

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# عملیات آزمایشگاهی در صنایع شیمیایی

رشته صنایع شیمیایی

گروه مواد و فرآوری

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب:

عملیات آزمایشگاهی در صنایع شیمیایی - ۲۱۰۵۲۱

پدیدآورنده:

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

بهرام قنبری، اعظم صفاری، رابعه شیخ‌زاده، قاسم حاجی‌قاسمی، سیدرضا سیف‌محدثی،

طیبه کنشلو (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

بهرام قنبری (ویراستار علمی) رابعه شیخ‌زاده، اعظم صفاری، طیبه کنشلو، مهرداد محرابی،

ابوالفضل ستاری (اعضای گروه تألیف)

استان‌های مشارکت‌کننده: اصفهان، ایلام، بوشهر، فارس و گیلان

مدیریت آماده‌سازی هنری:

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی:

مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - ایمان اوجیان (طراح یونیفورم) - محمدعباسی (صفحه‌آرا)

و طراح جلد) - سیدمرتضی میرمجیدی (رسم)

نشانی سازمان:

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب سایت: [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir) و [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir)

ناشر:

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج-خیابان ۶۱

(دارو پخش) تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰/صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

چاپخانه:

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ:

چاپ اول ۱۳۹۵

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند باید این ملت اولاً با هم متحد باشد و ثانیاً در هر کاری که اشتغال دارد آنرا خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم، بلکه ان شاء الله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الآن عبادت تان این است که کار بکنید. این عبادت است. امام خمینی (قَدَسَ سِرُّهُ الشَّرِیف)

<b>فصل اول : به کارگیری مواد و وسائل آزمایشگاهی</b>	<b>۹</b>
واحد یادگیری ۱: به کارگیری و نگهداری مواد و وسائل آزمایشگاهی	۱۰
۱-۱- بهداشت، ایمنی، محیط زیست (HSE)	۱۱
۱-۲- جدول تناوبی	۲۴
۱-۳- عدم قطعیت در اندازه گیری های آزمایشگاهی	۲۹
۱-۴- آشنایی با برخی از ابزارهای آزمایشگاهی	۳۱
۱-۵- طبقه بندی ترکیبات شیمیایی	۳۷
۱-۶- نگهداری مواد شیمیایی	۴۳
ارزشیابی	۴۶
<b>فصل ۲: محلول سازی</b>	<b>۴۷</b>
واحد یادگیری ۲: آزمایش های محلول سازی	۴۸
۲-۱- جرم و وزن	۴۹
۲-۲- حجم	۵۳
۲-۳- محلول (مخلوط همگن)	۵۶
۲-۴- عوامل مؤثر در سرعت حل شدن	۵۹
۲-۵- مفهوم غلظت	۶۱
غلظت معمولی (غلظت گرم در لیتر)	۶۱
غلظت درصد	۶۳
غلظت مولی (مولاریته)	۶۴
تهیه محلول از مایعات آزمایشگاهی	۶۶
۲-۶- مخلوط های ناهمگن	۶۹
ارزشیابی	۷۴
<b>فصل ۳ : تعیین مشخصات مواد شیمیایی</b>	<b>۷۵</b>
واحد یادگیری ۳ : انجام آزمایش های تعیین مشخصات مواد شیمیایی	۷۶
۳-۱- اندازه گیری نقطه جوش	۷۷
۳-۲- اندازه گیری نقطه ذوب	۸۲
۳-۳- اندازه گیری چگالی	۸۸

۹۰	..... تعیین چگالی جامد
۹۲	..... تعیین چگالی مایع
۹۵	..... ۴-۳ اندازه گیری گرانشی
۱۰۰	..... ارزشیابی

۱۰۱	..... فصل ۴: تهیه فرآورده های شیمیایی در آزمایشگاه
۱۰۲	..... واحد یادگیری ۴: تهیه فرآورده های شیمیایی در آزمایشگاه
۱۰۳	..... ۴-۱ شکل گیری شیمی
۱۰۶	..... ۴-۲ صنایع اسیدها، بازها، نمک ها
۱۱۸	..... ۴-۳ صنایع سیلیکات
۱۲۸	..... ۴-۴ صنایع نفت، گاز، پتروشیمی
۱۳۹	..... ۴-۵ صنایع غذایی، دارویی، بهداشتی و آرایشی
۱۵۱	..... ارزشیابی

۱۵۳	..... فصل ۵: خدمات ایمنی در آزمایشگاه شیمی
۱۵۴	..... واحد یادگیری ۵: کار با کپسول های گاز
۱۵۵	..... ۵-۱ کپسول های گازی
۱۶۳	..... ۵-۲ آشکارسازها (دکتورها)
۱۶۴	..... ۵-۳ اجزای کپسول گازی
۱۷۰	..... ۵-۴ نشتی یابی
۱۷۵	..... ارزشیابی
۱۷۶	..... واحد یادگیری ۶: امحای مواد زائد آزمایشگاهی
۱۷۷	..... ۵-۵ مواد زائد آزمایشگاهی
۱۸۶	..... ۵-۶ روش های نگهداری انواع مواد زائد
۱۸۸	..... ۵-۷ خنثی سازی مواد زائد
۱۹۱	..... ۵-۸ بسته بندی مواد زائد آزمایشگاهی
۱۹۳	..... ۵-۹ روش های حمل و نقل ظروف مواد زائد
۱۹۳	..... ۵-۱۰ دفع مواد زائد قابل سوختن
۱۹۷	..... ارزشیابی
۱۹۸	..... منابع

وضعیت دنیای کار و تغییرات در فناوری، مشاغل و حرفه‌ها، ما را بر آن داشت تا محتوای کتاب‌های درسی را همانند پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور خود و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی تغییر دهیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی براساس شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور صحیح و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در این برنامه برای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است:

۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار

۲- شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده

۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات

۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است. برای تألیف هر کتاب درسی بایستی مراحل زیادی قبل از آن انجام پذیرد.

این کتاب نخستین کتاب کارگاهی است که خاص رشته صنایع شیمیایی تألیف شده است و شما در طول سه سال تحصیلی پیش رو پنج کتاب مشابه دیگر ولی با شایستگی‌های متفاوت آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه برای آینده بسیار ضروری است و پایه‌ای برای دیگر دروس می‌باشد. هنرجویان عزیز سعی کنید تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در کتاب را کسب نمایید و فرا گیرید.



کتاب درسی عملیات آزمایشگاهی در صنایع شیمیایی شامل ۵ فصل است و هر فصل دارای واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر فصل می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن فصل را کسب نمایید. علاوه بر این کتاب درسی شما می‌توانید از بسته آموزشی نیز استفاده نمایید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌ها و تأکیدات هنرآموز محترم درس را در خصوص رعایت این نکات که در کتاب آمده است در انجام مراحل کاری جدی بگیرید.

برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب می‌توانید از کتاب همراه هنرجو استفاده نمایید. همچنین همراه با کتاب اجزای بسته یادگیری دیگری برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وب‌گاه رشته خود با نشانی [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir) می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی‌تان، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

درس عملیات آزمایشگاهی در صنایع شیمیایی، مجموعه‌ای از شایستگی‌های فنی و غیر فنی است. شایستگی‌های فنی با عناوین به کارگیری و نگهداری مواد و وسایل آزمایشگاهی، محلول سازی، انجام آزمایش‌های تعیین مشخصات مواد شیمیایی، تهیه فرآورده‌های شیمیایی در آزمایشگاه، کار با کپسول‌های گازهای مصرفی، امحای مواد زائد آزمایشگاه و همچنین شایستگی‌های غیر فنی نظیر اخلاق حرفه‌ای، مدیریت زمان، مدیریت مواد و تجهیزات، مسئولیت پذیری، محاسبه و ریاضی، کار تیمی و مستندسازی و... است.

زمان آموزش درس عملیات آزمایشگاهی در صنایع شیمیایی ۳۰۰ ساعت است که ۱۸۰ ساعت عملی و ۱۲۰ ساعت نظری است. کتاب مذکور دارای پنج فصل است و هر فصل کتاب برای ۶۰ ساعت آموزشی آماده شده که ۶۰٪ زمان آموزش به صورت عملی و ۴۰٪ به صورت تئوری ارائه می‌شود. در کنار کتاب درسی، کتاب همراه هنرجو، راهنمای هنرآموز، فیلم، پوستر و... وجود دارد.



## فصل ۱

# به کارگیری مواد و وسائل آزمایشگاهی



آشنا بودن با مواد شیمیایی، وسائل و ابزار آزمایشگاهی و رعایت موارد ایمنی، بخش مهمی از مهارت‌هایی است که برای هر فعالیت علمی و پژوهشی در زمینه صنایع شیمیایی به آن نیازمندید.

## واحد یادگیری ۱

### به کارگیری و نگهداری مواد و وسائل آزمایشگاهی

#### مقدمه

با توجه به گستردگی و پیشرفت‌های علم و توسعه صنایع مختلف و استفاده از مواد شیمیایی گوناگون انسان‌ها را در معرض عوامل مختلف حادثه‌ساز قرار داده و موجب شده که موضوع پیشگیری از حوادث محیط کار بیش از پیش اهمیت یابد. پیشگیری از حوادث، به کارگیری و نگهداری صحیح مواد شیمیایی و وسائل در هنگام آزمایش و کار از موارد مهمی است که باید رعایت شوند و سلامتی و ایمنی موضوعی است که در هر لحظه از زندگی خود باید به آن توجه داشت.

#### استاندارد عملکرد

به کارگیری و نگهداری مواد و وسائل آزمایشگاهی طبق دستورالعمل برای انجام عملیات آزمایشگاهی

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

#### شایستگی‌های فنی:

- ۱ قوانین ایمنی را در آزمایشگاه به کار برند.
- ۲ مواد و وسائل آزمایشگاهی را شناسایی نمایند.
- ۳ مواد و وسائل را در مکان مناسب قرار دهند

#### شایستگی‌های غیرفنی:

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

## ۱-۱- بهداشت، ایمنی، محیط زیست (HSE)

پیشرفت علم و فناوری در زمینه‌های گوناگون باعث افزایش رفاه بشر بوده است. از توسعه حمل و نقل در جابه‌جایی بار و مسافر گرفته تا استفاده از وسائل خانگی، پوشاک، وسائل ارتباط جمعی و محصولات دارویی به‌منظور تأمین رفاه، همگی برای جامعه بشری مشکلات بسیاری را به وجود آورده‌اند. از این میان می‌توان به کاهش سطح زیر پوشش جنگل‌ها، آلودگی آب‌ها، تخریب لایه اوزون، آلودگی هوا، افزایش سر و صدا در محیط‌های اجتماعی، افزایش بیماری‌های روانی، افزایش نگرانی‌ها و استرس، انقراض گونه‌های خاص جانوری و حیات وحش و... اشاره نمود. توجه و تلاش انسان به افزایش رفاه و بهره‌گیری بیشتر از طبیعت جامعه جهانی را بر آن داشته است که درصدد پیشگیری و رفع مشکلات فوق برآید و براین اساس امروزه به سه مقوله، سلامتی<sup>۱</sup>، ایمنی<sup>۲</sup> و محیط‌زیست<sup>۳</sup> توجه زیادی می‌شود. زیرا این سه مورد در مجموع هرگونه ارتباط انسان با محیط پیرامون خود را شامل می‌شود.

در سیستم مقررات ایمنی و بهداشت حرفه‌ای و صنعتی، HSE مخفف سه کلمه بهداشت<sup>۱</sup>، ایمنی<sup>۲</sup> و محیط زیست<sup>۳</sup> است. و خط مشی آن عبارت است از: فراهم آوردن تمهیداتی به‌منظور جلوگیری از بروز آسیب، سانحه و ضرر برای انسان‌ها و محیط زیست. همان‌گونه که در شکل ۱-۱ نشان داده شده، سه مقوله بهداشت، ایمنی و محیط زیست یا همان HSE اثر هم‌افزایی روی یکدیگر دارند و اثر هم‌زمان آنها در بهره‌وری از نظر علمی به اثبات رسیده است.



شکل ۱-۱- محورهای HSE

در حال حاضر در پروژه‌های مشترک میان کشورها یا موضوعاتی که در هر کشوری زیر نظر سازمان‌های بین‌المللی، نظیر سازمان بهداشت جهانی<sup>۴</sup> (WHO) صورت می‌گیرد تلفیق سه موضوع بهداشت، ایمنی و محیط زیست در اولویت قرار دارند.

۱. Health

۲. Safety

۳. Environment

۴. World Health organization (WHO)



سلامتی چیست؟ بارها برای دوستان و آشنایان خود آرزوی سلامتی کرده‌اید. سلامتی چیست و چه کسی را سالم می‌دانید؟ آیا با نگاه کردن به افراد می‌توان سلامتی را در آنها دید یا می‌توان برای بیان سلامتی از فرمول‌های ریاضی استفاده کرد؟

**تعریف سلامت:** تندرستی را به‌صورت‌های فراوانی تعریف کرده‌اند. می‌توان گفت در سلامت کامل، بین دستگاه‌های مختلف بدن، تعادل و همکاری وجود دارد و ساختمان اندام‌ها و ترکیبات شیمیایی بدن طبیعی است. عوامل بیماری‌زا می‌توانند این تعادل و شکل طبیعی بدن را به هم بزنند. شخصی که از تندرستی کامل برخوردار است، در برابر حوادث، توانا و بردبار بوده، می‌تواند ناملایمات زندگی را با نیرو و توانایی جسمی و روحی خود بهتر تحمل کند.

**تعریف سازمان جهانی بهداشت از سلامت:** «سلامت عبارت است از رفاه کامل جسمی و روانی و اجتماعی و نه فقط نبودن بیماری و معلولیت.» در سال‌های اخیر «داشتن یک زندگی مثرثمر و اقتصادی» به پیشنهاد سازمان جهانی بهداشت به تعریف فوق اضافه شده است. به این ترتیب، نمی‌توان کسی را که تنها بیماری جسمی ندارد فرد سالمی دانست، بلکه شخص سالم کسی است که از سلامت روان نیز، برخوردار بوده و از نظر اجتماعی، در آسایش باشد، زیرا پژوهش‌های علمی نشان داده که بسیاری از ناتوانی‌های جسمی از نابسامانی‌های فکری و عاطفی سرچشمه می‌گیرد. بنابراین می‌توان گفت سلامتی سه بعد جسمی، روانی، اجتماعی دارد. این سه بعد بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند.

**پیامبر اکرم(ص) فرموده است: بالاترین نعمت‌ها، سلامتی است.**

## بهداشت/سلامت

علم و هنر دستیابی به سلامت را «بهداشت» تعریف می‌کنند. به عبارت دیگر، بهداشت علم نگهداری و بالا بردن سطح سلامت است. بهداشت به دو صورت در جامعه تأمین می‌شود برای تأمین سلامت جامعه، بهداشت باید هم به‌صورت فردی و هم به‌صورت عمومی رعایت شود.

فکر کنید



۱. دلایل اولویت بهداشت بر درمان چیست؟
۲. به چه دلیل، رعایت بهداشت نوعی عبادت است؟

## بهداشت فردی

رعایت بهداشت فردی، عبارت از پیروی افراد جامعه از مجموعه دستورهای بهداشتی و دوری جستن از رفتارها و عادت‌های غیر بهداشتی است که باعث می‌شود افراد جامعه در معرض عوامل و شرایط بیماری‌زا قرار

نگرفته و به بیماری‌های ناشی از آنها دچار نشوند. استراحت، نظافت، خواب، رژیم غذایی مناسب، ورزش، پوشاک و استحمام از نکات مهم اصول بهداشت فردی هستند.

### بهداشت عمومی

سلامت هر جامعه در گرو رعایت موارد و نکات بهداشتی است؛ بخشی از این موارد در رابطه با مجموعه محیط زیست و اجتماع صورت می‌گیرد. برای رسیدن به این هدف، به کوشش همگانی احتیاج است تا شرایط بهداشتی مناسب برای عموم افراد جامعه، فراهم گردد. تعریف جامعی که پروفیسور وینزلو<sup>۱</sup> از بهداشت عمومی ارائه داده است، عبارت است از «علم و فن پیشگیری از بیماری‌ها، افزایش طول عمر، ارتقای سطح سلامتی و توانایی انسان از طریق کوشش‌های دسته جمعی افراد جامعه، به منظور بهسازی محیط کنترل بیماری‌های واگیردار، آموزش بهداشت فردی، ایجاد خدمات پزشکی و پرستاری به منظور تشخیص زودرس و درمان به موقع بیماری‌ها و ایجاد یک نظام اجتماعی که در آن هر فردی از جامعه از حق طبیعی خود، یعنی سلامتی و عمر طولانی، بهره مند شود.»

### ایمنی

راننده‌ای را در نظر بگیرید که با آگاهی از صاف بودن لاستیک خودرو، به مسافرت طولانی رفته است و ضمن رانندگی با سرعت غیر مجاز، ناگهان به دلیل ترکیدن لاستیک دچار حادثه شده است.

به نظر شما چه عواملی در بروز این حادثه مؤثر بوده است؟

پرسش



حادثه عبارت است از «واقعه یا رویداد برنامه‌ریزی نشده‌ای که در مسیر انجام وظیفه یا کار، اختلال ایجاد می‌کند و همواره بر اثر یک عمل غیر ایمن یا بر اثر شرایطی غیر ایمن یا بر اثر ترکیبی از این دو به وقوع می‌پیوندد.» حادثه، ممکن است بر اثر ضعف در تشخیص یک خطر، یا بر اثر بعضی نارسایی‌ها در سیستم کنترل خطر اتفاق افتد. حادثه همیشه موجب صدمه یا خسارت نمی‌شود، یعنی برخی مواقع اتفاق می‌افتد، ولی پیامدی ندارد به عبارت دیگر «به خیر می‌گذرد» این رویدادها را شبه حادثه گویند. اما اگر حادثه منجر به خسارت شود سانحه روی داده است. خسارت می‌تواند مالی و یا جانی باشد.

در حادثه اتومبیل به نظر شما «شرایط غیر ایمن» و «عمل غیر ایمن» چه بوده است؟

پرسش



مثال دیگری از حادثه، مربوط به انفجار گرد و غبار گندم در آسیاب یا سیلو است که مسئولان محل، به علت ناآشنایی به اینکه گردو غبار گندم همانند گرد و غبار بسیاری از مواد دیگر و مانند یک گاز منفجر می‌شوند، هیچ‌گونه برنامه‌ای برای کنترل پخش گرد و غبار در محیط کار نداشته و در نتیجه انفجار مهیبی رخ می‌دهد که منجر به بروز خسارات جانی و مالی فراوان می‌شود.

۱- Charles Edward Amory Winslow

ایمینی چیست؟ ایمینی را می‌توان «میزان و درجه گریز از مخاطرات» نامید. به عبارتی دیگر نسبی در برابر خطرات است.

تعریف ایمینی براساس استانداردهای جهانی بدین صورت است:  
«ایمینی عبارت از حالتی است که در آن احتمال خطر، آسیب (به اشخاص) یا خسارت مادی، به میزان قابل قبول محدود شده باشد.»

ایمینی در محیط‌های صنعتی گوناگون متفاوت بوده و موارد پیشگیری و نکات ایمینی منحصر به خود را دارد و ایمینی می‌تواند شامل ایمینی در مقابل عوامل زیان‌آور فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و ... شود که در ادامه توضیح داده شده‌اند.

۱ عوامل زیان‌آور فیزیکی محیط کار شامل سروصدا، گرما و رطوبت، سرما، ارتعاش، فشار (کمبود و افزایش فشار)، روشنایی (کمبود و افزایش نور)، اشعه مادون قرمز، اشعه ماوراء بنفش - اشعه‌های یونیزه و الکتریسیته؛  
۲ عوامل زیان‌آور شیمیایی محیط کار مانند گازها، بخارات، دود و دمه، گرد و غبار، اسیدها و بازها، فلزات و ...؛  
۳ عوامل زیان‌آور بیولوژیکی محیط کار شامل انتقال ویروس‌ها، قارچ‌ها، انگل‌ها، باکتری‌ها و ... از طریق تنفس، خون و سایر مایعات بدن؛

۴ عوامل زیان‌آور مکانیکی و ارگونومیک<sup>۱</sup> محیط کار، شامل حالت‌های نامناسب بدن حین کار، بلندکردن و حمل بار بیش از حد مجاز، سطوح کار، شامل میز، صندلی، ابزارآلات مورد استفاده تجهیزاتی که مناسب طراحی نشده باشند (عدم تطابق کار با کاربر) و ...؛

۵ عوامل زیان‌آور روحی و روانی محیط کار مانند روابط کارگر با کارفرما، همکاران و زیردستان، استرس‌های شغلی، تشویق‌ها و تنبیه‌ها، ارتقای شغلی، رضایت شغلی و ...

اکنون که با زیرشاخه‌های اصلی ایمینی آشنا شدید در ادامه به معرفی برخی از سرفصل‌های متداول ایمینی در محیط‌های کار می‌پردازیم. سعی کنید با کمک معلم خود هرکدام از مباحث زیر را در یکی از زیرفصل‌های اصلی بحث ایمینی طبقه‌بندی کنید.

### ایمینی برق

استفاده از انرژی الکتریکی با توجه به ویژگی سامانه‌های مورد استفاده امروزی به‌طور عمده به‌صورت‌های زیر ایجاد خطر می‌نماید:

- ۱ خطر ناشی از تولید حرارت
- ۲ خطر برق گرفتگی
- ۳ خطر شوک الکتریکی

۱ خطر ناشی از تولید حرارت: خطرهای ناشی از تولید حرارت به دو نوع است: نوع اول مانند بخاری برقی که خطرهای آن از راه تماس مثلاً تماس دست با المنت یا بدنه داغ بخاری و سوختگی موضعی و تماس پارچه یا پرده با قسمت‌های داغ و ایجاد آتش‌سوزی است. برای پیشگیری از این گونه خطرات، باید مشابه سایر منابع تولید حرارت عمل نمود که در بحث ایمینی حریق و مانند آن مطرح می‌شود.

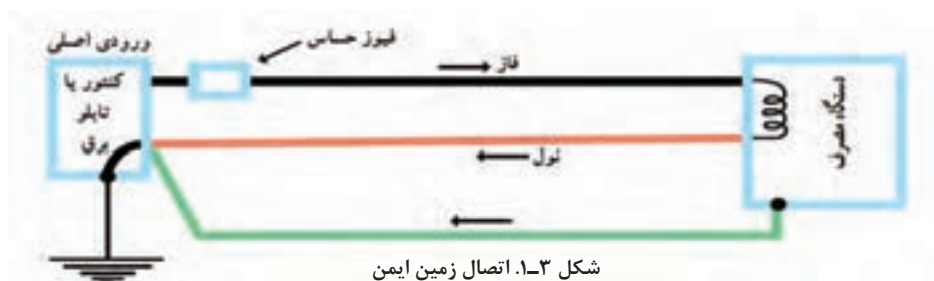
خطرات نوع دوم مربوط به «اتصال کوتاه» است. در اتصال کوتاه، جریان بزرگی از رسانا مانند سیم برق یا

۱- چیدمان محیط کار و طراحی تجهیزات کار

آچار فلزی عبور کرده که اگر وسایل حفاظتی به موقع عمل نکنند و جریان برق قطع نشود، حرارت تولید شده عایق بندی هادی ها و دستگاه های مسیر عبور جریان را در درجه اول تخریب می کند، سپس اجزای رسانا دستگاه ها را بر اثر دمای زیاد خراب می کند و اصطلاحاً می سوزاند.

۲ خطر برق گرفتگی: عبور جریان برق از بدن زمانی که شدت آن از مقدار معینی بیشتر باشد موجب بروز حالت برق گرفتگی می گردد که در بسیاری موارد ممکن است کشنده باشد.

۳ خطر شوک الکتریکی: شوک الکتریکی به دلیل ناگهانی بودن تماس برق با بدن حاصل می شود. به طور کلی شوک الکتریکی باعث بروز عکس العمل های ناگهانی در نسوج و اعضای بدن می گردد و براساس همین اصل است که شخص مشغول به کار در ارتفاع بر اثر شوک الکتریکی ناگهان تعادل خود را از دست داده، به زمین سقوط می کند. استفاده از اتصال زمین ایمن می تواند از خطرات برق گرفتگی، شوک الکتریکی و تاحدودی اتصال کوتاه جلوگیری نماید. شکل ۱-۳- اتصال زمین ایمن را به خوبی نشان می دهد.

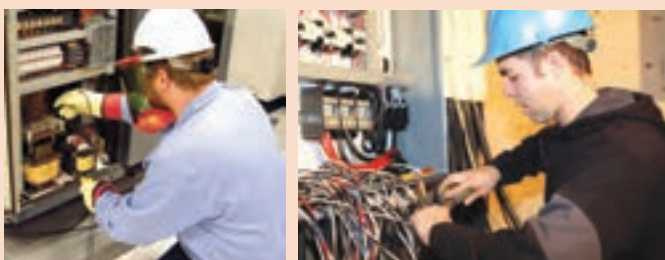


چرا استفاده از اتصال زمین ایمن می تواند از خطرات برق گرفتگی جلوگیری نماید؟

پرسش



نکات ایمنی



شکل ۱-۴. مقایسه نحوه کار ایمن با تجهیزات الکتریکی (چپ) و غیر ایمن (راست)

۱. برای پیشگیری و کاهش پیامدهای ناشی از برق گرفتگی، باید همیشه از ابزار سالم و مناسب استفاده شود.
۲. استفاده از وسایل حفاظت فردی مانند کفش ها و دستکش های لاستیکی، همواره مورد توجه قرار گیرد.

### ایمنی در وسائل تیز و برنده

از وسائل تیز و برنده می توان به نمونه هایی مانند انواع اره ها، چاقو، قیچی ها، فرزها، مته ها، قطعات فلزی و شیشه ای تیز و... اشاره کرد. خطر این وسائل بریدن انگشت، دست، پا... و فرو رفتن نقاط نوک تیز وسائل در چشم یا قسمت های دیگر بدن است. برای کنترل این خطرات دو راه وجود داد:

- ۱ استفاده از حفاظ ها و دستگاه های ایمنی
- ۲ استفاده از روش های کار صحیح و مناسب





به هنگام جمع آوری لوازم شیشه‌ای شکسته شده آزمایشگاهی، موارد ایمنی را رعایت کرده و هیچ وقت سهل انگاری نکنید. قطعات شکسته بسیار برنده تر از وسائل برنده مانند چاقو بوده و در ضمن ممکن است آلوده باشد.

### ایمنی حریق و آتش سوزی



حریق از ترکیب ماده سوختنی، گرما و اکسیژن ناشی می گردد، وقتی یک جسم تا درجه حرارت احتراق یا افروزش گرم شود، شروع به سوختن خواهد کرد و تا زمانی که ماده سوختنی، درجه حرارت مناسب و اکسیژن وجود دارد به سوختن خود ادامه خواهد داد. این اصل به شکل مثلث حریق نشان داده می شود.

امروزه در سیستم‌های آتش‌نشانی و ایمنی از مربع آتش نام برده می شود که شامل سوخت، اکسیژن، گرما و واکنش‌های زنجیره‌ای<sup>۱</sup> است. برخی مواد شیمیایی خاص قادر به تشکیل واکنش‌های زنجیره‌ای هستند بی توجهی به این مسئله می تواند آتش را گسترده تر کرده یا حتی باعث انفجار شود.

با توجه به عوامل مؤثر در حریق، چگونه می توان یک حریق را اطفاء کرد؟

در پیشگیری از حریق، مسئله مهم این است که بدانیم چگونه و در کجا حریق آغاز می شود.

طبق آمار، علل اصلی حریق، معمولاً عبارت است از: الکتریسیته، شعله‌های باز، سیگار کشیدن، اصطکاک، سطوح داغ، موادی که بیش از حد گرم شده‌اند، جرقه‌ها، اشتعال خود به خودی، برشکاری و جوشکاری، سرایت از حریق‌های دیگر و... برای از بین بردن این علل حریق باید:

۱) در انجام کارهایی که به نام کارهای گرم معروفند مانند جوشکاری، برشکاری و... قبل از هر چیز مجوز، صادر شود که در طی آن محیط کار، وسائل و روش کار از سوی افراد متخصص بررسی شود. به عبارت دیگر علل اصلی ایجاد حریق از بین برده می شوند.

۲) در مورد مایعات اشتعال پذیر باید موارد زیر رعایت گردد.

۱- واکنش زنجیره‌ای واکنشی است که دارای چندین مرحله بوده و در هر مرحله آن یک جسم واکنش پذیر به وجود می آید که موجب اجرا شدن مرحله بعدی می شود.

