مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره یازدهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۷، صفحات ۲۶۱ تا ۲۷۰

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

مدل‌سازی پیامد انفجار مخازن نگهداری اتیلن اکساید با استفاده از نرم‌افزار PHAST (مطالعه موردی در یک صنعت پتروشیمی)

حمیدرضا چراغی[۱]، احمد سلطان‌زاده[۲،۳*]، سمیرا قیاسی[۱]

۱- گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

۲- گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قم، قم، ایران

۳- مرکز تحقیقات آلاینده های محیطی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قم، قم، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۱۵
تاریخ ویرایش: ۹۷/۰۳/۰۸
تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۱۲
تاریخ انتشار: ۹۷/۰۶/۲۶

واژگان کلیدی: مدل‌سازی پیامد، پتروشیمی، اتیلن اکساید، مخزن نگهداری

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:

asoltanzade@muq.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: اتیلن اکساید (EO) ماده‌ای بسیار سمی و خطرناک با پتانسیل بالای انفجار و حریق است و واحدهای تولید اتیلن اکساید در میان پرمخاطره‌ترین واحدهای صنایع پتروشیمی قرار دارند. این مطالعه با هدف تجزیه و تحلیل و مدل‌سازی پیامد ناشی از انفجار مخازن نگهداری EO در یکی از صنایع پتروشیمی ایران طراحی و انجام شده است.

روش بررسی: در این مطالعه پیامدهای ناشی از انفجار EO در مخازن نگهداری یک صنعت پتروشیمی شناسایی و مورد تحلیل قرار گرفته است. این مطالعه در سال ۱۳۹۶ و با استفاده از نرم‌افزار PHAST,6.54 انجام شده است. برای این مطالعه دو شرایط آب و هوایی شامل شرایط آب و هوایی اول (بهار و تابستان) و شرایط آب و هوایی دوم (پاییز و زمستان) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج مدل‌سازی برای شرایط آب و هوایی اول و دوم نشان داد که در اثر پیامد انفجار به ترتیب تا شعاع ۲۰۴ و ۲۵۶ متری امکان ایجاد خسارات شدید وجود دارد. بعلاوه، براساس معیارهای سنجش پیامد حوادث مرتبط با سطوح آسیب مانند موج انفجار، سرعت و جهت وزش باد در اثر وقوع سناریو تخلیه ناگهانی و در نظر گرفتن نتایج عددی مربوط به مدل‌سازی، پیامد این سناریو در شرایط آب و هوایی دوم (پاییز و زمستان) نسبت به شرایط آب و هوایی اول (بهار و تابستان) بیشتر است.

نتیجه‌گیری: یافته‌های مطالعه بیانگر این است که علاوه بر خطر بسیار بالای انفجار مخازن نگهداری EO، سناریوهای مدل‌سازی شده در شرایط آب و هوایی مختلف دارای پیامد متفاوت بوده، بنابراین بایستی توجه جدی‌تری به ایمنی این تجهیزات به‌عنوان کانون‌های خطر در این صنعت پتروشیمی و صنایع مشابه شود.

Please cite this article as: Cheraghi H, Soltanzadeh A, Ghiyasi S. Consequence modeling of the ethylene oxide storage tanks explosion using the PHAST software (a case study in a petrochemical industry). Iranian Journal of Health and Environment. 2018;11(2):261-70.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-23]

مقدمه

صنایع فرایندی مانند پتروشیمی، اغلب با مواد شیمیایی خطرناک و واحدهای عملیاتی تحت شرایط حاد با حجم عظیم نگهداری مواد خطرناک، فشار و دمای بالا سروکار دارند. بنابراین، احتمال وقوع حوادثی از قبیل نشت مواد سمی، انفجار و آتش‌سوزی در آنها وجود دارد (۱، ۲).

از مهمترین مواد خطرناک موجود در این صنایع می‌توان به اتیلن اکساید (EO) اشاره کرد که به‌دلیل سمیت بالا می‌تواند برای انسان خطرناک بوده و در شرایط عملیاتی حاد، پتانسیل ایجاد حوادث بسیار عظیمی از نظر تلفات، میزان خسارت و تخریب در مسافت‌های طولانی را دارد. در مطالعه مربوط به عوارض شغلی ناشی از EO با تاکید بر اثرات تنفسی آن، نشان داده شده است که مواجهه با EO حتی در غلظت‌های کم سبب کاهش معنی‌دار عملکرد ریه شده، همچنین به‌دلیل خواص شدید انفجاری و قابلیت نشت، انفجار گاز EO می‌تواند باعث مرگ و فجایع بزرگ گردد. این نتایج در تحقیقات Neghab و همکاران مشاهده گردیده است (۳). EO ماده‌ای به شدت آتش‌گیر و قابل انفجار است که آتش‌گیری آن تابع خواص سیستم موجود بوده و محدوده آتش‌گیری مخلوط آن با هوا بین ۲/۶ تا ۱۰۰ درصد حجمی EO است، یعنی تنها در رقت کمتر از ۲/۶ درصد حجمی در هوا و در حضور منبع جرقه آتش نمی‌گیرد. البته EO خالص هم بدون حضور هوا تجزیه شده و حرارت زیادی آزاد می‌کند. این بازه گسترده، بیانگر شدت خطر آتش‌گیری در مورد این ماده شیمیایی است (۳، ۴).

