

## پودمان ۵

# خدمات ایمنی در آزمایشگاه شیمی



کنترل و تعویض کپسول‌های گازهای مصرفی و جمع‌آوری و نظارت بر امحای مواد زائد آزمایشگاهی، یکی از وظایف مسئولان آزمایشگاه‌های مراکز آموزشی، تحقیقاتی و صنعتی است.

## واحد یادگیری ۵

### کار با کپسول‌های گاز

#### مقدمه

شناسایی انواع کپسول‌های گازی، انبارداری، حمل‌ونقل صحیح و ایمن کپسول‌های گازی، باز و بسته کردن شیر تنظیم، شیر کپسول و شیرهای خط جریان و در نهایت، تخلیه گاز خط جریان به محیط ایمن از جمله مواردی هستند که برای هر فردی که با کپسول‌های گاز کار می‌کند، ضروری است.

در این بخش نحوه چیدمان کپسول‌ها در انبار و آزمایشگاه، انواع تسمه‌های نگهدارنده کپسول‌های گازی، انواع تجهیزات حمل‌ونقل کپسول، روش صحیح و ایمن انتقال کپسول‌ها از انبار به آزمایشگاه و کارگاه، انواع علائم و رنگ‌های مرتبط با شناسایی گاز موجود در کپسول آزمایشگاهی، آشکارسازهای گازهای سمی و آتشگیر، انواع شیرهای تنظیم<sup>۱</sup> و موارد استفاده آنها، انواع خطرات کار با سامانه‌های تحت فشار توضیح داده شده است و همچنین در این آموزش‌ها سعی شده است تا حد امکان از تخلیه گازهای سمی و آلوده‌کننده محیط زیست پیشگیری شود.

#### استاندارد عملکرد

تعویض کپسول‌های خالی و جداکردن اتصال آنها و جایگزین کردن آنها با کپسول‌های پر و بستن کپسول جدید بدون نشتی و به شکل ایمن.

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان به شایستگی‌های زیر دست می‌یابند:

#### شایستگی‌های فنی:

- ۱ کپسول‌های گازی را به‌طور صحیح و ایمن انبارداری کنند.
- ۲ حمل‌ونقل صحیح و ایمن کپسول‌های گازی را انجام دهند.
- ۳ انواع کپسول‌های گازی را شناسایی کنند.
- ۴ شیر تنظیم گاز، شیر کپسول و شیرهای خط جریان را باز و بسته کنند.
- ۵ تخلیه گاز خط جریان را انجام دهند.

#### شایستگی‌های غیرفنی:

- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم، و به موقع، وقت‌شناسی، انجام وظایف و کارهای سپرده شده، پیروی از قوانین آزمایشگاهی؛
- ۲ مدیریت منابع: مدیریت مؤثر زمان، استفاده از مواد و تجهیزات با روش‌های صحیح؛
- ۳ کار گروهی: حضوری فعال در فعالیت‌های گروهی؛ انجام کارها و وظایف سپرده شده؛
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت‌های آزمایشگاهی.




## ۱-۵- کپسول‌های گازی تحت فشار

یک گاز تحت فشار به هر ماده یا مخلوطی گفته می‌شود که در دمای ۲۰ درجهٔ سلسیوس با فشار مطلق ۲۸۰ kPa (۴۰/۶ psi) یا بیشتر درون ظروف مخصوصی وارد شده باشد. کاربرد روزافزون از گازهای تحت فشار در آزمایشگاه‌ها و صنایع، موجب شده افراد و تجهیزات بیش از پیش در معرض خطر انرژی نهفته در این گازها قرار گیرند و ریسک بروز حادثه و آسیب‌های ناشی از آنها افزایش یابد. انفجار مهیب کپسول‌های گاز در برخی محیط‌های علمی و تحقیقاتی همانند آزمایشگاه‌ها و بیمارستان‌ها و محیط‌های صنعتی نیز، نمونه‌ای از این حوادث است. متأسفانه، گاهی دیده می‌شود نگهداری، جابه‌جایی و نیز شارژ مجدد این کپسول‌ها به روش‌های غیرایمن صورت می‌گیرد در نتیجه، افزایش ریسک دور از انتظار نخواهد بود.

خطر کاربرد گازهای تحت فشار به مراتب بیش از مواد مایع و جامد است. کپسول‌های گاز با توجه به نوع محتوای آنها می‌توانند سمی، اشتعال‌پذیر، خورنده، اکسیدکننده، خنثی و گاهی دارای چند نوع خطر هم‌زمان باشند. علاوه بر خطرات شیمیایی، حجم زیاد گاز فشرده‌شده در کپسول دارای فشار بسیار بالایی است و این قابلیت را دارد که مانند یک موشک عمل کرده و پرتاب شود، بنابراین جا به جا نمودن، تعویض و نگهداری این کپسول‌ها باید در نهایت دقت انجام شود.

جدول زیر، چهار گروه اصلی از گازها را نشان می‌دهد. طبقه‌بندی گازها براساس خصوصیات فیزیکی گازها و الزامات انبار داری، حمل‌ونقل و استفاده از گاز است.

جدول ۱-۵- طبقه‌بندی گازها

لوزی خطر	گروه	مثال
	گاز اشتعال‌پذیر (گازی که در هوا و در فشار ۱۰/۳ کیلوپاسکال مطلق خواهد سوخت)	گازهای استیلن، هیدروژن؛ گاز فشرده مایع شده (LPG)
	گاز اشتعال‌ناپذیر و غیرسمی (گازی که غیرقابل اشتعال، غیرسمی، غیراکسیدکننده بوده و نسبت به واکنش شیمیایی در شرایط معمولی مقاوم است)	هوای فشرده، نیتروژن، آرگون، کربن دی‌اکسید، هلیوم
	گاز اکسیدکننده با خطر کم (باعث حذف هیدروژن از ترکیبات شده و با الکترون را از ترکیبات می‌گیرد)	اکسیژن، نیتروژن اکسید، گاز مخلوط (۵۰٪ اکسیژن و ۵۰٪ نیتروژن اکسید)
	گاز سمی (از لحاظ سلامتی برای انسان خطرناک است)	متیل برمید، آمونیاک، گاز کلر



چرا کپسول‌های گازی در آزمایشگاه‌ها و صنایع کاربرد بالایی دارند؟

### نگهداری و انبارداری کپسول‌های گازی تحت فشار



موارد مهم در چیدمان و نگهداری کپسول‌های گازی به صورت زیر است:  
کپسول‌ها را همواره به حالت ایستاده نگه‌داری نموده و با اتصالات مناسب (زنجیر یا تسمه چرمی) و در بالای مرکز ثقل به اشیای ثابت یا دیوار محکم کنید. هرگز کپسول‌ها را در وسط انبار یا کارگاه یا آزمایشگاه رها نکنید و از بستن کپسول‌ها به میزکار و دیگر محل‌هایی که امکان دارد به‌عنوان بخشی از یک مدار الکتریکی واقع شود اجتناب نمایید. شکل (۱-۵) انواع تسمه‌ها و یا کمربندهای ایمنی کپسول‌های گازی را نشان می‌دهد.



نگهدارنده فلزی کپسول

نگهدارنده فلزی زنجیری  
برای چندین کپسول

نگهدارنده چرمی کپسول

نگهدارنده چرمی کپسول

شکل ۱-۵- انواع تسمه‌ها یا کمربندهای ایمنی کپسول‌های گازی

### نکات مهم در رابطه با نگهداری کپسول‌های گازی

- از افتادن، پرتاب شدن و برخورد شدید کپسول‌های گاز و غلتیدن آنها در هنگام نگهداری، حمل و کاربرد پیشگیری نمایید.  
- گازهای مختلف را به صورت جداگانه و در محل خاص خود قرار دهید و براساس نوع گاز گروه‌بندی نمایید. به عنوان مثال، گازهای اشتعال‌پذیر را نباید در مجاورت گازهای اکسیدکننده قرار داد.  
- کپسول‌های گاز استیلین را همواره در حالت ایستاده نگهداری نمایید. در صورتی که کپسول‌های گاز برای مدت طولانی به حالت افقی نگه داشته شده، نباید آن را تا ۲۴ ساعت مورد استفاده قرار داد.  
- کپسول‌های گاز را در محلی خشک، سرد، کاملاً تهویه شونده (هم از بالا و هم از کف) و دور از مواد قابل اشتعال، شعله و جرقه نگهداری نمایید. توجه داشته باشید که دمای محل نگهداری نباید بیش از ۵۲ درجه سلسیوس باشد.



- کپسول‌های گازی اشتعال‌پذیر را تا حد امکان به وسیله یک دیوار مقاوم (با ارتفاع ۱/۵ متر و قابلیت ۳۰ دقیقه مقاومت در برابر آتش‌سوزی) و یا در فاصله حداقل ۶ متری از کپسول‌های اکسیژن و مواد اکسیدکننده قرار دهید.  
- هر کپسول دارای کلاهکی است که از دریچه خروج گاز در برابر آسیب‌های وارده محافظت می‌کند که در شکل مقابل نشان داده شده است.

بنابراین تا زمانی که کپسول در جایگاه امن و مناسب خود قرار نگرفته است و به دیوار یا یک میز زنجیر نشده است، از برداشتن کلاهک خودداری کنید.

- حتماً با برچسب زدن روی هر کپسول، گاز درون آن را مشخص کنید.

- هرگز اتصالاتی را که کارخانه سازنده شیرهای تنظیم روی آن تعبیه نموده با اتصالات سایر تجهیزات گازی جایگزین نکنید.

- کپسول‌هایی که برای مدت زمان بیشتر از ۳۶ ماه ذخیره شده‌اند، نباید استفاده شوند.

- کپسول‌ها باید از قرار گرفتن در شرایط محیطی که باعث خوردگی و زنگ‌زدگی آنها می‌شود، محافظت شوند.

- محل‌های ذخیره‌سازی باید طوری طراحی و تعبیه گردند که در صورت وقوع آتش‌سوزی، کپسول‌ها به راحتی از آنجا تخلیه گردند.

- کپسول‌ها نباید در نزدیکی آسانسورها، دستگاه‌های تهویه هوا و هر منفذی که سبب پخش شدن گاز به سایر مناطق ساختمان می‌شود، قرار داده شوند.

- در هنگام ذخیره‌سازی و یا انتقال کپسول‌ها، سرپوش روی آن باید به صورت محکم روی آن قرار داده شده باشد.

- کپسول‌های خالی را جدا از کپسول‌های پر نگهداری کنید و همواره مقداری فشار گاز درون آن باقی بگذارید تا از مکش هوا و ورود آلودگی و رطوبت به داخل کپسول و احتمال انفجار جلوگیری به عمل آید.

- کلیه کپسول‌های تحت فشار و حاوی گازهای قابل اشتعال و تجهیزات مربوطه باید اتصال الکتریکی به زمین داشته باشند.

- از تماس روغن، گریس و سایر مواد سوختنی با کپسول‌های اکسیژن و گازهای اکسیدکننده پیشگیری نمایید.

▶ نمایش فیلم تجهیزات نگهداری و حمل و نقل

پرسش ۱



با توجه به شکل‌های زیر کدام یک چیدمان صحیح کپسول‌های گازی را نشان می‌دهد. در موارد نادرست، علت را بیان کنید.



شکل ۳



شکل ۲



شکل ۱



شکل ۶



شکل ۵



شکل ۴

## حمل و نقل کپسول های گازی تحت فشار

پرسش ۲



کدام یک از شکل های زیر نحوه انتقال صحیح کپسول های گازی را نشان می دهد؟ در موارد نادرست دلایل آن را بیان کنید.



شکل ۴



شکل ۳



شکل ۲



شکل ۱

حمل و نقل کپسول های گازی تحت فشار به دو روش انجام می گیرد: حمل و نقل دستی و حمل و نقل با وسیله نقلیه

### حمل و نقل دستی کپسول های گازی

در حمل و نقل به روش دستی به نکات زیر باید توجه نمود:

- کپسول های گازی فشرده باید توسط افراد آموزش دیده انتقال داده شوند.
- در زمان حمل کپسول ها کفش ایمنی بپوشید، تا در صورت افتادن کپسول پای شما آسیب کمتری ببیند.
- قبل از حمل کپسول ها حتماً نمایشگر و شیر تنظیم آنها را باز و درپوش آنها را ببندید.
- از افتادن کپسول ها بر روی یکدیگر و روی زمین به شدت اجتناب نمایید.
- برای حمل و نقل کپسول ها از کشیدن آنها بر روی زمین، هل دادن و غلتاندن آنها صرف نظر کنید و از وسایل مخصوص جابه جا کردن کپسول ها که دارای کمر بند ایمنی هستند، استفاده کنید.
- در هنگام جابه جایی دقت داشته باشید که آسیبی به شیرها و دیگر اتصالات وارد نشود، همچنین از این لوازم (شیرها و اتصالات) برای حمل و نقل و بلند کردن استفاده نکنید.
- کپسول های اکسیژن یا متعلقات مربوط به آن را نباید با دست ها، دستکش ها و یا پارچه آلوده به روغن جابه جا نمود.
- در هنگام جابه جایی، شیر کپسول باید بسته باشد و شیلنگ ها به طور منظم و به شکل حلقه جمع آوری شده باشند.
- برای جابه جایی کپسول های بزرگ از گاری مخصوص که در شکل (۲-۵) نشان داده شده است، استفاده کنید و آنها را در حین انتقال به کمک گیره، تسمه و ابزارهای نگهدارنده تثبیت نمایید.
- برای انتقال کپسول ها به وسیله هر نوع بالابر مانند جرثقیل باید از سبد ویژه استفاده نمود و از به کار بردن طناب فلزی، زنجیر یا وسیله مغناطیسی برقی خودداری کنید.



شکل ۲-۵- وسایل نگهداری کپسول‌ها جهت حمل و نقل

نمایش فیلم حمل و نقل دستی

پرسش ۳

چرا یک کپسول گازی نباید روی زمین غلتانده شود؟

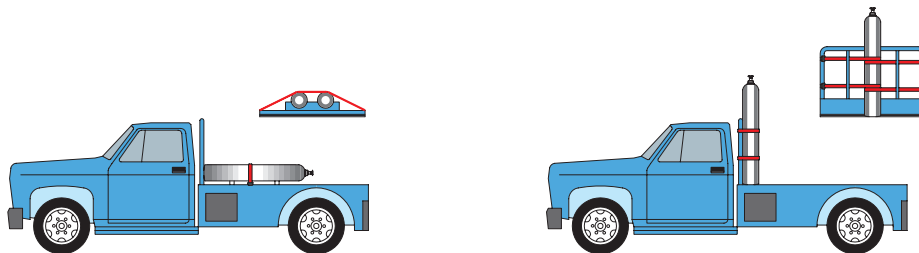


### حمل و نقل کپسول با وسایل نقلیه

- هنگام جابه‌جا کردن، بارگیری، تخلیه و حمل و نقل کپسول‌های پر و خالی گاز به وسیله کامیون‌ها و واگن‌ها باید دقت زیادی نمود تا از انداختن، افتادن یا نشستی آنها ممانعت شود. در ضمن کپسول‌ها را در وسایل مذکور باید به نحو اطمینان بخشی مهار نمود تا از برخورد به یکدیگر در حین جابه‌جایی جلوگیری شود.