- از مخلوط شدن مایعات مزبور به صورت تصادفی جلوگیری شود.
- با اتصال بدنه ظروف با یکدیگر به کمک سیم برق و وصل کردن آن به سیم اتصال زمین از وقوع جرقه جلوگیری شود.
- در هنگام تخلیه، بارگیری و حمل مایعات مزبور، همه احتیاط‌های لازم معمول گردند.
- تهویه، مناسب‌ترین راه برای جلوگیری از تشکیل مخلوط‌های آتش‌زاست.
- در هنگام بروز حادثه توجه به این نکات ضروری است

#### ۱) اگر آتش‌سوزی ایجاد شد:

- در صورت امکان جسمی را که در حال اشتعال است از محل حریق دور کنید.
- شیرهای گاز را ببندید.

- دوشاخه دستگاه‌های برقی را از پریز خارج کنید.
- جسمی را که در حال سوختن است با شن یا پتوی خیس بپوشانید.
- در صورت لزوم از کپسول آتش‌نشانی استفاده کنید.

#### ۲) اگر لباس کسی آتش گرفت.

- در صورت امکان، بدون اتلاف وقت، شخص را روی زمین بخوابانید و او را با پتوی خیس بپوشانید.
- برای خاموش کردن لباس‌های وی از پاشیدن آب خودداری کنید. به‌خاطر داشته باشید که بعضی از مواد شیمیایی مانند:  $\text{Na}$ ،  $\text{K}$ ،  $\text{Li}$ ،  $\text{NaH}$ ،  $\text{CaH}_2$  با افزودن آب، بیشتر مشتعل می‌شوند.

### ایمنی کار با مواد شیمیایی

محیط اطراف انسان را مواد شیمیایی فراگرفته که به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم از طریق هوا، خاک، آب و مواد غذایی می‌تواند سلامت محیط و انسان را به‌خطر اندازد و انسان مداوم با آنها در تماس است. برخی از آمارهای سازمان جهانی بهداشت، گویای این واقعیت است که چند میلیون نفر در سطح جهان در صنایع شیمیایی مشغول به‌کار هستند. تعدادی از آنها سالانه بر اثر تماس غیرایمن با مواد شیمیایی دچار مرگ شده یا از کار افتاده می‌گردند. هنگام کار با مواد شیمیایی، امکان بروز حوادث مختلفی نظیر تماس پوستی، بلع، استنشام، نشت یا ریزش مواد در محیط وجود دارد که می‌تواند سلامت محیط و انسان را به‌خطر اندازد.

آیا می‌دانید در مقابله با این حوادث چگونه باید عمل نمود؟

پرسش





### چرا استفاده از وسایل ایمنی شخصی در آزمایشگاه ضروری است؟

مواد شیمیایی به چهار شیوه اصلی، انسان را دچار مخاطره می کنند که عبارت اند از:

- تماس با چشم؛

- تماس پوستی؛

- بلعیدن (عمل بلعیدن می تواند به صورت غیر عمد روی دهد)؛

- استنشاق.

بنابراین وسایل و تجهیزات ایمنی شخصی باید بتوانند از این چهار مورد جلوگیری کنند.

#### محافظت از چشم

هر فردی که به آزمایشگاه شیمی وارد می شود باید از عینک ایمنی مناسب استفاده نمایند. هر نوع عینکی نمی تواند محافظ چشم باشد و بسته به نوع کار بایستی عینک مناسب (محافظ مناسب برای چشم) انتخاب شود. هنگام کار در شرایط خلأ یا هنگام کار با موادی که امکان پاشیدن آن به چشم وجود داشته باشد. پوشیدن عینکی که به طور کامل چشم را بپوشاند و راه ورود مواد را به طور کامل مسدود نماید، ضروری است. هنگام حرارت دادن مواد و کار کردن با سدیم یا فلزهای قلیایی و دیگر موادی که احتمالاً خطر آفرین هستند، استفاده از عینک محافظ اهمیت بیشتری پیدا می کند.

#### محافظت از دهان و بینی

برای محافظت از دهان و بینی و جلوگیری از استنشاق بخارات و گازهای سمی از انواع مختلف ماسک ها استفاده می شود. ماسک های ساده تنفسی که فقط بینی و دهان را می پوشانند یا ماسک هایی که تمامی صورت را پوشش می دهند و دارای فیلترهای تنفسی هستند.

#### روپوش آزمایشگاهی

لباسی که یک فرد در آزمایشگاه می پوشد، بایستی او را در برابر پاشیدن و ریختن مواد شیمیایی محافظت کند. همچنین، بایستی در صورت بروز حادثه راحت از تن خارج شود و قابل اشتعال نباشد. روپوش ها و پیش بندهای غیر قابل اشتعال و فاقد خلل و فرج زیاد، پوشش ارزان و مناسب برای آزمایشگاه می باشند. در روپوش ها



بایستی به جای دکمه‌های معمولی از دکمه‌های منگنه‌ای استفاده شود تا راحت باز شوند. از کفش چرمی یا چرم مصنوعی استفاده کنید و هرگز از کفش‌های کتانی و کفش‌های روباز استفاده نکنید. لباس آستین کوتاه مناسب آزمایشگاه نیست.

جواهرآلات توسط مواد شیمیایی آسیب می‌بینند. حتی بخار مواد شیمیایی می‌تواند به آنها آسیب برساند. مواد شیمیایی‌ای که بین جواهرات و پوست می‌ماند، می‌تواند باعث آسیب پوست شود. پوشیدن جواهرآلات می‌تواند باعث افزایش احتمال تماس با جریان الکتریسیته و شوک‌های الکتریکی مضر شود. آنها همچنین در تماس با ابزارهای آزمایشگاه ممکن است باعث ایجاد حادثه شوند.

### دستکش



دستکش یک وسیله مهم برای محافظت شخصی است. دستکش‌ها از جنس‌های مختلف بوده و بسته به نوع کار در اندازه‌های مختلف است. بعضی تا مچ و بعضی تا آرنج را می‌پوشانند.

معمولاً دستکش‌های پارچه‌ای برای جابه‌جایی اجسام خیلی سرد و خیلی داغ استفاده می‌شود و نمی‌تواند از پوست در مقابل مواد شیمیایی محافظت کند. دستکش‌های آزمایشگاهی از جنس لاتکس بوده و نسبت به مواد شیمیایی مقاوم هستند. از دستکش باید به طور صحیح استفاده کرد و باید دقت کرد که دستکش سوراخ نباشد. اگر مواد شیمیایی به داخل آن نشت

کند، خطر آلوده شدن را دارد، دوباره از آن استفاده نکنید؛ چون این مواد به سختی با شستشو از بین می‌روند. هنگام ترک محل کار و قبل از دست زدن به سایر وسائل مثل تلفن، وسائل یادداشت و کتاب‌های موجود در آزمایشگاه، دستکش را از دست خارج کنید.

### ایمنی قوانین و مقررات در آزمایشگاه



با توجه به اینکه به هنگام آزمایش، سلامت شما به طرز کار و رعایت قوانین آزمایشگاهی بستگی دارد، به برخی نکات مهم در اینجا اشاره می‌شود، سعی کنید تمامی نکات را به خاطر داشته باشید و به موقع آنها را به کار ببرید.

۱ همواره با کسب آمادگی‌های قبلی به آزمایشگاه وارد شوید و دستور کار آزمایش را قبلاً مطالعه کنید.

۲ حتماً از وسائل ایمنی شخصی، نظیر روپوش آزمایشگاهی، عینک، دستکش و کفش ایمنی استفاده کنید.

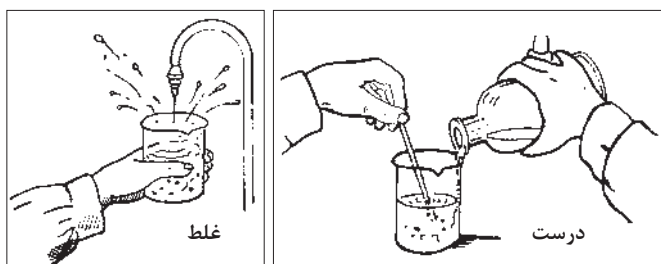
۳ در هر آزمایش کاملاً احتیاط نموده و هرگونه حادثه یا وضع غیرعادی پیش آمده را به اطلاع هنرآموز خود برسانید.

۴ قبل از برداشتن هر ماده، برچسب روی شیشه را به دقت بخوانید و قبل از انجام آزمایش نیز یک بار دیگر برچسب را بخوانید.



- ۵ از چشیدن یا لمس کردن مواد شیمیایی جداً خودداری کنید.
- ۶ هرگز مواد شیمیایی را با هم مخلوط نکنید مگر مواردی که به شما اجازه داده شود.
- ۷ از بوییدن مستقیم مواد شیمیایی پرهیز کنید. با تکان دادن دست، اندکی از بخار مواد را مطابق شکل با احتیاط به سوی بینی خود هدایت کنید.

- ۸ در موقع رقیق کردن اسیدها، همیشه به خاطر داشته باشید که اسید غلیظ را به آهستگی وارد آب



کنید و به هم بزنید. هرگز آب را به داخل اسید غلیظ نریزید، گرمای ایجاد شده باعث پاشیده شدن و پرتاب مخلوط به خارج و حتی شکستن ظرف می شود. تصویر روبرو ریختن اسید در آب را به صورت صحیح و غلط نشان می دهد.

- ۹ هرگاه اسید، باز یا هر ماده شیمیایی خورنده ای، روی میز، زمین یا لباس شما بریزد، در اسرع وقت آن را با مقدار زیادی آب بشویید.

- ۱۰ هرگاه بدن بر اثر تماس با اسیدها یا قلیاها، دچار سوختگی شد، محل سوختگی را زیر شیر آب با جریان قوی قرار دهید.

- ۱۱ هنگام روشن کردن چراغ گاز آزمایشگاه دقت کنید که قبل از باز کردن شیر گاز، باید کبریت مشتعل را آماده کرده باشید، بهتر است انجام این کار با اطلاع متصدی آزمایشگاه باشد.

- ۱۲ از بی نظمی در آزمایشگاه جداً پرهیزید و از جابه جا کردن مواد و وسائل آزمایشگاهی که جای معینی دارند خودداری کنید.

- ۱۳ جای جعبه کمک های اولیه، کپسول آتش نشانی، دوش، چشم شور آزمایشگاهی و محل کلید برق اصلی آزمایشگاه و طرز کاربرد آنها را همواره به خاطر بسپارید.

- ۱۴ هرگز باقی مانده مواد شیمیایی را که در آزمایش به کار نرفته است، به شیشه اصلی برنگردانید، چون ممکن است به مواد دیگری آلوده باشند.

- ۱۵ قبل از ترک آزمایشگاه لوازمی را که با آنها کار کرده اید به دقت بشویید و در جای خود، به طور مناسب قرار دهید.

- ۱۶ میز کار خود را تمیز کنید و هرگونه زباله، مانند چوب کبریت سوخته، کاغذ و... را در سطل مخصوص بریزید. بعد از آزمایش دست خود را با آب و صابون بشویید.

- ۱۷ مشاهده ها و نتیجه گیری های خود را مطابق دستورالعمل ثبت کنید و در پایان آزمایش به معلم خود تحویل دهید.

- ۱۸ برای فروبردن لوله شیشه ای یا دماسنج داخل یک درپوش لاستیکی، ضمن استفاده از دستکش پارچه ای، محل سوراخ را به آب یا پارافین آغشته نموده و با حرکت پیچشی آرام، آرام آن را به داخل درپوش فروبرید.



## برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد (MSDS)<sup>۱</sup>

- چه ترکیبات خطرناکی در ماده شیمیایی وجود دارد؟  
 - مواد شیمیایی چه مخاطرات و عوارضی را به دنبال دارند؟  
 - چگونه خود و محیط زیست مان را از این خطرات محافظت نماییم؟  
 برگه اطلاعات ایمنی ماده، سندی است که اطلاعات لازم درباره، خصوصیات ماده و خطراتی را که می‌تواند وجود داشته باشد، فراهم می‌کند و همچنین نحوه استفاده ایمن و چگونگی برخورد در مواقع اضطراری را نشان می‌دهد. هر فردی که به‌نحوی با پروسه تولید، تهیه و حمل و نقل مواد شیمیایی در ارتباط است لازم است قبل از کارکردن با هر ماده شیمیایی ابتدا با استفاده از برگه اطلاعات ایمنی ماده با خطرات و نکات ایمنی مربوط به آن آشنا شود.

برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی MSDS از بخش‌های زیر تشکیل شده است:

- ۱ هویت ماده شیمیایی؛
- ۲ ترکیب یا اطلاعات مربوط به اجزای سازنده آن؛
- ۳ آشنایی با خطرات احتمالی؛
- ۴ اقدامات اولیه اورژانسی؛
- ۵ اقدامات اولیه در مواجهه با حریق؛
- ۶ اقدامات اولیه در صورت ریختن اتفاقی ماده شیمیایی؛
- ۷ شیوه صحیح حمل و نقل و نگهداری؛
- ۸ روش‌های مهار کردن سرایت آن (حفاظت افراد در برابر ماده شیمیایی)؛
- ۹ خواص فیزیکی و شیمیایی؛
- ۱۰ پایداری و واکنش پذیری؛
- ۱۱ اطلاعات سمیت ماده شیمیایی؛
- ۱۲ اطلاعات اکولوژیکی؛
- ۱۳ اصول صحیح معدوم کردن پسماندهای آن؛
- ۱۴ اطلاعات لازم در مورد جابجا کردن آن؛
- ۱۵ قوانین و مقررات؛
- ۱۶ سایر اطلاعات.

قابل ذکر است که در برگه‌های (MSDS) بسته به نیاز و بسته به تشخیص کارشناسان ایمنی و بهداشت حرفه‌ای ممکن است تعدادی از اجزای آن کم یا زیاد شود.

با توجه به برگه (MSDS) و نیتریک اسید و سدیم (در کتاب همراه جو) هر یک از بخش‌های آن را بررسی کنید.

فعالیت عملی

## دستورالعمل بهداشتی، ایمنی و زیست محیطی سدیم هیدروکسید:

### ۱ نام ماده و اسامی مشابه:

سدیم هیدروکسید یا کاستیک سودا

### ۲ مشخصات و خواص فیزیکی و شیمیایی ماده:

جامد سفید رنگ و بدون بو است.

نقطه ذوب:  $321^{\circ}\text{C}$  نقطه جوش:  $385^{\circ}\text{C}$

پایداری و واکنش با مواد دیگر:

ماده‌ای پایدار است که در آب محلول می‌گردد، در صورت تماس با هوا با رطوبت هوا و کربن دی اکسید ترکیب می‌شود با اسیدها واکنش می‌دهد، بر اثر انحلال در آب یا واکنش با اسید گرمای زیادی آزاد می‌کند.

### ۳ مقادیر مجاز: ۲ میلی گرم در متر مکعب

### ۴ خطرات آتش سوزی و انفجار و اقدامات مربوطه:

فاقد خطر انفجار و آتش سوزی است، ولی در صورت تماس با رطوبت، گرمای انحلال آن شدید می‌شود.

### ۵ ملاحظات بهداشتی

راه‌های جذب: چشم/ پوست مخاط/ تنفسی

**خطرات علائم بالینی تماس با ماده:** تماس با سدیم هیدروکسید برای کلیه قسمت‌های بدن خطرناک می‌باشد میزان جراحت وارده بستگی به دمای سدیم هیدروکسید و مدت زمان تماس دارد در صورت تماس با پوست ابتدا حالت لغزنده (صابون شکلی) روی پوست چسبیده، سپس سوزش پوست شروع شده و سوختگی با گذشت زمان شدید می‌گردد.

در صورت ورود به چشم می‌تواند باعث افت بینایی یا کوری دائم شود.

ورود غبار سدیم هیدروکسید به دستگاه تنفسی باعث سرفه‌های شدید و سوزش دستگاه تنفسی می‌گردد. در صورت ورود به دستگاه گوارشی باعث سوختگی و التهاب قسمت‌های مختلف از قبیل دهان و زبان می‌گردد.

### کمک‌های اولیه:

**پوست و عضلات:** بلافاصله کلیه لباس‌های آلوده را از بدن خارج کرده و محل آلودگی را با آب بشوید تا حالت چربی آن مرتفع شود، سپس محل را با محلول آمونیوم کلرید ۵٪ شستشو دهید.

**چشم:** بلافاصله چشم را حداقل به مدت ۱۵ دقیقه با آب فراوان شستشو دهید. توجه داشته باشید که بر اثر سوزش شدید پلک چشم بسته می‌شود که لازم است آن را با دو انگشت باز نگهدارید. پس از شستشو چشم را با محلول رقیق بوریک اسید شستشو دهید و هرگز از آمونیوم کلرید برای شستشوی چشم‌ها استفاده نکنید. پس از اقدامات فوق مصدوم را به پزشک برسانید.

**دهان:** دهان را با مقدار زیادی آب شستشو دهید، سپس از روغن‌های استریل روی محل آلودگی استفاده کرده، سپس تخلیه نمایید در صورت سوزش زبان و لب‌ها می‌توان از یک قطعه یخ برای کاهش استفاده کرد. **لوازم حفاظت فردی:** لباس‌های آستین‌دار غیرپشمی ترجیحاً کتان، دستکش لاستیکی، کتان یا چرمی، کلاه لبه‌دار، چکمه لاستیکی، پوشش محافظ صورت و گردن

### ۶ ملاحظات زیست محیطی:

نگهداری و حمل و نقل: به دور از رطوبت و کربن دی اکسید هوا و در ظروف در بسته نگهداری می‌شود.



نشت و ریزش: در صورت ریزش قابل شستشو یا جمع آوری است.  
نحوه دفع ضایعات: با اسیدها قابل خنثی سازی و با آب قابل شستشو است.  
آسیب رسانی به محیط زیست: باعث افزایش قلیایی بودن آبها و خاک می گردد.

## محیط زیست



محیط زیست، مجموعه شرایط و عوامل خارجی است که بر زندگی و تکامل فرد یا جامعه تأثیر می گذارد. مانند: آب، هوا، حیوانات، آداب و رسوم، اقتصاد و...  
موجودات زنده همواره بر محیط زیست اثر می گذارند و نیز از آن متأثر می شوند مثلاً وقتی انسان آب را آلوده می کند بر محیط اثر گذاشته است و برعکس موقعی که آلودگی آب یک رودخانه موجب بیماری انسان می شود، محیط بر انسان تأثیر کرده است.

اهمیت بهداشت محیط زیست: بهداشت محیط، کنترل عواملی است که به صورت های مختلف بر حفظ محیط زیست و سلامت انسان تأثیر می گذارند. و هدف آن حفظ محیط زیست از آلودگی، برای نسل های کنونی، آینده و تأمین شرایط رفاهی مناسب برای ادامه حیات انسان هاست. این امر تنها در شرایطی امکان پذیر است که بهره گیری انسان از منابع طبیعی محیط زیست به گونه ای باشد که موجودیت آنها را به خطر نیفکند، زیرا آلودگی محیط به صورت متقابل بر زندگی انسان تأثیر می گذارد و شرایط زیست را مشکل تر می سازد.  
آلاینده های محیط زیست در سه گروه تقسیم بندی می شوند:

- آلاینده های زیست شناختی
- آلاینده های شیمیایی
- آلاینده های فیزیکی



شکل ۱-۴. آلاینده های زیست محیطی

**آلاینده های زیست شناختی:** عوامل این گروه را انواع مختلف میکروارگانیسم ها<sup>۱</sup> تشکیل می دهند. گرچه اغلب میکروارگانیسم ها برای سلامت انسان بی ضرر یا کم ضرر هستند و به صورت غیر آسیب زا و حتی مفید برای اعمال حیاتی انسان در محیط آزادانه زندگی می کنند. در هر حال گروه های محدودی میکروب عفونت زا وجود دارد که شناخت و کنترل آنها در محیط می تواند به میزان قابل ملاحظه ای از بروز بیماری جلوگیری نماید.

۱- میکرو ارگانیسم: موجودات ریزی هستند که مشاهده دقیق آنها تنها از طریق میکروسکوپ امکان پذیر است

**آلاینده‌های شیمیایی:** عوامل این گروه، عناصر و ترکیبات شیمیایی هستند. این عناصر و ترکیبات پس از ورود به بدن انسان و سایر موجودات زنده اختلالاتی را به وجود می‌آورند. هر موجود زنده به صورت طبیعی به عناصر و برخی ترکیبات شیمیایی نیازمند است، اما ورود بیش از حد آنها آثار نامطلوبی بر جای می‌گذارد. به عنوان مثال، استنشاق هوا و بخارهای آلوده، در درجه اول سامانه تنفسی انسان را دچار اختلال می‌سازد، سپس آثار آن در سایر قسمت‌ها مشاهده می‌گردد. هوای آلوده همچنین می‌تواند حیات جانوران و به ویژه گیاهان را تهدید نماید، بنابراین کنترل آلاینده‌های هوا به خصوص در محیط‌های کار بسیار اهمیت دارد. آب‌های آلوده نیز به سهم خود می‌تواند حیات موجودات زنده و گیاهان محیط را تهدید کرده و تغییرات نامطلوبی در اکوسیستم ایجاد نماید، به همین دلیل آب آشامیدنی نیز باید از کیفیت مطلوبی برخوردار باشد.

تحقیق کنید



منظور از آلودگی هوا و آب چیست؟ چگونه می‌توان آن را کنترل نمود؟

**آلاینده‌های فیزیکی:** صدا؛ گرما، سرما و رطوبت؛ روشنایی؛ پرتوها و... از عوامل زیان‌آور فیزیکی شناسایی می‌شوند، زیرا برای مطالعه و اندازه‌گیری آنها لازم است از قوانین فیزیکی استفاده شود. این عوامل در محیط‌های مختلف کار وجود دارند و در صورتی که افراد حین کار بیش از حد مجاز و به مدت طولانی و حتی در بعضی موارد استثنایی در کوتاه مدت هم در معرض این آلودگی‌ها قرار گیرند، عوارض، ناراحتی‌ها و بالاخره بیماری‌هایی در آنها بروز خواهد کرد.

تحقیق کنید



۱. عوامل زیان‌آور در کارخانه‌های تولید رنگ، کارگاه‌های جوشکاری، نجاری، آهنگری و نیروگاه برق را نام ببرید.
۲. برای هر یک از سه نوع آلاینده، پنج مثال معرفی کنید و علت‌های آلاینده‌گی آنها را توضیح دهید.

## ۲-۱- جدول تناوبی

دانشمندان با مطالعه بسیاری از خواص عناصر دریافته‌اند که بین برخی از عناصر و ترکیبات آنها تشابهاتی وجود دارد و از طرفی بین این عناصر و عناصر دیگر تفاوت‌هایی دیده می‌شود. برای مثال عنصر سدیم به شدت با آب واکنش می‌دهد و واکنش پتاسیم با آب شدیدتر است، همچنین عنصری مانند کالر و برم رفتارهای مشابهی در واکنش‌ها نشان می‌دهند. در حالی که سدیم و پتاسیم تفاوت کاملی از نظر خواص با عنصری چون کالر و برم دارند.

در آغاز توسعه علم شیمی برخورد با این قبیل موارد نشان می‌داد که برای تأکید این تشابهات و تفاوت‌ها به یک طرح طبقه‌بندی عناصر نیاز است. در این راه راه‌لاوازیه در اواخر قرن هیجدهم لیستی از ۲۳ عنصر شناخته شده تا آن زمان را جمع‌آوری کرد. در سال ۱۸۷۰ این تعداد به ۶۵، در سال ۱۹۲۵ به ۸۸ و امروز به ۱۱۶ عنصر رسیده است و همچنان ادامه دارد! این عناصر با هم تلفیق می‌شوند تا میلیون‌ها ترکیب را بسازند، موفق‌ترین طرح در

سال ۱۸۷۰ توسط مندلیف ارائه شد. مندلیف جدولی منتشر کرد که در آن عناصر شناخته شده تا آن زمان را به ترتیب افزایش جرم اتمی آنها تنظیم کرده بود به گونه‌ای که عناصر دارای خواص فیزیکی و شیمیایی مشابه در یک گروه قرار گرفته بودند. این جدول براساس دو اصل قراردادی استوار بود:

۱) عناصرها برحسب افزایش تدریجی جرم اتمی آنها در ردیف‌هایی کنار یکدیگر قرار می‌گیرند.

۲) عنصرهایی که در یک گروه زیر یکدیگر قرار می‌گیرند باید خواص نسبتاً مشابه داشته باشند.

مندلیف بعضی از خانه‌های جدول خود را خالی گذاشت تا بتواند عنصرهایی با خواص مشابه را در یک ستون قرار دهد. دلیل مندلیف برای توجیه خانه‌های خالی این بود که عنصرهای دیگری باید وجود داشته باشند که هنوز کشف نشده‌اند. امروزه عناصر ناشناخته‌ای کشف شده‌اند و تقریباً همه پیش‌بینی‌های مندلیف تحقق یافته است. در جدول مندلیف مشکلی وجود داشت که اگر عنصرها براساس جرم اتمی مرتب می‌شدند خواص آنها با خواص عنصرهای دیگر در همان ستون متفاوت بود. تحقیقات هنری مزلی در سال ۱۹۱۳، موجب شد در قانون تناوبی مندلیف تجدید نظر شده و به جای جرم اتمی از عدد اتمی برای تنظیم جدول تناوبی استفاده شود و براساس این طبقه‌بندی، اشکالی که بر جدول مندلیف وارد بود، برطرف گردید.

قانون تناوبی جدید به صورت زیر بیان می‌شود:

هرگاه عنصرها براساس افزایش عدد اتمی تنظیم شوند خواص فیزیکی و شیمیایی آنها به طور تناوبی تکرار می‌شود. متن جدید جدول تناوبی در شکل ۱-۵ آورده شده است. این جدول به صورت زیر تنظیم گردیده است:

شکل ۱-۵. یک جدول تناوبی است که ساختار کامل تر و ساده‌تری نسبت به جدول قدیمی مندلیف دارد.



همان طور که مشاهده می‌کنید جدول تناوبی دارای ۷ ردیف افقی یا تناوب است. عنصرهای جدول که در گروه‌های ۱ تا ۱۸ قرار گرفته‌اند شامل عنصرهای اصلی و عنصرهای واسطه هستند. عنصرهای اصلی با حرف A و عنصرهای واسطه با حرف B مشخص شده‌اند. اعداد لاتین به کار رفته قبل از حروف A و B نشانه شماره گروه است.

۱. با توجه به اینکه امروزه تعداد عناصر شناسایی شده بیش از یک صد عنصر است و میلیون‌ها ترکیب شیمیایی از آنها ساخته شده‌اند، چه ضرورتی دارد که از جدول تناوبی برای طبقه‌بندی عناصر استفاده شود؟
۲. تفاوت جدول مندلیف و جدول تناوبی که امروزه از آن استفاده می‌شود را بیان کنید.

### ساختار تناوب‌های جدول

- تناوب اول دارای دو عنصر گازی شکل هیدروژن (H) و هلیوم (He) است.

- تناوب‌های دوم و سوم هر یک دارای ۸ عنصر اصلی است که با یک فلز قلیایی آغاز شده و به یک گاز نجیب پایان می‌یابد. (تناوب دوم از Li تا Ne و تناوب سوم از Na تا Ar).

- تناوب‌های چهارم و پنجم، هریک دارای ۱۸ عنصر است که اینها نیز با یک فلز قلیایی آغاز می‌شوند و به یک گاز نجیب پایان می‌یابند. ۸ عنصر در هر یک از این تناوب‌ها اصلی هستند (گروه‌های IA تا VIIIA) و ۱۰ عنصر نیز واسطه به شمار می‌روند. (گروه‌های B) که به شیوه خاصی میان دو گروه IIA و IIIA قرار گرفته‌اند.

- تناوب ششم دارای ۳۲ عنصر است که شامل ۸ عنصر اصلی در گروه‌های IA تا VIIIA، ۱۰ عنصر واسطه (گروه‌های B) و ۱۴ عنصر هم معروف به **لانتانیدها** که در یک ردیف زیر جدول قرار دارند

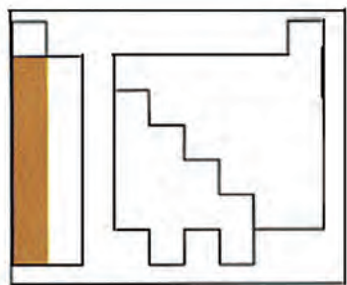
- تناوب هفتم ناقص است و در صورتی که عنصرهای جدیدی در آزمایشگاه‌های تحقیقات هسته‌ای ساخته شوند، قاعدتاً در این تناوب قرار می‌گیرند. این تناوب با عنصر فلز قلیایی فرانسیم آغاز و عنصر دوم آنها فلز رادیم است، که هر دو این عناصر پرتوزا هستند. ۱۴ عنصر پرتوزای دیگر آنها به نام **آکتینیدها** در یک ردیف زیر سری قبلی لانتانیدها قرار گرفته‌اند.

