



چرا باید ذخیره‌سازی کنیم؟ آیا در منزل مسکونی شما مخزن ذخیره‌سازی وجود دارد؟ چه چیزی را ذخیره کرده‌اید؟ چرا؟

پرسش



در صنایع شیمیایی، مواد ارزشمند طی فرآیندهای مختلفی از مواد شیمیایی خام جدا شده و یا از آنها به وجود می‌آیند. چند راه برای انتقال مواد خام از منابع تامین کننده به کارخانه وجود دارد که بر حسب مورد و شرایط، از یکی از آنها مانند خطوط انتقال یا تانکر استفاده می‌گردد. همچنین محصولات تولیدی نیز به روش‌های مختلف به بازار داخلی یا خارجی عرضه می‌شوند.

به دلایل زیادی از جمله یکسان کردن کیفیت محصول، اندازه‌گیری حجم محصول جهت فروش، امکان بارگیری و انتقال به تانکر یا کشتی در حداقل زمان ممکن و دلایل دیگر سبب می‌شود تا محصولات را بعد از تولید، در مخازن یا تانک‌های مناسب ذخیره نمایند. از اصطلاح تانک برای ظروف ذخیره‌سازی بزرگ با کاربرد جابجا کردن، ذخیره‌سازی، اندازه‌گیری و حمل و نقل مایعات استفاده می‌گردد. به طور کلی مخازن چند وظیفه اصلی به عهده دارند:

- ذخیره مواد اولیه و خوراک کارخانجات
- ذخیره فرآورده‌ها و محصولات
- ذخیره مواد برای بارگیری و پخش
- همسان نمودن کیفیت محصول
- معیاری جهت اندازه‌گیری حجم خوراک و محصول تولید شده

### اصول ذخیره‌سازی مایعات

ساختار و اندازه مخزن ذخیره‌سازی به ماهیت ماده مورد نظر برای ذخیره‌سازی و حجم مورد نیاز برای ذخیره‌سازی بستگی دارد.

مهم‌ترین متغیرهایی که در انتخاب نوع مخزن تأثیرگذار هستند، عبارتند از:

#### ۱- فشار بخار ماده یا به عبارت دیگر فراریت

در صورتی که فشار بخار ماده بالا باشد، می‌بایست آن را در مخازن تحت فشار ذخیره نمود، در غیر

این صورت می‌توان ماده مورد نظر را در مخازن کم فشار نگه‌داری کرد.

### ۲- سمی بودن ماده

در صورتی که ماده ذخیره‌شونده سمی باشد، می‌بایست در مخازنی ذخیره شوند که خطر نشت مواد سمی به حداقل برسد.

### ۳- میزان آتش‌گیری ماده (نقطه اشتعال)

نقطه اشتعال پایین‌ترین دمایی است که در آن دما، بخار قابل احتراق از ماده تولید می‌شود. هر چه نقطه اشتعال ماده بالاتر باشد، در دمای بالاتری از آن بخار قابل احتراق تولید می‌شود؛ به عنوان مثال نقطه اشتعال بنزین حدود ۴۲- درجه سلسیوس است، بنابراین، بنزین در دمای معمولی دارای بخار قابل احتراق است. در حالی که نقطه اشتعال گازوئیل حدود ۱۲۰ درجه سلسیوس است. هر چه نقطه اشتعال بالاتر باشد، ذخیره‌سازی ماده آسان‌تر و خطرات کمتری هم دارد.

گازها، سیالات آتش‌گیر، مواد شیمیایی خطرناک مانند اسیدها و بازها و یا سیالاتی که از خود گازهای سمی منتشر می‌کنند می‌بایست درون مخازن در بسته نگهداری شوند.

