مقاله پژوهشی

بررسی و مدل سازی اثرات ناشی از آتش سوزی مخزن ذخیره میعانات گازی در حال ساخت یک پالایشگاه

محمد کمائی[۱]، سید شمس الدین علیزاده[۲*]، عبدالرحمن کشوری[۳]، زینب خیر خواه[٤]، پریسا مشعشعی[٥]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۲۳

چکیده

زمینه و هدف: مخازن ذخیره سازی نفت یکی از مهمترین تأسیسات صنعتی است که همواره در معرض ریسک انتشار مواد سمی، آتش سوزی و انفجار می باشد که در این میان آتش سوزی رایج ترین و انفجار به جهت میزان مرگ و میری که به دنبال دارد، مهمترین ریسک برای مخازن است. مطالعه حاضر اثرات ناشی از آتش سوزی مخزن میعانات گازی را مدل سازی و بررسی نموده و سطوح اضطرار را بر اساس تعاریف مرکز ایمنی فرآیندهای شیمیایی مشخص کرده و الگوی بهینه ای از واکنش سریع جهت کنترل شرایط اضطراری فراهم می کند.

روش بررسی: در این مقاله با استفاده از روش مطالعه عملیات و خطر، رهایش و نشتی از مخزن سقف شناور میعانات گازی بررسی شد و سپس با توجه به شدت گسترش حریق و مقدار تشعشعات حاصله از آن با نرم افزار تجزیه و تحلیل خطرات فرآیندی نقاط خطر و حریم ایمن تعیین و بر اساس استاندارد موسسه CCPS سطح اضطرار مشخص گردید و راهکارهای کنترلی ارائه شد.

یافته ها: از آنجا که مدل سازی با حداکثر ظرفیت مخزن و متوسط شرایط آب هوایی در فصول گرم و سرد سال انجام شد، نتایج حاصل بیانگر آن بود که حریم ایمن بر اساس میزان تشعشعات ٤ کیلو وات بر متر مربع در نشتی و تخلیه ناگهانی مخزن میعانات گازی به ترتیب ٦۰ متر و ۱٤۰ متر می باشد.

نتیجه گیری: با توجه به شرایط موجود طرحی جهت مدیریت شرایط اضطراری به طور کامل ارائه شد و پیشنهادات کاربردی جهت افزایش ضریب اطمینان و هماهنگی ارائه گردید.

کلیدواژه ها مدل سازی پیامد، مخزن سقف شناور، میعانات گازی، شرایط اضطراری

۱. کارشناس ارشد مدیریت HSE، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲.* (نویسنده مسئول) عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی تبریز، گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، تبریز، ایران. ss.alizadeh2013@gmail.com

۳. استادیار دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران.مسئول HSE قرارگاه سازندگی خاتم الانبیاء، تهران، ایران.

٤. کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، اهواز، ایران.

۵. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]

مقدمه

امروزه پیچدگی های صنایع و کارخانجات و جوامع مختلف و گسترش ارتباطات و وابستگی‌های چند جانبه آن‌ها، زمینه مساعدی برای رشد کیفی و کمی فرصت‌ها و تهدیدات محیط را فراهم کرده است. در عصر جدید همراه با پیشرفت شتابان صنعت و فن آوری، نگرانی‌های بسیاری در مورد پیامدهای سوء مرتبط با آن زندگی بشر را تهدید می‌کند. شناسایی دقیق خطرات صنایع نفت و گاز به عنوان بخشی از یک تحلیل ایمنی جامع نه تنها امری کاملاً توصیه شده است، بلکه توسط سازمان‌های ناظر رسمی نیز بر آن تأکید شده است [۱]. اثرات تخریب این پیشرفت‌ها حوادث فیزن (فرانسه)، مکزیکو سیتی، پایپر آلفا، چرنوبیل، بوپال هند و بسیاری از حوادثی که به دلیل آتش سوزی، انفجار و انتشار مایعات و گازها و در نهایت به صورت فجایع انسانی و تجهیزاتی و آلودگی محط زیست پدید آمده است، سبب نگرانی ها و تفکر و تأمل بیشتر و عمیق تر در پیامد و اثرات حوادث فرآیندی در فعالیت های صنعتی گردیده است. در مقایسه با حوادث بزرگ در جهان صرف نظر از میزان توسعه یافتگی آن‌ها، شباهت زیاد علل آن ها با یکدیگر است عواملی نظیر خطای انسانی، اعتماد بیش از اندازه به ایمن بودن تأسیسات، اشکالات طراحی، عدم آمادگی در شرایط اضطراری و بحرانی از دلایل اصلی عمده فجایع می‌باشد [۲]. شناسایی دقیق خطرات در صنایع نفت و گاز 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 ای بر خوردار می‌باشد. آنچه باید مورد توجه قرار گیرد آن است که ابعاد بزرگ یک حادثه همیشه به معنی حتمی بودن آن حادثه نیست، زیرا در اکثر موارد ابعاد حادثه با احتمال وقوع آن نسبت عکس دارد [۳].

