



مدیریت مخاطرات، مدل سازی و ارزیابی پیامد نشتی از مخزن تفکیک گر سکوی نفتی نوروز جدید

فریده کلایایی^۱، دانشگاه علوم پزشکی تهرانرحیم بیوندپور^۲، شرکت نفت فلات قاره ای ایران

چکیده

سکوهای نفتی به دلیل شرایط عملیاتی حاد، تراکم زیاد تجهیزات و پرسنل و همچنین حجم قابل توجه مواد هیدروکربنی و شیمیایی گوناگون، پتانسیل فراوانی جهت بروز حوادث بزرگ و بحرانی و نیز زیان‌های اقتصادی هنگفت ناشی از آنرا دارند. مطالعه‌ی حاضر با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک و آنالیز پیامد حوادث فرآیندی با رویکرد پیشگیری، کنترل و آمادگی در برابر این حوادث انجام شده است. در این پژوهش یک بررسی موردی با هدف شناسایی و ارزیابی مخاطرات و آنالیز پیامد حوادث فرآیندی روی مخزن تفکیک گر نفت و گاز^۲ سکوی نفتی نوروز جدید انجام شده است. در تحقیق حاضر جهت دستیابی به فرآیند مدیریت مخاطرات و اثرات آنها، ابتدا با روش مطالعه‌ی عملیات و خطر^۴، خطرات شناسایی و ارزیابی شدند و سپس جهت آنالیز پیامد آنها و به منظور تعیین خطرات و تلفات احتمالی، به کمک نرم افزار تخصصی PHAST^۵ حوادث فرآیندی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است. در نهایت از میان ۱۰ گره تعیین شده برای مطالعه‌ی عملیات و خطر، مخزن تفکیک گر نفت و گاز بیشترین انحراف و شدیدترین پیامدها را داشته است. با شبیه سازی نشتی ۲۵ میلی متری این مخزن، انتشار گاز همراه نفت تا فاصله‌ی ۱۷۲ متری، امکان آسیب رسیدن به تجهیزات و مرگ آبی افراد در اثر تابش حرارتی ناشی از آتش فورانی و آتش استخری به ترتیب تا فواصل ۸۵ و ۱۴ متری برآورد شده که برای پیشگیری از حوادث بحرانی ضروری است فرآیند مدیریت مخاطرات در این سکوی نفتی به شکل دوره‌ای بازنگری گردد. ضمن اینکه باید دستورالعمل مدیریت بحران در سکو نیز تدوین شده و آموزش لازم برای تمامی سطوح پرسنل برگزار گردد.

واژگان کلیدی: آنالیز پیامد، فرآیند مدیریت خطرات و اثرات آن، مخزن تفکیک گر نفت و گاز، PHAST، HAZOP

از جمله توقف فعالیت‌های تجاری سازمان، قطع تولید، بروز خسارات مالی، جانی یا زیست محیطی، تهدید دارایی‌های جامعه، خدشه دار شدن اعتبار سازمان، پرداخت جرائم قانونی، از دست دادن مشتریان و ... می‌توانند صدمات جبران‌ناپذیری به سازمان وارد کنند [۳]. فرآیند مدیریت مخاطرات و اثرات آنها شامل چهار مرحله‌ی شناسایی خطرات، ارزیابی ریسک، کنترل و جبران^۶ است [۲]. برای شناسایی مخاطرات موجود در یک فرآیند و ارزیابی ریسک آنها، روش‌های بسیار متنوعی وجود دارد که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به FTA^۷، ETA^۸، LOPA^۹، HAZID^{۱۰} و HAZOP اشاره کرد. از این روش‌ها، HAZOP شناخته شده‌ترین و معتبرترین روش برای ارزیابی کیفی ریسک در صنایع فرآیندی است [۴]. مطالعه‌ی عملیات و خطر روشی سیستماتیک برای شناسایی مخاطرات و مشکلات عملیات است که می‌تواند سبب از کار افتادن بخشی از تجهیزات و آسیب رسیدن به پرسنل یا محیط زیست شود. این روش به طور معمول برای موقعیت‌هایی که بین سخت افزار، نرم افزار و اپراتور