### ساختار گروه‌های جدول تناوبی

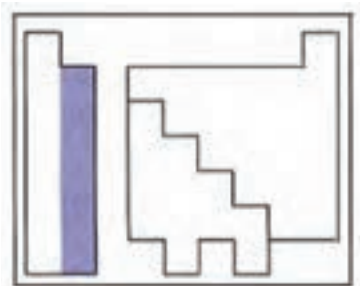
در این قسمت به رابطه‌ای که میان آرایش الکترونی اتم یک عنصر و بسیاری از خواص آن برقرار است اشاره می‌کنیم.

**گروه ۱ (گروه IA یا فلزهای قلیایی):** این گروه با اتم‌هایی چون لیتیم (Li)، سدیم (Na)، پتاسیم (K) آغاز می‌شود. در همه اتم‌های این گروه، در لایه آخر تنها یک الکترون قرار دارد که در واکنش با عنصرهای دیگر این الکترون را به آسانی از دست می‌دهند و به یونی با بار «+۱» تبدیل می‌شوند. همه این عناصر واکنش‌پذیری شدیدی با آب داشته و خاصیت فلزی قوی از خود نشان می‌دهند.

Atomic No.	Symbol	Atomic Weight	Group
3	Li	6.941	1st
11	Na	22.99	1st
19	K	39.10	1st
37	Rb	85.47	1st
55	Cs	132.9	1st
87	Fr	(223)	1st

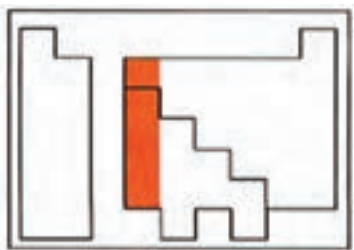


Atomic No.	Symbol	Atomic mass	Electron configuration	Common oxidation states
4	Be	9.012	$1s^2 2s^2$	+2
12	Mg	24.30	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	+2
20	Ca	40.08	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	+2
38	Sr	87.62	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^6 5s^2$	+2
88	Ba	137.3	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^6 5s^2 5p^6 6s^2$	+2
88	Ra	226	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^6 5s^2 5p^6 6s^2 6p^6 7s^2$	+2



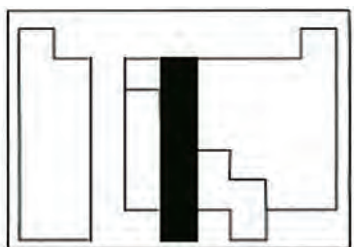
**گروه ۲ (گروه IIA یا فلزهای قلیایی خاکی):**  
 عنصرهای این گروه با بریلیم (Be)، منیزیم (Mg)، کلسیم (Ca)، آغاز می‌شود. همه این عناصر در لایه آخر ۲ الکترون دارند و در واکنش‌ها اغلب ۲ الکترون لایه آخر خود را به راحتی از دست می‌دهند (به جز بریلیم) و به یون  $2+$  تبدیل می‌شوند. فعالیت شیمیایی فلزهای این گروه کمتر از گروه IA است. به علت اینکه اغلب این عناصر در زمین یافت می‌شوند به نام **قلیایی خاکی** نامیده می‌شوند.

Atomic No.	Symbol	Atomic mass	Electron configuration	Common oxidation states
5	B	10.81	$1s^2 2s^2 2p^1$	+3
13	Al	26.98	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	+3
31	Ga	69.72	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^1$	+3, +1
49	In	114.8	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^6 5s^2 5p^6 6s^2 6p^1$	+3, +1
81	Tl	204.4	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^6 5s^2 5p^6 6s^2 6p^6 7s^2 7p^1$	+3



**گروه ۳ (گروه IIIA یا خانواده بور):** این گروه با اتم‌هایی چون بور (B) و آلومینیوم (Al) آغاز شده و در آخرین لایه ۳ الکترون دارند. بور نخستین عنصر این گروه یک عنصر نافلز است در حالی که آلومینیوم یک عنصر فلزی است. خواص فلزی عناصر این گروه از گروه‌های قلیایی و قلیایی خاکی کمتر است.

Atomic No.	Symbol	Atomic mass	Electron configuration	Common oxidation states
6	C	12.01	$1s^2 2s^2 2p^2$	+4, +2, -4
14	Si	28.09	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	+4, -4
32	Ge	72.64	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^2$	+4, -4
50	Sn	118.7	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^6 5s^2 5p^6 6s^2 6p^2$	+4, -4
82	Pb	207.2	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^6 5s^2 5p^6 6s^2 6p^6 7s^2 7p^2$	+4, -4



**گروه ۴ (گروه IVA یا کربن):** این گروه با عنصر کربن آغاز می‌شود. در لایه آخر عناصر این گروه ۴ الکترون وجود دارد. عناصر این گروه برخی خصلت فلزی<sup>۱</sup>، شبه فلزی<sup>۲</sup> و نافلزی<sup>۳</sup> دارند. در این گروه از بالا به پایین خاصیت نافلزی کاهش یافته و بر خصلت فلزی افزوده می‌شود. به طوری که کربن (C) نافلز و سرب (Pb) فلز محسوب می‌شود.

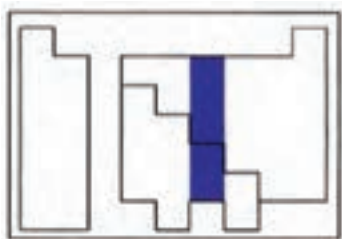
۱- فلز: به عناصری گفته می‌شود که در لایه آخر خود کمتر از چهار الکترون دارند و به راحتی می‌توانند الکترون‌های لایه آخر خود را از دست بدهند.

۲- شبه فلز: به عناصری گفته می‌شود که خواص آنها میان فلز و نافلز است.

۳- نافلز: عناصری هستند که در لایه آخر خود بیش از چهار الکترون دارند و خواص عمومی فلزات را ندارند.

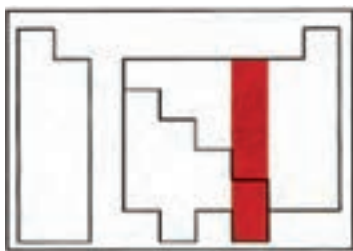


Atomic No.	Symbol	Atomic Mass	Electron Configuration	Common Oxidation States
7	N	14.01	$1s^2 2s^2 2p^3$	-3, +3, +5
15	P	30.97	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	-3, +3, +5
33	As	74.92	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^3$	-3, +3, +5
51	Sb	121.8	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^3 5s^2 5p^3$	-3, +3, +5
83	Bi	209.0	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^3 5s^2 5p^3 6s^2 6p^3$	-3, +3, +5



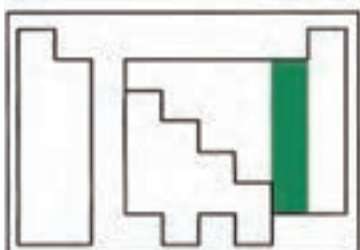
**گروه ۵ (گروه AV یا نیتروژن):** این گروه با عنصر نیتروژن (N) آغاز شده است. عنصرهای این گروه در لایه آخر ۵ الکترون دارند، بنابراین در واکنش‌ها اغلب الکترون دریافت کرده و به یون منفی تبدیل می‌شوند. در این گروه نسبت به گروه قبلی، خصلت نافلزی آشکارتر است.

Atomic No.	Symbol	Atomic Mass	Electron Configuration	Common Oxidation States
8	O	16.00	$1s^2 2s^2 2p^4$	-2, +2
16	S	32.07	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	-2, +2, +4
34	Se	78.96	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^4$	-2, +2, +4, +6
52	Te	127.6	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^4 5s^2 5p^4$	-2, +2, +4, +6
84	Po	209	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^4 5s^2 5p^4 6s^2 6p^4$	-2

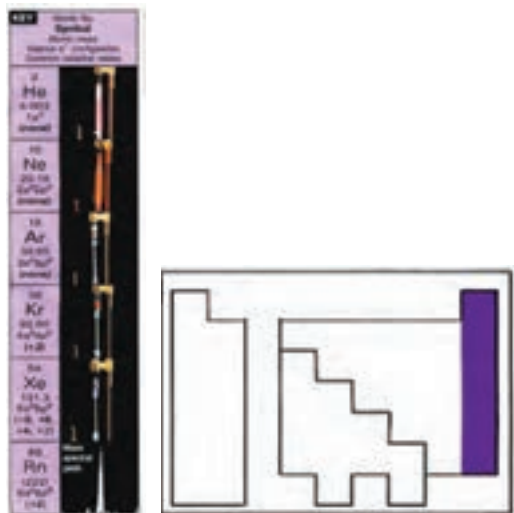


**گروه ۶ (گروه VIA یا اکسیژن):** در رأس این گروه عنصر اکسیژن (O) قرار دارد. عنصرهای این گروه در لایه آخر ۶ الکترون داشته و اغلب در واکنش‌ها ۲ الکترون از عنصر دیگر گرفته و به یون  $2^-$  تبدیل می‌شوند. عنصرهای این گروه خصلت نافلزی بیشتر نسبت به گروه پیشین دارند.

Atomic No.	Symbol	Atomic Mass	Electron Configuration	Common Oxidation States
9	F	19.00	$1s^2 2s^2 2p^5$	-1
17	Cl	35.45	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	-1, +1, +3, +5, +7
35	Br	79.90	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^5$	-1, +1, +3, +5, +7
53	I	126.9	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^5 5s^2 5p^5$	-1, +1, +3, +5, +7
85	At	210	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^5 5s^2 5p^5 6s^2 6p^5$	-1



**گروه ۷ (گروه VIIA یا هالوژن‌ها):** در این گروه عنصرهایی چون فلوئور، کلر، برم و ید قرار دارند. در لایه آخر این اتم‌ها ۷ الکترون قرار دارد. در واکنش با عنصرهای دیگر ۱ الکترون گرفته و به یون  $1^-$  تبدیل می‌شوند. در این گروه همه خصلت نافلزی دارند.



**گروه ۸ (گروه VI IIA یا گازهای نجیب):** این گروه با عنصرهایی چون هلیم، نئون و آرگون آغاز می‌شود. در لایه آخر این عناصر ۸ الکترون قرار دارد. به علت کامل بودن لایه الکترونی، عنصرهای این گروه، تمایلی به انجام واکنش‌های شیمیایی با سایر عناصر ندارند. به همین دلیل به این گروه گازهای بی‌اثر هم گفته می‌شود.

**عنصرهای واسطه:** از گروه ۳ تا گروه ۱۲ در جدول تناوبی به نام عنصرهای واسطه نامیده شده‌اند. همه عنصرهای واسطه فلز بوده و کاربرد فراوانی در ساختن ابزار و ماشین‌آلات دستگاه‌های صنایع شیمیایی دارند. مهم‌ترین ویژگی مشترک عنصرهای واسطه به شرح زیر است:

- ۱ چگالی آنها نسبتاً زیاد است. برای مثال چگالی آهن  $7/86$  گرم بر سانتی‌متر مکعب است.
- ۲ دمای ذوب آنها نسبتاً بالاست. برای مثال دمای ذوب آهن  $1535^{\circ}\text{C}$  است.
- ۳ این عناصر اکثر ترکیب‌های رنگین پدید می‌آورند.
- ۴ این عناصر می‌توانند بیش از یک ظرفیت ۱ در واکنش‌ها داشته باشند.

### ۳-۱- عدم قطعیت در اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

عبارت‌هایی مانند «امروز هوا سرد است.» یا «این جسم سنگین است.» چه تفاوتی با عبارت‌هایی چون «دمای هوای آزمایشگاه ۲۵ درجه سلسیوس است» یا «این ظرف دارای ۲۴/۱۲ گرم نمک طعام است» دارد؟

فکر کنید



دو عبارت اول را که فاقد بیان عددی هستند، «توصیف کیفی» و دو عبارت بعدی را «بیان کمی» می‌نامند. بیان کمی باید نشان‌دهنده مقدار واقعی کمیت‌ها باشد، اما آیا این کار ممکن است؟ هر بیان علمی در حقیقت، منتقل‌کننده دانش ما درباره محیط است. چنانچه این بیان چیزی کمتر از دانستنی‌های ما باشد دقیق نیست و همچنان اگر چیزی بیش از آن باشد، همراه‌کننده است. دقیق‌ترین بیان - آنچه از واقعیت دانسته شده است - آن است که واضح و حتی‌الامکان از خطا به دور باشد.

۱- ظرفیت (Valence) عددی است که مشخص می‌کند یک نوع اتم حداکثر با چند اتم دیگر می‌تواند پیوند برقرار کند.



## خطاهای فردی و خطاهای ابزاری در اندازه‌گیری آزمایشگاهی

فعالیت  
عملی

طول یک تکه چوب را با خط کش‌های خود اندازه‌گیری کنید و نتیجه اندازه‌گیری خود را گزارش کنید. آیا اندازه‌گیری طول چوب با این خط‌کش‌ها دارای پاسخ دقیق است؟ چرا؟

**خطاهای فردی:** این خطا را «خطای مشاهده‌کننده» می‌نامند. مهارت مشاهده‌کننده و تجربیات گذشته او در به کار بستن مقیاس اندازه‌گیری، همچنین تشخیص چشم او در اندازه‌گیری، مؤثر است. در این گونه موارد، تکرار اندازه‌گیری تأثیر خطاهای تصادفی را که ناشی از اشتباه مشاهده‌کننده است، کاهش می‌دهد، از این‌رو، هرگاه اندازه‌گیری و آزمایش مربوط را با بردباری، حوصله، روش مناسب و برای چندین بار، تکرار کنیم، به نتیجه‌های معتبر و نزدیک به یکدیگر می‌رسیم. نتیجه مناسب در اینجا میانگین نتایج مربوط به آزمایش‌های مورد قبول است. نتیجه آزمایشی که با اعداد به دست آمده در آزمایش‌های دیگر اختلاف زیادی دارد، در محاسبه میانگین به کار نمی‌رود.

پرسش



هرگاه اندازه‌گیری ظرف شیشه‌ای را در ترازوی نسبتاً دقیق، شش بار تکرار کنید این نتایج به دست می‌آید:  $69/9$ ،  $64$ ،  $70/7$ ،  $70/2$ ،  $71/3$ ،  $70/4$   
کدام یک از اعداد یاد شده را در محاسبه میانگین به کار نمی‌برید؟

فعالیت  
عملی

هرگاه همه دماسنج‌هایی را که در آزمایشگاه وجود دارند. در ظرف آب جوش قرار دهیم، آیا دمای جوش یکسانی را نشان می‌دهد؟ چرا؟

**خطاهای ابزاری:** خطاهای مربوط به کاربرد ابزارها، برخلاف خطاهای تصادفی که ناشی از فعالیت مشاهده‌کننده هستند، در تمام طول آزمایش وجود دارند و پیوسته تکرار می‌شوند و بر نتیجه آزمایش تأثیر می‌گذارند. به این دلیل، نتیجه‌ای که از یک وسیله اندازه‌گیری به دست می‌آید با نتیجه‌ای که با وسیله دیگر حاصل می‌شود، تفاوت نسبتاً آشکار دارد.

## ۱-۴- آشنایی با برخی از ابزارهای آزمایشگاهی

**فعالیت آزمایشگاهی:** برای انجام کار در آزمایشگاه نیاز به ابزارآلات و لوازمی است که تعدادی از متداول ترین این ابزارها در جدول زیر آمده است. پس از شناسایی و کار با هریک جدول زیر را تکمیل نمایند.



جدول ۱-۱. ابزارهای آزمایشگاهی

نوع ابزار	کاربرد	تصویر
ارلن	برای گرم کردن محلول ها و مایع ها یا برای نگهداری آنها و همچنین در سنجش های حجمی به کار می رود.	
.....	.....	
بشر	.....	
استوانه مدرج	.....	
بالن حجمی	.....	
بالن ته صاف	.....	

جدول ۱-۱. ابزارهای آزمایشگاهی

		
		پی پت مدرج
		پی پت حباب دار
		پی پت پر کن
		بورت مدرج
		لوله آزمایش





جدول ۱-۱. ابزارهای آزمایشگاهی

		هاون چینی
		بوته چینی
		مثلث نسوز
		شیشه ساعت
		قیف ساده
		قیف جداکننده
		دسیکاتور

جدول ۱-۱. ابزارهای آزمایشگاهی

		چراغ بونزن
		سه پایه
		توری نسوز
		چوب پنبه سوراخ کن
		آبفشان (پی ست)
		قطره چکان
		گیره بورت

### جدول ۱-۱. ابزارهای آزمایشگاهی

		گیره بوته
		گیره لوله
		شاخک گیره
		اسپاتول

#### نکات ایمنی

نکات ایمنی



- ۱ از حرارت دادن وسائلی مانند استوانه مدرج و بالن پیمانه‌ای خودداری کنید، چون به آسانی می‌شکنند.
- ۲ هنگامی که ماده‌ای را در لوله آزمایش می‌ریزید و حرارت می‌دهید، دهانه لوله را به طرف هم کلاسی خود نگیرید، زیرا ممکن است اثر جوش آمدن ماده، مایع داخل لوله به شدت به خارج پاشیده شود و به صورت چشم وی آسیب برساند.

در صورتی که هنگام کار با وسایل آزمایشگاهی به نکات دیگری نیز باید توجه نمود، در زیر بیاورید:

- ۳ .....
- ۴ .....
- ۵ .....

فکر کنید: دلیل شیشه‌ای بودن اغلب وسایل آزمایشگاهی چیست؟

فکر کنید





۱. اگر محققان و دانشمندان فعالیت‌های علمی خود را یادداشت نمی‌کردند چه می‌شد؟
۲. به نظر شما گزارش نویسی در آزمایشگاه چه فایده‌ای دارد؟

یکی از مهم‌ترین مسائلی که در انجام یک آزمایش باید رعایت شود ثبت دقیق همه مشاهدات در طول انجام آزمایش است. در پایان هر آزمایش شما موظف به تحویل گزارش پس از انجام آزمایش هستید، ولی عادت کنید حتی وقتی که برای خودتان کار می‌کنید، در هر آزمایش جزئیات و مشاهدات خود را بنویسید تا تمام وقایع به‌صورت مستند، مکتوب و دقیق در پوشه تحقیقی شما باشند.

درحقیقت گزارش‌های آزمایشگاهی نسخه‌ای قابل استناد از تحقیق‌های شما هستند. حال دفتری تهیه کنید و همه مشاهدات در طول انجام آزمایش را یادداشت نمایید تا بتوانید در مرحله تنظیم از مشاهدات خود در آزمایشگاه، گزارش نویسی کنید.

برای نوشتن گزارش کار آزمایشگاهی باید موارد زیر به ترتیب رعایت شوند.

### جدول ۱-۲. اصول گزارش نویسی آزمایشگاهی

قواعد گزارش کار آزمایشگاهی	
۱	عنوان آزمایش: تاریخ انجام دادن آزمایش و نام آزمایش کننده آورده شود.
۲	هدف آزمایش: هدف کلی از اجرای آزمایش باید به‌روشنی بیان شود و در صورت لزوم به اهداف جزئی تر نیز می‌توان اشاره کرد.
۳	تئوری: محتوای برخی از گزارش‌ها اغلب شامل اطلاعات تئوری گسترده‌ای درباره کاربرد و موضوع گزارش است. این بخش خواننده را قادر می‌سازد تا مفاهیم تجربی را دریابد و تفسیر مناسبی از داده‌ها در اختیار داشته باشد.
۴	وسایل و مواد مورد نیاز: اطلاعات کافی درباره دستگاه و ابزارآلات به کار برده شده در آزمایش و روش استفاده از آنها تهیه شود تا خواننده با چگونگی کار آشنا گردد.
۵	روش آزمایش: روش انجام آزمایش همراه با مشاهدات آزمایش کننده باید از ابتدا تا انتها، در گزارش نوشته شود. مشاهدات خود را آن‌طور که به دست می‌آیند. دور از حدس و استنباط شخصی، ثبت کنید و امانت را در گزارش دادن رعایت کنید. بهتر است که آزمایش را در حال انجام، توصیف کنید. خلاصه‌برداری پایانی ممکن است به تنظیم گزارش مطلوبی نیانجامد.
۶	انجام محاسبات و رسم نمودار: چنانچه به پردازش و محاسبه داده‌های آزمایش نیاز باشد، محاسبات مربوط به آزمایش باید در گزارش به تفصیل ذکر شود. در تهیه گزارش علاوه بر توضیحاتی که نوشته می‌شود، استفاده از جداول و نمودارها باعث درک بیشتر خواننده شده و در بعضی موارد بسیار ضروری است.



۷	نتیجه‌گیری: خطاهای مربوط به آزمایش اعم از خطاهای بصری، دستگاه‌های آزمایش، خطاهای محیطی، دقت محاسبات و هر فرض ساده‌شونده‌ای که باعث ایجاد اختلاف در نتایج آزمایش و تئوری آزمایش می‌شود باید در انتهای کار تحلیل شوند تا میزان صحت و سقم آزمایش مشخص گردد. با توجه به اینکه بسیاری فقط بخش‌های هدف و نتیجه‌گیری گزارش را می‌خوانند، ضروری است بخش نتیجه‌گیری با دقت بیشتری نوشته شود.
۸	منابع مورد استفاده: منابع مورد استفاده نویسنده برای تهیه گزارش باید در انتهای کار به صورت فهرست فراهم آید تا خواننده منابع و اطلاعات بیشتری را در زمینه گزارش تهیه شده در اختیار بگیرد. درج منابع و مراجع در گزارش دلیل بر مستند بودن گزارش است. نوشتن منابع در انتهای گزارش به شرح ذیل است: نویسنده، عنوان، ناشر، سال

### در تنظیم گزارش، صداقت و امانت‌داری و ثبت جزئیات چه اهمیتی دارد؟

پرسش



هر کار علمی یا آزمایش، هنگامی درخور ارزیابی و قابل توسعه است که به صورت گزارش تهیه شود و در اختیار خوانندگان قرار بگیرد.

## ۵-۱- طبقه‌بندی ترکیبات شیمیایی

### ترکیبات معدنی چه تفاوتی با ترکیبات آلی دارند؟

فکر کنید



تا ابتدای قرن نوزدهم، دانش شیمی به دو بخش شیمی آلی<sup>۱</sup>، به عنوان شیمی موادی که از بدن موجودات زنده گرفته می‌شود و شیمی معدنی<sup>۲</sup>، به عنوان موادی که از معادن گرفته می‌شود تقسیم شده بود. از زمانی که وهلر، دانشمند آلمانی، در سال ۱۸۲۸ توانست از یک ماده معدنی ماده آلی را تهیه کند، این تعاریف اعتبار خود را از دست دادند.

اوره  $\xrightarrow{\text{گرما}}$  آمونیوم سیانات

از آن پس دانشمندان با تلاش و پی‌گیری توانستند میلیون‌ها ماده آلی را در به روش‌های آزمایشگاهی تهیه کنند. مرزبندی دقیق و علمی میان مواد آلی و معدنی وجود ندارد. از سوی دیگر «اصول حاکم بر واکنش‌های آلی و معدنی، کم و بیش یکی هستند.» با وجود این، انجام این دو مقایسه میان دو گروه از ترکیبات آلی و معدنی می‌تواند در استفاده از روش‌های نسبتاً ساده‌ای برای شناسایی و طبقه‌بندی بین این ترکیبات مؤثر باشد، لذا به طور خلاصه تفاوت‌های میان این دو گروه از ترکیبات در جدول (۳-۱) ارائه می‌شود.

۱- Organic Chemistry

۲- Mineral Chemistry

فرمول شیمیایی آمونیوم سیانات و اوره را از روی برچسب مشخصات آن بنویسید.



### فعالیت آزمایشگاهی: شناسایی ترکیب آلی از معدنی

- ۱ در یک لوله آزمایش مقدار کمی نشاسته و در لوله دیگر مقداری نمک طعام ریخته و روی شعله نگه دارید. چه مشاهده می کنید؟ چه نتیجه ای از این آزمایش می گیرید؟
- ۲ چند ماده مجهول در اختیار شما قرار داده می شود. با آزمایش تشخیص دهید کدام آلی و کدام معدنی هستند؟

مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
سدیم کلرید	لوله آزمایش
نشاسته	چراغ بونزن
....	اسپاتول
....	

### جدول ۱-۳. مقایسه خواص عمومی ترکیب های آلی و معدنی

خواص عمومی ترکیب های معدنی	خواص عمومی ترکیب های آلی
۱. گوناگونی عنصرها در ترکیب های معدنی بسیار زیاد است. در ترکیب های دو عنصری، یک فلز یا هیدروژن با یک نافلز ترکیب شده است (مانند $\text{NaCl}$ و $\text{HCl}$ ) و در ترکیب های سه عنصری، اغلب اکسیژن نیز همراه با فلز و نافلز است (مانند اسیدها، بازها و نمک های سه تایی از قبیل $\text{HNO}_3$ ، $\text{NaOH}$ و $\text{NaNO}_3$ )	۱. گوناگونی عنصرها در مواد آلی محدود است. غیر از عنصر اصلی که کربن است، اغلب شامل عنصرهای $\text{N}$ ، $\text{O}$ ، $\text{H}$ هستند. گاهی نیز عنصرهای هالوژن، گوگرد و فسفر در آنها وجود دارد.
۲. تعداد ترکیب های معدنی شناخته شده تاکنون در حدود ۲۰۰۰۰۰ است.	۲. تعداد ترکیب های آلی به چند میلیون می رسد. علت این امر، امکان پیوند یافتن اتم های کربن با یکدیگر، همچنین تشکیل «ایزومرها» است که در مبحث بعدی، تشریح خواهند شد.
۳. اغلب ترکیب های معدنی، دارای پیوندهای الکترووالانسی و به اصطلاح یونی هستند. این ساختار یونی سبب می شود که: (الف) اغلب آنها جامد و دیرذوب باشند. (ب) اغلب آنها در آب که یک حلال قطبی است حل شوند. (ج) محلول آنها رسانای جریان برق باشد. (د) معمولاً بر اثر گرما پایدارند.	۳. ترکیب های آلی به صورت مولکول هایی وجود دارند که پیوند میان اتم های آنها کووالانسی، و نیروهای جاذبه میان این مولکول ها از استحکام کمتری برخوردار است. در نتیجه: الف. مواد آلی نسبت به مواد معدنی یونی، اغلب زود ذوب هستند. ب. بخش اعظم ترکیب های آلی در آب حل نمی شوند. ج. محلول اغلب آن هایی که در آب انحلال پذیر هستند، رسانای خوبی برای جریان برق نیست.
۴. سرعت واکنش ترکیب های معدنی با یکدیگر نسبتاً زیاد است. مثلاً اگر کمی هیدروکلرید اسید را بر سدیم هیدروکسید، بیفزاییم، ظرف واکنش فوراً گرم می شود و چنانچه از شناساگر رنگی استفاده شود، تغییر رنگ شناساگر به سرعت انجام می گیرد.	۴. بر اثر گرما، کم مقاومت و ناپایدارند و تجزیه و سیاه می شوند. در آتش می سوزند و گاز کربن دی اکسید تولید می کنند.
	۵. واکنش بین دو ترکیب آلی اغلب بسیار آهسته است، و در بسیاری از موارد به گرما دادن و استفاده از کاتالیزگر نیاز داریم. با تولید انواع کاتالیزگرهای معروف به آنزیم ها به سلول های زنده، واکنش میان مواد آلی در بدن موجود زنده نسبتاً سریع انجام می گیرد.

## اسیدها، بازها، نمک‌ها

در مورد موادی چون آب لیمو، سرکه و جوش شیرین چه اطلاعاتی دارید؟ آیا می‌توان همه آنها را در یک گروه قرار داد؟

بحث کلاسی



همه ترکیبات شیمیایی معدنی انواع مختلفی دارند که در این جا سه گروه اصلی اسیدها، بازها و نمک‌ها را معرفی می‌کنیم.

**اسیدها:** واژه اسید از نام لاتینی «acidus» به معنی «ترش» یا «تیز» گرفته شده است، زیرا محلول‌های آبی اسیدها مزه ترش یا تیز دارند. اسیدها در آب با برخی از فلزها مانند روی و منیزیم واکنش داده و هیدروژن ( $H_2$ ) آزاد می‌کنند. اسیدها رنگ تورنسل را که رنگینه‌ای گیاهی است از آبی به قرمز تغییر می‌دهند. موادی چون آب لیمو، سرکه جزو اسیدها به‌شمار می‌آیند.

چند نمونه دیگر اسید از مواد خوراکی نام ببرید.