مخازن ذخیره سازی نفت یکی از مهمترین تأسیسات صنعتی است که همواره در معرض ریسک انتشار مواد سمی، آتش سوزی و انفجار می باشد که در این میان آتش سوزی رایج ترین و انفجار به جهت میزان مرگ و میری که به دنبال دارد، مهمترین ریسک مخازن ذخیره سازی نفت و فرآورده های نفتی است [۱و۳و۴]. مهمترین پارامترهایی که در انتخاب نوع مخزن مورد توجه قرار می‌گیرند، شامل فراریت یا به عبارت دیگر فشار بخار، سمی بودن و میزان آتش‌گیری ماده مورد نظر می‌باشد. گازها، سیالات آتش گیر، مواد شیمیایی خطرناک مانند اسیدها یا بازها و سیالاتی که از خود گازهای سمی منتشر می کنند، باید در مخازن در بسته نگهداری و ذخیره شوند. از مخازن در بسته، می توان به مخازن با سقف ثابت، مخازن سقف شناور، مخازن کروی، استوانه ای و مخازن سرد اشاره نمود. مخازن فرآورده‌های سبک و فرار که فشار بخار مواد نفتی محتوی آن‌ها میان ۱/۵ تا ۱۱ پوند بر اینچ مربع مطلق باشد، به سقف شناور مجهزند. این نوع سقف‌ها از ورود هوا به مخزن و هم آمیزی با بخار های نفتی ممانعت می‌کنند و همین امر سبب جلوگیری از انفجار و آتش سوزی جلوگیری می‌شود [۵].

در دنیا مطالعات زیادی در زمینه حوادث رخ داده در مخازن ذخیره ساز ی و فراورده‌های جانبی آن صورت گرفته‌است و مطالعهٔ ۲۴۲ حادثه در بین سالهای ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۳ در مخازن ذخیره سازی نشان می‌دهد که ۷۴ ٪ از حوادث در پالایشگاه های پتروشیمی، ترمینال‌ها و مخازن نفتی به وقوع پیوسته است که ۸۵ ٪ از این حوادث، آتش سوزی و انفجار بوده است [۵]. تحقیقات دیگری نشان می دهد که در طی سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۳ حدود ۴۸۰ مورد آتش سوزی در مخازن و انبارهای نفت در سراسر دنیا به وقوع پیوسته است [۲]. در بخش انرژی جهان در بین سال های ۱۹۰۷- ۲۰۰۷، صنعت نفت خسارات اقتصادی ناشی از حوادث با حدود ۱۰ میلیارد دلار، معادل ۲۵٪ از کل زیان های اقتصادی را به خود اختصاص داده است که از لحاظ رتبه بندی پس از انرژی هسته ای در رتبهٔ دوم قرار دارد [۶]. در مطالعه ای با موضوع ارزیابی ریسک کاربردی در صنایع شیمیایی که در سال ۲۰۰۷ منتشر شد، علل ایجاد ریسک در این دست از صنایع تحت تأثیر سه عامل خطای انسانی، خرابی تجهیزات و سایر عوامل (عوامل طبیعی و اقدامات عمدی و تروریستی) مطرح و بررسی شد. در این مقاله پس از بررسی سوابق حوادث ایجاد شده در چند صنعت شیمیایی، خرابی تجهیزات مهمترین علل ایجاد مخاطرات بر شمرده و علت آن را عدم برنامه ریزی و زمان بندی مناسب برای تعمیر تجهیزات و صرفه جویی در هزینه شناخته شد [۷].

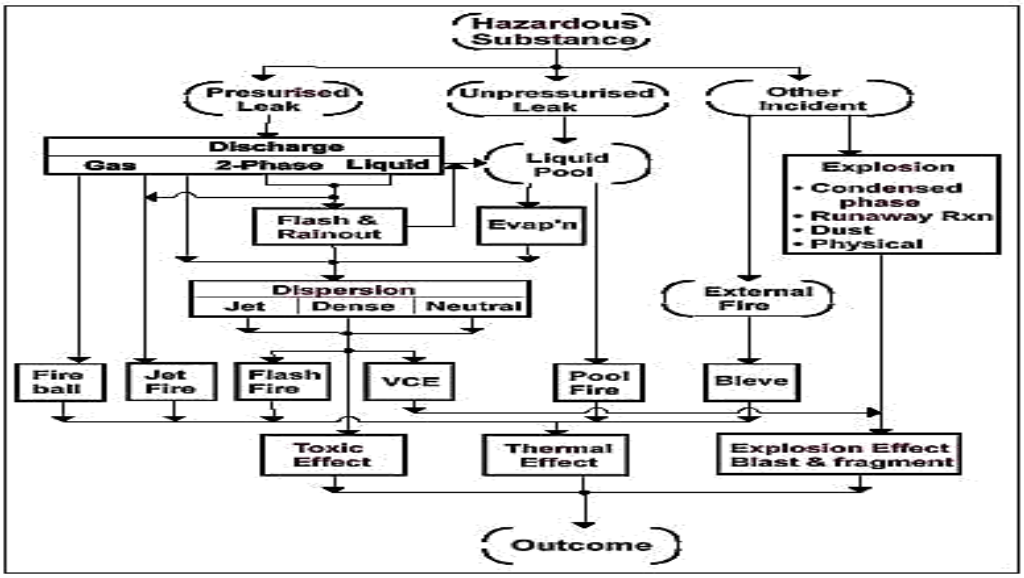
با وجود کوشش‌های زیادی که صنایع مختلف جهت مدیریت ایمن مواد با خطرات آسیب پذیری بالا از نظر انفجار، اشتعال و سمیت انجام داده اند، احتمال بروز حوادث با شدت آسیب بالا وجود خواهد داشت. تعیین شدت آسیب ناشی از انفجار و آتش-سوزی و رهایش مواد سمی از اهمیت بسزایی برخودار ست. بر این اساس امروزه از روش‌ها و نرم افزارهای مدل سازی گوناگون متناسب با نوع پیامد جهت مدل سازی استفاده می شود. از جمله مزایای این مدل سازی مشخص شدن حریم ایمن است تا بتوان در صورت وقوع چنین رویدادی افراد را از محدوده خطر دور کرده و

