

Investigation of Chemical Incidents in the Last 10 Years of Fars Province and Providing a Solution Based on Chemical Defense for Immunization and Emergency Response to Consequences

Ahmad Ameryoun¹, Ali Nusiri^{1,2}, Ahmad Akrami³, Sadegh Emami Roodbali^{2*}

¹ Health Management Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

² Faculty of Health, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

³ Islamic Azad University, Tehran-North Branch, Passive Defense Organization, Tehran, Iran

Received: 10 July 2019 Accepted: 2 July 2020

Abstract

Background and Aim: The occurrence of chemical events causes a lot of financial, life and environmental damages. The purpose of this study is investigating and analyzing chemical events in Fars province between 2008 and 2017, to provide solutions based on chemical defense for immunization and emergency response to consequences.

Methods: This research conducted with practical approach and descriptive method. The study population consists of experts with operational experience in response to chemical events in Fars province (including 29 cities). The study tool was a researcher-made questionnaire which its reliability and validity were confirmed. Analytical Hierarchy Process with Expert Choice software has been used to investigate chemical events in Fars province.

Results: 166 chemical events in Fars province during the period from 2009 to 2018 was recorded. Industrial unit fires, road transport accidents, and gas leaks and gas leakage from the gas distribution network were the most significant incidents. The type of chemical that caused the event, human injuries and the location of the event were considered as the main criteria. Capital damage, proximity to residential area, and environmental and natural resources damage were considered as sub-criteria. The most important chemical defense solutions include; preparing a database of all chemical industries and factories, prioritizing chemical facilities from a risk perspective, conducting training programs for emergency teams, conducting medical examinations of people exposed to chemicals, cleaning up contaminated areas, and preventing the spread of contamination.

Conclusion: This research has shown that most events were not only preventable, but also severely predictable. One way of immunity and emergency response to events is their timely analysis to identify the causes, most of which are human error and the factors affecting it.

Keywords: Emergency response, Chemical defenses, Chemical events, Immunization.

بررسی حوادث شیمیایی ۱۰ سال اخیر استان فارس و ارائه راهکار بر اساس پدافند شیمیایی به منظور مصون سازی و پاسخ اضطراری به پیامدها

احمد عامریون^۱، علی نصیری^۲، احمد اکرمی^۳، صادق امامی رودبالی^{۲*}

^۱ مرکز تحقیقات مدیریت سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران

^۲ دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران

^۳ دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران-شمال، سازمان پدافند غیر عامل کشور، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: وقوع حوادث شیمیایی باعث وارد آمدن خسارتهای مالی، جانی و زیست محیطی فراوانی می شود. هدف از مطالعه بررسی و تحلیل حوادث شیمیایی در استان فارس در بازه زمانی ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۶ جهت ارائه راهکارها بر اساس پدافند شیمیایی به منظور مصون سازی و پاسخ اضطراری به پیامدها است.

روش ها: این مطالعه یک پژوهش با رویکرد کاربردی و با روش توصیفی (مقطعی) است. جامعه مورد مطالعه شامل کارکنان خبره و دارای تجربیات عملیاتی در پاسخ به حوادث شیمیایی استان فارس (شامل ۲۹ شهرستان) بودند. ابزار مطالعه، پرسشنامه محقق ساخته بود که پایایی و روایی آن تایید شد. جهت بررسی حوادث شیمیایی استان فارس از روش تحلیل سلسله مراتبی (Analytical Hierarchy Process) با نرم افزار Expert Choice استفاده شده است.

یافته ها: تعداد کل حوادث بازه زمانی ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۶، ۱۶۶ مورد بود. آتش سوزی واحدهای صنعتی، حادثه حمل و نقل جاده ای و حادثه نشت و انتشار گاز از شبکه توزیع گاز، بعنوان مهمترین حوادث بودند. نوع ماده شیمیایی سبب حادثه، آسیب های انسانی و محل وقوع حادثه بعنوان معیارهای اصلی مطرح شدند. آسیب های سرمایه ای، همجواری با منطقه مسکونی و آسیب های زیست محیطی و منابع طبیعی، به عنوان معیارهای فرعی لحاظ شدند. مهمترین راهکارهای پدافند شیمیایی شامل: تهیه بانک اطلاعاتی تمامی صنایع و کارخانجات تولیدی مواد شیمیایی، اولویت بندی تاسیسات شیمیایی از منظر خطرپذیری، برگزاری برنامه های آموزشی برای تیم های شرایط اضطراری، انجام معاینات پزشکی از افرادی که در معرض مواد شیمیایی قرار داشتند، پاکسازی مناطق آلوده و جلوگیری از گسترش آلودگی بود.

نتیجه گیری: این تحقیق نشان داده که بخش اعظم حوادث نه تنها قابل پیشگیری بلکه شدت آنها نیز قابل پیش بینی بوده است، یکی از راههای مصون سازی و پاسخ اضطراری به حوادث تجزیه و تحلیل به موقع آنها به منظور شناسایی علل می باشد که بخش اعظم آن را خطای انسانی و عوامل تاثیرگذار بر آن تشکیل می دهد.

کلیدواژه ها: پاسخ اضطراری، پدافند شیمیایی، حوادث شیمیایی، مصون سازی.

مقدمه

امروزه همزمان با رشد علمی، توسعه صنعتی و بهره‌مندی از امکانات گوناگون، چالشی به نام حوادث وجود دارد که روز به روز در حال افزایش است (۱). از منظر پدافند غیرعامل بیشتر حوادث انسان ساخت مثل حمل و نقل مواد شیمیایی، انفجار صنایع شیمیایی و آتش‌سوزی مورد بررسی قرار می‌گیرد (۲).

در حوادث و رویدادهای انسان ساخت چنانچه عامل این رویدادها مواد شیمیایی باشد، آن را یک حادثه شیمیایی می‌نامند. این حوادث بخش قابل توجهی از محیط زیست و اجتماع انسانی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. حوادث شیمیایی می‌توانند ناشی از صنایع شیمیایی، بخش حمل و نقل و بخش کشاورزی باشد (۳).

