فصلنامه رهیافتی در مدیریت نفت و گاز
دوره 3، شماره 3 (پیاپی: 23)، پاییز 1401، ص. 9-1
Journal of Approach at Oil and Gas Management
Vol.3, No. 10 (Con: 22), summer 2022, P. 1-9
https://science-journals.ir
http://rmng.science-journals.ir

بررسی و ارزیابی ریسک‌های ایمنی و زیست محیطی پتروشیمی سبلان عسلویه با تکنیک FMEA

امیر مسعود انصاری[1] و امیر منصور انصاری[2*]

1-دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

2-دانشجوی دکتری علوم و مهندسی محیط زیست، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن ، ایران

(amiransary73@yahoo.com)

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت مقاله: پاییز 1401

تاریخ پذیرش مقاله: پاییز 1401

واژگان کلیدی

ریسک های ایمنی

ریسک های زیست محیطی

پتروشیمی سبلان عسلویه

تکنیک FMEA

چکیده

صنعت پتروشیمی با توجه به گستردگی و حجم فعالیت‌ها و توانایی ایجاد خطر هم برای انسان و هم برای محیطزیست جزء صنعت‌های با ریسک بالا محسوب می‌شود. هدف از این پژوهش بررسی و ارزیابی ریسک‌های ایمنی و زیست محیطی پتروشیمی ماهشهر با تکنیک **FMEA** است. پژوهش حاضر یک پژوهش تحلیلی میدانی است که در یک بازه زمانی حدود 6 ماه در مجتمع پتروشیمی امیرکبیر ماهشهر انجام گرفت. دراین پژوهش ضمن بررسی خطهای تولید محصولها (پلی اتیلن)، تیمی 5 نفره از کارشناسان و خبرگان تشکیل شد. سپس به تهیهی لیستی ابتدایی از مهمترین ریسک‌ها و خطرها در حوزهی محیطزیست اقدام و در مرحله بعد با استفاده از روش طوفان فکری و تکنیک دلفی اقدام به اصلاح لیست ابتدایی خطرها و ریسک‌های محیط زیستی شد و در قالب روش**FMEA** سنتی به ارزیابی ریسک محیط زیستی پرداخته شد. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین عدد اولویت ریسک مربوط به مؤلفه از سرویس خارج شدن واحد پلی اتیلن و انتشار حجم زیادی از گازهای هیدروژن و دی اکسید کربن به دلیل هر نوع مشکل فرآیندی وایجاد آلودگی هوا با عدد اولویت ریسک 490 می‌باشد و پس از آن عملیات فلراسیون با عدد اولویت ریسک 441 که حالت بالقوه خرابی آن، انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا است که به دلیل احتراق گاز در فلر صورت می‌گیرد.

نحوه ارجاع به این مقاله:

انصاری. امیرمسعود؛ انصاری، امیرمنصور. بررسی و ارزیابی ریسک‌های ایمنی و زیست محیطی پتروشیمی سبلان عسلویه با تکنیک FMEA ،فصلنامه رهیافتی در مدیریت نفت و گاز، دوره 3، شماره 3، ص. 1-9، پاییز 1401.

