فصلنامه بهداشت و ایمنی کار
جلد ۱۰/ شماره ۱/ بهار ۱۳۹۹ صفحات ۴۶-۵۷

شناسایی خطرات و ارائه برنامه مدیریت ریسک های HSE در واحد اوره مجتمع پتروشیمی شیراز با استفاده از روش Bow Tie و SWOT-ANP

زهره قائدشرف[۱]، موسی جباری[۲*]

[۱] مدیریت محیط زیست، گرایش HSE، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب، تهران، ایران
[۲] گروه مهندسی بهداشت حرفه ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۱۰، تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۱۵

چکیده

مقدمه: شناسایی خطر، ارزیابی و مدیریت ریسک، نقش مهمی در کاهش خطرات احتمالی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی دارد. این پژوهش با هدف شناسایی خطر و ارزیابی ریسک های HSE و ارائه برنامه مدیریت HSE در واحد اوره مجتمع پتروشیمی شیراز انجام شد.

روش کار: ابتدا خطرات واحد مورد مطالعه با استفاده از روش FMEA شناسایی و آنالیز کیفی ریسک ها انجام گردید و واحدهای پرمخاطره مشخص شد. سپس رویدادهای مهم به عنوان ورودی روش Bow-Tie شناسایی و تجزیه و تحلیل گردید و با شناسایی نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید، رتبه بندی و وزن دهی آن ها با استفاده از روش ANP و نرم افزار Super Decisions انجام شد و ماتریس SWOT تهیه و استراتژی های مدیریتی HSE استخراج گردید.

یافته ها: نتایج نشان می دهد که رویدادهای اصلی شامل نشت مواد شیمیایی، سقوط از ارتفاع و لیزخوردن می باشد ومهم ترین عوامل وقوع این رویدادها نقص در تجهیزات کنترلی، عدم توجه به دستورالعمل ها، عدم رعایت اصول ایمنی و خطای انسانی است. از طرف دیگر، نقاط ضعف رتبه ۰,۵۸، نقاط قوت رتبه۰,۲، فرصت ها رتبه ۰,۱۶ و تهدیدها رتبه ۰,۰۵ را دارا می باشند.

نتیجه گیری: در این پژوهش فرصت های سازمانی با وزن ۰,۱۲۴ به میزان ۴,۸ درصد نسبت به تهدیدها با وزن ۰/۰۷۶ برتری داشته که نشان می دهد شرکت در جایگاه مناسبی از لحاظ دستیابی به اهداف اجرایی خود قرار دارد و می تواند با اجرای به موقع سیاست های کنترلی، ریسک های سازمان را خنثی یا کنترل نماید.

کلمات کلیدی: *ارزیابی ریسک، SWOT-ANP، Bow-Tie Analysis، واحد اوره پتروشیمی شیراز*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *jabbarim@sbmu.ac.ir*

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-31]

مقدمه

"داشتن زندگی عاری از خطر، آرزو و هدف همه مردم در همه اعصار بوده است. زیرا میل به ایمنی و امنیت، بخش تفکیک ناپذیری از ماهیت همه انسان ها می باشد. از طرفی دیگر بشر همواره در تلاش برای بهبود زندگی و راحتی بیشتر بوده و در این راه سعی کرده با ایجاد تغییر در طبیعت، متغیرهای آن رابه خدمت خود درآورد که در این راه همراه با دستیابی به مواد، تجهیزات، دستگاه ها و به عبارتی ساده تر، به خدمت گرفتن فن آوری نوین و غیره، به همان اندازه نیز با خطرات بیشتر و همچنین جدیدتری مواجه گردیده است»(۱). سالانه ۱۲۵ میلیون حادثه در کل جهان اتفاق می افتد که هزینه بسیار بالایی در بردارد(۲). بر اساس داده های انجمن بین المللی ایمنی ایالت متحده آمریکا، در هر سال حدود ۲۲۰۰ مرگ و ۲۲۰۰۰۰ جراحت ناتوان کننده بر اثر حوادث شغلی اتفاق می افتد که موجب تحمیل هزینه قابل ملاحظه ای می گردد(۳). با یک نگاه تخصصی و جامع بر تعدادی از حوادث مهم صنایع پتروشیمی از قبیل حادثه آتش سوزی عظیم پتروشیمی بوعلی سینا در تیر ماه ۱۳۹۵، حادثه انفجار و آتش سوزی واحد میتیرینگ پتروشیمی بندر امام در مرداد ماه ۱۳۹۱، نشت گاز آمونیاک در مجتمع پتروشیمی پردیس در مرداد ماه ۱۳۹۰، انفجار و آتش سوزی در واحد جذب پتروشیمی خارک در مرداد ماه ۱۳۸۹، آتش سوزی در مجتمع پتروشیمی پردیس دو عسلویه در مرداد ماه ۱۳۸۹، حادثه پتروشیمی مکزیک در آوریل ۲۰۱۶، نشت۳۲۰۰۰ پوند آمونیاک بی آب از سیستم تبرید شرکت میلارد در اوت ۲۰۱۰ و ... در می یابیم مبنای ایجاد فرایند حادثه، تنوع زیادی نداشته و اکثر این حوادث از نوع نشتی در اثر عدم رعایت نکات ایمنی، ایجاد ابر بخار و انفجار می باشد. بخش اعظم این حوادث نه تنها قابل پیشگیری، بلکه شدت آنها نیز قابل پیش بینی بوده است، مشروط بر اینکه تحلیل پیامد حوادث به موقع مورد بررسی قرار گرفته و بر مبنای آن اقدامات اصلاحی و تدابیر ایمنی مربوطه اتخاذ گردد(۴). همچنین با استقرار سیستم مدیریت سلامت، ایمنی و محیط زیست، می توان حوادث و پیامدهای حاصل از آن را کاهش داده و بهبود قابل ملاحظه ای در وضعیت ایمنی ایجاد نمود(۵).