برای مدیریت ریسک واحدهای فرایندی، علاوه بر محاسبه احتمال رخداد حوادث نامطلوب نیاز به محاسبه شدت تاثیرات و عواقب این حوادث نیز بوده، تا بدین‌وسیله ریسک اولویت‌بندی شده و اقدامات کنترلی مانند حذف یا تلاش برای کاهش عواقب آن انجام شود. محاسبه شدت عواقب و پیامدهای حوادث احتمالی تحت عنوان تحلیل و مدل‌سازی پیامد شناخته می‌شود. پیامدهای اصلی رهایش مواد قابل اشتعال و سمی در محیط، آتش‌سوزی، انفجار و انتشار مواد سمی است. مدل‌سازی پیامد به مفهوم پیش‌بینی اثرات و پیامدهای ناشی از رهایش و انتشار یک ماده در محیط به‌وسیله مدل‌های ریاضی است. با استفاده از این مدل‌سازی ریاضی می‌توان اثرات حوادث را به‌صورت آسیب به سرمایه، تجهیزات و اثرات سوء بر سلامت افراد در معرض و محیط زیست ارزیابی کرد (۵).

بنابراین، براساس آنچه درباره قابلیت انفجار EO بیان شد، این مطالعه با هدف تحلیل و مدل‌سازی پیامد و تعیین میزان خسارت ناشی از انفجار به دلیل نشت محتمل EO از مخازن نگهداری در یک صنعت پتروشیمی بر روی افراد و تجهیزات مناطق صنعتی مجاور و ارائه راهکارهای کنترلی و کاهش آسیب و خسارات محتمل در شرایط نگهداری، طراحی و انجام شده است. انتظار می‌رود یافته‌های این مطالعه بتواند به ارائه طرحی برای واکنش سریع در برابر این نوع حادثه کمک نماید.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه پیامدهای ناشی از انفجار EO در مخازن نگهداری شرکت پتروشیمی شازند در سال ۱۳۹۶ مورد تحلیل قرار گرفته است. لازم به ذکر است که در این مطالعه به منظور مدل‌سازی سناریوها، دو وضعیت آب و هوایی غالب و با میانگین‌گیری از داده‌های موجود در سال ۱۳۹۵ و با توجه به داده‌های سازمان هواشناسی منطقه شازند شامل دما، رطوبت سرعت و پایداری جوی و شرایط نگهداری مخازن EO به عنوان ورودی نرم‌افزار PHAST در نظر گرفته شده است. نرم‌افزار PHAST پس از دریافت اطلاعات و پارامترهای مورد نیاز و با توجه به سناریوی مورد مطالعه پیامد حادثه را مدل‌سازی می‌کند و نتایج را در قالب نمودارها و نقشه‌های الکترونیکی منتشر می‌کند.

اجرای مطالعه

اجرای این مطالعه شامل پنج مرحله شناسایی، ارزیابی بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE)، جمع آوری اطلاعات، مدل‌سازی و نتیجه‌گیری بود. در گام شناسایی منطقه مورد مطالعه که یکی از بزرگترین مجتمع‌های پتروشیمی با مواد بالقوه خطرناک است، تجهیزات و واحدهای مجاور، مسافت و نزدیکی به منطقه مورد نظر شناسایی شده و شرایط آب و هوایی و توپوگرافی منطقه مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفت. در گام ارزیابی HSE، میزان

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-23]

حوادث اتفاق افتاده در روی خط لوله، دستورالعمل‌های مقررات ایمنی حمل و بارگیری محصول EO در صنعت پتروشیمی مورد مطالعــه و استانداردهای مورد نیــاز EO تحلیل شد. در مرحله جمــع‌آوری، کلیه داده های مورد نیاز بــرای مدل‌سازی پیامد با استفــاده از نرم افــزار PHAST, 6.54 جمع‌آوری شد. در گام مدل‌ســازی، سناریوی ترکیدگی مخزن مورد نظر و تاثیرات آن و بدترین حالت جهــت محاسبات و ارزیابی پیامد مذکور تحلیل و مدل شــد. در نهایت، نتیجه‌گیری و راهکارهای کنترلی براساس یافته‌های این مدل‌سازی ارائه شد.

