



### ارزیابی ریسک پروژه تعمیرات در صنعت پتروشیمی به روش FMEA: یک مطالعه موردی در صنایع پتروشیمی جنوب غرب ایران

زینب السادات نظام‌الدینی

مربی، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

[Nezamodin\\_z@ajums.ac.ir](mailto:Nezamodin_z@ajums.ac.ir)

آلاء فتاحی

کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

[Fattahi.a@ajums.ac.ir](mailto:Fattahi.a@ajums.ac.ir)

امیرحسین صادقی رونیزی

کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

[Amirsadeghi79079@gmail.com](mailto:Amirsadeghi79079@gmail.com)

1

#### چکیده

یکی از ارکان مهم رشد و توسعه در ایران، صنعت پتروشیمی است که اخیراً از روند رو به رشد و به طور کل ریسک‌های بالقوه‌ای برخوردار بوده است. بنابراین مسئله‌ی مهمی که مطرح می‌شود مربوط به ریسک‌های صنعت پتروشیمی می‌باشد. روش‌های استاندارد زیادی برای ارزیابی ریسک وجود دارد. لذا هدف از این پژوهش ارزیابی ریسک پروژه تعمیرات در یکی از صنایع پتروشیمی جنوب غرب ایران، به روش FMEA می‌باشد. پژوهش حاضر مطالعه‌ای توصیفی-مقطعی از نوع کیفی است که در سال ۱۴۰۰ بر روی پروژه‌ی تعمیرات در یکی از صنایع پتروشیمی جنوب غرب کشور صورت گرفته است. براساس نتایج بدست آمده با توجه به درصد RPN‌های به دست آمده برای هر فعالیت، تکنسین ابزار دقیق بیشترین درصد ریسک (۱۴،۱۶ درصد) را در بین سایر فعالیت‌ها دارد. همچنین فعالیت نفر خدماتی کمترین درصد ریسک (۱،۸۳ درصد) را دارد. با توجه به مجموع RPN‌های به دست آمده از ریسک‌های ایمنی بررسی شده‌ی موجود در پروژه‌ی تعمیرات، ۶۰،۷۵ درصد فعالیت‌ها در درجه بندی ریسک متوسط قرار دارند، ۳۳،۶۴ درصد فعالیت‌ها درجه ریسک بالا، درجات ریسک بحرانی و کم نیز به طور یکسان ۲،۸۰ درصد را به خود اختصاص داده‌اند. براساس میانگین RPN‌های به دست آمده از هر فعالیت، داربست بند، بیشترین مقدار ریسک (۲۴۴) را در بین فعالیت‌های این پروژه‌ی تعمیرات دارد.

**واژگان کلیدی:** صنعت پتروشیمی، ارزیابی ریسک، ایمنی، FMEA، ایران

#### مقدمه

یکی از ارکان مهم رشد و توسعه در ایران، صنعت پتروشیمی است. با توجه به سیستم‌های نوین و حجم عظیمی از تاسیسات، مواد و تجهیزات و همچنین استقرار و پیوستگی آنها، این صنعت با ریسک و مخاطرات زیادی همراه شده است (موغاری،



صفایی، ناصر، & ارشادی، ۲۰۲۰). یکی از مهمترین مشکلات در صنایع مختلف که هزینه های زیادی را بر صنعت وارد می کند، حوادث ناشی از کار می باشد. بر طبق گزارش سازمان بین المللی کار (ILO)، حوادث شغلی و بیماری های ناشی از کار باعث بیش از ۲٫۳ میلیون مرگ و میر در سال ۲۰۰۱ بوده است. همچنین بیش از ۳۵۰ هزار حادثه شغلی کشنده، ۳۱۳ میلیون حادثه شغلی غیر کشنده و نزدیک به ۲ میلیون از بیماری های ناشی از کار بر آورد شده است. در بعد اقتصادی، حدود ۴ درصد از درآمد سرانه کشورهای جهان به معالجه و پرداخت غرامت به قربانیان حوادث و بیماران ناشی از کار و همچنین پرداخت دستمزد به امدادگران می رسد (باستان، عزیزی، & احمدوند).

