



## تعیین معیارهای موثر و اولویت بندی شرایط اضطراری در یک صنعت پتروشیمی

مرضیه عباسی نیا<sup>۱</sup>، امید کلات پور<sup>۲</sup>، علیرضا سلطانیان<sup>۳</sup>، ایرج محمدفام<sup>۴\*</sup>، محمد گنجی پور<sup>۵</sup>

### چکیده

**مقدمه:** صنعت پتروشیمی از صنایع حادثه خیز بوده و خسارات زیادی در اثر این حوادث وارد می شود. با توجه به تعدد شرایط اضطراری در این صنعت و بالا بودن زمان، هزینه و امکانات لازم برای جهت پیشگیری و کنترل آن ها، انتخاب و اولویت بندی آنها جهت اتخاذ انجام اقدامات اصلاحی اهمیت زیادی دارد. این مطالعه با هدف تعیین معیارهای موثر و تاثیر گذار در انتخاب شرایط اضطراری و همچنین ارائه یک رویکردی جهت اولویت بندی شرایط اضطراری براساس معیارهای تعریف شده، در صنایع فرایندی و پتروشیمی انجام شد.

**روش بررسی:** این مطالعه کیفی و کاربردی در یک مجتمع پتروشیمی در سال ۱۳۹۷ انجام شد. جهت تعیین معیارهای مناسب در انتخاب شرایط اضطراری و اولویت بندی این معیارها از تکنیک دلفی استفاده شد. در گام بعدی جدولی طراحی شد که در آن تمام شرایط اضطراری موجود در شرکت براساس معیارها امتیاز بندی شدند.

**یافته ها:** مهمترین معیارها جهت انتخاب شرایط اضطراری خطرناک شامل: حجم خسارت، احتمال وقوع، میزان تاثیر بر توقف تولید، گستردگی مکانی حادثه و میزان تاثیر بر اعتبار سازمانی بود و مهمترین شرایط اضطراری در صنعت مورد بررسی انفجار و آتش سوزی در واحد های مخزن گاز زدایی، انبار مواد شیمیایی و تجهیزات تحت فشار حاوی بوتادین بودند. **نتیجه گیری:** با استفاده از این رویکرد شرایط اضطراری با اولویت بالا شناسایی شده و کمک می کند تا مدیران صنعت درک درستی از شرایط اضطراری موجود داشته و برنامه جهت بهبود اقدامات کنترلی و تجزیه و تحلیل و واکنش به این شرایط مورد توجه قرار گیرد تا از بروز بحران پیشگیری شود.

**کلید واژه ها:** شرایط اضطراری، مدیریت بحران، صنعت پتروشیمی

### مقاله پژوهشی



تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۱۰

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۱/۱۹

### ارجاع:

تعیین معیارهای موثر و اولویت بندی شرایط اضطراری در یک صنعت پتروشیمی. عباسی نیا مرضیه، کلات پور امید، سلطانیان علیرضا، محمدفام ایرج، گنجی پور محمد. بهداشت کار و ارتقاء سلامت ۱۳۹۸؛ ۳(۱): ۲۵-۱۶.

<sup>۱</sup> قطب علمی آموزشی مهندسی بهداشت حرفه ای، مرکز تحقیقات ایمنی و بهداشت شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران. <sup>۲</sup> قطب علمی آموزشی مهندسی بهداشت حرفه ای، مرکز تحقیقات ایمنی و بهداشت شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران. <sup>۳</sup> گروه آمار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران. <sup>۴\*</sup> قطب علمی آموزشی مهندسی بهداشت حرفه ای، مرکز تحقیقات ایمنی و بهداشت شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران. <sup>۵</sup> نویسنده مسئول: (Mohammadfam@umsha.ac.ir) رئیس بهبود روش ها و تحلیل فرایندها، پتروشیمی شازند، اراک، ایران.



## مقدمه

صنایع شیمیایی، نفت و پتروشیمی نقش مهم و غیر قابل انکاری در اقتصاد جهان و همچنین در صنعت کشور ما دارند (۱). در این صنعت هیدرو کربن های گاز طبیعی و نفت به محصولات شیمیایی تبدیل می شوند (۲). این صنعت امکان تولید بی نهایت محصولات شیمیایی دارد (۲) و همچنین فرآورده های این صنایع بخش وسیعی از نیازهای روزمره مانند پوشاک، مواد دارویی، غذایی، الکترونیکی، کشاورزی، بهداشت را نیز تامین می کند (۳). امروزه تقریباً در همه کشورهای جهان از صنایع پتروشیمی و پالایشگاه برای تامین انرژی در بخش های صنعتی، حمل و نقل، بازرگانی، مناطق مسکونی و سایر بخش های مورد نیاز خود استفاده می کنند (۳). بنابراین این صنایع نقش غیر قابل انکار بر اقتصاد جهانی دارند و نقش کلیدی در حفظ و ایجاد زندگی روزمره ما دارند (۴). با توجه به در اختیار داشتن منابع عظیم نفت و گاز در کشور، ایران به عنوان یکی از تولید کنندگان محصولات این صنعت شناخته می شود. به دلیل وجود طیف وسیعی از مواد خطرناک، پیچیدگی های سخت افزاری، همچنین انجام عملیات در دما و فشار بالا، این صنعت به عنوان یکی از صنایع حادثه خیز مطرح است و سالیانه حوادث زیادی در این صنعت رخ می دهد (۳).

