جمهوری اسلامی ایران

وزارت نفت

اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیرعامل

راهنمای ایمنی مخازن مواد نفتی (روزمینی اتمسفریک)

MOP-HSED-GI-213(1)

جدول اصلاحیه

شماره اصلاحیه	تاریخ	شماره بخش / بخش های تغییر یافته	شماره صفحه / صفحات

فهرست

عنوان	صفحه
۱ هدف	۴
۲ دامنه کاربرد و محدوده تأثیر	۴
۳ مسئولیت‌ها	۴
۴ الزامات و مستندات مرجع	۵
۵ تعاریف	۶
۶ اقدامات	۷
۶-۱- حوادث مخازن	۷
۶-۲- آشنایی با مبانی مخازن مواد نفتی و متعلقات آن	۷
۶-۲-۱- انواع مخازن مواد نفتی اتمسفریک	۷
۶-۲-۲- مکان یابی و الزامات فاصله گذاری مخازن	۱۱
۶-۲-۳- برچسب گذاری(*Labeling*) مخازن نفتی	۱۲
۶-۲-۴- متعلقات مخازن مواد نفتی	۱۲
۶-۳- بهره برداری، بازرسی، تعمیر و نگهداشت مخازن	۲۱
۶-۳-۱- پیشگیری از انتشار گاز	۲۱
۶-۳-۲- لایروبی مخازن	۲۲
۶-۳-۳- کنترل خوردگی	۲۲
۶-۳-۴- حفاظت مخزن در مقابل صاعقه	۲۳
۶-۳-۵- سایر موارد ایمنی در عملیات بهره برداری و حفظ و نگهداری مخازن	۳۷
۶-۴- کنترل و پیشگیری از حریق	۳۷
۶-۴-۱- پیشگیری از حریق	۳۸
۶-۴-۲- کنترل و اطفاء حریق	۴۰
۶-۴-۳- طرح اضطراری حریق	۴۴
۶-۴-۴- تست سیستم کف ساز (*Foaming*) مخازن	۴۸
۶-۴-۵ - تست سیستم خنک‌کننده(*cooling*) مخازن	۴۸
۷ پیوست‌ها	۴۹

۱ . هدف

این راهنما با هدف آشنایی با اصول ایمنی مراحل بهره‌برداری و حفظ و نگهداری مخازن اتمسفریک در وزارت نفت با رویکردی پیشگیرانه جهت استفاده و بهره‌گیری واحدها و مدیریت‌های مربوطه تدوین شده است.

۲ . دامنه کاربرد و محدوده تأثیر

این راهنما در سطح وزارت نفت بوده و برای ستاد و کلیه‌ی شرکت‌های اصلی و فرعی (کلیه‌ی شرکت‌های تابعه، مدیریت‌ها، مجموعه‌های تحت پوشش، شرکت‌های تولیدی و خدماتی، سازمان‌ها و مناطق، اماکن و تأسیسات) در خصوص امور مرتبط با ایمنی مخازن مواد نفتی اتمسفریک (اعم از مخازن سقف شناور، مخازن سقف ثابت) در کلیه مراحل بهره‌برداری و حفظ و نگهداری (اعم از تعمیرات اساسی[۱] و جزئی و روتین) قابل استفاده و بهره‌گیری می‌باشد.

۳ . مسئولیت‌ها

مسئولیت‌های مرتبط با ایمنی مخازن بر عهده واحدهای ذیربط در حفظ و نگهداری، پایش و بهره برداری می‌باشد لذا واحد های مذکور می‌توانند از موارد مندرج در این راهنما بهره گیرند.

---

۱ Over haul

۴ . الزامات و مستندات مرجع

1. Lanzoni, JA. Improving Lightning Safety of Petroleum Storage Tanks. 2009.
2. Chang, JI, Lin CC. A study of storage tank accidents. Journal of loss prevention industries, 19, 2006, 51-59.
3. Lightning protection of oil and gas industrial plants,2007.
4. API No. 620, Design and Construction of Large, Welded, Low Pressure Storage Tanks. 10th Edition, February 2002.
5. API RP 545 Recommended Practice for Lightning Protection of Above Ground Storage Tanks for Flammable or Combustible Liquids, First Edition, October 2009.
6. API No. 651, Cathodic Protection of Aboveground Petroleum Storage Tanks, 2nd Edition, November 1997.
7. API Recommended practice 2003, Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents
8. API Standard 2000, 5th Edition, April 1998, Venting Atmospheric and Low-Pressure Storage Tanks.
9. API Standard 653, 3rd Edition, December 2001, Tank Inspection, Repair, Alternation, and Reconstruction.
10. APA 2021 Recommended practice 2021, Management of atmospheric storage tank fires.
11. API No. 652, 2nd Edition, December 1997, Lining of Aboveground Petroleum Storage Tank Bottoms.
12. API Standard 650, Welded Steel Tanks for Oil Storage, 1998.
13. API publ 340, Liquid Release Prevention and Detection Measures for Aboveground Storage Facilitie, 1997.
14. API 12 F, Specification for Shop Welded Tanks for Storage of Production Liquids, 1994.
15. API publ 2350, Overfill Protection for Petroleum Storage Tank, 2005.
16. API Standard 575, Inspection of Atmospheric and Low-Pres-sure Storage Tanks, 2014.
17. API Standard 2015 Requirements for safe entry & cleaning petroleum storage tanks, 2014.
18. API publ 351 Overview of soil permeability test methods, 1999.
19. API 2210 Flame Arresters for vents of tanks storing petroleum products, 2000.
20. NFPA 10, Portable Fire Extinguishers, 2013.
21. NFPA 11 A Medium and High-Expansion Foam Systems, 2005.
22. NFPA 15, Installation of Centrifugal Fire Pumps, 2012.
23. NFPA 22, Water Tanks for Private Fire Protection, 2013.
24. NFPA 704: Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response, 2012.
25. NFPA 24, Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances, 2013.
26. NFPA 25, Inspection, Testing and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems, 2014.
27. NFPA 30, Flammable and Combustible Liquids Code, 2003.
28. NFPA 600 Standards of facility fire Brigades, 2013.
29. NFPA 780 Standard for the Installation of Lightning Protection Systems, 2008 Edition.
30. MOP-HSED-Gl-200, guidline on permit to work system, 1394.
31. MOP-HSED-In-201, working at hight instruction, 1394.
32. MOP-HSED-In-202, confind space entery and work instruction, 1394.

۵ . تعاریف

وزارت: منظور از کلمه‌ی وزارت، در این متن وزارت نفت می‌باشد.

مخازن اتمسفریک (*Atmospheric storage tank- AST*): اصطلاح مخازن اتمسفریک برای مخازنی استفاده می‌شود که فشار داخلی آن‌ها بیشتر از مقدار وزن سقف نباشد.

مخازن اتمسفریک در صنایع نفتی برای سیال‌هایی که فشار بخار آن‌ها کمتر از فشار اتمسفر است، استفاده می‌شود؛ ازجمله این مواد، نفت خام، نفت سنگین، نفت گاز (گازوئیل)، نفت کوره، نفتا و بنزین که معمولاً در فشار اتمسفریک ذخیره می‌شود.

مخازن سقف شناور (*Floating Roof Tanks*): مخازن سقف شناور، مخازنی هستند که سقف آن‌ها به‌طور مستقیم بالای سیال حرکت می‌کند.

مخازن سقف شناور خارجی (*External Floating Roof Tanks*): مخازنی با سقف شناور هستند که سقف ثابت نداشته و بالای آن‌ها باز است.

مخازن سقف شناور داخلی (*Internal Floating Roof Tanks*): مخازنی هستند که یک سقف بر روی سیال حرکت می‌کند و همچنین دارای یک سقف ثابت نیز می‌باشند.

مخازن سقف ثابت (*Fixed Roof Tanks*): مخازنی روزمینی بدون سقف شناور داخلی (*IFR*) هستند که توسط یک سقف فولادی یا گنبدی آلومینیومی پوشیده شده اند.

مایع قابل احتراق (*Combustible Liquid*): مایعی است که نقطه اشتعال آن ۳۷/۸ درجه سانتی‌گراد یا بالاتر با شد. مایعات قابل احتراق به کلاس *II* و *III* تقسیم می شوند. کلاس *II* (هر مایعی که نقطه ا شتعال برابر یا بالای ۳۷/۸ و کمتر از ۶۰ درجه درجه سانتی گراد دارد). کلاس *IIIA* (هر مایعی که نقطه ا شتعال برابر یا بالای ۶۰ و پایین ۹۳درجه سانتی گراد دارد). کلاس *IIIB* (هر مایعی که یک نقطه اشتعال برابر یا بالای ۹۳ درجه سانتی‌گراد دارد).

مایع قابل ا شتعال (*Flammable Liquid*): مایعی اســت که نقطه اشــتعال آن پایین‌تر از ۳۷/۸ درجه سانتی‌گراد بوده و فشار بخار آن در ۳۷/۸ درجه‌ی سانتی گراد از ۴۰psi (مطلق) (۲۰۶۹ میلی‌متر جیوه) فراتر نرود. این مایعات قابل ا شتعال در کلاس I مایعات طبقه‌بندی می شوند. کلاس *I* مایعات خود به سه دســته کلاس *IA* (مایعاتی که نقطه اشــتعال آن ها کمتر از ۲۲/۸ درجه ســانتی گراد و نقطه جوش آنها کمتر از ۳۷/۸ درجه ســانتی گراد می باشــد)، کلاس *IB* (مایعاتی هســتند که نقطه اشــتعال آنها زیر۲۲/۸ درجه ســانتی گراد و نقطه جوش آنها برابر یا بالاتر از ۳۷/۸ درجه ســانتی گراد می باشــد) و کلاس *IC* (مایعاتی هســتند که نقطه اشــتعال آنها برابر یا بالای ۲۲/۸ درجه اما کمتر از ۳۷/۸ درجه ســانتی گراد می‌باشد) تقسیم می‌شود.

۶ . اقدامات

مخازن ذخیره در صنایع نفت، پالایش و پخش و پتروشیمی برای نگهداری حجم عظیمی از ترکیبات هیدروکربنی مورد استفاده قرار می‌گیرند. آمارهای جهانی ارائه شده حاکی از بروز حوادث عمده در این مخازن می‌باشد. از اینرو بکارگیری اصول ایمنی در پیشگیری از وقوع حوادث و عواقب زیست محیطی ناشی از ذخیره‌سازی این ترکیبات می‌تواند در حفظ سرمایه‌ها مؤثر واقع گردد.

سند مذکور در راستای کمک به ارتقاء سطح ایمنی در مراحل بهره‌برداری و حفظ و نگهداری مخازن ذخیره مواد نفتی روزمینی اتمسفریک (اعم از مخازن سقف شناور، مخازن سقف ثابت) تدوین شده است تا واحدها یا مدیریت‌های بهره‌برداری، عملیات، تعمیرات، بازرسی، مهندسی، *HSE* و ... نسبت به استفاده و بهره‌گیری از موارد مندرج در این راهنما اقدام نمایند.

در این سند علل حوادث مربوط به مخازن مواد نفتی اتمسفریک، آشنایی با مخازن مواد نفتی روزمینی اتمسفریک و اجزای آن، موارد ایمنی مربوط به مراحل بهره‌برداری، حفظ و تعمیر و نگهداری آن‌ها ارائه شده است.

۶-۱- حوادث مخازن

بر اساس مطالعات صورت گرفته برروی حوادث مخازن جهان در طول ۴۰ سال گذشته[۲]، بیشترین حوادث در مخازن پالایشگاه‌ها رخ داده است. مخازنی که بیشترین حادثه بر روی آن اتفاق افتاده از نوع سقف شناور خارجی بوده‌اند. ضمناً بیشترین حوادث بر روی مخازن حاوی نفت خام اتفاق افتاده و بیشترین پیامد حادثه از نوع آتش‌سوزی بوده است.

مهم‌ترین خطر در ارتباط با مایعات قابل اشتعال، حریق و انفجار است که مایع و یا بخارات خارج‌شده از آن را در بر می‌گیرد. برخورد مستقیم صاعقه، یک تهدید واقعی برای صنایع فرایندی می‌باشد؛ بخصوص برای مخازن سقف شناور که مستعد صاعقه هستند. جوشکاری در بالای مخزن عامل دیگری برای بروز حوادث مرتبط با مخازن نگهداری ترکیبات هیدروکربنی می‌باشد.

۶-۲- آشنایی با مبانی مخازن مواد نفتی و متعلقات آن

۶-۲-۱- انواع مخازن مواد نفتی اتمسفریک

نمونه تقسیم‌بندی انواع مختلف مخازن مواد نفتی اتمسفریک بر اساس شکل ظاهری و فیزیکی که به‌طور رایج در صنعت نفت استفاده می‌شوند به صورت زیر می باشد:

۱- مخازن سقف ثابت (*Fixed Roof Tanks*)

۲- مخازن سقف شناور(*Floating Roof Tanks*)

[۲] A study of storage tank accidents,2006

- **مخازن سقف ثابت (*Fixed Roof Tanks*)**

مخازن سقف ثابت به اشکال مختلفی ازجمله سقف گنبدی، کروی، نیمه‌کروی و یا مخروطی شکل وجود دارند. در این میان سقف مخروطی و گنبدی متداول‌تر هستند. از نظر عملیات، سقف‌های مخروطی رایج‌تر هستند، ولی سقف‌های گنبدی از استحکام بیشتری برخوردار می‌باشند.

در این مخازن سقف‌ها ازنظر سیستم نگهدارنده سقف به دو دسته تقسیم می‌گردند:

۱. سقف‌هایی که دارای پایه‌های نگه‌دارنده می‌باشند.
۲. سقف‌های بدون سیستم نگه‌دارنده یا اصطلاحاً خود نگهدار[۳]، که این نوع سقف‌ها به بدنه جوش داده‌شده و هیچ پایه و ستونی جهت نگهداری نیاز ندارند.

سقف ثابت به روش‌های مختلفی به بدنه مخزن جوش داده می‌شود. این جوش‌ها باعث استقرار محکم سقف بر روی مخزن می‌گردد. در مواقعی ممکن است که به هر دلیلی فشار در مخزن بیشتر از حد مجاز افزایش یابد و امکان انفجار آن باشد، استحکام و پایداری این جوش‌ها به صورتی است که در حین بروز این مشکل، کنده شده و سقف از دیواره‌ها جدا می‌گردد و به این طریق از شکاف برداشتن دیواره‌های مخزن و انتشار و ریزش سیال به بیرون از مخزن و محوطه جلوگیری می‌گردد. لازم به ذکر است که *Breathing Valve* ها و شیرهای ایمنی در مخازن برای جلوگیری از بالا رفتن بیش‌ازحد فشار داخل مخزن نسبت به مقدار مجاز آن در نظر گرفته‌شده‌اند، اما گاهی ممکن است به دلایل مختلفی ازجمله عملکرد نامناسب، وظیفه‌ی خود را به‌درستی انجام نداده و خطر انفجار، مخزن را تهدید نماید، در این صورت شکسته شدن جوش‌های سقف به بدنه، بعنوان راهکاری برای جلوگیری از بروز انفجار مطرح می‌گردد.

به‌طورکلی این مخازن به سه نوع طبقه‌بندی می‌شوند:

- مخازن بدون فشار که جهت نگهداری مواد در فشار محیط استفاده می‌گردند و دارای دریچه‌ای آزاد به فضای بیرون می‌باشند.
- مخازن با فشار کاری پایین
- مخازن با فشار کاری بالا که جهت نگهداری سیال ها در فشار کاری بالا استفاده می‌شوند و با استفاده از شیرهای فشارشکن با محیط بیرون در ارتباط می‌باشند.

[۳] Self supported

مخازن سقف ثابت معمولا به دو شکل مخزن با سقف مخروطی و مخزن با سقف گنبدی وجود دارد.

شکل ۱- مخزن سقف مخروطی

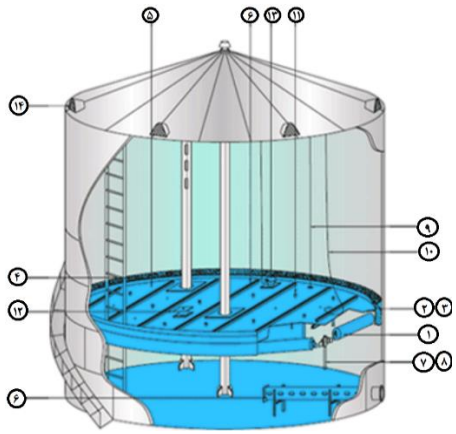
شکل ۲- مخزن سقف گنبدی

- **مخازن سقف شناور (*Floating Roof Tanks*)**

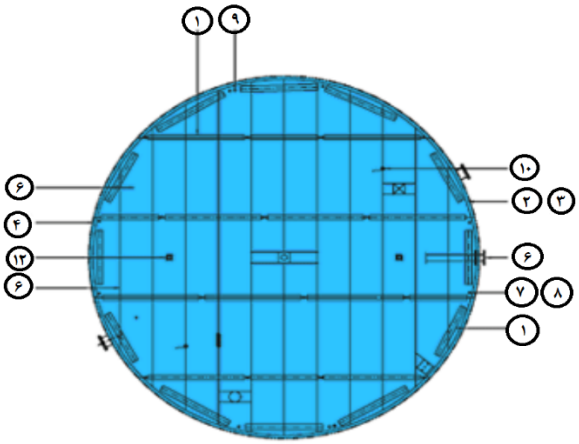
مخازن سقف شناور مخازنی هستند که سقف آن‌ها به‌طور مستقیم بالای سیال قرار می‌گیرد. دو نوع مخزن سقف شناور وجود دارد:

۱- سقف شناور داخلی (*Internal Floating Roof*): مخازن با سقف شناور داخلی، مخازنی هستند که سقف بر روی فرآورده قرار داشته و علاوه بر آن، دارای یک سقف ثابت نیز هستند که نمونه‌هایی از آن در شکل ۳ و شکل ۴ آورده شده است.

۲- سقف شناور خارجی (*External Floating Roof*): مخازن سقف شناور خارجی، مخازنی هستند که سقف بر روی سیال، شناور بوده و با اتمسفر در تماس است و سقف ثابت ندارد.



