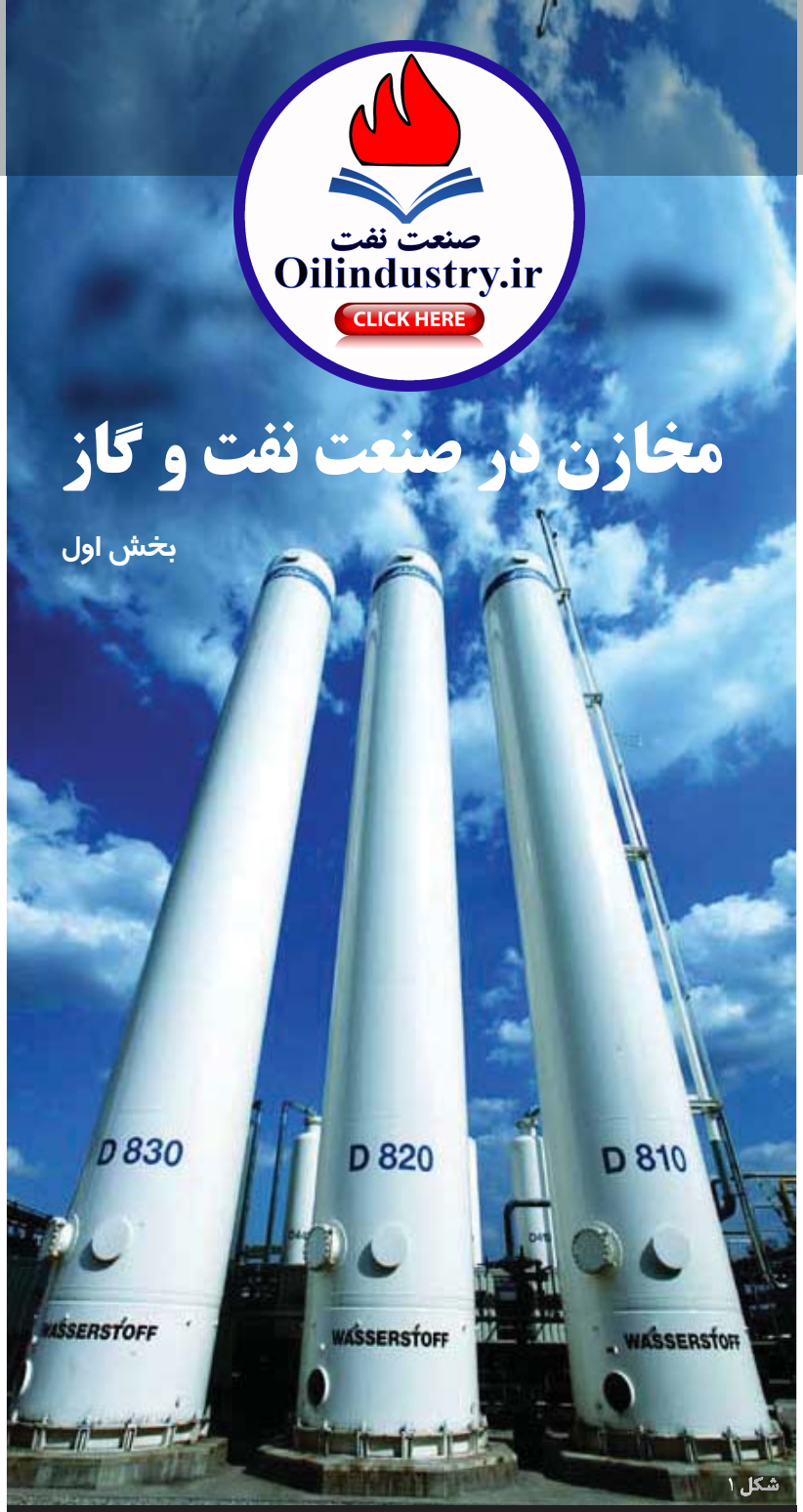
صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE

مخازن در صنعت نفت و گاز

بخش اول



شکل ۱

خلاصه

اصطلاح عمومی مخزن به مجموعه بسیار گسترده‌ای از تجهیزات یا امکانات طبیعی، مصنوعی، ثابت، متحرک، کوچک و بزرگ اشاره دارد که به بخش جداناپذیری از زندگی ما بدل شده‌اند. مخزن کوچک ذخیره سوخت خودرو تا مخزن یک میلیون بشکه‌ای ذخیره نفت و مخزن چندین میلیارد بشکه‌ای نفت در زیر زمین همگی وظیفه ذخیره‌سازی را برعهده دارند، اما هرکدام دارای فلسفه پیدایش کاملاً متفاوتی می‌باشند. در این مبحث جدید قصد داریم با ورود به موضوع مخزن و تجهیزات ذخیره‌سازی به تدریج به بررسی مختصر اغلب عنوان‌های مرتبط با این موضوع بپردازیم. در این بررسی و قسمت اول بحث را با بررسی کلی مخازن ذخیره شروع می‌کنیم و در ادامه به بررسی انواع مخازن و روش‌های ذخیره نفت و گاز، تانکرهای زمینی و کشتی‌های تانکر، ذخیره‌سازی در زیرزمین، مخازن طبیعی نفت و گاز و ظروف تحت فشار (Vessel) خواهیم پرداخت.