برای مقابله با این شرایط لازم است با اصلاح محیط های کاری و بکار بردن روش های کاری بهتر، ریسک بروز حوادث و متعاقباً خسارات و آسیب ها را به حداقل ممکن کاهش داد. یکی از روش های کاهش اثرات ناشی از حوادث، محدود کردن اثرات و خسارات و تلفات ناشی از حوادث است و از مهمترین روشهای کاهش اثرات، چگونگی واکنش در شرایط اضطراری است (۵). شرایط اضطراری واقعه ای طبیعی، تصادفی یا عمدی است که منجر به آسیب به افراد، اموال و محیط زیست می شود. این اثرات شامل مرگ و میر، آسیب های منجر به ناتوانی، تخریب، ایجاد آلودگی، آسیب به محصولات و تجهیزات سازمان، و یا اثرات اجتماعی (۶). در صورت عدم تشخیص و کنترل این شرایط، می تواند منجر به خسارات مالی و جانی بسیار زیادی

شود (۷). بنابراین شرایط اضطراری از چالش های مهم و تهدید کننده در صنایع است و مدیریت ریسک و واکنش در شرایط اضطراری صحیح و موثر برای کنترل خطرات و کاهش آسیب ها و خسارات در این صنایع اهمیت بسیار زیادی دارد. مطالعات نیز نشان داده اند که مدیریت صحیح در پاسخ به شرایط اضطراری، فاکتور مهمی در انجام واکنش صحیح در این شرایط است (۸).

هدف از اجرای برنامه های شرایط اضطراری حفاظت از شاغلین، اموال و محیط زیست است و همچنین پس از حادثه برگرداندن شرایط به حالت عادی (پیش از حادثه) و انتقال اطلاعات به ارگان ها و نهادهای دولتی است (۹). به منظور اطمینان از انجام صحیح وظایف در شرایط بحرانی، طرح های واکنش در شرایط اضطراری تعریف و اجرا می شوند. این طرح ها از عناصر حیاتی در جهت ایجاد پاسخ مناسب به شرایط اضطراری هستند و چگونگی پاسخ سازمان به حوادث مختلف مثل حریق، انفجار و... را توصیف می کند. نوشتن طرح های واکنش در شرایط اضطراری، اطمینانی برای عملکرد صحیح این برنامه ها در شرایط اضطراری نمی دهند بلکه انجام مانور و تمرین آنها قبل از بروز بحران، جهت اطمینان از اجرای صحیح آنها اهمیت زیادی دارد (۱۰). جهت اجرای این مانورها براساس سناریو های تعریف شده، پرسنل و بخش های درگیر، تجهیزات، اقدامات و هماهنگی ها از قبل تنظیم می شوند سناریوهای واکنش در شرایط اضطراری یا Emergency Response Plan (ERP) نامیده می شوند (۱۰).

با توجه به تعدد شرایط اضطراری در صنایع و بالا بودن زمان، هزینه، امکانات و منابع لازم برای جهت پیشگیری و کنترل آنها، انتخاب و اولویت بندی شرایط اضطراری جهت اتخاذ اقدامات اصلاحی اهمیت زیادی داشته و باید با دقت زیادی انجام شود. با توجه به محدودیت های موجود از جمله عدم وجود روند استاندارد جهت انتخاب و اولویت بندی شرایط اضطراری و عدم امکان اقدامات اصلاحی برای تمام



ایمنی و بهداشت، ۷ نفر مدیران بخش های مربوطه و ۱۱ نفر افسرها و مسئولان ایمنی از صنعت پتروشیمی بودند که در مجموع ۳۰ نفر از آنان برای شرکت در این مطالعه انتخاب شدند.

