بررسی مدل پیامد انتشار گاز متان در یکی از جایگاه‌های سوخت CNG شهر اهواز

غلامعباس شیرالی[۱]، لیلا نعمت پور[۲*]

مقاله پژوهشی

CC BY

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۰۳

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۱۱

ارجاع:

شیرالی غلامعباس، نعمت پور لیلا. بررسی مدل پیامد انتشار گاز متان در یکی از جایگاه‌های سوخت CNGشهر اهواز. بهداشت کار و ارتقاء سلامت ۱۳۹۷;۲(۲): ۸۸-۷۷.

چکیده

مقدمه: طی سال های اخیر اهمیت گاز طبیعی فشرده شده (CNG) نسبت به بنزین و گازوئیل افزایش یافته است. استفاده از این گاز به عنوان سوخت پاک در کاهش آلاینده های هوا و محدودیت در تأمین منابع نفتی موجب افزایش توسعه جایگاه های عرضه آن در کشور شده است. لذا هدف از انجام این مطالعه بررسی مدل انتشار گاز متان در جایگاه‌های CNG برای تهیه نقشه حفاظتی در اطراف آن ها می باشد.

روش بررسی: پژوهش حاضر یک مطالعه موردی است. در این مطالعه، به مدلسازی پیامدهای آتش و انفجار در یکی از جایگاه‌های سوخت CNG اهواز با استفاده از نرم افزار ALOHA انجام شده است. در این مدلسازی سناریوهای مختلف از جمله ایجاد شکافی با قطر ۰/۰۱ ، ۰/۰۲ و ۰/۰۳ متر بر روی مخازن تحت فشار متان مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها: بر اساس نتایج این مطالعه، در مقایسه ای که بین سناریوهای متفاوت انجام شد، مشاهده گردید که با افزایش قطر شکاف، محدوده تشعشع حرارتی نیز در فواصل بیشتری پیشروی خواهد کرد به طوریکه این فاصله از شکافی به قطر ۰/۰۱ تا ۰/۰۳ میلی متر در ۱۰ kw/m^2 به ترتیب از ۱۰به ۲۱ متری افزایش داشته است. همچنین در محدوده قابل اشتعال ابر بخار متان ، غلظت در ۳۰۰۰۰ ppm که حدود ۶۰ درصد حداقل غلظت قابل اشتعال (LEL) می باشد که از فاصله ۶۸/۵۸ به ۱۶۰ متر می رسد.

نتیجه گیری: عواقب ناشی از موج انفجار تا ۱۶۰ متر و تشعشع حرارتی تا ۲۱ متری در جایگاه‌های سوخت CNG خطرناک ترین عاملی است که کارکنان و مناطق مسکونی اطراف را تهدید می کند. در نتیجه با رعایت فاصله مجاز در ساخت و ساز و افزایش اقدامات ایمنی و پیشگیری از حوادث در اطراف جایگاه‌های سوخت رسانی می توان موجب کاهش تلفات و حوادث احتمالی شد.

کلید واژه ها: جایگاه سوخت CNG، متان، مدلسازی پیامد، نرم افزار ALOHA

[۱]گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
[۲*]گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
(نویسنده مسئول: Lnematpour94@gmail.com)

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-06-12]

مقدمه

با پیشرفت صنایعی همچون نفت و گاز در جهان، مخاطرات مربوط به آن رو به افزایش است. حوادث ایجاد شده در صنایع نفت و گاز همواره با شروع یک واقعه آغاز می شود که این وقایع می تواند شامل ترکیدن و یا شکستن خطوط لوله، ایجاد شکاف در مخزن و یا وقوع واکنش های غیر قابل کنترل باشد. نشت مواد سمی و خطرناک یکی از عوامل تهدیدکننده بر سلامتی افراد شاغل و ساکنین اطراف همچون اثرات سوء مانند مرگ، جراحات بدنی و در معرض قرارگیری ماده سمی به مدت طولانی و تأثیرات مخرب زیست محیطی این صنایع بوده است (۱-۲). پیامدهای ناشی از رها شدن مواد شیمیایی به سه دسته آتش سوزی، انفجار و آثار مربوط به سمیت مواد در محیط تقسیم بندی می شود. یکی از روش‌های مؤثر در انجام اقدامات پیشگیرانه، مطالعه پیامد حوادث با استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک و مدل های پخش اتمسفری و تهیه برنامه واکنش در شرایط اضطراری است (۳-۴). در اواخر دهه شصت میلادی روش هایی برای شناسایی مخاطرات فرآیند شیمیایی همچون روش شناخته شده‌ی HAZOP ابداع و ارائه گردید، اما با وجود وضع قوانین الزام آور به ایمنی و ابداع روش‌هایی برای شناسایی و ارزیابی مخاطرات هنوز هم حوادث در واحدهای صنعتی رخ می دهند. انفجار در یک واحد عظیم پتروشیمی در شهر تولوز فرانسه در سال ۲۰۰۱ باعث کشته شدن ۲۲ نفر و ناپدید شدن ۱۵ نفر شد و بیش از ۶۵۰ نفر مجروح شدند. همچنین انفجار و آتش سوزی که در پالایشگاه تگزاس آمریکا در سال ۲۰۰۵ سومین پالایشگاه بزرگ آمریکا روی داد، ۱۵کشته و ۱۷۰زخمی داشت و بیش از یک میلیارد دلار خسارت برجای گذاشت (۵). در حین بروز یک حادثه مربوط به انتشار گازهای قابل اشتعال و انفجار، تعیین شعاع آسیب رسانی از اهمیت به سزایی برخوردار است. این کار جهت مشخص شدن حریم ایمن و خطر است تا بتوان محدوده حفاظتی را تعیین کرد و میزان تلفات را کاهش داد. امروزه برای مدلسازی پخش مواد، مدل‌های متفاوتی ارائه شده است، پرکاربردترین این مدل‌ها، مدل‌های گوسین هستند که پایه تمامی آن ها مدل توده های گاوس می باشد (۶). مدلسازی به وسیله نرم افزار روشی سریع و دقیق برای پیش بینی میزان گسترش، شبیه سازی رهایش، بررسی امکان تشکیل مخلوط های قابل اشتعال، قابل انفجار و سمی در فواصل مکانی مختلف از محل حادثه ،تعیین احتمال و میزان مرگبار بودن سناریوهای مختلف در اثر ایجاد پیامدهای گوناگون و امکان فراهم آوردن شرایط لازم برای انجام تمهیداتی به منظور کاهش آثار مخرب ناشی از پیامدهای ایجاد شده، می‌باشد (۷). امروزه نرم افزارهای متعددی همچونDEGADIS، SLAB، PHAST و ALOHA به منظور مدلسازی پخش مواد سمی و خطرناک تهیه گردیده است (۸)، که نتایج حاصل از این نرم افزارها به منظور نمایش مکانی در محیط Google Earth یا MARPLOT قابل مشاهده می باشد.

