

نشریه علمی پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست

سال اول، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، (پیاپی ۲): صص ۱-۱۰

علمی

## شناسایی و ارزیابی ریسک‌های HSE موجود در پروژه‌های عمرانی با

### استفاده از روش FMEA

## (مطالعه موردی: پروژه آبرسانی به پالایشگاه بیدبلند خلیج فارس)

فرشید فرخی زاده<sup>۱\*</sup>، نگار اسکندری<sup>۲</sup>، علیرضا گمرکچی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۱۸

### چکیده

همه صنایع در پروژه‌های خود با ریسک مواجه هستند، لذا مدیریت ریسک یکی از مهم‌ترین وظایف هر سازمانی می‌باشد. یکی از سیستم‌های مدیریت ریسک، سیستم HSE می‌باشد که با استقرار و اجرای این سیستم در هر سازمانی، می‌توان میزان مخاطرات ناشی از ریسک‌ها را کاهش داد و یا حذف کرد. این سیستم سه زمینه ایمنی، بهداشت و محیط زیست را در هر سازمانی ارزیابی و تحلیل می‌کند. یکی از مراحل مهم در این سیستم شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌ها می‌باشد، که این امر هدف اصلی این مقاله است؛ بدین جهت در این پژوهش برای شناسایی و ارزیابی ریسک‌های موجود در پروژه آبرسانی به پالایشگاه بیدبلند خلیج فارس از تکنیک FMEA استفاده شده است. در تکنیک تجزیه و تحلیل حالات شکست و آثار آن (FMEA) از طریق امتیازدهی سه پارامتر احتمال وقوع، شدت اثر و احتمال کشف ریسک، اولویت ریسک‌ها تعیین می‌گردد. برای جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش از روش مصاحبه استفاده شده است. مصاحبه‌ها از ۲۳ نفر که شامل کارکنان و کارشناسان مجرب این پروژه هستند، صورت گرفته است. از حاصل ضرب سه پارامتر گفته شده، عدد اولویت ریسک (RPN) بدست می‌آید. این عدد می‌تواند سطح ریسک‌ها را از نظر بحرانی و یا غیر بحرانی تعیین کند، هرچه میزان این عدد بیشتر باشد ریسک از اولویت بالاتری برای بررسی برخوردار است. لذا ریسک‌های تردد وسایل نقلیه، وجود تجهیزات دوار، عملیات جابه‌جایی ابزار و تجهیزات، وجود دریچه‌های بازدید، تردد در محدوده تصفیه‌خانه، فعالیت اسکرابر و وقوع حوادث طبیعی جزء ریسک‌های بحرانی محسوب نمی‌شوند. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که ریسک "عملیات جوشکاری و برشکاری و کار با سایر تجهیزات برقی عملیاتی و فعالیت در محدوده ترانس‌ها" بحرانی‌ترین ریسک‌های این پروژه محسوب می‌شوند، لذا در پایان پژوهش، به بیان یکسری پاسخ‌های مناسب جهت کاهش و یا حذف این ریسک‌ها پرداختیم.

**کلید واژه‌ها:** مدیریت ریسک، پروژه‌های عمرانی انتقال آب، تکنیک FMEA، HSE، بیدبلند خلیج فارس

<sup>۱</sup> استادیار، دانشگاه افسری و تربیت پاسداری امام حسین (ع)، تهران، ایران - (F.farokhi@ihuo.ac.ir) - نویسنده مسئول

<sup>۲</sup> کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران

<sup>۳</sup> کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران

## ۱- مقدمه

شنوایی کارکنان بالاست و اینکه افراد دچار عوارض شنوایی شوند، احتمال بالایی دارد و همچنین با ارزیابی پیامدهای جنبه محیط‌زیستی به این نتایج رسید که میزان آلودگی هوا به دلیل تجمع ذرات آزیست هنگام تعمیرات بالاست و این بسیار خطرناک بوده و احتمال اینکه سبب آلودگی محیط اطراف و افراد نیز شود، بالا ارزیابی شده است. [3]

سمیه قربانی نوع مقاله‌ای با عنوان "مدل مدیریت ریسک مبتنی بر FMEA فازی در پروژه‌های ساخت" ارائه کرده است. او در این مقاله بیان می‌کند امروزه ریسک در همه مراحل زندگی بشر وجود دارد و هیچ صنعتی به ویژه صنعت عمران از آن مصون نمی‌باشند. این ریسک‌ها سبب عدم موفقیت پروژه در کسب مقاصد برنامه‌ریزی شده می‌شوند. او در این مقاله مدیریت ریسک را اینگونه تعریف کرده است؛ مدیریت ریسک دانشی است برای تشخیص، ارزیابی و واکنش به ریسک در زمان اجرای یک پروژه با هدف تنزیل و یا حذف احتمال وقوع و شدت اثر آن بر مقاصد پروژه قبیل هزینه، زمان و کیفیت ... برای تحلیل و ارزیابی ریسک‌های موجود در پروژه از روش FMEA استفاده شده است. این روش علاوه بر تشخیص اشتباهات و کاستی‌های در سیستم، راهکارهایی را جهت تنزیل و یا حذف ریسک‌ها ارائه می‌کند. با استفاده از پژوهشات و بررسی‌های انجام شده در گذشته، ریسک‌های حاضر در پروژه‌های عمرانی، شناسایی شده و عوامل تأثیرگذار بر ریسک‌ها ارزیابی می‌شوند. برای اولویت‌بندی ریسک‌ها، عدد RPN آنها محاسبه می‌گردد. [4]

احسان سلیمانی مقاله‌ای با عنوان ارزیابی ریسک‌های HSE در حفاری تونل متروی شماره ۲ شیراز با روش FMEA ارائه کرد که در این پژوهش هدف اصلی تحلیل و ارزیابی ریسک‌های ایمنی، بهداشت حرفه‌ای و محیط‌زیست در پروژه تونل‌های حفاری مترو که به صورت موردی در شیراز انتخاب شده، با استفاده از روش FMEA می‌باشد. در این پژوهش ابتدا از طریق مشاهده، آئین‌نامه‌ها و استانداردهای مرتبط، چک لیست‌ها و ... ریسک‌های موجود در پروژه شناسایی و مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفته و در نهایت راهکارهای ضروری برای کاهش مخاطرات و میزان سطح این ریسک‌ها که شامل ریسک‌های ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست می‌باشد، ارائه گردیده است. [5]