مقدمه
همواره مخاطرات بالقوه‌ای در صنایع و تأسیسات فرآیندی وجود دارد که ممکن است موجب بروز جراحات، صدمات جانی، خسارت‌های مالی و زیست محیطی شود. سکوهای نفتی به دلیل شرایط عملیاتی حاد، تراکم زیاد تجهیزات و پرسنل و همچنین حجم قابل توجه مواد هیدروکربنی و شیمیایی گوناگون پتانسیل بالقوه‌ای جهت بروز حوادث بزرگ و بحرانی دارند. از سوی دیگر، فن آوری پیشرفته نیز ضامن پیشگیری از حادثه نیست و پتانسیل خطر همواره وجود دارد. حوادث ممکن است به دلیل اشکال در طراحی فرآیند، نقص فنی تجهیزات یا خطاهای انسانی رخ دهند [۱]. به گواهی آمار و ارقام، خسارت‌های ناشی از این حوادث در جهان فراوان است و جهت پیشگیری از آنها باید تدابیر خاصی اندیشیده شده و مفهوم سیستم مدیریت HSE مورد توجه ویژه قرار گیرد. قلب سیستم مدیریت HSE، فرآیند مدیریت خطرات و اثرات آنهاست [۲]. یکی از مسائل مطرح در سیستم مدیریت HSE صنایع، مدیریت بحران یا واکنش در شرایط اضطراری است. پیامدهای وضعیت اضطراری

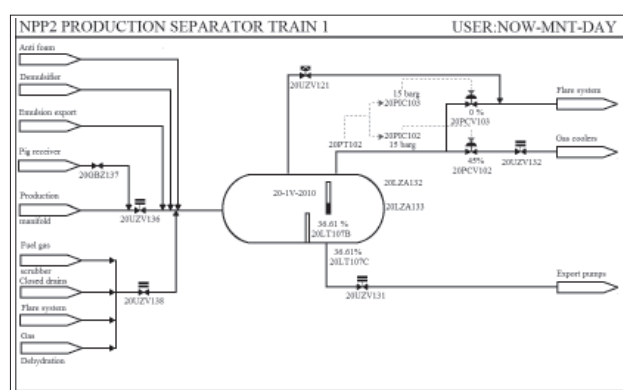
*نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (rahimbehvand@gmail.com)

دارند. سکوی نفتی نوروز جدید دو مخزن تفکیک گر دو فازی افقی (جهت جداسازی گاز و مایع) و یک مخزن جداکننده‌ی آزمایش دارد. مشخصات فرآیندی این سناریو در جدول-۱ و نمودار فرآیند تولید نفت و مخزن جداکننده در شکل-۱ ارائه شده است [۹].

۲-۱- ارزیابی ریسک

ارزیابی ریسک در صنایع فرآیندی روشی جهت مدیریت بهتر و کارآمدتر ایمنی فرآیندهاست. در این ارزیابی، تخمین ریسک انجام و در خصوص قابل تحمل بودن آن تصمیم‌گیری می‌شود. برای شناسایی

مشخصات فرآیندی سناریوی انتخاب شده	
محتویات	نفت، گاز و آب
دما	۶۰ °C
فشار	۱۵ Bar
طول و عرض	۱۲/۲ × ۳/۲m
وضعیت	افقی
جنس	کربن استیل
حجم	۹۰ m ^۳



شکل ۱ | نمودار فرآیند تولید نفت و مخزن جداکننده

اطلاعات مربوط به شرایط آب و هوایی منتخب	
شرایط آب و هوایی ۱ یا F2	
دما	۷ °C
رطوبت	% ۱۰۰
سرعت باد	۲ m/s
پایداری جوی	F
شرایط آب و هوایی ۲ یا D5	
دما	۴۳ °C
رطوبت	% ۵۰
سرعت باد	۵ m/s
پایداری جوی	D

