مجله مهندسی بهداشت محیط، پاییز ۱۴۰۰، سال ۹، شماره ۱: ۸۵-۱۰۰

برآورد شرایط بحران آتش سوزی به صورت میزان انرژی ، زمان سوختن و ارتفاع شعله در انبار نفت۱۳۹۹

سیده آذر موسوی فرد[۱]، سید علی جو زی*[۲]، مژگان زعیم دار[۳]، منصور رضازاده آذری[۴]

[۱] دانشجوی دکتری مدیریت محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ایران

[۲] استاد تمام، گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ایران

[۳] استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ایران

[۴] استاد تمام،مرکز تحقیقات ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها و گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای وایمنی کار، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی،دانشکده بهداشت، ایران، تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۱۱/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۷

چکیده

زمینه و هدف : در صورت ا شتعال و انفجار انبار نفت با توجه به تراکم بالای جمعیت اطراف آن، خ سارت جانی و مالی فراوانی را در پی خواهد داشت. لذا درک نحوه ی گسترش آتش سوزی و مدل سازی حریق با استفاده از نرم افزار CFD برای پیش بینی پیامد حوادث و اثرات بالقوه آنها بسیار کمک کننده می‌باشد. این تحقیق برای اولین بار درکشور سناریوهای خطرناک و غیر منتظره انفجارو ا شتعال در سایت های نفتی را با ا ستفاده از نرم افزار پی شرفته فلوئنت وم شینگ مورد برر سی قرار داده و بدنبال حفظ سرمایه های جانی و مالی مناطق اطراف انبار نفت است.

مواد و روش ها:این مطالعه یک تحقیق توصیفی-تحلیلی می‌باشد که در سال ۱۳۹۹دریکی از انبارهای نفت کشور انجام گرفته است. به منظور تعیین نرخ انرژی حا صل از سوختن مخازن، ارتفاع شعله آتش و مدت زمان سوختن مخازن نفت ازفرمولHurly ونرم‌افزار Ansys Fluent 15 ا ستفاده شد. در این روش با تق سیم ناحیه مورد نظربه المان‌های کوچک‌تر و اعمال شرایط مرزی برای گره‌های مرزی، فاکتورهای موثر تعیین گردید.

یافته ها:انرژی و دمای ناشی ازسوختن مواد در کلیه مخازن حدود۱۳۹۰۷۲/۷کیلووات و ۴۰۰۰ درجه کلوین است. در صورت اشتعال و انفجارانبار نفت ،تقریبا ۷۰ درجه سل سیوس به دمای محیط ا ضافه خواهد شد. مناطق م سکونی نزدیک به انبار نفت از جمله انبار غله، پادگان، زندان، مناطق مسکونی رزکان نو، بخش هایی از شهرک مسکونی بنفشه و محوطه راه‌آهن که در این مسیر قرار داشته و بیشتر تحت تاثیر افزایش دمایی خواهند بود. بیشترین زمان برای سوختن مخزن شش ساعت و نیم و کمترین زمان حدودا ۵ ساعت تخمین زده شد. بالاترین ارتفاع شعله ۷۰/۶۰ متر محاسبه گردید.

نتیجه گیری : نتایج این تحقیق ن شان داد اگر آتش سوزی درمخازن رخ دهد. مناطق مختلفی از جمله م سکونی و صنعتی درم سیر پخش و پراکنش آلودگی ناشی از حریق می‌باشند. با توجه به شدت آلودگی تولید شده و وسعت مناطق درگیر خسارت های جانی و مالی قابل پیش بینی می‌باشد. در این تحقیق مشخص شد افزایش قطر مخازن وظرفیت اسمی منجر به افزایش ارتفاع شعله شده ولی درزمان سوختن تاثیری ندارد.

کلمات کلیدی: نرخ انرژی، ارتفاع شعله، مدت زمان سوختن، انبار نفت، نرم افزار فلوئنت

***نویسنده مسئول:** گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ایران
ایمیل: joozii.alii@gmail.com : – شماره تماس: ۰۹۱۲۶۱۹۴۶۷۶

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/jehe.9.1.85]

مقدمه

ایران یکی از بزرگترین کشورهای دارای ذخایر نفت و گاز در دنیا بوده که بخش مهمی از اقتصاد ایران برپایه نفت وفرآورده های آن بنا نهاده شده است، وبه همین دلیل توسعه پالایشگاه‌ها وصنایع نفتی پیش ازگذشته در دستورکاردولت مردان قرارگرفته است. ازجمله عواملی که امنیت وکیفیت زندگی وحیات شهرها را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد، مسئله توجه به مدیریت بحران شهری و راهکارهای آن است[۱]. با افزایش جمعیت جهان ومحدودیت منابع، جوامع بشری به طرزروز افزونی نسبت به حوادث و بلایا آسیب پذیرتر می گردند. آمار منتشره نیز روند صعودی تعداد افراد متاثر از این بلایا را نشان می‌دهد. قاره آسیا در بین پنج قاره جهان رتبه اول حوادث و بلایا را دارد. ده درصدحوادث طبیعی و غیرطبیعی درکشورهای توسعه یافته و ۹۰در صد آن درکشورهای درحال توسعه رخ می‌دهند[۲]. لذا اولین قدم برای برنامه ریزی درست، تبیین و شناخت وضعیت موجود می‌باشد. شناخت وضعیت موجود نیازمند واقع بینی به جای خوش بینی است. یعنی نقطه مقابل روزمره‌گی و به دنبال حوادث دویدن. به طورخلاصه می‌توان گفت که بحران به صورت بخش جدایی ناپذیر و طبیعی حیات سازمان‌ها و جوامع امروز درآمده است. بنابراین مدیران آنها باید پیوسته آماده رویارویی با بحران‌ها باشند و برای پیشگیری و یا کاستن اثرات بحران‌ها بر سازمان های خود چاره اندیشی کنند، آنها باید درک کنند که سازمان های تحت مدیریتشان باید تا سرحد ممکن از بروز بحران‌ها ایمن باشند[۳] برای اتخاذ تصمیم صحیح نیازمند وجود داده ها، اطلاعات و امکان پردازش بوده که متعاقب آن تحلیل علمی صورت پذیرد. اما متاسفانه منابع اصلی همه این موارد تنها حین بروز بحران در اختیار ما قرارمی گیرد. و اگر دو مرحله قبلی یعنـــی پیش بینی وپیشگیری، برنامه ریزی وآموزش انجام نگرفته باشد، شاهد بروز بحران جدیدی در دل بحران رخ داده خواهیم بود،که مـــرتباً با تصمیم های عجولانه و نسجیده نه تنها بر وخامت اوضاع می افزاید، بلکه بحران‌های جدیدی می‌آفریند،که حتی قابل شناسایی نبوده و فقط عوارض ناشی از آنها مرتبا در کنترل بحران اصلی خلل ایجاد می کند[۴، ۵].

این مطالعه یک تحقیق توصیفی – تحلیلی می‌باشد که درسال ۱۳۹۹ در انبار نفت یکی از کلانشهرها انجام گرفته است. انبار نفت مورد مطالعه جمعا دارای ۱۹ مخزن (۱۰ مخزن سقف شناور و ۹ مخزن سقف ثابت) با ظرفیت ۱۳۳۰۰۰ مترمکعب و شامل سه فرآورده اصلی بنزین موتور، نفت سفید، نفتگاز می‌باشد. انبار نفت مذکورتوسط یک خط لوله ۱۰ اینچ اختصاصی به طول ۵۰کیلومتر و یک خط لوله ۸ اینچ انشعابی از خط لوله سراسری ۱۸ اینچ به طول ۵۳ کیلومتر تغذیه می شود و دارای ۹ سکوی بارگیری و انبارهای مخصوص نگهداری فرآورده‌های ویژه بوده که ظرفیت کوچکترین مخزن ۱۱۲۸مترمکعب و بزرگترین مخزن۱۷۷۷۵ متر مکعب می باشد.