صنعت پتروشیمی، اخیراً از روند رو به رشدی برخوردار بوده است. در سال ۱۳۹۱ در کل شرکت های پتروشیمی تحت پوشش شرکت ملی صنایع پتروشیمی، ۱۰۸۴۰ مورد حادثه ی شغلی رخ داده است که از این تعداد ۸۱۲ مورد حادثه ی جزئی، ۱۱۴ مورد حادثه ناتوان کننده و ۱۰ حادثه ی منجر به فوت گزارش گردیده است که پیامد منفی این حوادث ۶۱۳۵۹ روز کاری از دست رفته برآورد شده است (حلوانی، محمدنیا، زارع مهرجردی، & کشت ورز، ۲۰۲۰). بر اساس گزارش OSHA بیشترین موارد نوع خطر در سال ۲۰۰۳ به ترتیب مربوط به داربست، خطر ارتباطات، محافظت از سقوط، قفل خارجی/علائم هشدار، محافظت از سیستم تنفسی، سیم کشی برق، حفاظ گذاری ماشین، وسایل نقلیه ی صنعتی، سیم های الکتریکی و نیروهای مکانیکی می باشد (حبیبی، & علیزاده، ۱۳۹۰). بدون یک سیستم ارزیابی که مخاطرات را براساس خطر آنها رتبه بندی می کند ممکن است زمان و منابع سازمان بر روی مواردی که ریسک پایین دارند معطوف شده و از مواردی که خیلی مهم هستند غافل گردد (کرمی et al., 2014).

ارزیابی ریسک یک روش منطقی برای ارزیابی کمی و کیفی خطرات و بررسی پیامدهای بالقوه ناشی از حوادث احتمالی بر روی افراد، مواد، تجهیزات و محیط است. در حقیقت از این طریق میزان کارآمدی روش های کنترلی موجود، شناسایی شده و داده های باارزشی برای تصمیم گیری در زمینه ی کاهش ریسک و خطرات، بهسازی سیستم های کنترل و برنامه ریزی برای واکنش به آنها فراهم می شود (Ghahremani, 2005). بنابراین قبل از آغاز پروژه بایستی ریسک های پروژه شناسایی، کمی سازی و در نهایت برای جلوگیری از وقوع آنها، استراتژی مناسب اتخاذ شود (Barends, Oldenhof, Vredendregt, & Nauta, 2012; اکبر & احسان). سه کاربرد اساسی اطلاعات حاصل از ارزیابی ریسک 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 برطرف سازی نقایص و بهبود شرایط و در نهایت تعیین محتوای آموزش های کلاسیک ضمن کار در زمینه ی ایمنی و بهداشت حرفه ای می باشد (Stanton et al., 2017).

روش های زیادی برای ارزیابی ریسک وجود دارد، اما یک روش سودمند ارزیابی ریسک علاوه بر ساده بودن باید متناسب با ماهیت فعالیت ها، فرایندها، فرهنگ و سایر ویژگی های سازمان مورد نظر باشد. از جمله روش های ارزیابی ریسک موجود روش تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات ناشی از آنها (FMEA) می باشد (Stanton et al., 2017). FMEA، یک تکنیک سیستماتیک می باشد که قبل از اجرای نهایی هر پروژه ای به تعریف، شناسایی ریسک های بالقوه، علل و عواقب و ارزیابی خطر وقوع آنها با در نظر گرفتن اقدامات لازم برای حذف یا کاهش احتمال وقوع ریسک های بالقوه ی آن پروژه می پردازد (Xiao, Huang, Li, He, & Jin, 2011). در نتیجه ارزیابی ریسک به روش FMEA می تواند با بالا بردن کیفیت یک سیستم با به حداقل رساندن ریسک های پروژه، موثر باشد و موجب بالا بردن ایمنی محیط و افزایش صرفه ی اقتصادی شود (Nguyen, Shu, & Hsu, 2016). جهت جلوگیری از وقوع حوادث و خطرات در پروژه تعمیرات در صنعت پتروشیمی،



ارزیابی مخاطرات موجود اولویت دارد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف ارزیابی ریسک های ایمنی در صنعت پتروشیمی به روش FMEA صورت گرفته است.