ارتباطی وجود دارد به کار می‌رود [۵]. HAZOP یکی از متداول‌ترین روش‌های آنالیز مخاطرات فرآیندی است که در بین روش‌های مختلف، بیشترین کاربرد و مقبولیت را دارد. این روش عبارت است از رهیافتی گروهی و سیستماتیک جهت شناسایی خطرات فرآیند و ناکارایی‌های سیستم [۱].

پس از شناسایی و ارزیابی مخاطرات، فرآیند مدیریت ریسک واحدها نیازمند ارزیابی شدت تأثیر و عواقب مخاطرات موجود جهت استفاده در مرحله‌ی ارزیابی ریسک و تدوین دستورالعمل مدیریت بحران است. ارزیابی این آثار و عواقب از طریق روش ارزیابی پیامد صورت می‌گیرد [۶]. در این مرحله پس از در نظر گرفتن تمامی عوامل مؤثر بر پیامدهای ناشی از سناریوها، مدل‌سازی پیامدها انجام می‌شود؛ یعنی توسط مدل‌های ریاضی، توالی رخدادها پس از وقوع یک سناریو پیش‌بینی خواهد شد. این رخدادها عموماً شامل سه مرحله‌ی تخلیه، انتشار و پیامد هستند.

اغلب سناریوها به صورت خروج ماده‌ای خطرناک از یک منبع در اثر ایجاد نشتی یا پارگی در نظر گرفته می‌شوند. بنابراین ابتدا با توجه به شرایط حاکم، مدل‌سازی چگونگی تخلیه‌ی ماده‌ی خطرناک از منبع انجام می‌شود که نتایج آن شامل نرخ، سرعت و فاز جریان خروجی است. پس از تخلیه‌ی منبع، انتشار انجام می‌شود که نتایج حاصل از مدل‌سازی این بخش به صورت توزیع غلظت مواد رها شده نسبت به زمان و مسافت از منبع انتشار ارائه می‌گردد. پس از انتشار ماده‌ی خطرناک و با توجه به نوع تخلیه‌ی مواد (دائمی یا ناگهانی) و شرایط فیزیکی محل انتشار (مقدار تراکم تجهیزات و وجود یا عدم وجود منبع جرقه) ممکن است پیامدهای آتش‌سوزی یا انفجار بروز کند [۷]. نتایج حاصل از مدل‌سازی این پیامدها نیز به صورت شدت تابش ناشی از آتش یا موج انفجار ناشی از انفجار در موقعیت‌های مختلف نسبت به محل وقوع سناریو ارائه می‌شود [۸]. با توجه به اهمیت مخاطرات مربوط به نشتی مخازن، این پروژه با هدف شناسایی و ارزیابی ریسک و آنالیز پیامد حوادث فرآیندی با رویکرد پیشگیری، کنترل و آمادگی در برابر حوادث فرآیندی تعریف و به مرحله‌ی اجرا درآمده است.

۱- روش بررسی

این پروژه در سه مرحله و به شرح زیر انجام شده است:

۱-۱- معرفی فرآیند مورد مطالعه (فرآیند مخزن تفکیک گر)

مخازن تفکیک گر جهت جداسازی گاز، نفت و آبی که مستقیماً از چاه (یا چاه‌های) نفت یا گاز تولید می‌شود مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مخازن عمودی، افقی یا مایل هستند و کاربرد دوفازی و سه‌فازی



و D5 یا شرایط جوی ناپایدار (عموماً در فصل تابستان) در نظر گرفته شده است. در جدول ۲-۱ اطلاعات مربوط به شرایط آب و هوایی منتخب این مطالعه برای سناریوی حاضر و با توجه به میانگین اطلاعات هواشناسی ارائه شده است.