در مرحله بعد، پرسشنامه اولیه برای مرحله اول که سوالات باز در راستای جمع آوری نظرات متخصصین و خبرگان بود طراحی شده و از نظر نوشتاری (رفع ابهامات استنباطی و ...) بررسی شد و سپس بصورت پایلوت به ۱۰ نفر از برای متخصصین و صاحب نظران ارسال شد. در مرحله بعد ضمن اعمال تغییرات لازم در سوالات طراحی شده، پرسشنامه به ۳۰ نفر از افراد خبره ارسال گردید. سپس پاسخ ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و معیارهای مشترک استخراج و امتیازبندی و گروه بندی شدند و در نهایت نظرات مشابه در زیرگروه یکسانی قرار گرفتند. پس از تعیین معیارهای مورد نظر. جهت امتیاز بندی این معیارها و استفاده از این معیارها جهت تعیین شرایط اضطراری خطرناک، جلساتی تشکیل شد که در این جلسات مدیران، مسئولان ایمنی، بهداشت حرفه ای، محیط زیست، تضمین کیفیت، سیستم ها و روش ها و مدیریت استراتژیک حضور داشتند و برای معیارهای تعیین شده، بر اساس شرایط صنعت مورد نظر، مقادیر عددی تعریف شد تا بر اساس آن بتوان برای شرایط اضطراری نمراتی را در نظر گرفت. براساس نظرات خبرگان و جلسات تعیین شده، به هرکدام از معیارهای انتخاب شده، بر اساس شرایط شرکت مذکور، عدد یا معیاری بین ۱ تا ۵ داده شد که عدد ۱ نمایانگر کمترین و عدد ۵ نمایانگر بیشترین تاثیر شرایط اضطراری بود (جدول ۳) که این اعداد بر اساس شرایط موجود در این صنعت پتروشیمی تعریف شدند و برای هر صنعت بر اساس همان صنعت باید تعریف شوند. سپس پرسشنامه دوم که شامل نمره دهی تمام شرایط اضطراری بر اساس معیارها بود، برای افراد متخصص فرستاده شد (جدول ۴).

#### یافته ها

با تکمیل ۳۰ پرسشنامه ارسال شده به خبرگان و بررسی

سناریوهای شرایط اضطراری با توجه به زمان و هزینه، هدف از این مطالعه تعیین معیارهای موثر و تاثیر گذار در انتخاب یک شرایط اضطراری با استفاده از تکنیک دلفی و همچنین ارائه یک رویکرد جهت امتیاز بندی شرایط اضطراری براساس این معیارها در صنایع فرایندی و پتروشیمی می باشد.

#### روش بررسی

دلیل عدم وجود مطالعه ای در مورد معیارهای مهم در شرایط اضطراری، جهت تعیین این معیارها در این مطالعه از تکنیک دلفی استفاده شد. تکنیک دلفی جهت پیش بینی و کمک به تصمیم گیری، جمع آوری اطلاعات و اجماع گروهی استفاده می شود و یکی از روش های گروهی کسب دانش است. این روش از طریق مراحل پرسشنامه ای بصورت گمنام و جمع آوری و تجزیه و تحلیل پرسشنامه ها و و فیدبک نظرات به اعضا انجام می شود (۱۱). تکنیک دلفی اولین بار در یک سری مطالعات انجام شده توسط شرکت RAND در دهه ۱۹۵۰ مطرح شد (۱۲) و با مشارکت افراد متخصص در موضوع مورد پژوهش انجام می گیرد که به عنوان پنل دلفی شناخته می شوند. انتخاب اعضای پانل دلفی از مهمترین مراحل این روش است، زیرا اعتبار نتایج، بستگی به شایستگی و دانش این افراد دارد (۱۲). نتیجه این روش، به دست آوردن قابل اطمینان ترین توافق گروهی از خبرگان درمورد موضوع مورد نظر است (۱۳).

در مطالعه دلفی تعداد مناسب اعضای تیم دلفی نکته مهمی است که در تشکیل پنل باید به آن توجه کرد. بر اساس بررسی های صورت گرفته در مطالعه دلفی در صورتیکه تمام شرکت کنندگان درک عمیقی از موضوع مورد پژوهش داشته باشند، ۱۵-۱۰ نمونه برای انجام دلفی کفایت می کند. در این مطالعه ابتدا تیم اجرا و نظارت مشتمل بر اساتید راهنما و مشاور مطالعه، جهت بررسی و بازبینی اهداف مطالعه و همچنین نظارت بر روی انتخاب اعضای خبرگان و متخصصان، تشکیل شد. مطالعه دلفی بر محور اعضای پانل خبرگان بود که شامل ۱۲ نفر اساتید دانشگاه های علوم پزشکی کشور در حوزه



جلسه بازبینی مجدد، در نهایت ۵ معیار با توجه به درصد پاسخگویی خبرگان انتخاب شدند که لیست آنها در جدول ۱ نشان داده شده است. این ۵ معیار جهت انتخاب شرایط اضطراری خطرناک شامل: حجم خسارت، احتمال وقوع، میزان تاثیر بر توقف تولید، گستردگی مکانی حادثه و میزان تاثیر بر اعتبارسازمانی، بود. با توجه به جدول، معیار حجم خسارت با میزان موافقت ۱۰۰ درصد بیشترین درصد پاسخگویی را به خود اختصاص داد.