پرسش

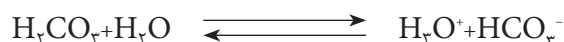


اسیدها برحسب نوع خاصی از واکنش‌های شیمیایی نیز تعریف شده‌اند. آنچه در آب حل شده و یون هیدرونیوم<sup>۱</sup> ( $H_3O^+$ ) تولید کند، اسید نامیده می‌شود. اسیدها ممکن است قوی یا ضعیف باشند. اسید قوی مانند هیدروکلریک اسید، در آب به طور کامل یونیده<sup>۲</sup> می‌شود.



همان‌طور که ملاحظه می‌کنید در این معادله پیکان یک طرفه به‌کار برده شده است و این به معنی این است که یونش این اسید ۱۰۰٪ است.

کربنیک اسید یک اسید ضعیف است. اسیدهای ضعیف فقط به طور جزئی در آب یونیده می‌شوند.



**بازها:** بازها در آب مزه‌ای تلخ دارند، در تماس با دست لزج یا صابونی هستند، تورنسل<sup>۳</sup> قرمز را آبی می‌کنند. جوش شیرین از جمله بازهای خوراکی است.

خواص بازها مربوط به یون‌های  $OH^-$  است که در محلول‌های آبی آزاد می‌کنند. به بیان دیگر هر جز شیمیایی

۱. هرگاه یون  $H^+$  با مولکول آب ترکیب شود، حاصل یک یون مثبت به نام هیدرونیوم  $H_3O^+$  خواهد بود.

۲. یونیده شدن: به واکنش تبدیل شدن یک مولکول به یون‌های مثبت و منفی یونیده شدن می‌گویند.

۳. تورنسل یک شناساگر اسید - باز است که در محیط اسیدی، قرمز و در محیط بازی، آبی رنگ است.

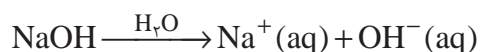
که ضمن حل شدن در آب یون  $\text{OH}^-$  تولید کند، باز است.

تحقیق کنید



به چه دلیل استفاده از جوش شیرین در فرایند پخت نان ممنوع اعلام شده است؟

بازها نیز مانند اسیدها، ممکن است قوی یا ضعیف باشند. هیدروکسیدهای فلزات قلیایی، بازهای قوی هستند. مانند  $\text{NaOH}$  و  $\text{KOH}$  که در محلول‌های آبی<sup>۱</sup> به خوبی تفکیک می‌شوند.



بازهای ضعیف به طور جزئی تفکیک می‌شوند، لذا در واکنش یونیده شدن آنها از پیکان دوطرفه استفاده می‌شود. آمونیاک  $\text{NH}_3$  نمونه‌ای از یک باز ضعیف است.



فکر کنید



در واکنش تفکیک آمونیاک پیکان رفت با برگشت یک اندازه نیستند. به نظر شما چه مفهومی دارد؟

نکات ایمنی



از چشیدن برای تشخیص اسیدها و بازها جداً خودداری کنید. تماس پوست با اسیدها و بازهای قوی موجب سوختگی شیمیایی می‌شود.

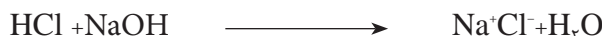
تحقیق کنید



در جدول زیر تعدادی مواد قابل استفاده در زندگی روزمره آمده، ستون‌های دیگر این جدول را کامل کنید:

نام ماده	اسید یا باز	کاربرد آن
آب پرتقال		
صابون		
لوله باز کن		
شربت آلومینیوم ام جی		
آب باتری		
جوهر نمک		

**نمک‌ها:** اسیدها، بازها را خنثی می‌کنند و نمک تولید می‌کنند. در واقع یون‌های  $H_3O^+$  در محلول اسیدی با یون‌های  $OH^-$  در محلول بازی ترکیب شده و به آب تبدیل می‌شود. به واکنش بین یک اسید و باز که منجر به تولید یک نمک و آب می‌شود، واکنش **خنثی شدن** می‌گویند.



بنابراین می‌توان گفت نمک‌ها ترکیباتی هستند که از کاتیون‌ها (یون‌های مثبت) و آنیون‌ها (یون‌های منفی) تشکیل شده‌اند.

**هیدرات‌ها:** نمک‌های حاصل از ترکیب یک اسید و یک باز هستند که تعداد معینی مولکول آب به همراه دارند. مانند مس (II) سولفات پنتا هیدرات  $5H_2O$ ،  $CuSO_4$ . برخی هیدرات‌ها بر اثر گرم شدن مولکول‌های آب را از دست می‌دهند و نمک بی آب باقی می‌ماند. بلورهای آبی رنگ مس (II) سولفات پنتا هیدرات بر اثر گرم شدن به مس (II) سولفات سفید رنگ تبدیل می‌شود.

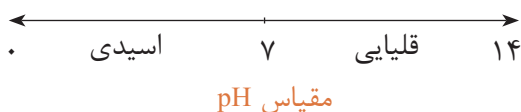
## پی‌اچ (pH)

چگونه می‌توان اسیدی یا بازی بودن یک ماده را تشخیص داد؟

بحث کلاسی



مقیاس pH کمیتی برای قدرت اسیدی یا بازی بودن محلول است. محدوده تغییرات pH بین صفر تا چهارده است pH آب خالص ۷ بوده و محلولی خنثی است. اگر pH کمتر از ۷ باشد محلول اسیدی و اگر pH بالاتر از ۷ باشد محلول قلیایی خواهد بود.



**شناساگرها:** شناساگرها اسیدهای ضعیف آلی هستند که در محیط‌های اسیدی و بازی رنگ‌های متفاوتی دارند. با کمک آنها می‌توان محلول‌های مختلف را از نظر اسیدی، بازی بودن شناسایی کرد. از پرکاربردترین شناساگرها، تورنسل، فنل فتالین و متیل اورانژ را می‌توان نام برد. این مواد به صورت جامد بوده که مطابق روش خاص در یک حلال به صورت محلول تهیه شده و در مقیاس قطره‌ای برای شناسایی محلول‌ها استفاده می‌شود. شناساگر دیگری که در آزمایشگاه‌های شیمی بوده و کاربرد ساده‌ای دارد، **کاغذ pH** است که با ریختن چند قطره از محلول مورد بررسی بر روی تکه‌ای از آن و مقایسه رنگ ایجادشده با جدول رنگ‌های استاندارد روی آن می‌توان مقدار pH محلول را به طور تقریبی تشخیص داد.

تحقیق کنید



با بررسی در منابع کتابخانه‌ای جدول زیر را کامل کنید.

نام شناساگر	محیط اسیدی	محیط خنثی	محیط بازی
تورنسل			
فنل فتالئین			
متیل اورانژ			

### فعالیت آزمایشگاهی: شناسایی محلول‌ها



۱ مقدار ۵۰ میلی لیتر از هر یک از محلول‌های آب مقطر جوشیده، هیدروکلریک اسید و سدیم هیدروکسید رقیق تهیه کنید.

۲ با کمک شناساگرهای فنل فتالئین، تورنسل، متیل اورانژ تغییر رنگ محلول‌های بالا را ثبت کرده، همچنین با کمک کاغذ pH عدد مربوط به هریک از محلول‌ها را در جدول زیر بنویسید.

مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
آب مقطر، هیدروکلریک اسید، سدیم هیدروکسید فنل فتالئین، تورنسل، متیل اورانژ کاغذ pH	لوله آزمایش

شناساگر	آب مقطر	هیدروکلریک اسید	سدیم هیدروکسید
تورنسل			
فنل فتالئین			
متیل اورانژ			
کاغذ PH			

ج) از هریک از مواد سدیم کلرید، مس (II) نیترات، سدیم سولفید و سدیم استات محلولی با غلظت یکسان (۱ مولار) تهیه کرده و با شناساگرهای داده شده از نظر اسیدی - بازی یا خنثی بودن محلول‌ها را شناسایی کنید.

## ۶-۱- نگهداری مواد شیمیایی



در مورد اهمیت نگهداری درست و مناسب مواد شیمیایی در انبار و آزمایشگاه در گروه خود بحث کنید.

بحث کلاسی



بسیاری از حوادث رخ داده در آزمایشگاه‌های شیمی همچون انفجار یا آتش‌سوزی اغلب از بی‌توجهی به نکات ویژه در خصوص قوانین نگهداری مواد شیمیایی ناشی می‌شود. برای نگهداری درست مواد شیمیایی در آزمایشگاه، ابتدا باید نکات ویژه در ارتباط با ایمنی حمل و نگهداری آنها تهیه و گردآوری کرد، پس از آن با توجه به قواعد و شرایط استاندارد جهانی و رعایت کامل توصیه‌های ایمنی، نسبت به نگهداری آنها در انبار یا آزمایشگاه مدرسه اقدام نمود.

**فعالیت آزمایشگاهی:** مواد شیمیایی نگهداری شده در هنرستان خود را با توجه به جدول زیر بررسی کنید.



ندارد	دارد	شرایط محل نگهداری
		مواد شیمیایی را در داخل کابینت‌های درب‌دار و یا در قفسه‌های محکم لبه دار که لبه آنها حدود ۱/۵cm باشد نگهداری کنید.
		قفسه‌ها به‌طور محکم به دیوار و کف آزمایشگاه متصل باشند.
		محل‌های نگهداری مواد شیمیایی باید دارای قفل باشند
		محل نگهداری مواد شیمیایی دارای سیستم تهویه مناسب باشد
		مواد شیمیایی را خارج از محل حضور (محدوده) هنجریان نگهداری کنید.

به چه شیوه‌ای می‌توان مواد شیمیایی را در آزمایشگاه طبقه‌بندی و نگهداری کرد؟

- ۱) مواد شیمیایی را با توجه به نوع ترکیب آنها مرتب کنید. بهتر است مواد شیمیایی را برحسب خانواده آنها در قفسه‌های کابینت انبار آزمایشگاه مرتب کنید. برای این کار ابتدا مواد شیمیایی را به دو دسته آلی و معدنی تقسیم‌بندی کنید، سپس در جدولی آنها را در گروه‌های جداگانه قرار دهید.
- ۲) هر مورد از گروه ترکیب‌ها را برحسب حروف الفبا مرتب کنید.
- ۳) اسیدها در کابینت مخصوص اسید نگهداری شوند.



- ۴ مواد شیمیایی بسیار سمی باید در کابینت مخصوص مواد سمی نگهداری شوند و برچسب علائم سمی بودن آنها به طور واضح به چشم آید.
- ۵ مواد شیمیایی بدبو و فرار در داخل کابینت‌های مجهز به سیستم تهویه نگهداری شود.
- ۶ مواد اشتعال پذیر در محل‌های خنک (در صورت امکان یخچال آزمایشگاه) و دارای سیستم تهویه مناسب نگهداری شود.
- ۷ مواد شیمیایی حساس به آب در کابینت نفوذناپذیر، خشک و خنک به دور از سایر مواد شیمیایی نگهداری شود.

تحقیق کنید



نیتریک اسید باید به تنهایی نگهداری شود، مگر اینکه بخش جدایی در کابینت برای آن تعبیه شده باشد. علت آن چیست؟

فعالیت عملی

در گروه خود با توجه به موارد مذکور برای مرتب کردن مواد شیمیایی ابتدا یک جدول تنظیم نموده سپس شیوه مرتب نمودن مواد شیمیایی در آزمایشگاه و انبار هنرستان خود را بررسی و گزارش کنید.

نکات ایمنی



#### نکات ایمنی در نگهداری مواد شیمیایی

ظروف بزرگ و سنگین مواد شیمیایی و نیز مایعات را نباید در قفسه‌های بالاتر نگهداری کرد.

نباید مواد شیمیایی را در بالای کابینت قرار داد.

مواد شیمیایی را نباید در کف آزمایشگاه، حتی به طور موقت نگهداری کرد.

نباید هیچ ماده شیمیایی را به جز هنگام استفاده - روی سکو یا زیر هود آزمایشگاه نگهداری کرد.

نباید مواد شیمیایی را در قفسه‌های بالاتر از سطح چشم قرار داد.

هرگز مواد شیمیایی را در کنار مواد غذایی و نوشیدنی در یک یخچال نگهداری نکنید.

مواد شیمیایی را نباید در معرض حرارت مستقیم، نور خورشید یا دماهای به شدت متغیر قرار داد.

## ظروف مناسب برای نگهداری مواد شیمیایی



- ۱ هرگز از ظرف مواد غذایی برای نگهداری مواد شیمیایی استفاده نکنید.
- ۲ مطمئن شوید که درب تمامی ظروف حاوی مواد شیمیایی به خوبی بسته می‌شوند.
- ۳ بعد از هر بار استفاده، قبل از گذاشتن ظرف حاوی ماده شیمیایی در قفسه، جداره بیرونی آنها را با دستمال، تمیز کرده و دستمال کاغذی را با احتیاط دور بریزید.

- ۴ تمام ظروف نگهداری مواد شیمیایی باید دارای برچسب مناسب باشند.
- ۵ معمولاً از ظروف شیشه‌ای یا پلی‌اتیلن برای نگهداری مواد شیمیایی استفاده می‌شود.

نکات ایمنی



اسید HF تنها اسیدی است که شیشه را در خود حل می‌کند، از نگهداری محلول این اسید در ظروف شیشه‌ای خودداری شود.  
مواد شیمیایی که به نور حساس هستند (مانند نقره نیترات) در ظروف تیره نگهداری شوند.

## شستشوی شیشه آلات

- ۱ شیشه آلات آلوده را در سینک یا ظرفشویی آزمایشگاه بشویید.
- ۲ از شوینده‌های سازگار با محیط زیست، نظیر صابون یا پاک‌کننده‌ها استفاده کنید.
- ۳ حتی‌الامکان از آب گرم استفاده کنید.
- ۴ دستکش متناسب پوشیده و از برس با زبری و اندازه مناسب استفاده نمایید.
- ۵ برای جلوگیری از شکستن ظروف از انباشتن مقدار زیاد ظروف کثیف در محل شستشو خودداری کنید.
- ۶ آب غیر شفاف موجود در سینک می‌تواند باعث دیده نشدن شیشه‌های شکسته و لبه تیز می‌شود. در صورت شکستن ظروف در سینک، آب آن را خالی کرده، سپس با استفاده از دستکش مناسب، قطعات شکسته شیشه را خارج کنید.
- ۸ از ترکیب کردن باقیمانده حلال‌ها و مواد شیمیایی موجود در ظرف آزمایشگاهی در موقع شستشو اجتناب کنید.
- ۹ از پاک‌کننده‌های قوی نظیر نیتریک اسید، کرومیک اسید یا سایر اکسیدکننده‌های قوی به جز در موارد توصیه شده، آن هم پس از داشتن پوشش حفاظتی مناسب استفاده نکنید و از حلال‌های قابل اشتعال نیز به‌عنوان تمیزکننده استفاده نکنید. مگر اینکه استفاده آنها در دستور کار توصیه شده باشد.

## فعالیت آزمایشگاهی: شستشوی وسایل شیشه‌ای



مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
پتاسیم دی کرومات سولفوریک اسید غلیظ	بشر استوانه مدرج

### روش کار:

- ۱ یک گرم پتاسیم دی کرومات را در ۶۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل کنید.
- ۲ ۷/۵ میلی‌لیتر سولفوریک اسید غلیظ (وزن حجمی ۱/۸۴ گرم بر میلی‌لیتر) را با احتیاط و قطره قطره به آن اضافه کنید تا محلول سولفو کرومیک تهیه کنید.
- ۳ لوازم آزمایشگاهی شیشه‌ای کثیف را با محلول تهیه شده شستشو دهید.

## ارزشیابی شایستگی به کارگیری و نگهداری مواد و وسایل آزمایشگاهی

### شرح کار:

- چگونگی استفاده و نگهداری وسایل و مواد آزمایشگاهی را بداند 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 محل مناسب قرار دهد .
- از برگه های اطلاعات ایمنی مواد ( MSDS ) در مواقع لزوم استفاده نماید .

### استاندارد عملکرد:

به کارگیری و نگهداری مواد و وسایل آزمایشگاهی طبق دستورالعمل جهت انجام عملیات آزمایشگاهی

### شاخص ها:

به کارگیری و نگهداری ابزارآلات آزمایشگاهی  
شناسایی و نگهداری مواد با استفاده از برگه اطلاعات ایمنی مواد ( MSDS )  
انجام کار با رعایت مسایل ایمنی

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: مکان آزمایشگاه  
شرایط دستگاه : ابزار آلات آزمایشگاهی  
زمان : یک جلسه آموزشی  
ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی، ابزارآلات شیشه‌ای، ترازو، مواد شیمیایی

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	به کارگیری قوانین ایمنی در آزمایشگاه	۱	
۲	شناسایی مواد و وسایل آزمایشگاهی	۱	
۳	قرار دادن مواد و وسایل آزمایشگاهی در مکان مناسب	۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- ایمنی : به کارگیری مواد و وسایل آزمایشگاهی با رعایت موارد ایمنی و برگه های MSDS مواد و استفاده از وسایل ایمنی شخصی ۲- نگرش : دقت در کار با مواد و وسایل آزمایشگاهی ۳- توجهات زیست محیطی : نگهداری مواد به صورت ایمن ۴- شایستگی های غیر فنی : مدیریت مواد و تجهیزات، اخلاق حرفه‌ای، کار تیمی و...	۲	
میانگین نمرات			*

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

## فصل ۲

# محلول سازی



محلول های مایع متداول ترین محلول ها هستند و بیشترین کاربرد را در بررسی های شیمیایی دارند. بیشتر فرایندهای فیزیکی و شیمیایی که کاربرد آزمایشگاهی و صنعتی دارند نیز در محلول های آبی انجام می شوند. محلول سازی یکی از اصلی ترین کارها در آزمایشگاه شیمی است.

## واحد یادگیری ۲

### آزمایش‌های محلول‌سازی

#### مقدمه

همان گونه که می‌دانید اکثر واکنش‌های شیمیایی در طبیعت در محلول آبی انجام می‌شود، زیرا لازمهٔ انجام واکنش‌های شیمیایی برخورد مؤثر بین ذره‌های واکنش‌دهنده است و شرایط لازم برای حرکت آزادانه ذره‌ها (یون‌ها و مولکول‌ها) و در نتیجه تماس ذره‌ها با یکدیگر در محلول فراهم است. در یک جسم جامد ذره‌های یونی یا مولکولی نمی‌توانند آزادانه حرکت کنند و از این رو واکنش بین مواد شیمیایی در حالت جامد، اگر هم صورت بگیرد، بسیار کند خواهد بود. مثلاً چنانچه جوش شیرین (سدیم هیدروژن کربنات  $\text{NaHCO}_3$ ) و جوهر لیمو (سیتریک اسید) را که هر دو جامدند با هم مخلوط کنیم واکنش آشکاری بین آنها انجام نمی‌شود، ولی اگر این مخلوط را در آب بریزیم از واکنش بین آنها گاز کربن دیوکسید آزاد می‌شود. بسیاری از فعالیت‌های سلول‌های بدن جانداران و فعالیت‌هایی مانند گوارش و جذب غذا، خون و گردش آن و... با محلول آبی سر و کار داریم. مواد غذایی مورد نیاز بدن پس از گوارش به صورت محلول در می‌آیند و در آن حالت از دیوارهٔ روده عبور کرده، وارد خون می‌شوند و به این ترتیب به سراسر بدن راه می‌یابند.

#### استاندارد عملکرد

ساخت محلول با غلظت و حجم مشخص از مادهٔ مورد نیاز، طبق دستورالعمل آزمایشگاه

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

#### شایستگی‌های فنی:

- ۱ مقدار معینی از ماده را اندازه‌گیری کنند؛
- ۲ محاسبات محلول‌سازی را انجام دهند؛
- ۳ محلولی با غلظت مشخص تهیه کنند.

#### شایستگی‌های غیر فنی:

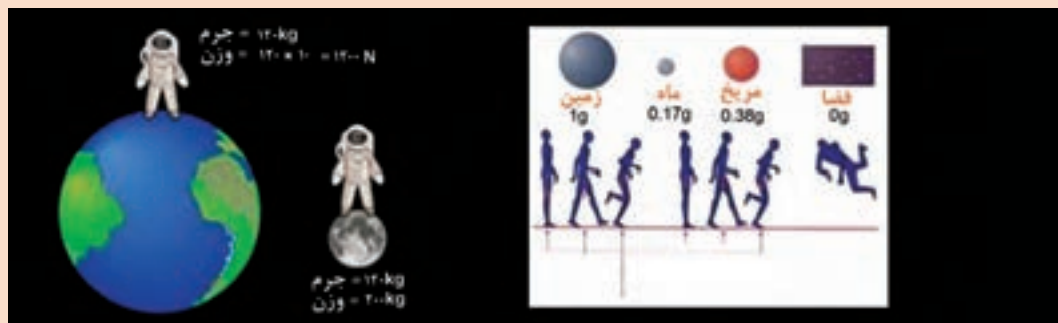
- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و به موقع - وقت شناسی - انجام وظایف و کارهای محوله - پیروی از قوانین آزمایشگاهی
- ۲ مدیریت منابع: مدیریت مؤثر زمان - استفاده از مواد و تجهیزات با روش‌های صحیح
- ۳ کار تیمی: حضوری فعال در فعالیت‌های تیمی - انجام کارها و وظایف محوله
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت‌های آزمایشگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

## ۲-۱- جرم و وزن

بحث کلاسی



تصویر زیر راه رفتن انسان در روی زمین، کره ماه، کره مریخ و در فضا را نشان می دهد. چه تفاوتی مشاهده می کنید؟ چرا فضانوردان در فضا دچار بی وزنی می شوند؟



شکل ۲-۱- اثر نیروی جاذبه

همانطور که می دانید به مقدار ماده تشکیل دهنده هر جسم، جرم می گویند، برای تعریف جرم می توان گفت هر چه قدر مقدار ماده موجود در یک جسم بیشتر باشد، جرم آن نیز بیشتر است. واحد آن در دستگاه بین المللی SI کیلوگرم است. جرم یک کمیت عددی یا اسکالر است که تنها با یک عدد بیان می شود و برای یک جسم، مقدار ثابتی است و تفاوتی ندارد که این جسم در چه مکانی قرار دارد، خواه روی سطح زمین باشد، خواه در یک مدار در اطراف زمین در حال گردش باشد یا اینکه در کره ماه باشد، جرم آن جسم ثابت است. اگر جرم جسمی بیشتر از جرم جسم دیگر باشد، با یک نیروی ثابت، تکان دادن جسم با جرم بیشتر سخت تر خواهد بود. وزن هر جسم در واقع نیروی گرانشی (جاذبه ای) است که از طرف زمین بر جسم وارد می شود، بنابراین یکای اندازه گیری وزن دستگاه SI نیوتون است. اگر وزن را با  $w$ ، جرم را با  $m$  و شتاب جاذبه را با  $g$  نمایش دهیم، خواهیم داشت:

شتاب جاذبه. جرم = وزن

$$w = m \cdot g$$

مقدار شتاب جاذبه را در حالت استاندارد معادل  $9.806 \text{ m/s}^2$  در نظر می گیرند.

### مقایسه جرم و وزن

جرم یک فضا نورد ۸۰ کیلوگرم است. وزن او در کره زمین و کره ماه چه تفاوتی دارد؟ این فرد در کره ماه چه جرمی دارد؟ (شتاب جاذبه در کره ماه  $1/6 \text{ m/s}^2$  و در کره زمین  $9.8 \text{ m/s}^2$  است).

فکر کنید





با مراجعه به کتاب‌های مرتبط و سایت‌های علمی، تفاوت‌های جرم و وزن را در جدول زیر ارائه دهید.

تفاوت‌های جرم و وزن		
وزن	جرم	
		تعریف
		یکا در سیستم SI
		وسیله اندازه‌گیری
		ویژگی
		نوع کمیت (بردار - اسکالر)

## ترازوها

پرسش



به نظر شما چه تفاوتی بین ترازوهای زیر از نظر کار وجود دارد؟



شکل ۲-۲. انواع ترازوی آزمایشگاهی

ترازو<sup>۱</sup> وسیله‌ای است که جرم جسم یا ماده مورد نظر را اندازه‌گیری می‌کند. امروزه ترازوهای آزمایشگاهی دارای یک کفه و کاملاً الکترونیکی بوده و غالباً دارای مسیری خروجی برای اتصال به رایانه هستند. در آزمایشگاه‌های مجهزتر ترازوها به کامپیوتر متصل هستند. به طور کلی مهم‌ترین خصوصیت یک ابزار اندازه‌گیری از نقطه نظر اصول فیزیکی است که دستگاه براساس آن کار می‌کند. بنابراین ترازوها به دو گروه مکانیکی و الکترونیکی تقسیم می‌شوند.

## ترازوهای مکانیکی

فیلم طرز کار باترازوی مکانیکی





**طرز کار باترازوی دو کفه‌ای :** ساده‌ترین شکل ترازوهای مکانیکی دو کفه‌ای از یک محور افقی متقارن که به آن شاهین گویند و دو کفه که از انتهای این محور آویزان شده‌اند تشکیل گشته‌اند. مرکز این محور روی یک محور عمودی قرار می‌گیرد. شیئی که قرار است جرم آن تعیین شود در یک کفه قرار گرفته و در کفه دیگر وزنه‌های مشخص به اندازه‌ای قرار داده می‌شوند که دو کفه به حالت تعادل درآیند. نوع دیگر ترازوی مکانیکی «یک کفه‌ای» است در شکل (۲-۲) انواع ترازوی آزمایشگاهی نشان داده شده است.

### طرز کار باترازوی یک کفه‌ای



۱ این ترازو از یک کفه و سه بازو، تشکیل شده است که روی هر کدام می‌توان جرم‌های معینی را مشخص کرد. روی یک محور افزایش جرم یک گرمی، روی بازوی دیگر، افزایش جرم ده‌تایی و روی بازوی سوم افزایش جرم صد گرمی را می‌توان اعمال کرد.

۲ ابتدا سرباره‌های هر سه محور را روی صفر قرار داده و لبه شاهین ترازو را روی نقطه تعادل تنظیم می‌کنیم. (صفر کردن ترازو)

۳ ماده خاص را روی کفه قرار دهید. در این حالت ترازو از حالت تعادل خارج می‌شود، با جابه‌جا کردن سرباره یک گرمی وضعیت شاهین ترازو را کنترل می‌کنیم.

۴ در صورتی که جرم جسم بیشتر از ۱۰ گرم باشد، باید سرباره گرمی را روی صفر برگردانده و با جابه‌جا کردن سرباره ده گرمی رقم دهگان جرم جسم را تعیین کنید.

۵ سپس سرباره یک گرمی را آنقدر جابه‌جا کنید تا شاهین روی نقطه تعادل قرار گیرد.

۶ جرم جسم از مجموع عدد دهگان و عدد یکان تعیین شده در سرباره‌ها به‌دست می‌آید.

در ترازوهای مکانیکی، امکان اندازه‌گیری با دقت ۱ و ۰/۱ گرم است.

نکته



### فعالیت آزمایشگاهی: اندازه‌گیری جرم با ترازوی مکانیکی

مقادیر ۳/۲، ۰/۵ و ۱۲۵ گرم از یک ماده معین را به کمک ترازوی مکانیکی آزمایشگاهی اندازه‌گیری نمایند.



### ترازوهای الکترونیکی

فیلم طرز کار باترازوی الکترونیکی



هر ترازوی الکترونیکی دارای قسمت‌های مختلف است که عبارتند از :

۱ محل قرار دادن جسم (کفه فلزی) ۵ پیچ‌های تنظیم تراز بودن

۲ درب شیشه‌ای ۶ دوشاخه اتصال به برق

۳ صفحه نمایشگر ۷ حسگر (با اعمال نیرو بر روی آن یک سیگنال

۴ کلیدهای روشن / خاموش الکتریکی در حد میلی‌ولت روی سیم‌های خروجی آن

ظاهر می‌شود)



نام هر یک از اجزای ترازو را در شکل زیر مشخص کنید؟



## طرز کار باترازوی الکترونیکی

### مدل ۱

۱ ابتدا دوشاخه آن را به پریز برق زده و با فشار دادن کلید (روشن / خاموش) دستگاه را روشن کنید.

۲ با گذاشتن ظرف مناسب روی کفه و فشار دادن کلید Tare جرم مربوط به ظرف را حذف کنید (یا صفر کنید).

۳ سپس وزن ماده مورد نظر را بخوانید.

### مدل ۲



ترازوهای الکترونیکی دقت اندازه گیری بیشتری نسبت به ترازوهای مکانیکی دارند، معمولاً از دقت ۰/۰۱ تا ۰/۰۰۰۱ گرم را اندازه گیری می کنند.



