



مؤسسه آموزش عالی غیر دولتی غیر انتفاعی انرژی

مدلسازی پیامد حریق ناشی از رهايش گازوئيل از مخزن با نرم افزار PHAST (مطالعه موردی کارخانه نساجی نوشهر)

پایان نامه یا رساله برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی شیمی گرایش ایمنی بهداشت و محیط زیست (HSE)

نگارنده:

طاهره نجفی پور

استاد راهنما:

دکتر عادل زاده

مهرماه 1400



مؤسسه آموزش عالی غیر دولتی غیر انتفاعی انرژی

مدلسازی پیامد حریق ناشی از رهايش گازوئيل از مخزن با نرم افزار

PHAST

(مطالعه موردی کارخانه نساجی نوشهر)

پایان نامه یا رساله برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی شیمی گرایش ایمنی، بهداشت و محیط زیست

نام دانشجو

طاهره نجفی پور

استاد راهنما:

دکتر عادل زاده

اساتید مشاور:

دکتر فاضلی

مهرماه 1400

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تأییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج

باسمه تعالی

اینجانب طاهره نجفی پور به شماره دانشجویی 9813723025 دانشجوی رشته مهندسی ایمنی، بهداشت و محیط زیست مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد تأیید می‌نمایم که کلیه‌ی نتایج این پایان‌نامه/رساله حاصل کار اینجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف است و موارد نسخه‌برداری‌شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده‌ام. در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان و قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی، ضوابط و مقررات آموزشی، پژوهشی و انضباطی ...) با اینجانب رفتار خواهد شد و حق هرگونه اعتراض در خصوص احقاق حقوق مکتسب و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می‌نمایم. در ضمن، مسئولیت هرگونه پاسخگویی به اشخاص اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذی‌صلاح (اعم از اداری و قضایی) به عهده‌ی اینجانب خواهد بود و دانشگاه هیچ‌گونه مسئولیتی در این خصوص نخواهد داشت.

نام و نام خانوادگی:

طاهره نجفی پور

امضا و تاریخ:

مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

بهره‌برداری از این پایان‌نامه در چهارچوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می‌شود، بلامانع است:

- ☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله برای همگان بلامانع است.
- ☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلامانع است.
- ☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله تا تاریخ ممنوع است.

نام استاد یا اساتید راهنما:

تاریخ:

امضا:

تقدیم به:

پدر، مادر
✽

و فرزند عزیزم

که همواره حامی من بوده اند.

تشکر و قدردانی:

باسپاس فراوان از زحمات اساتید ارجمند

جناب آقای دکتر عادل زاده

جناب آقای دکتر فاضلی

و تشکر ویژه از استاد گرامی دکتر مهدی پروینی

چکیده

این پژوهش مراحل مهم ارزیابی روشهای ارزیابی پیامدهای حوادث ناشی از مواد خطرناک ، به ویژه در حین ذخیره سازی گازوئیل و فعالیتهای بارگیری / تخلیه را بررسی می کند. این روش به شناسایی سناریوهای حادثه ای بستگی دارد که می تواند در شرایط خاصی مشاهده شود و به دنبال آن مدل سازی این سناریوها با استفاده از سیستم های مدل سازی معرفی شده انجام می شود. سرانجام ، نتایج حاصل ، همراه با تأثیرات آنها بر مردم و املاک ، شناسایی می شوند. منابع مورد نیاز برای انجام این روش به ترتیب مورد بحث قرار گرفته است

واژه های کلیدی:

مخازن اتمسفریک (Atmospheric storage tank- AST)، ارزیابی ریسک، مدلسازی پیامد، PHAST

فهرست مطالب

1	فصل 1: مقدمه
2	1-1- مقدمه
11	فصل 2: مروری بر منابع
12	1-2- مقدمه
12	2-2- پیشینه تحقیق در داخل کشور
14	1-2-2- پیشینه تحقیق در خارج کشور
16	4-2- نتیجه گیری
18	فصل 3: روش تحقیق
19	1-3- مقدمه
20	2-3- محتوا
20	1-2-3- علت انتخاب روش
25	2-2-3- تشریح کامل روش تحقیق
32	فصل 4: نتایج و تفسیر آنها
33	1-4- مقدمه
33	2-4- محتوا
33	1-2-4- حل سناریو اول
41	فصل 5: جمع بندی و پیشنهادها
42	1-5- مقدمه
42	2-5- محتوا
42	1-2-5- جمع بندی
42	2-2-5- مقایسه
49	3-2-5- پیشنهادها
51	مراجع
56	پیوست ها

فهرست اشکال

- شکل (1-3) موقعیت منطقه مورد مطالعه..... 26
- شکل (1-4) شعاع تشعشع آتش فورانی 32
- شکل (1-5) ابر بخار ناشی از سناریو نشت 10mm..... 44

فهرست جداول

- جدول (1-3) انواع حوادث فرآیندی 22
- جدول (2-3) تاثیرات مختلف ناشی از تشعشع 23
- جدول (3-3) تاثیرات انفجار بر ساختمان ها و تجهیزات 23

فهرست علائم اختصاری

شتاب گرانش	a (m/s^2)
نیرو	F (N)

فصل 1:

مقدمه

1.1 مقدمه

انرژی یکی از موارد مهم و اساسی در راستای تأمین آسایش و رفاه انسان است [1] در بین شکل های مختلف انرژی، نفت و گاز به عنوان سوخت های کارآمد و باکیفیت، به طور گسترده ای در تأمین سوخت شهری، صنایع شیمیایی، تأمین برق و سایر زمینه های صنعتی مورد استفاده واقع می شوند [2] همواره با پیشرفت تکنولوژی و فناوری، افزایش تولید و گسترش حمل و نقل، میزان نیاز به مواد شیمیایی بیشتر می شود، به طوریکه امروزه وقوع حوادث ناگواری که ناشی از رهايش و انفجار مواد شیمیایی و سمی در بخش های مختلف است، باعث ایجاد خطرات زیادی برای افراد جامعه شد

ه است [3] در این میان گازوئیل که به عنوان سوخت دیزل نیز شناخته می شود مایعی قابل احتراق است که به عنوان سوخت موتورهای دیزلی استفاده می شود و معمولاً از تقطیر جزء به جزء خام حاصل می شود. در حال حاضر سوخت دیزل بسیار محبوب است و موتورهای دیزلی نیز پیشرفت چشمگیری داشته اند. مهمترین ویژگی این موتورها استفاده از کمپرسور به منظور اشتعال در سوخت است. علاوه بر این ، بازده ترمودینامیکی بالاتر آنها و در نتیجه بهره وری سوخت منجر به افزایش استفاده از آن در صنایع مختلف شده است. محبوبیت بیشتر سوخت های دیزلی جدید با استفاده گسترده از آن همراه است. وقتی کالایی کارآمد ، بادوام و سازگار با محیط زیست باشد ، استفاده از آن نیز گسترش خواهد یافت.

موتور دیزلی تقریباً برای همه صنایع ضروری است و می تواند به عنوان موتور مکانیکی ، مولد برق یا درایو حرکتی مورد استفاده قرار گیرد. موتورهای صنعتی و ژنراتورهای مجهز به دیزل عمدتاً در ساخت و ساز ، معدن ، دریا و غیره استفاده می شود. به علاوه ، مردم از مولدهای برق در خانه ها و بیمارستان ها استفاده می کنند که با گازوئیل کار می کند.

در بیشتر مناطق دنیا مردم محصولات را با کامیون و قطارهایی که از موتورهای دیزلی استفاده می کنند حمل می کنند. همچنین ، استفاده از این موتورها در کشاورزی غیر معمول نیست. گازوئیل یک سوخت کارآمد است و از ویژگی های ایمنی باورنکردنی برای وسایل نقلیه برخوردار است. گازوئیل دارای وزن نسبتاً بالاتری در مقایسه با دیگر سوخت های رایج است و دارای دامنه جوش تقریبی ۱۶۰ تا ۳۸۰ درجه سانتیگراد باشند، دارای حداقل نقطه اشتعال 54°C و ماکزیمم نقطه ریزش 0°C صفر است. دانسیته آن در دمای 0°C ۱۵/۶ برابر با $820-860\text{ g/cm}^3$ است. مهمترین مشخصه آن عدد ستان است که باید بیشتر از ۵۰ باشد تا

موتور نرم و بی صدا کار کند.[4]

در کنار تمام این موارد استفاده از گازوئیل هم در صنایع همراه با ریسک خواهد بود. ریسک تابعی از دو متغیر مستقل احتمال و شدت است. اگر احتمال رخ دادن حادثه ای خیلی کم ولی شدت آن زیاد باشد ارزش ریسک پایین خواهد بود. اما اگر احتمال رخ دادن حادثه ای زیاد و شدت آن نیز زیاد باشد، میزان ارزش ریسک نیز بالا خواهد بود. ضابطه و روش هایی که با استفاده از آنها میتوان وظیفه آینده نگری را در ارزیابی و کنترل خسارت ها انجام داد مدیریت ریسک نامیده میشود [5, 6]

ارزیابی ریسک به دو گونه کمی و کیفی انجام میشه:

- روش کمی: استفاده از قاعده های آماری و نظریه احتمالات، دستیابی به پیش بینی های دقیق تری از تواتر (احتمال وقوع) خسارات را امکان پذیر میسازد. به گونه ای که احتمال وقوع یک حادثه خاص و پیامدهای آن محاسبه و برآورد میگردد و سپس معیار عددی بدست آمده برای قضاوت و پذیرفتن در آینده استفاده میگردد. با این روش مقادیر ریسک برای هر دستگاه محاسبه میگردد. سپس با استفاده از اطلاعات موجود میتوان برنامه بازرسی جامع یک واحد را تبیین نمود.

- روش کیفی: اگر انجام محاسبه دقیق آماری امکان پذیر نباشد و برآورد عددی امکان پذیر نباشد میتوان با تکیه بر تجربه اشخاص، طبقه بندی ریسک ها و خسارات پیشبینی پذیر را انجام داد. لذا این روش کاربرد بیشتری نسبت به روش کمی دارد ولی از دقت کمتری نسبت به آن برخوردار است. این روش عموماً جهت الویت بندی یک واحد یا قسمتی از یک واحد جهت مطالعه بازرسی بر مبنای ریسک به روش کمی بکار میرود. [5]

2-1- مواد و روش ها:

به منظور مدل سازی سناریوی انتخابی از شبیه سازی نرم افزار phast نسخه 8.2.2 جهت مدل کردن پیامد حادثه مورد استفاده قرار خواهد گرفت. با استفاده از این روش میتوان با داشتن اطلاعات کافی و دقتی در زمینه احتمال وقوع انفجار و شدت پیامدهای آن و همچنین میزان کارایی و به صرفه بودن روشهای کنترلی پیشنهادی، تصمیم درستی در مورد کنترل ریسک اتخاذ و اجرا کرد. در پژوهش حاضر برای فرآیند انجام ارزیابی پیامد حادثه هفت مرحله اصلی طی خواهد شد:

- تعیین اهداف ارزیابی پیامد شامل اهداف کلی و جزئی فوق الذکر

- بررسی واحد مورد نظر (داده های جوی شامل وضعیت غالب آب و هوایی، میزان سرعت باد، ماکزیمم دما و رطوبت، بررسی منطقه مورد مطالعه و توپوگرافی منطقه، جانمایی مخازن و تجهیزات، بازرسی مخازن از نظر

- سلامت دیواره مخزن و تجهیزات تخلیه و بارگیری سوخت شامل کوپلینگ ها و شیلنگ های انتقال...)
- شناسایی خطرات (ارزیابی ریسک مخازن)
- تعیین و تحلیل سناریو (بررسی تمام سناریو های ممکن و انتخاب محتمل ترین و خطرناکترین سناریو ممکن جهت مدلسازی)
- مدلسازی پیامد در نرم افزار PHAST
- تحلیل نتایج و خروجی های نرم افزار
- تدوین طرح واکنش در شرایط اضطراری

2- بیان مسئله

طی سالهای اخیر ، ابتکارات خاصی در اروپا برای ارتقا و بهبود ایمنی در رشد صنعت پایدار تاسیس شده است یکی از دستورالعمل های مربوط به ایمنی فرآیند ، دستورالعمل { Seveso II (96/82 / EC) } است که هدف اصلی آن جلوگیری از خطرات تصادف بزرگ شامل مواد خطرناک است ، و عواقب آنها را برای مردم و محیط آنها محدود کند. این بخشنامه اپراتورها را مجبور می کند برای بهبود سیستم مدیریت ریسک در موسسات خود ، گزارش ایمنی تهیه کنند. (1)

نظام مدیریت ریسک به طور معمول دارای پنج عنصر شناسایی،تحلیل ، برنامه ریزی، پیگیری و کنترل ریسک هاست. سازمانی که دارای این نظام مدیریت باشد به طور پیوسته این عناصر را اجرا و همیشه آنها را در همه فعالیت ها اعمال مینماید [7] هرچند همه عناصر این نظام بسیار با اهمیت هستند و نبود هر یک میتواند موجب عدم بهره وری آن شود ولی به جرات میتوان گفت که مهم ترین و اصلی ترین عنصر این نظام عنصر شناسایی عوامل بالقوه مخاطرات است. [8]

شناسایی دقیق خطرات عوامل بالقوه آسیب رسان در صنایع نفت گاز و ارزیابی و مدیریت ریسک با هدف بهبود ایمنی برای کاهش توان حوادث از اهمیت ویژه ای برخوردار میباشد. [9]

1- شناسایی خطرات محتمل در مخازن: اولین عامل در تعیین ماهیت خطرات، نوع محصول موجود در مخازن است. برخی از خصوصیات محصولات، مربوط به اثرات حاد و برخی خصوصیات مربوط به اثرات مزمن است. موقعیت یک محصول بستگی به آمادگی و مستعد بودن محصول در طولانی بودن یا کوتاه بودن اثرات ناشی از خطرات آن است. -2- مخازن: از نظر کاربرد مخازن در دو دسته ی ذخیره ای و تحت فشار تقسیم میشوند که هر کدام در مورد فرایندی خاص مورد استفاده قرار میگیرند. به طور کلی فراورده های نفتی را از

نظر انباشتن در مخازن میتوان به سه دسته تقسیم کرد: فرآورده های با فشار بخار کم در مخازن سقف ثابت، فرآورده هایی با فشار بخار متوسط در مخازن سقف شناور و فرآورده هایی با فشار بخار بالاتر از 100b که در مخازن کروی و یا استوانه ای نگهداری میشوند که اصطلاحاً مخازن تحت فشار نامیده میشوند. [10] گازوئیل:

گازوئیل به دلیل فشار بخار پایین در مخازن سقف ثابت نگهداری میشود و که اصطلاحاً مخازن اتمسفریک هم گفته میشوند، به این معنا که محتوای درون مخزن تحت فشار برابر با فشار اتمسفر میباشد. با این وجود نگهداری گازوئیل در حجم های بالا دارای ریسک هایی خواهد بود که در این پژوهش مورد بررسی قرار خواهد گرفت. یکی از این ریسک ها امکان آتشسوزی در مخازن ذخیره گازوئیل میباشد، به دلیل تولید بیشتر گازوئیل، این سوخت از بنزین ارزان تر است و به دلیل کم تر بودن فشار بخار گازوئیل، این سوخت دیرتر آتش می گیرد و در طی حادثه کم خطرتر است.

«نقطه ی اشتعال» (Flash Point) به کم ترین دمایی گفته می شود که سوخت در حالت بخار آماده ی احتراق است و برای گازوئیل برابر با 52-96 درجه سانتیگراد محاسبه می گردد. و چون در اکثر ماشین الات صنعتی استفاده میشه و کمترین میزان خطر رو دارد در حجم بالا در محیط های صنعتی جهت استفاده صنعت ذخیره میشود اما با این حال خطرات و حوادث مربوط به آن که شامل حمل و جابجایی از تانکر های حمل سوخت به درون مخازن و ذخیره و در نهایت تخلیه استفاده در محل مورد نظر است امکان ایجاد خسارات بالایی را در پی خواهد داشت به همین دلیل لازم و ضروریست پیامد های ناشی از این حوادث را ارزیابی و تحلیل کنیم.

اگر بنزین و گازوئیل در شرایط مطلوب ذخیره نشوند ، می توانند حوادث ناگوار و ضرر و زیان زیادی به بار آورند.

استاندارد ساخت مخازن سوخت ، محل نگهداری ، درجه حرارت قابل احتراق و ... مواردی است که باید در نظر گرفته شود.

استاندارد های مخازن سوخت یک مدل فولادی (استاندارد EN12285) یا پلاستیک (استاندارد EN13341) میباشد و باید بررسی کرد که آیا استفاده از آن برای ذخیره سازی فرآورده های نفتی نشان داده شده است . اما استاندارد مورد استفاده متداول جهت طراحی و ساخت مخازن ذخیره سوخت استاندارد API50 است که توسط موسسه نفت امریکا تدوین شده است.

مشخصات مخزن گازوئیل :

- مجهز به یک سطح سنج یا لول کنترل باشد که امکان ارزیابی مقدار سوخت باقی مانده از یک دهانه کاملاً

مهر و موم شده را فراهم کند.

• توسط یک صفحه قابل مشاهده مشخص شود که به طور مشخص ماهیت و مقدار محصول موجود در آن را نشان می دهد.

نکات فنی در ساخت مخازن ذخیره سوخت :

۱- نحوه جوشکاری مخزن ذخیره سوخت به این صورت است که ورق های برش کاری شده به صورت آجری جوش داده می شوند که این مسئله نیز باعث استحکام و عمر طولانی مدت مخزن خواهد شد.

۲- به علت کاهش جزئی ضخامت ورق عدسی به هنگام گرد کردن، معمولاً ضخامت ورق مورد استفاده برای ساخت عدسی را یک نمره بالاتر در نظر می گیریم.

۳- نصب ونت و یا لوله تهویه بر روی منبع ذخیره سوخت است.

۴- ابعاد منابع بساه صورت استاندارد طراحی شده اند و سالهاست که اکثر تولید کنندگان تانکر و مخازن به آن پایبند بوده اند ولی با این حال بر حسب نیاز مصرف کننده و نوع مصرف تمامی ویژگی مخازن سوخت از ضخامت، طول، عرض، ارتفاع گرفته تا نوع ورق مورد استفاده بر حسب سفارش مشتری قابل تغییر میباشد . موارد ذکر شده بر امکان بروز حوادث مربوط به مخازن سوخت تاثیر مستقیم داشته و باید بررسی و اطلاعات آن جمع آوری و ثبت شود.

1-3- اهمیت و ضرورت تحقیق

مدلسازی پیامد شامل تخمین تاثیرات حوادث فرآیندی میباشد. این اثرات شامل تاثیر مواد خطرناک بر روی انسانها، محیط زیست و فرآیندها میباشد. تاکنون، کشور ما در مسیر صنعتی سازی، پیش رفته است حوادث صنعتی قابل توجهی را تجربه کرده است. حتی بهترین واحدهای صنعتی، طراحی شده برای پاسخگویی به آخرین یافته ها واکثر پرسنل عملیاتی با تجربه نیز در برابر تصادفات از مصونیت برخوردار نیستند. [11] مخازن ذخیره سازی فرآورده های نفتی یکی از تأسیسات مهم صنعتی است که به طور مداوم در معرض خطر انتشار مواد سمی، آتش سوزی و انفجار قرار دارد، در این بین آتش سوزی عمومیت بیشتر و انفجار میزان مرگ و میر به دنبال آن از مهمترین نوع خطر در مخازن ذخیره سازی نفت و فرآورده های نفتی است. [12] نتایج بررسیها نشان میدهند نزدیک به 80 درصد حریق ها، قابل پیشبینی و پیشگیری هستند. شناسایی دقیق خطرات و ارزیابی و مدیریت ریسک با هدف کاهش شدت و تکرار حوادث، پیش از وقوع آنها و به حداقل رساندن صدمه به انسان و اموال از اهمیت ویژه های برخوردار میباشد. بررسی دقیق حوادث معروف ثابت میکند که قسمت اعظم خسارت های ناشی از آنها و احتمال بروز آنها نه فقط قابل پیشگیری است، بلکه قابل پی شبینی نیز بوده اند، مشروط بر آنکه دست کم تحلیل های مهندسی ایمنی نظیر مدل سازی پیامد و ارزیابی کمی ریسک به موقع انجام گیرد [13] پیامدهای ناشی از رهايش کی ماده را می توان به سه دسته ایجاد آتش سوزی، ایجاد انفجار و آثار مربوط به سمیت مواد در محیط تقسیم کرد. [14] تعیین شعاع آسیب رسانی در حین بروز یک حادثه از اهمیت به سزایی برخوردار است. 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. [15] ارزیابی ریسک کمی و مدل سازی پیامد یکی از مهم ترین راه های بررسی محدوده اثر و تخمین اثرات تابش های گرمایی ناشی از اشتعال، موج فشار ناشی از انفجار و اثرات سمی ناشی از رهايش مواد سمی در محیط است [16].

در این تحقیق از نرم افزار phast جهت مدلسازی سناریو انفجار و تحلیل پیامد های آن استفاده میکنیم.

4-1- اهداف تحقیق

1-4-1- هدف کلی:

- هدف از این تحقیق مدلسازی پیامد نحوه انفجار مخازن 30000 لیتری گازوئیل در محیط کارخانه نساجی جهت تدوین طرح واکنش در شرایط اضطراری میباشد.

3-4-1- هدف کاربردی:

- تعیین محدوده ایمن
- تعیین میزان موج انفجار در اثر پدیده BLEVE
- تعیین حجم حریق ایجاد شده و میزان پتانسیل آسیب رسانی به تجهیزات و ساختمان های اطراف

6-1- فرضیه و سئوالات تحقیق

- در صورت بروز حادثه آتشسوزی در مخزن ذخیره ی گازوئیل دامنه خسارت و پیامد های ناشی از آن به ساختمان مجاور آن گسترده خواهد شد؟
- در صورت ایجاد درز 10mm در دیواره مخزن گازوئیل چه میزان نشتی ایجاد میشود؟
- میزان بار حریق و آتش ناشی از سوختن گازوئیل نشت کرده از مخزن چقدر میباشد؟
- محدوده ایمن در زمان آتشسوزی مخزن گازوئیل در چه فاصله ای قرار دارد؟

7-1- تعاریف علمی و عملیاتی واژه ها

ریسک:

احتمال به وجود آمدن آسیب و صدمه از یک خطر معین ریسک گفته میشود = تکرار پذیری * پیامد حادثه:

یک اتفاق پیش بینی نشده وخارج از انتظار که سبب صدمه و آسیب گردد.
ارزیابی ریسک:

بررسی عوامل و تشخیص نقاط حادثه خیز و خطر آفرین در صنایع به منظور پیشگیری از بروز حوادث .

مدلسازی پیامد:

در مدلسازی پیامد میتوان شدت هرگونه حادثه ممکن الوقوع را پیش بینی و به کمک آن اقدامات اصلاحی متناسب را اتخاذ نمود.مدلسازی پیامد خود بخشی از انجام مراحل ارزیابی ریسک کمی میباشد

تجزیه و تحلیل ریسک (Risk Analysis) :

به فرایند شناسایی و ارزیابی احتمال وقوع اتفاقی نامساعد در درون سازمان گفته میشود که اغلب برای به حداقل رساندن اثرات منفی پیش بینی نشده در آینده کاربرد اساسی دارد.

(NIOPDC):

شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی ایران

مخازن اتمسفریک (AST - Atmospheric storage tank):

اصطلاح مخازن اتمسفریک برای مخازنی استفاده میشود که فشار داخلی آنها بیشتر از مقدار وزن سقف نباشد. مخازن اتمسفریک در صنایع نفتی برای سیالهایی که فشار بخار آنها کمتر از فشار اتمسفر است، استفاده میشود؛ ازجمله این مواد، نفت خام، نفت سنگین، نفت گاز (گازوئیل)، نفت کوره، نفتا و بنزین که معمولاً در فشار اتمسفریک ذخیره میشود.

مایع قابل احتراق (Combustible Liquid) :

مایعی است که نقطه اشتعال آن 37/8 درجه سانتی گراد یا بالاتر باشد. مایعات قابل احتراق به کلاس II و III تقسیم می شود. کلاس II) هر مایعی که نقطه اشتعال برابر یا بالای 37/8 و کمتر از 60 درجه درجه سانتی گراد دارد(. کلاس IIIA) هر مایعی که نقطه اشتعال برابر یا بالای 60 و پایین 93 درجه سانتی گراد

دارد). کلاس IIIB) هر مایعی که یک نقطه اشتعال برابر یا بالای 93 درجه سانتیگراد دارد.

فصل 2:

مروری بر منابع

2-1- مقدمه

هدف از این فصل مروری بر پیشینه تحقیقات انجام گرفته در زمینه مدلسازی پیامد حریق ناشی از رهايش سوخت مورد بررسی و طبقه بندی یافته‌های تحقیقات دیگر محققان در سطح دنیا است. این بررسی در دو حوزه تحقیقات داخل و خارج از کشور ارائه گردیده است و طبقه‌بندی تحقیقات انجام شده گذشته‌گان با رعایت ترتیب زمانی انجام گرفته است. تحقیقات مرتبط انجام شده در حداقل یک دهه اخیر مورد بررسی قرار گرفته و در پایان این فصل نیز تحلیل تحقیقات انجام شده که ضرورت تایید محاسن اجرای تحقیقات بیشتر و خصوصاً تحقیق حاضر را ایجاب نموده بیان شده است.

2-2- پیشینه تحقیق در داخل کشور

1- سارا ندیمی بوشهری ، در سال (1391) در تحقیقی پژوهشی-تحلیلی با عنوان "مدلسازی پراکنش گاز مونوکسید کربن CO خروجی از کارخانه های تولید فولاد" پرداخته است. در این تحقیق داده های خام توسط نرم افزار به اطلاعات قابل لمس تبدیل شده است برای این منظور نرم افزار پیشرفته 6.54 PHAST انتخاب شده است که یکی از بهترین و دقیق ترین ابزارهای ارائه شده برای مدل سازی پراکنش مواد در محیط می باشد. مشاهده شد که برای گاز CO با توجه به ارتفاع 25 متری خروجی دودکش، شرایط هوای خطرناک تنها در مکانهایی با ارتفاع بیش از 23 متر تا ارتفاع حدود 27 متر و فاصله 36 متر از دودکش میتواند وجود داشته باشد. نتایج حاصل از این مطالعات، امکان بررسی بحران حاصل از انتشار آلاینده های سمی را به جامعه می دهد [17]

2- فریده گلبابایی و همکاران ، در سال (1391) در تحقیقی پژوهشی با عنوان "مدلسازی انتشار نشت پروپان در یک صنعت" پرداخته اند. در این مطالعه یک صنعت در منطقه شرق تهران مد نظر قرار گرفت، تعیین گردید که در فاصله یک کیلومتر، پروپان دارای تراکمی معادل 17 برابر TLV موجود است و از طرفی این فاصله حد مفید اثر انفجار می باشد که موجب از بین رفتن حدود 916 نفر از پرسنل و 130 نفر از راکبین خودرو، همچنین خسارت مالی حدود حداقل 401 میلیارد تومان می شود. [18]

3- اسماعیل زارعی و همکاران ، در سال (1392) در تحقیقی با عنوان " نقش مدلسازی و ارزیابی پیامد در بهبود سطح ایمنی تاسیسات مخاطره آمیز صنعتی " پرداخته.و به بررسی میزان مرگ ومیر، فاصله

تاثیر و شدت تشعشع و بدترین حالات انفجار و اشتعال واحد ها پرداخته است نتایج نشان داد که حریم ایمن واحد تولید هیدروژن برابر 746 متر از حدود مرزی واحد میباشد. [19]

4- رقیه قربانی و همکاران، در سال (1396) در تحقیقی با عنوان "خطر مرگ در حوادث جاده ای تانکر های حامل مواد شیمیایی" بر اساس غلظت کشنده ها و با استفاده از نرم افزار PHAST کلر با فواصل خطر مرگ 157،204،318 و 650 متر خطر ناک ترین ماده شیمیایی سمی قابل حمل جاده ای محسوب میشود. [20]

5- بابک نوروزی، در سال (1396) در تحقیقی پژوهشی با عنوان "ارزیابی پیامد و تعیین حریم ایمن خطوط لوله گاز با نرم افزار PHAST در یکی از شرکت های گاز استانی "محدوده ی پیامد های خطرناک لوله گاز مانند آتش فورانی، آتش ناگهانی و انفجار و همچنین پیامد نشت گاز از زوایای مختلف را مورد بررسی قرار داده. [21]

6- محسن صادقی یارندی و همکاران، در سال (1397) در تحقیقی با عنوان "ارزیابی پیامد حریق و انفجار مخازن گاز متان در یک جایگاه توزیع گاز طبیعی فشرده " دو سناریوی آتش فورانی و انفجار کامل مخازن به عنوان مخاطرات اصلی نشت گاز متان انتخاب و نتایج حاصل از سناریو آتش فورانی نشان داد که بیشترین مساحت متأثر از آتش فورانی 135 متر مربع در اندازه نشتی 150 میلی متر است. (9)

7- حمید رضا چراغی و همکاران، در سال (1397) در تحقیقی با عنوان "مدل سازی پیامد انفجار مخازن نگهداری اتیلن اکساید با استفاده از PHAST (مطالعه موردی در یک صنعت پتروشیمی)" دریافتند که در اثر پیامد انفجار تا شعاع 256 متری امکان ایجاد خسارت شدید وجود دارد. [22]

8- مونا کلاته عربی، در سال (1397) در پژوهشی با عنوان "بررسی و ارزیابی پیامد BLEVE با نرم افزار PHAST سناریو های BLEVE و حریق کروی مدلسازی، سطوح مختلف فشاری و تابش حرارتی در سطح واحد تعیین شد که بر اساس نتایج به دست آمده شعاع ایمن از مرکز حادثه 382 متر تعیین شد. [23]

9- نادر نبهنی و همکاران، در سال (1397) در تحقیقی با عنوان "مدل سازی نتیجه حوادث بزرگ واقعی مخزن ذخیره بوتان" مطالعه موردی در یک مخزن کروی بوتان در بندر امام (ایران). در این کار، سه سناریوی خرابی احتمالی شامل (الف) نشت از خط بارگیری، (ب) نشت از چاله مخزن (خط خروجی)، (ج) پارگی در مخزن کروی بوتان برای مدل سازی حوادث در نظر گرفته شده است. با تجزیه و تحلیل دقیق نتایج توصیه های اساسی و مهم ارائه شده است که باید در نظر گرفته شود از جمله حداقل فاصله ایمن از مرکز پارگی برای انواع مختلف آتش سوزی ست. [24]

- 10- محمد کاظم رضانی و همکاران ، در سال (1398) در تحقیقی با عنوان " ارزیابی ریسک رهایش مواد قابل اشتعال مخزن گاز نفتی مایع شونده LPG با استفاده از روش BOWTIE و تعیین پهنه آسیب پذیری با نرم افزار PHAST " در مجموع 27 رویداد و 9 پیامد و سناریو همراه با احتمالات هریک مشخص گردید. بیشترین پهنه آسیب پذیری انسانی مربوط به انفجار ابر و بخار برآورد شد. [25]
- 11- احمد رضا موحد و همکاران در سال (1398) در تحقیقی با عنوان " مدلسازی پیامد نشت میعانات گازی در یک پالایشگاه گاز به منظور تدوین برنامه واکنش در شرایط اضطراری " چهار سناریو محتمل را با نرم افزار PHAST بررسی کرده و دریافتن حادثه انفجار ابر بخار و پس از آن آتش استخری دارای بیشترین پیامد میباشند؛ به طوری که تا فاصله 410 متری از محل مخازن که مرکز کنترل و برخی از مسیرها را شامل میشود، تحت تأثیر حوادث احتمالی قرار میگیرد. [26]
- 12- رسول خرم در سال (1399) در تحقیقی پژوهشی با عنوان " مدلسازی پیامد های رهایش عوامل سیانوزن در حریم نیروگاه اتمی بوشهر با استفاده از نرم افزار PHAST , ALOHA , WISER " اثر انتشار بخار های گاز AC ، محدودۀ اشتعال پذیری ابری، آسیب های ساختمانی و مرگ های مستقیم و غیر مستقیم بررسی گردیده است. [27]
- 13- اسفندیان، گودرزیان و شکوهی راد ، در سال (1400) در تحقیقی با عنوان " ارزیابی خطر واحد ذخیره سازی بنزین شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی ایران با استفاده از نرم افزار PHAST " عواقب سناریوهای مختلف از جمله نشت کوچک و متوسط ، سرعت رهش ثابت و پارگی کامل مدل شده و سپس دامنه هر یک با توجه به شدت تابش یا موج فشار بدست آمده و فواصل ایمن هر یک را بررسی کرده اند. [28]

3-2- پیشینه تحقیق در خارج کشور

- 1- سدیک هلاس و همکاران در سال (2021) در تحقیقی با عنوان "مدلسازی پدیده های تصادفی مربوط به نشت و پارگی مخزن وسیله نقلیه ی حمل LPG " در هندوستان سناریوی بالقوه تصادف مخازن که شامل نشت و پارگی مخازن هست رو با روش BOW TIE و نرم افزار PHAST مدلسازی و بررسی کرده

اند [29]

- 2- جیمبان و همکاران در سال (2020) در تحقیقی با عنوان "مدلسازی تأثیر نشت کلر فرضی از صنایع شیمیایی مالایا-سینو با استفاده از نرم افزار ALOHA و توسعه مسیر تخلیه اضطراری در اطراف منطقه صنعتی Teluk Kalong" به بررسی نشت تصادفی کلر در منطقه مسکونی صنعتی و تأثیر جهت باد بر سرعت، زمان و غلظت پراکندگی کلر پرداخته اند. [30]
- 3- راوی کومار شرما و همکارانش در سال (2020) در تحقیقی با عنوان "ارزیابی عدم موفقیت و تجزیه و تحلیل عواقب حادثه: مطالعه موردی" به مدلسازی و بررسی نشت بنزین از یکی از مخازن ذخیره سازی و انفجار ابر بخار (VCE) و اهمیت جلوگیری از بروز حوادث جزئی در جیپور هند پرداخته اند. [31]
- 4- باخوچه سالوها و همکاران، در سال (2019) در تحقیقی با عنوان "خطرات آتش سوزی و انفجار در کارخانه پتروشیمی: ارزیابی، مدل سازی و تحلیل پیامدها" خطرات انفجار و آتش گاز مایع در الجزایر را مدلسازی و ارزیابی نموده اند. [32]
- 5- مک کارتی و همکاران در سال (2019) در تحقیقی با عنوان "به تجزیه و تحلیل اثرات دومینو که روی مخازن گازوئیل در انبار، حمل و نقل عمده روغن BOST" در انبار ذخیره سازی و حمل و نقل روغن عمده در دشت آکرا در غنا جایی که بنزین و گازوئیل ذخیره می شود اثرات دومینو، انتشار ابر بخار قابل اشتعال بنزین ناشی از انفجار را مدلسازی و بررسی کرده اند. [33]
- 6- گراهام اتکینسون و همکاران، در سال (2015) در تحقیقی با عنوان "تولید ابر بخار قابل اشتعال از مخازن بیش از حد پر: درس آموزی از حادثه بونسفیلد لندن" به چگونگی تولید ابرهای بخار قابل اشتعال از پر شدن مخازن ذخیره سازی فله با گازوئیل و عواقب حادثه رخ داده پرداختند. [34]
- 7- الساندرو تاگنولی و همکاران در سال (2012) در تحقیقی با عنوان "کاهش خسارت و تشدید آتش توسط ضد حریق: یک ریسک مبتنی بر استراتژی" به مطالعه یک روش مبتنی بر ریسک با هدف حفاظت از آتش استخری، تشدید آتش جت و جلوگیری از اثر دومینو به منظور کاهش خسارت دارایی ناشی از سناریوی اولیه آتش سوزی پرداخته اند. [35]
- 8- مونیس و همکاران در سال (2010) در تحقیقی با عنوان "ارزیابی ریسک نیمه کمی زنجیره تأمین سوخت هیدروژن در مقیاس تجاری و پیامدهای آن برای صنعت و جامعه" به مطالعه در مورد ایمنی حمل و نقل و ذخیره سازی هیدروژن به عنوان سوخت با روش ارزیابی ریسک طوفان ذهنی HAZID و مدلسازی با نرم افزار PHAST پرداخته اند. [36]
- 9- پاندایی نیشن و همکاران در سال (2008) در تحقیقی با عنوان "مدل سازی پراکنش گازهای

سمی با PHAST: تجزیه و تحلیل حساسیت پارامتری "سناریوی پراکندگی گاز های سمی را تجزیه تحلیل و پارامتر های غلظت گاز، سرعت، زمان و را بررسی کرده اند [37]

4-2- مبانی نظری تحقیق

در تمام تحقیقات ذکر شده در این فصل میتوان به صورت ملموس، مزایایی نرم افزار PHAST در پیشبینی دقیق حوادث برای جلوگیری و پیشگیری های از بروز حوادث ناگوار صنعتی و انسانی را درک کرده و بر لزوم این امر افزود که هر صنعت چه در زمان طراحی اولیه و چه در زمان بهره برداری و بازیابی نیازمند مدلسازی سناریوهای محتمل میباشد تا نسبت به حوادث احتمالی آگاهی لازم داده شده و بر رفع ایرادات و تهیه تجهیزات لازم در زمان واکنش در شرایط اضطراری متمرکز شده تا عواقب حوادث و سطوح ریسک را به حداقل رساند. این امر خود به ذخیره منابع مالی و جلوگیری از هدر رفت منابع انسانی، اقتصادی کمک بسزایی خواهد کرد.

نتیجه گیری

در نتیجه گیری آخر فصل، با توجه به بررسی انجام شده بر روی مراجع تحقیق، میتوان به آرایه آپشن های بیشتر به محیط نرم افزار برای دید بهتر به محوطه اطراف تاسیسات و ارتباط تجهیزات الکتریکی یا تولیدی با منابع و مخازن پر ریسک مدلسازی شده بیشتر دیده شود زیرا امکان اینکه یک مخزن خود به تنهایی خطر بالایی نداشته باشد حتی در صورت نشت یا انفجار شعاع زیادی را درگیر نکند اما باید به این نکته دقت ویژه

شود که در نزدیکی این مخزن به نسبت کم ریسک چه تاسیساتی وجود دارد. تاسیساتی مانند موتورخانه ها یا پست های برق و ترانس های برق فشار قوی ممکن است در شعاع مخازن قرار گرفته و ریسک خطرات بعدی را بالاتر ببرد لذا ممکن است مخارنی مانند مخازن گازوئیل خود به تنهایی امکان آسیب بالایی نداشته باشد اما جانمایی تاسیسات متفرقه بر درصد ریسک این موضوع بیافزاید و ماهیت خطرات بعدی را تغییر دهد .

همچنین دقت به این امر که در محوطه ی این خازن چه موادی انباشته شده نیز خود سهم بالایی در تعیین حجم حریق و یا انفجار های بعدی خواهند داشت و حتما در تمام تحقیقات باید مورد توجه قرار گیرند.

فصل 3:

روش تحقیق

3-1- مقدمه

این پژوهش مراحل مهم ارزیابی روشهای ارزیابی پیامدهای حوادث ناشی از مواد خطرناک ، به ویژه در حین ذخیره سازی گازوئیل و فعالیتهای بارگیری / تخلیه را بررسی می کند. این روش به شناسایی سناریوهای حادثه ای بستگی دارد که می تواند در شرایط خاصی مشاهده شود و به دنبال آن مدل سازی این سناریوها با استفاده از سیستم های مدل سازی معرفی شده انجام می شود. سرانجام ، نتایج حاصل ، همراه با تأثیرات آنها بر مردم و املاک ، شناسایی می شوند. منابع مورد نیاز برای انجام این روش به ترتیب مورد بحث قرار گرفته است

سابقه و هدف:

هدف از این پژوهش ارزیابی ریسک پدیده انفجار (Explosion) مخازن 1000 لیتری گازوئیل در محیط کارخانه نساجی جهت تدوین طرح واکنش در شرایط اضطراری میباشد. همچنین در این مطالعه به تعیین محدوده ایمن ، تعیین میزان خاموش کننده لازم جهت اطفای حریق ، تعیین حجم حریق ایجاد شده و میزان پتانسیل آسیب رسانی به تجهیزات و ساختمان های اطراف پرداخته خواهد شد.

مواد و روش ها:

به منظور مدلسازی سناریوی انتخابی از شبیه سازی نرم افزار phast نسخه 8.2.2. جهت مدل کردن پیامد حادثه مورد استفاده قرار خواهد گرفت. با استفاده از این روش میتوان با داشتن اطلاعات کافی و دقیقتری در زمینه احتمال وقوع انفجار و شدت پیامدهای آن و همچنین میزان کارایی و به صرفه بودن روشهای کنترلی پیشنهادی، تصمیم درستی در مورد کنترل ریسک اتخاذ و اجرا کرد. در پژوهش حاضر برای فرآیند انجام ارزیابی پیامد حادثه هفت مرحله اصلی طی خواهد شد:

- تعیین اهداف ارزیابی پیامد شامل اهداف کلی و جزئی فوق الذکر
- بررسی واحد مورد نظر (داده های جوی شامل وضعیت غالب آب و هوایی، میزان سرعت باد، ماکزیمم دما و رطوبت، بررسی منطقه مورد مطالعه و توپوگرافی منطقه، جانمایی مخازن و تجهیزات، بازرسی مخازن از نظر سلامت دیواره مخزن و تجهیزات تخلیه و بارگیری سوخت شامل کوپلینگ ها و شیلنگ های انتقال...)
- شناسایی خطرات (ارزیابی ریسک مخازن)
- تعیین و تحلیل سناریو (بررسی تمام سناریو های ممکن و انتخاب محتمل ترین و خطرناکترین سناریو ممکن جهت مدلسازی)
- مدلسازی پیامد در نرم افزار PHAST
- تحلیل نتایج و خروجی های نرم افزار
- تدوین طرح واکنش در شرایط اضطراری

3-2- محتوا

3-2-1- علت انتخاب روش

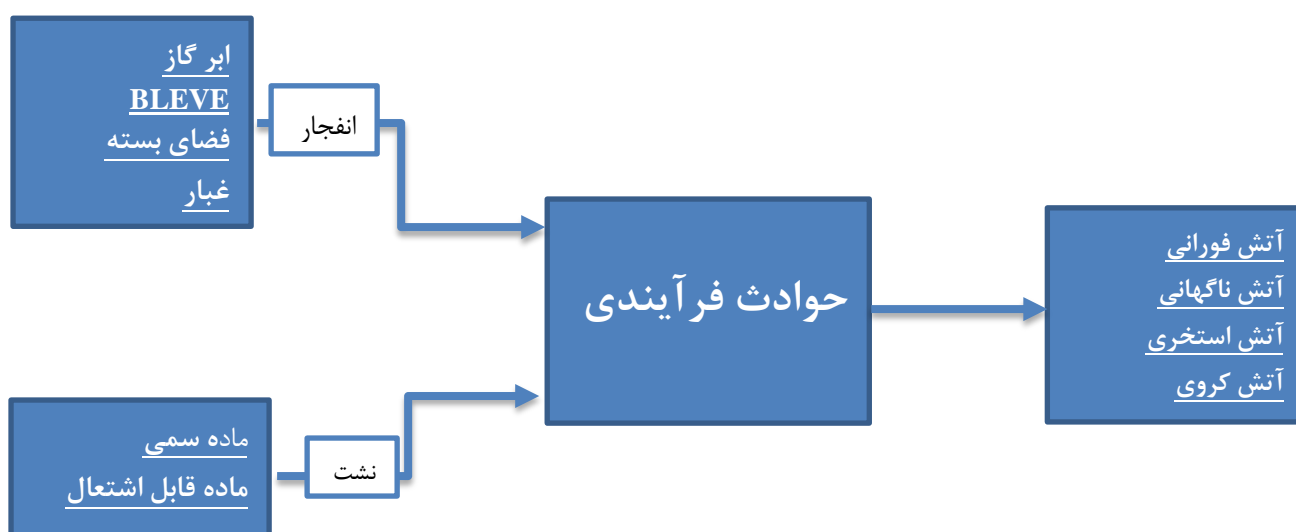
به منظور واکاوی پیامد در مطالعه حاضر، از نرم افزار PHAST 8.2.2 مورد استفاده قرار گرفت. این نرم افزار یکی از قوی ترین و مشهورترین نرم افزارهایی است که از سوی شرکت DNV به منظور مدل سازی حوادث ناشی از رهاش مواد سمی، آتش سوزی و انفجار عرضه شده است. از جمله ویژگی های این نرم افزار شامل بانک اطلاعاتی قدرتمند از مواد و مدل های شبیه سازی، امکان تعریف مخلوط مواد، توانایی تطبیق نتایج روی نقشه و امکان رسم نمودارهای متغیر با زمان است. [13] شایان ذکر است که این نرم افزار، قادر به مدل سازی انواع سناریوها، شامل گسیختگی مخزن ذخیره، پارگی خط لوله، پارگی صفحه پاره شونده، نشتی، شکست سقف مخزن، خط لوله طولانی، باز شدن دریچه ایمنی و غیره است [38]. محدودده عملکرد این نرم افزار جهت تحلیل پیامد حوادث مربوط به کمپانی های نفت، گاز، پتروشیمی و صنایع شیمیایی می باشد. فست می تواند با مدل کردن حوادث رایج در صنایع مذکور اطلاعات ارزشمندی را در اختیار قرار دهد، از نکات مثبت این نرم افزار امکان سریع ارزیابی پیامد حادثه و بررسی نتایج حاصل از آن می باشد. همچنین این نرم افزار امکان مدل سازی حوادث را در شرایط مختلف جوی فراهم می آورد.

به طور کلی Phast امکان مدل سازی حوادث زیر را دارد:

1. محاسبه میزان تخلیه
 2. مدل سازی انتشار گازها
 3. گسترده شدن مایعات و میزان تبخیر
 4. مدل کردن اثرات تشعشع و اثرات آتش ناشی از حریق های گوناگون همانند آتش جت، استخری و حادثه انفجار بخارات منبسط شده مایع در حال جوش (BLEVE)
 5. مدل سازی تاثیرات ناشی از فشار بالا بر اثر انفجار ابر بخارات مواد قابل اشتعال
- دینامیک بودن نتایج حاصل از فست نیز یکی از مزیت های مهم این نرم افزار بوده به گونه ایی که کاربر می تواند روند پیشرفت حادثه را در زمان های مختلف دنبال نماید .
- بانک اطلاعات قوی و همچنین امکان اضافه کردن مواد جدید به بانک اطلاعاتی از جمله نکات مهم این نرم افزار می باشد، همچنین فست توانایی تعریف مخلوط و امکان مدل سازی یک یا چند ماده آزاد شده را نیز دارد.
- فست این امکان را برای کاربران خود فراهم آورده که بتوان نتایج و نمودارها را بر روی نقشه ها و تصاویر واقعی موقعیت حادثه مونتاژ نمود تا دید بهتری از ابعاد حادثه حاصل شود.
- نهایتاً این نرم افزار می تواند به دلائل زیر سودمند باشد.

1. بهینه سازی طراحی فرآیند واحد
 2. واکنش سریع در برابر حوادث پر خطر
 3. آمادگی برای شرایط اضطراری.
- برخلاف سایر روش ها ، در نرم افزار PHAST علاوه بر متغیر های موثر و متعدد (خواص مواد شیمیایی، شرایط عملیاتی، تاثیر سیستم ها از کار اندازی اتوماتیک در شرایط رهایش مواد، شرایط اقلیمی و الگوی پراکندگی جمعیت) در پیشبینی رفتار مواد در سناریو های مختلف ، از مدل های معتبر و دقیق برای پیشبینی رفتار مواد شیمیایی مختلف استفاده میکند. در روش پیشنهادی ، برآورد شدت پیامد و میزان خسارت وارده و احتمال بروز خطر، منطبق بر اصول مهندسی و محاسبات ریاضی ست و از برآورد ذهنی افراد و عملکرد سلیقه ای که ممکن است به دلایل مختلف مانند بی تجربگی و ... نتایج ناقص و گاهی اشتباه بدست بیاید، استفاده نشده است. این عملکرد سلیقه ای نقص اکثر روش های ارزیابی ریسک است که منجر به نتایج متفاوت میشود.

هدف کار ما تعریف ویژگی سناریوی تصادفی است. شبیه سازی ما را قادر می سازد تا تغییرات پدیده های تخلیه شده در طول حادثه را دنبال کرده و تأثیر آن را روی پرسنل ، مواد و محیط اطراف تعیین کنیم ، همچنین پیامد معیاری از شدت آسیب وارد شده به سیستم در اثر وقوع مخاطرات فرآیندی ست. مخاطرات فرآیندی (حوادث فرآیندی) شامل آتشسوزی ، انفجار ، و رهائش ماده سمی و قابل اشتعال است که به عواملی چون میزان تشعشع ، میزان موج انفجار و میزان غلظت ماده سمی بستگی دارد.



جدول 1-3 - انواع حوادث فرآیندی

نرم افزار PHAST با محاسبات گسترده قوانین فیزیکی و ریاضی قادر به مدلسازی میزان تشعشع ، موج انفجار ، غلظت ماده سمی و میزان مرگ خواهد بود . در جدول زیر میزان تاثیرات ناشی از سطوح مختلف تشعشع آتش بر فرد را بیان می کند.

پیامدها	میزان تشعشع (کیلو وات بر متر مربع)
تابش آفتاب	5٪
حد آستانه درد به گونه ای که فرد توانایی فرار را دارد.	4
رسیدن این سطح تشعشع به انسان موجب آسیب شدید می شود و اگر تیم نجات نرسد سبب مرگ میشود.	20
تشعشع بیشتر از این مقدار برای آسیب رساندن به تجهیزات کفایت و در صورت رسیدن این سطح تشعشع به انسان ، موجب مرگ آنی میشود.	37/5

جدول 2-3 - تاثیرات مختلف ناشی از تشعشع

همچنین در جدول شماره 2 تاثیرات موج انفجار بر تجهیزات و ساختمان ها قابل مشاهده است.

پیامدها	میزان افزایش فشار (Psig)
خسارت جزئی به ساختمان	کمتر از 1
حد آستانه برای آسیب دیدگی جدی ساختمان	3-2
آسیب دیدگی تجهیزات و مخازن	4-3
تخریب کامل ساختمان	6-5
واژگونی قطار	7
تخریب کامل	بیشتر از 10

جدول 3-3 - تاثیرات انفجار بر ساختمان ها و تجهیزات

در این نرم افزار به راحتی میتوان TLV حد آستانه مجاز شناخته شده در سم شناسی صنعتی ، حدود مجاز تماس را با مواد سمی گوناگون بیان میکند پس از مدلسازی سناریو ها مشاهده و مقادیر آن را مشخص نمود در این رابطه در جدول زیر انواع مختلف TLV اشاره شده است.

پیامد ها	انواع TLV
بیشترین مقدار غلظت ماده شیمیایی در هوا که همه افراد میتوانند به مدت 8 ساعت در روز در معرض آن قرار گیرند، بدون آنکه دچار سوزش چشم یا گلو و یا اثرات غیرقابل برگشت شوند.	TLV-TWA
بیشترین مقدار غلظت ماده شیمیایی در هوا که همه افراد میتوانند 4 بار در روز و هر بار به مدت 15 دقیقه در معرض آن قرار گیرند بدون سوزش چشم، گلو یا اثرات غیر قابل برگشت.	TLV-STEL
بیشترین غلظت ماده شیمیایی در هوا که در طول زمان کار نباید حتی به طور آنی و لحظه ای از این مرز تجاوز شود.	TLV- C

جدول 3-4 -انواع TLV

همچنین به دلیل اینکه در تحقیق حاضر تنها ماده شیمیایی مورد بررسی گازوئیل میباشد از سایت های رسمی مربوط به تعیین حدود آستانه مجاز مقادیر TLV مشخص شده برای گازوئیل را در جدول زیر نشان میدهیم:

CHEMICAL SUBSTANCE	TWA (8-hour Average)	STEL (15- Minute average)
Gasoline	300 ppm	500 ppm

جدول 3-5- مقادیر TLV

در نرم افزار مذکور از روش ارزیابی ریسک کمی برای مدلسازی پیامد فرایندی استفاده می شود و نه ارزیابی ریسک کیفی و یا ارزیابی ریسک نیمه کمی.

در ارزیابی ریسک کمی از فورمول های دقیق ریاضی برای تعیین احتمال وقوع یک حادثه و شدت پیامد های ناشی از آن استفاده میشود لذا نتایج بدست آمده مبنای کاملاً علمی داشته و قراردادی نخواهد بود و دارای دقت بالایی ست.

از محاسن این نرم افزار آنکه خروجی آن برآورد ریسک نخواهد بود بلکه برآورد شدت و بزرگی پیامد با استفاده از مدلسازی آن است.

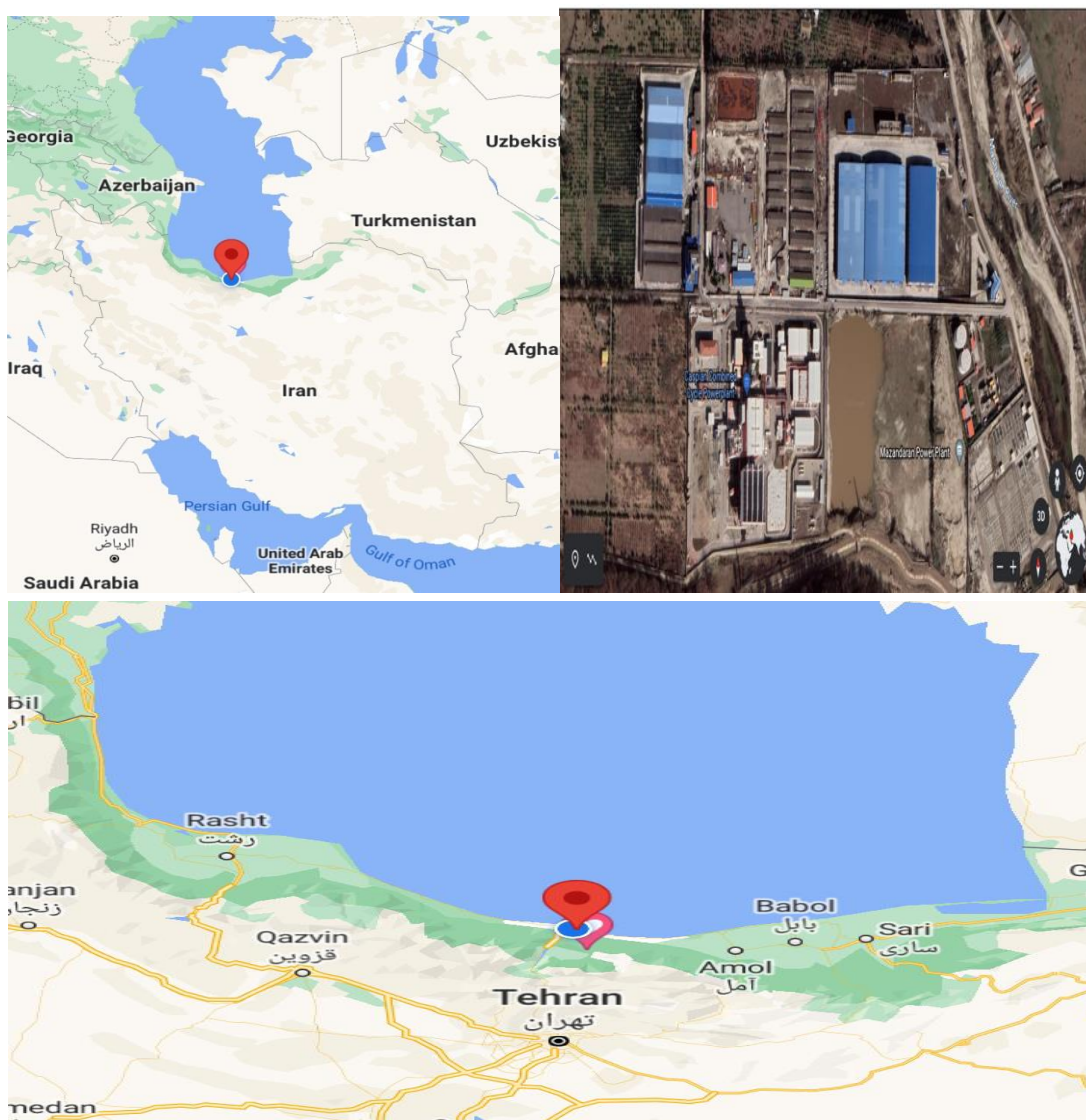
3-2-2- تشریح کامل روش تحقیق

□ روش تحقیق مطالعه موردی

توصیف کامل محل و موضوع مطالعه، علت انتخاب مورد و پارامترهایی که تحت ارزیابی قرار داده می شوند، و آرائه‌ی روش اعتبارسنجی.

✓ - معرفی سازمان مورد مطالعه

شرکت تک نخ ایران در سال 1370 با هدف ریسندگی و بافندگی و تامین الیاف مصنوعی، رنگریزی، واردات و صادرات مواد اولیه، نخ خام و مواد مورد نیاز شرکتهای منطقه در بندر نوشهر تاسیس شد و به عنوان اولین شرکت تولیدی در این امر در شمال کشور در سال 1371 به بهره برداری رسید، با گسترش شرکت ها و افزایش تقاضا طرح های جدید به اجرای طرح توسعه 2 در زمینه آماده سازی مواد اولیه مورد نیاز ریسندگی نمود. سهامداران عمده این شرکت 100 درصد خصوصی و از تجار ایرانی می باشند. مساحت کلی شرکت 97 هکتار که در دو واحد "واحد تولیدی DTY به وسعت 6580 متر مربع و واحد POY به وسعت 9639 متر مربع و فضاهای انبارش و ... " فضا صرف احداث واحدهای تولیدی شده است. موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل شماره 3-1 نشان داده شده است.

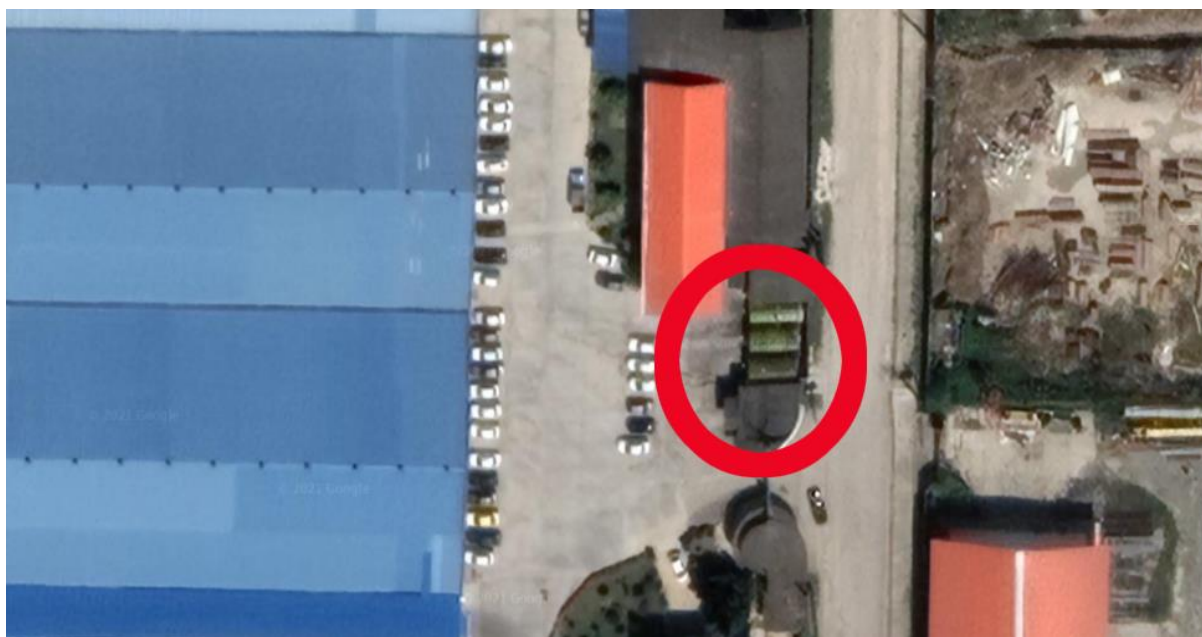


شکل 3-1: موقعیت منطقه مورد مطالعه

✓ - علت انتخاب مورد

در کارخانه مذکور به علت عدم مهندسی سازی و جانمایی تجهیزات و تداخل جانمایی طراحی قدیمی با طرح توسعه جدید سبب شد مخازن نگهداری گازوئیل مصرفی کارخانه در مجاورت یک متری پست برق اصلی کارخانه واقع گردد و این امر دلیلی واضح بر بالا رفتن سطح ریسک نگهداری گازوئیل است که در نتیجه افزایش سطح ریسک احتمال بروز حادثه را نیز تبعاً افزایش خواهد داد و میتوان سناریوهای متفاوت و بسیاری را در زمینه احتمال بروز این حوادث بررسی کرد تا در حد توان با کنترل های مهندسی و مدیریتی از بروز این حوادث جلوگیری کرده و برای مقابله و واکنش در شرایط اضطراری آمادگی لازم را ایجاد کرده و خصارات احتمالی را به حداقل رسانید، با توجه به این امر که تعداد 180 نفر پرسنل در کارخانه در حال کار هستند، پتانسیل بروز حوادث جانی فاجعه بار خواهد بود.

موقعیت مخازن مورد بحث در شکل 3-2 به نمایش آمده است.



شکل 3-2 موقعیت قرار گیری مخازن گازوئیل کاخانه

✓ - پارامتر های مورد ارزیابی

در نرم افزار تجزیه و تحلیل خطرات فرآیند Phast، طیف وسیعی از خطرات قابلیت اشتعالزایی و سمیت را برای تجزیه و تحلیل خطرات فرایند ارزیابی می کند. محدوده پیوندهای از پیش تعیین شده تخلیه، پراکندگی، آتش استخری، محاسبات اثرات اشتعال زا و سمیت را به سهولت برای استفاده در اختیار کاربر قرار میدهد. [39]

در پژوهش پیش رو با عنایت به نتایج حاصل از بررسی و مشاهده تجهیز مورد نظر و جایگاه آن، و بررسی حوادث گذشته و نظر متخصصان سناریو های پارگی، انفجار، آتش استخری و پراکندگی را مورد بررسی قرار میدهم.

یکی از مهمترین پارامتر هایی که بر روی مدلسازی اثرات مستقیمی دارد معیار و خصوصیات جوی، میزان پایداری لایه های مختلف جو است. پایداری جو شاخصی ست که میزان اختلاط یا اغتشاش لایه های جوی را مشخص میکند. یکی از مهم ترین روش های ارزیابی پایداری هوا، معیار پایداری پاسکویل

میباشد که پایداری لایه های جوی بر حسب میزان تابش خورشید در روز و میزان ابری بودن آسمان در شب و سرعت های مختلف باد به شش کلاس مختلف تقسیم میکند. در این نرم افزار به صورت پیش فرض چند کلاس مختلف اب و هوایی در نظر گرفته شده که بر اساس شرایط آب و هوایی نوشهر از کلاس D به دلیل ابری بودن اکثر روز های این منطقه نه حل مسئله نزدیک تر میباشد.

داده های هواشناسی شهرستان نوشهر در سال 2020 به شرح زیر میباشد.

www.worldweatheronline.com

ماه های سال	دما	سرعت باد (Km/ph)	رطوبت
فروردین	9°C	15	%53
اردیبهشت	19°C	17.8	%44
خرداد	26°C	17.3	%34
تیر	28°C	23.3	%32
مرداد	27°C	19.8	%31
شهریور	21°C	16.4	%34
مهر	16°C	12.2	%45
آبان	8°C	13	%57
آذر	3°C	7.6	%68
دی	-3°C	12.5	%74

بهمن	-1°C	12.5	72%
اسفند	7°C	16.2	63%

جدول 3-6 - داده های هواشناسی نوشهر

در صورت بروز هرگونه آسیب در مخزن ها، به دلیل مشخصات فیزیکی و شیمیایی گاروئیل احتمال بروز پیامد های آتش سوزی و انفجار محتمل بوده. در جدول زیر پارامتر های مخازن در حالت عادی بیان شده است.

پارامتر	مقدار / نوع
وضعیت قرار گیری مخزن	استوانه ای - افقی
فشار	اتمسفریک
دما	50 درجه سانتی گراد
صرفیت مخزن	3000 لیتر

جدول 3-7 - پارامتر های منبع نشت (مخزن) در حالت عادی

□ روش حل مسئله

به منظور مدلسازی پیامد در نرم افزار PHAST ابتدا صورت مسئله را به صورت فرضی بیان میکنیم. سه مخزن ذخیره گازوئیل با حجم معادل 3000 لیتر و دمای 50 درجه سانتی گراد در فاصله ی کمتر از 10 سانتی متری یکدیگر قرار گرفته اند. به دلیل کم بودن فاصله مخازن از حد استاندارد مسئله این مخازن را یکی در نظر میگیریم. و سپس هر یک از سناریو های زیر را بررسی میکنیم:

- 1- نشستی به قطر 10 mm در ارتفاع یک متری مخزن
- 2- نشستی به قطر 25 mm به علت خوردگی در ارتفاع صفر مخزن
- 3- بررسی پدیده ی گسست ناگهانی در مخازن

فصل 4:

نتایج و تفسیر آنها

4-1- مقدم

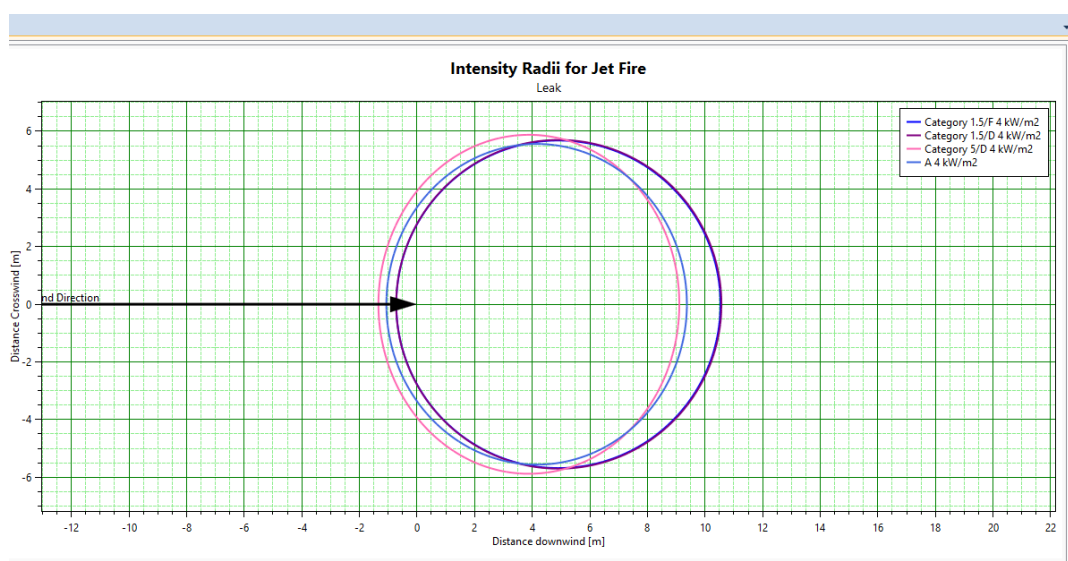
بعد از حل سناریو های ذکر شده در فصل قبل گراف ها و داده های آماری مربوط به هر سناریو را در این بحث مورد تفصیل قرار خواهیم داد.

4-2- محتوا

4-2-1- حل سناریو یک

در سناریو اول قطر نشتی در اثر ضربه 10 mm بر اثر ضربه در ارتفاع دومتري مخزن اتفاق افتاده و در گراف زیر محدوده یا شعاع تشعشع 4 کیلووات بر متر مربع از آتش فورانی ناشی از نشتی در شرایط آب و هوایی پیش فرض نرم افزار مشخص شده که تا فاصله 10 متری مخزن اتفاق می افتد.

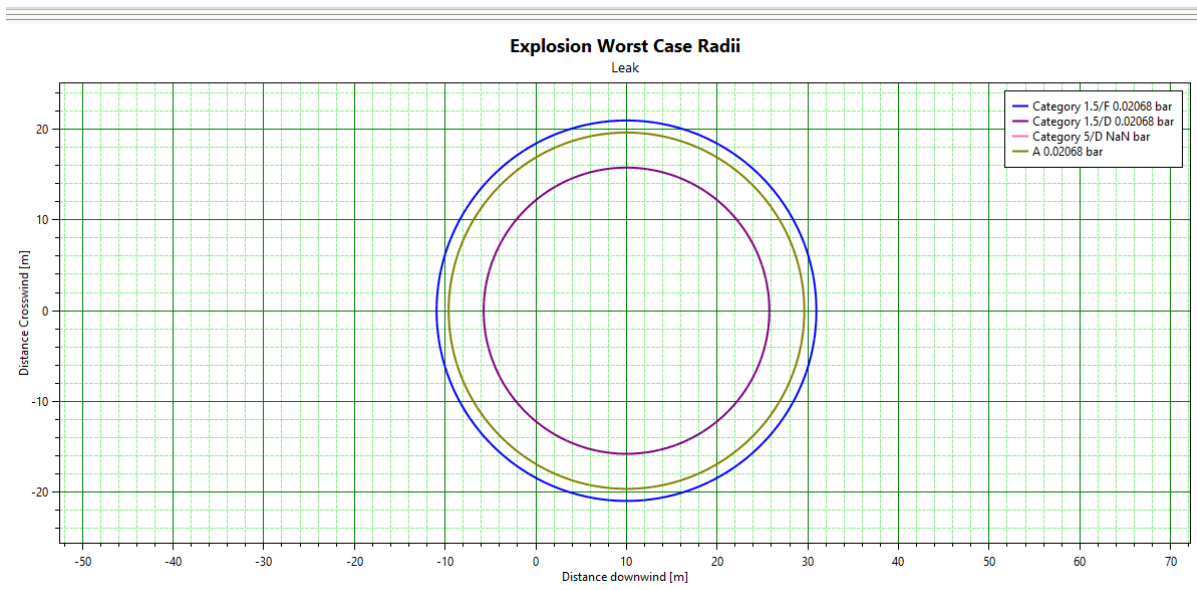
الف :



شکل 4-1 شعاع تشعشع آتش فورانی

ب :

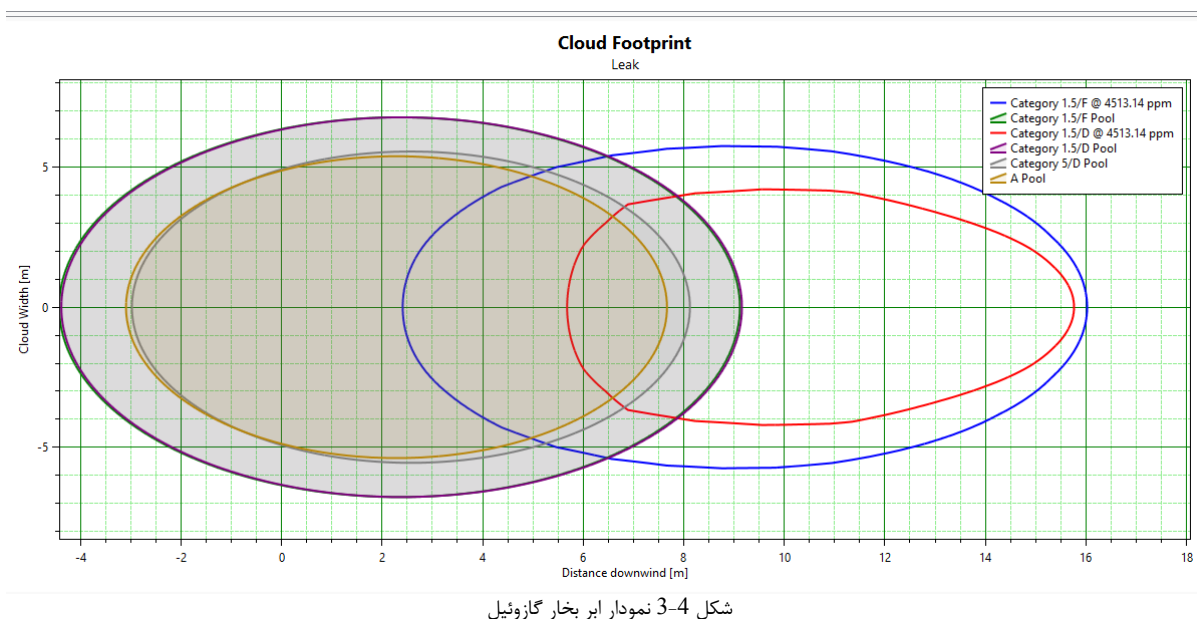
در نمودار زیر موج حاصل از انفجار گازوئیل در شرایط آب و هوایی پیش فرض به میزان 0/02 بار تا فاصله 30 متری از مخزن وجود خواهد داشت.



شکل 4-2 نمودار موج انفجار

ج :

در نمودار زیر شعاعی که دارای غلظت 4513 ppm از گازوئیل است را ملاحظه میکنید. در این نمودار طول و عرض و سطح انتشار ماده بدون در نظر گرفتن ارتفاع پخش نشان داده شده است.



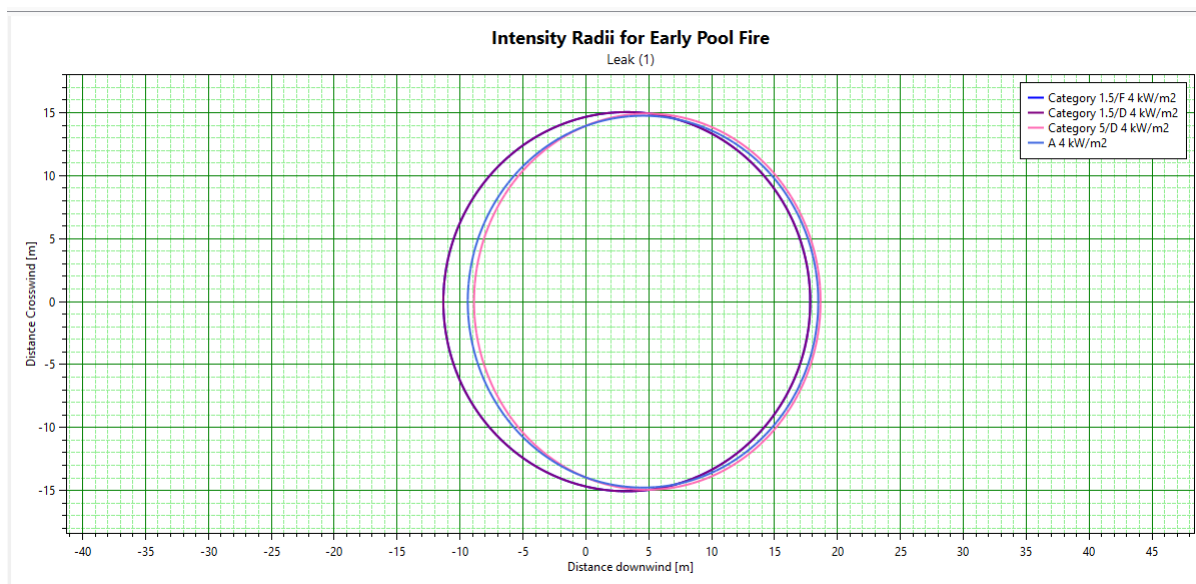
شکل 3-4 نمودار ابر بخار گازوئیل

4-2-2- حل سناریو دوم

در سناریو دوم فرض بر این است که یک نشتی به قطر 25 میلی متر در دیواره مخزن است که در اثر خوردگی ایجاد شده. برای تعریف این سناریو روی تجهیز مخزن گازوئیل از گزینه های موجود مجدداً از سناریو leak استفاده میکنیم.

این سناریو نیز به معنی وقوع یک نشتی جزئی است که خروج ماده از محل نشتی دارای دبی ثابتی بوده و وقوع آن روی پارامترهایی چون فشار و دما تاثیر گذار نخواهد بود. در این سناریو در قسمت elevation ارتفاع را از میزان پیش فرض به صفر تغییر میدهیم و نتایج را با سناریو قبلی مقایسه خواهیم کرد. در مقایسه با سناریو قبلی در این سناریو نتایجی برای آتش فورانی در نظر گرفته نشده اما نتایج نمودار Early pool fire به شرح زیر نشان داده شده است.

الف:

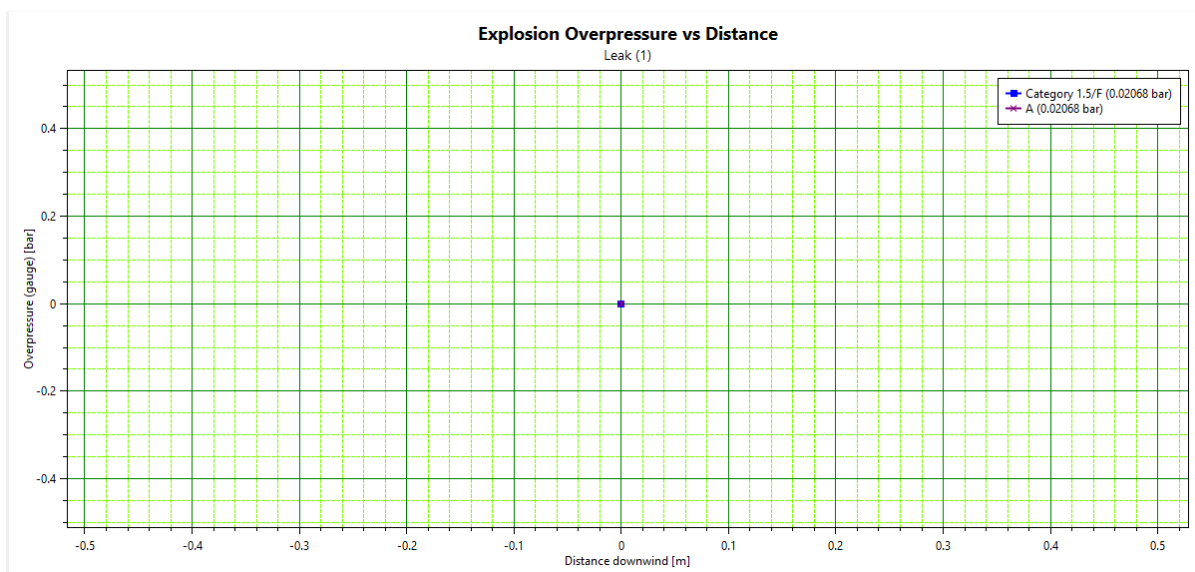


شکل 4-4 نمودار شدت رای آتش استخری زود هنگام

در نمودار فوق کاهش شدت تشعشع و دامنه تاثیر آن را مشاهده میکنید که در بدترین حالت تا شعاع 15 متری مخزن ادامه یافته است.

ب :

در نمودار بعدی موج انفجار حاصل از سناریو دوم را مشاهده میکنیم.

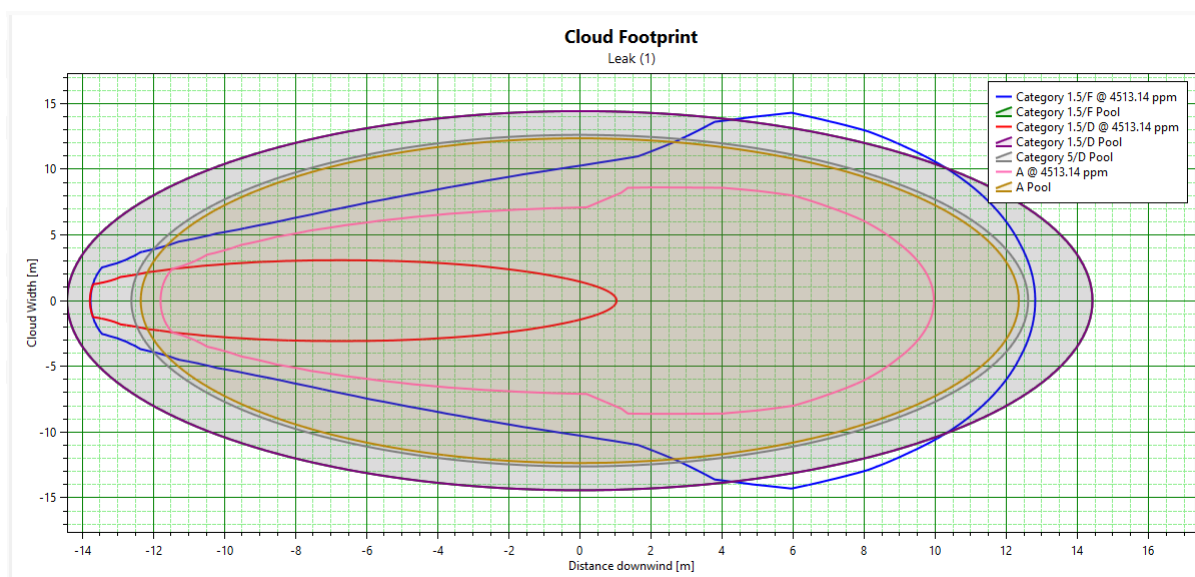


شکل 4-5 موج انفجار ناشی 25 mm

همانطور که قابل مشاهده است در این سناریو موج حاصل از انفجار به صورت نامحسوس در نزدیکی مختصات مخزن گازوئیل قابل لمس خواهد بود و در فواصل دور تر گسترده نخواهد شد.

ج :

همچنین میتوان ابر حاصل از تبخیر این سناریو را با سناریو قبلی در نمودار زیر مورد قیاس قرار داد.



شکل 4-6 نمودار ابر بخار ناشی 25 mm

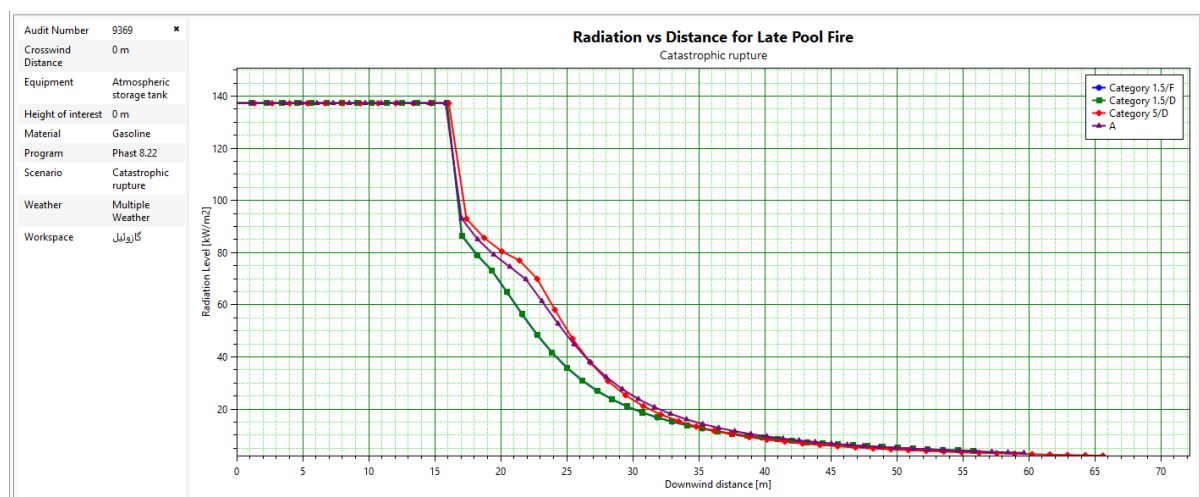
در قیاس با نمودار سناریو ناشی 10mm با سناریو 25 mm قابل مشاهده است که ابر بخار تا شعاع بیشتری

را در بر خواهد گرفت و در غلظت 4513 ppm گسترده شود.

4-2-3- حل سناریو سوم

در این سناریو هدف مدلسازی پدیده Catastrophic rupture است. این نوع سناریو به مفهوم گسست ناگهانی یا متلاشی شدن مخزن و خروج یک باره یا ناگهانی مواد داخل مخزن است. به منظور تحلیل پدیده گسست ناگهانی نمودارهای زیر را بررسی میکنیم:

الف:

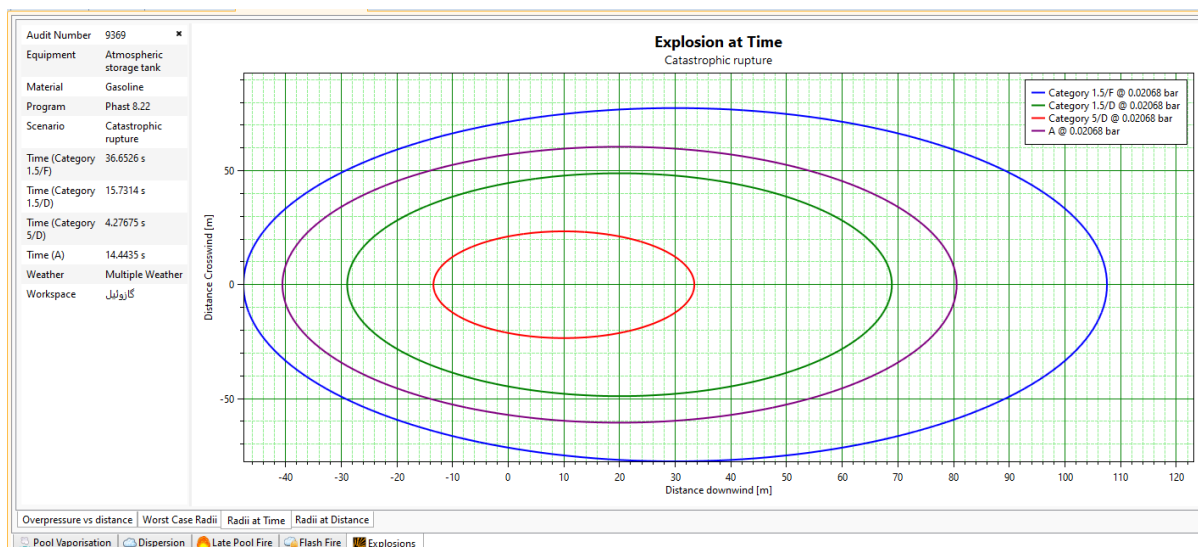


شکل 4-7 نمودار آتش استخری زود هنگام

در نمودار فوق مشاهده میکنید در تمام حالات آب و هوایی پیش فرض نرم افزار تشعشع گسست ناگهانی

حدوداً 13 کیلو وات بر ساعت است که از فاصله حدوداً 17 متری مخازن کاهش شدیدی رخ میدهد که نیازمند عمل بیشتری میباشد.

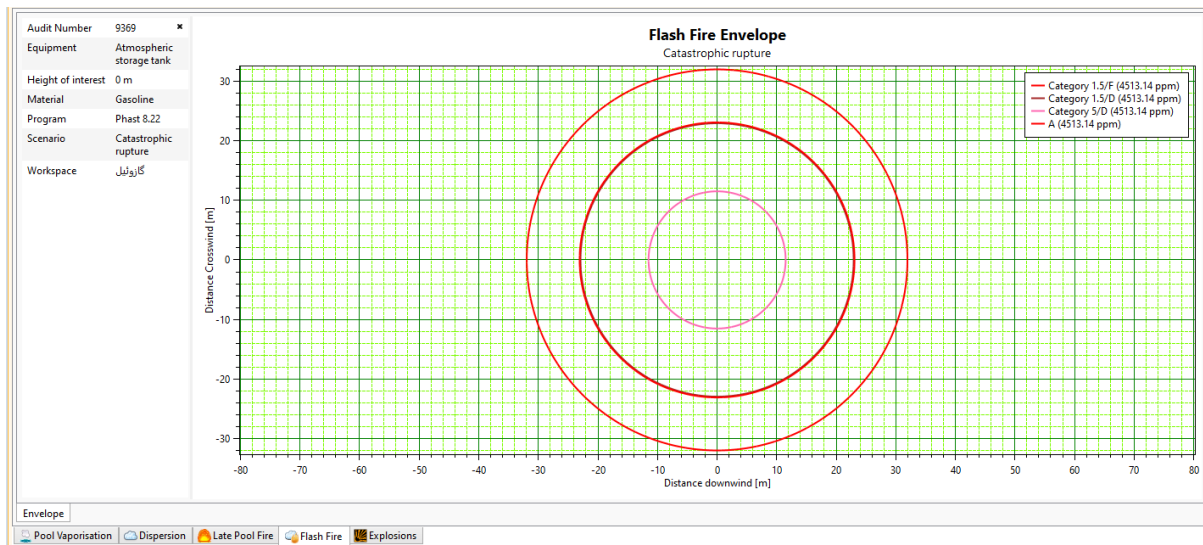
ب :



شکل 4-8 نمودار انفجار گسست ناگهانی

در نمودار فوق تشعشع ناشی از انفجار سناریو مذکور میباشد. در تمام شرایط آب و هوایی پیش فرض فشار ناشی از انفجار 0/02 بار میباشد که در شرایط آب و هوایی $f 1/5$ بیشترین فاصله را در بر میگیرد حدوداً تا فاصله 100 متری مخزن.

ج :



شکل 4-9 نمودار آتش جرقه ای

در نمودار فوق در مورد آتش جرقه ای اطلاعاتی بدست میدهد. در این نمودار بیان میشود که محتویات نشت یافته از مخزن که قابل اشتعال است در مسیر انتشار خود با منابع جرقه یا حرارتی در تماس قرار بگیرد باعث آتش سوزی خواهد شد.

فصل 5:

فصل 6: جمع بندی و پیشنهادها

6-1- مقدمه

در این تحقیق هدف بررسی ریسک آتش و حریق ناشی از صدمات خارجی وارده به مخازن گازوئیل موجود در محوطه کارخانه ریسندگی تک نخ بوده است که به صورت مدلسازی در نرم افزار phast این امکان محقق شده و با ارائه اطلاعات ورودی از کارخانه و داده های مربوط به مخازن و اولویت بندی ریسک های بالا نسبت به مدلسازی اقدام شده است.

6-2- محتوا

به ترتیب شامل موارد زیر است:

6-2-1- جمع‌بندی

با توجه به نتایج به دست آمده میتوان هر سناریو را به صورت جداگانه مورد بررسی قرار داد: در سناریو نخست که مورد مدلسازی قرار گرفت ابتدا شرایط مخزن را به علاوه قطر نشستی احتمالی که 10 mm در نظر گرفته شده بود را به نرم افزار وارد کرده و در نهایت گراف هایی از نحوه ی بروز حریق و محدوده ی درگیر بودن خروجی نرم افزار بوده است

در سناریو اول شعاع تشعشع 4 KW/M^2 تا فاصله ده متری وجود دارد و بر اساس جدول شماره یک تشعشع 4 کیلو وات حد آستانه درد به گونه ای که فرد توانایی فرار کردن را داشته باشد. به این معنی که تا فاصله ده متری مخزن افراد مورد برخورد این تشعشع قرار گرفته اما توانایی فرار را از دست نخواهند داد.

موج انفجار 0/02 بار تا فاصله 30 متری وجود دارد که بر اساس داده های جدول شماره 2 موج انفجار کمتر از 1 (psig) پیامد خسارات جزئی به ساختمان ها را خواهیم داشت که میتوان شکستن شیشه ها در نظر گرفت .

غلظت ابر بخار 4513 ppm از گازوئیل که تا 16 متری پخش شده در شرایط آب و هوایی پیش فرض $1/5 f$

میباشد.

بر اساس جدول شماره 4-TLV میزان مجاز مواجهه شغلی برای 8 ساعت کاری TWA گازوئیل در جدول 300ppm میباشد و این میزان برای STEL مواجهه برای 4 بار در روز به مدت 15 دقیقه 500 ppm میباشد. میزان غلظت ابر بخار منتشر شده از حدود مواجهه شغلی بالاتر بوده و باید تاثیرات آن را مد نظر قرار داد.

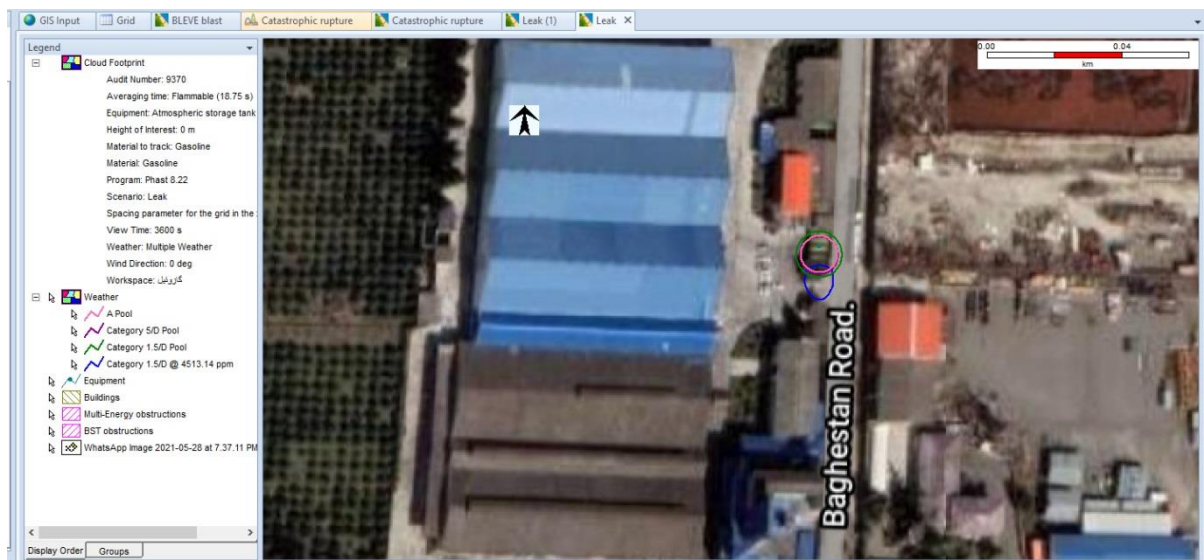
در حل سناریو دوم که مربوط به نشت ب قطر 25 mm از مخازن گازوئیل بود: شدت تشعشع 4 kv/m^2 تا فاصله 15 متری ادامه یافته و موج انفجار مشاهده نشده است. ابر بخار حاصل از تبخیر تا شعاع 14 متری در شرایط آب و هوایی پیش فرض بیان شده که بدترین حالت مربوط به شرایط آب و هوایی 1/5 D میباشد و غلظت 4513 ppm میباشد که در حل سناریو اول توضیح داده شد.

در حل سناریو سوم که (Catastrophic rupture) گسست ناگهانی میباشد شرایط به شرح زیر است: در گسست ناگهانی تشعشع آن حدودا 13 kv/h که تا هفده متری ادامه دارد و سپس کاهش شدیدی رخ میدهد

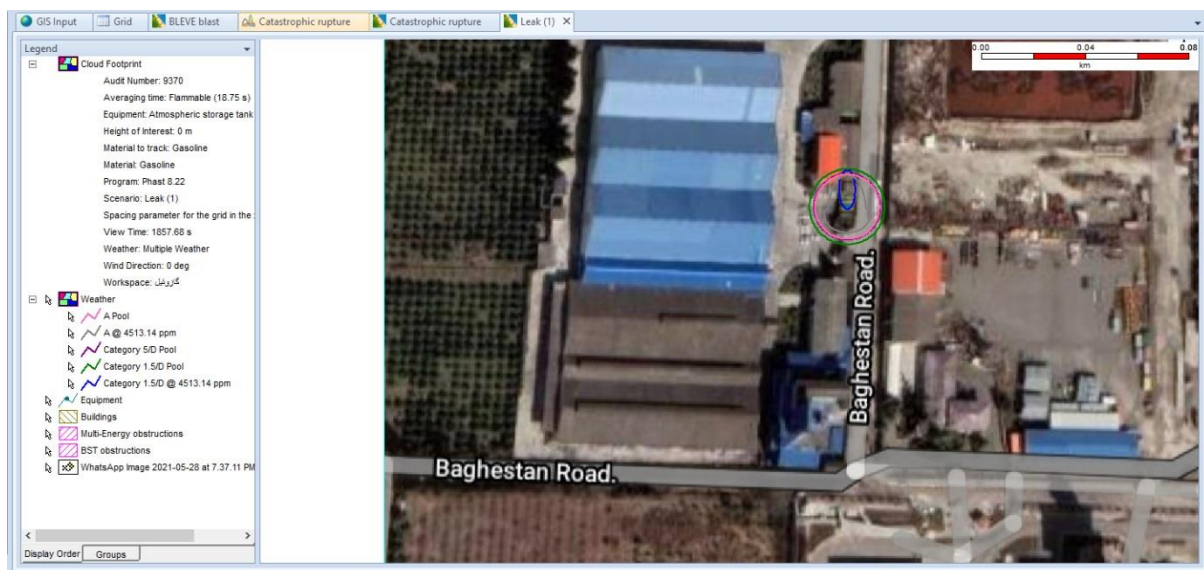
موج انفجار 0/02 بار در شرایط آب و هوایی پیش فرض $f/5$ تا فاصله 100 متری رخ میدهد و در نمودار آتش جرقه ای نشان میدهد که تا فاصله ی 30 متری مخزن اگر محتویات نشت یافته از مخزن به منبع جرقه یا حرارتی برخورد کند موجب آتش سوزی خواهد شد که باید حریم ایمن را در این محدوده رعایت کرد و تمام عوامل آتش زا را از محوطه خارج نمود.

6-2-2- مقایسه

در انتها داده های به دست آمده را بر روی نقشه GIS منطقه با هم مقایسه کرده و خطرناک ترین سناریو را از نظر محدوده ی درگیر در پیامد مشخص مینماییم.



شکل (6-1) ابر بخار ناشی از سناریو نشت 10mm



شکل (6-2) ابر بخار ناشی از سناریو نشت 25mm



شکل (3-6) ابر بخار ناشی از سناریو گسست ناگهانی

از مقایسه داده های خروجی نرم افزار در 3 سناریو ی حل شده در بخش محدوده ی ابر بخار در هر سناریو مشخص شده است. این محدوده در سناریوی دوم (نشت 25mm) بزرگتر میباشد. در مرحله بعد به قیاس محدوده آتش ناگهانی (flash fire) میپردازیم



شکل (4-6) آتش ناگهانی مربوط به سناریو نشت 10mm



شکل (5-6) آتش ناگهانی سناریو نشت 25mm

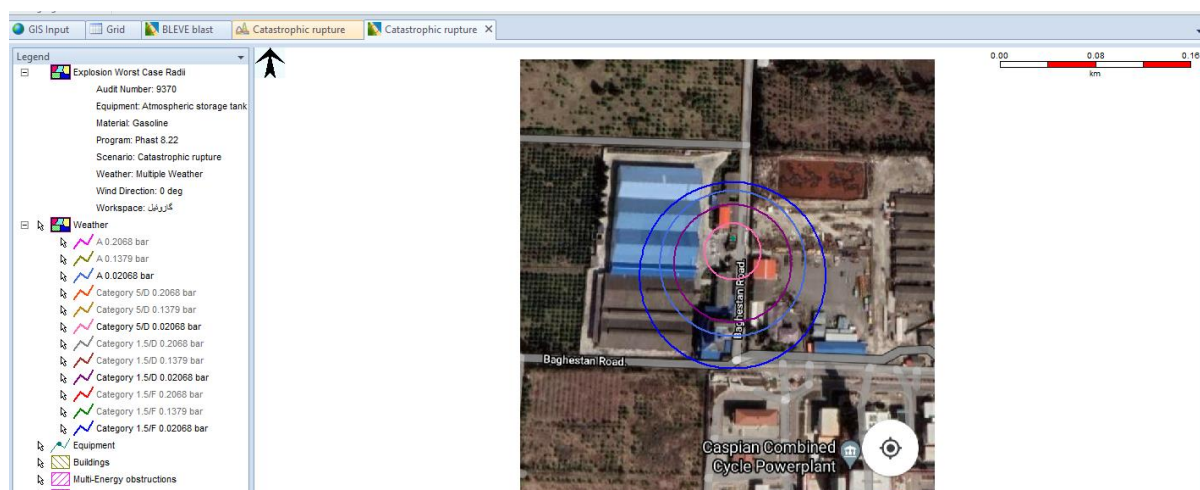


شکل (6-6) نمودار آتش ناگهانی مربوط به گسست ناگهانی

بیشترین محدوده خطر مربوط به گسست ناگهانی می‌باشد که همانطور که در نقشه های GIS مشخص شده سازه های نزدیک به مخازن که اصولاً سازه های استراتژیک کارخانه محسوب میشوند درگیر خواهند شد و در مرحله بعد طبق نظریه اثر دومینو شدت و اثر پیامد حادثه به مراتب بزرگتر و بیشتر خواهد شد. در آخر نیز به مقایسه موج انفجار ناشی از هر سناریو محتمل میپردازیم.



شکل (6-7) موج انفجار ناشی از نشت 10 mm



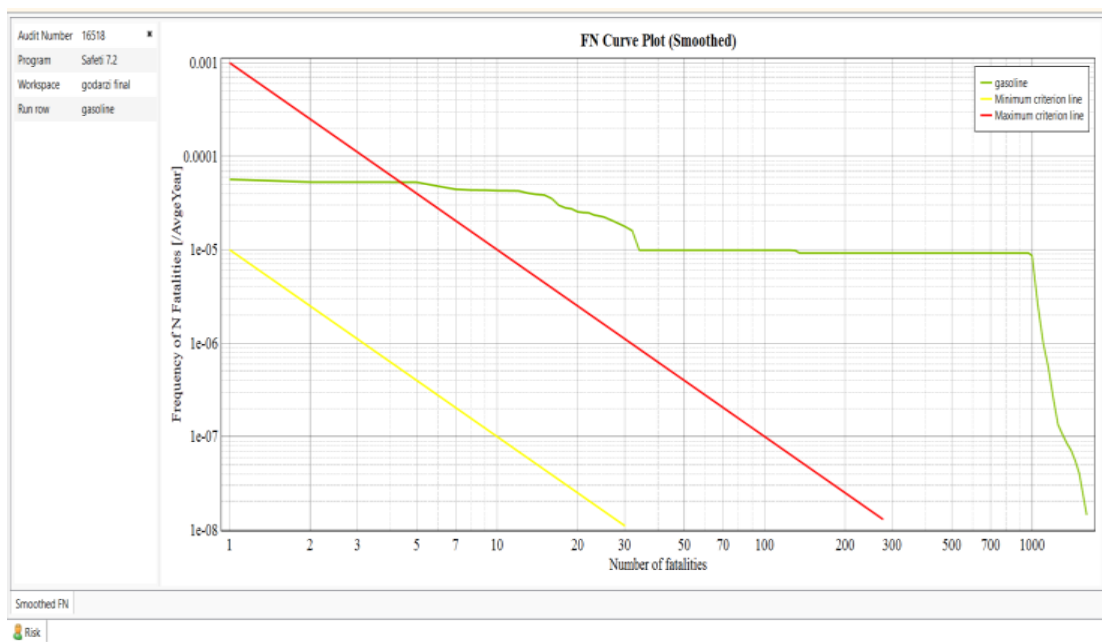
شکل (6-8) موج انفجار ناشی از گسست ناگهانی

داده ها و نمودارها نشان می‌دهد که حجم ریسک و خطر بالایی سیستم کارخانه را تهدید نمی‌کند با این وجود هرچند که گازوئیل به عنوان کم خطر ترین ماده سوختنی در صنعت مشهور است لذا توجه و نگهداری مناسب خود را طلب میکند زیرا ممکن است خطر آفرین نیز باشد.

برای کاهش خطر ، دو عامل باید کاهش یابد :

فاکتور پیامد یا تکرارپذیری آن یا هر دو. بسیاری از حوادث در اثر خوردگی و خرابی اتصالات و تجهیزات رخ می‌دهد. یکی از راهکارهای کاهش تکرارپذیری شامل افزایش بازرسی های دوره ای ، اندازه گیری ضخامت و نظارت است. با توجه به اینکه سناریوی تخلیه ناگهانی محتویات مخزن و در نتیجه انفجار و آتش سوزی یک رویداد فوری و غیر قابل پیش بینی است ، پارامتر زمان تأثیری در کاهش شدت تلفات ندارد. در مقابل ، عواقب حوادث ناشی با سرعت آزاد سازی ثابت یا نشت 10 میلی متر به شدت به زمان نشت بستگی دارد. بنابراین توصیه می‌شود سنسورهای حساس به نشت در نزدیکی تجهیزات خطرناک نصب شوند تا در اسرع وقت نشت را شناسایی کرده و از بین ببرند تا در نتیجه میزان آسیب به حداقل برسد.

نتایج ارزیابی ریسک در مورد وقوع سناریوهای مختلف با محاسبه مقدار تابع اعتبار و احتمال مرگ و میر با استفاده از منحنی FN نشان داده می‌شود که تعداد افراد در منطقه آسیب دیده با ضریب توزیع جمعیت متوسط 0.001 پراکنده شده است. . شکل زیر منحنی F-N برای سناریوهای مورد مطالعه است. محورهای عمودی و افقی در این شکل قابلیت تکرار سناریوها و تعداد تلفات ناشی از تصادفات طی یک سال را نشان می‌دهد. در این مرحله ، از ترکیبی از تکرارپذیری و پیامدهای سناریوها و میزان مرگ و میر برای تعیین خطر استفاده می‌شود. در این نمودار ، خط مورب بالا معیار پر خطر و خط مورب پایین ملاک کم خطر را نشان می‌دهد. منطقه بین این دو منطقه متوسط خطر است. خط شکسته بین دو خط مورب نشان دهنده روند مطلوب در واحد مورد مطالعه است.



3-2-6- پیشنهادها

در تحقیقات بعدی میتوان از جانمایی سازه ها و تجهیزات در نرم افزار برای مدلسازی پیامد حوادث بر سازه

های کارخانه و کارگران مشغول در آنها استفاده نمود.

مراجع

مراجع

- [1] V. R. Voller, "A Fixed Grid Numerical Modeling Methodology For Convection-Diffusion Mushy Region Phase-Change Problems", Int. J. Heat and Mass Transfer, Vol. 30, No. 8, pp-1709-1719, (1987)
- [2]
- [3] سید حسین سیدین، "مدل سازی انتقال حرارت و انجماد در فرایند ریخته گری مداوم تک غلتکه رول سرب - کلسیم"، گزارش قرارداد تحقیقاتی، شهرپور 1380
1. Mousavi, J. and M. Parvini, Analyzing effective factors on leakage-induced hydrogen fires. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2016. 40: p. 29-42
 2. Haghazarloo, H., M. Parvini, and M.N. Lotfollahi, Consequence modeling of a real rupture of toluene storage tank. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2015. 37: p. 11-18
 3. Kamaei, M., et al., Risk assessment and consequence modeling of BLEVE explosion wave phenomenon of LPG spherical tank in a refinery. Health and Safety at Work, 2016. 6(2): p. 10-24
 4. <http://plab.oillab.com/%DA%AF%D8%A7%D8%B2%D9%88%D8%A6%DB%8C%D9%84>
 5. Mazloomi, N. and A.A. Nateghi, A model of existing risks in Iran's insurance industry. Commercial Strategies, 2020. 16(13): p. 39-58
 6. magiran.com/v52923
 7. بیگلرزاده، ع.، ا. شکاریان، and ی. شکوهی، بررسی رهایش آبی مخزن فارم نگهداری کروسن توسط نرم افزار PHAST، اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی. 1391، undefined.
 8. Wells, G.L., Safety in process plant design. 1980: G. Godwin
 9. یارندی، م.ص. and ع. کریمی، ارزیابی پیامد حریق و انفجار مخازن گاز متان در یک جایگاه توزیع گاز طبیعی فشرده. مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت ها. 6(4): p. 246-237
 10. امینی، ش.، et al., مروری بر مکانیزم های انتشار بخار سیالات هیدروکربنی از مخازن ذخیره و روش های کنترل آن ها. 1390
 11. Taghehbaf, M.A., et al., Modeling the Consequences of Potential Accidents in One of the Gasoline Storage Tanks at Oil Storage of Yazd, in Terms of Explosion. 2014, IJEIR

12. Chang, J.I. and C.-C. Lin, A study of storage tank accidents. Journal of loss prevention in the process industries, 2006. 19(1): p. 51-59.
13. Jafari, M., E. Zarei, and A. Dormohammadi, Presentation of a method for consequence modeling and quantitative risk assessment of fire and explosion in process industry (Case study: Hydrogen Production Process). Health and Safety at Work, 2013. 3(1): p. 55-68.
14. Koller, G., U. Fischer, and K. Hungerbühler, Assessing safety, health, and environmental impact early during process development. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2000. 39(4): p. 960-972.
15. Beheshti, M.H., et al., Modeling the result of hexane leakage from storage tanks and planning a emergency response programm in a petrochemical complex. Iran Occupational Health, 2016. 13(1): p. 69-79.
16. Dan, S., et al., Quantitative risk analysis of fire and explosion on the top-side LNG-liquefaction process of LNG-FPSO. Process Safety and Environmental Protection, 2014. 92(5): p. 430-441.
17. سارا، ن.ب.، et al.، مدل سازی پراکنش گاز مونوکسید کربن (CO) خروجی کارخانه های تولید فولاد.
18. گلبابی، et al.، مدل سازی انتشار نشت پروپان در یک صنعت. انسان و محیط زیست، 2012. 10(شماره 1 (20-پیاپی 31)): p. 1-13.
19. زارعی، et al.، نقش مدلسازی و ارزیابی پیامد در بهبود سطح ایمنی تاسیسات مخاطره آمیز صنعتی (مطالعه موردی: واحد تولید هیدروژن). مجله سلامت کار ایران، 2013. 10(6): p. 54-69.
20. Ghorbani, R., F. Atabi, and M. Jabbari, Fatal hazards in road transportation crashes of chemical carrier tankers. Safety promotion and injury prevention (Tehran), 2017. 5(2): p. 63-72.
21. نوروزی، ب.، ح.ا. ارجمند، and م. پروینی، ارزیابی پیامد و تعیین آسیب رسان آتش فورانی بر اساس زاویه انتشار آن در ایستگاه های تقلیل فشار گاز، in سومین همایش بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و HSE. 1397, undefined.
22. چراغی، et al.، مدل سازی پیامد انفجار مخازن نگهداری اتیلن اکساید با استفاده از نرم افزار PHAST (مطالعه موردی در یک صنعت پتروشیمی). فصلنامه سلامت و محیط زیست، 2018. 11(2): p. 261-270.

23. کمائی, et al, ارزیابی ریسک و مدل سازی پیامد ناشی از موج انفجار پدیده BLEVE مخزن کروی LPG در یک پالایشگاه. بهداشت و ایمنی کار, 2016. 6(2): p. 10-24.
24. Nabhani, N., H. Mahmoodi, and A. Akbarifar, Consequence modeling of major accidents of a real butane storage tank. *Process Safety Progress*, 2020. 39(2): p. e12098.
25. خوشنامه, ر., et al, ارزیابی ریسک رهایش مواد قابل اشتعال مخزن گاز نفتی مایع شونده (LPG) با استفاده از روش Bowtie و تعیین پهنه آسیب پذیری با استفاده از نرم افزار PHAST. فصلنامه بهداشت کار و ارتقا سلامت, 2019. 3(1): p. 36-50.
26. موحد, et al, مدلسازی پیامد نشت میعانات گازی در یک پالایشگاه گاز به منظور تدوین برنامه واکنش در شرایط اضطراری. *مجله مهندسی بهداشت حرفه ای*, 2019. 6(2): p. 1-8.
27. khorram, r., Modeling the Consequences Release of Cyanogen agents in Bushehr Nuclear Power Plant Neighborhood Using PHAST, ALOHA and WISER Software. *Iran Occupational Health Journal*, 2020. 17(1): p. 37-49.
28. Esfandian, H., M. Goodarzian Urimi, and A. Shokoohi Rad, Risk Assessment of Gasoline Storage Unit of National Iranian Oil Product Distribution Company using PHAST Software. *International Journal of Engineering*, 2021. 34(4): p. 763-768.
29. Hellas, M.S., C. Rachid, and I. Verzea, Modelling of accidental phenomena related to leakage and tank rupture of a vehicle converted to LPG. *World Journal of Engineering*, 2021. 18(3): p. 505-518.
30. Law, W. and J. Gimbun. Modeling the effect of hypothetical chlorine leakage from Malay-Sino Chemical Industries using ALOHA software and development of an emergency evacuation route around Teluk Kalong industrial area. in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020. IOP Publishing.
31. Sharma, R.K., et al., Assessment of failure and consequences analysis of an accident: a case study. *Engineering failure analysis*, 2020. 109: p. 104192.
32. Saloua, B., R. Mounira, and M.M. Salah, Fire and explosion risks in petrochemical plant: assessment, modeling and consequences analysis. *Journal of failure analysis and prevention*, 2019. 19(4): p. 903-916.
33. MacCarthy, G., et al., Analyzing Domino Effects Occurring on Gasoline Storage Tanks at the Bulk Oil Storage and Transportation (BOST) Depot. *Russian Journal of Construction Science and Technology*, 2019. 5(2).

- Atkinson, G., et al., Flammable vapor cloud generation from overfilling tanks: learning the lessons from Buncefield. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 2015. 35: p. 329-338. 34
- Tugnoli, A., et al., Mitigation of fire damage and escalation by fireproofing: A risk-based strategy. *Reliability Engineering & System Safety*, 2012. 105: p. 25-35. 35
- Moonis, M., A. Wilday, and M. Wardman, Semi-quantitative risk assessment of commercial scale supply chain of hydrogen fuel and implications for industry and society. *Process Safety and Environmental Protection*, 2010. 88(2): p. 97-108. 36
- Pandya, N., et al., Toxic release dispersion modelling with PHAST: parametric sensitivity analysis. 2008. 37
- Kariznovi, H., et al., Consequence Analysis of fire and explosion of a cylindrical LPG tank in a selected industry of oil and gas. *Iran Occupational Health*, 2017. 14(3): p. 37-45. 38
- Safer Smarter Greener. . <https://www.dnvgl.com/#Software>. 2019; — 39
- <https://www.dnvgl.com/#Software>
- [.

پیوست‌ها

پیوست الف

Abstract:

This study examines the important steps of evaluating methods for assessing the consequences of accidents caused by hazardous materials, especially during diesel storage and loading / unloading activities. This method depends on identifying accident scenarios that can be observed in certain situations, followed by modeling these scenarios using the introduced modeling systems. Finally, the results are identified, along with their effects on people and property. The resources required to perform this method are discussed in order

Keywords:

Risk assessment, outcome modeling (Atmospheric storage tank- AST),PHAST



Energy Institute of Higher Education

Modeling the fire consequence due to the release of diesel from the tank with PHAST software (Case study of Nowshahr textile factory)

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the
Degree of Master of Science in Chemical Engineering, Health and
Environmental Safety (HSE)**

**By:
Tahereh Najafipour**

**Supervisor:
Dr. Adelizadeh**

**Advisor:
Dr. FAZELI
Dr. VASEFI**

December 2021