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]

میزان تلفات و خسارات را کاهش داد. شکل شماره ۱ پیامد ناشی از رهایش و انتشار مواد هیدروکربنی، رفتار حریق و روابط اثرات آن را نشان می دهد.

نرم افزار PHAST یکی از قوی ترین و مشهورترین نرم افزارهای موجود در بررسی اثرات و پیامدهای ناشی از حریق، انتشار و انفجار مواد قابل اشتعال و سمی می‌باشد. این نرم افزار قادر به مدل سازی مراحل مختلف رهایش مواد (اعم از خالص یا مخلوط) در محیط شامل تخلیه، تبخیر از حوضچه‌های مایع و در نهایت پخش مواد می‌باشد. هر دو نوع رهایش پیوسته و رهایش ناگهانی در این نرم افزار قابل مدل‌سازی هستند و شرایط جوی نیز به عنوان یکی از داده‌های ورودی به این نرم افزار در نظر گرفته می شود [۸]. لایه‌ها و سطوح مختلفی جهت پیشگیری، کنترل و کاهش در بروز و شدت پیامدهای حاصل از حوادث صنعتی وجود دارد که لایه‌های حفاظتی نامیده می شوند. برنامه شرایط اضطراری آخرین سطح حفاظتی یک واحد فرآیندی می‌باشد [۹].

اقدامات واکنش در شرایط اضطراری با توجه به شدت حادثه، وسعت دامنه انتشار آلودگی و جمعیت در معرض خطر مشخص می‌شود. بر این اساس مرکز CCPS (Center of Chemical Process Safety) سطوح اضطرار را به چهار دسته یا سطح اضطرار به صورت زیر تقسیم بندی می‌کند [۱۰]. ۱) سطح اضطرار: زمانی که مواد خطرناک وجود داشته یا احتمالاً وجود دارد اما نشتی، ریزش، حریق یا انفجار رخ نداده و انتظار رخداد آن نیز وجود ندارد. ۲) سطح اضطرار: زمانی که اثرات سوء شدید سلامتی وجود ندارد اما رهایش و یا حریق ممکن است توسط افراد شاغل به علت بو یا ابر ایجاد شده تشخیص داده شود و جمعیت اطراف ممکن است به آن توجه کرده و سؤالاتی را مطرح کنند. ۳) سطح اضطرار: زمانی که رهایش یا پتانسیل رهایش به عنوان عامل تهدید کننده سلامت جامعه شاغلین اطراف مطرح بوده و احتمال آن نیز به واسطه اقدامات کنترلی اعمال شده وجود داشته باشد. در این سطح، افراد مسئول در شرایط اضطراری شهری از موضوع آگاه خواهند شد تا در صورت لزوم اقدامات لازم در این زمینه را انجام دهند. اگر کنترل از دست رود، رهایش می تواند به صورت شرایط اضطراری در جامعه در آمده یا اگر کنترل موفقیت آمیز باشد به سطح اضطرار ۲ کاهش یابد. ۴) سطح اضطرار: زمانی که رهایش رخ داده بتواند سبب بروز اثرات نامطلوب بر روی جامعه ساکن در اطراف ناحیه صنعتی به صورت گسترده شود. در این سطح، کلیه مسئولین مرتبط با واکنش طرح اضطراری در شهر از حادثه آگاه شده و اقدامات مناسبی را به کار می‌گیرند. در این سطح اقدامات واکنشی مناسب به جامعه اطراف تسری می یابد. از آنجا که در بیشتر برنامه های واکنش در شرایط اضطراری ارائه شده، سطوح اضطرار در نظر گرفته نشده و برنامه واکنش به صورت کلی بیان گردیده است، معیار زمان واکنش و هزینه های مورد نیاز جهت کنترل شرایط اضطراری نادیده گرفته می‌شود. به هر میزان که اقدامات پیشگیرانه در سازمانی تقویت شود باز هم امکان وقوع حوادث وجود دارد. لذا آمادگی برای مقابله با وضعیت به وقع پیوسته و واکنش مناسب می‌تواند از پیامدهای حادثه به نحو مؤثری بکاهد. بهره‌گیری بهینه از امکانات در جهت کاهش پیامدها از نکات اساسی و کلیدی است [۱۱و۱۲].