- ۱ ابتدا دوشاخه آن را به پریز برق زده، سپس با فشار دادن کلید (روشن/خاموش) دستگاه را روشن کنید.
- ۲ کنترل کنید که دستگاه صفر را نشان دهد. در صورت نیاز، کلید Tare را فشار دهید تا صفر را نشان دهد.
- ۳ در ترازو را باز کرده و شیشه ساعت تمیز را برای توزین روی کفه قرار داده، در آن را بسته و مجدداً کلید Tare را فشار دهید تا وزن مربوط به ظرف حذف شود.
- ۴ حال در ترازو را باز کرده و از ماده مورد نظر به آرامی روی شیشه ساعت بریزید تا به وزن مورد نظر برسد، سپس در ترازو را ببندید و صبر کنید تا عدد ثابتی را نشان دهد، سپس وزن آن را یادداشت کنید.



### فعالیت آزمایشگاهی (۱): اندازه‌گیری جرم

مقادیر ۲/۰۲ و ۱/۰۰۴ گرم از یک ماده معین را به کمک ترازوهای آزمایشگاهی اندازه‌گیری نمایند.

### فعالیت آزمایشگاهی (۲): بررسی دقت ترازوهای آزمایشگاهی

مقدارهای داده شده در جدول را باترازوهای آزمایشگاهی با دقت اندازه‌گیری مختلف، توزین نمایید و نتایج به‌دست آمده را مقایسه کنید.

نوع ترازو/جرم تعیین شده	۱/۶	۲/۵۶	۱/۲۵۰	۱/۰۰۲۲

همه اعضای گروه باید در کارهای آزمایشگاهی مشارکت فعال داشته باشند.  
همکاری در گروه در رسیدن به نتیجه مطلوب مؤثرتر است.  
سلامتی همه افراد گروه به رفتار و انضباط هر یک از آنها در آزمایشگاه وابسته است.

#### نکات ایمنی



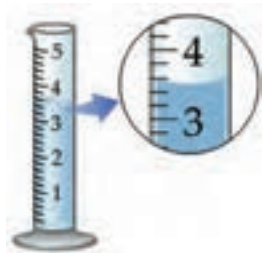
#### نکات مهم در استفاده از ترازو :

- از ریختن مواد شیمیایی روی ترازو خودداری نمایید.
- در مورد ترازوهای الکترونیکی از به کار بردن محلول‌های پاک کننده که به دستگاه صدمه می‌زند خودداری نمایید.
- برای تمیز کردن با یک تکه پارچه آغشته به مایع پاک کننده معمولی ترازو را تمیز کرده و با پارچه خشک دیگر آن را خشک نمایید.
- از وارد نمودن نوسانات بیش از حد و ضربه‌های ناگهانی به ترازو خودداری نمایید. ترازو باید روی سطحی قرار گیرد که ارتعاشات زمینه بر عمل توزین تأثیر نگذارد.
- پس از اتمام کار باترازوی الکترونیکی، دو شاخه از پریز برق جدا گردد و روکش آن کشیده شود، همچنین برای اتصال به برق نیز فقط باید از آداپتور (AC) خود دستگاه استفاده گردد.

## ۲-۲-۲- حجم

همانطور که می‌دانید فضایی را که هر ماده اشغال می‌کند حجم آن ماده می‌نامند. کمیت حجم، یک کمیت اسکالر (عددی) است. در جامدات و مایعات حجم تقریباً ثابت است، ولی در مورد گازها حجم ثابت نبوده و به‌اندازه ظرف آن بستگی دارد. برای اندازه‌گیری حجم مایعات از وسائل اندازه‌گیری مختلف مدرج استفاده می‌شود. واحد اندازه‌گیری حجم در دستگاه SI متر مکعب و برابر با ۱۰۰۰ لیتر است.

## وسائل اندازه‌گیری حجم مایعات در آزمایشگاه



فیلم طرز کار با وسائل اندازه‌گیری حجم مایعات در آزمایشگاه

**مزور (استوانه مدرج):** از این وسیله بیشتر برای برداشتن مایعات، به خصوص محلول‌های خطرناک استفاده می‌شود که در اندازه‌های مختلف ۱، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ بزرگتر موجود است. برای اندازه‌گیری با این وسیله سطح فرو رفته مایع را در نظر گرفته و عدد مربوطه را یادداشت می‌کنند.

برای برداشتن ۲۵۴ میلی لیتر آب، کدام یک از استوانه‌های نشان داده شده در تصویر مناسب‌تر است؟

پرسش



همهٔ مایعات به جز جیوه سطح مقعر (فرو رفته) دارند که به آن هلال می‌گویند. برای خواندن حجم مایعات همیشه باید پایین‌ترین بخش هلال را بخوانیم.

## فعالیت آزمایشگاهی



- ۱ استوانه‌های مدرج ۱، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی لیتری انتخاب کنید.
- ۲ حجم‌های ۲/۸، ۶/۴، ۱۶ و ۳۴ میلی لیتر از آب را توسط استوانه انتخاب شده اندازه‌گیری کنید.

## پی‌پت



از این وسیله بیشتر برای برداشتن حجم دقیقی از مایعات استفاده می‌شود که دارای دو نوع مدرج و حباب‌دار بوده و هر دو نوع اندازه‌های حجمی مختلفی دارند که البته نوع مدرج آن کاربرد بیشتری دارد، زیرا توسط نوع مدرج می‌توان به هر اندازهٔ دلخواه مقداری از محلول را برداشت، ولی توسط نوع حباب‌دار تنها حجم مشخصی که بر روی آن درج شده، قابل برداشت است. محدودهٔ آن توسط خطی که بر روی لولهٔ بالای حباب وجود دارد تعیین می‌شود.

هنگام استفاده باید پی‌پت را طوری در دست گرفت که بتوان توسط انگشت اشاره دهانهٔ آن را گرفته تا میزان حجم مایع داخل آن قابل کنترل باشد.

پرسش



نکات ایمنی



خطای آزمایشگاهی در پی پت حباب دار بیشتر است یا پی پت مدرج؟

هنگام کار با پی پت از برداشتن مایعات با دهان جدا خودداری کنید.



### فعالیت آزمایشگاهی

- ۱ پی پت های مدرج و حباب دار ۱، ۲، ۵ و ۱۰ میلی لیتری را انتخاب کنید.
- ۲ حجم های ۲/۶، ۵/۱، ۵/۸، ۷/۶، ۱۱/۵ و .... میلی لیتر از آب را با پی پت مناسب اندازه گیری کنید.



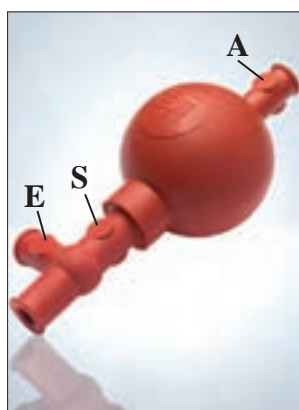
**بالن حجمی (ژوژه):** بالن حجمی بالن گردن بلندی است که در قسمت گردن دارای خط نشانه است و ته بالن نیز صاف است. در قسمت تنه بالن حجم بالن برحسب میلی لیتر یا لیتر نوشته شده است. گردن بالن مجهز به در شیشه ای یا پلاستیکی است که برای حفاظت محلول از گرد و غبار هوا و نیز در به هم زدن و یکنواخت کردن محلول به کار می رود.

### فعالیت آزمایشگاهی

بالن های حجمی ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ میلی لیتر را انتخاب کرده و توسط آب به حجم برسانید.



قبل از شروع آزمایش، استفاده از وسائل را تمرین کنید.  
در حفظ و نگهداری از وسائل آزمایشگاهی دقت داشته باشید.



### پی پت پرکن (پوار)

پوار دارای سه کلید است که بعد از نصب آن روی پی پت (مطابق شکل) می توان از آن استفاده کرد:

- ۱ ابتدا با فشار دادن دکمه A همزمان هوای داخل حباب را تخلیه کنید.
- ۲ سپس یک پی پت را داخل دهانه پایینی پوار قرار دهید.
- ۳ با فشار دادن کلید S مقداری از مایع مورد نظر را داخل پی پت بکشید.
- ۴ برای تخلیه با فشار دادن دکمه E مایع را از درون پی پت تخلیه کنید.



برای برداشتن مایعات آزمایشگاهی با پی پت حتماً از پوار استفاده کنید.  
قبل از استفاده از پوار آن را با آب امتحان کنید و از سالم بودن آن اطمینان حاصل کنید.  
هنگام استفاده دقت کنید محلول‌های شیمیایی وارد پی پت پرکن نشود، زیرا باعث از کار افتادن آن می‌شود.



### فعالیت آزمایشگاهی

۱ حجم‌های  $۵/۸$ ،  $۰/۸$ ،  $۷/۶$ ،  $۱۱/۵$  و ... میلی لیتر از آب را با پی پت مناسب و با کمک پی پت پرکن اندازه‌گیری کنید.

۲ حجم‌های تعیین شده را با وسائل مناسب اندازه‌گیری نمایید.

نوع وسیله	پی پت ..... mL	پی پت حبابدار mL	استوانه مدرج
حجم (mL)			
۵/۸			
۱/۴			
۰/۳			
۲۵			
۵۰			



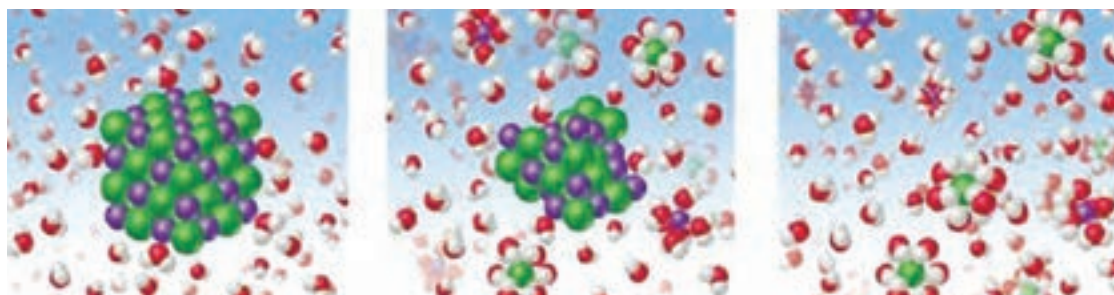
۱. دقت اندازه‌گیری حجم در کدام وسیله با افزایش حجم ابزار بیشتر کاهش می‌یابد؟

الف. بالن حجمی      ب. پی پت      پ. استوانه مدرج

۲. کدام ابزار برای برداشتن محلول از بالن حجمی آسان‌تر و مناسب‌تر است؟

الف. پی پت ساده      ب. پی پت حبابدار      پ. استوانه مدرج

### ۳-۲- محلول (مخلوط همگن)





فیلم مشاهده شده و تصویر بالا چه پدیده‌ای را نشان می‌دهد؟

چنانچه چند حبه قند را در مقداری آب ریخته و هم بزنید، در آب ناپدید می‌شود و محلول شفاف آب قند به دست می‌آید. این محلول از یک جسم حل شده (قند) و یک جسم حلال (آب) تشکیل شده است. در این محلول، مولکول‌های قند به طور یکنواخت در بین مولکول‌های آب پخش شده‌اند و خواص این محلول از نقطه‌ای به نقطه دیگر متفاوت نخواهد بود. این محلول در واقع مخلوط همگنی از مولکول‌های جسم حل شده و آب است و هیچ مرزی اجزای سازنده آن را از یکدیگر جدا نمی‌کند، در حالی که یک مخلوط ناهمگن مانند شن و نمک، از دو یا چند فاز متمایز تشکیل شده است و بین اجزای سازنده آن مرز مشخصی وجود دارد. در محلول آب قند با اینکه مولکول‌های قند از مولکول‌های آب سنگین‌ترند، ولی هیچ گاه ته‌نشین نمی‌شوند، زیرا نیروهای جاذبه جدیدی که بین مولکول‌های آب و مولکول‌های قند به وجود آمده است مانع از جدایی آنهاست.

در دو بشر هر کدام ۱۰۰ میلی لیتر آب بریزید. در بشر شماره یک مقدار ۵/۰ گرم و در بشر شماره دو ۳ گرم مس (II) سولفات ریخته و هم بزنید. محتویات دو بشر را مقایسه کرده و شباهت‌ها و تفاوت‌های آنها را بیان کنید.



با توجه به فعالیت انجام یافته عبارت‌های زیر را کامل کنید :

محلول‌های رقیق: .....

محلول‌های غلیظ: .....

یک محلول دست کم از دو جزء تشکیل شده است: حلال و حل شونده. جزئی که حل شونده را در خود حل می‌کند و معمولاً درصد بیشتری از محلول را تشکیل می‌دهد، حلال نام دارد. در محلول آب نمک، آب حلال و نمک خوراکی، حل شونده است. اغلب محلول‌های موجود در طبیعت شامل یک حلال و چند حل شونده هستند.

حلال همواره مایع نیست، در برخی از محلول‌ها حلال، گاز و یا جامد است.





در جدول زیر، چند نمونه محلول معرفی شده است، با کمک دوستان خود اجزای آن را مشخص کرده و چند نمونه محلول نیز معرفی نموده و جدول را کامل کنید.

اجزاء تشکیل دهنده محلول ها		
محلول	ماده حل شدنی	حلال
الکل ۷۰٪		
آب دریا		
هوا		
آب اسید		
سولفوریک اسید ۹۸٪		
نیتریک اسید ۱۰٪		



محلول های همگن به چند دسته تقسیم می شوند که در جدول زیر انواع آنها آمده است. از هر مورد یک مثال بزنید و اجزاء آن را مشخص کنید.

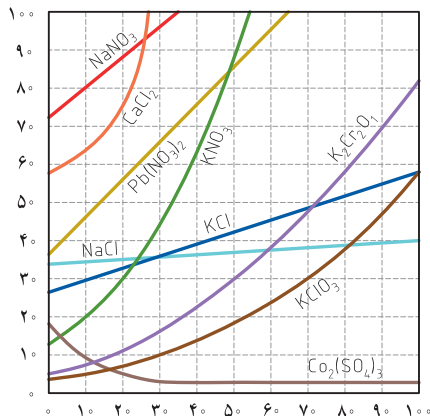
نوع محلول	مثال	ماده حل شونده	حلال
گاز در گاز			
گاز در مایع			
مایع در مایع			
جامد در مایع			
جامد در جامد			
مایع در جامد			

برای حل شدن مواد گوناگون در مقدار معینی حلال در دمای معمولی، محدودیتی وجود دارد. این محدودیت را قابلیت حل شدن یا انحلال پذیری می‌گویند. « انحلال پذیری بیشترین مقدار ماده‌ای است که در یک دمای معین می‌تواند در ۱۰۰ گرم حلال حل شود». انحلال پذیری را برحسب گرم جسم حل شونده در ۱۰۰ گرم حلال بیان می‌کنند.

### فعالیت آزمایشگاهی

مقدار ۰/۵ گرم از نمک‌های سدیم کلرید، کلسیم سولفات و باریم سولفات را در ۱۰۰ mL آب ریخته و هم بزنید. انحلال پذیری نمک‌ها را مقایسه کرده و جدول زیر را کامل کنید.

نام ماده / انحلال پذیری	محلول	کم محلول	نامحلول
سدیم کلرید			
باریم سولفات			
کلسیم سولفات			



با توجه به نمودار انحلال پذیری :

- ۱- در دمای ۲۰ درجه سلسیوس در ۱۰۰ ml آب از هر یک از مواد، پتاسیم کلرات  $KClO_3$ ، و سدیم نیترات  $NaNO_3$ ، به میزان چند گرم در آب می‌تواند حل شود؟
- ۲- به نظر شما کدام ماده کم محلول و کدام محلول است؟

پرسش



## ۴-۲ عوامل مؤثر در سرعت حل شدن

فیلم مربوط به عوامل مؤثر در حل شدن مواد

با توجه به فیلم مشاهده شده، پس از تبادل نظر با دوستان خود بگویید چه عواملی در سرعت حل شدن یک ماده تأثیر دارد؟

بحث کلاسی



## اثر دما بر سرعت حل شدن

فعالیت



در دو بشر یکی ۱۰۰ میلی لیتر آب با دمای معمولی و در دیگری آب جوش ریخته در هر کدام مقدار ۵ گرم از بلور نبات اضافه کنید. سرعت حل شدن نبات در کدام بشر بیشتر است؟ چه نتیجه‌ای می‌توان گرفت؟

سرعت حل شدن اغلب مواد جامد با افزایش دما زیاد می‌شود، زیرا سرعت حل شدن به انرژی جنبشی ذرات ماده حل شونده و حلال نیز بستگی دارد. انرژی جنبشی یک سیم با گرم کردن آن زیاد می‌شود، ولی موارد استثنا نیز وجود دارد. در برخی از نمک‌ها با گرم کردن حلال سرعت حل شدن کاهش می‌یابد.

## اندازه ذرات

فکر کنید



در دو بشر محتوی آب مقداری نمک خالص و در دیگری مقداری سنگ نمک می‌ریزیم. کدام یک زودتر حل می‌شود؟



سرعت حل شدن جامد در یک مایع تحت تأثیر سطح تماس جامد است که در معرض حلال قرار می‌گیرد. وقتی سطح تماس زیاد شود، سرعت حل شدن جامد افزایش می‌یابد. سطح تماس را می‌توان با خرد کردن ماده جامد به ذرات بسیار کوچک افزایش داد، بنابراین می‌توان گفت اگر کلیه شرایط در دو ظرف با ماده حل شونده یکسان، مشابه باشد، در ظرفی که اندازه ذرات کوچک‌تر است سرعت حل شدن بیشتر خواهد بود.

## همزدن محلول

سرعت حل شدن را می‌توان با هم زدن مخلوط بالا برد. هم زدن موجب می‌شود که ذرات ماده حل شونده سریع‌تر و بهتر بین ذرات ماده حلال پخش شوند و در نتیجه حل شدن سریع‌تر انجام می‌شود.



## ۵-۲- مفهوم غلظت

بحث کلاسی



چرا غلظت محلول‌ها اهمیت دارد؟ با مثال‌های مختلف اهمیت آن را شرح دهید.

دو لیوان که دارای مقدار مساوی آب هستند را در نظر بگیرید. در اولی یک قاشق شکر و در دومی سه قاشق شکر را حل کنید. غلیظی شکر در کدام بیشتر است؟ بدون شک خواهید گفت در لیوان دومی، زیرا در لیوان دومی نسبت شکر به آب بیشتر است. از اصطلاح غلظت برای بیان نسبت میان جسم حل شده و حلال استفاده می‌شود.

در حقیقت غلظت محلول، مقدار ماده حل شده درحلال یا مقدار ماده حل شده در محلول است. هر چه مقدار ماده حل شده در محلول کمتر باشد محلول رقیق‌تر و اگر مقدار ماده حل شده در محلول زیادتر باشد محلول غلیظ‌تر خواهد بود.

غلظت محلول‌ها به شکل مختلف بیان می‌شود که عبارت‌اند از:

– غلظت معمولی

– غلظت درصد وزنی یا درصد حجمی

– مولاریته

– مولالیت

– نرمالیت



در این درس به غلظت‌های معمولی، غلظت درصد و مولاریته خواهیم پرداخت و در مورد غلظت‌های مولالیت و نرمالیت سال‌های آینده بحث خواهد شد.

## غلظت معمولی (غلظت گرم در لیتر)

به مقدار ماده حل شده برحسب گرم (g) در یک لیتر (L) محلول غلظت معمولی یا «غلظت گرم در لیتر» می‌گویند و آن را با نماد «C» نشان می‌دهند.

$$C = \frac{\text{گرم جسم حل شده}}{\text{لیتر محلول}} \longrightarrow C = \frac{m(g)}{V(L)}$$

**مثال:** اگر مقدار ۲ گرم سود را در مقداری آب حل کرده و به حجم ۱۰۰ میلی لیتر برسانیم، غلظت معمولی این محلول چقدر خواهد بود؟

$$C = \frac{2g}{100L} \times \frac{1000mL}{1L} = 20 \frac{g}{L}$$

راه حل:



- ۱- برای تهیه ۲۵۰ میلی لیتر محلول ۱۰ گرم بر لیتر از نمک طعام ( $\text{NaCl}$ ) به چند گرم از این نمک نیاز داریم؟
- ۲- در ۱۰۰ میلی لیتر از محلول سولفوریک اسید ۰/۴۹ گرم اسید وجود دارد. غلظت گرم بر لیتر این محلول چقدر خواهد بود؟
- ۳- برای تهیه ۵۰۰ میلی لیتر محلول مس (II) سولفات ۵ گرم در لیتر ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )، به چند گرم نمک آن نیاز داریم؟



در صورت متبلور بودن نمک جامد تعداد مولکول های آب تبلور نیز در محاسبات منظور می گردد.



برای برداشتن مواد جامد از اسپاتول استفاده نمائید و مراقب باشید مواد شیمیایی با پوست شما تماس نداشته باشد.  
استفاده از روپوش، دستکش و عینک ایمنی در حین آزمایش الزامی است.

### تهیه محلول با غلظت معمولی (غلظت گرم در لیتر)

مراحل تهیه محلول از مواد جامد عبارت اند از :

- ۱ اندازه گیری جرم ماده حل شونده
- ۲ حل کردن ماده حل شونده در مقدار معینی آب؛
- ۳ انتقال محلول به درون بالن حجمی به طور کامل و افزایش آب به آن؛
- ۴ تکان دادن بالن حجمی برای انحلال بهتر و همگن سازی محلول؛
- ۵ افزودن آب به درون بالن حجمی تا رسیدن سطح آب به خط نشانه (به حجم رساندن)، بستن در بالن و تکان دادن محلول به منظور یکنواخت شدن.



## فعالیت آزمایشگاهی



- ۱ ۲۵۰ میلی لیتر محلول نمک طعام (NaCl) ۱۰ گرم در لیتر تهیه کنید.
- ۲ ۵۰ میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید (NaOH) ۴ گرم در لیتر تهیه کنید.

محلول سازی را با دقت کافی انجام دهید  
در تهیه محلول از ریخت و پاش مواد خودداری کنید.  
محلول های تهیه شده را در محل مناسب و با توجه به شرایط خاص آن محلول نگهداری کنید.

چرا ثبت مشخصات محلول های تهیه شده (نام محلول، غلظت، تاریخ تهیه) الزامی است؟

پرسش



## غلظت درصد

غلظت یک جسم حل شده را در یک حلال می توان به صورت درصد جسم حل شده در محلول بیان نمود.  
به کار بردن درصد ممکن است بر حسب جرم (W) یا حجم (V) باشد. غلظت درصد به شکل های مختلف بیان می شود، که به صورت های درصد جرمی/جرمی، (W/W)، درصد حجمی/حجمی (V/V) و درصد حجمی/جرمی (W/V) نمایش می دهند.

برای مثال، محلول ۱۰٪ جرمی، یعنی شامل ۱۰ گرم از ماده جامد در ۱۰۰ گرم محلول. به بیان دیگر ۱۰۰ گرم از محلول ۱۰٪ وزنی دارای ۱۰ گرم از ماده جامد و ۹۰ گرم از آب است.

سرکه خانگی حدود ۵٪ اسیتک اسید دارد. این عدد چه مفهومی برای شما دارد؟

پرسش



درصد جرمی	$\frac{\text{جرم جسم حل شده}}{(\text{جرم جسم حل شده} + \text{جرم حلال})} \times 100$
درصد حجمی	$\frac{\text{جرم جسم حل شده}}{\text{حجم محلول}} \times 100$
درصد جرمی حجمی	$\frac{\text{جرم جسم حل شده}}{\text{حجم محلول}} \times 100$

**مثال:** اگر ۲۰ گرم نمک سدیم کلرید را در ۸۰ میلی لیتر آب حل کنیم، غلظت محلول به دست آمده چند درصد خواهد بود؟

$$\text{جرم حل شونده} \times 100 = \frac{\text{جرم محلول}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

$$\text{داریم: } 20\% = \frac{20\text{g}}{(20+80)\text{g}} \times 100 = 20\%$$

چگالی آب برابر ۱ گرم بر سانتی متر مکعب است، بنابراین حجم آب را می توان برابر جرم آن در نظر گرفت.

پرسش



۱. برای تهیه ۲۵۰ گرم محلول ۱۰٪ وزنی از قند چند گرم قند و چند میلی لیتر آب نیاز داریم؟  
۲. اگر ۱۰ میلی لیتر از استیک اسید را در ظرفی ریخته و ۴۰ میلی لیتر آب به آن اضافه کنیم، غلظت درصد حجمی این محلول چقدر خواهد بود؟



**فعالیت آزمایشگاهی:** تهیه محلول با غلظت درصد

۱. ۲۰۰ گرم محلول ۲۰٪ جرمی از نمک طعام تهیه کنید. (W / W)
۲. ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۵٪ حجمی از الکل تهیه کنید. (V / V)
۳. ۲۵۰ میلی لیتر محلول ۱۰٪ از شکر تهیه کنید. (W / V)

حضور به موقع و مدیریت زمان در پیشرفت کارها بسیار مؤثر است.  
رعایت نظم محیط کار و مسئولیت پذیری، ضامن سلامتی افراد و ایمنی محیط کار است.

## غلظت مولی (مولاریته)

**مول:** هر مقداری از یک ماده از ذره های بسیار زیادی تشکیل شده است. ما با تک تک ذره های یک ماده اعم از اینکه به صورت اتم، یون یا مولکول باشد سروکار نداریم، بلکه همیشه با مجموعه ای از این ذره ها رو به رو هستیم، از این رو دانشمندان برای مقایسه مقدار مواد گوناگون، واحد مول را انتخاب کرده اند. یک مول از اتم های هیدروژن، نیتروژن، کربن یا هر نوع اتم یا ذره دیگری در بر گیرنده  $6.022 \times 10^{23}$  اتم یا ذره از آن نوع است. به همین ترتیب، یک مول از مولکول های اکسیژن ( $O_2$ )، هیدروژن ( $H_2$ ) یا هر مولکول دیگری نیز شامل  $6.022 \times 10^{23}$  مولکول از آن نوع است.

۱- این عدد به افتخار آوگادرو دانشمند ایتالیایی، عدد آوگادرو نامیده شده است.

مول به عنوان مقدار مشخصی از ماده به دلیل بزرگ بودن عدد  $6/022 \times 10^{23}$ ، شیمیدان‌ها مبنای تعریف مول را به جای یک عدد انتخابی از ذره‌ها، بر یک جرم انتخابی (جرم مولی) از آنها گذاشته‌اند، از این رو شیمیدان‌ها برای مقاصد عملی ترجیح می‌دهند با مقادیری از مواد کار کنند که به آسانی با ترازو قابل اندازه‌گیری باشد، از این رو جرم یک مول از اتم‌ها را که شامل  $6/022 \times 10^{23}$  اتم است در نظر گرفته‌اند و آن را اتم گرم یا جرم اتمی می‌نامند و همچنین جرم یک مول از مولکول‌های یک ماده را که شامل  $6/022 \times 10^{23}$  مولکول است، مولکول گرم یا جرم مولی می‌گویند.

وقتی می‌گوییم اتم گرم اکسیژن ۱۶ و اتم گرم هیدروژن ۱ است، یعنی جرم یک مول از اتم‌های اکسیژن (O) که شامل  $6/022 \times 10^{23}$  اتم اکسیژن است برابر ۱۶ گرم و به همین ترتیب جرم یک مول از اتم‌های هیدروژن (H) برابر ۱ گرم است. همچنین جرم یک مول از مولکول‌های اکسیژن ( $O_2$ ) برابر  $32 = 16 \times 2$  گرم و جرم یک مول از مولکول‌های هیدروژن ( $H_2$ ) نیز  $2 = 1 \times 2$  گرم است.

**مثال:** برای مولکول آب به فرمول  $H_2O$  که شامل دو اتم H و یک اتم O است جرم مولی آن برابر خواهد بود:

$$\text{جرم } H_2O = (2 \times 1) + 16 = 18 \text{ گرم}$$

جرم مولی برای مولکول‌های زیر را محاسبه کنید:



$$\text{جرم اتم‌ها: } Ca = 40, S = 32, H = 1, C = 12, O = 16$$

پرسش



## مولاریته

مولاریته یک محلول عبارت است از تعداد مول‌ها یا تعداد مولکول گرم‌های جسم حل شده در یک لیتر از محلول. مولاریته با M نمایش داده می‌شود. که در آن C غلظت گرم در لیتر، M جرم مولی ماده مورد نظر است. بدین ترتیب، محلول ۶ M سولفوریک اسید از انحلال ۶ مول  $H_2SO_4$  (گرم  $588 = 98 \times 6$ ) در آب و رساندن حجم کل محلول به یک لیتر تهیه می‌شود.