### روش تحقیق

پژوهش حاضر مطالعه ای توصیفی-مقطعی از نوع کیفی است، که در سال ۱۴۰۰ بر روی پروژه ی تعمیرات در یکی از صنایع پتروشیمی جنوب غرب کشور طی مدت ۳ ماه صورت گرفته است. ۱۳ وظیفه ای که در این پروژه دخیل بودند عبارت از تکنسین ابزار دقیق، سرپرست کارگاه، برق کار، رنگ آمیز، کارمند اداری، داربست بند، تراشکار، آتشکار، انباردار تجهیزات، جوشکار، نگهبان، نفر خدماتی و راننده می باشند. برای ارزیابی خطرات از روش Failure Mode and Effect Analysis که به اختصار FMEA نامیده می شود، بهره گرفته شد. با توجه به اینکه بر روی پروژه تعمیرات در صنعت پتروشیمی، تا کنون پژوهشی در زمینه ارزیابی ریسک انجام نشده است، به منظور شناسایی فعالیت ها و فرایند کاری و خطرات و عوامل بالقوه ی آسیب رسان، از روش های مشاهده مستقیم مشاغل به صورت فردی، بررسی تجربیات کارکنان و گفت و گو با مسئولان و سرپرستان استفاده شد.

برای ارزیابی ریسک فعالیت‌ها از تکنیک FMEA استفاده شد. در این روش ابتدا نوع فعالیت و اجزای آن، حالت نقص هر جز، اثرات نقص، علت وقوع نقص، ردیابی، میزان شدت، احتمال وقوع و احتمال کشف، تعیین و در ادامه از حاصل ضرب شدت، احتمال وقوع و احتمال کشف که مقدار عددی آنها از جداول ۱، ۲ و ۳ استخراج گردیده است (حبیبی، ۲۰۲۰). مقادیر RPN به دست آمده و طبق جدول ۴ در چهار ردیف با درجه ی ریسک کم، متوسط، بالا و بحرانی طبقه بندی شدند. در نهایت پیشنهاداتی جهت کاهش و کنترل مخاطرات بررسی شده ارائه شده است. همچنین این روش به پژوهشگر این امکان را می دهد که تحلیل آماری دقیقی از فعالیت ها بدست آورد. به این صورت که پس از پایان اجرای FMEA این نتیجه حاصل شد که چند درصد از خطرات و حوادث شناسایی شده در چه رتبه های ریسکی قرار گرفتند و درصد ریسک های هر فعالیت چقدر است. به این ترتیب امکان مقایسه ی رتبه ریسک ها نیز فراهم شد.

جدول (۱): وخامت خطر (شدت اثر) (حبیبی، ۲۰۲۰)

رتبه	شدت اثر	شرح
۱۰	خطرناک - بدون هشدار	وخامت تاسف بار است مثل خطر مرگ، تخریب کامل
۹	خطرناک - با هشدار	وخامت تاسف بار است اما همراه با هشدار است
۸	خیلی زیاد	وخامت جبران ناپذیر است، عدم توانایی انجام وظیفه اصلی، از دست دادن یک عضو بدن
۷	زیاد	وخامت زیاد است همانند آتش گرفتن تجهیزات، سوختگی بدن
۶	متوسط	وخامت کم است مانند ضرب دیدگی، مسمومیت خفیف غذایی
۵	کم	وخامت خیلی کم است مانند ضرب دیدگی، مسمومیت خفیف غذایی
۴	خیلی کم	وخامت خیلی کم است ولی بیشتر افراد آن را احساس می کنند، نشت جزئی گاز
۳	اثرات جزئی	اثر جزئی برجا میگذارد مثل خراش دست به هنگام تراشکاری
۲	خیلی جزئی	اثر خیلی جزئی دارد
۱	هیچ	بدون اثر



جدول (۲): احتمال وقوع خطر (حیبی، ۲۰۲۰)

رتبه	نرخ های احتمالی خطر	احتمال رخداد خطر
۱۰	۱ در ۲ یا بیش از آن	بسیار زیاد، خطر تقریباً اجتناب ناپذیر است
۹	۱ در ۳	زیاد، خطر های تکراری
۸	۱ در ۸	متوسط، خطر های مورد
۷	۱ در ۲۰	
۶	۱ در ۸۰	
۵	۱ در ۴۰۰	
۴	۱ در ۲۰۰۰	
۳	۱ در ۱۵۰۰۰	کم، خطر های نسبتاً نادر
۲	۱ در ۱۵۰۰۰۰	
۱	کمتر از ۱ در ۱۵۰۰۰۰۰۰	بعید، خطر نامحتمل است