1. مقدمه

بحران‌ها و شرایط اضطراری همچون بلایای طبیعی، بیماری‌ها، حادثه‌های صنعتی، آتشسوزی‌ها، نشت مواد سمی، حمله‌های تروریستی و غیره اغلب سبب ضرر و زیان به زندگی یا آسیب، زیان‌های مالی، اختلال‌های اجتماعی و اقتصادی و یا تخریب محیط زیست می‌شوند [1]. یکی از پیامدهای بروز حوادث به خصوص در صنایع فرآیندی نظیر صنایع نفت و پتروشیمی که با طیف وسیعی از مواد شیمیایی آلاینده و خطرناک سروکار دارند تخریب غیر قابل جبران محیط زیست است. این موضوع در کنار دیگر نگرانی‌های محیط زیستی مانند گرم شدن زمین، تخریب لایه ازن، آلودگی آب‌ها، انقراض نسل جانوران و غیره به مهمترین دغدغه جهانی حتی مهمتر از بحث‌هایی مانند تروریسم بدل گشته است. ارزیابی ریسک و ایمنی یک روش سیستماتیک و علمی برای پیش‌بینی و کاهش خطر وقوع یک تصادف در یک سیستم صنعتی است[2]. تعدادی از تکنیک‌های کمی و کیفی شامل آنالیز HAZOP ،تحلیل درخت خطا (FTA)، (FMEA) و تحلیل درخت رویداد (ETA) برای ارزیابی ریسک استفاده شده‌است. با این حال، تمام این تکنیک‌ها یک هدف مشترک را به اشتراک می‌گذارند که این است که یک فرآیند یا یک سیستم تحت یک "ریسک پذیرفته شده" یا معیار "آستانه" مانند ALARP (به عنوان کم به عنوان قابل قبول عملی) اجرا شود. [3]. یک تکنیک ارزیابی ریسک سیستماتیک چهار مرحله اصلی را دنبال می‌کند: تحلیل خطر، تحلیل پیامد، ارزیابی احتمال و برآورد ریسک. در هر گام، تکنیک‌های مختلفی که ممکن است مورد استفاده قرار گیرند، که به طور جمعی به سمت برآورد ریسک و اطمینان از سیستم هدایت می‌شوند. خطر در نظر گرفتن مهمترین رویداد درخت خطا (FTA) و رویداد آغازین درخت رویداد (ETA) است [4]. احتمالات (یا فرکانس‌های) برای وقوع رویداد اولیه معمولا از داده‌های شکست دارایی حاصل می‌شود که طی یک دوره طولانی از عملیات به دست می‌آیند. از آنجا که حالت‌های خطا در بیشتر سیستم‌ها اجتناب ناپذیر هستند، FMEA به عنوان یک ابزار مؤثر برای اطمینان یافتن ازاینکه تهدیدهای بالقوه برای سیستم و خطرهای مرتبط با آن به کمترین حد برسند، عمل می‌کند[5]. در این پروژه تحقیقاتی سعی بر آن است که بررسی و ارزیابی ریسک‌های ایمنی و زیست محیطی پتروشیمی سبلان عسلویه با تکنیک FMEA مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد.

2. روش تحقیق

پژوهش حاضر یک پژوهش مقطعی- تحلیلی است که در یک بازه زمانی حدود 5 ماه در مجتمع پتروشیمی سبلان عسلویه انجام گرفت. دراین پژوهش با بررسی خط‌های تولید محصول (مواد شیمیایی و پلاستیکی) و با استفاده از نقشه‌های PFD و ID&P ابتدا کل مجتمع پتروشیمی به منظور ارزیابی ریسک مورد بازبینی و تحلیل قرار گرفت. در ادامه تیمی 5 نفره از کارشناسان و خبرگان شامل دو نفر از واحد HSE ،یک نفر از واحد بهره‌برداری، یک نفر از واحد فرآیند و یک نفر از واحد بازرسی فنی مجتمع پتروشیمی سبلان تشکیل شد. سپس با استفاده از روش‌های همچون چک لیست، بررسی مستندها، نظرخواهی از اپراتورهای مربوط به بخش‌های مختلف و روش قدم زدن و گفتگو کردن در میان مجتمع اقدام به تهیه لیستی ابتدایی از مهمترین ریسک‌ها و خطرها در حوزه محیط زیست گردید. روش قدم و گفتگو کردن یک فرآیند ساده است مرکب از یک شخص با تجربه که بتواند نحوه انجام کار یا فرآیند را تشریح کند و نیز برقراری ارتباط با دیگر افراد، بازیابی داده‌ها از رایانه‌ها و سیستم‌های نمایشگر را شامل می‌شود. در مرحله بعد با استفاده از روش طوفان فکری و تکنیک دلفی اقدام به اصلاح لیست ابتدایی خطرها و ریسک‌های محیط زیستی گردید و در قالب روش تجزیه وتحلیل خطرها و آنالیز اثرهای آنها (FMEA) به صورت مشخص شده در جدول تنظیم شد و سپس با استفاده از نظر کارشناسان و اعضای تیم ارزیابی ریسک، اقدام به امتیازدهی به هر کدام از ریسک‌ها با توجه به سه عامل شدت احتمال و کشف گردید. دراین تحقیق با توجه به نظرخواهی صورت گرفته و به‌منظور افزایش

دقت از شاخص‌های 10 کلاس‌های استفاده و عدد اولویت ریسک (RPN) نیز برای هر کدام از ریسک‌ها از حاصلضرب سه عدد شدت، احتمال و کشف در محیط Excel محاسبه شد و نتایج به به دست آمد.