وقتی محلول مایعی تهیه می‌کنید حجم کل محلول تابع دما بوده است. در نتیجه با تغییر دما حجم آن تغییر می‌کند. برای رفع این اشکال محلول را باید در دمایی تهیه شده مصرف کرد.

**مثال ۱:** محلول پتاسیم هیدروکسید ۱۱۲ گرم در لیتر چند مولار است؟

**راه حل:**

$$KOH = 56 \text{ گرم مولی}, 1 \text{ مول} = 56 \text{ g}$$

$$CM = \frac{C}{M} \rightarrow CM = 112 \div 56 = 2$$

**مثال ۲:** برای تهیه ۲۵۰ میلی لیتر محلول ۲ M نیتریک اسید چه جرمی از نیتریک اسید ۷۰٪ (درصد جرمی) باید به کار برد؟

**راه حل:**

$$\text{جرم اسید غلیظ} = 45 = \frac{100 \text{ gHNO}_3 \text{ غلیظ}}{70 \text{ گرم اسید خالص}} \times \frac{2 \times 63 \text{ g نیتریک اسید خالص}}{100 \text{ mL}} \times 250 \text{ mL} = 250 \text{ گرم اسید}$$





۱. برای تهیه ۰/۵ لیتر محلول پتاسیم کلرید (KCl) ۰/۱ مولار چند گرم از نمک آن نیاز است؟
۲. برای تهیه ۱۰۰ میلی لیتر هیدروکلریک اسید (HCl) ۰/۵ مولار چند گرم از اسید ۳۶/۵٪ نیاز است؟ در صورت خالص نبودن ماده جامد، درصد خلوص در محاسبات منظور گردد.

در صورت خالص نبودن ماده جامد، درصد خلوص در محاسبات منظور گردد.



اطلاعات برچسب مشخصات مواد شیمیایی چه کاربردی دارد؟



### تهیه محلول از مایعات آزمایشگاهی

برای تهیه محلول با غلظت معین از اسیدها و بازهای غلیظ آزمایشگاهی روش کار کمی تفاوت می کند. در تهیه محلول های رقیق تر از محلول های غلیظ به دو مشخصه محلول های غلیظ «درصد خلوص<sup>۱</sup>» و «چگالی<sup>۲</sup>» نیاز است.

**درصد خلوص:** اغلب مواد مورد استفاده در آزمایشگاه و صنعت خالص نیستند. برای مثال سدیم کلرید ۹۹/۸٪ یعنی در هر ۱۰۰ گرم از این نمک مقدار ۹۹/۸ گرم سدیم کلرید و ۰/۲ گرم ناخالصی وجود دارد. قیمت مواد شیمیایی براساس درجه خلوص آنها افزایش می یابد، بنابراین از نظر اقتصادی لازم است با توجه به نوع کاربردی که برای این مواد تعریف می شود ماده شیمیایی با درجه خلوص مناسب را انتخاب کرد. در آزمایشگاه شیمی روی بطری هایی که مواد مختلف در آنها نگهداری می شود، درصد خلوص آن ماده نوشته می شود. معمولاً برای تهیه مقدار معینی از یک ماده خالص همواره باید مقدار بیشتری از ماده ناخالص آزمایشگاهی را در نظر بگیریم.

درصد خلوص یک ماده، مقدار گرم ماده خالص درصد گرم ماده ناخالص را نشان می دهد که به صورت زیر محاسبه شده و با نماد «a» نمایش داده می شود.

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100$$

۱- purity

۲- density

**چگالی:** چگالی یا دانسیته عبارت است از نسبت جرم یک ماده به حجم آن، در دمای مشخص و فشار ۱ اتمسفر که آن را با نماد  $d$  نمایش می‌دهند. چگالی از رابطه  $d = \frac{m}{V}$  به دست آمده و با واحدهای  $g/cm^3$  و  $Kg/m^3$  بیان می‌شود.

تحقیق کنید



درصد خلوص و چگالی اسیدها و بازهای غلیظ آزمایشگاه خود را بررسی کرده و نتایج بررسی را به صورت جدول زیر ارائه دهید.

نام ماده شیمیایی	(Mw) وزن مولکولی	(a) درصد خلوص	(d) چگالی

### مراحل تهیه محلول از اسیدهای غلیظ آزمایشگاهی :

- ۱ برداشتن حجم معینی از محلول غلیظ؛
- ۲ انتقال آن به درون یک بالن حجمی که دارای مقداری آب مقطر است؛
- ۳ افزودن آب و تکان دادن بالن برای یکنواخت شدن؛
- ۴ افزودن آب به بالن تا رسیدن سطح آب به خط نشانه (به حجم رساندن)، بستن در بالن و تکان دادن به منظور یکنواخت شدن



فیلم مراحل تهیه محلول از مایعات آزمایشگاهی

در خواندن اطلاعات مربوط به مواد شیمیایی دقت بالایی داشته باشید.

### محاسبات تهیه محلول با غلظت مولاریته :

برای به دست آوردن مولاریته محلول های اسید غلیظ از معادله زیر استفاده می شود :

$$M = \frac{10 \times a \times d}{M_w}$$

که در آن  $a$  در صد خلوص،  $d$  چگالی و  $M$  جرم مولی ماده مربوطه است.  
سپس با به دست آوردن مقدار ( $M$ ) مولاریته اسید غلیظ و با کمک معادله زیر می توان حجم مورد نیاز از اسید آزمایشگاهی را به دست آورد.

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

که در آن  $C_{m1}$  مولاریته اسید غلیظ و  $V_1$  حجم مورد نیاز از اسید غلیظ،  $C_{m2}$  مولاریته محلول مورد نظر و  $V_2$  حجم محلول مورد نظر برای تهیه است.

**مثال :** برای تهیه ۲۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار از یک اسید آزمایشگاهی به چند میلی لیتر از اسید غلیظ نیاز داریم؟ در صورتی که درصد خلوص آن اسید ۳۶٪، چگالی آن ۱/۱ گرم بر سانتی متر مکعب و جرم مولی آن ۳۶/۵ گرم بر مول باشد.

$$C_M = \frac{10 \times a \times d}{M_w} \longrightarrow C_M = \frac{10 \times 36 \times 1/1}{36/5} = 10/85$$

راه حل :

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \longrightarrow 0/2 \times 200 = 10/85 \times V_2 \longrightarrow V_2 = 3/68$$

- ۱- چگونه می توان از محلول ۵ مولار نیتریک اسید، ۱۰۰ میلی لیتر محلول اسید ۲ مولار تهیه کرد؟  
۲- ۳ میلی لیتر از محلول سولفوریک اسید ۹۸٪ را در بالن ۱۰۰ میلی لیتری ریخته و به حجم می رسانیم.  
مولاریته محلول چقدر خواهد بود؟ چگالی سولفوریک اسید غلیظ ۱/۸۴ g/mL و جرم مولی آن ۹۸ گرم است.

پرسش



### فعالیت آزمایشگاهی: تهیه محلول با غلظت مولار

- ۱ ۲۵۰ میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید (NaOH) ۰/۱ مولار تهیه کنید.  
۲ ۱۰۰ میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۳ مولار تهیه کنید.  
۳ ۲۰۰ میلی لیتر محلول دسی مولار از محلول هیدروکلریک اسید ۳ مولار تهیه شده در فعالیت شماره ۲، تهیه کنید.

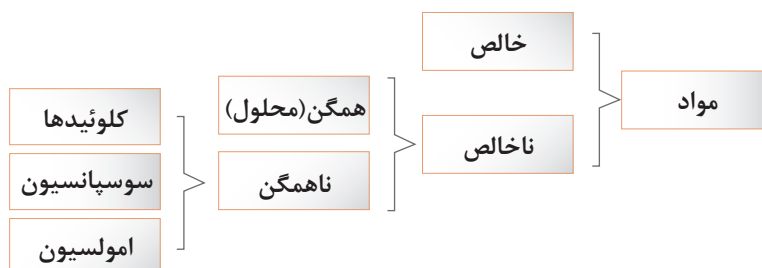
نکات ایمنی



برای تهیه محلول اسید، در زیر هود کار کنید.  
برای تهیه محلول، اسید غلیظ را به کمک پی پت و پوار برداشته و کم کم به آب اضافه کنید.  
از جابه جایی ظروف محتوی اسید غلیظ در آزمایشگاه خودداری نمایید.  
از نمونه ها و محلول های بدون برچسب مشخصات استفاده نکنید.

## ۶-۲- مخلوط‌های ناهمگن

گاهی پس از مخلوط شدن چند ماده با هم و هم زدن، مخلوط حالت غیر یکنواخت دارد که به این نمونه «مخلوط ناهمگن» می‌گویند. مخلوط‌های ناهمگن ممکن است به صورت کلوئیدی، سوسپانسیون و یا امولسیون باشند.



با توجه به نمودار بالا آیا می‌توانید مثال‌هایی از مخلوط‌های همگن و ناهمگن فهرست کنید؟

پرسش



### کلوئیدها

۱. در یک لوله آزمایش تاگنجایش آن  $\frac{1}{3}$  الکل معمولی (اتانول) بریزید و به آن حدود  $\frac{1}{4}$  قاشق چایخوری پودر گوگرد اضافه کرده و آن را به ملایمت در داخل یک بشر آب داغ گرم کنید و هم بزنید. چه مشاهده می‌کنید؟  
حال محتویات لوله آزمایش را در ظرف آب سرد خالی کنید، چه تغییری مشاهده می‌کنید؟
۲. در یک لوله آزمایش محتوی آب جوش مقدار کمی از نمک آهن (III) کلرید ریخته و هم بزنید. به نظر شما مخلوط همگن خواهد بود یا ناهمگن؟

فعالیت عملی

### مقایسه کلوئیدها با محلول‌ها

اغلب کلوییدها ظاهری مانند محلول دارند، یعنی به ظاهر همگن و شفافند و مانند محلول‌ها از سوراخ‌های کاغذ صافی می‌گذرند، اما با وجود این، چهار تفاوت اساسی میان کلوئید و محلول‌ها به شرح زیر وجود دارد:

۱. در کلوئیدها، اندازه ذره‌های پخش شده از اندازه ذره‌های حل شده در محلول‌ها (یعنی مولکول‌ها و یون‌ها) بزرگ‌تر است.
۲. وقتی باریکه نوری را در تاریکی به یک نمونه کلوئید بتابانیم، برخلاف محلول‌ها مسیر عبور نور در آن قابل رؤیت است. این پدیده به اثر تیندال معروف است.



تصویر عبور نور از محلول‌ها و کلوئیدها

۳ کلوئیدها برخلاف محلول‌ها پایداری ندارند، بلکه با گذشت زمان تغییر می‌کنند.

۴ ذره‌های سازنده کلوئیدها برخلاف ذره‌های سازنده محلول‌ها، در شرایط معین، مثلاً بر اثر سردکردن یا گرم کردن یا در مجاورت با برخی ذره‌های دیگر به یکدیگر متصل می‌شوند و ذره‌های بسیار بزرگ‌تری را تشکیل می‌دهند. در این صورت کلوئید حالت نیمه جامد یا «حالت ژله‌ای» به خود می‌گیرد (ژله شدن) یا این که کاملاً می‌بندد و به صورت لخته در می‌آید (لخته شدن)، مانند لخته شدن خون.

تحقیق کنید



چند نمونه از مخلوط‌های کلوئیدی که در زندگی نقش فراوانی دارند را بیان کنید.

### فعالیت آزمایشگاهی: تهیه کلوئیدها

هدف: تهیه گوگرد کلوئیدی و نشاسته کلوئیدی



مواد مورد نیاز	وسایل و مواد لازم
سدیم تیوسولفات ۰/۴ مول در لیتر هیدروکلریک اسید ۲ مول در لیتر نشاسته	ارلن ۱۰۰ میلی لیتری استوانه مدرج ۱۰۰ میلی لیتری لوله آزمایش بشر ۲۵۰ میلی لیتری همزن شیشه‌ای ترازوی آزمایشگاهی

روش کار برای تهیه گوگرد کلوئیدی: مقدار ۵۰ میلی لیتر محلول سدیم تیوسولفات را در یک ارنل بریزید و به آن ۵ میلی لیتر هیدروکلریک اسید اضافه کنید و ارنل را تکان دهید. در نتیجه، کلوئید گوگرد شیری رنگ ایجاد می‌شود.

روش کار برای تهیه چسب نشاسته (نشاسته کلوئیدی): مقدار ۰/۵ گرم نشاسته را در لوله آزمایش بریزید و ۲ میلی لیتر آب به آن اضافه کنید و آن را به خوبی تکان دهید تا مخلوط یکنواختی از آب و نشاسته حاصل شود، سپس، در یک بشر مقدار ۱۰۰ میلی لیتر آب بریزید و بگذارید بجوشد، سپس مخلوط آب و نشاسته را به تدریج به آب در حال جوش اضافه کنید و هم بزنید. به این ترتیب چسب نشاسته درست می‌شود.

نشاسته کلوئیدی به عنوان معرف ید در آزمایشگاه مورد مصرف قرار می‌گیرد.

تحقیق کنید



اهمیت کلوئیدها در زندگی انسان چیست؟

## سوسپانسیون

فعالیت  
عملی

الف. در یک لیوان تا  $\frac{1}{4}$  ارتفاع آب بریزید. یک قاشق غذاخوری از خاک معمولی به آن اضافه کنید و هم بزنید. مشاهدات خود را بیان کنید.

ب. ظرف مورد آزمایش را مدتی به حال خود بگذارید. پس از گذشت زمان چه تغییری در وضعیت آن حاصل می‌شود؟

پ. مخلوط حاصل را با کمک قیف و کاغذ صافی، از هم جدا کنید. مشاهدات خود را در مورد محتویات روی صافی و محلول زیر صافی بیان کنید.

نتیجه آزمایش انجام شده را در چند جمله بیان کنید.

سوسپانسیون: مخلوط ناهمگنی است که .....

پرسش



۱. دو نمونه از سوسپانسیون که در زندگی روزانه با آنها سروکار دارید، را نام ببرید.
۲. همان طور که دیدید، کلوئیدها برخی از خواص محلول‌ها و برخی از ویژگی‌های سوسپانسیون‌ها را دارند. با توجه به آنچه تا اینجا گفته شد، دو خاصیت مشترک محلول‌ها و کلوئیدها و یک خاصیت مشترک کلوئید و سوسپانسیون‌ها را بیان کنید.

## فعالیت آزمایشگاهی: تهیه سوسپانسیون



هدف: تهیه چند نمونه از چند نمونه سوسپانسیون

مواد مورد نیاز	وسایل لازم
خاک رس پارافین مایع آهن (III) اکسید	ارلن ۲۵۰ میلی لیتری بشر ۱۰۰ میلی لیتری همزن فلزی (اسپاتول)

## روش کار برای تهیه سوسپانسیون آب و خاک رس

در یک ارلن حدود ۱۰۰ میلی لیتر آب بریزید و یک قاشق کوچک خاک رس نرم نیز بریزید و هم بزنید. یک مخلوط تیره رنگ حاصل می‌شود، رفتارهای این سوسپانسیون را از ابتدا تا پایان نیم ساعت بعد، یادداشت کنید. در تمام این مدت یک چراغ را در پشت ارلن روشن کنید و میزان شدت نوری را که از میان سوسپانسیون می‌گذرد، به صورت کیفی ملاحظه کنید و در گزارش خود بنویسید، زمان ته‌نشینی کامل خاک رس را در ارلن

تعیین و در گزارش خود ثبت کنید.

### روش کار برای تهیه سوسپانسیون پارافین مایع و آهن (III) اکسید

در یک بشر مقدار ۵۰ گرم پارافین مایع بریزید و مقدار ده گرم پودر آهن (III) اکسید به آن اضافه کرده و به خوبی هم بزنید، پارافین، شفافیت خود را از دست می‌دهد و رنگ محلول سوسپانسیون به رنگ آجری تبدیل می‌شود. زمان ته نشینی ذرات آهن (III) اکسید را اندازه‌گیری کنید. با این روش یک روغن جلادهنده ساخته‌اید که برای هر بار مصرف باید آن را به خوبی هم بزنید، سپس استفاده کنید.

## امولسیون

فعالیت  
عملی

الف. در یک لوله آزمایش تا حجم ۳/۱، آب، سپس به همان اندازه از یک مایع دیگر مانند روغن زیتون یا هر روغن مایع دیگری بریزید، سپس دهانه لوله را ببندید و به شدت آن را تکان بدهید چه مشاهده می‌کنید؟  
ب. لوله را در جا لوله مدتی آرام بگذارید و پس از گذشت زمان تغییر وضعیت آن را یادداشت کنید.  
پ. اگر در آزمایش بالا به مخلوط آب و روغن چند قطره محلول سدیم هیدروکسید اضافه کرده و مجدداً به هم بزنید. سپس لوله را در جایی آرام بگذارید. بعد از گذشت مدتی چه تغییری در محتویات لوله به وجود می‌آید؟

### فعالیت آزمایشگاهی: تهیه امولسیون



هدف: تهیه چند نوع امولسیون

مواد مورد نیاز	وسایل لازم
روغن زیتون محلول رقیق سدیم هیدروکسید نفت سفید پودر صابون آب	لوله‌های آزمایش چند عدد چوب پنبه به قطر دهانه لوله آزمایش

### روش کار برای تهیه امولسیون روغن زیتون و آب

الف. دو لوله آزمایش را با شماره‌های ۱ و ۲ شماره‌گذاری کنید، سپس در لوله شماره یک به اندازه یک چهارم ارتفاع آن آب بریزید و به همان اندازه نیز روغن زیتون بریزید و با چوب پنبه در آن را ببندید و به شدت تکان دهید. یک مخلوط شیری رنگ از امولسیون آب و روغن به وجود می‌آید. لوله شماره یک را با محلول امولسیون در یک مکان ثابت بگذارید بماند.

ب. همین آزمایش را در لوله شماره ۲ انجام دهید، با این تفاوت که به آن چند قطره، محلول سدیم هیدروکسید

نیز اضافه کنید و پس از مدتی نتیجه مشاهدات خود را گزارش نمائید و با توجه به تفاوت‌های موجود در نتایج، نقش سود سوزآور را در فرایندهای فوق توضیح دهید.

#### روش کار برای تهیهٔ امولسیون از نفت و آب

در یک لولهٔ آزمایش، یک میلی لیتر نفت سفید را با ۵ میلی لیتر آب مخلوط کنید و حدود بیست مرتبه محکم تکان دهید. مایعی به رنگ شیری و کدر حاصل می‌شود که امولسیون ناپایدار است. پس از گذشت ده دقیقه، آب و نفت از هم جدا می‌شوند. برای تهیهٔ یک امولسیون پایدار از آب و نفت به روش زیر عمل کنید:

در یک لولهٔ آزمایش یک میلی لیتر نفت سفید و ۵ میلی لیتر محلول صابون بریزید و حدود ۲۰ مرتبه محکم تکان دهید. یک امولسیون شیری رنگ تولید می‌شود که پایدار است. در واقع صابون یک پایدارکنندهٔ امولسیون است و عملکرد آن به این صورت است که در اطراف ذرات ریز نفت، یک لایهٔ نازک و محافظ ایجاد می‌کند و مانع چسبیدن آنها به یکدیگر می‌شود.



## ارزشیابی شایستگی محلول سازی

<p><b>شرح کار:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- محاسبه مقدار ماده مورد نیاز</li> <li>- انتخاب وسیله و ماده مورد نظر</li> <li>- اندازه گیری مقدار ماده</li> <li>- حل کردن ماده وزن شده در مقدار کمی از حلال</li> <li>- انتقال محلول حاصل به بالن حجمی مورد نظر</li> <li>- به حجم رساندن محلول تا خط نشانه</li> <li>- نصب برچسب مشخصات محلول ساخته شده</li> </ul>																											
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>ساخت محلول با غلظت و حجم مشخص از ماده مورد نیاز طبق دستورالعمل آزمایشگاهی</p> <p><b>شاخص ها:</b></p> <p>دقت در انجام محاسبات</p> <p>انجام کار طبق دستورالعمل</p>																											
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p>شرایط: مکان آزمایشگاه</p> <p>شرایط دستگاه: ابزارآلات آزمایشگاهی</p> <p>زمان: یک جلسه آموزشی</p> <p>ابزار و تجهیزات: ترازو، پی پت، بالن حجمی، بشر، هم زن، پی پت پرکن، وسایل ایمنی شخصی</p>																											
<p><b>معیار شایستگی:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th><th>مرحله کار</th><th>حداقل نمره قبولی از ۳</th><th>نمره هنرجو</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td><td>اندازه گیری مقدار معینی از ماده</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td>۲</td><td>انجام محاسبات محلول سازی</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td>۳</td><td>تهیه محلول با غلظت مشخص</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2">                     شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:                      ایمنی: استفاده از وسایل ایمنی شخصی                      نگرش: دقت در محاسبه و انجام کار                      انجام کار با حداقل ریخت و پاش                      شایستگی های غیرفنی: محاسبه و کاربست ریاضی، کار تیمی، اخلاق حرفه ای، مدیریت منابع، مستندسازی                 </td><td>۲</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="3">میانگین نمرات</td><td>*</td></tr> </tbody> </table> <p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.</p>				ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو	۱	اندازه گیری مقدار معینی از ماده	۱		۲	انجام محاسبات محلول سازی	۱		۳	تهیه محلول با غلظت مشخص	۱		شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی: استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: دقت در محاسبه و انجام کار انجام کار با حداقل ریخت و پاش شایستگی های غیرفنی: محاسبه و کاربست ریاضی، کار تیمی، اخلاق حرفه ای، مدیریت منابع، مستندسازی		۲		میانگین نمرات			*
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو																								
۱	اندازه گیری مقدار معینی از ماده	۱																									
۲	انجام محاسبات محلول سازی	۱																									
۳	تهیه محلول با غلظت مشخص	۱																									
شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی: استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: دقت در محاسبه و انجام کار انجام کار با حداقل ریخت و پاش شایستگی های غیرفنی: محاسبه و کاربست ریاضی، کار تیمی، اخلاق حرفه ای، مدیریت منابع، مستندسازی		۲																									
میانگین نمرات			*																								

## فصل ۳

# تعیین مشخصات مواد شیمیایی



ثابت‌های فیزیکی از قبیل نقطه ذوب، نقطه جوش، جرم حجمی و گرانی  
از جمله فاکتورهایی هستند که برای شناسایی و تشخیص مواد به کار برده  
می‌شوند.

## واحد یادگیری ۳

### انجام آزمایش های تعیین مشخصات مواد شیمیایی

#### مقدمه

نمک آشپزخانه و شکر را در نظر بگیرید، هر دو سفید بوده و در آب حل می شوند. با این همه کاملاً تفاوت دارند. نمک از یون تشکیل شده است در حالی که شکر از مولکول های مجزا تشکیل شده است. اجسامی که از مولکول ها تشکیل شده اند گستره وسیعی از دماهای ذوب و جوش از خود نشان می دهند، بنابراین قدرت نیروهایی که مولکول ها را به یکدیگر متصل نگه می دارد گستره وسیعی دارد. این نیروها با ساختار درونی یک مولکول تعیین می شود. یکی از روش های شناسایی ترکیبات آلی تعیین خواص فیزیکی آنهاست. مهم ترین خواص فیزیکی عبارتند از نقطه جوش (bp)، نقطه ذوب (mp)، چگالی (d)، گرانروی و... که در این فصل با روش های اندازه گیری آن در آزمایشگاه آشنا می شوید.

#### استاندارد عملکرد

انجام آزمایش های تعیین مشخصات مواد شیمیایی طبق دستورالعمل آزمایشگاه

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان به شایستگی های زیر دست می یابند:

#### شایستگی های فنی:

- ۱ نقطه ذوب یک ماده را اندازه گیری کنند،
- ۲ نقطه جوش یک ماده را اندازه گیری کنند،
- ۳ چگالی یک ماده را اندازه گیری کنند،
- ۴ گرانروی یک ماده را اندازه گیری کنند.

#### شایستگی های غیر فنی:

- ۱ حرفه ای: حضور منظم و به موقع، وقت شناسی، انجام وظایف و کارهای محوله، پیروی از قوانین آزمایشگاهی
- ۲ مدیریت منابع: مدیریت مؤثر زمان، استفاده از مواد و تجهیزات با روش های صحیح
- ۳ کار تیمی: حضوری فعال در فعالیت های تیمی، انجام کارها و وظایف محوله
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت های آزمایشگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

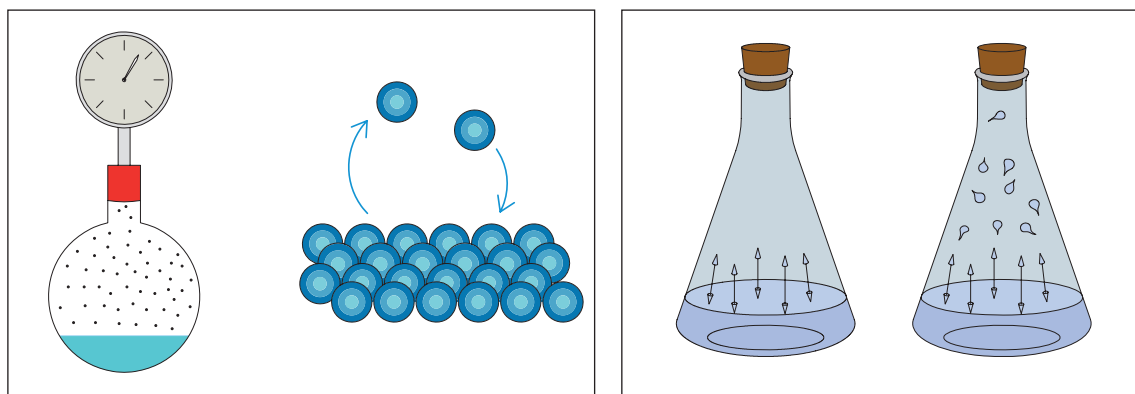
## ۳-۱- اندازه گیری نقطه جوش

آیا شرایط کار، نگهداری و حمل و نقل مایعاتی چون آب، الکل، گلیسرین، بنزین و نفت یکسان است؟ کدام ویژگی این مایعات می تواند در شرایط کار با آنها مؤثر باشد؟ در مورد پاسخ در کلاس بحث کنید.

بحث کلاسی



**فشار بخار:** مایعی را در ظرف سربسته که هوای داخل آن تخلیه شده را در نظر بگیرید. شکل (۳-۱). مولکول های مایع دائماً در حال حرکت هستند و وقتی که به سطح مایع می رسند می توانند از سطح مایع خارج شده و در فضای بالای آن قرار گیرند. این فعل و انفعال برگشت پذیر است، زیرا مولکول هایی که به صورت بخار در آمده اند مجدداً بر اثر برخورد به یکدیگر یا بر اثر برخورد با جداره ظرف، انرژی خود را از دست داده و وارد مایع می شوند. تا اینکه سیستم به حالت تعادل جنبشی برسد، به عبارت دیگر در هر لحظه تعداد معینی از مولکول های مایع تبخیر می شوند و در همان لحظه همان تعداد از مولکول های تبخیر شده وارد محلول می شوند.



شکل ۳-۱ نمایش فشار بخار مایع

۱. کدام یک از مایعات الکل، گلیسرین، آب، استن زودتر به جوش می آید؟ برچه مبنایی این تشخیص را می دهید؟

پرسش



مولکول ها در حالت گازی به سرعت حرکت کرده، دائماً به دیواره ظرف برخورد می کنند و منجر به وارد کردن فشار به دیواره آن می شوند. میزان این فشار در یک درجه حرارت معین را فشار بخار تعادل جسم مایع در آن درجه می نامند. با ازدیاد درجه حرارت انرژی جنبشی متوسط مولکول ها افزایش می یابد و فرار آنها از حالت مایع به حالت گازی آسان می شود. سرعت برگشت مجدد مولکول ها به حالت مایع نیز افزایش می یابد و به زودی در درجه حرارت بالاتر تعادل برقرار می شود.