بحران‌هایی که سبب انتشارگازها وبخارات می‌شوند، اثرات فراوانی بر روی موجودات زنده(گیاهان ،جانوران و انسان) محیط زیست(آلودگی آب،خاک و هوا) به صورت بلند مدت ویا کوتاه مدت می‌گذارند. مناطق مسکونی نزدیک پالایشگاه‌ها و مراکز تولیدو انبار فرآورده‌های نفتی اغلب به علت برخورداری از بافت سنتی و بعضا حالت زاغه نشینی کلنی های جمعیتی را با تراکم بالا در اطراف این واحد صنعتی بوجود می‌آورند، که در صورت اشتعال و انفجار این مراکز خسارت جانی و مالی را افزایش می‌دهند [۶] .آتش سوزی مخازن بخشی ازاتفاقات مکرردرفرآیند صنعت هستند و می‌توانند به راحتی اثرات دومینورا تحریک نمایند. لذا درک رفتارهای آتش سوزی آنها از جمله هندسه شعله، میزان سوختن و خصوصیات تابشی مهم هستند. مدل های تجربی یا نیمه تجربی و همبستگی های ایجاد شده بر اساس داده های تجربی می‌توانند برای پیش بینی رفتارهای آتش سوزی استفاده شوند، در نتیجه مدل سازی رفتارهای حریق با استفاده ازدینامیک سیالات محاسباتی (Computational Fluid Dynamics) اهمیت

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/jehe.9.1.85]

فزآینده ای پیدا می‌کند. علاوه بر این، شبیه سازی با استفاده از مدل CFD می‌تواندبه ارزیابی ریسک و مدل سازی حادثه برای ارزیابی پیامدهای حوادث و در نتیجه تأثیر بالقوه آنها بسیار کمک کننده باشد[۷].

به علت کمبود داده‌ها ونیز هزینه بالای مربوط به ایجادآتش سوزی های آزمایشی درمقیاس بزرگ این تحقیق برای اولین بار درکشور تحولات مکانی، دمایی و زمانی سناریوهای خطرناک و غیر منتظره انفجار واشتعال درسایت های نفتی را با استفاده از نرم افزار پیشرفته فلوئنت ومشینگ مورد بررسی قرار داده است. استفاده از این نرم افزارها ازارزش تصمیم گیری بالایی برای عملکردهای بهینه و اتخاذ تدابیر برنامه ای جهت واکنش در شرایط اضطراری برخوردار است. و اطلاعات مهمی مبتنی بر ریسک های مختلف را برای ارزیابان ریسک و متخصصان مربوطه فراهم می‌کند. اکثر مطالعات و تحقیقات انجام شده در خصوص مراکز بهره برداری، استخراج، تولید وتوزیع صنایع وابسته به نفت وفرآورده های نفتی درکشور بیشترین توجه خود را از هرجهت فقط به سایت نفتی معطوف کرده اند وازتوجه به جوامع پیرامونی خود غافل هستند. این تحقیق بدنبال حفظ سرمایه های (انسانی ، فیزیکی ، سایبری، معنوی و زیرساخت های شهری) جامعه ومناطق اطراف انبار نفت می‌باشد.

Wang و همکاران در سال ۲۰۲۰ تاثیر فاصله بین مخازن نفت ازیکدیگر درمحوطه انبار نفت برمیزان پراکندگی گاز وانفجار ابربخاررا ارزیابی کردند. آزمایشات را بااستفاده ازشبیه ساز شتاب سرعت، که یک برنامه نرم افزاری پیشرفته مبتنی بر دینامیک سیالات محاسباتی است انجام دادند. نتایج حاصل ازاین تحقیق گویای این مطلب است که افزایش فاصله بین انبارها منجر به کاهش حجم و اندازه قابل توجهی از ابر بخار در بیشتر موارد شده است. بنابراین فاصله جداسازی و ایجاد فاصله مناسب در طراحی مخازن ذخیره سازی نفت برای جلوگیری از پراکندگی و انفجار گاز باید مورد توجه قرار گیرد[۸]

در سال ۲۰۱۸ توسط S.M. Tauseef و همکارانش نتایج حاصل از مطالعات موردی ۲۸ حادثه مهم آتش سوزی و انفجار درمحل مخازن ذخیره سازی نفت در سراسر جهان در طول ۲۰ سال گذشته مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه مشخص شد فاصله های جداسازی مخازن آسیب دیده از یکدیگر کمتر ازیک دوم تا یک چهارم فاصله استاندارد بین مخازن است. برای جفت مخازن با قطر بالاتر از ۱۵ متر، حادثه و آسیب بیشتر است[۹]مطالعه انجام شده بر روی مخازن ذخیره بنزین وگازوئیل در سال ۲۰۱۷ توسط ریکاردو ماچادو نشان دادکه میزان سوختن مواد با قطر مخازن، هم برای بنزین معمولی و هم برای گازوئیل، افزایش می‌یابد. به عنوان یک قاعده ی کلی، با افزایش قطر مخزن، سرعت انتشار گرما بالاتر می‌رود. دراین مطالعه نیز مشخص شد که ارتفاع متوسط شعله برای مخازن کوچکتر بیشتر است و با بزرگتر شدن قطر مخزن، ارتفاع شعله کاهش می‌یابند [۱۰].

از آنجائیکه انبار نفت مورد مطالعه درمنطقه حساسی ازیک کلانشهر واقع شده لذا این تحقیق با هدف برآورد میزان نرخ انرژی، دمای اشتعال، مدت زمان و ارتفاع شعله حاصل ازسوختن مخازن انبار با استفاده از نرم افزار Fluent جهت دستیابی به تجز یه و تحلیل بحران به صورت یکپارچه، جامع و هماهنگ در زمان بروز بحران دراین کلان شهر انجام پذیرفت.

روش کار

پیش بینی ومطالعه پراکنش آلاینده‌ها و جریان متلاطم در محیط های باز مانند جو و سایر محیط های بسته و نیمه باز به موضوعی قابل تامل در حیطه استفاده از نرم افزارهای CFD تبدیل شده است. در این پژوهش با استفاده از مدل-CFD Mshing،جریان متلاطم و نحوه پخش آلاینده را در اطراف انبار نفت بررسی می‌نماید. جهت برآورد نرخ انرژی حاصل از سوختن مخازن، ارتفاع شعله آتش مخازن ومدت زمان سوختن مخازن انبار نفت از فرمولهای هارلی (فرمول ۱ الی ۳) برگرفته

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/jehe.9.1.85]

از کتاب مهندسی حفاظت از حریق Hurly و همکاران (۲۰۱۶) [11] استفاده گردید و برای بدست آوردن دمای اشتعال ایجاد شده درانبار نفت و مناطق اطراف آن ازنرم افزار فلوئنت (یک حلگر در زمینه شبیه سازی جریان سیالات و انتقال حرارت) استفاده شد. برای این منظور ابتدا طول و عرض مناطق مورد مطالعه به ابعاد دو کیلومتراز هر طرف با در نظرگرفتن ارتفاعی معادل ۱۰ متر برای رفتار سیال درمحیط نرم افزار وارد شد، سپس نقشه منطقه و حجم های مربوط به مخازن ذخیره سوخت های فسیلی به کمک نرم افزار در ابعاد مشخص شده رسم گردید. در مرحله بعد به کمک نرم افزارمشینگ شبکه بندی ومش زدن هندسه منطقه ترسیمی انجام و پس از مش بندی، مرزها تحت عناوین، ورودی هـا، خروجی‌ها و دیوارهـای محیـط مشخص و نام گذاری شدند، تا در نرم افزار فلوئنت قابل تشخیص باشند و شرایط متناسب با هر مرز به آنها اختصاص داده شود. برای بدست آوردن نرخ انرژی بدترین سناریویعنی اشتعال کلیه مخازن نوزده گانه انبار نفت و توان بالای نرم افزار مد نظر قرار گرفت.



