

آنالیز پیامد نشت گاز از مخزن پروپان در یک پالایشگاه گازی به کمک نرم‌افزار PHAST: مطالعه‌ی موردی: پالایشگاه هفتم پارس جنوبی

علی نعمتی، سینا دوازده امامی^{*}، مؤسسه‌ی آموزش عالی تابناک ■ محمد ولایت‌زاده، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

چکیده

نشت مواد سمی، خطرناک و قابل‌اشتعال در صنایع فرآیندی و شیمیایی همواره یکی از مخاطرات افراد شاغل، ساکنان اطراف این صنایع و همچنین آسیب به محیط زیست بوده است. از مهم‌ترین مواد خطرناک موجود در این صنایع می‌توان به پروپان و گازهای سوختنی اشاره کرد که به‌دلیل شرایط خاص نگهداری و ذخیره‌ی آن در مخازن بزرگ برای مصرف واحدهای تولیدی، دچار نشت، حریق و انفجار و بالطبع باعث مرگ ده‌ها نفر می‌گردد. در این مطالعه به‌منظور تعیین حداکثر ریسک محتمل در شرایط ذخیره‌ی پروپان در مخزنی با حجم ۴۵ هزار مترمکعب، دمای ۴۶- درجه‌ی سانتی‌گراد و فشار ۱/۰۱ بار دو پدیده‌ی گسست مخزن و تخلیه‌ی کل موجودی مخزن در یک زمان معین بررسی شد. در اثر گسست مخزن پدیده‌های انتشار ابر ناشی از غلظت پروپان، آتش استخری تأخیر یافته، آتش ناگهانی و تبخیر حاصل از استخر ایجاد شده و در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن در یک زمان معین پدیده‌های انتشار ابر ناشی از غلظت پروپان، آتش استخری تأخیر یافته و سریع، انفجار، آتش ناگهانی و تبخیر حاصل از استخر ایجاد شده رخ خواهد داد.

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۸/۰۴/۲۱

تاریخ ارسال به داور: ۹۸/۰۴/۲۳

تاریخ پذیرش داور: ۹۸/۰۴/۲۹

واژگان کلیدی:

پروپان، پالایشگاه هفتم پارس جنوبی، گسست مخزن، نرم‌افزار PHAST

مقدمه

که مقادیر عظیمی از مواد بالقوه خطرناک در یک واحد متمرکز هستند و توسط اپراتورها پایش می‌شوند. حوادث در این سامانه‌ها تنها فقط تهدیدی برای پرسنل آنجا نیست؛ بلکه عواقب و اثرات آن به کشورهای مجاور هم خواهد رسید [۳].

مخازن ذخیره‌سازی در صنایع شامل حجم وسیعی از مواد شیمیایی پرخطر و آتش‌زاست. مخازن ذخیره‌سازی در مقایسه با تجهیزات دیگر بیشتر دچار حادثه می‌شوند زیرا شکننده بوده و در اثر افزایش جزئی فشار یا خلأ به آسانی خسارت می‌بینند. این‌گونه حوادث موجب خسارات مالی، اتلاف مواد و ایجاد وقفه در امر تولید شده و ممکن است خسارات جانی نیز به‌دنبال داشته باشند. با توجه به حوادثی که در سال‌های اخیر برای تانک‌های ذخیره اتفاق افتاده می‌توان به اهمیت بررسی پیامد و ارزیابی ریسک مخازن ذخیره در واحدهای صنعتی پی برد. اولین قدم در بررسی و ارزیابی پیامدهای حوادث احتمالی مثل رها کردن مواد پرخطر در یک واحد فرآیندی، مدل‌سازی این رهاش است [۲].

یکی از اطلاعات لازم جهت ارزیابی پیامد حوادث فرآیندی، معیارهای آسیب‌پذیری است که با استفاده از آنها پس از مرحله‌ی مدل‌سازی سناریو، برای تحلیل میزان آسیب‌های محتمل، باید هر یک از پیامدها را با استانداردهایی که بیانگر زیان و آسیب هستند مقایسه کرد. در سال‌های آغازین گسترش فعالیت‌های صنعتی، مهندسی ایمنی به‌صورت درس گرفتن از حوادث رخ داده برای بهبود طراحی‌های آتی تجلی می‌یافت. بر مبنای تجارب کسب شده و برای جلوگیری از حوادث مشابه، مهندسان فرآیند آموخته‌های خود را به‌صورت کدهای طراحی، مدون و منتشر کردند. به‌علت محدود بودن دامنه‌ی فعالیت‌های صنعتی در این

فعالیت‌های صنعتی بخشی از تلاش انسان برای رسیدن به رفاه بیشتر است؛ اما در اثر این تغییرات و گسترش این نوع فعالیت‌ها، مخاطرات خاصی که ناشی از تغییر در نظام رایج طبیعت است نیز رخ نموده‌اند. بنابراین برای داشتن محیطی ایمن، امروزه داشتن صنایعی عاری از خطر به‌عنوان دغدغه‌ی بزرگ برای عامه‌ی مردم و به‌خصوص متخصصان و صنعت‌گران مطرح است [۱].

با گسترش صنعت نفت و گاز به‌دلیل استفاده از فن‌آوری‌های پیچیده، انعطاف‌ناپذیر و گران‌قیمت، مشکلات ایمنی، بهداشت و محیط زیستی این صنعت نیز افزایش می‌یابد [۱] و با رشد روزافزون دانش فنی در این صنایع همواره افزایش خطرات و ریسک‌های ناشی از کار وجود دارد و کنترل این خطرات نیازمند نوعی سیستم مدیریتی است که منجر به کاهش خطرات و حصول اطمینان از افزایش ایمنی، رفاه پرسنل و همچنین حفاظت از محیط‌زیست می‌گردد؛ بنابراین حجم و تنوع گسترده‌ی فعالیت‌های انجام شده باعث گسترش آلاینده‌های مختلف محیطی و تنش‌های حرفه‌ای (حوادث و بیماری‌های شغلی) می‌شود که قادر است سلامت بشر و محیط‌زیست را تهدید کند [۲]. بنابراین شناخت ریسک‌ها و اتخاذ روش‌ها و سیستم‌های مدیریتی مناسب، نقش مهمی در کاهش پیامدهای نامطلوب آن خواهد داشت [۱]. بنابراین بروز حوادث در فرآیندهای شیمیایی که به بروز فجایع انسانی و محیطی می‌انجامد متخصصان را بر آن داشته که برای برآورد تواتر و پیامد این‌گونه حوادث به رهیافت‌های احتمال‌گرا روی آورند. بدین وسیله می‌توان قبل از بروز حادثه جهت کنترل فرکانس و شدت آن برنامه‌ریزی نمود [۲]. ویژگی سامانه‌های بزرگ فن‌آوری مثل صنایع نفت و گاز و پتروشیمی اینست

* نویسنده‌ی عهد‌دار مکاتبات (hse12de@gmail.com)

۱- مواد روش کار

۱-۱- منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه، مخازن پروپان پالایشگاه هفتم واقع در منطقه ویژه اقتصادی پارس جنوبی است که این واحد وظیفه‌ی ذخیره‌سازی و صادرات گاز پروپان را بر عهده دارد و شامل دو مخزن پروپان است که ابتدا از روی نقشه‌های عملیاتی تجهیزات خطرناک که پتانسیل خطر دارند شناسایی و سپس توسط نرم‌افزار PHAST انواع خطرات محتمل فرآیندی مدل‌سازی گردید. در نهایت مناطق و شعاع خطر تعیین پیامد انواع حوادث از جمله آتش‌سوزی، نشت و انفجار محتمل بررسی شدند.

۲- تعیین سناریو

هدف تحقیق حاضر ارائه‌ی تصویری از نحوه‌ی انتشار و انفجار و سطح تحت پوشش قبل از بروز حادثه از طریق مدل‌سازی انتشار نشت پروپان از مخزن ذخیره‌ی آن در پالایشگاه هفتم عسلویه بود. هدف این مطالعه تعیین و بررسی بدترین حالت ممکن در سایت است. بنابراین بر اساس هدف تعیین شده و با توجه به شناسایی خطر دو نوع سناریو برای این مخزن تعریف می‌شود: الف) انتشار از مخزن پروپان به گونه‌ای که کل موجودی مخزن در کوتاه‌ترین زمان خارج شود. ب) حریق و انفجار مخزن پروپان قابل‌رویداد خواهد بود که می‌تواند حداکثر ریسک و خسارت را به دنبال داشته باشد.

۳-۱- نرم‌افزار PHAST

در این مطالعه برای مدل‌سازی حوادث و پیامدهای آنها از نرم‌افزار PHAST استفاده شد. توانایی ویژه‌ی نرم‌افزار PHAST انجام مرحله‌ی دوم و سوم فرآیند مدل‌سازی پیامد است. مرحله‌ی اول از توانایی‌های این نرم‌افزار نیست و در خصوص مرحله‌ی چهارم نیز ضعیف عمل می‌کند. داده‌های موردنیاز برای این نرم‌افزارها عبارتند از: اطلاعات جوی مانند سرعت باد، پایداری جو، ارتفاع رهاش مواد از سطح زمین، نوع پوشش، ناهمواری‌های سطح زمین و اندازه حرکت مواد رها شده.

برهه، عموماً حوادث رخ داده محدود به تجهیزات خاص یا در نهایت مرزهای کارخانه‌ها می‌ماند اما پس از رشد سریع صنایع شیمیایی و نفت در ابتدای دهه‌ی ۶۰ میلادی، تعداد و دامنه‌ی تأثیر حوادث صنعتی نیز افزایش چشمگیری یافت. حادثی مثل فلیکس بوروی انگلستان در ۱۹۷۴ یا حادثه‌ی نشت گاز سمی در سوسوی ایتالیا در ۱۹۷۸ تنها نمونه‌هایی از آنهاست. حادثی از این دست برخلاف حوادث قبل از سال‌های دهه‌ی ۶۰ تأثیری فراتر از مرزهای کارخانه‌ها داشتند. در این زمان که به علت فشار شدید افکار عمومی، قوانین ایمنی واحدهای صنعتی توسط جامعه‌ی اروپا تصویب شد. در آمریکا نیز پس از فاجعه‌ی بوپال هند در ۱۹۸۴ که هنوز پس از گذر سال‌ها فجیع‌ترین حادثه‌ی صنایع شیمیایی شناخته می‌شود و برخی حوادث رخ داده در این کشور، قوانین متعددی در زمینه‌ی ایمنی صنایع از تصویب کنگره گذشت. این مسائل باعث به رسمیت شناخته شدن مهندسی ایمنی به عنوان شاخه‌ای کلیدی در حیطه‌ی مهندسی شد [۳].

نشت مواد سمی و خطرناک و آتش‌گیر در صنایع فرآیندی و شیمیایی همواره یکی از مخاطرات افراد شاغل، ساکنان اطراف این صنایع و همچنین آسیب به محیط زیست بوده است. از مهم‌ترین مواد خطرناک موجود در این صنایع می‌توان به پروپان و گازهای سوختنی اشاره کرد که به دلیل شرایط خاص نگهداری و ذخیره‌ی آن در مخازن بزرگ برای مصرف واحدهای تولیدی دچار نشت، حریق و انفجار و بالطبع باعث مرگ ده‌ها نفر می‌گردد. در صنایع معمولاً تمهیدات خاصی جهت پیشگیری از نشت مواد و وقوع این چنین حوادثی در نظر گرفته نمی‌شود. بنابراین تحقیق حاضر با هدف آنالیز نشت گاز از مخزن پروپان واحد صادرات در یک پالایشگاه گازی، شناسایی منطقه‌ی بحرانی، تعیین بحرانی‌ترین شرایط احتمالی، شناسایی موقعیت خطر و ارزیابی آن بر انسان‌ها و محیط زیست، تعیین محدوده‌ی انتشار گاز پروپان، تعیین محدوده‌ی انفجار و تعیین غلظت آلاینده‌های ناشی از نشت انجام شد.



۲ | شعاع تحت تأثیر ابر حاصل از انتشار گاز در فصل سرد در اثر گسست مخزن



۱ | شعاع تحت تأثیر ابر حاصل از انتشار گاز در فصل گرم در اثر گسست مخزن

دقت این مدل نسبت به سایر مدل‌های گفته شده بیشتر است. به‌همین دلیل در این مطالعه از نرم‌افزار PHAST استفاده شد [۵]. دامنه‌ی اطلاعات ورودی به این نرم‌افزار بسیار وسیع است که این امر نشان‌دهنده‌ی انعطاف زیاد آن در مقایسه با سایر نرم‌افزارهایی است که برای مدل‌سازی به‌کار می‌روند. اطلاعات ورودی به چند دسته تقسیم می‌شود:

اطلاعات فرآیندی: دما، فشار، مقدار ماده‌ای که در حال فرآیند ذخیره شده

اطلاعات هواشناسی: سرعت باد، کلاس پایداری جوی، دما و فشار محیط، ناهمواری نسبی و رطوبت هوا
مواد: نوع ماده‌ی خالص یا ترکیب مواد موجود در فرآیند
خصوصیات جغرافیایی: نقشه‌ی محل حادثه

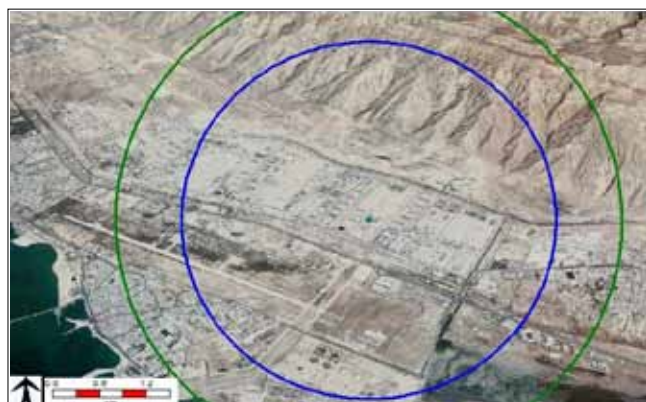
هرچه اطلاعات ورودی دقیق‌تر باشد مدل‌سازی قابل‌اعتمادتر است. با ورود این اطلاعات PHAST قادر به پیش‌بینی پروفایل پخش مواد

همچنین نوع پراکندگی جمعیت در اطراف واحد صنعتی مورد نظر نیز اهمیت ویژه‌ای دارد [۴]. مدل PHAST یکی از بهترین مدل‌های ارائه شده برای مدل‌سازی پخش مواد در محیط است. این مدل طیف وسیعی از مواد خالص سبک‌تر یا سنگین‌تر از هوا را دربر می‌گیرد و توانایی مدل‌سازی مخلوطی از مواد را نیز دارد و شامل رهاش و ناگهانی، دائمی و تبخیر از سطح حوضچه‌هاست. ارتفاع رهاش و متوسط ناهمواری‌های سطح زمین در این مدل در نظر گرفته می‌شود.

متغیرهای محیطی	فصل سرد	فصل گرم
دمای هوا (ساعتی‌گراد)	۲۵	۴۵
سرعت باد (متر بر ثانیه)	۷/۵	۸/۵
جهت باد قالب (درجه)	۲۹۶	۲۹۲
کلاس پایداری جو	C	D
رطوبت (درصد)	۸۰	۹۰



شکل ۵ | شعاع تحت تأثیر شدت امواج در آتش استخری تأخیر یافته در فصل گرم در اثر گسست مخزن



شکل ۳ | شعاع تحت تأثیر آتش ناگهانی در فصل گرم در اثر گسست مخزن



شکل ۶ | شعاع تحت تأثیر شدت امواج در آتش استخری تأخیر یافته در فصل سرد در اثر گسست مخزن



شکل ۴ | شعاع تحت تأثیر آتش ناگهانی در فصل سرد در اثر گسست مخزن

۴-۱- متغیرهای محیطی

همانطور که پیش‌تر اشاره شد متغیرهای محیطی از عوامل تأثیرگذار بر شدت و جهت ایجاد حادثه هستند، بنابراین در مطالعه‌ی حاضر بررسی سانحه در دو سناریوی فصل سرد و فصل گرم با میانگین دمایی و رطوبت نسبی متفاوت انجام شد و نتایج هر سناریو به‌صورت مجزا بررسی گردید.

خواهد بود. پس از اتمام مدل‌سازی، نتایج حاصل به‌صورت نمودار یا گزارش قابل‌مشاهده است. نتایج گرافیکی مدل‌سازی مربوط به خصوصیات اشتعال‌پذیری یا انفجاری مواد به‌صورت سطوح مختلف تابش حرارتی، سطوح مختلف موج فشار و منطقه تحت تأثیر از آتش ناگهانی قابل‌ارائه است.



شکل ۱۰ | شعاع تحت تأثیر حداکثر غلظت گاز انتشار یافته در فصل سرد در اثر گسست مخزن



شکل ۷ | شعاع تحت تأثیر انفجار تأخیر یافته همراه با شدیدترین امواج در فصل گرم در اثر گسست مخزن



شکل ۱۲ | احتمال مرگومیر ناشی از آتش استخری همراه با تأخیر در اثر گسست مخزن



شکل ۸ | شعاع تحت تأثیر انفجار تأخیر یافته همراه با شدیدترین امواج در فصل سرد در اثر گسست مخزن



شکل ۱۱ | شاخص احتمال آتش استخری همراه با تأخیر منطقه‌ی مطالعه‌ی در اثر گسست مخزن



شکل ۹ | شعاع تحت تأثیر حداکثر غلظت گاز انتشار یافته در فصل گرم در اثر گسست مخزن

۱-۴-۱- تعیین کلاس پایداری اتمسفر

کلاس پایداری اتمسفر یکی از متغیرهای تعیین‌کننده در رقیق شدن گاز در اتمسفر است. کلاس پایداری نشان‌دهنده‌ی درجه‌ی تلاطم اتمسفری است و با شاخص A (ناپایدارترین حالت) تا G (پایدارترین حالت) نشان داده شد. در زمان آزاد شدن مواد خطرناک، افزایش پایداری اتمسفر نشان‌دهنده‌ی کاهش و خنثی شدن تلاطم و بنابراین افزایش غلظت‌ها در سطح زمین است. هر قدر پایداری بیشتر شود، گسترش ماده‌ی خطرناک ابعاد بیشتری پیدا می‌کند. روش‌های مختلفی برای تعیین کلاس پایداری وجود دارد که در مطالعه‌ی حاضر با توجه به اطلاعات قابل دسترس از ایستگاه هواشناسی عسلویه (فرودگاه) طبق جدول ۱- تعیین شده است.

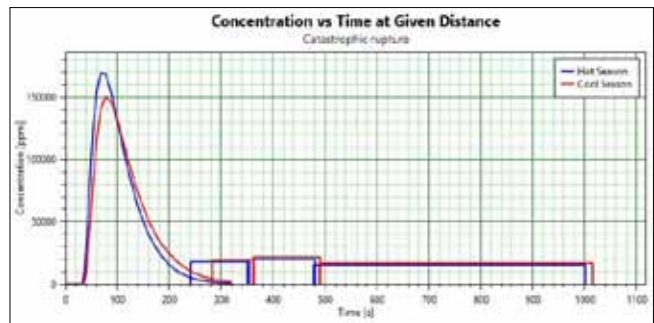
۱-۵- تئوری انفجارهای محتمل

یکی از متغیرهای مورد استفاده در طول آنالیز حوادث منجر به حریق، موج حرارتی^۱ و میزان تشعشعی است که از سطح آتش به محیط اطراف انتشار می‌یابد. بنابراین غالباً تشعشعات ناشی از حریق‌های بزرگ که زمان‌های طولانی تا مهار کامل به طول می‌انجامند (مانند Pool fire) نسبت به سایر موارد از اهمیت بیشتری برخوردارند. برای نمایش تشعشع از مقدار حرارت رسیده بر واحد سطح (Kw/m^2) استفاده شده که اعداد استاندارد نیز دارد. نتایج حاصل از این نوع انفجارها ارائه شده است. در مواردی که حریق به یکباره اتفاق بیافتد علاوه بر موج حرارتی، موج انفجاری نیز با خود به همراه خواهد داشت. این موج انفجاری به دلیل خاصیت دینامیکش می‌تواند سبب تخریب‌های ناشی از موج حرارتی گردد.

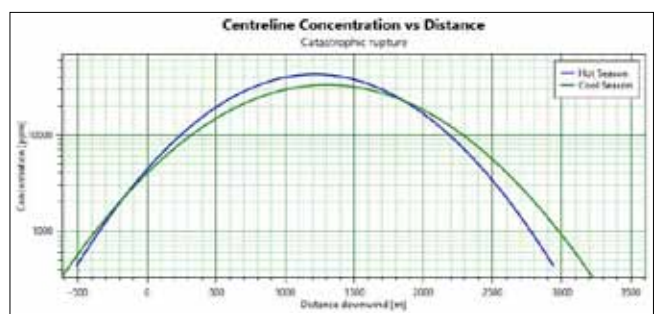
۲- نتایج

۱-۲- انفجار و گسست مخزن^۲

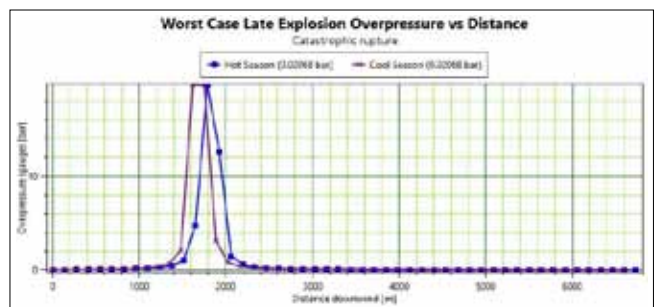
انفجار مخزن آن هم با این حجم نسبتاً زیاد پروپان ذخیره شده می‌تواند حداکثر خطر و در نتیجه بیشترین آسیب‌های جانی و مالی را در محدوده‌ی خود ایجاد کند. لازم به ذکر است که در اثر گسست مخزن پدیده‌های



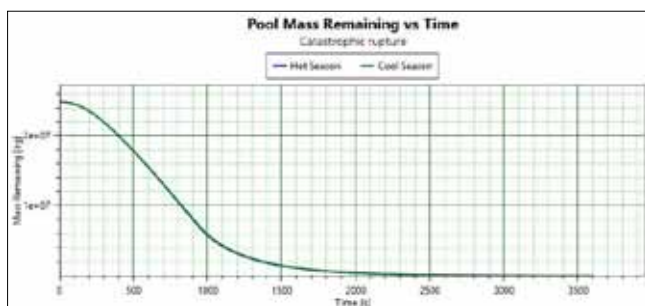
شکل ۱۳ | مقایسه‌ی غلظت پروپان بر حسب زمان برای پراکندگی غلظت پروپان در اثر گسست مخزن



شکل ۱۴ | مقایسه‌ی غلظت پروپان بر حسب فاصله برای پراکندگی غلظت پروپان در اثر گسست مخزن



شکل ۱۵ | مقایسه‌ی بدترین حالت فشار ناشی از انفجار بر حسب فاصله برای انفجار در اثر گسست مخزن



شکل ۱۷ | مقایسه‌ی وزن پروپان تبخیر شده بر حسب زمان برای تبخیر استخری در اثر گسست مخزن



شکل ۱۶ | مقایسه‌ی شدت تشعشع بر حسب فاصله برای آتش استخری تأخیر یافته در اثر گسست مخزن

جانی و مالی بسیاری خواهد شد که در سطح وسیعی از منطقه گسترده شده است. این محدوده که با دایره‌ای قرمز رنگ مشخص شده حداقل شدت تشعشع $37/5$ کیلو وات بر مترمربع خواهد داشت و تأسیسات اطراف خود و همچنین دو جاده‌ی عبوری از ضلع شمالی و جنوبی تأسیسات را دربر خواهد گرفت که این امر می‌تواند خسارات جانی و مالی بسیاری به همراه داشته باشد. شکل‌های ۷ و ۸ شعاع تحت تأثیر انفجار تأخیر یافته همراه با شدیدترین امواج در اثر گسست مخزن را نشان می‌دهد. شکل‌های ۹ و ۱۰ شعاع تحت تأثیر حداکثر غلظت گاز انتشار یافته در اثر گسست مخزن را بر حسب ppm نمایش می‌دهد. محدوده‌ی قرمز رنگ غلظت بیشتر از 95000 ppm، محدوده‌ی سبزرنگ غلظت 20000 ppm و محدوده‌ی آبی‌رنگ غلظت 10000 ppm را نشان می‌دهد.

شکل ۱۱ مقدار شاخص احتمال و شکل ۱۲ احتمال مرگ‌ومیر ناشی از آتش استخری همراه با تأخیر در اثر گسست مخزن را نشان می‌دهد. احتمال مرگ‌ومیر در محدوده‌ی دایره‌ی قرمز رنگ ۹۹ درصد است و این منطقه تأسیسات موجود در اطراف مخزن و همچنین بخش‌هایی از دو

انتشار ابر ناشی^۲ از غلظت پروپان، آتش استخری تأخیر یافته^۴، انفجار^۵، آتش ناگهانی^۶ و تبخیر حاصل از استخر ایجاد شده^۷ رخ خواهد داد.

۲-۲- شعاع تحت تأثیر گسست مخزن^۸

شکل‌های ۱ و ۲ شعاع تحت تأثیر ابر حاصل از انتشار گاز در فصل گرم و سرد در اثر گسست مخزن را نشان می‌دهند. در این تصاویر محدوده‌ی اثر ابر با غلظت تا 20000 ppm و بیشتر به رنگ سبز و محدوده با غلظت 10000 ppm و کمتر با رنگ آبی نمایش داده شده است. لازم به ذکر است پروپان ماده‌ای غیرسمی و بدون بوست. بنابراین غلظت آن در محیط نمی‌تواند عامل صدمه و خسارت باشد. مگر اینکه گاز دچار حریق شده و در ادامه موجب خسارت گردد.

شکل‌های ۳ و ۴ شعاع تحت تأثیر آتش ناگهانی در فصل گرم و سرد در اثر گسست مخزن را نمایش می‌دهند.

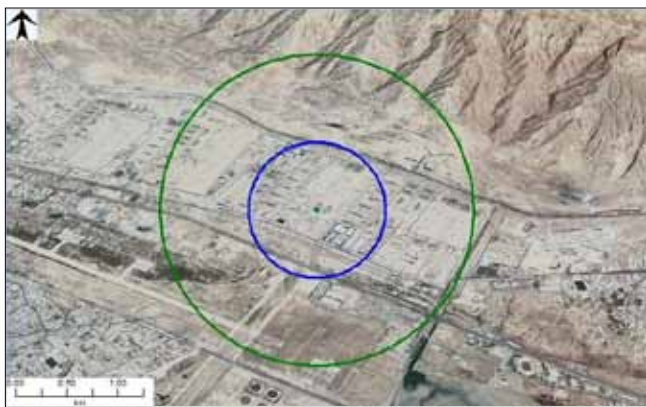
شکل‌های ۵ و ۶ شعاع تحت تأثیر شدت امواج در آتش استخری تأخیر یافته در فصل گرم و سرد را در اثر گسست مخزن نشان می‌دهند. همان‌طور که مشخص است محدوده‌ی بسیار پرخطر که موجب تلفات



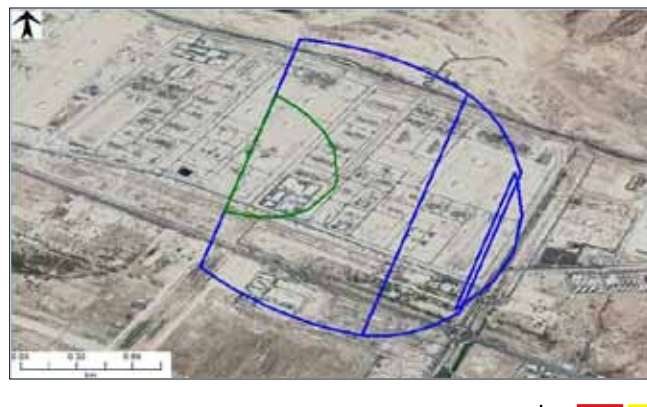
شکل ۲۰ | شعاع تحت تأثیر آتش ناگهانی در فصل گرم در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن



شکل ۱۸ | شعاع تحت تأثیر ابر حاصل از انتشار گاز در فصل گرم در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن



شکل ۲۱ | شعاع تحت تأثیر آتش ناگهانی در فصل سرد در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن



شکل ۱۹ | شعاع تحت تأثیر ابر حاصل از انتشار گاز در فصل سرد در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن

۲-۵- آتش استخری تأخیر یافته در اثر گسست مخزن

شکل-۱۶ مقایسه شدت تشعشع بر حسب فاصله برای آتش استخری تأخیر یافته در اثر گسست مخزن را نشان می‌دهد. در فاصله‌ی ۹۰۰-۰ متر از مخزن شدت تشعشع به صورت خطی و ۱۵۰ کیلووات بر مترمربع است و پس از روند کاهشی شدت تشعشع تا فاصله‌ی ۳۰۰۰ متر از مخزن ادامه می‌یابد.

۲-۶- تبخیر استخری در اثر گسست مخزن

شکل-۱۷ مقایسه‌ی وزن پروپان تبخیر شده بر حسب زمان برای تبخیر استخری در اثر گسست مخزن را نشان می‌دهد. اگر گسست مخزن موجب ایجاد استخر شود کل پروپان موجود ظرف مدت ۲۰۰۰ ثانیه معادل ۳۳ دقیقه به طور کامل تبخیر شده است.

۲-۷- تخلیه‌ی کل موجودی مخزن در زمانی معین

در این مطالعه مدت زمان تخلیه‌ی یکباره پروپان ۶۰۰ ثانیه معادل

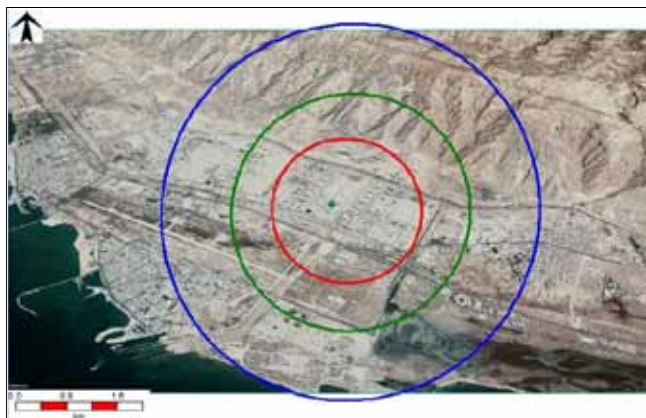
جاده‌ی عبوری از شمال و جنوب سایت را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

۲-۳- پراکندگی غلظت پروپان در اثر گسست مخزن

شکل-۱۳ مقایسه‌ی غلظت پروپان بر حسب زمان برای پراکندگی غلظت پروپان در اثر گسست مخزن را نشان می‌دهد. غلظت پروپان در فاصله‌ی ۶۰-۴۰ متری از مخزن حداکثر شده و پس از ۸۰ متر تا فاصله‌ی ۲۰۰ متر از غلظت آن یکباره کاهش می‌یابد. شکل-۱۴ مقایسه‌ی غلظت پروپان بر حسب فاصله برای پراکندگی غلظت پروپان در اثر گسست مخزن را نشان می‌دهد که تا فاصله‌ی حدوداً ۳۰۰۰ متری از مخزن پروپان پراکندگی پروپان در غلظت‌های مختلف قابل مشاهده است.

۲-۴- انفجار در اثر گسست مخزن

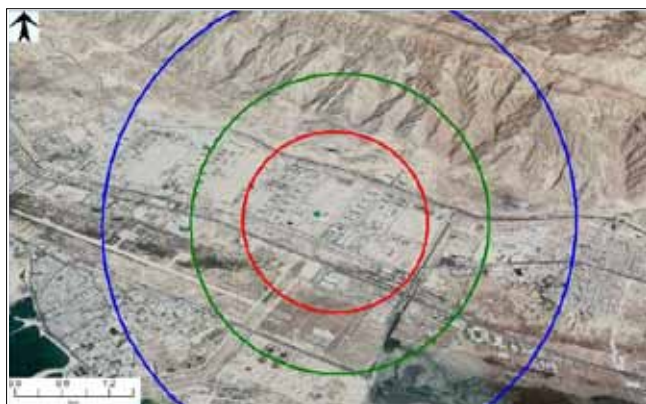
شکل-۱۵ مقایسه‌ی بدترین حالت فشار ناشی از انفجار بر حسب فاصله برای انفجار در اثر گسست مخزن را نشان می‌دهد. در اثر انفجار مخزن پروپان بین فاصله‌ی ۲۰۰۰-۱۴۰۰ متر از مخزن فشار بسیاری ایجاد می‌شود.



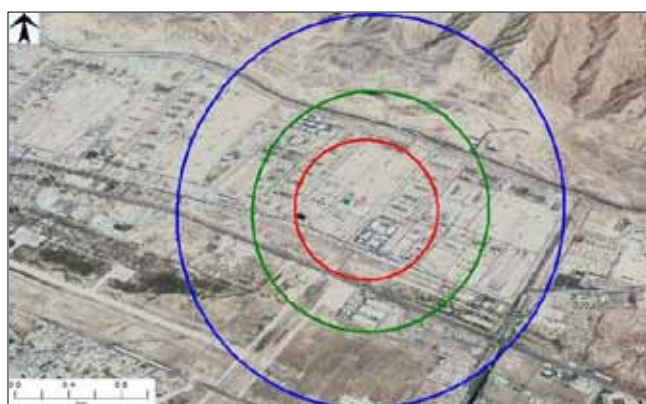
شکل ۲۴ | شعاع تحت تأثیر شدت امواج در آتش استخری تأخیر یافته در فصل گرم در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن



شکل ۲۲ | شعاع تحت تأثیر شدت امواج در آتش استخری سریع در فصل گرم در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن



شکل ۲۵ | شعاع تحت تأثیر شدت امواج در آتش استخری تأخیر یافته در فصل سرد در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن



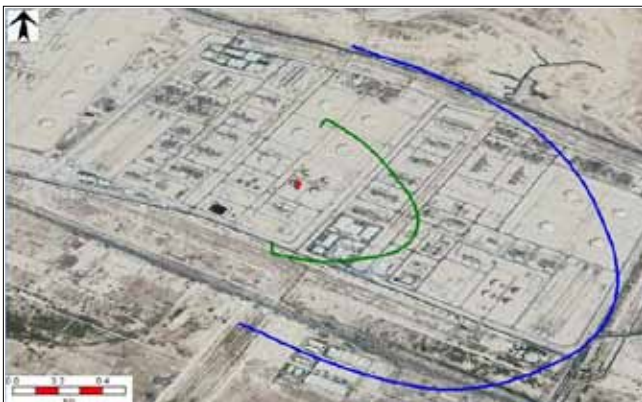
شکل ۲۳ | شعاع تحت تأثیر شدت امواج در آتش استخری سریع در فصل سرد در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن

بر مترمربع، محدوده‌ی سبزرنگ شدت اثر ۱۲/۵ کیلووات و محدوده‌ی به‌رنگ آبی شدت اثر ۴ کیلووات بر مترمربع را نشان می‌دهد. شکل‌های ۲۴ و ۲۵ شعاع تحت تأثیر شدت امواج در آتش استخری تأخیر یافته در فصل گرم و سرد در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن پروپان را نشان می‌دهد. محدوده‌ی قرمز رنگ شدت اثر ۱۲/۵ کیلووات بر مترمربع، محدوده‌ی سبزرنگ شدت اثر ۴ کیلووات بر مترمربع و محدوده‌ی آبی‌رنگ شدت اثر ۲۶ و ۲۷ کیلووات بر مترمربع را نشان می‌دهد. شکل‌های ۲۶ و ۲۷ مقدار شاخص احتمال تحت تأثیر شدت امواج در آتش استخری تأخیر یافته در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن پروپان را نشان می‌دهد. محدوده‌ی قرمز رنگ مقدار احتمال را ۷/۵، محدوده‌ی سبزرنگ ۳/۷۲ و محدوده‌ی آبی‌رنگ ۲/۷۳ را نشان می‌دهد. شکل‌های ۲۸ و ۲۹ شعاع تحت تأثیر حداکثر غلظت گاز انتشار یافته در فصل گرم در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن را نشان می‌دهد. محدوده‌ی قرمز رنگ که سطح بسیار اندکی را به‌خود اختصاص

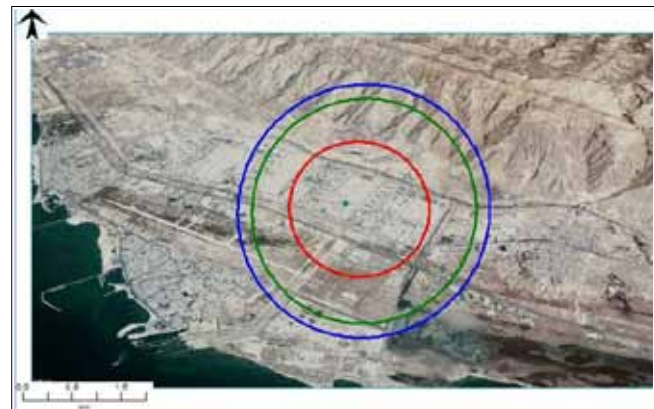
۱۰ دقیقه در نظر گرفته شده و این بدین معنی است که شکاف ایجاد شده در مخزن به‌اندازه‌ای باشد که کل موجودی مخزن در مدت ۱۰ دقیقه به‌طور کامل تخلیه شده و وارد محیط اطراف گردد.

۲-۱-۲-۲- شعاع تحت تأثیر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن در یک زمان

شکل‌های ۱۸ و ۱۹ شعاع تحت تأثیر ابر حاصل از انتشار گاز در فصل گرم و سرد در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن پروپان را نشان می‌دهد. محدوده‌ی سبزرنگ غلظت ۲۰۰۰۰ ppm و بیشتر و محدوده‌ی آبی‌رنگ غلظت ۱۰۰۰۰ ppm را تعیین می‌کند. شکل‌های ۲۰ و ۲۱ شعاع تحت تأثیر آتش ناگهانی در فصل گرم و سرد در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن را نشان می‌دهد. محدوده‌ی آبی‌رنگ غلظت ۲۰۰۰۰ ppm و بیشتر را نشان می‌دهد و محدوده‌ی سبزرنگ غلظت ۱۰۰۰۰ ppm را نمایش می‌دهد. شکل‌های ۲۲ و ۲۳ شعاع تحت تأثیر شدت امواج در آتش استخری سریع در فصل گرم و سرد در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن پروپان را نشان می‌دهد. محدوده‌ی قرمز رنگ شدت اثر ۳۷/۵ کیلووات



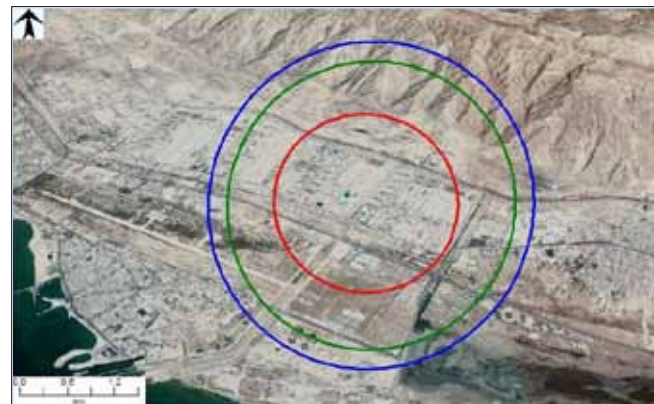
شکل ۲۸ | شعاع تحت تأثیر حداکثر غلظت گاز انتشار یافته در فصل گرم در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن



شکل ۲۶ | شاخص احتمال تحت تأثیر شدت امواج در آتش استخری تأخیر یافته در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن



شکل ۲۹ | شعاع تحت تأثیر حداکثر غلظت گاز انتشار یافته در فصل سرد در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن



شکل ۲۷ | احتمال مرگ‌ومیر تحت تأثیر شدت امواج در آتش استخری تأخیر یافته در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن

مواد، فاز ماده‌ی تخلیه شده، اندازه‌ی ناشتی، مدت ناشتی و مسیر ترمودینامیکی و نقطه‌ی پایانی. علاوه بر مدل‌سازی تخلیه‌ی مواد، نحوه‌ی پخش ماده در محیط و اتمسفر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف اصلی مدل‌سازی پخش مواد، تخمین غلظت ماده‌ی منتشر شده در محیط در فاصله‌های معین و زمانی خاص با توجه به شرایط محیطی است. انتشار مواد در محیط به سه دسته‌ی تخلیه‌ی مایع، تخلیه‌ی گازی و تخلیه‌ی دوفازی تقسیم می‌شود و در تخلیه‌ی گازی (از نظر رفتار ابر توده‌ی تشکیل شده) به سه دسته‌ی: گازها با شناوری مثبت، گازها با شناوری منفی و گازها با شناوری خنثی تقسیم می‌شوند. عواملی مثل شرایط آب و هوایی، پایداری اتمسفر، ارتفاع انتشار مواد، ناهمواری‌های زمین و اندازه حرکت مواد رها شده بر شکل ابر و نحوه‌ی پخش آن مؤثرند [۶ و ۷].

هدف تحقیق حاضر ارائه‌ی تصویری از نحوه‌ی انتشار و انفجار و سطح تحت پوشش قبل از بروز حادثه از طریق مدل‌سازی انتشار نشت پروپان از مخزن ذخیره‌ی آن در پالایشگاه هفتم پارس جنوبی است. در این راستا نسبت به بررسی انواع مدل‌های انتشار ناگهانی، انفجار و سپس انتخاب مدل مناسب با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه، به‌کارگیری متغیرهای ورودی مدل، اجرای مدل و تعیین نحوه‌ی انتشار و توزیع پروپان و تجزیه و تحلیل نتایج مدل اقدام شد. غلظت مجاز پروپان برای کار کردن با آن و اثرات روی بدن انسان ppm ۱۰۰۰ است. یکی از متغیرهای مورد استفاده در طول آنالیز حوادث منجر به حریق، موج حرارتی و میزان تشعشعی است که از سطح آتش به محیط اطراف انتشار می‌یابد. بنابراین غالباً تشعشعات ناشی از حریق‌های بزرگ که مدت زمان‌های طولانی تا مهار کامل به‌طول می‌انجامد (مانند آتش استخری) نسبت به سایر موارد اهمیت بیشتری دارند. در مواردی که حریق یک‌باره اتفاق می‌افتد، علاوه بر موج حرارتی، موج انفجاری نیز با خود به‌همراه خواهد داشت. این موج انفجاری در اثر خاصیت دینامیکش می‌تواند سبب تخریب‌های ناشی از موج حرارتی گردد. واحد ابعادی این موج فشاری psi یا bar است. وقتی مخزن مورد نظر از بالاترین نقطه

داده است که ۹۵۰۰۰ ppm را نشان می‌دهد، محدوده‌ی سبزرنگ ۲۰۰۰۰ ppm و محدوده‌ی آبی‌رنگ ۱۰۰۰۰ ppm را نمایش می‌دهد.

۲-۸- پراکندگی غلظت پروپان در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن

شکل ۳۰- مقایسه‌ی غلظت پروپان بر حسب زمان برای پراکندگی غلظت پروپان در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن را نشان می‌دهد. در فاصله ۱۵۰۰-۵۰۰ متری از مخزن، غلظت پروپان به بیش از ۲۰۰۰۰ ppm رسیده و پس از ۱۵۰۰ متر تا فاصله‌ی ۲۲۰۰ متر غلظت آن کمتر شده و به صفر نزدیک می‌گردد.

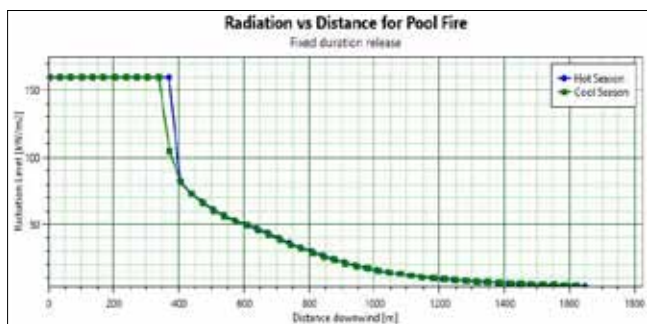
۲-۹- آتش استخری سریع در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن

شکل ۳۱- مقایسه‌ی شدت تشعشع بر حسب فاصله برای آتش استخری در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن پروپان را نشان می‌دهد. در فاصله‌ی ۴۰۰-۰ متر از مخزن شدت تشعشع به‌صورت خطی و ۱۶۰ کیلووات بر مترمربع است و سپس روند کاهشی شدت تشعشع تا فاصله‌ی ۱۷۰۰ متر از مخزن ادامه می‌یابد.

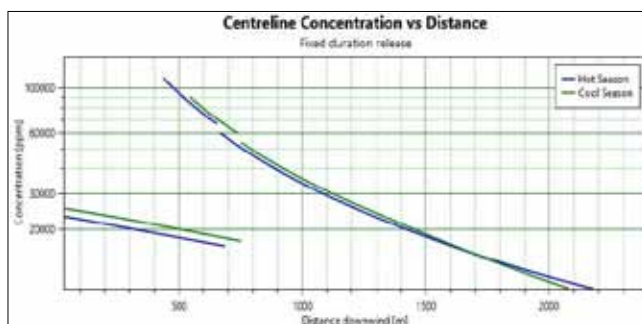
۳- بحث

فعالیت‌های صنعتی بخشی از تلاش انسان برای رسیدن به رفاه بیشتر است. اما در اثر این تغییرات و گسترش این نوع فعالیت‌ها، مخاطرات خاصی که ناشی از تغییر در نظام رایج طبیعت است نیز رخ داده‌اند. با گذر زمان و رشد فعالیت‌های صنعتی، مخاطرات مربوط به آنها نیز رشد کرده است. بنابراین برای داشتن محیطی ایمن، امروزه داشتن صنایعی عاری از خطر به‌عنوان دغدغه‌ای بزرگ برای عامه‌ی مردم و به‌خصوص متخصصان و صنعت‌گران مطرح است. از طرفی مقیاس امروزی تولید و سرمایه‌گذاری که نسبت به قبل افزایش چشم‌گیری داشته، وجود واحدهای ایمن‌تری را ایجاب می‌کند. چراکه در صورت وقوع حادثه، خسارات وارده بسیار زیاد است و این برای صنعت رقابتی امروز غیرقابل تحمل است.

عوامل مختلفی بر مدل‌سازی تخلیه‌ی مواد مؤثرند؛ مثل شکل انتشار



شکل ۳۱ | مقایسه‌ی شدت تشعشع بر حسب فاصله برای آتش استخری در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن



شکل ۳۰ | مقایسه‌ی غلظت پروپان بر حسب فاصله از منبع برای پراکندگی غلظت پروپان در اثر تخلیه‌ی کل موجودی مخزن

بخارات را به درون محیط می‌فرستند. اگر دیواره‌ی مخزن باز هم در معرض شعله‌های آتش بماند استحکام آن به تدریج کاهش یافته و به‌طور ناگهانی می‌ترکد (البته هر عامل دیگری غیر از آتش نیز می‌تواند باعث افزایش دما یا فشار مخزن شود) و باعث پخش ناگهانی گازهای حاصل از جوشش مایع فضای اطراف مخزن می‌گردد و اگر این گازها بلافاصله با منبع جرقه‌ای تماس پیدا کنند محترق شده و کره‌ای از آتش را در فضای بالای مخزن ایجاد می‌کنند که به‌سرعت به سمت بالا می‌رود و به تدریج کوچک‌تر می‌شود تا اینکه در ارتفاعی از بالای مخزن ناپدید می‌گردد. پیامدهای حاصل از آتش کروی معمولاً بر اساس تشعشع کره‌ای آتش ایجاد شده و موج فشار ناشی از انفجار ایجاد می‌گردد.

نتیجه‌گیری

نتیجه‌ی اصلی مطالعه‌ی حاضر اینست که شدیدترین و فاجعه‌آمیزترین حادثه‌ی مخازن گازهای مایع، عمدتاً به‌دلیل آتش‌سوزی در اطراف مخزن به‌وقوع پیوسته و این مسأله نشان می‌دهد که اولین گام ایمنی در ارتباط با این مخازن، پیشگیری از آتش‌سوزی و ورود بار حرارتی زیاد به مخازن گازمایع است. اقدامات بعدی در جهت ایمنی چنین مخازنی، همه در مجموعه‌ای به‌نام بازرسی‌های دوره‌ای قرار می‌گیرند. بازرسی‌های دوره‌ای شیر اطمینان، تجهیزات ابزار دقیق مثل فشارسنج، سطح‌سنج و ضخامت‌سنج دیواره‌ی مخزن از جمله موارد بازرسی‌های دوره‌ای مورد نظر هستند. همچنین باتوجه به شدت آسیب‌های محتمل در منطقه و شعاع ۳۰۰۰ متری که تحت تأثیر مخزن قرار می‌گیرد ضروری است طراحی و جاگذاری تأسیسات در اطراف این مخازن با دقت لازم همراه باشد. ■

دچار ترک یا سوراخ شود و دمای محیط هم زیاد باشد موجب پوشش حجم زیادی از گاز در اطراف مخزن و ایجاد حریق ناگهانی (فلش فایر) می‌گردد که احتراقی غیرانفجاری از گاز در هوای آزاد است؛ این نوع حریق هنگامی که گاز به‌طور یکنواخت در محیط پراکنده شده باشد و سرعت شعله‌های آن شتاب کافی برای ایجاد تأثیرات فشاری نداشته باشد غیرانفجاری است. اما اگر ابر گازی قابل‌اشتعال که در یک محیط متراکم نظیر اتاق مخازن، آشفته و غیریکنواخت تجمع یابد و با جرقه‌ای تأخیردار همراه گردد سبب انفجار ابر گازی می‌شود. آتش‌سوزی ناگهانی معمولاً بیشتر از چنددهم ثانیه طول نمی‌کشد و سرعت شعله‌ی آن نیز کم است (برای گاز پروپان ۲۰-۱۲ متر بر ثانیه). بنابراین تأثیرات ناشی از تشعشعات حرارتی آن در مقایسه با سایر آتش‌سوزی‌ها کم است. محدوده‌ی شعله‌ی این نوع آتش‌سوزی بین نصف حد پایین اشتعال و محل خروج گاز در نظر گرفته می‌شود. تأثیرات فشاری آن نیز از مرتبه‌ی نامحسوس تا مرتبه‌ای که ممکن است سبب آسیب رسیدن به یک پنجره شود طبقه‌بندی می‌گردند. این نوع آتش‌سوزی معمولاً سطح گسترده‌ای را دربر گرفته و سبب کاهش اکسیژن در محیط می‌شود. اکثر خطرات مربوط به آتش‌سوزی ناگهانی به‌دلیل تشعشعات حرارتی و تماس مستقیم با شعله است [۸].

همچنین اگر مخزن پروپان از بالاترین نقطه (بالتر از سطح مایع درون مخزن) دچار ترک یا سوراخ گردد و اگر دیواره‌ی خارجی این مخزن در معرض شعله‌های آتش قرار گیرد باعث افزایش تدریجی دمای دیواره‌ی مخزن و مایع درون آن می‌گردد و موجب جوشش مایع درون مخزن در اثر افزایش دما شده و به‌دلیل تبخیر مایع فشار گاز در بالای سطح مایع شروع به افزایش می‌کند تا به فشار طراحی شیرهای اطمینان مخزن می‌رسد که شیرهای اطمینان باز شده و

پانویس‌ها

1. Radiation Effect
2. Tank Explosion
3. Dispersion
4. Late Pool Fire

5. Explosion
6. Flash Fire
7. Pool Vaporization
8. Catastrophic rupture

منابع

- [1] P Rooney Factors that influence the petrochemical industry in the Middle East, <http://www.mees.com>. - 2009.
- [2] M Rahimi Merging strategic safety, health and environment in total quality management: International Journal of Industrial Ergonomics, 1995.
- [3] M Ghasemi, A Zakerian و M Azhdari Ergonomic assessment (identification, prediction and control) of human error in a control room of the petrochemical industry using the SHERPA Method. J School Public Health Ins Public Health Res. - 2010.
- [4] Jao-Jia Horng Using Consequence Analysis On Some Chlorine Operation Hazards and their Possible Effects on Neighborhoods

- in Central Taiwan: National Yunlin University of Science and Technology, 2005.
- [5] Pandya Nishant Toxic Release Dispersion Modelling with PHAST, ICSI, 2000.
- [6] N Pideon, O Leary و M Man made disasters: why technology and organizations (sometimes) fail : Safty Science, 2000.
- [7] Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases : Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, 1999.
- [8] J Casal Evaluation of the effects and consequences of major accidents in industrial plants, 2007.