روش های مختلفی برای بررسی حادثه و ارزیابی ریسک وجود دارد که از جمله می توان به روش های OACA، OATA، ویلیام فاین، FTA،JSA، FMEA، ETBA، Bow-Tie و ... اشاره کرد. روش Bow-Tie، یکی از روش های مفید درحوزه مدیریت ریسک می باشد که ایده اولیه آن در دانشگاه کوئینزلند استرالیا و توسط هازن در سال ۱۹۷۹ ارائه شده است. روش ارزیابی ریسک Bow-Tie، یک روش احتمالاتی یکپارچه در مدیریت ریسک است که با یافتن علل بنیادین بروز یک حادثه و روابط منطقی حاکم بر آنها، به تجزیه و تحلیل پیامدهای آن و ارزیابی احتمالات و مسیر رخداد سناریوهای مختلف جهت جلوگیری، کنترل و کاهش رویدادهای ناخواسته می پردازد(۶و۷). الحاج و همکاران در پژوهش خود عنوان داشتند که تعامل بین تکنولوژی و حوادث طبیعی گاه دستخوش بروز حوادث خطرناکی می شود. از این رو نیاز است تا با استفاده از توسعه روش پاپیونی، ارزیابی این دسته از حوادث انجام شود. بر این اساس با استفاده از نمودار پاپیونی شاخص های مهم در فرایند های پر خطر را شناسایی و بر اساس نتایج خود، لیست اقدامات پیشگیرانه و حفاظتی صنایع در برابر خطرات موجود را ارائه نمودند(۸). حیرانی و بقایی در تحقیق خود از روش Bow-Tie در تلفیق با منطق فازی با به کارگیری روش مقیاسی لیکرت جهت کمی سازی داده های کیفی (زبانی) به منظور کاهش عدم قطعیت ارزیابی ریسک خطوط لوله شماره ۱۰ گاز آماک و ۱۲ نفت بنگستان استفاده کردند. یافته های تحقیق نشان داد که عوامل آسیب شخص ثالث، نقص اولیه در مواد و ساخت خط لوله با احتمال شکست ۰/۰۴۸۴ دارای بالاترین درصد اهمیت (معادل ۱۲/۳۲ درصد) در تخریب لوله های انتقال گاز و نفت می باشند واثرات سمی و آسیب به محیط زیست با احتمال رخداد ۰/۰۰۳۲۷ از بارز ترین پیامد های ناشی از نشت نفت و

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-31]

گاز از خطوط لوله های انتقال هستند. بر این اساس و با لحاظ مهم ترین عوامل موثر شناسایی شده در تخریب خطوط انتقال گاز و نفت و اصلی ترین پیامد ناشی از آن ها، اقدام به ارائه دستورالعمل بهینه کاهش پیامد های بالقوه و کنترل آنها با تاکید بر حذف علل احتمالی آنها نمودند(۹). خسروی راد و همکاران در پژوهشی، علل ریشه ای حوادث فرایندی ایستگاه های تقلیل فشار گاز شهری را با استفاده از تکنیک های تحلیل خطرات عملکردی و تحلیل پاپیونی، تجزیه و تحلیل نمودند. یافته های ایشان نشان داده است که چنانچه نقش موانع در برابر علل ریشه ای و پیامد های نهایی در نظر گرفته شود، این روش ترکیبی می تواند روشی مناسب برای شناسایی علل ریشه ای و کنترل مخاطرات فرایندی باشد(۱۰).

جهت رتبه بندی و وزن دهی عوامل SWOT، روش های مختلفی مانند فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)،TOPSIS، SAW، PROMETHEE و فرایند تحلیل شبکه ای(ANP) وجود دارد که در این پژوهش از روش ANP استفاده شده است. «در واقع روش ANP گسترش یافته شبکه AHP می باشد که در آن تعاملات و وابستگی های درونی و بیرونی بین عناصر و خوشه هاوهمچنین معیارها و زیرمعیارها وجود دارد و به انتخاب گزینه برتر و نزدیک به واقعیت کمک می کند"(۱۱). آقایی و فضلی در پژوهشی از روش فرایند تحلیل شبکه (ANP) و دیمتیل(DEMATEL) برای تحلیل داده ها استفاده کردند و نتایج حاصل نشان داد که رویکرد مناسب با استفاده از روش ترکیبی برای دو شرکت مورد مطالعه در قالب صنعت خودروهای کار، رویکرد نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه است(۱۲). فضل الله و همکاران با استفاده از روش های تصمیم‌گیری چندمعیاره، به بررسی روش های رتبه بندی ریسک های مختلف به خصوص روش فرایند تحلیل شبکه ای و امکان سنجی استفاده از آن در حوزه بهداشت، ایمنی و محیط زیست پرداختند. در این مطالعه اجزای اصلی روش توسط نرم‌افزارSuper Decisions مدل سازی شد. خطرات بهداشت، ایمنی و محیط زیست شناسایی شده با استفاده از روش های معمول و روش فرایند تحلیل شبکه ای پیشنهادی اولویت بندی و مقایسه شدند (۱۳). سرخیل و همکاران در پژوهش خود شاخص های کلیدی HSE را با استفاده از روش های FMEAو AHP بررسی و عنوان نمودند که ارزیابی عملکرد HSE با ارائه برنامه مدیریتی و ایجاد HSE-MS افزایش می یابد (۱۴).

با توجه به اهمیت پیشگیری از حوادث در صنایع و به منظور کاهش هزینه های سربار ناشی از خطرات مربوط به ایمنی، بهداشت و محیط زیست، در این پژوهش، ارزیابی ریسکHSE به روش Bow-Tie در واحد اوره پتروشیمی شیراز مورد بررسی قرارگرفت و از طریق تلفیق فرایند تحلیل شبکه ای و روش SWOT، فرصت ها و تهدیدات، نقاط قوت و ضعف رتبه بندی و مطابق با آن استراتژی های اقدامات کنترلی در راستای پیشبرد اهداف HSE و کنترل و پیشگیری از وقوع حوادث تدوین گردید.

روش کار

در پژوهش مورد مطالعه، هدف ارزیابی ریسک های HSE به روش Bow-Tieو ارائه برنامه مدیریت HSE با استفاده از مدل ترکیبی SWOT-ANP در واحد اوره مجتمع پتروشیمی شیراز می باشد.