نرم افزار PHAST

نرم افزار PHAST یکی از قویترین و مشهورترین نرم افزارهایی اســت که به منظــور مدل‌سازی حوادث ناشــی از رهایش مواد سمــی، آتش‌سوزی و انفجار عرضه شده اســت و به‌عنوان یکی از ابزارهای تصمیم‌گیــری در موضوع تحلیل مخاطرات صنعتی و ایمنی شناخته شده اســت. این نرم افزار با بسیاری از قوانین و مقــررات بین‌المللــی همخوانــی داشته و به‌طــور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیــرد. برخی از توانایی‌های این نرم‌افزار، می‌تــوان به برنامه‌ریزی برای ذخیره مــواد، جانمایی تجهیزات، کنتــرل آلودگی و طرح‌ریزی واکنش در شرایط اضطراری اشاره کرد (۶، ۷).

یافته‌ها

نتایج مربوط بــه مدل‌سازی ناشی از انفجار برای دو شرایط آب و هوایــی اول (بهار و تابستان) و شرایط آب و هوایی دوم (پاییز و زمستــان) برای مخازن EO اســت. این نتایج براساس فرایند مدل‌سازی ارائه گردیده است.

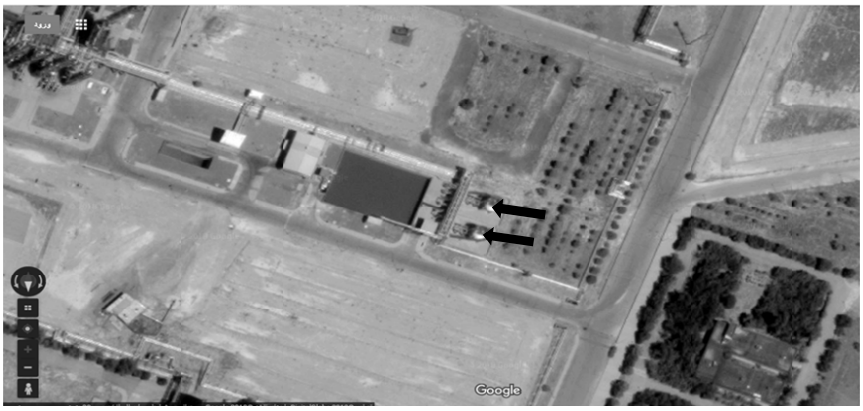
تصویــر ماهواره‌ای منطقه مورد بررســی و مخازن مورد نظر در شکل ۱ نشان داده شده است.

سناریوهای محتمل

در ایــن مطالعــه تنها سناریــوی محتمل مربوط بــه ترکیدگی مخــزن مدل‌سازی شده اســت. در شبیه‌سازی صــورت گرفته بــر روی مخــازن EO سه نوع سناریو شامــل ترکیدگی مخزن (Rupture)، نشتــی مایــع مخــزن (Liquid Leakage) و نشتــی گاز مخزن (Gas Desperation) می‌تواند مورد توجه قــرار گیــرد. سناریو ترکیدگــی مخزن در مخــازن EO شامل پیامدهای انفجار، آتش استخری و آتش ناگهانی بود.

اطلاعات مورد نیاز برای مدل‌سازی پیامد

داده‌ها و اطلاعات لازم برای شبیه‌سازی سناریوهای انفجار ماده EOدر نرم افزار PHAST شامل پارامترهای موثر بر چگونگی تخلیــه و انتشار مواد مانند شرایط مخازن نگهداری EO (حجم مــاده ذخیره شده، فشار، دما و ابعاد مخزن)، شرایط جغرافیایی محــل وقوع سناریوهــا و شرایط آب و هوایی (دمــا، فشار جو، سرعت و جهت باد، رطوبت و پایداری جوی) جمع‌آوری شد. در صنعت پتروشیمی مورد مطالعــه به‌منظور نگهداری EO از دو مخزن کروی با مشخصات جدول ذیل استفاده شده بود. جدول ۱ شرایــط نگهــداری مخازن EO شامل قطــر مخزن، ظرفیت نگهــداری، ارتفاع از سطح زمین، فشــار، دما و ظرفیت طراحی را نشان می‌دهد.



شکل ۱- محدوده قرار گرفتن سناریو بر روی نقشه ماهواره‌ای

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-23]

جدول ۱- مشخصات مخازن نگهداری EO

پارامتر	مقدار
قطر (mm)	۶۶۰۰
حجم (m^3)	۱۰۸
ارتفاع از زمین (m)	۱/۸
فشار (barg)	۳/۱
دما (^oC)	-۵
حجم طراحی (m^3)	۱۵۰

شرایط آب و هوایی

پارامترهـای مشخـص کننده وضعیت آب و هـوا به‌عنوان یکی از الزامـات انجام مدل‌سازی شامل دمـا، رطوبت هوا، سرعت و جهـت غالب وزش باد از طریق داده‌هـای هواشناسی یک سال گذشته جمع‌آوری گردیـد. براساس نتایج ارزیابی داده‌های آب و هوایـی جمـع آوری شده، دو وضعیـت آب و هوایی غالب (با میانگین‌گیـری از داده‌ها و اطلاعات موجود در سال‌های اخیر با توجـه به داده‌های سازمان هواشناسی کشور) شامل شرایط آب و هوایـی اول (بهار و تابستان) و شرایط آب و هوایی دوم (پاییز و زمستان) تعیین شد.