نظرات آنها، ۲۰ معیار استخراج گردید. با توجه به مشابهت مفهومی برخی از معیارها و همچنین عدم موضوعیت تعدادی از معیارها در مطالعه حاضر، در جلسه بررسی دیگر معیارها به ۱۱ معیار کاهش پیدا کرد که عبارت بودند از: حجم خسارت، احتمال وقوع، میزان تاثیر بر توقف تولید، گستردگی مکانی حادثه، میزان تاثیر بر اعتبارسازمانی، کمیت (حجم) ماده رها شده، سمیت ماده رها شده، اثرات زیست محیطی، آسیب جانی، میزان آمادگی، امکان تشخیص (قبل و بعد از وقوع حادثه) در

جدول ۱: معیارهای استخراج شده نهایی برای انتخاب شرایط اضطراری

نام معیار های استخراج شده	تعداد	درصد
حجم خسارت	۳۰	۱۰۰
احتمال وقوع	۲۸	۹۳/۳
میزان تاثیر بر توقف تولید	۲۱	۷۰
گستردگی مکانی حادثه	۱۹	۶۳/۳
میزان تاثیر بر اعتبارسازمانی	۱۷	۵۶/۶

کمترین میزان و رتبه ۵ بر مبنای بیشترین میزان تعریف شده اند. این مقادیر برای هر صنعت و بر اساس شرایط همان صنعت قابل تعریف هستند.

جدول ۲ معیارهای نهایی استخراج شده و رتبه های ۱ تا ۵ برای هرکدام از این معیارها را نشان می دهد. رتبه های تعریف شده براساس شرایط این صنعت بوده و رتبه ۱ بر مبنای

جدول ۲: رتبه بندی معیارهای موثر بر شرایط اضطراری

رتبه	۱	۲	۳	۴	۵	معیار
حجم خسارت	میزان خسارت کمتر از ۱۰ میلیون تومان	میزان خسارت بین ۱۰-۱۰۰ میلیون تومان	میزان خسارت بین ۵۰۰-۱۰۰ میلیون تومان	میزان خسارت بین ۵۰۰ میلیون تا ۱ میلیارد تومان	میزان خسارت بیشتر از ۱ میلیارد تومان	
احتمال وقوع	احتمال وقوع بیشتر از یکبار در ۵ سال (به ندرت)	احتمال وقوع یکبار در هر ۱ سال (ناچیز)	احتمال وقوع یک بار در هر ۶ ماه تا ۱ سال (گاه به گاه)	احتمال وقوع بین ۶-۱۰ ماه یکبار (اغلب اوقات)	احتمال وقوع کمتر از یک بار در ماه (مکرر)	
میزان تاثیر بر توقف تولید	عدم توقف تولید	توقف تولید به مدت ۱ ساعت	توقف تولید به مدت ۲۴ ساعت	توقف تولید به مدت یک روز تا یک هفته	توقف تولید بیشتر از یک هفته	
گستردگی مکانی حادثه	توقف بخشی از یک واحد	توقف یک واحد تولید	توقف یک ناحیه	توقف نیمی از مجتمع	توقف کل مجتمع	
اعتبار سازمانی	بدون تاثیر بر اعتبار سازمانی	تاثیر منفی بر اعتبار سازمان	تاثیر منفی بر اعتبار سازمان	تاثیر منفی بر اعتبار سازمان	تاثیر منفی بر اعتبار سازمان در سطح بین المللی	

سپس میانگین نمرات ۵ معیار محاسبه شد و شرایط اضطراری نمره دهی و اولویت بندی شدند که میانگین نمرات آن ها به ترتیب در جدول ۳ نمایش داده شده است.

در مرحله بعدی جدولی طراحی شد که در آن تمام شرایط اضطراری موجود در شرکت براساس معیارها امتیاز بندی گردید. سپس ۳۰ نفر از متخصصین و خبرگان صنعت مورد نظر این جدول را تکمیل کردند.

جدول ۳: اولویت بندی و میانگین نمرات شرایط اضطراری بر اساس معیارهای استخراجی

میانگین نمره	شرایط اضطراری
۱۳/۲	انفجار در مخزن گاز زدایی (حاوی هیدروکربن) و ایجاد آتش سوزی
۱۲/۸	آتش سوزی در انبار مواد شیمیایی
۱۱	آتش سوزی تجهیزات تحت فشار حاوی بوتادین
۱۰	آتش سوزی در انبار مواد شیمیایی آزمایشگاه مرکزی
۹/۷	نشت منجر به آتش سوزی در مخزن حاوی مواد پلیمری آغشته به هگزان
۹/۷	نشت از اتصالات تانکر حاوی نفتا هنگام تخلیه در سکوه‌های تخلیه
۸/۹	انفجار بخارات حاوی هیدروکربن تخلیه شده به مسیرهای انتقال پساب های صنعتی
۸/۶	نشت هیدروژن از محل اتصالات سیلندرها هنگام عملیات سیلندر پرکنی
۸/۲	نشت گاز طبیعی در واحد 2EH
۸	نشت هیدروژن از محل اتصالات در واحد الفین
۶/۸	نشتی گاز و آتش سوزی در ایستگاههای گاز واحد بخار