۲- یافته‌ها

۲-۱- انتشار گاز

نتایج حاصل از مدل‌سازی انتشار گاز همراه نفت در سناریوی نشی ۲۵ میلی‌متری در شکل‌های ۲-۳ و ۲-۴ ارائه شده است. با توجه به این شکل‌ها در اثر انتشار گاز همراه نفت، غلظت معیار IDLH^{۱۲} در شرایط آب و هوایی زمستان (F2) تا فاصله‌ی ۱۷۲ متری و در شرایط آب و هوایی زمستان (D5) تا فاصله‌ی ۱۶۰ متری گسترش می‌یابد که در اثر این پیامدها احتمال تلفات مشاهده نمی‌شود.

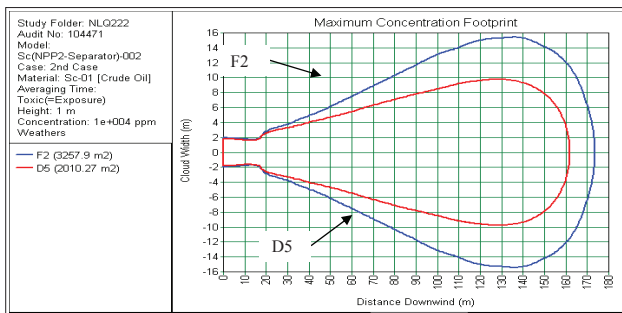
۲-۲- آتش فورانی^{۱۵}

نتایج حاصل از مدل‌سازی آتش فورانی در اثر وقوع سناریوی نشی ۲۵ میلی‌متری در شکل ۲-۴ ارائه شده است. نتایج مهم حاصل از مقایسه‌ی نمودارهای حاصل از آتش فورانی (شکل ۴-۴) با مقادیر معیار در شرایط آب و هوایی زمستان (F2) و شرایط

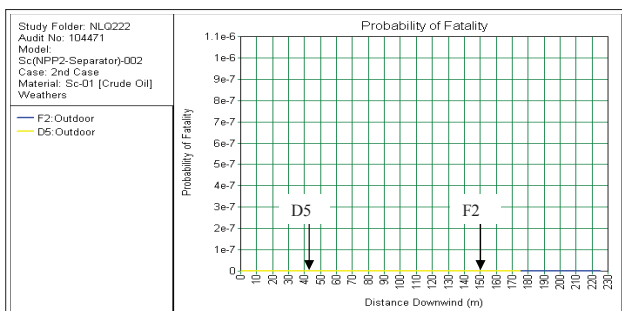
و ارزیابی ریسک مخاطرات در سکوی نفتی نوروژ جدید از روش HAZOP استفاده شده است [۵]. در این مطالعه ۱۰ گره^{۱۱} عملیاتی تعیین و ۱۲ نوع انحراف^{۱۳} مشاهده شد و پیامد و سناریوهای متعدد منتج به آتش، انفجار و انتشار گاز به دست آمد. به دلیل بیشترین انحراف (۷ انحراف) و شدیدترین پیامدها در تفکیک‌گر نفت و گاز، مطالعه روی این مخزن انجام شد.