شکل ۳- مخزن با سقف شناور داخلی



شکل ۴-شمای عرضی از مخزن با سقف شناور داخلی

۱-تیوب‌های شناوری کناره/اصلی (Main/Rim Float Tube)
۲- محفظه فوم (Foam Block)
۳-محفظه منحنی شکل (Envelope)
۴-نشت‌بند تمیزکننده (Wiper Seal)
۵-پوسته سقف شناور (Deck Skin)
۶-ستون مهارکننده (Clamp Beam)
۷-کفشک و ستون‌پایه (Leg pipe &Shoe)
۸-هوزینگ (Housing)
۹-کابل ضد چرخش (Anti-Rotation Cable)
۱۰-کابل اتصال به زمین (Ground Cable)
۱۱-آبراه (Stub Drain)
۱۲- خلاءشکن (Vaccum Breaker)
۱۳-ابزار نمونه‌برداری (Sampling Device)
۱۴-هواکش سقف (Roof Vent)
۱۵-پخش‌کننده داخلی (Inlet Diffuser LNE)

تفاوت اصلی مخزن سقف شناور داخلی و خارجی، در وجود یک سقف ثابت است، که هر یک از این مخازن کاربرد مخصوص به خود را دارا می‌باشند. هر دو نوع آن‌ها برای سیالی مورد استفاده قرار می‌گیرند که میزان فراریت آن‌ها بالا باشد و درصورتی‌که سیال موردنظر سمّیت و آتش‌گیری کمی داشته باشد از نوع سقف شناور خارجی و در صورت بالا بودن سمّیت و یا آتش‌گیری ماده موردنظر، از سقف شناور داخلی استفاده خواهد شد.

- **اجزای مخازن سقف شناور**

۱- **پایه‌های مخزن:** به‌منظور جلوگیری از پایین آمدن بیش‌ازحد سقف شناور، در زیر آن پایه‌هایی نصب می‌گردد که تعداد و طول آن‌ها متناسب با قطر مخزن و حداقل ارتفاعی است که به سقف شناور اجازه‌ی پایین آمدن تا کف مخزن را می‌دهد. در هنگام تعمیرات و زمانی‌که مخزن را خالی کرده‌اند، پایه‌ها را

تا حد امکان پایین می‌آورند به‌طوری‌که با تجهیزات درون مخزن برخورد نکند و در ضمن فضای کافی برای افرادی که به‌کار تعمیرات مشغول هستند، وجود داشته باشد. در شرایط عملیاتی تا امکان باید از فرونشاندن سقف شناور روی پایه ها اجتناب گردد.

۲- **ابزارهای ضد چرخش سقف شناور:** سقف شناور باید به همراه سیال داخل مخزن بالا و پایین رفته و درعین حال حرکت چرخشی نداشته باشد. گاهی اوقات عواملی چون انباشته شدن برف و باران به شکل نامتقارن بر روی سقف شناور از نوع خارجی، جریان باد و حتی حرکت بر روی نردبان روی سقف، سبب حرکت و چرخش در سقف شناور می‌گردد که لازم است با استفاده از ابزارهای مناسب، از این حرکات جلوگیری گردد. این ابزارها اصطلاحاً کابل ضد چرخش نام دارند.

۶-۲-۲- مکان یابی و الزامات فاصله گذاری مخازن

ملاحظات فاصله‌گذاری در این بخش، بر مبنای به حداقل رساندن ریسک مواجهه مخازن مجاور، تجهیزات و ساختمان‌های مهم هم جوار با حریق و یا سایر وقایع احتمالی مخزن بیان شده ا ست. تعیین فوا صل مناسب برای بهره‌برداری ایمن، نیازمند شناسایی خطرات موجود است.

مقررات مربوط به موقعیت مخازن ذخیره سازی با توجه به محدوده تاسیسات (*Property Lines*)، راه‌های عمومی و ساختمان‌های مهم مستقر در محدوده مخازن، باید تعیین شود.

تأثیر ا ستفاده از باندوال(*Bund wall*)، خاکریز و حفره زه‌کشی بر روی الزامات فا صله گذاری باید در طی چیدمان اولیه در نظر گرفته شود.

- **محل قرار گیری مخازن باتوجه به محدوده تاسیسات، مسیرهای عمومی و سازه های مهمتر**

فواصل مخازن از اموال، تجهیزات و ساختمانهای مسکونی باید تعیین شود. در این خصوص استاندارد *NFPA 30* و *IPS-E-SF-220* اطلاعات کاملی با توجه به ظرفیت مخازن و نوع سیال ذخیره شده در آنها، ارائه نموده است.

- **فواصل بین دو مخزن مجاور**

فواصل بین مخازن مجاور باید بر اساس استاندارد تعیین شود. این فواصل در استانداردهای بین المللی از جمله *NFPA 30* در دسترس می‌باشد.

۶-۲-۳- برچسب گذاری(*Labeling*) مخازن نفتی

برچسب‌گذاری مخازن برای آشنایی با خطرات مواد استفاده می‌شود. مخازن روزمینی محتوی مایعات قابل اشتعال باید دارای برچسب جهت شناسایی محتویات مخزن باشد. *NFPA 704* معیارهایی را برای ارزیابی خطرات بهداشتی، اشتعال‌پذیری، ناپایداری و خطرات خاص مرتبط با مواد درون مخزن ارائه می‌دهد. این خطرات به صورت لوزی خطر (*Hazard Diamond*) ارائه می‌گردد که در آن هر کدام از خطرات با رنگ معینی مشخص می‌شود.

	رنگ آبی: خطرات بهداشتی(*Health Hazards*)
	رنگ قرمز: خطرات اشتعال پذیری(*Flammability Hazards*)
	رنگ زرد: خطرات واکنش پذیری(*Instability*)
	رنگ سفید: خطرات خاص(*Specific Hazards*)

داخل لوزی درجه خطرات با استفاده از اعداد ۰ (نبود خطر) تا ۴ (حداکثر خطر) مشخص می‌شود. علاوه بر برچسب لوزی خطر بایستی اطلاعات دیگری از جمله شماره مخزن، نام سیال ذخیره شده در مخزن، حجم ایمن مخزن یا ارتفاع پر شدن مخزن (این ارتفاع به حداکثر سطحی از سیال اشاره دارد که موجب فعال شدن آلارم هشدار دهنده ارتفاع سیال مخزن می‌شود) بایستی بر روی آن وجود داشته باشد.

مشخصات باید در بخشی از مخزن باشد که توسط اپراتور به راحتی دیده شود. در صورتی که هیچ بخشی از مخزن در دید مستقیم اپراتور قرار ندارد، این اطلاعات باید در محل های مناسب (برای مثال آن می‌تواند روی دیواره باندوال، دیوار ساختمان و ... باشد) نصب گردد. اطلاعات بیشتر در مورد برچسب مخازن در استاندارد *NFPA 704* در دسترس می‌باشد.

۶-۲-۴- متعلقات مخازن مواد نفتی

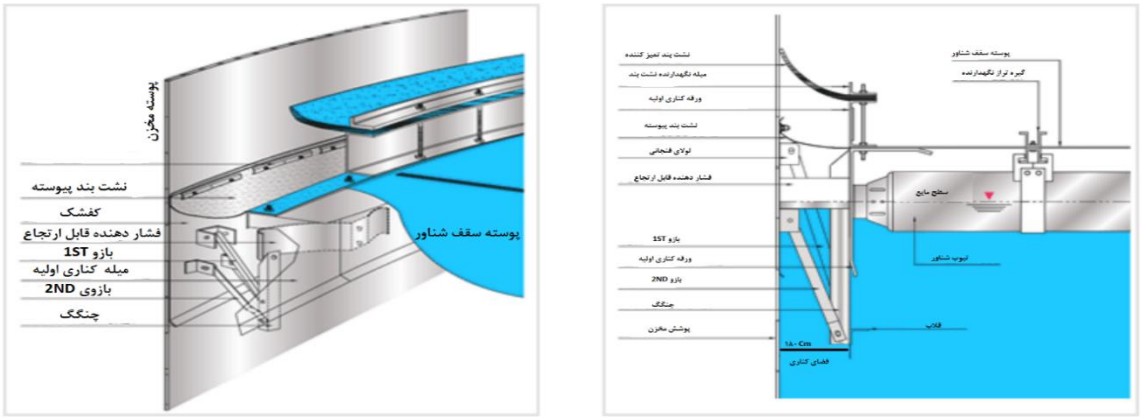
۶-۲-۴-۱- نشت بند (*Sealing*)

به‌منظور جلوگیری از خروج بخار، اطراف سقف شناور، نشت‌بندهایی قرار داده می‌شود. این نشت‌بندها، معمولاً دو نوع هستند:

در نوع اول که به عنوان نشت‌بندهای مکانیکی شناخته می‌شود، از یک کفشک فلزی سنگین که به واسطه یک پوشش قابل انعطاف به دیواره‌ی مخزن چسبیده است استفاده می‌شود. این پوشش انعطاف‌پذیر از یک طرف به سقف شناور و از طرف دیگر به کفشک متصل شده است که باعث جلوگیری از خروج بخار از سطح زیر سقف شناور و از سوی دیگر مانع ورود مایع از بالای آن می‌شود.

در نوع دوم نشت‌بندی، به‌جای استفاده از کفشک، از یک قطعه لاستیک تیوب مانند و محفظه فومی استفاده می‌شود که با فشار در فضای مابین سقف شناور و دیواره‌ی مخزن قرار داده می‌شود. در این نوع نشت‌بندی، برحسب نیاز علاوه بر تیوب، قطعات فلزی خاصی بالای تیوب نصب می‌شود تا از ورود آب و اجسام زائد بر روی تیوب جلوگیری شود.

در شکل ۵ نمونه ای از سیستم نشت‌بند مکانیکی آورده شده است.

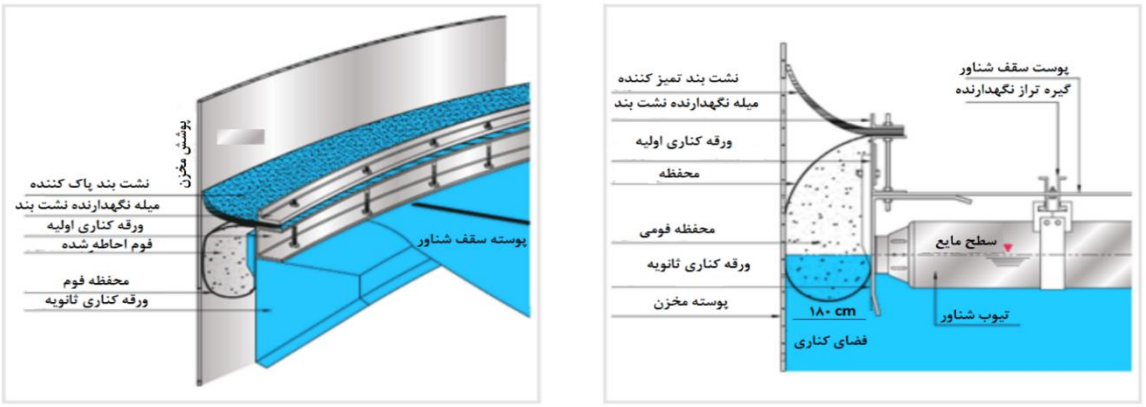


شکل ۵- نشت‌بند مکانیکی

- **نشت‌بند اولیه و ثانویه**

نشت‌بند اولیه، یک محفظه‌ی فومی می‌باشد که در آن قابلیت ارتجاعی محفظه فومی اثر نشت‌بندی را فراهم می‌کند(شکل ۶). زمانی که به غیر از محفظه فومی، نشت بند دیگری بر روی آن قرار گیرد، نشت بند پایینی را اولیه و نشت بند بالایی را ثانویه می‌نامند. جنس نشت بندها بر حسب سیال موجود در مخزن و دماهای مختلف در استاندارد*API650* آورده شده است. بطور مثال جنس نشت بند برای مواد نفت خام باید از نیتریل، اورتان و فلوئوروپلیمر باشد.

انواع نشت بندهای فومی و الزامات ویژه نشت بندهای مخازن سقف شناور در استاندارد*API650* در دسترس می‌باشد.



شکل ۶- نشت‌بندی اولیه و ثانویه

۶-۲-۴-۲- منهول‌ها و دریچه های مخازن

- **منهول های سقف ثابت**

برای سقف‌های ثابت منهول‌هایی به منظور تهویه، حفظ و نگهداری فراهم شود. در صورتی که این منهول‌ها برای دسترسی به داخل مخزن استفاده شود، حداقل قطر منهول باید ۷۵ سانتی متر باشد.

- **منهول‌های سقف شناور**

زمانی که سقف شناور بر روی پایه قرار دارد و مخزن خالی است، دریچه‌ای به منظور دسترسی به مخزن و تهویه مخازن سقف شناور داخلی، باید تامین گردد.

- **منهول های دیواره**

به منظور دسترسی به مخزن، تهویه مخازن و ... باید منهول‌هایی در دیواره مخزن تعبیه شود.

- **دریچه های بازرسی (*Inspection Hatches*)**

دریچه‌های بازرسی باید بر روی مخازن سقف ثابت جهت بازرسی چشمی ناحیه نشت‌بند فراهم شود. فواصل بین دریچه‌های بازرسی و تعداد آنها باید مطابق با استاندارد باشد. اطلاعات بیشتر به منظور دسترسی برای بازرسی، تعمیر و تهویه در استاندارد *API 2015* آورده شده است.

ورود به چنین محوطه‌هایی بایستی بر اساس رویه‌های ورود به فضای محصور انجام شود (به راهنمای صدور مجوز کار MOP-HSED-Gl-200 و دستورالعمل کار در فضای محصور *MOP-HSED-In-202* مراجعه شود).

جهت کسب اطلاع بیشتر در خصوص منهول ها و دریچه های مخازن به استانداردهای *API 620, API650, API 651* مراجعه شود.

۶-۲-۴-۳- دماسنج (Thermometers)

یکی از عوامل مهم در نگهداشت صحیح مواد موجود، دماسنج‌های سنجش دقیق دمای مواد هیدروکربنی می‌باشد. روش‌های متعددی برای نصب دماسنج در مخزن وجود دارد برای مثال نصب دماسنج روی بدنه مخزن، نصب در مکنده شناور داخل مخزن یا به صورت غوطه‌ور در داخل لوله پیمایش مخزن.
دماسنج‌های قابل حمل هم می‌توانند برای اندازه‌گیری درجه حرارت ترکیبات هیدروکربنی در سطوح مختلف مورد استفاده قرار گیرند.

۶-۲-۴-۴- نردبان ها (Ladders)

در مخازن مجهز به سقف شناور داخلی، نردبان‌های داخلی بازشو از بالای مخزن یعنی دریچه آدم رو سقف تا کف مخزن تعبیه می‌شوند. نردبان‌های مخازن سقف شناور داخلی باید از نقطه نظر ایمنی بررسی شود. بطور مثال، باید سرتاسر هر دو طرف نردبان، حفاظ وجود داشته و سطح پله‌های نردبان نباید لغزنده باشد. هنگامی که نردبان در پایین‌ترین وضعیت خود قرار دارد، شیب گردش آن نباید کمتر از ۳۵ درجه نسبت به وضعیت عمودی باشد. اطلاعات بیشتر در این زمینه، در استاندارد API 650 در دسترس می‌باشد.

۶-۲-۴-۵- پله ها (Stairways)، راهروها (Walkways) و سکوها (Platforms)

برای ایجاد دسترسی ایمن به بالای مخزن از جمله انجام نمونه برداری و مشاهده ابزارهای سنجش (gage) مخزن، پله‌ها، راهروها و سکوهایی روی آن فراهم می‌شود. پله ها معمولا به صورت مارپیچی دور تا دور مخزن طراحی می شوند. حداقل عرض پله ها باید ۷۵ سانتی متر باشد به جز در مواردی که به راهروهای با عرض ۶۰ سانتی متر و صل می گردد در این صورت باید حداقل ۶۰ سانتی متر می با شد. زوایه پله ها نسبت به سطح افق نباید بیش از ۴۵ درجه بوده و کف پله ها نباید لغزنده باشد. بر روی مخازن سقف مخروطی باید دور تا دور سقف مخزن حفاظ هایی (handrail) قرار داده شود. اطلاعات مربوط به طراحی پله‌ها، راهروها و سکوها در استاندارد API 650 و IPS-G-ME-100 در دسترس می باشد.

۶-۲-۴-۶- تفکیک و تخلیه آب

برای پاک سازی و دفع صحیح آبی که در کف مخزن جمع می شود، باید سیستم تخلیه آب فراهم شود. سیستم‌های معمول شامل یک لوله زه‌کشی در نزدیکی کف و بر روی دیواره مخزن است که به یک شیر فولادی متصل می‌شود. در جاهایی که شرایط آب و هوایی ایجاب نماید، شیر باید در برابر یخ زدگی مقاوم باشد.

۶-۲-۴-۷- آبراه سقفی مخزن (لوله آب باران)(Roof drain)

مخازن سقف شناور خارجی باید مجهز به آبراه سقفی (لوله آب باران) با شند. آبراهها برای خارج نمودن آب جمع شده بر روی مخازن استفاده می‌شوند. معمولاً آبراهها در مرکز سقف شناور خارجی واقع شده و مسیر آن از طریق لوله قابل انعطاف، از میان مایعات داخل مخزن می‌گذرد.

۶-۲-۴-۸- مجرای خروج نشتی

در مخازن سقف ثابت و شناور، مجاری خاصی در زیر کف آن‌ها تعبیه می‌شوند تا در صورت بروز نشتی از کف مخزن، بتواند از طریق لوله‌ای به بیرون منتقل شود. اپراتورها با مشاهده خروج مواد از این لوله، متوجه وجود نشتی از کف مخزن می‌شود.

۶-۲-۴-۹- مجرای تخلیه سرریز

مخازن تا ارتفاع خاصی مجاز به پر شدن می‌باشد و بارگیری بیش از این ارتفاع سبب سرریز شدن سیال می‌گردد، لذا مجاری های تخلیه سرریز را کمی بالاتر از حداکثر ارتفاع مجاز بارگیری، تعبیه می‌کنند تا در صورت بارگیری بیش از حد مخزن، مازاد سیال از طریق آن سرریز گردد. در بعضی از مخازن از کانال‌هایی برای جمع‌آوری مایعات سرریز شده استفاده می‌گردد. اطلاعات بیشتر در این خصوص در *API 2350* اشاره شده است.