شکل۱: گام های اجرایی این مطالعه

ایجاد هندسه

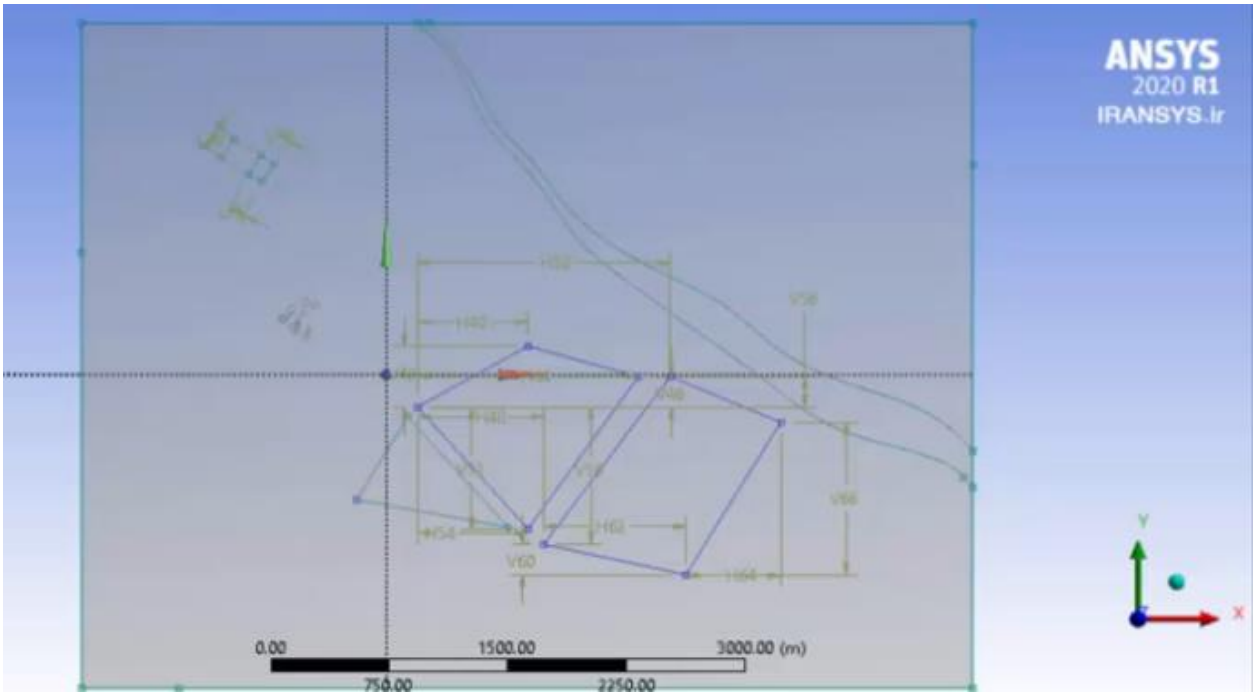
شرایط حل

حل معادلات بصورت پایا، سه بعدی و جریان آشفته انجام شده است. بدین منظورجهت حل معادلات آشفتگی از روش کی اپسیلون استاندارد استفاده شده است. برای کوپلینگ معادلات فشار و سرعت از روش سیمپل(SIMPLE) استفاده گردید. ضریب آسایش برای معادله فشار ۳ / ۰، برای معادله مومنتوم ۵ / ۰ و برای معادلات آشفتگی ۸ / ۰ در نظر گرفته شده است.

در این تحقیق با استفاده از نرم افزار شبیه ساز انسیس فلوئنت سعی شده که میزان تاثیر حرارت و آلودگی ناشی از انفجار انبار نفت بر روی محیط زیست پیرامون مشخص شود. با توجه به اینکه شرایط آب وهوایی ازجمله سرعت وجهت وزش باد ودمای هوا(محیط) بر روی میزان پخش آلاینده‌ها ودمای اشتعال انبار نفت تاثیرگذار هستند، به عنوان متغیرهای مهم در ترسیم کانتورآلودگی دمایی در نظر گرفته شدند. به همین دلیل برای رسیدن به شرایط بحرانی بدترین شرایط ممکن (سرعت باد ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت و دمای هوای ۳۷ درجه سانتیگراد) در جهت های مختلف با توجه به گلباد غالب شهرستان کرج طی یک دوره دوازده ماهه(۹۸-۹۹) در نظر گرفته شده است. جهت وزش باد در ۵ حالت مختلف شمالی، شمال غربی، شمال شرقی، شرقی و غربی مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به اینکه در اطراف انبار نفت، مناطقی مسکونی و تجاری و صنعتی وجود دارد لذا فضای محاسباتی تا فاصله ۲ کیلومتری شبیه سازی شده تا تاثیر افزایش دمای ناشی ازاشتعال انبار نفت برروی این اماکن بهتر مشخص شود.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/jehe.9.1.85]



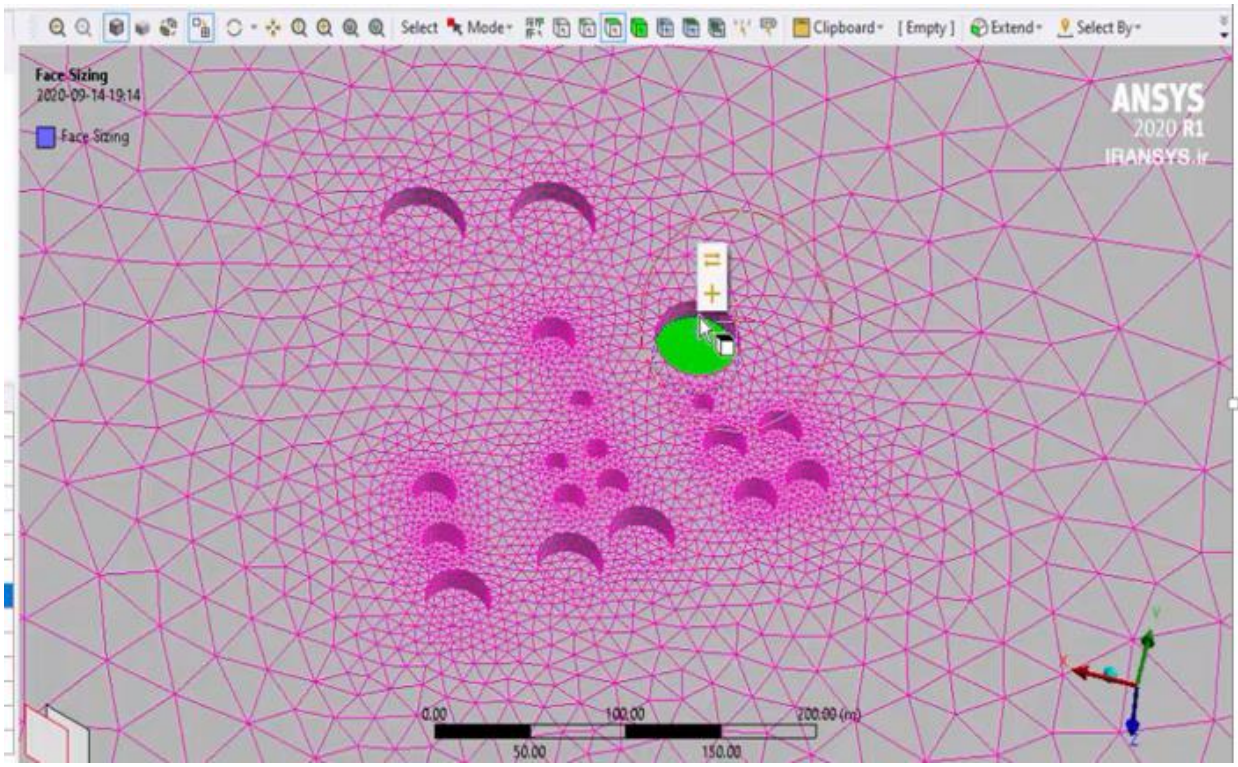
شکل۲: ترسیم نقشه منطقه در نرم افزار ۱

تولید شبکه و مش زنی

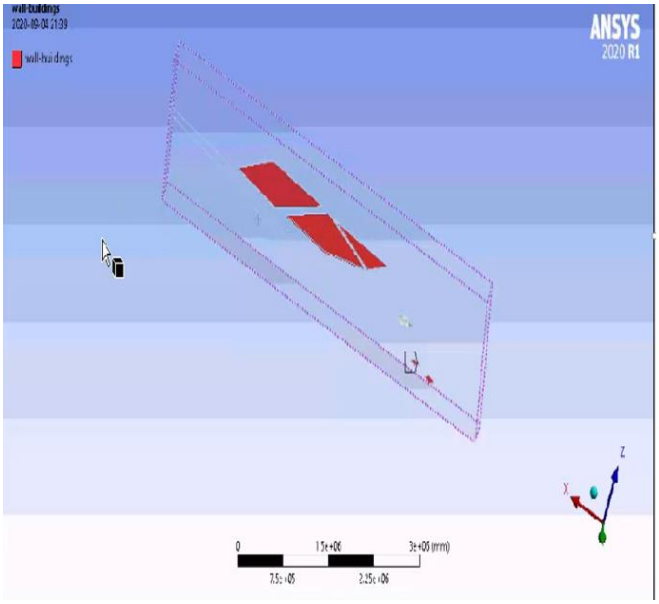
در این بخش به کمک نرم افزار انسیس مشینگ شبکه بندی ومش زدن هندسه انجام شد. برای این منظورهندسه ایجاد شده به قسمت انسیس مشینگ در محیط کار درگ وسپس سایر المانهای مد نظر مشخص شده و نرم افزارمذکور، مش هایی را متناسب با انتخاب ما ایجاد می‌کند. در نواحی نزدیک به مخازن، به دلیل بالا بودن گرادیان های دما و سرعت جریان، از شبکه بندی ریزتری استفاده شده و در مناطق دورتر به جهت افزایش سرعت حل، از شبکه بندی درشت تر استفاده شده است. شبکه بندی در تمام فضای محاسباتی بصورت مثلثی است و تعداد ۱۷٤٦۹۷۹ سلول در فضای محاسباتی موجود است.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/jehe.9.1.85]



شکل ۳: نمایی از مش زنی بدنه مخازن



شکل ٤. نمایی از تولید مرزهای چهارگانه منطقه

محاسبه نرخ انرژی، ارتفاع شعله و مدت زمان سوختن مخازن با استفاده از فرمول های ۱ تا ۳ انجام پذیرفت.