نکات زیست  
محیطی



## ۱۱-۴- دسته بندی مخازن ذخیره



شکل ۱۳-۴ مخزن ذخیره‌سازی بدون سقف



شکل ۱۴-۴ مخازن استوانه‌ای کم فشار

برای دسته‌بندی مخازن معیارهای مختلفی وجود دارد از قبیل شکل هندسی (استوانه‌ای یا کروی)، نوع سیال (مایع یا گاز) و فشار بخار ماده. مخازن به صورت روباز و سقف‌دار ساخته می‌شوند. مخازن بدون سقف در صورتی استفاده می‌شوند که امکان ذخیره‌سازی ماده‌ای، مانند آب، در آن وجود داشته باشد. (شکل ۱۳-۴).

با توجه به فشار درون مخزن ذخیره‌سازی، مخازن به دو دسته کم فشار و تحت فشار دسته‌بندی می‌شوند که پرکاربردترین مخازن مورد استفاده در صنایع هستند. مخازن کم فشار به صورت مخازن استوانه‌ای عمودی یا افقی ساخته می‌شوند (شکل ۱۴-۴). مخازن تحت فشار به صورت ظروف استوانه‌ای و کروی ساخته می‌شوند و برای ذخیره‌سازی ترکیباتی استفاده

می‌شوند که تحت فشار مایع قرار دارند. (شکل ۱۵-۴).



۴-۱۵ مخازن تحت فشار

برای حجم‌های کم از مخازن استوانه‌ای افقی، و برای حجم‌های زیاد از مخازن استوانه‌ای عمودی و یا کروی استفاده می‌شود. مایعاتی که دارای فشار بخار پایین هستند، یعنی در فشارهای پایین به بخار تبدیل می‌گردند، در مخازن استوانه‌ای عمودی و فشار پایین ذخیره‌سازی می‌گردند. در حالی که برای ذخیره‌سازی پروپان، بوتان، و گازهای مایع<sup>۱</sup> که در فشار اتمسفریک بخار می‌شوند می‌بایست از مخازن کروی و تحت فشار استفاده نمود.

مخازن ذخیره‌سازی مایع فشار پایین به دو نوع عمده مخازن سقف ثابت و مخازن سقف شناور تقسیم‌بندی می‌گردند.

### مخازن سقف ثابت

سقف این نوع مخازن می‌تواند به‌صورت مخروطی و یا گنبدی باشد که به بدنه مخزن جوش شده‌اند (شکل ۱۵-۴).

فیلم مربوط به مخازن سقف ثابت را مشاهده کنید و در رابطه با نحوه عملکرد این نوع مخزن بحث کنید .



این نوع مخازن در صنایع کاربرد زیادی دارند؛ زیرا بیشتر محصولات دارای فشار بخار پایین هستند و در دمای محیط به‌صورت مایع باقی می‌مانند. مواد شیمیایی مانند محلول‌های سدیم هیدروکسید (NaOH)، آب، هیدروکربن‌های دارای فشار بخار پایین (مثل گازوئیل)، در این نوع مخازن ذخیره‌سازی می‌شوند.

۱- Liquefied Petroleum Gas(LPG)



۴-۱۶ مخازن سقف ثابت، سمت راست: سقف گنبدی. سمت چپ: سقف مخروطی

انتخاب قطر و ارتفاع این مخازن به ظرفیت مورد نیاز برای ذخیره‌سازی و میزان فضای در دسترس برای نصب، بستگی دارد.

در مورد کاربرد، مزایا و معایب مخازن با سقف مخروطی و گنبدی گزارش تهیه نموده و در کلاس ارائه دهید.

فعالیت  
آزمایشگاهی



## مخازن سقف شناور

در این نوع مخازن، سقف مخزن به صورت شناور روی سطح مایع قرار دارد و با بالا و پایین رفتن سطح مایع، سقف نیز حرکت می‌کند و با حرکت سقف روی سطح مایع از تبخیر بیشتر مایع جلوگیری می‌شود.

فیلم مربوط به مخازن سقف شناور را مشاهده کنید و در رابطه با نحوه عملکرد این نوع مخزن بحث کنید.

فیلم



۴-۱۷ مخازن سقف شناور بیرونی

این نوع مخازن برای ترکیباتی که دارای نقطه اشتعال پایین یا فشار بخار بالا هستند، مثل بنزین، کاربرد دارند. این نوع مخازن به دو صورت مخازن سقف شناور بیرونی (شکل ۴-۱۷) و سقف شناور درونی (شکل ۴-۱۷) استفاده می‌شوند.