۶-۲-۴-۱۰- شناساگرها و هشدار دهنده‌های ارتفاع سطح سیال مخازن

هشدار دهنده‌های ارتفاع سطح مخازن، یک وسیله ای برای هشدار بر اساس ارتفاع سطح داخل مخزن که از پیش تعریف می شود، می باشد. این سیستم ها در حقیقت شناساگر سطح(*level detector*) می‌باشند. این سیستم، سطح محصول را سنجش کرده و هشدارهایی را ایجاد می کند که به اپراتور اجازه می دهد تا زمان کافی برای قطع جریان یا خاموش کردن سیستم قبل از اینکه سطح سیال در داخل مخزن به سطح از پیش تعیین شده برسد، داشته باشد.

- **شناساگر سطح بالا(*high-Ievel detector*)**

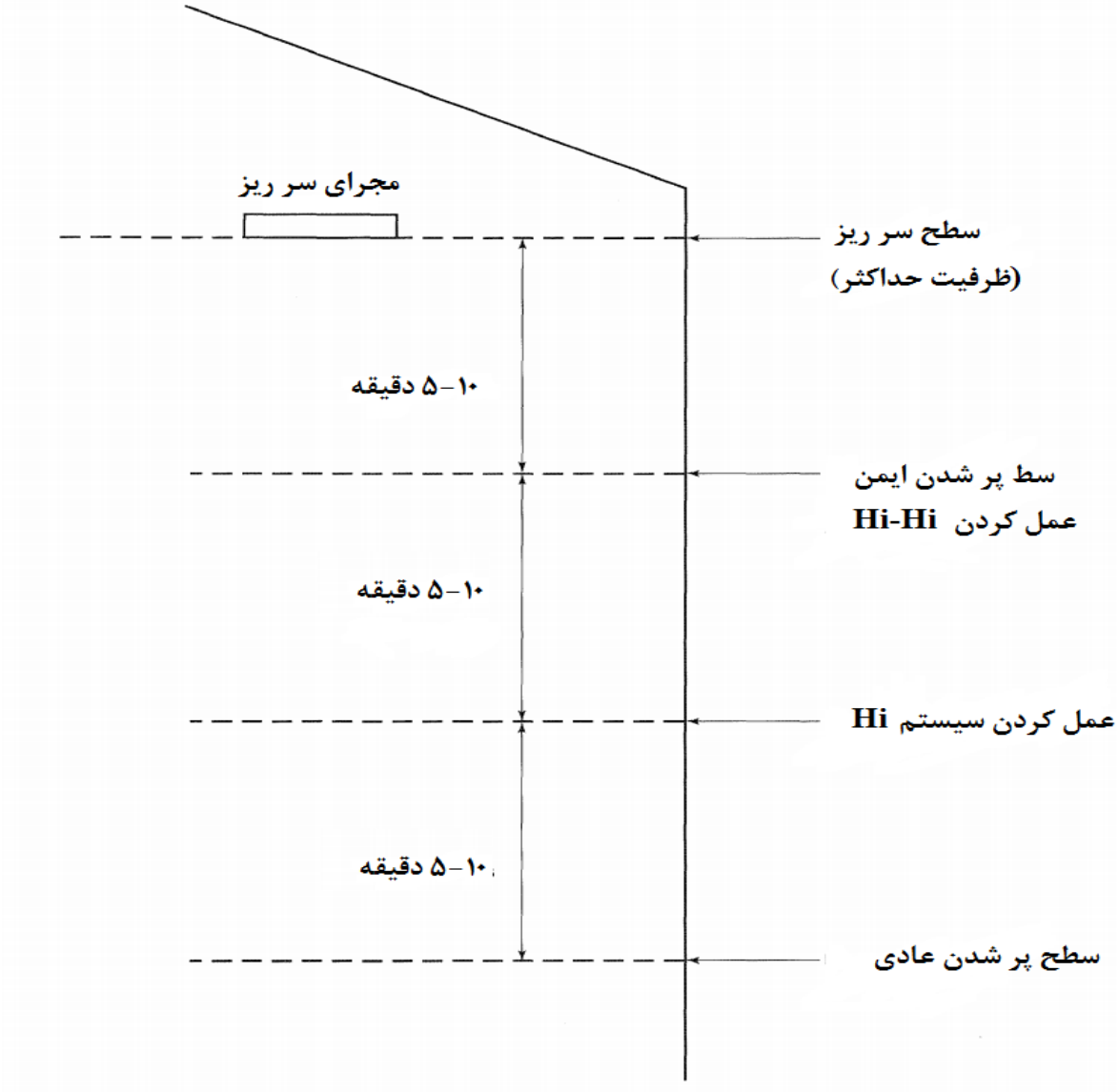
یک سیستم سنجش سطح محصول دو مر حله ای می باشد که زمان رسیدن سطح محصول به ارتفاع از پیش تعیین شده (در زیر سطحی که برای فعال شدن شناساگر سطح بالا – بالا تعریف شده است) هشدار ایجاد می کند.

- **شناساگر سطح بالا – بالا(*high-high-Ievel detector*)**

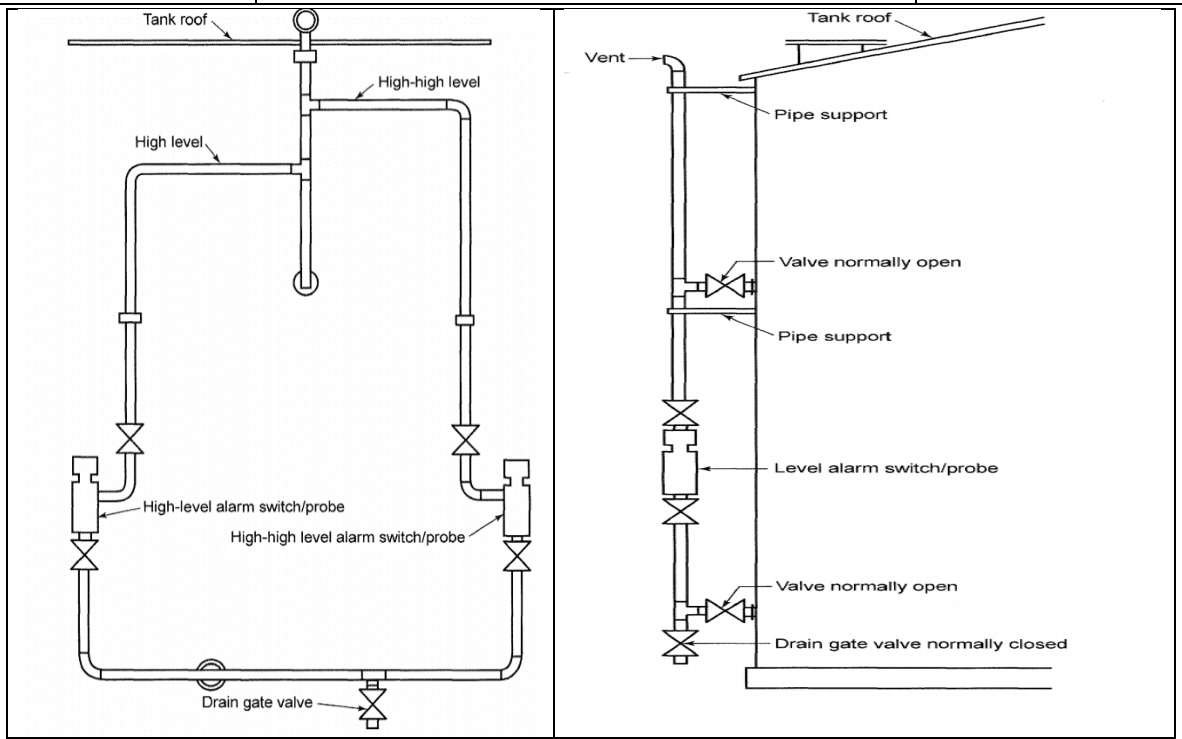
یک سیستم سنجش سطح محصول است که معمولا در بالای سطح پر شدن ایمن قرار می گیرد. این سیستم هشدارهایی را ایجاد می نماید تا زمان کافی برای قطع جریان یا خاموش کردن سیستم قبل از رسیدن سطح سیال در داخل مخزن به سطح سر ریز وجود داشته باشد. این سیستم به دو صورت تک مرحله ای (در بالای سطح پر شدن ایمن قرار می گیرد) و دو مرحله ای (بالای سطح پر شدن عادی قرار می گیرد) می باشد.

مخازن بایدد مجهز به سیستم شناساگر ارتفاع سطح باشند که به طور خودکار بتواند جریان را قطع کرده یا خاموش نماید(*NFPA 30*). مثالی از سیستم شناساگر ارتفاع سطح و سوئیچ های خودکار قطع کننده و خاموش کننده آن در شکل ۸ نشان داده شده است.

سیستم‌های هشدار ارتفاع سیال، نقش بسزایی در پیشگیری از آسیبِ سقف ثابت یا سقف شناور داخلی در اثر بارگیری بیش از حد مخزن (کاربرد سیستم افزایش سطح) و جلوگیری از صدمه به پمپ‌ها و سایر تجهیزات در اثر تخلیه بیش از حد مخزن (کاربرد سیستم هشدار کاهش سطح) را نیز دارا می‌باشند. سیستم هشدار صوتی و دیداری باید به گونه‌ای طراحی شوند که توجه پرسنل تأسیسات و پرسنل بخش عملیات را به خود جلب کنند.
اطلاعات لازم در خصوص ایجاد دستورالعمل‌ها و شیوه‌هایی برای آزمون منظم سیستم‌های آلارم (شامل آزمون حسگرهای اولیه)، در استاندارد *API 2350* موجود می‌باشد.
استاندارد *API 2350*، نحوه استفاده و انواع سیستم‌های هشدار افزایش سطح را با جزئیات بیان می‌کند.
فاصله بین هشدارها و ارتفاع مورد نظر بارگیری، در مخازن مختلف متفاوت است، زیرا این امر بستگی به اندازه مخزن، تمهیدات آب بندی، نرخ جریان حداکثر ترکیبات هیدروکربنی به داخل مخزن و مدت زمان لازم برای پرسنل جهت قطع به موقع سیستم دارد. فاصله ایمن بین مراحل هشدار و ارتفاع پر شدن باید در هر مجموعه با در نظر گرفتن شرایط بالا برقرار گردد (*API RP 2350*).



شکل ۷: مثالی از کارگذاری سیستم شناساگر سطح بر اساس زمان پاسخ در یک سیستم شناساگر دو مرحله ای



از نمای روبرو	از نمای جانبی

شکل ۸: مثالی از سیستم شناساگر

۶-۲-۴-۱۱- شیرهای فشار اطمینان (*Pressure Safety Valve*)

در صورت بالا رفتن فشار از محدوده مجاز، شیرهای فشار اطمینان که با عنوان *PSV* شناخته می‌شود، بصورت اتوماتیک باز شده و با خارج کردن مقداری از بخارات به اتمسفر، سبب کاهش فشار مخزن می‌گردند و زمانی‌که مقدار فشار به محدوده مجاز تعریف شده برای شیر اطمینان می رسد، شیر مجدداً بسته می‌شود.
برای اطلاعات بیشتر به استاندارد *API 650* و *API 2000*، الزامات طراحی شیرهای اطمینان فشار، مراجعه شود.

۶-۲-۴-۱۲- همزن (*Mixer*)

در بعضی از مخازن، همزن نصب می‌گردد. همزن‌ها بر دیواره‌ی مخزن و نزدیک به کف آن نصب می‌گردند. به دلایل مختلفی ازجمله احتمال آ سیب ر سیدن به پمپ و بروز آتش سوزی، موتور همزن خارج از مخزن و پره‌های آن در داخل مخزن قرار می‌گیرد.

۶-۲-۴-۱۳- مجرای اتصال به اتمسفر یا ونت (*Vent*)

مجاری خاصی بر روی سقف مخازن سقف ثابت قرار دارد که بطور مستقیم به اتمسفر راه دارند و زمانی‌که فشـــار داخل مخزن کم و زیاد شـــود، امکان خروج گاز و یا ورود هوا را به داخل مخزن فراهم می‌نمایند تا فشار متعادل گردیده و از مچالگی و یا پارگی آن جلوگیری شود.

ظرفیت ونت‌ها و سایر الزامات مربوط به آن‌ها در استاندارد *API 2000* موجود می‌باشد.

۶-۲-۴-۱۴- *Breather*

ممکن ا ست فـشار درون مخازن، بنا به دلایل مختلفی چون پر کردن، خالی کردن، گرم شدن و یا سرد شدن تغییراتی دا شته با شد. نو سانات فـشار تا حدودی برای مخازن قابل تحمل بوده و بیش از آن ممکن ا ست سبب بروز آ سیب به مخازن گردد. مثلاً بر اثر بالا رفتن بیش از حد فـشار، ممکن ا ست دیواره‌های مخازن متورم شده و یا سقف آن آ سیب ببیند و یا در اثر بروز خلاء بیش از حد مجاز، دیواره‌های مخازن مچاله گردند. برای جلوگیری از بروز مشـــکل در حین بالا رفتن و پایین آمدن فشـــار از حد مجاز و قابل تحمل، از ابزاری به‌نام *Breather* استفاده می‌گردد که در صورت بالا رفتن فشار، باز شده و با خارج کردن مقداری بخار، سبب کاهش فشار داخل مخازن می‌گردد و در صورت پایین آمدن فشار، باز شدن این شیر، سبب ورود هوا به داخل مخازن شده و با بالا آمدن فشار و ر سیدن به حالت متعادل، شیر بسته می شود. این شیرها غالباً در مخازن سقف ثابت بکار می‌روند.

Breather به دو صورت انجام وظیفه می کند:

Thermal Inbreathing: حرکت هوا یا گازها به داخل مخزن، زمانی که بخارات داخل مخزن به علت تغییر شرایط آب و هوایی کندانس یا متراکم می شود (برای مثال هنگام کاهش دمای اتم سفر). اطلاعات مربوط به ظرفیت وِنت ها جهت تأمین میزان *Thermal Inbreathing* و ســـایر الزامات مربوط به آن در استاندارد API 2000 در دسترس می‌باشد. میزان *Inbreathing* و ظرفیت مخزن در انتخاب *blanketing* (فرآیند پر کردن فضای خالی بالای مایع داخل مخزن با یک گاز خنثی می باشد) تاثیر دارند.

Thermal Outbreathing: حرکت بخارات از داخل مخزن به بیرون آن، زمانی که بخارات داخل مخزن منبسـط شـده و مایع در داخل مخزن بر اسـاس تغییر شـرایط آب و هوایی بخار شـود (برای مثال هنگام افزایش دمای اتمسفر).

اطلاعات مربوط به ظرفیت وِنت‌ها جهت تأمین میزان *Thermal outbreathing* و ســایر الزامات مربوط به آن در استاندارد *API 2000* در دسترس می‌باشد.

۶-۲-۴-۱۵- باندوال (Bund wall یا Dykes)

کنترل و مهار ثانویه برای مواد هیدروکربنی موجود در محوطه اســـتقرار مخازن، از طریق باندوال ها و خاکریزها صورت می‌پذیرد. اطلاعات مربوط به باندوال‌ها در استاندار *NFPA 30* در دسترس می‌باشد.
از جمله مواردی که در خصوص باندوال باید مد نظر قرار گیرد شامل ظرفیت، زه‌کشی آب باران، شیب‌بندی، ارتفاع مناسب، راه‌روها، کف‌سازی مناسب، در نظرگرفتن تجهیزات عملیاتی (اتصالات شلنگی، کنترل کننده‌ها و شیرهای کنترل مورد استفاده برای سیستم‌های آتش‌نشانی) می‌باشد.

۶-۳- بهره برداری، بازرسی، تعمیر و نگهداشت مخازن

مدیریت مؤثر ایمنی و زیست محیطی مخازن رو زمینی منوط به اجرای بازرسی بر مبنای استاندارد *API 653*، ایجاد و استفاده از دستورالعمل‌های عملیاتی رسمی و آموزش کاربران برای اجرای این مسئولیت‌ها می‌باشد.
تأسیسات بایستی برنامه عملیاتی برای بازرسی مخازن برقرار و اجرا نماید.
بازرسان بایستی دارای صلاحیت کافی باشند و بازرسی‌ها به صورت دوره‌ای انجام گیرد (نمونه چک لیست بازرسی مخازن در پیوست ۱ این سند آورده شده است).
اطلاعات کامل در خصوص صلاحیت افراد بازرسی کننده و همچنین دوره های بازرسی، مواردی که باید بازرسی شوند و سایر اطلاعات در خصوص بازرسی در استاندارد *API 653* در دسترس می‌باشد.
همچنین اطلاعات جامع در خصوص طراحی، ساخت، نگهداشت، بازرسی، آزمون‌ها (از جمله تست غیر مخرب)، تنش‌زدایی و تعمیر مخازن در استانداردهای *API 620*، *API 650*، *API RP 651*، *API RP 652*، *API 653*، *API 12F*، در دسترس می‌باشد.

۶-۳-۱- پیشگیری از انتشار گاز

انتشار گاز از مخازن اتمسفریک ذخیره‌سازی مواد هیدرو کربنی، در مواردی از جمله زمان جابجا شدن سقف مخازن سقف شناور، اتفاق می‌افتد. از جمله مواردی که برای کاهش انتشار گاز برای این مخازن می‌توان انجام داد شامل:

الف) نصب یک سقف شناور داخلی در داخل یک مخزن سقف ثابت، در مورد مخازن تحت سرویس
ب) نصب سیستم نشت بند (تیوب سیل) ثانویه (نشت بند دو لایه) به دور سقف شناور، به خصوص در مورد مخازن مجهز به سقف شناور خارجی
ج) نصب سیستم‌های کنترل بخار برای مخازن ثابت تحت سرویس
د) سیستم تعادل بخار

ه) رنگ‌آمیزی مخازن به رنگ سفید (و یا رنگ روشن منعکس کننده نور) برای بنزین و سایر ترکیبات هیدروکربنی به منظور کاهش درجه حرارت و به حداقل رساندن تلفات ناشی از تبخیر

و) اضافه کردن یک سقف ثابت بر روی سقف خارجی مخزن

و غیره ...

اطلاعات بیشتر در خصوص پیشگیری از انتشار و نشت یابی گاز های خروجی از مخازن در استاندارد *API 560* در دسترس می‌باشد.

۶-۳-۲- لایروبی مخازن

منظور از لایروبی کلیه عملیات استحصال لجن، نحوه لایروبی، جمع‌آوری، امحا و تعیین تکلیف لجن‌های حاصل از عملیات تمیزکاری مخازن می‌باشد. عملیات لایروبی به منظور جلوگیری از زنگ‌زدگی و فرسودگی جداره‌های تحتانی و کف مخازن و تغییر کیفیت مواد نفتی و همچنین پیشگیری از نفوذ لجن در لوله‌های خروجی مخازن و آمادگی مخازن برای پذیرش ترکیبات هیدروکربنی مورد نظر می‌باشد.