تحریریه سفیرامید- مهندس رمضانی

تاریخچه

میلیون‌ها سال است که آب، گازطبیعی و نفت‌خام در مخازن طبیعی زیرزمین، ذخیره شده‌اند. این مخازن در اثر به تله افتادن سیال در میان لایه‌های سخت و نفوذناپذیر ایجاد شده‌اند. از طرف دیگر انسان‌های نخستین نیز از هر وسیله‌ای برای ذخیره‌سازی آب استفاده می‌کردند. با متمدن شدن بشر و ساخت خانه و کاخ‌های مرتفع باستانی نظیر زیگورات‌ها[چغازنبیل شوش و...] و نیاز انسان به ذخیره آب، فاضلاب و همچنین نفت، ذخیره‌سازی وارد نسل جدیدی از تکامل خود شد. به عنوان یک شاهد جالب تاریخی در قرن پنجم قبل از میلاد، هردوت در کتاب چهارم خود در باره چاه‌های نفت اطراف شوش در ایران باستان آورده است که:«...ازچاه موادنفتی را بیرون می‌آوردند و پس از بیرون آوردن در مخزنی می‌ریزند و پس از آن بخشی از مواد جدا شده و به مخزن دیگری ریخته می‌شود که درآنجا به سه گونه در می‌آید: یکی آسفالت است، دیگری نمک که به صورت جامد است و بخش سوم روغن که ایرانیان آن را رادیانس می‌نامند و بسیار سیاه و بدبو است.» این فعالیت به صورت مشخص به ذخیره سازی موقت فرایندی اشاره دارد. در چین باستان آب شور را با جوشاندن به وسیله گازطبیعی تقطیر و آب شیرین از آن استحصال می‌نمودند. انجام این فرایند به یک مخزن کوچک فرایندی نیاز دارد.

اما اگر به صورت فنی‌تر به موضوع نگاه کنیم اولین مخازن ذخیره‌سازی را باید در اطراف چاه‌های اولیه نفت و پالایشگاه‌های نفت جستجو کنیم. در شکل ۲ یک مخزن ذخیره نفت چوبی را مشاهده می‌کنید. این نمونه مخزن را می‌توانیم از قدیمی‌ترین مخازن ذخیره نفت بدانیم. به تدریج با احداث پالایشگاه‌های نفت و همچنین توسعه عملیات سرچاهی و واحدهای جمع‌آوری و پالایش اولیه نفت، ساخت انواع مخازن ذخیره و تجهیزات فرایندی، به سرعت پیشرفت نمود و گسترش یافت. این توسعه به شکلی است که در حال حاضر بخش بزرگی از فضای یک پالایشگاه نفت یا گاز و همچنین مجتمع‌های پتروشیمی را مخازن اشغال می‌کنند. به غیر از توسعه کمی و حجمی مخازن در ۱۵۰ سال گذشته[بعد از کشف نفت] فناوری ساخت و مواد مورد استفاده در ساخت مخازن نیز پیشرفت شگرفی داشته‌است. در حال حاضر در ساخت مخازن از انواع فولاد به صورت گسترده استفاده می‌شود. در فرایندهائی که سیال دارای خواص اسیدی یا بازی قوی می‌باشد استفاده از آلیاژهای فولادی و غیرفولادی خاص و آلومینیوم کاربرد فراوانی دارند. در ساخت مخازن دوجداره نگهداری LPG و برخی مخازن نفت[مخازن استراتژیک] از بتن بتون‌های خاص استفاده می‌گردد.

