



مقدمه

مخازن ذخیره در پالایشگاه‌ها و واحدهای پتروشیمی محتوی مقادیر بالایی مواد خطرناک و قابل اشتعال می‌باشند و یک حادثه کوچک در این مخازن امکان ایجاد خسارات میلیون دلاری به اموال و توقف در پروسه تولید را به همراه خواهد داشت. حوادث بزرگ نیز، علاوه بر خسارت به اموال و توقف تولید باعث کاهش ارزش سهام شرکت‌ها، ورشکستگی و تشکیل پرونده‌های حقوقی خواهد شد.

علیرغم آنکه در طول ۵۰ سال گذشته سازمان‌های تجاری و انجمن‌های مهندسی از قبیل API، NFPA، ASME و... استانداردها و راهنماهای سخت‌گیرانه‌ای برای طراحی، انتخاب مواد، ساخت و مدیریت ایمن مخازن ذخیره تدوین و منتشر نموده‌اند اما باز هم شاهد وقوع حوادث در مخازن ذخیره می‌باشیم. از این رو درس‌آموزی از تجارب حوادث قبلی کمک شایانی به انجام عملیات‌های ایمن در مخازن ذخیره مواد شیمیایی خواهد نمود.

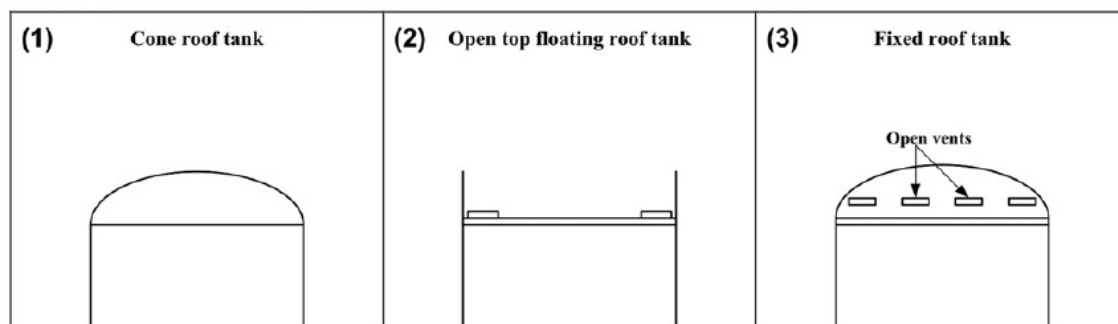
آتش‌سوزی مخازن مواد شیمیایی، حوادث نسبتاً نادری هستند که ممکن است اتفاق بیافتند. اما عواقب غیر قابل انتظاری برای تاسیسات، محیط زیست، سلامت کارکنان و همسایگان را بدنبال دارد. با این حال حوادث اخیر در سطح جهان همچون حادثه مخزن نفت بانسفیلد (انگلستان) و حادثه مخزن ذخیره پالایشگاه نفت کارپین (۲۰۰۹-آمریکا) اتفاق افتاده است.

این حوادث نشان می‌دهند نه تنها دامنه تخریب در مقیاس بزرگ را بدنبال دارند بلکه پتانسیل آسیب به محیط زیست را نیز به همراه دارند. تحقیقات مرتبط با انتشار دود غلیظ حاصل از این حوادث آتش‌سوزی بیانگر انتشار میزان بسیار زیاد آلاینده‌های اکسید گوگرد (SO_2)، منو اکسید کربن (CO)، پلی آروماتیک (PHAs)، ترکیبات فرار (VOC) و به خطر افتادن سلامت کارکنان و شهروندان اطراف این تاسیسات صنعتی را خواهد داشت.

انواع مخازن ذخیره مایعات هیدروکربنی

مخازن ذخیره مواد شیمیایی در صنایع نفتی و شیمیایی به منظور ذخیره‌سازی مواد خام اولیه، میانی و یا محصولات تولیدی نهایی در یک محوطه خارج از محدوده فرآیندی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مخازن ذخیره‌سازی مواد قابل اشتعال و هیدروکربن‌های مایع غالباً در سه گروه اصلی تقسیم‌بندی می‌شوند:

- ۱- مخازن سقف ثابت یا مخروطی
- ۲- مخازن سقف شناور روباز
- ۳- مخازن سقف ثابت با سقف شناور داخلی