نرم افزار ALOHA (Areal Location Of Hazardous Atmosphere) توسط آژانس حفاظتی محیط زیست امریکا (EPA)برای مدلسازی حوادث ناشی از رهایش مواد سمی، منفجره و یا آتش و انفجار در پیامد آن‌ها عرضه شده است که به معنی محل‌های هوایی پرخطر در جو است (۹). ALOHA به کاربر این امکان را می دهد که در بین سناریوهای مختلف حوادث، الگوریتم مناسب جهت نشت مواد در مدت زمان محدود را انتخاب نماید (۱۰). در این نرم افزار با فرض مسطح و همگن بودن زمین و ثابت گرفتن شرایط آب و هوایی، زمان انتشار منبع ممکن است بین یک دقیقه تا یک ساعت متفاوت باشد (۶). ALOHA قادر به شبیه سازی مدل پراکندگی برای بیش از ۱۰۰۰ ماده شیمیایی است که عمدتا در شبیه سازی انتشار اتفاقی مواد خطرناک و پراکندگی بخار شیمیایی استفاده می‌شود (۱۱). از جمله عوامل موثر در مدل سازی تخلیه مواد می توان به شکل انتشار مواد، فاز ماده تخلیه شده، اندازه نشتی، مدت نشتی، مسیر ترمودینامیکی و نقطه پایانی و همچنین نحوه‌ی پخش ماده در محیط و اتمسفر که از اهمیت ویژه‌ای

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-06-12]

برخوردار است، اشاره کرد. عواملی همچون شرایط آب و هوایی، پایداری اتمسفر، ارتفاع انتشار مواد، ناهمواری های زمین و اندازه‌ی حرکت مواد رها شده بر شکل ابر و نحوه‌ی پخش آن موثر است (۱۲-۱۳).

در سال های اخیر بـه منظور کاهش مصرف بنزین از گاز طبیعی فشرده CNG به دلیل سوخت پاک و فراوانی ذخائر گاز طبیعی در کشور استفاده می شود. اجزاء اصلی گاز طبیعی شامل متان ۷۵ درصد، اتان ۱۵ درصد و ۵ درصد دیگر هیدروکربن ها، مانند پروپان و بوتان می باشد. در ایران، مصرف صنعتی و خانگی از گاز طبیعی به شرح زیر است: ۹۸/۵۷ درصد متان، ۰/۶۳ درصد اتان، ۰/۱ درصد پروپان، ۲/۰۲ درصد ایزوبوتن، ۰/۰۱ درصد دی اکسید کربن و ۰/۰۱ درصد مونوکسید کربن. متان یک گاز بی رنگ و بدون بو است که در طبیعت توزیع گسترده ای دارد و سمی نیست اما می تواند با کاهش اکسیژن محیط باعث خفگی شود (۴). باتوجه به اینکه در ایران درصد بیشتر گاز طبیعی از متان است به جای گاز طبیعی مورد بررسی قرار می گیرد. جایگاه‌های سوخت CNG معمولا در سراسر کشور وجود دارند و اغلب در مجاور مناطق مسکونی واقع شده اند. در بسیاری از موارد مشاهده شده است که این جایگاه‌ها در اثر بی احتیاطی و عوامل متعددی دچار آتش سوزی و انفجار شده اند. این گاز تحت تاثیر کمپرسور و سه سطح فشار، متان با فشار ۲۵۰ بار به دست آمده در مخازن ذخیره و در نهایت وارد جایگاه سوخت می شود. گاز متان در سه سطح، فشار کم (۱۶۰ بار) با ۳۶ سیلندر، فشار متوسط (۲۰۰ بار) با ۲۷ سیلندر و فشار بالا (۲۵۰ بار) با ۱۲ سیلندر نگهداری می شود (۴).

در مطالعه ای که توسط سعید سیفی و همکارانش در جهت تحلیل ریسک و ارزیابی قابلیت اعتماد در ایستگاه‌های سوخت رسانی CNG صورت گرفت، مشاهده گردید، بیشترین میزان نشتی در مخازن تحت فشار ذخیره گاز CNG صورت می گیرد به طوری که فرکانس نشتی در این قسمت ۰/۱۳۷۵۳ در سال برآورد شده است. به تبع آن پیامدهای حاصل از آن بسیار بیشتر از سایر قسمت‌های ایستگاه می باشد. به همین دلیل در اینجا سناریوهایی تحت مطالعه برروی مخازن تحت فشار انجام شده است (۱۴). این مخازن تحت فشار می توانند خطراتی نظیر سمیت، انفجار و آتش سوزی داشته باشند و باعث آسیب به کارکنان محل سوخت گیری و ساکنین مجاور آن شوند. لذا هدف از این مطالعه ارائه تصویری از نحوه انتشار و انفجار مخازن ذخیره متان قبل از بروز حادثه از طریق مدلسازی انتشار آن و تعیین محدوده حفاظتی جایگاه‌های سوخت CNG باتوجه به شرایط محیطی و خواص فیزیکی - شیمیایی این ماده و همچنین با در نظر گرفتن محتمل ترین نوع حادثه که در جایگاه‌های سوخت می تواند رخ دهد، به وسیله نرم افزار ALOHA می باشد.