- در وسایل نقلیه در محلی که کپسول‌های گاز تحت فشار و هیدروکربن‌های مایع شده بار شده است، کسی حق سوار شدن ندارد و این نوع وسایل نقلیه باید در روز به پرچم قرمز و در شب با چراغ قرمز دوار مجهز شوند.

- برای انتقال کپسول با خودرو، موارد ایمنی رعایت گردد و کپسول به صورت صحیح در پشت خودرو مطابق شکل (۳-۵) قرار گیرد.



شکل ۳-۵- نحوه قرار گرفتن صحیح کپسول‌های گازی در پشت وانت

- در صورت استفاده از آسانسور برای حمل و نقل کپسول‌های گاز فشرده حاوی گاز بسیار سمی، یک علامت روی آسانسور بزنید که دیگران از این آسانسور استفاده نکنند.

▶ نمایش فیلم حمل و نقل با وسیله نقلیه

آیا می‌توان به غیر از کپسول، مواد یا تجهیزات دیگری را در محل نگهداری کپسول‌ها، انبار کرد؟ در مورد پاسخ خود بحث کنید.

بحث گروهی ۱



پرسش ۴



در شکل زیر خطاهای موجود را بیان کنید.



بستن صحیح کمر بند ایمنی و حمل و نقل کپسول گازی

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱



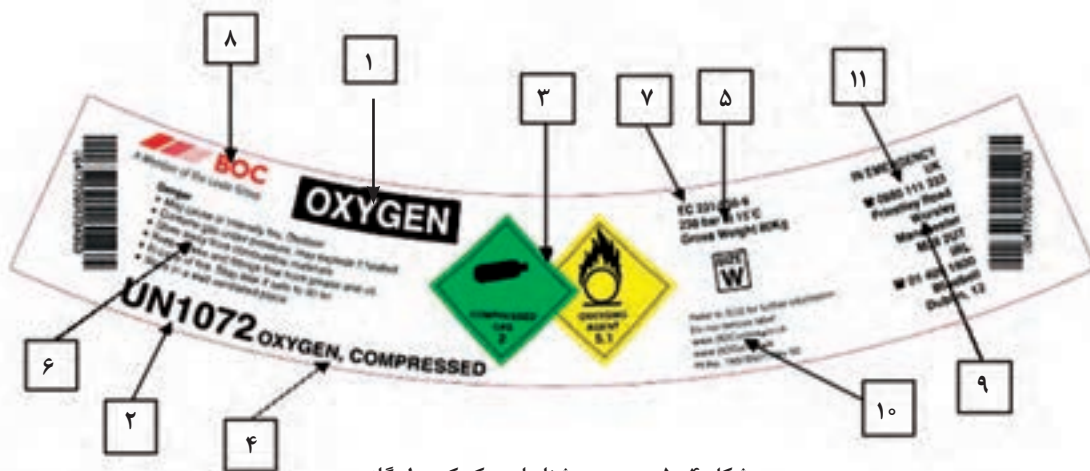
هنرجویان به محل‌های نگهداری کپسول‌ها (انبار) رفته و کپسول‌ها را با کمک تسمه‌های نگهدارنده بسته و با رعایت نکات ایمنی و به روش صحیح کپسول را روی وسیله مناسب قرار داده و تا محل کار (آزمایشگاه یا کارگاه) انتقال دهند.





### شیوه شناسایی کپسول‌های گازی

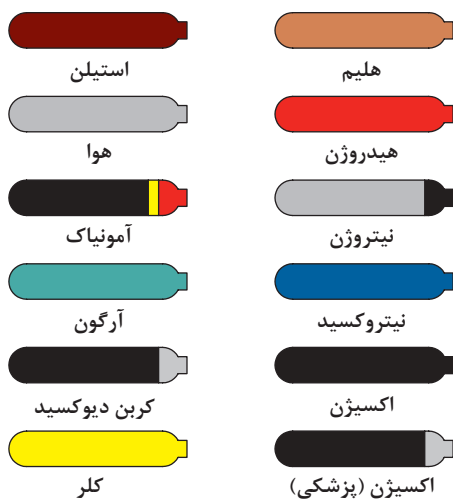
کپسول‌های تعیین شده برای حمل باید دارای برچسب شناسایی محتوا، مطابق با مقررات و استانداردهای ملی یا بین‌المللی باشند. برچسب شناسایی باید در حین پرکردن کپسول بر روی آن نصب شود و در هنگام حمل و نقل و تحویل به کاربر و در حین استفاده، قابل رؤیت باشد. اولین و تنها شناسه صحیح محتوای کپسول، برچسب کپسول است (به استاندارد ملی ایران ۸۲۴۰ رجوع شود).



شکل ۴-۵- برچسب شناسایی یک کپسول گازی

### بیشتر بدانید

- ۱ نام گاز (در صورتی که با نام گاز در حمل و نقل یکی باشد حذف می‌شود).
- ۲ اعداد استاندارد بین‌المللی که هر عدد نشانگر روش جابه‌جایی، نگهداری و استفاده از گاز و سیلندر آن است.
- ۳ برچسب لوزی خطر بر اساس طبقه‌بندی گازها
- ۴ نام گازی که انتقال داده می‌شود (در اینجا گاز اکسیژن فشرده شده).
- ۵ مقدار و فشار گاز پر شده سیلندر در شرایط استاندارد
- ۶ ریسک و خطرات مربوط به ایمنی گاز درون سیلندر (کاربران نباید به این اطلاعات اکتفا کنند و می‌بایست حتماً به MSDS گاز مراجعه و آن را مطالعه کنند).
- ۷ EC Number (شماره کمیسیون اروپایی که هر کدام از تولیدکنندگان گاز، کد گاز مخصوص خود را دارند).
- ۸ نام شرکت ارائه‌دهنده سیلندر گازی
- ۹ آدرس مربوط به شرکت ارائه‌دهنده سیلندر گازی
- ۱۰ اطلاعات اضافی شرکت
- ۱۱ شماره تلفن شرکت



شکل ۵-۵- طبقه‌بندی رنگ کپسول‌ها

برای هر گاز معین رنگ خاصی در نظر گرفته شده‌است که رنگ‌ها و گازهای مربوط به آنها را در شکل (۵-۵) مشاهده می‌کنید.

### رنگ‌های مرتبط با شناسایی مواد درون کپسول‌های گازی تحت فشار

جهت تشخیص محتوا یا خطرات گاز و امکان تفکیک بهتر کپسول‌ها در عملیات جابه‌جایی، کپسول‌ها را با رنگ‌های کدبندی‌شده، رنگ‌آمیزی می‌کنند. رنگ‌های کدبندی شده باید مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴ باشد. کاربرد، باید با خواندن برچسب کپسول، صحیح بودن گاز مورد درخواست خود را تصدیق کند. کپسول‌هایی که دارای برچسب شناسایی خوانایی نباشند یا دارای بیش از یک برچسب شناسایی متفاوت باشند، نباید مورد استفاده قرار گیرند. این کپسول‌ها باید به‌صورت استفاده نشده و با توضیحات مناسب به فروشنده ارجاع داده شوند.

طبقه‌بندی رنگ کپسول بر اساس نام گاز: در این طبقه‌بندی

### طبقه‌بندی رنگ کپسول بر اساس میزان خطر

جدول ۲-۵- جدول طبقه‌بندی رنگ کپسول‌ها براساس نوع و میزان خطر

نوع گاز	کد رنگ کپسول	شمایی از کپسول	مثال
گازهای سمی و خورنده	زرد		آمونیاک - کلر - فلوئور - کربن مونوکسید - گوگرد دیوکسید
گازهای اشتعال‌پذیر	قرمز		هیدروژن - متان - اتیلن
گازهای اکسیدکننده	آبی روشن		اکسیژن - نیتروژن اکسید
گازهای بی‌اثر	سبز روشن		هوای فشرده - نئون

## ۲-۵- آشکارسازها

فکر کنید ۱



هیدروژن با شعله‌ای تقریباً نامرئی می‌سوزد. در صورت نداشتن آشکارساز گاز هیدروژن، چگونه می‌توان فهمید که کپسول هیدروژن دارای نشتی است و در محیط در حال سوختن است؟

### آشکارسازهای گازی

آشکارسازهای گازی تجهیزاتی هستند که به منظور شناسایی و پایش<sup>۲</sup> گازهای سمی، اشتعال پذیر و انفجار، گازهای اکسیدکننده و به طور کلی گازهای خطرناک استفاده می‌شوند. دستگاه‌های گازسنج مجهز به سامانه‌های اعلان و اخطار دیداری و شنیداری (صوتی) هستند و در برخی از مدل‌ها (قابل حمل یا پرتابل) از لرزاننده (ویبراتور<sup>۳</sup>) نیز برای اعلان خطر به کاربران استفاده می‌شود.



شکل ۶-۵- آشکارساز چهار گاز

انواع آشکارسازها: آشکارسازها به دو دسته ثابت<sup>۴</sup> و قابل حمل<sup>۵</sup> طبقه بندی می‌گردند که هر یک ویژگی‌های خود را داشته و در کاربری‌های متناسب مورد استفاده قرار می‌گیرند. آشکارسازهای ثابت در محل مربوطه نصب شده و خروجی خود را از طریق کابل یا به صورت بی‌سیم به صفحه کنترل کننده ارسال می‌کنند و نوع قابل حمل نیز جهت به وجود آوردن امنیت بیشتر برای افرادی که قصد حرکت در محل‌هایی را دارند که در آنها امکان خطر نشت انواع گازهای سمی یا اشتعال پذیر وجود دارد، استفاده می‌شود.

آشکارسازهای گاز نیز بسته به انواع گازهای موجود در محل می‌توانند میزان یک تا چند گاز را شناسایی کرده و در صفحه نمایشگر خود نشان دهند و در صورت لزوم به شخص حمل کننده اعلان خطر کنند. شایان ذکر است به منظور آشکارسازی هر گاز، نیاز به یک حسگر جداگانه در دستگاه است و همین امر باعث متنوع شدن مدل‌هایی از آشکارسازها در میان تولیدکنندگان مختلف شده است. شکل (۶-۵) یک آشکارساز چهارگاز را نشان می‌دهد که قابلیت مشخص کردن و آشکار نمودن نشتی چهار گاز را در محیط کار دارد.

فیلم آشکارساز



### کار با آشکارساز گازی

فعالیت  
آزمایشگاهی ۲



با کمک نمایش فیلم مربوط به آشکارسازها، با آشکارساز گازی به صورت عملی کار کنید.  
**روش کار:**

- دستگاه را به مدت ۳۰ ثانیه در محیط غیرآلوده به گاز نگاه دارید تا دستگاه در حالت تنظیم اولیه قرار گیرد.
- پس از آنکه دستگاه در حالت تنظیم اولیه قرار گرفت و از دستگاه صدای تیک تیک شنیده شد، دستگاه را به محل مشکوک به نشت گاز ببرید و مقادیر نشت گاز را اندازه‌گیری نمایید.

۱- Detectors  
۲- Monitoring  
۳- Vibrator  
۴- Fixed Gas Detector  
۵- Portable Gas Detector

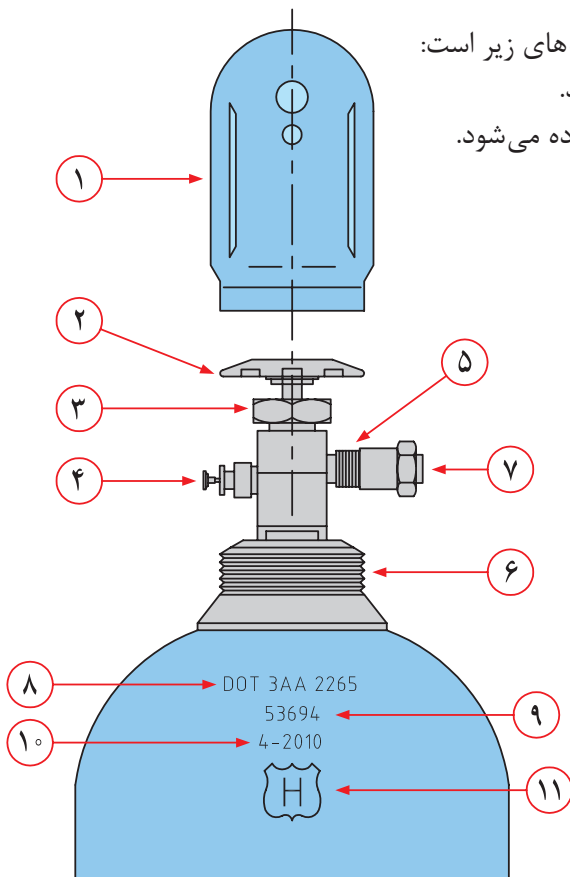


- با بالا رفتن مقدار نشتی، صدای دستگاه نیز افزایش خواهد یافت. میزان گاز به صورت ppm بر روی صفحه نمایشگر نشان داده می‌شود.

- ۱- برای تشخیص نشتی کپسول گاز غیرسمی کدام یک از روش‌های زیر مناسب‌تر است، چرا؟  
 الف) استفاده از بطری آب و صابون ب) استفاده از شعله گاز پ) استفاده از دستگاه تشخیص گاز
- ۲- برای تشخیص نشتی کپسول گاز سمی کدام یک از روش‌های زیر مناسب‌تر است، چرا؟  
 الف) استفاده از بطری آب و صابون ب) استفاده از شعله گاز پ) استفاده از دستگاه تشخیص گاز

## ۳-۵- اجزای کپسول گازی

کپسول‌های گازی اجزای مختلفی دارد که شامل قسمت‌های زیر است:



شکل ۳-۵- اجزای مختلف یک کپسول گازی

- ۱ درپوش کپسول که از شیر کپسول محافظت می‌کند.
- ۲ شیر دستی که برای باز کردن و بستن کپسول استفاده می‌شود.
- ۳ مهره محکم‌کننده شیر.
- ۴ شیر رهاسازی گاز که هنگام بالا رفتن فشار به گاز اجازه رها شدن در محیط را می‌دهد.
- ۵ اتصال شیر خروجی که به شیر تنظیم فشار یا جریان متصل می‌شود. این قسمت تابع نوع گاز است و با CGA نشان می‌دهند. به عنوان مثال CGA شماره ۳۵۰ برای گاز هیدروژن است.
- ۶ رزوه کپسول که در مواقعی که کپسول استفاده نمی‌شود، درپوش روی آن بسته می‌شود.
- ۷ درپوش برای جلوگیری از صدمه دیدن و تمیز ماندن مسیر خروجی گاز
- ۸ عدد مشخصه کپسول که نحوه حمل و نقل و اینکه طراحی فشار ۲۲۶۵psi است.
- ۹ شماره سریال کپسول
- ۱۰ تاریخ پرشدن کپسول
- ۱۱ نشان‌دهنده انجام هیدروتست

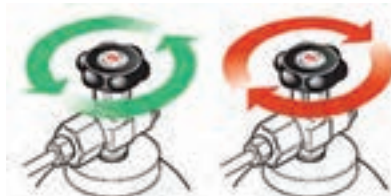
## شیر کپسول گاز

شیر کپسول یکی از اجزای مهم کپسول است که بر ایمنی کلی آن مؤثر است. شیرها بنا بر کاربرد کپسولها متفاوت هستند. به عنوان مثال، بعضی از آنها برای بازپس گیری مایعات طراحی شده اند و بعضی از آنها برای باز پس گیری گازها. شیر کپسولها با استفاده از فلکه دستی یا خار اهرمی باز می شوند. بیشتر کپسولهای گاز صنعتی به خار اهرمی نیاز دارند، با این حال بعضی از آنها فلکه دستی دارند. (با چرخش اهرم به صورت خلاف جهت ساعت، شیر باز می شود و با چرخش در جهت ساعت شیر بسته می شود.)

