

## ارزیابی خطرات بالقوه پالایشگاه شیراز با روش تجزیه و تحلیل حالات خطر (FMEA) و اثرات ناشی از آن

مهرزاد ابراهیمزاده<sup>۱</sup>، غلامحسین حلوانی<sup>۲</sup>، مرتضی مرتضوی<sup>۳</sup>، رضیه سلطانی<sup>۴\*</sup>

۱. دانشجوی کارشناس بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
۲. عضو هیات علمی گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
۳. عضو هیات علمی گروه بهداشت حرفه ای و مرکز تحقیقات سلامت شغلی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
۴. کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای و عضو مرکز تحقیقات سلامت شغلی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد

تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۳/۲۵

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۲۰

### چکیده

**مقدمه:** روش تجزیه و تحلیل حالات خطر و اثرات ناشی از آن روشی است که به طور سیستماتیک به شناسایی دلایلی که یک محصول یا یک فرآیند می تواند با آن مواجهه داشته باشد و نتایج و اثرات ایجاد شده آن می پردازد. هدف این مطالعه ارزیابی خطرات بالقوه موجود در بخش های مختلف پالایشگاه شیراز با استفاده از این تکنیک ارزیابی ریسک می باشد.

**روش بررسی:** در یک مطالعه مقطعی، فعالیت های فرزکاری، جوشکاری، حمل و نقل و جابجایی اجسام و غیره در پالایشگاه شیراز با استفاده از رابطه نمره اولویت خطرپذیری (Risk Priority Number RPN) برای تک تک فعالیت های فوق مورد بررسی قرار گرفت سپس نتایج حاصله با استفاده از نرم افزار Excel مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**یافته ها:** نتایج نشان داد که بالاترین سطح نمره RPN در فعالیت های حمل و جابه جایی اجسام و قسمت تراشیدن سطوح خارجی به ترتیب قبل و بعد از اقدامات اصلاحی دارای عدد RPN (۲۰۰ و ۲۱۰) و (۷۲ و ۸۴) می باشد. در حالی که نمره اولویت پذیری خطر در فعالیت های جوشکاری و مته کاری خارجی به ترتیب قبل و بعد از اقدامات اصلاحی دارای عدد RPN (۱۴۴ و ۱۲۰) و (۳۶ و ۲۴) می باشد ولی یافته ها نشان می دهند که فعالیت هایی که نمره RPN پایینی دارند دارای اولویت بیشتری نسبت به فعالیت های با نمره دهی بالاتر از نظر شدت آسیب می باشند.

**بحث و نتیجه گیری:** با توجه به بالا بودن نمره RPN در برخی از فعالیت ها مانند جابجایی و حمل و نقل اجسام و فرزکاری می توان با به کارگیری اقدامات کنترلی مناسب به سطح ریسک قابل قبولی رسید که نشان دهنده مفید و کارا بودن روش FMEA می باشد.

**کلید واژه ها:** پالایشگاه، خطرات بالقوه، نمره اولویت خطر پذیری، FMEA

\* نویسنده مسؤول: آدرس پستی: دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، مرکز تحقیقات سلامت شغلی، تلفن: ۰۳۵۱-۵۲۶۰۵۴۰

پست الکترونیکی: r\_soltani18@yahoo.com

## مقدمه

مهمترین بخش از هر برنامه ایمنی و بهداشت و به عبارت کامل تر هر سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت شناسایی خطرات است و در واقع موتور سیستم محسوب می شود. ابتدا باید خطرات را شناسایی نمود تا بتوان بر اساس آن راه مقابله و حذف خطر را پیشنهاد کرد و اهداف و برنامه های ایمنی بهداشت خود را تنظیم نمود. هر چه شناسایی خطر دقیق تر باشد سیستم مورد نظر عملکرد بهتری دارد (۱). شناسایی خطر و ارزیابی ایمنی روش های مختلفی دارد که از جمله روش های شناسایی و ارزیابی خطر می توان به گشت ها و بازرسی های ایمنی ممیزی، تجزیه و تحلیل حالات خطر و اثرات ناشی از آن (FMEA: Failure Mode and Effects Analysis) و تجزیه و تحلیل ایمنی شغلی (Job Safety Analysis) و تجزیه و تحلیل خطرات مرتبط با فرایند (HAZOP: Hazard and Operability) و غیره اشاره نمود.