رویکرد پدافند غیرعامل تمام اصول و اقدامات غیر نظامی است که با بهره‌گیری از آن‌ها، از وارد شدن خسارات مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیر نظامی و تلفات مالی و جانی جلوگیری یا میزان آن را به حداقل می‌رساند (۴).

بنابراین اقداماتی که تحت عنوان پدافند غیرعامل نام گرفته‌اند بیشتر در حوزه اقدامات پیشگیرانه، اقدامات مقابله‌ای و اقداماتی برای بازگرداندن وضعیت ناحیه به شرایط قبل از حادثه می‌باشد (۵). امروزه در دنیا، صنایع شیمیایی و پتروشیمی و صنایع گاز توسعه یافته است و کشور ما نیز یکی از کشورهای توسعه یافته در این زمینه است در این شرایط باید به سه موضوع ایمنی، امنیت و دفاع توجه شود (۶).

وقوع حوادث حریق و انفجار در صنایع شیمیایی کوچک و بزرگ همه ساله باعث وارد آمدن خسارات مالی، جانی و زیست محیطی فراوانی به جوامع مختلف می‌شود (۷).

چرخه عمر یک ماده شیمیایی ممکن است شامل مسیرهای متفاوتی از تولید تا نگهداری، استفاده و دفع مواد زائد بوده و تمامی این موارد باید در ایمنی شیمیایی و مدیریت ریسک مواد خطرناک مورد توجه قرار گیرد (۸).

خطرات مواد شیمیایی را می‌توان در دو سطح خرد و کلان مورد بررسی قرار داد. خطرات خرد شامل مواردی می‌شود که در آن حوادث مرتبط با مواد شیمیایی سلامتی و اقتصاد تعداد محدودی از افراد را تحت تاثیر قرار داده و یا قادر است منجر به خسارات اقتصادی کوچک، آلودگی‌های زیست محیطی محدود گردد. خطرات کلان شامل آن دسته از حوادث شیمیایی است که با توجه به گستره تلفات و خسارات حاصله می‌توان آنها را در طبقه حوادث فاجعه بار قرار داد (۹).

تلاش برای توسعه پایدار کشور و تحقق اهداف ایجاب می‌کند که عنصر پدافند غیر عامل که به معنای ارزیابی آسیب پذیری‌ها و تهدیدات احتمالی و برنامه‌ریزی برای حذف این موارد در اجرای طرح‌های اقتصادی، اجتماعی و توسعه‌ای کشور است، مورد توجه ویژه قرار گیرد (۱۰).

در ایران بی توجهی به اصول توسعه پایدار در روند صنعتی

شدن کشور باعث شده است که تولید، حمل و نقل، انبارداری و کاربرد انواع ترکیبات شیمیایی، امنیت شهروندان را نشانه بگیرد. در چنین شرایطی شدت آسیب پذیری نیز با توجه به تراکم جمعیت ساکن در منطقه و ترکیب ساختمانها و کاربری آنها متفاوت خواهد بود (۹).

در مطالعه جهانگیری و همکاران مشخص شد که بیشترین ریسک حمل و نقل جاده‌ای مواد خطرناک متعلق به مسیرهای همجوار با منطقه مسکونی بوده است (۱۱).

خداپرست و همکاران نتیجه گرفتند که ۶۰/۶۷ درصد از حوادث حمل و نقل جاده‌ای مواد خطرناک مربوط به فاکتور انسانی، ۱۷/۸۳ درصد مربوط به وسیله نقلیه، ۱۱/۴۴ درصد مربوط به فاکتورهای محیطی و در نهایت ۱۰/۰۶ درصد مربوط به بارگیری و بسته بندی مواد خطرناک بوده است (۱۲).

در مطالعه Tijun و همکاران مشخص شد که حوادث مواد خطرناک در حین حمل و نقل جاده‌ای در سال‌های اخیر موجب تلفات فاجعه بار به انسان و محیط زیست در سراسر جهان شده است (۱۳). بنابراین هدف کلی تحقیق حاضر تحلیل و اولویت‌بندی حوادث شیمیایی و ارائه راهکارها بر اساس پدافند شیمیایی به منظور مصون‌سازی و پاسخ اضطراری به پیامدها است.

روش‌ها

این مقاله یک پژوهش با رویکرد کاربردی و با روش توصیفی (مقطعی) است. جامعه مورد مطالعه در این پژوهش شامل؛ اعضاء هیئت علمی، متخصصین و کارشناسان خبره و دارای تجارب عملیاتی و مدیریتی در پاسخ به حوادث شیمیایی به وقوع پیوسته استان فارس (شامل ۲۹ شهرستان) بوده است که به عنوان معیارهای ورود به مطالعه و همچنین افراد عادی و حوادث ثبت نشده در استان فارس به عنوان معیار خروج از مطالعه بوده است.

در این مطالعه به دلیل اینکه تعداد افراد دارای ویژگی یا شرایط لازم در زمینه مورد مطالعه محدود بودند، پژوهشگر تلاش کرد بر اساس اطلاعات در دسترس از جامعه مورد مطالعه و با توجه به اهداف پژوهش نمونه‌ای را انتخاب نماید که تا حد امکان ویژگی جامعه واقعی را داشته باشد.