نکات ایمنی ۱



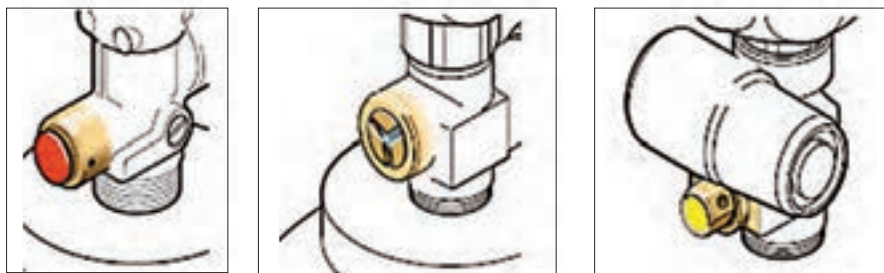
- شیر کپسول گاز سازوکار ایمنی اولیه در یک کپسول گاز است و نباید دست کاری شده باشد.
- اقدام به تعمیر شیر کپسول بسیار خطرناک است و در صورت وجود نقص یا نشتی فوراً با تأمین کننده تماس بگیرید و در صورت امکان کپسول را به هوای آزاد یا محلی با تهویه مناسب و دور از هرگونه منبع گرمایی یا جرقه انتقال دهید.
- هیچگاه نوار تفلون، روغن یا مواد آب بندی به رزوه های کپسول نزنید. هرگونه اتصالات یا تجهیزات مورد استفاده باید مخصوص هدف مورد نظر باشد و برای کپسول مورد نظر مناسب باشد.
- شیر کپسولهای حاوی گازهای اشتعال پذیر، برای اتصال به شیر تنظیم چپ گرد هستند.
- برای جلوگیری از هرگونه اشتباه، اندازه شیرهای کپسولهای حاوی هوا و ازت با کپسولهای حاوی اکسیژن در مصارف پزشکی متفاوت است.
- شیرها هرگز قبل از بسته شدن شیر تنظیم باز نشوند. شیر کپسول همیشه به آهستگی باز شود.



باز کردن

بستن

شکل ۸-۵- جهت باز کردن و بستن شیر کپسول گازی



شکل ۹-۵- انواع مختلف شیر کپسول و سوپاپ فشار از راست به چپ: شیر قطع جریان صفحه ای - شیر قطع جریان جوشی - شیر آزادسازی فشار

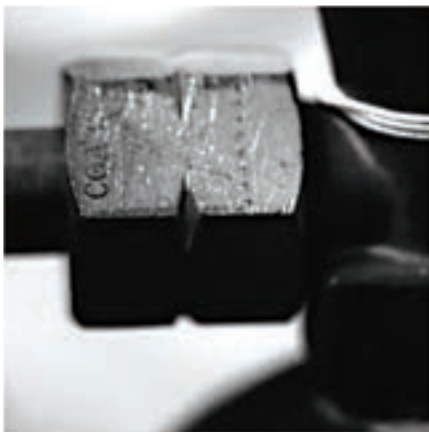
## شیر تنظیم گاز

شیر تنظیم مهم‌ترین دستگاه ایمنی کپسول است که قبل از استفاده از کپسول بر روی آن نصب می‌شود. شیر تنظیم، فشار بالای کپسول را به میزان مورد نیاز کاهش می‌دهد. شیر تنظیم یک مرحله‌ای برای استفاده کوتاه مدت و شیرهای تنظیم دو مرحله‌ای برای مدت طولانی استفاده می‌شود. شیر تنظیم نیز از جنس‌های مختلف (به‌طور عمده برنج یا فولاد ضد زنگ) ساخته می‌شود.

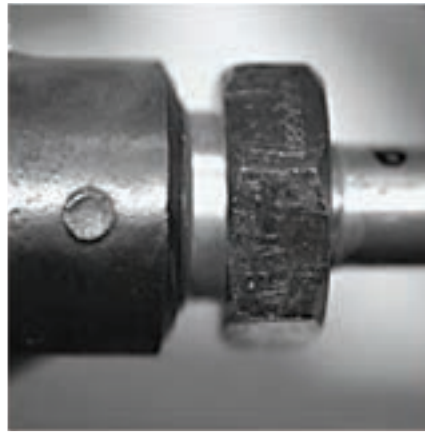
نکات ایمنی ۲



۱. شیرهای تنظیم برای اتصال مستقیم به کپسول طراحی شده‌اند، لذا از نصب اتصالات اضافی، زدن نوار تفلون و مواد روان‌کننده هنگام نصب شیر تنظیم به کپسول خودداری گردد.
۲. شیرهای تنظیم گازهای اشتعال پذیر چپ گرد هستند و وجود یک برش بر روی مهره، آنها را از شیرهای تنظیم گازی اشتعال ناپذیر متمایز می‌کند.



چپ گرد (شیر تنظیم گازهای اشتعال پذیر)



راست گرد (شیر تنظیم گازهای اشتعال ناپذیر)

شکل ۱۰-۵- تفاوت شیر تنظیم گازهای اشتعال پذیر و اشتعال ناپذیر

## دستور کار بستن و نصب شیر تنظیم به کپسول گاز

فعالیت  
آزمایشگاهی ۳



### وسایل و مواد لازم:

- وسایل ایمنی شخصی شامل لباس کار، دستکش صنعتی و کفش ایمنی که قسمت جلوی آن آهنی است؛
- کپسول گاز فشرده و پر؛
- درپوش کپسول گاز؛
- وسیله نگهدارنده کپسول گازی مجهز به تسمه یا زنجیر ایمنی؛
- شیر تنظیم سالم و مناسب کپسول گازی انتخاب شده؛
- آچار مناسب برای بستن شیر تنظیم به کپسول گاز؛
- کپسول آتش‌نشانی؛
- در صورت لزوم کپسول گاز نیتروژن؛

- پارچه تمیز و خشک؛
- وسیله دستی حمل کپسول؛
- برچسب مخصوص وضعیت کپسول گازی از لحاظ پر، خالی و یا در سرویس بودن.

#### روش کار:

- ۱ کپسول گازی را به حالت ایستاده قرار دهید و با کمک اتصالات مناسب (زنجر یا تسمه چرمی) و در بالای مرکز ثقل به اشیای ثابت یا دیوار محکم کنید.
- ۲ لوازم ایمنی مناسب شامل لباس کار، کفش ایمنی و دستکش کار را بپوشید.
- ۳ پس از اطمینان از نبود منبع ایجاد شعله یا جرقه در اطراف محل عملیات و وجود تهویه مناسب، کلاهک کپسول را برداشته و در جهت مخالف شیر کپسول ایستاده و شیر کپسول را به آرامی باز نمائید، سپس بلافاصله ببینید تا تمامی گرد و غبارها از کپسول خارج شود (به این کار اسنیفتینگ<sup>۱</sup> یا گردگیری می گویند). در صورت لزوم با پارچه تمیز و خشکی، رسوبات بزرگ را بردارید.

نکته ایمنی ۳



وقتی کپسول های محتوی گاز سوختنی را «اسنیفت» می کنید از نبود منبع ایجاد شعله یا جرقه در اطراف محل عملیات اطمینان حاصل نمائید.

در هنگام «اسنیفت» کردن هرگز در مقابل شیر و روبروی گیج فشارسنج کپسول نباید ایستاد. به هنگام این عملیات باید از تجهیزات حفاظت چشم و نیز دستکش استفاده شود.

در هیچ شرایطی نباید از ابزار تیز (مانند پیچ گوشتی) برای تمیز کردن شیر کپسول استفاده نمود. به صورت ظاهری بررسی کنید که شیر فاقد آسیب باشد و رزوه ها تمیز باشند.

در صورت لزوم با پارچه تمیز و خشکی، رسوبات بزرگ را بردارید. وقتی گازهای خنثی یا اکسیژن را «اسنیفت» می کنید ابتدا مطمئن شوید که تهویه مناسب وجود داشته باشد.

هیچ گاه هیدروژن را «اسنیفت» نکنید، زیرا هیدروژن به خودی خود در هوای آزاد مشتعل می شود و احتمال ایجاد انفجار وجود دارد.

همچنین هیچ گاه گازهای سمی و خورنده را «اسنیفت» نکنید. در عوض با دقت خروجی شیر را بررسی کنید و در صورت وجود خاک با استفاده از نیتروژن تحت فشار، بدون روغن آن را تمیز نمایید.



۱۱-۵- شیر تنظیم گازی

- ۴ شیر خروجی تنظیم کننده (شیر A) را کنترل کنید که بسته باشد (در جهت عقربه‌های ساعت بسته می‌شود)
- ۵ شیر کنترل جریان (شیر B) را کنترل کنید که بسته باشد (در جهت خلاف عقربه‌های ساعت بسته می‌شود).
- ۶ با دست شیر تنظیم را به کپسول ببندید، سپس با آچار مخصوص محکم کنید در ضمن بیش از حد شیر تنظیم را محکم نکنید و از تفلون به دلیل نشتی و خطا در فشار سنج استفاده نکنید. (توجه کنید که بعضی از شیرهای تنظیم مثل هیدروژن، استیلن و گازهای سوختی چپ‌گرد هستند. اکثر شیرهای تنظیم مثل آرگون، هلیم راست‌گرد هستند).
- ۷ به آهستگی برخلاف جهت عقربه‌های ساعت شیر گاز را باز کنید تا فشار داخل کپسول (فشارسنج C) نشان داده شود.
- ۸ شیر متصل به کپسول گاز (شیر B) را به آهستگی باز نمایید تا صدای ناشی از خروج گاز را شنیده و افزایش فشار را در فشارسنج مشاهده نمائید و فشار رگولاتور (فشارسنج D) به مقدار مطلوب برسد. یک کپسول پر به طور تقریبی دارای فشار ۲۲۰۰ Psi است (به غیر از کربن دی‌اکسید، استیلن یا مخلوط گازهای خاص).
- ۹ شیر خروجی رگولاتور (شیر A) را باز کنید؛ شما می‌توانید جریان گاز را با این شیر تنظیم کنید.
- ۱۰ با استفاده از کف صابون، نشتی در قسمت اتصالات را کنترل کنید.



آزمایش نشتی بعد از بستن شیر تنظیم کننده



شیوه بستن شیر تنظیم به کپسول

اگر بین شیر تنظیم و کپسول گازی نشتی ملاحظه کردید شیر اصلی گاز را ببندید و اتصالات را محکم کنید. اگر نشتی ادامه داشت شیر تنظیم را باز و بازرسی نمایید و یا از گروه فنی بازرسی کمک بخواهید. اگر نشتی مربوط به شیرهای اصلی کپسول بود، شیر تنظیم را باز و کلاهک کپسول را بگذارید و توسط یک گچ روی بدنه کپسول بنویسید که نشتی وجود دارد و جهت تعویض از تأمین کننده اقدام کنید. اگر کپسول سوخت گازی باشد، با کمیته ایمنی تماس بگیرید.

نکات ایمنی ۴



- ۱۱ پشت کپسول به گونه‌ای بایستید که شیر خروجی مقابل چهره شما قرار نداشته باشد. در نهایت اگر همه چیز صحیح بود، میزان جریان گاز را توسط شیر کنترل کنید.





- هنگام کار با شیر تنظیم به‌طور مستقیم به شیشه یا صفحه پلاستیکی روی آن نگاه نکنید.  
- در صورتی که از کپسول‌های حاوی گازهای اشتعال‌پذیر یا قابل انفجار استفاده می‌شود، حتماً باید کپسول آتش‌نشانی در محل وجود داشته باشد.  
- در مورد کپسول‌های گاز استیلن، به‌منظور آمادگی برای بستن سریع شیر خروجی در مواقع اضطراری، آن را بیش از یک و نیم دور باز نکنید و در صورتی که قابلیت باز و بسته نمودن آن با دست وجود ندارد، آچار مخصوص این کار را در هنگام استفاده کنار کپسول بگذارید.  
- هرگز از اکسیژن و دیگر گازهای تحت فشار برای یافتن نشتی، تمیزکاری، تحت فشار قراردادن استفاده نکنید، زیرا خطر انفجار وجود دارد.



شکل ۱۲-۵- شیر و اتصالات یخ‌زده

- به‌خاطر مسائل ایمنی و خطرات احتمالی هرگز از شعله یا آب جوش برای گرم کردن شیرهای یخ‌زده در کپسول‌ها که در شکل روبه‌رو نشان داده شده است، استفاده نکنید.  
- بدون داشتن آگاهی کامل از خواص گازها، از ترکیب آنها خودداری کنید.  
- هرگز از فشار گاز برای شوخی کردن با دوستان هنجوی خود استفاده نکنید. گزارشات متعددی از آسیب‌دیدگی اعضای داخلی بدن و بیرون آمدن چشم از حدقه بر اثر شوخی با فشار گاز وجود دارد.  
- شیلنگ‌ها را باید قبل از استفاده امتحان نمود و در صورت مشاهده هرگونه آسیب‌دیدگی باید دور ریخته شوند.  
- به‌هنگام استفاده از شیلنگ، باید کاملاً باز شده باشند. احتمال انفجار، نشتی و آتش‌سوزی در شیلنگ‌های چنبره‌زده و یا حلقه‌شده بسیار زیاد است.

- به‌هنگام استفاده از شیلنگ، باید کاملاً باز شده باشند. احتمال انفجار، نشتی و آتش‌سوزی در شیلنگ‌های چنبره‌زده و یا حلقه‌شده بسیار زیاد است.

## باز کردن شیر تنظیم از کپسول گاز خالی



اگر فشار کپسول زیر ۲ bar بود کپسول باید تعویض گردد. فشار باقی‌مانده گاز در کپسول نباید به کمتر از فشار عملیاتی در سامانه، یا تا زیر حداقل فشار باقی‌مانده سامانه برسد. این عمل به‌دلیل ممانعت از برگشت جریان هوای محیط یا دیگر آلودگی‌ها به‌داخل کپسول، صورت می‌گیرد. شیر کپسول باید به‌منظور حفظ فشار باقی‌مانده بسته بماند. حداقل فشار باقی‌مانده توصیه شده در صورت کاربرد (۲ bar - ۰/۵) می‌باشد.

### برای باز کردن شیر تنظیم مراحل کاری زیر باید انجام گیرد:

- ۱ شیر اصلی کپسول گاز را ببندید؛
  - ۲ به‌آهستگی شیر خروجی شیر تنظیم (شیر A) را باز کنید؛
  - ۳ منتظر باشید تا فشار سنج‌های C و D تا صفر افت کنند؛
  - ۴ شیر کنترلی B را در جهت عقربه‌های ساعت باز کنید؛
  - ۵ اگر از گازهای خورنده استفاده می‌کنید، سامانه را با یک گاز خنثی و خشک (مانند ازت) تصفیه و پاک کنید؛
  - ۶ با یک آچار مخصوص رگولاتور را باز کنید و کلاهک کپسول را ببندید.
- اگر کپسول خالی شده است، برچسب زده و به محل مربوطه انتقال دهید تا اقدامات لازم برای ارسال و پرکردن کپسول انجام گیرد.