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که معیار حجم خسارت بیشترین درصد پاسخگویی را به خود اختصاص داد. حجم خسارت در دو دسته خسارت جانی (مرگ و آسیب ها و جراحات) و خسارت مالی ناشی از حادثه تقسیم بندی می شود که بر اساس آمار سازمان بین المللی کار خسارات ناشی از حوادث سالانه حدود ۴ درصد تولید ناخالص جهانی است. علاوه بر خسارت های مستقیم ناشی از حوادث، خسارات غیر مستقیم زیادی نیز بر صنایع، شاغلین و جامعه تحمیل می شود که مدل کوه یخ یک مدل محبوب برای نشان دادن آن است (۱۵). بعلاوه نیروی انسانی از مهمترین سرمایه های یک کشور و همچنین سازمان است و مرگ و آسیب ناشی از حوادث شغلی نه تنها بار اقتصادی برای صنعت و جامعه دارند، بلکه هزینه های زیادی نیز بر نیروی انسانی تحمیل می کند.

معیار بعدی احتمال وقوع بود که با موافقت ۹۳/۳ درصد، در رتبه دوم قرار داشت. هرچقدر احتمال وقوع شرایطی بیشتر باشد، تمهیدات بیشتری برای مقابله با آن باید اندیشیده شود (۱۶).

بر اساس نمرات این جدول، شرایط اضطراری خطرناک اولویت بندی شده اند. هرچه میانگین نمره شرایط اضطراری بالاتر باشد، بیانگر اولویت اقدامات اصلاحی برای این شرایط است.

#### بحث

طیف وسیعی از شرایط اضطراری در هر صنعت وجود دارد که بصورت دقیق قابلیت پیش بینی ندارند. شناسایی شرایط اضطراری از مهمترین گام های پیشگیری از بروز بحران و فجایع بزرگ و از دست دادن منابع، تجهیزات و نیروی انسانی و همچنین خسارات مالی و زیست محیطی جبران ناپذیر در صنایع است. تکنیک دلفی سالهاست به عنوان یک روش علمی برای رسیدن به توافق بر روی یک مسئله نا مشخص استفاده می شود. مطالعه Zulean و همکاران از روش دلفی جهت ارزیابی ریسک، برنامه ریزی استراتژیک و تشخیص نقص های سیستم مقابله با شرایط اضطراری و پیشنهادهای جهت بهبود آن استفاده کردند و عنوان شد که تکنیک دلفی ابزاری بسیار مفید و انعطاف پذیر در این زمینه است (۱۴).



ایجاد آتش سوزی بود. در این واحد از یک مخزن جهت گاز زدایی (هیدروکربن) محصول پلیمری و انتقال آن به بخش دیگر استفاده می شود. مطابق این سناریو انفجار ناگهانی به علت عدم جذب گاز هیدروکربن در مراحل قبل، در این مخزن رخ می دهد و احتمال وقوع آتش سوزی نیز وجود دارد. شدت آتش سوزی می تواند باعث گسترش آتش به اطراف و سایر واحدها گردد. بعلت استفاده از هیدروکربن، و ترکیبات آنها احتمال ایجاد حادثه را در این واحد بسیار زیاد است. مطالعه Holmstrom و همکاران نیز نشان داد که نشت و تخلیه ناگهانی هیدروکربن در پالایشگاه Texas City باعث ایجاد ابر غلیظ قابل اشتعالی از بخارات هیدروکربن گشته و منجر به آتش سوزی در واحد ISOM و واحدهای اطراف شده و ۱۵ نفر کشته و ۷۰ نفر زخمی شدند (۱۹). همچنین در صورت وقوع انفجار و آتش سوزی در این واحد، علاوه بر خسارات مالی می تواند باعث آلودگی زیست محیطی و همچنین مواجهات ساکنین نزدیک این مناطق شود. وقوع آتش سوزی در یک مجتمع پتروشیمی در تایوان در سال ۲۰۱۲ باعث انتشار هیدروکربن‌ها (مثل 1,2-Chloride Monomer (VCM), dichloroethane, vinyl and Dichloromethane) در داخل مجتمع و همچنین تا شعاع ۱۰ کیلومتری این مجتمع و همچنین مواجهه بیش از ۶۱۰۰۰ نفر از ساکنین این مناطق شد (۲۰).