جهت اطلاع از جزئیات انجام لایروبی به دستورالعمل‌های لایروبی عملیاتی مراجعه گردد. اطلاعات بیشتر در خصوص ورود به داخل مخزن(فضای محصور) در راهنمای ورود و کار در فضای محصور *MOP-HSED-In-202* و سیستم های مجوز کار *MOP-HSED-Gl- 200* در دسترس می‌باشد. همچنین اطلاعات بیشتر در خصوص الزامات ورود و پاکسازی مخازن در *API 2015* در دسترس می‌باشد.

۶-۳-۳- کنترل خوردگی

یکی از موارد مهم در خصوص ایمنی مخازن جلوگیری از خوردگی‌های سطوح داخلی و خارجی آن می‌باشد. برای کنترل خوردگی مخازن، از سیستم‌های حفاظت کاتدی استفاده می‌شود. اساس کار بدین صورت است که از موادی که نسبت به فلز دیواره و کف مخزن، تمایل بیشتری به اکسید شدن دارد استفاده کرده و با اتصال این دو با هم یک پیل الکتروشیمیایی تشکیل می‌دهند. در این پیل الکتروشیمیایی، مخزن به عنوان کاتد و فلز متصل شده به مخزن در نقش آند بوده و در صورت ایجاد شرایط خوردگی، فلز آند خورده شده و بدین طریق کاتد یا همان مخزن از خوردگی در امان می‌ماند.

برای نمونه در یک تقسیم‌بندی از انواع سیستم‌های حفاظت کاتدی آن‌ها را به دودسته سیستم‌های گالوانیک و سیستم‌های اعمال جریان تقسیم می‌کنند.

اطلاعات جامع در خصوص انواع حفاظت کاتدی برای مخازن در استانداردهای مختلفی نظیر *API 651*، *API 652*، *API 1631* قابل‌دستیابی می‌باشد.

۶-۳-۴- حفاظت مخزن در مقابل صاعقه

تأسیسات صنعتی نفت و گاز، پتروشیمی و خطوط لوله و مخازن ذخیره‌سازی باید در برابر صاعقه حفاظت شوند. بدون شک، عملکرد ایمنی سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی، از جمله مهمترین پارامترها می‌باشند، لذا تجهیزات باید در برابر عوامل تهدید کننده از قبیل امواج صاعقه، حفاظت گردند.

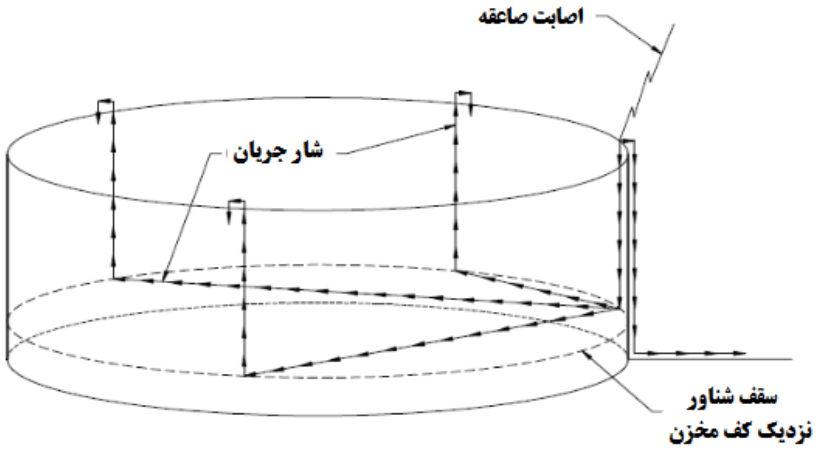
اولین علت از علل حریق‌های ناشی از صاعقه برخورد مستقیم آن ذکر شده است. زمانی که یک مخزن ذخیره در ناحیه‌ی برخورد مستقیم صاعقه می‌باشد، بخارات قابل اشتعال در مواجهه با گرما ممکن است مشتعل گردند. محتمل‌ترین مکان برای مشتعل شدن در اثر اصابت صاعقه، ناحیه نشت‌بند در مخزن دارای سقف شناور می‌باشد. همچنین شیر تخلیه، مکان محتمل مشتعل شدن می‌باشد و باید روی آن، بازدارنده شعله[4] نصب گردد.

برخورد صاعقه ممکن است مخزن سقف شناور را در حالات زیر در معرض خطر قرار دهد:

۱. برخورد با سقف مخزن
۲. برخورد با بدنه‌ی مخزن
۳. برخورد با هر تجهیز اضافی متصل به سقف یا بدنه، نظیر *Gauge Pole*
۴. برخورد با یک سازه زمین شده نزدیک مخزن با سقف شناور

درصورت برخورد صاعقه به هر یک از مکان‌های فوق‌الذکر و یا به نزدیک یک مخزن سقف شناور، نسبتی از جریان کل صاعقه از محل اتصال سقف-بدنه عبور خواهد یافت.

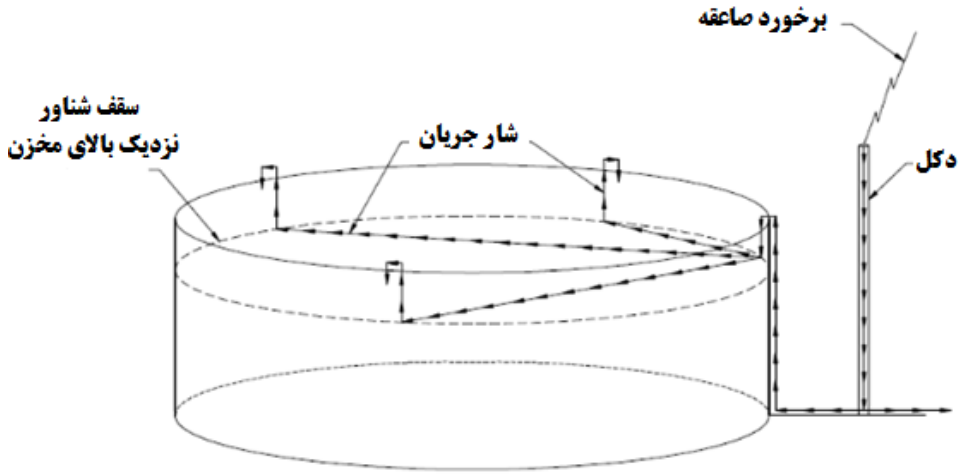
درصورت برخورد رعدوبرق به بدنه مخزن (چنانکه در شکل ۹ نشان داده شده است)، جریان قابل‌ملاحظه‌ای در نقاط اتصال بدنه به سقف جاری خواهد شد.



شکل ۹- تصویر شار جریان‌های حاصل از برخورد صاعقه با بدنه مخزن
(لازم به ذکر است که جریان از میان نقاط اتصال بدنه به سقف در مکان‌های متعدد جریان می‌یابد)

[4] flame arrestor

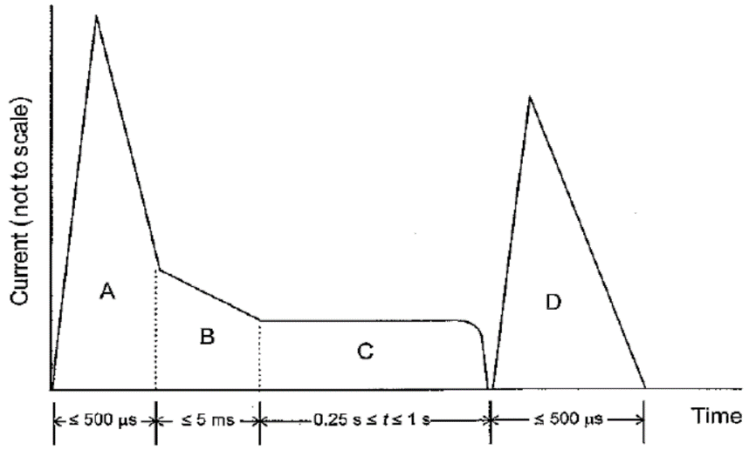
همانگونه که در شکل ۱۰ نشان داده‌شده است، درصورت برخورد صاعقه به محدوده مجاور یک مخزن سقف شناور (هم به زمین و هم به سازه متصل به زمین)، مقادیر اندکی از جریان در نقاط اتصال بدنه به سقف جاری خواهد شد. در هر دو مورد، جریان‌های مرتبط به صاعقه در سرتاسر نقاط اتصال بدنه به سقف جاری خواهد شد. درصورت زیاد بودن اختلاف ولتاژ بین سقف و بدنه، در سرتاسر نشت‌بندی نقاط اتصال بدنه به سقف، قوس الکتریکی رخ خواهد داد.



شکل ۱۰- تصویری از شار جریانات ناشی از برخورد صاعقه با دکل مجاور مخزن
(توجه کنید که جریان از میان نقاط اتصال بدنه به سقف در چندین موقعیت جریان می‌یابد)

یک صاعقه معمولی، حاوی مؤلفه های الکتریکی متعددی است (شکل ۱۱):

۱- مؤلفه A: جزء یا مؤلفه‌ی سریع، فوق‌العاده کوتاه بوده و درعین‌حال حاوی جریان حداکثر می‌باشد.
۲- مؤلفه B: بین مؤلفه A و مؤلفهC یک‌فاز انتقالی است که جریان را از سریع به آهسته منتقل می‌کند.
۳- مؤلفه C: جزء یا مؤلفه‌ی کند، طولانی بوده و حاوی جریانی کمتر از مؤلفه A می‌باشد. این مؤلفه به‌عنوان مؤلفه‌ی جریان پیوسته تعریف‌شده است. جزء یا مؤلفه‌ی C، بسیار طولانی‌تر از سایر مؤلفه‌ها بوده و دارای انرژی بیشتری نسبت به آن‌ها است. مدت زمان مؤلفه C، ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ برابر مدت زمان مؤلفه A است.
۴- مولفه D: به دنبال مؤلفه C، به‌طورمعمول اصابت‌های برگشتی مضاعف بعدی یعنی مؤلفه D رخ می‌دهد که به‌طورمعمول ادامه می‌یابد تا زمانی که کل جریان صاعقه مصرف شود.

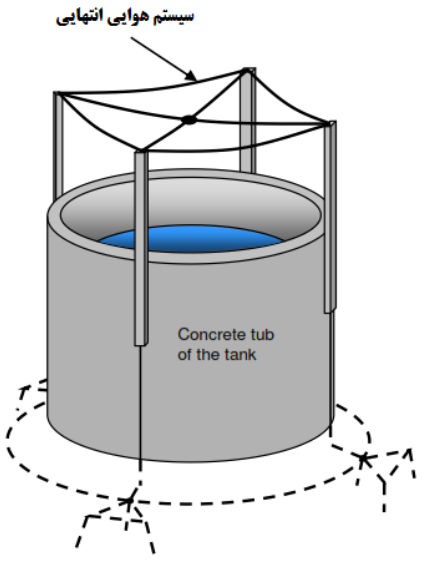


شکل ۱۱- مؤلفه‌های برق صاعقه

۶-۳-۴-۱- سیستم‌های حفاظتی در برابر صاعقه

- **سیستم تقسیم یا شبکه هوایی (*Air Termination System*)**

به‌طورکلی نیاز به نصب یک سیستم شبکه هوایی روی مخازن می‌باشد. در این مورد، سیستم شبکه هوایی شامل، سیم‌ها یا کابل‌های شبکه هوایی هستند که در بالای مخازن، نصب می‌شوند؛ به‌گونه‌ای که این سیستم در داخل ناحیه‌ی حفاظتی واقع گردیده و از استقرار مستقیم مخازن در برابر اصابت صاعقه جلوگیری نماید (این اقدام حفاظتی در صورتی که مخزن از مواد نارسانای الکتریسیته باشد و یا در صورتی که ضخامت مخزن فولادی از ۵ میلی‌متر کمتر باشد، ضرورت می‌یابد)



شکل ۱۲-سیستم شبکه هوایی برای یک مخزن استفاده‌کننده از هادی‌های شبکه هوایی

بعلاوه، نصب یک سیستم شبکه هوایی روی مخازن با سقف شناور و اتصال ساختارهای فوقانی مخزن با یک رابط به داخل مخزن، (به‌منظور کمک به پیشگیری از رسیدن جرقه به داخل مخزن) توصیه‌شده است.

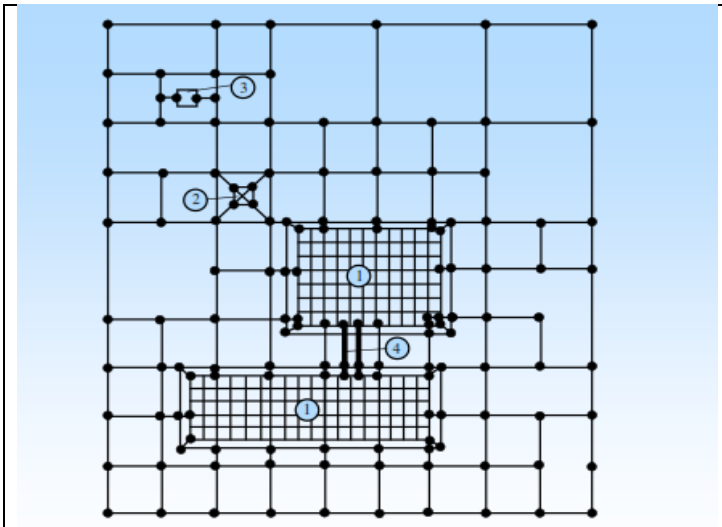
- **باندینگ هم‌پتانسیل (*Equipotential Bonding*)**

اقدامات عمومی در خصوص باندینگ هم پتانسیل موارد ذیل را در بردارد:

- افزایش تعداد هادی‌های تحتانی برای تقسیم بیشتر جریان
- عدم قرارگیری هادی تحتانی در داخل ساختار (در صورت امکان)
- سطح مقطع کافی هادی‌ها
- اتصالات و مفصل‌های بادوام و قابل‌اعتماد
- هم‌پتانسیل سازی‌های ایمن، به‌واسطه‌ی شبکه‌ای نمودن تأسیسات برقی و هم‌بندی همه مخازن، تجهیزات و تأسیسات فلزی.

- **سیستم شبکه ارت (*Earth Termination System*)**

به‌منظور اجتناب از ایجاد اختلاف‌پتانسیل بین سیستم‌های ارت منفرد، باید همه‌ی سیستم‌های ارت، به سیستم شبکه ارت جامع که کاملاً هم‌پتانسیل است، متصل گردند. این سیستم، به‌واسطه‌ی ترکیب سیستم-های ارت سازه‌ها، ساختمان‌ها یا تأسیسات مختلف به‌همدیگر انجام می‌شود. چنین سیستمی یک مقاومت پایین در بین همه‌ی سازه‌ها فراهم می‌نماید و مزایای قابل توجهی در ارتباط با تطابق با الزامات الکترومغناطیس دارد. شکل ۱۳ یک سیستم شبکه ارت را که متشکل از ساختمان‌ها، تجهیزات مستقل و فرایندی می‌باشد، نشان می‌دهد.



۱. ساختمان‌ها با شبکه متصل تقویت‌شده
۲. برج
۳. تجهیزات مستقل
۴. سینی کابل

شکل ۱۳- سیستم ارت متصل به هم تاسیسات

یک سیستم شبکه ارت معمولاً شامل موارد زیر می‌باشند:

- ارت حفاظتی الکتریکی برای حفاظت افراد و اشیاء
- ارت حفاظتی صاعقه برای انتقال جریانات صاعقه به زمین
- ارت هم پتانسیل‌سازی، برای کارکرد عملیاتی(ایمن و پیوسته) تأسیسات الکتریکی و الکترونیکی

استفاده از ساختارهای مجزای سیستم‌های ارت شبکه‌ای برای ارت حفاظتی در تأسیسات نفت و گاز، به علت این‌که بسیار خطرناک خواهد بود، ممنوع است[۵].

- **اتصال به زمین ذاتی (*Inherent Grounding*)**

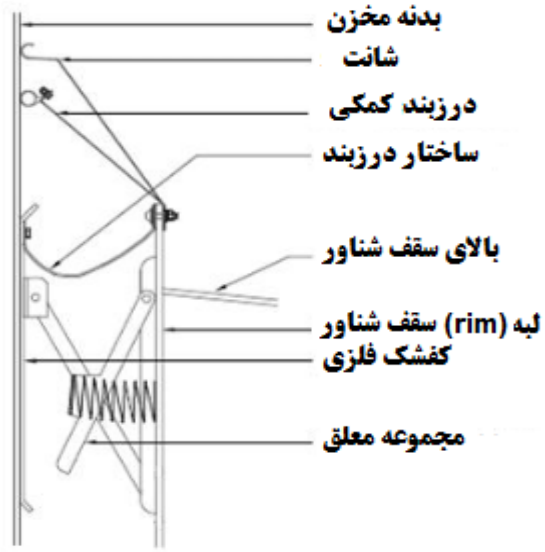
مخازن ، تجهیزات و سازه‌هایی فلزی که به‌طور معمول در صنعت نفت یافت می‌شوند و در تماس مستقیم با زمین هستند (یعنی فاقد ورق‌های نارسانا می‌باشند)، تایید شده است که به اندازه کافی زمین شده‌اند تا در مواقع اصابت صاعقه، انتشار ایمن آن را به زمین فراهم نمایند.
تجهیزات فلزی که به‌طور مستقیم روی زمین قرار ندارند، اما به سیستم لوله‌کشی زمین شده متصل هستند، معمولاً برای انتشار صاعقه‌ی برخوردی به زمین، ایمن می‌باشند. همچنین این تجهیزات ممکن است برای پیشگیری از آسیب به فونداسیون آن‌ها، نیاز به زمین‌کردن تکمیلی داشته باشد.
سازه‌هایی که از مواد عایقی نظیر چوب، پلاستیک، آجر یا سیمان تقویت نشده ساخته شده‌اند، به‌طور ذاتی برای حفاظت در برابر صاعقه، ارت نمی‌شوند. این سازه‌ها، می‌توانند به‌واسطه‌ی سیستم‌های حفاظت در برابر صاعقه، از اصابت مستقیم صاعقه در امان باشند. اطلاعات بیشتر در خصوص سیستم حفاظت در برابر صاعقه در استانداردهای *NFPA 70, NFPA 780* در دسترس می‌باشد.