شکل ۱: انواع مخازن ذخیره

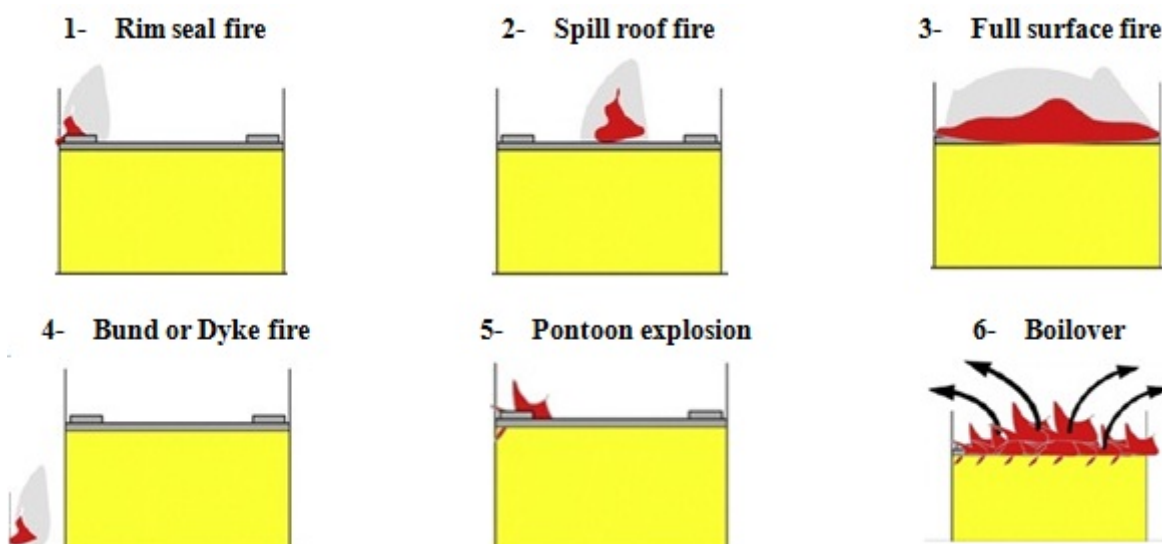


غالباً از مخازن نوع دوم و سوم برای ذخیره‌سازی هیدروکربن‌های فرار از قبیل نفت خام و محصولات سبک (white) استفاده می‌شوند. پارامترهای مهم در انواع مخازن فوق، وجود دیواره‌های خاکریز مناسب (Bunds)، حجم مناسب ذخیره‌سازی، فاصله ایمن مناسب بین مخازن و تاسیسات می‌باشد.

◀ سناریوهای محتمل در حوادث مخازن ذخیره

سناریوهای حریق محتمل در حوادث مخازن ذخیره عبارتند از:

- ۱- حریق در قسمت Rim Seal
- ۲- نشست و حریق روی سقف
- ۳- حریق روی سطح تانک
- ۴- حریق در محدوده دایک و Bund Well
- ۵- انفجار Pontoon
- ۶- Boilover



شکل ۲: سناریوهای حریق احتمالی در مخازن ذخیره

تحقیق و بررسی در خصوص حوادث انفجار مخازن ذخیره هیدروکربن مایع نشان می‌دهد که:

- انفجار معمولاً از یک نشستی شروع می‌شود.
- سرریز شدن مایعات قابل اشتعال از مهمترین موارد حادثه آتش‌سوزی است.
- انفجار ابر بخار (VCE) معمولاً در فاصله ۳۰ - ۳۰۰ متری محل نشست اتفاق می‌افتد.
- محدوده زمانی جرقه و انفجار بین ۲۰ تا ۹۰ دقیقه از محل نشست است.
- معمولاً شرایط جوی خنثی قبل از حوادث حاکم بوده است.



◀ روش شناسی خطرات مخازن ذخیره مایعات هیدروکربنی

مخازن ذخیره مایعات هیدروکربنی معمولاً بخشی از تاسیسات نفتی و پتروشیمی محسوب شده و شناسایی خطرات و پتانسیل‌های حریق در این مخازن از اهمیت بسزایی برخوردار است. بنابراین انجام یک مطالعه و آنالیز خطر لازم است موارد ذیل را در بر گیرد.

- شناسایی و مشخص نمودن محدوده مخازن شامل نقشه‌های عمومی آنها
- جمع‌آوری اطلاعات لازم در مورد داده‌های هواشناسی، Meteorological، Hydrographical و...
- جمع‌آوری داده‌های هواشناسی لازم در خصوص دوره‌های بارش باران و برف‌های سنگین
- لیست تاسیسات خطرناک مجاور محوطه مخازن
- شرح فرآیند تولید هر قسمت از واحد مرتبط با مخازن ذخیره
- شناسایی ویژگی‌های مواد شیمیایی مطابق MSDS مواد

◀ تجزیه و تحلیل حوادث مخازن

در تحقیق انجام شده حوادث بوقوع پیوسته در ۲۴۲ مخزن مواد شیمیایی در طول ۴۰ سال گذشته تاسیسات صنعتی جهان با استفاده از دیاگرام استخوان ماهی (Fishbone) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که ۷۴٪ از حوادث مذکور در صنایع نفتی، تاسیسات ذخیره و ترمینال‌های بارگیری نفت اتفاق افتاده است. حریق و انفجار ۸۵٪ حوادث مخازن ذخیره را به خود اختصاص داده است. حدود ۳۳٪ از حوادث به دلیل رعد و برق و ۳۰٪ بدلیل خطاهای انسانی شامل خطا در عملیات بهره‌برداری و تعمیرات بوده است. از دلایل دیگر حوادث می‌توان به نقص تجهیزات (Equipment Failure)، خرابکاری، پارگی و شکستگی، نشت و پارگی خطوط، الکتریسته ساکن و حریق باز در اطراف مخازن اشاره نمود. اقدامات اصلاحی پیش‌بینی شده در این تحقیق به پیشگیری از تکرار حوادث مشابه کمک خواهد نمود و بیشتر این حوادث از طریق انجام اقدامات مهندسی مناسب قابل پیشگیری و پیش‌بینی بوده است.

از تعداد ۲۴۲ حادثه، ۱۱۴ مورد آن در آمریکای شمالی، ۷۲ مورد در آسیا و ۳۸ مورد آن در اروپا اتفاق افتاده است. پالایشگاه‌های نفت با ۱۱۶ مورد حادثه (۴۷/۸٪)، ترمینال‌های نفتی و بارگیری با ۶۴ مورد حادثه (۲۶/۴٪) و واحدهای پتروشیمی با ۳۱ مورد حادثه (۲۵/۷٪) به ترتیب در مقام‌های اول تا سوم تاسیسات حادثه دیده در قرار دارند. در ادامه به بیان جزئیات آمار حوادث مخازن ذخیره در خصوص نوع شرکت و تاسیسات حادثه دیده (جدول ۱)، نوع مواد شیمیایی و محتویات مخازن (جدول ۲)، نوع حوادث به وقوع پیوسته (جدول ۳) و علل اصلی حوادث (جدول ۴) پرداخته شده است.



جدول ۱: حوادث اتفاق افتاده بر اساس نوع شرکت و تاسیسات حادثه دیده

سال	پالایشگاه	ترمینال/مخازن بارگیری	واحدهای پتروشیمی	حوزه های نفتی	متفرقه	جمع کل
۱۹۶۰ - ۱۹۶۹	۱۰	۵	۱	۰	۱	۱۷
۱۹۷۰ - ۱۹۷۹	۲۲	۱۱	۰	۰	۳	۳۶
۱۹۸۰ - ۱۹۸۹	۲۵	۱۷	۵	۲	۴	۵۳
۱۹۹۰ - ۱۹۹۹	۴۱	۲۲	۱۶	۱	۵	۸۵
۲۰۰۰ - ۲۰۰۳	۱۸	۹	۹	۳	۱۲	۵۱
جمع	۱۱۶	۶۴	۳۱	۶	۲۵	۲۴۲

جدول ۲: نوع مواد شیمیایی و محتویات مخازن ذخیره حادثه دیده

سال	نفت خام	محصولات نفتی	بنزین/نفتا	مواد شیمیایی	LPG	روغن مازاد	آمونیاک	هیدروکلوریک	اسید	کاستیک	سولفور Molten	جمع کل
۱۹۶۰ - ۱۹۶۹	۶	۳	۰	۴	۳	۲	۰					۱۷
۱۹۷۰ - ۱۹۷۹	۸	۷	۱۳	۳	۳	۲	۰					۳۶
۱۹۸۰ - ۱۹۸۹	۱۷	۱۴	۱۷	۴	۱	۰	۰					۵۳
۱۹۹۰ - ۱۹۹۹	۲۳	۱۹	۲۱	۱۱	۵	۴	۰	۱			۱	۸۵
۲۰۰۰ - ۲۰۰۳	۱۲	۱۶	۶	۶	۱	۱	۳	۲	۳	۳	۱	۵۱
جمع	۶۶	۵۹	۵۵	۲۷	۱۵	۹	۳	۳	۳	۳	۲	۲۴۲



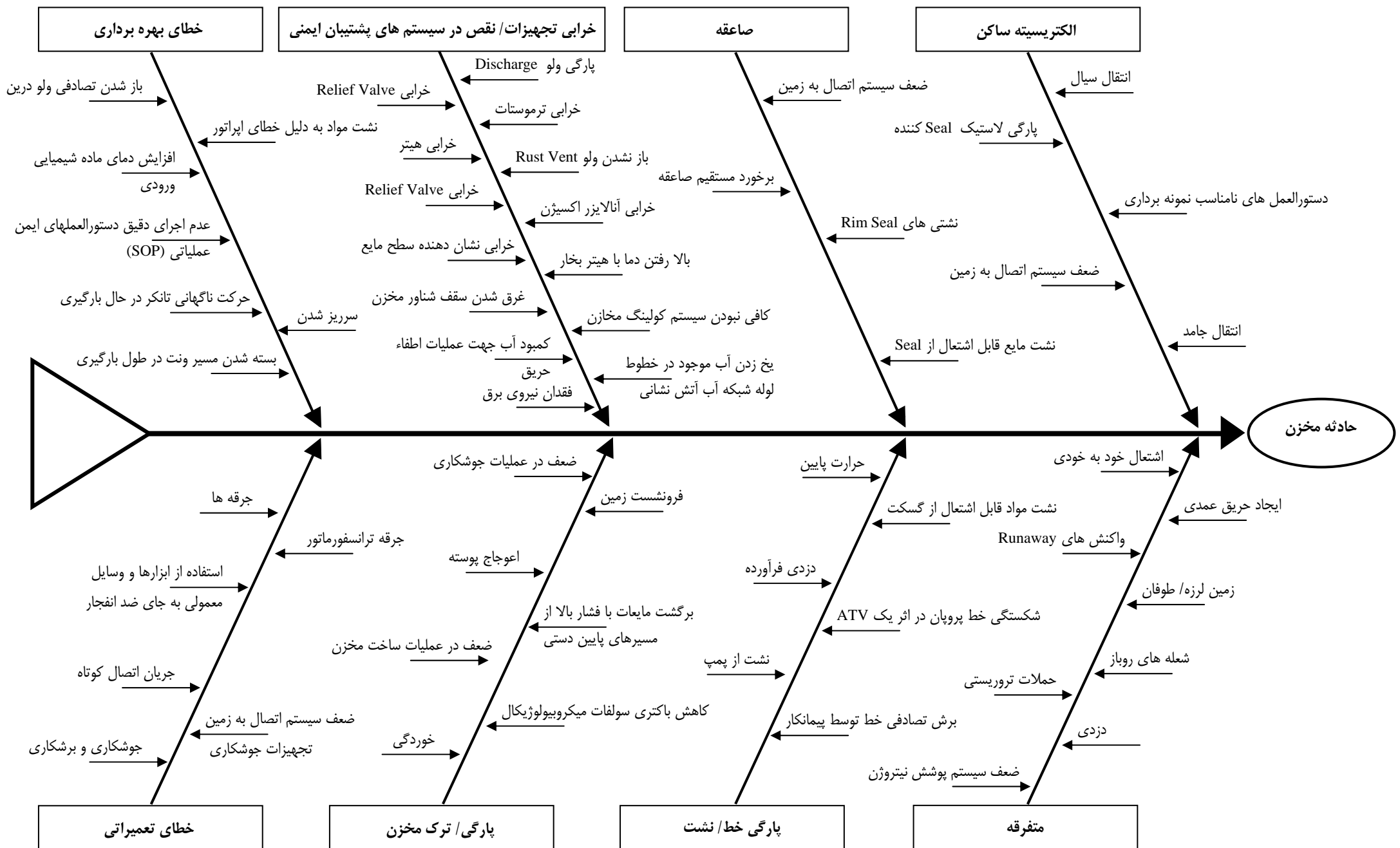
جدول ۳: نوع حوادث به وقوع پیوسته در مخازن ذخیره مواد شیمیایی

سال	آتش سوزی	انفجار	ریزش	نشت گازهای سمی	متفرقه	جمع کل
۱۹۶۰ - ۱۹۶۹	۸	۸	۰	۰	۱	۱۷
۱۹۷۰ - ۱۹۷۹	۲۶	۵	۵	۰		۳۶
۱۹۸۰ - ۱۹۸۹	۳۱	۱۶	۳	۲	۱	۵۳
۱۹۹۰ - ۱۹۹۹	۵۹	۲۲	۲	۱	۱	۸۵
۲۰۰۰ - ۲۰۰۳	۲۱	۱۰	۸	۱۰	۲	۵۱
جمع	۱۴۵	۶۱	۱۸	۱۳	۵	۲۴۲

جدول ۴: علل اصلی حوادث مخازن ذخیره مواد شیمیایی

سال	۱۹۶۰ - ۱۹۶۹	۱۹۷۰ - ۱۹۷۹	۱۹۸۰ - ۱۹۸۹	۱۹۹۰ - ۱۹۹۹	۲۰۰۰ - ۲۰۰۳	جمع
رعد و برق	۴	۱۰	۱۹	۳۷	۱۰	۸۰
تعمیرات/ کارگرم	۱	۵	۹	۱۲	۵	۳۲
خطای عملیاتی	۱	۵	۶	۸	۹	۲۹
شکست تجهیزات	۳	۱	۵	۷	۳	۱۹
خرابکاری	۲	۵	۲	۶	۳	۱۸
ترک/پارگی	۰	۳	۳	۳	۸	۱۷
پارگی خط و شکستگی	۰	۳	۲	۵	۵	۱۵
الکتریسیته ساکن	۲	۱	۲	۲	۵	۱۲
شعله روباز	۱	۰	۴	۲	۱	۸
بحران طبیعی	۱	۲	۱	۱	۲	۷
واکنش Runaway	۲	۱	۰	۲	۰	۵
جمع	۱۷	۳۶	۵۳	۸۵	۵۱	۲۴۲

مهمترین علل مستقیم و ریشه‌ای حوادث مذکور نیز در دیاگرام استخوان ماهی شکل صفحه بعد نشان داده شده است.





□ رعد و برق (Lightning)

دو دلیل عمده در خصوص حوادث آتش‌سوزی ناشی از رعد و برق وجود دارد، اول برخورد مستقیم صاعقه، دوم اثرات ثانویه همچون تخلیه باند، پالس الکترواستاتیک و جریان‌های زمین. منطقه برخورد رعد و برق دارای محدوده شعاعی ۱۰ متر می‌باشد، زمانیکه یک مخزن ذخیره در منطقه صاعقه قرار دارد بخارات قابل اشتعال در معرض اثرات گرمایی یا Stroke channel ممکن است مشتعل شود.

Rim Seal مخازن سقف شناور مهمترین مکان قابل احتراق در اثر برخورد صاعقه به آن می‌باشند. از عوامل موثر در ایجاد حریق مخازن بر اثر رعد و برق می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ضعف در سیستم اتصال به زمین مخزن بمنظور جذب کامل یک صاعقه مستقیم
- نشت مایع قابل اشتعال یا نشت در قسمت Rim Seal و ایجاد حریق در نتیجه برخورد رعد و برق به مواد نشت شده

- برخورد مستقیم صاعقه به مخزن و در نتیجه نشت و آتش‌سوزی
- Tight sealing برای جلوگیری از خروج بخارات و مایعات قابل اشتعال ضروری است. برای ایمنی مخازن شیرهای تخلیه (Vent Valve) مکان احتمالی دیگر در آتش‌سوزی مخازن محسوب می‌شوند در این حالت لازم است که Flame Arrestor نصب شود.
- بکارگیری استانداردهای مرتبط با رعد و برق از قبیل NFPA 78/780 کمک شایانی به پیشگیری از وقوع حوادث آتش‌سوزی مخازن خواهد نمود.

□ خطای تعمیراتی (Maintenance Error)

انجام عملیات جوشکاری عامل بروز ۱۸ مورد حادثه بوده است. در سال ۱۹۸۶ حادثه تسالونیک یونان بدلیل برخورد جرقه‌های ناشی از یک برشکاری باعث انفجار بخارات و گسترش آتش به مناطق دیگر شد که در اثر آن ۱۰ مخزن ذخیره نفت به مدت ۷ روز در حال حریق بوده و ۵ نفر کشته به همراه داشت.

پیاده‌سازی سیستم مجوز کار گرم بر اساس استانداردهای NFPA و مقررات OSHA در پیشگیری از این قبیل حوادث مهم است.

معیارهای کاهش خطرات آتش‌سوزی از این دست شامل دستورالعمل‌های مناسب کار گرم، تجهیزات خاموش‌کننده کافی، تست مناسب تجهیزات، Seal نمودن تمام درین‌ها، ونت‌ها، دریچه‌های آدم‌رو (Man Way)، فلنج‌های باز و تمام Sewer ها است.

اصطحاک مکانیکی باعث ایجاد جرقه و مشتعل شدن بخارات قابل اشتعال می‌گردد. همچنین شوک و جرقه‌های الکتریکی باعث ایجاد اشتعال و انفجار در مخازن ذخیره خواهد شد. بمنظور کاهش خطرات الکتریکی هر اتاق، بخش و منطقه‌ای باید بر اساس کدهای بین‌المللی رایج از قبیل NFPA 70 - بخش ۵۰۰، طبقه‌بندی مناطق خطرناک



AICHE, 1993 طبقه‌بندی شوند. همچنین ضروری است مهندسین توجه ویژه‌ای به ایمنی دستگاه‌های الکتریکی معطوف نمایند.

از عوامل موثر در ایجاد حریق مخازن بر اثر خطاهای تعمیراتی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- عدم کنترل و پوشش مناسب محوطه‌های انجام عملیات‌های برشکاری و جوشکاری و مناطق متاثر از جرقه‌های حاصل از این فعالیت‌ها
- استفاده از ابزار و تجهیزات Non-Explosion
- جریان‌های اتصال کوتاه
- جرقه‌های ترانسفورمر
- ضعف در تجهیزات اتصال زمین

❑ خطای عملیاتی / بهره‌برداری (Operational error)

سرریز شدن مواد شیمیایی در اثر خطاهای عملیاتی/ بهره‌برداری از مهمترین علل بروز حوادث در مخازن ذخیره می‌باشد زمانیکه مایعات قابل اشتعال از مخازن سرریز می‌شود ایجاد جرقه و انفجار در این حالت غیر قابل پیش‌بینی است. معمولاً منابع ایجاد جرقه در اطراف مواد قابل اشتعال موجود در مخازن می‌تواند به حریق و انفجار منجر شود. از تعداد ۱۵ مورد حادثه سرریز شدن مواد، ۱۳ مورد آن منجر به حریق و انفجار شده است.

از مهمترین عوامل بروز حوادث در اثر خطاهای عملیاتی/ بهره‌برداری به موارد ذیل می‌توان اشاره نمود:

- سرریز مخازن به علت خرابی سیستم اندازه‌گیری سطح و یا خطای انسانی در بکارگیری دستورالعمل بارگیری
- انتشار ماده قابل اشتعال بدلیل باز شدن تصادفی ولوهای درین
- نشت نفت بر اثر خطای اپراتور
- ورود یک محصول با درجه حرارت بالا به مخزن
- خرابی تجهیزات و سیستم‌های ابزار دقیق
- غرق شدن سقف شناور در نتیجه Bursting و ایجاد حریق در تمامی سطح فوقانی مخزن
- خرابی نشان دهنده سطح مایع در اثر سرریز شدن مواد
- خرابی ولو تخلیه (Discharge)
- باز نبودن ولو ونت (Rusted Valve)

❑ خرابکاری (Sabotage)

خرابکاری چهارمین علت بروز حوادث در مخازن ذخیره بوده است. ۱۵ مورد حادثه خرابکاری بدلیل حملات تروریستی و یا عملیات نظامی بوده است.



❑ شکست تجهیزات (Equipment Failure)

۱۱ مورد از حوادث خرابی یا شکست تجهیزات در مخازن ذخیره مواد شیمیایی مربوط به غرق شدن سقف شناور (Sunken Roof) بوده است. چهار مورد مربوط به شکست ولو (Valve failure)، دو مورد اختلال در عملکرد هیترها، یک مورد شکست آنالایزور و یک مورد شکست ترموستات بوده است. بازرسی و تعمیرات منظم بمنظور اطمینان از عملکرد صحیح دستگاه‌های فوق روش مناسب پیشگیری می‌باشد.

❑ پارگی و ترک (Crack & Rupture)

۱۷ مورد ترک در مخازن ذخیره منجر به نشت مواد شیمیایی (نفت، اسید هیدروکلریک، اسید سولفوریک، Molten sulfur، حلال سیانید سدیم) و حریق و انفجار شده است. بیشتر خسارات مخازن ذخیره سازی مربوط به فرسودگی و تنش حرارتی جداره مخازن می‌باشد. ترک معمولاً در کف مخازن و لبه‌های جوش اتفاق می‌افتد. از عوامل موثر در ایجاد حریق مخازن بر اثر پارگی و ترک می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- ضعف در عملیات جوشکاری / لحیم کاری
- خمیدگی و اعوجاج پوسته مخزن
- خوردگی سقف و پوسته و فرونشست زمین

❑ الکتریسته ساکن (Static Electricity)

۱۲ مورد از حوادث مخازن ذخیره مواد شیمیایی مربوط به الکتریسته ساکن است. ۶ مورد این حوادث در طول عملیات نمونه برداری (Sampling) از محتویات قابل اشتعال در مخازن با دسترسی آزاد (Open Access Point) بوده است. استفاده از وسایل فلزی یا ظروف غیر هادی از عوامل تهدید در زمان نمونه برداری محسوب می‌شود. بمنظور کاهش خطرات نمونه برداری از دسترسی اپراتورها به Open Point ها جلوگیری شود. همچنین از ظروف و ابزارهای غیر رسانا برای عملیات نمونه برداری استفاده شود. جریان سیال در خطوط و آشفتگی سیال پمپ شده منجر به تولید الکتریسته ساکن در مایع و خطوط انتقال شده که ایجاد یک جرقه احتمالی بین ظروف فلزی نمونه گیری و تجهیزات انتقال مایع می‌تواند باعث بروز آتش سوزی و انفجار گردد. ظروف بایستی به همدیگر متصل (Bonded) شود تا خطر تخلیه الکتریسته ساکن در طول عملیات انتقال مایعات قابل اشتعال به حداقل برسد.

برخی عوامل ایجاد حریق در مخازن ذخیره بدلیل تولید الکتریسته ساکن عبارتند از :

- ایجاد جرقه و الکتریسته ساکن در هنگام بریدن لاستیک Seal کننده سقف شناور
- ضعیف بودن سیستم اتصال به زمین مخزن و در نتیجه ایجاد جریان‌های الکتریکی در پوسته مخزن و مشتعل شدن بخارات قابل اشتعال



- ایجاد جرقه در حین انتقال سیال در طول عملیات پرشدن مخزن مخصوصا در زمان افزایش نرخ/ سرعت بارگیری
- دستوالعمل نمونه‌گیری ضعیف (کفش، دستکش، دستگاه‌های VHF نامناسب) و امکان تولید جرقه حین بارگیری

❑ نشت و پارگی خط (Leak Line Rupture)

۱۵ مورد نشت مواد قابل اشتعال بدون در نظر گرفتن هیچ گونه سیستم آشکار ساز باعث ایجاد حریق و انفجار در مخازن ذخیره شده است.

از عوامل موثر در ایجاد حریق مخازن بر اثر نشت و پارگی خط می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- نشت پمپ/ ولو
- نشت مایع قابل اشتعال از گسکت
- شکست متریا ل خطوط لوله کشی
- بی‌مهارتی پیمانکار در انجام امور محوله
- شکست خطوط لوله بدلیل انبساط مایع

❑ شعله‌های رو باز (Open Flames)

۸ مورد شعله‌های روباز از قبیل حریق علف‌های خشک، سیگار کشیدن و ذرات داغ باعث ایجاد حریق در مخازن ذخیره شده است.

❑ بحران‌های طبیعی (Natural Disaster)

متناسب با شرایط و ویژگی‌های لرزه‌ای ایجاد خسارت به مخازن ذخیره مواد شیمیایی یک پدیده پیچیده ناشی از زمین لرزه می‌باشد. خوشبختانه تنها چهار مورد از آتش‌سوزی‌ها و نشت مواد شیمیایی بزرگ مربوط به زمین لرزه می‌باشد که از این تعداد ۳ مورد در ژاپن و یک مورد در ترکیه اتفاق افتاده است.

❑ Runaway Reaction

واکنش‌های Runaway Reaction گرمازا ممکن است زمانی که در مخازن ذخیره ناخالصی یا مواد خارجی وجود داشته باشد رخ دهند. به عنوان نمونه می‌توان به حادثه انتشار بخارات ایزوسیانیید بوپال هند در اثر واکنش گرمازای مایع متیل ایزو سیانیت با آب در سال ۱۹۸۴ اشاره نمود.



❑ ضعف سیستم‌های ایمنی پشتیبان:

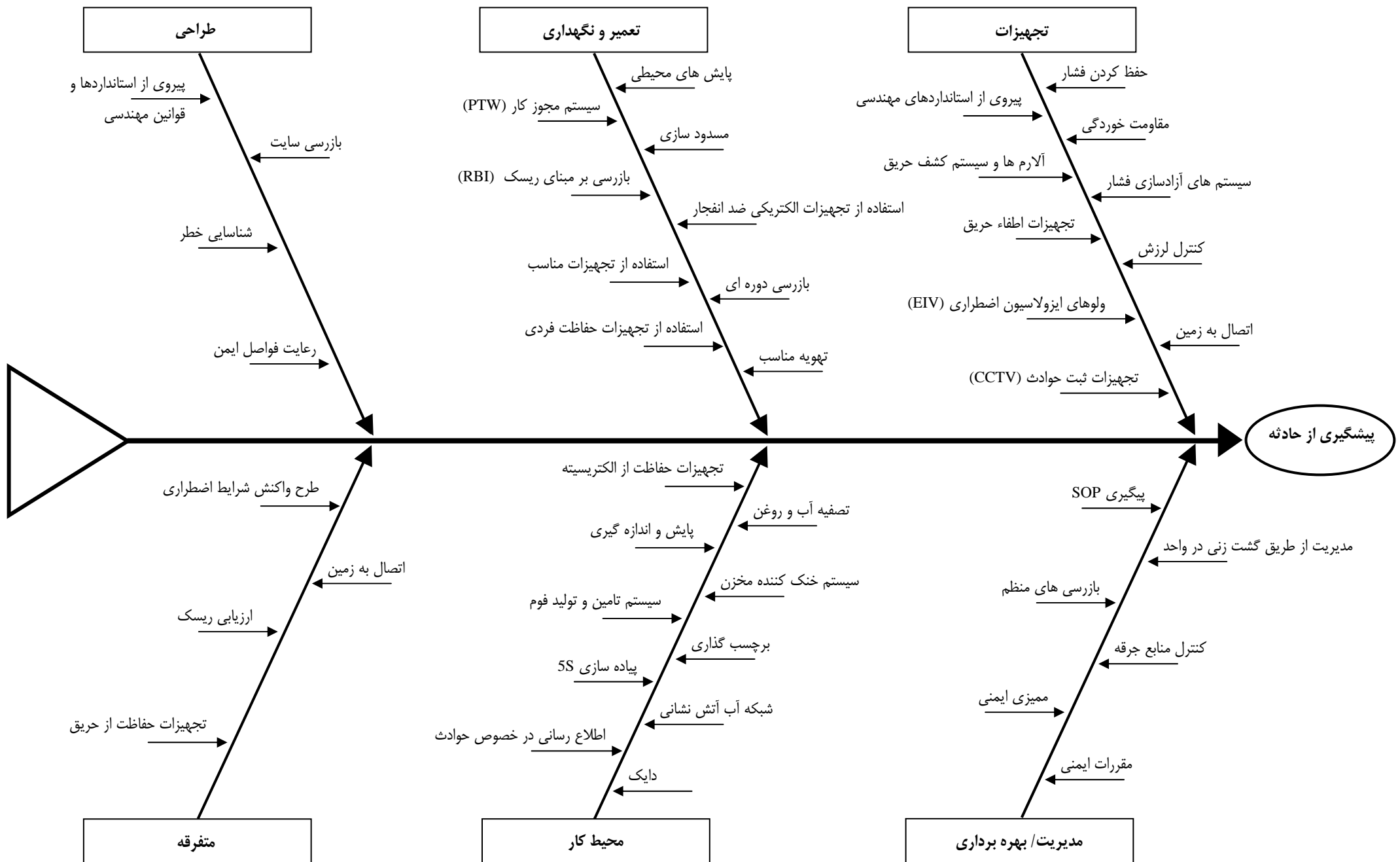
سیستم‌های حفاظت و پیشگیری ایمنی معمولاً بعنوان سیستم مکمل در کاهش پیامدهای حاصل از حریق مخازن مورد استفاده قرار گرفته ولی این سیستم‌ها بعضاً بدلیل نقص در عملکرد باعث گسترش دامنه حریق و خسارات خواهند شد.

از مهمترین عوامل موثر در ارتباط با این موضوع به مواردی همچون :

- کافی نبودن سیستم کولینگ مخازن
- کمبود تامین آب جهت عملیات اطفاء حریق
- یخ زدگی آب موجود در سیستم خطوط لوله آتش نشانی
- فقدان سیستم آلام و آشکار ساز حریق (F&G)
- خرابی پمپ دیزل / یدکی آب آتش نشانی
- فقدان تجهیزات ثبت رویداد و کنترل فیزیکی CCTV
- فقدان طرح واکنش در شرایط اضطراری مخازن ذخیره

◀ روش‌های پیشگیری و کاهش خسارات حوادث

مهمترین روش‌های پیشگیری و کاهش خسارات حوادث آتش‌سوزی مخازن ذخیره مواد شیمیایی در دیاگرام استخوان ماهی صفحه بعد نشان داده شده‌است.





◀ جمع بندی و نتیجه گیری

بر اساس آنالیز و تجزیه و تحلیل‌های انجام شده مطابق دیاگرام استخوان ماهی و همچنین نقطه نظرات کارشناسان خبره در این حوزه، بمنظور پیشگیری از وقوع حوادث حریق و انفجار در مخازن ذخیره که می‌تواند علاوه بر تبعات انسانی، خسارات مالی و زیست محیطی جبران ناپذیری از قبیل آلودگی هوا، آب‌های زیر زمینی، خاک و... بدنبال داشته باشد، اقدامات ذیل صورت پذیرد:

- یکپارچه نمودن سیستم حفاظت از سر ریز شدن مخازن (سوئیچ‌های سطح‌سنج High-High و Low-Low و ارتباط و اتصال آنها به ولو قطع‌کننده جریان Shut-Off Valve)
- در نظر گرفتن سیستم حفاظت از رعد و برق (پیش‌بینی سیستم مناسب اتصال به زمین جهت هر یک از مخازن و ترکیب آن با سیستم هدایت‌کننده رعد و برق در موقعیت مناسب و ارتفاع از محوطه مخازن)
- در نظر گرفتن مخاطرات حریق Rim Seal (که غالباً در مخازن سقف شناور اتفاق افتاده است)
- بررسی و بازدیدهای منظم از سیستم‌های ونت بالای مخازن سقف ثابت و اطمینان از کارائی مناسب آنها
- استفاده از ابزار و تجهیزات ضد حریق در زمان انجام هر نوع فعالیت تعمیراتی در محدوده سایت مخازن
- جلوگیری از غوطه‌وری سقف مخازن و تعمیرات و بازرسی منظم از Pontoon ها و Rim Seal و سیستم درین
- پیشگیری از حوادث Boilover از طریق خروج آب از مخازن طی بازهای زمانی مناسب
- در نظرگرفتن پدیده های آب و هوایی شدید از قبیل بارش های سنگین ، گردباد ، طوفان و امکان جاری شدن هیدروکربن و آسیب به محیط زیست پیرامون
- در نظر گرفتن مخاطرات ورود سیال با دمای بالا به مخزن و احتمال بروز حریق
- بررسی نفوذپذیری دیواره‌های اطراف مخازن Dike Wall
- در نظر گرفتن سناریوهای انفجار ابر بخار VCE در مخازن ذخیره و پیش‌بینی‌های لازم جهت جلوگیری از وقوع این پدیده



◀ منابع:

- A study of storage tank accidents, James I. Chang, Cheng-Chung Lin, Journal of Loss Prevention in the Process Industries 19(2006) 51-59
- A hazards assessment methodology for large liquid hydrocarbon fuel tanks, C.D. Argyropoulos, M.N. Christolis, Z. Nivolianitou, N.C. Markatos, Journal of Loss Prevention in the Process Industries 25(2012) 329-335
- Explosion of fixed roof atmospheric storage tanks, part 1: background and review of case histories, Jerome Taveau, Wiley online library

گردآوری و ترجمه: علیرضا نریمان نژاد