روش بررسی

مطالعه حاضر که یک مطالعه موردی است به بررسی و مدلسازی نحوه انتشار گاز متان از مخازن ذخیره ۴۰۸۰ لیتری در یک جایگاه سوخت در شهر اهواز پرداخته شده است. در ادامه به عوامل مؤثر بر کاهش محدوده متأثر از انتشار این ماده و همچنین تهیه طرح واکنش در شرایط اضطراری در اطراف جایگاه سوخت و منطقه متأثر از انتشار متان اشاره می گردد. جهت توسعه یک برنامه واکنش در شرایط اضطراری باید خطرات موجود در جایگاه مورد مطالعه و نیز بررسی بدترین سناریوهای ممکن مورد مطالعه قرار گیرند (۳). به همین منظور، سناریوها بر اساس مطالعه‌ای که توسط ملابخشی و همکاران (۱۳۸۸) به منظور تکرارپذیری نشت متان از مخازن در طول سال صورت گرفته است، انتخاب شده است و به این نتیجه رسیده اند که احتمال نشت متان در سال برای شکاف‌های با قطر ۵ تا ۱۰، ۱۰تا ۱۵ و ۵۰ تا ۱۵۰ میلی متر به ترتیب برابر $۳/۸ \times ۱۰^{-۳}$، $۹/۶ \times ۱۰^{-۵}$ و $۹/۸ \times ۱۰^{-۶}$ بوده است و احتمالا نشت متان نسبت به سناریوهای دیگر محتمل تر بیان شده است (۱۵). از این رو سعی شده است از محتمل‌ترین این سناریوها استفاده شود و نتایج حاصل با هم مقایسه شوند. نشتی صورت گرفته از سه شکاف به قطرهای ۲۰،۱۰ و ۳۰ میلی متر بر روی

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-06-12]

مخزن CNG با فشار بالا (۲۵۰ بار) که در اثر خوردگی به وجود آمده است، در نظر گرفته شده اند. ارتفاع مخزن ۱۸۰ سانتیمتر می باشد و متان سریعاً تغییر فاز داده و به صورت گاز پخش می شود (۱۶). این سناریو در یکی از جایگاه‌های سوخت CNG در اهواز مورد بررسی قرار گرفت که جنس زمین سیمان بوده و در اطراف آن مناطق مسکونی و خیابان‌های پر تردد وجود داشته است و داده های هواشناسی مورد مطالعه با توجه به شرایط غالب آب و هوایی اهواز در فصل زمستان با دمای متوسط ۴۰ درجه سانتیگراد، رطوبت ۵۰ درصد و سرعت باد ۵ متر برثانیه انتخاب گردیده است.

پارامترهای ورودی مورد نیاز در نرم افزار ALOHA جهت مدلسازی نشت متان از مخازن ذخیره آن شامل خصوصیات منبع انتشار (محل منبع و زمان انتشار)، پارامترهای اتمسفریک (دمای محیط، رطوبت، جهت و سرعت باد، نوع زمین و ...) و پارامترهای مربوط به ماده شیمیایی می باشد. پیامدهای ناشی از سمیت مواد رها شده در محیط را با معیارهایی چون مقادیر راهنمای پاسخ در شرایط اضطراری ((Emergency Response Program Guideline) ERPG) ، بلافاصله خطرناک برای زندگی و سلامت ((Immediately TLV-TWA Dangerous to Life and Health) IDLH) و TLV-STEL می توان سنجید (۶-۱۷). همچنین در این نرم افزار از معیار دیگری جهت تعیین محدوده تشکیل ابر بخار سمی به نام راهنمای سطوح مواجهه حاد AEGLs استفاده می گردد که به صورت تراکم هوابرد می باشد و برحسب قسمت در میلیون (ppm) یا میلی گرم برمتر مکعب بیان می شود. تعیین این محدوده ها به صورت زیر می باشد:

۱- AEGL: در این غلظت پیش بینی می شود کـه جمعیت عمومی شامل افراد مستعد، تحریک، آزردگی و برخی از اثرات غیر حسی و بدون علامت را تجربه کنند و به هرحال اثرات ناتوان کننده نیست و زودگذر و برگشت پذیر است.

۲- AEGL: در این حالت افراد جامعه شامل افراد مستعد، می توانند اثرات نامطلوب، شدید و یا برگشت ناپذیر را تجربه کنند. در این حالت ممکن اسـت افراد توان فرار را به نوعی از دست بدهند.

۳- AEGL: در این حالت افراد ممکـن اسـت دچـار مرگ شده و یا مواجهه در این سطح تهدیدکننده حیات افراد باشد.

معیار دیگری که در این نرم افزار مورد استفاده قرار می گیرد معیار ERPG می باشد که توسط ALHA ارائه گردیده است. این معیار دارای سه سطح با پیامدهای متفاوتی می باشد که به صورت زیر توضیح داده شده اند:

۱- ERPG: حداکثر غلظتی از ماده شیمیایی در هوا است که همه افراد می توانند به مدت یک ساعت در معرض آن قرار بگیرند، بدون آنکه مزاحمتی برای آن ها ایجاد کند یا بوی ناخوشایندی داشته باشد.