فرمول۱. محاسبه نرخ انرژی حاصل از سوختن مخزن

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/jehe.9.1.85]

$$Q = m''\Delta H_{c,eff}\,(1 - e^{-k\beta D})\,A_{dike}$$

Where

Q =	pool fire heat release rate (kW)
m'' =	mass burning rate of fuel per unit surface area (kg/m^2-sec)
$DH_{c,eff}$ =	effective heat of combustion of fuel (kJ/kg)
$A_f = A_{dike}$ =	surface area of pool fire (area involved in vaporization) (m^2)
kb =	empirical constant (m^{-1})
D =	diameter of pool fire (diameter involved in vaporization, circular pool is assumed) (m)

فرمول ۲. محاسبه ارتفاع شعله آتش مخزن

$$H_f = 42\,D\,(m''/\rho_a\sqrt{(g\,D)})^{0.61}$$

Where

H_f =	pool fire flame height (m)
m'' =	mass burning rate of fuel per unit surface area (kg/m^2-sec)
ρ_a =	ambient air density (kg/m^3)
D =	pool fire diameter (m)
g =	gravitational acceleration (m/sec^2)

فرمول ۳. محاسبه مدت زمان سوختن مخازن

$$t_b = 4V / \pi D^2 \nu$$

Where

t_b =	burning duration of pool fire (sec)
V =	volume of liquid (m^3)
D =	pool diameter (m)
ν =	regression rate (m/sec)

یافته ها

نتایج این مطالعه نشان داد که نرخ تولید حرارت ناشی از سوختن مواد موجود درکلیه مخازن حدود ۱۳۹۰۷۲/۷کیلو وات و دما در مخازن در حال سوختن حدود ٤۰۰۰ درجه کلوین است. بالاترین زمان سوختن مخزن بدون استفاده از خاموش کننده مربوط به مخزن شماره ١٦ و برابر با ٦/٣٤ساعت و کمترین زمان مربوط به مخزن شماره ۹ و برابر ٤/٥٨ ساعت بود. برآورد ارتفاع شعله آتش مخزن نشان داد که بالاترین ارتفاع شعله مربوط به مخزن شماره ۱۷,۱۸,۱۹ با قطر ٤٥٦۰۰میلیمتر است که ارتفاع شعله آن ۷۰/٦۰متر محاسبه شد. نتایج به تفکیک مخازن انبار نفت کرج در جدول ۳ ارائه شده است.

مطابق اطلاعات مندرج در جدول شماره(۱) نتایج بدست آمده ازفرمول شماره ۲نشان میدهدکه افزایش قطر مخزن منجر به افزایش ارتفاع شعله آتش شده است. نتایج این مطالعه نشان دادکه ارتفاع شعله آتش و قطرمخازن دارای رابطه کاملا خطی می‌باشند، به عبارتی با افزایش ۱ متر مکعب ظرفیت اسمی مخازن ۰/۹۸ متر بر ارتفاع شعله افزوده می‌شود.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/jehe.9.1.85]

جدول۱: محاسبه مدت زمان آتش سوزی استخر و براورد ارتفاع شعله بر اساس سرعت انتشار حرارت و قطر مخزن

شماره مخزن	قطر (میلیمتر)	ظرفیت اسمی به مترمکعب	مدت زمان آتش سوزی مخزن (دقیقه)	مدت زمان آتش سوزی مخزن (ساعت)	ارتفاع شعله مخزن متر (روش توماس)
۱	۳٤۲۰۵	۱۰۰۰۰	۳۱٤/٦۸	۵/۲٤	۵۷/۸۱
۲	۲۲۸۰٤	۵۰۰۰	۳۵۳/۹۹	٦/۲۹	٤۳/٦۲
۳	۲٤۷۱۳	۵۷۰۰	۳٤۳/٦۱	٦/۱۲	٤٦/۱۲
٤	۳٤۱۷۰	۱۱۲۳۰	۳۵٤/۱۱	٦/۳۰	۵۷/۷۷
۵	۱۲۲۱۵	۱۱۳۰	۲۷۸/۸۳	٤/٦٤	۲۸/۲٦
٦	۱۲۲۷٤	۱۱۲۸	۲۷۵/٦۷	٤/۵۹	۲۸/۳٦
۷	۳٤۲۰۰	۱۰۳٤٦	۳۲۵/٦٦	۵/٤۲	۵۷/۸۱
۸	۱۲۲۰۹	۱۲۰۰	۲۹٦/۳۹	۵/۳۳	۲۸/۲۵
۹	۱۲۳۰۰	۱۱۳۱	۲۷۵/۲۳	٤/۵۸	۲۸/٤۰
۱۰	۲٤٤۰۰	۵۷۳۰	۳۵٤/۳٤	٦/۳۰	٤۵/۷۲
۱۱	۲٤٤۰۰	۵۷۳۰	۳۵٤/۳٤	٦/۳۰	٤۵/۷۲
۱۲	۲٤٤۰۰	۵٤۲۳	۳۳۵/۳٦	۵/۵۸	٤۵/۷۲
۱۳	۱۷۰۸۰	۲٦۸۱	۳۳۸/۳۵	٦/۰۳	۳۵/٦۸
۱٤	۱۷۱۰۰	۲٦۸۱	۳۳۷/۵٦	٦/۰۲	۳۵/۷۱
۱۵	۲۲۷٤۰	۵۰۰۰	۳۵۵/۹۹	٦/۳۳	٤۳/۵۳
۱٦	۲۲۷۱۷	۵۰۰۰	۳۵٦/۷۱	٦/۳٤	٤۳/۵۰
۱۷	٤۵٦۰۰	۱۷۷۷۵	۳۱٤/۷۲	۵/۲٤	۷۰/٦۰
۱۸	٤۵٦۰۰	۱۷۷۷۵	۳۱٤/۷۲	۵/۲٤	۷۰/٦۰
۱۹	٤۵٦۰۰	۱۷۷۷۵	۳۱٤/۷۲	۵/۲٤	۷۰/٦۰

در کل می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش ظرفیت اسمی و به طبع آن افزایش قطر مخازن ارتفاع شعله نزدیک به دوبرابر می شود(جدول ۱).همچنین اطلاعات بدست آمده از فرمول شماره ۳ نشان میدهدکه زمان سوختن مخازن مستقل از ارتفاع شعله بوده و بین این دو رابطه ای وجود ندارد.

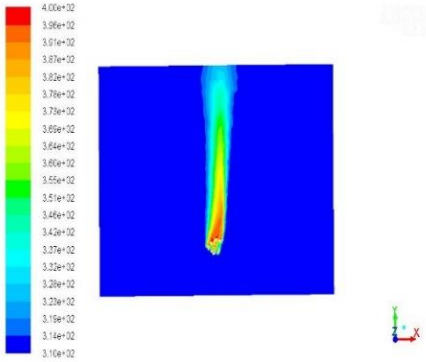
شبیه سازی عددی آلودگی دمایی

وزش باد در جهت های مختلف جنوبی- شمالی

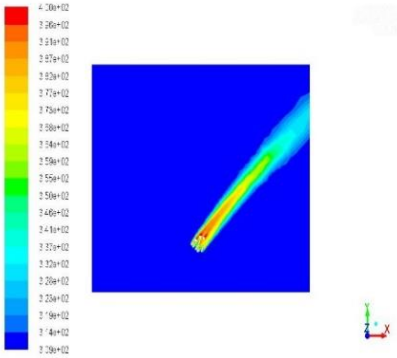
نقشه هوایی پخش آلودگی دمایی درمحیط پیرامون انبارنفت در صورت انفجار، تحت تاثیر شرایط آب و هوایی از جمله سرعت وجهت وزش باد و دمای محیط می‌باشد، برای شبیه سازی بدترین سناریو، سرعت وزش باد ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت و دمای هوای محیط ۳۷ درجه سانتیگراد د نظرگرفته شده است. بر اساس گلباد منطقه درفصول مختلف ۵ جهت وزش باد مورد بررسی قرار گرفته که برای کلیه جهات کانتور یا حدفاصل توزیع دما در ارتفاع یک متری از سطح زمین تا حداکثر ارتفاع ۲۰۰متر قابل مشاهده است. در صورتی که حادثه در تابستان رخ دهد دمای محیط با توجه به مسیر وزش باد بین ۱۱۰تا ۱۱۵ درجه سیلسوس میرسد. از آنجاییکه اطراف انبار نفت، مناطقی مسکونی و تجاری و صنعتی موجود است، فضای محاسباتی تا فاصله ۲ کیلومتری شبیه سازی شده تا تاثیرآن برروی این اماکن مختلف مشخص شود.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-02]