حسین زاده، اولادعظیمی، جوادیان، براری، رحیمی و اصغری مقاله‌ای با عنوان "بررسی نقش سیستم مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست HSE-MS در کاهش حوادث" ارائه کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که با اجرای سیستم HSE-MS در شرکت‌ها و یا سازمان‌ها علاوه بر آنکه زمینه‌ای برای عرضه و اجرای استانداردهای قانونی به جهت مراقبت از کارکنان ایجاد می‌شود،

دنیای ما مملو از مخاطرات و ریسک‌های گوناگون می‌باشد و آرزوی همه مردم این است که زندگی عاری از خطری داشته باشند. در عصر امروزی با توجه به افزایش جمعیت، پروژه‌های عمرانی نیز افزایش یافته است. با رشد روز افزون پروژه‌های عمرانی، افزایش خطرات و ریسک‌های ناشی از کار را نیز پیش‌رو خواهیم داشت. برای کنترل و کاهش این خطرات نیازمند مدیریت صحیح و با برنامه هستیم که نتیجه این برنامه باید افزایش ایمنی، سلامت کارکنان و همچنین حفاظت از محیط‌زیست باشد. امروزه پروژه‌های عمرانی در همه جای دنیا در حال اجرا و افراد زیادی در این پروژه‌ها مشغول به فعالیت هستند، از این رو این افراد در دامنه تهدید ریسک‌های این پروژه‌ها می‌باشند. [1]

حوادث ناشی از کار یکی از عوامل مهم مرگ‌ومیر در ایران و جهان می‌باشد. تعداد کثیری از فعالیت‌های عمرانی در دسته فعالیت‌های خطرناک جای می‌گیرند و لذا کارگاه‌های عمرانی با توجه به ماهیت و تنوع گسترده مشاغل در آن، متنوع بودن سازمان‌ها و ذینفعان این نوع پروژه‌ها و ناآگاه بودن بسیاری از ذینفعان از قوانین حاکم بر پروژه‌ها یکی از پرخطرترین فضاهای کاری کشور به شمار می‌روند. علاوه بر بحث هزینه‌های ناشی از حوادث (شامل هزینه‌های درمانی پرسنل آسیب دیده، غرامت‌های مرگ، حق بیمه و جبران دیگر خسارت‌ها)، لزوم توجه به مدیریت ریسک‌های HSE (سلامت حرفه‌ای، ایمنی و زیست محیطی) در طول عمر پروژه‌های عمرانی را می‌رساند و اهمیت ارائه الگویی مناسب در راستای مدیریت ریسک‌های HSE که سبب کاهش حوادث ناشی از کار در سازمان‌ها و شرکت‌ها آشکار می‌گردد. [2]

در دنیای امروز برای کاهش حوادث و مخاطرات و افزایش اثربخشی پروژه‌ها بیش از پیش از روش‌های مدیریتی استفاده می‌کنند. با توجه به پیشرفت روز به روز جوامع بشری، همواره ترس از وقوع خسارات و حوادث جبران‌ناپذیر ناشی از کار وجود دارد که برای مقابله با این وقایع باید از منابعی همچون زمان و هزینه استفاده کرد. در پروژه‌های عمرانی و دیگر پروژه‌ها برای شناسایی ریسک‌های ناشی از این حوادث از مدیریت ایمنی و بهداشت در کنار مدیریت ریسک استفاده می‌شود. [2]

## ۲- پیشینه تحقیق

میثم نادریان (۱۴۰۱) در مقاله‌ای با عنوان بررسی ارزیابی ریسک‌های ایمنی، بهداشت و زیست محیطی پالایشگاه نفت ستاره بندرعباس با تکنیک EFMEA؛ با ارزیابی پیامدهای جنبه بهداشتی به این نتایج رسید که میزان تأثیر آلودگی صوتی بر

یوتینگ هو مقاله‌ای با عنوان حالت جدیدی از مدیریت ریسک‌های HSE برای پروژه‌های ساخت‌وساز ارائه کرد. در این مقاله بیان شده است که حالت HSE که توسط شرکت سل توسعه و مطرح شده یک ابزار کاملاً معروف در مدیریت ریسک پروژه‌های ساخت‌وساز می‌باشد. برای اینکه ابزاری که در این مدیریت ریسک HSE استفاده می‌کنیم بسیار کاربردی‌تر شود باید آن را با محیط کاری تطبیق دهیم. برای اینکه ابزاری که در این استفاده می‌شود که یکی از آنها "راهنمای HSE پس از کار" نام دارد و برای مدیریت ریسک‌های نسبتاً ثابت طراحی شده و سند دیگر یک سند در حال تغییر است که "طرح HSE پروژه" نام دارد و برای مدیریت ریسک‌های در حال تغییر طراحی شده است. هر سند عمدتاً برای راهنمایی کارگران برای کار یا کار به شیوه‌ای استاندارد و ایمن طراحی شده اند. چک لیست برای بررسی اینکه آیا وضعیت محل کار مانند ماشین‌آلات، تجهیزات، ابزار و غیره ایمن است یا خیر طراحی شده است. [9]

### ۳- روش تحقیق

در این بخش، روش پژوهش و شیوه اجرای آن، نمونه و جامعه آماری، ابزار جمع‌آوری اطلاعات و روش تجزیه و تحلیل داده‌ها بیان می‌شود.

#### ۳-۱- روش پژوهش

اصل و ریشه‌ی علم را می‌توان روش‌شناخت آن دانست و ارزش و اعتبار هر علمی به روش‌شناختی که در آن بکار می‌رود، وابسته می‌باشد. برای انتخاب روش تحقیق باید به عواملی چون هدف، وسعت و دامنه تحقیق، ماهیت موضوع تحقیق، محدودیت‌ها، امکانات اجرایی و ... توجه کرد. هدف این پژوهش، هدفیست کاربردی و نوع روش آن هم توصیفی-کیفی می‌باشد. در اجرای تحقیق ابتدا مطالعاتی بر روی ریسک‌های HSE موجود در پروژه آبرسانی به بیدبلند خلیج فارس صورت گرفته است. سپس مصاحبه‌هایی با پرسنل پروژه و کارشناسان انجام گرفته است. پس از شناسایی ریسک‌ها به تجزیه و تحلیل آنها با استفاده از روش FMEA پرداخته‌ایم.