۳-۱- ارزیابی پیامد

نرم‌افزارهای زیادی جهت تسهیل مدل‌سازی وجود دارد. نرم‌افزار PHAST-Ver 6.54 شرکت DNV از جمله‌ی این نرم‌افزارهاست که می‌تواند تخلیه و انتشار مواد را مدل‌سازی کرده و در ادامه آثار ناشی از پیامدهای آتش، انفجار و نشر مواد سمی را بررسی نماید. این نرم‌افزار چگونگی حرکت و تغییرات فیزیکی و شیمیایی توده‌ی مواد از هنگام تخلیه به محیط تا مکان تأثیرگذاری را به دقت مدل‌سازی کرده و پیامدهای محتمل را پیش‌بینی می‌نماید. در این مطالعه شرایط تجهیز فرآیندی برای نرم‌افزار تعریف شد و نرم‌افزار احتمال بروز نوع حریق و انفجار در اثر این نشی را مشخص کرد. از چالش‌برانگیزترین بخش‌های مطالعات ارزیابی پیامد، انتخاب اندازه‌ی مناسب نشی است که تأثیر قابل توجهی در نتایج حاصل دارد. انتخاب نشی‌های بزرگ سبب تخلیه‌ی تمامی حجم مواد پر مخاطره‌ی موجود با نرخ زیاد و بروز حادثه‌ای با شدت بسیار زیاد در زمانی کوتاه می‌شود و انتخاب نشی‌های کوچک سبب تخلیه مواد پر مخاطره با نرخ کم و بروز حادثه با شدتی کم در مدتی طولانی خواهد شد. از آنجا که روش‌های مدونی برای انتخاب اندازه‌ی خاص وجود ندارد با توجه به حجم محاسبات، معمولاً برای تکمیل مطالعات از سه اندازه‌ی مختلف نشی ۵ و ۲۵ و ۱۰۰ میلی‌متر استفاده می‌شود که نماینده‌ی نشی‌های کوچک، متوسط و بزرگ هستند. از آنجا که نشی ۲۵ میلی‌متری از لحاظ تعداد نشی و شدت پیامد بین دو اندازه‌ی دیگر قرار دارد [۱] مطالعه روی این اندازه نشی انجام شد. برای این پژوهش شرایط آب و هوایی F2 یا شرایط جوی پایدار (عموماً در فصل زمستان)



شکل ۲ | توزیع غلظت گاز در اثر نشی ۲۵ میلی‌متری در هر دو شرایط آب و هوایی



شکل ۳ | توزیع احتمال تلفات ناشی از انتشار گاز همراه نفت در اثر نشی ۲۵ میلی‌متری در هر دو شرایط آب و هوایی

۳ فاصله‌ی مرکز سناریو تا معیارهای تعریف شده جهت مقایسه‌ی شدت تابش ناشی از آتش فورانی			
فاصله از مرکز وقوع سناریو (m)	شرایط آب و هوایی تابستان (D5)	شرایط آب و هوایی زمستان (F2)	شدت تابش ناشی از آتش فورانی (kW/m ²)
۱۴۰	۱۴۰	۱۴۰	۴
۱۰۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۲/۵
۸۵	۸۰	۸۰	۳۷/۵

نفت و گاز پروژه توسعه‌ی میدان نفتی خشت، با شرایط فرآیندی $49/0625m^3$ ، فشار ۴۷bar و دمای ۵۴/۱۸ درجه‌ی سانتی‌گراد انجام شد، امکان آسیب رسیدن به تجهیزات و مرگ آبی نفرت در شرایط تابستانی به ترتیب تا فواصل ۱۵۲/۶ و ۱۶۱/۷ متری و در شرایط زمستان به ترتیب تا فواصل ۱۱۴/۱ و ۱۲۸/۱۶ متری از مخزن برآورد شد [۱۰]. در مطالعه‌ی نشتی و شکستگی خطلوله‌ی گاز طبیعی منطقه‌ی پخش اصفهان با شرایط فرآیندی ۴۵۱۳۰kg، دمای ۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و فشار ۳۰ bar در شرایط آب و هوایی تابستان، امکان آسیب رسیدن به تجهیزات و مرگ آبی نفرت به ترتیب تا فواصل ۱۶۰ و ۱۹۰ متری برآورد شد [۱۱]. علت اختلاف نتایج مطالعه روی مخزن تفکیک‌گر سکوی نفتی نوروز جدید با مطالعات مخزن تفکیک‌گر میدان خشت و خطلوله‌ی گاز طبیعی پخش اصفهان، تفاوت در نوع و درصد مواد تشکیل‌دهنده‌ی نفت و گاز، شرایط فرآیندی، مشخصات فیزیکی مخزن و نوع سناریوی انتخابی است.

