

# مدیریت ایمنی ساختمانها در صنایع فرآیندی و بررسی وضعیت اتاقهای کنترل شرکت فرآورش در انطباق با استاندارد API752

سید علی موسویون<sup>۱</sup>

## چکیده

یکی از مهمترین موضوعات در ایمنی صنایع فرآیندی و نیز مبحث پدافند غیر عامل، محافظت از ساختمانها بویژه اتاقهای کنترل در برابر انواع خطرات می باشد. در این مقاله سعی شده است ضمن اشاره به حوادث مهم تاریخی که ساختمانها و اتاقهای کنترل در آن حوادث منهدم شده است، نکاتی در خصوص خطرات تهدید کننده اتاقهای کنترل و به طور کلی ساختمانها، روشهای مدیریت ریسک و نیز راهکارهای محافظت از این سازه ها در برابر انفجار، آتش سوزی و گازهای سمی ذکر شود. مطالب ارائه شده در این مقاله ضمن اینکه در طراحی ساختمانهای جدید کار برد دارد مطالبی را برای ارزیابی و ممیزی ایمنی ساختمانهای موجود در بر دارد. همچنین با توجه به حوادث فاجعه بار پیش آمده در چند سال اخیر که در آنها افراد ساکن در مکانهای موقت از جمله کانکسها و کانتینرها جان باخته اند در خصوص این گونه مکانها نیز مطالبی ارائه شده است. این مقاله ضمن کمک به فهم خطرات و ریسک های موجود در موارد مرتبط با ایمنی ساختمانها نهایتاً به کلیاتی در خصوص شرایط فعلی اتاقهای کنترل صنایع فرآیندی کشور اشاره کرده و با تطبیق شرایط اتاقهای کنترل شرکت فرآورش با استاندارد API752 به نتیجه گیری پرداخته و راهکارهایی ارائه خواهد نمود.

واژه های کلیدی: صنایع فرآیندی، اتاق کنترل، مدیریت ریسک، انفجار، آتش سوزی، گازهای سمی

## ۱- مقدمه

با توجه به اهمیت ایمنی ساختمانها بخصوص اتاقهای کنترل همواره گروههای صنعتی، شرکتهای بیمه گروهی از طراحان، استانداردها و راهنماهایی برای طراحی و نیز تعیین فواصل بین ساختمانها و تجهیزات فرآیندی جهت پیشگیری از خطرات ارائه می کردند اما بیشتر این استانداردها و راهنماها کلی و بر اساس تجربه بوده و یا در مواردی همچون راهنماهای ارائه شده از سوی شرکتهای بیمه اولویت با حداقل خسارت اقتصادی و نه حفاظت از جان نفرات ساکن در ساختمانها بود. [1]

به مرور زمان با افزایش پیچیدگی های صنایع فرآیندی و از آنجا که در این استانداردها و راهنماها موارد متعددی از جمله پتانسیلهای خاص هر کارخانه بر اساس نوع فرآیند و جنبه های بسیار دیگر لحاظ نشده بود، نتوانستند جوابگوی نیازهای کارخانجات بوده و ایمنی افراد ساکن در این ساختمانها را تامین کند. ضمن اینکه وقوع حوادث فاجعه بار این واقعت تلخ را به روشنی نمایان ساخت. حادثه های ذیل از مهمترین این حوادث فاجعه بار می باشد:

حادثه فلیکس بورو: در بعد از ظهر اول ژوین سال ۱۹۷۴ در اثر نشت ناگهانی مقدار زیاد ماده سیکلو هگزان و رسیدن بخارات به یک منبع حرارت، انفجاری رخ داد که در نتیجه آن بیست و هشت نفر کشته و سی و شش نفر مصدوم شدند در این حادثه اتاق کنترل واحد بدلیل نزدیک بودن به محل وقوع انفجار کاملاً تخریب شده و ۱۸ نفر بر اثر ریزش سقف اتاق کنترل و شکسته شدن شیشه ها جان باختند. این حادثه در یک روز تعطیل که حداقل افراد در ساختمانها بودند بوقوع پیوست لذا وقوع آن در روزهای دیگر می توانست تلفاتی بسیار بیشتر در پی داشته باشد. [2]

<sup>۱</sup>-مهندس ایمنی، معاون ایمنی پتروشیمی بندرامام amoosavion@complex.bipc.org.ir

حادثه پاسادنا: در ظهر روز ۲۳ اکتبر سال ۱۹۸۹ هنگام انجام کار تعمیراتی زیر یک رآکتور واحد پلی اتیلن سنگین نشت شدید مخلوط گازهای اتیلن، هیدروژن و ایزوبوتن بوقوع پیوسته و پس از چند دقیقه با رسیدن ابر گاز به سیستم تهویه اتاق کنترل که در نزدیک تجهیزات قرار داشت انفجار عظیمی بوقوع پیوست که در اثر آن اتاق کنترل و تجهیزات واحد منهدم شدند. در این حادثه ۲۳ نفر جان باخته و ۱۰۰ نفر مجروح شدند که اکثر کشته شدگان و مصدومین در اتاق کنترل و ساختمانهای نزدیک به تجهیزات حاضر بوده و بدلیل تجمع بیش از حد افراد در ساختمانها و فاصله نامناسب با تاسیسات امکان تخلیه سریع افراد مهیا نشد. [3]

با توجه به وقوع این حوادث و حوادث متعدد دیگر انجمن نفت آمریکا (API) در سال ۱۹۹۵ میلادی استاندارد را در خصوص مدیریت خطرات ساختمانهای واقع در واحدهای فرآیندی منتشر ساخت. در این استاندارد بر خلاف راهنماها و استانداردهای قبلی، مدیریت ایمنی ساختمانها بر مبنای ارزیابی دقیق ریسک و در نظر گرفتن شرایط فرآیندی خاص هر واحد صورت می گیرد. هر چند از زمان انتشار این استاندارد بیش از ۱۴ سال می گذرد اما همچنان برخی از ساختمانهای احداث شده در سالهای قبل از این انتشار این استاندارد در حوادث تخریب شده و قربانی می گیرند که این امر لزوم ارزیابی مجدد ساختمانهای از قبل بنا نهاده شده را کاملاً نشان میدهد. دو حادثه ذیل تنها نمونه هایی از حوادثی هستند که در سالهای پس از انتشار این استاندارد رخ داده و ساختمانها در آن تخریب شده اند:

حادثه پالایشگاه گاز کاتوس در مکزیک: در ۲۶ ژوئای سال ۱۹۹۶ میلادی در اثر نشت شدید گاز تحت فشار از یکی از پمپهای پالایشگاه انفجاری بوقوع پیوست که در اثر آن دو اتاق کنترل کاملاً تخریب گردید [4]

حادثه پالایشگاه بندر احمدی کویت: در ۲۵ ژوئن سال ۲۰۰۰ میلادی در اثر نشت شدید گاز مایع از یکی از خطوط مرتبط با پالایشگاه و اشتعال آن انفجاری رخ داد که در اثر آن ۵ نفر کشته و ۵۰ نفر مجروح شدند در این حادثه دو اتاق کنترل پالایشگاه کاملاً تخریب شد. [4]

## ۲- عوامل موثر بر نوع حادثه و پیامدهای آن:

موارد ذیل بخشی از عواملی هستند که می توانند بر نحوه وقوع حوادث و پیامدهای حاصله موثر باشند:

- خصوصیات ذاتی مواد فرآیندی (قابلیت اشتعال، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و....)
  - چگونگی نشت و انتشار مواد که خود تابعی است از مولفه های فرآیندی همچون فشارودما
  - طراحی واحد و تجهیزات کنترلی ( میزان مواد دخیره شده در فرآیند، سیستمهای کنترلی و ایتر لاک، آلام ها و...)
  - میزان آمادگی کارخانه برای واکنش در شرایط اضطراری و مواردی همچون امکان تخلیه سریع افراد در شرایط اضطراری
  - وضعیت استقرار سیستم مدیریت ایمنی فرآیند در کارخانه (اجرای دستورالعملها، ارایه آموزشها، انجام ممیزی ها و....)
- با توجه به متفاوت بودن شرایط فرآیندی کارخانجات با یکدیگر می بایست برای مشخص کردن عوامل موثر بر احتمال وقوع حوادث و پیامدهای آنها هر کارخانه مورد ارزیابی دقیق خطر قرار گیرد. ارزیابی خطرات بالقوه ای که ساکنین هر ساختمان را تهدید می کند تابعی از متغیرهای مختلف از جمله طراحی ساختمان، مواد ساخت، تعداد ساکنین، موقعیت ساختمان و نیز کاربری آن می باشد. [1]
- در بررسی های انجام شده شاید مشخص شود که خطراتی که ساکنین را تهدید می کند بسیار ناچیز بوده و اساساً نیاز به اقدامات ایمنی و حفاظتی بیشتری وجود ندارد. در مواردی نیز ممکن است احتیاج به اجرای برنامه های جهت کاهش خطرات باشد. [1]
- بر اساس ارزیابی های خطر انجام شده گزینه های متعددی برای کاهش خطرات پیش رو قرار می گیرد:
- تغییرات فرآیندی در راستای کاهش محتویات و افزایش ایمنی ذاتی واحدها
  - انجام اقدامات پیشگیرانه در راستای کاهش احتمال نشت مواد سمی و قابل اشتعال
  - استقرار سیستمهای محدود کننده آثار و پیامدهای حوادث
  - مقاوم سازی ساختمان در برابر پیامدهای انفجار، حریق و نشت مواد سمی

## ۳- تجزیه و تحلیل خطرات:

مراحل سه گانه فرآیند تجزیه و تحلیل خطرات و مدیریت ریسک برای حفاظت از ساختمانها عبارتند از:

مرحله اول- شناسایی ساختمان و خطراتی که آن را تهدید می کند: اولین گام در جهت انجام بررسی های بیشتر ، جمع آوری اطلاعات در خصوص میزان تجمع افراد در هر ساختمان و همچنین شناسایی خطرات بالقوه ای است که ساکنین آن ساختمان را تهدید می کند.