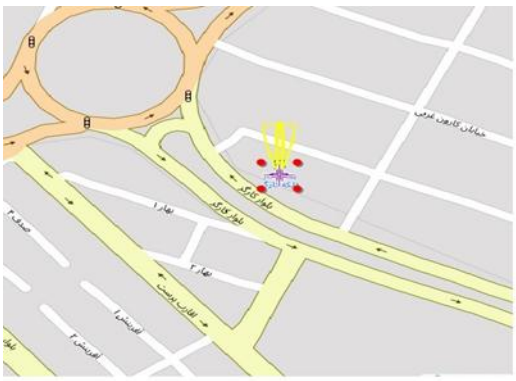
۲- ERPG: حداکثر غلظتی از ماده شیمیایی در هوا است که همه افراد می توانند به مدت یک ساعت در معرض آن قرار بگیرند، بدون آنکه آسیب جدی یا غیر قابل جبران ببینند یا نتوانند اقدامات ایمنی را انجام دهند.

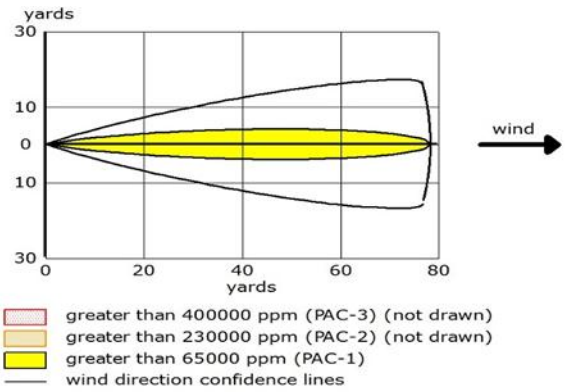
۳- ERPG: حداکثر غلظتی از ماده شیمیایی در هواست که همه افراد می توانند به مدت یک ساعت در معرض آن قرار بگیرند، بدون آنکه زندگی آنها تهدید شود.

یافته ها

یافته های حاصل از سناریوی ۳ نشان داد که در صورت وقوع سناریو، زمان خروج کل متان از مخزن ۱ دقیقه می باشد. نتایج خروجی مدلسازی گرافیکی سناریو و تشکیل ابر بخار سمی در محدوده مخزن با شکاف ۳۰ میلی متری در شکل ۱ نشان داده شده است. همان طوری که در تصویر مشاهده می شود، حدود ۷۳ متر اطراف مخزن (محدوده زرد رنگ) غلظت گاز متان ۶۵۰۰۰ ppm می‌باشد که در محدوده AGEL-1 قرار داشته که در افراد مستعد باعث تحریک، آزردگی و برخی اثرات غیر حسی و بدون علامت شده که زودگذر و برگشت پذیر می باشد.

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-06-12]





شکل ۱: مدلسازی تشکیل ابر بخاری سمی در فواصل مختلف مخزن

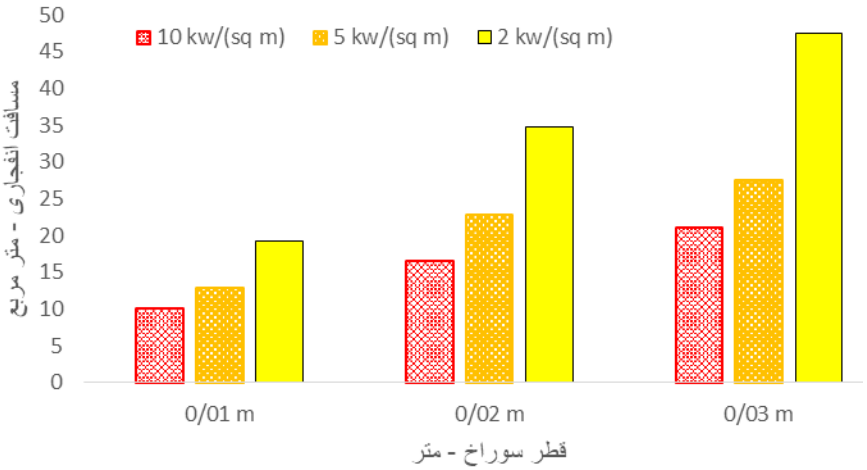
جدول ۱: شعاع تشعشع حرارتی

سناریوها	قطر (متر)	شعاع تشعشع حرارتی (متر مربع)		
		۱۰kw/m^2	۵kw/m^2	۲kw/m^2
۱	۰/۰۱	۱۰	۱۲/۸	۱۹/۲
۲	۰/۰۲	۱۶/۴۵	۲۲/۸۶	۳۴/۷۴
۳	۰/۰۳	۲۱	۲۷/۴۳	۴۷/۵۴

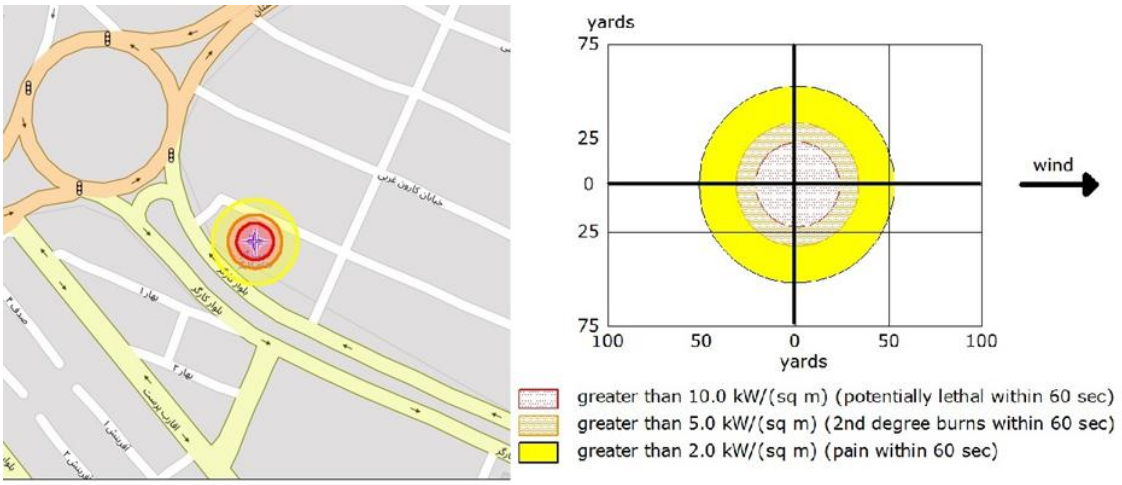
در لحظه وقوع نشت متان از مخزن، پدیده موج انفجار BLEVEایجاد می شود که در این صورت مخزن منفجر شده و متان به صورت یک توپ آتشین می سوزد. BLEVE هنگامی اتفاق می افتد که مخزن حاوی مایع تحت فشار به نقطه جوش رسیده و دچار ترکیدگی و از هم گسیختگی شود. این اتفاق معمولاً در مخازن گازهای تحت فشار روی می دهد و انفجاری فاجعه آمیز را در پی دارد. از جمله عواملی که سبب ایجاد پدیده BLEVE می گردد: افزایش فشار مخزن، خوردگی مخزن، قرارگیری مخزن در معرض آتش سوزی و حرارت، افزایش حجم مواد درون مخزن و خرابی مکانیکی توام با ضربه می باشد. از جمله آسیب‌های به وجود آمده بعد از پدیده BLEVE تلفات جانی (مرگ و میر) و صدمات حاد به نیروی انسانی و آسیب به تأسیسات و تجهیزات می باشد (۱۸). در جدول ۱ میزان تشعشع حرارتی حاصل از پدیده BLEVE در سناریوهای مختلف داده شده است.