اگر کپسول خالی شده است، برچسب زده و به محل مربوطه انتقال دهید تا اقدامات لازم برای ارسال و پرکردن کپسول انجام گیرد.



برگه وضعیت کپسول گازی



بازکردن شیر تنظیم از کپسول



شیوه بازکردن درپوش از کپسول

▶ نمایش فیلم بازکردن و بستن شیر تنظیم

## ۴-۵- نشتی یابی

وقتی که یک کپسول گاز (به احتمال زیاد کپسول خالی) از سامانه باز شده و قرار است یک کپسول پر جایگزین شود، بعد از بستن شیر تنظیم و متعلقات آن به کپسول و به خطلوله جریان، سامانه مورد آزمون نشتی قرار می گیرد.

### روش بازکردن و بستن رگولاتور به کپسول و آزمون نشتی



**وسایل و مواد لازم:** شیر تنظیم، آچار مخصوص و ظرف حاوی آب و صابون

۱ در ابتدا توسط یک کپسول هوای فشرده یا گاز ازت (نیتروژن) سامانه را تحت فشاری (۱۰٪ بالاتر از فشار عملیاتی) قرار دهید که در مورد گازهای غیرسمی می توان از همان کپسول گاز غیرسمی برای تشخیص نشتی استفاده نمود؛

۲ درون ظرفی مقداری صابون مایع و آب را با هم مخلوط کنید؛

۳ تمامی اتصالات و محل های جوش را توسط اسفنج حاوی محلول آب صابون (دقت شود که محلول مذکور نسبت به فلزی که مورد آزمون نشتی قرار می گیرد خاصیت خوردگی نداشته باشد) بررسی کنید و اگر حبابی از قسمت اتصالات مکانیکی (مهره و فیتینگ ها) ملاحظه کردید به وسیله سفت کردن می توان نشتی گاز را برطرف نمود و در صورتی که نشتی از اتصالات جوش باشد باید برای ترمیم، فشار سامانه خالی شده و مجدداً جوشکاری شود و بعد از پایان جوشکاری، باید آزمون نشتی تکرار شود؛

۴ سامانه را با پارچه تمیز خشک کنید؛

۵ گاز درون سامانه را به محیط ایمن تخلیه کنید تا فشارسنج فشار صفر را نشان دهد.



- ۱- در صورتی که محل اتصالات قابل دسترسی نباشد سامانه را تحت فشار (۱۰٪ بالاتر از فشار عملیاتی) قرار داده و فشار مربوط به فشارسنج را ثبت نموده و بعد از یک ساعت مجدداً فشار را یادداشت کنید و در صورتی که فشار تغییری نکرده باشد، سامانه نشستی ندارد و در صورت وجود افت فشار، اقدامات لازم برای رفع نشستی انجام گیرد.
- ۲- هرگز برای پیدا کردن نشت گاز از شعله کبریت و امثال آن استفاده نکنید.



شکل ۱۳-۵- آزمون نشستی

### ارسال کپسول خالی

برای ارسال کپسول خالی باید به نکات زیر توجه کرد:

- قبل از جدانمودن فشارسنج و شیر تنظیم از کپسول خالی، شیر کپسول را ببندید و گاز موجود در مسیر را به یک محیط ایمن تخلیه کنید.
- (فشار کپسول‌های خالی مساوی فشار محیط است، لذا خالی بودن کپسول به معنای نبود گاز درون آن نیست)؛
- فشارسنج و شیر تنظیم را پس از انجام کار از کپسول خالی جدا کنید و درپوش کپسول را بر روی آن قرار دهید.
- در صورت مشاهده هر گونه عیب بر روی بدنه و شیر کپسول قبل از ارسال آن برای پرکردن باید اشکالات توسط کارشناس فنی برطرف شود.
- به منظور جلوگیری از ورود رطوبت هوا و محیط از منافذ کپسولی که برای شارژ مجدد ارسال می‌شود، همیشه مقدار کمی فشار در کپسول باقی بگذارید، زیرا این کار موجب حفظ خلوص و کیفیت گاز مورد استفاده می‌شود.



در صورتی که تخلیه کپسول‌های حاوی گازهای اشتعال‌پذیر یا قابل انفجار انجام می‌شود، حتماً باید کپسول آتش‌نشانی در محل وجود داشته باشد.

نکات ایمنی ۸



در تخلیه محتوای کپسول گاز، مسیر خروجی از شیر کپسول نباید به طور مستقیم به سمت فرد یا افراد باشد.  
گازهای اشتعال پذیر را در شرایط معین و کنترل شده، همان گونه که تأمین کننده توصیه نموده است، می توان تخلیه نمود.  
مایعات و گازهای برودتی (مانند اکسیژن مایع، هیدروژن، هلیم) به سرعت باعث یخ زدگی بافت های بدن انسان می شوند و آنها را ترد و شکننده می کنند.  
در صورت تماس پوست با یک مایع برودتی، پوست را مالش ندهید و قسمت آسیب دیده از بدن را در حمام آب گرم (نه بیش از ۴۰ درجه سلسیوس) قرار دهید. اگر سوختگی قابل توجه بود به پزشک مراجعه کنید.

نکات زیست محیطی ۱



گازهای خورنده یا سمی نباید به طور مستقیم به هوای محیط تخلیه شوند.  
به منظور دفع یا دورریختن گازهای خورنده یا سمی، کاربر باید کپسول هایی که حاوی چنین گازهایی هستند را با شیوه های مناسب به توزیع کننده یا تأمین کننده ارجاع دهد.

فعالیت آزمایشگاهی ۷



ایمنی کپسول های گاز تحت فشار

با بررسی کپسول های گاز موجود در هنرستان خود، جدول زیر را پر کنید:

تاریخ بازدید: تاریخ بازدید دوباره: محل استقرار دستگاه:

ردیف	عنوان	شرایط	
		مناسب	نامناسب
۱	محل استقرار کپسول (خارج از محیط کار، ایستاده، دور از گرما و شرایط جوی و گرمازا، ثابت بودن به دیوار از طریق زنجیر یا بست محکم و حداقل به فاصله ۴-۵ متری از محل جوشکاری جهت احتمال آتش سوزی و انفجار) مناسب است.		
۲	رنگ ظاهری کپسول		
۳	وضعیت ظاهری کپسول (برچسب روی بدنه کپسول به لحاظ نام شرکت، نام گاز محتوی کپسول به فارسی و لاتین، فرمول شیمیایی گاز، سال ساخت کپسول)		
۴	وضعیت مشخصات حک شده روی کپسول به طور خوانا ( شامل: ظرفیت کپسول به لیتر - فشار عملیاتی کپسول فشار آزمون کپسول، شماره سریال کپسول از طریق شرکت سازنده)		
۵	تاریخ تشخیص هیدرولیکی کپسول		

ردیف	عنوان	مناسب	نامناسب
۶	وضعیت شیر فلکهٔ کپسول		
۷	وضعیت شیر تنظیم (تنظیم‌کنندهٔ فشار) کپسول		
۸	وضعیت رزوه گلوگاه کپسول		
۹	وضعیت مانومتر یا فشارسنج‌های کپسول (تنظیم فشار داخلی گاز کپسول - تنظیم فشار خروجی گاز)		
۱۰	وضعیت شیلنگ‌ها		
۱۱	در دسترس بودن MSDS گاز موجود در کپسول		
۱۲	وضعیت درپوش یا محافظ کپسول		
۱۳	وجود علائم سیگار نکشید، شعلهٔ مستقیم به کار نبرید و انجام کار گرم ممنوع در محل کار با کپسول		
۱۴	وضعیت حمل و نقل و جابه‌جایی کپسول (وسایل حمل مخصوص)		
۱۵	وضعیت تفکیک کپسول‌ها از لحاظ پر یا خالی بودن و داشتن برچسب پر یا خالی		
۱۶	وضعیت تفکیک کپسول‌ها از لحاظ جدا بودن کپسول‌های قابل احتراق مانند پروپان و استیلن از کپسول‌های اکسیدکننده و خورنده مانند اکسیژن		
۱۷	آلوده نبودن شیر و متعلقات کپسول به روغن و گریس (مخصوصاً برای اکسیژن)		
۱۸	اجتناب از مصرف موادی که ترکیب آنها با گاز موجود در کپسول ایجاد انفجار یا اشتعال می‌نماید.		
۱۹	استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب مانند دستکش مخصوص، آچار مخصوص باز و بسته نمودن شیر آلات، عینک شیشه رنگی، بوتین ایمنی، ماسک مخصوص لباس کار، گتر و پیش بند چرمی		
۲۰	تناسب داشتن کپسول‌های موجود با نیاز آزمایشگاه/کارگاه		

		رعایت و نصب دستور کارهای ایمنی در جوشکاری با گاز	۲۱
		وضعیت سامانه آتش نشانی (اعلام و اطفاء) در آن قسمت	۲۲
		دور بودن کپسول های گازی تحت فشار از منابع گرمایی مانند نور مستقیم، شعله، گرما و جرقه	۲۳
		بستن شیر اصلی قبل از جابه جا کردن کپسول های گازی تحت فشار یا پس از اتمام کار	۲۴
		استفاده از شیر تنظیم مناسب با نوع گاز داخل کپسول	۲۵
		انجام آزمون نشستی در محل نصب شیر تنظیم و اتصالات با کف صابون	۲۶
		مناسب بودن محل نگهداری کپسول ها از لحاظ تهویه مناسب	۲۷
		مناسب بودن محل نگهداری کپسول ها از لحاظ نرسیدن آب و رطوبت به کف کپسول ها	۲۸
		ایمن بودن لوله کشی به محل مصرف و استفاده از تجهیزات مناسب و استاندارد	۲۹
		مناسب بودن محل نگهداری کپسول ها از لحاظ جابه جایی راحت در زمان آتش سوزی	۳۰
توضیحات و پیشنهادات :			

## ارزشیابی شایستگی کار با کپسول های گازی

<p><b>شرح کار:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- به کمک برچسب ها و رنگ های روی کپسول، آنها را شناسایی کند.</li> <li>- حمل و نقل و نگهداری کپسول های گازی را با رعایت کامل نکات ایمنی انجام دهد.</li> <li>- تعویض کپسول های گاز را انجام دهد.</li> <li>- هنگام تعویض کپسول های گازی، آزمون نشستی انجام شود.</li> <li>- در صورت کار با گاز های سمی یا آتش گیر نکات ایمنی مربوط به کار با آنها و MSDS آنها مطالعه شود.</li> </ul>																																			
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>تعویض کپسول های خالی و جدا کردن اتصال آنها و جایگزین کردن آنها با کپسول های پر و بستن کپسول جدید بدون نشستی و به شکل ایمن</p> <p><b>شاخص ها:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- تعویض کپسول بدون نشستی</li> <li>- تعویض کپسول در عرض ۱۵ دقیقه</li> <li>- تعویض کپسول های گازی با رعایت نکات ایمنی</li> </ul>																																			
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p>شرایط: مکان آزمایشگاه</p> <p>زمان: یک جلسه آموزشی</p> <p>ابزار و تجهیزات: کپسول گاز، آشکارساز، آچارفرانسه</p>																																			
<p><b>معیار شایستگی:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th> <th>مرحله کار</th> <th>کمترین نمره قبولی از ۳</th> <th>نمره هنرجو</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>انبارداری ایمن کپسول های گازی</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>حمل و نقل صحیح و ایمن کپسول های گازی</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>شناسایی انواع کپسول های گازی</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۴</td> <td>باز کردن و بستن شیر تنظیم به کپسول های گازی</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۵</td> <td>تخلیه گاز خط جریان به طور ایمن</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی: استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: توجهات زیست محیطی: جلوگیری از تخلیه گاز های سمی و آلوده کننده به محیط زیست شایستگی های غیر فنی: اخلاق حرفه ای، مدیریت منابع، کار گروهی</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">میانگین نمرات</td> <td>*</td> </tr> </tbody> </table> <p>* کمترین میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.</p>				ردیف	مرحله کار	کمترین نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو	۱	انبارداری ایمن کپسول های گازی	۱		۲	حمل و نقل صحیح و ایمن کپسول های گازی	۲		۳	شناسایی انواع کپسول های گازی	۱		۴	باز کردن و بستن شیر تنظیم به کپسول های گازی	۲		۵	تخلیه گاز خط جریان به طور ایمن	۱			شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی: استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: توجهات زیست محیطی: جلوگیری از تخلیه گاز های سمی و آلوده کننده به محیط زیست شایستگی های غیر فنی: اخلاق حرفه ای، مدیریت منابع، کار گروهی	۲		میانگین نمرات			*
ردیف	مرحله کار	کمترین نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو																																
۱	انبارداری ایمن کپسول های گازی	۱																																	
۲	حمل و نقل صحیح و ایمن کپسول های گازی	۲																																	
۳	شناسایی انواع کپسول های گازی	۱																																	
۴	باز کردن و بستن شیر تنظیم به کپسول های گازی	۲																																	
۵	تخلیه گاز خط جریان به طور ایمن	۱																																	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی: استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: توجهات زیست محیطی: جلوگیری از تخلیه گاز های سمی و آلوده کننده به محیط زیست شایستگی های غیر فنی: اخلاق حرفه ای، مدیریت منابع، کار گروهی	۲																																	
میانگین نمرات			*																																

## واحد یادگیری ۶

### امحای پسماندهای آزمایشگاهی

#### مقدمه

مناسب‌ترین روش مدیریتی یک سازمان یا یک مسئول آزمایشگاه، اتخاذ روش‌ها و کنترل‌های مناسب برای آزمایش‌ها یا فرایندها به منظور کاهش هرچه بیشتر و یا حتی تولید نکردن ضایعات است. مسئولان آزمایشگاه‌ها باید با مشخصات ظاهری انواع پسماندهای آزمایشگاهی، جداسازی و جمع‌آوری مواد شیمیایی، روش خنثی‌سازی موقت پسماندها و حمل ایمن پسماندهای آزمایشگاهی تا محل تحویل به واحد ضایعات، کاملاً آشنا بوده و به حفظ محیط زیست به‌عنوان خلقت خداوندی ایمان داشته باشند و از آلوده کردن محیط زیست با پسماندها و ضایعات آزمایشگاهی اجتناب ورزند.

#### استاندارد عملکرد

جمع‌آوری، خنثی‌سازی و از بین بردن مواد زائد به منظور رساندن دورریزهای آزمایشگاه به استانداردهای زیست‌محیطی.

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان به شایستگی‌های زیر دست می‌یابند:

#### شایستگی‌های فنی:

- ۱ پسماندها را شناسایی کنند.
- ۲ پسماندهای شیمیایی آتش‌گیر را در ظرف مخصوص جمع‌آوری کنند.
- ۳ خنثی‌سازی پسماندها را انجام دهند.
- ۴ پسماندها را به واحد پشتیبانی تحویل دهند.

#### شایستگی‌های غیرفنی:

- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و به موقع، وقت‌شناسی، انجام وظایف و کارهای سپرده شده، پیروی از قوانین آزمایشگاهی؛
- ۲ مدیریت منابع: مدیریت مؤثر زمان، استفاده از مواد و تجهیزات با روش‌های صحیح؛
- ۳ کار گروهی: حضوری فعال در فعالیتهای گروهی؛ انجام کارها و وظایف سپرده شده؛
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت‌های آزمایشگاهی.