مقدمه

دسته بزرگی از مخازن تحت عنوان ظروف تحت‌فشار، به منظور استفاده از فضای داخلی مخزن برای انجام عملیات فرایندی طراحی می‌شوند. این نوع مخازن علیرغم استفاده گسترده‌ای که دارند، اما موضوع بحث ما محسوب نمی‌گردند و در ادامه فقط اشاره مختصری به آن خواهیم داشت. بحث اصلی ما پیرامون دسته‌بزرگتری از مخازن می‌باشد که برای ذخیره مواداولیه و خوراک، ذخیره موادواسط (Utility)، ذخیره فرآورده‌ها، ذخیره مواد به منظورپخش، یکنواخت نمودن ترکیب و کیفیت محصول و همچنین ذخیره استراتژیک، استفاده می‌شوند. از دیدگاه‌های مختلف می‌توان دسته‌بندی‌های مختلفی برای مخازن قائل شد، به عنوان مثال با توجه به مدت زمان ذخیره‌سازی، نوع سیال، شکل هندسی مخزن، نوع سقف مخزن، دمای نگهداری سیال و فشاربخارسیال، می‌توانیم مخازن را به دسته‌های مختلفی تقسیم‌بندی کنیم. با توجه به این دیدگاه‌های مختلف، سعی خواهیم کرد انواع و مفاهیم مهم مرتبط با مخازن را به صورت عناوینی پشت سرهم معرفی نمائیم. انشاءاله توضیحات کاملتر و فنی و همچنین معرفی استانداردها و مسائل جزئی‌تر را در شماره‌های بعدی نشریه دنبال خواهیم کرد.

۱» مخازن ذخیره طبیعی

مخازن‌ذخیره‌طبیعی (Underground Natural Storage) را می‌توانیم به دو دسته تقسیم نمائیم. دسته اول مخازن موجود نفت و گاز می‌باشند که در طول میلیون‌ها سال تشکیل شده‌اند و در داخل آنها ذخیره بزرگی از نفت و گاز وجود دارد. دسته دوم فضاهای خالی مناسب در زمین یا مخازن نفت و گاز خالی شده می‌باشند که از آنها برای ذخیره گازهای گلخانه‌ای نظیر CO_2 یا ذخیره گازطبیعی، استفاده می‌شود. استفاده از حفره‌های مناسب زیرزمینی برای کاربرد اشاره شده و به عنوان مخزن بسیاربزرگ رو به گسترش می‌باشد. شرط استفاده از این نوع مخزن، از یک‌طرف به موجود بودن این نوع مخزن در مکان موردنیاز و در عمق مناسب با مشخصات فنی موردنیاز بستگی دارد و از طرف دیگر میزان تقاضا باید درحدی باشد،که هزینه‌های سنگین اولیه را توجیه نماید.

۲» مخازن فرایندی ذخیره موقت Vessel

این نوع مخزن به عنوان پوسته یا ظرفی می‌باشد که اجزاء فرایندی نظیر تجهیزات داخلی مبدل‌های حرارتی، برج‌های تقطیر، فیلترها و ... در داخل آن نصب می‌گردند. مخازن فرایندی ممکن است نظیر Knockout drum یا Flash drum، دارای اجزاء داخلی خاصی نباشند. در هر دو حالت این مخازن وظیفه نگهداری موقت سیال را برعهده داشته و همچنین نقش استراکچر را برای تجهیزات فرایندی را نیز برعهده دارند. در صنعت نفت و گاز به این

شکل ۲ : یک مخزن قدیمی چوبی ذخیره نفت

نوع مخزن اغلب ظروف تحت فشار (Vessel) اطلاق می‌شود. زمان ماند در این مخازن کوتاه می‌باشد و به محض انجام فرایند مورد نظر، سیال از مخزن خارج می‌شود. برای طراحی این تجهیزات مشابه طراحی مخازن تحت فشار از استاندارد ASME استفاده می‌شود. در برخی موارد بر اثر تجربه و بررسی طرح‌های اجراشده قبلی، در طراحی تجهیزات فرایندی به گونه‌ای عمل می‌شود که همزمان بتوان از قابلیت ذخیره‌سازی مخزن نیز استفاده نمود. به عنوان مثال در طراحی لخته‌گیر (Slug catcher) به عنوان یک جداکننده ۳ فازی مناسب در بخش ورودی پالایشگاه‌های گاز، این تجهیز علاوه بر وظیفه فرایندی یک مخزن باظرفیت قابل توجه نیزمی‌باشد. این لخته‌گیر غالباً به صورت چندانگشتی[چندین لوله موازی] با طول مناسب [مثلاً ۴۰۰متر] و با شیب محاسبه شده [به عنوان نمونه ۰/۵درصد] طراحی می‌شود، این مجموعه لوله با طول و قطر قابل توجه در عمل یک مخزن ذخیره با حجم قابل توجه را تشکیل می‌دهد. به عنوان مثال یک لخته‌گیر ۶ انگشتی با لوله‌های ۴۶ اینچ و طول ۴۰۰ متر یک مخزن ذخیره ۱۷۰۰ مترمکعبی در کنارکاربرد اصلی آن به عنوان جداکننده در اختیار بهره‌بردار قرار می‌دهد. همچنین گاهی در طراحی خطوط انتقال گاز، اندازه لوله‌ها را چندسایز بالاتر درنظر می‌گیرند و با توجه به امکان افزایش فشار خط انتقال می‌توان حجم قابل توجهی از گازفشرده شده را در زمان مصرف حداکثر[پیک مصرف] از خط انتقال برداشت نمود. دراین حالت خط‌انتقال علاوه بر وظیفه اصلی به عنوان مخزن ذخیره گاز نیز عمل خواهد نمود و نیازی به ساخت مخازن ذخیره جداگانه وجود ندارد.