در شکل ۲ میزان تشعشع حرارتی مربوط به سه سناریو به صورت نمودار آورده شده است. همان طوری که مشاهده می شود با افزایش قطر شکاف میزان تشعشع حرارتی در فواصل بیشتری پیش روی می کند. طول شعاع حرارتی فقط به قطر شکاف بستگی دارد. اندازه شکاف ها ۰/۰۱ ، ۰/۰۲ و ۰/۰۳ متر بوده است که به ترتیب ۱۹/۲، ۳۴/۷۴ و ۴۷/۷۴ متر مربع شعاع حرارتی داشته اند. همانگونه که دیده می شود فاصله و سطح آسیب دیده، بستگی به اندازه شکاف و شار حرارتی تابشی دارد. در تصویر گرافیکی مربوط به شکافی با قطر ۳۰ میلی متر (شکل ۳) در صورت نشت کامل متان تا محدوده ی ۲۱ مترمربعی از مخزن میزان تشعشع حرارتی (محدوده قرمز رنگ) حدود kw/m^2 ۱۰ است که ممکن است در عرض ۶۰ ثانیه باعث مرگ افراد در محل شود. در محدوده ی ۲۷/۴۳ مترمربعی مخزن (محدوده نارنجی رنگ) میزان تشعشع حرارتی برابر kw/m^2 ۵ است که منجر به سوختگی درجه ۲ گردد و در محدوده‌ی ۴۷/۵۴ مترمربعی منبع نیز تشعشع حرارتی برابر ۲kw/m^2 است که ممکن است در طول ۶۰ ثانیه منجر به درد موضعی گردد.

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-06-12]



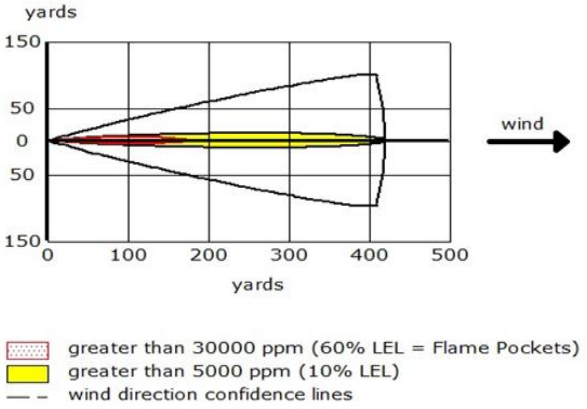
شکل ۲: میزان تشعشع حرارتی حاصل از پدیده BLEVE



شکل ۳: میزان تشعشع حرارتی(شکاف با قطر ۳۰ میلی متر)

نتایج مدلسازی گرافیکی تشکیل بخار متان در محدوده مخزن بر اساس غلظت قابل اشتعال نشان می دهد (شکل ۴) در صورت نشت کامل متان از مخزن از طریق شکافی به قطر ۳۰ میلی متر، تا فاصله ۱۶۰ متری مخزن (منطقه قرمز رنگ) غلظت متان به ppm ۳۰۰۰۰ می باشد که حدود ۶۰ درصد حداقل غلظت قابل اشتعال (Lower Explosive Level)) (LEL گاز متان است و تا محدوده ۳۸۴ متری مخزن (محدوده زرد رنگ) غلظت متان به ppm ۵۰۰۰ می رسد که حدود۱۰ درصد حداقل غلظت قابل اشتعال (LEL) گاز متان است. در جدول ۲ نیز محدوده قابل اشتعال ابر بخار متان در ۳ سناریوی داده شده مشاهده می شود. در این محدوده همانند پدیده BELEVE با افزایش قطر شکاف، میزان پراکنش گاز متان در فواصل بیشتری رخ می دهد.