مرحله دوم- ارزیابی ساختمان: به طور کلی سه روش برای ارزیابی خطرات بالقوه ای که ساکنین را تهدید می کند وجود دارد که هر کدام از این روشها به تنهایی یا به اتفاق روشهای دیگر می تواند انجام پذیرد .

مرحله سوم-مدیریت ریسک: نتایج ارزیابی های کمی و کیفی خطر که با روشهای خاص خود انجام می شوند ،می توانند زمینه سازی برای ارزیابی های پیچیده تر و تکمیلی منجر شده و به ارائه راهکارهایی برای کاهش و کنترل تضمینی ریسک بیانجامد

روش مرحله ای زمانی استفاده می شود که بخواهیم به طوری روش مند ، ساختمانهایی را که ساکنین آنها در معرض خطر می باشند ارزیابی کنیم. اگر در هر مرحله از مراحل تجزیه و تحلیل خطر به این نتیجه برسیم که خطر قابل توجه ای ساکنین ساختمان را تهدید نمی کند . می توان در همان مرحله فرآیند ارزیابی را به پایان رساند.

#### ۴- معیارها و شاخصها بکار رفته در ارزیابی خطرات :

هر کارخانه برای ارزیابی خطرات ساختمانهای خود الزاماً نیاز به تعریف و مشخص کردن معیارهایی دارد که برخی از آنها به شرح ذیل می باشد:

- مشخص کردن معیار تجمع و نقش افراد در شرایط اضطراری
- مشخص کردن خطرات بالقوه ای که ساختمانها را تهدید می کنند
- انتخاب روشها و مدلهایی برای ارزیابی و تخمین پیامدها
- تعیین آستانه تحمل ریسک

کارخانجات با توجه به فلسفه طراحی و نیز خصوصیات منحصر به فرد خود معیار تجمع را مشخص می کنند . در تعیین این معیار می بایست موارد ذیل در نظر گرفته شود:

الف- تعداد افرادی که در ساختمان یا در محدوده اطراف واحد فرآیندی تجمع دارند بطور مثال مسولین محوطه ، مسولین اتاق کنترل ، معاونین فنی ، مهندسین یا کارکنان گروههای تعمیراتی که بر حسب انجام وظیفه به اتاق کنترل و یا ساختمانهای دیگر مراجعه می کنند

ب- گروههایی که ممکن است به طور متناوب به ساختمانها مراجعه کنند (مثال: بازدید کنندگان ، کار آموزان و....)

ج- افرادی که اساساً فعالیت آنها در سایت بوده و فقط در مواقعی خاص(نوشتن گزارش، پاسخ به تلفن ،گریز از شرایط بد جوی و...) به اتاق کنترل و دیگر ساختمانها مراجعه می کنند

د- قابلیت تخلیه افراد در شرایط اضطراری :طراحی ساختمانها می بایست به گونه ای باشد که امکان تخلیه افراد در شرایط اضطراری به راحتی امکان پذیر باشد. در برخی حوادث همچون آتش سوزی ها ، انفجارات ناشی از مایعات جوشان<sup>۱</sup> و برخی از گونه های انفجار ابر بخارات از زمان فراهم شدن مقدمات وقوع حادثه تا زمان به فعل رسیدن کامل پتانسیل خطر بدلیل وجود تجهیزاتی همچون گازسنجها ، آلامهای هشدار دهنده و سیستمهای اطلاع رسانی زمانی تقریباً کافی برای تخلیه افراد از درون ساختمانها وجود دارد. اما در حوادثی نظیر انفجارات زنجیره ای ، انفجارات تجزیه ای ، ..... که بصورت آنی بوقوع می پیوندند و عواقب بسیار خطرناکی نیز در پی دارند امکان اطلاع رسانی به ساکنین ساختمانها یا اساساً وجود نداشته و یا بسیار محدود است و بنابراین لازم است احتمال وقوع اینگونه حوادث در تجزیه و تحلیل خطرات فرآیند به دقت در نظر گرفته شود

#### ۴-۱- شاخصها و معیارهای سکونت<sup>۲</sup>:

۴-۱-۱- سکونت و عدم سکونت: روشهای مختلفی برای تعریف یک معیار کیفی برای سکونت و یا عدم سکونت یک ساختمان وجود دارد. ساختمانهای اشغال شده را می توان ساختمانهایی دانست که کارکنان بخش اعظمی از فعالیتهای خود را در آنها انجام می دهند (مثال : اتاقهای

<sup>۱</sup> - BLEVE

<sup>۲</sup> - OCCUPANCY CRITERIA

کنترل، آزمایشگاهها و ساختمانهای اداری). ساختمانهای غیر اشغال شده ساختمانهایی هستند که کارکنان بطور متناوب در آنها حضور یافته و بخش کمی از فعالیتهای خود را در آن انجام داده و زمان کوتاهی را در آنجا صرف می کنند. [1]

۴-۱-۲- بار سکونت<sup>۱</sup> : عبارت است از مجموع زمانهایی که نفرات در داخل ساختمان حضور می یابند. بار سکونت بطور میانگین و در یک دوره زمانی مشخص (هفتگی و سالیانه) محاسبه می شود. برای مشخص کردن بار سکونت می بایست موارد ذیل مورد توجه قرار گیرد:

- افرادی که ممکن است روزمره و بطور موردی در ساختمان حضور یابند از جمله پیمانکاران، بازدیدکنندگان و کارآموزان
- کارکنان گروههای تعمیرات که بر حسب نیاز جهت انجام فعالیتهایی از جمله کالیبراسیون و کار بروی تجهیزات ابزار دقیقی به ساختمانها و بویژه اتاق کنترل مراجعه می کنند. غالباً بار سکونت در کارخانجات بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ نفر ساعت در هفته در نظر گرفته می شود

۴-۱-۳- اشغال فردی<sup>۲</sup>: در صدی از کل وقت کارکنان که در اتاق کنترل و یا دیگر ساختمانهای می گذرد. این شاخص برای کارخانجات مختلف از ۲۵ تا ۷۵ درصد تعریف می شود.

۴-۱-۴- بیشینه اشغال<sup>۳</sup>: حداکثر افرادی که ممکن است به هنگام حادثه در ساختمان حضور داشته باشند که برای کارخانجات مختلف بین ۵ تا ۴۰ نفر تعیین شده است.

ساختمانهایی که معیارهای اشغال در آنها از معیارهای تعریف شده کارخانه بیشتر باشد می بایست مورد ارزیابی دقیق تر قرار گیرند. [1]

## ۵- تجزیه و تحلیل خطرات ناشی از انفجار:

تجزیه و تحلیل خطرات ناشی از انفجار ممکن است برای ساختمانهای موجود و یا ساختمانهای جدید بکار رود. در طی پیشرفت کار نیاز و یا عدم نیاز به بررسی های بیشتر مشخص می شود.

### ۵-۱- مرحله اول- شناسایی ساختمان و خطراتی که آن را تهدید می کند:

۵-۱-۱- ساختمان و شناسایی خطر: اولین اقدام در راستای شناسایی و ارزیابی خطرات ناشی از انفجار، جمع آوری اطلاعاتی در خصوص مواد شیمیایی و شرایط فرآیندی واحد می باشد که می توانند بر احوال و شدت پیامدهای ناشی از وقوع انفجار اثر گذار باشند. ضمن اینکه در استاندارد مدیریت ایمنی فرآیند (OSHA 1910.119) دانش کارکنان و اطلاعات فنی به عنوان اصل اول مدیریت ایمنی فرآیند ذکر شده است. با پیشرفت در مراحل ارزیابی خطرات، نیاز به جمع آوری اطلاعات بیشتری می باشد. [5]

۵-۱-۲- مواد شیمیایی موجود در فرآیند: برخی مواد قابل اشتعال از جمله هیدرو کربورهای سبک، گازها و یا هیدرو کربورهای سنگینی که در اثر بالا رفتن دما، فشار و یا هر دو باعث تشکیل ابر بخار (گاز) شوند همگی در نهایت میتوانند موجب انفجارات ابر بخار<sup>۴</sup> شوند. اتان، پروپان، بوتان و یا الفینهایی نظیر اتیلن، پروپیلن و بوتیان نمونه هایی از این گونه مواد می باشند. در برخی شرایط خاص فرآیندی بویژه بالا رفتن دما موادی با فشار بخار پایین تر نیز می تواند موجب انفجار ابر بخار شوند.