شکل ۱- پیامد ناشی از انتشار، نشتی و رهایش مواد هیدروکربنی

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]

روش بررسی

در مطالعه حاضر به بررسی و مدل‌سازی پیامد حاصل از رهایش میعانات گازی از مخزن سقف شناور و همچنین تهیه و تدوین طرح واکنش در شرایط اضطراری در یک پالایشگاه میعانات گازی با توجه به سطوح اضطرار ارائه شده توسط مرکز CCPS پرداخته شده است. در این ناحیه از مخازن ۵ مخزن ذخیره میعانات گازی وجود دارد که هر کدام از آن ها مقدار ۵۰۰۰۰۰ بشکه میعانات گازی در خود جای داده اند. همانطور که پیشتر گفته شد در این مطالعه جهت مدل سازی آتش سوزی از نرم افزار PHAST استفاده شد.

فرآیند مدل سازی پیامد ناشی از حریق مخزن میعانات گازی مطابق با شکل شماره ۲ انجام شد. هدف از بررسی و مدل سازی رهایش و آتش سوزی میعانات گازی در مخازن ذخیره تعیین شدت پیامد و شعاع اثرات حاصل از انواع آتش سوزی‌ها و طرح واکنش در شرایط اضطراری بعد از حادثه مربوطه می‌باشد. لازم به ذکر است تاکنون این گونه مطالعات و برنامه‌ای جهت واکنش در شرایط اضطراری بر روی مخازن این پالایشگاه صورت نگرفته است. منبع تغذیه مخازن از خط لوله عسلویه بندرعباس تآمین می‌گردد.

جهت مدل سازی پیامد و توسعه یک برنامه واکنش در شرایط اضطراری بایستی بدترین سناریوهای ممکن مد نظر قرار گیرند. سناریو توصیف واقعه ای است که احتمال وقوع آن در آینده می رود و البته احتمال به این معنی نیست که آن واقعه حتماً رخ خواهد داد بلکه به این معنی است که با توجه به شرایط موجود منطقی است که انتظار وقوع آن حادثه را داشته باشیم. تعریف سناریو از مقدماتی‌ترین اقدامات برای ارزیابی ریسک است و نشان می‌دهد که انتظار چه رویدادی را باید داشته باشیم. به طور کلی رها شدن یک ماده آتشگیر در محیط می‌تواند بر مواردی همچون محل قرار گرفتن تجهیزات کاشف خودکار، محل نصب و قرار گیری تجهیزات آتش نشانی و اطفاء حریق و آمادگی برای واکنش در شرایط اضطراری موثر باشد [۱۳و۱۴].

نرم افزار PHAST جهت مدل سازی نیازمند اطلاعاتی از جمله نوع ماده، مقدار آن (حجم وجرم)، دما و فشار ماده، در صورت نشتی قطر روزنه و ارتفاع آن، ارتفاع دیوار حائل، پارامترهای محیطی (دما، رطوبت، سرعت باد، پایداری و ناپایداری جو) و اطلاعات دیگر در صورت نیاز می باشد.

در این مدل سازی، شناسایی خطرات صورت می‌گیرد که برای این منظور در این مطالعه از روش مطالعه عملیات و خطر استفاده شده است. از میان روش‌های متنوع ارزیابی ریسک، روش HAZOP دارای توانمندی‌هایی از جمله کشف سیستماتیک مخاطرات بالقوه عملیاتی، فرایندی و ارائه راه کارهای مناسب به منظور ارتقاء سطح ایمنی و بهبود وضعیت عملیاتی تولید می‌باشد. اساساً در مطالعه HAZOP، تعریفی کلی از فرآیند مورد نظر صورت گرفته و هر قسمت طراحی به صورت اصولی مورد سئوال قرار می گیرد تا مشخص شود، چگونه انحرافات در طراحی مورد نظر پدید می‌آیند و علاوه بر آن معین گردد چگونه این انحرافات منجر به بروز حادثه می‌شوند. بنابراین مطابق با نقشه‌های جانمایی، تجهیزات و ادوات، مخازن و خطوط لوله انتقال به گره-های مختلف تقسیم بندی می‌شود. لذا خطرات فرآیندی با توجه کلمات کلیدی انتخاب شده و برای بروز آن ها پیشنهادات کنترلی ارائه می شوند [۱۰].

در این بررسی مخزن مورد نظر یک گره در نظر گرفته شد. اثرات ناشی از حریق بر اساس میزان تشعشع حاصل در نظر گرفته شدکه جدول شماره ۱ میزان تأثیرات تشعشعات حریق و تأثیر پذیری آن توسط انسان را بیان می‌کند [۱۲]. از راهنمای تعیین ابعاد نشتی در سناریوهای مختلف رهایش که در جدول شماره ۲ ادائه شده می‌توان در مدل سازی استفاده کرد [۱۵].