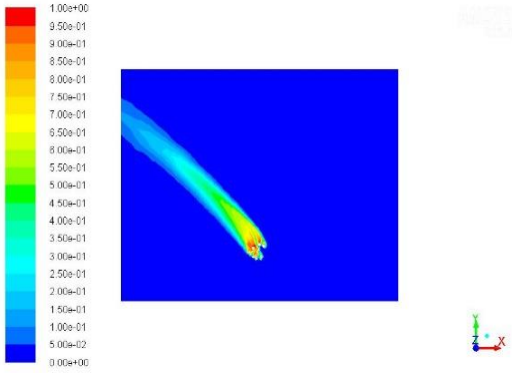
[DOI: 10.52547/jehe.9.1.85]



شکل ب)وزش باد جنوب –شمال



شکل الف)وزش باد جنوب غربی –شمال شرقی



شکل ج)وزش باد جنوب غربی –شمال شرقی

شکل ۵ :کانتورتوزیع دما در جهت های مختلف شمالی (الف،ب،ج)مطابق با گلباد منطقه

کانتور یا حدفاصل توزیع دما برای حالتی که جهت وزش باد جنوب غربی –شمال شرقی (شکل الف) است، تطابق این حدفاصل با نقشه هوایی، مشخص می‌کند که افزایش دما در بخش هایی از محدوده مسکونی سرحدآباد و جاده منتهی به شهرک وحدت، منطقه صنعتی سیمین دشت و رود خانه کرج رخ می‌دهد.

بررسی وزش باد از ضلع جنوبی به سمت شمال (شکل ب) با توجه به نرخ بالای رهایش گرما در اثر اشتعال مواد سوختنی انبار نفت، افزایش دمایی درانبار غله کرج به میزان ۷۰ درجه سلسیوس در فصول سرد سال و در فصول گرم ۱۱۰تا ۱۱۵ درجه سیلسیوس خواهد بود. در بخش هایی از منطقه مسکونی شهرک بنفشه دما حدود ٦۰ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت ودر صورتی که سرعت وزش باد محسوس نباشد، انتشار حرارت در عرض بیشتر خواهد شد و افزایش دما در محدوده های اطراف انبار نفت ازجمله انبار غله، زندان، پادگان، پل کنارگذربصیرت و مناطق مسکونی نزدیک در فاصله ۸۰۰ متری به دمای ۱۱۰الی ۱۱۵درجه سلسیوس خواهد رسید.

احتمال اینکه جهت وزش باد از سمت جنوب شرق به سمت شمال غرب(شکل ج) باشد بسیار کم است. اما با توجه به نقشه هوایی منطقه کانتورحدفاصل دما در صورت وزش باد در این جهت سبب افزایش دما در پادگان، زندان، مناطق مسکونی رزکان نو و محوطه راه‌آهن کرج خواهد شد.

وزش باد در جهت شرقی – غربی

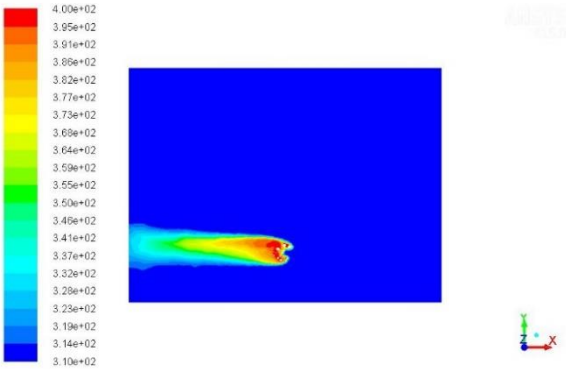
حدفاصل توزیع دما در ارتفاع یک متری از سطح زمین (شکل٦) در این الگو مسیر حرکت آلاینده دمایی بر روی زمین های خالی غرب انبار نفت خواهد بود.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-02]

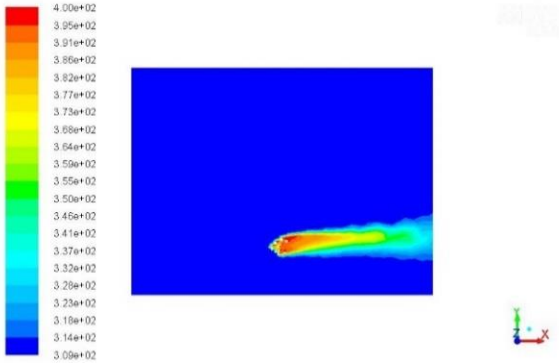
[DOI: 10.52547/jehe.9.1.85]

وزش باد درجهت غربی – شرقی

در نهایت وزش باد به سمت شرق مورد بررسی قرار گرفته که دراین صورت وزش باد در جهت غالب شهرستان کرج بوده و احتمال به وقوع پیوستن آن مطابق گلباد منطقه بیشتر از سایر جهات است. حدفاصل توزیع دما در ارتفاع یک متری از سطح زمین در شکل ۷ مشاهده می‌شود. در این حالت افزایش دما در بخشی ازسرحدآباد، کل منطقه شهرک وحدت، شهرک صنعتی سیمین دشت و کل منطقه شهرک ۱۱۰که به فاصله کمتر از ۲۰ متر از انبارها واقع شده و نیز پل ارتباطی شهریار به کرج با فاصله کمتر از ۱۰متر و نیز جاده ملارد که شهر فردیس، ملارد و سر آسیاب را به کرج متصل می‌نماید با فاصله چندین متر از انبار نفت را تحت تاثیرخود قرار خواهد داد، برآوردها نشان می‌دهد که افزایش دمای هوای محیط بسته به فصول سال در بخش‌هایی ازشهرک ۱۱۰و شهرک وحدت از۷۵ درجه تا ۱۱۰درجه سلسیوس افزایش می‌یابد.



شکل ۶: کانتورتوزیع دما وزش باد از شرق به غرب



شکل ۷: کانتور توزیع دما وزش باد غربی – شرقی

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/jehe.9.1.85]