بنابراین نمونه‌گیری به روش در دسترس متناسب با حجم جامعه به تعداد ۶۷ نفر در نظر گرفته شد، که تعداد ۴ نفر کارشناس در اداره کل بحران استانداری، ۴ نفر کارشناس در اداره کل پدافند غیر عامل استانداری، ۳ نفر متخصصین و کارشناسان خبره در حوزه سلامت در مرکز فوریت‌های پزشکی استان، ۳ نفر کارشناسان خبره در حوادث و ثبت گزارش در مرکز فرماندهی و کنترل ترافیک پلیس راه، ۵ نفر متخصصین و کارشناسان ایمنی، بهداشت و محیط زیست از شرکت ملی گاز، ۴ نفر از متخصصین و کارشناسان ایمنی، بهداشت و محیط زیست شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی، ۳۱ نفر از مدیران، معاونین و کارشناسان خبره دارای تجربه عملیاتی و

استفاده از این ماتریس وزن نسبی عناصر محاسبه می‌گردد. به طور کلی، یک ماتریس مقایسه زوجی به صورت (نمودار-۱) نشان داده می‌شود که در آن A_{ij} ترجیح عنصر i نسبت به عنصر j است. حال با مشخص بودن A_{ij} ها می‌توان وزن عناصر، یعنی W_i ها را بدست آورد.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

نمودار-۱. ماتریس مقایسات زوجی

حجم محاسبات به روش دستی برای بدست آوردن وزن نسبی عناصر از ماتریس (نمودار-۱) زیاد است در نتیجه وزن نسبی عناصر (W_i) با استفاده از نرم افزار Expert Choice و با روش بردار ویژه محاسبه می‌شود. در فرایند تحلیل سلسله مراتبی نرخ ناسازگاری، وسیله‌ای است که سازگاری را مشخص ساخته و نشان می‌دهد که تا چه حد می‌توان به اولویت‌های حاصل از مقایسات اعتماد کرد. اگر نرخ ناسازگاری کمتر از $0/10$ ($IR \leq 0/10$) باشد، سازگاری مقایسات قابل قبول بوده است و در غیر اینصورت مقایسه‌ها باید تجدید نظر شود.

تعداد کل حوادث بازه زمانی ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۶، ۱۶۶ مورد بوده است. که از میان این تعداد حوادث، آتش‌سوزی واحدهای صنعتی، حادثه حمل و نقل جاده‌ای و حادثه نشت و انتشار گاز از شبکه توزیع گاز مهمترین حوادث ده سال اخیر استان فارس، از معیارهای اصلی و فرعی تحلیل شده، معیارهای اصلی نوع ماده شیمیایی سبب حادثه، آسیب‌های انسانی و محل وقوع حادثه و معیارهای فرعی آسیب‌های سرمایه‌ای، همجواری با منطقه مسکونی و آسیب‌های زیست محیطی و منابع طبیعی، به ترتیب با اهمیت‌ترین معیارهای اصلی و معیارهای فرعی موثر در حوادث شیمیایی بوده است. همچنین مهمترین راهکارهای پدافند شیمیایی شامل؛ تهیه بانک اطلاعاتی تمامی صنایع و کارخانجات تولیدی مواد شیمیایی، برگزاری برنامه‌های آموزشی برای تیم‌های شرایط اضطراری، انجام معاینات پزشکی از افرادی که در معرض مواد شیمیایی قرار داشتند، پاکسازی مناطق آلوده و جلوگیری از گسترش آلودگی بوده است.

نتایج جدول-۳ نشان داد که در این پژوهش ۶۷ نفر شرکت نمودند که ۱۰۰٪ مرد بودند، درصد فراوانی افرادی با تحصیلات کارشناسی ۵۰/۷۵ و تحصیلات تکمیلی ۴/۴۸ که در مجموع ۵۵/۲۳ درصد از نمونه آماری است و از منظر سنوات درصد فراوانی ۲۰-۱۵ سال ۴۱/۷۹ و ۲۰-۲۵ سال ۱۹/۴۰ و بالای ۲۵ سال ۱۰/۴۵ بود که در مجموع ۷۱/۶۴ درصد نمونه را تشکیل می‌دهند. اطلاعات توصیفی افراد شرکت کننده در پژوهش در جدول-۳ خلاصه شده است.

مدیریتی در پاسخ به حوادث در سازمان آتش‌نشانی و خدمات ایمنی شهرداری، ۳ نفر از کارشناسان ایمنی، بهداشت و محیط زیست شرکت شهرک‌های صنعتی استان، ۱۰ نفر کارکنان دارای مشاغل خدماتی از شهرداری در شهرستان‌های مورد مطالعه انتخاب شد، ابتدا به منظور تدوین یک ابزار اندازه‌گیری از طریق مرور منابع و متون علمی مرتبط با موضوع پژوهش بوسیله جستجو و تحلیل نظام‌مند منابع در دسترس نسبت به استخراج ۹ معیار اصلی و ۴۷ معیار فرعی مرتبط با حوادث شیمیایی (پرسشنامه محقق ساخته) پرداخته شده است (جدول-۱).

جهت تعیین روایی معیارهای اصلی ابزار اندازه‌گیری، از شیوه اعتبار سنجی محتوایی از نمونه مورد مطالعه، تعداد ۱۵ نفر استفاده شد. به این صورت که معیارهای اصلی پرسشنامه به صورت حضوری در اختیار افراد صاحب‌نظر قرار داده شد. ابتدا نسبت روایی محتوا معیارها با حداقل ۰/۶۰ و حداکثر ۰/۸۶ و سپس شاخص روایی محتوا معیارها با حداقل ۰/۸۰ و حداکثر ۰/۹۳ برای هر یک از معیارهای اصلی مورد بررسی قرار گرفت.