۴-۱۸ مخازن سقف شناور درونی

در مخازن سقف شناور بیرونی، سقف در معرض هوای آزاد قرار دارد و در صورت بارش باران و برف، روی سقف قرار می‌گیرند. در این حالت می‌بایست مسیر تخلیه روی سقف تعبیه گردد تا آب باران و همچنین آبی که برای شست‌وشوی سقف استفاده می‌شود، از طریق لوله‌هایی به روی زمین هدایت گردد.

در صورتی که استفاده از سقف شناور بیرونی با مشکل مواجه باشد، می‌بایست از مخازن سقف شناور درونی استفاده نمود. در این مخازن، همان‌گونه که در شکل ۴-۱۸ مشاهده می‌شود، سقف شناور روی سطح مایع قرار دارد و یک سقف دیگر روی بدنه مخزن تعبیه می‌شود تا از انباشت بار اضافی روی سقف شناور جلوگیری شود.

### انتخاب نوع مخزن

بر اساس روش طراحی مخازن مورد استفاده شرکت‌های طراحی، نوع مخزن به نقطه اشتعال و قطر مخزن ذخیره‌سازی بستگی دارد. در جدول زیر نحوه انتخاب مخزن بر اساس معیارهای ذکر شده ارائه شده است.

جدول ۴-۱ راهنمای انتخاب مخزن ذخیره‌سازی مایعات

قطر مخزن (بر حسب متر)				نقطه اشتعال ماده
۴۲ - ۷۲	۲۲/۵ - ۳۹	۱۵ - ۲۰	۳ - ۱۲/۵	کمتر از ۲۱°C
مخزن سقف شناور بیرونی	مخزن سقف ثابت مخروطی یا گنبدی با فشار پایین / مخزن سقف شناور بیرونی (ترجیحاً)	مخزن سقف ثابت مخروطی یا گنبدی با فشار بالا و یا پایین / مخزن سقف شناور درونی یا بیرونی	مخزن سقف ثابت مخروطی با فشار بالا و یا پایین	بین ۲۱°C و ۵۵°C
مخزن سقف ثابت مخروطی یا گنبدی اتمسفریک (تا قطر ۶۰ متر)	مخزن سقف ثابت مخروطی یا گنبدی اتمسفریک		مخزن سقف ثابت مخروطی اتمسفریک	بیشتر از ۵۵°C

به عنوان مثال، برای ذخیره‌سازی گازویلی که دارای نقطه اشتعال بیش از  $55^{\circ}\text{C}$  در مخزنی که دارای قطر ۱۷ متر است، بهتر است از مخزن سقف ثابت مخروطی یا گنبدی با فشار اتمسفریک استفاده شود.

اگر مخزن مورد نیاز برای ذخیره سازی بنزین دارای قطر ۲۵ متر باشد، چه نوع مخزنی مناسب است؟

پرسش



### اندازه‌گیری نقطه اشتعال

به منظور اندازه‌گیری نقطه اشتعال، متناسب با نوع ماده نفتی، دستگاه‌های مختلفی وجود دارد؛ به طور کلی برای ترکیبات سبک، نمونه در یک ظرف سربسته الف و برای ترکیبات سنگین‌تر در یک ظرف سرباز ب و ج حرارت داده می‌شود.

فعالیت  
آزمایشگاهی



در مورد انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری نقطه اشتعال و کاربرد آن‌ها برای مایعات نفتی خاص تحقیق کرده و نتایج را در جدول زیر ارائه نمایید.