ماهیت روش این تحقیق، روش پرسشنامه مقایسه زوجی در روش فرایند تحلیل شبکه است؛ لذا جهت ارزیابی ریسک های بهداشت، ایمنی و محیط زیست، نظرات ۱۰ تن از خبرگان (کارشناسان بهداشت، ایمنی و محیط زیست، رئیس بهره برداری واحد اوره، اپراتور واحد اوره، مهندس فرایند واحد اوره، مهندس تعمیرات مکانیک، مهندس تعمیرات برق، مهندس ابزار دقیق و بازرس فنی) مورد بررسی قرار گرفت. فرایند اجرای این مطالعه شامل دو فاز می باشد. فاز اول اجرای روش Bow-Tie به منظور ارزیابی ریسک‌هایHSE و دسته بندی مخاطرات ایمنی، بهداشت و محیط زیست و فاز دوم استفاده از تکنیک تحلیل شبکه‌ای و SWOTبه منظور رتبه بندی

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-31]

ریسک‌های شناسایی شده و تدوین استراتژی های اجرایی است. مراحل انجام کار به شرح زیر می باشد:

1- فرایند اجرای روش Bow-Tie

گام اول: شناخت کامل واحد مورد مطالعه (واحد اوره): در این مرحله تمام اطلاعات فرایندی مورد نظر جهت شناسایی و ارزیابی ریسک های بهداشت، ایمنی و محیط زیست جمع آوری گردید که شامل موقعیت جغرافیایی، نقشه های فرایندی و رویه های عملیاتی و تعمیراتی واحد، خواص فیزیکی و شیمیایی مواد موجود در واحد می باشد.

گام دوم: شناسایی خطرات: در این مرحله با مشاهده، مصاحبه حضوری، بررسی گزارش حوادث فردی و فرایندی به وقوع پیوسته در واحد مورد مطالعه، بررسی مطالعات HAZOP انجام شده و برگزاری جلساتی با حضور خبرگان، اجزاء فرایند، فعالیت های اصلی واحد و خطرات مرتبط با هر فرایند و فعالیت شناسایی گردید.

سپس با استفاده از روش FMEA و با استناد به مجموعه راهنماهای ایمنی و آتش نشانی در صنایع پتروشیمی(۱۵) و همچنین ماتریس ریسک پیشنهادی Bow-Tie، خطرات شناسایی شده آنالیز، رتبه بندی و سطح ریسک آنها تعیین گردید. لازم به ذکر است که این مرحله از اهمیت بسیاری برخوردار می باشد؛ چراکه عدم شناسایی مخاطرات بالقوه به معنی نادیده گرفتن پیامدها و اثرات آن می باشد.

گام سوم: تعیین رویداد اصلی: در این مرحله با در نظر گرفتن ضرورت و نیاز واحد اوره و گستره پیامدهای ناشی از وقوع از جنبه ایمنی، بهداشتی، زیست محیطی، مالی و اعتبار و همچنین نظرات متخصصین حاضر در جلسات برگزار شده، از میان خطرات با سطح ریسک بالا، شش خطر در قسمت های پرمخاطره واحد به عنوان رویداد اصلی جهت اجرای روش Bow-Tieدر نظر گرفته شد.

گام چهارم: فرایند اجرای روشBow-Tie: فرایند اجرای روش Bow-Tie به چهار بخش اصلی شناسایی، ارزیابی، کنترل و بازیابی تقسیم می شود. پس از تعیین رویدادهای اصلی به عنوان ورودی نرم افزار Bow-Tie، جهت هر رویداد مراحل زیر به ترتیب انجام گردید:

۱) شناسایی تهدید ها: این فرایند تا تعیین تمامی تهدیدهای رویداد اصلی ادامه داده شد. برای هر رویداد،یک یا چند تهدید که باعث انتشار خطر اصلی می گردد مشخص شد.

۲) شناسایی کنترل ها: دراین مرحله تمامی کنترل هایی که جهت هر تهدید و پیامد وجود داشت، مشخص گردید و فرد یا گروهی که مسئولیت انجام و پیگیری کنترل را برعهده دارد تعیین شد.

۳) شناسایی عوامل تشدید کننده در شکست کنترل ها: ممکن است هریک از کنترل هابه دلایل مختلف با شکست مواجه گردد. در این قسمت تمامی عوامل شکست کنترل هامشخص گردید که ممکن است یک یا چند عامل شکست جهت هر کنترل وجود داشته باشد. در واقع عوامل تشدید کننده با شکست کنترل ها منجر به بالارفتن سطح ریسک می گردند.

۴)شناسایی پیامد ها: در این مرحله تمامی پیامدهای مرتبط یا رویداد اصلی که در اثر وجود هر تهدید ایجاد می شود شناسایی گردید. هر تهدید ممکن است یک یا چند پیامد داشته باشد.

۵)شناسایی اقدامات بازیابی: در این مرحله نسبت به شناسایی اقدامات بازیابی به منظور کاهش اثرات هر پیامد اقدام شد و برای هر پیامدیک یا چند اقدام بازیابی و فرد یا گروهی که مسئولیت انجام یا پیگیری آن را بر عهده دارند، مشخص گردید.

۶) شناسایی شکست اقدامات بازیابی: هر یک از اقدامات بازیابی شناسایی شده ممکن است به دلایل مختلف با شکست مواجه گردند که در این مرحله تمامی عوامل شکست مشخص گردید. هر اقدام بازیابی ممکن است یک یا چند عامل شکست داشته باشد.

۷) شناسایی کنترل شکست اقدامات بازیابی: در این مرحله جهت هر کدام از عوامل شکست اقدامات بازیابی،

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-31]

یک یا چند کنترل مشخص گردید. فرد یا گروهی که مسئولیت انجام یا پیگیری کنترل های ثانویه را بر عهده دارند نیز تعیین شدند.

۸) تعیین وظایف و مسئولیت ها: در این قسمت جهت هریک از کنترل هاواقدامات بازیابی، فرد یا گروه مسئول و پیگیری کننده تعیین شدند.

۹) ورود تمامی موارد فوق در نرم افزار Bow-Tie Pro ™ نسخه ۳،۳،۵،۸ و ترسیم نمودارهای مربوطه.

۲- فرایند اجرای روش تحلیل شبکه ای و ارائه برنامه مدیریت HSEبا استفاده از مدل تلفیقیSWOT-ANP

گام اول: در این مرحله با برگزاری جلساتی با حضور خبرگان و با استفاده از خروجی تجزیه و تحلیل رویداد به روش Bow-Tie، فرصت ها،تهدید ها، نقاط قوت و ضعف سازمان شناسایی گردید.

گام دوم: پس از شناسایی عوامل SWOT و با نظرسنجی از خبرگان، در خصوص اهمیت هر کدام از عوامل SWOT، با استفاده از روش لیکرت ۹ گزینه ای به مقایسه این عوامل به صورت دو به دو پرداخته شد و ارجحیت عامل ها نسبت به هم مشخص گردید.