#### ۳-۲- نمونه و جامعه آماری

جامعه آماری شامل گروهی از افراد، حوادث و یا اشیاء و... از یک جامعه می‌باشد که دارای صفات مشترکی بایکدیگر هستند و آن جامعه را معرفی می‌کنند، که از این جامعه تعدادی را به عنوان نمونه آماری به صورت تصادفی انتخاب می‌کنیم.

تنزیل مخاطرات و آسیب‌ها را نیز به دنبال خواهد داشت که این عمل تأثیر زیادی بر نگهداری و مراقبت از محیط‌زیست و توسعه پایدار آن سازمان و محیط اطراف وابسته به آن می‌گذارد. از مزایای دیگر اجرای این سیستم در سازمان می‌توان به کاهش هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم برآمده از آلودگی محیط‌زیست و ارتقاء و بهبود وضع اقتصادی سازمان اشاره کرد. با مستمرسازی و اجرای سیستم مدیریت HSE در هر سازمان، آسیب‌ها و حوادث تشخیص داده می‌شوند که به دنبال آن راهکارهای مناسبی برای کاستن ریسک‌ها و یا حذف آنها ارائه خواهد شد. مقصود این پژوهش، مطالعه و نظارت بر وظیفه هر یک از اجزاء سیستم مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست در تنزیل مخاطرات می‌باشد که این پژوهش به روش تحلیلی مروری تهیه شده است. [6]

حاجی‌پور و همکاران در پژوهشی با عنوان یک سیستم مدیریت یکپارچه HSE مبتنی بر فرآیند مطالعه موردی، بیان کردند که مرکز شرکت‌ها فقط به دستیابی به اهدافی مانند صرفه جویی در هزینه‌ها و افزایش کارایی و سودآوری معطوف نیست، بلکه تلاش زیادی می‌کنند تا اهداف اجتماعی و زیست محیطی دیگری را نیز در دستور کار خود قرار دهند، که اغلب شامل مسائل مربوط به بهداشت، ایمنی و محیط (HSE) می‌باشد. برای دستیابی به اهداف HSE، سازمان‌ها ملزم هستند فرآیندهای مرتبط با مولفه‌های HSE را در یک سیستم واحد طراحی کرده و توسعه دهند. [7]

شمایی و همکاران پژوهشی تحت عنوان "ارزیابی عملکرد سیستم‌های مدیریت HSE یک رویکرد فازی در شرکت فولاد" ارائه کردند. مقصود از این پژوهش طراحی یک الگو جهت سنجش و ارزیابی کارکرد سیستم مدیریت HSE در یک فضای کاری بوده است. با در نظرگیری این هدف، سازمان‌ها می‌بایست اهمیت مدیریت HSE را به عنوان بخشی مهم در قسمت‌های مختلف سازمان درک کنند. از یافته‌های دیگر این پژوهش در عرصه سلامت، ایمنی و زیست محیطی می‌باشد که نشان می‌دهد این سیستم تأثیر بسزایی در کنترل بیماری‌ها، آلودگی‌ها قبیل آلودگی صوتی، هوا، خاک و آب و... دارد. افزون بر آن شاخص‌های محیط‌زیست و سلامت شایع‌ترین علت عملکرد ضعیف می‌باشد. به علاوه بسیاری از شاخص‌های سلامت عملکرد یکسان داشته‌اند، که علت آن ماهیت طولانی شاخص‌های سلامت بوده است. در آخر ثابت شد که سیستم مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست توانایی تأثیر بر شاخص‌های ایمنی در زمان کم را دارد، این درحالیست که شاخص‌های سلامت و محیط‌زیست نیاز به زمان بیشتری برای تأثیر دارند. [8]

(RPN) را به دست آوریم. عدد اولویت ریسک، تعیین کننده میزان اهمیت ریسک برای بررسی و تحلیل می باشد. لذا هر چقدر عدد اولویت ریسک بالاتر باشد، آن ریسک از اهمیت بیشتری برای کاهش و یا حذف برخوردار است.

سه پارامتر احتمال وقوع، احتمال کشف و شدت پیامد، بر اساس جداول زیر امتیاز دهی و در فرم ارزیابی ریسک ها به روش FMEA قرار داده می شوند.

ریسک ها را با توجه به احتمال وقوع آنها به مقیاس های ۵ گانه طبقه بندی می کنیم (جدول ۱).

جدول (۱): احتمال وقوع ریسک

میزان احتمال وقوع	عدد وقوع
مکرر - پیاپی	۵
محتمل	۴
گاه به گاه	۳
جزئی	۲
غیر محتمل	۱

با توجه به شدت اثری که هر ریسک بر روی اهداف پروژه می گذارد، آنها را به مقیاس ۵ گانه طبقه بندی می کنیم (جدول ۲). اگر این ریسک ها اثرات مثبتی بر روی پروژه بگذارند، آنها را فرصت می نامیم و اگر برعکس آن صورت گیرد یعنی ریسک ها اثرات منفی بر روی پروژه بگذارند، به آنها تهدید می گوئیم.

جدول (۲): شدت پیامد ریسک

میزان شدت	عدد شدت
فاجعه بار - مصیبت وار	۵
بحرانی	۴
جدی - سنگین	۳
جزئی	۲
ناچیز	۱

احتمال کشف ریسک ها با توجه به جدول ۳ به مقیاس های ۵ گانه طبقه بندی می شوند.