تحقیق



بعضی از انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری نقطه اشتعال و کاربرد آنها

نوع ظرف	نام دستگاه	مناسب فراورده‌هایی نظیر
بسته		
باز		



الف) ظرف سربسته



ب) دستگاه (اتوماتیک) روباز



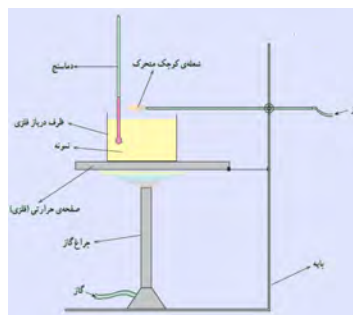
ج) دستگاه روباز

## اجزای دستگاه تعیین نقطه اشتعال:

ساده‌ترین نوع این دستگاه ظرف سرباز کلیولند است. شکل‌های (الف) شماتیک، و (ب) تصویر واقعی آن را نشان می‌دهد.



(ب)



(الف)

- ظرف (فنجان) در باز فلزی به ارتفاع حدود  $3/3$  سانتیمتر و قطر حدود  $6/8$  سانتیمتر؛
- صفحه حرارتی فلزی که ظرف در باز بر روی آن و شعله در زیر آن قرار می‌گیرد؛
- شعله کوچک که اندازه آن از شعله کبریت کوچکتر است و می‌توان به آسانی آن را از روی سطح نمونه (ظرف در باز) عبور داد. با استفاده از گاز به عنوان سوخت و لوله بلندی که قطر دهانه آن حدود  $0/8$  میلیمتر باشد، این شعله کوچک و متحرک ساخته می‌شوند؛
- منبع حرارتی که می‌تواند یک گرم‌کن الکتریکی یا شعله گاز باشد. در هر حالت، نباید شعله آنقدر بالا بیاید که به اطراف ظرف در باز برسد. بدین ترتیب که در صورت استفاده از چراغ گازی، شعله باید صفحه حرارتی را داغ کند. استفاده از گرم‌کن الکتریکی قابل تنظیم ترجیح داده می‌شود؛
- دماسنج جیوه‌ای با محدوده دمایی مناسب (حدود  $0^{\circ}\text{C}$  تا  $400^{\circ}\text{C}$ )؛
- پایه و گیره مناسب برای نگهداری صفحه حرارتی و ظرف (فنجان) که بر روی آن قرار می‌گیرد.

## شرح کار با دستگاه نقطه اشتعال:

اندازه‌گیری نقطه اشتعال به دو روش انجام می‌شود: ظرف سرباز و ظرف سربسته. در تجهیزات سرباز نمونه را درون ظرف سربازی ریخته و حرارت می‌دهند و هر چند درجه یکبار، شعله‌ای را از روی سطح آن عبور می‌دهند. نقطه اشتعال اندازه گرفته شده در حقیقت با تغییر ارتفاع شعله از سطح مایع متفاوت خواهد شد. معروف‌ترین نمونه این دستگاه مدل «سرباز کلیولند» است. در نوع «سربسته» منبع احتراق را در فضای در بسته‌ای مهیا می‌کنند که مایع را در آن ریخته‌اند. در حالت عادی دستگاه‌های سربسته مقادیر پایین‌تری را نسبت به نوع سرباز نشان می‌دهند (نوعاً بین ۵ تا ۱۰ درجه سیلیسوس).



در انجام این آزمایش باید کلیه نکات ایمنی رعایت شود:

- ۱) دستگاه در محلی مطمئن و دور از مواد قابل اشتعال (حتماً در زیر هواکش کارگاه) قرار گیرد؛
- ۲) برای این که هود به طور مناسب عمل کند، از باز بودن مسیر جریان هوا در داخل هود اطمینان حاصل کنید؛
- ۳) استفاده از لوازم ایمنی (ماسک، دستکش و عینک) الزامی است.