4

جدول (۳): احتمال کشف خطر (حیبی، ۲۰۲۰)

رتبه	قابلیت کشف	معیار: احتمال کشف خطر
۱۰	مطلقاً هیچ	هیچ کنترلی وجود ندارد و یا در صورت وجود قادر به کشف خطر بالقوه نیست
۹	خیلی ناچیز	احتمال خیلی ناچیزی دارد که با کنترل های موجود، خطر ردیابی و آشکار شود
۸	ناچیز	احتمال ناچیزی دارد که با کنترل های موجود، خطر ردیابی و آشکار شود
۷	خیلی کم	احتمال خیلی کمی دارد که با کنترل های موجود، خطر ردیابی و آشکار شود
۶	کم	احتمال کمی دارد که با کنترل های موجود، خطر ردیابی و آشکار شود
۵	متوسط	در نیمی از موارد محتمل است که با کنترل موجود، خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۴	نسبتاً زیاد	احتمال نسبتاً زیادی وجود دارد که با کنترل موجود، خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۳	زیاد	احتمال زیادی وجود دارد که با کنترل موجود، خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
۲	خیلی زیاد	احتمال خیلی زیاد وجود دارد
۱	تقریباً حتمی	تقریباً به طور حتم با کنترل های موجود، خطر بالقوه ردیابی و آشکار میشود

جدول (۴): طبقه بندی اولویت اقدامات اصلاحی در ارزیابی ریسک

درجه ریسک	محدوده RPN	ردیف
کم	۱-۱۰۰	۱
متوسط	۱۰۰-۲۰۰	۲
بالا	۲۰۰-۳۰۰	۳
بحرانی	۳۰۰-۴۰۰	۴



جدول (۵): نمونه فرم تکمیل شده ارزیابی ریسک به روش FMEA در فعالیت جوشکار

جزء	حالت نقص	اثرات	علل	ردیابی	نرخ وخامت (شدت)	احتمال وقوع	احتمال کشف (ردیابی)	RPN	اقدامات پیشنهادی
جوش برق	پرتاب پلیسه	آسیب به چشم و بدن	عدم استفاده از PPE مناسب	مشاهده چشمی و آسیب بدنی	۷	۶	۵	۲۱۰	استفاده از عینک ایمنی، آموزش؛ انتشار بولتن، برگزاری TBM
اتصال الکتروود	عبور جریان الکتریسیته از بدن	برق گرفتگی نفر	عدم عایق (عدم استفاده از کفش ایمنی)	مشاهده فرد برق گرفته	۹	۶	۵	۲۷۰	استفاده از کفش عایق و دستکش لاستیکی
حمل قطعات فلزی به محل انجام کار	اختلالات اسکلتی - عضلانی	درد شانه و کمر و مچ	پوسچر نامناسب حین انجام کار	گزارش درد کمر و مچ توسط نفر	۸	۷	۴	۲۲۴	آموزش حمل صحیح بار و وضعیت بدن در حین حمل، قرار دادن ابزار آلات در ارتفاع مناسب حین کار

5

### یافته ها

ریسک های ایمنی با استفاده از روش FMEA ارزیابی شدند که نتایج آن در جدول ۶ و نمودارهای ۱ و ۲ آمده است. نتایج حاصل از ارزیابی ریسک های ایمنی در پروژه تعمیرات به روش FMEA، نشان داد که تکنسین ابزار دقیق بیشترین درصد ریسک را دارا می باشد. مطابق نمودار ۱ از مجموع RPN های بدست آمده از ریسک های ایمنی بررسی شده ی موجود در پروژه ی تعمیرات، ۲۰٫۸۰٪ درجه ریسک کم (RPN: 1-100)، ۶۰٫۷۵٪ درجه ریسک متوسط (RPN: 100-200)، ۱۴٫۳۳٪ درجه ریسک بالا (RPN: 200-300) و ۲٫۸۰٪ درجه ریسک بحرانی (RPN: 300-400) داشتند. عبور الکتریسیته از بدن، پرتاب پلیسه، تولید پرتو الکترومغناطیس و استرس حرارتی را می توان از بارزترین ریسک های ایمنی این پروژه با درجه بحرانی و بالا بیان داشت.