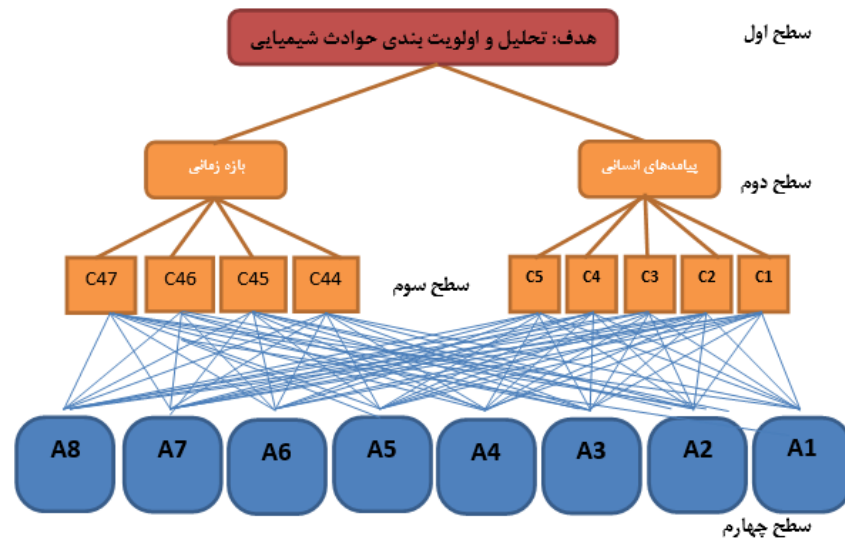
پایایی آن از طریق نظرات نسبتاً یکسان خبرگان و صاحب‌نظران دارای تجربه علمی و عملیاتی در حوادث شیمیایی تایید شد. گردآوری اطلاعات مورد نیاز با اهداف پژوهش تمامی حوادث شیمیایی که در استان فارس به ثبت رسیده است از ابتدای سال ۱۳۸۷ تا انتهای سال ۱۳۹۶ از طریق توزیع پرسشنامه محقق ساخته در جامعه مورد مطالعه و تکمیل آن توسط نمونه مورد مطالعه در تمامی شهرستان‌های استان فارس انجام و از تعداد ۶۷ نفر که پرسشنامه را کامل تکمیل کردند. داده‌ها و اطلاعات ۱۶۶ حادثه جمع‌آوری شد است، که از طریق نرم افزار انتخاب ماهرانه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل و رتبه بندی قرار گرفت (جدول-۳).

در نهایت با توجه به مشکلات و محدودیت‌های پژوهش به دلیل پراکندگی نوعیت حوادث و عدم ثبت متمرکز داده‌های مورد نظر در مراکز متولی و گستردگی جغرافیایی استان و وجود صنایع مختلف در آن یافته‌های پرسشنامه با رعایت ملاحظات اخلاقی همچون اخذ رضایت کتبی از واحدهای مورد پژوهش قبل از ورود به پژوهش و اطمینان دادن به واحدهای مورد پژوهش در مورد محرمانه بودن اطلاعات، با استفاده از تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی، از طریق نرم افزار Expert Choice مورد ارزیابی و پردازش قرار گرفت. در فرایند سلسله مراتبی، پس از بررسی حوادث و تعیین معیارهای موثر در حوادث بر اساس (جدول-۱) و رسم ساختار سلسله مراتبی تحلیل حوادث شیمیایی (نمودار-۲) ماتریس مقایسات زوجی برای معیارها نسبت به یکدیگر تشکیل شده است. روش کار به این صورت است که به هر مقایسه دویی، با توجه به قضاوت‌های اولیه تصمیم گیرندگان یک عدد از ۱ تا ۹ نسبت داده می‌شود که مفهوم هر عدد در (جدول-۲) آورده شده است.

در فرایند تحلیل سلسله مراتبی ابتدا عناصر به صورت زوجی مقایسه شده و ماتریس مقایسه زوجی تشکیل می‌شود. سپس با

جدول-۱. معیارها و زیرمعیارهای سنجش و رتبه بندی حوادث شیمیایی

ردیف	معیارها	زیر معیارها
۱	B۱	C۱ بدون آسیب به نیروی انسانی
		C۲ نیازمند کمکهای اولیه
		C۳ نیازمند درمان پزشکی
		C۴ نیازمند خدمات بیمارستان
		C۵ فوت یا آسیب جدی به افراد
۲	B۲	C۶ بدون وقفه در عملیات / فرآیند
		C۷ صدمه جزئی به تجهیزات با احتمال وقفه کم در عملیات
		C۸ احتمالاً فرآیند مجدداً به کار خود ادامه دهد
		C۹ از کار افتادن بخشی از واحد
		C۱۰ از کار افتادن کامل واحد و یا خسارت شدید
۳	B۳	C۱۱ اثر مضر برای محیط زیست ندارد
		C۱۲ بدون هر گونه تأثیری برای پرسنل، تجهیزات
		C۱۳ بدون هر گونه تهدیدی برای پرسنل، تجهیزات
		C۱۴ با احتمال تأثیر بر پرسنل، تجهیزات
		C۱۵ با پتانسیل تأثیر بر ایمنی عمومی شود
۴	B۴	-- فراوانی حادثه
۵	B۵	C۱۶ صنایع شیمیایی
		C۱۷ صنایع غذایی
		C۱۸ صنعت رنگ و رزین
		C۱۹ صنعت سموم و دفع آفات
		C۲۰ حمل و نقل جاده‌ای
		C۲۱ جایگاه عرضه سوخت
		C۲۲ تصفیه آب و فاضلاب
		C۲۳ شبکه توزیع گاز
		C۲۴ سایر موارد
		C۲۵ همجواری با منطقه مسکونی
۶	B۶	C۲۶ شهرک صنعتی
		C۲۷ جاده بین شهری
		C۲۸ جاده درون شهری
		C۲۹ اشکال در عملیات
		C۳۰ فرسودگی تاسیسات
۷	B۷	C۳۱ خطای انسانی
		C۳۲ عملکرد نا ایمن
		C۳۳ شرایط نا ایمن
		C۳۴ اشکال در رویه اجرا
		C۳۵ آسیب به ظرف یا مخزن مواد
		C۳۶ مجاورت و اختلالات ناسازگار
		C۳۷ جامدات قابل اشتعال
۸	B۸	C۳۸ مایعات قابل اشتعال
		C۳۹ گازهای قابل اشتعال
		C۴۰ گازهای غیر قابل اشتعال
		C۴۱ گازهای سمی
		C۴۲ مواد خورنده
۹	B۹	C۴۳ مواد عفونی
		C۴۴ ساعات ۶-۱۲
		C۴۵ ساعات ۱۲-۱۸
		C۴۶ ساعات ۱۸-۲۴
		C۴۷ ساعات ۲۴-۶