در برخی از انفجارات از جمله انفجارات ناشی از مایعات جوشان و یا واکنشهای تجزیه ای (به طور مثال اکسید اتیلن) و یا شکستهای مکانیکی ظروف تحت فشار، فشار اولیه افزایش بسیار زیادی می یابد

۵-۱-۳- موقعیت و شرایط واحد: هر چند ممکن است موادی با پتانسیل وقوع انفجار ناشی از ابر بخار در یک واحد فرآیندی وجود داشته باشد ولی شرایط خاص واحد و جانمایی تجهیزات می تواند از وقوع اینگونه انفجارها جلوگیری کند.

عواملی که بروقوع یک انفجار ابر بخار موثرند عبارتند از: وجود زمینه برای تراکم و یا محدود سازی ابر بخار منتشر شده با توجه به شرایط واحد، جانمایی تجهیزات و تاسیسات، فضای موجود و فواصل بین نواحی مختلف، منابع انرژی حرارتی و جرقه، توپوگرافی، سیستمهای تخلیه و میزان مواد منتشر شده

در میان عوامل فوق، وجود زمینه برای تراکم و یا محدود سازی در واحد، مهمترین عاملی است که ارتباط مستقیمی با شدت انفجار دارد. [1]

<sup>1</sup> -OCCUPANCY LOAD

<sup>2</sup> -INDIVIDUAL OCCUPANCY

<sup>3</sup> -PEAK OCCUPANCY

<sup>4</sup> -vapor clud explosion(VCE)

برای بررسی شرایط واحد می بایست تجهیزات مشترک نظیر سازه های زیر خطوط لوله، برجها، ظروف و نیز تجهیزات واحدهای مجاور را در نظر داشت. تجربه نشان داده است چنین تجهیزاتی غالباً عاملی برای متراکم کردن گاز و بخارات نشت یافته می باشند. [1]

در واحدهایی که در محیط باز طراحی شده اند در صورتی که میزان نشت مواد قابل اشتعال کم باشد احتمال انفجار ابر بخار پایین است. شرایط فرآیندی از جمله دما، فشار عملیاتی و میزان موجودی مواد فرآیندی موارد دیگری هستند که ارتباط مستقیمی با وقوع انفجار ابر بخار دارند. [1]

برخی اقدامات عملیاتی نظیر بستن شیرهای جدا کننده، از فشار انداختن تجهیزات و از سرویس خارج کردن واحدها در شرایط اضطراری می توانند در کاهش میزان مواد نشت یافته موثر بوده و موجبات کاهش پیامدهای ناشی از انفجار را فراهم کند. از عوامل مهم دیگری می توان به زمان کشف بخارات (گازها) نشت یافته توسط گازسنجهای ثابت، واکنش مناسب در شرایط اضطراری، زمان لازم برای رسیدن به منابع جرقه و حرارت و ارزیابی موقعیت منبع حرارتی (جرقه) اشاره کرد.

۵-۱-۴- مقایسه معیارها و شاخصها: در این مرحله شاخص ها و معیارهای سکونت با معیارهای از قبل مشخص شده توسط کارخانه مقایسه می شوند. ساختمانهایی که معیار سکونت در آنها از معیارهای تعریف شده کارخانه بیشتر باشد می بایست مورد ارزیابی دقیق تری قرار گیرند. [1]

## ۵-۲- مرحله دوم- ارزیابی ساختمان:

راههای پیش رو برای ارزیابی:

الف- مقایسه شرایط طراحی ساختمان با استانداردهای معتبر

ب- تجزیه و تحلیل پیامدها

ج- غربال کردن نتایج ارزیابی خطرات

هر یک از گزینه های فوق ممکن است به تنهایی و یا با ترکیب دیگر گزینه ها مورد استفاده قرار گیرد. هر چند انتخاب هریک از این روشها اساساً منوط به تعیین پتانسیلهای واقعی خطرانی است که ساختمانها و ساکنین آنها را تهدید می کنند.

۵-۲-۱- مقایسه شرایط طراحی ساختمان با استانداردهای معتبر: همانگونه که در مقدمه این مقاله ذکر شد در انتخاب معیارها و استاندارد های طراحی می بایست به هدف تعیین کنندگان معیارها و استانداردها توجه داشت.

۵-۲-۲- تجزیه و تحلیل پیامدها: هدف از تجزیه و تحلیل پیامدها تخمین شدت انفجار، ارزیابی اثرات آن بر ساختمان و نیز برآورد خساراتی است که در اثر تخریب ساختمان به تجهیزات داخلی ساختمان وارد شده و یا جراحات و صدماتی به ساکنین ساختمان وارد می شود

در ارزیابی پیامدها غالباً یک سناریو به طور موردی و خاص با تمام جزئیات مربوطه در نظر گرفته شده و اثرات آن بررسی می گردد. سناریوهای مشخص شده می تواند حاصل مطالعات خطر فرآیند باشد.

در ارزیابی پیامدها می بایست سیستمهای ایمنی غیر فعال (انفعالی)<sup>۱</sup> و فعال<sup>۲</sup> در نظر گرفته شود. مواردی همچون ایمنی ذاتی فرآیند، فاصله مناسب تجهیزات از یکدیگر و نیز طراحی مناسب نمونه هایی از سیستمهای غیر فعال و شیرهای جدا کننده اضطراری، سیستمهای آب پاش خودکار و... نمونه هایی از سیستمهای ایمنی فعال می باشند که می توانند عواقب و پیامدهای انفجار را تا حدودی زیادی کاهش دهند. [6]

مدلهای متعددی برای محاسبه ازدیاد فشار ناشی از انفجارها وجود دارد که متداولترین آنها روش ها معادل سازی با TNT می باشد. در بررسی اثر واقعی انفجار بر ساختمانها نیاز به در نظر گرفتن برخی عوامل همچون شدت انفجار، مصالح مورد استفاده در ساخت ساختمان، موقعیت و ظرفیت، ابعاد، ضخامت دیوارها و نیز کاربری ساختمان می باشد. [1]

۵-۲-۳- سرند کردن نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل خطرات: در این مرحله میزان اثرات فردی و جمعی ناشی از انفجار بر روی نفقات حاضر در ساختمان بر مبنای شدت و احتمال وقوع آنها محاسبه شده و در نهایت با توجه به نتایج بدست آمده با آستانه تحمل ریسک کارخانه اقدامات لازم انجام می گیرد. سرند کردن نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل خطرات می تواند شامل موارد ذیل می باشد:

- مشخص کردن ساختمانهایی که در اثر انفجار تحت تاثیر قرار می گیرند
- مشخص کردن میزان شدت انفجار با استفاده از روشهای معادل سازی

<sup>1</sup> - PASSIVE  
<sup>2</sup> ACTIVE

- تعیین احتمال وقوع انفجار براساس سوابق موجود در حافظه سازمانی کارخانه و وقوع حوادث در کارخانجاتی با فرآیند مشابه
- تعیین شدت آسیب های وارد شده بر نفرات حاضر در ساختمانها در صورت بروز انفجار
- محاسبه ریسک فردی با محاسبه حاصل ضرب احتمال، شدت و درصدی از زمان که شخص در ساختمان حضور دارد و سپس محاسبه ریسک جمعی با محاسبه مجموع کلیه ریسکهای فردی افرادی که در ساختمان حضور دارند
- مقایسه ریسکهای بدست آمده با آستانه تحمل ریسک کارخانه که قبلاً مشخص شده است.

### ۵-۳- مرحله سوم- مدیریت ریسک :

۵-۳-۱- ارزیابی ریسک : در مرحله ارزیابی ریسک ، احتمال و شدت وقوع یک سناریو مشخص می شود .