بحث

با توجه به یافته های این تحقیق درصورت وقوع بدترین سناریو یعنی اشتعال کلیه مخازن میزان انرژی منتشره از مخازن حدود ۱۳۹۰۷۲/۷ کیلو وات بر متر مربع بوده و دما در محل حریق حدود ٤۰۰۰ درجه کلوین(۳۷۰۰ درجه سانتی گراد) برآورده شده است. براساس شبیه سازی انجام شده افزایش دما، بیشترین تاثیر خود را بر روی منطقه مسکونی خیابان یکم که با فاصله حدودا ٦ متر از دیوار جنوبی انبار و پل بصیرت به علت همجواری با ضلع شرقی انبار نفت قرار می‌دهد. نتایج تحقیق محمد بهشتی وهمکاران (۱۳۹٦) [۱۲] میزان تشعشع حرارتی تا فاصله ۱۰ متری از مخزن ۱۰۰ کیلو وات بر متر مربع است و در عرض ٦۰ ثانیه باعث مرگ افراد در محل میشود و تا فاصله ۱۲متری از منبع نیز تشعشع حرارتی برابر ۵۰ کیلو وات بر متر مربع بوده که ممکن است منجر به سوختگی درجه ۲ گردد. درفاصله ۱۹ متری از منبع نیز تشعشع حرارتی برابر۲۰کیلووات بر متر مربع بوده که ممکن است در طول ٦۰ ثانیه منجر به درد موضعی گردد. در مقایسه این تحقیق با مطالعه بهشتی وهمکاران، میزان انرژی رها شده چندین برابر و فاصله مخازن از مناطق مسکونی کمتر بوده که می‌تواند نشان دهنده وخامت اوضاع و خسارات جانی ومالی فراوان در صورت بروز حادثه باشد. برآورد مدت زمان آتش سوزی مطابق جدول شماره یک بالاترین زمان سوختن ٦ ساعت و ٤۰ دقیقه که مربوط به مخازن با قطر کمتر است . و براساس شبیه سازی صورت گرفته بدترین شرایط مدت زمان سوختن مخازن، با توجه به حجم و نوع سوخت می‌تواند حریق تا سه روز ادامه داشته باشد. براساس مطالعه مروری که توسط پریسا مشعشعی در سال ۲۰۱۷ [۱۳] در خصوص علل آتش سوزی و انفجار در مخازن سقف شناور انجام شده، نتایج نشان داد که با افزایش درجه حرارت مخازن، زمان پایداری شعله با قطر مخازن از تابع نمایی باشیب ۰.۷ پیروی میکند که با این مطالعه همخوانی دارد. در مطالعه تجربی دیگری که توسط Junfeng Wang و همکارانش در سال ۲۰۱۹[۱٤] در خصوص انفجار و اشتعال ذرات نفت شل انجام شد، نتایج بررسی های آزمایشگاهی نشان داد هرچه قطر ظرف یا مخزن کوچکتر باشد مدت زمان اشتعال بیشتر خواهد بود. مدت زمان بیشتر منجربه رها شدن انرژی گرمایی بیشتری در منطقه و بالا رفتن دمای محیط می‌شودکه در صورت وزش باد در جهت جنوب به شمال، کانتور یا حدفاصل توزیع دما (شکل ۵) در این مسیر ازارتفاع یک متری تا حداکثرارتفاع ۲۰۰متر از سطح زمین قابل مشاهده است. با توجه به نرخ بالای رهایش گرما در صورت اشتعال و انفجار انبار نفت دمای محیط اطراف هرمیزانی که باشد حدود ۷۰ درجه سلسیوس به آن اضافه خواهد شد. مناطق مسکونی نزدیک تر به انبار نفت شامل انبار غله کرج، پادگان، زندان شهید کچوی، مناطق مسکونی رزکان نو، محوطه راه‌آهن و بخش هایی از شهرک مسکونی بنفشه که در این مسیر قرار دارند بیشترین تاثیررا ازاین افزایش دمایی خواهند داشت. در صورتی که حادثه در تابستان رخ دهد، افزایش دما در محدودهای اطراف انبار نفت تا فاصله ۸۰۰متری به دمای ۱۱۰الی ۱۱۵درجه سلسیوس خواهد رسید. اشتعال انبار نفت می‌تواند تاثیر زیادی بر روی کیفیت محصولات دپوشده در انبار غله به عنوان تامین کننده استراتژیک آرد استان البرز که در فاصله ٤۰۰متری از انبارنفت واقع شده، داشته باشد. بر اساس حداقل ضوابط تاسیس و بهره برداری سیلوهای ذخیره و نگهداری گندم میزان رطوبت، عمل هوادهی و درجه حرارت غله درطول مدت زمان نگهداری حائز اهمیت بوده و باید به طور مستمر کنترل شوند. حرارت بیش از ۲۵ درجه سانتی گراد باعث افزایش فعالیت آنزیماتیکی شده و فعالیت متابولیکی را تسریع واحتمال خود گرمایی وکلوخه شدن بیشتر را به دنبال خواهد داشت. افزایش میزان درجه حرارت غله حدود ٦۰-۵۰ درجه سانتی گراد سبب خود گرمایی در انبار غله خواهد شد. هوا دهی یعنی عبور دادن هوا از میان غله ساکن به طوریکه هوای ورودی سردتر از دمای دانه باشد. هوادهی توسط هوای سرد از طریق دستگاه خنک کننده یا هوای اتمسفر انجام

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/jehe.9.1.85]

می‌گیرد. درعملیات هوادهی می‌بایست درجه حرارت غله، درجه حرارت هوای بیرون، رطوبت نسبی هوا و رطوبت غله مد نظر قرار گیرد.[۱۵] در صورت وقوع حادثه در انبار نفت فاکتورهای مذکور مانند دما، رطوبت و هوادهی متاثر شده و برروی کیفیت محصولات سیلو تاثیر منفی خواهند داشت. در صورت وزش باد درجهت غالب، آلودگی گرمایی به سمت منطقه ای که بیشترین تراکم جمعتی و مراکز صنعتی را دارد منتقل خواهدشد. در این حالت افزایش دما در بخشی ازسرحدآباد، کل منطقه مسکونی شهرک وحدت، شهرک صنعتی سیمین دشت وکلیه منطقه مسکونی شهرک ۱۱۰که به فاصله کمتر از ۲۰ متر از انبارنفت واقع شده رادربرمیگیرد، همچنین پل ارتباطی شهریار به کرج با فاصله کمتر از ۱۰متر و نیز جاده ملارد که شهر فردیس، ملارد و سر آسیاب را که به کرج متصل می‌نماید را نیز تحت تاثیرخود قرار می‌دهد. برآوردها نشان می‌دهدکه درنتیجه حریق، افزایش دمای هوا با توجه به فصول مختلف سال در بخش‌هایی ازشهرک ۱۱۰و شهرک وحدت از۷۵ درجه تا ۱۱۰درجه سلسیوس می‌رسد. در تحقیق طاهره علی نژاد با موضوع اثر افزایش دمای محیط بر سلامت و سبک زندگی انسان بیان شده، تماس با گرما باعث ایجاد طیف وسیعی از احساسات در انسان شده و از یک احساس ناخوشایند شروع و سپس کاهش عملکرد در فعالیت‌های جسمی و شناختی، بروز برخی علائم بیماری مانند بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی، هیپوترمی، گرمازدگی و بالاخره مرگ ومیررا به دنبال دارد. بنابراین از نظر نویسنده، عواملی مانند سن، جنس، تناسب اندام، چربی زیرپوستی، شکل و فرم، سلامتی، دارو، سازگاری بر تحمل گرما تاثیر می‌گذارد. برآورد آستانه تحمل گرمایی برای شهرهای غرب آسیا ۲۹.٤ درجه سانتیگراد بوده که بیشترین میزان مرگ و میر مربوط به افراد مسن و بیماران تنفسی بوده است. بنابراین افراد مسن، افراد دارای بیماری مزمن، کودکان، زنان بالای ٦٥ سال و افرادی که در آب و هوای سردزندگی کردند، نمی‌توانند به راحتی با گرما کنار بیایندویک جمعیت آسیب پذیر محسوب می‌شوند[۱٦] با توجه به مطالب مندرج در تحقیق فوق وزش باد همراه با آلودگی حرارتی بر روی مناطق با تراکم جمعیتی بالا اثرات منفی را به دنبال خواهد داشت و افراد مسن، بیماران وکودکان بیشترین آسیب را خواهند دید. در تحقیق انجام شده توسط احمد علیزاده لاریمی در خصوص تنشهای حرارتی، استرس گرمایی بعنوان یکی از عوامل آزاردهنده به شمار میرود، گرما می‌تواند با تأثیر بر متابولیسم، دمای بدن، ضربان قلب و فشار خون باعث ایجاد اختلال و بیماریهای گرمایی از قبیل کرامپ عضلانی (Cramps Heat)، خستگی مفرط ناشی از گرما (Heat Exhaustion) و شوک گرمایی (Stroke Heat) شود.گرما با لغزنده کردن کف دستها بـه علـت تعریـق، بخارگرفتن معمول عینکهای حفاظتی، عدم تمرکز و سرگیجه سبب افزایش حوادث میشود. مواجهه با گرمای زیاد در محیط کار سبب افزایش خطای کار و بروز حوادث و کاهش کیفیت کار فرد میشود.[۱۷] در صورت افزایش غیر منتظره و پیش بینی نشده دمای محیط، مانند اشتعال درانبار نفت می‌تواند منجربه ایجاد اثرات استرس گرمایی برای افراد واقع در واحد های مسکونی و صنعتی نزدیک به انبار نفت شود. درمطالعه ای دیگری که در خصوص واکاوی ناحیه اثر آتش و پیامدهای آتش سوزی در انفجار مخازن استوانه ای ذخیره گاز مایع انجام شد، شدت تشعشع تا شعاع ۲۹۰ متر از محل مخزن ۳۷.۵ کیلو وات بر متر مربع برآورد گردید، بر اساس خطوط راهنما در این میزان از شدت تابش، احتمال آسیب عمده به تجهیزات فرآیندی، تخریب سازه‌ها و مرگ ومیر قطعی افراد حاضر در این ناحیه وجود دارد. ودرسناریوی پیامد آتش ناگهانی در این تحقیق، در محدوده ای به شعاع ۵۰۵ متر احتمال مرگ و میرافراد صددرصد است. و پیامدهای ناشی از موج انفجار تا شعاع ۲۰۹۲ متری قابل مشاهده است [۱۸] با مقایسه مطالعه مذکور و میزان انرژی رها شده از انبار نفت وهمچنین به دلیل هم جواری و فاصله کم مناطق مسکونی و سازه های شهری با انبار نفت می‌توان پیش

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/jehe.9.1.85]

بینی نمودکه خسارات جانی و مالی فراوانی رادرپی داشته باشدوتاییدی بر درمعرض خطر بودن مناطق نزدیک به انبار نفت باشد .