نمودار ۲- ساختار سلسله مراتبی بررسی حوادث شیمیایی

علت وقوع حادثه، معیارهای گازهای قابل اشتعال و مایعات قابل اشتعال از زیر معیارهای نوع ماده شیمیایی مسبب حادثه شیمیایی، معیارهای ساعات ۱۸-۱۲، ساعات ۲۴-۱۸، و ساعات ۶-۲۴، از زیر معیارهای ساعات وقوع حادثه، با اهمیت‌ترین زیر معیارهای فرعی موثر بوده است. نتایج حاصل از تلفیق با توجه به نمودار ۳، نشان داد که حوادث آتش‌سوزی مراکز و واحدهای صنعتی، نشت یا انتشار مواد هیدروکربنی در هنگام حمل و نقل جاده‌ای، نشت و انتشار گاز از شبکه توزیع گاز در تاسیسات شهری به ترتیب با اهمیت‌ترین حوادث شیمیایی ده سال اخیر استان فارس می‌باشد. با توجه به مقدار نرخ ناسازگاری از وزن‌های محاسبه شده که کوچکتر یا برابر $0/10$ ($IR \leq 0/10$) می‌باشد، بنابراین شاخص سازگاری تاییدکننده صحت این وزن دهی می‌باشد.

راهکارهای پدافند شیمیایی به منظور مصون‌سازی و پاسخ اضطراری به پیامدهای حوادث: بانک اطلاعاتی تمامی صنایع و کارخانجات تولیدی مواد شیمیایی تهیه گردد. تاسیسات شیمیایی از منظر خطر پذیری اولویت‌بندی شده و شعاع آسیب هرکدام از آنها احصاء شود. برگزاری برنامه‌های آموزشی برای تیم‌های شرایط اضطراری؛ بازدیدهای دوره‌ای ایمنی در واحدهای صنعتی شیمیایی تدوین و اجرا شود.

وضعیت ارتباطات (خطوط تلفن اضطراری) در واحدها صنعتی شیمیایی با واحدهای امدادی و درمانی، فعال و تست گردد. ارزیابی اولیه محل وقوع حادثه توسط تیم‌های واکنش اضطراری آتش‌نشانی، اورژانس صورت گیرد.

تشکیل جلسه کمیته اضطراری و اعلام وضعیت اضطراری در محل وقوع حادثه صورت گیرد. اقدامات امنیتی و حفاظتی در شرایط اضطراری در محل وقوع حادثه انجام شود. معاینات پزشکی از افرادی که در معرض مواد شیمیایی قرار داشتند برنامه ریزی و اجرا گردد. پاکسازی مناطق آلوده و جلوگیری از گسترش آلودگی انجام شود. علت ریشه‌ای بروز حادثه شیمیایی مشخص شود.

جدول ۲- مقیاس مقایسه زوجی

شدت اهمیت	شرح
۹	اهمیت برتری حداکثری
۸	اهمیت برتری خیلی زیاد تا حداکثر
۷	اهمیت ارزش برتری خیلی زیاد
۶	اهمیت برتری زیاد تا خیلی زیاد
۵	ارزش برتری زیاد
۴	اهمیت متوسط تا زیاد
۳	اهمیت متوسط
۲	ارزش برتری یکسان تا متوسط
۱	دو فاکتور با ارزش برتری یکسان

با توجه به جدول ۴- تعداد کل حوادث بازه زمانی ۱۳۹۶ الی ۱۳۹۷ به تعداد ۱۶۶ مورد بوده است که از این تعداد بیشترین حادثه مربوط A۱ به تعداد ۵۷ مورد و ۳۴ درصد، حادثه A۳ به تعداد ۴۱ مورد به میزان ۲۵ درصد، حادثه A۵ به تعداد ۱۸ مورد و به میزان ۱۱ درصد بوده است.

نتایج جدول ۵- نشان داد معیارهای اصلی نوع ماده شیمیایی سبب حادثه، آسیب‌های انسانی و محل وقوع حادثه به ترتیب با اهمیت‌ترین معیارهای اصلی و همچنین معیارهای فرعی آسیب‌های انسانی سطح ۲، آسیب‌های انسانی سطح ۱ و آسیب‌های انسانی سطح ۴ از زیر معیارهای آسیب‌های انسانی، آسیب‌های سرمایه‌ای سطح ۳، آسیب‌های سرمایه‌ای سطح ۲ از زیر معیارهای آسیب‌های سرمایه‌ای، آسیب‌های زیست محیطی سطح ۳، آسیب‌های زیست محیطی سطح ۲ و ۴ از زیر معیارهای آسیب‌های زیست محیطی، معیارهای حمل و نقل جاده‌ای و صنایع پتروشیمی و شبکه توزیع گاز از زیر معیارهای نوع فعالیت واحد حادثه دیده، معیارهای همجواری با منطقه مسکونی و جاده بین شهری و شهرک صنعتی از زیر معیارهای محل وقوع حادثه، معیارهای خطای انسانی و اشکال در رویه اجرا و اشکال در عملیات از زیر معیارهای

جدول-۳. فراوانی نسبی متغیرهای جمعیت شناختی واحدهای پژوهش

متغیر	تعداد	درصد	جنسیت
مرد	۶۷	۱۰۰	
زن	-	-	
سن			
۳۰-۴۰ سال	۱۹	۲۸/۳۶	
۴۰-۵۰ سال	۳۹	۵۸/۲۱	
بالای ۵۰ سال	۹	۱۳/۴۳	
سابقه کار			
۱۰-۱۵ سال	۱۹	۲۸/۳۶	
۱۵-۲۰ سال	۲۸	۴۱/۷۹	
۲۰-۲۵ سال	۱۳	۱۹/۴۰	
بالای ۲۵ سال	۷	۱۰/۴۵	
تحصیلات			
دیپلم	۹	۱۳/۴۳	
کاردانی	۲۱	۳۱/۳۴	
کارشناسی	۳۴	۵۰/۷۵	
سازمان			
کارشناسی ارشد و بالاتر	۳	۴/۴۸	
مدیریت بحران استانداری	۴	۵/۹۷	
مدیریت پدافند غیر عامل استانداری	۴	۵/۹۷	
فوریت‌های پزشکی	۳	۴/۴۸	
فرماندهی و کنترل ترافیک پلیس راه	۳	۴/۴۸	
شرکت ملی گاز	۵	۷/۴۶	
شهرداری	۱۰	۱۴/۹۲	
شرکت شهرک‌های صنعتی استان	۳	۴/۴۸	
سازمان آتش نشانی	۳۱	۴۶/۲۷	
شرکت ملی فرآورده‌های نفتی	۴	۵/۹۷	