تجزیه و تحلیل حاالت و اثرات شکست (FMEA)یکی از اولین روش‌های سیستماتیک تحلیل شکست است که ابتدا در اواخر دهه 1941 ابداع شد تا مسائلی که ممکن است در اثر عملکرد اشتباه سیستم‌های نظامی ایجاد شوند را مطالعه نماید. این روش معمولا نخستین مرحله در یک مطالعه سیستمیک پایایی است و در واقع در ابتدا نیز توسط مهندسان پایایی ابداع شد.

3. کلیات روش FMEA

روش FMEA شامل بررسی تمامی اجزا، ساختارها و زیرسیستم‌ها برای شناسایی حالات شکست و اثرات علت معلولی آنها است. روشFMEA ، حالت‌های مختلف خرابی در تجهیزات و وسایل گوناگون و نیز اثرات این خرابی را بر روی کل سیستم یا واحد صنعتی به صورت جدولی فهرست میکند[6]. حالت خرابی نمایانگر چگونگی بروز نقص در تجهیزات است، (مانند باز شدن، بسته شدن، روشن شدن، خاموش شدن، نشت و...). اثر حالت خرابی با واکنش سیستم نسبت به نقص تجهیزات مشخص می‌شود[7]. این روش حالت‌های مختلف خرابی یک وسیله را بررسی کرده تا مشخص کند که با این حالت‌های خرابی می‌توانند در بروز یک حادثه (چه مستقیم و چه به کمک عوامل دیگر) مؤثر باشند[8]. هرچند که خطای اپراتور دراین روش مستقیماً بررسی نمی‌شود ولی اثراین خطای انسانی را میتوان به عنوان حالتی از خرابی تجهیزات در نظر گرفت [9]. اشکال عمده این روش در این است که فهرست جامعی از تجهیزاتی که خرابی آنها منجر به یک حادثه خاص می‌شوند، بدست نمی‌آید [10]. این تحلیل اغلب پیشنهادهای را جهت ازدیاد قابلیت اعتماد تجهیزات و در نتیجه بهبود ایمنی کل فرآیند ارائه می‌کند. این روش به طور کیفی و در عین حال سیستماتیک منبع و مرجعی فهرست وار از تجهیزات، حالت خرابی آنها و اثرات این خرابی‌ها بوجود می‌آورد. دراین فهرست بدترین پیامد و حادثه‌ای که می‌تواند ازاین خرابی خاص بوجود آید نیز نشان داده می‌شود. نتایج تحلیل FMEA به آسانی می‌تواند با توجه به تغییراتی که در طراحی یا اصلاحاتی که در کل واحد صنعتی بوجود آمده است، مطابق روز شود [11].

4. یافته ها

در این پژوهش ابتدا ارزیابی ریسک محیط زیستی با استفاده از روش FMEA سنتی انجام گرفت، که بنابراین روش پس از بررسی منابع و مستندات و همچنین گردآوری داده‌ها با روشهای مختلف تعداد بیش از 50 ریسک مهم محیط زیستی شناسایی و ثبت شد. پس از واردکردن داده‌های ریسک‌های شناسایی شده در کاربرگ مخصوص روش FMEA ،با کمک اعضای تیم اقدام به تکمیل کردن ستون‌های مربوط به حالت خرابی بالقوه، اثرهای خرابی، علت‌های بالقوه خرابی و همچنین کنترل روند فعلی گردید. سپس با استفاده از شاخص‌های احتمال وقوع (O)، قابلیت کشف یا ردیابی (D) و شدت یا وخامت رخدادها (S) که هر کدام در 10 رتبه به همراه عبارت‌های توصیفی در

جدول 1 شرح داده شده، با استفاده از نظرهای کارشناسان و خبرگان و اعضای تیم ارزیابی ریسک به هر کدام از ریسک‌های شناسایی شده مقدار عددی متناسب با آنها از جدول 1 انتخاب و در کاربرگ FMEA وارد شد.