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-06-12]



شکل ۴: محدوده قابل اشتعال ابر بخار متان (شکاف با قطر ۳۰ میلی متر)

جدول ۲: محدوده قابل اشتعال ابر بخار متان

غلظت (PPM)	LEL (درصد)	سناریو	قطر شکاف (متر)	محدوده قابل اشتعال ابر بخار متان (متر)
		۱	۰/۰۱	۶۸/۵۸
۳۰۰۰۰	۶۰	۲	۰/۰۲	۱۱۴/۳
		۳	۰/۰۳	۱۶۰
		۱	۰/۰۱	۱۸۲/۸۸
۵۰۰۰	۱۰	۲	۰/۰۲	۳۱۰/۹
		۳	۰/۰۲	۳۸۴

بحث

مدل سازی و ارزیابی پیامد در صنایع نفت و گاز همان طور که اشاره گردید، اهمیت خاصی دارد. حوادث مهم صنایع در اثر یک حادثه اتفاق می افتد که این حوادث اغلب قابل پیش بینی است. لذا با مطالعه حوادث اتفاق افتاده و ارزیابی پیامد آن ها می توان به اهمیت مدلسازی حوادث پی برد (۹). بر اساس نتایج این مطالعه مهمترین خطری که کارکنان و منازل مسکونی اطراف را تهدید می کند عواقب ناشی از موج انفجار حاصل از ابر بخار تشکیل شده می باشد که می تواند در غلظت گاز ppm ۳۰۰۰۰ با ۶۰ درصد حداقل غلظت قابل اشتعال متان در بدترین سناریو تا فاصله ۱۶۰ متری منجر به تخریب ساختمان های اطراف و باعث ایجاد صدمات جدی به خودروها و افراد در حال تردد در مجاورت آن شود و در غلظت ppm ۵۰۰۰ که حدود ۱۰ درصدحداقل غلظت قابل اشتعال گاز متان تا فاصله ۳۸۴ متری می تواند باعث شکستن شیشه های منازل مسکونی اطراف شود. در مطالعه ای که کالیک (Kulich) و همکاران (۲۰۱۵) با عنوان ارزیابی خطرات انفجار با گازهای قابل انفجار در مخزن CNG و LPG خودروها انجام داده اند، با فرض ایجاد منفذ ۳۳۰ میکرومتری در مخزن سوخت خودرو و مدلسازی به وسیله نرم افزار ALOHA با این نتیجه رسیده‌اند که در غلظت LEL ۶۰ درصد تا فاصله ۲۴ متری و در غلظت LEL ۱۰درصد تا فاصله ۶۰ متری پیشروی داشته است (۱۶). پدیده BLEVE حاصل از نشت متان که حداقل از۱۰ متر مربع در شعاع حرارتی Kw/m^2 ۱۰ در شکاف ۱۰ میلی متر تا محدوده ی ۴۷/۵۴ مترمربعی در شعاع حرارتی $2Kw/m^2$ در شکاف ۳۰ میلی متر اطراف جایگاه سوخت می تواند باعث صدمات جبران ناپذیری به افراد شود. در مطالعه محمدفام و همکاران (۱۳۹۵) با عنوان ارزیابی پیامد حریق مخازن گاز متان در یک پالایشگاه گاز با استفاده از نرم افزار PHAST انجام داده اند. در مطالعه آنان با انتخاب سه سناریو

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-06-12]

با نشتی های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۵۰ میلی متر با استفاده از مدل سازی پیامد، تشعشع حرارتی ناشی از حریق به عنوان پیامد اصلی وقوع حادثه در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد، بدترین سناریو با نشتی ۲۵۰ میلی متر با شدت تشعشع Kw/m^2 ۳۷/۵ محدوده ای در حدود ۳۷۱۰۴ متر مربع را احاطه نموده است که باعث مرگ و میر ۲۳ نفر خواهد شد (۱۹). در مطالعه دیگری که توسط جلالی النجارقی و همکاران (۱۳۹۵) با عنوان مدلسازی و ارزیابی پیامد بروز سانحه در مخازن استوانه ای ذخیره متان: مطالعه موردی پالایشگاه شهید هاشمی نژاد (خانگیران – سرخس) که توسط نرم افزار ALOHA انجام داده اند، بارزترین حادثه ناشی از نشت متان را جت آتش بیان نموده اند. نتیجه حاصل از مطالعه آنان نشان داد که در بدترین شکل سناریو تشعشع حرارتی در Kw/m^2 ۱۰ محدوده ای به وسعت ۱۰۲ مترمربع و در شعاع حرارتی Kw/m^2 ۲ محدوده-ای به وسعت ۲۲۰ مترمربع را پوشش داده است (۲۰). اگر چه متان گازی سمی نیست، اما می تواند با کاهش اکسیژن محیط باعث خفگی در افراد شود ولی به دلیل اینکه در فضای آزاد انتشار متان صورت گرفته است این امکان وجود ندارد و تنها در سناریوی شکاف ۳۰ میلی متری در غلظت ppm ۶۵۰۰۰ و در فاصله ۷۳ متری منتشر شده، دیده شده است که باعث اثرات نامطلوب چندانی نمی شود و این اثرات به صورت برگشت پذیر می باشند، از این رو نمی تواند از نظر سمیت نگرانی قابل توجه‌ای ایجاد کند. در مطالعه‌ای که ملابخشی و همکاران (سال ۱۳۸۸) با عنوان مدلسازی پیامدهای آتش و انفجار در یک ایستگاه سوخت رسانی گاز فشرده CNG انجام داده‌اند، مخاطرات ایستگاه سوخت رسانی CNG به کمک سناریو های مختلفی جهت مدلسازی منطقه آتش و انفجار، تاثیر پیامدها برروی جمعیت حاضر در ایستگاه در طول روز و شب را ارزیابی نموده اند، سپس تعداد تلفات آن حادثه مشخص گردیده است. در ادامه با تعیین تکرار پذیری هر سناریو توانستند میزان ریسک سناریوهای مختلف را تعیین نمایند و وضعیت ریسک را با استاندارد های مجاز مقایسه کنند. نتایج نشان داد که وضعیت ریسک ایستگاه سوخت رسانی CNG در اکثر نقاط در منطقه هشدار قرار دارد و در قسمت کوچکی در منطقه خطر می باشد (۱۵). که با نتایج حاصل از این مطالعه همخوانی دارد. در مطالعه دیگری که پیامد انفجار در مخزن سوخت خودروها در ایستگاه سوخت گیری CNG به وسیله نرم افزار PHAST انجام شده است، مشاهده گردید که موج انفجار با توجه به حجم سوخت خودرو تا ۳/۵ متری اطراف مخزن پیشروی کرده است (۲۱). اما در این مطالعه که برروی مخازن جایگاه سوخت انجام شده است، موج انفجاری بر اساس نوع سناریو از ۶۸/۵۸ تا ۱۶۰ متر اطراف جایگاه سوخت گیری را تحت شعاع قرار داده است. سیونگ کیو و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه ای با هدف مدل سازی پیامدهای نشت گاز طبیعی از مخازن، اندازه قطر نشتی را عاملی مؤثر در گسترش محدوده تحت تأثیر انفجار، آتش فورانی و آتش ناگهانی عنوان کردند (۲۲) که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. با توجه به اینکه این مطالعه در فصل زمستان انجام شده است، فواصل خطر در فصل تابستان نسبت به زمستان ممکن است افزایش یابد. علت افزایش فواصل خطر در فصل تابستان نسبت به زمستان این است که در فصل تابستان لایه های سطحی جو که در مجاورت سطح زمین قرار دارند تقریباً دمایی برابر با لایه های فوقانی جو داشته و بنابراین جوی پایدارتر نسبت به زمستان حاکم است اما در فصل زمستان دمای لایه های نزدیک به زمین که حرارت زمین را که با تابش نور خورشید حاصل شده به خود گرفته اند با دمای لایه های فوقانی جو تفاوت بیشتری داشته و بنابراین جوی ناپایدارتر نسبت به تابستان حاکم است و همانطور که میدانیم در جو پایدارتر میزان گسترش گازهای سنگین بسیار بیشتر از جو ناپایدار است، زیرا حرکت جریان هوا در محور عمود بر سطح زمین کم بوده و توده آلودگی در محور افقی گسترش بیشتری پیدا می‌کند (۲۳). با توجه به اینکه اهواز شهری با شرایط آب و هوایی بسیار گرم و رطوبت بالایی در تابستان می باشد این شرایط می تواند در فصل تابستان نتایج متفاوت تری را ایجاد نماید.