شرایط اضطراری دوم آتش سوزی در انبار مواد شیمیایی بود. انبار مواد شیمیایی در این شرکت با وسعتی حدود ۱۰۰۰۰ متر مربع و با تنوع مواد شیمیایی حدود ۲۲۰۰ ماده شیمیایی از قبیل افزودنی ها، کاتالیست ها، بازدارنده ها، مواد اولیه برای تولید محصولات و همچنین روغن ها و گریس است که نقش اساسی در تعمیرات واحدهای مجتمع دارند. این وابستگی به صورت روزانه و مداوم می باشد بنابراین بروز هر گونه حادثه در انبارهای مواد شیمیایی می تواند علاوه بر خسارت های بسیار شدید بعلت تنوع بسیار زیاد مواد شیمیایی در این قسمت، باعث اختلال در تولید می شود.

مطالعه Szwed و همکاران نیز نشان دهنده این واقعیت است که احتمال وقوع اهمیت زیادی برای مدیران دارد زیرا مداخلات مختلف مثل ارزیابی و کاهش ریسک و اقدامات کنترلی در جهت کاهش احتمال وقوع شرایط اضطراری و کاهش پیامدهای آن انجام می شوند (۱۶).

۷۰ درصد از خبرگان بر روی معیار میزان تاثیر بر توقف تولید توافق داشتند. در همانگونه که ذکر شد، شرایط اضطراری می تواند باعث ایجاد آسیب و خسارات زیادی بر سازمان شود که کاهش میزان تولید را نیز در بر دارد. همچنین در اثر از دست رفتن نیروی کار، آسیب به دستگاه ها و تجهیزات و مواد، اختلال در کار و کاهش راندمان کاری، بر روی میزان تولید تاثیر گذاشته و می توانند باعث کاهش یا توقف تولید شوند. دیگر معیارهای استخراج شده نهایی برای انتخاب شرایط اضطراری گستردگی مکانی حادثه (۶۳/۳) و میزان تاثیر بر اعتبار سازمانی (۵۶/۶) بودند. برخی حوادث نه تنها موجب ایجاد تلفات، آسیب و خسارات مستقیم و غیر مستقیم در صنایع می شوند، بلکه ممکن است برخی آنها منجر به وقوع رویدادهای ثانویه در داخل و حتی خارج از شرکت شوند. بدلیل نزدیکی مکان قرارگیری صنایع نسبت به یکدیگر، در صورت بروز شرایط اضطراری، ممکن است منجر به ایجاد فاجعه برای صنایع مجاور نیز شوند که به اثرات دومینو معروف اند و طبق نظر Cozzani وقوع حوادثی مثل آتش سوزی و انفجار بخارات منبسط شده مایع در حال جوش (BLEVE) می توانند منجر به بروز این اثرات شوند (۱۷). حوادثی چون Mexico City در سال ۱۹۸۴ و حادثه Buncefield Disaster در سال ۲۰۰۵ (۴) و همچنین حادثه انفجار و آتش سوزی در شرکت پتروشیمی Lanzhou در چین منجر به انفجار ۱۱ تانک و همچنین مرگ ۱۲ نفر شد، نمونه ای از حوادث هستند (۱۸).

بر اساس معیارهای به دست آمده و نمرات این معیارها، با استفاده از جدول ۲، شرایط اضطراری طبق جدول ۳ اولویت بندی شدند. پر اهمیت ترین شرایط اضطراری در این شرکت پتروشیمی، انفجار در مخزن گاز زدایی (حاوی هیدروکربن) و



TOPSIS, ANP جهت رتبه بندی این عوامل در جهت اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی مناسب در محیط های کاری مورد استفاده قرار گیرد.

### نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که حجم خسارت، احتمال وقوع و میزان تاثیر بر توقف تولید از دیدگاه خبرگان به عنوان مهمترین معیارها و همچنین با توجه به این معیارها، شرایط اضطراری انفجار و آتش سوزی در مخزن گاز زدایی (حاوی هیدروکربن)، آتش سوزی در انبار مواد شیمیایی و آتش سوزی تجهیزات تحت فشار حاوی بوتادین مهمترین شرایط اضطراری در این صنعت بودند. با توجه به حادثه خیز بودن صنعت پتروشیمی، توجه به شرایط اضطراری احتمالی و در نظر گرفتن تمهیدات لازم برای مقابله با این شرایط جهت کاهش آسیب ها و صدمات احتمالی اهمیت زیادی دارد. بنابراین این روش می تواند به عنوان یک راهنما برای مدیران جهت کنترل شرایط اضطراری و پیشگیری از بروز بحران مورد استفاده قرار گیرد.

### تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از یک طرح تحقیقاتی مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی همدان به شماره ۹۷۰۹۰۶۵۲۳۶ است. نویسندگان بر خود لازم می دانند که از مدیریت صنعت پتروشیمی جهت همکاری در انجام این مطالعه قدردانی و تشکر نمایند.

### مشارکت نویسندگان

طراحی پژوهش: ا.ک، ا.م.