۳» مخازن ذخیره Storage tank

این نوع مخزن، غالباً دارای اندازه بزرگتری نسبت به ظروف تحت فشار می‌باشند و وظیفه ذخیره خوراک، محصول یا سیالات کمکی برای مدت زمان طولانی‌تری را برعهده دارند. موضوع بحث جاری ما این نوع از مخازن می‌باشد. مخازن ذخیره، خود به تنهائی مجموعه‌گسترده‌ای از عناوین را تشکیل می‌دهد. مخازن ذخیره با سقف ثابت، مخازن با سقف شناور، مخازن دوجداره، مخازن تحت فشار، مخازن دارای عایق و مکانیزم سرماساز مناسب ذخیره LPG و ...، این مخازن غالباً به صورت مقطع دایره‌ای طراحی می‌شوند، ضمن آنکه در برخی مواقع با مقطع چندضلعی نیز طراحی می‌گردند.

این نوع مخزن در دونوع کلی روزمینی و زیرزمینی طراحی می‌شوند. در نوع زیرزمینی بدنه مخزن توسط خاک عایق می‌شود، به همین دلیل اخیراً مخازن LNG را که درجه حرارت داخلی آن باید بسیار پائین باشد را از این نوع انتخاب می‌نماید. از طرف دیگر برای ساخت مخازن پدافندی نیز، این نوع مخزن ارجحیت دارد.

در سیستم‌های فاضلاب و فاضلاب صنعتی غالباً از مخازن زیرزمین استفاده می‌گردد. دلیل طراحی زیرزمینی این مخزن استفاده از جریان ثقلی سیال به سمت مخزن می‌باشد. همچنین سیستم‌های جداکننده آب از روغن (Oil Water Separator) را نیز معمولاً به صورت زیرزمینی طراحی می‌نمایند تا برای حرکت سیال و جداشدن آب از روغن/ نفت نیاز کمتری به استفاده از پمپ و مصرف انرژی باشد.

شکل ۳

۴» مخازن ذخیره با سقف ثابت Fixed roof

برای ذخیره‌سازی فرآورده‌های نفتی عوامل مختلفی در طراحی نوع مخزن دخالت دارند، فشار سیال یکی از مهمترین پارامترهای طراحی می‌باشد که در ابتدای طرح، شکل مخزن را تعیین می کند، به طور کلی نفت‌خام و فرآورده‌های نفتی را با توجه به فشار سیال در مخازن سقف ثابت، سقف شناور یا کروی نگهداری می کنند:
مخازن سقف ثابت، مناسب نگهداری سیال با فشار بخار، کمتر از ۱/۵ psi می‌باشند، این مخازن غالباً دارای مقطع دایره‌ای بوده و به صورت قائم و سقف مخروطی (Cone) یا گنبدی (Dome) طراحی می‌شوند. قطر و بلندی این مخازن بر اساس ظرفیت مورد نیاز، امکان ساخت، استحکام زمین، فضای موجود و نیازهای فرایندی تعیین می گردد. برای کاهش هزینه‌های ساخت معمولاً در صورت امکان قطر این مخازن به صورت تجربی از میان چندین قطر متعارف انتخاب می‌شود. اما قطر مخزن در هرصورت تابع شرایط اشاره شده نیز می‌باشد. از سقف گنبدی برای مخازن با قطرکم و از سقف مخروطی برای مخازن با قطر زیاد استفاده می‌شود. این نوع مخزن مناسب ذخیره گازوئیل، مازوت و سایر سیالاتی است که دارای دمای تبخیر بالا باشند.