جدول-۴. حوادث شیمیایی استان فارس از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۶

ردیف	نوع حادثه بوقوع پیوسته در استان فارس	تعداد	درصد
۱	آتش‌سوزی مراکز و واحدهای صنعتی	۵۷	۳۴٪
۲	آتش‌سوزی تانکرهای حمل و نقل مواد شیمیایی	۱۳	۸٪
۳	انتشار مواد هیدرو کربنی از تانکرهای حمل و نقل مواد شیمیایی	۴۱	۲۵٪
۴	انتشار مواد هیدرو کربنی در مراکز و واحدهای صنعتی	۱۶	۱۰٪
۵	نشست و انتشار گاز از شبکه توزیع گاز	۱۸	۱۱٪
۶	انفجار/ حریق مخزن سوخت وسیله نقلیه در جایگاه	۶	۳٪
۷	انفجار/ حریق تانکر حمل و نقل مواد شیمیایی در هنگام تخلیه / بارگیری در جایگاه	۷	۴٪
۸	سایر موارد	۹	۵٪
	جمع کل		۱۰۰٪



نمودار-۳. مقایسه گزینه‌ها (حوادث) به صورت زوجی نسبت به هدف

جدول-۵. وزن نسبی معیارهای فرعی نسبت به معیارهای اصلی

ردیف	معیار اصلی	وزن معیار اصلی	معیار فرعی	وزن معیار فرعی
۱	آسیب‌های انسانی	۰/۲۱۷	نیازمند درمان پزشکی	WC۲=۰/۳۴۸
			نیازمند کمک‌های اولیه	WC۲=۰/۳۲۴
			نیازمند خدمات بیمارستانی	WC۴=۰/۱۲۰
۲	آسیب‌های سرمایه‌ای	۰/۰۸۴	از کار افتادن بخشی از واحد صنعتی	WC۹=۰/۵۴۳
			احتمالاً فرآیند مجدداً به کار خود ادامه دهد	WC۸=۰/۲۷۳
۳	آسیب‌های زیست محیطی	۰/۰۵۶	با احتمال تاثیر بر پرسنل و تجهیزات	WC۱۴=۰/۳۹۸
			بدون هر گونه تهدیدی برای پرسنل، تجهیزات	WC۱۵=۰/۲۲۲
۴	نوع فعالیت واحد حادثه دیده	۰/۱۱۶	حمل و نقل جاده‌ای مواد شیمیایی	WC۲۰=۰/۳۳۰
			نوع فعالیت صنایع پتروشیمی	WC۱۶=۰/۲۰۸
			نوع فعالیت شبکه توزیع گاز	WC۲۳=۰/۱۱۹
۵	محل وقوع حادثه	۰/۱۵۹	مجاورت و همجواری با منطقه مسکونی	WC۲۵=۰/۴۹۷
			جاده بین شهری	WC۲۷=۰/۲۱۲
			شهرک‌های صنعتی	WC۲۶=۰/۱۹۱
			خطای انسانی	WC۳۱=۰/۳۳۲
			اشکال در رویه اجرا	WC۳۴=۰/۲۳۲
			اشکال در عملیات	WC۲۹=۰/۱۴۶
۷	نوع ماده شیمیایی	۰/۲۲۶	گازهای قابل اشتعال	WC۳۹=۰/۳۰۸
			مایعات قابل اشتعال	WC۳۹=۰/۲۶۹
			ساعات (۱۲-۱۸)	WC۴۵=۰/۳۹۵
			ساعات (۱۸-۲۴)	WC۴۶=۰/۲۳۹
			ساعات (۲۴-۶)	WC۴۴=۰/۱۹۸

بحث

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که حوادث حمل و نقل جاده‌ای مواد شیمیایی و فعالیت واحدهای صنعتی شیمیایی با اهمیت‌ترین حوادث استان فارس بوده است. همچنین بیش از نیمی از این حوادث در مجاورت مناطق مسکونی و جاده بین شهری رخ داده است. از میان آسیب‌ها و نتایج حوادث شیمیایی با اهمیت‌ترین آنها علاوه بر آسیب‌های منابع انسانی نیازمند درمان پزشکی، آسیب‌های زیست محیطی و منابع طبیعی با پتانسیل تاثیر بر ایمنی عمومی، خرابی تجهیزات، توقف عملیات یا فرایندها نیز بوده است. در نهایت مهم‌ترین ماده شیمیایی عامل حوادث شیمیایی شامل گازهای قابل اشتعال و مایعات قابل اشتعال بوده است.

نتایج این تحقیق با مطالعات جهانگیری و جمشیدی (۱۱)، Tijun و همکاران (۱۳)، Oggero و همکاران (۱۴)، جهانگیری و پارسراد (۱۵)، Zhang و همکاران (۱۶)، خداپرست و همکاران (۱۲)، Batta و chiu (۱۷) همراستا می‌باشد.

در پژوهش جهانگیری و همکاران حمل و نقل مواد شیمیایی خطرناک یکی از اجزای اصلی چرخه عمر مواد شیمیایی است، که می‌تواند ایمنی افراد و تاسیساتی که در مسیر عبور تانکرهای حمل و نقل مواد شیمیایی قرار دارند را به خطر اندازد (۱۱).