دمای هوا

میانگین دمای هوا براساس متوسط‌گیری خطی برای بازه شش ماه اول سال (بهار و تابستان) 23^oC و برای بازه شش ماه دوم سال (پاییز و زمستان) 5^oC محاسبه شد.

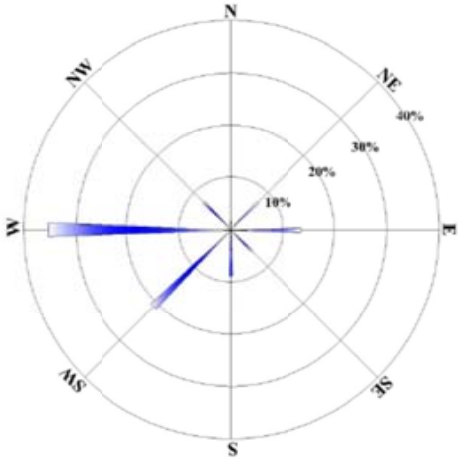
رطوبت هوا

مقادیر رطوبت هوای متوسط برای بازه شش ماه اول سال (بهار و تابستـان) ۱۹ درصد و برای بـازه شش ماه دوم سال (پاییز و زمستان) ۵۲ درصد محاسبه شد.

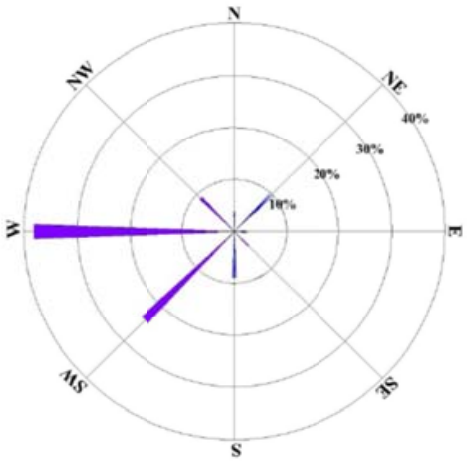
سرعت و جهت وزش باد غالب

متوسـط سرعـت وزش بـاد به‌عنـوان یکـی از مهمتریـن و تاثیرگذارتریـن پارامترهای تشکیل‌دهنـده شرایط آب و هوایی بـرای بازه زمانی شش ماه اول سال (بهار و تابستان) ۵ m/s و برای بازه زمانی شش ماه دوم سال (پاییز و زمستان) ۱/۵ m/s محاسبه شد. به‌علاوه، براساس نمودارهای گلباد تهیه شده برای بازه زمانـی اول (نمودار ۱) و بازه زمانی دوم (نمودار ۲)، سمت غرب و جنوب غرب به‌عنوان جهت‌های غالب وزش باد در طول سال در نظر گرفته شد.

در جـدول ۲ میانگین پارامترهـای آب و هوایی مختلف در دو



نمودار ۱- نمودار گلباد مربوط به بازه اول سال



نمودار ۲- نمودار گلباد مربوط به بازه دوم سال

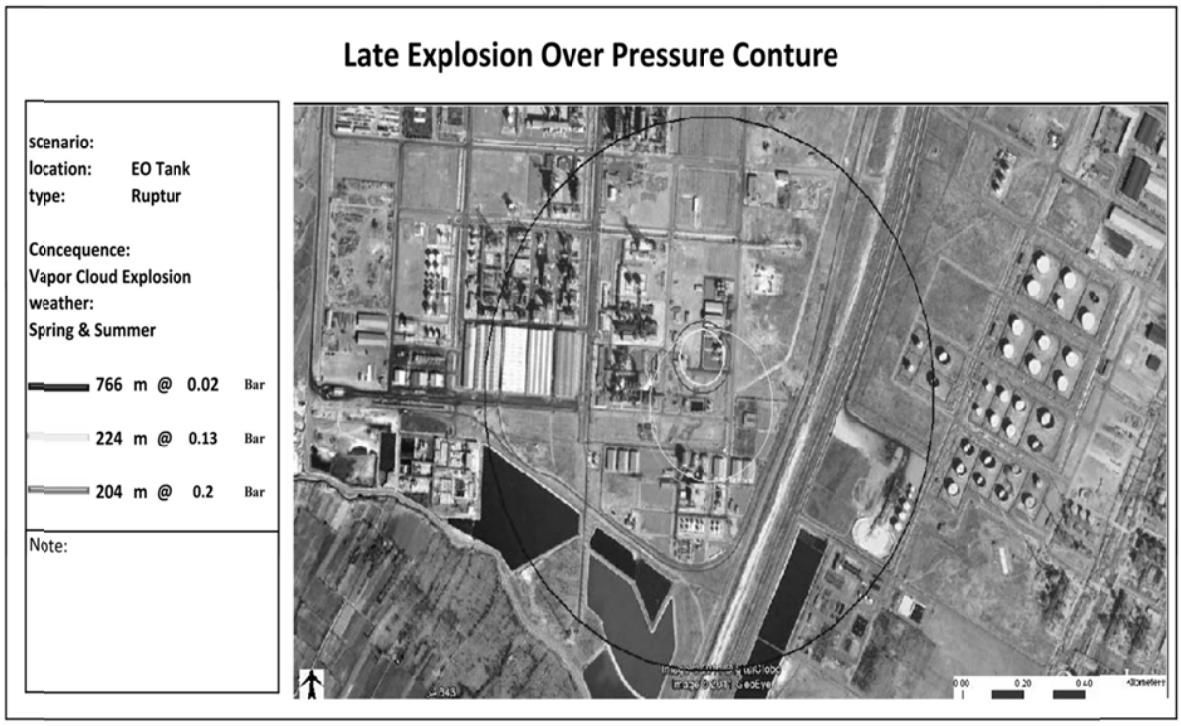
[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-23]