۵» مخازن ذخیره با سقف شناور Floating roof

مخازن سقف شناور، مناسب نگهداری سیال با فشاربخار، بالاتر از ۱/۵ psi، در این نوع مخزن سقف روی سطح مایع شناور بوده و با مایع به بالا و پایین حرکت می کند معمولاً ۲ نوع از این مخزن بیش از انواع دیگر کاربرد دارد. نوع اول Pan type یا سقف ماهیتابه‌ای شکل می‌باشد. این سقف مسطح بوده و از فولاد ساخته می‌شوند و دارای پایه‌های عمودی هستند که به سقف متصل می‌باشد. نقطه ضعف این نوع سقف، این است که به مجرد سوراخ شدن در داخل سیال مخزن غرق می‌شود. نوع دوم Pantoon Type یا سقف خزینه‌دار می‌باشد. در نوع سقف، خزینه جعبه مانند و تو خالی پیرامون سقف نصب می‌شود و آنرا شناور می کند. در این نوع سقف با سوراخ شدن یک یا چند خزینه سقف غرق نمی‌شود. سقف‌های اشاره شده غالباً به صورت شناور بر روی سطح سیال قرار می گیرند و با حرکت سیال به سمت بالا و پائین سقف نیز حرکت می کند به این نوع سقف External Floating Roof می گویند. برای نگهداری سیالات با دمای بخار پائین‌تر از Internal Floating Roof استفاده می‌شود. در این نوع مخزن سقف معمولاً از جنس آلومینیوم بوده و مخزن دارای یک سقف ثابت از نوع گنبدی یا مخروطی نیز می‌باشد. فضای بین این دو سقف غالباً توسط یک گاز بی‌اثر نظیر نیتروژن پر می‌شود.

۶» مخازن ذخیره کروی Spherical storage

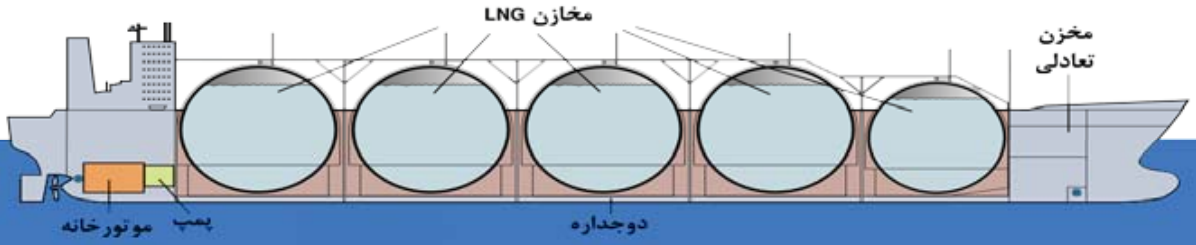
برای نگهداری سیال با فشاربخار، ۱۰۰ psi و بالاتر از مخازن کروی[یا استوانه‌ای] استفاده می‌شود. این نوع مخزن در نگهداری گاز مایع، بنزین و به طور کلی مواد شیمیایی سبک کاربرد دارد.
البته لازم به توضیح است همانگونه که اشاره شده، انتخاب نوع مخزن تابع عوامل مختلفی می‌باشد. به عنوان مثال از مخازن سقف شناور برای ذخیره سیالاتی استفاده می گردد که در دمای محیط بخش از آن تبخیر شده و در سطح مایع همواره بخار وجود دارد. یا ازمخازن استوانه‌ای بلند نظیرشکل ۱ برای ذخیره با فشار بالا و فضای کم، استفاده می‌شود.

۷» مخازن ذخیره متحرک

برای انتقال فرآورده‌های نفتی و گازی نظیر، بنزین، گازوئیل، LNG، LPG از تانکرهای جاده‌ای، ریلی یا کشتی استفاده می‌شود. اگرچه تانکرهای جاده‌ای یا ریلی دارای اندازه‌های بزرگی نمی‌باشند اما کشتی‌های حمل نفت‌خام یا LNG دارای اندازه‌های بسیار بزرگ در حد ۵۰۰ هزارتن می‌باشند. این کشتی‌ها غالباً دارای امکانات بسیار کاملی برای انتقال بین‌قاره‌ای نفت‌خام، فراورده‌های نفتی یا LNG می‌باشند. نوع پیشرفته‌ای از کشتی‌های بهره‌بردار تحت عنوان FPSO[Floating Production Storage and Offloading] علاوه بر داشتن امکانات کامل بهره‌برداری، پالایش مقدماتی و بارگیری دارای مخزن بزرگی برای ذخیره فراورده می‌باشند. یک نوع کاملتر از این کشتی امکان حفاری را نیز دارا می‌باشد.

۸» مخازن خاص

برخی از مخازن علیرغم آنکه وظیفه عمومی ذخیره سیال را برعهده دارند اما وجود آنها مستلزم وجود تجهیز خاصی می‌باشد که از امکانات آن تجهیز برای ذخیره‌سازی استفاده شود. ذخیره سیال(عمدتاً نفت) در پایه‌های برخی از سکوهای دریائی یک نمونه از این مخازن خاص محسوب می‌شود. در این سکوها تزریق نفت به داخل پایه‌ها از یک‌طرف نقش وزنه تعادلی را برعهده دارد و از طرف دیگر نیازی به ساخت مخزن ذخیره در سکو نمی‌باشد.