در پژوهش Tijun و همکاران حوادث مواد خطرناک در حین حمل و نقل جاده‌ای در سال‌های اخیر موجب تلفات فاجعه بار به انسان و محیط زیست در سراسر جهان شده است. به خصوص در

یک محیط شهری، ترافیک سنگین و جاده بسته شدن موقعیت‌های جدی و پیچیده در هنگام حمل و نقل مواد خطرناک، چالش حمل و نقل شهری تعیین مسیرهای وسیله نقلیه است که به حداقل رساندن خطر به ملاحظات هزینه و بستن جاده‌ها می‌پردازد (۱۳).

در پژوهش Oggero و همکاران از ۱۹۳۲ حادثه رخ داده در حین حمل و نقل جاده‌ای و ریلی مواد خطرناک بیش از نیمی از حوادث (۶۳ درصد) مربوط به حمل و نقل جاده‌ای بودند (۱۴). در پژوهش جهانگیری و پارسراد رهائش مواد شیمیایی و سمی از تاسیسات فرایندی یکی از مهم‌ترین خطرات شیمیایی صنایع است. که می‌تواند از سلامت کارکنان و عموم مردم در همسایگی تاسیسات را در صورت وقوع حوادثی که منجر به رهائش این مواد می‌شود، در معرض خطر قرار دهد (۱۵). در پژوهش Zhang و همکاران فاکتورهای انسانی را با ۶۰/۶ درصد علت اصلی حوادث حمل و نقل جاده‌ای مواد خطرناک معرفی کرده و در پی آن نقص‌های وسیله نقلیه با ۳۲/۴ درصد قرار داشت (۱۶). در پژوهش خداپرست و همکاران بیش از نیمی از حوادث حمل و نقل جاده‌ای مواد خطرناک در جاده‌های بین شهری و درون شهری رخ داده است که ۶۰/۶۷ درصد از این حوادث به علت فاکتورهای انسانی بوده است (۱۲).

در پژوهش Batta, Chiu, و همکاران مجموعه جمعیتی را که به واسطه زندگی در حاشیه راه‌ها مورد استفاده محموله‌های پر خطر مواد شیمیایی در معرض ریسک قرار دارند به عنوان عامل خطرآفرین

گسترش آلودگی، تعیین علت ریشه‌ای بروز حادثه شیمیایی و اقدامات لازم برای پیشگیری از بروز مجدد پیشنهاد می‌گردد.

نتیجه‌گیری

این تحقیق نشان داده که بخش اعظم حوادث نه تنها قابل پیشگیری بلکه شدت آنها نیز قابل پیش‌بینی بوده است، مشروط به آنکه تحلیل پیامد حوادث به موقع مورد بحث قرار گرفته و بر مبنای آن اقدامات اصلاحی لازم صورت پذیرد. با آنالیز ریشه‌ای حوادث بوقوع پیوسته در می‌یابیم که عوامل متعددی از جمله عدم پایبندی به مسائل ایمنی، بی‌تجربگی، بی‌میلی و عدم رضایت‌مندی شغلی کارکنان، عدم توجه به نظرات کارشناسی، غرور کاذب، عدم وجود سیستم آموزشی توانمند و مستمر، مقدم داشتن تولید بیشتر بر مسائل ایمنی می‌توان از عوامل ایجاد چنین حوادثی باشد که در صورت حذف یک عامل می‌توان از وقوع حادثه جلوگیری کرد. همچنین از ارائه مجوز برای ساخت و ایجاد تاسیسات جدید پرخطر شیمیایی در مجاورت مناطق مسکونی جلوگیری کرد و برای تاسیساتی که وجود آنها الزامی بوده و یا خروج آنها از شهرستان‌های استان فارس مقدور نمی‌باشد از افزایش جمعیت در نزدیکی آنها جلوگیری شود.

نکات بالینی کاربردی برای جوامع نظامی

- بخش اعظم حوادث نه تنها قابل پیشگیری بلکه شدت آنها نیز قابل پیش‌بینی است.
- یکی از راه‌های مصون‌سازی و پاسخ اضطراری به حوادث، تجزیه و تحلیل به موقع آنها به منظور شناسایی علل می‌باشد که بخش اعظم آن را خطای انسانی و عوامل تاثیرگذار بر آن تشکیل می‌دهد.

نقش نویسندگان: همه نویسندگان در ارائه ایده و طرح

اولیه، جمع آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر داده‌ها، نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بودند و همه با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

تشکر و قدردانی: بدین وسیله از همه اساتید، مدیران و

کارکنانی در انجام این پژوهش همکاری داشتند تشکر و قدردانی می‌گردد. این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد با شناسه اخلاق IR.BMSU.REC.1398.353 که در تاریخ ۹۸/۱۱/۰۸ در دانشگاه بقیه الله (عج) مورد بررسی قرار گرفت و بر اساس مدارک ارسالی مورد تصویب کمیته اخلاق واقع گردید.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ گونه تضاد

