل	۱۰
خسارت وارده شدید است.	۹
خسارت وارده خیلی زیاد است.	۸
خسارت وارده زیاد است.	۷
خسارت وارده متوسط است.	٦
خسارت وارده کم است.	٥
خسارت وارده خیلی کم است.	٤
خسارت وارده جزئی است.	۳
خسارت وارده خیلی جزئی است.	۲
هیچ خسارتی انتظار نمی رود.	۱

جدول شماره ۳- احتمال ردیابی

عبارت توصیفی	مقدار عددی
فقدان هرگونه سیستم ردیابی و نبود اپراتور	۱۰
ردیابی به صورت عینی و اتفاقی	۹
ردیابی به صورت عینی و دوره ای	۸
ردیابی با ابزارهای اندازه گیری به صورت اتفاقی	۷
ردیابی با ابزارهای اندازه گیری به صورت دوره ای	٦
ردیابی با ابزارهای اندازه گیری به صورت دائمی	٥
ردیابی به صورت خودکار همراه آلارم دیداری یا شنیداری	٤
ردیابی به صورت خودکار همراه آلارم دیداری و شنیداری	۳
ردیابی به صورت خودکار همراه آلارم و سیستم کنترل کننده	۲
ردیابی به صورت خودکار همراه آلارم و کنترل همزمان با سیستم کنترل کننده و اپراتور	۱

جدول شماره ۴- اقدامات اصلاحی لازم برای سطح ریسک

RPN	سطح ریسک	اقدامات لازم
۲۴۱-۳۰۰	غیر قابل تحمل	قبل از کاهش ریسک فعالیت نبایستی شروع شده و یا ادامه یابد و اگر نتوان ریسک را کاهش داد از انجام فعالیت باید خودداری کرد.
۱۸۱-۲۴۰	بالا	قبل از کاهش ریسک نبایستی شروع به فعالیت نمود و ممکن است برای کاهش ریسک نیاز به منابع قابل ملاحظه ای باشد و اگر نتوان ریسک را کاهش داد از اقدامات اضطراری ، و کنترل های ویژه در حین انجام کار استفاده گردد.
۱۲۱-۱۸۰	متوسط	تلاش ها باید در جهت کاهش ریسک باشد اما هزینه ها باید به شدت اندازه گیری شده و محدود شوند اقدامات کاهنده ریسک باید در فواصل زمانی مشخص شده اعمال گردد . زمانیکه این نوع ریسک همراه با عواقب شدید باشد ارزیابی بعدی صورت گیرد تا اقدامات کنترلی مورد نیاز شناسایی شده و انجام گیرد.
۶۱-۱۲۰	قابل تحمل	اقدامات بیشتری مورد نیاز نیست ممکن است راه حل ها یا بهبودهایی که هزینه کمتری داشته باشند مورد ملاحظه قرار بگیرند و برای حصول اطمینان از برقراری و حفظ کنترل های موجود نیاز به پایش وجود دارد.
۱-۶۰	جزئی	نیازی به اقدام و داشتن سوابق مدون وجود ندارد.