نمودارهای مربوط به شبیه‌سازی آتش ناگهانی (شکل-۵)، حد پایین اشتعال‌پذیری گازهای منتشر شده در شرایط آب و هوایی زمستان (F2) را تا فاصله‌ی ۱۱۵ متری و در شرایط آب و هوایی تابستان (D5) را تا فاصله‌ی ۱۱۰ متری نشان می‌دهد. با توجه به وسعت محدوده‌ی حادثه، احتمال تلفات در اثر این پیامد بسیار زیاد است. در مطالعه‌ی نشتی و شکستگی خطلوله‌ی گاز طبیعی منطقه‌ی پخش اصفهان با شرایط فرآیندی ۴۵۱۳۰kg، دمای ۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و فشار ۳۰ bar در شرایط آب و هوایی تابستان، حد پایین اشتعال‌پذیری گازهای منتشر شده تا فاصله‌ی ۲۴۴ متری برآورد شد [۱۱]. علت اختلاف نتایج مطالعه روی مخزن تفکیک‌گر سکوی نفتی نوروز جدید با مطالعه‌ی خطلوله‌ی گاز طبیعی پخش اصفهان، تفاوت در نوع ترکیب آنها (تفکیک‌گر سکوی نفتی نوروز جدید با ترکیب نفت و گاز و آب و خطلوله‌ی گاز اصفهان فقط با ترکیب گاز)، درصد مواد تشکیل‌دهنده‌ی ترکیب‌ها، شرایط فرآیندی، مشخصات فیزیکی مخزن و خط لوله و نوع سناریوی انتخابی است. با توجه به نتایج جدول-۴ امکان آسیب رسیدن به تجهیزات و

آب و هوایی تابستان (D5) در جدول-۳ ارائه شده‌اند. در تمامی موارد، مدت زمان کافی جهت ایجاد آسیب‌های قابل‌پیش‌بینی مطابق با معیار سنجش تعریف شده (آسیب ناشی از تابش آتش) وجود دارد [۸].

۳-۲- آتش ناگهانی (انتشار گاز قابل اشتعال)^{۱۶}

نتایج حاصل از مدل‌سازی آتش ناگهانی در اثر وقوع سناریوی نشتی ۲۵ میلی‌متری در شکل-۵ ارائه شده است.

نمودارهای مربوط به شبیه‌سازی آتش ناگهانی (شکل-۵)، حد پایین اشتعال‌پذیری گازهای منتشر شده در شرایط آب و هوایی زمستان (F2) تا فاصله‌ی ۱۱۵ متری و در شرایط آب و هوایی تابستان (D5) تا فاصله‌ی ۱۱۰ متری را نشان می‌دهد.

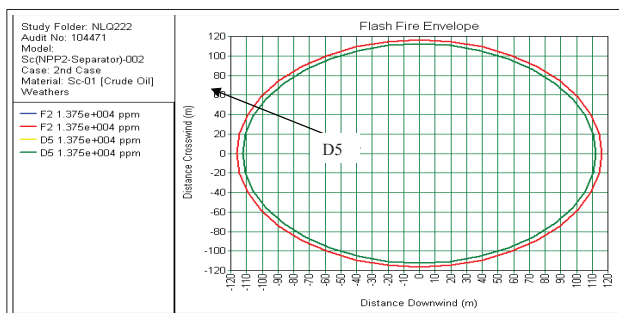
۴-۲- آتش استخری^{۱۷}

نتایج حاصل از مدل‌سازی آتش استخری در اثر وقوع سناریوی نشتی ۲۵ میلی‌متری در شکل-۶ ارائه شده است.