شکل ۴ : کشتی حمل LNG

شکل ۵ : کشتی تولید، ذخیره و بارگیری نفت‌خام/ گازطبیعی

۹» مخازن پیش‌ساخت

به منظور نصب سریع مخزن به ویژه در کاربردهای موقت نظیر حفاری از یک نوع مخزن استوانه‌ای پیش‌ساخته استفاده می‌شود. استفاده از مخازن پیش‌ساخته به ویژه مخازن ذخیره مواد شیمیائی، Bitumen و سایر مخازن با اندازه کوچک، معمول می‌باشد. البته ساخت اجزاء مخازن به صورت پیش‌ساخته کاملاً معمول می‌باشد اما ساخت کامل یک مخزن به صورت پیش‌ساخته وحمل آن به محل مورد نیاز، منحصر به مخازن با اندازه کوچک می‌باشد.

عوامل موثر در انتخاب قطر و بلندی مخزن

فضای موجود برای نصب مخزن، تحمل فشار، خاک زیر مخزن، فراریت فرآورده، سرعت ته‌نشین شدن و ناخالصی موجود در سیال از پارامترهای مهم انتخاب قطر و بلندی مخزن می‌باشند. مخزن‌هایی که برای انباشتن مایعات فرار ساخته می‌شود باید بدون منفذ (Gas Tight) بوده و تغییرات فشار میان ۶ تا ۲۰ سانتیمتر آب را تحمل نماید، تغییرات فشار به وسیله شیر اطمینان ویژه ای خنثی می گردد. در این مخازن قسمتی روی سقف تانک ضعیفتر از قسمت‌های دیگر ساخته می‌شود یا از دریچه پاره‌شونده خاصی استفاده می‌شود که در مواقعی که کنترل‌کننده‌ها به موقع عمل نکنند یا شیرهای اطمینان دچار اشکال شوند، پاره شده و مانع از صدمه دیدن مخزن شود. به این قسمت ضعیف ساخته شده یا دریچه پاره شونده، دیسک شکست (Rupture Disk) گفته می‌شود.

استاندارد در طراحی مخازن

استاندارد پایه درطراحی و اجرای مخازن API و ASME می‌باشند. API 650, API 620 و ASME Section VIII ناظر بر طراحی مخازن می‌باشند. ازدیدگاه استانداردی مخازن به انواع روزمینی (Abovground): Atmospheric، فشارپائین (Low pressure 0 to 2.5 psig) ، فشارمتوسط (Medium pressure 2.5 to 15 psig) ، فشاربالا (High Pressure above 15 psig) و زیرزمینی (Underground) تقسیم می‌شوند. طراحی مخازن ذخیره نفت‌خام، میعانات گازی، بنزین طبیعی، فرآورده‌های نفتی مطابق API 650، API 620 و طراحی مخازن تحت فشار ذخیره بوتان، پروپان، NGL ، اتان، گازطبیعی و LNG مطابق ASME Section VIII انجام می‌شود.
انتخاب متریال ساخت مخازن مطابق ASTM انجام می‌شود و برای طراحی مخازنی که برای ذخیره سیالات خورنده طراحی می‌شوند، هرکجا که مخزن یا تجهیزات فاقد پوشش باشد از NACE استفاده می کنیم. جوشکاری مخزن مطابق AWS انجام می‌شود. لوله‌کشی‌های فرایندی مطابق ASME انجام می‌شود و خرید اتصالات نیز مطابق API, ASME, ASTM و ANSI انجام می‌شود. همانگونه که قبلاً هم مشاهده کردید در بخش ایمنی در برابر انفجار با عاملیت برق نیز از استانداردهای API, BS, IEC, EN و مقررات ATEX استفاده می‌شود. در سایر موارد نیز مطابق SPEC عمل می‌شود.

نرم‌افزارهای طراحی مخزن

درگذشته طراحی و ترسیم نقشه‌های مخازن علاوه بر نیاز به دانش و تجربه کافی، به صرف زمان زیادی نیاز داشت. با اختراع کامپیوتر و توسعه سریع طراحی نرم‌افزار، برنامه‌های کامپیوتری متعددی برای انجام محاسبات مربوط به طراحی مخزن، استخراج MTO و ترسیم نقشه‌های ساخت، به بازار معرفی شده‌اند. این نرم‌افزارها غالباً در رعایت الزامات استانداردی به طراح کمک می کنند. برخی از این برنامه‌ها، قادر به شبیه‌سازی نتیجه طراحی نیز می‌باشند. از نرم‌افزارهای معروف طراحی مخزن می‌توانیم به PVelite, Tank, eTank, Compress و Coade tank به عنوان برنامه‌های پرکاربرد اشاره کنیم. اما همواره باید توجه کنیم که این نرم‌افزارها در کنار کارشناسان خبره و باتجربه قابل اعتماد و اتکاء می‌باشند.

