Archive of SID

فصلنامه بهداشت و ایمنی کار جلد ۹/ شماره ۲/ تابستان ۱۳۹۸ صفحات ۱۵۷-۱۶۷

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 11:29 IRDT on Sunday July 28th 2019

مدل سازی و پیش بینی پیامد محیط زیستی متانول به عنوان بیش ترین کالای خطرناک در بنادر (مطالعه موردی: بندر امام خمینی (ره))

رضوان قشقایی[۱]، غلامرضا سبزقبایی[۲]، سولماز دشتی[۳*]، سمیرا جعفری آذر[۲]، فرهاد صالحی پور[۲]

[۱] گروه مدیریت محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
[۲] گروه محیط زیست، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران
[۳] گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۸/۱۷، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۲۱

چکیده

مقدمه: حوادث مربوط به حمل و نقل کالاهای خطرناک در بنادر، همواره یکی از عوامل تهدید کننده انسانی و محیط زیستی بوده است. هدف از انجام این تحقیق، مطالعه پیامد حوادث مربوط به کالاهای خطرناک با انجام مدل سازی و پیش-بینی پیامدهای فاجعه بار این کالاها با استفاده از نرم افزارهای معتبر مدیریتی بوده تا علاوه بر مشخص نمودن محدوده متأثر از پیامدهای گوناگون این کالاها، به ارایه اقدامات مدیریتی لازم جهت کاهش تلفات انسانی و محیط زیستی در سایت ها و انبارهای نگه داری کالای خطرناک در بنادر پرداخته شود.

روش کار: در مطالعه حاضر با استفاده از نرم افزارهای PHAST و ALOHA به بررسی پیامد آتش سوزی متانول به عنوان یکی از بیش ترین کالاهای خطرناک وارد شده به ترمینال کانتینر بندر امام خمینی(ره) پرداخته شده است و هم چنین مناطقی تهیه و آنالیز گردید که اثرات ناگوار پیامد در آن نقاط در حدی بالا می باشد که می تواند برای افراد و محیط-زیست ایجاد خطر نماید.

یافته ها: براساس نتایج گستره پوشانندگی آلودگی احتمالی ایجاد شده (محدوده ممنوعه) حداقل تا شعاع ۷۹ متری و بهترین مکان جهت قرارگیری گروه های پشتیبانی از پایان منطقه ممنوعه تا فاصله ۱۰۶ متری در اطراف محوطه کالای خطرناک لازم و ضروری می باشد.

نتیجه گیری: در این مطالعه مخزن متانول به عنوان کانون اصلی خطر معرفی گردید. در همین راستا اجرای قوانین ایمنی، برطرف کردن نقایص مکانیکی در اسرع وقت، برگزاری دوره های آموزشی و اقدامات مؤثر در پیش گیری و اطفاء حریق به منظور کاهش تعداد تلفات امری ضروری می باشد. هم چنین تمهیداتی نظیر طراحی خروجی فاضلاب ها و جنس مناسب سطح زمین محوطه کالای خطرناک و پیش بینی های لازم در خصوص تخلیه اضطراری با توجه به شرایط جوی منطقه (سرعت و مسیر باد) توصیه گردید.

کلمات کلیدی: *متانول، پیامد محیط زیستی ، PHAST، ALOHA، بندر امام خمینی (ره)*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *soolmazdashti@iauahvaz.ac.ir*

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 11:29 IRDT on Sunday July 28th 2019

مقدمه

بروز حوادث در بسیاری از موارد، قابل درک، پیش بینی و اجتناب نیست. کسب آمادگی لازم برای پاسخ به این بحران ها در زمان و مکان بروز، مستلزم شناخت و ارزیابی مکان های پرخطر می باشد. همواره مخاطرات بالقوه ای در صنایع و تأسیسات فرآیندی وجود داردکه ممکن است موجب بروز جراحات، صدمات و خسارت های مالی و محیط زیستی شود (۱). برآوردها نشان می دهد که در نیمه اول قرن حاضر بیش از ۴ میلیارد تن مواد خطرناک سالانه در سراسر جهان حمل و نقل شده است (۲). در سرتاسر جهان خصوصاً در کشورهای صنعتی حمل و نقل مواد خطرناک یک روند افزایشی را نشان می دهد (۳). روزانه میلیون ها تن کالا در راه های ارتباطی کشورهای مختلف جهان در حال جا به جا شدن هستند و بخشی از این گونه محمولات را محمولات خطرناک تشکیل می دهند. از طرف دیگر حمل و نقل مواد خطرناک بخش عمده ای از اقتصاد کشورهای توسعه یافته را تشکیل می دهد به نحوی که میزان جا به جایی محمولات خطرناک در دنیا معادل چهار میلیارد تن در سال برآورد شده است (۴). کالاهای خطرناک یکی از مهم ترین منابع تولید و محصولات کارخانه ها و فرآیندهای تولید در بخش پایین دستی و بالا دستی صنعت به ویژه صنایع پتروشیمی می باشند. با توجه به هم جواری بندر امام خمینی با اغلب صنایع پتروشیمی کشور سالانه تعداد زیادی کالاهای خطرناک وارد بندر امام خمینی می گردد. در صورتی که این مواد در اثر حوادث به صورت آلاینده وارد چرخه محیط زیست شوند، مخاطرات مختلفی را برای محیط زیست و انسان ایجاد می کنند. میانگین سالیانه تخلیه و بارگیری کالاهای خطرناک حدود ۵۰۰ دستگاه کانتینر می باشد که با توجه به نگه داری و انبار شدن آن ها در بندر امام خمینی، ریسک حاصل از این کالاها می تواند به طور ناگهانی و بر مبنای حجم و اثر حاصل از آزاد سازی آن ها، شامل آسیب ناگهانی به محدوده یک فرآیند تا اثرات جهانی باشد. به طور کلی اثرات ناشی از آن ها چه در حجم زیاد آزاد سازی با تاثیر لحظه ای و گاهاً فاجعه آمیز خود و چه آزاد سازی تدریجی باعث تأثیرات مختلف در ابعاد سلامتی انسان تا تاثیرات اکولوژیکی می گردد (۵). اولین مرحله در انجام یک طرح آنالیز ریسک، شناسایی انواع حوادث بالقوه است.