جدول ۱: تأثیرات سطوح مختلف تابش حرارتی [۱۳]

میزان تشعشع (KW/M2)	پیامد ها
۰/۵	تابش آفتاب
۱/۶	در اثر تماس طولانی ایجاد عوارض نسبتاً خفیفی می‌کند.
۴/۵	ایجاد درد در افرادی که حداقل ۲۰ ثانیه در معرض آن می‌باشند، سوختگی درجه اول
۱۲/۵	حداقل انرژی لازم برای ایجاد جرقه در پایلوت‌های چوبی و ذوب شدن مواد پلاستیکی
۲۰	آسیب جدی به افراد در معرض، در صورت نرسیدن تیم نجات موجب مرگ می‌شود
۳۷/۵	خسارت به واحدها و تجهیزات فرآیندی، ایجاد مرگ آنی برای افراد در معرض آن

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]

جدول ۲: راهنمای تعیین ابعاد نشتی در سناریوهای مختلف رهایش

ردیف	روش مشخص کردن ابعاد نشتی	محاسبه	
۱	روش اول	یک بار ۲۰٪ قطر آن و بار دیگر پاره گی کامل لوله	
۲	روش دوم	نشتی را بدون در نظر گرفتن لوله را یک بار ۲ اینچ و بار دیگر ٤ اینچ در نظر گرفت.	
۳	روش سوم	ابعاد کیفی نشتی	قطر نشتی (میلی متر)
		کوچک	۳ تا ۱۰
		متوسط	۱۰ تا ۵۰
		بزرگ	۵۰ تا ۱۵۰
		پارگی کامل دستگاه	–

مشخصات مخزن میعانات گازی مورد مطالعه در جدول شماره ۳ آورده شده است. در مدل‌سازی پیامدها و اثرات ناشی از نشتی و ترکیدگی اصولاً بایستی بدترین حالت و بد حالترین شرایط جوی مورد مطالعه قرار گیرد، بنابراین بدترین شرایط آب و هوایی در تابستان و زمستان با توجه به سوابق سال های گذشته منطقه انتخاب شد [۱۶-۱۸].

شرایط آب و هوایی منطقه جهت مدل‌سازی در دو کلاس آب و هوایی در نظر گرفته شده است. جهت مدل سازی اثرات ناشی از آتش‌سوزی در مخزن ذخیره میعانات گازی اطلاعات لازم در نرم افزار PHAST وارد شدند. پس از تعیین شدت پیامدهای ایجاد شده ناشی از آتش سوزی و سطح‌بندی لایه‌های اضطرار و اولویت‌بندی آن‌ها، اقدامات لازم جهت کنترل، آمادگی واکنش در شرایط اضطرای و کاهش اثرات پیامدها، تحمل اثرات و یا انتقال اثرات به شرکت های بیمه گذار ارائه شدند.

جدول ۳- مشخصات مخزن مورد مطالعه

نوع مخازن	قطر (متر)	ارتفاع (متر)	حجم (گالن)	دما	فشار
سقف شناور	۹۵	۱٤/۳۱	۵۰۰۰۰۰	محیط	اتمسفریک

یافته‌ها

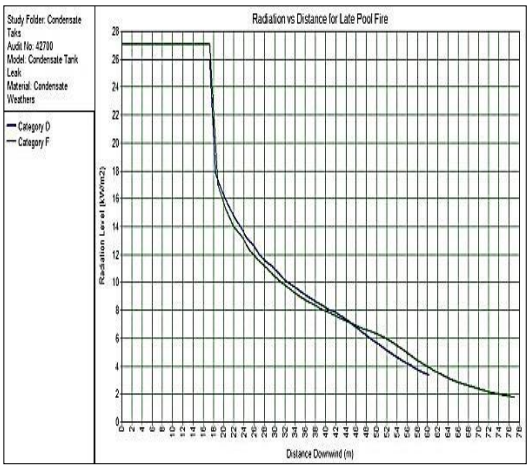
با توجه به ارزیابی ریسک انجام شده با روش HAZOP، می توان گفت که در صورت رهایش و نشتی میعانات گازی و بخارات قابل اشتعال، با رسیدن یک عامل حرارت از جمله جرقه‌های ناشی از عملیات کار گرم، الکتریسته ساکن و بارور شدن مخزن از راه های گوناگون و نیز برخورد صاعقه و دیگر عوامل آتش سوزی در مخزن رخ خواهد داد.

با توجه به نوع ماده و شرایط ذخیره آن نوع آتشی که ایجاد می‌شود در حالت نشتی و تخلیه بیشتر از نوع آتش استخری می-باشد که هم بر روی نقشه و هم گراف مطابق اشکال ۳، ۴، ۵ و ۶ مشخص گردیده است. با توجه به داده ها و اطلاعات مورد نیاز مدل‌سازی مخزن شناور میعانات گازی انجام شد. شکل شماره ۳ مدل‌سازی آتش استخری در نشتی ۲۰ میلی متری را نشان می-دهد که این نشتی در انتهایی‌ترین قسمت مخزن بوجود آمده است.

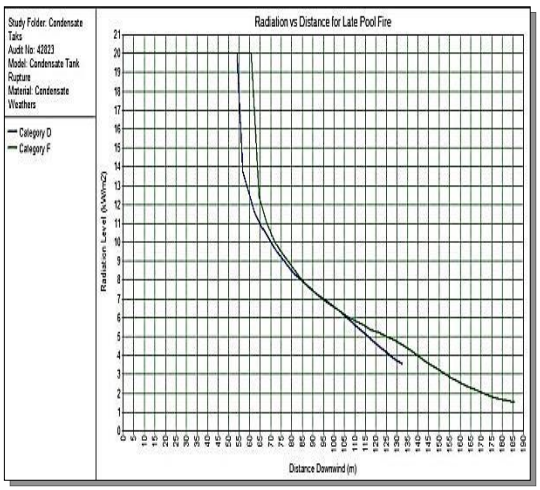
شکل شماره ۴ مدل سازی اثرات ناشی از آتش سوزی، رهایش آنی یک مخزن سقف شناور محتوی میعانات گازی با میزان تشعشعات ۴ کیلو وات بر متر مربع را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه این تخلیه به طور آنی صورت می‌گیرد و بعد از تخلیه مایع

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]

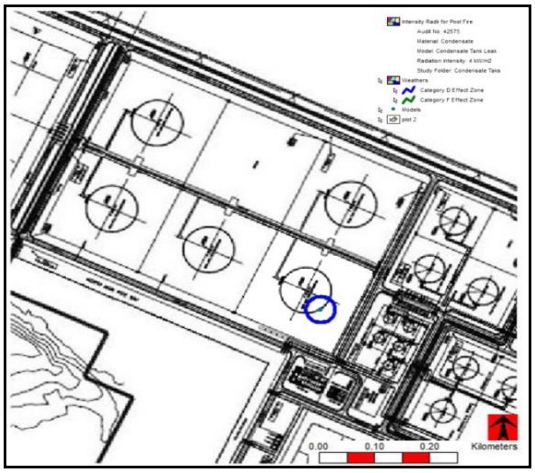
قابل اشتعال به یک منبع حریق می‌رسد یک آتش استخری وسیعی بوجود خواهد آمد. مدل سازی به گونه‌ای انجام شده است که اگر تخلیه از دیواره مخزن صورت گیرد نشان خواهد داد که تا چه فاصله ای تشعشعات حریق اثر گذار خواهند بود. شکل‌های ۵ و ۶ میزان تشعشعات بر حسب فاصله در آتش استخری را نشان می‌دهد. با توجه به شرایط محیطی بدترین اثرات در فصل تابستان به دلیل سرعت بالای وزش باد و دمای بالای محیط و پایداری جو نسبت به فصل زمستان می‌باشد.



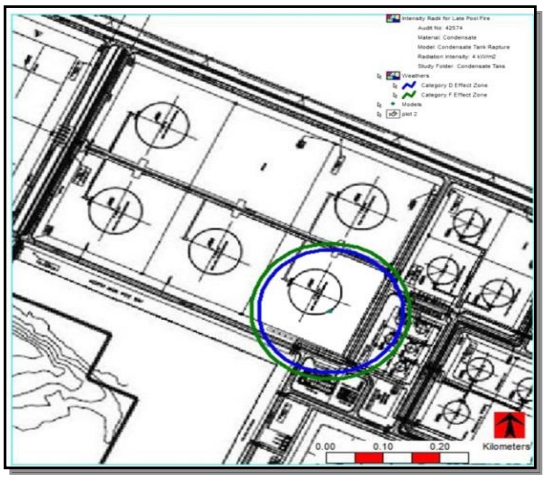
شکل ۳: مقدار تشعشات بر حسب فاصله در نشتی مخزن



شکل ۴: مقدار تشعشات بر حسب فاصله در تخلیه ناگهانی مخزن



شکل ۵: تشعشات ۴ کیلو وات بر متر مربع در نشتی مخزن



شکل ۶: تشعشات ۴ کیلو وات بر متر مربع در تخلیه آنی مخزن

بحث

آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا در سال ۱۹۹۷ در رابطه با حوادث انفجار بخارات قابل اشتعال مخازن ذخیره اتمسفریک که بدلیل ایجاد جرقه حاصل از کار گرم حادث شده بودند، بیانیه ایمنی شیمیائی صادر و در آن به پیشنهاداتی برای کاهش خطرات مربوطه از قبیل: بهبود ارزیابی مخاطرات و همچنین اندازه‌گیری صحیح گازهای قابل اشتعال موجود در هوا، اشاره نموده است. بر پایه پژوهش‌های انجمن نفت ایالات متحده آمریکا، ۱۰٪ از انفجارها و حریق‌ها در اثر الکتریسیته ساکن ایجاد شده اند که از جمله عواملی که سبب بارور شدن مخزن با الکتریسیته ساکن می‌گردد، پخش شدن مایعات به صورت قطرات کوچک و اصطکاک مایعات هنگام جریان در خطوط لوله می‌باشند [۱۷].

مواد با قابلیت اشتعال بالا جهت جلوگیری از تولید بخارات قابل اشتعال و انفجار درون مخازن شقف شناور ذخیره می‌کنند. در مواقعی که اندازه مخزن افزایش یابد، فشار بخار مایع ذخیره شده

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]

زیاد شده و نقطه اشتعال آن کمتر از دمای ذخیره سازی می‌گردد، در این صورت مخازن سقف شناور به مخازن سقف ثابت ترجیح داده می‌شود، این نوع سقف‌ها از ورود هوا به مخزن و هم‌آمیزی با بخارهای نفتی ممانعت می‌کند و از این راه انفجار و آتش سوزی که ممکن است از جرقه ساکن ایجاد شود جلوگیری می‌نماید [۱۹]. اما باز می‌توان اثرات آتش سوزی مخزن را به دلیل خرابی پوشش لاستیکی مخزن سقف شناور در نظر گرفت که برخورد با یک منبع قابل اشتعال از جمله یک صاعقه باعث ایجاد آتش سوزی می‌شود.

ناحیه مخازن این پالایشگاه در مرحله ساخت می‌باشد و همین مورد نقطه قوت این پژوهش است لذا می توان با توجه و پیامدهای ناشی از آتش سوزی اقدامات پیشگیرانه را قبل از اینکه اقدامات اصلاحی و کنترلی موردنیاز باشند را اجرا نمود. نتایج این پژوهش نشان می دهد که وجود برنامه شراط اضطراری نه به صورت کلی بلکه به شکلی که با صرف بهینه وقت و هزینه، بالاترین اثر بخشی لازم را داشته باشد امری الزامی است. در این مرحله یکی از اقدامات مؤثر در کاهش تلفات انسانی، تجهیزات و زیر ساخت‌ها در ضمن وقوع حادثه، تدوین طرح واکنش در شرایط اضطراری و کنترل اثرات ناشی از آتش سوزی خواهد بود.

نتیجه‌گیری

بر اساس طبقه‌بندی مرکز ایمنی فرآیندهای شیمیایی، سطح اضطرار برای آتش سوزی و انفجار مخزن ۳ در نظر گرفته شد که بایستی سریعاً در این سطح تخلیه نفرات از منطقه صورت گیرد و گروه آتش نشانی، تیم پزشکی و تیم امداد و نجات نیز وارد عمل شوند. در ذیل پیشنهاداتی در راستای اقدامات پیشگیرانه، اصلاحی و کنترلی آتش سوزی در مخازن جهت افزایش ضریب اطمینان و هماهنگی ارائه شده است:

- توصیه می‌شود مطابق با استاندارد API 650 و IPSe-sf- 200کلیه اقدامات پیشگیرانه ایمنی مخازن نصب و اجرا گردد.
- توصیه می شود جهت آمادگی کامل کلیه نفرات حاضر در سایت آموزش‌های تخصصی ذیل در مرحله سه مرحله تئوری، کارگاه آموزشی و مانور برگزار گردد:
- آموزش ICS یا سیستم فرماندهی حادثه مقدماتی (تئوری)
- آموزش ICS پیشرفته (تئوری – کارگاه آموزشی – مانور)
- طرح ریزی سناریو (تئوری-کارگاه آموزشی)
- نحوه طرح ریزی و تدوین پلان مدیریت بحران و واکنش در شرایط اضطراری (تئوری – کارگاه آموزشی)
- امداد و کمکهای اولیه (تئوری – کارگاه آموزشی – مانور)
- کنترل و اطفای حریق پیشرفته (تئوری – کارگاه آموزشی– مانور)
- جستجو و نجات (تئوری– کارگاه آموزشی – مانور)
- تخلیه و پناه دهی (تئوری- مانور)
- پایش و ارزیابی محیط در زمان بحران (تئوری–کارگاه آموزشی–مانور)
- ارتباطات و مخابرات در شرایط بحرانی (تئوری–کارگاه آموزشی–مانور)
- کنترل مواد شیمیایی خطرناک (تئوری – کارگاه آموزشی – مانور)
- درقسمت مخازن محصول به ویژه مخزن مربوط به مواد قابل اشتعال باید حتماً سیستم اتوماتیک تزریق فوم خودکار و هم سیستم کولینگ طراحی و اجرا شود.
- مطابق استاندارد API 650 بدنه مخزن اتصال به زمین دارد و سقف و کلیه اتصالات از قبیل، پلکان غلطان با اندازه کافی به بدنه مخزن متصل هستند تا از آذرخش مصون باشند و تمام قسمت های داخلی از قبیل شناور اندازه گیر، کابل ها و مخلوط کننده ها نیز باید بطور مناسب اتصال زمین داشته تا از تجمع بار الکتریکی جلوگیری نمایند.