در مطالعه دیگری که توسط لیم وان پیانگ و همکاران تحت عنوان "مدلسازی ریاضی و شبیه سازی گرمای پخش شده بعلت آتش سوزی و انفجار" با استفاده از نرم افزار MATLAB برروی مخازن ذخیره LPG در آزمایشگاه دانشگاه صنعتی مالزی انجام شد، آتش های کروی به فاصله ۳۰۰ متر از منبع دارای شرایط خطر شدیدبوده و احتمال مرگ و میر نیز وجود دارد[۱۹].در مقایسه تحقیق انبار نفت با مطالعه ی لیم ، بعلت هم جواری مناطق مسکونی و پل مواصلاتی شهریار – فردیس به کرج در فواصل کمتر از ده متر می‌توان خطرات واحتمال مرگ ومیر ناشی از حریق عظیم انبار نفت را متصور بود. نتایج تحقیق حاضر با مطالعات انجام شده توسط Wang و همکارانش در سال ۲۰۱۹ [۱۴] و نیز Ricardo وهمکاران (۲۰۱۷) [۱۰] هم خوانی دارد . Wang و همکاران که درمطالعه خود عنوان کردند که هرچه قطر ظرف یا مخزن کوچکتر باشد مدت زمان اشتعال بیشتر خواهد بود. ریکاردو وهمکاران نیز در مطالعه خود بیان کردند که مدت زمان سوزاندن سوخت با افزایش قطر مخازن، هم برای بنزین معمولی و هم برای گازوئیل کاهش می‌یابد. به عنوان یک قاعده ی کلی، با افزایش قطر مخزن، سرعت انتشار گرما در واحد سطح بالاتر می‌رود. در نتیجه زمان سوختن نیز کاهش می‌یابد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ارتفاع شعله ارتباط مستقیمی با حجم ماده سوختنی مخازن دارد. بالاترین ارتفاع شعله مربوط به مخازنی است که قطربیشتر و در نتیجه حجم سوخت بالاتری در خود جای می‌دهد، مخازن شماره ۱۸،۱۷و ۱۹با قطر بیش از ٤٥متر و ظرفیت اسمی ۱۷۷۷۵مترمکعب سوخت، ارتفاع شعله حدود ۷۰ متر را به خود اختصاص داده اند. نتایج این مطالعه مشابه مطالعه Zhiyang Zhang (۲۰۲۰) [۲۰] می‌باشد. آنها نیز در مطالعه خود عنوان کردندکه طول شعله ناشی از آتش سوزی با میزان سوخت و گرمای منتشر شده از مخازن رابطه مستقیم دارد. اگرچه افزایش جریان هوا ارتفاع شعله را به مقدار کمی کاهش میدهد ولی اصلی ترین علت افزایش طول شعله در این مطالعه میزان سوخت می‌باشد. Ping Ping و همکارانش در سال ۲۰۱۹ [۲۱] نیز تایید کردندکه ارتفاع شعله با افزایش حجم سوخت وماده سوختنی در مخازن افزایش پیدا می‌کند. از طرفی F. Tang (۲۰۱۲) [۲۲] نیز درمطالعه خود عنوان کرده است که ارتفاع شعله با افزایش دما افزایش می‌یابد. نتایج مطالعه حاضر متفاوت با مطالعه Ricardo وهمکاران (۲۰۱۷) [۱۰] و هنک یی و همکارانش (۲۰۲۰) می‌باشد Ricardo وهمکاران در مطالعه خود بیان کردند که ارتفاع متوسط شعله برای مخازن کوچکتر بیشتر است و با بزرگتر شدن قطر مخزن، ارتفاع شعله کاهش می‌یابند. هنک یی و همکارانش (۲۰۲۰) نیز در مطالعه خود بر روی مخازن سوخت با استفاده از روش CFD به این نتیجه رسیدند که ارتفاع شعله ناشی از آتش سوزی با قطر مخازن رابطه عکس دارد، یعنی هرچه قطر کوچک تر باشد ارتفاع شعله متناظر آن بلند تر است. در مطالعه ای دیگرکه توسط سوتا و همکارانش بر روی آتش سوزی یک مخزن عظیم نفتی به روش CFD انجام شده مجددا بین قطر مخزن و ارتفاع شعله رابطه عکس وجود داشته است دراین مطالعه عنوان شدکه درصورت وزش باد ارتفاع شعله کاهش پیدا می‌کند و دارای شیب مایل و به زمین نزدیک می‌شود[۲۳] درحالیکه در مطالعه حاضرهرچه قطر مخازن بیشتر باشد ارتفاع شعله نیز بیشتر می‌شود به صورت منطقی با افزایش قطر مخزن، ظرفیت اسمی آن نیز بیشتر می‌شود، لذا افزایش ارتفاع شعله نیز دور از انتظار نخواهد بود. در مطالعه حاضر، بین افزایش قطر مخزن، افزایش ظرفیت اسمی و افزایش ارتفاع شعله رابطه مستقیم وجود دارد.

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که در صورت رها شدن میزان زیادی انرژی حرارتی ناشی از حریق در انبار نفت، کمتر از چند

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/jehe.9.1.85]

دقیقه دمای مناطق اطراف آن افزایش چشم گیری خواهد داشت که ممکن است سبب خسارات جانی، مالی و آتش سوزی های ثانویه شود. به علت مجاورت انبار نفت با جاده مواصلاتی شهریار–فردیس به کرج، احتمال ایجاد ترافیک سنگین و گیر افتادن مسافران وسایل نقیله در محیطی با دمای بالاوجود دارد. از طرف دیگر افراد محبوس در زندان که امکان جابه جایی سریع آنها وجود نداردوهمچنین مناطق مسکونی مجاور انبار نفت نیز با مشکل افزایش دما مواجه خواهندشد. لذا با توجه به خطر ساز بودن انبار نفت هم از لحاظ جانی و هم از لحاظ مالی، جابجایی انبار نفت از منطقه مسکونی، اولین واساسی ترین پیشنهاد خواهد بود. ازآنجایی که افزایش ظرفیت اسمی مخازن منجر به افزایش ارتفاع شعله می‌شود پیشنهادبعدی استفاده از مخازن با قطر کوچکتر و ظرفیت اسمی کمتر می‌باشد تا بتوان از تبعات حادثه کاست. ازطرفی حریق ناشی از مخازن ذخیره نفت روزمینی گسترده بوده و به لحاظ آسیب به دارایی، نگرانی های زیست محیطی و اثرات اجتماعی میتواند فوق العاده پرهزینه بشمارآید و نیازمند تعهد بالای سازمانی در تدارک منابع انسانی ماهر و تجهیزاتی میباشد. حریق در مخازن جز رویدادهای پیچیده بوده که اطفاء آنها نیازمند مدیریت هماهنگ و اجرای برنامه های پیشگیری، آمادگی و استفاده صحیح از منابع در شرایط اضطراری می‌باشد. فقط با آموزش و تمرین های مداوم است که تیم های بحران دراستراتژی‌ها و تاکتیکهای مورد نیاز برای موفقیت در اطفاء حریق یک پشتوانه کارآمد خواهند شد. در انبارنفت می‌بایست مانور اطفای حریق به همراه سایر سازمانهای درگیر در بحران با رویکرد بررسی جامع زیر ساخت های شهری، مدیریت ترافیک، زمان و نحوه ی رسیدن خودروهای امدادی، مشارکت سازمانهای مردم نهاد، جوامع پیرامون و سایر مواردی که باید برای تمرین در شرایط بحران انبار نفت آمادگی داشته باشند به صورت منظم و سالی یکبارانجام شود. همچنین به موازات آن وزارت نفت برنامه ای برای جابه جایی انبار نفت از منطقه مسکونی به منطقه کم خطرتر داشته باشد.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل پایان نامه دکتری دانشگاه آزاد اسلامی می‌باشد. لذا نویسندگان مراتب سپاسگزاری خود را از انبار نفت و دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال که حامی این مطالعه بوده است اظهار می‌دارد.

Reference

1. Moradian M.J, Introduction to Planning In Disaster Management. ۲۰۱۲, ۸۵

2. Sadr Momtaz, N.; Tabebi, S.; Mahmode, M., A comparative study in disaster planning in selected countries. Tehran Univ. Med. J. ۲۰۰۸, ٦٥, ۱۹-١٤.