جدول 1. شرح شاخص‌های شدت، احتمال و کشف 10 رتبه‌ای

امتیاز	شدت	احتمال وقوع	ردیابی یا کشف
10	بسیار شدید و فاجعه آفرین اتلاف یا مصرف بسیار زیاد منبع	احتمال وقوع حادثه یا نقص هر روز یکبار	غیرقابل شناسایی، نبود سیستمهای ردیابی و اپراتور
9	شدید و مخرب بدون احتمال ترمیم اتلاف یا مصرف زیاد منابع	وقوع حادثه بسیار محتمل هر 3 تا 4 روز یکبار	به ندرت قابل ردیابی و شناسایی با آزمایش‌های مرحله‌ای و بسیار دقیق
8	جدی و مضر با احتمال ترمیم کم /تخریب و اتلاف منابع نسبتاً زیاد	احتمال وقوع خرابی یا حادثه در هر هفته	با قابلیت ردیابی کم با استفاده از آنالیزهای دوره‌ای و دقیق
7	خسارت زیاد با هزینه ترمیم زیاد /تخریب و اتلاف منابع	وقوع حادثه یا خرابی هر ماه یکبار	قابل ردیابی با روتین‌های منظم و دورهای به همراه آزمایش‌های ساده
6	خسارت زیاد اما مخرب بالقوه نیست/ با امکان آلایندگی و تخریب منابع	احتمال متوسط در وقوع حادثه یا خرابی هر سه ماه یکبار	قابلیت ردیابی و شناسایی خطر با احتمال 50-50
5	خسارت متوسط و اثرهای منطقه‌ای /تخریب متوسط و اتلاف انرژی و منابع	وقوع حادثه یا خرابی هر 6 ماه تا یکسال یکبار	قابل ردیابی و تشخیص در روتین‌های معمولی و عینی
4	ضرر به نسبت کم/ اتلاف زیاد منابع و امکان آلایندگی زیاد در سطح‌های محدود	احتمال وقوع حادثه یا خرابی خیلی کم هرسال یکبار	ردیابی به کمک آلارم‌های دیداری و شنیداری و روتین‌های روزانه
3	ضرر کم با اثرهای محلی و آلایندگی‌های کوتاه مدت و تخریب و اتلاف محدود منابع	وقوع حادثه یا خرابی به صورت نادر هر سه سال	احتمال باال در شناسایی و ردیابی به کمک آلارم‌ها
2	جزئی با اثرهای محلی و کوتاه مدت	احتمال خیلی نادر هر 5 سال یکبار	احتمال خیلی بالا در ردیابی و تشخیص خطر بدون نیاز به ابزار و آزمایش‌ها
1	بسیار ناچیز و محلی و قابل چشم پوشی	احتمال بعید هر 10 سال یکبار	به طور کامل قابل ردیابی و مشخص

پس از تکمیل ستون‌های مختلف و اصلاح لیست ابتدایی به کمک اعضای تیم، تعداد 38 ریسک دارای اهمیت محیط زیستی به عنوان ریسک‌های اصلی که نمونه‌ای از آن در جدول 2 نشان داده شده، شناسایی و نهایی گردید.

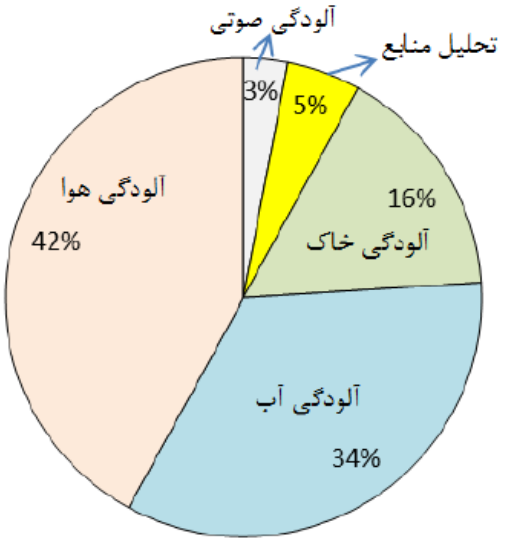
با حاصلضرب 3 شاخص (احتمال وقوع ،(قابلیت کشف یا ردیابی و شدت یا وخامت رخدادها مقدار عدد اولویت ریسک (RPN) برای آنها محاسبه شد که نتایج آنها در جدول ۲ قابل مشاهده است.