جدول (۳): احتمال کشف ریسک

رتبه	قابلیت کشف	معیار: توصیف ضریب کشف
۵	ناچیز	ضریب کشف مشخصی وجود ندارد که در زمان مقتضی از رخ دادن ریسک اعلام خطر بکنند.
۴	کم	روش کشف نامطمئن بوده، یا اثر بخشی روش کشف به منظور شناسایی در زمان مقتضی نامشخص می باشد.
۳	متوسط	روش کشف اثربخشی متوسط دارد.
۲	زیاد	روش کشف تقریباً اثربخشی بالایی دارد.
۱	حتمی	روش کشف بسیار موثر بوده و بسیار مشخص است که ریسک به راحتی شناسایی و زمان کافی برای پاسخگویی به آن وجود دارد.

در این پژوهش تعداد جامعه آماری ما ۲۴ نفر می باشند که شامل پرسنل پروژه و کارشناسان رسمی و قراردادی و کارشناسان HSE و مهندسان صنعت آب که در پروژه ای انتقال آب بیدبلند خلیج فارس حضور داشته اند، می شود. بر اساس جدول مورگان، تعداد نمونه آماری که ما به آن نیاز داریم ۲۳ نفر می باشد.

### ۳-۳- گردآوری اطلاعات

در ابتدای هر پژوهش، محقق یافته های کتابخانه ای و میدانی خود را گردآوری کرده و با استفاده از روش استقرایی، در مرحله اول آن یافته ها را طبقه بندی و در مرحله بعد آنها را تجزیه و تحلیل می کند. در آخر نیز فرضیه های خود را ارزیابی کرده که باعث صدور حکم نهایی می شود که با استناد بر آن می تواند پاسخ سوالات خود را بدست آورد. [10] در این پژوهش برای گردآوری اطلاعات از روش مطالعات میدانی و از ابزار مصاحبه استفاده شده است.

### ۳-۴- نحوه تجزیه و تحلیل داده ها

برای تجزیه و تحلیل داده ها در این پژوهش، از روش FMEA استفاده شده است. FMEA روشی تحلیلی و بر اصل "پیشگیری قبل از وقوع" استوار است، که برای تشخیص عوامل بالقوه خرابی به کار می رود. این تکنیک برای پیش بینی مشکلات، نقص ها و خطرات در مراحل طراحی و توسعه فرآیندها، اجرای فرآیندها و خدمات سازمان به کار می رود. بررسی محصولات و فرآیندها در ابتدای پروژه برای شناسایی شکست های بالقوه و شروع اقدامات پیشگیرانه برای جلوگیری از شکست در پروژه ها از طریق تحلیل یکپارچه ریسک را می توان از اهداف روش FMEA دانست. در این تکنیک سعی بر آن است که ضریب امنیت را بالا برده و رضایت مشتری را از طریق پیشگیری قبل از وقوع خرابی کسب کنیم. در روش FMEA راه حلی برای از بین بردن علل شکست بدست نمی آید اما می توانیم اطلاعات را به صورت منظم و سازمان یافته ای جمع آوری کرده و از آن اطلاعات برای کاهش یا حذف ریسک های پروژه بهره ببریم. از کاربردهای روش FMEA می توان به تعیین کمی اولویت ریسک اشاره کرد.

### ۴- حالات شکست و تجزیه و تحلیل اثرات آن (FMEA)

از روش FMEA می توان برای شناسایی حالت های خرابی و اجزاء آن و همچنین کارکردهای سیستمی مشخص، استفاده کرد. این روش، ابزار است سیستماتیک که در آن سیستم و اجزاء آن، شکسته شده و روی آنها متمرکز می شود تا کلیه حالات خرابی مورد ارزیابی قرار گیرند. برای ارزیابی ریسک ها با روش FMEA ابتدا باید آنها را شناسایی کرده، سپس با امتیازدهی سه پارامتر احتمال وقوع، احتمال کشف و شدت پیامد، عدد اولویت ریسک

جدول (۵): تعیین سطح ریسک

تغییر	رنگ	سطح
ریسک با اهمیت زیاد (High)	Red	۱
ریسک با اهمیت متوسط (Medium)	Yellow	۲
ریسک با اهمیت کم (Low)	Green	۳

### ۵- معرفی مختصر نمونه موردی

پروژه آبرسانی به پالایشگاه بیدبلند خلیج فارس در استان خوزستان، شهرستان بهبهان قرار دارد. این طرح به جهت تأمین آب مورد نیاز دوران بهره‌داری پالایشگاه از رودخانه مارون انجام می‌شود و شامل انجام خدمات مهندسی، تأمین مصالح و تجهیزات، انجام کارهای ساختمان و نصب و راه‌اندازی در آبگیر، خط انتقال آب از آبگیر تا تصفیه‌خانه و مخزن بزرگ بهبهان، بازتوانی تصفیه‌خانه، توسعه‌ی تصفیه‌خانه تا مخازن ۱۷۰۰۰\*۲ مترمکعبی پالایشگاه گاز بیدبلند خلیج فارس به ظرفیت ۲۵۰۰۰ مترمکعب در شبانه‌روز و تأمین موقت آب از چاه‌های امیرحاضر به ظرفیت ۸۰۰۰ مترمکعب در شبانه‌روز به صورت EPC می‌باشد.

از حاصل ضرب احتمال وقوع یک ریسک در شدت اثر همان ریسک، نمره‌ی نهایی ریسک بدست می‌آید. سپس با توجه به عدد بدست آمده، سطح شدت اثر ریسک در ماتریس احتمال و شدت (جدول ۴) مشخص می‌شود.

جدول (۴): نمره ریسک

۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵	۵	احتمال L
۲۰	۱۶	۱۲	۸	۴	۴	
۱۵	۱۲	۹	۶	۳	۳	
۱۰	۸	۶	۴	۲	۲	
۵	۴	۳	۲	۱	۱	نمره ریسک
۵	۴	۳	۲	۱	شدت	

در برنامه مدیریت ریسک، شدت اثر ریسک‌ها در ۳ سطح مشخص می‌شود:

- (۱) ریسک‌های سطح اول (Major) با رنگ قرمز.
- (۲) ریسک‌های سطح دوم (Medium) با رنگ زرد.
- (۳) ریسک‌های سطح سوم (Low) با رنگ سبز.