## ۵-۵- پسماندهای آزمایشگاهی

در مورد هر کدام از پسماندهای زیر چه می‌دانید؟ راجع به آنها در کلاس بحث کنید.



پسماند رادیواکتیو

زباله‌های خانگی

پسماند شیمیایی

پسماند عفونی

تیز و برنده

بحث گروهی



### طبقه‌بندی پسماند

- پسماندهای شیمیایی

- پسماندهای پرتوزا

- برنده‌ها

- پسماندهای بدون خطر

- پسماندهای عفونت‌زا (بیشتر مربوط به آزمایشگاه‌های بیمارستانی است)

**پسماندهای شیمیایی:** این گروه شامل پسماندهایی می‌شوند که تحت قوانین پسماندهای خطرناک قرار می‌گیرند و برای سلامت جانداران و محیط زیست، تهدیدکننده هستند. پسماندهای این گروه شامل مواد مشتعل شونده، واکنش پذیر، خورنده و سمی است. پسماندهای خطرآفرین موادی هستند که به تنهایی یا در ترکیب با مواد دیگر برای سلامت انسان یا محیط زیست تهدید فوری یا بالقوه دارند. قبل از هر کاری کارکنان آزمایشگاه باید با علائم روی ظروف آشنا شده و بتوانند تشخیص دهند محتوای هر ظرف چه خطراتی را به همراه دارد. به جدول ۳-۵ توجه نمایید.

**پسماندهای پرتوزا:** پسماندهای پرتوزا موادی هستند به صورت جامد، مایع و یا گاز که از خود تابش‌های پرتوزا منتشر می‌کنند. به طور معمول برای امحای پسماندهای پرتوزا از روش‌های مختلف دفن استفاده می‌شود که انتخاب روش مناسب دفن هر زباله بستگی به عواملی مانند نوع ماده (جامد، مایع، گاز)، رادیو ایزوتوپ و نیمه‌عمر آن، اشتعال پذیری، قوانین و مقررات، در دسترس بودن مراکز مربوط به نگهداری و دفع زباله دارد. به طور معمول این گروه از پسماندها در ظروف مخصوص جمع‌آوری شده و به نهاد مسئول، برای امحا تحویل می‌شوند.

**برنده‌ها:** هر وسیله یا پسمندی که نوک تیزی داشته و به داخل پوست فرو رود در این دسته‌بندی قرار می‌گیرد.

جدول ۳-۵- برخی از علائم ظروف مواد شیمیایی

مفهوم	علامت متداول	علامت <sup>۱</sup> GHS	
قابل انفجار			GHS01
آتش گیر			GHS02
اکسید کننده			GHS03
سیلندر گاز تحت فشار	معادل ندارد		GHS04
خورنده			GHS05
سمّی			GHS06
خطرناک، آسیب به چشم، پوست و دستگاه تنفسی			GHS07
خطرناک برای سلامتی، خطر آلرژی و سرطان	معادل ندارد		GHS08
خطرناک برای محیط زیست			GHS09

۱- GHS: Globally Harmonized System

سامانه جهانی برچسب‌زنی و طبقه‌بندی مواد (این سامانه هنوز به صورت کامل در تمامی کشورها مورد استفاده قرار نمی‌گیرد).

همگی با پسماندهای برنده آشنایی دارید. برخی از آنها را در کلاس نام ببرید و راجع به روش امحای آنها بحث کنید.

بحث گروهی ۲



### پسماندهای بدون خطر:

پسماندهایی که خطر اساسی و زیان آفرینی را برای سلامت انسان یا محیط زیست به وجود نیاورند، پسماندهای بدون خطر می نامیم. این گروه از پسماندها می توانند هر سه حالت جامد، مایع و گاز را دارا باشند. روش های معمول امحای این نوع زباله ها عبارت اند از:

- سوزاندن
- دفع در پسماندهای شهری (جامد)
- دفع در سامانه فاضلاب (مایع)
- بازیافت

### پسماندهای عفونت زا:

این نوع پسماندها بیشتر مربوط به فعالیت های بیمارستانی و آزمایشگاه های بیمارستانی می شود که در حیطه بحث این درس قرار ندارند. با وجود این پسماندهای عفونت زا، بخش عمده ای از پسماندهای هر کشوری را تشکیل می دهند. مهم ترین مسئله در برخورد با این نوع زباله ها این است که با بسیاری از تماس های ساده می توانند ناقل بیماری به انسان باشند.

با جستجو در شبکه جهانی وب، پسماندهای عفونی و روش های امحای آنها را معرفی نمایید.

تحقیق کنید ۱



نمایش فیلم انواع پسماند آزمایشگاهی

شناسایی گروه های مختلف مواد شیمیایی از روی برچسب ظروف

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱



مواد شیمیایی مختلف را که در اختیار شما قرار داده می شود با توجه به برچسب آنها شناسایی نموده و طبقه بندی کنید.

شناسایی گروه‌های مختلف مواد شیمیایی				
				اشتعال پذیر
				سرطان‌زا
				سمّی
				اکسیدکننده
				خورنده

استفاده از لوازم ایمنی شخصی مانند روپوش، دستکش و ماسک در هنگام کار ضروری است.

نکات ایمنی ۱



### طرز کار با انواع مواد شیمیایی

کسانی که با مواد شیمیایی سروکار دارند باید بدانند که چه خطرهایی از سوی مواد متوجه آنها است و چگونه از نظر ایمنی، خود را در مقابل آنها مصون نگه‌دارند. همواره از سوی کارخانه‌های بزرگ تولیدکننده این مواد و شرکت‌های بیمه توصیه‌ها و استانداردهایی ارائه شده است که افراد باید کاملاً آنها را رعایت کنند و بدون اطلاع قبلی از کار با آنها خودداری نمایند. مقدار و تنوع مواد شیمیایی بسیار زیاد است و هر روز بنا به نیاز یا برحسب پژوهش‌ها و اکتشاف‌های جدید این تعداد افزایش می‌یابد. در نتیجه طرز کار و آشناسدن با خطرهای مواد شیمیایی مختلف امری ضروری است.

▶ نمایش فیلم ایمنی کار با مواد شیمیایی

نکات ایمنی ۲



اشتباه یا سهل‌انگاری در کار با مواد شیمیایی، جمع‌آوری پسماندها و نگهداری آنها می‌تواند حوادثی کوچک مانند شکل ۱۴-۵ یا حوادثی جبران‌ناپذیر مانند شکل ۱۵-۵ را به دنبال داشته باشد.



شکل ۱۴-۵- سوختگی دست به علت استفاده نکردن از دستکش مناسب



شکل ۱۵-۵- سهل‌انگاری در کار با مواد شیمیایی می‌تواند منجر به آتش‌سوزی مهیب شود.

### برچسب ظروف مواد شیمیایی

آگاهی از خطرات ناشی از مواد شیمیایی و آگاه‌سازی دیگران از آن، بسیار مهم است؛ به همین دلیل تولیدکننده‌های مواد شیمیایی نشانه‌های استاندارد مشخص کرده‌اند که روی ظرف‌های محتوی مواد شیمیایی نصب می‌شوند. این نشانه‌ها نشان می‌دهد که این مواد چه خواصی دارند و چگونه باید با آن کار کرد.

۱ نام شیمیایی ماده

۲ هویت محصول

۳ خطرات ناشی از ماده

۴ اقدامات پیشگیرانه و اقدامات اورژانسی

۵ عنوان شرکت طراح برچسب

۶ علائم ایمنی

به تصویر بالا توجه کنید، برچسب روی ظروف مواد شیمیایی حاوی چه اطلاعاتی است؟ از این اطلاعات چه استفاده‌ای می‌توان کرد؟

فکر کنید ۱

### علامت لوزی (روشی برای طبقه‌بندی خطرات یک ماده شیمیایی)

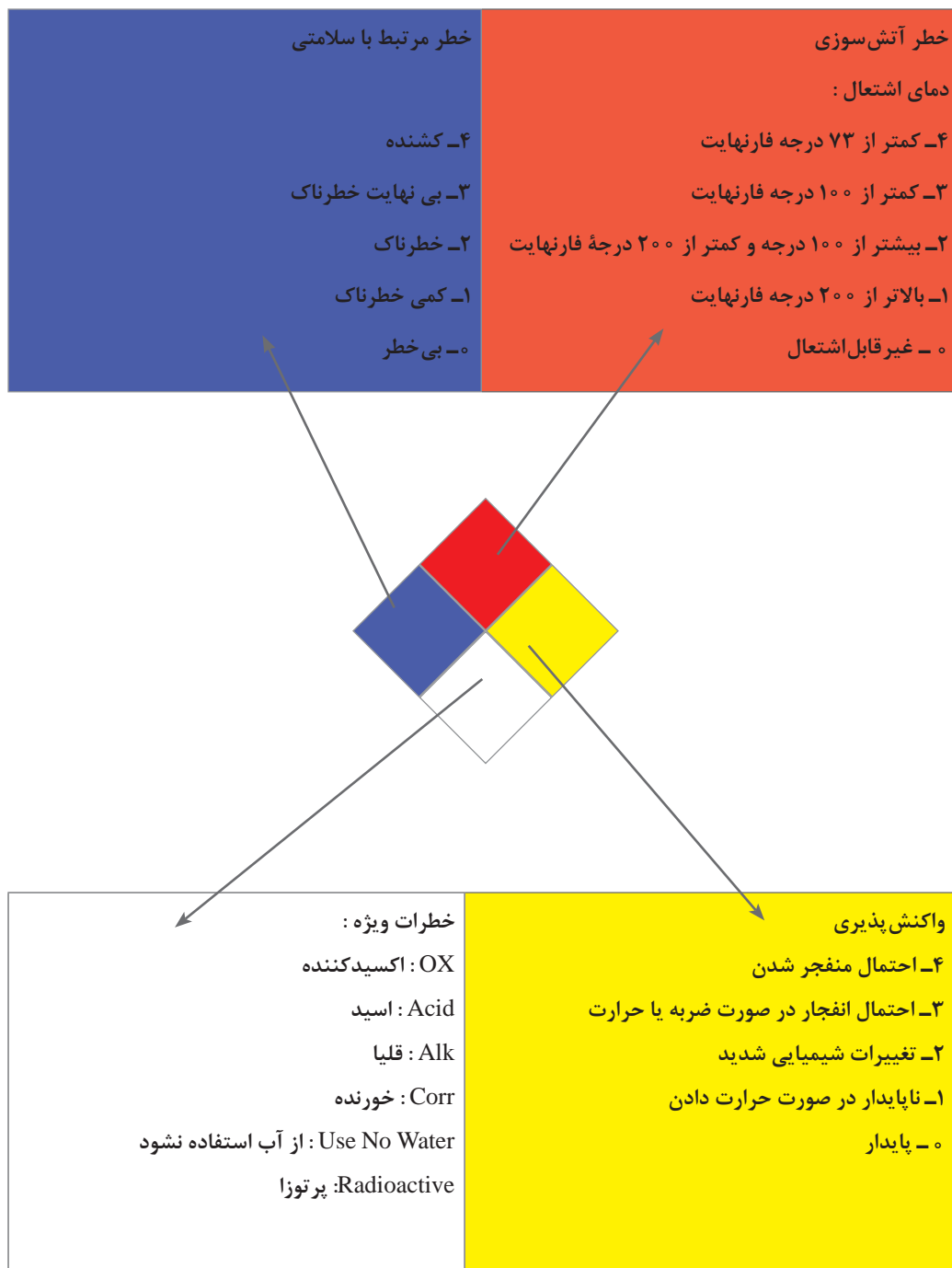
علامت لوزی روشی بین‌المللی برای شناسایی خطرات مربوط به یک ماده شیمیایی خاص است تا کارکنان بخش با استفاده از اطلاعات آن صدمه و آسیب نبینند. این علامت بسیاری از مواقع در آزمایشگاه‌ها، مکان‌های نگهداری

3	بهداشت (Health)
1	آتش (Fire)
1	واکنش پذیری (Reactivity)

خطرات ویژه

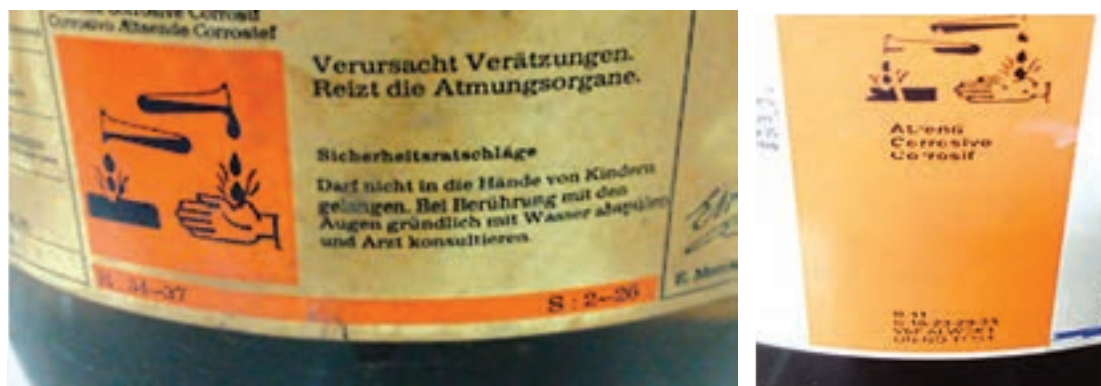
شکل ۱۶-۵- برچسب ظروف مواد شیمیایی

مواد شیمیایی یا روی ظروف مواد شیمیایی دیده می‌شود. در جدول زیر، خطرات گوناگون در لوزی مربوطه به وسیله کدهایی به شکل عدد نشان داده شده که به ترتیب شدت خطر تقسیم‌بندی شده‌اند.



## برچسب ایمنی

برچسب برخی از مواد شیمیایی، حاوی سه نوع اطلاعات ایمنی است که عبارت‌اند از: نشانه اول: خطر ماده را نشان می‌دهد که به شکل مجمله، شعله آتش و ... می‌باشد.



شکل ۱۷-۵- برچسب ایمنی

نشانه دوم: خطرهایی را که ممکن است از این مواد ناشی شود نشان می‌دهد و به صورت یک عبارت عددی است و با حرف R شروع می‌شود (جملات خطر Risk Phrase).  
نشانه سوم: چگونگی مصون ماندن از آن خطرها را نشان می‌دهد. این نیز به صورت عبارت عددی است و با حرف S آغاز شده است (جملات ایمنی Safety Phrase).  
بر روی برچسب ایمنی شکل (۱۷-۵) نشانه‌های ذکر شده، مشخص شده است.  
لازم به ذکر است که: در استاندارد GMS نشانه R به H (توضیحات خطر: Hazard Statement) و نشانه S به P (توضیحات پیشگیرانه و احتیاطی: Precautionary Statement) تغییر یافته است.