### روش کار:

۱) ابتدا ظرف مخصوص (فنجان) را با حلال مناسب شست و شو دهید، سپس ظرف را از نمونه (روغن موتور) پر کنید، به گونه‌ای که سطح مایع حدود یک سانتیمتر پایینتر از لبه ظرف باشد. (تاخط نشانه ظرف پر کنید). اگر مقدار نمونه‌ای که داخل ظرف ریخته می‌شود، بیش از مقدار تعیین شده باشد، حتماً اضافی آن را خارج کنید؛

۲) دماسنج باید به شکل عمودی در داخل نمونه قرار گیرد. هنگامی که مطمئن شدید دستگاه آماده است و کلیه اتصالات محکم شده است، حرارت دادن به نمونه را آغاز کنید. توصیه می‌شود شدت حرارت به گونه‌ای باشد که در ابتدا در هر دقیقه  $15^{\circ}\text{C}$  دمای نمونه افزایش یابد. وقتی که دمای نمونه به حدود  $50^{\circ}\text{C}$  کمتر از نقطه اشتعال تخمینی رسید، شدت حرارت را کاهش داده، به گونه‌ای که در هر دقیقه  $5^{\circ}\text{C}$  درجه به دمای نمونه اضافه شود.

۳) از حدود  $30^{\circ}\text{C}$  پایین‌تر از نقطه اشتعال تخمینی، با افزایش هر  $2^{\circ}\text{C}$  یک بار شعله را از روی سطح نمونه عبور دهید. مدت زمانی که شعله روی سطح روغن قرار می‌گیرد، نباید از حدود یک ثانیه تجاوز کند؛

در صورتی که تخمینی از حدود نقطه اشتعال نمونه ندارید، می‌تواند از همان ابتدا به آهستگی نمونه را حرارت دهید. بدین ترتیب که در هر دقیقه  $5^{\circ}\text{C}$  دما را افزایش داده و با افزایش هر  $2^{\circ}\text{C}$  یک بار شعله را از روی نمونه عبور دهید؛

۴) هنگامی که یک جرقه یا احتراق آنی و خفیف (فلاش) در سطح نمونه ظاهر شد، دما را یادداشت کنید. برای افزایش اطمینان از نتایج آزمایش،  $2^{\circ}\text{C}$  از این عدد کم کنید. این دما نقطه اشتعال نمونه مورد آزمایش (مثلاً روغن موتور) است.

۵) برای تعیین نقطه اشتعال احتراق، حرارت دادن را به همان شکل ادامه دهید، به ترتیبی که هر یک دقیقه حدود  $5^{\circ}\text{C}$  به دمای نمونه افزوده شود و با افزایش هر  $2^{\circ}\text{C}$  شعله کوچک را به سطح نمونه نزدیک کنید. هنگامی که بخارات سطح نمونه آتش گرفت و شعله‌های آن حداقل برای ۵ ثانیه ادامه یافت، دما را یادداشت کنید. برای افزایش اطمینان به نتایج آزمایش  $2^{\circ}\text{C}$  از آن کم کنید. این دما نقطه اشتعال نمونه را نشان می‌دهد.





مقدار اندازه‌گیری شده نقطه اشتعال متناسب نوع دستگاه، کاهش و افزایش دما (در مدل‌های خودکار)، زمان تخصیص داده شده، حجم نمونه و حتی هم زدن آن، نتیجه‌های متفاوتی خواهد داشت؛ لذا ضروری است که طبق استاندارد مرتبط با آن آزمایش انجام شود.

در صورتی که نمونه مشتعل شد و شعله‌های آن خاموش نشود، یک درپوش فلزی بر روی ظرف قرار دهید تا با نرسیدن هوا به نمونه شعله خاموش شود. فوراً حرارت دادن را قطع کرده اجازه دهید دستگاه خنک شود.

طبق تعریف، نقطه اشتعال و نقطه احتراق در فشار ۷۶۰ mmHg تعریف شده‌اند. به همین منظور فشار کارگاه را اندازه‌گیری کرده و با استفاده از روابط زیر دماها را تصحیح کنید:

$$F = P - 0.3 \times (760 - P) \quad (\text{°C})$$

$$C = (760 - P) \times 0.3 + F \quad (\text{°C})$$

$$P = \text{فشار کارگاه بر حسب میلی متر جیوه}$$



- حرارت دادن مواد نفتی باید با دقت کامل و رعایت کلیه مسائل ایمنی انجام شود؛
- به هیچ عنوان در دستگاه کلیولند ترکیبات سبک نظیر بنزین را آزمایش نکنید؛
- برای اندازه‌گیری نقطه اشتعال ترکیبات سبک، باید از ظروف در بسته استفاده کرد.