جدول۲. نمونه‌ای از کاربرگ تکمیل شده روش FMEA در فرآیند ارزیابی ریسک محیط زیستی در پتروشیمی سبلان

فعالیت	اثر خرابی	RPN
فشرده سازی گاز طبیعی در کمپرسور	آلودگی هوا	140
فشرده سازی گاز طبیعی در کمپرسور	آلودگی خاک	90
هیدروژناسیون و گوگردزدایی از گاز	الودگی خاک	90
تبدیل گاز طبیعی به گاز سنتز در فرآیند ریفرمینگ	تحلیل منابع	126
تبدیل گاز طبیعی به گاز سنتز در فرآیند ریفرمینگ	آلودگی خاک	280
فشرده سازی گاز طبیعی در کمپرسور	الودگی خاک	60
جذب و دفع CO_2 توسط محلول aMDEA	آلودگی آب	90
جذب و دفع CO_2 توسط محلول aMDEA	آلودگی هوا	210
جذب و دفع CO_2 توسط محلول aMDEA	نقص در سیستم و اتصال‌ها	60
شستشوی عقب فیلترها	فرآیند سیستم	28
جمع آوری آب پروسس درام	در سرویس نبودن درام و تخلیه آب پروسس جدا شده از گاز	72
فرایند گرم‌سازی محلول aMDEA در زمان راه اندازی	دورریز کندانس	112

لازم به ذکر است که عبارت‌های توصیفی در جدول 1 گاهی از مواقع نمی‌توانند به طور کامل و روشن معیارهای یک ریسک شناسایی شده را پوشش و بیان کنند چرا که بیشتر سلیقه‌ای بوده و از جنبه علمی مستند و معتبری برخوردار نیست، بنابراین نظر کارشناس برای اختصاص دادن هر رتبه‌ای از شاخص‌های سه‌گانه رتبه، به یک ریسک، می‌تواند با کارشناسان دیگر تا حدودی متفاوت باشد بنابراین ناگزیر باید نسبت به انتخاب کارشناسان خبره و با سابقه زیاد و نیز میانگین گیری این نظرها اقدام نمود که دراین پژوهش نیز در برخی موارد که نظرها با یکدیگر اختلاف ناچیز داشتند میانگین نظرها به عنوان رتبه نهایی لحاظ شده است. همانطور که در جدول 2 مشخص است، مجموعه‌ای از فعالیت‌ها در واحدهای پلی اتیلن مورد بررسی قرار گرفته و حالت‌های بالقوه خرابی، تأثیرهای هر نوع خرابی یا نقص و دلیل‌های بالقوه این خرابی‌ها، در ستون‌های بعدی این کاربرگ ثبت شده است. همچنین بنابر مشاهده‌ها و بررسی‌های صورت گرفته و مصاحبه و گفتگو با مدیران بخش‌های مختلف و برخی از اپراتورها ستون مربوط به کنترل روند فعلی، تکمیل شده و نشان می‌دهد که در بیشتر موارد دستگاه‌ها و اپراتورها هر کدام بنابر وظایف تعیین شده توسط دستورالعمل‌های کاری اقدام می‌کنند. با توجه به اینکه تعیین دقیق تاثیر هر کدام از

نقص‌ها و خرابی‌ها بر روی محیط زیست نیاز به انجام آزمایش پارامترهای کیفی و نیز دوره‌های زمانی تقریباً بلندمدت دارد، بنابراین دراین کاربرگ تاثیرهای بالقوه این ریسک‌ها و خرابی‌های سیستمی با دید کلی در بخش محیط زیست و در 5 بخش آلودگی هوا، آلودگی آب، آلودگی خاک، تحلیل منابع وآلودگی صوتی در نظر گرفته شده است. تحلیل و ارزیابی اثرات چنین ریسک‌هایی نشان مدهد که بیشترین فراوانی مربوط به آلودگی در بخش هوا و پس از آن در بخش آب می‌باشد، شکل 1 که چنین اثراتی به دلیل حجم زیاد بخارات ناخالص و گازهای خروجی و نیز میزان بالای پساب‌های آلوده در زمان خرابی‌ها و یا حتی در زمان از سرویس خارج شدن در چنین سیستم‌هایی است زیرا در زمان خرابی و یا تعمیرها، کل محتوای لوله‌ها و اتصال‌ها و گاهی حتی مخزن‌ها و پمپ‌ها نیز باید تخلیه و دفع شود که در چنین مواقعی ریسک آلودگی آب به شدت بالا می‌رود. نکته قابل تأمل در چنین مواقعی، نادیده انگاشتن مسئله محیط زیست به دلیل تقدم دانستن مسئله‌های ایمنی، بهداشتی و حتی مالی بر محیط زیست می‌باشد.