گام سوم: پس از مقایسه شبکه ای و دو به دوی معیار های اصلی، با محاسبه میانگین هندسی نظرات خبرگان، ماتریس مقایسه زوجی تشکیل گردید. اعداد بالای قطر اصلی در این ماتریس، ریشه ششم حاصلضرب امتیازات داده شده توسط ۶ خبره به هریک ازعوامل SWOT در جدول ارجحیت ها می باشد.

$$S,O,T=\sqrt[6]{A1*A2*A3*A4*A5*A6}$$

گام چهارم: پس از تشکیل ماتریس مقایسه ی زوجی معیارها، اطلاعات در نرم افزار Super Decisionsوارد و معیارهای اصلی رتبه بندی گردید و سپس نرخ ناسازگاری درایه های ماتریس که نشان دهنده همسو بودن نظرات خبرگان می باشد محاسبه شد. جهت زیرمعیارهایW، S، O و T گام های سوم و چهارم تکرار و تمامی عوامل رتبه بندی گردید.

گام پنجم: پس از تشکیل ماتریس های مقایسه زوجی و رتبه بندی عوامل SWOT، جهت تعیین وزن نهایی معیارها، سوپر ماتریس اولیه و سوپر ماتریس وزن دارتشکیل گردید. این سوپر ماتریس ها وابستگی متقابل و وابستگی درونی معیارها و گزینه ها را نشان می دهند.

گام ششم: با توجه به نتایج استخراج شده از نرم افزار Super Decisions و تحلیل شبکه ای، ماتریسSWOT تشکیل و استراتژی های سازمانی در راستای پیاده سازی اهداف HSEاستخراج گردید.

یافته ها

نتایج حاصل از ارزیابی ریسک و تعیین بخش های پر مخاطره: با انجام ارزیابی ریسک و اخذ نظرات متخصصین حاضر در جلسات برگزار شده، خطرات عمده واحد مورد مطالعه شناسایی شد. سپس با توجه به گستره پیامد های ناشی از وقوع حوادث از جنبه ی ایمنی، بهداشتی، زیست محیطی، مالی و اعتبار، بخش های پرمخاطره واحد و رویداد های اصلی به عنوان ورودی روش Bow-Tie مشخص گردید که در جدول ۱ نشان داده شده است.بر اساس دیاگرام هایBow-Tie نقص درتجهیزات کنترلی در بخش فرایندی، عدم توجه به دستورالعمل های کاری، عدم رعایت اصول ایمنی و خطای انسانی در بخش غیر فرایندی مهم ترین عواملی هستند که منجر به وقوع رویداد اصلی می شوند.

پیامد ها

پیامد های ناشی از وقوع رویداد های اصلی با توجه به نتایج حاصل از نرم افزار Bow-Tie عبارتند از انفجار، مرگ، شکستگی، جراحت و آلودگی های زیست محیطی که با توجه به شدت اثرات این پیامدها اقدامات کنترلی لازم به منظور کاهش سطح ریسک ها به سطح قابل قبول پیشنهاد گردید. این پیشنهادات عبارتند از: بازرسی، تعمیر و

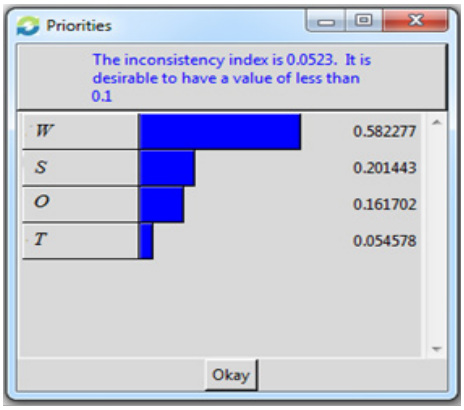
[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-31]

جدول ۱: خطرات عمده و رویدادهای اصلی واحد اوره

ردیف	نوع خطر	تکرارپذیری	نام بخش های پرمخاطره	رویداد اصلی
۱	نشت مواد شیمیایی	۵۰ مورد	فشرده‌سازی آمونیاک ودی‌اکسید-کربن	نشت آمونیاک از تجهیزات و اتصالات
۲	آتش‌سوزی در پمپ‌ها، الکتروموتورها، تابلو برق‌ها	۲۱ مورد	سنتز	نشت آمونیاک و کاربامات
۳	لغزنده بودن سطوح و سقوط از ارتفاع	۱۰ مورد	خالص‌سازی	نشت اوره مذاب
۴	افزایش حرارت و فشار	۲۱ مورد	تصفیه کندانس‌های فرایندی	نشت محلول و بخارات داغ از اتصالات
۵	آلودگی آب و خاک و هوا	۱۷ مورد	تعمیر و نگهداری	سقوط از ارتفاع
۶	خطرات بهداشتی و ارگونومی	۱۶ مورد	انبارش و بارگیری محصول	لیزخوردن و سقوط از ارتفاع

جدول ۲: ماتریس مقایسه زوجی

	W	S	O	T
W	۱	۴/۶۵	۳/۱۴	۷/۰۳
S	۰/۲۲	۱	۱/۵۱	۴/۸۲
O	۰/۳۲	۰/۶۶	۱	۳/۴۶
T	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۲۹	۱



شکل۱: رتبه بندی معیارهای اصلی

نگهداری، آموزش، بازنگری در دستورالعمل هاوروش های اجرایی، به کارگیری پرسنل متخصص، تدوین برنامه واکنش در شرایط اضطراری، جاری سازی فرهنگ HSE در سازمان و تامین تجهیزات حفاظت فردی.