## ظروف جداسازی، جمع‌آوری و انتقال مواد زائد آتش‌گیر، سمی و خورنده

به نظر شما برای نگهداری مواد و پسماندهای شیمیایی، به چه نکاتی باید توجه کرد؟  
چه ظروفی برای نگهداری مواد و پسماندهای شیمیایی مناسب‌اند؟

بحث گروهی ۳



نمایش فیلم در مورد نحوه صحیح جمع‌آوری پسماند مواد شیمیایی

یکی از اصولی که در جمع‌آوری پسماندهای شیمیایی باید توجه کرد، اصل تطابق‌پذیری است. این اصل به معنی نگهداری مواد و پسماندهای شیمیایی یکسان در کنار یکدیگر و نگهداری نکردن مواد ناسازگار در کنار هم است. موضوع مهم دیگر انتخاب ظرف مناسب و برچسب‌دار برای نگهداری، حمل‌ونقل و امحای آنها می‌باشد. پس از قرار دادن پسماندهای شیمیایی در داخل ظروف مناسب، برای هر اقدام آتی باید بلافاصله برچسب‌گذاری شوند.

در جدول زیر نمونه‌ای از برچسب خالی مخصوص پسماندهای شیمیایی نشان داده شده است:

ضایعات خطرناک		
.....۱	محتویات (از فرمول‌ها و اسم‌های خلاصه استفاده نشده و فقط اسم و مشخصات کامل مواد ذکر شود)	
.....۲		
.....۳		
.....۴		
<input type="checkbox"/>	آتش‌گیر	نوع خطر
<input type="checkbox"/>	سمی	
<input type="checkbox"/>	خورنده	
<input type="checkbox"/>	اکسیدکننده (واکنش پذیر)	
	موارد دیگر	
تلفن:.....	آقای / خانم.....	مسئول نگهداری و امحا
		تاریخ آغاز نگهداری
		تاریخ پایان نگهداری
لطفاً بدون هماهنگی دست نزنید.		

۱- اسیدهای غلیظ آزمایشگاهی در چه ظروفی نگهداری می‌شوند، شیشه‌ای یا پلاستیکی؟ به نظر شما علت چیست؟ آیا موارد استثنایی وجود دارد؟

فکر کنید ۲







۱. مواد اشتعال پذیر باید در ظرف‌های مخصوصی که سرپوشی از جنس نسوز داشته باشند نگهداری شود و مشخصه‌های آنها روی ظرف‌ها نوشته شود.
۲. موادی که آتش گیرند و بخار ایجاد می‌کنند، موادی که با آب به شدت ترکیب می‌شوند، باید در ظرف‌های مخصوص کاملاً آب‌بندی شده به همراه برچسب‌های مشخص جمع‌آوری شوند. این‌گونه مواد را نباید در ظرفشویی ریخت.
۳. برای جمع‌آوری جیوه باید آن را با گرد روی یا گوگرد به صورت ملغمه جمع کرد. همچنین می‌توان با زغال فعال آن را از بین برد.

### نکات مهم در انتخاب ظروف مناسب برای جمع‌آوری پسماندهای شیمیایی

- در طراحی و انتخاب ظروف پسماندهای شیمیایی خطرناک و برچسب‌گذاری آنها باید موارد زیر در نظر گرفته شوند:
- نام کامل شیمیایی پسماند و مقدار آن بر روی برچسب نوشته شود.
  - چنانچه پسماند، مخلوطی از چند ماده باشد، باید نام و مقدار یا حجم (برحسب درصد) هر یک از مواد تشکیل‌دهنده پسماند (تا حداکثر ۱۱ ترکیب اصلی) مشخص شود.
  - واژه پسماند خطرناک، نام و نشانی جمع‌آوری کننده پسماند، ترکیب و حالت فیزیکی پسماند و جمله‌ای که ویژگی خطر پسماند را نشان دهد، روی برچسب درج شود.
  - از فرمول‌ها، علائم و مخفف‌های شیمیایی استفاده نشود. اسامی آنیونی و کاتیونی برای محلول‌های آبی حذف نشوند. از اعداد تجربی برای شناسائی، استفاده نشود.
  - زمانی که اولین محموله پسماند داخل ظرف قرار گرفت باید اطلاعات برچسب تکمیل شود. تاریخ آغاز و پایان بارگذاری ظروف (حداکثر فاصله ۳ روز) باید در برچسب قید شود.
  - خطرات پسماند به شکل علائم یا کدهایی مشخص گردد.
  - توصیه می‌شود برچسب در حداقل دو طرف ظرف (جلو و عقب) چسبانده شود.
  - ظروف پسماند خطرناک باید با محتویات آن تطابق داشته باشد.
  - ظروف پسماندهای شیمیایی خطرناک باید همیشه بسته باشند مگر زمانی که پسماندی به آن اضافه می‌شود.
  - ظروف پسماند خطرناک باید فاقد نشستی بوده و از آلودگی خارجی محافظت شوند. این ظرف باید دارای محفظه ثانویه باشد تا هرگونه نشستی یا پاشش پسماند را از ظرف اصلی در خود محفوظ نماید.

در مورد رعایت موارد ایمنی با رعایت نکردن آن در شکل‌های داده‌شده بحث کنید.



نمایش فیلم استفاده از ظروف جداسازی، جمع‌آوری و انتقال پسماندهای شیمیایی

فعالیت  
آزمایشگاهی ۲



## جداسازی و جمع‌آوری و انتقال پسماندهای شیمیایی

**هدف:** آشنایی با شیوه جداسازی و انتقال پسماندهای شیمیایی

**روش کار:** با توجه به فیلم مربوط استفاده از ظروف جداسازی، جمع‌آوری و انتقال مواد زائد اشتعال‌پذیر، سمی و خورنده آزمایشگاهی، گزارش مناسبی از شیوه جداسازی، جمع‌آوری و انتقال پسماندهای شیمیایی تهیه کنید.

### هود آزمایشگاهی

هودهای شیمیایی<sup>۱</sup> به منظور کنترل تماس آزمایشگر (اپراتور) هنگام کار با مواد شیمیایی زیان‌آور مانند اسیدها و قلیاهای قوی، حلال‌های آلی فرّار و مواد سمی استفاده می‌شوند. به طور خلاصه می‌توان گفت:

- هود، محفظه نیمه بسته‌ای است که فرد را از معرض بخارات شیمیایی، گازها و هواسل‌ها در امان نگه می‌دارد.  
- هودها معمولاً هوای اتاق را به داخل کشیده و از طریق دودکش خارج می‌نمایند.

- هودها باید همیشه در هنگام کار روشن باشند.  
- صفحه جلوی هود باید در محل مناسبی قرار گیرد، ترجیحاً و در صورت امکان تمامی فعالیت‌های انتقال مواد زائد به درون ظروف نگهداری و نیز نگهداری کوتاه مدت آنها باید در زیر هود انجام شود.



شکل ۱۸-۵- تصویری از یک هود آزمایشگاهی

داخل هود باید به اندازه کافی خالی و تمیز نگهداری شود تا فضای کافی برای کار فراهم شود.

نکته



## ۶-۵- روش‌های نگهداری انواع پسماندها

از اصلی‌ترین و مهم‌ترین فعالیت‌های نگهداری پسماندها جداسازی و تفکیک آنهاست. فقط موادی که در گروه یکسان قرار دارند می‌توانند با هم نگهداری شوند و مطمئناً قرار دادن هر ماده‌ای از یک گروه در کنار ماده‌ای از گروه دیگر منجر به حادثه خواهد شد.



شکل ۱۹-۵- تصویری از سانحه روی داده به دلیل نگهداری نادرست مواد آتش‌گیر

۱- Fume Cupboard

۲- Aerosol (به ذرات بسیار ریز جامد یا مایع گفته می‌شود که در مواد یا گاز دیگری معلق باشند. مه و گردوغبار، دو نمونه از هواسل‌ها هستند).

برای نگهداری ضایعات مواد شیمیایی قواعد کلی وجود دارد که به برخی از مهم‌ترین آنها در ادامه اشاره خواهد شد:

- مواد اشتعال‌پذیر، اکسیدکننده و کاهنده باید از هم جدا باشد.
- ترکیبات خودسوز از مواد اشتعال‌پذیر<sup>۱</sup> جدا شوند.
- آب از مواد شیمیایی واکنش‌پذیر با آب جدا باشد.
- سدیم و فسفر از مواد آبدار که سبب حریق می‌شوند، جدا شوند.
- مواد شیمیایی که به واسطه گرمای درونی خود ناپایدار هستند باید در یخچال‌های خاص نگهداری شوند.
- ضایعات اسیدها و بازها نباید با هم ذخیره شود.
- ظروف مواد زائد باید دو جداره باشد (به‌طور مثال سینی یا ظرفی در زیر ظرف ماده قرار داده شود تا در صورت نشستی وارد آن شود).



شکل ۲۰-۵- قفسه نگهداری مواد اشتعال‌پذیر

### نکات مهم در جمع‌آوری و نگهداری مواد

برای از میان بردن مواد و پسماندهای آن، شرایطی وجود دارد که باید رعایت شوند، به خصوص برای جلوگیری از آلوده شدن محیط زیست آنها را در ظرف‌های مخصوصی جمع‌آوری می‌کنند، سپس برحسب نوع آن مواد، از راه‌های گوناگون آنها را از میان می‌برند، بنابراین قانون‌هایی که برای حفظ و ایمنی ارائه شده‌اند، باید به شرح زیر رعایت شوند:

- ۱ افرادی که در آزمایشگاه کار می‌کنند باید آموزش دیده و اطلاعات علمی کسب کرده باشند.
- ۲ هنگام کار، عینک و اگر لازم باشد دستکش حفاظتی به کار برده شود.
- ۳ از تماس مواد با پوست بدن، چشم، دهان یا دستگاه تنفسی جلوگیری شود.
- ۴ اگر مواد روی دست پاشیده شوند باید اول با یک پارچه خشک آن را پاک کرد، سپس با آب سرد آنها را شست و در نهایت با آب گرم و صابون آن را تمیز کرد.
- ۵ اگر مواد به چشم پاشیده شوند باید در ابتدا آن را با آب شست و فوراً به پزشک مراجعه کرد.
- ۶ اگر لباس با موادی که روی پوست بدن اثر نامطلوب می‌گذارند آغشته شد باید فوراً آن را از تن بیرون آورد.

قفسه‌های مواد اشتعال‌پذیر، باید دارای برچسب مشخص باشند که بر روی آن عبارت «مواد اشتعال‌پذیر - از نزدیک کردن شعله اجتناب کنید» به رنگ قرمز نوشته شده باشد.

نکته ایمنی





آیا رها کردن مواد بازی یا اسیدی در سامانه‌های فاضلاب بدون خنثی کردن آنها کار درستی است؟ این رفتار نادرست چه آسیب‌هایی را به دنبال دارد؟ آیا می‌توانید چند مورد را نام ببرید؟



همان‌طور که پیش‌تر آموخته‌اید، اسیدها و بازها کاربردهای بسیاری در صنایع مختلف و نیز در آزمایشگاه‌ها دارند، بنابراین پسماندهای تولیدی از آنها نیز بسیار خواهد بود. بسیاری از پساب‌ها نیز حاوی مواد اسیدی یا بازی هستند. با توجه به خواص و خطرات پسماندها و پساب‌های اسیدی و بازی نمی‌توان آنها را به همان شکل در محیط زیست و یا فاضلاب‌ها تخلیه کرد و باید پیش از دفع آنها را خنثی نمائیم. وقتی یک اسید و یک باز به نسبت مناسب با هم مخلوط می‌شوند یکدیگر را خنثی می‌کنند؛ برای مثال اگر هیدروکلریک‌اسید (HCl) با سدیم هیدروکسید (NaOH) مخلوط شود حاصل واکنش آنها نمک طعام (NaCl) و آب خواهد بود. واکنش‌های اسید و باز، یک نمک بی‌خطر و آب را تولید می‌کنند که هر دو قابل دفع هستند.

بسیاری از پساب‌های صنعتی دارای pH مناسبی نیستند (اغلب اسیدی یا بازی هستند) و باید پیش از تصفیه‌های بعدی و یا ورود به سامانه فاضلاب شهری خنثی شوند. کنترل pH پساب که تنظیم pH نامیده می‌شود، یکی از فرایندهای اصلی تصفیه می‌باشد. روش خنثی‌سازی، شامل افزودن قلیا به فاضلاب اسیدی (یا بالعکس) تا رسیدن به pH حدود ۷ می‌باشد این حالت تنظیم pH در یک تانک جمع‌آوری پساب صورت می‌گیرد.



شکل ۲۱-۵- نمایی از ورود پساب یک مجتمع صنعتی به طبیعت

اگر از قبل اسیدی یا بازی بودن ضایعات مشخص نیست، با استفاده از کاغذ تورنسل یا پی‌اچ متر، ابتدا اسیدی و یا بازی بودن آن تعیین شود، سپس با توجه به قدرت اسیدی و یا بازی پسماندهای مورد نظر، محلول هیدروکلریک اسید و یا محلول سدیم هیدروکسید را با غلظت‌های مناسب تهیه و عمل خنثی‌سازی انجام شود. برای این کار مقداری شناساگر مناسب را درون پساب در دسترس ریخته و کم‌کم محلول خنثی‌کننده را به آن اضافه می‌کنند تا تغییر رنگ مورد نظر ظاهر شده و خنثی شدن پساب انجام شود.

برای عمل خنثی‌سازی، محلول‌های بالاتر از یک مولار به کار نبرده و به جای استفاده از غلظت‌های بالاتر، از حجم بیشتر محلول خنثی‌کننده استفاده شود.



برای خنثی‌نمودن پساب‌های قلیایی از سولفوریک‌اسید و یا هیدروکلریدریک‌اسید تجارتي و گاز کربن دی‌اکسید استفاده می‌شود و در مورد پساب‌های اسیدی استفاده از آب‌آهک یا یک بستر آهکی مرسوم است. برای این منظور معمولاً یک مخزن همزن‌دار مجهز به سامانه کنترل و پایش pH ساخته می‌شود که پساب اسیدی یا قلیایی به این مخزن هدایت شود. معمولاً حداقل ۵ دقیقه زمان اقامت برای این ظرف واکنش در نظر گرفته می‌شود. محلول خنثی‌کننده به‌مرور به ظرف اضافه شده و زمانی که pH ظرف به حالت خنثی رسید، اضافه کردن محلول خنثی‌کننده متوقف شده و پساب خنثی شده به مراحل بعدی تصفیه پساب ارسال می‌شود.