شکل ۶ :
ساخت مخزن LPG در
پالایشگاه گاز عسلویه
فازهای ۱۵ و ۱۶

ایمنی در مخازن ذخیره

از دیدگاه ایمنی، در ساخت مخازن پارامترهای متعددی را باید لحاظ نمود، برخی از این پارامترها به صورت مستقیم به طراحی مکانیک مربوط می‌باشد و برخی دیگر در ارتباط با طراحی فرایند، سیویل، برق و ابزاردقیق می‌باشند. برخی از پارامترهای مهم در طراحی مخازن را می‌توانیم به صورت زیر دسته‌بندی نمائیم:

الف: از دیدگاه ایمنی و فرایند مخازن حاوی نفت، گاز، موادشیمیائی و فرآورده‌های مرتبط با آنها در مکان احداث می‌گردند که در حالت عادی کمتر در معرض خطر یا حادثه باشند. این موضوع غالباً با بررسی میدانی و مطالعه وضعیت نهائی مجتمع یا پالایشگاه تعیین می‌گردد. موضوع مهم دیگر وجود شرایط مناسب و امکان طراحی سیستم اطفاء حریق می‌باشد. مطابق استاندارد در طراحی مخازن باید امکان اطفاء اتوماتیک، اطفاء دستی و جلوگیری از گسترش حریق وجود داشته باشد. موضوع مهم دیگر که در طراحی مخازن نفت به آن توجه می‌شود وجود **Dike wall** می‌باشد. این دیواره که ارتفاع و مشخصات آن مطابق استاندارد تعیین می‌گردد، وظیفه ایجاد یک فضای مخزنی برای ذخیره سیال و جلوگیری از پخش آن در زمان آسیب دیدن مخزن را برعهده دارد. استفاده از سقف شناور از دیگر موضوعات مهم مرتبط با ایمنی می‌باشد. برای کاهش میزان تبخیر مواد سبک و جلوگیری از آتش‌سوزی یا مخازن فرآورده های سبک و فرار و جلوگیری از مخلوط شدن این بخارات با هوا و به وجود آوردن بخار قابل انفجار، سقف این مخازن به ویژه در مناطق گرم را به صورت شناور طراحی می‌نمایند این سقف به همراه مایع ذخیره شده به پائین و بالا حرکت می‌نماید. در برخی از مواقع فضای بالای این سقف را برای ایمنی بیشتر با گازهای بی‌اثر نظیر نیتروژن پر می‌نمایند.

نوع رنگ مخزن از دیگر پارامترها تاثیرگذار در مبحث ایمنی می‌باشد. مخزن محصولات سبک به رنگ سفید رنگ‌آمیزی می شوند تا کمترین گرما را از محیط و انرژی تابشی آفتاب جذب کرده و دمای سیال داخل مخزن در کمترین حد ممکن نگه داشته شود.

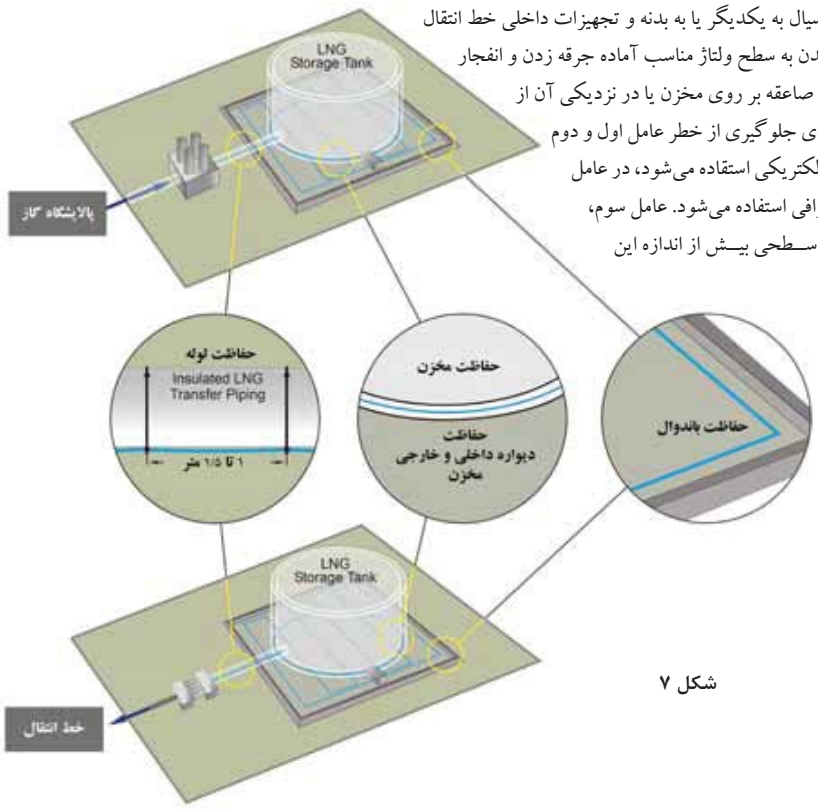
از دیگر تمهیدات مرتبط با ذخیره و انتقال سیالات قابل انفجار استفاده از شعله‌گیر **(Flame arrester)** برای جلوگیری از برگشت شعله به سیستم انتقال می‌باشد. استفاده از شبکه فلزی توری مانند در مخازن کوچک حاوی موادنفتی برای جلوگیری از تولید الکتریسته ساکن و تغییر شرایط بخارقابل انفجار در سطح سیال از روش‌های نوین جلوگیری از انفجار می‌باشد. استفاده از این روش در برخی از مخازن فرآورده به صورت آزمایش انجام شده و به نظر می‌رسد درآینده به عنوان یکی از راه‌کارهای ایمنی مورد توجه قرارگیرد.