جمع آوری داده: م.ع، م.گ

تحلیل داده: ع. س

نگارش و اصلاح: ا.م، م.ع، م.گ

### تضاد منافع

هیچگونه تضاد منافی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

آتش سوزی تجهیزات تحت فشار حاوی بوتادین سومین شرایط اضطراری خطرناک در این شرکت بود. آتش سوزی و انفجار در شرکت پتروشیمی Jilin چین در سال ۲۰۰۵ نه تنها باعث خسارات و آسیب های وسیعی شد، بلکه باعث آلودگی آب بخش وسیعی از رودخانه Songhua گشته که منجر به گسترش آلودگی در کل کشور چین و حتی در سطح بین المللی شد (۱۸).

مطالعات نشان داده اند که به دلیل ویژگی های صنعت پتروشیمی، خطر انفجار و آتش سوزی همواره وجود دارد و می تواند باعث آسیب ها و خسارات سنگینی شود این حوادث به علل مختلف ایجاد می شوند و عمدتاً اجتناب ناپذیر هستند (۲۱). اغلب آسیب های جدی و مرگ و میر رخ داده در صنایع پتروشیمی بدلیل وجود حجم بالایی از مواد سمی و خطرناک و همچنین فرایندهای در دما و فشارهای بالا، عمدتاً ناشی از آتش سوزی، انفجار و یا نشت مواد بوده است (۱۸). حوادث رخ داده در صنایع پتروشیمی ایران در سال های اخیر نیز بیانگر این واقعیت است. حوادثی همچون آتش سوزی پتروشیمی بندر امام ماهشهر و آتش سوزی در پتروشیمی بوعلی نیز نمونه ای از این حوادث است (۲۲) و همچنین انفجار و آتش سوزی در بندر Tianjin در سال ۲۰۱۶ در کشور چین که منجر به ۶/۸۶۶ میلیارد یوان خسارت مستقیم و مرگ ۴۴ نفر شد. همچنین انفجار در یک پالایشگاه نفت در انگلستان منجر به مرگ ۱۵ نفر، ۱۸۰ زخمی و همچنین ۱۵ میلیارد دلار خسارت شد (۲۳). مطالعه دیگری که بر روی ۲۴۲ حادثه مخازن ذخیره سازی در صنایع پتروشیمی و پالایشگاه ها در دنیا در طول ۴۰ سال انجام شد نشان داد که ۸۵ درصد از این حوادث در اثر انفجار و آتش سوزی بوده اند (۲۴).

از محدودیت های این پژوهش می توان به امکان تفاسیر مختلف در تکمیل پرسشنامه اشاره کرد، بطوری که نتایج به دست آمده وابسته به قضاوت خبرگان شده و ممکن دارای خطا باشد. به همین دلیل پیشنهاد می شود در مطالعات آینده از دیگر مدل های تصمیم گیری مانند FUZZY-AHP, MCDM,



## منابع

1. Jafarianmoghadam E. Environmental impact assessment of petrochemical industry PET-PTA in Mahshahr economic region. Ahvaz: Science and Research University of Khouzestan; 2007.
2. Malmasi S, Jozi S, Monavari SM, Jafarian ME. Ecological impact analysis on Mahshahr petrochemical industries using analytic hierarchy process method. *International Journal of Environmental Research*. 2010;4(4):725-34.
3. Shaluf IM, Ahmadun FR, Said AM. Fire incident at a refinery in West Malaysia: the causes and lessons learned. *Loss prevention in the Process Industries*. 2003;16(4):297-303.
4. Hosseinnia B, Khakzad N, Reniers G. Multi-plant emergency response for tackling major accidents in chemical industrial areas. *Safety science*. 2018;102:275-89.
5. Georgiadou PS, Papazoglou IA, Kiranoudis CT, Markatos NC. Modeling emergency evacuation for major hazard industrial sites. *Reliability Engineering & System Safety*. 2007;92(10):1388-402.
6. Marwitz S, Maxson N, Koch B, Aukerman T, Cassidy J, Belonger D. Corporate crisis management: Managing a major crisis in a chemical facility. *Hazardous Materials*. 2008;159(1):92-104.
7. Wulf WA, Haimes YY, Longstaff TA. Strategic alternative responses to risks of terrorism. *Risk Analysis: An International*. 2003;23(3):429-44.
8. Chen R, Sharman R, Chakravarti N, Rao HR, Upadhyaya SJ. Emergency response information system interoperability: development of chemical incident response data model. *The Association for Information Systems*. 2008;9(3):7.
9. Karagiannis GM, Piatyszek E, Flaus JM. Industrial emergency planning modeling: A first step toward a robustness analysis tool. *Hazardous Materials*. 2010;181(1-3):324-34.
10. Zhou J. Petri net modeling for the emergency response to chemical accidents. *Loss Prevention in the Process Industries*. 2013;26(4):766-70.
11. Ludwig L, Starr S. Library as place: results of a delphi study. *The Medical Library Association*. 2005;93(3):315.
12. Okoli C, Pawlowski SD. The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. *Information & Management*. 2004;42(1):15-29.
13. Powell C. The Delphi technique: myths and realities. *Advanced Nursing*. 2003;41(4):376-82.
14. Zulean M, Prelipcean G. Emergency preparedness in Romania: Dynamics, shortcomings and policy proposals. *Technological Forecasting and Social Change*. 2013; 80(9):1714-24.
15. Hämäläinen P, Takala J, Saarela KL. Global estimates of occupational accidents. *Safety Science*. 2006;44(2):137-56.
16. Szwed P, Van Dorp JR, Merrick JR, Mazzuchi TA, Singh A. A Bayesian paired comparison approach for relative accident probability