- **سیستم حفاظتی برای مخازن سقف شناور**

همانطور که در قسمت معرفی مخازن اشاره شد، نشت‌بندهای قابل‌انعطاف در محدوده‌ی لبه‌ی سقف برای پیشگیری از فرار بخارات، گنجانده می‌شود. این نشت‌بندها از مواد نارسانا مانند لاستیک، نئوپرن و غیره ساخته شده‌اند. مواد نشت‌بند، نارسانا بوده و سقف را از بدنه‌ی مجزا (ایزوله) می‌نماید.
ممکن است، نشت‌بندها پوسیده شده، ترک برداشته و یا در طی زمان صدمه ببینند. علاوه براین، بدنه مخزن به دلیل پر شدن، تخلیه، گرم و سرد شدن مکرر و غیره به تدریج از حالت مدور، خارج می‌شود. سطح داخلی بدنه همچنین در اثر خوردگی یا مواد باقیمانده نظیر پارافین و قیر ناهموار می‌شود.

[۵] Reference: lightning protection of oil and gas industrial plants, 2007.

به دلیل نقص‌های ذکر شده، در نشت بندی نقاط اتصال بدنه به سقف، بخارات مواد هیدروکربنی در برخی مواقع به بیرون نشت کرده و با هوا مخلوط شود. به صورت طبیعی، این بخارات می‌توانند فوق‌العاده قابل اشتعال باشند از اینرو ناحیه بالایی داخل سقف یک مخزن سقف شناور به عنوان کلاس یک ناحیه یک طبقه‌بندی می‌شود. طبقه‌بندی کلاس یک ناحیه یک[۶] از سقف تا بالای بدنه ادامه دارد.



شکل ۱۴- برش عرض از نقاط اتصال بدنه به سقف مخزن سقف شناور

NFPA 70 سه گروه از طبقه بندی برای مواد خطرناک را تعریف می‌کنند که به صورت کلاس یک (*I*) ، کلاس دو (*II*) و کلاس سه (*III*) می‌باشد. کلاس‌ها نوعی از مواد انفجاری یا قابل اشتعال تعریف می‌شوند که در اتمسفر حضور دارند، که به شرح ذیل می‌باشند:

- کلاس یک (*I*)، مکان‌هایی هستند که در آنها بخارات و گازهای قابل اشتعال ممکن است حضور داشته باشند.
- کلاس دو (*II*)، مکان‌هایی هستند که در آنها گردوغبار قابل احتراق ممکن است یافت شود.
- کلاس سه (*III*)، مکان‌هایی هستند که به علت حضور الیاف قابل اشتعال خطرناک هستند.

ناحیه یک (*Division 1*): مکان‌هایی هستند که در آن مکان‌ها گازها و بخارات قابل اشتعال تحت شرایط نرمال وجود دارند یا جایی که بخارات یا گازهای قابل اشتعال فرار ممکن است به وفور به علت عملیات

[۶] Class I division I area

تعمیرات و نگهداری یا نشتی حضور داشته باشند، یا جایی که شکست یا نقص عملکرد تجهیزات یا فرایندهای الکتریکی ممکن است غلظت‌های قابل اشتعال گازها یا بخارات قابل اشتعال را رها سازد.

ناحیه دو (*Division 2*): مکان‌هایی هستند که در آن مکان‌ها حضور غلظت‌های قابل احتراق گازها یا بخارات قابل اشتعال در شرایط نرمال محتمل نمی‌باشد. یا مکان‌های مجاور کلاس یک ناحیه یک که مانعی برای مجزا کردن فضای ناحیه یک از این محل بی‌خطر وجود ندارد.

باندینگ[۷] یا اتصال سقف - بدنه

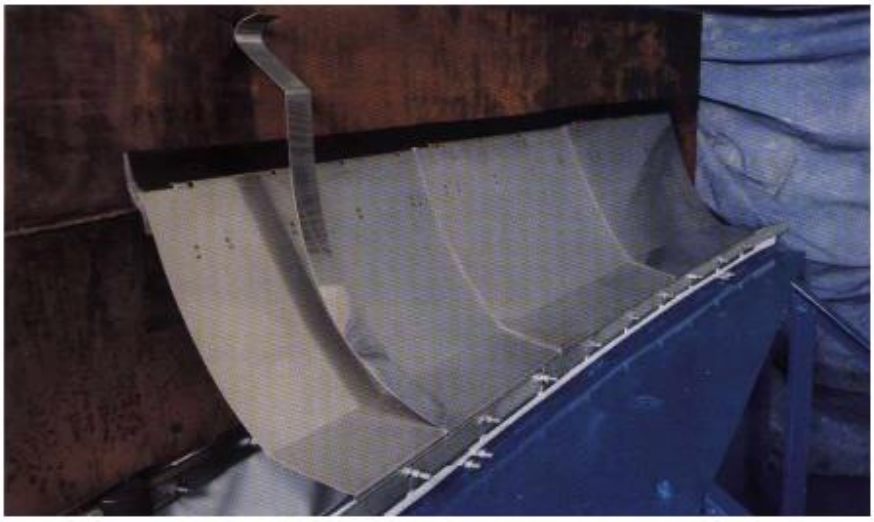
به علت این که پتانسیل الکتریکی سقف باید برابر با پتانسیل الکتریکی بدنه مخزن نگه داشته شود، ضروری است که سقف شناور به صورت الکتریکی به بدنه مخزن متصل گردد. در صورتی‌که سقف و بدنه هم پتانسیل نباشند و در صورتی که ولتاژ بین این دو به اندازه کافی بزرگ باشد، امکان وقوع قوس الکتریکی بین این دو سطح وجود دارد.

۱. سه روش مرسوم باندینگ سقف- بدنه موارد زیر را شامل می‌گردد:

الف- شانت[۸]:

برای ایجاد باندینگ سقف-بدنه، سازندگان مخازن سقف شناور به طور معمول وسایلی نصب می‌کنند که «شانت» خوانده می‌شود. شانت‌ها از فولاد فنری محکم[۹] ساخته می‌شوند. این شانت‌ها به سقف متصل می‌شوند، به گونه‌ای که صرف‌نظر از موقعیت سقف شناور، در تماس پیوسته با بدنه مخزن هستند. اتصال پایدار بستگی به ویژگی‌های مواد شانت، فشار تماسی و وضعیت بدنه مخزن دارد.
شانت‌ها به لبه سقف شناور پیچ شده و خم می‌شوند به گونه‌ای که به بدنه‌ی داخلی فشار آورده و یک ارتباط تماسی با بدنه ایجاد می‌کنند (شکل ۱۳ملاحظه گردد).

[7] Bonding
[۸] shunt
[۹] spring-tensioned



شکل ۱۵- برش عرضی از شانت‌ها در بالای نشت بندی‌های سقف شناور

شانت‌ها به چند دلیل، اتصالِ مقاومت پایینِ مثبت با بدنه‌ی مخزن را فراهم نمی‌کنند، از جمله‌ی این دلایل می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱) اجزاء سنگین نفت خام مثل واکس، قیر، پارافین و غیره دیوار داخلی مخزن را پوشش می‌دهند، بنابراین یک مانع مقاومتی بین بدنه و شانت‌ها تشکیل می‌دهند.
۲) خوردگی (زنگ زدگی) روی بدنه‌ی داخلی، یک اتصال با مقاومت بالا بین بدنه و شانت‌ها ایجاد می‌نماید.
۳) در صورتی که داخل مخزن رنگ شده باشد، رنگ، بدنه را از شانت ایزوله خواهد کرد.
۴) سطح مقطع مخازن بزرگ به‌طور معمول در حدود چند اینچ از حالت دایره‌ای انحراف دارد. در نتیجه در برخی موارد، شانت‌ها در ابعاد بلند مخزن از بدنه دور خواهند شد.

قوس الکتریکی بین شانت‌ها و بدنه داخلی مخزن، تحت همه شرایط (کثیف، تمیز، جدید، کهنه، خوب نگهداری شده یا نادیده گرفته شده، دیواره‌های داخلی رنگ شده یا پوشش داده شده، زنگ‌خورده)، چه شانت‌ها بالای سقف باشند یا غوطه‌ور در داخل مخزن، می‌تواند رخ دهد. هنگامی که شانت‌ها در بالای سقف قرار داشته باشند، موقعیت قوس الکتریکی خطرناک‌ترین مکان ممکنه است، زیرا در روی سقف ممکن است غلظت‌های بالایی از مخلوط انفجاری به‌ویژه در هوای گرم و خشک ایجاد گردد.

شکل ۱۶-تست پالس الکتریکی شانت برای مخزن دیوار شبیه سازی شده

شانت‌ها بر اساس استاندارد *NFPA 780* (کد حفاظت در برابر صاعقه)، لازم است که روی مخازن سقف شناور در بالای نشت‌بند بر روی لبه سقف شناور (در ناحیه نشت بند) نصب شوند. هدف از نصب این شانت‌ها تأمین یک مسیر هادی از سقف مخزن به دیوار مخزن است. برای دریافت جزئیات تکمیلی به *NFPA 780* و *API 545* مراجعه گردد.

ب- مسیر عبور[10]:

روش دیگر برای ایجاد ارتباط بین سقف و بدنه، مسیر عبور(*Walkway*) است. تقریباً همه‌ی مخازن سقف شناور، یک مسیر عبور یا نردبان با انتهای فوقانی متصل به نشت‌بند دیواره مخزن دارند و انتهای تحتانی روی ریل نصب شده به سقف مخزن حرکت می‌کند.

کیفیت ارتباط الکتریکی از طریق این راهکار حفاظتی، سوال برانگیز است زیرا انتهای فوقانی مسیر عبور، یک لولای پیچی بوده و در معرض شل شدن اتصالات، خوردگی و رنگ شدن می‌باشد. از طرف دیگر ارتباط الکتریکی روی انتهای تحتانی، یک ارتباط فشاری است که صرفاً به واسطه‌ی دو چرخ متحرک روی ریل‌ها می‌باشد. این ارتباط نیز در معرض خوردگی و رنگ شدن می‌باشد.

[10] Walkway or Gangway

شکل ۱۷- مسیرعبور روی سقف شناور

ج- کابل اتصال سقف-بدنه[11]

راه سوم برای اتصال سقف-بدنه، نصب یک کابل اتصال بین بالای بدنه و قسمت میانی سقف است. کابل اتصال سقف-بدنه معمولاً از یک طرف به بالای *Rim* نزدیک قسمت بالایی مسیر عبور و از طرف دیگر به مرکز سقف بسته می‌شود. کابل باید برای رسیدن به پایین‌ترین وضعیت سقف، طول کافی داشته باشد.

دو نوع کابل اتصال سقف-بدنه وجود دارد: ۱. نوع طول ثابت متداول ۲. هادی جمع‌شونده (*RGA*)[۱۲] استانداردِ*IEC* یک مکانیسم اتصال سقف-بدنه که تمام این الزامات را تأمین می‌کند، پیشنهاد نموده است است. کابل اتصال جمع شونده[۱۳] کمترین مقاومت ممکنه اتصال بین سقف شناور و بدنه مخزن را فراهم می‌کند.

شکل ۱۸- کابل اتصال جمع شونده RGA روی مخازن سقف شناور

[11] Roof-Shell Bonding Cable

[۱۲] Spring –tensioned reel

[12] Retractable Grounding Assembly

RGA دارای یک کابل جمع شونده می‌باشد که بین سقف و بدنه بسته می‌شود. کابل اتصال در *RGA* از یک کابل مسی نواری مسطح عریض، ساخته شده است. محفظه‌ی *RGA* کاملاً از فولاد ضد زنگ برای محافظت در برابر خوردگی ساخته شده است.

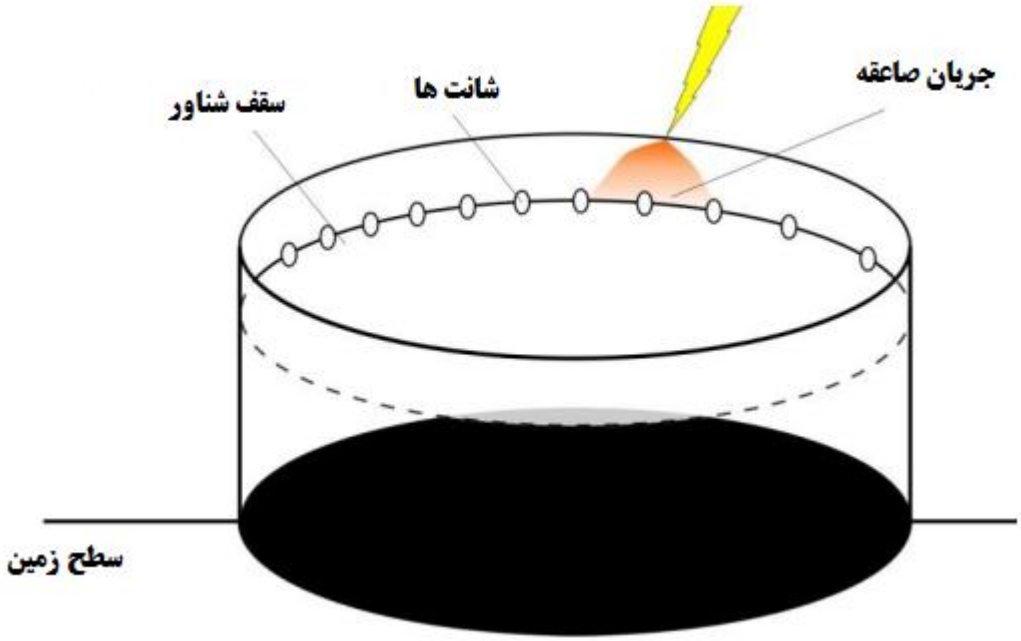
کابل *RGA* به‌صورت فنری است، به این معنی که به‌صورت اتوماتیک، زمانی که تحت کشش نباشد روی قرقره جمع می‌شود، بنابراین کابل، صرف‌نظر از ارتفاع قرارگیری سقف تا حد ممکن همیشه کوتاه است. به علت اینکه بدنه *RGA* به بالای بدنه و نیز سقف متصل می‌شود، بنابراین از هر شانتی مستقل است. همچنین در صورتی‌که هیچ شانتی وجود نداشته باشد، کار می‌کند.

نظر به اینکه مخازن سقف شناور معمولا قطر خیلی بزرگی دارند، حائز اهمیت است که امپدانس یا مقاومت ظاهری سقف به بدنه به واسطه نصب تعدادی *RGA* در فواصل مختلف محدود گردد.

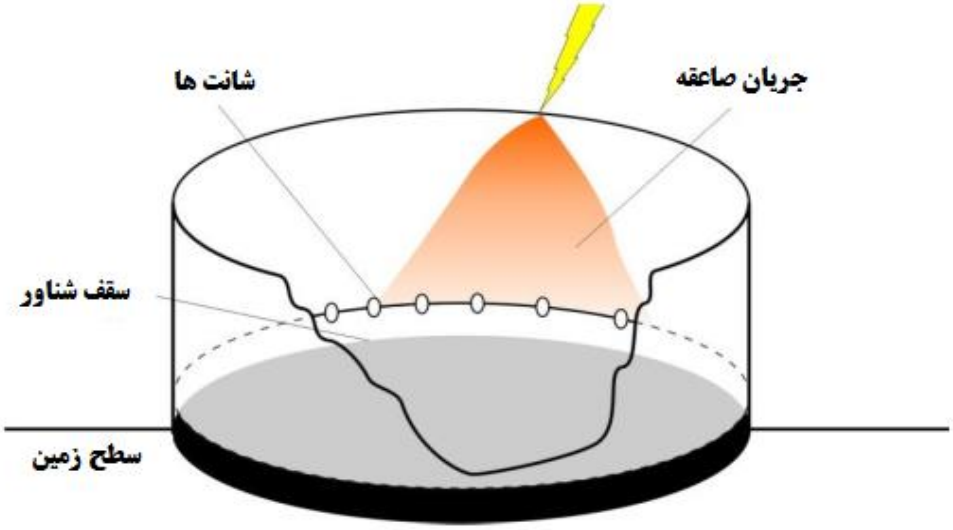
مقایسه هادی‌های ثابت متداول وهادی جمع شونده (*RGA*)

یک سقف شناور همیشه در معرض بیشترین ریسک است و زمانی که سقف در بالاترین ارتفاع می‌باشد، خطرات ناشی از صاعقه محتمل‌تر می‌باشد. تحت این شرایط (زمانی که مخازن پر یا تقریباً پر هستند)، چنانکه در شکل ۱۹ نشان داده شده است شار جریان صاعقه در شانت‌ها بطور مستقیم زیر مکان اصابت صاعقه، متمرکز خواهد شد.

برای مثال، زمانی‌که سقف در بالاترین ارتفاع قرار دارد، یک صاعقه‌ی برخوردیِ $۳۰kA$، به طور مستقیم بالای یک شانت برخورد کند، حدود $۱۱kA$ از میان هر یک از دو تا از نزدیک‌ترین شانت‌ها، عبور خواهد کرد و اگر بین دو شانت برخورد کند، جریان عبوری بین دو شانت حدود $۷kA$ خواهد شد. اما زمانی‌که سقف مخزن پایین باشد، صاعقه‌ی برخوردی به روی مخزن منتهی می‌شود و جریان صاعقه پراکنده می‌شظود و بیشتر در میان اتصالاتِ در دسترس سقف-بدنه‌ی (چنانکه در شکل ۲۰ به تصویر کشیده شده است) توزیع می‌شود.