براساس جدول ۶ و نمودار ۲، در می یابیم که تکنسین ابزار دقیق بیشترین درصد ریسک (۱۴٫۱۶ درصد) را در بین فعالیت های ذکر شده دارد. فعالیت نفر خدماتی کمترین درصد ریسک (۱٫۸۳ درصد) را دارد. با توجه به مجموع RPN های به دست آمده

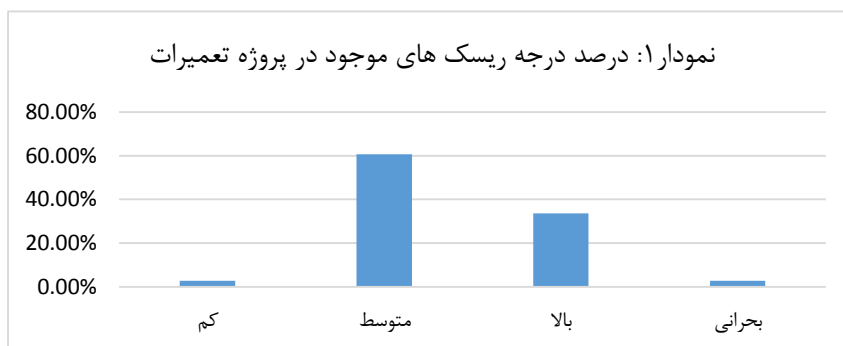




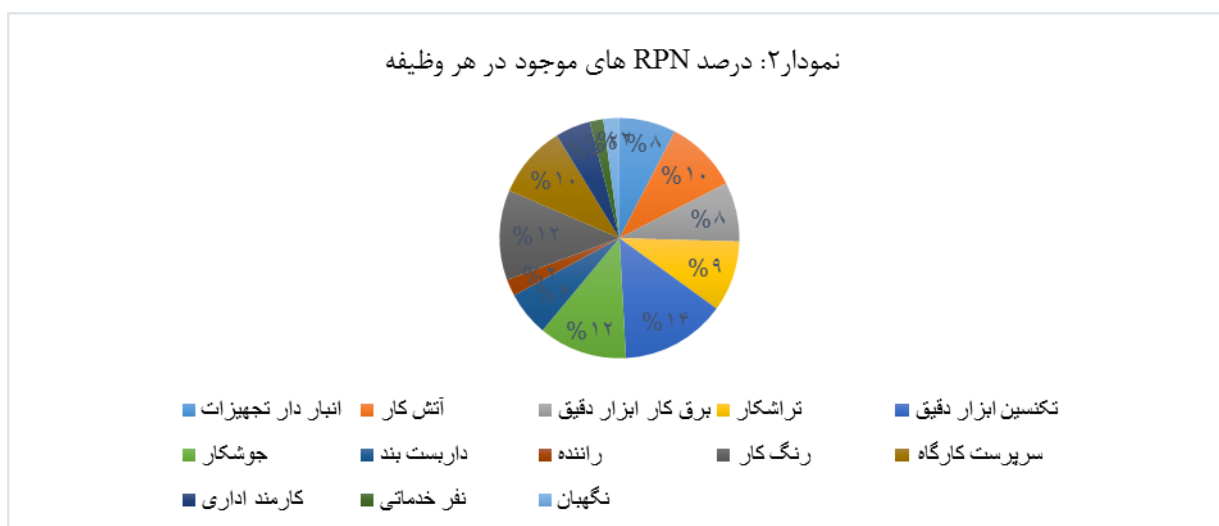
از ریسک‌های ایمنی بررسی شده‌ی موجود در پروژه‌ی تعمیرات اغلب فعالیت‌ها (۶۰,۷۵ درصد) در درجه بندی ریسک متوسط قرار دارند، ۳۳,۶۴ درصد فعالیت‌ها درجه ریسک بالا و درجات ریسک بحرانی و کم نیز به طور یکسان ۲,۸۰ درصد را به خود اختصاص داده‌اند. براساس میانگین RPN‌های به دست آمده از هر فعالیت، داریست بند، بیشترین مقدار ریسک (۲۴۴) را در بین فعالیت‌های نام برده دارد.