مدل سازی تخلیه مواد، نحوه پخش ماده در محیط و اتمسفر از اهمیت ویژه ای برخوردار است. هدف اصلی مدل سازی پخش مواد، تخمین غلظت ماده منتشر شده در محیط در یک فاصله معین و زمان خاص است (۶). با وجود قوانین سخت گیرانه و روش های مختلف برای شناسایی و ارزیابی خطرات، در کشور ایران بسیاری از حوادث در صنعت اتفاق می افتد، به گونه ای که حتی قوی ترین واحد صنعتی با طراحی به روز و کارکنان آموزش دیده و متخصص از حوادث مصون نیست (۷). برای این منظور امروزه از روش های مدل سازی با استفاده از نرم افزار استفاده می شود. این کار جهت مشخص شدن حریم ایمن و خطر است تا بتوان در صورت وقوع چنین رویدادی افراد را از محدوده خطر دور کرده و میزان تلفات را کاهش داد (۸). مدل سازی انتشار تصادفی مواد شیمیایی خطرناک به تعدادی از پارامترهای مرتبط به نوع انتشار، خود نرم افزار و شرایطی که تحت آن پراکندگی رخ می دهد (هواشناسی و محیط زیست)، خواص فیزیکی و سمیت مواد شیمیایی و پارامترهای داخلی ابزار مدل سازی و هم چنین نتایج شبیه سازی به شدت پارامترهای انتخاب شده بستگی دارد (۹). هدف از این مطالعه بررسی پیامد آتش سوزی متانول به عنوان یکی از بیش ترین کالاهای خطرناک ورودی به ترمینال کانتینر بندر امام خمینی با استفاده از نرم افزارهای مدل سازی ALOHA[1] و PHAST[2] می باشد. مدل سازی پیامد با استفاده از نرم افزار PHAST و ALOHA از جمله روش هایی است که در بنادر کشور به ویژه بندر امام خمینی برای اولین بار انجام شده است. محدود بودن اطلاعات مربوط به کالاهای خطرناک در چهارچوب حمل و نقل از جمله دلایلی است که تاکنون ارزیابی پیامد رهایش، نشت و آزاد سازی مواد برای آن ها در بنادر ایران صورت نپذیرفته است. بنابراین در این پژوهش تلاش گردید تا با استفاده از ارزیابی پیامد این کالاها و نحوه رهایش آن ها با استفاده

1- AREAL LOCATION OF HAZARDOUS ATMOSPHERE
2- PHONOLOGICAL AND STRATEGY TRAINING

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 11:29 IRDT on Sunday July 28th 2019

شکل(۱)- تصویر ماهواره ای از محوطه کانتینری ترمینال کانتینر بندر امام خمینی (Google Earth, 2014)

از نرم افزار ALOHA به عنوان یک نرم افزار معتبر محیط زیستی و نرم افزار PHAST به عنوان یکی از بهترین نرم افزار های مدل سازی، به مدیریت سایت ها و انبارهای نگه داری این کالاها در فرآیند حمل و نقل پرداخته شود.

روش کار

این تحقیق به صورت میدانی و با جمع آوری و بررسی اطلاعات پایه و تخصصی و بازدید و مصاحبه با کارشناسان اداره بنادر و کشتیرانی بندر امام خمینی (ره) انجام شد. در این مطالعه ابتدا به بررسی بیش ترین کالای خطرناک ورودی به ترمینال کانتیر در بازه زمانی خرداد ۹۲ الی خرداد ۹۳ از میان ۵۱۶ کانتیر ورودی به ترمینال کانتینر پرداخته شد. داده ها طبق مطالعات میدانی از مانیفست ها و اطلاعات کالاهای خطرناک ورودی به ترمینال کانتیر به دست آمد که ماده متانول به عنوان بیش ترین کالای خطرناک ورودی به ترمینال کانتیر گزارش گردید. با توجه به این که طبق پیش بینی نرم افزارهای PHAST، ALOHA و CAMEO[3] و هم چنین سابقه حوادث، پیامد آتش سوزی برای متانول نسبت به نشت و انفجار بیش تر می باشد، لذا به مدل سازی و ارزیابی پیامد آتش سوزی متانول پرداخته شد. در شکل (۱) تصویر ماهواره ای از محوطه کانتینری ترمینال کانتینر بندر امام خمینی نشان داده شده است. در این تحقیق نتایج حاصل از پیامد آتش سوزی متانول با استفاده از نرم افزار PHAST و ALOHA مورد نمایش و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. بر این اساس نواحی تهدید خطر اشتعال و دامنه گستره تاثیر آن مشخص گردید و به منظور تعیین تاثیر میزان سرعت و جهت باد مدل های حاصل از نرم افزار ALOHA و PHAST در فصول گرم و سرد سال با هم مقایسه و هم چنین برای بررسی صحت و دقت مدل ها نتایج در نرم افزار PHAST و ALOHA با هم مقایسه شده و در نهایت نیز نتایج حاصل از شبیه سازی نرم افزارها مبنایی قرار گرفت تا به ارایه تصمیمات مدیریت پیامد حوادث پرداخته شود.

نرم افزار ALOHA

نرم افزار ALOHA، برنامه کامپیوتری ویژه ای است که با مدل سازی و پیش بینی روند نشت به عکس العمل بهتر در برابر حوادث ناشی از رهایش اتفاقی یک ماده شیمیایی کمک می کند و از آن می توان در آموزش کارکنان برای مواجهه با شرایط اضطراری و تدوین برنامه های واکنش در شرایط اضطراری بهره گرفت.

این نرم افزار می تواند پیامدهای مختلف (نشت مواد سمی، آتش سوزی و انفجار) حاصل از نشت سیال از تانک ها و لوله های شکسته یا سوراخ شده را محاسبه کند. ALOHA هم چنین قابلیت پیش بینی رفتار یک ابر گاز پر خطر را بعد از رهایش اتفاقی آن در جو دارد. این نرم افزار محصول آژانس حفاظت از محیط زیست کشور آمریکاست (۱۰).