شکل (۱): پلان طرح تأمین آب پالایشگاه گاز بیدبلند خلیج فارس از تصفیه‌خانه بزرگ بهبهان



شکل (۳): تصفیه‌خانه بزرگ بهبهان



شکل (۲): پالایشگاه بیدبلند خلیج فارس

## ۶- نتایج

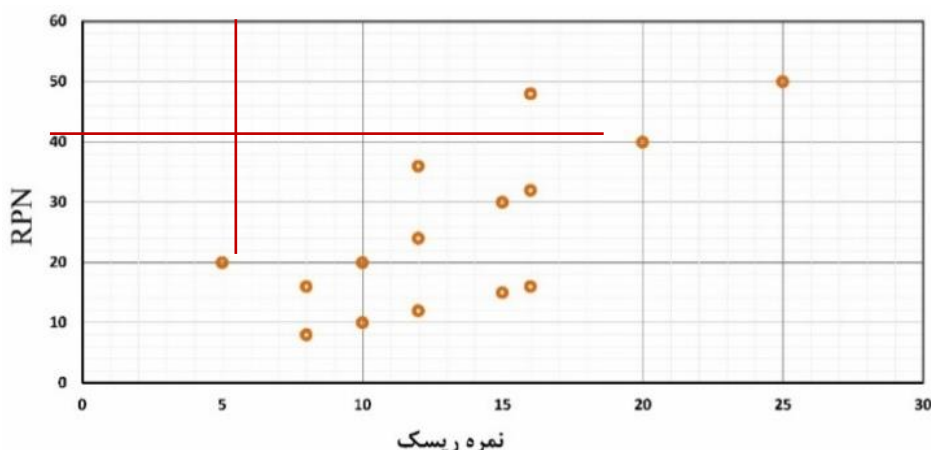
ریسک‌های موجود در پروژه آبرسانی به بیدبلند خلیج فارس می‌باشد، که در ادامه این ریسک‌ها شناسایی شده‌اند و با توجه به جداول ۱ تا ۵، امتیازدهی شده‌اند.

حال در این قسمت (جدول ۶) ریسک‌هایی بحرانی بحساب می‌آیند که مقدار نمره‌ی ریسک آنها حداقل ۱۰ و ضرب RPN در آن حداقل ۳۰ باشد.

لازم به یادآوری است که گردآوری اطلاعات از طریق مصاحبه انجام شده و نتایج حاصل از آن ادغام گردیده و خلاصه آن در جدول ۶ آورده شده‌است. سوال اصلی مطرح شده در این پژوهش این است که مهم‌ترین ریسک‌های در پروژه آبرسانی به بیدبلند خلیج فارس کدام است؟ لذا هدف اصلی ما در این پژوهش شناسایی و ارزیابی

جدول (۶): شناسایی و ارزیابی ریسک‌های موجود

RPN	نمره ریسک	احتمال کشف	شدت پیامد	احتمال رخداد	شرح ریسک	ردیف
۲۴	۱۲	۲	۴	۳	فعال‌سازی، جابه‌جایی و تعمیر پمپ‌ها	۱
۱۵	۱۵	۱	۵	۳	کار در ارتفاع	۲
۱۲	۱۲	۱	۴	۳	وجود مواد قابل اشتعال	۳
۸	۸	۱	۴	۲	تردد وسایل نقلیه	۴
۸	۸	۱	۴	۲	وجود تجهیزات دوار ( شافت پمپ‌ها و ...)	۵
۱۶	۸	۲	۴	۲	عملیات جابه‌جایی ابزار و تجهیزات	۶
۱۶	۱۶	۱	۴	۴	عدم وجود مسیر دسترسی ایمن برای تردد کارکنان	۷
۱۲	۱۲	۱	۴	۳	استفاده از میکسر	۸
۳۰	۱۵	۲	۵	۳	کار با تابلو برق فشار قوی	۹
۱۲	۱۲	۱	۴	۳	تردد بر روی تاج و سقف حوضچه‌ها و مخزن‌ها	۱۰
۱۲	۱۲	۱	۴	۳	وجود منهول در محل	۱۱
۱۰	۱۰	۱	۵	۲	وجود دریچه‌های بازدید	۱۲
۱۲	۱۲	۱	۴	۳	فعالیت در ساختمان پمپاژ	۱۳
۲۴	۱۲	۲	۴	۳	کار با مواد شیمیایی	۱۴
۸	۸	۱	۴	۲	تردد در محدوده تصفیه‌خانه	۱۵
۱۶	۱۶	۱	۴	۴	فعالیت در کنار بلوررها	۱۶
۲۰	۱۰	۲	۵	۲	فعالیت اسکرابر	۱۷
۴۰	۲۰	۲	۴	۵	فعالیت دیژل ژنراتور	۱۸
۳۲	۱۶	۲	۴	۴	بهره‌برداری از مخازن گازوئیل	۱۹
۵۰	۲۵	۲	۵	۵	فعالیت در محدوده ترانس‌ها	۲۰
۳۲	۱۶	۲	۴	۴	وجود حشرات و جانداران و چونندگان در محوطه	۲۱
۳۲	۱۶	۲	۴	۴	کار با کامپیوتر و سیستم	۲۲
۵۰	۲۵	۲	۵	۵	عملیات جوشکاری و برشکاری و کار با سایر تجهیزات برقی عملیاتی	۲۳
۳۰	۱۵	۲	۵	۳	برشکاری بوسیله گاز و هوا	۲۴
۴۰	۲۰	۲	۵	۴	عدم رعایت استانداردهای HSE (ایزو ۱۴۰۱ و ۴۵۰۱)	۲۵
۲۰	۵	۴	۵	۱	وقوع حوادث طبیعی	۲۶
۴۸	۱۶	۳	۴	۴	هدر رفتن انرژی و مواد	۲۷
۴۰	۲۰	۲	۵	۴	انتشار مواد سمی و خطرناک	۲۸
۴۰	۲۰	۲	۵	۴	دفع زباله و ضایعات در محیط	۲۹
۳۶	۱۲	۳	۳	۴	آلودگی زیست محیطی (آب، خاک، هوا و صوتی)	۳۰



شکل (۴): نمودار RPN ریسک‌ها بر حسب نمره ریسک

### ۲-۶- بررسی شدت پیامد

همانطور که در نمودار دایره‌ای ۴-۱۱ مشاهده می‌شود، ریسک‌های، کار در ارتفاع (۰.۴)، کار با تابلو برق فشار قوی (۰.۴)، وجود دریچه‌های بازدید (۰.۴)، فعالیت اسکرابر (۰.۴)، فعالیت در محدوده ترانس‌ها (۰.۴)، عملیات جوشکاری و برشکاری و کار با سایر تجهیزات برقی عملیاتی (۰.۴)، برشکاری بوسیله گاز و هوا (۰.۴)، عدم رعایت استانداردهای HSE (ایزو ۱۴۰۱ و ۴۵۰۱) (۰.۴)، وقوع حوادث طبیعی (۰.۴)، انتشار مواد سمی و خطرناک (۰.۴) و دفع زباله و ضایعات در محیط (۰.۴) بیشترین شدت اثر را در پروژه آبرسانی بیدبلند خلیج فارس داشته است.