جدول ۶: میزان RPN‌های موجود در هر وظیفه

ردیف	فعالیت شغلی	حد اکثر RPN	حد اقل RPN	میانگین RPN	مجموع RPN‌ها	درصد
۱	انباردار تجهیزات	۱۸۰	۱۴۰	۱۹۳,۹	۱۵۵۱	۷,۶۴
۲	آتش کار	۳۳۶	۱۲۵	۱۹۹,۴	۱۹۹۴	۹,۸۳
۳	برق کار ابزار دقیق	۲۷۰	۹۰	۱۸۰,۴	۱۶۲۳	۷,۹۹
۴	تراشکار	۲۵۲	۱۲۵	۱۹۳,۲	۱۹۳۲	۹,۵۲
۵	تکنسین ابزار دقیق	۳۳۶	۱۲۰	۱۹۱,۸	۲۸۷۶	۱۴,۱۶
۶	جوشکار	۲۸۸	۱۲۵	۲۲۰,۴	۲۴۲۴	۱۱,۹۴
۷	داریست بند	۳۷۸	۱۲۵	۲۴۴	۱۲۲۰	۶,۰۲
۸	راننده	۱۶۲	۱۴۴	۱۵۲	۴۵۶	۲,۲۵
۹	رنگ کار	۲۹۴	۱۲۵	۲۰۵,۳	۲۴۶۳	۱۲,۱۳
۱۰	سرپرست کارگاه	۲۴۰	۹۰	۱۶۵,۵	۱۹۸۶	۹,۷۵
۱۱	کارمند اداری	۱۹۶	۱۰۸	۱۶۱,۵	۹۶۵	۴,۷۵
۱۲	نفر خدماتی	۱۸۰	۹۰	۱۲۳,۴	۳۷۰	۱,۸۳
۱۳	نگهبان	۱۶۸	۱۲۰	۱۴۶	۴۳۸	۲,۱۶



### بحث و نتیجه گیری



توسعه صنایع و رشد تکنولوژی باعث به وجود آمدن مسئله ریسک در صنعت شده است. با توجه به این که پالایشگاه، مخازن ذخیره نفت، شبکه های نفت و گاز، مجتمع های پتروشیمی به عنوان زیر ساخت های مهم و اساسی به شمار می روند و نیز به علت گستردگی فراوان، حجم عظیم سرمایه، مخاطرات فراگیر و تعداد افراد زیادی که در این صنایع در حال فعالیت می باشند، در چند دهه ی اخیر وقوع حوادث هولناک در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی ضرورت توجه به مخاطرات و ریسک های موجود در این صنایع را دوچندان نموده است. همچنین شدت زیان های جانی و مالی سوانح در صنایع نفت و گاز و پتروشیمی اهمیت شناسایی مخاطرات و کنترل ریسک های ایمنی، بهداشت و محیط زیست را در این صنعت بیش از پیش آشکار می سازد (حلوانی et al., 2020).

در پژوهش حاضر ابتدا اجزای هر فعالیت مشخص شده و سپس با توجه به مقادیر شدت، احتمال وقوع و احتمال کشف هر جز، مقادیر RPN به دست آمد و با توجه به آن کار ارزیابی و طبقه بندی ریسک ها انجام شد. براساس نتایج پژوهش حاضر با توجه به درصد RPN های به دست آمده برای هر فعالیت، در می یابیم که تکنسین ابزار دقیق بیشترین درصد ریسک ۱۴،۱۶ درصد



را در بین فعالیت‌های ذکر شده دارد. فعالیت نفر خدماتی کمترین درصد ریسک (۱,۸۳) را دارد. با توجه به مجموع RPN های به دست آمده از ریسک‌های ایمنی بررسی شده‌ی موجود در پروژه‌ی تعمیرات اغلب فعالیت‌ها در درجه بندی ریسک متوسط ۶۰,۷۵ درصد قرار دارند، ۳۳,۶۴ درصد فعالیت‌ها درجه ریسک بالا و درجات ریسک بحرانی و کم نیز به طور یکسان ۲,۸۰ درصد را به خود اختصاص داده‌اند. براساس میانگین RPN های به دست آمده از هر فعالیت، داربست بند، بیشترین مقدار ریسک (۲۴۴) را در بین فعالیت‌های نام برده دارد.