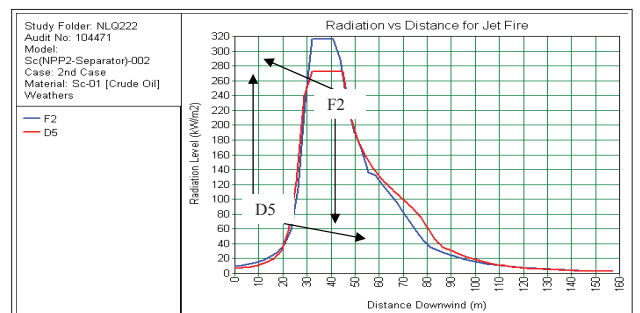
نتایج حاصل از مقایسه‌ی نمودار آتش استخری (شکل-۶) با مقادیر معیار در شرایط آب و هوایی زمستان (F2) و تابستان (D5) در جدول-۴ ارائه شده است. در تمامی موارد، مدت زمان کافی جهت ایجاد آسیب‌های قابل‌پیش‌بینی مطابق با معیار سنجش تعریف شده (آسیب ناشی از تابش آتش) وجود دارد [۸].

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج جدول-۳ حد آستانه‌ی درد (حد ایمن) در اثر تابش حرارتی ناشی از آتش فورانی در هر دو شرایط آب و هوایی تقریباً یکسان بوده و تا فاصله‌ی ۱۴۰ متری، امکان آسیب رسیدن به تجهیزات و مرگ آبی افراد در شرایط آب و هوایی زمستان (F2) به ترتیب تا فواصل ۱۰۰ و ۸۰ متری و در شرایط آب و هوایی تابستان (D5) به ترتیب تا فواصل ۱۰۵ و ۸۵ متری وجود دارد. در مطالعه‌ی که روی مخزن تفکیک‌گر



شکل ۵ | محدوده‌ی محصور به حد پایین اشتعال‌پذیری در اثر نشتی ۲۵ میلی‌متری در هر دو شرایط آب و هوایی

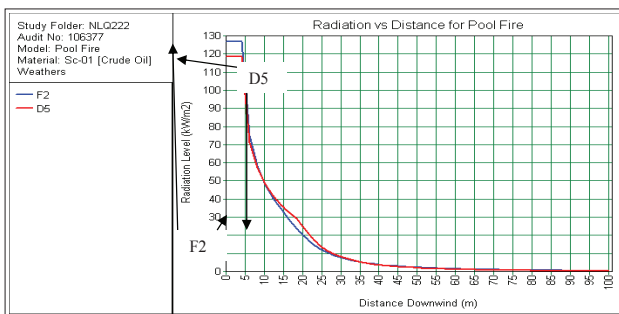


شکل ۴ | توزیع شدت تابش آتش فورانی در اثر نشتی ۲۵ میلی‌متری در هر دو شرایط آب و هوایی



جدول ۴ | فاصله‌ی مرکز سناریو تا معیارهای تعریف شده جهت مقایسه‌ی شدت تابش ناشی از آتش استخری

فاصله از مرکز وقوع سناریو (m)		شدت تابش ناشی از آتش فورانی (kW/m ²)
شرایط آب و هوایی تابستان (D5)	شرایط آب و هوایی زمستان (F2)	
۳۷	۳۸	۴
۲۵	۲۴	۱۲/۵
۱۴	۱۳	۳۷/۵



توزیع شدت تابش آتش استخری در اثر رخداد سناریوی اول در دو شرایط آب و هوایی مختلف

مرگ آنی افراد در اثر تابش حرارتی ناشی از آتش استخری در شرایط آب و هوایی زمستان (F2) به ترتیب تا فواصل ۲۴ و ۱۳ متری و در شرایط آب و هوایی تابستان (D5) به ترتیب تا فواصل ۲۵ و ۱۴ متری وجود دارد. در مطالعه‌ای که روی مخزن تفکیک‌گر نفت و گاز پروژه‌ی توسعه‌ی میدان خشت با شرایط فرآیندی $49/0.625m^3$ ، فشار ۴۷bar و دمای ۵۴/۱۸ سانتی‌گراد انجام شد، امکان مرگ آنی نفرات در شرایط تابستانی تا فاصله‌ی ۲۴/۲ متری از مخزن و در شرایط زمستان تا فاصله‌ی ۳۶ متری از مخزن برآورد شد [۱۰]. به نظر می‌رسد علت اختلاف نتایج این تحقیق با مطالعه‌ی مذکور، تفاوت در نوع و درصد مواد تشکیل‌دهنده‌ی نفت و گاز، شرایط فرآیندی و مشخصات فیزیکی مخزن و نوع سناریوی انتخابی است.