منابع

1. Beglarzadeh A, Shekarian E, Shokouhi Y. Check the immediate release of kerosene tank farm maintenance using PHAST software. First international conference on oil, gas, petrochemical and power generation; Tehran 2012 (In Persian).
2. Amanate Yazdi L, Moharamnejhad N. The management of environmental risk of fire in the oil storage tanks (Case Study: National distribution of oil products warehouse Yazd). Journal of Environmental Studies. 2013; 39 (2): 61-72 [In Persian].
3. Craddock H. Safety hand in hand with quality. Quality World. 1997; 23: 558-560.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]

4. Shaluf I, Abdullah S. Floating roof Storage tank boil over. Journal of Loss Prevention in Process Industries. 2010; 24 (1): 1-7.
5. Chang I , Lin CH. A Study of storage tank accident. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2006;19: 51-59.
6. Sovacool B. The cost of failure: A Preliminary of major energy accident, 1907-2007. Journal of Energy policy. 2008; 36:1802-1820.
7. Meel A, O'Neill L.M, Levin J.H, Seider W.D, Oktem U, Keren N. Operational Risk Assessment of Chemical Industries by Exploiting Accident Databases. Journal of Loss Prevention in Process. 2007;20:13-127.
8. Pandya N, Marsden E, Floquet P, Gabas N. Sensitivity Analysis of a Model for atmospheric Dispersion of Toxic Gases. Institute Pour une Culture de Security Industrially. 2008;1143-1144.
9. Andrew F. Lines of Defense/Layers of Protection Analysis in the COMAH Context. Health and Safety Executive. 1999.
10. Center of Chemical Process Safety. Guidelines for Technical Planning for on-site Emergencies. Second edition; New York. 1995:192.
11. Shivastava I I , mitroff D, Miller ad A. Understanding Industrial Crises. Journal of management studies. 1998; 25(4):285-303.
12. Cumber PS. Efficient calculation of the radiation heat flux surrounding a jet fire. Fire Safety Journal. 2009;44: 580.
13. Lowesmith B J, Hankinson G, Acton M R. An overview of the nature of hydrocarbon jet fire hazards in the oil and gas industry and a simplified approach to assessing the hazards. Process Safety and Environmental Protection. 2007;85:20.
14. Zhao-qin W, Wen-xing F, Wu-yi Ch. Analysis of Geometry and Hazardous Radius of Jet Flame from High-pressure Natural Gas Pipeline. Safety and Environmental Engineering. 2009;16:109.
15. Center of Chemical Process Safety. Guidelines for chemical process quantitative Risk Analysis. Second edition;New York. 2000; 57-153.
16. Cheok MC. Development of a Methodology for Comprehensive Hazard Analysis - A Feasibility Study, report prepared for FEMA. Gaithersburg, MD: NUS Corporation.1985.
17. EPA. Catastrophic Failure of Storage Tanks Caused by Vapor Explosion.1997;4.
18. Iran meteorological organization. available at www.irimo.ir.
19. Deputy Minister of Engineering & Local Manufacturing Research & Standards. Irannian Petroleum Standards. IPS-E-PR-360. First Revision. 2009.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]

Research Article

Investigating and Modeling of The Effects of Condensate Storage Tank Fire in a Refinery

Mohammad Kamaei[1], Seyed Shamseddin Alizadeh[2]*,Abdorahman Keshvari[3], Zeynab Kheyr khah[4], Parisa Moshashaei[5]

Received: 31 August 2015 Accepted: 14 December 2015

Abstract

Background & objective: Oil storage tanks are major industrial facilities which always pose risks of toxic substance release, fires and explosions. Fire has been recognized as the most common risk associated with such facilities, while explosion is the most important one in terms of ability to claim human lives and damage property. The current study aimed at investigating and modeling the effects of fires occurring in a gas condensate tank farm, according to which the level of possible emergencies were specified using the guidelines provided by the Center for Chemical Process Safety. Lastly, control measures were recommended.

Methods: In the present study, the release and leakage of gas condensate from floating roof tanks were assessed using HAZOP method. Then, using PHAST software, the amount of radiation intensity received by the surrounding environment was determined, safe boundaries were computed, and according to the CCPS standard the emergency levels were determined.

Results: modeling was performed based on the maximum capacity of tanks for both cold and hot seasons. The results revealed that safe distance for a maximum amount of irradiation density (4 KW/m^2) related to a sudden release were 60 and 140 meters, respectively.

Conclusion: according to the current condition of the plants and storage tanks, a plan was recommended for emergency management and practical suggestions were provided to improve the reliability and consistency.

Keywords: Modeling, Reservoir Roof, Condensate Gas, Emergency

Please cite this article as: Kamaei M, Alizadeh SH, Keshvari A, Kheyr khah Z, Moshashaei P. Investigating and modeling of the effects of condensate storage tank fire in a refinery. *2015; 2(3):28-37.*

1. Master of Science in Management HSE, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.
2*. **(Corresponding author**) PhD in Occupational Health Engineering, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran. Email: ss.alizadeh2013@gmail.com
3. Assistant Professor, University of Imam Hussein (AS), Tehran, Iran. HSE is responsible for Construction Base Khatam olanbiya, Tehran, Iran.
4. Master of Environmental Engineering, Islamic Azad University, Science and Research, Ahvaz, Iran.
5. Student of Occupational Health,Msc, Department of Occupational Health Engineering, Health Faculty, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.

[Downloaded from johe.umsha.ac.ir on 2026-06-11]