بازه زمانی مختلف (شش ماهه اول و دوم سال ۱۳۹۵) براساس اطلاعـات هواشناسی منطقه مـورد مطالعه محاسبه شده است. لازم به ذکر است کـه در تقسیم‌بندی پاسکوییل، کلاس جوی A، B، C نشان‌دهنده جو ناپایدار، D نشان‌دهنده جو خنثی و E و F نشان‌دهنده جو پایدار است.

یافته‌هـای شکل ۲ برای شرایط آب و هوایی اول نشان می‌دهد که در اثر پیامـد انفجار تا شعاع ۲۰۴ m امکان ایجاد خسارات شدید وجـود دارد و تا شعاع ۷۶۶ m آثار ناشی از آن به‌راحتی قابل احساس است. یافته‌های شکل ۳ برای شرایط آب و هوایی دوم نشـان می‌دهد کـه در اثر پیامد انفجار تـا شعاع ۲۵۶ m امکـان ایجاد خسارات شدید وجود دارد و تا شعاع ۷۷۳ m آثار ناشی از آن به‌راحتی قابل احساس است. مقایسه این دو سناریو بـرای دو شرایط آب و هوایی مورد نظر نشان داد که تبعات این سناریـو در شرایط آب و هوایی دوم (پاییز و زمستان) نسبت به شرایط آب و هوایی اول (بهار و تابستان) بیشتر است.

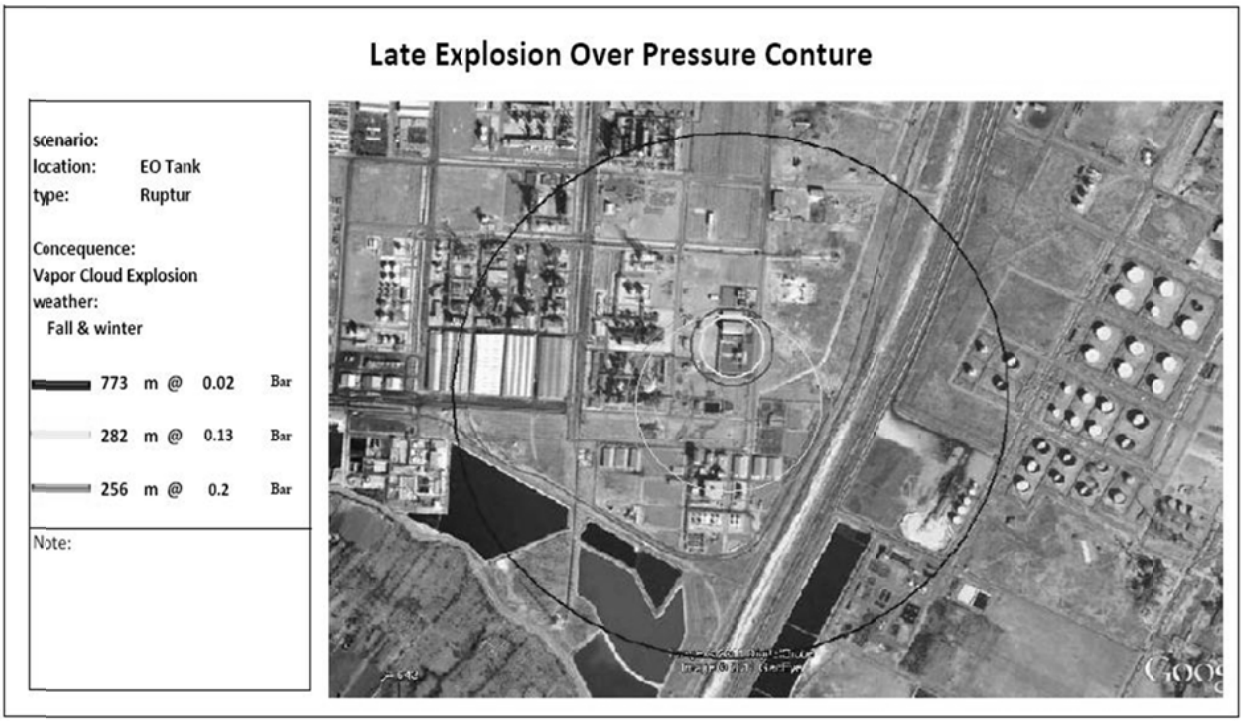
جدول ۲- اطلاعات مربوط به شرایط آب و هوایی منتخب