با توجه به یافته‌های حاصل از فرآیند مدیریت خطرات و شبیه‌سازی و آنالیز پیامد، نزدیکی تجهیزات فرآیندی به دلیل شرایط عملیاتی و تغییرات فرآیند، سکوی نفتی نوروز جدید مستعد حوادث بحرانی خواهد بود. برای پیشگیری از این گونه حوادث، لازم است شناسایی و ارزیابی ریسک‌های فرآیندی به‌طور دوره‌ای مورد بازنگری قرار گیرد. همچنین باید دستورالعمل مدیریت بحران در سکوهای نفتی تدوین شده و آموزش لازم برای تمامی سطوح پرسنل برگزار گردد.

پانویس‌ها

1. Fgolbabaeni@yahoo.com
2. Separator
3. Hazards and Effects Management Process (HEMP)
4. Hazard and Operability Study (HAZOP)
5. Process Hazard Analysis Software Tool (PHASt)
6. Recover
7. Event Tree Analysis
8. Fault Tree Analysis
9. Layer of Protection Analysis
10. Hazard Identification
11. Separator
12. Node
13. Deviation
14. Immediately Dangerous to Life and Health (IDLH)
15. Jet Fire
16. Flash Fire
17. Pool Fire

منابع

- [1] J. E. Vinnem, Offshore Risk Assessment (Principles, Modelling and Applications of QRA Studies), 2nd ed, 2007.
- [2] IOOC, SHELL, Soroosh/Nowrooz Intergrated Fild Development Project, HSE Case, NO/SSH/HS/GOXX/00135.G4, 2005
- [۳] تهرانی، مهناز، حسینی سید محمدرضا، چالش‌های مدیریت بحران در صنایع فراساحل، دومین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، اسفند ۱۳۸۶
- [4] CCPS, "Guidelines for Hazard Evaluation Procedure", 2nd ed., New York, Center for Chemical Process Safety, 1992.
- [5] Nigel Hyatt, Guidelines for Process Hazards Analysis, Hazards Identification & Risk Analysis, 1" Edition, 2004
- [۶] یوسفی، محمد، رشتچیان داوود، بررسی آنالیز پیامد تانک آمونیاک مجتمع پتروشیمی کرمانشاه، سومین همایش ملی مهندسی ایمنی و مدیریت HSE، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، اسفند ۱۳۸۸
- [7] Lees F.P, "Loss Prevention in the Process Industries", Vol. 2, Butterworth- Heinemann, 2005
- [۸] گوهررخی، مهدی، ترابی، مرتضی، اکبری، فرزاد، گلعداری، فؤاد، ارزیابی کمی و کیفی ریسک در واحدهای فرآیندی، چاپ اول، انتشارات صناعی، ۱۳۸۸
- [۹] شرکت نفت فلات قاره‌ی ایران، سکوی نفتی نوروز جدید، دستورالعمل‌های بهره‌برداری، ۱۳۸۱
- [۱۰] شرکت نفت مرکزی، پروژه‌ی توسعه میدان نفتی خشت، گزارش آنالیز آتش و انفجار، اردیبهشت ۱۳۸۵
- [۱۱] شرکت پالایش و پخش اصفهان، لوله و مخابرات نفت اصفهان، بررسی پیامد حوادث در واحدهای فرآیندی، پاییز ۱۳۸۸