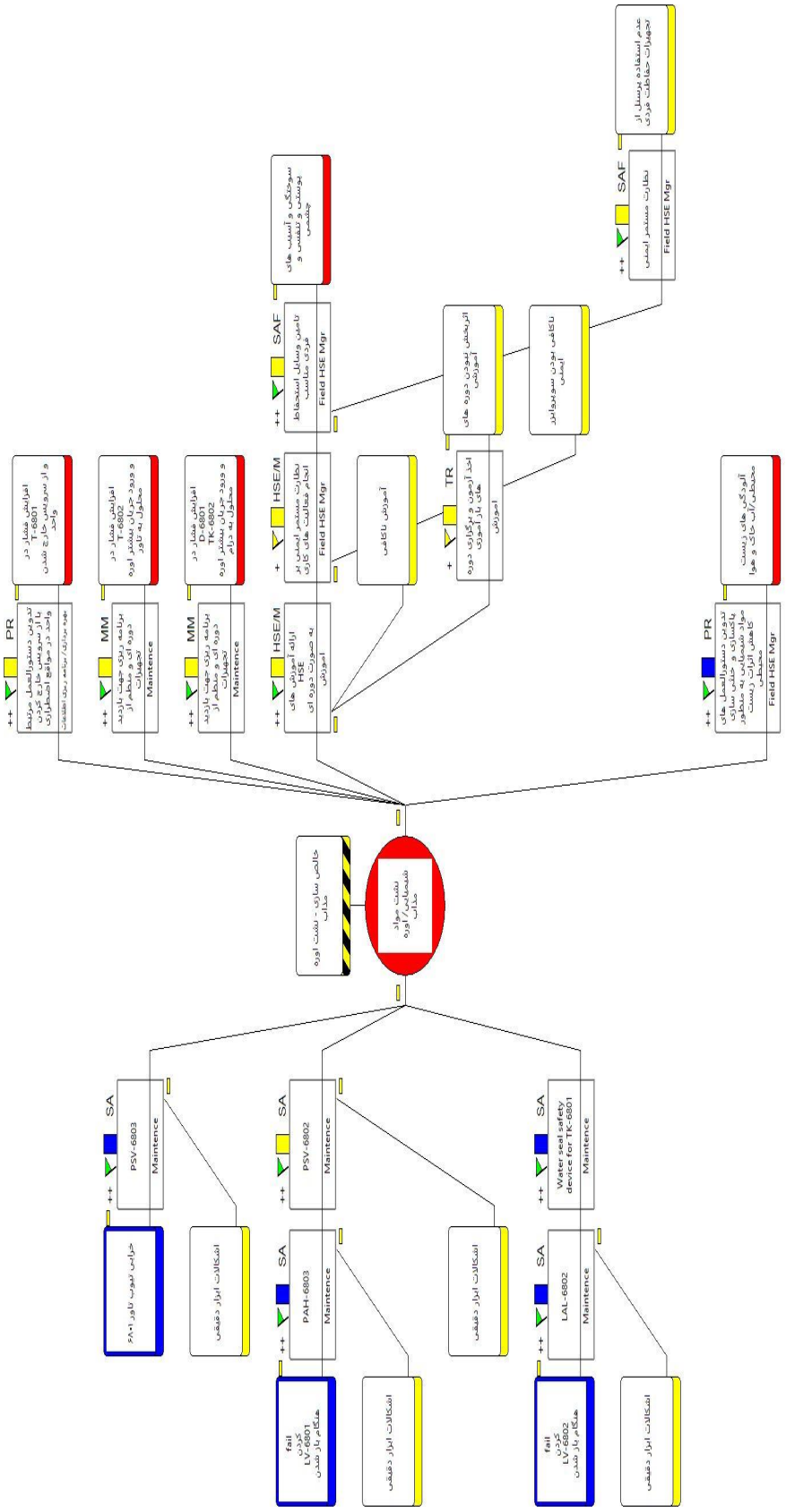
نتیجه ماتریس مقایسات زوجی

با استفاده از خروجی دیاگرام های Bow-Tie (به عنوان نمونه دیاگرام مربوط به بخش خالص سازی در شکل ۲ نشان داده شده است)، شناسایی نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید، مصاحبه با خبرگان و مقایسه دو به دو عوامل SWOT به روش لیکرت، ماتریس مقایسه زوجی تشکیل گردید که در جدول ۲ نشان داده شده است. هم چنین نتایج حاصل از نرم افزار Super Decisions نشان می دهد که نرخ ناسازگاری درایه های ماتریس مقایسه زوجی مقدار۰/۰۵۲۳ شده است که مقدار مناسبی است و نظرات خبرگان به هم نزدیک می باشد و همانگونه که در شکل ۱ مشاهده می گردد معیار اصلی ضعف های درون سازمانی با میزان ۰/۵۸۲۲۷۷ در مقایسه با معیارهای قوت، فرصت و تهدید رتبه بالاتری را کسب نموده است.

تعیین رتبه زیرمعیارها: هرکدام از زیرمعیارهای عوامل SWOT با استفاده از نرم افزارSuper Decision و فرایند تحلیل شبکه ای ANP رتبه بندی و وزن دهی گردیدکه در جدول ۳ نشان داده شده است. برای هر یک از معیار های S، W، O و T کدام زیر معیار در رتبه اول قرار دارد.

زیر معیارهای عوامل SWOT: زیرمعیارهای قوت(S) عبارتند از: استقرار سیستم HSE-MS در سازمان، وجود طرح و برنامه و اهداف سازمانی جهت ایجاد آمادگی در پرسنل به منظور مواجهه با بحران، بهسازی نظام مند

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-31]



شکل ۲: نمودار Bow-Tie بخش خالص سازی

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-31]

جدول ۳: رتبه بندی معیارها و زیرمعیارهای SWOT

ردیف	معیار	رتبه	زیرمعیار	رتبه
۱	ضعف	۰.۵۸	ضعف در اجرای دستورالعمل‌های HSE و سایر دستورالعمل‌های موجود در سازمان	۰.۲۸
۲	قوت	۰.۲	استقرار سیستم نگهداری و تعمیرات تجهیزات	۰.۴۸
۳	فرصت	۰.۱۶	تدوین برنامه توسعه تجهیزات کنترلی و پیشگیری از وقوع حوادث فرایندی	۰.۴
۴	تهدید	۰.۰۵	عدم آگاهی از وضعیت صحت عملکرد سیستم‌های کنترلی و رفع عیب	۰.۴