آیا رها کردن مواد بازی یا اسیدی در سامانه‌های فاضلاب بدون خنثی کردن آنها کار درستی است؟ این رفتار نادرست چه آسیب‌هایی را به دنبال دارد؟ آیا می‌توانید چند مورد را نام ببرید؟



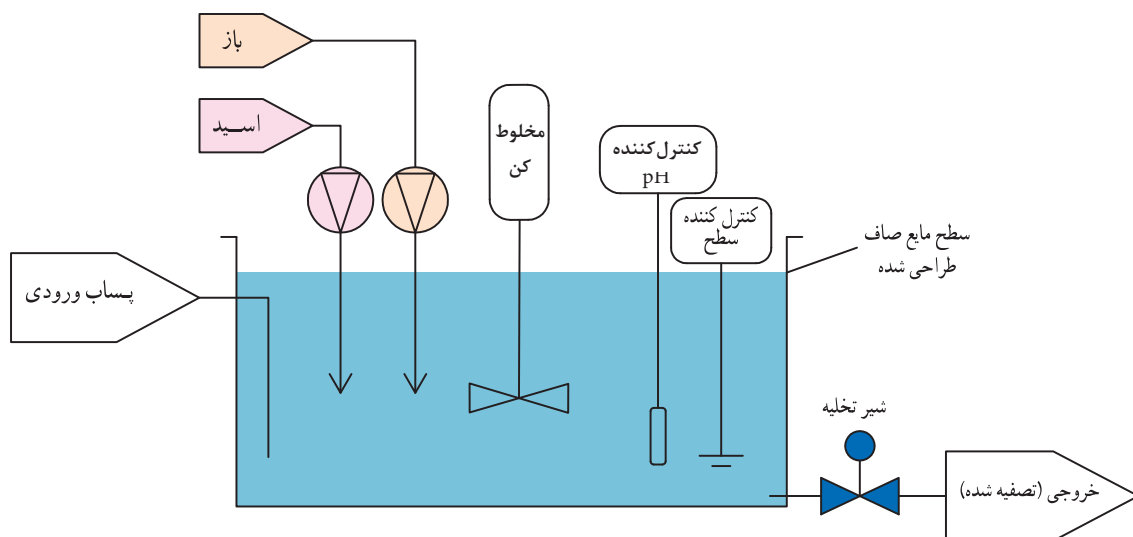
## روش‌های خنثی‌سازی

▶ نمایش فیلم از یک واحد خنثی‌سازی پساب

یک فرایند ممکن است به صورت «ناپیوسته (پیمان‌های)»<sup>۱</sup> یا «پیوسته»<sup>۲</sup> انجام شود. در حالت نخست مقادیر مشخصی از مواد خام را در دستگاه یا در ظرف عمل می‌ریزند و با هم مخلوط می‌کنند. سپس عملیات لازم را بر روی آنها انجام می‌دهند. تا محصول یا محصولات در نتیجه تغییرهای فیزیکی و شیمیایی به دست آیند. آن‌گاه محصول یا محصولات را از ظرف یا دستگاه خارج می‌کنند و از نو عملیات گفته شده را برای دور بعد و دورهای دیگر تکرار می‌کنند. به فرایندی با مشخصات گفته شده «فرایند ناپیوسته» می‌گویند. در «فرایند پیوسته» یا مداوم، مواد اولیه به تدریج و به صورت جریان، از یک سو وارد محیط واکنش می‌شود. در آنجا تغییرات فیزیکی و شیمیایی لازم بر روی آنها انجام می‌گیرد و محصولات فرایند تشکیل می‌شود. این محصولات به تدریج و به‌طور پیوسته از سوی دیگر از محیط واکنش خارج می‌شوند. به‌طور کلی خنثی‌سازی به دو روش پیوسته یا مداوم و روش ناپیوسته انجام می‌شود. در سامانه‌های پیوسته، ورود پساب و محلول خنثی‌کننده به ظرف و نیز خروج پساب خنثی شده از ظرف واکنش پیوسته بوده و قطع نمی‌شود و سامانه پایش pH و کنترل مقدار محلول خنثی‌کننده ورودی به ظرف، به صورت هم‌زمان انجام می‌شود. مزیت سامانه جریان مداوم ظرفیت بالای آن می‌باشد.

۱- Batch

۲- Continuous



شکل ۲۲-۵- نمایش شماتیک از سامانه پیوسته تصفیه پساب

در سامانه پیمانهای (ناپیوسته) حوض از پساب پر می‌گردد و پس از خنثی‌سازی و رسیدن به شرایط مورد نظر تخلیه می‌شود. این روش برای مقادیر کم پساب مناسب است و همچنین ساده‌تر بوده و سامانه کنترل خاصی نیاز ندارد.

### خنثی‌سازی مواد اسیدی و بازی

فعالیت  
آزمایشگاهی ۳



هدف آزمایش: خنثی‌سازی پساب‌های اسید یا بازی به منظور تخلیه در فاضلاب

وسایل لازم	مواد لازم
بشر، بورت ارلن پی‌پت	محلول شناساگر pH ماده تیتروکننده: یک محلول استاندارد با غلظت معلوم (سدیم هیدروکسید) ماده تیتروکننده: محلولی با غلظت نامعلوم (هیدروکلریک اسید)

### روش آزمایش

- ۱ مقدار محلول سدیم هیدروکسید با غلظت یک مولار تهیه کنید.
- ۲ ظرف پساب اسیدی را برداشته و مقداری در آن شناساگر فنول فتالین بریزید.
- ۳ به تدریج محلول سدیم هیدروکسید را به پساب اسیدی اضافه کرده (توسط بورت) و آرام آرام هم بزنید. نقطه‌ای که در آن یک رنگ پایدار صورتی بسیار کم رنگ ظاهر شود، نقطه خنثی شدن پساب اسیدی است.

شناساگر فنول فتالین در محلول اسیدی بی‌رنگ و در محلول بازی ارغوانی است.



محلول پساب خنثی شده را می توان به راحتی در سامانه فاضلاب آزمایشگاه تخلیه کرد.

**بیشتر بدانید:** در آزمایشگاه‌ها یا صنایع مختلف، پسماندهای شیمیایی معمولاً به صورت مخلوط وجود دارند. اگر بخواهیم اجزای با ارزش آنها را قبل از دفع جداسازی نمائیم باید از روش‌های مختلف جداسازی بهره ببریم. به طور کلی هدف از جداسازی بازیابی مواد با ارزش، حذف مواد مزاحم، تغلیظ محلول مورد نظر یا سایر موارد می‌تواند باشد. برای جداسازی، از اختلاف در خصوصیات فیزیکی استفاده می‌شود، مانند اختلاف فراریت، حلالیت، چگالی و اندازه ذرات. در آنالیز و جداسازی مواد مختلف از روش‌های ویژه‌ای برحسب نوع و ساختار مواد و مخلوط‌ها استفاده می‌شود که برخی از آنها دارای اهمیت بیشتری هستند.

## ۸-۵- بسته بندی مواد زائد آزمایشگاهی



شکل ۲۳-۵- تصاویری از بسته بندی‌های ایمن و آماده حمل پسماندهای شیمیایی



به نظر شما بسته بندی مواد زائد و پسماندها باید دارای چه خصوصیات باشد؟

### بسته بندی ایمن پسماندها

- بسته بندی مواد زائد باید به گونه‌ای باشد که در شرایط طبیعی و عادی حمل، مانع خروج محتویات به بیرون شده و چنان مستحکم باشد که در هنگام حمل شل نشده و فشارهای معمول را تحمل کند.
- چنانچه بسته بندی مواد خطرناک طبق مقررات ایمنی با یکدیگر و با سایر بارها مجاز شمرده شده باشد باید

ظروف داخلی آنها متفاوت و جدا از هم در یک بسته قرار گیرند و تمهیداتی نیز اندیشیده شود تا در صورت خرابی، نشت و یا نابودی ظروف داخلی واکنش خطرناک رخ ندهد.

- مواد سازنده ظرف و دریچه‌های آن نباید در معرض تأثیر مضر محتویات بوده و در هنگام تماس با آن نباید هیچ‌گونه ترکیب خطرناکی به وجود آورد.
- مخزن‌های شیشه‌ای نباید دارای نقصی باشند که میزان استحکامشان را تقلیل دهد. دریچه‌های مخزن‌ها باید به منظور جلوگیری از شل شدن دارای تجهیزات اضافی (مانند نصب کلاهک، محفظه‌بند، و تسمه نگه دارنده) باشند.
- بسته‌بندی‌های داخلی باید طوری در بسته‌بندی‌های خارجی جای گیرند که در شرایط عادی از شکستن و سوراخ شدن آن جلوگیری گردد.
- بسته‌بندی‌های مخصوص مواد جامدی که در دمای مناسب، امکان تبدیل آنها به مایع وجود دارد باید مطابق بسته‌بندی مواد مایع انجام شود.
- مواد محلول در آب باید در ظروف مقاوم در برابر آب بسته‌بندی گردند.
- مواد و فرآورده‌های خطرناک در صورتی برای بسته‌بندی (بارگیری) مشترک، مجاز شمرده می‌شوند که استعداد انجام واکنش خطرناک با یکدیگر را نداشته باشند.

فکر کنید ۳



۱- به نظر شما چرا به هنگام بسته‌بندی پسماندهای خطرناک مایع، مقداری فضای خالی در بالای ظرف آنها در نظر می‌گیرند؟

۲- در بسته‌بندی مواد منفجره، میخ‌ها، گیره‌ها، و قطعات محکم‌کننده‌ای که از جنس فلز هستند باید دارای پوشش محافظتی باشند. به نظر شما چرا؟

فعالیت گروهی ۶



به کمک دوستان خود برای تعدادی نمونه فرضی پسماند مواد شیمیایی، که در جدول زیر آمده است بسته‌بندی مناسب را پیشنهاد دهید.

پسماند شیمیایی	بسته‌بندی پیشنهادی
پسماند اسیدها	
پسماند بازها	
ضایعات هیدروفلوئوریک اسید (HF)	
پسماند مایعات قابل اشتعال	
کلسیم کلرید	
پسماند سدیم	
گوگرد	
مواد منفجره	



## ۹-۵- روش های حمل و نقل ظروف پسماندها

نمایش فیلم حمل و نقل پسماندهای شیمیایی خطرناک

در فیلم مربوط به حمل و نقل پسماندهای شیمیایی، چه نکات مهمی مشاهده می‌کنید؟

بحث گروهی ۶



- بارگیری و تخلیه مواد خطرناک ویژه باید در روشنایی و یا در روز انجام گیرد و در مناطق گرم باید صبح زود یا مقارن غروب و در سایر مواقع در صورت امکان در سایه صورت گیرد.
- تخلیه و بارگیری مواد خطرناک نباید در کنار ساختمان‌های اداری یا انبارهای مواد، بلکه باید در مکانی دور از ساختمان‌ها و در صورت امکان در محیط باز انجام پذیرد.
- با ماشین‌های مخصوص حمل مواد و پسماندهای شیمیایی خطرناک باید مأمور فنی و مأمور آتش‌نشانی اعزام شود. عملیات جابه‌جایی و انتقال پسماندهای شیمیایی خطرناک باید با احتیاط کامل و سرعت کم انجام شود.
- به هنگام انتقال پسماندهای شیمیایی خطرناک در مسیرهای نسبتاً طولانی و بدون ماشین، جابه‌جایی حتماً باید با استفاده از گاری‌های انتقال انجام شود.
- بسته‌های حاوی بارهای خطرناک را هنگام بارگیری در وانت یا کانتینر به شکلی در جای خود محکم نمایید که مانع جابه‌جایی و واژگونی یا افتادن آنها باشد.
- پس از بارگیری و تخلیه، کلیه سطوح داخلی و خارجی ماشین‌های حامل کالاهای خطرناک را به همراه اقدامات احتیاطی پاک‌سازی کرده و برچسب‌های روی آنها برداشته شوند.
- حمل پسماندهای شیمیایی خطرناک یک گروه خاص با سایر گروه‌های مواد شیمیایی ممنوع است.

## ۱۰-۵- دفع پسماندهای قابل سوختن



هنگامی که از کنار پالایشگاه‌های مختلف عبور می‌کنید، شعله‌ی یک یا چندین مشعل آنها تقریباً همیشه روشن است. به نظر شما چرا؟

پرسش ۲



سوزاندن یک فناوری کاربردی مورد استفاده در تجزیه پسماندهای خطرناک است. پسماندها در زباله‌سوزها، بویلرها و کوره‌های صنعتی با اهداف مختلف سوزانده می‌شوند. هدف سوزاندن به‌طور مستقیم مرتبط با نوع وسیله مورد استفاده است.

**دستگاه زباله‌سوز:** زباله‌سوز دستگاهی است که پسماندهای خطرناک جامد، مایع و گاز را با دمای بالا سوزانیده و به کوچک‌ترین مولکول‌های ممکن می‌شکند تا مضرات زیست محیطی آنها کم شده و قابلیت دفع به محیط زیست (خاک، آب یا جو) را پیدا نمایند. در زباله‌سوزها ترکیبات آلی پسماندها به اتم‌های تشکیل دهنده می‌شکند. این اتم‌ها یک بار دیگر با اکسیژن ترکیب شده و ترکیبات گازی باثباتی را تشکیل می‌دهند که پس از عبور از پالایش‌گر (اسکرابر<sup>۱</sup>) به داخل اتمسفر آزاد می‌شوند. وظیفه اسکرابر شستشو و جداکردن ترکیبات مضر زیست‌محیطی از گازهای پایداری مانند کربن دی‌اکسید تولید شده و نیز گرفتن ذرات جامد تولیدی از فاز گازی است. شایان ذکر است برای آنکه سوزاندن، روش مؤثری برای تجزیه پسماندهای خطرناک باشد، احتراق بایستی کامل باشد.



شکل ۲۴-۵- زباله‌سوز آزمایشگاهی



شکل ۲۵-۵- زباله‌سوز صنعتی

به نظر شما آیا می‌توان پسماندها را در فضای باز سوزاند؟ در چه مواقعی؟ آیا تمهیدات ویژه‌ای برای این کار لازم است؟

فکر کنید ۴



۱- Scrubber

## سوزاندن در هوای باز

این روش عبارت است از سوزاندن مواد با شعله‌های کنترل نشده و ورود مستقیم محصولات احتراق به جو. روش سوزاندن در هوای باز، می‌باید فقط در شرایطی به کار گرفته شود که دسترسی به محل محدود بوده و روش‌های مدیریتی دیگر غیرعملی یا غیرممکن باشند. بهتر است که این عملیات احتراق در یک ظرف ۲۰۰ لیتری فلزی انجام گیرد. زمانی که این کار غیرممکن باشد، می‌باید از چاله یا گودال‌های سرباز استفاده نمود. چاله یا گودال محل‌های روبازی هستند که در زمین کنده شده تا به خاک رس برسد به طوری که پسماندهای مایع به خاک نفوذ نکنند، سپس مایعات به داخل گودال یا چاله پاشیده می‌شوند و از راه دور از مسافتی مناسب، سوختن شروع می‌شود. می‌باید تمامی جوانب در نظر گرفته شود تا اطمینان لازم از سوختن کامل همه مواد آلی حاصل شود. زمانی که روش سوزاندن برای امحا اتخاذ می‌گردد، می‌باید موارد زیر در مورد مکان انجام عملیات و فرایند سوختن رعایت شوند:

- حداقل ۵۰۰ متر با محل‌های مسکونی، خطوط انتقال برق و محل‌هایی که گیاهان و درختان رشد کرده‌اند، فاصله باشد.

- زمین می‌باید مسطح و هموار بوده و سطح زیرین چاله محکم باشد.

- در ناحیه عملیاتی آب‌های زیرزمینی می‌باید عمیق بوده و فاصله از خطوط عبور آب حفظ شود.

- منطقه عملیاتی محصور شده و محدوده امن برقرار شود.

- همه افراد در جهت باد نسبت به محل عملیات قرار بگیرند.