3- Computer Aided Management Of Emergency Operation

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 11:29 IRDT on Sunday July 28th 2019

جدول (۱)- سایز و مشخصات کانتینرها (۱۳)

کانتینر ۴۰ فوت		کانتینر ۲۰ فوت		
ابعاد داخلی				
۴۰ فوت	۱۲ متر	۲۰فوت	۶ متر	طول
۸ فوت	۲/۵ متر	۸ فوت	۲/۵ متر	عرض
۸ فوت	۲/۵ متر	۸ فوت	۲/۵ متر	ارتفاع
ابعاد درب کانتینر				
۷ فوت	۲/۳۳۷ میلی‌متر	۷ فوت	۲/۳۳۷ میلی‌متر	عرض
۷ فوت	۲/۲۷۲ میلی‌متر	۷ فوت	۲/۲۷۲ میلی‌متر	ارتفاع
وزن				
۶۷۲۰۰پوند	۳۰۴۸ کیلوگرم	۶۷۲۰۰پوند	۳۰۴۸۰ کیلوگرم	حداکثر وزن ناخالص
۸۳۱۰ پوند	۳۷۷۰کیلوگرم	۵۰۵۰ پوند	۲۲۹۰ کیلوگرم	حداکثر وزن خالص
۵۸۸۹۰پوند	۲۶۷۱۰ کیلوگرم	۶۲۱۵۰پوند	۲۸۱۹۰ کیلوگرم	حداکثر ظرفیت ترابری یا قابلیت حمل بار

نرم افزار PHAST

نرم افزار PHAST یکی از قوی ترین و مشهورترین نرم افزارهای موجود است. این نرم افزار یکی از چندین محصولی است که توسط شرکت نرم افزاری DNV، از پیشگامان ارزیابی مخاطرات و حوادث صنعتی، تهیه شده است. در نتیجه این نرم افزار به عنوان یکی از ابزارهای تصمیم گیری شرکت ها و دولت ها در امر مخاطرات صنعتی و ایمنی عمومی شناخته شده است. نرم افزار PHAST به صورت گسترده‌ای مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. علاوه بر آن، نتایج حاصله از مطالعه جداگانه مدل جامع پیامد UDM[4] که توسط DNV ارایه شده ، بیان گر آن است که هم تئوری و هم توانایی این مدل در پیش بینی حوادث بسیار کارا است (۱۱).

بررسی کالای خطرناک ورودی به ترمینال کانتینر بندر امام خمینی و انتخاب سناریو

سناریو، واقعه یا مجموعه ای از وقایع است که سبب ایجاد حادثه می شود و اکثراً به صورت پارگی و یا نشتی از تجهیزات فرآیندی (مخزن، تانک، لوله و ...) حاوی مواد خطرناک (سمی، قابل اشتعال) تعریف می شود (۱۲). در این مرحله سناریویی که بیش ترین احتمال وقوع و نیز بیش ترین پیامد را داشته باشد انتخاب می شود.

بنابراین تعداد و نوع کالاهای خطرناک ورودی به ترمینال کانتینر بندر امام در بازه زمانی خرداد ۹۲ الی خرداد ۹۳ مورد بررسی قرار گرفت و مشخص گردید از میان ۵۱۶ کانتینر کالای خطرناک ورودی به ترمینال، ماده متانول به عنوان بیش ترین کالای خطرناک ورودی به ترمینال کانتینر گزارش شده است (۵) که در نهایت پس از غربال گری نتایج انفجار و آتش سوزی متانول به عنوان بدترین سناریو موجود در ترمینال بندر امام خمینی انتخاب گردید.

شناخت و توصیف فرآیند مورد نظر و گردآوری اطلاعات مورد نیاز

در این مرحله تمام اطلاعات مربوط به فرآیند مورد نظر که برای بررسی و مدیریت پیامد مورد نیاز است جمع آوری گردید. این اطلاعات به طور کلی شامل موقعیت جغرافیایی منطقه، اطلاعات مربوط به محیطی که کانتینر های کالای خطرناک در آن قرارگرفته، شرایط آب و هوایی، خواص فیزیکی و شیمیایی مواد موجود در فرآیند، مشخصات منبع انتشار و تدوین سناریو می باشد.

- سایز و مشخصات کانتینرها (منبع انتشار)

سایز و مشخصات کانتینرها در جدول (۱) مشخص گردیده است.

- توصیف شرایط آب و هوایی منطقه

اطلاعات زیر در خصوص شرایط آب و هوایی منطقه

4- UNIFIED DISPERSION MODEL

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 11:29 IRDT on Sunday July 28th 2019

توسط ایستگاه هواشناسی بندر امام خمینی و مشاهدات صورت گرفته از محوطه ترمینال کانتینر، جمع آوری گردید (جدول ۲).

تدوین سناریو

پس از جمع آوری اطلاعات اولیه و انتخاب ماده شیمیایی که بیش ترین ورودی به ترمینال کانتینر را دارا بود به تدوین سناریو برای نمایش پیامد نشت، آتش سوزی و انفجار پرداختیم. ماده متانول دارای کلاس ۳ و مایع قابل اشتعال می باشد و با توجه به سوابق موجود از حوادث واحدهای فرآیندی و شبه حوادث اتفاق افتاده در بندر امام خمینی، بررسی پیامد آتش سوزی برای آن در نظر گرفته شد. دلیل انتخاب شرایط محیطی در حد میانگین سالیانه برای سناریوها این است که این شرایط منطقی تر و با شرایط محیطی بیش ترین روزهای سال در بندر هم خوانی دارد.

آتش سوزی متانول (CLASS:3 UN/NUMBER: 1230) در تاریخ ۲۵ خرداد ۱۳۹۳ راس ساعت ۱۳:۳۰

هنگام جمع آوری حفاظ های محوطه کالای خطرناک ترمینال کانتینر بندر امام توسط لیفتراک به منظور انجام امور ترمیم سازی در اثر نقص فنی، ترمز لیفتراک عمل نکرده و بیل لیفتراک با شدت به بدنه کانتینر ۲۰ فوت حاوی ماده شیمیایی متانول که در محوطه مستقر است برخورد می نماید و سبب پارگی کانتینر می گردد. در این حین جرقه ناشی از برخورد قطعات مکانیکی در موتور لیفتراک موجب آتش سوزی متانول می گردد.

قطر و طول پارگی ناشی از حادثه به شرح زیر می باشد:

۱. قطر پارگی:۳۰ سانتی متر
۲. طول: ۱۰۰ سانتی متر
۳. مقدار متانول دچار حریق شده: ۲۵ تن
۴. پارگی کانتینر از ۳۰ سانتی متری سطح زمین انجام شده است.

یافته ها

بررسی پیامد آتش سوزی ماده شیمیایی متانول با استفاده از نرم افزار ALOHA

در شکل (۲) فواصل در محدوده خطر گرمای تابشی برای آتش سوزی متانول در فصل گرم و سرد توسط نرم افزار ALOHA نشان داده شده است.

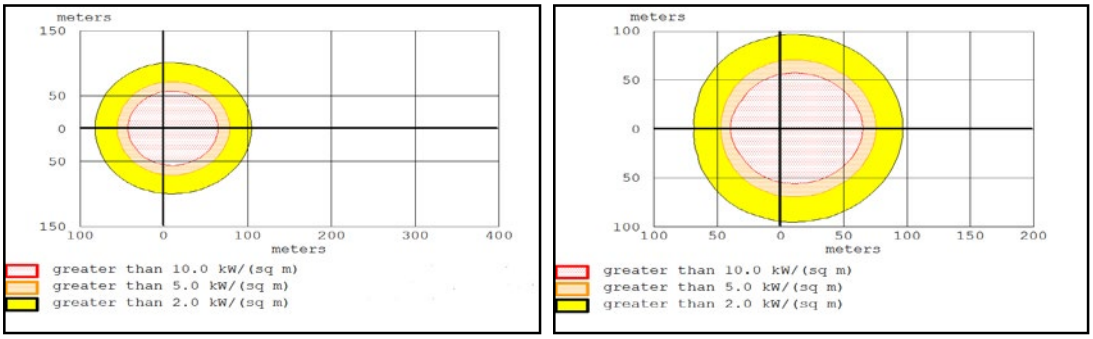
جدول (۳) نتایج شبیه سازی پیامد آتش سوزی متانول را در نرم افزار ALOHA برای آتش سوزی (از نوع استخری) برای فصل گرم و سرد سال نشان می دهد. دلیل این که نوع آتش از نوع استخری انتخاب شده است به دلیل خاصیت ماده شیمیایی متانول می باشدکه در هنگام

جدول (۲)- شرایط آب و هوایی منطقه (۱۴)

پارامترهای محیطی مورد نیاز	شرایط آب و هوایی مربوط به فصول مختلف	
	بهار و تابستان	پاییز و زمستان
دما (میانگین)	۳۳ درجه سانتی‌گراد	۱۸ درجه سانتی‌گراد
رطوبت نسبی (میانگین)	٪۳۳	٪۵۹
سرعت باد (میانگین)	۱۰ متر بر ثانیه	۵ متر بر ثانیه
پایداری جوی	D (پایداری متوسط)	D (پایداری متوسط)
وجود موانع	وجود برخی موانع مثل تاسیسات	وجود برخی موانع مثل تاسیسات
نوع محوطه	روباز	روباز
جهت باد غالب	از شمال به جنوب	از شمال به جنوب
ارتفاع اندازه‌گیری سرعت باد از سطح زمین	۵ متر	۵ متر
پدیده وارونگی هوا	ندارد	ندارد
ارتفاع از سطح دریا	۵ متر	۵ متر

www.SID.ir

Archive of SID



(ب) (الف)

شکل(۲-الف)- مناطق مورد تهدید آتشسوزی متانول بر حسب مسافت در فصل گرم، (ب) مناطق مورد تهدید آتشسوزی متانول بر حسب مسافت در فصل سرد در نرمافزار ALOHA

جدول (۳)- نمایش فواصل محدوده خطر برای آتش سوزی متانول در فصل گرم و سرد سال و مقایسه تاثیر دما و سرعت باد در نرم افزار ALOHA

حد گرمای تابشی	محدوده خطر در فصل گرم (با سرعت باد ۱۰ متر بر ثانیه)	محدوده خطر در فصل سرد (با سرعت باد ۵ متر بر ثانیه)	اختلاف
۱۰ کیلو وات بر متر مربع (شعاع قرمز رنگ)	۶۵ متر	۶۶ متر	۱ متر
۵ کیلو وات بر متر مربع (شعاع نارنجی رنگ)	۷۶ متر	۷۹ متر	۳ متر
۲ کیلو وات بر متر مربع (شعاع زرد رنگ)	۹۹ متر	۱۰۶ متر	۷ متر

آتش سوزی به شکل استخری می سوزد. همان طور که در تصاویر شکل (۲) مشاهده می شود حرکت آتش تحت تاثیر جهت باد غالب منطقه قرار گرفته است. بیش ترین فاصله مربوط به فصل سرد و سرعت باد ۵ متر بر ثانیه است به طوری که برای ناحیه زرد رنگ حد تابش حرارتی در آن ۲ کیلووات بر مترمربع و محدوده زرد رنگ در فصل سرد در شعاع ۱۰۶ متری و در فصل گرم در شعاع ۹۹ متری و با اختلاف ۷ متر می باشد. نتایج به دست آمده با انتظارات موجود نیز هم خوانی دارد، زیرا در فصل گرم سال آهنگ تبخیر شدیدتر است و گرمای ناشی از آتش سوزی تبخیر متانول را نیز تشدید می کند در صورتی که کم ترین آهنگ تبخیر مربوط به فصل زمستان است. بنابراین اگرچه در فصل گرم سال سرعت باد بیش تر است و به طور طبیعی انتظار می رفت آتش سوزی تشدید شود و شعاع بیش تری را نسبت به فصل سرد سال در برگیرد، اما چون متانول جز مایعات قابل اشتعال و تبخیر پذیر است لذا گرما تبخیر را افزایش و شعاع سوختن این ماده را کاهش می دهد. این نرم افزار مناطق مورد تهدید را براساس میزان تشعشع حرارتی ۱۰، ۵ و ۲ کیلووات بر مترمربع در نظر گرفته است. طبق نتایج حاصل از این نرم افزار محدوده قرمز رنگ نشان می دهد که تابش حرارتی در این منطقه ۱۰ کیلو وات بر مترمربع می باشد و چنان چه افراد یا هر موجود زنده ای به مدت ۶۰ ثانیه در این محدوده (شعاع ۶۵ متری در فصل گرم و شعاع ۶۶ متری در فصل سرد) قرار گیرد می تواند کشنده باشد. محدوده نارنجی رنگ بیان کننده آن است که تابش حرارتی در این منطقه ۵ کیلو وات بر متر مربع می باشد و چنان چه افراد یا هر موجود زنده ای به مدت ۶۰ ثانیه در این محدوده (شعاع ۷۶ متری در فصل گرم و شعاع ۷۹ متری در فصل سرد) قرار

www.SID.ir

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 11:29 IRDT on Sunday July 28th 2019

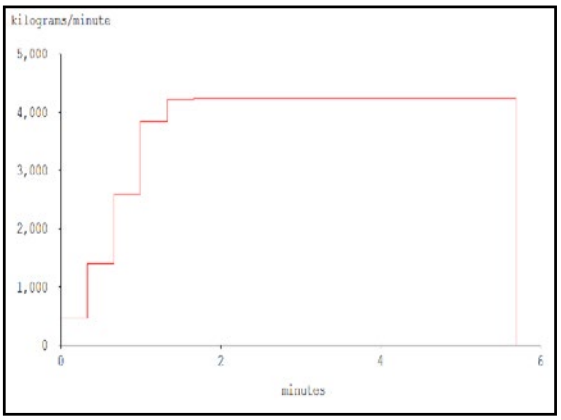
Archive of SID

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 11:29 IRDT on Sunday July 28th 2019

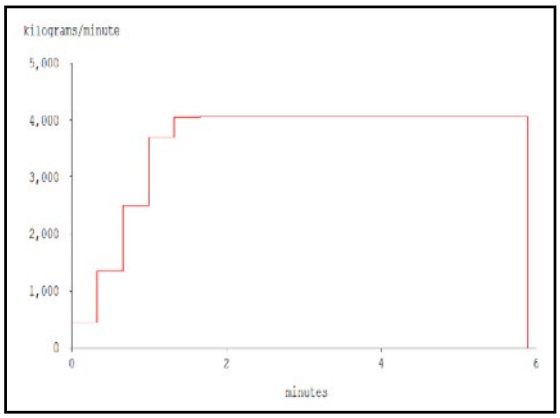
گیرد می تواند به سوختگی درجه دو و متوسط منجر شود. هم چنین محدوده زرد رنگ بیان کننده آن است که تابش حرارتی در این منطقه ۲ کیلووات بر متر مربع می باشد و چنان چه افراد یا هر موجود زنده ای به مدت ۶۰ ثانیه در این محدوده (شعاع ۹۹متری در فصل گرم و شعاع ۱۰۶ متری در فصل سرد) قرار گیرد می تواند منجر به احساس درد و سوزش شود.

میزان سوختن متانول: نمودار میزان سوختن ماده شیمیایی متانول در شکل (۳) نشان داده شده است.

همان گونه که در شکل(۳) و جداول (۴ و ۵) مشخص است سوختن متانول در لحظه اولیه کم بوده و در طول زمان افزایش می یابد به طوری که در پایان ۶ دقیقه، سوختن متانول برای فصل گرم ۴۲۱۰ کیلوگرم بر دقیقه و برای فصل سرد ۴۰۵۰ کیلوگرم بر دقیقه حداکثر میزان سوختن پیش بینی شده است. این اختلاف نشان می دهد در فصل گرم میزان سوختن متانول بیش تر است که این امر می تواند ناشی از سرعت باد بیش تر در فصل گرم و تشدید سوختن باشد. بنابراین نتایج حاصل از نرم افزار ALOHA نشان می دهد ایجاد یک محدوده خطر تا شعاع ۱۰۶ متری از محوطه کانتینرهای کالای خطرناک امری ضروری است. هم چنین می توان عنوان نمود جهت اقدامات واکنش در شرایط اضطراری به هنگام آتش سوزی و بررسی آسیب های ناشی از آن می توان از جدول(۶) که توسط آژانس فدرال مدیریت شرایط اضطراری، وزارت حمل و نقل و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا در سال ۱۹۸۸ تهیه شده است استفاده نمود.



(الف)



(ب)

شکل(۳-الف)- میزان سوختن متانول در طول زمان در فصل گرم، (ب) میزان سوختن متانول در طول زمان در فصل سرد در نرم افزار ALOHA

جدول (۴)- میزان سوختن متانول بر حسب کیلوگرم بر دقیقه برای فصل گرم و سرد در نرم افزار ALOHA

	فصل گرم				فصل سرد			
زمان (min)	۰	۲	۴	۶	۰	۲	۴	۶
جرم (کیلوگرم)	۵۰۰	۴۲۰۸	۴۲۰۹	۴۲۱۰	۵۰۰	۴۰۴۸	۴۰۴۹	۴۰۵۰

جدول (۵)- مقایسه میزان سوختن برای متانول در فصل گرم و سرد سال در نرم افزار ALOHA

	فصل گرم	فصل سرد
پیش بینی مدت زمان سوختن	۶ دقیقه	۶ دقیقه
حداکثر میزان سوختن	۴۲۱۰ کیلوگرم بر دقیقه	۴۰۵۰ کیلوگرم بر دقیقه
حداکثر میزان متانول سوخته شده	۲۱۱۶۸ کیلوگرم	۲۱۱۶۸ کیلو گرم

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 11:29 IRDT on Sunday July 28th 2019

بررسی پیامد آتش سوزی متانول با استفاده از نرم افزار PHAST

همان گونه که در شکل(۴) مشاهده می شود نمودار میزان تشعشع بر حسب فاصله ناشی از آتش استخری متانول نشان می دهد که در ابتدای آتش سوزی تابش حرارتی به شدت بالا است به طوری که تا فاصله ۴۲ متر از منبع تشعشع حدود ۱۷۰ کیلو وات بر متر مربع می باشد و سپس در ادامه میزان تشعشع کاهش می یابد به طوری که در تشعشع ۱۰ کیلو وات بر متر مربع فاصله از منبع انتشار ۱۳۰ متر می باشد و منطقه ممنوعه تا فاصله ۱۹۰ متری که در آن تشعشع حدود ۲ کیلووات بر متر مربع می باشد ادامه دارد.

بررسی میزان دقت دو نرم افزار ALOHA و PHAST نسبت به یک دیگر (آتش سوزی متانول)

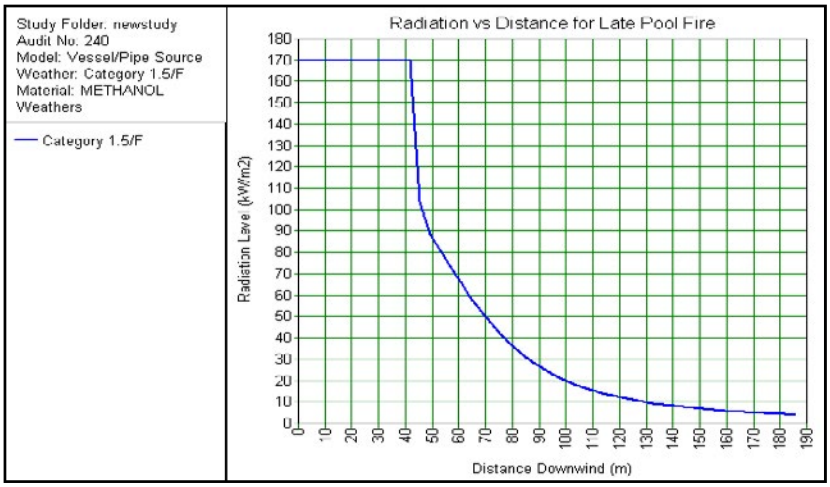
به منظور محاسبه درصد خطای دو نرم افزار نسبت به یک دیگر، محدوده خطر در شعاع ۱۰ کیلووات بر مترمربع مورد بررسی قرار گرفت و نتایج زیر به دست آمد (جدول۷).

همان گونه که در جدول زیر مشاهده می شود فاصله محدوده خطر در میزان تابش حرارتی ۱۰ کیلووات بر مترمربع در نرم افزار ALOHA کم تر از فاصله محدوده خطر در نرم افزار PHAST می باشد.در این خصوص نرم افزار PHAST فاصله بیش تری را به عنوان منطقه ممنوعه و خطر معرفی می نماید.

جدول (۶)- میزان تابش حرارتی و معیارهای آسیب توسط نرم افزار ALOHA

شدت تابش حرارتی (کیلووات در هر مترمربع)	زمان برای احساس درد و سوزش خفیف ناشی از آتش‌سوزی (ثانیه)	زمان برای سوختگی درجه ۲ (ثانیه)
۱	۱۱۵	۶۶۳
۲	۴۵	۱۸۷
۳	۲۷	۹۲
۴	۱۸	۵۷
۵	۱۳	۴۰
۶	۱۱	۳۰
۸	۷	۲۰
۱۰	۵	۱۴
۱۲	۴	۱۱

(۴)- میزان تشعشع حرارتی متانول بر حسب فاصله در نرم افزار PHAST



www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 11:29 IRDT on Sunday July 28th 2019

بحث

با توجه به نتایج حاصل از نرم افزار PHAST و ALOHA برای کالای خطرناک مورد مطالعه در این تحقیق و بررسی پیامدهای آتش سوزی در سناریوی موجود، برخی از فواصل (۰تا ۷۹ متر از منبع آتش سوزی) محدوده خطر آن ها دارای گستره آلودگی بیش تر و اثرات مخرب محیط زیستی و انسانی می باشند که این مناطق، مناطق ممنوعه در نظر گرفته می شوند و نیاز به اقدامات کنترلی موثر جهت کاهش یا جلوگیری از بروز اثرات انسانی و محیط زیستی دارد. در این منطقه ورود افراد اداری، غیر مرتبط و غیر متخصص ممنوع است و باید ممنوعیت تخریب منابع آبی، پوشش گیاهی و جانوری رعایت شود. بر اساس نتایج حاصل از نرم افزارهای به کار برده شده در این تحقیق، برخی مناطق (۷۹ تا ۱۰۶ متری) نیز دارای گستره آلودگی کم تر و اثرات محیط زیستی و انسانی ناچیزتری بودند که این مناطق می توانند به عنوان مناطق استقرار گروه های پشتیبانی و شرایط اضطراری برای انجام اقدامات بهتر و سریع تر جهت کنترل و حذف پیامدهای محیط زیستی خطرناک به کار رود. براین اساس نتایج حاصل از هر دو نرم افزار، حداکثر منطقه خطر که در آن ها اثرات شدید تا غیرقابل برگشت به دست آمد، تا محدوده ۷۹ متری از کانتینرهای کالای خطرناک و هم چنین بهترین مکان جهت قرار گرفتن تیم های پشتیبانی نظیر تیم های آتش نشانی و شرایط اضطراری، محدوده حد فاصل پایان منطقه ممنوعه تا فاصله ۱۰۶ متری از محل قرارگیری کانتینرهای خطرناک پیش بینی گردید.

پس از این منطقه تاسیس ساختمان های اداری بلامانع می باشد. با توجه به امکان تغییر شرایط جوی منطقه (سرعت و مسیر باد) پیش بینی های لازم در خصوص تخلیه اضطراری باید به سمت ضلع شرقی و غربی محوطه صورت گیرد زیرا باد غالب منطقه از سمت جنوب به سمت شمال بوده و افراد باید از مسیر قرارگیری در محدوده باد غالب خارج شوند. بنابراین مسیرهای خروج اضطراری در ضلع شرقی و غربی منطقه باید تعبیه شود. حرکت در جهت مقابله با شرایط اضطراری به هیچ عنوان نباید از سمت شمال به جنوب (خلاف باد غالب منطقه) صورت پذیرد. بهتر است ایجاد منطقه ممنوعه قبل از طراحی محوطه های مختلف بندر صورت پذیرد. این امر می تواند با در نظر گرفتن ارزیابی پیامد مواد خطرناک درخواستی و مورد نیاز صنایع پتروشیمی اطراف بندر که اهم صاحبان کالا هستند صورت پذیرد تا در طراحی های اولیه بتوان از آن ها استفاده کرد. از مواردی که در یک منطقه ممنوعه می توان انجام داد طراحی خروجی های فاضلاب و جنس زمین می باشد. وجود خروجی های فاضلاب با توجه به احتمال نشتی و عدم وجود تصفیه خانه فاضلاب در بندر می تواند منجر به آلودگی محیط زیست آبزیان گردد. هم چنین به علت امکان نشتی این کانتینرها بهتر است جنس زمین از نوع بتون باشد تا آلودگی خاک و نفوذ به آب های زیرزمینی صورت نپذیرد. انجام بازدید های منظم و کنترل خطرات موجود مانند بازرسی از شیرهای مخزن ایزوتانک، ایزوله بودن محوطه کالای خطرناک، کاهش عبور و مرور در زمان فشار عملیاتی، تهیه MSDS مواد و بررسی غلظت های مجاز آن و تطابق دماهای قید شده از دیگر اقداماتی است که می تواند جهت جلوگیری از این گونه سوانح محیط زیستی صورت پذیرد. حضور به موقع در محل نشتی و اقدامات اولیه نیز می تواند به کاهش خطرات محیط زیستی و انسانی کمک کند. به همین منظور تهیه یک طرح واکنش در شرایط اضطراری (مطابق با الزامات ISO