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-06-12]

نتیجه گیری

با توجه به نمودارهای ارائه شـده حاصل از مدلسازی پیامد سناریوی نشت متان از خروجی نرم افزار ALOHA می توان نتیجه گرفت که در این سناریو، جدی ترین خطری که کارکنان و ساختمان های اطراف جایگاه سوخت CNG را تهدید می کند عواقب ناشی از تشعشع حرارتی می باشد. به همین منظور، در مکان هایی که در مجاورت ایستگاه CNG واقع شده اند، مانند منازل مسکونی، مکان‌های تفریحی و جاده های ترافیکی توصیه می شود به منظور دوری از منطقه خطر تدابیر لازم اندیشیده شود. جهت ساخت ایستگاه‌های سوخت رسانی در درون شهرها باید استانداردهایی درخصوص ایمنی مانند، نحوه انتخاب زمین مناسب، رعایت فواصل مجاز جایگاه در مکان های پرجمعیت، رعایت فواصل نصب تجهیزات از یکدیگر و ... تدوین گردد. همچنین مهمترین اقدامات پیشگیرانه در جلوگیری از این گونه حوادث، کنترل لحظه به لحظه مخازن تحت فشار و بازرسی دوره‌ای، می باشد. از طرف دیگر، جهت جلوگیری از ایجاد این حوادث و انجام اقدامات پیشگیرانه و کنترلی جهت کاهش آسیب به انسان و تجهیزات و اموال می‌توان به برنامه های ارزیابی ریسک در این زمینه پرداخت. در این مطالعه تنها به بررسی نشتی از مخازن ذخیره گاز متان پرداخته شده است و بدون شک خرابی و نشتی از اتصالات و شیرالات مربوطه نیز می‌توانند باعث حوادثی شود که لازم است در مطالعات آتی به آنها پرداخته شود. همچنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد وجود برنامه شرایط اضطراری همراه با صرف بهینه وقت و هزینه، بالاترین اثربخشی لازم را خواهد داشت و از آن جایی که اولین قدم در تخلیه منطقه خطر است، تخمین تعداد افراد در معرض خطر امری الزامی می‌باشد (۲۴). به علاوه پیشنهاد می-شود در سناریوهای مختلف تعداد ساکنین در معرض مواجهه با رهایش گاز متان و همچنین فصول مختلف سال مورد بررسی قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

این پژوهش بخشی از پروژه درسی مدلسازی در بهداشت حرفه‌ای می باشد که در یکی از جایگاه‌های سوخت CNG در شهر اهواز صورت گرفته است. بدینوسیله از همکاری مدیریت و کارکنان جایگاه سوخت CNG که در اجرای این مطالعه همکاری لازم را داشته اند کمال تقدیر و تشکر را می نمائیم.

مشارکت نویسندگان

طراحی پژوهش: ل.ن

جمع آوری داده: ل.ن

تحلیل داده: ل.ن

نگارش و اصلاح: لی.ن، غ.ش

تضاد منافع

هیچ گونه تضاد منافعی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

منابع

1.Jahangiri M, Parsarad A. Determination of hazard distance of chemical release in a petrochemical industry by chemical exposure index (CEI). Iran Occupational Health. 2010;7(3):55-62.

2.Crawley F, Tyler B. HAZOP: Guide to best practice. US: Elsevier; 2015.

3.Beheshti MH, Hajizadeh R, Mehri A, Borhani Jebeli M. Modeling the result of hexane leakage from storage tanks and planning a emergency

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-06-12]

response programm in a petrochemical complex. Iran Occupational Health. 2016;13(1):69-79.

4. Badri N, Nourai F, Rashtchian D. Quantitative risk assessment to site CNG refueling stations. Chemical Engineering Transactions. 2010;19:255.