پارامترهای آب و هوایی	بهار و تابستان	پاییز و زمستان
دما (°C)	۲۳	۵
رطوبت (درصد)	۱۹	۵۲
سرعت باد (m/s)	۵	۱/۵
پایداری جوی	D	F



شکل ۲- مدل‌سازی ترکیدگی مخزن EO برای ترازهای مربوط به موج انفجار در شرایط آب و هوایی اول

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-23]



شکل ۳- مدل‌سازی ترکیدگی مخزن EO برای ترازهای مربوط به موج انفجار در شرایط آب و هوایی دوم

نوع پیامد ممکن در اثر وقـوع سناریوی تخلیه ناگهانی و نتایج عـددی مربوط بـه مدل‌سازی در جـدول ۳ نشـان داده شده اسـت. لازم به ذکر است که سطـوح آسیب در نظر گرفته شده بـرای موج انفجـار برحسب میـزان افزایش فشـار ایجاد شده نسبت به فشار اتمسفریک و شامل سه سطح (سطح آسیب اول: ۰/۰۲ barg، سطـح آسیـب دوم: ۰/۱۳ barg و سطح آسیب سوم: ۰/۲ barg) بود.

بحث

پیامـد حـوادث رخ داده در هر یک از دو مخـزن تحلیل شده، تنهـا پیامدهای محدود به‌روز آنها را در پی نخواهد داشت، بلکه خطـر رخداد و حوادث زنجیـره‌ای و درگیرشدن مخزن مجاور نیـز وجود دارد. در این بین مخـازن مورد مطالعه به دلیل دارا بودن حجم بـالای اتیلن اکساید پتانسیـل بالایی جهت ایجاد حـوادث گسترده‌تـری دارا هستنـد. این نتایـج در تحقیقات

جدول ۳- نوع پیامد ممکن در اثر وقوع سناریو تخلیه ناگهانی و نتایج عددی مربوط به مدل‌سازی

نوع آب و هوا	نوع پیامد	بیشترین شعاع پوشش داده شده در جهت وزش باد (m)		
		سطح آسیب سوم	سطح آسیب دوم	سطح آسیب اول
آب و هوای اول	انفجار	۷۶۶	۲۲۴	۲۰۴
	میزان مرگ‌ومیر بالای ۸۰٪	-	-	۱۶۵
آب و هوای دوم	انفجار	۷۷۳	۲۸۲	۲۵۶
	میزان مرگ ومیر بالای ۸۰٪	-	-	۲۱۸

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-23]

Abdolhamidzadeh و همکـاران و همچنیـن López-Molina و همکـاران مشاهده گردیده است (۸، ۹). همچنین تحلیل نتایج با توجه به معیارهای سنجش حوادث شامل سطوح آسیـب مربوط به موج انفجار، سرعـت و جهت وزش باد در اثر وقوع سناریوی مربوط به ترکیدگی مخزن، نشان می‌دهد تبعات این سناریو در شرایط آب و هوایی دوم (پاییز و زمستان) نسبت بـه شرایط آب و هوایی اول (بهـار و تابستان) بیشتر است. این موضـوع با در نظـر گرفتن میزان پارامترهـای شرایط جوی از جمله دمـا، رطوبت، پایداری جوی، سرعـت و جهت وزش باد تغییر خواهد کرد، بـه بیان دیگر با توجه به داده‌های نرم افزار، خروجـی و سطوح آسیب در سال‌هـای مختلف متفاوت خواهد بود، کـه لزوما به‌منظـور ارزیابی دقیق‌تـر از پیامدهای حادثه بایستی اطلاعات چندین سال جمع آوری شده و سپس اقدامات اصلاحـی و کنترل شرایـط مخاطره آمیز ناشـی از نشت مواد سمـی، آتش سوزی و انفجـار آن مورد توجه قرار گیرد. بررسی سایـر مطالعات انجام شده نیز ایـن موضوع را تایید می‌کند که یافته‌های مدل‌سازی پیامد با در نظر گرفتن موقعیت جغرافیایی و میزان و نوع ماده منتشر شده متفاوت خواهد بود (۸).