جدول شماره ۵- مقایسه میانگین RPN اولیه و ثانویه

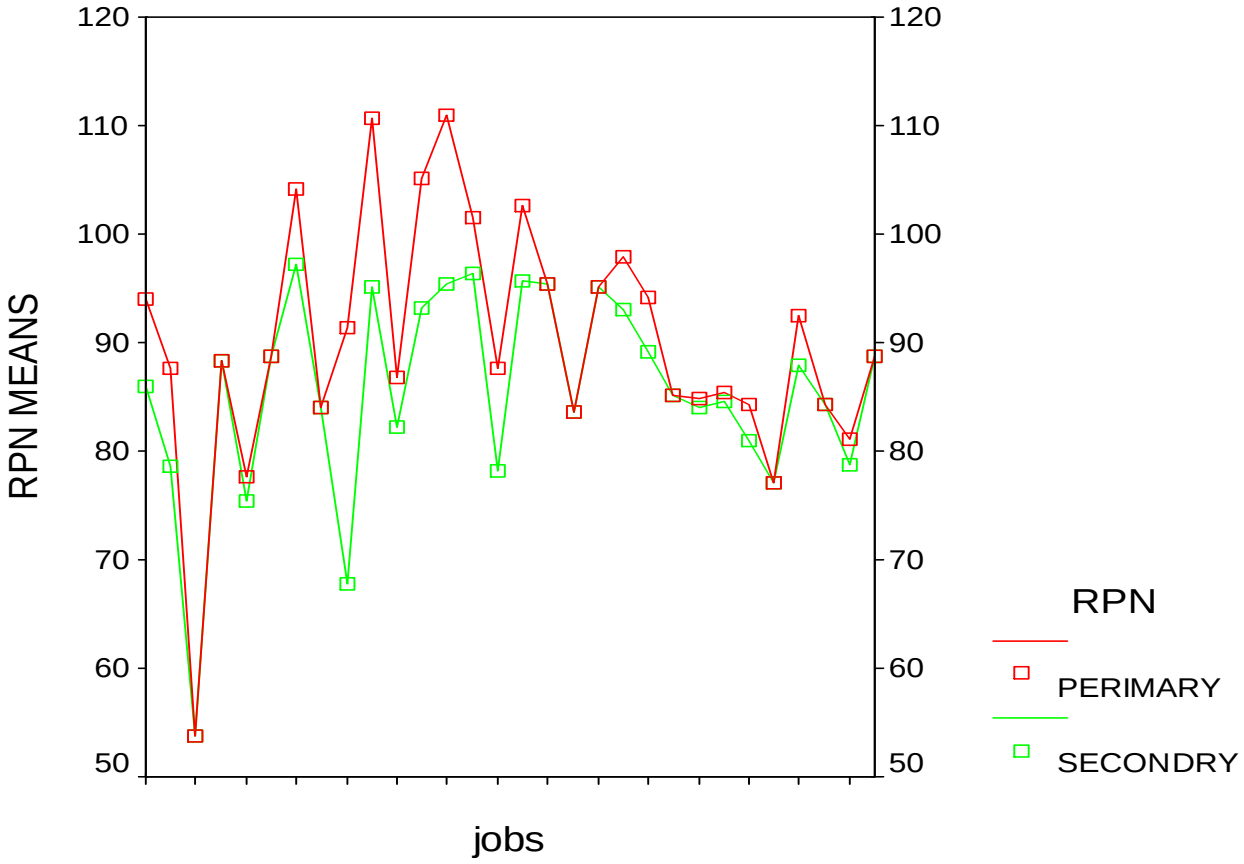
شغل	میانگین RPN اولیه	میانگین RPN ثانویه
جوشکاری	110.9	95.4
بتن ریزی	110.7	95.2
برشکاری	105.2	93.2
کار با جرثقیل	104.1	97.2
داربست بندی	102.6	95.6
برقکار	101.6	96
بولت گذاری	97.9	93
کار با تراکتور	94.1	89.1
تعمیر ماشین آلات	94	85.9
کار با میکسر	92.4	87.9
انبارداری	91.4	67.7
زندگی در کمپ کارگری	87.7	78.6
آبدارخانه	87.7	78.2
بچینگ	86.7	82.2
گود برداری	85.4	84.6
قالب بندی	84.8	84
نصب اسکلت فلزی	84.2	81
آزمایشگاه	81.1	78.7
آرماتور بندی	77.6	75.4
TOTAL	90.84	85.44

نتایج

با توجه به نتایج به دست آمده عدد RPN بعد از انجام اقدامات اصلاحی کوچکتر از عدد RPN قبل از انجام اقدامات اصلاحی به دست آمد که نشان دهنده اثربخشی اقدامات کنترلی در این روش می باشد. ($pv<0.0001$) .جدول شماره ٥ تغییرات را در بخشی از مشاغل نشان می دهد.