شکل (۶): نمودار شدت پیامد ریسک‌ها

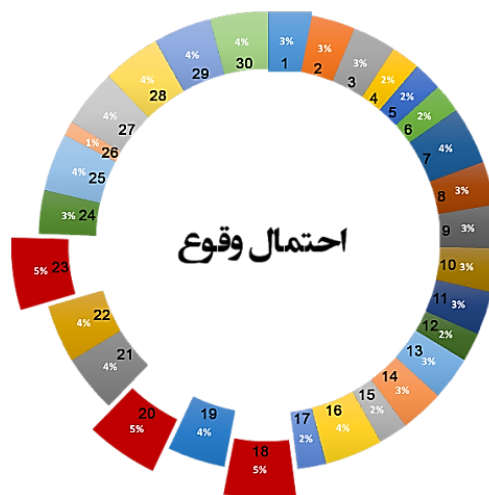
### ۳-۶- بررسی احتمال وقوع

با بررسی شکل ۵ مشاهده می‌شود که ریسک‌های وقوع حوادث طبیعی (۰.۸)، هدر رفتن انرژی و مواد (۰.۶) و آلودگی زیست‌محیطی (آب، خاک، هوا و صوتی) (۰.۶) نسبت به سایر ریسک‌ها احتمال کشف کمتری دارند. هر چه ریسک‌ها در این نمودار درصد بیشتری را به خود اختصاص دهند، نشان می‌دهد که پیش‌بینی این ریسک‌ها دشوار و از امکان کمتری برخوردار می‌باشد.

همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، از بین ریسک‌های تعریف شده، ریسک‌های؛ تردد وسایل نقلیه، وجود تجهیزات دوار (شافت پمپ‌ها و ...)، عملیات جابه‌جایی ابزار و تجهیزات، وجود دریچه‌های بازدید، تردد در محدوده تصفیه‌خانه، فعالیت اسکرابر و وقوع حوادث طبیعی جزء ریسک‌های بحرانی محسوب نمی‌شوند.

### ۱-۶- بررسی احتمال وقوع

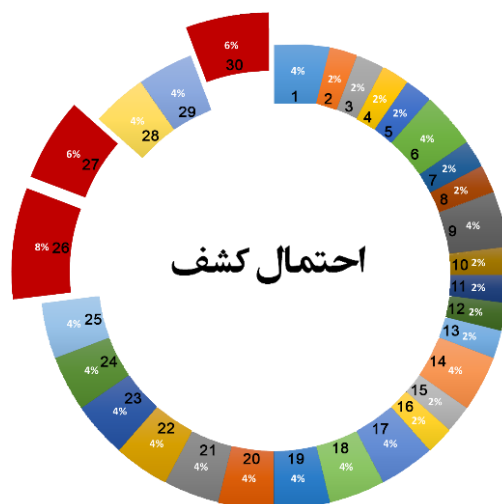
در شکل ۵ می‌توان مشاهده کرد که درصد احتمال وقوع برای برخی از ریسک‌ها بیشتر از سایر ریسک‌ها می‌باشد که آنها را با رنگ قرمز مشخص کرده و به صورت تکه‌ای از نمودار بیرون آورده‌ایم. از این رو ریسک‌های فعالیت دیژل ژنراتورها (۰.۵)، فعالیت در محدوده ترانس‌ها (۰.۵) و عملیات جوشکاری و برشکاری و کار با سایر تجهیزات برقی عملیاتی (۰.۵) نسبت به سایر ریسک‌ها بیشترین احتمال رخداد را دارند.



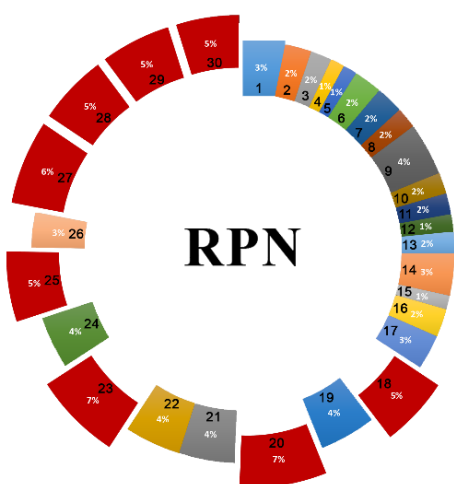
شکل (۵): نمودار احتمال وقوع ریسک‌ها



جوشکاری و برشکاری و کار با سایر تجهیزات برقی عملیاتی (۷٪)، عدم رعایت استانداردهای HSE (۵٪)، هدر رفتن انرژی مواد (۶٪)، انتشار مواد سمی و خطرناک (۵٪)، دفع زباله و ضایعات در محیط (۵٪) و آلودگی زیست محیطی (آب، خاک، هوا و صوتی) (۵٪) درصد بیشتری از نمودار دایره‌ای را در بر گرفته‌اند.

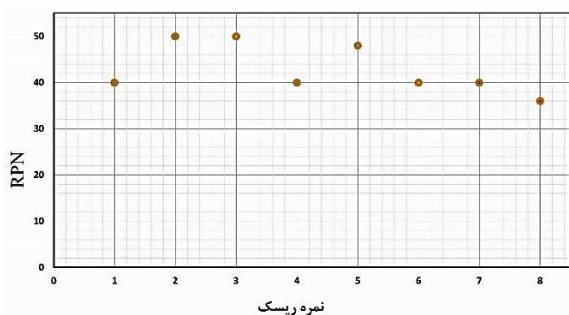


شکل (۷): نمودار احتمال کشف ریسک‌ها



شکل (۹): نمودار RPN ریسک‌ها

در ادامه برای بررسی RPN ریسک‌ها با اولویت بالا شکل ۸ ترسیم گردید.