دستورالعمل های OSHA (Occupational Safety and Health Administration) یکی از ابزارهای کیفیت می باشد که لازم است هر مدیر با آن آشنایی داشته باشد. در آمریکا هر روزه تعداد زیادی از کارگران در محیط کار کشته یا مجروح می شوند که می توان با در نظر گرفتن شرایط محل انجام کار و تهیه روش مناسب انجام کار و آموزش مناسب همه کارگران در جلوگیری از بروز بیماری ها و صدمات، اقدامات مؤثری انجام داد (۲). بر طبق گزارش سازمان بین المللی کار روزانه ۵۰۰۰ نفر در جهان به علت حوادث و بیماری های ناشی از کار جان خود را از دست می دهند و سالیانه چهار درصد تولید ناخالص داخلی در جهان معادل ۵۱/۵۳، ۱/۳ و ۲ میلیون دلار آمریکا صرف هزینه های مستقیم و غیرمستقیم بیماری های و حوادث ناشی از کار می شود. مبلغ فوق ۲۰ برابر بیشتر از کل کمک های بین المللی برای توسعه کشورهای جهان سوم است (۳)، بنابراین حوادث ناشی از کار یک زیان ملی به حساب می آید. لذا پیشگیری از

حوادث ناشی از کار از نظر اجتماعی و اقتصادی دارای اهمیت خاصی است. کارشناسان ایمنی معتقدند بیش از ۸۰٪ حوادث و بیماری های ناشی از کار با روش های ساده و کم هزینه قابل پیشگیری است (۴). اگر چه از دیر باز علل حوادث و عوارض ناشی از کار اعمال نایمن یا شرایط نایمن و غیربهداشتی عنوان شده است، اما تلاش برای بهبود شرایط ایمنی و بهداشتی محل کار، نشان داد که این دو عامل ثانویه بوده و علل ریشه ای (اولیه) وجود آنها نقص در یک سیستم مدیریت سازمان ها و به عبارتی نبود یک سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت در سازمان می باشد (۵). روش های زیادی برای ارزیابی ریسک وجود دارد، اما یک روش سودمند ارزیابی ریسک علاوه بر ساده بودن باید متناسب با ماهیت فعالیت ها، فرآیندها، فرهنگ و سایر ویژگی های سازمان مورد نظر باشد، از جمله روش های ارزیابی ریسک موجود روش تجزیه و تحلیل شکست (عوامل شکست) و آثار آن می باشد. سه کاربرد اساسی اطلاعات حاصل از ارزیابی ریسک انجام شده شامل تعیین نقاطی که نیازمند بهینه سازی از نظر ایمنی و بهداشت حرفه ای هستند تا ریسک آنها به حداقل قابل تحمل کاهش یابد، اولویت بندی درجه اهمیت خطرات جهت اختصاص منابع محدود مالی فنی و انسانی در بر طرف سازی نقایص و بهبود شرایط و در نهایت تعیین محتوای آموزش های کلاسیک و ضمن کار در زمینه ایمنی و بهداشت حرفه ای می باشد (۶). در پالایشگاه ها فعالیت های گسترده ای صورت می گیرد. هر فعالیت خطرات و ریسک هایی را در پی دارد که می بایست شناسایی و اولویت بندی شود. در صورت عدم شناسایی خطرات و ریسک های موجود، سازمان هر روزه با مشکلات زیادی مواجه و هزینه های گزافی را متحمل می شود که می تواند موجب خارج شدن از صحنه رقابت، عدم تعالی سازمان، از بین رفتن اعتماد کارکنان و در نهایت دور شدن از هدف اصلی اثربخشی و کارایی را نام برد. در کل اگر سازمان ها نسبت به شناسایی و ارزیابی

ریسک‌ها اقدام نکنند بر روی عملکرد محورهای توسعه‌ای کشور تاثیر منفی خواهد گذاشت. تجزیه و تحلیل خطا و اثرات ناشی از متدلوژی یا روشی سیستماتیک است که به دلایلی که در ادامه به آن اشاره شده است کاربرد دارد:

الف: شناسایی و اولویت حالات بالقوه خرابی در یک سیستم، محصول و فرآیند و یا خدمت

ب: تعریف و اجرا یا اقداماتی به منظور حذف و یا کاهش میزان وقوع حالات بالقوه خرابی

ج: ثبت نتایج تحلیل‌های انجام شده به منظور فراهم کردن مرجعی کامل برای حل مشکلات در آینده

FMEA را می‌توان به یک روش ساختار یافته جهت یافتن و شناخت حالات خطای یک سیستم، شیء یا فعالیت و محاسبه اثرات ناشی از آن خطا بر روی مراحل بالاتر از آن توصیف کرد (۷).

### روش بررسی

مطالعه حاضر یک مطالعه توصیفی است که در پالایشگاه نفت شیراز انجام گرفته است. در این تحقیق سعی شده تا ریسک‌های موجود در قسمت‌های مختلف پالایشگاه با روش FMEA تجزیه و تحلیل و ارزیابی شوند.

فعالیت‌های فرزکاری، جوشکاری، حمل و نقل و جابه‌جایی اجسام و غیره پالایشگاه شیراز با استفاده از رابطه نمره اولویت خطرپذیری (RPN: Risk priority Number) برای تک تک فعالیت‌های فوق بررسی شد، سپس نتایج حاصله با استفاده از نرم‌افزار Excel مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از بازدید و بررسی بخش‌های مختلف پالایشگاه از جمله واحد هیدروژن، سکوی بارگیری، کارگاه مرکزی و غیره و آشنایی سطحی با عملکرد آنها، تصمیم بر آن شد که کارگاه مرکزی پالایشگاه که از قدیمی‌ترین بخش‌های موجود در پالایشگاه است و شامل ماشین‌های تراش، مته، فرز، موتورهای جوش، جرثقیل‌های سقفی و غیره می‌باشد

برای اجرای FMEA مورد بررسی قرار گیرد. تصمیم‌گیری به کمک امتیازدهی RPN و سطح بحران صورت گرفت، روش امتیازدهی RPN بر این اساس است که اعداد با اولویت ریسک بالاتر، جهت آنالیز و تخصیص منابع با هدف بهبود، مقدم می‌باشند و تیم بایستی روی حالات خطایی کار کند که RPN‌های بالاتری دارند، عدد RPN از ضرب سه فاکتور شدت، احتمال وقوع و احتمال کشف به دست می‌آید. عدد RPN به طریق زیر محاسبه می‌شود: (۶)

$$\text{RPN} = \text{شدت} \times \text{احتمال وقوع} \times \text{قابلیت کشف}$$

در این پروژه برای تعیین میزان سطح ریسک قابل قبول و غیرقابل قبول در روش RPN، از عدد معیار ریسک استفاده می‌شود. معیار ریسک شاخصی برای جداسازی ریسک‌های قابل قبول و غیرقابل قبول سیستم مورد بررسی است. خطایی که عدد RPN آن بالاتر از معیار ریسک باشد، ریسک غیرقابل قبول و خطایی که RPN آن پایین‌تر از آن باشد، ریسک قابل قبول می‌نامند.

مقدار این شاخص بر اساس قوانین و مقررات هر سازمان و میزان توانایی آن در تأمین هزینه‌های مورد نیاز پروژه، متغیر است. گرچه عدد RPN از ضرب سه فاکتور شدت، احتمال وقوع و احتمال کشف منتج می‌شود، اما در این روش اشکالی وجود دارد که ممکن است باعث انحراف از هدف اصلی شود. این روش اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه را روی حالات خطایی متمرکز می‌کند که RPN بالایی دارند در حالی که امکان دارد خطاهایی که دارای RPN پایینی می‌باشند و یک یا دو فاکتور از سه فاکتور آنها (خصوصاً شدت و احتمال وقوع) دارای مقادیر بالایی است نادیده گرفته شوند، که این نکته به منظور اولویت‌بندی حالات خطا جهت تمرکز و تخصیص منابع به آنها بسیار مهم می‌باشد. به عنوان مثال ممکن است رتبه شدت برای یک خطر عدد بسیار بزرگی باشد (۸ یا ۹) اما عدد RPN حاصل به علت کوچک بودن رتبه‌های مربوط به ۲ فاکتور دیگر مقدار کمی داشته باشد در این مواقع حتی عدد احتمال ۱ نیز برای این خطر بسیار زیاد بوده و

سطح ۲: سطح نیمه بحرانی که در آن حداقل یک فاکتور از سه فاکتور عدد RPN (خصوصاً شدت و احتمال وقوع) دارای مقداری بالاتر از ۵ است ولی RPN به نسبت پایین می‌باشد در این صورت ارائه اقدام اصلاحی/ پیشگیرانه ضروری است (معمولاً  $RPN < 140$ ) (۷۰).

سطح ۳: سطح بحرانی که در آن حداقل دو فاکتور از سه فاکتور عدد RPN دارای مقادیر بالایی است و یا عدد RPN نیز بالا می‌باشد. از آنجا که این سطح برای اعداد RPN بالا در نظر گرفته شده واضح است که نیاز به اقدام اصلاحی/ پیشگیرانه می‌باشد (معمولاً  $RPN > 140$ ) (۸).

### یافته ها

نتایج به دست آمده از اجرای روش FMEA در پالایشگاه شیراز با تفکیک مشاغل مختلف، خطرات و علل مرتبط با آنها و شدت احتمال وقوع خطرات در جدول ۵-۱ ارائه شده و اعداد RPN به دست آمده قبل و بعد از اقدامات اصلاحی ذکر شده است.

با توجه به شدت بالا می‌بایست حتماً اقدام اصلاحی یا پیشگیرانه ارائه گردد. در این پروژه این روش تعدیل شده است و علاوه بر خطاهایی با RPN بالا به خطاهایی با RPN پایین که یک یا دو فاکتور بالا دارند نیز توجه شده است یعنی هنگام تعیین معیار ریسک و تصمیم‌گیری برای قرار دادن یک خطا در محدوده ریسک قابل قبول یا غیر قابل قبول توجه تیم تنها به اعداد RPN نبوده است بلکه هر سه فاکتور خطا نیز به تنهایی مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور معیاری به نام سطح بحران تعریف شد. سطح بحران معیاری است که بیانگر میزان اهمیت یک خطر بالقوه/ بالفعل در سیستم مورد بررسی بوده، همچنین برای سنجش سطح بحران در سیستم بکار می‌رود (۷).  
درجه بحران از سه سطح عادی، نیمه بحرانی و بحرانی تشکیل شده است که به تفضیل در ادامه به آنها پرداخته شده است.

سطح ۱: سطح عادی که در آن هر سه فاکتور عدد RPN (خصوصاً شدت و احتمال وقوع) دارای مقادیر پایین تر از عدد ۵ می‌باشد. و یا عدد RPN بسیار پایین است و نیاز به اقدام اصلاحی و پیشگیرانه ندارد. (البته با توجه به نظر مهندس مربوطه می‌توان اقدام اصلاحی/ پیشگیرانه برای آن ارائه نمود) (معمولاً  $RPN < 70$ )

جدول ۱: شناسایی و ارزیابی خطرات بالقوه ماشین مته و عدد RPN قبل و بعد از اقدامات اصلاحی

ردیف	فعالیت	خطرات	اثر خطرات	علت	شدت	احتمال وقوع	قابلیت کشف	RPN قبل	اقدامات کنترلی فعلی	اقدامات کنترلی پیشنهادی	اقدامات کنترلی انجام شده	شدت	احتمال وقوع	قابلیت کشف	RPN بعد
۱	عملیات سوراخ کاری	مصدومیت در اثر پرتاب	جانی	حفاظ گذاری نامناسب	۶	۷	۳	۱۲۶	حفاظ گذاری	نصب حفاظ بیشتر	حفاظ گذاری مجدد	۵	۳	۲	۳۰
۲	عملیات سوراخ کاری	ثابت نماندن قطعه کار	مالی - جانی	محکم نبودن پیچهای میز کار	۶	۶	۴	۱۴۴	-	آموزش اپراتور و بازرسی	بازرسی	۴	۳	۲	۲۴
۳	عملیات سوراخ کاری	خراب شدن قطعه کار	مالی	وجود برجستگی روی سه نظام	۵	۶	۳	۹۰	دقت اپراتور	بازرسی و دقت بیشتر	بازرسی	۳	۴	۲	۲۴
۴	عملیات سوراخ کاری	قلاب کردن مته	مالی	کاهش ندادن نیروی وارده	۴	۴	۵	۸۰	-	بازرسی و دقت اپراتور	دقت اپراتور	۴	۳	۲	۲۴

RPN: Risk Priority Number

جدول ۲: شناسایی و ارزیابی خطرات بالقوه ماشین فرز و عدد RPN قبل و بعد از اقدامات اصلاحی

ردیف	فعالیت	خطرات	اثر خطرات	علت	شدت	احتمال وقوع	قابلیت کشف	RPN قبل	اقدامات کنترلی فعلی	اقدامات کنترلی پیشنهادی	اقدامات کنترلی انجام شده	شدت	احتمال وقوع	قابلیت کشف	RPN بعد
۱	شکل دادن یا تراشیدن سطوح فلزی	آسیب رسیدن به اعضا	مصدومیت	خراب بودن قطعه کننده خودکار	۷	۶	۵	۲۱۰	-	درست کردن قطعه کننده خودکار	درست کردن قطعه کننده خودکار	۷	۴	۳	۸۴
۲	شکل دادن یا تراشیدن سطوح فلزی	کشیده شدن دست کارگر به داخل	مصدومیت	لباس نامناسب اپراتور	۷	۵	۴	۱۴۰	پوشیدن لباس مناسب	پوشیدن لباس مناسب و آموزش	پوشیدن لباس مناسب و آموزش	۷	۴	۳	۸۴
۳	شکل دادن یا تراشیدن سطوح فلزی	نیستن صحیح تیغه فرز	خرابی قطعه	بکار نبردن دستورالعمل	۵	۵	۳	۷۵	-	استفاده از دستورالعمل	استفاده از دستورالعمل	۵	۳	۳	۳۰
۴	شکل دادن یا تراشیدن سطوح فلزی	آسیب رسیدن به اعضا	مصدومیت	خاموش نکردن کامل دستگاه های اجرای تنظیمات	۶	۴	۳	۷۲	-	از بین بردن شناژدگی و استرس برای اپراتور	از بین بردن شناژدگی و استرس برای اپراتور	۶	۴	۳	۷۲

RPN: Risk Priority Number

جدول ۳: شناسایی و ارزیابی خطرات بالقوه عملیات جوشکاری و عدد RPN قبل و بعد از اقدامات اصلاحی

ردیف	فعالیت	خطرات	اثر خطرات	علت	شدت	احتمال وقوع	قابلیت کشف	RPN قبل	اقدامات کنترلی فعلی	اقدامات کنترلی پیشنهادی	اقدامات کنترلی انجام شده	شدت	احتمال وقوع	قابلیت کشف	RPN بعد
۱	جوشکاری	مواجهه تشعشعات (برق زدگی چشم)	مصدومیت	استفاده نکردن از ماسک و عینک	۶	۵	۴	۱۲۰	استفاده از ماسک	آموزش و بازرسی	-	۶	۳	۲	۳۶
۲	جوشکاری	آتش سوزی	جانی - مالی	عدم پاک سازی محیط پیش از شروع کار	۶	۴	۳	۷۲	-	پاک سازی محیط و نصب کپسول اطفا حریق	پاک سازی محیط و نصب کپسول اطفا حریق	۶	۲	۲	۲۴
۳	جوشکاری	انتقال ابزار دستی	مصدومیت	نبودن امکانات کافی	۴	۵	۳	۶۰	-	استفاده از چرخهای مخصوص	استفاده از چرخهای مخصوص	۴	۳	۲	۲۴
۴	جوشکاری	مواجهه با مواد سمی و شیمیایی	مسمومیت	استفاده نکردن از ماسکهای مخصوص	۴	۴	۳	۴۸	-	استفاده از ماسکهای مخصوص	استفاده از ماسکهای مخصوص	۴	۳	۲	۲۴

RPN: Risk Priority Number

جدول ۴: شناسایی و ارزیابی خطرات بالقوه قسمت جرثقیل سقفی و عدد RPN قبل و بعد از اقدامات اصلاحی

ردیف	فعالیت	خطرات	اثر خطرات	علت	شدت	احتمال وقوع	قابلیت کشف	RPN قبل	اقدامات کنترلی فعلی	اقدامات کنترلی پیشنهادی	اقدامات کنترلی انجام شده	شدت	احتمال وقوع	قابلیت کشف	RPN بعد
۱	جابجایی اجسام	سقوط اجسام	جانی - مالی	مشخص نبودن میزان بار مجاز SWL	۸	۵	۵	۲۰۰	-	حک شدن SWL	بازرسی	۸	۳	۳	۷۲
۲	جابجایی اجسام	آسیب به افراد و تجهیزات	جانی - مالی	تنظیم نبودن ترمزهای انتهای ریل و خارج شدن دستگاه	۶	۴	۴	۹۶	بازدید دوره ای ترمزها	عملکرد مطابق با دستورالعمل	بازدید دوره ای ترمزها	۶	۴	۴	۹۶
۳	جابجایی اجسام	سقوط اجسام	جانی - مالی	طراحی نشدن مسیر حرکت جرثقیل روی کف کارگاه	۸	۵	۳	۱۲۰	-	طراحی مسیر حرکت زرد رنگ روی کف کارگاه	طراحی مسیر حرکت جرثقیل روی کف کارگاه	۸	۳	۲	۴۸
۴	جابجایی اجسام	برخورد با موانع	جانی - مالی	عمل نکردن چراغ هشدار	۶	۴	۳	۷۲	بازرسی مستمر	آموزش فرد راهنما	بازرسی مستمر و آموزش	۶	۳	۲	۳۶

RPN: Risk Priority Number

جدول ۵: شناسایی و ارزیابی خطرات بالقوه ماشین تراش و عدد RPN قبل و بعد از اقدامات اصلاحی

ردیف	فعالیت	خطرات	اثر خطرات	علت	شدت	احتمال وقوع	قابلیت کشف	RPN قبل	اقدامات کنترلی فعلی	اقدامات کنترلی پیشنهادی	اقدامات کنترلی انجام شده	شدت	احتمال وقوع	قابلیت کشف	RPN بعد
۱	تراشیدن سطوح خارجی	تمیز کردن دستگاه هنگام روشن بودن	مصدومیت	کشیده شدن دست به داخل سه نظام	۷	۷	۴	۱۹۶	-	آموزش اپراتور	آموزش اپراتور	۷	۴	۳	۸۴
۲	تراشیدن سطوح خارجی	پرتاب شدن سه نظام	مصدومیت	محکم نبستن سه نظام روی محور	۶	۶	۴	۱۴۴	دستور عملیاتی موجود	آموزش اپراتور و دستورالعملیاتی موجود	دستورالعملیاتی موجود	۶	۳	۳	۵۴
۳	تراشیدن سطوح خارجی	پرتاب شدن قطعه کار	مصدومیت	محکم نبستن فکهای سه نظام	۵	۴	۵	۱۲۵	-	دقت و بازبینی	چک کردن مجدد اپراتور	۵	۲	۲	۲۰
۴	تراشیدن سطوح خارجی	پرتاب شدن قطعه کار	مصدومیت	عدم فرار گرفتن صحیح قطعه کار در سه نظام	۵	۴	۵	۱۲۵	-	آموزش اپراتور	چک کردن مجدد اپراتور	۵	۳	۲	۳۰
۵	تراشیدن سطوح استوانه‌ای	گیر کردن لباس کار در سه نظام	مصدومیت	گشاد و بلند بودن آستین لباس کار	۷	۶	۴	۱۶۸	استفاده مناسب	آموزش	استفاده از لباس کار مناسب و آموزش	۷	۳	۳	۴۲
۶	تراشیدن سطوح استوانه‌ای	باقی ماندن آچار سه نظام بر روی سه نظام	مصدومیت	سهل انگاری	۶	۷	۵	۲۱۰	-	دقت و بازبینی و آموزش	دقت و بازنگری اپراتور	۶	۲	۲	۲۴
۷	تراشیدن سطوح استوانه‌ای	خارج شدن قطعه کار از فکها	خرابی قطعه نامنظم	استفاده نکردن از صفحه نظام برای قطعات بزرگ و نامنظم	۴	۵	۳	۶۰	-	استفاده از ابزار مناسب	استفاده از ابزار مناسب	۴	۲	۳	۲۴
۸	تراشیدن سطوح استوانه‌ای	پاشیدن مایعات خنک کننده و حاوی ذرات فلز به صورت کارگر	مصدومیت	نبودن صفحات حفاظتی	۵	۵	۴	۱۰۰	-	استفاده از صفحات حفاظتی مناسب	استفاده از صفحات حفاظتی مناسب	۵	۳	۳	۳۰

RPN: Risk Priority Number

## بحث

مطالعه بیانگر وجود خطرات ناشناخته بسیاری با ریسک بالا بود. خطراتی که در صورت تبدیل شدن به حادثه می‌توانند جان کارکنان را گرفته و به وسایل و روند تولید

علیرغم اینکه در ابتدا به نظر می‌رسید که خطرات زیاد و بزرگی در این بخش‌ها وجود ندارد و کارکنان نیز به این مساله پافشاری داشتند، نتایج به‌دست آمده از این

مطالعه‌ای تحت عنوان شناسایی تجزیه و تحلیل خطرات شغلی در یکی از شرکت‌های تولید شیر که توسط Rezvani انجام شد نشان داد که در بین خطرات احتمالی موجود در این شرکت سروصدای ناشی از تجهیزات خط تولید از جمله دستگاه تتراپاک و دستگاه سبده‌شوی (۶۴٪) و پس از آن خطراتی مثل استنشاق بخارات سود و اسید (۳۲٪) و سوختگی ناشی از اسید و سود (۳۲٪) بیشترین فراوانی نسبی را به خود اختصاص دادند. در این مطالعه تعداد مشاغل مورد بررسی ۲۸ شغل و تعداد خطرات شناسایی شده ۳۸۰ خطر بوده است (۱۰٪). در تحقیقی که در یکی از شرکت‌های پالایش نفتی تحت عنوان "بررسی خطرات منجر به ایجاد حوادث در یکی از شرکت‌های پالایش نفت" به وسیله Asadi انجام شد نشان داد که خطر سقوط از ارتفاع با فراوانی نسبی (۱۲٪) و سپس خطر لیز خوردن با فراوانی نسبی (۱۰٪) در شرکت مورد بررسی منجر به ایجاد حوادث شده است. تعداد کل خطرات شناسایی شده ۴۲۵۰ خطر بوده است (۱۱).

مهیا کردن شرایط یعنی اینکه در سازمان یک فرهنگ ایمنی ثبت ایجاد شود، در یک فرهنگ ایمنی مثبت همه اعضای مجموعه از مدیریت گرفته تا کارکنان همگی نسبت به رعایت و ارتقاء ایمنی تعهد دارند (۱۲). طبعاً نه تنها فرهنگ سازمان بلکه فرهنگ جامعه نیز باید تقویت‌کننده ایمنی باشد. شرایط اقتصادی سازمان نیز عاملی کاملاً تأثیرگذار می‌باشد. این به نوبه خود باعث کاهش سطح ایمنی سازمان و بروز حوادث بیشتر می‌شود. خود این حوادث باعث خسارت‌های مستقیم و کاهش کیفیت و کمیت تولید می‌گردد. این یعنی بهره‌وری و سود کمتر که خود باعث کاهش بودجه ایمنی عوامل سازمانی و تأثیر بر روند پیشرفت و یا پیشرفت ایمنی سیستم می‌شود (۴).

### نتیجه‌گیری

با توجه به بالا بودن نمره اولویت خطرپذیری (RPN) در برخی از فعالیت‌ها مانند جابجایی و حمل و نقل اجسام و