برخی زمینه های وقوع انفجار می تواند به شرح ذیل باشد:

- شکستهای مکانیکی ظروف و یا خطوط لوله و نشت شدید مواد از این تجهیزات
- خوردگی خطوط لوله و ظروف تحت فشار و جدا شدن اتصالات
- باز کردن یک شیر در اثر اشتباه سهوی و رها شدن مواد قابل اشتعال در محیط
- نشت های ناشی از نقص مکانیکال سیلها و نشت بندهای دیگر در پمپها
- نشتهای عمدی ناشی از عملیات تخلیه و بارگیری
- رها شدن مواد قابل اشتعال در اثر واکنشهای سریع و زنجیره ای شیمیایی
- در انتخاب یک سناریو می بایست عوامل مختلفی از جمله موارد ذیل می بایست مورد توجه قرار گیرد:
- سوابق حوادث کارخانه
- سوابق حوادث در کارخانجات مشابه
- شرایط فرآیندی
- میزان اثر بخشی سیستم مدیریت ایمنی که می تواند بر احتمال وقوع حوادث موثر باشد
- کیفیت برنامه های بازرسی و تعمیرات
- سیستمهای ایمنی و لایه های دفاعی غیر فعال و فعال در اطراف تجهیزات

ارزیابی ریسک می تواند بصورت کمی و یا کیفی انجام شود. روشهای کیفی بیشتر بر مبنای تجربه بنا شده و استفاده از ماتریس ریسک یکی از متداولترین روشهای این نوع ارزیابی می باشد . اما روشهای کمی پیچیدگی های بیشتری دارد که تجربه و تحلیل درخت خطا<sup>۱</sup> یکی از نمونه های آن می باشد.[6]

۵-۳-۲- تصمیم گیری در خصوص کاهش ریسک: پس از مشخص کردن میزان ریسک می بایست در خصوص کاهش آن تصمیم گیری شود . این تصمیم مبتنی بر مقایسه ریسک محاسبه شده با آستانه تحمل ریسک سازمان می باشد . در صورتی که برنامه ای برای کاهش ریسک پیشنهاد شود میبایست برای حصول اطمینان از موفقیت آمیز بودن آن برنامه ، پس از اجرا ریسک رامورد ارزیابی مجدد قرار داد.[1]

۵-۳-۳- معیار پذیرش ریسک: هر کارخانه می بایست قبل از شروع مرحله ارزیابی ریسک آستانه تحمل خود را مشخص کرده باشد . در این راستا می توان از ماتریس ریسک به عنوان یک الگوی کیفی مناسب استفاده کرد و یا با بکار گرفتن فنون آماری یک معیار کمی مشخص نمود.[1]

۵-۳-۴- کاهش ریسک: کاهش ریسک ناشی از انفجار برای ساکنین یک ساختمان بطور کلی به دو روش امکان پذیر می باشد:

الف: پیشگیری<sup>۲</sup> : انجام فعالیتهای و یا بکار گیری روشهایی در جهت حذف خطر و یا کاهش احتمال بروز حوادث فرآیندی. برخی از این روشها که می تواند بکار گرفته شوند عبارتند از:

- کاهش میزان مواد خطرناک موجود در فرآیند

<sup>1</sup> -Fault Tree Analysis(FTA)

<sup>2</sup> - Prevention

- انجام کنترل‌های مهندسی از قبیل پیش بینی کنترل‌های بیشتر فرآیندی (سیستم‌های از سرویس خارج کردن تجهیزات در شرایط اضطراری ، پیش بینی تجهیزات ابزار دقیقی بیشتر و دقیق تر...)
  - تغییر در شرایط فرآیندی و یا مواد شیمیایی در جهت کاهش زمینه های بروز واکنشهای زنجیره ای و یا کاهش زمینه خوردگی تجهیزات
  - افزایش بازرسی های دوره ای انجام شده از تجهیزات و خطوط لوله بویژه در واحدهایی با ماهیت خوردگی
  - بالا بردن کیفیت مواد ساخت تجهیزات
  - بالا بردن دانش فنی و ایمنی کارکنان
  - کنترل بیشتر فعالیتهای تعمیراتی در راستای کاهش احتمال بروز حوادث
  - انجام ممیزی های ایمنی کارا و اثر بخش در راستای شناسایی ، حذف و یا کنترل کانونهای خطر موجود در واحدهای فرآیندی
  - تهیه و اجرای دستورالعملهایی در جهت بالا بردن ضریب ایمنی واحدها به هنگام تعمیرات در مواردی همچون صدور مجوز کارهای گرم تعمیراتی و قطع منابع انرژی به هنگام تعمیرات<sup>۱</sup>
  - ب: محدود سازی<sup>۲</sup>: انجام فعالیتهای و یا بکار گیری روشهایی در جهت کاهش پیامدهای ناشی از انفجار که برخی از آنها عبارتند از:
  - تغییر مکان نفرات در ساختمانها و یا تغییر جانمایی اتاقهای موجود در ساختمانها با توجه به نوع فعالیتهای انجام شده
  - حذف پنجره ها
  - بهبود وضعیت پنجره ها برای کاهش ریسک آسیب رسیدن به پرسنل ثر هنگام وقوع انفجار از طریق مقاوم سازی شیشه پنجره ها و چارچوب آنها در برابر اثرات انفجارو یا اینکه در ساخت چارچوب و شیشه پنجره ها از موادی استفاده شود که کمترین امکان از هم گسختگی در زمان بروز انفجار را دارند. به طور مثال استفاده از پلی کربناتها و یا شیشه های مسلح
  - مقاوم سازی دربهای ساختمانها در برابر اثرات انفجار و همچنین حذف شیشه های تعبیه شده در طراحی دربها و یا به حداقل رساندن این شیشه ها
  - مقاوم سازی ساختمان و یا بهبود وضعیت قابلیت انعطاف سازه
  - نصب دیواره های خارجی جهت محافظت از ساختمان در برابر انفجار و ترکشهای حاصل از آن
  - طراحی ساختمانهای جدید که قابلیت مقاومت در برابر اثرات انفجار را داشته باشند و یا در فاصله مناسب از کانونهای خطر قرار بگیرند.
  - طراحی سیستمهای تخلیه<sup>۳</sup> ساختمانها بگونه ای که برگشت بخارات قابل انفجار بدرون ساختمان از طریق این سیستمها امکان پذیر نباشد
  - کاهش نفرات حاضر در ساختمانها جهت کاهش شدت ریسک در زمان وقوع انفجار
- لازم به ذکر است همواره روش های پیشگیری در اولویت برنامه های کاهش ریسک می باشند. [1]
- مراحل تجزیه و تحلیل خطرات ناشی از انفجار در نمودار شماره ۱ در پیوست این مقاله آمده است.

## ۶- تجزیه و تحلیل خطرات ناشی از آتش سوزی:

با توجه به شرایط فرآیندی واحدهای عملیاتی ، انواع مختلف آتش سوزی می تواند بوقوع بپیوندد. ضمن اینکه آتش سوزی می تواند یکی از پیامدهای وقوع یک انفجار باشد در مواردی نیز آتش سوزی ها خود زمینه ساز بروز انفجارات بسیار فاجعه بار می شوند بطور مثال در صورت قرار گرفتن یک مخزن و یا ظرف تحت فشار در معرض حریق احتمال انفجارات ویرانگر ناشی از مایعات جوشان می رود. بنا براین مدیریت ایمنی ساختمانها در برابر حریق هر چند در مقایسه با موضوع انفجار از پیچیدگی های کمتری برخوردار است اما اهمیت بسیاری دارد .

نفوذ حریق به داخل ساختمان می تواند باعث سوختن مواد قابل احتراق داخل ساختمان شده و یا آثار احتراق بویژه دود در صورت راه یافتن به داخل ساختمانها می تواند موجب مشکلات تنفسی و فیزیولوژیکی شده و یا کاهش دید را باعث شوند . همچنین بروز حریق در داخل ساختمان ها نیز یکی دیگر از جنبه های قابل توجه است . [7]

<sup>1</sup> - lock out/Tag out

<sup>2</sup> -Mitigation

<sup>3</sup> -Drinage

همچون ارزیابی خطر انفجار در خصوص آتش سوزی نیز می بایست معیارهای و شاخص های اشغال هرساختمان با معیارهای مشخص شده توسط کارخانه مقایسه شود.

مگر در شرایطی که ساختمان به طور مستقیم در یک حریق قرار بگیرد، در موارد دیگر خطر حریق برای دیوارهای ساختمان بسیار پایین می باشد. اثرات تشعشع حرارتی به طور قابل توجهی با ایجاد فاصله مناسب بین تجهیزات و ساختمان کاهش می یابد. در ساختمانها معمولاً از مصالح غیر قابل اشتعال استفاده شده و بکار رفتن مواد قابل اشتعال بسیار ناچیز می باشد. در ایجاد فاصله بین ساختمان و تجهیزات می بایست در انتخاب راهنماها و الگوهای طراحی دقت کرده و موارد مختلفی بویژه شرایط فرآیندی واحد را در نظر گرفت.

#### ۶-۱- کنترل حریق و واکنش در شرایط اضطراری:

خطراتی که نفرات حاضر در ساختمانها را بهنگام آتش سوزی تهدید می کند به عوامل مختلفی بستگی دارد که برخی از آنها عبارتند از مصالح ساخت، فاصله ساختمان از محل وقوع حریق و سیستمهای پیشگیرانه ایمنی جهت جلوگیری از اشتعال بخارات قابل اشتعال.