- assessment with covariate information. *European Journal of Operational Research*. 2006;169(1): 157-77.
17. Cozzani V, Gubinelli G, Salzano E. Escalation thresholds in the assessment of domino accidental events. *Hazardous Materials*. 2006; 129(1-3):1-21.
18. Liu X, Zhang Q, Xu X. Petrochemical plant multi-objective and multi-stage fire emergency management technology system based on the fire risk prediction. *Procedia Engineering*. 2013;62:1104-11.
19. Holmstrom D, Altamirano F, Banks J, Joseph G, Kaszniak M, Mackenzie C, et al. CSB investigation of the explosions and fire at the BP Texas City refinery on March 23, 2005. *Process Safety Progress*. 2006;25(4):345-9.
20. Shie RH, Chan CC. Tracking hazardous air pollutants from a refinery fire by applying on-line and off-line air monitoring and back trajectory modeling. *Hazardous Materials*. 2013;261:72-82.
21. Chen M, Wang K. A bow-tie model for analyzing explosion and fire accidents induced by unloading operation in petrochemical enterprises. *Process Safety Progress*. 2019; 38(1):78-86.
22. Karimie S, Mirzaei aliabadie M, Mohammadfam I. Human Errors Assessment for Board Man in a Control Room of Petrochemical Industrial Companies using the extended CREAM. *Health in the Field*. 2018;6(1):22068.
23. Isimite J, Rubini P. A dynamic HAZOP case study using the Texas City refinery explosion. *Loss Prevention In The Process Industries*. 2016;40:496-501.
24. Chang JI, Lin CC. A study of storage tank accidents. *Loss Prevention In The Process Industries*. 2006;19(1):51-9.



## Determination of Effective Criteria and Prioritization of Emergency Situations in a Petrochemical Industry

Marzieh ABBASSINIA<sup>1</sup>, Omid KALATPOUR<sup>2</sup>, Ali Reza SOLTANIAN<sup>3</sup>, Iraj MOHAMMADFAM<sup>4\*</sup>,  
Mohammad GANJIPOUR<sup>5</sup>

### Abstract

### Original Article



**Received:** 2018/12/31

**Accepted:** 2019/04/08

#### Citation:

Determination of Effective Criteria and Prioritization of Emergency Situations in a Petrochemical Industry. ABBASSINIA M, KALATPOUR O, SOLTANIAN AR, MOHAMMADFAM I, GANJIPOUR M. Occupational Hygiene and Health Promotion 2019; 3(2):16-25.

**Introduction:** The number of emergency situations is high in petrochemical industry. These situations cause devastating injuries and loss and a lot of time, cost, facilities, and resources are needed to control all of them. Selection and prioritization of emergencies are important to take the corrective actions. The purpose of this study was to determine the effective criteria in selection of emergency situations and to provide an approach for prioritization of emergency situations based on the defined criteria in petrochemical industries.

**Methods:** This qualitative and applied study was conducted in a petrochemical complex in 2018. The Delphi technique was used to identify and prioritize the appropriate criteria. In the next step, a table was designed to score the emergencies.

**Results:** The most important criteria for selection of hazardous emergencies were the damage severity, probability of occurrence, loss or disruptions in production, spatial context of accident, and social effects. The most important emergencies in the industry included fires and explosions in gas discharging units, chemical storage places, and pressurized equipment containing butadiene.

**Conclusion:** Using this approach, high-priority emergencies were identified. This helps managers to plan control measures, analyze these emergencies, and respond to them in order to prevent crisis.

**Keywords:** Emergency, Crisis management, Petrochemical

<sup>1</sup>Center of Excellence for Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

<sup>2</sup>Center of Excellence for Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

<sup>3</sup>Department of Biostatistics, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

<sup>4</sup>Center of Excellence for Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

(Corresponding Author: Mohammadfam@umsha.ac.ir)

<sup>5</sup>Head of Improvement Procedures and Process Analysis and Secretary of System Suggestions, Shazand Petrochemical Company, Arak, Iran