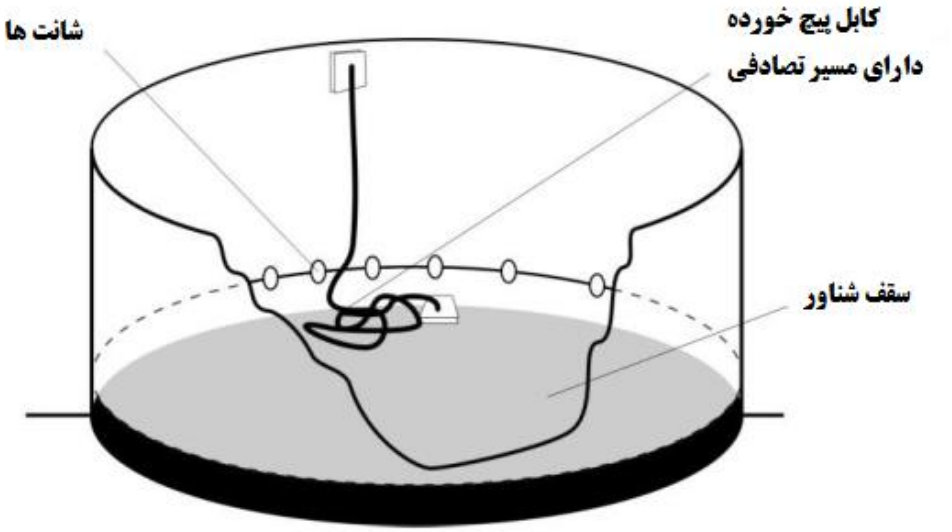
شکل ۱۹- تمرکز جریان صاعقه در سقف در وضعیت بالا



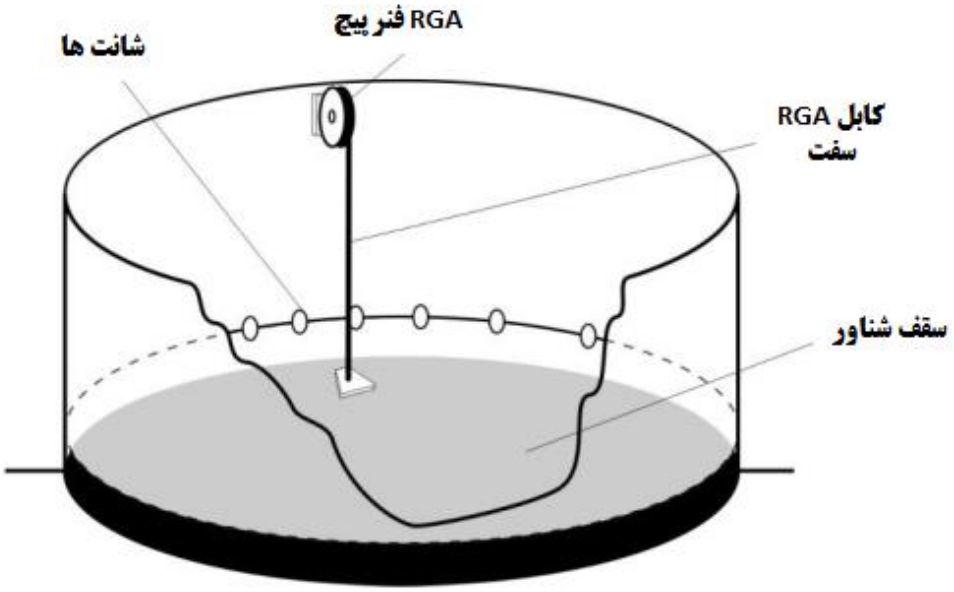
شکل ۲۰- پراکندگی جریان صاعقه با سقف در وضعیت پایین

مقاومت دو نوع از هادی‌های فرعی (نوع متداول و نوع جمع‌شدنی)، در شرایط سقف بالا و سقف پایین، مقایسه شده است. در شرایط سقف بالا، زمانی که مخزن در بالاترین ریسک قرار دارد، هادی فرعی متداول (چنانکه در شکل ۲۱ نشان داده شده است) روی سقف مخزن پخش یا جمع می‌شود. علاوه بر این در صورتی که هادی عایق نباشد، جرقه غیرمنتظره ممکن است واقع گردد که اتصالات خود هادی و سایر بخش‌های احتمالی را سست نماید. در مقایسه (چنانکه در شکل ۲۲ نشان داده شده است) برای هنگامی

سقف بالاست، هادی *RGA* تا حد ممکن کوتاه خواهد بود و مقاومتی در حدود یک ششم مقاومت کابل‌های اتصال متداول فراهم خواهد کرد. API 545 الزام می‌کند که هادی‌های فرع حداقل طول ضروری را داشته باشند. بنابراین زمانی که مخزن در معرض بیشترین ریسک است و هنگامی که دارای بیشترین مقدار برای از بین رفتن است، RGA کمترین مقاومت ممکنه را خواهد داشت.



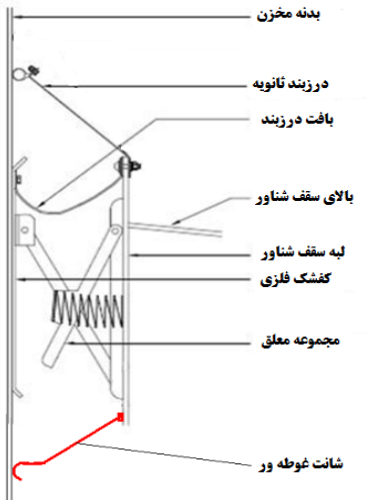
شکل ۲۱- کابل با طول ثابت نوع متداول



شکل ۲۲- RGA

۶-۳-۴-۲- توصیه‌های *API* برای بهبود ایمنی مخازن ذخیره نفت و فرآورده‌های آن با سقف-های شناور خارجی در برابر صاعقه:

۱. بین سقف و بدنه در اطراف محیط سقف، شانت غوطه‌ور[14] نصب شود. شانت‌ها باید غوطه‌ور شوند و در صورتی که شانت‌ها بالای نشت بندی وجود داشته باشد، باید برداشته شوند.

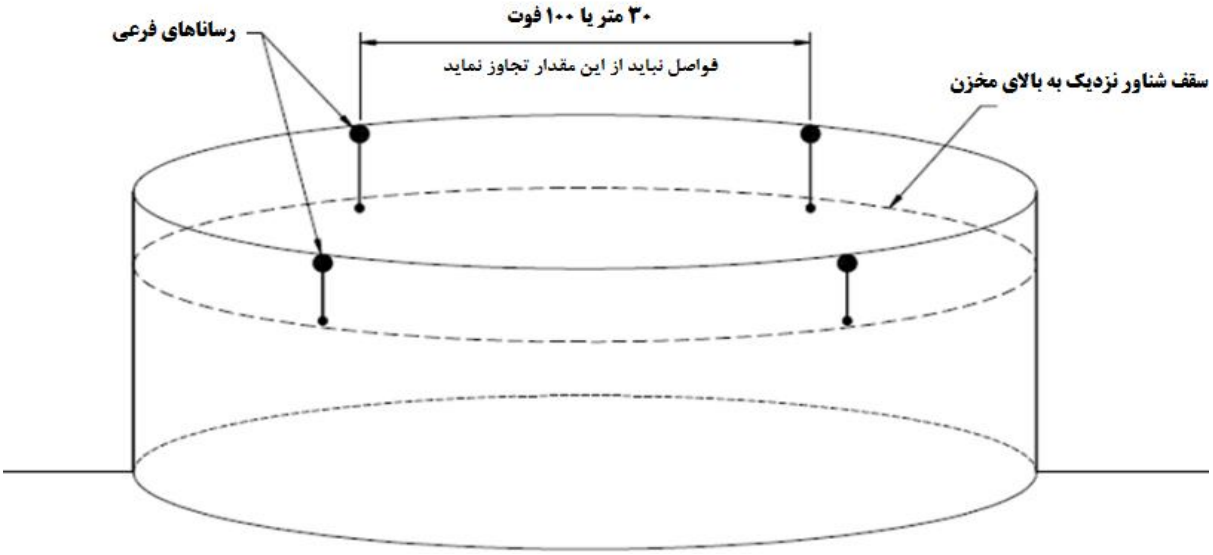


شکل ۲۳- شانت غوطه‌ور (Submerged Shunt)

۲. کل اجزای مونتاژ شده‌ی نشت بندی (شامل فنرها، *Scissor Assemblies*، *Seal Membranes* و غیره) و همه‌ی *gauge poles* و *gudie poles* به لحاظ الکتریکی باید از سقف مخزن ایزوله شود.

۳. رساناهای فرعی[15] باید بین سقف و بدنه، دورتادور مخزن نصب گردد (شکل ۲۴). این رساناهای فرعی باید تا حد ممکن کوتاه باشند و در اطراف محیط سقف مخزن جای گیرند.

[14] Submerged
[15] Bypass counductor



شکل ۲۴- هادی های فرعی (Bypass Conductors)

۶-۳-۵- سایر موارد ایمنی در عملیات بهره برداری و حفظ و نگهداری مخازن

موارد زیر بایستی قبل از انجام کار بر روی مخازن مورد توجه قرار گیرند.

- بسته به سطح سقف و سیستم طبقه بندی فضاهای محصور، محوطه بالای مخازن ممکن است جزء فضای محصور محسوب شوند و نیازمند مجوزباشد، لذا باید مورد ملاحظه قرار گیرند (به دستورالعمل ورود و کار در فضای محصور *MOP-HSED-IN-202* مراجعه گردد).
- اصول پیشگیری از سقوط که استفاده از سیستم‌های پیشگیری از خطر سقوط را الزام می‌نماید، در حین کار در ارتفاع باید ایجاد و اجرا گردد (به دستورالعمل کار در ارتفاع *MOP-HSED-IN-201* رجوع گردد).

۶-۴- کنترل و پیشگیری از حریق

حفاظت و پیشگیری در برابر حریق، یک مو ضوع مهم در مخازن می‌با شد. موارد ذکر شده در این بخش، راهکارهای مؤثری در پیشگیری، کنترل و اطفاءحریق ارائه می‌دهند.

هنگامی که آتش سوزی در مخزن اتفاق می‌افتد، ممکن است فشار درون مخزن به شدت افزایش یافته و متعاقب آن انفجار اتفاق بیافتد. راه جلوگیری از آتش سوزی در مخازن جلوگیری از بوجود آمدن همزمان سه شرط اصلی ایجاد آتش می‌باشد. این اصل به ظاهر ساده، از اهمیت بسیار بالایی در پیشگیری از آتش سوزی و انفجار در مخازن برخوردار می‌باشد. برای نمونه در مورد مخازن ذخیره مواد نفتی، بخار تولید شده بالای سطح مایع را از مخزن حذف می‌نمایند. این روش یکی از راه‌های بهبود ایمنی مخازن است. از

راه‌های مهم دیگر برای جلوگیری از حریق مخازن، محدود کردن منابع تولید جرقه و موارد شـــروع کننده حریق به ویژه صاعقه می باشد.

از آنجایی که ســـرعت عمل در مبارزه با آتش ســـوزی یک مخزن بزرگ نفتی اهمیت زیادی دارد و مهار نشـــدن آتش ســـوزی در دقایق اول احتمال آتش گرفتن تمامی مخازن را در بر خواهد داشـــت، لذا مجهز کردن مخازن به تجهیزات حفاظت از حریق و داشتن برنامه پیشگیری از حریق از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشند.

۶-۴-۱- پیشگیری از حریق

- **کنترل بخارات**

جایی که مخلوط هوا و بخارات قابل اشـــتعال وجود داشـــته باشـــد، امکان بروز حریق و انفجار وجود دارد. برخی از مناطقی که بطور معمول، مخلوط هوا و بخارات قابل اشـــتعال در آن‌ها وجود دارد، به شـــرح ذیل هستند ولی محدود به آن‌ها نمی‌باشند:

الف) در داخل فضای بخار (خالی از مایع) مخازن

ب) در نزدیکی محل خروج تهویه مخازن اتمسفریک

ج) هنگام ورود مایعات به مخزن یا به داخل منطقه باندوال مخزن

د) در ناحیه نشت بند سقف مخازن

و غیره ...

اطلاعات بیشـــتر در مورد این موضـــوع در اســـتانداردهای *NFPA 30*، *NFPA 69* و *API RP 2003* در دسترس می باشد.

- **کنترل منابع جرقه**

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

۱. صاعقه
۲. الکتریسیته ساکن
۳. کارگرم
۴. موتورهای احتراق داخلی
۵. استعمال دخانیات
۶. استفاده از تجهیزات الکتریکی حفاظت نشده و یا نامناسب.

اطلاعات مربوط به کنترل اشتعال بخارات در اثر صاعقه و الکتریسیته ساکن از طریق طراحی، نگهداشت و بهره‌برداری صحیح، در استاندارد *API 2003* در دسترس می باشد. پیشگیری از جرقه‌ی ناشی از تجهیزات الکتریکی از طریق موارد زیر صورت می‌پذیرد:

الف) اجرای کامل استانداردهای الکتریکی

ب) اطمینان از این‌که تجهیزات الکتریکی در شرایط عملیاتی خوب بوده، به درستی نصب شده و متناسب با طبقه‌بندی مناطق خطر الکتریکی محل نصب شده‌اند.

ج) پیروی از دستورالعمل‌های عملیاتی مناسب، به‌ویژه هنگام باز کردن محفظه بسته وسایل برقی در مناطق خطرناک

د) اطمینان از این‌که در هنگام رسیدن مواد به محل، دستورالعمل‌های خاصی در آن‌جا وجود دارد.

- **برنامه‌های بازرسی و نگهداشت**

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

- **ضبط و ربط کارگاهی**

محوطه‌ی باندوال و منطقه‌ی اطراف مخازن ذخیره‌سازی باید عاری از مواد قابل احتراقی که می‌توانند منبع حریقی برای مخازن باشند، نگهداری شوند.

- **اندازه گیری دوره‌ای بخارات قابل اشتعال**

به منظور حصول اطمینان از عدم قرار گیری غلظت گازها و بخارات موجود در محدوده بین حد بالای انفجار (*UEL*) و حد پایین انفجار (*LEL*)، اندازه‌گیری دوره‌ای بخارات قابل اشتعال در ناحیه نشت بند مخازن ضروری می باشد.

- **شناساگر حریق**

جهت پیشگیری از حریق‌های مخازن باید سیستم‌های اعلام حریق بر روی آنها نصب گردد. شناساگر برای مخازن مختلف دارای اثربخشی متفاوتی هستند از این رو باید شناساگرهای متناسب با هر مخزن مورد استفاده قرار گیرد. برای نمونه در مخازن سقف شناور، *rim seal* ها باید به طور پیوسته به واسطه استفاده

از شناساگر حرارتی خطی[۱۶] مورد پایش قرار گیرند. شناساگرها باید نزدیک به بالای نشت‌بند نصب شوند و از نصب آنها بر روی قسمت‌هایی مانند روی دیواره فوم (foam dam) که شناسایی حریق‌ها موثر نیست، اجتناب شود.

شناساگرهای حرارتی نقطه‌ای به طور معمول برای مخازن ذخیره بزرگ کاربرد کمی دارند، زیرا مخازن بزرگ نیاز به شناساگرهایی دارند که بتوانند مساحت وسیعی را پوشش دهند. البته شناساگرهای حرارتی نقطه‌ای برای مجاور دریچه‌ها (*vents*) مناسب می‌باشند. برای سطوح وسیع، باید از شناساگرهای شعله‌ای نوری، که یک ناحیه بزرگ آشکارسازی را فراهم می‌کنند، استفاده شود.

- **شعله پوش (*flame arrester*)**

یک شعله پوش بر روی مخازن جهت جلوگیری از خطرات مرتبط با انفجار و اشتعال استفاده می‌شود. برای مثال شعله پوش می‌تواند گسترش یک شعله و یا گسترش یک انفجار را محدودکند، از جرقه ترکیبات دارای پتانسیل انفجار جلوگیری کند و آتش سوزی را در داخل یک محل کنترل شده و بسته، محدود کند. اطلاعات بیشتر در ارتباط با شعله پوش در استاندار *API 2210* در دسترس می‌باشد.

شکل ۲۵- نمونه ای از شعله پوش

۶-۴-۲- کنترل و اطفاء حریق

۶-۴-۲-۱- اشتعال کنترل شده

در مواجهه با حریق‌های ناشی از مایعات قابل اشتعال و احتراق، ممکن است همیشه اطفاء سریع امکانپذیر نبا شد. این شیوه، معمولاً کنترل جریان و یا محدود کردن میزان مواد درگیر در آتش (نظیر پمپاژ مواد از

[۱۶] Linear Heat Detector

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.

۶-۴-۲-۲- 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. اطلاعات بیشتر در خصوص این سیستم‌ها در استانداردهای *NFPA30*، *NFPA 11* و *API 2021* در دسترس می‌باشد.

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[۱۷] 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 زمانی‌که مخزن یا یکی از مخازن مجاور دچار آتش‌سوزی شده است، عملیات خنک‌سازی شروع شده و مانع از بروز حوادث گسترده‌تر می شود. 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

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.

[۱۷] Deluge

اطلاعات لازم در خصوص چیدمان اسپرینکلرها در استاندارد *NFPA 30* در دسترس می‌باشد.

نرخ جریان وحجم 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.

اطلاعات تکمیلی در رابطه با موضوع فوق می‌توانند در استانداردهای زیر یافت شوند:

الف) *NFPA 11*، سیستم‌های عامل ترکیبی و کف کم توسعه
ب) *NFPA 15*، سیستم‌های ثابت اسپری آب
ج) *NFPA 20*، نصب پمپ‌های گریز از مرکز آتش‌نشانی
د) *NFPA 22*، مخازن آب برای حفاظت در برابر حریق‌های خصوصی
ه) *NFPA 24*، ایستگاه‌های آتش‌نشانی اختصاصی
و) *NFPA 25*، سیستم‌های حفاظت در برابر حریق بر پایه آب
ر) *NFPA 30*، دستورالعمل مایعات قابل اشتعال و احتراق.
ز) *API 2021*، مدیریت حریق مخازن اتمسفریک

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. تمامی اطلاعات در خصوص سیستم فوم مخازن در استاندارد *NFPA 11*، *NFPA 30* و *API 2021* در دسترس می‌باشد.

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 آتش سوزی 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.

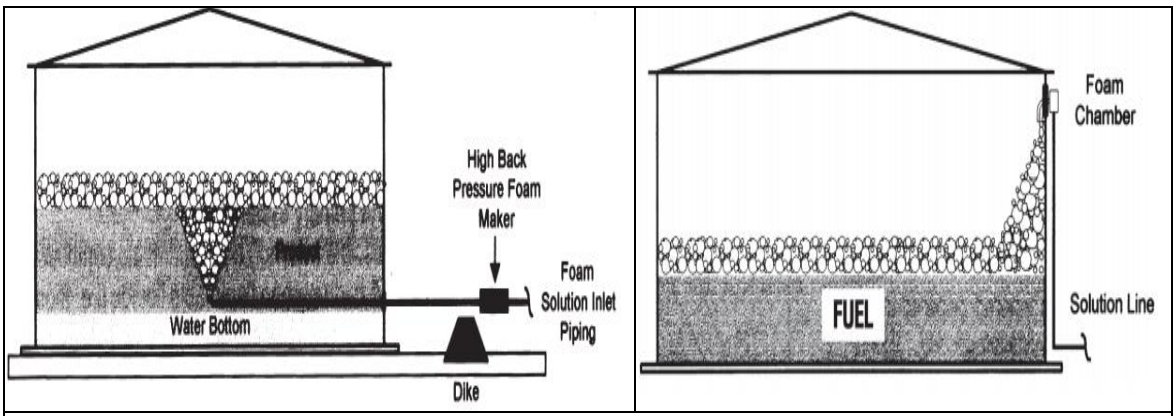
برای مخازن سقف شناور، خروجی‌های تخلیه فوم ثابت بالای کفشک نشت‌بندهای مکانیکی یا نشت‌بندی ثانویه باید به همراه دیواره فوم استفاده شود. میزان تخلیه فوم در بالای نشت‌بندها در استاندارد *NFPA 11*، برای نشت‌بندهای مختلف آورده شده است.