طراحی ساختمانها باید بگونه ای باشد که بهنگام آتش سوزی های بزرگ امکان خروج سریع افراد از ساختمانها فراهم باشد. همچنین می بایست دستورالعملهای واضح و بدون ابهامی برای واکنش در شرایط اضطراری و نیز کنترلهای عملیاتی تهیه شده و افراد آموزشهای کافی را در خصوص آنها دیده باشد. همچنین می بایست تجهیزات خاصی مانند وسایل استحقاظی فردی از جمله سیلندرها، هوای فشرده و ماسکهای فرار در ساختمان موجود باشد. [1]

#### ۶-۲- کاهش ریسک ناشی از آتش سوزی:

۶-۲-۱- اقدامات پیشگیرانه: اقدامات و فعالیتهای پیشگیرانه جهت کاهش ریسک ناشی از آتش سوزی برای شاغلین در ساختمانها تقریباً شبیه موارد ذکر شده در بخش انفجار می باشد. علاوه بر آنها می توان به دقت در استفاده از تجهیزات ضد انفجار با توجه به نقشه های نواحی خطر<sup>۱</sup> واحدهای فرآیندی اشاره کرد. در استانداردهای API 500 و NFPA497 موارد مربوط به نواحی خطر به تفصیل آمده است.

۶-۲-۲- اقدامات محدود کننده: برخی از اقدامات محدود کننده جهت کاهش ریسک ناشی از آتش سوزی بیرونی برای شاغلین در ساختمان عبارتند از:

- ایجاد فاصله مناسب بین ساختمان و تجهیزات و یا قرار دادن سپر حرارتی برای ساختمان
- استفاده از مصالح مقاوم در برابر حریق در ساخت جداره بیرونی ساختمان
- طراحی مناسب سیستمهای اطفای حریق در بیرون و درون ساختمان و نیز طراحی مناسب سیستمهای تهویه که برخی از آنها عبارتند از :
  - طراحی سیستمهای اطفای حریق برای ساختمانها (جزئیات مربوط به طراحی این سیستمها در استاندارد NFPA 2001 آمده است
  - طراحی سیستم تهویه بگونه ای که در ورودی سیستم تامین هوا تجهیزات آشکارساز گازهای سمی وجود داشته و هنگام ورود هوای آلوده به سیستم، گردش هوا را متوقف کند.
- طراحی سیستم مناسب تخلیه در کف ساختمان
- پیش بینی مسیرهای خروج اضطراری در جهات مختلف برای هر ساختمان
- نصب شیرهای جدا کننده اضطراری

مراحل تجزیه و تحلیل خطرات ناشی از آتش سوزی را در نمودار شماره ۲ در پیوست مقاله مشاهده کنید. [1]

#### ۷- مدیریت ایمنی ساختمان جهت کنترل خطرات گازهای سمی:

در واحدهای فرآیندی نشت مواد سمی به محیط می تواند برحاضرین در ساختمانها اثر بگذارد. بخارات سمی در صورت وارد شدن به ساختمان اثرات زیان آوری متعددی از جمله اثرات فیزیولوژیکی بر افراد می گذارند که میزان آسیبهایی بستگی به نوع ماده غلظت آن و زمان تماس دارد. برخی بخارات و گازهای حاصل از آتش سوزی در صورت وارد شدن به ساختمان می توانند موجب مشکلات تنفسی کاهش دید و... شوند. [1]

<sup>1</sup> -Hazardious Area

در مطالعات خطرات گازهای سمی نیز همچون انفجار و آتش سوزی می بایست شاخص اشغال هر ساختمان با معیارهای مشخص شده توسط کارخانه مقایسه شود.

چگونگی انتشار گازهای سمی بستگی به عوامل مختلفی از جمله شرایط فیزیکی، میزان مواد منتشر شده، شرایط جوی، موانع، موقعیت و نوع منبع انتشار دارد. انتشار گازهای سمی را می توان با استفاده از تکنیکهای مختلف مدل سازی کرد. در این زمینه نرم افزارهای کاربردی متعددی وجود دارد که نرم افزارهای ALOHA و PHAST از مشهورترین آنها می باشند.

میزان و سرعت وارد شدن مواد سمی به داخل ساختمان بستگی به اندازه منافذ ورودی، موقعیت محل ورود مواد، غلظت گاز در بیرون از ساختمان و اختلاف فشار بین داخل و بیرون ساختمان دارد. ورود گازهای سمی به داخل ساختمان می تواند از راههای متعددی صورت گیرد. دربها و پنجره‌های باز و یا دارای منفذ، دودکشها، سیستمهای تامین کننده هوای تازه، کانالهای عبور کابل‌های برقی و یا ابزار دقیقی، مسیرهای مرتبط با سیستم تخلیه برخی از این راهها می باشند. همچنین وقوع انفجار و تخریب بخشهایی از ساختمان می تواند زمینه ساز ورود گازهای سمی به داخل ساختمان شود. [1]

#### ۷-۱- کنترل خطرات و واکنش در شرایط اضطراری:

دینامیک انتشار گازهای سمی ممکن است زمان مناسب را برای تخلیه و واکنش در شرایط اضطراری بدهد. سیستم های تهویه ای که الف- هوای تازه را وارد سیستم کند ب- مجهز به سیستم آشکار ساز گازهای سمی در ورودی خود باشد ج- در زمان نفوذ مواد سمی به طور خودکار و یا دستی امکان از سرویس خارج کردن آن باشد، بطور موثری می توانند از نفوذ بیشتر گازهای سمی به داخل ساختمان ممانعت کنند. [1] وجود دستورالعمل واکنش در شرایط اضطراری و آموزش کلیه افراد مرتبط و نیز وجود تجهیزات مناسب حفاظت فردی از جمله موارد موثر در کنترل خطرات ناشی از گازهای سمی در شرایط اضطراری می باشد.

#### ۷-۲- کاهش ریسک گازهای سمی:

۱-۱-۱- اقدامات پیشگیرانه: اقدامات پیشگیرانه در خصوص خطرات گازهای سمی مشابه با اقداماتی است که در بخش مربوط به انفجار و حریق ذکر شده و به طور کلی مرتبط با بالا بردن ایمنی ذاتی واحدها و بهبود عملکرد گروههای مختلف از جمله بازرسی فنی، تعمیرات، بهره برداری و نیز سیستم مدیریت ایمنی فرآیند می باشد.

۱-۲-۱- اقدامات محدود کننده: خطرات گازهای سمی برای ساکنین در ساختمانها بستگی به موارد مختلفی از جمله نحوه انتشار مواد سمی، موقعیت ساختمان، چگونگی طراحی سیستم تهویه و میزان آمادگی کارخانه برای واکنش در شرایط اضطراری دارد. برخی اقداماتی که می تواند ریسک گازهای سمی برای ساکنین ساختمانها را محدود کنند عبارتند از:

- طراحی سیستم تهویه به گونه ای که مجهز به آشکار ساز های گاز سمی بوده و در صورت وجود آلاینده در هوا، جریان هوای ورودی قطع شود.
  - نصب مدخل ورودی هوا به ساختمان در ارتفاع جهت جلوگیری از نفوذ گازهای سمی سنگینتر از هوا به داخل سیستم
  - مشخص کردن مسیرهای خروج اضطراری با علائم استاندارد و همچنین پیش بینی ساخت پناهگاههای مسقف و بدون منفذ در واحدهای همچون واحدهای کلر آلکالی، ایزو سیاناتها...
  - طراحی و نصب سیستمهای هشدار دهنده ای همچون آلامها جهت اطلاع یافتن سریع ساکنین ساختمانها از ورود گاز سمی به داخل ساختمان
  - قرار دادن کلیه تجهیزات استحضاطی فردی بویژه ماسکهای فرار و سیلندرهای هوای فشرده در ساختمانها
  - ایجاد سیستم فشار مثبت در ساختمان
  - بازنگری در سیستمهای تصفیه گاز جهت پیدا کردن منافذ احتمالی و مسدود نمودن این منافذ
- نمودار تجزیه و تحلیل خطرات ناشی از انتشار گازهای سمی را در شکل شماره ۳ در پیوست مقاله مشاهده کنید.

#### ۸- چک لیست ارزیابی ساختمان:

هرگاه در مطالعات خطر انجام شده مشخص گردید که ریسک قابل توجهی بالاتر از آستانه تحمل مشخص شده توسط کارخانه، نفرات حاضر در ساختمانها را تهدید نمی کند می توان برای پایش وضعیت ایمنی ساختمانها با استفاده از چک لیست این ساختمانها به طور دوره ای مورد ممیزی قرار داد. می توانید نمونه ای از این چک لیستها در جدول شماره ۱ پیوست آمده است. [1]

## ۹- مدیریت ایمنی مکانهای استقرار موقت کارکنان:

از آنجا که در شرایط خاصی همچون زمان انجام تعمیرات اساسی و یا اجرای پروژه های بزرگ در واحدهای فرآیندی نیاز به استقرار مکانهای موقتی مانند کانکسها و کانتینرها در نزدیک تاسیسات و تجهیزات می باشد حفظ ایمنی اینگونه مکانها در برابر خطرات بویژه خطر انفجار از اهمیت بسیاری برخوردار است .

بررسی موردی یک حادثه تاریخی: در بعد از ظهر روز ۲۳ مارس سال ۲۰۰۵ میلادی هنگامی که پس از انجام تعمیرات اساسی در واحد ایزومریزاسیون پالایشگاه نفت تگزاس آمریکا، واحد در حال راه اندازی بود در اثر اشکال در سیستمهای کنترلی یکی از برجهای تقطیر نشت شدید گاز و در پی آن انفجارهای پی در پی بوقوع پیوست که در نتیجه ضمن وارد آمدن خسارات کلی به واحد ۱۵ نفر جان باخته و ۱۸۰ نفر دیگر مجروح شدند . تعداد زیادی از کشته شدگان و مجروحان در زمان بروز حادثه در کانکسها و کانتینرهای مستقر بودند که جهت تعمیرات اساسی در واحد قرار داده شده بود و تا زمان راه اندازی جمع آوری نشده بودند. [8]

در گزارش تجزیه و تحلیل این حادثه که توسط برد تخصصی تجزیه و تحلیل حوادث کارخانجات صنایع شیمیائی آمریکاً تهیه شد به انجمن نفت آمریکا (API) توصیه شد تا مدیریت ایمنی اینگونه مکانهای موقت را در استانداردهای خود بگنجانند. بر همین اساس انجمن نفت آمریکا در دسامبر سال ۲۰۰۶ میلادی پیش نویس استاندارد API753 را تحت عنوان "مدیریت خطرات مکانهای موقت و قابل حمل" منتشر ساخت. [9]

## ۱۰- نگاهی کلی به وضعیت ایمنی ساختمانها و اتاق کنترلها در صنایع فرآیندی کشور:

از آنجا که سالیان زیادی از طراحی تعداد زیادی از کارخانجات فرآیندی کشور بویژه پالایشگاههای گاز و نفت و برخی کارخانجات پتروشیمی می گذرد ، در زمان طراحی اینگونه کارخانجات استانداردها و الگوهای طراحی در نظر گرفته شده بیشتر بر اساس تجربه بوده و در طراحی ساختمانها در این گونه کارخانجات شرایط فرآیندی و نیز پتانسیلهای خطر خاص هر کارخانه مورد توجه قرار نداشت . در انطباق با استاندارد های روز از جمله استاندارد API 752, NFPA80A این ساختمانها دارای نواقص بسیاری می باشند . مواردی همچون عدم استحکام ساختمانها در برابر انفجارهای عظیم، محصور بودن در بین تجهیزات و تاسیسات ، فقدان سیستم تهویه و فشار مثبت مناسب ، نزدیکی به تجهیزات و تاسیسات ، تعبیه تعداد زیاد درب و پنجره در طراحی ساختمان ، فقدان آشکار سازهای گازهای سمی و قابل اشتعال در ساختمانها بویژه اتاقهای کنترل، مجهز نبودن ساختمانها به سیستمهای ثابت اطفاء و نیز عدم تجهیز به سیستمهای اطلاع رسانی از جمله اشکالاتی است که کم و بیش در مورد ایمنی ساختمانها ی موجود در کارخانجات قدیمی تر به چشم می خورد. لازم به ذکر است که وقوع حوادث فاجعه بار مرتبط با اتاقهای کنترل در صنایع کشور نیز مسبوق به سابقه است که از جمله آنها می توان به تخریب یکی از اتاق کنترلها بر اثر انفجار خط لوله خوراک یکی از پتروشیمی های کشور در دهه ۷۰ و نیز وارد شدن مرگبار حریق به اتاق کنترل یکی از واحدهای پالایشگاهی کشور در دهه ۵۰ شمسی اشاره کرد. در واحدهایی که در سالهای اخیر طراحی و احداث شده اند از آنجا که منطبق بر استانداردهای روز می باشند مشکلات کمتری به چشم می خورد . اما مشکل عمده ای که در خصوص برخی از این ساختمانها وجود دارد تغییراتی است که پس از طراحی و ساخت در آنها اعمال شده و ضریب ایمنی را پایین آورده است. لازم به ذکر است در تعدادی از واحدهای جدید الاحداث بدلیل ضعف طراحان و عدم نظارت دقیق مسئولین مربوطه، طراحی ساختمانها منطبق بر استانداردهای گذشته بوده و یا اساساً از هیچ استاندارد خاصی پیروی نمی کند.

عدم تفکیک نواحی صنعتی و غیر صنعتی در برخی کارخانجات و تراکم زیاد در تجمع افراد در سایتهای صنعتی از دیگر مشکلات جدی در برخی کارخانجات می باشد.

## ۱۱- بررسی وضعیت اتاقهای کنترل شرکت فرآورش پتروشیمی بندر امام در انطباق با استاندارد API752 :

از آنجا که به استثناء اتاقهای کنترل واحد جدید الاحداث بازیافت اتان سایر اتاقهای کنترل شرکت فرآورش ضد انفجار نبوده و با توجه به زمان احداث ، الزامات استاندارد API 752 در ساخت آنها موضوعیت نداشته و بر همین اساس اتاقهای کنترل این شرکت در انطباق با API 752 دچار مشکلات اساسی به لحاظ ساخت می باشد. از آنجا که این استاندارد که فرم ارزیابی را برای اتاق کنترلهای موجود توصیه می کند، کلیه اتاق کنترلها بر اساس چک لیستهای استاندارد مورد ممیزی ایمنی قرار گرفته و با توجه به به نقایص مشاهده شده و بر مبنای اولویت و اهمیت ریسکهای موجود اقدامات لازم تا حد امکان برزای رفع نقائص در دست اقدام قرار گرفته است . چک لیست ممیزی واحد تفکیک مایعات گازی (NF) به عنوان نمونه در پیوست آورده شده است.

## ۱۲- نتیجه گیری :

با توجه به اهمیت نقش ساختمانها بویژه اتاقهای کنترل و پستهای برق در واحدهای فرآیندی و همچنین حفاظت از ساکنین این ساختمانها در برابر خطرات ، لزوم توجه بیشتر به موضوع مدیریت ایمنی ساختمانها در کارخانجات فرآیندی کشور کاملاً، احساس می شود. در خصوص کارخانجات قدیمی تر از آنجا اقدامات اساسی و پیشگیرانه جهت حذف خطرات بسیار دشوار و پرهزینه بوده و یا اساساً غیر ممکن می باشد می توان با برخی اقدامات محدود کننده که در بخشهای ۳-۴، ۶-۲ و ۷-۱-۲ این مقاله ذکر شد از شدت ریسک و پیامدهای حوادث احتمالی کاست. در خصوص کارخانجات جدید الاحداث می بایست با لحاظ کردن اصل ایمنی ذاتی و نیز استفاده از استانداردهای به روز شده در طراحی مبادرت به حذف خطرات تا حد ممکن و اقدام پیشگیرانه نمود . همچنین جهت پیشگیری از پایین آمدن ضریب ایمنی ساختمانها در نتیجه اعمال تغییرات می بایست اصل مدیریت تغییر که یکی از مهمترین اصول مدیریت ایمنی فرآیند می باشد را در نظر داشت ضمن اینکه بکار گرفتن این اصل می تواند از بسیاری از مخاطرات جدیدی که هنگام احداث ساختمانهای جدید در کارخانجات از قبل احداث شده جلوگیری کند. همچنین ممیزی های ایمنی و ارزیابی های دوره ای بر اساس چک لیست ارزیابی ذکر شده در این مقاله می تواند در مدیریت ایمنی ساختمانها بسیار موثر باشد.. با توجه به خطراتی که مکانهای موقت استقرار کارکنان (کانکسها و کانتینر...) را در واحدهای فرآیندی تهدید می کند حتی الامکان می بایست از ورود آنها به سایتهای عملیاتی در زمان بهره برداری جلوگیری کرده و قبل از راه اندازی واحد نسبت به جمع آوری آنها اقدام نمود

مراجع

[۱] standard API 752, 1995, “ management of hazard associated with location of process plant building”, first Ed, chemical manufactures association, washintong

[2] frank p.lees, 1996, “loss prevention in the process industries”, second Ed, Butterworth-Heinemann, oxford

[3] Jack Yates, 1992, Phillips Petroleum Chemical Plant Explosion and Fire. Federal Emergency Management Agency

[4] marsh, 2003, “the 100 largest losses 1972-2001”, 20 th Ed, a publication of marsh’s risk consultation practice

[5] [www.osha.org](http://www.osha.org) , OSHA 1910.119, 1998, “occupational safety & health standard”

۶. نیکلاس. ژ. باهر. مهندسی ایمنی سیستم و ارزیابی ریسک، مترجم حجت ا... رضازاده. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ دوم بهار

۱۳۸۶

[7] NFPA 80A, Recommended Practice for Protection of Buildings from Exterior Fire Exposures, 2001 Edition, National Fire Protection Association

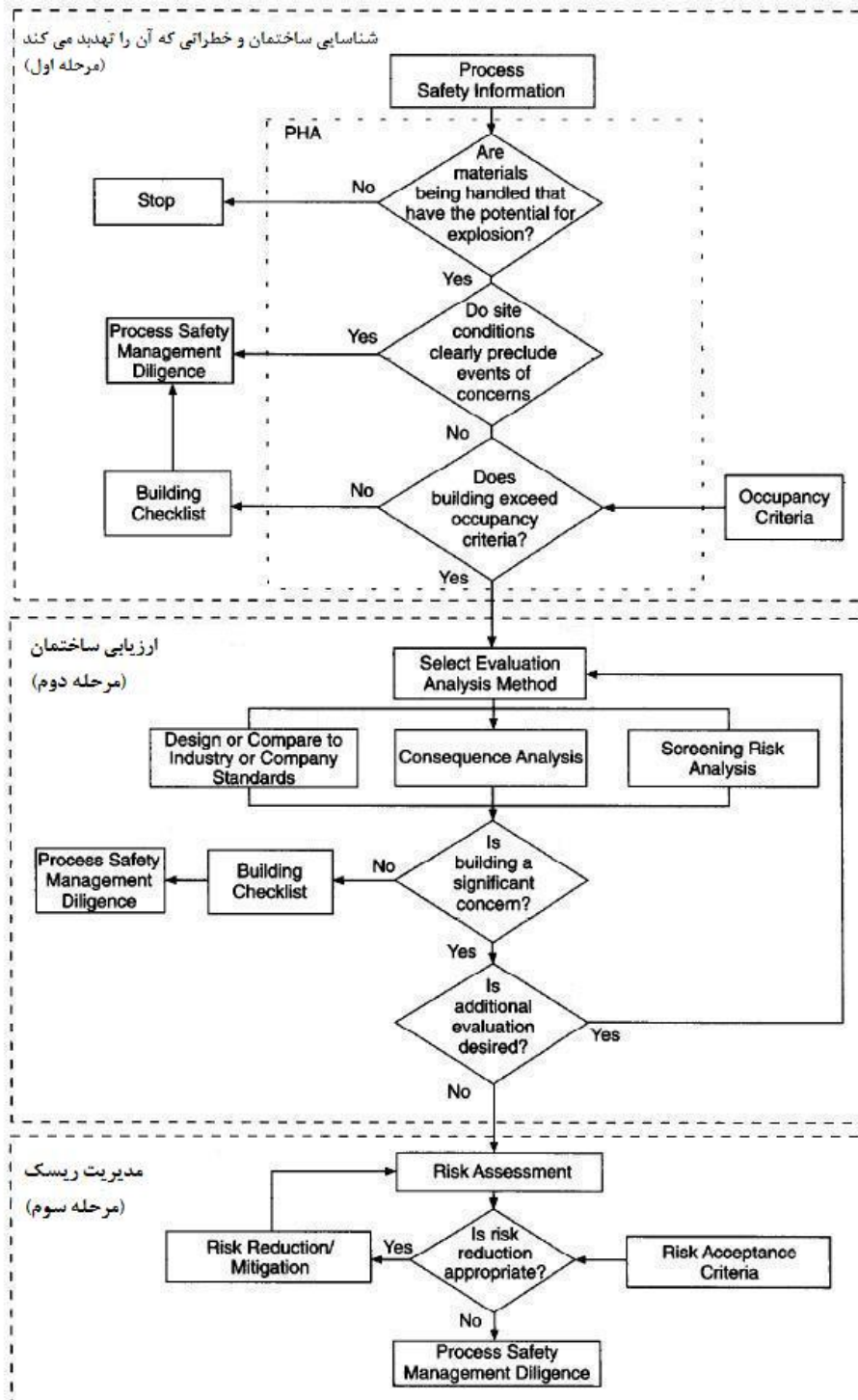
[8] [WWW.CSB.GOV](http://WWW.CSB.GOV)

[9] API RP 753, “ management of hazards associated with location of process plant Portable Buildings”, first Ed, draft, december 2006, washintong

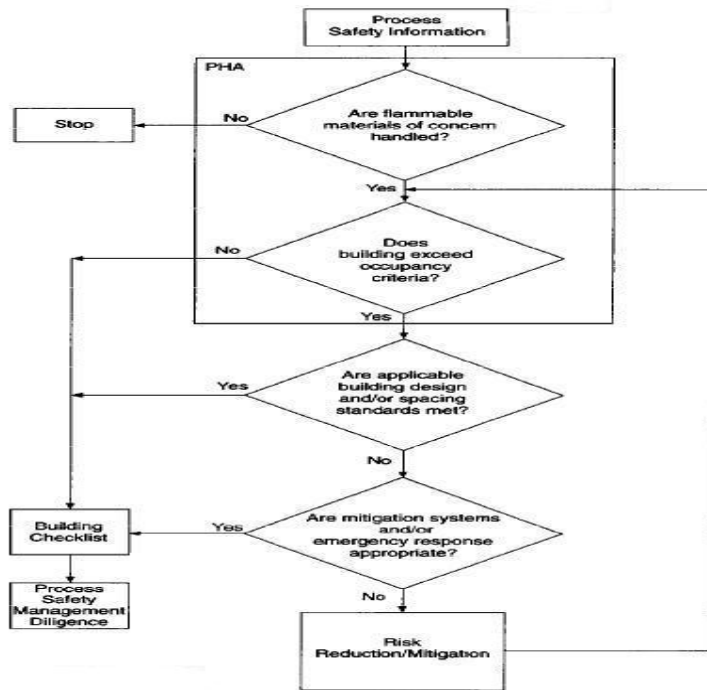
پیوست: نمودارها و جدول مرتبط با مقاله

جدول ۱- نمونه از فرم ارزیابی ایمنی اتاق کنترلها و ساختمانهای موجود در کارخانجات فرآیندی

ردیف	موضوع	تاریخ ممیزی:			شماره ممیزی:
		بله	خیر	کاربرد ندارد	
۱	آیا محل استقرار اتاق کنترل/ساختمان در خلاف جهت باد می باشد؟				
۲	آیا در دستورالعمل شرایط اضطراری موارد مرتبط با اتاق کنترل/ساختمان گنجانیده ده است؟ آیا شاغلین در اتاق کنترل/ساختمان با دستورالعملهای شرایط اضطراری آشنائی کافی دارند؟ آیا دستورالعمل تخلیه افراد در شرایط اضطراری در رویت افراد می باشد؟				
۳	آیا قطعات بزرگ و یا مواد شیمیائی ذخیره شده در اتاق کن ترل / ساختمان بدرستی محافظت شده اند؟				
۴	آیا تجهیزات و وسائلی که به دیوار و یا سقف ساختمان / اتاق کنترل متصل شده اند (چراغهای روشنائی سقفهای کاذب و...) دارای استحکام کافی می باشند؟ آیا پانلها و تجهیزات کنترلی که به دیوار مته داخلی متصل شده اند دارای استحکام می باشند؟				
۵	از مواد و مصالح سنگین فقط در کف ساختمان/اتاق کنترل استفاده شده است؟				
۶	آیا در ساخت و نصب پنجره های رو به بیرون ساختمان/اتاق کنترل از مصالحی که در اثر انفجار باعث آسیب رسیدن به شاغلین نشود (شیشه های مسلح و...) استفاده شده است؟				
۷	آیا دریهای خروج اضطراری در جهتای مخالف برای تخلیه افراد به هنگام وقوع شرایط اضطراری وجود دارد؟				
۸	آیا سیستمهای محافظت از اتاق کنترل /ساختمان در برابر حریقهای داخلی و یا بیرونی وجود دارد؟				
۹	آیا سیستمهای آشکار ساز گاز قابل اشتعال، سمی و یا دود درداخل ساختمان /اتاق کنترل و یا در ورودی سیستمهای دمنده هوای تازه نصب شده است؟				
۱۰	آیا تجهیزات دمنده هوای تازه به داخل ساختمان/اتاق کنترل در محل مناسب قرار دارد؟				
۱۱	آیا سیستم تهویه و فشار مثبت جهت جلوگیری از نفوذ مواد سمی و قابل اشتعال به داخل ساختمان/اتاق کنترل وجود دارد؟ آیا سیستمی جهت از سرویس خارج شدن سیستم تهویه به هنگام آلوده شدن هوای ورودی به مواد سمی و قابل اشتعال وجود دارد؟				
۱۲	منافذ ورود هوا از بیرون وجود نداشته و ساختمان کاملاً seal می باشد؟				
۱۳	آلارم ها و تجهیزات هشدار دهنده و سیستمهای ارتباطی برای آگاهی دادن به کارکنان در ساختمان/اتاق کنترل وجود دارد؟				
۱۴	با توجه به تعداد کارکنان شاغل در ساختمان / اتاق کنترل سیلندرهایی هوای فشرده(دستگاه تنفسی) به تعداد کافی وجود دارد؟				
۱۵	آیا sewer ها و کانالهای منتهی به اتاق کنترل کاملاً seal بوده و امکان نفوذ بخارات و گازهای سمی و قابل اشتعال به داخل ساختمان وجود ندارد؟				
۱۶	پلکانها و ladder های عمودی به طبقات فوقانی ساختمان در شرایط مناسبی می باشد؟				
۱۷	امکان گسترش حریق از طریق کابلهای منتهی به اتاق کنترل و پانلهای کنترلی وجود ندارد؟				
۱۸	جداره داخلی دیوار اتاق کنترل/ ساختمان از جنس غیر قابل اشتعال میباشد؟				
۱۹	سیستم روشنائی اضطراری اتاق کنترل بدون اشکال می باشد؟				