در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی خطرات بالقوه با روش FMEA در یکی از پالایشگاه‌ها که توسط ابراهیم زاده و همکاران انجام گرفت، نشان داده شد که در بین خطرات احتمالی موجود در پالایشگاه، فعالیت‌هایی همچون جابجایی و حمل و نقل اجسام و فرز کاری دارای بالاترین سطح نمره RPN می‌باشند که با پیشنهاد اقدامات کنترل مناسب، RPN به سطح قابل قبولی رسید که نشان دهنده‌ی مفید و کارا بودن روند FMEA می‌باشد (مهرزاد، غلامحسین، مرتضی، & رضیه). در پژوهشی دیگر که توسط حمیدان و دشتی بر روی مخازن نفتی آموخت انجام شد، چهار ریسک نشت از مخازن LPG، تصادف وسایل نقلیه و ماشین‌آلات، انفجار و آتش‌سوزی و وقوع حوادث طبیعی در مرحله قبل از اصلاح درجه ریسک‌پذیری بحرانی عنوان شدند (حمیدان، نگین، دشتی،\* & سولماز، ۲۰۱۸). نظام‌الدینی و همکاران، پژوهشی در خصوص شناسایی و ارزیابی خطای انسانی در اپراتورهای جرثقیل‌های سقفی در یکی از صنایع فولاد جنوب کشور با روش H-FMEA انجام دادند که در آن پژوهش ۶۵ خطای احتمالی ۸ فعالیت شناسایی شد. نهایتاً فعالیت‌شناسایی با شغل با فراوانی ۲۱ مورد (۳۲,۳٪) بیشترین تعداد خطا را داشت. همچنین اتصال با ریگر، تحویل شیفت و تنظیم پتل کنترل کابین هرکدام با دو خطا (۳,۱٪) کمترین تعداد خطا را داشتند (Zeinab Alsadat Nezamodini, Behnoosh Jafari, Arman Amiri, & Seyd Amin Jazayeri, 2021). نتایج تجارب صنعتی و گزارش‌های کارشناسی در دهه‌های اخیر حاکی از آن است که نه تنها در حوادث خاص صنایع نفت و گاز بلکه در همه حوادث بیش از ۷۰ درصد علل بروز حوادث به نحوی ناشی از خطای انسانی بوده است، به طوری که در نهمین کنفرانس سالانه ایمنی، بهداشت و محیط زیست ۲۰۱۳ اعلام شد که خطای انسانی علت ۹۱ تا ۹۶ حوادث در صنایع نفت و گاز بوده است (Ebrahim Fathabadi, 2014).

در پژوهش حاضر با توجه به این که انسان به عنوان یک سیستم مورد ارزیابی ریسک قرار داده شد، میتوان با شناسایی دقیق خطرات و پیامدهای ناشی از آن و به کارگیری اقدامات کنترلی مناسب به سطح قابل قبولی از ریسک رسید. از جمله اقدامات کنترلی پیشنهادی شامل موارد زیر می‌باشد:

- استفاده از کنترل‌های مدیریتی مبنی بر چرخش کار و کاهش مدت زمان تماس
- استفاده از گوشی‌های محافظتی، ایرماف و ایرپلاگ
- آموزش MSDS به پرسنل
- برگزاری جلسات TBM
- چک کردن روشنایی توسط دستگاه لوکس متر و بررسی مناسب بودن میزان آن
- آموزش و آموختن روش‌های کاهش استرس و ناراحتی به هنگام انجام وظیفه‌ی کاری
- تهیه موزی و عمومی
- رعایت اصول ایمنی کار در ارتفاع و استفاده از PPE مناسب
- نوشیدن آب در دفعات زیاد و به مقدار کم





- آموزش نرمش های ارگونومی مچ دست، گردن و حمل صحیح بار و وضعیت بدن در حین حمل
- ۱۰ دقیقه استراحت به صورت ایستاده به ازای هریک ساعت کار نشسته
- استحمام پرسنل بعد از اتمام شیفت کاری در محل کار
- اجرای تمامی پروتکل های بهداشتی ابلاغی از سوی ستاد ملی کرونا

### تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از طرح تحقیقاتی به شماره 00s79 می‌باشد که در شورای پژوهشی دانشجویی و جلسه کمیته اخلاق در پژوهش، با کد IR.AJUMS.REC.1400.538 به تصویب رسیده است. بدین وسیله نویسندگان این مقاله، از همکاری مسؤلان و کارکنان پروژه تعمیرات صنعت پتروشیمی مطالعه شده، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

### منابع

اکبر، ع. ت. & احسان، ح. ا. ارزیابی و تحلیل ریسک های پروژه با استفاده از رویکرد تلفیقی مدیریت ریسک استاندارد PMBOK و تکنیک RFMEA

باستان، عزیز، & احمدوند. ارزیابی پویای اثربخشی سیاست‌های توسعه سیستم مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی. فصلنامه مطالعات مدیریت راهبردی، ۱۱(۴۱)، ۱۹۸-۱۷۵.

حبیبی، ت. ا. ا. (۲۰۲۰). ایمنی کاربردی و شاخصهای عملکرد در صنعت.

حلوانی، غ. محمدنیا، م. زارع مهرجردی، م. & کشت ورز، م. (۲۰۲۰). ارزیابی ریسک تعمیرات خطوط لوله گاز به روش FMEA با انجام مداخله و تعیین شاخص‌های پایش عملکرد ایمنی در یکی از شرکت‌های بهره‌برداری نفت و گاز سال ۹۲-۱۳۹۱. فصلنامه طب کار، ۱۲(۲)، ۶۸-۵۹.

حمیدان، نگین، دشتی، \* & سولماز، (۲۰۱۸). ارزیابی ریسک مخازن نفتی آموت منطقه آزاد اروند در مرحله بهره‌برداری با استفاده از روش FMEA. مجله سلامت و بهداشت، ۹(۴)، ۴۰۲-۳۸۹.

کریمی، شاهر، نبی‌بیدهندی، جعفری، هویدی، حسن، & هدایتی. (۲۰۱۴). ارزیابی ریسک مواجهه با مواد شیمیایی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مطالعه موردی: پتروشیمی اراک. Iranian Journal of Health & Environment, 7(2).

موغاری، م. صفایی، ناصر، & ارشادی. (۲۰۲۰). ارائه مدلی جهت ارزیابی ریسک پروژه‌های EPC در صنعت پتروشیمی مبتنی بر تکنیک‌های FMEA و ANP. فصلنامه مدیریت صنعتی، ۱۴(۵۰)، ۱۸۲-۱۵۸.

مهرزاد، ا. ز. غلامحسین، ح. مرتضی، م. & رضیه، س. گ. ارزیابی خطرات بالقوه پالایشگاه شیراز با روش تجزیه و تحلیل حالات خطر (FMEA) و اثرات ناشی از آن.

Barends, D. M., Oldenhof, M. T., Vredendregt, M. J., & Nauta, M. J. (2012). **Risk analysis of analytical validations by probabilistic modification of FMEA.** Journal of pharmaceutical and biomedical analysis, 64, 82-86 .

Ebrahim Fathabadi, H. (2014). **Take engineering to human error in the management of safety in the oil and gas industry.** The scientific journal promotes exploration and production of oil and gas, 114, 8-12 .

Ghahremani, A. (2005). **Fire risk assessment.** 2 th National Saf Con Port. In: Tehran.



- Nguyen, T.-L., Shu, M.-H., & Hsu, B.-M. (2016). **Extended FMEA for sustainable manufacturing: An empirical study in the non-woven fabrics industry.** Sustainability, 8(9), 939 .
- Stanton, N. A., Salmon, P. M., Rafferty, L. A., Walker, G. H., Baber, C., & Jenkins, D. P. (2017). **Human factors methods: a practical guide for engineering and design:** CRC Press.
- Xiao, N., Huang, H.-Z., Li, Y., He, L., & Jin, T. (2011). **Multiple failure modes analysis and weighted risk priority number evaluation in FMEA.** Engineering Failure Analysis, 18(4), 1162-1170 .
- Zeinab Alsadat Nezamodini, Behnoosh Jafari, Arman Amiri, & Seyd Amin Jazayeri. (2021). **Identification and Evaluation of Human Error Using the H-FMEA Technique in Overhead Crane Operators of a Steel Industry in South of Iran.** In The 3th International Iranian Ergonomics Webinar & The 4th Biennial Webinar on Ergonomics. Shiraz, Iran.