شکل 1. توزیع فراوانی اثرات بالقوه ریسک‌ها

همچنین تحلیل دلیل‌های بالقوه خرابیها در ارزیابی ریسک به روش FMEA نشان می‌دهد که بیشتر دلیل‌های خرابی‌ها و در نتیجه آن ریسک‌های محیط‌زیستی مربوط به تعداد محدودی از عامل‌ها میباشند، جدول 3 به گونه‌ای که در تحقیق حاضر از تعداد 39 ریسک شناسایی شده 16 مورد از ریسکها در حالتهای مختلف دارای منشاء یکسانی بوده و ناشی از نقص در سیستم و اتصال‌ها است .همین طور

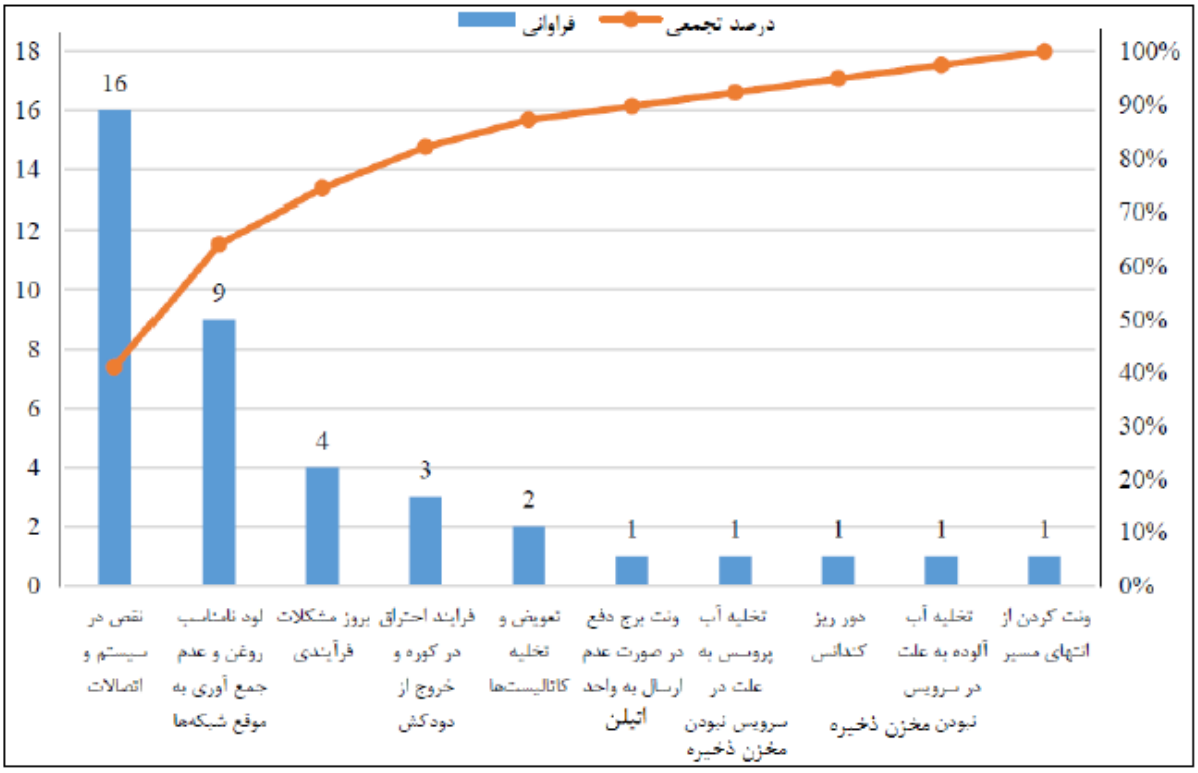
لود نامناسب روغن و جمع‌آوری نکردن به موقع شبکه‌ها، منشاء 9 مورد و نیز بروز مشکل‌های فرآیندی، دلیل 4 مورد از ریسک‌ها است، جدول 3 که دراین مورد نیز تا حدودی می‌تواند از اصل مدیریتی پارتو (یا اصل نسبی 20:80) پیروی کند.