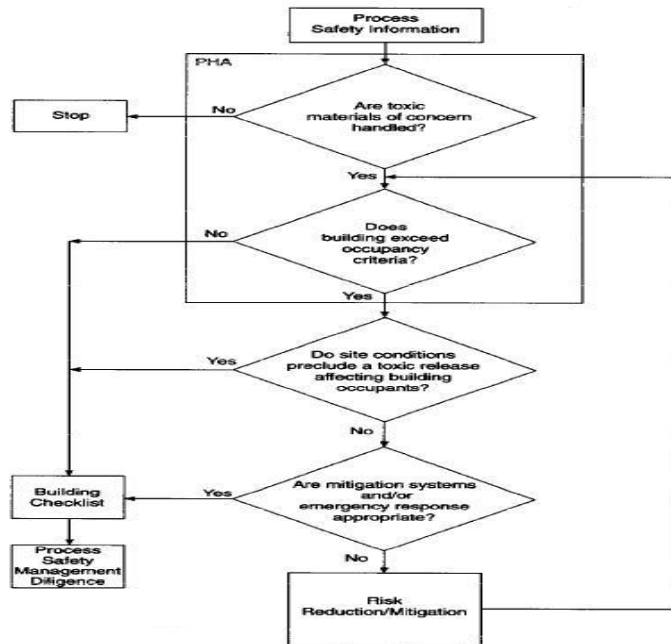


نمودار ۱- تجزیه و تحلیل خطرات ناشی از انفجار



An Analysis Process for a Fire

نمودار ۲- تجزیه و تحلیل خطرات ناشی از آتش سوزی



An Analysis Process for a Toxic Release

نمودار ۳- تجزیه و تحلیل خطرات ناشی از گازهای سمی

فرم ارزیابی ایمنی اتاق کنترلها و ساختمانهای موجود در واحدهای بهره برداری شرکت فرآورش

شماره ممیزی: ۱		تاریخ ممیزی: ۸۸/۲/۲۱		نام و محل ساختمان: اتاق کنترل واحد NF	
ردیف	موضوع	بله	خیر	کاربرد ندارد	توضیحات
۱	آیا محل استقرار اتاق کنترل/ساختمان در خلاف جهت باد می باشد؟	*			
۲	آیا در دستورالعمل شرایط اضطراری موارد مرتبط با اتاق کنترل/ساختمان گنجانیده است؟ آیا شاغلین در اتاق کنترل/ساختمان با دستورالعملهای شرایط اضطراری آشنائی کافی دارند؟ آیا دستورالعمل تخلیه افراد در شرایط اضطراری در رویت افراد می باشد؟		*		دستورالعمل تخلیه اضطراری افراد در اتاق کنترل در دسترس نبوده و برخی از کارکنان جهت آشنائی با دستورالعمل شرایط اضطراری نیاز به آموزشهای مجدد دارند
۳	آیا قطعات بزرگ و یا مواد شیمیائی ذخیره شده در اتاق کنترل / ساختمان بدرستی محافظت شده اند؟		*		تعداد زیادی کمد مربوط به وسایل شخصی کارکنان در پشت پانلهای ابزار دقیق نگهداری شده که می بایست جابجا شوند
۴	آیا تجهیزات و وسائلی که به دیوار و یا سقف ساختمان / اتاق کنترل متصل شده اند (چراغهای روشنائی سقفهای کاذب و...) دارای استحکام کافی می باشند؟ آیا پانلها و تجهیزات کنترلی که به دیواره داخلی متصل شده اند دارای استحکام می باشند؟	*			
۵	از مواد و مصالح سنگین فقط در کف ساختمان / اتاق کنترل استفاده شده است؟				
۶	آیا در ساخت و نصب پنجره های رو به بیرون ساختمان/اتاق کنترل از مصالحی که در اثر انفجار باعث آسیب رسیدن به شاغلین نشود (شیشه های مسلح و...) استفاده شده است؟		*		شیشه پنجره های طبقه فوقانی اتاق کنترل مسلح نمی باشند
۷	آیا دربهای خروج اضطراری در جهت های مخالف برای تخلیه افراد به هنگام وقوع شرایط اضطراری وجود دارد؟		*		دربهای اضطراری اتاق کنترل مشکلی ندارند اما درب اضطراری طبقه فوقانی کاملاً مسدود می باشد
۸	آیا سیستمهای محافظت از اتاق کنترل /ساختمان در برابر حریقهای داخلی و یا بیرونی وجود دارد؟		*		این سیستمها در پروژه سیستمهای اعلان و اطفاء حریق مجتمع پیش بینی و نصب شده اند اما تا کنون آماده سرویس دهی نشده اند ضمن اینکه هم اکنون تعدادی خاموش کننده پودری در اتاق کنترل وجود دارند که می بایست با سیلندرهای CO2 جایگزین شوند

این سیستمها وجود ندارد		*	آیا سیستمهای آشکار ساز گاز قابل اشتعال ،سمی و یا دود درداخل ساختمان /اتاق کنترل و یا در ورودی سیستمهای دمنده هوای تازه نصب شده است؟	۹
این تجهیزات در ضلع جنوبی ساختمان و به سمت PROCESS AREA قرار گرفته اند		*	آیا تجهیزات دمنده هوای تازه به داخل ساختمان/اتاق کنترل در محل مناسب قرار دارد؟	۱۰
در شرایط موجود فشار مثبت وجود نداشته و همچنین سیستمهای مذکور نیز اساساً نصب نشده اند		*	آیا سیستم تهویه و فشار مثبت جهت جلوگیری از نفوذ مواد سمی و قابل اشتعال به داخل ساختمان/اتاق کنترل وجود دارد؟ آیا سیستمی جهت از سرویس خارج شدن سیستم تهویه به هنگام آلوده شدن هوای ورودی به مواد سمی و قابل اشتعال وجود دارد؟	۱۱
و منافذ زیادی برای ورود هوا و آلاینده ها از بیرون وجود دارد ضمن اینکه تعدادی از پنجره های طبقه پایین و اکثر پنجره های طبقه فوقانی بصورت کشویی می باشند			منافذ ورود هوا از بیرون وجود نداشته و ساختمان کاملاً seal می باشد؟	۱۲
		*	آلارم ها و تجهیزات هشدار دهنده و سیستمهای ارتباطی برای آگاهی دادن به کارکنان در ساختمان/اتاق کنترل وجود دارد؟	۱۳
این سیلندرها وجود دارند اما مدت بسیاری از آخرین بازدید دوره ای آنها گذشته و نیاز به بازدید و کالیبراسیون فشار سنجهای این تجهیزات می باشد		*	با توجه به تعداد کارکنان شاغل در ساختمان / اتاق کنترل سیلندرهاى هوای فشرده(دستگاه تنفسی) به تعداد کافی وجود دارد؟	۱۴
			آیا sewer ها و کانالهای منتهی به اتاق کنترل کاملاً seal بوده و امکان نفوذ بخارات و گازهای سمی و قابل اشتعال به داخل ساختمان وجود ندارد؟	۱۵
		*	پلکانها و ladder های عمودی به طبقات فوقانی ساختمان در شرایط مناسبی می باشد؟	۱۶
			امکان گسترش حریق از طریق کابلهای منتهی به اتاق کنترل و پانلهای کنترلی وجود ندارد؟	۱۷
		*	جداره داخلی دیوار اتاق کنترل / ساختمان از جنس غیر قابل اشتعال میباشد؟	۱۸
		*	سیستم روشنایی اضطراری اتاق کنترل بدون اشکال می باشد؟	۱۹