ب- از دیدگاه مهندسی برق ۳ عامل اصلی در ارتباط با انفجار مخازن تاثیرگذار می‌باشد این عوامل عبارتند از: عامل اول الکترسیته ساکن می‌باشد. در اثر مالش قطرات سیال به یکدیگر یا به بدنه و تجهیزات داخلی خط انتقال و مخزن، به تدریج قطرات باردار می‌شوند و به مجرد رسیدن به سطح ولتاژ مناسب آماده جرقه زدن و انفجار مخزن می‌باشند. عامل دوم خطر صاعقه می‌باشد. تخلیه صاعقه بر روی مخزن یا در نزدیکی آن از دیگر خطرات جدی و ایجاد انفجار در مخازن می‌باشد. برای جلوگیری از خطر عامل اول و دوم از سیستم ارتینگ **(Earthing)** مناسب جهت تخلیه جریان الکتریکی استفاده می‌شود، در عامل دوم از برق‌گیر **(Surge arrester)** جهت ایجاد مسیر انحرافی استفاده می‌شود. عامل سوم، انفجار دراثر جرقه الکتریکی تجهیزات برقی یا گرمای سطحی بیش از اندازه این تجهیزات می‌باشد. وجود شعله باز ناشی از بی‌احتیاطی نیز در همین بخش دسته‌بندی می‌شود. برای جلوگیری از بروز انفجار در اثر این عامل مجموعه مقررات کاملی توسط **API, BS, IEC** و اخیراً تحت مجموعه **ATEX** توسط **CENELEC** تنظیم شده است. این مقررات سازندگان را موظف می‌سازد تا در ساخت تجهیزات الکتریکی، الزامات استانداردی و پیشگیرانه را به صورت کامل لحاظ نمایند. ازسوی دیگر طراح برق موظف به تهیه نقشه **Hazardous Area** بر حسب استاندارد **NEC** یا **ATEX** می‌باشد. در این نقشه محیط خطر بر حسب میزان خطر مشخص و تجهیزات باید مطابق آن تهیه و نصب گردند.

ج: ازدیدگاه طراحی سیویل ایمنی در مخازن تابع ایستائی کامل زمین زیر فونداسیون می‌باشد. برای حصول اطمینان از این موضوع برای احداث مخازن به ویژه در نواحی ساحلی از ژئوتکنیک برای بررسی ساختار زمین محل احداث مخزن استفاده می‌شود. با توجه به نتایج ژئوتکنیک نسبت به افزایش استحکام زمین به وسیله شمع کوبی، احداث ستون سنگی یا روش‌های تحکیم دیگر، اقدام می‌شود.

د- ازدیدگاه طراحی مکانیک ایمنی مخزن تابع ساخت مخزن مطابق استانداردهای **API** و **ASME** و رعایت استانداردهای **NACE** و **ASTM** برای انتخاب متریال و درنهایت رعایت استانداردهای جوشکاری مطابق استاندارد **AWS** می‌باشد. البته طراحی مخزن زیر مجموعه طراحی مکانیک محسوب می‌شود و در عمل وظیفه هماهنگی سایر بخش‌ها نیز با طراحی مکانیک می‌باشد. استفاده از سیستم‌های نشت‌یاب، حفاظت‌کاتدی نصب تجهیزات کنترل و ابزاردقیق از دیگر موضوعات مرتبط با تامین ایمنی در مخازن نفت و گاز محسوب می‌شوند.

شکل ۷، یک نوع سیستم نشت یاب **LNG** را نشان می‌دهد. این فناوری از سنسورهای کابلی شکلی استفاده می‌کند که به صورت مستقیم نشت **LNG** را حس کرده و نتیجه را جهت پردازش به یک پردازشگر مرکزی ارسال می‌کند. از این سیستم برای تشخیص نشت مایع در کف مخزن یا نشت مایع یا گاز در مسیر خط انتقال استفاده می‌گردد.



شکل ۷