## ۱۲-۴-ایمنی و کار با مخازن ذخیره

برای هر مخزن ذخیره ادوات و تجهیزات زیر لازم و ضروری هستند:

**دریچه آدم رو:** هر مخزن ذخیره می‌بایست دارای دریچه آدم‌رو باشد تا برای پاک‌سازی و تعمیرات از طریق آن وارد مخزن شد (شکل ۱۹-۴). تعداد این دریچه‌ها برای بدنه و سقف به قطر مخزن بستگی دارد؛ به عنوان مثال، یک دریچه آدم‌رو در سقف برای مخازن تا قطر ۲۰ متر، و دو دریچه برای قطر بالاتر از ۲۰ متر الزامی است.



شکل ۱۹-۴- دریچه آدم رو مخزن



هنگام ورود به مخزن، مطمئن باشید که جریان هوا درون مخزن برقرار است، به عنوان مثال باید چند دریچه آدم رو باز باشد تا هوا درون مخزن جریان یابد. تا هنگام فعالیت درون مخزن با مشکلات تنفسی مواجه نشوید.



شکل ۲۰-۴ ارتفاع سنج مغناطیسی روی مخزن

**ارتفاع سنج مایع<sup>۱</sup>:** برای اطلاع از ارتفاع مایع درون مخزن، از ارتفاع سنج استفاده می‌شود که پرکاربردترین آنها ارتفاع سنج مغناطیسی، ارتفاع سنج راداری و ارتفاع سنج مافوق صوت است. در شکل ۲۰-۴ یک ارتفاع سنج مغناطیسی نشان داده شده است.

**شیر خلأ شکن<sup>۲</sup>:** در شرایطی که به علت کاهش ارتفاع مایع، فشار درون مخزن کاهش یابد، ممکن است مخزن دچار آسیب شود. در این حالت شیر خلأ شکن باز شده و هوا وارد مخزن می‌شود و خلأ از بین می‌رود.

فیلم عملکرد شیر خلأ شکن را مشاهده نمایید و در مورد نحوه عملکرد آن بحث کنید.



شکل ۲۱-۴ دیسک شکست

**دیسک شکست<sup>۳</sup>:** دیسک شکست قسمتی از سقف مخزن است که ضعیف‌تر از سایر قسمت‌های سقف ساخته می‌شود. اگر به هر دلیلی فشار مخزن ذخیره‌سازی بالا یا پایین رود و شیر اطمینان عمل نکند، دیسک شکست پاره شده و فشار درون مخزن به حالت عادی برمی‌گردد (شکل ۲۱-۴).

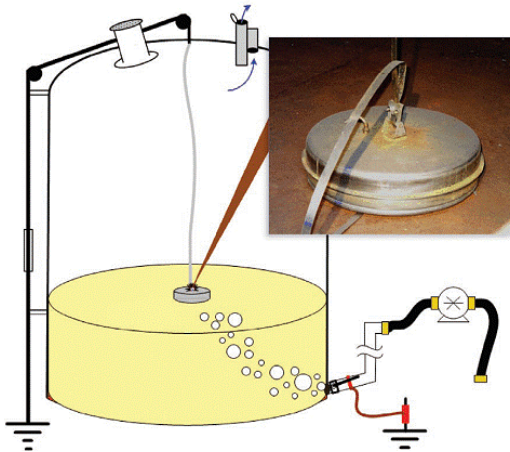
فیلم‌های عملکرد دیسک شکست و ملاحظات نگهداری آن را مشاهده نمایید و در مورد نحوه عملکرد آن بحث کنید.



- ۱-Level Gauge
- ۲-Vacuum Breaker Valve
- ۳-Rupture Disk

توجه به موارد زیر از نظر ایمنی برای مخازن الزامی است:

**رنگ مخزن‌ها:** برای کاهش جذب انرژی تابشی آفتاب و همچنین جذب گرما از محیط، مخزن‌های محصولات سبک و میان تقطیر مانند بنزین، نفت سفید و گازوئیل به رنگ سفید، رنگ آمیزی می‌شود. در این حالت دمای مایع درون مخزن تغییر چندانی نخواهد داشت و در نتیجه مقدار تبخیر مایع کاهش می‌یابد.