سیستم تزریق فوم در خصوص مخازن سقف شناور داخلی در استاندارد *NFPA 11* در دسترس می‌باشد. طبق این بند در مورد حریق‌هایی که کل سطح سیال را درگیر می‌کنند، اقدامات مشابه مخازن سقف ثابت مخروطی با قطر مشابه باید لحاظ گردد.

سیستم تزریق فوم در خصوص مخازن سقف شناور خارجی و میزان فوم مورد نیاز اطفاء حریق مخازن برای انواع مختلف هیدروکربن‌ها در استاندارد *NFPA 11* در دسترس می‌باشد.

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 معمولا در مورد مخازن سقف ثابت مخروطی می‌باشد.



شکل ۲۶- سیستم تزریق از بالا و پایین مخزن برای مخازن سقف ثابت مخروطی

اطلاعات تکمیلی در خصوص سیستم تزریق فوم از کف مخزن در استاندارد *NFPA 11* در دسترس می‌باشد.

۳. پودرهای خشک شیمیایی

پودرهای خشک شیمیایی در اطفاء حریق مایعات قابل اشتعال موثر می‌باشد، اما نمی‌تواند مواد سوختی را در برابر احتراق مجدد در اثر مواجهه با منابع احتراق مانند فلزاتی که گرم شـــده‌اند، محافظت کند. پودرهای خ شک شیمیایی چه زمانی که به تنهایی ا ستفاده شوند چه به صورت ترکیب با فوم ا ستفاده 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.
اطلاعات تکمیلی در مورد پودرهای شیمیایی خشک در استاندارد *API 2021* در دسترس می‌باشد.

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 (*API 2021*).

۶-۴-۳- طرح اضطراری حریق

باید یک طرح ا ضطراری م ستند و مکتوب به منظور تعیین اقداماتی که در مواقع بروز حریق باید صورت گیرد، تهیه شود. این برنامه، ممکن است به‌عنوان طرح جداگانه بوده یا بخشی از دیگر طرح‌های اضطراری مکتوب، باشد.
طرح اضطراری حریق، باید موارد زیر را در بر داشته باشد:
الف) اقدامات و واکنش‌های کارکنان در اطلاع رسانی و گزارش‌دهی بروز حریق.
ب) مسـئولیت‌ها و اقدامات اتخاذ شـده برای کنترل بخارات و پیشـگیری از جرقه در محلی که از بخارات ناشی از ریخت و پاش یا انتشار تجمع یافته است.
ج) اقدامات و دستورالعمل‌های اتخاذ شده برای اطفاء حریق دستی و یا از طریق فعالسازی و غیر فعالسازی سیستم‌های ثابت حفاظت حریق
د) روش‌های مطلوب اطفاء حریق
ه) اطلاع رسانی به مراجع ذی صلاح
و) بررسی علل حریق و ارائه اقدامات اصلاحی پیشنهادی در صورت نیاز
ز) شماره تماس و مشخصات برای دریافت فوم اضافی

طرح‌های واکنش دربرابر حریق باید به‌طور منظم بررسی شده و بر اساس تغییر محتویات مخزن، تجهیزات و شرایط عملیاتی، به روز شوند.

برای اطلاع از الزامات آتش‌نشانی برای کارکنان و سیستم‌های آتش‌نشانی به *NFPA 600* مراجعه شود.

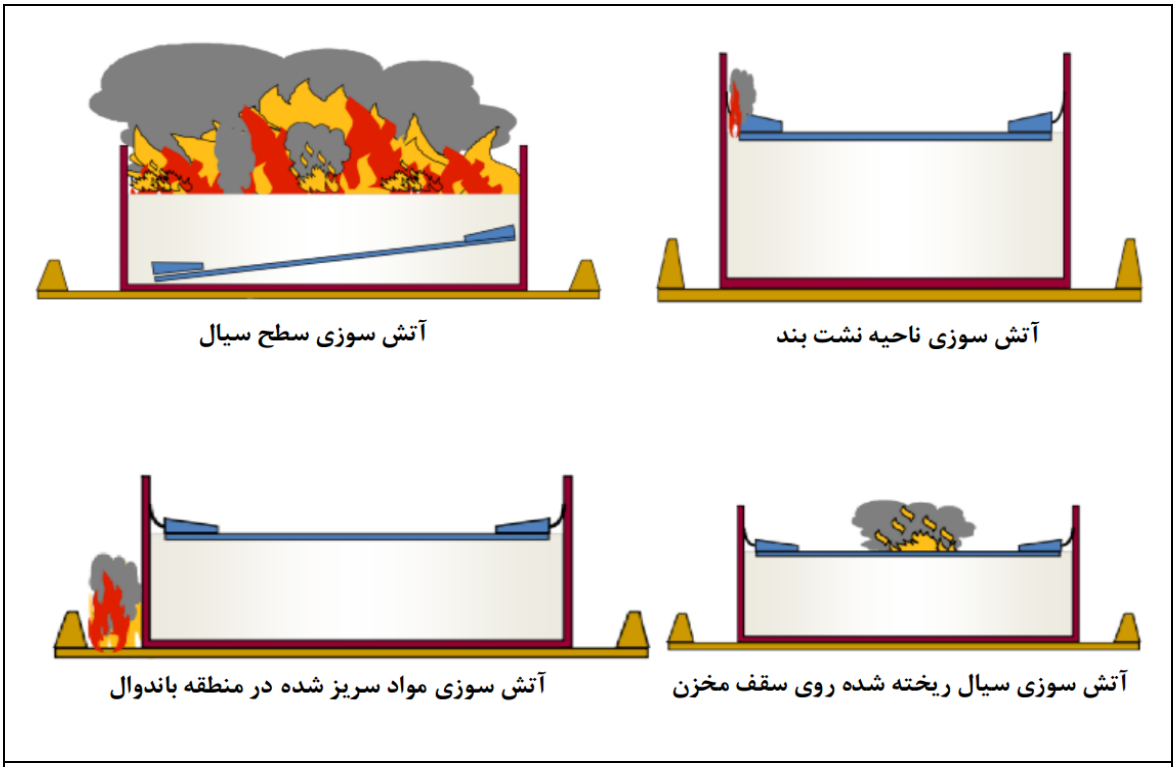
- **خلاصه‌ای از برنامه مدیریت حریق مخازن**

۱.فرآیند برنامه‌ریزی عمومی: فاز برنامه‌ریزی باید با یک تجزیه‌وتحلیل سناریو آغاز گردد. گام‌هایی که برای برنامه‌ریزی باید صورت گیرد شامل بررسی فاکتورهای مرتبط با پتانسیل حریق، شناسایی نوع حریقی که ممکن است اتفاق بیافتد، ایجاد فلسفه حفاظت در برابر حریق‌ها، ایجاد برنامه قبل از حریق برای هر مخزن و برآورد کردن نیازها می‌باشد.

۲. برنامه سیستم مدیریت رویداد: لازم است یک سیستم مدیریت حوادث جهت پوشش کلیه حوادث احتمالی در نظر گرفته شود.

۳. بررسی میدانی و ارزیابی خطر: بر اساس ارزیابی مخاطرات، باید برای مخازن سناریوهای محتمل تدوین گردد. اطلاعات جامع در این خصوص در استاندارد *API 2021* در دسترس می‌باشد.

مقابله با حریق مخازن سقف شناور داخلی به‌ویژه اگر مخازن سیستم فوم ثابت نداشته باشد، خیلی سخت می باشد، زیرا تنها راه دسترسی برای اطفاء حریق این مخازن از طریق دهانه دریچه کوچک بالای مخزن می‌باشد. در شکل ۲۷ اشکال مختلف حریق در مخازن ارائه شده است.



شکل ۲۷- اشکال مختلف حریق مخازن

در فرآیند برنامه‌ریزی باید هر نوع آتش‌سوزی بالقوه برای مخازن شناسایی شود. جدول ۲ نمونه‌ای از انواع آتش‌سوزی مرتبط با مخازن را ارائه داده است.

جدول ۱- نوع مخزن و پتانسیل حریق

نوع مخزن	شکل‌های حریق	ویژگی ها
مخازن سقف ثابت (مخروطی)	✓حریق روزنه هوا (ونت) ✓حریق مواد سرریز شده ✓حریق سطح کامل مایع محدود نشده ✓حریق سطح کامل مایع محدودشده	✓ برای مایعات فرار، فضای بخار غنی معمولاً مانع از احتراق در مخزن می‌شود. ✓ مقررات زیست‌محیطی به‌طورمعمول از ذخیره‌سازی مایعات قابل اشتعال کلاس I در مخازن سقف ثابت بزرگ‌تر جلوگیری می‌کند.
مخازن سقف ثابت کم‌فشار، بدون درز شکننده	✓حریق روزنه هوا (ونت) ✓حریق مواد سرریز شده	✓ برای مایعات فرار، فضای بخار غنی معمولاً مانع از احتراق در مخزن می‌شود. ✓ نبود درز سقف شکننده (*Frangible Roof Seams*) می‌تواند منجر به شکست مخزن در پایین یا سمت طرفین و درنتیجه منجر به از دست دادن بخش قابل‌توجه و یا کل یکپارچگی مخزن شود.
مخزن سقف شناور داخلی	✓حریق روزنه هوا (ونت) ✓حریق مواد سرریز شده ✓آتش‌سوزی نشت‌بند محدودشده	✓ بسیاری از آتش‌سوزی‌ها در این مخازن درنتیجه سرریز شدن مخزن اتفاق می‌افتد. ✓ خاموش کردن آتش‌سوزی مخزن زمانی که تمام سطح مایع دچار حریق می‌شوند، خیلی سخت می‌باشد. ✓ آتش‌سوزی در مخازن با نوع پوشش پان می‌تواند به آتش‌سوزی سطح مایع محدودشده توسعه یابد.
مخازن سقف شناور خارجی	✓حریق ناحیه نشت‌بند ✓حریق مواد سرریز شده ✓حریق سطح کامل مایع محدود نشده ✓حریق سطح کامل مایع محدودشده	✓ استفاده از آب آتش‌نشانی به منطقه سقف باید به‌دقت کنترل شود تا زمانی که با آتش‌سوزی ناحیه نشت‌بند مبارزه می‌شود از غرق شدن سقف جلوگیری شود.

شکل ۲۸- طرح شماتیک برنامه مدیریت حریق مخازن

۴. بررسی توانایی‌های مقابله با حریق: توانایی برای مقابله با حریق به آگاهی از منابع موردنیاز و سپس توانایی برای به کار بردن آن‌ها نیاز دارد.

۵. توسعه برنامه عوامل مقابله با حریق:

۱. تعیین نوع ماده اطفائی (آب و یا کف، غلظت کف، میزان و ...)
۲. آماده کردن دسترسی به مخازن هنگام حریق: یک عنصر مهم در مقابله با حریق فراهم کردن دسترسی مناسب به‌تمامی مخازن می‌باشد.
۳. نیروی آتش نشان: حریق مخازن بزرگ نیروهای زیادی را برای مقابله نیاز دارد.
۴. روش‌های اطلاع‌رسانی
۵. کنترل ترافیک

تمامی این فاکتورها باید چک شده و در برنامه‌ریزی مقابله با حریق آورده شوند تمامی این موارد بر اساس استاندارد *NFPA 11* و *API 2021* می‌باشد. فرم‌های مربوطه برای برنامه‌ریزی مدیریت در استاندارد *API 2021* در دسترس می‌باشد.

۶-۴-۴- تست سیستم کف ساز (*Foaming*) مخازن

با توجه به اینکه سیستم‌های کف ساز نصب‌شده بر روی مخازن دارای انواع متفاوتی بوده و متناسب با نوع مخازن طراحی و نصب می‌گردند، لذا بطور کلی تست سیستمهای نصب شده، متناسب با زمان و نوع مخزن باید تعریف و اجرا گردد. اطلاعات لازم در این خصوص در استاندارد *NFPA 11* و *NFPA 30* در دسترس می‌باشد.

۶-۴-۵- تست سیستم خنک‌کننده(*cooling*) مخازن

علیرغم اینکه این سیستم‌ها دارای شکل‌های متفاوتی از نظر نصب بر روی مخازن مختلف می‌باشند، نحوه تست و اجزاء مختلف آن‌ها تقریباً یکسان بوده و در هر زمانی تست آن به‌راحتی امکان‌پذیر می‌باشد، لذا بطور کلی تست سیستم‌های نصب شده، متناسب با زمان و نوع مخزن باید تعریف و اجرا گردد.

۷ پیوست‌ها

پیوست	عنوان
۱	**چک‌لیست بازرسی مخازن**

پیوست ۱- چک‌لیست بازرسی مخازن

شماره مخزن: محل مخزن: محتوای مخزن:	بازرسی کننده: تاریخ بازرسی: حجم مخزن:	
اطلاعات مخزن	مواد ساختار مخزن : نوع مخزن:	تاریخ نصب:

ردیف	موضوع	بله	خیر	توضیحات
۱	**فونداسیون**			
۱-۱	فونداسیون ازنظر تراز بودن و ارتفاع سطح کف و نشتی احتمالی بررسی‌شده است؟(به ضمیمه *B* استاندارد *API 653* مراجعه شود)			
۲	**رینگ بتونی**			
۱-۲	وضعیت رینگ بتونی ازنظر ترک یا شکست مخصوصاً در محل جوش ورق‌های زیر دیواره بررسی‌شده است؟			
۲-۲	وضعیت خروجی‌های تخلیه آب کف، سقف و روی سطح رینگ ازنظر نشتی مواد داخل مخزن بررسی‌شده است؟			
۳-۲	وجود روزنه یا نشتی ناشی از خوردگی بین فونداسیون و کف مخزن بررسی‌شده است؟			
۴-۲	وضعیت هدایت آب باران از دیواره به سمت فونداسیون بررسی‌شده است؟			
۵-۲	نشت کلی مخزن به‌صورت محیطی بررسی‌شده است؟			
۳	**مشخصات مخزن**			
۱-۳	آیا شماره مخزن، نوار رنگی و پلاک حاوی مشخصات فنی و لوزی خطر بر روی بدنه آن درج گردیده است؟			
۴	**وضعیت ظاهری آسفالت پیرامون مخزن**			
۱-۴	وضعیت شیب آب باران از سمت مخزن به پایین آسفالت تائید می‌شود؟			
۲-۴	نشت و فرورفتگی کف مخزن به داخل آسفالت ازنظر احتمال نفوذ آب باران به زیر ورق‌های کف بررسی‌شده است؟			
۳-۴	وضعیت آسفالت ازنظر کیفیت و احتمال شنی شدن در اثر نشت مواد هیدروکربنی بررسی‌شده است؟			
۵	**مسیرهای تخلیه اطراف مخزن و باندوال**			
۱-۵	وضعیت مسیرهای تخلیه پیرامون مخزن شامل مانیفولدها و لوله کشی‌ها بررسی‌شده است؟			

شماره مخزن:	بازرسی کننده:
محل مخزن:	تاریخ بازرسی:
محتوای مخزن:	حجم مخزن:

اطلاعات مخزن	مواد ساختار مخزن : نوع مخزن: تاریخ نصب:

ردیف	موضوع	بله	خیر	توضیحات
۵-۲	وضعیت درین های مخزن ازنظر باز بودن و جهت حرکت مواد به سمت حوضچه جمع‌آوری (صحت عملکرد مسیرهای تخلیه dike مخزن) تایید می شود؟			
۵-۳	آیا حوضچه‌های *oil water separator* دارای پوشش مناسب هستند؟			
۵-۴	آیا مسیر کانال تخلیه *oil water separator* دارای شیب مناسب و فاقد گرفتگی است؟			
۵-۵	آیا حجم *bund wall* جهت نگه‌داشتن محتویات مخزن کافی است؟			
۵-۶	آیا کانال‌های جمع‌آوری آب باران در اطراف *bund wall* مخزن فاقد گرفتگی بوده و آماده بکار هستند؟			
۵-۷	آیا محوطه اطراف مخزن عاری از هرگونه ضایعات (آهن‌آلات، رسوبات نفتی، مواد قابل اشتعال) است؟			
۶	**شیرها و خروجی ها**			
۶-۱	آیا کلیه پیچ و مهره‌های مربوط به اتصال شیرهای تخلیه به بدنه مخزن صحیح بسته‌شده است؟			
۶-۲	آیا شیرهای ورودی و خروجی و اتصالات مربوط به آن فاقد هرگونه نشتی هستند؟			
۶-۳	آیا شیرهای برقی ورودی و خروجی دارای سیم ارت هستند؟			
۶-۴	آیا ساپورت‌های زیر شیرآلات و خطوط ورودی و خروجی مخزن سالم است؟			
۶-۵	آیا پلکان مناسب جهت دسترسی به شیرهای ورودی و خروجی مخزن وجود دارد؟			
۶-۶	آیا حوضچه شیرآلات ورودی و خروجی مخزن دارای راه‌پله و نرده مناسب است؟			
۶-۷	آیا حوضچه شیرآلات ورودی و خروجی مخزن عاری از هرگونه مواد و ضایعات است؟			
۷	**سیستم ارتینگ و صاعقه گیر**			
۷-۱	آیا اتصالات سیستم ارتینگ بدنه مخزن به‌درستی نصب‌شده و از جنس مناسب هستند؟			

شماره مخزن:	بازرسی کننده:
محل مخزن:	تاریخ بازرسی:
محتوای مخزن:	حجم مخزن:

اطلاعات مخزن	مواد ساختار مخزن : نوع مخزن:	تاریخ نصب:

ردیف	موضوع	بله	خیر	توضیحات
۷-۲	آیا چاه‌های ارت مخزن مشخص بوده و دارای درپوش مناسب هستند؟			
۷-۳	آیا سیستم ارتینگ راه‌پله و سقف مخزن (مخازن سقف شناور) به‌درستی نصب گردیده است؟			
۷-۴	وضعیت نحوه اتصال کابل‌های سیستم ارت به دیواره تأیید می‌شود؟			
۷-۵	آیا اتصالات زمین با قطر مخزن تناسب دارد؟			
۷-۶	آیا صاعقه گیر نصب‌شده در اطراف مخازن مورد تأیید می‌باشد؟			
۸	**SRG (سامانه جلوگیری از رسوب)**			
۸-۱	در صورت تجهیز مخزن به *SRG*، آیا خطوط و شیرآلات مربوط به آن در بیرون مخزن به‌درستی نصب‌شده و با ساپورت مهارشده‌اند؟			
۸-۲	آیا هنگامی‌که خط *SRG* در سرویس نیست در انتهای خط، فلنج مسدودکننده نصب‌شده است؟			
۸-۳	در صورت تجهیز مخزن به *SRG*، آیا حوضچه تخلیه در جوار خطوط آن در نظر گرفته‌شده و دارای کف‌پوش مشبک فلزی مناسب است؟			
۹	**پله‌ها و نردبان‌ها**			
۹-۱	آیا پله اضطراری مخزن ازنظر حفاظ، پلکان، رنگ و خوردگی و قابلیت دسترسی مناسب است؟			
۹-۲	آیا وضعیت راه‌پله بیرونی مخزن ازنظر حفاظ، پلکان، رنگ، خوردگی و قابلیت دسترسی مناسب است؟			
۹-۳	آیا راهرو و نرده بالای مخزن ازنظر رنگ، جوش، خوردگی و قابلیت دسترسی مناسب هستند؟			
۹-۴	آیا شرایط راه‌پله دسترسی روی سقف مخزن و ریل زیر پله (مخازن سقف شناور) مناسب و ازلحاظ مکانیکی سالم هستند؟			
۹-۵	آیا غلتک‌های راه‌پله روی سقف مخزن (مخازن سقف شناور) دارای پوشش برنجی مناسب هستند؟			
۱۰	**حفاظت خوردگی**			
۱۰-۱	آیا سقف مخزن ازنظر نظافت، رنگ و خوردگی مناسب است؟			

شماره مخزن:	بازرسی کننده:
محل مخزن:	تاریخ بازرسی:
محتوای مخزن:	حجم مخزن:

اطلاعات مخزن	مواد ساختار مخزن : نوع مخزن:

ردیف	موضوع	بله	خیر	توضیحات
۲-۱۰	آیا بدنه مخزن ازنظر رنگ و خوردگی در شرایط مناسب است؟			
۳-۱۰	آیا وضعیت میزان پتانسیل حفاظت کاتدی اطراف کف مخزن تأیید می‌شود؟			
۴-۱۰	وضعیت نحوه اتصال کابل‌های کاتدی به دیواره مخزن تأیید می‌شود؟			
۱۱	**دیوارهای خارجی**			
۱-۱۱	بازرسی چشمی جهت خرابی رنگ، حفره و خوردگی سطوح خارجی صورت می‌گیرد؟			
۲-۱۱	احتمال اعوجاج لایه‌های دیواره بررسی می‌شود؟			
۳-۱۱	وضعیت ورقه‌های هر لایه دیواره از نظر ضخامت تأیید می‌شود؟			
۴-۱۱	تمیزکاری و بازرسی ورق جوش کف مخزن ازنظر خوردگی وضعیت جوش تأیید می‌شود؟			
۱۲	***بادبند(wind grider)***			
۱-۱۲	وضعیت بادبندها و نرده ها ازنظر اشکالات رنگ، خوردگی و ...مورد تأیید هستند؟			
۲-۱۲	وضعیت جوش پایه‌های بادبندها به دیواره ازلحاظ خوردگی مورد تأیید هستند؟			
۱۳	**سیستم‌های ابزار دقیق و نمایشگرها**			
۱-۱۳	آیا کابل‌های برق و ابزار دقیق مخزن و سینی حامل کابل‌ها به‌درستی نصب گردیده است؟			
۲-۱۳	آیا سوئیچ هشداردهنده *Hi Hi* ارتفاع سیال درون مخزن در محل خود نصب بوده و محل ورود سیال به آن در دیواره داخلی مخزن نظافت شده است؟			
۳-۱۳	آیا سیستم‌های ابزار دقیقی مخزن فاقد هرگونه آسیب فیزیکی هستند؟			
۴-۱۳	در صورت تجهیز مخزن به نمایشگر اطلاعات عملیاتی مخزن (*RDU*)آیا این سیستم در وضعیت مناسبی قرار دارد؟			
۵-۱۳	آیا دستگاه *PT* (*Pressure transmiter*) دارای برچسب کالیبراسیون و سیم اتصال به بدنه بوده و درپوش دستگاه به‌طور کامل بسته‌شده است؟			
۱۴	**متعلقات دیواره مخزن**			

شماره مخزن:	بازرسی کننده:
محل مخزن:	تاریخ بازرسی:
محتوای مخزن:	حجم مخزن:

اطلاعات مخزن	مواد ساختار مخزن : نوع مخزن:	تاریخ نصب:

ردیف	موضوع	بله	خیر	توضیحات
۱-۱۴	**نازل ها و دریچه‌ها**			
۱-۱-۱۴	وضعیت درز جوش‌ها ازنظر ترک یا نشتی مورد تأیید است؟			
۲-۱-۱۴	وضعیت دیوارها ازنظر تغییر شکل به دلیل احتمال خمش لوله نازل مورد تأیید است؟			
۳-۱-۱۴	وضعیت فلنج‌ها و پیچ‌ها ازنظر نشتی مورد تأیید است؟			
۴-۱-۱۴	وضعیت آب‌بندی واشرها ازنظر نشتی مورد تأیید است؟			
۵-۱-۱۴	وضعیت آب‌بندی واشر نازل‌ها و دریچه‌ها مورد تأیید است؟			
۶-۱-۱۴	وضعیت نازل‌ها و دریچه‌ها ازنظر ضخامت مورد تأیید است؟			
۷-۱-۱۴	وضعیت آب‌بندی عایق بدنه در محل اتصال به نازل مورد تأیید است؟			
۸-۱-۱۴	وضعیت جوش اهرم‌های متصل به دیواره (دریچه‌های بزرگ مورد تأیید است)مورد تایید است؟			
۹-۱-۱۴	سیستم اندازه‌گیری سطح سیال مخزن مورد تایید است؟			
۱۰-۱-۱۴	وضعیت سیستم ازلحاظ نشتی مورد تأیید است؟			
۱۱-۱-۱۴	وضعیت سیستم ازلحاظ خرابی مورد تأیید است؟			
۱۲-۱-۱۴	روان بودن و آزادی حرکت قسمت غلظت کنار سیستم بر روی سقف مورد تأیید است؟			
۲-۱۴	**سیستم تخلیه(*drain*) و نمونه‌گیری مخزن**			
۱-۲-۱۴	وضعیت شیرهای تخلیه و نمونه‌گیری ازنظر عملکرد صحیح مورد تأیید هستند؟			
۲-۲-۱۴	وضعیت پایه‌های زیر لوله درین مورد تأیید هستند؟			
۳-۱۴	**سیستم هیتر یا کویل**			
۱-۳-۱۴	وضعیت آب کندانس برگشتی ازنظر احتمال نشت مواد نفتی مورد تأیید است؟			
۴-۱۴	**همزن(*mixer*)**			
۱-۴-۱۴	وضعیت اتصال مناسب فلنج و پایه بررسی شده است؟			
۲-۴-۱۴	وضعیت نشتی احتمالی بررسی شده است؟			
۳-۴-۱۴	وضعیت کلی موتور، گیربکس و پروانه میکسر مورد تأیید است؟			

شماره مخزن:	بازرسی کننده:
محل مخزن:	تاریخ بازرسی:
محتوای مخزن:	حجم مخزن:

اطلاعات مخزن	مواد ساختار مخزن : تاریخ نصب: نوع مخزن:

ردیف	موضوع	بله	خیر	توضیحات
۴-۴-۱۴	وضعیت کابل‌های برق و اتصالات جانبی متصل به میکسر مورد تأیید است؟			
۵-۱۴	**لوله‌های متصل به مخزن**			
۱-۵-۱۴	وضعیت لوله‌ها، فلنج ها و ولوها ازنظر نشتی یا پاسینک مورد تأیید است؟			
۲-۵-۱۴	وضعیت پایه‌های زیر لوله‌ها ازنظر سالم بودن و طریقه اتصال به لوله مورد تأیید است؟			
۳-۵-۱۵	وضعیت پایه‌های زیر لوله‌ها ازنظر سالم بودن و طریقه اتصال به لوله مورد تأیید است؟			
۴-۵-۱۴	وضعیت شیرهای فشار و دما که بر روی لوله‌ها متصل به مخزن نصب‌شده‌اند (ازنظر صحت و کالیبراسیون) مورد تأیید است؟			
۵-۵-۱۴	وضعیت محل‌های نمونه‌گیری ازنظر نشتی مورد تأیید است؟			
۶-۵-۱۴	وضعیت دماسنج‌ها ازنظر کارکرد و دقت مورد تأیید است؟			
۱۵	**سقف**			
۱-۱۵	وضعیت خوردگی داخلی ورق‌های سقف به روش ضخامت سنجی یا *H.T* به ویژه در ناحیه مجاور به دیواره و بین رفترها بررسی می‌شوند؟			
۲-۱۵	وضعیت خوردگی خارجی سقف شناور ازنظر رنگ، سوراخ شدگی یا خوردگی بررسی می‌شود؟			
۳-۱۵	وضعیت تخلیه و هدایت آب باران روی ورق‌های سقف (ایست آب) و هدایت به سمت *Roof sump* بررسی می‌شود؟			
۴-۱۵	آیا مسیر تخلیه آب سقف مخزن (*Roof Drain*) مجهز به شیر یک‌طرفه بوده و توپک آن آماده‌به‌کار است؟			
۵-۱۵	آیا مسیر تخلیه آب سقف مخزن (*Roof Drain*) دارای توری و درپوش مناسب است؟			
۶-۱۵	وضعیت دریچه اندازه‌گیری سطح مواد مورد تأیید می‌باشد؟			
۷-۱۵	وضعیت خلأ شکن‌ها (بررسی و ثبت سایز، تعداد و نوع) مورد تأیید است؟			
۸-۱۵	وضعیت *breating valves* نصب‌شده در پیرامون سقف یا ونت های روی سقف مورد تأیید می‌باشد؟			

شماره مخزن:	بازرسی کننده:
محل مخزن:	تاریخ بازرسی:
محتوای مخزن:	حجم مخزن:

اطلاعات مخزن	مواد ساختار مخزن : تاریخ نصب: نوع مخزن:

ردیف	موضوع	بله	خیر	توضیحات
۹-۱۵	وضعیت کابل ارت نصب‌شده بر روی سقف مورد تأیید می‌باشد؟			
۱۰-۱۵	وضعیت پوشش روی چرخ‌های سقف شناور مورد تأیید می‌باشد؟			
۱۱-۱۵	آیا پایه‌های سقف شناور مخزن در محل خود به‌درستی نصب و مهارشده‌اند (همراه با پین و درپوش لاستیکی)؟			
۱۲-۱۵	آیا دریچه فن‌های سقف شناور مخزن مجهز به درپوش هستند؟			
۱۳-۱۵	آیا گردگیرهای اطراف سقف شناور مخزن سالم نصب گردیده و با یکدیگر باندینگ شده‌اند؟			
۱۴-۱۵	آیا گردگیرهای مخزن فاقد هرگونه فضای خالی با جداره مخزن بوده و خاصیت ارتجاعی دارند؟			
۱۵-۱۵	آیا غلتک‌های *pole anti rotation* و *guide pole* مخازن سقف شناور سالم بوده و در وضعیت مناسبی نصب‌شده‌اند؟			
۱۶-۱۵	آیا فضای اطراف *anti rotation pole* و *guide pole* در محل عبور از سقف با عایق لاستیکی پوشانده شده است؟			
۱۷-۱۵	آیا درپوش مناسب در بالای anti rotation نصب گردیده است؟			
۱۸-۱۵	آیا کلیه تسمه‌های فلزی اتصال سقف مخزن به بدنه (*shunt*) روی *rim seal* به‌درستی پاک‌سازی‌شده و به جداره مخزن متصل شده‌اند؟			
۱۹-۱۵	آیا تجهیزاتی از قبیل *gas vent*،vent *bleeder* و *flame arrester* بر روی سقف مخزن نصب‌شده‌اند و از لحاظ فیزیکی سالم می باشند؟			
۱-۱۵	**وضعیت پانتون های سقف شناور**			
۱-۱-۱۵	وضعیت خوردگی داخلی پانتون ها (بررسی ضخامت و جوش ها) مورد تأیید است؟			
۲-۱-۱۵	بررسی داخلی پانتون ها (باز کردن و چک جهت نشتی و خوردگی داخلی و تست گاز) مورد تأیید می‌باشد؟			
۳-۱-۱۵	وضعیت سیستم‌های شعله خفه کن نصب‌شده بر روی مخزن مورد تأیید است؟			
۴-۱-۱۵	وضعیت ضربه‌گیرهای نصب‌شده در محل درب پانتون ها مورد تأیید است؟			

شماره مخزن:	بازرسی کننده:
محل مخزن:	تاریخ بازرسی:
محتوای مخزن:	حجم مخزن:

اطلاعات مخزن	مواد ساختار مخزن : تاریخ نصب: نوع مخزن:

ردیف	موضوع	بله	خیر	توضیحات
۱۵-۱-۵	وضعیت سقف ازنظر رنگ، خوردگی خارجی و تمیزی سطح ورق‌ها و داخل دیواره پاشش فوم پیرامون سقف مورد تأیید است؟			
۱۵-۱-۶	وضعیت تراز سقف شناور مورد تأیید است؟			
۱۵-۱-۷	تست گاز روی سقف (جهت بررسی نشتی روی سقف، آب‌بند ها و تخلیه نامناسب ونت ها) انجام می‌گیرد؟			
۱۵-۲	**سیستم نشت‌بند سقف شناور (نشت بندی مکانیکی)**			
۱۵-۲-۱	وضعیت فاصله نشت‌بند از دیواره در حد پایین، وسط و حد بالای سیال مورد تأیید می‌باشد؟			
۱۵-۲-۲	وضعیت نشت‌بندها ازنظر قابلیت ارتجاع مورد تأیید می‌باشد؟			
۱۵-۲-۳	وضعیت نشت‌بند ازنظر تغییر شکل، سوراخ شدگی، ترک، سایش و ... مورد تأیید است؟			
۱۵-۲-۴	وضعیت قسمت‌های فلزی از جهت خوردگی و پوشش مورد تأیید است؟			
۱۵-۲-۵	فشردن و باز کردن نشت‌بندها اولیه و ثانویه جهت تست عملکرد مورد تأیید است؟			
۱۵-۲-۶	وضعیت کابل ارت نصب‌شده بر روی صفحه فلزی محافظ سیستم نشت‌بند در مقابل شرایط آب و هوایی (*wheather Shield*) مورد تأیید است؟			
۱۵-۲-۷	آیا مسیر دسترسی مناسبی در اطراف مخزن از جاده‌های کناری وجود دارد؟			
۱۶	**تجهیزات آتش‌نشانی**			
۱۶-۱	آیا شبکه آب آتش‌نشانی اطراف مخزن در وضعیت مناسبی ازنظر نشتی و رنگ‌آمیزی قرار دارد؟			
۱۶-۲	آیا فشار آب آتش نشانی به میزان استاندارد می باشد؟			
۱۶-۳	آیا شیرهای ارتباطی و خط لوله آب آتش‌نشانی فاقد نشتی بوده بدون نقص می باشند؟			
۱۶-۴	آیا شیر آتش‌نشانی (*hydrant*) شبکه آب اطراف مخزن سالم هستند؟			
۱۶-۵	آیا فشارسنج‌های نصب‌شده بر روی شبکه آب آتش‌نشانی اطراف مخزن سالم هستند؟			

شماره مخزن:	بازرسی کننده:
محل مخزن:	تاریخ بازرسی:
محتوای مخزن:	حجم مخزن:

اطلاعات مخزن	مواد ساختار مخزن : نوع مخزن:	تاریخ نصب:

ردیف	موضوع	بله	خیر	توضیحات
۶-۱۶	آیا مخزن مجهز به بالابرنده آب آتش‌نشانی (riser) است و مورد تائید می باشند ؟ (تعداد *riser*)			
۷-۱۶	آیا مخزن مجهز به *ring* آب آتش‌نشانی است و مورد تائید می‌باشند؟(تعداد *ring*)			
۸-۱۶	آیا مخزن مجهز به بالابرنده کف ضد حریق (*foam riser*) است و مورد تائید می باشند ؟ (تعداد *riser*)			
۹-۱۶	آیا مخزن مجهز به *ring* کف ضد حریق است؟(تعداد *ring*)			
۱۰-۱۶	آیا بر روی بالابرنده‌های آب و کف ضد حریق (riser)، *collecting head* مناسب نصب‌شده است؟			
۱۱-۱۶	آیا بر روی *collecting head*، *male screw* نصب شده و آماده بکار است؟			
۱۲-۱۶	آیا male screw مجهز به سوپاپ یک‌طرفه است؟			
۱۳-۱۶	آیا قسمت نری *male screw* تمیز بوده و عاری از هرگونه خاک و مواد روغنی است؟			
۱۴-۱۶	آیا افشانک (*sprinkler*) سیستم خنک کاری مخزن، نصب‌شده‌اند؟(نوع افشانک: چتری، فلت و آبپاش پیچشی)			
۱۵-۱۶	آیا سیستم‌های فوم ساز مخزن (*foam pourer*) نصب و آماده بکار هستند؟(نوع فوم ساز)			
۱۶-۱۶	آیا به‌منظور کارایی صحیح، ارتفاع مناسبی برای فوم دم‌ها لحاظ شده است (۲" بالاتر از بالاترین نقطه گردگیر)؟			
۱۷-۱۶	آیا فاصله دیواره کف (*foam dam*) با بدنه مخزن مناسب است (۶۰cm)؟			
۱۸-۱۶	آیا فضای تحتانی بین سد کف (*foam dam*) و سقف مخزن کاملاً آب‌بندی‌شده و روزنه‌های خروج آب استاندارد تعبیه گردیده است؟			
۱۹-۱۶	آیا کپسول اطفاء حریق در بالای مخزن وجود داشته و آماده بکار است؟			
۲۰-۱۶	آیا میزان فشار آب تجهیزات آتش نشانی در حد استاندارد است؟			