قابل ذکر است که با در نظر گرفتن سطوح آسیب ناشی از موج انفجـار و نتایـج به‌دست آمده بایستـی برنامه‌ریزی لازم جهت پیشگیری از میزان خسارات، جانمایی تجهیزات مجاور، کنترل آلودگـی و طرح واکنـش در شرایط اضطـراری در این صنعت پتروشیمـی انجام شـود. در بررسی و تحلیل نتایـج با در نظر گرفتـن معیارهای سنجـش پیامد حوادث، مربـوط به سطوح آسیـب، موج انفجار، سرعت و جهـت وزش باد در اثر وقوع این سناریـو (تخلیه ناگهانی) و در نظـر گرفتن نتایج عددی مربوط بـه مدل‌سازی و توضیحات ارائه شده، نشان می‌دهد تبعات این سناریـو در شرایط آب و هوایی دوم (پاییز و زمستان) نسبت به شرایـط آب و هوایی اول (بهار و تابستان) بیشتر است. براساس یافته‌هـای این مطالعـه و مطالعات دیگر، بایـد اذعان کرد که برخی از این سناریوهای مدل‌سازی شده در شرایط آب و هوایی مختلـف، عواقب بسیار قابل توجهی را نشـان داده‌اند، حتی در برخی از سناریوها مشخص است که شدت پیامدهای حوادث به مرزهـای پتروشیمی محدود نشده و فراتر از آن نیز می‌رود. این مطلـب لزوم پرداختن جدی‌تر به ایمنی این تجهیزات به عنوان کانون‌هـای خطـر در صنعت پتروشیمی بیـش از پیش آشکار می‌سازد (۱۰).

بـا توجه به آنی بودن پدیده انفجار، زمان نمی‌تواند نقش تعیین کننـده‌ای در میزان پیامدهای ناشی از آن داشته باشد. لذا تنها عامـل تعیین‌کننده مخرب در این بین تنهـا موج انفجار ایجاد شده است که معمـولا برحسب میزان افزایش فشار ایجاد شده نسبت به فشار اتمسفریک بیان می‌شود. بنابراین براساس نتایج حاصل از مدل‌سازی پیامـد در جدول ۳، تحلیل پیامد حوادث ناشـی از انفجار در نقاط گوناگون، کـه در آنها تجهیز خاص یا احتمال حضـور انسان وجـود دارد با معیارهای فـوق مقایسه می‌شود. این نتایج در مجموعه الزامات انجمن مهندسین شیمی آمریکا مشاهده گردیده است (۱۱).

لازم بـه ذکر اسـت، با توجه به اینکه یکـی از اقدامات موثر در کاهش تلفـات انسانی در زمان انفجـار و انتشار گازهای سمی اطلاع‌رسانـی به‌موقع بـه افراد جهت انفجارهـا و عواقب بعدی است، بنابرایـن تهیه طرح واکنش در شرایـط اضطراری نقش موثـری در محدود نمـودن اثرات زیانبار انفجـار و انتشار مواد سمـی و خطرنـاک خواهـد داشـت (۷). بعـلاوه، سناریوهای مربـوط به مدل‌سازی پیامد شامل تهیه طرح واکنش در شرایط اضطراری، اجرای قوانین ایمنی، برطرف کردن نقایص مکانیکی می‌تواننـد منجر به کاهش خسارت‌های مالی و آسیب به نیروی انسانـی شوند، از طرفی پارامترهـای طراحی شامل دما و فشار در فرایند، پارامترهای جغرافیایی مانند شرایط دمایی و رطوبت محیط، پارامترهـای مرتبط با نگهداری ترکیبات مانند سمیت، درجـه آتش‌گیـری و انفجار می‌توانند تاثیـر به‌سزایی در نتایج مدل‌سازی پیامد داشته باشند (۱۲).

اگرچه در این مطالعه سعی شد یک مدل‌سازی براساس واقعیات موجود و فرایند حادثه انفجـار در مخازن اتیلن اکساید صورت گیـرد، اما به نظر می‌رسد طراحی و اجرای مطالعه‌ای کامل‌تر با دامنـه و گستردگی کل فرایند صنعـت پتروشیمی که بتوان بر هم‌کنـش و اثرات متقابل سازه‌ها، فرایندهای مدیریتی و نیروی

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-23]

انسانـــی را در آن دید و مورد ارزیابی قرار داد، می‌تواند به درک بهتـــری از خطرات و آسیب‌ها و پیامدهای احتمالی دست یافت و همچنین به‌عنوان یک سنـــد برای مدیریت تغییر در سیستم ارائه نمود.

نتیجه‌گیری

نتایـــج به‌دست آمده از این مطالعه که براساس داده‌های میدانی به‌دست آمد بیانگر این بود که علاوه بر خطر بسیار بالای انفجار مخازن نگهـــداری EO، سناریوهای مدل‌سازی شده در شرایط آب و هوایی مختلف دارای پیامد متفاوت بوده، بنابراین بایستی توجه جدی‌تری بـــه ایمنی این تجهیزات به‌عنـــوان کانون‌های خطـــر در این صنعت پتروشیمی و صنایـــع مشابه شود. بعلاوه، قابـــل ذکر است که یافته‌های این مطالعه می‌تواند به‌عنوان یکی از مهمترین معیارهای تصمیم‌گیـــری برای مدیران این صنعت مورد استفاده قرار گیرد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگـــان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانـــه، تحریف داده‌هـــا و داده‌سازی را در ایـــن مقاله رعایت کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

ایـــن مقالـــه حاصل بخشـــی از پایان‌نامـــه با عنـــوان "ارزیابی و مدل‌ســـازی پیامد ناشی از مخازن ذخیـــره EO در پتروشیمی شازنـــد" در مقطـــع کارشناســـی ارشـــد در ســـال ۱۳۹۶ و کد ۱۰۱۴۰۴۲۵۹۵۱۰۱۵ اســـت کـــه بـــا حمایـــت دانشکده فنی مهندسی دانشگاه آزاد واحد تهران مرکز اجرا شده است.