تجهیزات مخاطره آفرین بخش ها، برگزاری کلاس های آموزش HSE در سازمان جهت افزایش آگاهی پرسنل عملیاتی و غیرعملیاتی، استقرار سیستم نگهداری و تعمیرات تجهیزات. زیرمعیارهای ضعف(W) عبارتند از:عدم توجه به برنامه های فرهنگ سازی HSE، ضعف در اجرای دستورالعمل های HSE و سایر دستورالعمل های موجود در سازمان، ضعف در امور اداری پرسنل و تخصیص نیرو های متخصص در پست های مرتبط، عدم ایجاد انگیزه شغلی در پرسنل، عدم توجه کافی پیمانکاران و کارکنان به اصول HSE، ضعف در اجرای آموزش های HSE، عدم نصب تابلوهای هشدار دهنده و آگاه کننده از حوادث، عدم دسترسی سریع و آسان به تجهیزات اطفاء حریق، ضعف در مدیریت منابع انسانی متخصص HSE و کمبود نیرو های باتجربه و متخصص ایمنی، ضعف در تصمیم گیری تیم مدیریت بحران در شرایط اضطراری، عدم آگاهی از وضعیت صحت عملکرد سیستم های کنترلی و رفع عیب، زیرمعیارهای فرصت(O) عبارتند از:تدوین برنامه توسعه تجهیزات کنترلی و پیشگیری از وقوع حوادث فرایندی، نزدیکی به مراکز آموزشی معتبر و تخصیص اعتبارات لازم جهت توسعه آموزش منابع انسانی و مدیران سازمان، تدوین برنامه بالادستی در چشم انداز ۵ ساله سازمان جهت توسعه HSE در واحد اوره، توسعه ارتباطات با شرکت های خارجی جهت تامین تجهیزات مناسب، تخصیص بودجه کافی جهت توسعه و تجهیز سیستم های کنترلی واحد اوره. زیرمعیارهای تهدید(T) عبارتند از:عدم تامین اعتبارات مورد نیاز جهت بهسازی تجهیزات فرسوده، افزایش هزینه تامین قطعات و تجهیزات، عدم وجود تکنولوژی مناسب در تامین کنندگان بومی جهت ساخت قطعات در داخل کشور، عدم دسترسی به منابع و تجهیزات مورد نیاز با توجه به تحریم ها، ضعف در ضمانت اجرای الزامات قانونی.

نتایج سوپر ماتریس ها: با توجه به خروجی سوپر ماتریس های اولیه و وزن دار تشکیل شده در نرم افزار Super Decisions، وزن نهایی معیارهای چهارگانه محاسبه گردید که فرصت های سازمان به وزن ۰,۱۲۴ در مقایسه با تهدیدها در جایگاه بهتری واقع گردیده است. در مقایسه با قوت ها و ضعف های درون سازمانی، ضعف های سازمان به وزن ۰,۸ در مکان ویژه ای قرار دارد تا آنجا که نیاز است اقدامات اجرایی و ضروری در حداقل زمان ممکن اجرا گردد.

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان می دهد که رویداد های اصلی با سطح ریسک بالا که به عنوان ورودی نرم افزار Bow-Tie در نظر گرفته شدند عبارتند از نشت مواد شیمیایی نظیر اوره، آمونیاک، کاربامات، بخارات داغ و ...، سقوط از ارتفاع و لیز خوردن که در بین ریسک های موجود بیشترین شدت پیامد و تکرار پذیری را دارا بودند. از میان خطرات عمده شناسایی شده در واحد مورد مطالعه، ۳۴,۵ درصد مربوط به نشت مواد شیمیایی و ۶,۹ درصد مربوط به لیز خوردن و سقوط از ارتفاع می باشد. یافته های پژوهش جباری و قربانی(۶) در بررسی علل حوادث شغلی در صنعت ساخت و ساز بیانگر این است که از میان ۱۰۰ حادثه مورد مطالعه، سقوط از ارتفاع علت ۵۷٪حوادث مربوط به صنعت ساخت و

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-31]

ساز را به خود اختصاص می دهد. اصابت و تماس با خطوط برق، خطوط گاز و سیستم های الکتریکی در رتبه بعدی علل وقوع حوادث قرار دارند. در آمارهای ارائه شده توسط OSHA(۱۶) نیز آمده است که در صنعت ساخت و ساز ۳۳٪ حوادث مربوط به سقوط از ارتفاع، ۲۲ ٪ ناشی از برخورد و اصابت، ۱۸٪ گیر کردن و ۱۷٪ حوادث مربوط به برق گرفتگی می باشد. همسو نبودن نتایج این پژوهش با آمار های ارائه شده می تواند به این علت باشد که در صنعت پتروشیمی به دلیل وجود مواد شیمیایی و نشت آن از تجهیزات، بیشتر حوادث از نوع فرایندی بوده ولی در صنعت ساخت و ساز اکثر فعالیت ها در ارتفاع انجام می شود و حوادث بیشتر از نوع غیر فرایندی هستند. همچنین نتایج این پژوهش نشان می دهد که در دیاگرام های Bow-Tie ارتباط میان کلیه فاکتور های مرتبط با فرایند ارزیابی و مدیریت ریسک همچون علل و عوامل وقوع حادثه، عوامل تشدید کننده، پیامد ها، اقدامات کنترلی و بازیابی و نیز وظایف بحرانی به خوبی قابل بررسی است و برای ارزیابی و نشان دادن کنترل ریسک ها می تواند مورد استفاده قرار گیرد که مطابق با پژوهش رضائی آدریانی و همکاران(۱۷) می باشد. در پژوهش ایشان روش Bow-Tie، روشی قوی در مدیریت و ارزیابی ریسک ها و آنالیز حوادث چه به صورت کمی و چه به صورت کیفی است. دانشور و همکاران در پژوهش خود (۱۸) به این نتیجه دست یافتند که استفاده از نرم افزار Bow Tie ProTM یک روش مناسب برای تحلیل خطرات ایمنی پروژه های بزرگ مانند ساخت نیروگاه می باشد که می تواند منجر به ارائه اقدامات پیشگیرانه و محدود کننده ایمنی به منظور پیشگیری و کاهش تهدیدها و همچنین کنترل پیامدهای ایمنی فعالیت های ساختمانی گردد. همچنین مارکوسکی و کاتینیا(۱۹) با بررسی مدل Bow-Tie به این نتیجه رسیدند که مدل مذکور در میان مدل های کیفی، بهترین نمایش تصویری بین خطرات، علت ها، پیامدها و اقدامات بازیابی را ارائه می دهد و مجموعه ای کامل از رویدادها را جهت شناسایی اقدامات کنترلی و وظایف و مسئولیت ها معرفی می کند. نتایج به دست آمده از مطالعه حیدریان(۲۰) حاکی از این است که روش Bow-Tie، ماهیت پیشگیرانه و واکنشی دارد و ارتباط مستقیم بین کنترل ها و سیستم مدیریت ریسک را مشخص و درک واقعی از ارتباط میان عوامل موثر در بروزخطرات، پیامدهای حاصل از آن و موانعی که باعث بروز حادثه می شود را ایجاد می کند که نتایج این پژوهش با نتایج مطالعه(۱۸ و ۱۹) مطابقت دارد. در این پژوهش پس از ارزیابی ریسک با استفاده از نرم افزار Bow-Tie، ارتباط میان تمامی عوامل تاثیرگذار در وقوع حوادث مشخص و وظایف مسئولیت های هر فرد و گروه به منظور مدیریت و کنترل ریسک ها و پیشگیری از وقوع حوادث تعیین گردید. یافته های این پژوهش نشان می دهد که با شناسایی، ارزیابی و تعیین سطح ریسک ها با استفاده از نرم افزار Bow-Tieو انجام اقدامات کنترلی نظیر بازرسی، تعمیر و نگهداری، آموزش، بازنگری در دستورالعمل ها و روش های اجرایی، به کارگیری پرسنل متخصص، تدوین برنامه واکنش در شرایط اضطراری، جاری سازی فرهنگ HSE در سازمان و تامین تجهیزات حفاظ فردی، می توان معیار ریسک ها را از حد غیرقابل قبول به حد قابل قبول رساند که با نتایج کمائی و همکاران(۲۱) در یک راستا می باشد. نتیجه مطالعه ایشان بیانگر این است که با استفاده از ارزیابی ریسک به روش Bow-Tie و مدل سازی می توان آسیب و اثرات آن بر نیروی انسانی و تجهیزات را کاهش داد و با انجام اقداماتی نظیر بازرسی های ادواری فنی مخازن، تشکیل تیم واکنش در شرایط اضطراری، استفاده از گازسنج جهت شناسایی نشت گاز، کنترل منابع حریق و ... در راستای کاهش اثرات پیامدها، می توان ریسک آسیب به نیروی انسانی را از حد غیرقابل قبول به حد قابل قبول رساند. در پژوهشی دیگر، تیموری و میرزائی علی آبادی و همکاران(۲۲، ۲۳) به این نتیجه دست یافتند که با توجه به وجود خطرات مختلف در مخازن، بعضی از موارد مانند حفاظت کاتدیک، تست های ضخامت