5. Mobin Langari ES, Davod Rashtchian. Analysis of ALOHA and PH modeling software. Proceeding of the first conference on safety and inspection in oil and energy industries; 2011 Feb23 tehran, Iran. Tehran: Conscious Energy of Kimia; 2011. [Persian]

6. Tseng J, Su T, Kuo C. Consequence evaluation of toxic chemical releases by ALOHA. Procedia Engineering. 2012;45:384-9.

7. Hooi YK, Hassan MF, Shariff AM, Aziz HA, Jamal NM, Suppiah S. Analysis of Chemical Plant Process Safety Information Integration Model from Information System Perspective. Information Science and Applications (ICISA) 2016. Springer; 2016, 289-98.

8. Hanna S, Britter R, Leung J, Hansen O, Sykes I, Drivas P. Source emissions and transport and dispersion models for toxic industrial chemicals (tics) released in cities. J14. 2009;1.

9. EPA N. Area Locations of Hazardous Atmospheres (ALOHA). User's Manual, US Environmental Protection Agency (USEPA) and the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Washington, DC. 1999.

10. Shao H, Duan G. Risk quantitative calculation and ALOHA simulation on the leakage accident of natural gas power plant. Procedia Engineering. 2012;45:352-9.

11. Yet-Pole I, Shu C-M, Chong C-H. Applications of 3D QRA technique to the fire/explosion simulation and hazard mitigation within a naphtha-cracking plant. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2009;22(4):506-15.

12. Shepherd JE. Journal and Refereed Symposium Articles. Nuclear Science and Engineering. 2016;88:436-44.

13. De Nevers N. Air Pollution Control Engineering. Waveland Press; 2016.

14. Saeid Saifi MbG. Risk Analysis and Reliability Assessment at CNG Refueling Stations. Proceeding of the first first national conference on engineering safety and management HSE; Iran: Tehran; 2006 feb28-30. Tehran: Sharif University of Technology; 2006. [Persian]

15. Molabakhshi K, Rashtchian D, Amidpour M. Modeling the Consequences of Fire and Explosion at a CNG Compressed Gas Refueling Station. Second CNG National Conference: National Iranian Gas Company; 1388.

16. Kulich M, Cáb S, Nos F ,Bernatík A. Explosion risk assessments for facilities with compressed flammable gases. Transactions of the VŠB–Technical University of Ostrava, Safety Engineering Series. 2015;10(2):13-9.

17. Guarnaccia J, Hoppe T. Off-site toxic consequence assessment :A simplified modeling

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-06-12]

procedure and case study. Journal of Hazardous Materials. 2008;159(1):177-84.

18. Kamaei M, Alizadeh SSA, Keshvari A, Kheyrkhah Z, Moshashaei P. 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): 10-24.
19. Shahedi As, Assarian Mj, Kalatpour O, Zarei E, Mohammadfam I. Evaluation Of Consequence Modeling Of Fire On Methane Storage Tanks In A Gas Refinery; 2016.
20. Al-Najarqi J, Hashemi ,Jalaludin S. Modeling and Evaluation of Accident Result in Methane Reservoir Cylinders: A Case Study of Shahid Hasheminejad Refinery (Khangiran-Sarakhs). Journal of New Process Promotion. 2017;12(58): 161-71.
21. Parvini M, Kordrostami A. Consequence modeling of explosion at Azad-Shahr CNG refueling station. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2014;30:47-54.
22. Dan S, Lee CJ, Park J, Shin D, Yoon ES. 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):430-41.
23. Horng J-J, Lin Y-S, Shu C-M, Tsai E. Using consequence analysis on some chlorine operation hazards and their possible effects on neighborhoods in central Taiwan. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2005;18(4-6):474-80.
24. Tuydes-Yaman H, Ziliaskopoulos A. Modeling demand management strategies for evacuations. Annals of Operations Research. 2014;217(1):491-512.

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-06-12]

Investigating Consequence Modeling of Methane Release at CNG Fuel Stations in Ahvaz City

Gholam Abbas SHIRALI[1], Leila NEMATPOUR[2*]

Original Article

Received: 2018/06/24

Accepted: 2018/08/02

Citation:
SHIRALI Gholam Abbas, NEMATPOUR Leila. Investigating Consequence Modeling of Methane Release at CNG Fuel Stations in Ahvaz City. Occupational Hygiene and Health Promotion Journal 2018; 2(2): 77-88.

Abstract

Introduction: In recent years, the importance of Compressed Natural Gas (CNG) has increased more than gasoline and petrol. Using this gas as a clean fuel to reduce air pollutants and restrictions on the supply of oil resources, has led to an increase in the expansion of its supply stations in the country. Therefore, this study aimed to investigate the methane release model at CNG fuel stations to provide the protection map around them.

Method: The present study is a case study .In this study, modeling of fire and explosion consequences has been done by using ALOHA software at one of the CNG stations in Ahvaz. In this modeling, various scenarios were examined; including creating fractures on pressurized methane tanks with diameters 0.01, 0.20 and 0.03 meters.

Results: The results of this study, by comparing different scenarios, showed that by increasing the diameter of the fracture, the range of thermal radiation would be enhanced at greater distances. The diameter of the fracture from 0.01 to 0.33 mm, in 10 kw / m2 has increased from 10 to 21 meters, respectively. Moreover, in flammable range of methane vapor, the concentration of 30,000 ppm is about 60% of the minimum explosive level (LEL), which ranges from 68.58 to 160 m.

Conclusion: The consequences of the explosion wave up to 160 meters and thermal radiation up to 21 meters are the most dangerous factor at CNG fuel stations that threatens employees and surrounding residential areas. Therefore, by considering the permitted distance of the residential areas, increasing safety actions, and preventing accidents around the fuel stations, casualties and accidents can be reduced.

Keywords: ALOHA Software, CNG Fueling Station, Consequence Model, Methane

[1]Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
[2]Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
*(Corresponding Author: Lnematpour94@gmail.com)

[Downloaded from ohhp.ssu.ac.ir on 2026-06-12]