جدول 3 مهمترین دلیل‌های بالقوه ریسک‌های شناسایی شده در ارزیابی ریسک

شماره	علت بالقوه	امتیاز
1	نقص در سیستم و اتصال‌ها	16
2	لود نامناسب روغن و جمع‌آوری نکردن به موقع شبکه‌ها	9
3	بروز مشکل‌های فرآیندی	4
4	فرآیند احتراق در کوره و خروج از دودکش	3
5	تعویض و تخلیه کاتالیست‌ها	2
6	ونت برج در صورت ارسال نکردن به واحد اتیلن	1
7	تخلیه آب پروسس به دلیل در سرویس نبودن مخزن ذخیره	1
8	دورریز کندانس	1
9	تخلیه آب آلوده به دلیل در سرویس نبودن مخزن ذخیره	1
10	ونت کردن از انتهای مسیر	1

تئوری پارتو بیان می‌دارد که تقریباً 80 درصد رخدادها از 20 درصد دلیل‌ها به وجود می‌آید. ابتدا یک اقتصاددان ایتالیایی به نام Pareto Vilfredoمفهوم بهینگی پارتو را در موقعیت‌های پایدار و متعادل توسعه داد. بعدها این تئوری 80/20 برای انواع دیگری از فعالیت‌های انسانی گزارش گردید. به گونه‌ای که محققان مختلف، تعریف‌های مشترکی را در فعالیت‌های گوناگون نشان دادند. به عنوان نمونه 80 درصد فروش یک محصول مربوط به 20 درصد از مشتری‌هاست، 80 درصد سودمندی‌ها می‌تواند با 20 درصد کار به دست آید [12]. همچنین این قانون می‌تواند 2070 در بربر 30 هم مطرح شود [13]. که دراین پژوهش نیز طبق محاسبه بیش از 70 درصد از ریسک‌ها مربوط به حدود 30 درصد از موارد است. نحوه توزیع فراوانی هر کدام از علل بالقوه ریسکها در شکل 2 نشان داده شده است .عدد اولویت ریسک نیز بنابر آنچه در جدول 2 گفته شد از حاصلضرب 3 شاخص احتمال ، شدت و کشف به‌دست آمده و بررسی و مقایسه این مقادیر برای کل ریسک‌های شناسایی شده نشان می‌دهد که بیشترین عدد اولویت ریسک مربوط به مؤلفه از سرویس خارج شدن واحد پلی اتیلن و انتشار حجم زیادی از گازهای هیدروژن و دی اکسید کربن به دلیل هر نوع مشکل فرآیندی وایجاد آلودگی هوا با عدد اولویت ریسک 490 می‌باشد

و پس از آن عملیات فلراسیون با عدد اولویت ریسک 441 که حالت بالقوه خرابی آن، انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا است که به دلیل احتراق گاز در فلر صورت می‌گیرد.