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-31]

سنجی دیواره مخازن، تعمیر و نگهداری سیستم های ابزار دقیق و ... نیاز به توجه اساسی دارند و در نظر گرفتن اقدامات کنترلی می تواند باعث کاهش شدت پیامدها گردد. یافته های پژوهش حاضر نیز نشان می دهد که توجه به تجهیزات کنترلی و ابزار دقیقی و رفع عیوب موجود، توجه به دستورالعمل های کاری، تاکید بر رعایت اصول ایمنی و آموزش و نظارت در راستای کاهش خطای انسانی می بایست مد نظر قرار گیرد و با اجرای اقدامات کنترلی نظیر تعمیر و نگهداری، آموزش، بازنگری در دستورالعمل ها و روش های اجرایی، به کارگیری پرسنل متخصص، جاری سازی فرهنگ HSE در سازمان و تامین تجهیزات حفاظت فردی مناسب، می توان شدت پیامدها را کاهش داد که با نتایج پژوهش(۲۳) همراستا می باشد.

یافته های این پژوهش در خصوص رتبه بندی عوامل SWOT با استفاده از روش ANP نشان می دهد که ضعف های سازمان با امتیاز ۰/۵۸ بالاترین رتبه را کسب نموده و نقاط قوت، فرصت و تهدید به ترتیب امتیاز ۰/۲، ۰/۱۶ و ۰/۰۵ را کسب و در رتبه های بعدی قرار گرفتند و بر این اساس ۲۱ استراتژی تدوین گردید که با بکارگیری آنها می توان در پیشبرد اهداف HSE و کنترل و پیشگیری از وقوع حوادث گامی موثربرداشت. در این میان می توان به استراتژی ST(توسعه برنامه های آموزشی و مقرراتی جهت آموزش پرسنل عملیاتی و ایجاد انگیزه در انجام کار گروهی) اشاره نمود که با نتایج مطالعه نخعی کمال آبادی و همکاران(۲۴) در پتروشیمی اراک همخوانی دارد. ایشان با استفاده از روش SWOT-ANP نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید را شناسایی و با رتبه بندی استراتژی های ST، WT، WO و SO به این نتیجه رسیدند که استراتژی ST با کسب بالاترین رتبه(جذب و نگهداری منابع کارآفرین و افزایش انگیزه و وفاداری کارکنان نسبت به شرکت و اصلاح ساختار سازمانی) بهترین استراتژی جهت اجرادر راستای دستیابی به اهداف سازمان می باشد. همچنین الرفائی و همکاران(۲۵) در پژوهش خود با استفاده از روش ترکیبی SWOT-ANPفاکتورها و زیرفاکتورهای مهم را رتبه بندی و بهترین استراتژی را در راستای خط مشی و سیاست های اجرایی مدنظر تدوین نمودند که نتایج آن نیز با نتایج پژوهش حاضر همسو می باشد.

نتیجه گیری

می توان گفت که روش Bow-Tie یکی از موثرترین روش های گرافیکی است که طی آن ارتباط میان کلیه فاکتور های مرتبط با فرایند ارزیابی و مدیریت ریسک به خوبی قابل بررسی است و برای ارزیابی و نشان دادن کنترل ریسک ها می تواند مورد استفاده قرار گیرد. نتایج فرایند تحلیل شبکه ای نشان داد که فرصت های سازمان به وزن نهایی ۰,۱۲۴ در جایگاه بهتری قرار دارد و شرکت در جایگاه مناسبی از لحاظ دستیابی به اهداف اجرایی خود قرار داشته و می تواند با اجرای به موقع سیاست های کنترلی، ریسک های سازمانی را یا خنثی نموده و یا انتقال دهد و در مقایسه با قوت ها و ضعف های درون سازمانی، ضعف های سازمان به وزن نهایی ۸,۰ در رتبه اول قرار دارد که به منظور اصلاح و رفع نقاط ضعف، ضروری است سیاست های مدیریتی متناسب با اهداف کلان سازمان در نظر گرفته شود. براین اساس و در راستای اهداف کلان سازمان، استراتژی های زیر استخراج گردید:

استراتژیSO: در نظر گرفتن زیر ساخت های مناسب جهت ایجاد سیستم تصمیم گیری و پشتیبان در خصوص فرایند نگهداری و تعمیرات هوشمندانه

استراتژی ST: توسعه برنامه های آموزشی و مقرراتی جهت آموزش پرسنل عملیاتی و ایجاد انگیزه کار گروهی میان پرسنل

استراتژی WO: توسعه زیر ساخت های اجرایی برنامه های سازمان در راستای پاسخگویی به نیاز های اجرایی و عملیاتی در واکنش به شرایط اضطراری ERP، توسعه دانش مدیریت بحران در رخداد های فاجعه بار.