شکل (۱۰): نمودار RPN برای ریسک‌های با اولویت بالا

- اعداد ۱ تا ۸ به ترتیب :
- فعالیت دیژل ژنراتور؛
- فعالیت در محدوده ترانس‌ها؛
- عملیات جوشکاری و برشکاری و کار با سایر تجهیزات برقی عملیاتی؛
- عدم رعایت استانداردهای HSE (ایزو ۱۴۰۱ و ۴۵۰۱)؛
- هدر رفتن انرژی مواد؛
- انتشار مواد سمی و خطرناک؛
- دفع زباله و ضایعات در محیط؛
- آلودگی زیست محیطی (آب ، خاک، هوا و صوتی).

#### ۴-۶- بررسی نمره ریسک

همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، ریسک‌های فعالیت دیژل ژنراتور (۵٪)، فعالیت در محدوده ترانس‌ها (۶٪)، عملیات جوشکاری و برشکاری و کار با سایر تجهیزات برقی عملیاتی (۶٪)، عدم رعایت استانداردهای HSE (۵٪)، انتشار مواد سمی و خطرناک (۵٪) و دفع زباله و ضایعات در محیط (۵٪) دارای نمره ریسک بالاتری نسبت به سایر ریسک‌ها می‌باشند. ریسک‌هایی برای ما دارای اهمیت می‌باشند که نمره‌ی ریسک بالایی داشته باشند. این نمره‌ی ریسک به ما کمک می‌کند که ارزیابی آنها را با دقت بالاتری انجام دهیم، از این رو شناسایی و مدیریت این ریسک‌ها دارای اهمیت زیادی می‌باشد.



شکل (۸): نمودار نمره ریسک

#### ۵-۶- بررسی RPN ریسک

همانطور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود ریسک‌های فعالیت دیژل ژنراتور (۵٪)، فعالیت در محدوده ترانس‌ها (۷٪)، عملیات



## ۷- خلاصه نتایج

استانداردهای HSE (ایزو ۱۴۰۱ و ۴۵۰۱) (۰.۵٪)، هدر رفتن انرژی مواد (۰.۶٪)، انتشار مواد سمی و خطرناک (۰.۵٪)، دفع زباله و ضایعات در محیط (۰.۵٪) و آلودگی زیست‌محیطی (آب، خاک، هوا و صوتی) (۰.۵٪)، عدد اولویت ریسک (RPN) بالایی را در نمودار به خود اختصاص داده‌اند.

• ریسک‌های تردد وسایل نقلیه، وجود تجهیزات دوار (شافت پمپ‌ها و ...)، عملیات جابه‌جایی ابزار و تجهیزات، وجود دریچه‌های بازدید، تردد در محدوده تصفیه‌خانه، فعالیت اسکرابر و وقوع حوادث طبیعی جزء ریسک‌های بحرانی محسوب نمی‌شوند.

## ۸- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

## ۸-۱- نتیجه‌گیری

با استفاده از تکنیک FMEA پس از ارزیابی ریسک‌های HSE موجود در پروژه آبرسانی به بیدبلند خلیج فارس، در جمع‌بندی برای ریسک‌های بحرانی با توجه به جدول ۷ مشاهده می‌شود که ریسک عملیات جوشکاری و برشکاری و کار با سایر تجهیزات برقی عملیاتی و فعالیت در محدوده ترانس‌ها، بالاترین اولویت را در بین دیگر ریسک‌ها دارد. از این رو باید اقداماتی جهت کاهش این ریسک در پروژه صورت گیرد. چند نمونه راهکار برای این دو ریسک در جدول ۸ ارائه گردید.

- ریسک‌های فعالیت دیژل ژنراتورها (۰.۵٪)، فعالیت در محدوده ترانس‌ها (۰.۵٪) و عملیات جوشکاری و برشکاری و کار با سایر تجهیزات برقی عملیاتی (۰.۵٪) نسبت به سایر ریسک‌ها، بیشترین احتمال رخداد را دارند.
- بیشترین شدت اثر را ریسک‌های کار در ارتفاع (۰.۴٪)، کار با تابلو برق فشار قوی (۰.۴٪)، وجود دریچه‌های بازدید (۰.۴٪)، فعالیت اسکرابر (۰.۴٪)، فعالیت در محدوده ترانس‌ها (۰.۴٪)، عملیات جوشکاری و برشکاری و کار با سایر تجهیزات برقی عملیاتی (۰.۴٪)، برشکاری بوسیله گاز و هوا (۰.۴٪)، عدم رعایت استانداردهای HSE (ایزو ۱۴۰۱ و ۴۵۰۱) (۰.۴٪)، وقوع حوادث طبیعی (۰.۴٪)، انتشار مواد سمی و خطرناک (۰.۴٪) و دفع زباله و ضایعات در محیط (۰.۴٪) در پروژه آبرسانی بیدبلند خلیج فارس داشته است.
- احتمال کشف ریسک‌های وقوع حوادث طبیعی (۰.۸٪)، هدر رفتن انرژی و مواد (۰.۶٪) و آلودگی زیست‌محیطی (آب، خاک، هوا و صوتی) (۰.۶٪) نسبت به سایر ریسک‌های پروژه کمتر است.
- ریسک‌های فعالیت دیژل ژنراتور (۰.۵٪)، فعالیت در محدوده ترانس‌ها (۰.۷٪)، عملیات جوشکاری و برشکاری و کار با سایر تجهیزات برقی عملیاتی (۰.۷٪)، عدم رعایت

جدول (۷): جمع‌بندی

ردیف	ریسک‌های بحرانی	احتمال رخداد	شدت پیامد	احتمال کشف	نمره ریسک	RPN
۱	فعالیت دیژل ژنراتور	✓			✓	✓
۲	فعالیت در محدوده ترانس‌ها	✓	✓		✓	✓
۳	عملیات جوشکاری و برشکاری و کار با سایر تجهیزات برقی عملیاتی	✓	✓		✓	✓
۴	کار در ارتفاع		✓			
۵	کار با تابلو برق فشار قوی		✓			
۶	وجود دریچه‌های بازدید		✓			
۷	فعالیت اسکرابر		✓			
۸	برشکاری بوسیله گاز و هوا		✓			
۹	عدم رعایت استانداردهای HSE (ایزو ۱۴۰۱ و ۴۵۰۱)		✓		✓	✓
۱۰	وقوع حوادث طبیعی		✓	✓		
۱۱	انتشار مواد سمی و خطرناک		✓		✓	✓
۱۲	دفع زباله و ضایعات در محیط		✓		✓	✓
۱۳	هدر رفتن انرژی و مواد		✓		✓	✓
۱۴	آلودگی زیست‌محیطی (آب، خاک، هوا و صوتی)		✓	✓		✓

جدول (۸): راهکارهای ریسک‌های بحرانی

ردیف	شرح ریسک	راهکار مناسب
۱	عملیات جوشکاری و برشکاری و کار با سایر تجهیزات برقی عملیاتی	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بازرسی محیط و دستگاه‌ها توسط افراد مجرب .</li> <li>• استفاده از تجهیزات حفاظت فردی حین انجام کار .</li> <li>• بکارگیری پرسنل باتجربه و خیره در این زمینه.</li> <li>• استفاده از تجهیزات سالم و استاندارد.</li> <li>• رعایت الزامات و استانداردهای عملیات جوشکاری و برشکاری مانند؛</li> <li>• استفاده از پاراوای‌های (دیوارهای حائل) ثابت یا قابل حمل با ارتفاع حداقل ۲ متر در محل‌هایی که جوشکاری انجام می‌گیرد و اشخاص دیگری غیر از جوشکاران نیز مشغول بکار بوده و یا عبور و مرور می‌کنند.</li> <li>• همواره در محل جوشکاری و برشکاری بایستی کپسول‌های دی‌اکسید کربن جهت اطفای حریق احتمالی ترانسفورماتور و کپسول پودر خشک شیمیایی جهت اطفای حریق مواد قابل اشتعال با طبقه A و B در دسترس باشد و با هماهنگی کمیته HSE در صورت نیاز و با ارزیابی ریسک، از آتش‌نشان آماده بکار استفاده شود.</li> <li>• در کارگاه‌ها و در محل‌هایی که جوشکاری انجام می‌شود بایستی از تهویه موضعی یا عمومی به شکلی مؤثر جهت کاهش آلاینده‌های حاصل از جوشکاری استفاده شود. استفاده از سیستم‌های تهویه موضعی ثابت یا پرتابل مؤثرترین روش محسوب می‌گردد.</li> </ul>
۲	فعالیت در محدوده ترانس‌ها	<ul style="list-style-type: none"> <li>• وجود تمهیدات لازم برای اطفای حریق.</li> <li>• استفاده از تجهیزات حفاظت فردی.</li> <li>• استفاده از پرسنل با تجربه در این محدوده.</li> </ul>

## ۸-۲- پیشنهادات کاربردی

EFMEA"، نشریه علمی - تخصصی پژوهش‌های نوین علوم مهندسی، سال هفتم، شماره ۱ (پیاپی: ۳۷)، بهار (۱۴۰۱).

[۴] قربانی‌نوع، سمیه. "مدل مدیریت ریسک مبتنی بر FMEA فازی در پروژه‌های ساخت"، نشریه عمران و پروژه، سال چهارم، شماره ۱ (پیاپی: ۳۵)، فروردین (۱۴۰۱).

[۵] سلیمانی، احسان. "ارزیابی ریسک‌های HSE در حفاری تونل مترو شماره ۲ شیراز با روش FMEA"، نشریه علمی - تخصصی پژوهش‌های نوین علوم مهندسی، سال ششم، شماره ۳ (پیاپی: ۳۵)، بهار (۱۴۰۰).

[۶] حسین‌زاده، جواد و اولاد عظیمی، حسین و جوادیان، رضا و براری، وحید و رحیمی، هادی و اصغری، صادق، "بررسی نقش سیستم مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست HSE-MS در کاهش حوادث"، (۱۴۰۰).

[۷] حافظ‌نیا، محمدرضا. "مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی"، (۱۳۹۶).

[8] Hajipour V, Amouzegar H, Gharaei A, Gohlami MS, Ghajari S. "An integrated process-based HSE management system: A case study", (2021).

[9] Shamaii A, Omidvari M, Hosseinzadeh Lotfi F. "Performance Assessment of HSE Management Systems: A Fuzzy Approach in a Steel Manufacturing Company", (2016).

[10] Yoeting Hu. "A New Mode of HSE Risk Management for Construction Projects", (2019).

- برگزاری دوره‌های آموزشی HSE در صنایع گوناگون به ویژه صنعت عمران جهت افزایش آگاهی افراد.
- الزام به رعایت و اجرای استانداردهای HSE به ویژه ایزو ۱۴۰۰۱ و ۴۵۰۰۱ در پروژه‌ها.
- افزایش تجهیزات ایمنی و بهداشتی در محیط‌های کاری به ویژه در سایت‌های عمرانی.
- استفاده از نیروهای مجرب در زمینه تجربه خود.

## ۹- مراجع

[۱] یزدی، شهرزاد. ارائه الگویی برای مدیریت ریسک در سیستم HSE مبتنی بر رویکرد FMEA، ANP-FMEA و استاندارد ISO31000، (۱۳۹۸).

[۲] پیش‌رویان، سجاد و مرتضوی، سیدمصطفی. بکارگیری مدیریت ریسک در مدیریت ایمنی و بهداشت (HSE) در پروژه‌های عمرانی، اولین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در مهندسی عمران (مهندسی سازه و مدیریت ساخت)، (۱۳۹۵).

[۳] نادریان، میثم. "بررسی ارزیابی ریسک‌های ایمنی، بهداشت و زیست‌محیطی پالایشگاه نفت ستاره بندرعباس با تکنیک