3. Yaqin Lou Mehrangiz ; Khalili Iraqi Maryam, Crisis and Crisis Management - Investigating the positive and negative effects of crisis in organizations. ۲۰۰۷.

4. Khankeh H, Hospital preparedness for accidents and disasters. Country program. ۲۰۱۳.

5. Moradian M.J, Introduction to Planning In Disaster Management. ۲۰۱۲, ۸۵

6. Gupta A K.; Nair S. S, Chemical (Industrial) Disaster Management, Trainer's Module. NIDM ۲۰۱٦, ۱-۱٤۳.

7. Azadboni Reza Khodadadi; Wen Jennifer X; Heidari Ali, Numerical Modeling of Flame Acceleration and Transition from Deflagration to Detonation Using OpenFOAM®. In OpenFOAM®, Springer: ۲۰۱۹; pp -۳٥۷ ۳۷۲.

8. Wang, Q.; Sun, Y.; Shu, C.-M.; Jiang, J.; Zhang, M.; Wang, Q.; Wang, X., Effect of separation distance on gas dispersion and vapor cloud explosion in a storage tank farm determined using computational fluid dynamics. Journal of Loss Prevention in the Process Industries ۲۰۲۰, ۱۰٤۲۸۲.

9. Tauseef, S.; Abbasi, T.; Pompapathi, V.; Abbasi, S., Case studies of ۲۸major accidents of fires/explosions in storage tank farms in the backdrop of available codes/standards/models for safely configuring such tank farms. Process saf environ ۲۰۱۸, ۱۲۰, ۳۳۱-۳۳۸.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/jehe.9.1.85]

10 .Leite Ricardo Machado; Centeno Felipe Roman, Effect of tank diameter on thermal behavior of gasoline and diesel storage tanks fires. J. Hazard. Mater. ۲۰۱۸, ۳٤۲(۱٥), ٥٤٤–٥٥۲.

11 .Hurley M.l; Gottuk DT; Hall Jr; Harada K; Kuligowski ED; Puchovsky M; Torero jl; Watts Jr; Wieczorek CJ, SFPE Handbook Fire Protection Engineering Manual,. https://doi.org/ ,۲۰۱٦ ۳۸_۰–۲٥٦٥–٤۹۳۹–۱–۹۷۸/۱۰.۱۰۰۷Print ISBN: ۳–۲٥٦٤–٤۹۳۹–۱–۹۷۸, ۱۲۸۸–۱۲٦۲

12 .Beheshti Mohammad Hossein; Mosavianasl Zeynab; Tajpoor Ali; Hajizadeh Roohalah, Evaluation the Extent of Explosion, Ignition and Gas Leakage Consequences in Cylinders Containing ۲٦.۲-Liters of Liquid Gas, with Passive Defense Approach. Mil. Med ۲۰۱۸, ۱۹(٦), .٥٦۱–٥٥۱

13 .Moshashaei, P.; Alizadeh, S. S.; Khazini, L.; Asghari-Jafarabadi, M., Investigate the causes of fires and explosions at external floating roof tanks: A comprehensive literature review. JFAP ۲۰۱۷, ۱۷(٥), –۱۰٤٤.۱۰٥۲

14 .Wang, J.; Meng, X.; Ma, X.; Xiao, Q.; Liu, B.; Zhang, G., Experimental study on whether and how particle size affects the flame propagation and explosibility of oil shale dust. Process Saf. Prog ۲۰۱۹, ۳۸(۳), e.۱۲۰۷٥

15 .Ministry of Health and Medical Education and Deputy Minister of Food and Drugs. Avialable from: https://www.mazums.ac.ir/Dorsapax/Data/Sub_۸/File/silo_gandom.pdf .۲۰۱۳

16 .Alinejad Tahereh; Bhassu Subha; Mustafa Firuza

17 .Begham; Othman Rofina Yasmin, Innate immune system

18 .response against environmental temperature changes as a dangerous abiotic factor. Glob. Nest J ۲۰۲۰, ۲۲(٤), .٥۳٤–٥۲۲

19 .Ahmad Alizadeh Larimi; Jamshid Yazdani Charati; Seyed Hojjat Mousavi Kordmiri; Sepideh Kamali, Evaluation of Thermal Stress Indices among Employees of Bojnord Cement Factory, in ۲۰۱۹. J. Community Health Res ۲۰۲۰, ٦(۲), .۱۰–۱

20 .Kariznovi Hamid; Farshad Ali Asghar; Yarahmadi Rasoul; Khosravi Yahya; Yari Peyman, Consequence Analysis of fire and explosion of a cylindrical LPG tank in a selected industry of oil and gas. Iran Occup. Health ۲۰۱۷, ۱٤(۳), .٤٥–۳۷

21 .Piang L imwan; Ahmad Arshad, Mathematical modelling and simulation of heat dispersion due to fire and explosion. J. Teknol. F ۲۰۰۲, ۳۷(۱), .۲٦–۱٥

22 .He Peixiang; Xu Runzhe; Liu Qin; Wang Peng; Liu Xiaoping; Tao Changfa, The evolution of flame length for the oil tank fire with different top cover widths and lip heights. J Loss Prev Process Ind J LOSS PREVENT ۲۰۲۰, ٦٤(۱), .۱۰٤۰۷۰

23 .Ping, P.; He, X.; Kong, D.; Wen, R.; Zhang, Z.; Liu, P., An experimental investigation of burning rate and flame tilt of the boilover fire under cross air flows. Applied Thermal Engineering ۲۰۱۸, ۱۳۳(۱), .٥۱۱–٥۰۱

24 .Tang F; Hu LH; Delichatsios MA; Lu KH; Zhu W, Experimental study on flame height and temperature profile of buoyant window spill plume from an under-ventilated compartment fire. Int. J. Heat Mass Transf. INT J HEAT MASS ۲۰۱۲, ٥٥(۳–۱), .۱۰۱–۹۳

25 .Yi, H.; Feng, Y.; Park, H.; Wang, Q., Configuration predictions of large liquefied petroleum gas (LPG) pool fires using CFD method. Journal of Loss Prevention in the Process Industries ۲۰۲۰, ٦٥, .۱۰٤۰۹۹

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/jehe.9.1.85]

Journal of Environmental Health Engineering, December 2021; Vol. 9, No. 1: 85-100

Estimation of the criticality of a fire incidence in the form of energy rate, burning time, and flame height in the Karaj Petroleum Depot (1399)

Seyedeh Azar Mousavifard[1], Seyed Ali Jozi[2] , Mojgan Zaimdar[3], Mansour Rezazadeh Azari4

[1] Ph.D. Student of Environmental Management, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Iran

[2] Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[3] Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Iran

[4] Full Professor, Safety Promotion and Injury Prevention Research Center and Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran

****E-mail: joozii.alii@gmail.com***

Received: 8 February. 2021; Accepted: 18 September. 2021

ABSTRACT

Background: In case of ignition and explosion of oil depot, it will cause a lot of human and financial losses because there is a large population around it. . Therefore, understanding how fire spread and fire modeling by using CFD software to predict the outcome of accidents and their potential effects are very helpful .This research examines for the first time dangerous and unexpected scenarios of explosion and ignition in oil sites using advanced Fluent and monitoring software in the country and seeks to preserve the life and financial assets of the areas around the oil depot.

Materials and Methods: This study is a descriptive-analytical research that was conducted in 1399 in one of the country's oil depots. Hurly formula and Ansys Fluent 15 software were used to estimate the energy rate from burning tanks, flame height and burning time of oil tanks. In this method, effective factors by dividing the case area into smaller elements and applying boundary conditions for boundary nodes were determined

Results: Energy and temperature due to burning materials in all tanks is about 139072.7 kW and 4000 degrees Kelvin. In case of ignition and explosion of oil, ambient temperature will be added about 70 degrees Celsius. Residential areas closer to the oil depot, including the grain depot, barracks and prison, Razkan Noo residential areas, parts of Banafsheh residential town and the railway area along this route will be more affected by this increase in temperature. The maximum burning time of the tank is six and a half hours and the minimum time was estimated at about 5 hours. The highest flame was calculated to be 70.60 meters.

Conclusion: The results of this study showed that if a fire occurs in the tanks. Different areas, including residential and industrial, are in the path of spreading pollution caused by fire. Due to the distance and severity of pollution produced, it can cause many financial and human losses. The results of this study showed that if a fire occurs in the tanks. Various areas are in the path of spreading pollution caused by fire, including residential and industrial, Due to the severity of pollution produced and the extent of areas involved it is predictable human and financial losses.

Key words: Energy rate, Flame height, Burning time, Fluent Software, Oil depot

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-02]

[DOI: 10.52547/jehe.9.1.85]