استراتژی WT:همگام سازی سازمان با استاندارد های روز ایمنی، تخصیص بودجه و حمایت از کار های پژوهشی در راستای بهبود سیستم ایمنی سازمان.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-31]

REFERENCES

1. Mohammadfam I. Safety Engineering. 7th ed. Tehran: Fanavaran; 2012(Persian).
2. Mohammadfam I, Nikoomaram H, Soltanian A. Comparative analysis of creative and classic training methods in health, safety. Journal of Loss Prevention in the Process Industries . 2012;25: 250-253.
3. Poursoleiman MS, Mohammadfam I, derakhshanjazari M. Comparing the two techniques Tripod Beta and Mort at a critical accident analysis in power plant construction. Journal of Engineering Research and Applications. 2015;5(6):101-105.
4. Nojoumi A, Nikdel S, Heidaripour SMA. A Review of Fire Events of the Recent Two Years of Iranian Oil, Gas and Petrochemical Industries. The First Conference on Process Engineering in Oil, Gas and Energy. 2013(Persian).
5. Poursoleiman MS, Kazemi Moghadam V, Derakhshanjazari M. The effect of Health, Safety and Environment Management System (HSE-MS) on the improvement of safety performance indices in Urea and Ammonia Kermanshah Petrochemical Company. Journal of Health and Safety at Work. 2015; 5(3):75-85(Persian).
6. Jabbari M, Ghorbani R. Developing techniques for cause-responsibility analysis of occupational accidents. Accident Analysis and Prevention. 2016; 96: 101–107.
7. Dawotola AW, Vrijling JK. Decision Analysis Framework for Risk Management of Crude Oil Pipeline System. Decision Sciences. 2011;17: 456-824.
8. El Hajj C, Piatyszek E, Tardy A, Laforest V. Development of Generic BOW-TIE Diagrams of Accidental Scenarios Triggered by Flooding of Industrial Facili-Ties (Natech). Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2015; 36: 72-83.
9. Heyrani P, Bghaei A. Risk assessment in gas and oil pipelines based on the fuzzy Bow-tie technique. Journal of Health and Safety at Work. 2016; 6(1):59-71(Persian).
10. Khosravirad F, Zarei E, Mohammadfam I, Shoja E. Analysis of Root Cause of Major Process Accident in Town Border Stations (TBS) using Functional Hazard Analysis (FuHA) and Bow tie Method. Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2014;1(3):19-28(Persian).
11. Momeni M, Sharifi Salim AR. MADM Models and Softwares. 3th ed. Tehran: Gang Shayegan;2015(Persian).
12. Aghaee M, Fazli S. Using DEMATEL and ANP Approaches for Selecting the Appropriate Maintenance and Repair Strategies. Journal of Industrial Management Perspective. 2012;6:89-107(Persian).
13. Fazlollah A, Mohammadfam I, Hadgi Parvaneh MJ, Omidvari M. Introducing a method for Health, Safety and Environmental (HSE) risk assessment, using multi-criteria decision making (MCDM) techniques: a case study in power plant construction. Journal of Health and Safety at Work. 2014; 4(1):55-65(Persian).
14. Sarkheil H, Rahbari SH. HSE Key Performance Indicators in HSE-MS Establishment and
Sustainability: A Case of South Pars Gas Complex, Iran. International Journal of Occupational Hygiene. 2016;8:45-53.
15. Nasiri Gh, Nariman Nezhad A, Rafiee M, Javadi Moghadam M. Safety & Fire Fighting Guidelines in Petrochemical Industries. 2nd ed. Tehran: Hak; 2013(Persian).
16. Reese CH, Vernon Edison J. Handbook of OSHA Construction Safety and Health
Second Edition; 2006.
17. Rezaei adriani A, Hoveidi H, Givehchi S. Bow-Tie method: A new tool for risk assessment and management in process industries. 6th Trans-Regional Conference on Advances in Engineering Sciences 2013(Persian).
18. Daneshvar M, Soltanzadeh A, Mohammadi H, Sohtanzadeh AA, Ahmadiyan N. Analysis of Construction Safety Risk in House Power of a Power Plant Based on Bow-Tie Technique. International Journal of Occupational Hygiene. 2018;10(2).
19. Markowski AS, Kotynia A. Bow-Tie Model in Layer of Protection Analysis. Process Safety and Environmental Protection. 2011; 89(4):205-213.
20. Heidarian M. Monitoring and Analyzing new Methods in Risk Assessment and Risk Identification. 5th Annual Conference & Exhibition of HSE and Security System. 2016(Persian).
21. Kamaei M, Alizadeh SSA, Keshvari A, Kheyrkhah Z, Moshashaei P. Risk Assessment and Consequence Modeling of BLEVE Explosion wave Phenomenon of LPG Spherical Tank in a Refinery. Journal of Health and Safety at Work. 2016;6(2):10-24 (Persian).
22. Timoori S. Environmental health: evaluation of heavy metals pollution in Isfahan industrial zone from soils, well / eluent waters and waste water by microwave electro-

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-31]

thermal atomic absorption spectrometry, Analytical Methods in Environmental Chemistry Journal. 2019; 2 (1): 55-62.

23. Mirzaee Aliabadi M, Kalapour O, Mohammadfam I, Babaee Masdarghi Y. Risk Assessment of Liquefied Petroleum Gas (LPG) Storage Tanks in Process Industries Using the owtie Technique. Journal of Occupational Hygiene Engineering. 2016;3(10):1-10(Persian).

24. Nakhai Kamal Abadi E, Amirabadi M, Mohammadipoor H. Choosing an Optimal Strategy Based on SWOT Analysis and Analytical Network Process. Journal of Industrial Management Faculty of Humanities Islamic Azad University Sanandaj. 2010;11:22-34 (Persian).

25. Al-Refaie A, Sy E, Rawabdeh I, Alaween W. Integration of SWOT and ANP for effective strategic planning in the cosmetic industry. Journal of APEM. 2016;11(1):49-58.

[Downloaded from jhsw.tums.ac.ir on 2024-12-31]