شکل ۴-۲۲ تخلیه الکتریسیته ساکن مخزن به زمین

**خطر الکتریسیته ساکن در مخزن:** هنگام انتقال مواد نفتی و قابل احتراق، اصطکاک مایعات هنگام جریان در خط لوله و پخش شدن مایعات به قطرات کوچک، باعث بارور شدن مخزن می‌گردند. در این حالت، حتی جرقه کوچکی در حضور بخارات نفتی و هوای موجود درون مخزن باعث ایجاد انفجار و آتش‌سوزی می‌شود. به همین علت می‌بایست مخزن‌ها با سیم به زمین متصل گردد تا بار الکتریسیته ساکن از مخزن به زمین هدایت شود (شکل ۴-۲۲).



شکل ۴-۲۳ تخلیه الکتریسیته ساکن بدنه مخزن به زمین

همان‌گونه که در شکل ۴-۲۲ مشخص است، نصب یک وسیله فلزی ساده روی سقف مخزن و اتصال آن به زمین باعث تخلیه بار تجمع شده در مخزن می‌گردد. اتصال بدنه مخازن به زمین در شکل ۴-۲۳ نشان داده شده است.



برای تخلیه الکتریسیته ساکن در مخازن سقف شناور، نوع دیگری از اتصالات استفاده می‌شود که در شکل ۴-۲۴ نشان داده شده است.

شکل ۴-۲۴ تخلیه الکتریسیته ساکن در مخزن سقف شناور

با توجه به اینکه در مخازن سقف شناور، سطح مایع در تماس با سقف است، اصطکاک ایجاد شده بین مایع و سقف باعث تجمع بار الکتریکی در سقف می‌گردد و به همین دلیل بار الکتریکی سقف از طریق سیم به بدنه و سپس به زمین منتقل می‌گردد.



**جریان‌های باد:** طراحی مخزن باید به گونه‌ای باشد که در مقابل نیرویی که جریان باد به دیواره مخزن وارد می‌کند، مقاومت داشته باشد. شکل ۴-۲۵ را مشاهده کنید، وزش باد شدید می‌تواند ساختار مخزن را دگرگون کند.

شکل ۴-۲۵ آسیب دیدن مخزن به دلیل وزش باد

## ارزشیابی شایستگی فصل راکتور و مخازن

### شرح کار:

- چگونگی استفاده از تجهیزات کارگاهی را بدانند و کار داده شده را با دقت انجام دهد؛
- هنگام کار مراقب باشد که دستگاه صدمه نبیند؛
- پس از انجام کار وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد.

### استاندارد عملکرد:

- توانایی اندازه گیری سرعت واکنش ، راکتورهای شیمیایی و کار با مخازن ذخیره طبق دستورالعمل

### شاخص ها:

- رعایت مسایل ایمنی در حین کار؛
- انجام کار طبق دستورالعمل.

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه و آزمایشگاه      زمان : یک جلسه آموزشی .  
 ابزار و تجهیزات: تجهیزات آزمایشگاهی ، راکتور ، خازن ذخیره مایع، وسایل ایمنی شخصی

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین سرعت واکنش های شیمیایی	۲	
۲	کار با راکتورهای شیمیایی	۱	
۳	کار با مخازن ذخیره	۱	
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- ایمنی : انجام کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسائل ایمنی شخصی؛ ۲- نگرش: ۳- توجهات زیست محیطی : جلوگیری از صدمه زدن به محیط زیست از طریق انجام کار بدون ریخت و پاش؛ ۴- شایستگی های غیرفنی: ۱- اخلاق حرفه ای، ۲- مدیریت منابع، ۳- محاسبه و کاربست ریاضی، ۴- مستندسازی: گزارش نویسی.	۲	
<b>میانگین نمرات</b>			*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.