References

1. Lees F. Lees' Loss Prevention in the Process Industries: Hazard Identification, Assessment and Control. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2012.
2. Jafari MJ, Nourai F, Pouyakian M, Torabi SA, Rafiee Miandashti M, Mohammadi H. Barriers to adopting inherently safer design philosophy in Iran. Process Safety Progress. 2018;37(2):221-29.
3. Neghab M, Soleimani E, Hassanzadeh J. Toxic responses of different organs following occupational exposure of employees of a plant to ethylene oxide. Toxicological & Environmental Chemistry. 2012;94(8):1591-600.
4. Rebsdat S, Mayer D. Ethylene oxide. In: Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry. 7th ed. New York: Wiley-VCH; 2011.
5. Pula R, Khan FI, Veitch B, Amyotte PR. Revised fire consequence models for offshore quantitative risk assessment. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2005;18(4-6):443-54.
6. Tauseef S, Rashtchian D, Abbasi T, Abbasi S. A method for simulation of vapour cloud explosions based on computational fluid dynamics (CFD). Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2011;24(5):638-47.
7. Zarei E, Jafari MJ, Badri N. Risk assessment of vapor cloud explosions in a hydrogen production facility with consequence modeling. Journal of Research in Health Sciences. 2013;13(2):181-87.
8. Abdolhamidzadeh B, Abbasi T, Rashtchian D, Abbasi SA. Domino effect in process-industry accidents–an inventory of past events and identification of some patterns. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2011;24(5):575-93.
9. López-Molina A, Vázquez-Román R, Mannan MS, Félix-Flores MG. An approach for domino effect reduction based on optimal layouts. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2013;26(5):887-94.
10. Hemmatian B, Abdolhamidzadeh B, Darbra R, Casal J. The significance of domino effect in chemical accidents. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2014;29:30-38.
11. Hanna SR, Britter RE. Wind Flow and Vapor Cloud Dispersion at Industrial and Urban Sites. New York:

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-23]

John Wiley & Sons; 2010.
12. Camacho EF, Bordons CA. Model Predictive Control in the Process Industry. New York: Springer; 2012.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-23]

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

Consequence modeling of the ethylene oxide storage tanks explosion using the PHAST software (a case study in a petrochemical industry)

H Cheraghi[1], A Soltanzadeh[2,3,*], S Ghiyasi[1]

1- Department of Environmental Engineering, School of Engineering, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran

2- Department of Occupational Hygiene Engineering, Health Faculty, Qom University of Medical Science and Health Services, Qom, Iran

3- Research Center for Environmental Pollutants, Qom University of Medical Science and Health Services, Qom, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 6 March 2018

Revised: 19 May 2018

Accepted: 2 June 2018

Published: 17 September 2018

Keywords: Consequence modeling, Petrochemical, Ethylene oxide, Storage tank

***Corresponding Author:**

asoltanzade@muq.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Ethylene oxide (EO) is a very toxic and dangerous substance with a high potential for explosion and fire. Ethylene oxide units are among the most hazardous units in petrochemical industries. This study was designed to analyze and model the consequences of ethylene oxide storage tanks explosion in one of Iran's petrochemical industries.

Materials and Methods: In this study, the consequences of the ethylene oxide storage tanks explosion in a petrochemical industry was identified and analyzed. This study was conducted in 2017 using PHAST software version 6.54. For this study, two climate conditions including the first climate conditions (spring and summer) and the second climate conditions (autumn and winter) were considered.

Results: The results of the modeling for the first and second climate conditions showed that there were possibility of severe damages due to the explosion consequences up to 204 and 256 meters, respectively. In addition, based on the criteria for assessing the consequences of accidents associated with damage levels, such as the explosion wave, the wind speed and direction due to the sudden release scenario and the numerical results related to the modeling, the consequence of this scenario in the second climate conditions (autumn and winter) was higher than the first climate conditions (spring and summer).

Conclusion: The findings of the study indicated that, in addition to the high risk of explosion of ethylene oxide storage tanks, the modeling scenarios in different climate conditions have different consequences. Thus, more attention should be paid to safety of these equipment as risk centers in the petrochemical industry and similar industries.

Please cite this article as: Cheraghi H, Soltanzadeh A, Ghiyasi S. Consequence modeling of the ethylene oxide storage tanks explosion using the PHAST software (a case study in a petrochemical industry). Iranian Journal of Health and Environment. 2018;11(2):261-70.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-11-23]