خسارت وارد کنند و صدمات مادی و معنوی جبران‌ناپذیری را برای مجموعه به جای بگذارند. مساله خیلی مهم این است که همیشه خطراتی که به چشم نمی‌آیند و یا کوچک انگاشته می‌شوند بسیار خطرناک و تهدیدکننده هستند، چرا که هیچ اقدام کنترلی و پیشگیرانه در خصوص آنها صورت نمی‌گیرد و در نهایت روزی منجر به بروز حادثه می‌شوند. نکته قابل توجه دیگر این بود که اغلب خطرات شناخته شده در حالی سیستم را تهدید می‌کردند که می‌شد به راحتی و با صرف کمترین هزینه آنها را حذف یا کنترل کرد، در حالی که حوادث ناشی از آنها می‌توانست مجموعه را متحمل خسارات هنگفتی کند (۴). نکته بسیار مهم در این مورد آن است که نباید در مورد به کارگیری روش FMEA دچار ساده نگری شد. شناخت دقیق خطرات سیستم و به تبع آن شناسایی اختصاص اعداد دقیق متناسب با احتمال واقعی بروز شدت پیامد خطر و بالاخره تعیین تکلیف ریسک با توجه به کنترل‌های پیشنهادی، سه مرحله ارزیابی ریسک هستند که اشتباه یا لغزش در هر یک، نتایج ارزیابی ریسک را مخدوش می‌نماید و قطعاً از همین نقطه حادثه ایجاد خواهد شد. اینکه خطری در مرحله شناسایی اصلاً دیده نشود، عدد ریسک آن اشتباه (بویژه کم) محاسبه شود یا خطری توسط سلسله مراتب اقدامات ایمنی به سطح قابل تحمل سازمان کاهش نیابد هر سه به معنای صدور مجوز وقوع حادثه است. لغزش‌هایی از این دست این امکان را فراهم می‌کنند که چنین خطراتی در هیچ کجای برنامه‌ریزی سازمان مانند نظارت‌ها، بازرسی‌ها، ممیزی‌ها، اندازه‌گیری‌ها و تخصیص منابع دیده نشود (۵). همچنین در صورتی که عدد اختصاص داده شده برای ریسک هر خطر به صورت اغراق‌آمیزی بزرگ باشد آنگاه مجموعه با تعداد زیادی خطر مواجه است که به صورت کاذبی از اولویت بالایی برای کنترل برخوردارند و اصلاح آنها هزینه‌های سنگینی را بر سازمان متحمل خواهد کرد که این مساله می‌تواند باعث دلسردی مدیریت از انجام اقدامات اصلاحی به دلیل هزینه‌های زیاد آن شود (۹). در

کایزن (بهبود مستمر)، تعمیرات و نگهداری مستمر و نصب تابلوی دستورالعمل فرایندکاری باعث دستیابی به کنترل یا حذف خطرات شد که نشان‌دهنده مفید و کارا بودن روش FMEA می‌باشد.

فرزکاری می‌توان با استفاده از اقدامات کنترلی موثری چون کلاس‌های ایمنی، ممیزی داخلی، اجرای فرهنگ ۵S (Seiri ساماندهی؛ Seiton نظم و ترتیب؛ Seiso پاکیزه سازی؛ Sekitsu استاندارد سازی؛ Shitsuke انضباط)

## منابع

۱. Kapp S. why job safety analysis work. National Safety Council, Safety & Health Publication, ۱۹۹۸.
۲. U.S. Department of Labor. Job hazard analysis. Occupational Safety and Health Administration, OSHA Publication; ۲۰۰۱.P. ۳۶۴۵-۷۰۱.
۳. International Labour Organization. Prevention of major industrial accidents, Geneva: International Labour Office; ۱۹۹۱.p. ۴۵-۷.
۴. Spath PL. Using failure mode and effects analysis improve patient safety. ARON J ۲۰۰۳; ۷۸(۱): ۱۶-۳۷.
۵. Khosravi S. Using FMEA in accidents risk analysis in a regional electric company, Ghods Nirou journal, ۲۰۰۵; ۱۴: ۲۵-۳۷.
۶. Halvani GH, Zare M. Safety system engineering and risk management. Tehran: Asare Sobhan Publication; ۲۰۰۸. [Persian]
۷. Mohammadfam I. Safety engineering (the techniques of identifying, evaluation and control of hazards in industrial environments). ۲<sup>nd</sup> ed. Tehran: Nashre Fanavar: ۲۰۰۳.p. ۱۱۰-۱۲۰. [Persian]
۸. US Department of Defense. Military standard, procedure for performing a failure Mode, Effects and critically Analysis. Washington: Department of Defense; ۱۹۸۰.p. ۲۷-۳۳.
۹. Hashem S, Kouhpaei A. Fire risk assessment. Tehran: Fanavar: Publication; ۲۰۰۶.P. ۴۰-۴۱.
۱۰. Rezvani Z, Gholami M. Identifying analysis of occupational hazards in a milk company. Tehran: First National conference of Safety Engineering and Management; ۲۰۰۵.
۱۱. Asadi A. The Investigation hazards make accidents in an oil refining company, First symposium of Occupational Health and Safety in oil refining companies in ۲۰۰۳.
۱۲. Sneor A. Rectifying FMEA the inter crossing method. Reliability and maintainability symposium; ۲۰۰۳.P. ۳۷۱-۳.