جدول (۷)- میزان درصد خطای ALOHA نسبت به PHAST برای آتش سوزی متانول

میزان تابش حرارتی	فاصله بر اساس متر در نرم‌افزار ALOHA	فاصله براساس متر در نرم‌افزار PHAST	خطای ALOHA نسبت به PHAST
۱۰ کیلو وات بر متر مربع	۶۶	۱۳۰	٪ ۶۴

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 11:29 IRDT on Sunday July 28th 2019

14001) به خصوص در ترمینال کانتینر ضروری می باشد. به روشنی مشخص است چنان چه هر کدام از راه کارهای مدیریتی به طور کلی و اثر بخش اجرا نشود خطر مربوط به این کالاها کاهش نمی یابد که این امر بدون تلاش هماهنگ و موزون همه طرفین ذینفع در صنعت حمل و نقل بندر امام خمینی میسر نمی باشد. میثمی و همکاران (۲۰۱۳) (۱۵)، رویز و همکاران (۲۰۱۲) (۱۶)، ویتلاکس و همکاران (۲۰۰۹) (۱۷) و زهدی راد و همکاران (۲۰۱۶) (۱۸)، نرم افزارPHAST را به عنوان ابزاری مفید و قابل اعتماد در جهت مدل سازی و مطالعه پیامدهای انتشار مواد قابل اشتعال و سمی معرفی کردند و نتایج ارایه شده توسط این نرم افزار با داد ه های واقعی بررسی شد و اعتبار نتایج تأیید گردید. به طور کلی در نتایج این تحقیق و سایر نتایج به دست آمده مانند نتایج بیگلرزاده و همکاران (۲۰۱۱)، اهمیت سرعت و مسیر باد در لحظه انتشار با استفاده از نرم افزار PHAST نشان داده شد و از تأثیر آن برای پیش بینی مسیرهای تخلیه اضطراری استفاده گردید (۱۹). هم چنین در نتایج این تحقیق و نتایج به دست آمده از تحقیق آتشی و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از نرم افزار ALOHA، فاصله های ایمن قرار گیری مخازن و اتاق های کنترل و پشتیبانی مشخص گردید (۲۰). از سویی مرادی حنیفی و همکاران (۲۰۱۹) با به کارگیری نرم افزار ALOHA به محاسبه ریسک و مدل سازی پیامد حادثه نشت گاز طبیعی پرداختند (۲۱). با توجه به این که بیش تر مطالعات صورت گرفته در این زمینه مربوط به مخازن LPG، نفت، گاز هیدروژن و یا مربوط به ایستگاه های گاز طبیعی فشرده می باشد (۲۲، ۲۳، ۲۴) و وابستگی بسیار زیاد مدل سازی نشت مواد شیمیایی به ماهیت ماده، شرایط آب و هوایی و شرایط فرآیندی، مقایسه نتایج مطالعه با مطالعاتی که از نظر موارد ذکر شده با مطالعه حاضر تفاوت داشته باشند، برآورد درستی به دست نمی دهد، در نتیجه عدم انجام مطالعات مشابه، عدم امکان مقایسه نتایج مطالعات با یک دیگر به خاطر ماهیت این گونه مطالعات و فقدان ارزش علمی و وجود عدم قطعیت در نتایج چنین مطالعاتی، در این مطالعه مقایسه نتایج با نتایج سایر مطالعات بیش تر از موارد اشاره شده، امکان پذیر نمی باشد.

نتیجه گیری

بروز پیامدهای محیط زیستی کانتینرهای کالای خطرناک در بندر امام خمینی (ره) امری محتمل و قابل بررسی است به طوری که پیامدهای حاصل از این موارد می تواند سوانح و خسارات محیط زیستی زیادی به بار آورد. در واقع در این تحقیق ارزیابی پیامد محیط زیستی کالای خطرناک به عنوان ابزاری جهت منطقه بندی ایمنی به منظور مدیریت و مقابله با پیامدهای محتمل از بیش ترین کالای خطرناک ورودی به ترمینال کانتینر معرفی گردید و به اهمیت قرنطینه محل در جهت جلوگیری از ورود افراد و اثرات بیش تر محیط زیستی پرداخته شد.از آن جایی که هدف از انجام این تحقیق مدیریت پیامد محیط زیستی کالاهای خطرناک وارده به ترمینال کانتینر با نرم افزار های PHAST و ALOHA بوده است، هدف آن تعیین بهترین روش یا مقایسه آن ها نبوده است ولی به نظر می رسد انتخاب یکی از این دو نرم افزار می تواند در راهنمایی و انجام تحقیقات دیگر موثر باشد. اگر بخواهیم براساس پوشش دهی گستره خطر در این مدل سازی ها یکی را انتخاب کنیم به نظر می رسد نرم افزار ALOHA از حساسیت بالایی برای محیط زیست برخوردار باشد زیرا مقدار LOC های در نظر گرفته شده در پیامد، نشت و انفجار پایین تر و منطقه خطر بیش تری را در نظر گرفته است ولی اگر بخواهیم از منظر مناسب تری به قضیه نگاه کنیم به نظر می رسد که هر یک از روش ها دارای مزایا و معایبی می باشند که امر انتخاب را کمی مشکل می نماید. مهم نیست که از کدام نرم افزار جهت مدیریت پیامد کالای خطرناک استفاده می شود مهم این است که پیامد کالاهای خطرناک ورودی به ترمینال کانتینر و محدوده خطر آن شناسایی شده تا از طریق آن بتوان از آسیب رسانی به محیط زیست و انسان جلوگیری شود.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 11:29 IRDT on Sunday July 28th 2019

REFERENCES

1. Vinnem J. E. Offshore Risk Assessment (Principles, Modelling and Applications of QRA Studies), 2nd ed. 2007.
2. Bianco L, Caramia M, Giordani S. A. Bilevel flow model for hazmat transportation network design. Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2009; 17(2):175-96.
3. Paltrinieri N, Landucci G, Molag M, Bonvicini S, Spadoni G, Cozzani V. Risk reduction in road and rail LPG transportation by passive fire protection. Journal of hazardous materials. 2009; 167(1):332-44.
4. Zografos K. G, Androutsopoulos K. N. A heuristic algorithm for solving hazardous distribution problems. European Journal of Operational Research. 2004; No. 152(2): 507-519.
5. http://bikport.pmo.ir. 2013.
6. Joaquim C. Evaluation of the Effects and Consequences of major Accidents in Industrial plants, Elsevier, Amesterdam. 2007; Volume 8.
7. Irannejad Rankouhi S, Givehchi S, Nasrabadi M. Consequence Modeling of Explosion Events by PHAST Software in an Industrial Unit - A Case Study of 2 Phases of South Pars. Bulding of the Georgian National Academy of Science. 2015; 9(1): 316 -326.
8. Tseng ML, Wu W. W, Lin YH, Liao CH. An exploration of relationships between environmental practice and manufacturing performance using the PLS path modeling. WSEAS transactions on environment and development. 2008.
9. Nishant P, Nadine G, Eric M. Sensitivity analysis of Phast's atmospheric dispersion model for three toxic materials (nitric oxide, ammonia, chlorine). Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2012; Vol. 25: 20-32.
10. ALOHA USERS MANUAL. The CAMEO Software Suit. U.S Environmental Protection Agency. 2007.
11. DNV Soft Ware PHAST. Version 6.DNV. 2000.
12. Dadashzadeh M, Khan F, Hawboldt K, Amyotte P. An integrated approach for fire and explosion consequence modelling. Fire Saf J. 2013; 61:324-37. DOI: 10.1016/j.firesaf.2013.09.015
13. IMDG CODE: International Maritime Organization. International Maritime Dangerous Goods Code.4 Albert Embankment London. 2010.
14. http://www.accuweather.com. 2013.
15. Meysami H, Ebadi T, Zohdirad H, Minepur M. Worst-case identification of gas dispersion for gas detector mapping using dispersion modeling. J Loss Prev Process Ind. 2013;26(6):1407-14. DOI: 10.1016/j.jlp.2013.08.019.
16. Ruiz-Sánchez T, Nelson PF, François J-L, Cruz-Gómez MJ, Mendoza A. Application of the accident consequence analysis in the emergency system design of an SI cycle hydrogen production plant.Int J Hydrogen Energy. 2012; 37(8):6965-75. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2012.01.116
17. Witlox HW, Harper M, Oke A. Modelling of discharge and atmospheric dispersion for carbon dioxide releases. J Loss Prev ProcessInd. 2009; 22(6):795-802. DOI: 10.1016/j.jlp.2009.08.007
18. Moradi Hanifi S, Omidi L, Moradi G. Risk calculation and consequences simulation of natural gas leakage accident using ALOHA software. JHSW. 2019; 9 (1) :13-20. [In Persian]
19. Biglarzadeh A, Shekarian A, Babazadeh salamlu M. Investigate the spill kerosene continuous flange leaking storage tanks by PHAST, The second national conference on new research in chemistry and chemical engineering. Mahshahr, Islamic Azad University; 2011.15 December. [In Persian]
20. Atashi H, Moradian A, Haji safari M. Investigate the sudden release of ammonia from storage and analysis of the possible consequences when leakage crisis. Process Engineering Conference in oil, gas, petrochemicals and energy. Tehran, Iran; 2013. 16 May. [In Persian]
21. Zohdirad H, Ebadi T, Givehchi S. Optimization of the calculation of hazardous zones boundaries for classification of hazardous area using risk-based approach. JHSW. 2016; 6 (1) :13-22. [In Persian]
22. Mohammadfam I, Zarei E. Safety risk modeling and major accidents analysis of hydrogen and natural gas releases: A comprehensive risk analysis framework. Int J Hydrogen Energy. 2015; 40(39):13653-63. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2015.07.117
23. Nouri J, Azadeh A, Fam IM. The evaluation of safety behaviors in a gas treatment company in Iran. J Loss Prev Process Ind. 2008; 21(3):319-25. DOI: 10.1016/j.jlp.2007.11.006
24. Rathnayaka S, Khan F, Amyotte P. Accident modeling approach for safety assessment in an LNG processing facility. J Loss Prev ProcessInd. 2012; 25(2):414-23. DOI: 10.1016/j.jlp.2011.09.006

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Health and Safety at Work Volume 9, Issue 2, Summer 2019

Modeling and prediction of environmental consequences of methanol as the most dangerous goods in ports (Case Study: Bandar Imam Khomeini)

Rezvan Ghashghaei[1], Gholam Reza Sabzghabaei[2], Soolmaz Dashti[3,*], Samira Jafari Azar[2], Farhad Salehipour[2]

[1] Department of Environmental Management, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
[2] Department of Environment, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran
[3] Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

*Corresponding Author Email: soolmazdashti@iauahvaz.ac.ir

Received: 08.11.2017, accepted: 12.09.2018

ABSTRACT

Introduction: The accidents involving the transport of hazardous goods in ports have always been one of the human and environmental threats. The purpose of this research is to study the consequences of incidents involving dangerous goods by modeling and prediction of catastrophic consequences of these goods using the Software valid of management, so in addition to the affected area of the various outcomes of these goods, To provide the necessary management measures to reduce human and environmental toll on keeping dangerous goods in ports and warehouses to be paid.

Material and Methods: The study performed from PHAST and ALOHA software in the container terminal in the region of Bandar Imam Khomeini and, to verify the consequences of styrene of toxicity of dangerous goods, was used.

Results: According to the results of this study, the extent of pollution coverage (the forbidden region) at least a radius of 79 meters and the best place for placement the Support groups are a radius of 106 meters, around the area dangerous goods. Finally, to offer management practices to avoid or reduce the consequences of possible sites and warehouses storing goods in the study area was dangerous.

Conclusion: In this study, methanol reservoir was introduced as the main focus of risk; therefore, the implementation of safety rules, eliminating mechanical failures, personal protection and education, and effective measures to prevent and fight fire are proposed for decreasing the probable losses and fatalities are necessary. As well as measures such as drainage design and appropriate land cover of hazardous goods and predictions for emergency evacuation with regard to atmospheric conditions (speed and wind direction) were recommended.

Keywords: *Methanol, Consequences of Environmental, ALOHA, PHAST, Bandar Imam Khomeini*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Ghashghaei R, Sabzghabaei GR, Dashti S, Jafari Azar S, Salehipour F. (2019). Modeling and prediction of environmental consequences of methanol as the most dangerous goods in ports (Case Study: Bandar Imam Khomeini). Journal of Health and Safety at Work, 9(1): 157-167.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Journal of Health and Safety at Work. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 11:29 IRDT on Sunday July 28th 2019

www.SID.ir