منافی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

در نظر گرفت (۱۷). بنابراین با تاکید بر اینکه استان یک استان صنعتی است و تعداد قابل توجهی واحدهای صنعتی شیمیایی در این استان مستقر است، در همین راستا وجود انواع کارخانجات شیمیایی و پتروشیمیایی در استان فارس، وجود حدود ۳۶ شهرک صنعتی تقریباً فعال در استان فارس که بالغ بر ۲۹۸۵ کارخانه که به صورت مستقیم و غیرمستقیم با مواد شیمیایی سروکار دارند، در آنها مشغول فعالیت هستند، وجود کارخانه‌های تولید سموم دفع آفات خصوصاً در شهرک‌های صنعتی بزرگ شیراز، شهرک صنعتی زرقان فارس، شهرک صنعتی آب باریک، وجود حدود ۱۵۰ فروشگاه و بیش از ۴۰۰ انبار مجاز و غیر مجاز مواد شیمیایی متنوع خطرناک در محدوده منازل مسکونی، بعلاوه بالغ بر ۵۰۰ جایگاه عرضه فرآورده‌های نفت و گاز در مجاورت مناطق مسکونی یا تجاری سبب شده است که روزانه حدود ۳ میلیون لیتر سوخت از استان اصفهان و هرمزگان به مقصد استان فارس و بیش از چهار میلیون لیتر مایعات قابل اشتعال از پالایشگاه شهرستان شیراز جهت نقاط مرکز استان از محورهای مواصلاتی شمالی و جنوبی و مرکزی استان بارگیری و اعزام می‌شود که مسیر تردد این خودروها بعضاً در مجاورت مناطق مسکونی می‌باشد. همچنین استان فارس استانی است که در چهار راه مواصلاتی ریلی و جاده‌ای واقع شده است، بنابراین با توجه به شرایط جغرافیایی این استان که محل تردد خودروهای عبوری جهت دیگر نقاط کشور می‌باشد، این استان به عنوان یک پل ارتباطی بوده و تقریباً تمام ساعات شبانه روز محورهای ترافیکی و مواصلاتی این استان در حال عبور محموله‌های مواد شیمیایی خطرناک می‌باشد. باعث گردیده است که این استان را در معرض تهدیدات جدی حوادث شیمیایی قرار داده است. در نتیجه راهکارهای پدافند شیمیایی به منظور مصون سازی و پاسخ اضطراری به پیامدها شامل تدوین و اجرا شدن برنامه ارزیابی ریسک و مقررات ایمنی مربوطه در واحدهای صنعتی، تدوین و اجرای برنامه‌های آموزشی در خصوص ایمنی شیمیایی و مقابله با حوادث شیمیایی در واحدهای صنعتی، انجام بازدیدهای دوره‌ای ایمنی و اسقرار، بازرسی و تست تجهیزات ایمنی و آتش نشانی در واحدهای صنعتی، احداث مراکز درمانی، اورژانس، آتش‌نشانی در نزدیکی شهرک‌های صنعتی، ارزیابی ایمنی پیمانکاران شرکت‌های حمل و نقل مواد شیمیایی و انجام بازدیدهای دوره‌ای ایمنی از خودروی حمل و نقل مواد شیمیایی، انجام اقدامات امنیتی و حفاظتی مورد نیاز در شرایط اضطراری شامل؛ حراست از منطقه حادثه و کنترل ورود و خروج، ایجاد حصار موقت پس از تخلیه ایمن افراد، زون‌بندی و پایش محیطی مناسب با نوع حادثه، تخلیه اضطراری و تجمع در محل‌های امن از پیش تعیین شده، همکاری لازم در آشکار سازی، تحدید منطقه آلوده و حذف آلاینده‌ها (منابع آلودگی)، ایجاد فرماندهی واحد و هماهنگی بین بخشی در صحنه حادثه، پاکسازی مناطق آلوده و جلوگیری از

منابع:

1. Kienzle J, Guelfi N, Mustafiz S. Crisis management systems: a case study for aspect-oriented modeling. In Transactions on aspect-oriented software development VII 2010 (pp. 1-22). Springer, Berlin, Heidelberg.
2. Fathi R, Ghalizadeh A, Inspirational. Defective defense in urban worn out tissues. Selected Articles of the 2nd Symposium on Safe Society of Tehran, 2009.
3. Purerin S. Management of Chemical Accidents; Tehran Publications, 2006.
4. Shahiwandi A. Measuring the vulnerability of urban neighborhoods in accordance with the principles of non-operational defense. (Case study: Shahrekord city). Crisis Management Scientific and Research. 2017.
5. Najafnezhad Asl S, Mohammadi Moghadam Y, Poormoosavi SM. The role of passive defense in urban crisis management from urban managersâ perspective. International Journal of Human Capital in Urban Management. 2019;4(3):205-12.
6. Creamy A. Chemical Defense and Safeguarding the Country against Hazards, Special Note on the National Day against Chemical Weapons, Fateh Cultural Arts Center, 2017.
7. Ahmadi S, Adl J, Mirzaei M, Zarei M. Determination of fire and explosion loss in a chemical industry by fire and explosion index. The Journal of Qazvin University of Medical Sciences. 2012;15(4): 68-76.
8. Bahrami A, Rastkari N, Bakandeh Sh, Sadeghi F, Talati H, Isadpanah F. Guidance and Comprehensive Guideline for Hazardous Chemicals, Environmental Research Center, Health Center and Work Environment. 2016; Tehran, Iran.
9. Operational Program for the management of chemical incidents in the environment and work. 2015.
10. Malekian P. Modeling of crisis management with a non-operational defense approach in the country's petrochemical industry. Quarterly Journal of the Scientific Society of Nonprofit Defense. 2013;1(2).
11. Jahangiri M, Jamshidi HR. Evaluation of the risk of chemical transportation on the routes to the cargo terminal of Amir Kabir Shiraz. Health Quarterly of Iran. 2016;13(4)
12. Bahadorimonfared A, Soori H, Mehrabi Y, Delpisheh A, Esmaili A, Salehi M, Bakhtiyari M. Trends of fatal road traffic injuries in Iran (2004–2011). PloS one. 2013;8(5):e65198.
13. Fan T, Chiang WC, Russell R. Modeling urban hazmat transportation with road closure consideration. Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2015;35:104-15. doi:10.1016/j.trd.2014.11.009
14. Oggero A, Darbra R, Monozm, Planas E, Casal J. A Survey of accidents occurring during the transport of hazardous substances by road and rail Journal of hazardous materials. 2006;133 (1): 1-7 doi:10.1016/j.jhazmat.2005.05.053
15. Jahangir M, Parsarad A. Determination of the risk of release of chemicals using the Chemical Exposure Index (CEI) in a petrochemical industry. Quarterly Journal of Occupational Health, 2010; 7 (3).
16. Yang j, Li F, Zhou j, Zhang L, Huang L, Bi j. A survey on hazardous materials during road transport in China from 2000 to 2008. Journal of Hazardous materials. 2010;184 (1):647-53. doi:10.1016/j.jhazmat.2010.08.085
17. Batta R, Chiu SS. Optimal obnoxious paths on a network: transportation of hazardous materials. Operations research. 1988;36(1):84-92. doi:10.1287/opre.36.1.84