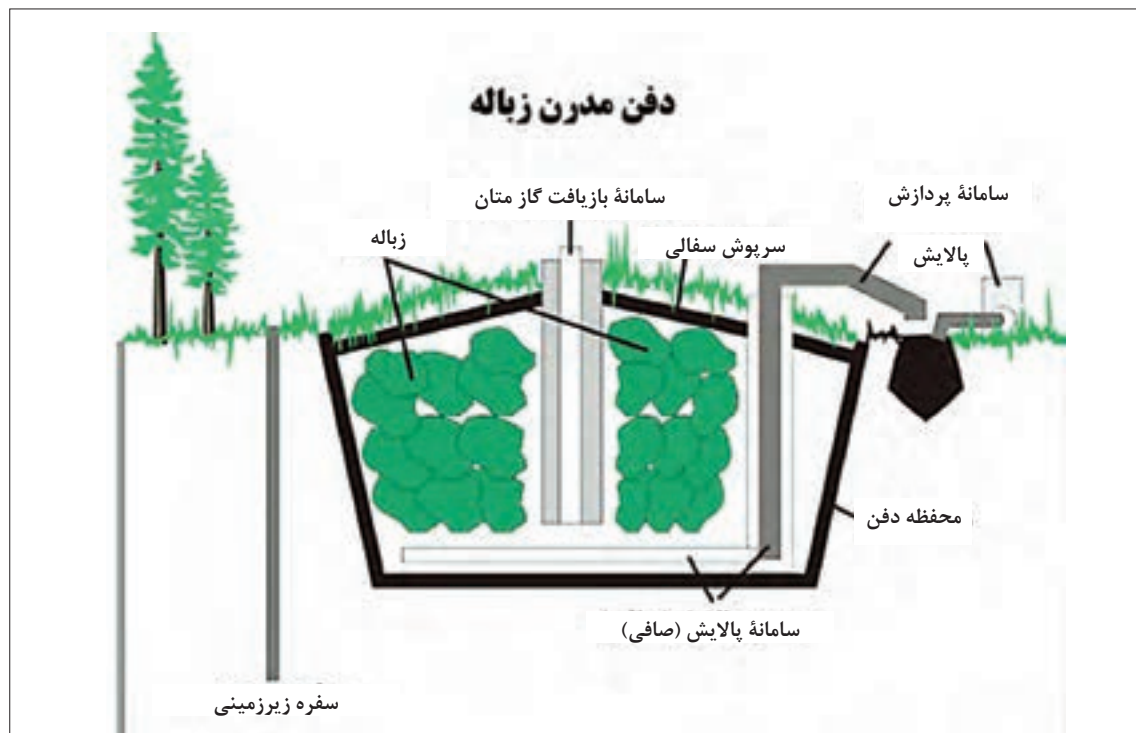
- اگر نیاز به چند چاله وجود داشته باشد، می‌باید چاله‌ها با فاصله‌های حداقل ۱۰ متری قرار بگیرند.

**پیرولیز (تفکافت):** پیرولیز، فرایند تجزیه ترموشیمیایی مواد آلی در دمای بالا و فقدان اکسیژن (و هالوژن‌ها) است که در آن ماده آلی از نظر شیمیایی و فیزیکی به طور برگشت‌ناپذیر تخریب می‌شود. پیرولیز یکی از فرایندهای تولید زغال (گرمای ۲۰۰ درجه سلسیوس به بالا) است و در آتش‌سوزی‌هایی رخ می‌دهد که سوخت‌های جامد می‌سوزند یا وقتی که مواد گیاهی در تماس با انفجارهای آتش‌فشانی قرار می‌گیرند، پیرولیز مواد آلی منجر به تولید گاز و فرآورده‌های مایع می‌شود، ولی فاز جامد آن زغال است که از نظر کربن غنی‌تر است. کربونیزاسیون نوعی پیرولیز شدید است که تنها کربن به جا می‌ماند. پیرولیز نسبت به سوزاندن ایمن‌تر بوده و محصولات کم‌خطر تولید می‌کند، اما هزینه عملیاتی بیشتری دارد.

**امحا به روش دفن:** انواع مختلفی از دفن در زمین وجود دارد که در اینجا دو روش معرفی می‌شوند:

**دفن در زمین مهندسی شده:** در این روش از یک مکان رسمی و مشخص و دارای ناحیه‌ای برای پوشش حفاظتی به منظور انجام عملیات برای مواد خطرناک و طبق مقررات ایمنی استفاده می‌شود.

زمین‌های مهندسی شده دارای لایه‌های مختلفی مانند قیر، بتون و لایه پلیمری نفوذناپذیر نسبت به آب هستند تا مایعات همراه یا مایعات ایجاد شده به مرور زمان، امکان نفوذ به لایه‌های زمین و نشت به آب‌های زیرزمینی را پیدا نکنند.



شکل ۲۶-۵- زمین مهندسی شده دفن

دفن در زمین‌های دورافتاده: در این روش یک گودال یا چاله در زمین ایجاد گردیده و پس از وارد کردن پسماندهای جامد بدون خطر یا خاکستر حاصل از سوختن دیگر پسماندها به درون آن، با خاک پوشانده می‌شود. توجه: یکی از روش‌های امحای پسماندهای مایع روش سوزاندن یا پیرولیز است.

مثالی برای دفع نامناسب پسماندها ارائه کنید. آیا به نظر شما روش شکل زیر برای تمامی پسماندها مناسب است؟ از مشکلاتی که این روش‌های نامناسب به وجود می‌آورند به چند مورد اشاره کنید.

تحقیق کنید ۳



شکل ۲۷-۵- تصویری از دفن در زمین‌های دورافتاده؛ همان‌طور که می‌بینید این روش چندان مناسب و ایمن به نظر نمی‌رسد.

آموخته‌های شما در فصل‌های این کتاب درسی، تلاشی بوده است در راستای آشنایی و مهارت یافتن شما عزیزان در اموری که منجر به حفاظت از سلامت شخصی، همکاران، محیط کار و محیط زیست می‌شود. سلامتی انسان و محیط زیست انسان از مهم‌ترین نعمت‌های الهی هستند که تمامی انسان‌ها برای حفظ آنها مسئول بوده و باید از هیچ تلاشی مضایقه نکنند.

نکات زیست  
محیطی ۲



### جمع‌آوری پسماندها

فعالیت  
آزمایشگاهی ۴



با جستجو در هنرستان خود روش‌های جمع‌آوری و دفع انواع پسماندها را شناسایی کنید و در جدول زیر یادداشت کنید:

روش دفع	روش جمع‌آوری	نوع پسماند
		کاغذ
		شیمیایی
		الکترونیکی
		مواد غذایی
		بسپاری

## ارزشیابی شایستگی امحای پسماندهای آزمایشگاهی

### شرح کار:

- جداسازی پسماندها با توجه به ویژگی‌های خاص آنها
- خنثی‌سازی پسماندهایی نظیر اسیدها یا بازها
- نگهداری پسماندها به شکل ایمنی در ظروف مخصوص و تحویل به بخش پشتیبانی جهت خارج کردن از آزمایشگاه

### استاندارد عملکرد:

جمع‌آوری، خنثی‌سازی و از بین بردن پسماندها به منظور رساندن دورریزهای آزمایشگاه به استانداردهای زیست‌محیطی

### شاخص‌ها:

- تسلط و آگاهی کامل بر MSDS مواد و رعایت آن
- استفاده از ظروف مناسب
- آگاهی کامل از دستور کار گروه‌بندی مواد زائد آزمایشگاهی

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

- شرایط: مکان آزمایشگاه
- زمان: یک جلسه آموزشی
- ابزار و تجهیزات: ظروف نگهداری پسماندها، وسایل ایمنی شخصی

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	کمترین نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	پسماندهای آزمایشگاهی را شناسایی و جداسازی کند.	۲	
۲	جمع‌آوری پسماندها در ظروف مخصوص	۲	
۳	خنثی‌سازی پسماندها	۱	
۴	تحویل پسماندها به واحد پشتیبانی	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ایمنی: به کارگیری وسایل ایمنی شخصی نگرش: توجهات زیست‌محیطی: جلوگیری از ورود مواد سمی و خطرناک به محیط زیست شایستگی‌های غیر فنی: مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، کارگروهی و...	۲	
	میانگین نمرات		*

\* کمترین میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.

- ۱ برنامه درسی درس عملیات آزمایشگاهی از صنایع شیمیایی ۱۳۹۴ - دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
- ۲ مارتین سیلبربرگ، اصول شیمی عمومی، جلد اول و دوم، ترجمه مجید میرمحمد صادقی - غلام‌عباس پارسافر - محمدرضا سعیدی، ۱۳۹۳، مرکز نشر نوپردازان
- ۳ پارسافر، غلام‌عباس، شفيعی، افشین، جلالی هروی، مهدی، و.....، ۱۳۸۸، شیمی با نگرش تحلیلی، جلد اول و دوم، مؤسسه فرهنگی فاطمی
- ۴ مورتیمر، چارلز، شیمی عمومی، ترجمه خواجه نصیرطوسی، احمد، ۱۳۸۳، مرکز نشر دانشگاهی
- ۵ اختر محققى، حسین، ۱۳۸۴، آزمایشگاه شیمی عمومی، چاپ اول
- ۶ راهنما و دستورالعمل جامع مواد شیمیایی خطرناک - الزامات، دستورالعمل‌ها و رهنمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار - پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران
- ۷ افخمی، عباس، ۱۳۸۹، ایمنی در آزمایشگاه
- ۸ صادق اسدی، اعظم، دانشیار، امینه، ۱۳۸۸، ایمنی در آزمایشگاه، دفتر پایش فراگیر
- ۹ چوپانی، محمد حسین، بهار ۱۳۸۸، آلاینده‌های زیست محیطی و حفاظت از محیط زیست، آموزش و تجهیز نیروی انسانی شرکت ملی گاز ایران
- ۱۰ گیلبرت، جان، شیمی آلی تجربی نوین، ترجمه پیرالهی، هوشنگ، ۱۳۹۰، مرکز نشر دانشگاهی
- ۱۱ شالباف، حاجی، ۱۳۸۹، شیمی آلی عملی (۱) و (۲)، چاپ اول
- ۱۲ اصولی، علیرضا، ۱۳۸۹، آشنایی اجمالی با ایمنی، چاپ اول
- ۱۳ حقیقت پژوه، حمیدرضا، جمشیدی، روح الله، شناخت و تکنولوژی مواد شوینده
- ۱۴ گیلبرت، رابرت، شیمی آلی تجربی نوین، ترجمه پیرالهی، هوشنگ، ۱۳۸۳، مرکز نشر دانشگاهی
- ۱۵ عادل زاده، محمد رضا، ۱۳۸۷، اصول ایمنی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی
- ۱۶ شیمی عمومی، رشته صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، سال دوم، چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۱۷ شیمی آلی، رشته صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، سال دوم، چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۱۸ شیمی تجزیه، رشته صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، سال سوم، چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۱۹ آزمایشگاه شیمی عمومی، رشته صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، سال دوم، چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۲۰ آزمایشگاه شیمی آلی، رشته صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، سال دوم، چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۲۱ آزمایشگاه کاربرد مواد، رشته صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، سال دوم، چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران
- ۲۲ شناخت صنایع شیمیایی، رشته صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، سال دوم، چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران

- ۲۳ سیلندرهای گاز، جابه‌جایی ایمن، آئین کار، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ISIRI۵۶۶
- ۲۴ اصول اولیه نگهداری، ذخیره‌سازی و کاربرد سیلندرهای گازی تحت فشار، توصیه‌نامه آموزشی شماره ۱، معاونت آموزشی دانشگاه فردوسی مشهد، دفتر امور ایمنی و زیست محیطی آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌های دانشگاه
- ۲۵ اکبری نوشاد، آرش، آذر ماه ۱۳۸۶، خطرات مواد شیمیایی، (بازنگری زمستان ۱۳۹۱)
- ۲۶ کنشلو، طیبه و همکاران، ۱۳۹۲، سند استاندارد شایستگی حرفه صنایع شیمیایی، ناشر سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش
- ۲۷ کنشلو، طیبه و همکاران، ۱۳۹۳، سند استاندارد ارزشیابی صنایع شیمیایی، ناشر سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش
- ۲۸ کنشلو، طیبه و همکاران، ۱۳۹۴، سند راهنمای برنامه درسی رشته صنایع شیمیایی، ناشر سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش
- ۲۹ کنشلو، طیبه و همکاران، ۱۳۹۴، سند راهنمای برنامه درسی درس عملیات آزمایشگاهی در صنایع شیمیایی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش

- 1 - Principles of General Chemistry – Silberberg – ed 1st(2007)
- 2 - Handbook of Laboratory Safety (5th Edition), CRC Press, 2000.
- 3 - Prudent Practices for Handling Hazardous Chemicals in Laboratories, National Academy Press, 1981.
- 4 - Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals, National Academy Press, 1995.
- 5 - Safety in Academic Chemistry Laboratories, American Chemical Society, Washington DC, 2003
- 6 - Step-by-Step Transport and Connection of Compressed Gases., Occupational Health, Safety and Environment, University of Victoria.
- 7 - Handbook of Compressed Gases (Reinhold Publishing Corp., N.Y., 1985).
- 8 - Hazardous Materials Regulations of the Department of Transportation, 49CFR Parts 171180 - R. M. Graziano Tariff, issued by R.M. Graziano, Agent, 1920 “L” St. N.W., Washington, D.C. 20036
- 9 - Safe Handling of Compressed Gases in the Laboratory and Plant.
- 10 - Gas Cylinder Safety Guidelines - Environmental Health and Safety Statement –IOWA State University.



- 11 - Gas Regulators- Environmental Health & Safety- California State University Fullerton.
- 12 - Compressed Gas Cylinder Regulator Installation Standard Operating Procedure-University of Calgary.
- 13 - Pressure Systems and Transportable Gas Containers Regulations, 1989
- 14 - Compressed Gas Cylinder Regulator Installation Standard Operating Procedure-University of Calgary.
- 15 - Laboratory Standard Operating Procedure (SOP), Compressed Gas Cylinder Change for MOCVD and CVD Systems, University of California, SANTA CRUZ
- 16 - Hazardous Waste Disposal Guide, Northwestern University, Office for Research Safety, 2015
- 17 - Laboratory Hazardous Waste Management Guide, University of Tennessee, 2008
- 18 - Laboratory Waste Disposal, University of Wollongong, School of Chemistry, 2004
- 19 - Laboratory Waste Management Guidelines, University of Pennsylvania, 2011
- 20 - Safe Storage of Hazardous Chemicals, Berkeley University of California

## همکاران هنر آموز که در فرایند اعتبارسنجی این کتاب مشارکت داشته‌اند:

### استان: اصفهان

خانم‌ها: لیلا زارع، زهرا سادات، سیمین زمانی، بهجت مصلحی

آقایان: کیان کیانی، سیداحمد طباطبایی

### استان: بوشهر

خانم‌ها: راحله حمزییان، صدیقه احمدی باغکی،

آقایان: عیسی قادری فرد، مجتبی خشنود، فضل اله بوستانی، قاسم بوستانی، مجید پناهنده

### استان: ایلام

خانم‌ها: زهره کمالی، صفورا غلامی، فریبا بازدار، صباح شیری، نادیا بادکیو،

آقایان: جمشید عباسی، حسین نیروزاده

### استان: گیلان

خانم‌ها: اکرم قربانی، سیده فاطمه احمدی

آقایان: مسعود آری، محمدرضا شفیع نژاد جلالی، پدram شهبازیان، مهدی مجللی

### استان: فارس

خانم‌ها: مهرزاد کازرانی، زهرا شهبسواری فرد، گوهر دیلمی راد، پریسا قهرمانی

آقایان: محسن کدیور، سیاوش جمالی، مجید لرپور





همز آموزان محترم، همزجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه  
برنشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگار [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وب‌گاه: [tvoccd.oerp.ir](http://tvoccd.oerp.ir)

دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش