

## افزایش ایمنی مخازن ذخیره مواد نفتی، حفظ سرمایه

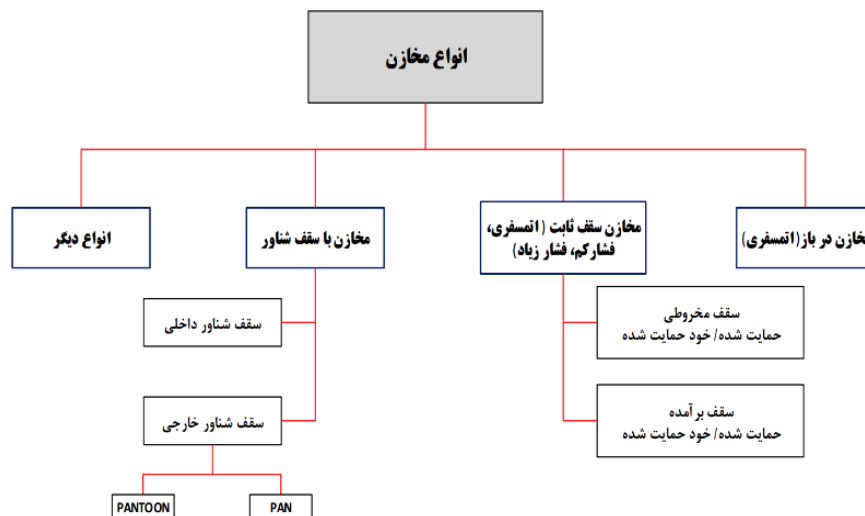


## افزایش ایمنی مخازن ذخیره مواد نفتی، حفظ سرمایه

مخازن ذخیره در شرکت‌های نفت، پالایش و پخش و پتروشیمی برای نگهداری حجم عظیمی از مواد مخاطره آمیز مورد استفاده قرار می‌گیرند از اینرو هنگام بروز حادثه احتمال از بین رفتن حجم زیادی از مواد و خسارت‌های فراوان به مخزن وجود دارد و آمارهای جهانی می‌داند این مدعاست. آشنایی با عوامل ایجاد حادثه در مخازن و درس آموزی از آنها می‌تواند کمک شایانی در پیشگیری از حوادث مخازن بویژه حوادث با علت مشابه گردد. به همین منظور در ادامه نتایج مطالعات و پژوهش‌های صورت گرفته در خصوص دلایل ایجاد حادثه در مخازن و راهکارهای حفاظتی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. امید است با تعامل بیش از پیش و بهره‌گیری از کلیه امکانات موجود، در راستای ارتقاء وضعیت ایمنی مخازن و پیشگیری از بروز حوادث قدم‌های مثبت برداشته شود.

### معرفی مخازن

مخازن، ظروف ذخیره‌سازی هستند که معمولاً از جنس فولاد یا فایبرگلاس بوده و ممکن است به حالت‌های مختلفی نظیر مخازن عمودی، افقی، استوانه‌ای، روباز یا سربسته در اندازه‌های متفاوت وجود داشته باشند. انواع مختلفی از مخازن که به‌طور رایج در صنعت نفت مورد استفاده قرار می‌گیرند، در شکل ۱ طبقه‌بندی شده‌اند.



شکل ۱. طبقه‌بندی مخازن مورد استفاده در صنعت نفت

### مخازن سقف ثابت:

مخازنی هستند که سقف آن‌ها ثابت بوده و متحرک نمی‌باشد. در این مخازن، سقف به اشکال مختلف از قبیل گنبدی، کروی، نیمه کروی و یا مخروطی ساخته می‌شود. از بین سقف‌های موجود برای مخازن سقف ثابت، انواع

## افزایش ایمنی مخازن ذخیره مواد نفتی، حفظ سرمایه

مخروطی و گنبدی متداول تر می باشند. مخازن سقف ثابت جایی کاربرد دارند که فشار بخار مایع مخزن ذخیره شونده کم یا ناچیز باشد و ماده موردنظر قابل اشتعال یا سمی بوده و یا خلوص آن اهمیت داشته باشد.

### مخازن سقف شناور:

مخازنی هستند که سقف آن‌ها به‌طور مستقیم در بالای فرآورده جابجا میشود. دو نوع مخزن سقف شناور وجود دارد:

✓ سقف شناور داخلی

✓ سقف شناور خارجی

هر دو نوع مخازن برای موادی مورد استفاده قرار می‌گیرند که میزان فراریت مواد ذخیره‌شده در آن‌ها بالا بوده و در صورتی که ماده موردنظر، خواص سمی و آتش‌گیری کمی داشته باشد، از نوع سقف شناور داخلی و در صورت بالا بودن خواص سمی و یا آتش‌گیری ماده موردنظر، از سقف شناور خارجی استفاده می‌شود. اطراف سقف شناور، جهت جلوگیری از خروج بخار از مخازن، نشت بندهایی (rim seal) تعبیه می‌شود.

### حوادث مخازن

نتایج مطالعات انجام شده بر روی حوادث مخازن جهان در طول ۴۰ سال گذشته بیانگر این مطلب است که ۲۴۲ مورد حادثه بر روی مخازن در این بازه زمانی بوقوع پیوسته است که محل‌های وقوع، نوع مخازن، محتوی مخازن حادثه و نوع حادثه در جدول ۱ به اختصار ارائه شده است. بر اساس این نتایج بیشترین حوادث بر روی مخازن پالایشگاه‌ها اتفاق افتاده است. نوع مخزنی که بیشترین حادثه در آن اتفاق افتاده است، از نوع سقف شناور خارجی می‌باشد. بیشترین حوادث بر روی مخازن حاوی نفت خام بوده و بیشترین حوادث نیز از نوع آتش سوزی می‌باشند.

### حوادث مخازن

نوع حادثه	محتوای مخازن حادثه دیده	نوع مخازن حادثه دیده	محل وقوع حادثه
۱۴۵ مورد حریق ✓	۶۶ مورد مخازن نفت خام ✓	۴۶ مورد بر روی مخازن سقف شناور خارجی ✓	۱۱۶ مورد در مخازن پالایشگاه‌ها ✓
۶۱ مورد انفجار ✓	۵۹ مورد مخازن محصولات نفتی ✓	۱۸ مورد بر روی مخازن سقف ثابت مخروطی ✓	۶۴ مورد در مخازن ایستگاه‌های پمپاژ و انتقال ✓
۱۸ مورد ریزش ✓	۵۵ مورد مخازن گازوئیل / نفتا ✓	۱۱ مورد بر روی مخازن کروی ✓	۳۱ مورد در مخازن پتروشیمی ✓
۱۳ مورد انتشار گاز سمی ✓	۲۷ مورد مخازن پتروشیمی ✓	۶ مورد بر روی مخازن سقف شناور داخلی مخروطی ✓	۶ مورد در مخازن میدان‌های نفتی ✓
۵ مورد سایر موارد ✓	۱۵ مورد مخازن LPG ✓	۹ مورد فاضلاب نفت ✓	
	۳ مورد مخازن آمونیاک ✓		

## افزایش ایمنی مخازن ذخیره مواد نفتی، حفظ سرمایه

	✓ ۳ مورد مخازن اسید کلریدریک ✓ ۳ مورد مخازن سود سوزآور ✓ ۲ مورد مخازن گوگرد مذاب	✓ ۳ مورد بر روی مخازن از جنس فایبرگلاس ✓ ۲ مورد بر روی مخازن سرد	✓ ۲۵ مورد در سایر بخش‌ها
--	--	---	--------------------------

### خطرات حریق و انفجار

همان طور که در بالا نیز اشاره شد مهم‌ترین خطر در ارتباط با مخازن نفتی، حریق و انفجار است که مایع و یا بخارات خارج‌شده از آن را در بر دارد. حریق‌ها و انفجارات به هنگام ورود بخار یا مایع به طور تصادفی یا عمدی به محیطی که ممکن است دارای منبع جرقه باشد یا در اثر ورود منبع جرقه به داخل یک محیطی که ممکن است دارای اتمسفر قابل اشتعال باشد، اتفاق می‌افتد.

۱۲ علل بروز حوادث منجر به آتش سوزی مخازن:

- طراحی و نصب نامناسب تجهیزات
- بازرسی و تعمیرات ناکافی
- نقص یا عملکرد بد تجهیزات
- عدم آگاهی نسبت به خصوصیات مایعات قابل اشتعال
- خطای اپراتور، به لحاظ عدم آموزش
- مواجهه با گرمای نشأت‌گرفته از یک حریق مجاور
- کنترل ناکافی منابع اشتعال
- تخلیه الکترواستاتیک
- گرم شدن مواد فراتر از دمای خود اشتعالی
- برخورد صاعقه
- جدا کردن قطعات یا مرتب کردن تجهیزات محتوی مایعات قابل اشتعال
- انجام کار گرم روی مخازن یا در مجاورت ظروف حاوی مایعات قابل اشتعال

حریق‌های مخازن، حریق‌های بسیار مهمی هستند، حفظ محتویات مخازن راحت، اما اطفاء آن‌ها بسیار مشکل می‌باشد. برخورد مستقیم رعدوبرق یک تهدید واقعی برای صنایع فرآیندی می‌باشد. مخازن سقف شناور در اثر اصابت صاعقه بیشتر از سایر مخازن مستعد حادثه می‌باشند. دلیل این امر احتمال وجود بخارات قابل اشتعال خارج شده از نشت بند به دلیل معیوب بودن آن می‌باشد. گستره حوادث حریق مخازن به‌طور چشمگیری متغیر می‌باشد لذا در بسیاری از موارد حادثه، صاعقه علت اصلی حریق مخازن بیان گردیده است.

### صاعقه

یک علت عمده در ارتباط با حریق‌های ناشی از صاعقه، برخورد مستقیم صاعقه با مخزن می‌باشد. زمانی که یک مخزن ذخیره در ناحیه برخورد مستقیم صاعقه قرار گیرد، بخارات قابل اشتعال در مواجهه با گرما ممکن است مشتعل گردند. لبه نشت‌بندی (rim seal) یک مخزن سقف شناور محتمل‌ترین مکان برای اشتعال در اثر اصابت صاعقه می‌باشد. همچنین شیر تخلیه محلی محتمل برای مشتعل شدن می‌باشد که برای جلوگیری از این کار، بازدارنده شعله<sup>۱</sup> نصب می‌گردد.

اصابت صاعقه به‌واسطه شدت جریان‌های برخوردی بسیار بالایی که در مدت‌زمان بسیار کوتاه می‌رسند، مشخص می‌شود. برای مثال، یک صاعقه برخوردی متوسط، چیزی در حدود ۳۰۰۰۰ آمپر الکتروسیسته را در کسری از ثانیه به زمین منتقل می‌کند. این جریان در سرتاسر سطح زمین جاری می‌شود تا اینکه اختلاف پتانسیل بین ابر صاعقه دار و زمین خنثی شود.

برخورد صاعقه ممکن است یک مخزن سقف شناور را در حالات زیر در معرض خطر قرار دهد: برخورد به ۱. سقف مخزن، ۲. بدنه مخزن ۳. هر چیز متصل شده به سقف یا بدنه مخزن ۴. یک سازه زمین شده یا اتصال به زمین نزدیک مخزن سقف شناور. در صورتی که صاعقه به هر یک از این مکان‌ها محدود (ختم) شود یا به نزدیک یک مخزن سقف شناور منتهی گردد، یک نسبتی از جریان کل صاعقه از فصل مشترک سقف-بدنه جریان خواهد یافت. در صورتی که رعدوبرق به بدنه مخزن ختم گردد، جریان قابل‌ملاحظه‌ای در فصل مشترک سقف-بدنه جاری خواهد شد. در صورتی که صاعقه نزدیک به یک مخزن سقف شناور ختم شود (محدود شود)، هم به زمین و هم به ساختار زمین شده رسیده و جریان‌های کوچکی در فصل مشترک سقف-بدنه جریان خواهد یافت. در صورت بروز نقص در نشت بند و وجود بخارات در بالای مخزن، آتش سوزی اتفاق خواهد افتاد.

### پیشگیری از حریق

برای پیشگیری از حریق مخازن حداقل اقداماتی که می‌توان انجام داد به صورت زیر می‌باشد:

#### الف-کنترل بخارات

جایی که مخلوط هوا و بخارات قابل اشتعال وجود داشته باشد، امکان بروز حریق و انفجار وجود دارد. برخی از مناطقی که بطور معمول، مخلوط هوا و بخارات قابل اشتعال در آن‌ها وجود دارد، به شرح ذیل هستند ولی محدود به آن‌ها نمی‌شوند:

✓ در داخل فضای بخار (خالی از مایع) مخازن

<sup>۱</sup> flame arrestor

## افزایش ایمنی مخازن ذخیره مواد نفتی، حفظ سرمایه

- ✓ در داخل فضای بخار (مخازن خالی)
- ✓ در نزدیکی محل خروج تهویه مخازن اتمسفریک
- ✓ هنگام ورود مایعات به مخزن یا به داخل منطقه باندوال مخزن
- ✓ در بالای مخازن سقف شناور به دلیل نقص در نشت بند ها

### ب- کنترل منابع جرقه

در مناطقی که احتمال حضور مخلوط هوا و بخارات قابل اشتعال وجود دارد، منابع جرقه باید کنترل شود. منابع جرقه معمول شامل موارد زیر است ولی به موارد زیر محدود نمی گردد.

۱. صاعقه
۲. الکتریسیته ساکن
۳. جریان‌های سرگردان
۴. کار گرم
۵. موتورهای احتراق داخلی
۶. استعمال دخانیات
۷. طبقه‌بندی نادرست مناطق
۸. استفاده از تجهیزات الکتریکی حفاظت نشده و یا نامناسب.

### ج- حفاظت از سرریز شدن مخزن

سرریز شدن مخزن، باعث ریخت و پاش مایعات قابل اشتعال از مخزن در داخل خاکریز یا محوطه‌ی اطراف مخزن می‌شود. این امر می‌تواند موجب ایجاد خطر حریق شود.

### د- برنامه‌های بازرسی و نگهداشت

نگهداشت یکپارچگی مخازن و سیستم‌های لوله‌کشی حاوی مایعات قابل اشتعال یا احتراق برای پیشگیری از آتش‌سوزی در مخازن امری مهم و اساسی است. برای اصلاح موضعی که امکان انتشار بخارات یا مایعات از آنها وجود دارد، باید اولویت‌بندی دقیقی صورت گیرد.

### ه- ضبط و ربط کارگاهی

محوطه‌ی خاکریز و منطقه‌ی اطراف مخازن ذخیره‌سازی باید عاری از مواد قابل احتراقی که میتوانند منبعی برای حریق مخازن باشند، نگهداری گردند.

## کنترل و اطفاء حریق

## اشتعال کنترل شده

در مواجهه با حریق‌های ناشی از مایعات قابل اشتعال و احتراق، ممکن است همیشه اطفاء سریع امکانپذیر نباشد. این شیوه، معمولاً کنترل جریان و یا محدود کردن میزان مواد درگیر در آتش (نظیر پمپاژ مواد از مخزن) به همراه تأمین آب خنک کننده بر روی تجهیزات یا سازه‌های مجاوری که امکان مواجهه آن‌ها با حرارت ناشی از آتش و یا شعله وجود دارد را شامل می‌گردد.

## سیستم‌های حفاظت در برابر حریق برای مخازن

سیستم‌های حفاظت حریق مخازن، به‌طور معمول شامل سیستم خنک کننده جهت خنک‌سازی مخازن در صورت بالا رفتن بیش از حد دما، کف آتش‌نشانی و پودر خشک به‌عنوان عامل خاموش کننده می‌باشند.

## ۱. سیستم خنک کننده

تمامی مخازن حاوی مایعات قابل اشتعال باید به منظور پیشگیری از گرم شدن بیش از حد مخازن هنگام بروز حریق در مخازن مجاور، مجهز به سیستم‌های خنک کننده باشد که به صورت رینگ‌های آب آتش‌نشانی و سیستم سیلابی<sup>۲</sup> می‌باشند.

## الف. رینگ‌های آب آتش‌نشانی (دستی و خودکار)

در مخازن از لوله‌های استفاده می‌گردد که در صورت بالا رفتن بیش از حد دما، جریانی از آب را بر روی مخزن و یا دیواره‌های آن می‌ریزند و سبب خنک کردن مخزن می‌گردد. در مواقع اضطراری، مثلاً زمانی که مخزن یا یکی از مخازن مجاور دچار آتش‌سوزی شده است، عملیات خنک‌سازی شروع شده و مانع از بروز حوادث گسترده‌تر می‌شود. این لوله‌ها در همه مخازن و به شکل ردیف‌هایی هستند که دورتادور محیط مخزن را در بر می‌گیرد. در نقاط مختلف این لوله‌ها، توزیع کننده‌هایی برای پاشش آب بر روی دیواره‌ها وجود دارد. تعداد این لوله‌ها متناسب با میزان خنک‌سازی مورد نیاز، حداکثر دمای محیط، اندازه‌ی مخزن و ... می‌باشد.

## ب. سیستم سیلابی

<sup>2</sup> Deluge

## افزایش ایمنی مخازن ذخیره مواد نفتی، حفظ سرمایه

سیستم اسپرینکلر سیلابی عملکردی شبیه سیستم پیش فعال دارد با این تفاوت که سرهای اسپرینکلر همیشه باز بوده و لوله آن تحت فشار هوا نمی باشد. سیستم سیلابی به یک تامین کننده آب از طریق شیرهای سیلابی (*deluge valve*) متصل می باشد که به واسطه سیستم آشکارساز فعال می گردد.

نرخ جریان و حجم واقعی آب مورد نیاز برای یک حریق، بستگی به روش کنترل، نوع، مقدار و اندازه‌ی سیستم‌ها و تجهیزات فراهم شده دارد. نرخ جریان و فشار مورد نیاز، بایستی با فرض راه‌اندازی همزمان سیستم‌ها و تجهیزات و اطفاء بزرگترین حریق ممکن تعبیه شود.

### ۲. سیستم فوم

سیستم خنک کننده تنها برای خنک کردن مخزن حین بالا رفتن دمای مخزن می‌تواند موثر واقع گردد ولی برای اطفاء حریق مواد هیدروکربنی مناسب نمی‌باشد. از این رو از فوم برای اطفاء حریق‌های مواد هیدروکربنی استفاده می‌شود. سیستم فوم مخازن جهت اطفاء حریق چه به صورت ثابت چه متحرک باید متناسب با نوع حریق‌های احتمالی باشد.

نمونه تقسیم‌بندی سیستم تزریق فوم به دو صورت فوم تزریق شده از بالای مخزن و فوم تزریق شده از کف مخزن می‌باشد:

#### الف) سیستم تزریق فوم از بالای مخزن

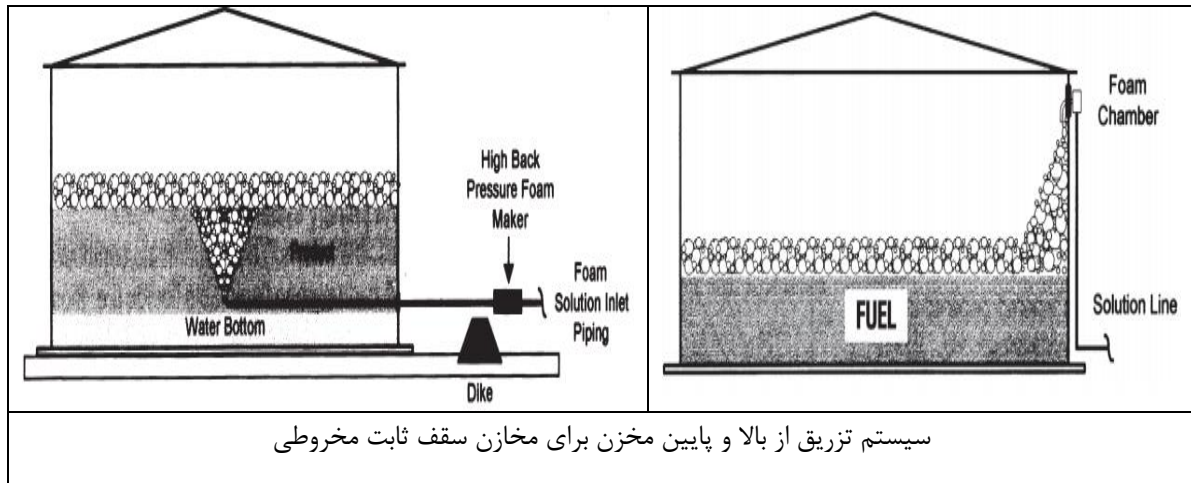
کف ضد حریق یا فوم‌ها در بخشی بنام محفظه فوم (*foam chamber*) و در بیرون مخزن آماده شده و بوسیله لوله به مخزن منتقل می‌گردد. در قسمت داخلی، یک جعبه کوچک پلاستیکی قرار دارد که در مقابل فشار فوم مقاومت چندانی ندارد و صرفاً به جهت جلوگیری از ورود بخارات، قرار داده شده است. به محض بروز آتش‌سوزی و نیاز به تزریق فوم به داخل مخزن، در پکیج فوم با آب مخلوط شده و با فشار و از طریق این لوله‌ها وارد جعبه پلاستیکی می‌شود. همزمان با ورود فوم، جعبه پلاستیکی شکسته و فوم بر روی سطح مایع پاشیده می‌شود. همانطور که گفته شد، تزریق فوم از چند جای مختلف صورت می‌گیرد و فوم سطح مایع را پوشانده و ارتباط ماده سوختنی را با هوا قطع می‌کند و به این ترتیب به خاموش شدن آتش کمک می‌کند.

برای مخازن سقف شناور، خروجی‌های تخلیه فوم ثابت بالای کفشک نشت‌بند‌های مکانیکی یا نشت‌بندی ثانویه باید به همراه دیواره فوم استفاده شود.

#### ب) سیستم تزریق فوم از کف مخزن

در این روش، فوم از قسمت پایین مخزن وارد می‌شود. از آنجا که وزن مخصوص فوم از هیدروکربن کمتر است، فوم به سمت سطح مایع بالا رفته و آنرا می‌پوشاند و در ضمن با ایجاد تلاطم در سطح مایع سبب سرد شدن مایع می‌شود که مستقیماً در تماس با آتش است و سبب کندتر شدن تبخیر هیدروکربن شده و از این راه به فرونشاندن آتش کمک می‌کند. این روش تزریق فوم معمولاً در مورد مخازن سقف ثابت مخروطی می‌باشد.





### ۳. پودرهای خشک شیمیایی

پودرهای خشک شیمیایی در اطفاء حریق مایعات قابل اشتعال موثر می‌باشند، اما نمی‌تواند مواد سوختی را در برابر احتراق مجدد در اثر مواجهه با منابع احتراق مانند فلزاتی که گرم شده‌اند، محافظت کند. پودرهای خشک شیمیایی چه زمانی که به تنهایی استفاده شوند چه به صورت ترکیب با فوم استفاده شوند، می‌توانند برای اطفاء حریق در ناحیه نشت‌بندی مخازن سقف شناور مفید باشند.

پودر خشک با استفاده از مخازن متحرک به محل آتش‌سوزی منتقل شده و از طریق لوله‌های لاستیکی و با فشار زیاد بر روی مخازن پاشیده می‌شود.

### ۴. کنترل و اطفاء دستی

مبارزه دستی با حریق ناشی از مایعات قابل اشتعال و احتراق در مراحل اولیه‌ی شروع حریق است. اطفای دستی حریق‌های بزرگ، بایستی فقط تحت نظارت و توسط افراد مجرب نظیر تیم‌های آتش‌نشانی آموزش دیده، مجهز و واجد شرایط تأسیسات، انجام شود.