شکل 2. مهمترین دلیل‌های بالقوه ریسک‌های شناسایی شده در ارزیابی ریسک

5. نتیجه گیری

در کاربردهای دنیای واقعی، تصمیم گیران یا اعضای تیم FMEA نمی‌توانند دقت ارزیابیشان را با ارزشهای عددی بیان کنند و ارزیابی‌ها به طور معمول بر اساس متغیرهای زبانی بیان میشوند. FMEA برای بالا بردن قابلیت اطمینان تولید و پایداری فرآیندها استفاده میشود و به تابع‌های کاربردپذیر نیاز دارد و قابلیت نشان دادن وزن، اهمیت نسبی برای شاخص‌های ریسک مانند احتمال، شدت و کشف را ندارد. ریسک‌ها و اثرهای محیط زیستی به عنوان بخش جدایی ناپذیر صنایع و سیستم‌های بزرگ مانند صنایع نفتی و پتروشیمی باید همانند ریسک‌های مالی و ریسک‌های جانی موردتوجه و مدیریت قرار گیرند. همچنین در صنایع بزرگ استفاده از چنین روش‌هایی ازاین نظر که ریسک‌ها را از نقطه شروع و امکان بالقوه آنها مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌دهد می‌تواند در شناسایی و مدیریت ریسک‌ها بسیار مؤثر و مفید باشد. ریسک‌های شناسایی شده به صورت کلی در نظر گرفته شده است و مربوط به کل زیر سیستم‌های مجتمع پتروشیمی است به عبارتی دیگر کل ریسک‌هایی که پیشتر در تمام بخش‌های سیستم شناسایی شده در 15 حالت خرابی که 15 اثر بالقوه مهم طبق نظر خبرگان را در بر می‌گیرد مورد ارزیابی قرار گرفت. شاخص‌های احتمال و کشف 5 رتبه‌ای و شاخص شدت 10 رتبه‌ای در نظر گرفته شدند. نشان می‌دهد که بیشترین عدد اولویت ریسک مربوط به مؤلفه از سرویس خارج شدن واحد پلی اتیلن و انتشار حجم زیادی از گازهای هیدروژن و دی اکسید کربن به دلیل هر نوع مشکل فرآیندی وایجاد آلودگی هوا با عدد اولویت ریسک 490 می‌باشد و پس از آن عملیات

فلراسیون با عدد اولویت ریسک 441 که حالت بالقوه خرابی آن، انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا است که به دلیل احتراق گاز در فلر صورت می‌گیرد.

منابع و مراجع

1. Shaluf, I. M., and Abdullah, S. A. "Floating roof storage tank boilover", Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 24(1), pp. 1-7 (2011).
2. Hocaoglu, S.M., Gursoy Haksevenler, B.H., Pamir Talazana, P., and Aydoner, C. "Assessment of technology modification for olive oil sector through mass balance: A case study for Turkey", Journal of Cleaner Production, 188, pp. 786-795(2018).
3. Seyedhoseini, S.M., and Hatefi, M.A. "Two-Pillar Risk Management (TPRM): A Generic Project Risk Management Process", Scientia Iranica, 16(2), pp. 138-148 (2009).
4. Rostamzadeh, R., Ghorabaee, M.K., Govindan, K., Esmaeili, A., and Nobar, H.B.K. "Evaluation of sustainable supply chain risk management using an integrated fuzzy TOPSISCRITIC approach", Journal of Cleaner Production, 175, pp. 651-669 (2018).
5. Valinejad, F., and Rahmani, D. "Sustainability risk management in the supply chain of telecommunication companies: A case study", Journal of Cleaner Production, 203, pp. 53-67 (2018).
6. Naderpour, A., Majrouhi Sardroud, J., Mofid, M., Xenidis, Y., and Pour Rostam, T. "Uncertainty Management in Time Estimation of Construction Projects: A Systematic Literature Review and New Model Development", Scientia Iranica, 26(2), pp. 752-778 (2019).
7. Afshari, H., Issa, M.H, and Radvan, A. "Using failure mode and effects analysis to evaluate barriers to the greening of existing buildings using the Leadership in Energy and Environmental Design rating system", Journal of Cleaner Production, 127, pp. 195-203 (2016).
8. Hatefi, S. M., and Tamošaitienė, J. "An integrated fuzzy DEMATEL-fuzzy ANP model for evaluating construction projects by considering interrelationships among risk factors", Journal of Civil Engineering and Management, 25(2), pp. 114-131 (2019).
9. Chang, J.I., and Lin, C.C. "A study of storage tank accidents", Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 19(1), pp. 51-59 (2006).
10. Wang, D., P. Zhang, P., and Chen, L. "Fuzzy fault tree analysis for fire and explosion of crude oil tanks", Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 26(6), pp. 1390-1398 (2013).
11. Ardeshir, A., Mohajeri, M., and Amiri, M. "Evaluation of Safety Risks in Construction Using Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (FFMEA), " Scientia Iranica, 23(6), pp. 2546-2556 (2016).
12. Arabsheybani, A., Paydar, M.M., and Safaei, A.S. "An integrated fuzzy MOORA method and FMEA technique for sustainable supplier selection considering quantity discounts and supplier's risk", Journal of Cleaner Production, 190, pp. 577-591 (2018).
13. Chen, L. and Deng, Y. "A new failure mode and effects analysis model using Dempster– Shafer evidence theory and grey relational projection method", Engineering Applications of Artificial Intelligence, 76, pp. 13-20 (2018).