شکل شماره ٦ تغییرات RPN را قبل و بعد از وارد شدن مداخله نشان می دهد.باتوجه به نتایج به دست آمده، اثربخشی اقدامات کنترلی مشخص شد و توصیه می گردد برای ریسک های بالا اقدامات کنترلی موثر هرچه سریعتر صورت گیرد تا بدین وسیله از حوادث ناشی از کار وخسارت های جانی و مالی کاسته شود.

شکل ۶- تغییرات میانگین RPN قبل و بعد از انجام اقدامات اصلاحی



بحث و نتیجه گیری

تجزیه و تحلیل نقص های مشاغل با استفاده از روش FMEA این امکان را فراهم کرد که علل مختلف دارای پتانسیل بوجود آوردن شرایط حادثه یا امکان متوقف کردن فازهای عملیاتی شناسایی شوند.(۲)

با توجه به نتایج به دست آمده به وضوح در می یابیم شناسایی خطرات به روش FMEA و انجام اقدامات کنترلی و اصلاحی قبل از شروع عملیات تا حد قابل قبول میتواند از شدت حوادث بکاهد که از جمله به موارد زیر در این پروژه میتوان نام برد ۱- معاینات قبل از استخدام ۲-نصب برگه شناسنامه مواد شیمیایی MSDS بر روی کلیه مواد شیمیایی۳-آموزش های مستمر ایمنی(عمومی و اختصاصی) ٤-تکمیل چک لیست های بازرسی به صورت روزانه ٥- تست کلیه تجهیزات کارگاهی ٥- نصب علائم ترافیکی و محصور سازی جبهه های کاری ٦- استقرار بهداری و آتشنشانی در محل پروژه OSHA معتقد است که فرایند تجزیه و تحلیل خطرات بایستی در بهترین حالت بصورت تیمی و با حضور متخصصین رشته های مهندسی و عملیات فرایند و همچنین حداقل یک نفر از کارگران دارای تخصص و دانش کافی در مورد فرایند تحت بررسی انجام شود.همچنین یکی از اعضای تیم بایستی دانش کافی در زمینه روش مورد استفاده برای شناسایی خطرات داشته باشند. (۳) پژوهش حاضر بیانگر این نکته بود که از طوفان ذهنی تیمی و یا در مواردی نیز از مشاورت کارگران و یا مهندسین مربوط استفاده شد.

به نظر می رسد با پیاده سازی یک سیستم مستندسازی برای ثبت نواقص موجود می توان بررسی های ایمنی بعدی را به نحو مطلوبی حفظ کرد.بازرسی های مرتب و برنامه ریزی شده جهت تشخیص نقص های موجود در مشاغل و خطرات موجود و جلوگیری از پیشرفت آن بسیار اهمیت دارند.

استفاده از وسایل حفاظت فردی برای کارگران باعث کاهش میزان خطرات و حوادث و به دنبال آن کاهش میزان عدد ریسک و RPN می شود.بنابراین لزوم استفاده از وسایل حفاظت فردی پس از انجام اقدامات مهندسی و اجرایی مورد نیاز برای کارگران توصیه می شود.

تشکر و قدردانی

با تشکر از مدیریت محترم طرح مجتمع فولاد بافق، سرپرست محترم واحد HSE طرح مجتمع فولاد بافق، همچنین مدیریت محترم پروژه و مدیریت محترم اجرایی پروژه بزرگ فولاد سازی بافق (شرکت تام ایران خودرو) که در این امر خطیر ما را یاری نمودند.

مراجع

1-Paul Palady, Failiure Modes & Effect Analysis, 1995 by PT Publications

2- Kaiser Permanente. Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) Team Instruction Guide, 2002, 2. 7. FAA (Federal Aviation Administration) System Safety Handbook. Failure Modes and Effects Analysis, lesson 5, 2000, 2.

3- Wirth Rudiger, Berthold Bernd, Anita Kramer, Gerhard Peter. Knowledge - based Support of System Analysis for the Analysis of Failure Modes and Effects, Elsevier Science, 1996, 219-229.