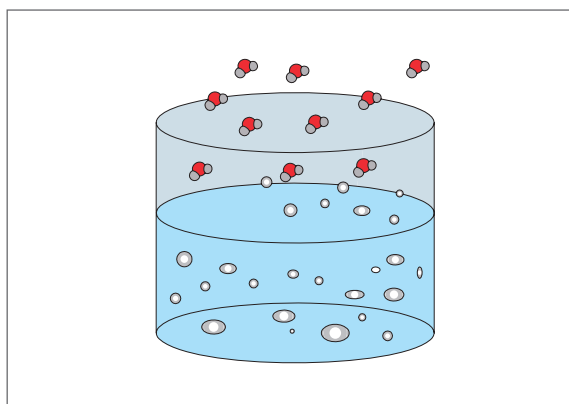
### فشار بخار یک مایع به چه عواملی بستگی دارد؟

اکنون نمونه‌ای را در نظر بگیرید که در یک درجه حرارت معین در ظرف سرگشاده‌ای قرار دارد و مولکول‌های فاز بخار در بالای مایع می‌توانند از محوطه ظرف خارج شوند. بخاری که در بالای این نمونه است از مولکول‌های هوا و نمونه تشکیل شده است. طبق قانون فشارهای جزئی دالتون، فشار کل (خارجی) در حجم ثابت در بالای مایع برابر با فشارهای جزئی نمونه و هوا است:

$$P_{\text{کل}} = P_{\text{نمونه}} + P_{\text{هوا}}$$

فشار جزئی نمونه برابر با فشار بخار تعادل آن در درجه حرارت معین است. اگر درجه حرارت بالا رود (بدین ترتیب فشار بخار تعادل نمونه زیاد می‌شود)، تعداد مولکول‌های نمونه در فضایی که در بالا و نزدیک مایع است افزایش می‌یابد و در نتیجه مقداری از هوا جابه‌جا می‌شود. در درجه حرارت بالا فشار جزئی نمونه درصد بیشتری از فشار کل را تشکیل می‌دهد. با ازدیاد بیشتر درجه حرارت این عمل ادامه می‌یابد تا فشار بخار تعادل با فشار خارجی برابر شود و در این حال تمام هوا کاملاً از ظرف خارج می‌شود. تبخیر بیشتر باعث جابه‌جا شدن مولکول‌های گازی نمونه خواهد شد. در این حد سرعت تبخیر به مقدار زیادی افزایش می‌یابد (که با تشکیل حباب در مایع آشکار می‌شود) و این مرحله را عموماً شروع جوشش می‌دانند.

**نقطه جوش (b.p):** دمایی که در آن فشار بخار مایع برابر فشار محیط شود، دمای جوش آن مایع در آن فشار نامیده می‌شود. دمای جوش یک مایع خالص تا زمانی که تمام مایع تبخیر شود ثابت می‌ماند.



شکل ۲-۳. آب در حال جوش

از آنجا که نقطه جوش مشاهده شده مستقیماً به فشار خارجی بستگی دارد، لذا باید در گزارش نقطه جوش، فشار خارجی هم قید شود (مثلاً نقطه جوش ۱۵۲ درجه سلسیوس در فشار ۷۵۲ میلی‌متر جیوه). معمولاً نقطه جوش استاندارد را در فشار آتمسفر ۷۶۰ mmHg تعیین می‌کنند.

دمای جوش استاندارد: دمای جوش استاندارد هر مایع، دمایی است که در آن فشار بخار مایع برابر ۷۶۰ mmHg باشد.

## عوامل مؤثر بر دمای جوش

چه عواملی دمای جوش مایع خالص را افزایش یا کاهش می دهد؟

بحث کلاسی



جدول ۱-۳. جرم مولکولی و دمای جوش چند هیدروکربن

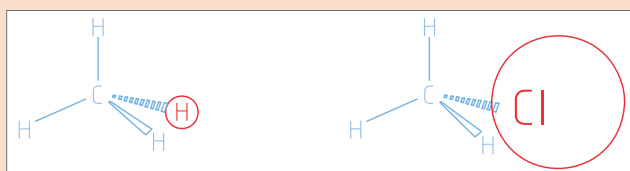
نوع ماده	متان $CH_4$	اتان $C_2H_6$	پروپان $C_3H_8$	بوتان $C_4H_{10}$
دمای جوش $^{\circ}C$	-۱۶۱/۵	-۸۹	-۴۲	-۱
جرم مولکولی	۱۶	۳۰	۴۴	۵۸

در جدول (۱-۳) جرم مولکولی و دمای جوش چند هیدروکربن گازی نشان داده شده است چه ارتباطی بین دمای جوش و جرم مولکولی این ترکیبات مشاهده می کنید؟

پرسش

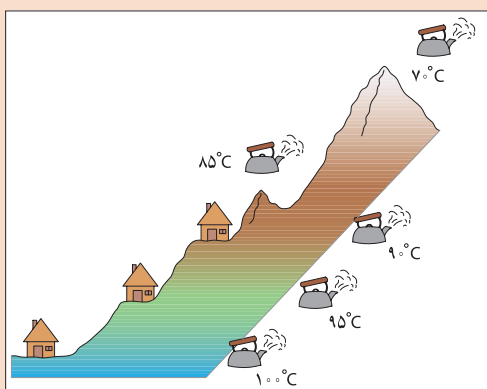


نتیجه: بین جرم مولکولی و دمای جوش.....



نقطه جوش کدام یک بالاتر خواهد بود؟  
علت را توضیح دهید.

فکر کنید



به شکل زیر توجه کنید، چرا نقطه جوش آب در قسمت های مختلف متفاوت است؟  
به نظر شما چه عاملی در دمای جوش مؤثر بوده است؟

بحث کلاسی





شکل زیر نحوه عملکرد قابلمه زودپز را نشان می‌دهد. بررسی کنید چرا در این وسیله زمان پختن غذا کوتاه می‌شود؟



آب در  $120^{\circ}\text{C}$  به جوش می‌آید

در یک آزمایش دمای جوش آب خالص برابر  $100$  درجه سلسیوس در همان شرایط، دمای جوش محلول‌های سدیم کلرید با مقدارهای مختلف نمک طعام مطابق جدول زیر به دست آمده است :

سدیم کلرید (گرم)	۵/۸۵	۱۱/۷۰	۱۷/۵۵
نقطه جوش (درجه سلسیوس)	۱۰۰/۱	۱۰۰/۲	۱۰۰/۳

چرا نقطه جوش محلول سدیم کلرید با آب خالص تفاوت دارد؟



- مهم‌ترین عوامل مؤثر در دمای جوش را می‌توان چنین نام برد:
- جرم مولکولی: هرچه جرم مولکولی مواد بزرگ‌تر باشد، دمای جوش آن نیز بالاتر خواهد بود.
  - نیروهای بین مولکولی: دمای جوش مواد با نیروهای بین مولکولی آن رابطه مستقیم دارد.
  - فشار محیط: هرچه فشار محیط بیشتر باشد، دمای جوش ماده نیز بالاتر خواهد بود. بنابراین در مناطق کوهستانی که فشار محیط کمتر از سطح دریاست، دمای جوش نیز کمتر خواهد بود.
  - ناخالصی: ناخالصی‌ها موجب افزایش دمای جوش می‌شوند.
- روش‌های اندازه‌گیری دمای جوش به مقدار نمونه‌ای که در اختیار دارید بستگی دارد. برای مقادیر کم از روش لوله موئین و برای مقادیر زیاد از روش تقطیر ساده می‌توان استفاده کرد.

▶ نمایش فیلم اندازه‌گیری نقطه جوش

مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
گلیسرین یا پارافین، آب مقطر، اتانول، استون	بشر $250\text{ mL}$ ، لوله موئین، همزن شیشه‌ای چراغ بونزن یا گرم کن برقی



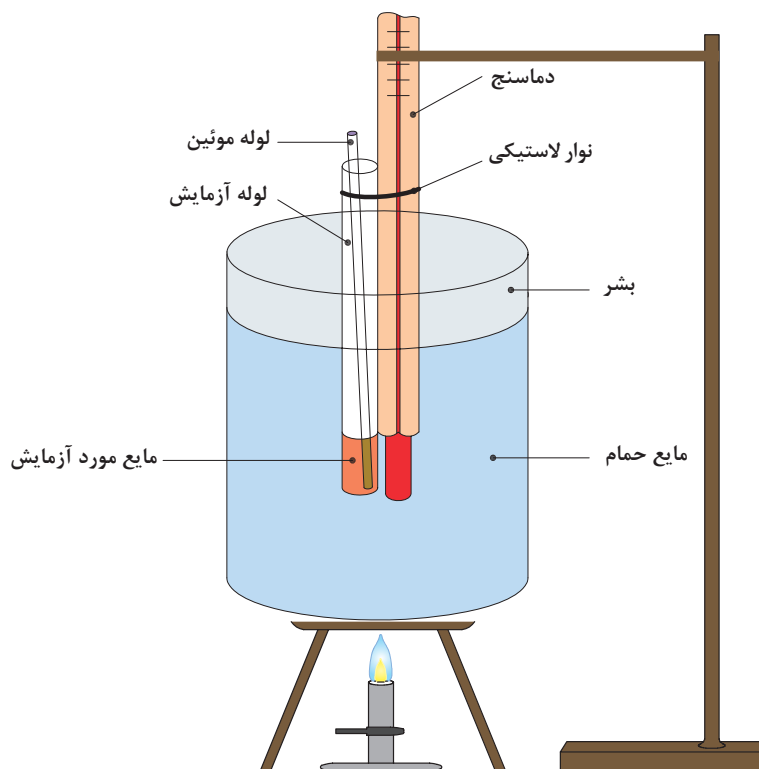
## فعالیت آزمایشگاهی: اندازه‌گیری نقطه جوش به روش میکرو

روش کار:

۱. حدود  $\frac{2}{3}$  بشر را از مایع گلیسرین یا پارافین پر کنید.
  ۲. یک لوله موئین انتخاب نموده، یک سر آن را با شعله بسته و آن را از طرفی که بسته نشده، داخل یک لوله آزمایش کوچک ۱۰ سانتی‌متری کاملاً خشک به نحوی قرار دهید که سر بسته آن بالا باشد.
  ۳. در لوله آزمایش فوق یک میلی لیتر از مایع مورد آزمایش بریزید.
  ۴. این مجموعه (لوله آزمایش، مایع و لوله موئین) به یک دماسنج طوری بسته شود که مخزن دماسنج در مقابل مایعی که در لوله آزمایش است، قرار گیرد.
  ۵. مجموعه را به یک سر گیره وصل کرده و آن را به صورت معلق در حمام مایع قرار داده و به ملایمت حرارت داده شود.
- حرارت باید به‌اندازه‌ای باشد که هر دقیقه درجه حرارت حمام ۳ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش یابد.
۶. حرارت دادن را تا خارج شدن سریع حباب‌ها از لوله موئین ادامه دهید. در این هنگام حرارت دادن را قطع نموده، سپس اجازه دهید تا خروج حباب‌ها کند شده و قطع شود. پس از خروج آخرین حباب مایع از لوله موئین بالا می‌رود. در این لحظه دما را به عنوان نقطه جوش ثبت کنید.

هنگام کار با موادی که فشار بخار بالایی دارند، از تهویه مناسب محیط کار اطمینان حاصل کنید.

نکات ایمنی



شکل ۳-۳. سیستم اندازه‌گیری نقطه جوش به روش میکرو





۱. چرا مایع در لوله موئین بالا می‌رود؟
۲. علت استفاده از مایع حمام برای گرم کردن نمونه چیست؟
۳. توضیح دهید چگونه از طریق دمای جوش به خالص بودن ماده آلی پی می‌بریم؟

در اندازه‌گیری نقطه جوش به روش میکرو، چون مقدار مایع اندک است، در صورت افزایش ناگهانی گرما احتمال بخار شدن آن زیاد است و در نتیجه در مشاهده دمای جوش دچار خطا خواهیم شد.

**ضرب تصحیح:** به علت این که فشار هوا در آزمایشگاه‌ها ممکن است فشار استاندارد (760 mmHg) نباشد، دمای اندازه‌گیری شده باید تصحیح شود تا بتوان دمای به‌دست آمده را با دمای جوش استاندارد مقایسه کرد. برای این کار به ازای هر 10 mmHg اختلاف فشار باید مطابق جدول ۲-۳ اعداد به‌دست آمده در آزمایش تصحیح گردد. (تغییرات دمایی اعلام شده در جدول با توجه به این که فشار محیط آزمایش بیشتر یا کمتر از فشار استاندارد باشد، ممکن است به دمای جوش اضافه شده یا از آن کم شود). ضرب تصحیح دمای جوش خوانده شده و تبدیل آن به دمای جوش استاندارد، چند مایع در جدول (۲-۳) نشان داده شده است.

جدول ۲-۳. دمای جوش نرمال و ضرب تصحیح دمای جوش

نمونه	دمای جوش نرمال (°C)	تغییرات دما با تغییر فشار (°C) / 10 mmHg $\Delta T$
استون	۵۶/۱	۰/۳۹
آب	۱۰۰/۰	۰/۳۷
نیتروبنزن	۲۱۰/۹	۰/۴۸
کینولین	۲۳۷/۵	۰/۵۹
بنزوفنون	۳۰۵/۹	۰/۶

## ۲-۳- اندازه‌گیری نقطه ذوب



در تصویرهای زیر سه ماده آلی «سالیسیلیک اسید»، «استئاریک اسید» و «اوره» را مشاهده می‌کنید. چگونه می‌توانید با یک آزمایش از بین آنها اوره را تشخیص دهید؟



### نقطه ذوب جسم خالص

نقطه ذوب یک جسم خالص درجه حرارتی است که در آن فازهای مایع و جامد بدون تغییر درجه حرارت در حال تعادل با یکدیگر باشند. چنانچه در نقطه ذوب به مخلوط فازهای جامد و مایع یک جسم خالص حرارت داده شود، افزایشی در درجه حرارت صورت نمی گیرد تا تمام جامد به مایع تبدیل شود (ذوب شود)، چنانچه حرارت از چنین مخلوطی دور شود، درجه حرارت کاهش نمی یابد تا تمام مایع به جامد تبدیل شود (منجمد شود)، بنابراین نقطه ذوب و انجماد یک جسم خالص یکسان است.

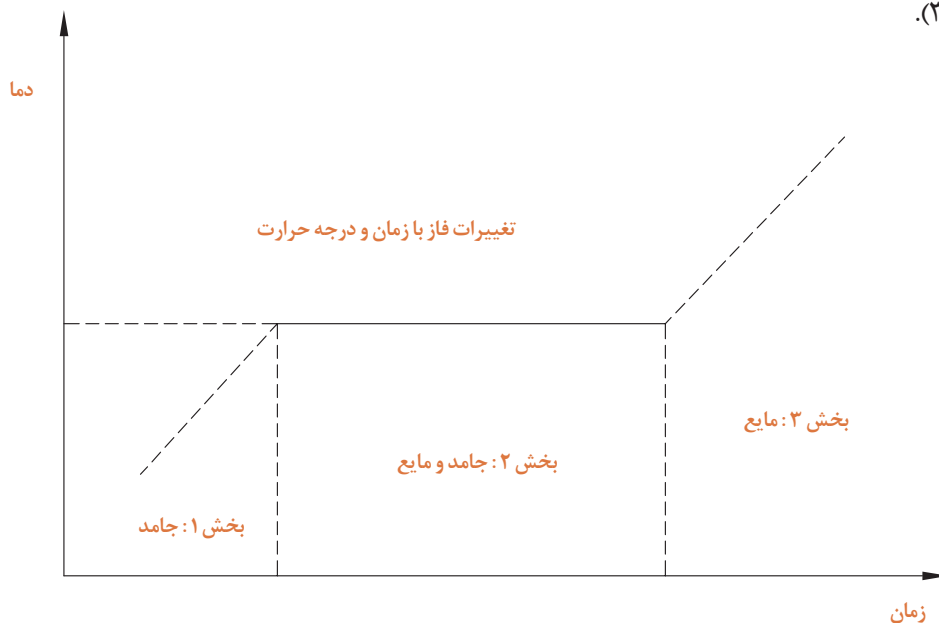
چرا نقطه ذوب مواد اهمیت دارد؟ در چه صنایعی این ویژگی از اهمیت بیشتری برخوردار است؟

پرسش



در شکل (۳-۴) نمودار تغییرات فاز با زمان و درجه حرارت مشاهده می شود. با توجه به نمودار در درجه حرارت پایین (زیر نقطه ذوب) ترکیب به حالت جامد وجود دارد و افزایش گرما موجب افزایش درجه حرارت آن می شود. (بخش ۱).

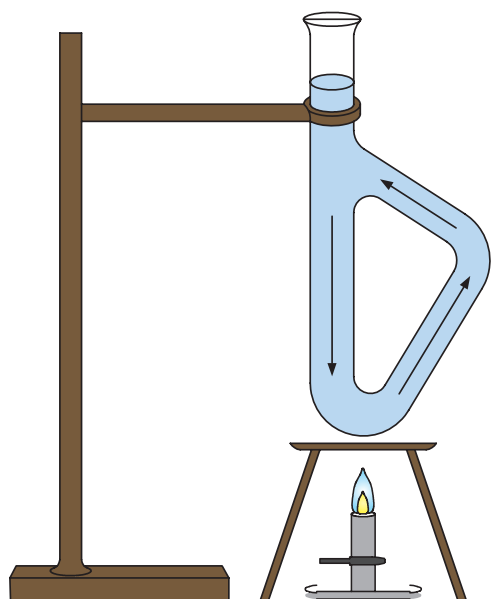
هنگامی که نقطه ذوب فرامی رسد، اولین مقدار جزئی مایع ظاهر می شود، بین حالت های جامد و مایع تعادل برقرار می شود. با ادامه حرارت دادن، در طی مدت فرآیند ذوب درجه حرارت تغییر نمی کند و ماده به هر دو شکل جامد و مایع در حال تعادل وجود دارد و گرمای اضافه شده باعث تبدیل جامد به مایع می شود. (بخش ۲) پس از ذوب آخرین قسمت ماده جامد، گرمایی که به ماده داده می شود موجب افزایش دمای مایع می شود. (بخش ۳).



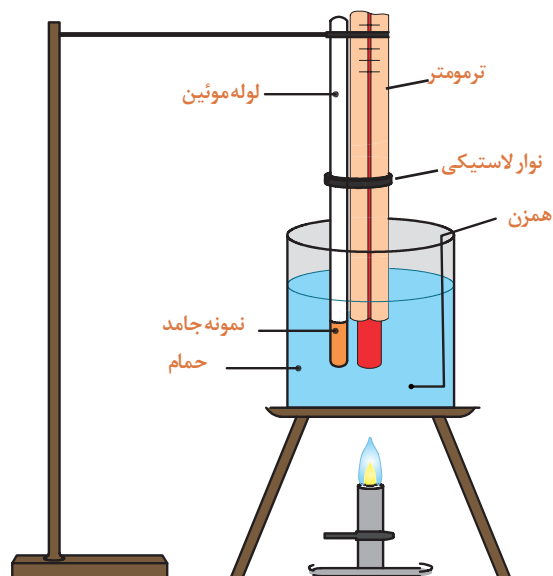
شکل (۳-۴) تغییرات فاز با زمان و درجه حرارت

### تعیین نقطه ذوب

برای تعیین نقطه ذوب از دو روش می‌توان استفاده کرد. یک روش استفاده از حمام‌های مایع که برای درجه حرارت‌های نسبتاً پایین مورد استفاده قرار می‌گیرند، به صورت حمام بشر یا دستگاه تپله است. شکل‌های ۳-۵ و ۳-۶، روش دیگر استفاده از دستگاه‌های برقی برای درجه حرارت‌های نسبتاً بالا شکل‌های ۳-۷ و ۳-۸ است.



شکل ۳-۶. دستگاه تپله



شکل ۳-۵. بشر حمام



شکل ۳-۷. دستگاه‌های برقی برای درجات حرارت نسبتاً بالا



## فعالیت آزمایشگاهی: اندازه‌گیری نقطه ذوب چند ماده به کمک حمام مایع

نمایش فیلم اندازه‌گیری نقطه ذوب با حمام مایع

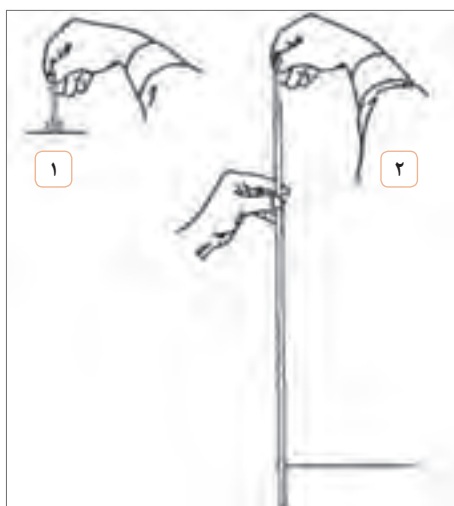
مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
ماده جامد (اوره، بنزوئیک اسید، سالیسیلیک اسید، استانیلید) مایع پارافین یا گلیسرین	بشر ۱۰۰ml، لوله موئین با قطر ۲ میلی متر دماسنج با دقت $0.1^{\circ}\text{C}$ ، نوار لاستیکی، توری و سه پایه فلزی لوله توخالی بلند، شیشه ساعت، هاون، لوله تیله همزن شیشه‌ای، چوب پنبه سوراخ‌دار، چراغ بونزن

### روش کار:

- ۱ یک سر لوله موئین به قطر حدود ۲-۱ میلی متر و طول ۱۰-۵ سانتی‌متر را روی شعله چراغ گاز در حالی که به صورت دورانی حرکت می‌دهیم، تا حد سرخ شدن گرم کنید تا بسته شود.
- ۲ حدود ۰/۱ گرم از نمونه مورد آزمایش در داخل هاون ریخته و نرم کنید.
- ۳ لوله موئین را از نمونه پودر شده تا ارتفاع ۲mm پر کنید. برای این کار سر آزاد لوله موئین را داخل پودر نرم شده فرو برده و از درون لوله توخالی بلند رها کنید. این کار را چند بار تکرار کنید تا ماده جامد پودر شده به ارتفاع ۲ میلی‌متر داخل لوله موئین شود. (مطابق شکل ۸-۳)

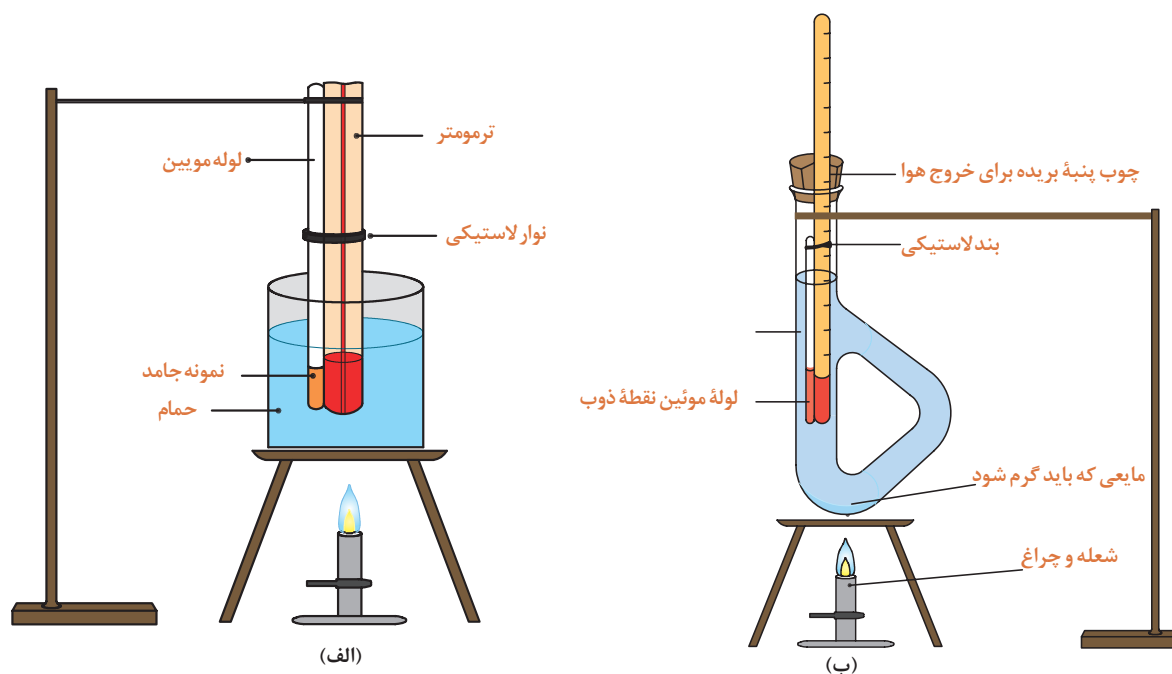
### نکات ایمنی

- \* برای محافظت خود از روپوش آزمایشگاه، دستکش مناسب و عینک ایمنی استفاده کنید.
- \* هنگام کار با شعله گاز، موارد ایمنی را رعایت کنید.



شکل ۸-۳. پرکردن و متراکم کردن لوله موئین.

۴. لوله موئین را به وسیله یک نخ یا نوار لاستیکی باریک طوری به دماسنج متصل کنید که گرد موجود در لوله موئین در مجاورت حباب دماسنج قرار گیرد. (شکل ۳-۹) (نخ یا نوار لاستیکی باید از جنسی باشد که بتواند دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس را تحمل کند).
۵. دماسنج را به کمک چوب پنبه سوراخ داری که یک طرف آن برای دیدن درجه های دماسنج و خروج هوا برش باریکی داده شده است، در داخل حمام گلیسرین یا پارافین مطابق شکل (۳-۹) الف و ب قرار دهید.
۶. به کمک چراغ بونزن و هم زدن متوالی مایع به وسیله همزن، به آرامی دمای مایع حمام را بالا ببرید. با مشاهده دقیق لوله موئین، نقطه ذوب ماده را ثبت کنید.



شکل ۳-۹

۱. اگر لوله موئین را به صورت ثابت روی شعله چراغ نگهدارید چه اشکالی ایجاد می شود؟
۲. چرا برای اندازه گیری دمای ذوب، جسم را باید به صورت پودر در آوریم؟
۳. چگونه می توان به وسیله آزمایش سریع پی برد که انتهای لوله موئین بسته است؟

پرسش



تحقیق کنید



۱. مایع مناسب برای حمام چه خصوصیتی باید داشته باشد؟
۲. چرا در این آزمایش از آب نمی توان به عنوان مایع حمام استفاده کرد؟



### فعالیت آزمایشگاهی: اندازه‌گیری نقطه ذوب به کمک دستگاه برقی

معمولاً دستگاه‌های الکتریکی از یک گرم‌کننده الکتریکی که مجهز به همزن است تشکیل می‌شود و جسم به آرامی گرما داده می‌شود. در این دستگاه‌ها به کمک وسایل نوری و با بزرگ‌نمایی، امکان مشاهده نمونه به راحتی فراهم می‌آید.

در حین کار از مواد و وسایل به‌طور صحیح استفاده نمایید.

▶ نمایش فیلم طرز کار با دستگاه اندازه‌گیری نقطه ذوب

نکات ایمنی



- \* محل اتصال دستگاه به پریز برق را با دست مرطوب نگیرید.
- \* دقت کنید در حین کار با دستگاه از ریختن آب و مواد شیمیایی بر روی آن جلوگیری شود.

مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
ماده جامد (اوره، بنزوئیک اسید، سالیسیک اسید، استانیلید)	لوله موئین با قطر بیرونی ۲ میلی‌متر دماسنج با دقت $0.1^{\circ}\text{C}$ لوله توخالی بلند هاون همزن شیشه‌ای

#### روش کار :

- ۱ نمونه جامد را مطابق روش قبل پودر کرده و داخل لوله موئین بریزید.
- ۲ برای انجام آزمایش با دستگاه، به راهنمای استفاده از دستگاه مورد نظر مراجعه کنید.
- ۳ عمل حرارت دادن به آرامی انجام گیرد.
- ۴ حداقل ۲ الی ۳ بار نقطه ذوب جسم را اندازه‌گیری نموده و دقت شود که تفاوت‌ها بسیار ناچیز باشند.
- ۵ نتایج حاصل از دو روش آزمایش را با هم مقایسه کرده و درباره دقت اندازه‌گیری هر روش بحث کنید.

فکر کنید



۱. خطاهای احتمالی در این آزمایش کدامند؟
۲. چگونه می‌توان خطاهای موجود در آزمایش را کاهش داد؟
۳. علت‌های تفاوت دمای ذوب واقعی و دمای ذوب مشاهده شده را بیان کنید.

## ۳-۳- اندازه گیری چگالی

بحث کلاسی



چرا چوب پنبه روی آب شناور می ماند در حالی که سکه فلزی در آب فرو می رود؟

فعالیت  
عملی

۱. چند مایع مختلف مانند آب، روغن مایع و شربت غلیظ آلبالو را به آرامی در یک لیوان بریزید، چه مشاهده می کنید؟
۲. از سه مایع بند ۱ هر کدام ۱۰ میلی لیتر برداشته و وزن کنید. کدام وزن بیشتر و کدام کمتر دارند؟ از این مقایسه چه نتیجه ای می توان گرفت؟
۳. در همان ظرفی که سه مایع را ریخته ایم، یک کلیپس کاغذ، یک تکه مداد شمعی و چوب بیندازید. هر کدام از قطعات جامد در کجا قرار می گیرند؟
۴. از این مقایسه چه نتیجه ای می توان گرفت؟

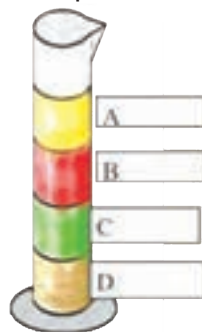
از فعالیت انجام شده می توان نتیجه گرفت مواد مختلف با حجم های مساوی، برحسب سنگینی، طوری روی هم قرار می گیرند که سنگین ترین ها در پایین تر و سبک ترین ها در بالاتر خواهند بود. به عبارت دیگر می توان گفت اگر جرم حجم های مساوی از مواد را با هم مقایسه کنیم، آن ماده ای که جرم بیشتر دارد سنگین تر است و برعکس.

پرسش



اگر جرم ۱ میلی لیتر از هر یک از مواد زیر را داشته باشیم، هر یک از مواد A تا D را مشخص کنید.

جرم برحسب گرم	یک میلی لیتر از مایعات
۱/۳۸	
۱/۲	
۰/۹۳	
۱/۱	



چگالی یا جرم حجمی عبارت است از جرم واحد حجم که این مقدار از تقسیم جرم به حجم جسم، طبق رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{یا} \quad \text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

و احد چگالی در سیستم SI کیلوگرم بر مترمکعب و در سیستم C.G.S گرم بر سانتی متر مکعب است. برای یافتن چگالی مواد مختلف، از هر ماده یک سانتی متر مکعب آن را تهیه کرده و جرم هریک را با ترازو اندازه می‌گیرند.

پرسش



۱. یک قطعه فلز به جرم ۷۲ گرم و حجم ۹ سانتی متر مکعب در اختیار داریم. چگالی فلز را بر حسب  $\text{g/cm}^3$  به دست آورید.
۲. چگالی فلز آلومینیوم  $2/73 \text{ g/cm}^3$  است. اگر قطعه فلز آلومینیوم به جرم ۳ گرم داشته باشیم، این فلز چه حجمی باید داشته باشد؟

چگالی برخی از مواد در جدول (۳-۳) آمده است.

جدول ۳-۳. جرم واحد حجم اجسام

نام ماده	چگالی ( $\text{g/cm}^3$ )
سرب	۱۱
یخ	۰/۹۲
چوب بلوط	۰/۵۶
شیشه	۲/۶
چوب پنبه	۰/۲۴
آب خالص	۱

پرسش



بر اساس جدول (۳-۳) عبارت‌های زیر را کامل کنید :  
 ..... و ..... روی آب قرار می‌گیرند و ..... در آب فرو می‌روند.





(۱)



(۲)



(۳)

۱. در مورد تصویر شماره «۱» یک جمله علمی بیان کنید.

.....

.....

۲. به چه دلیل وقتی هوای درون بالن را گرم می کنند، بالن بالا می رود؟

۳. چرا کشتی ها با وجود وزن بالایی که دارند، در آب فرو نمی روند؟

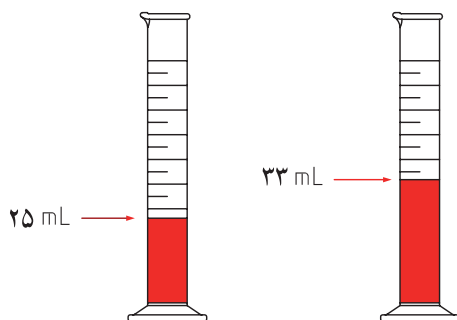
### تعیین چگالی جامدها:

▶ نمایش فیلم تعیین چگالی مایعات

الف. اگر جامدی دارای شکل هندسی مشخص باشد: حجم آن را با اندازه گیری ابعاد جسم محاسبه می کنند و وزن آن را از طریق توزین به دست می آورند، سپس با توجه به رابطه  $\rho = \frac{m}{V}$  چگالی آن را تعیین می کنند.

ب. اگر جامد شکل هندسی مشخصی نداشته و در آب حل نشود: در این حالت تعیین حجم جسم به طور غیرمستقیم و طبق قانون ارشمیدس صورت می گیرد.

در یک استوانه مدرج حجم مشخصی ( $V_1$ ) از آب را ریخته و جرم آن را اندازه گیری کنید ( $m_1$ )، سپس جسم جامد را در آب وارد کنید. جرم استوانه حاوی آب و جسم جامد را با ترازو تعیین کنید ( $m_2$ ). از مقدار  $m_2$  مقدار  $m_1$  را کم کرده و مقدار جرم جسم  $m$  به دست می آید. با داشتن  $V_1$  و  $V_2$  نیز می توان حجم نمونه را به دست آورد. اگر  $m_1 = 60$  گرم و  $m_2 = 100$  گرم باشد، خواهیم داشت:



$$m_2 - m_1 = 100 - 60 = 40 \text{ g}$$

$$V_2 - V_1 = 33 - 25 = 8 \text{ mL}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{40}{8} = 5 \text{ g / mL}$$

اگر جسم جامد مورد نظر، مانند سدیم کلرید، در آب انحلال پذیر باشد، می توان به جای آب از مایع دیگری مانند نفت استفاده کرد.

### فعالیت آزمایشگاهی: تعیین چگالی مواد جامد با شکل هندسی منظم



مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
مکعب های از جنس های آهن، سرب، مس، روی، چوب و پلاستیک	خط کش میلی متری ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم

#### روش کار :

- ۱ با کمک خط کش به طور دقیق اندازه های مکعبی که در اختیار شما قرار داده شده را اندازه گرفته و با استفاده از رابطه (ارتفاع × عرض × طول = حجم) حجم آن را محاسبه کنید. (V سانتی متر مکعب)
- ۲ با کمک ترازو جرم مکعب مورد نظر را اندازه بگیرید. (m گرم)
- ۳ با استفاده از رابطه  $\rho = \frac{m}{V}$  چگالی مکعب مورد نظر را محاسبه کنید.
- ۴ مراحل کار را با مکعب با جنس دیگر نیز انجام دهید و نتایج به دست آمده را در جدول زیر ثبت کنید.

چوب	آهن	مس	سرب	روی	آلومینیوم
چگالی (گرم بر سانتی متر مکعب)					

مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
روی یا آلومینیوم دانه ای آب	استوانه مدرج ۱۰ میلی لیتری پی ست (آب فشان) ترازو



## فعالیت آزمایشگاهی: تعیین چگالی مواد جامد با شکل نامنظم

روش کار:

۱ استوانه ۱۰ mL تمیز و خشک را انتخاب کرده و آن را به وسیله آب فشان از آب تا انطباق سطح مقعر آب بر یکی از خط‌های درجه‌بندی استوانه، مثلاً در مقابل عدد ( $V_1 = 5\text{ mL}$ ) پر نمائید.

۲ جرم استوانه حاوی آب را به‌دست آورید. ( $m_1$  گرم)

۳ روی یا آلومینیوم دانه‌ای را به آرامی و به‌طور مایل در استوانه وارد کنید. با انگشت به استوانه مدرج ضربه بزنید تا حباب‌های هوا خارج شود. انحنای جدید آب را روی درجه‌بندی استوانه بخوانید. در این حالت حجم آب را  $V_1$  یادداشت نمایید.

۴ مجدداً جرم استوانه و محتویات آن را به‌طور دقیق تعیین کنید. ( $m_2$  گرم)  
برای تعیین چگالی داریم:

جرم (استوانه خالی + حجم معین آب)  $m_1$  گرم

جرم (استوانه خالی + حجم آب پس از اضافه کردن روی یا آلومینیوم دانه‌ای)

$m_2$  گرم

$V_1$  mL

حجم آب در استوانه

$V_2$  mL

حجم آب پس از اضافه کردن روی یا آلومینیوم دانه‌ای

جرم فلز ( $m_2 - m_1$ )

حجم فلز

( $V_2 - V_1$ ) mL

حجم فلز

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V_2 - V_1} \text{ g/mL}$$

## تعیین چگالی مایعات



نمایش فیلم تعیین چگالی با پیکنومتر

پیکنومتر ظرفی است با حجم مشخص برای اندازه‌گیری چگالی مایعات. درب پیکنومتر دارای سوراخی برای خروج مایعات اضافی است. حجم پیکنومتر بر روی آن و دمایی که در آن حجم اندازه‌گیری شده، ثبت شده است؛ همچنین بر روی گلو و درب پیکنومتر عددی حک شده است. این دو عدد مشابه برای آن است که درب پیکنومتر با پیکنومترهای دیگر جابه‌جا نشود.

با اندازه‌گیری پیکنومتر در دو حالت پر و خالی و به کمک روابط زیر، جرم ویژه مایع مورد نظر به‌دست می‌آید.

$T =$  دمای نمونه  $^{\circ}\text{C}$

$m =$  جرم پیکنومتر خالی - جرم پیکنومتر پر = جرم نمونه (g)

$V =$  حجم نمونه (mL)

طبقه رابطه زیر جرم ویژه به‌دست می‌آید:

$$\rho_{T(^{\circ}\text{C})} = \frac{m}{V} \text{ g/cm}^3$$

## فعالیت آزمایشگاهی: تعیین چگالی یک مایع با پیکنومتر



مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
آب الکل استون	پیکنومتر ترازو حمام آب گرم دماسنج

### روش کار:

- ۱ پیکنومتر را با آب مقطر و سپس با استون به خوبی شستشو داده و در دمای اتاق خشک کنید.
- ۲ جرم پیکنومتر را با ترازو تعیین کنید. ( $m_1$ )
- ۳ در صورت لزوم درب پیکنومتر را توسط سیم تمیز نمایید.
- ۴ دمای نمونه را به ۵-۱۰ درجه سلسیوس کمتر از دمای آزمایش برسانید.
- ۵ پیکنومتر را پر نمایید.
- ۶ در صورت وجود حباب، لازم است آنها را با تلنگرزدن به دیواره پیکنومتر یا هر روش دیگری خارج نمایید.
- ۷ مایعات خارج شده را با نوک دستمال کتان بدون کرک یا کاغذ صافی پاک کنید. در طول زمان انبساط مایع درون پیکنومتر نیز لازم است مایعات خارج شده را هر چند وقت پاک کنید.
- ۸ پیکنومتر را به مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب با دمای مورد نظر و دقت دمایی  $\pm 0.1$  درجه سانتیگراد قرار دهید.
- ۹ پیکنومتر را از حمام خارج نموده و دیواره خارجی آن را با استون خالص شسته توسط دستمال کتان بدون کرک پاک کنید.
- ۱۰ جرم پیکنومتر و مایع درون آن را اندازه گیری کنید ( $m_2$ ).
- ۱۱ با کمک روابط زیر مقدار چگالی نمونه مورد آزمایش را به دست آورید:

$$m = m_2 - m_1 \quad , \quad V = \text{حجم نمونه (cm}^3\text{)} \quad , \quad T = \text{دمای نمونه}$$

$$\rho_{T(^{\circ}\text{C})} = \frac{m}{V} \text{ g/cm}^3$$

از قراردادن پیکنومتر در آون با دمای بیش از ۵۰ درجه سلسیوس اکیداً خودداری نمایید.

نکات ایمنی



## فعالیت آزمایشگاهی: بررسی اثر دما بر چگالی مایعات

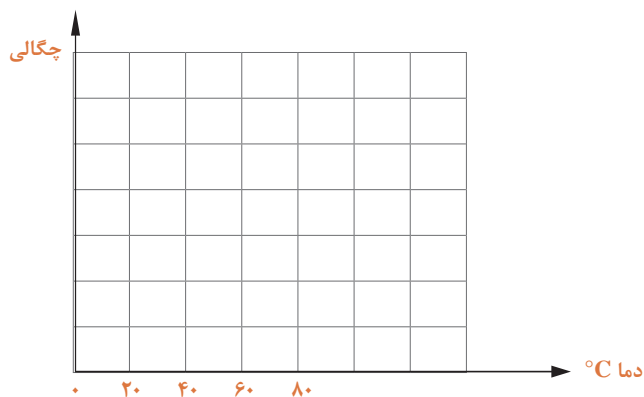


مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
الکل آب گلیسرین	پیکنومتر شیشه ای ترازو حمام آب گرم دماسنج

۱ با یک نمونه مایع در دماهای مختلف اندازه گیری چگالی را انجام داده و نتایج آن را در جدول زیر ثبت نمایید.

دما °C	۰	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰
چگالی $\text{g/cm}^3$					

۲ منحنی تغییرات چگالی را برحسب دما رسم کنید. (برای رسم این منحنی ها حداقل از ۵ نقطه استفاده کنید).



۳ با توجه به نتایج آزمایش و رسم نمودار اثر دما بر چگالی را بیان کنید.

پرسش



۱. دو کاربرد چگالی را بنویسید.
۲. چرا چگالی گاز و مایع در دما و فشار معین گزارش می شود؟
۳. چرا برای تعیین چگالی مواد ابزار اندازه گیری باید دقت زیادی داشته باشد؟

## ۳-۴- اندازه گیری گرانروی (ویسکوزیته)



فیلم مفهوم ویسکوزیته

بحث کلاسی



در تصویر زیر مایعاتی مانند آب، روغن موتور، عسل و قیر وجود دارد. چه تفاوتی بین جریان این مایعات مشاهده می کنید؟ در مورد تفاوت های آنها بحث کرده و نتایج را جمع بندی کنید.



گرانروی هر مایع در دمای معین، نشانه مقاومت آن در برابر جاری شدن است. این مقاومت نتیجه اصطکاک مولکول هایی است که بر روی هم می لغزند؛ به عبارت بهتر گرانروی عکس سیالیت است. مایعاتی که گرانروی آنها بالاست، به دشواری جاری می شوند. در مقابل مایعاتی که گرانروی آنها پایین است به آسانی جاری می شوند. واحد گرانروی در سیستم CGS پواز است. برای مثال گرانروی آب در  $25^{\circ}\text{C}$  برابر  $0.0098$  پواز است. پواز واحد بزرگی است و اغلب از واحد کوچک تر آن به نام سانتی پواز<sup>۱</sup> استفاده می کنند.

$$100 \text{ سانتی پواز} = 1 \text{ پواز}$$

معمولاً گرانروی در دماهای معین اندازه گیری می شود. تغییرات دما موجب تغییر در گرانروی مایعات می شود. حرارت بالا موجب کم شدن گرانروی و پایین آمدن دما باعث افزایش آن خواهد شد. به همین علت در گزارش اعداد گرانروی مایعات باید دمای آزمایش را نیز اعلام کنند.

جدول ۳-۳. ویسکوزیته چند مایع

نام ماده	دمای آزمایش	ویسکوزیته (Cp)
استون	۲۵ درجه سلسیوس	۰/۳۰۶
خون	"	۱/۳۷
اتانول	"	۱/۰۷۴
آب	"	۰/۸۹۴
روغن زیتون	"	۸۱
سولفوریک اسید	"	۲۴/۲

پرسش



برای جاری شدن حجم مساوی از مایعات جدول ۳-۳ در کدام مورد زمان بیشتری مورد نیاز است؟ علت را توضیح دهید.

### اندازه گیری گرانروی

گرانروی هر مایع را می توان با عبور دادن مقدار معینی از آن مایع از درون یک لوله مناسب (گرانروی سنج) و اندازه گیری زمان دقیق جریان مایع و به کار بردن رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\eta = \frac{\pi P r^4 t}{8 V l}$$

در این رابطه:  $\eta$  گرانروی بر حسب پواز

P فشار راندن مایع در درون لوله بر حسب دین بر سانتی متر مربع (که متناسب با چگالی مایع است).

r شعاع لوله بر حسب سانتی متر.

t زمان جاری شدن مایع در لوله بر حسب ثانیه.

l طول لوله بر حسب سانتی متر.

V حجم مایع بر حسب سانتی متر مکعب که از لوله جاری می شود.

اگر فشار راندن مایع همان نیروی ثقل زمین باشد، داریم:

که h ارتفاع مایع،  $\rho$  چگالی مایع و g شتاب ثقل زمین است.

$$\rho = \rho h g$$

$$\eta = \frac{\pi r^4 h \rho g \cdot t}{\Delta V I} \quad \text{پس:}$$

اگر حجم‌های مساوی از دو مایع تحت فشار یکسان از لوله‌ای جریان یابند، نسبت گرانروی‌های این دو مایع را می‌توان چنین نوشت:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{(\frac{\pi r^4 h g}{\Delta V I}) \rho_1 t_1}{(\frac{\pi r^4 h g}{\Delta V I}) \rho_2 t_2}$$

بنابراین خواهیم داشت :

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_2 t_2} \quad \text{رابطه (۱)}$$

از این دو کمیت ( $\eta_1$  یا  $\eta_2$ ) یکی گرانروی شناخته شده مایع مرجع است. از این رو می‌توان با داشتن گرانروی یک مایع مرجع، و با استفاده از رابطه (۱)، گرانروی مایع دیگر را تعیین کرد. (فرمول‌های این بخش نیازی به حفظ کردن ندارد و تنها از رابطه (۱) استفاده شود).

فکر کنید



چرا با افزایش دما گرانروی مایعات کاهش می‌یابد؟

### ویسکوزیومتر (استوالد)



شکل ۱۰-۳. چند نوع ویسکوزیومتر

▶ نمایش فیلم طرز کار با ویسکوزیومتر

ویسکوزیومتر، یک لوله شیشه‌ای استاندارد با مجرای موئین است، که برای اندازه‌گیری گرانروی سیالات مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای اندازه‌گیری گرانروی، مقدار لازم از مایع مورد نظر را در ویسکوزیومتر ریخته و در حمام با دمای مورد نظر قرار داده، سپس زمان عبور سیال بین دو خط نشانه را با کرونومتر اندازه می‌گیرند.





شکل ۱۱-۳- حمام مجهز به کنترل کننده دما

حمام مورد نیاز برای این آزمایش باید مجهز به کنترل کننده دما و دماسنج مناسب برای انجام دادن آزمایش در دماهای مورد نظر باشد.

در صورتی که حمام مناسب در کارگاه موجود نباشد، اندازه گیری گرانروی فقط در دمای محیط امکان پذیر خواهد بود.

### فعالیت آزمایشگاهی: اندازه گیری گرانروی مایعات غیر نفتی



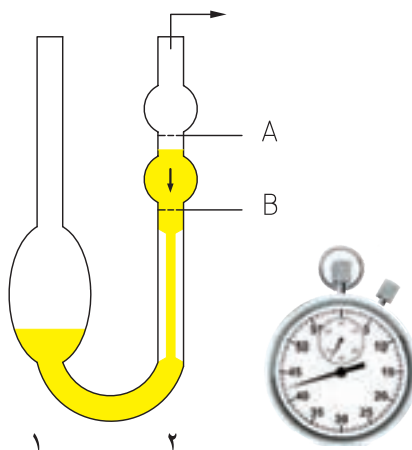
در این روش گرانروی مایعات خالص و محلول‌ها، اندازه گیری می‌شود. در این آزمایش گرانروی آب خالص را مبنا قرار داده و گرانروی سایر مایعات را نسبت به آن می‌سنجیم. گرانروی آب خالص در ۲۵ درجه سلسیوس برابر ۰/۰۰۹۸ پواز است.

مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
آب مقطر مایع مورد آزمایش محلول نمک طعام روغن زیتون	ویسکوزیومتر گیره و پایه چراغ گاز بشر ۱۰۰۰ میلی لیتری دما سنج همزن مغناطیسی یا شیشه ای پی پت ۱۰ میلی لیتری

### روش کار:

- ۱) ویسکوزیومتر تمیز و خشک را به طور عمودی به وسیله گیره به پایه وصل کنید و آن را در بشر پر از آب طوری قرار دهید که سطوح A و B ویسکوزیومتر در درون آب قرار بگیرند. با روشن کردن چراغ گاز بونزن یا گرمکن برقی و همزن دمای آب را در ۲۵ درجه سلسیوس ثابت نگاه دارید.
- ۲) به وسیله پی پت آب خالص به اندازه لازم در مخزن (۱) گرانروی سنج بریزید و ۱۰ دقیقه اجازه دهید که مایع با دمای حمام یکسان شود.
- ۳) با استفاده از پوار (مکنده) که در دهانه لوله متصل به مخزن (۲) نصب می‌کنید آب را از مخزن ۱ به مخزن ۲ انتقال دهید. به طوری که سطح مقعر مایع بالاتر از نقطه A قرار گیرد.

۴ ضمن صفر کردن کرنومتر، هم‌زمان پوار را از ویسکوزیمتر جدا کنید و زمانی که مایع به نقطه A رسید، کرنومتر را به کار بیندازید، وقتی مایع از نقطه B عبور کرد، کرنومتر را متوقف کنید. زمان جاری شدن مایع بین دو نقطه A , B را یادداشت کنید. این عمل را سه بار انجام دهید و میانگین زمان را یادداشت کنید.



۵ ویسکوزیمتر را با اتانول شست‌وشو دهید، سپس آن را با جریان هوا خشک کنید. این بار در همان دما، عملیات یاد شده را به همان ترتیب با مایع مورد آزمایش، تکرار کنید و زمان جاری شدن آن را در بین دو نقطه A , B یادداشت نمایید.

۶ با استفاده از رابطه  $\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_2 t_2}$ ، گرانروی مایع مورد آزمایش را تعیین کنید. ( $\eta_1$  گرانروی آب به‌عنوان مایع مرجع و  $\eta_2$  گرانروی مایع مورد آزمایش است.)

$$\eta_2 = \frac{\rho_2 \cdot t_2}{\rho_{\text{آب}} \cdot t_{\text{آب}}} \times \eta_{\text{آب } 25^\circ\text{C}}$$

همین آزمایش را برای محلول‌های غلیظ سدیم کلرید و سدیم سولفات در  $25^\circ\text{C}$  انجام دهید. گرانروی آب مقطر را در این دما برابر  $0.0089$  پواز در نظر بگیرید.

مثال: در یک دمای معین حجم معینی از هپتان در مدت ۶۴ ثانیه و در همین شرایط، همان حجم آب در ۱۰۸ ثانیه از درون ویسکوزیمتر عبور می‌کند. چنانچه چگالی هپتان  $0.689 \text{ g/mL}$  و گرانروی آب در همان دما  $0.0101$  پواز باشد، گرانروی هپتان چقدر است؟

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{0.689 \times 64}{1.00 \times 108} \Rightarrow \eta_1 = 0.00412 \quad \text{حل:}$$

$$\eta_2 = \frac{\rho_2 \cdot t_2}{\rho_1 \cdot t_1} \times \eta_1$$

$$\eta_2 = \frac{0.689 \times 64}{1.00 \times 108} \times 0.0101 = 0.00412$$

## ارزشیابی شایستگی تعیین مشخصات

<p><b>شرح کار:</b></p> <p>- انتخاب وسایل و مواد مورد نیاز</p> <p>- آماده کردن دستگاه یا سوار کردن سیستم آزمایشگاه</p> <p>- انجام آزمایش طبق دستورالعمل</p> <p>- ثبت گزارش آزمایش</p> <p>- رعایت نکات ایمنی در هر مرحله از انجام کار</p>																															
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>انجام آزمایش های تعیین مشخصات مواد شیمیایی طبق دستورالعمل آزمایشگاه</p> <p><b>شاخص ها:</b></p> <p>انجام کار طبق دستورالعمل</p> <p>گزارش نتیجه آزمایش به طور دقیق</p> <p>رعایت نکات ایمنی مربوط به کار</p>																															
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p>شرایط: مکان آزمایشگاه</p> <p>زمان: یک جلسه آموزشی</p> <p>دستگاه های مورد نیاز، ابزارآلات شیشه ای، لوازم ایمنی</p> <p>ابزار و تجهیزات: دستگاه نقطه ذوب، ویسکوزیتر، ترازو، پیکنومتر، کرومومتر، ابزارآلات آزمایشگاهی</p>																															
<p><b>معیار شایستگی:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th><th>مرحله کار</th><th>حداقل نمره قبولی از ۳</th><th>نمره هنرجو</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td><td>اندازه گیری نقطه ذوب</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td>۲</td><td>اندازه گیری نقطه جوش</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td>۳</td><td>اندازه گیری چگالی</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td>۴</td><td>اندازه گیری گرانروی</td><td>۱</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="2">                     شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:                      ایمنی: استفاده از وسایل ایمنی شخصی                      نگرش: دقت در انجام کار                      توجهات زیست محیطی: انجام کار با حداقل ریخت و پاش                      شایستگی های غیر فنی: مدیریت منابع، مستند سازی، اخلاق حرفه ای، کار تیمی                 </td><td>۲</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="3">میانگین نمرات</td><td>*</td></tr> </tbody> </table> <p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.</p>				ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو	۱	اندازه گیری نقطه ذوب	۱		۲	اندازه گیری نقطه جوش	۱		۳	اندازه گیری چگالی	۱		۴	اندازه گیری گرانروی	۱		شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی: استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: دقت در انجام کار توجهات زیست محیطی: انجام کار با حداقل ریخت و پاش شایستگی های غیر فنی: مدیریت منابع، مستند سازی، اخلاق حرفه ای، کار تیمی		۲		میانگین نمرات			*
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو																												
۱	اندازه گیری نقطه ذوب	۱																													
۲	اندازه گیری نقطه جوش	۱																													
۳	اندازه گیری چگالی	۱																													
۴	اندازه گیری گرانروی	۱																													
شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی: استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: دقت در انجام کار توجهات زیست محیطی: انجام کار با حداقل ریخت و پاش شایستگی های غیر فنی: مدیریت منابع، مستند سازی، اخلاق حرفه ای، کار تیمی		۲																													
میانگین نمرات			*																												

## فصل ۴

# تهیه فراورده‌های شیمیایی در آزمایشگاه



«شخصی که شیمی نخوانده بود از خود می پرسید شیمی چیست و به من چه ارتباطی دارد؟» او در حالی این پرسش را مطرح می کرد که نگاهش به این صفحه از کتاب بود و نمی دانست که این صفحه با مرکبی چاپ شده که محصول یک فرآیند شیمیایی است. بند کفش خود را می بست و نمی دانست که چرم کفش او با یک عمل شیمیایی دباغی شده است. او به شیشه پنجره، به جعبه پر از نان و یک محموله ابریشم نگاه می کرد و نمی دانست که ساخته شدن شیشه، ور آمدن نان و تولید ابریشم، همه محصولات فرایندهای شیمیایی اند.

«او کلاه خود را بر سر می گذاشت، روی آسفالت خیابان راه می رفت و روزنامه ای می خرید، نمی دانست که رنگ کلاه او، آسفالت خیابان و کاغذ روزنامه همه محصولات فرایندهای شیمیایی اند.

«سرانجام با خود گفت، نه، شیمی هیچ ارتباطی با من ندارد.»

فربرت نیوتون کاسن (۱۸۶۹-۱۹۶۴)

## واحد یادگیری ۴

### تهیه فراورده‌های شیمیایی در آزمایشگاه

#### مقدمه

صنایع شیمیایی عبارت است از صنایعی که در آنها واکنش شیمیایی انجام می‌گیرد، یعنی مواد اولیه تبدیل به محصولات جدید می‌گردد که خواص این فراورده‌ها با خواص مواد اولیه متفاوت است، به عبارت دیگر صنایع شیمیایی آن دسته از صنایع هستند که در آنها تغییری شیمیایی، فیزیکی یا بیولوژیکی مواد خام را به محصولات با ارزش صنعتی تبدیل می‌کنند.

باتوجه به تعریف فوق، صنایع شیمی، طیف گسترده‌ای از صنایع را در بر می‌گیرد که از آن جمله می‌توان به صنایع غذایی، داروسازی، پتروشیمی، صنایع نفت و گاز، صنایع شیمیایی معدنی، صنایع پلیمر، الیاف مصنوعی، بهداشتی و آرایشی و صنایع تولید لوازم خانگی اشاره کرد.

#### استاندارد عملکرد

تهیه فراورده‌های شیمیایی از مواد لازم طبق دستورالعمل واحد (آزمایشگاه)

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

#### شایستگی‌های فنی:

- ۱ چند نمونه فراورده معدنی را در آزمایشگاه تهیه کنند.
- ۲ چند نمونه فراورده آلی را در آزمایشگاه تهیه کنند.
- ۳ چند نمونه فراورده آلی - معدنی را در آزمایشگاه تهیه کنند.

#### شایستگی‌های غیرفنی:

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

## ۴-۱- شکل‌گیری شیمی

کیمیایگری در عهد باستان، هنر و فعالیتی عملی بوده است که طی آن کیمیایگران می‌کوشیدند تا فلزات کم‌ارزش را به طلا تبدیل کنند. گرچه کیمیایگران هیچ‌وقت موفق به تبدیل فلزات به طلا و تهیه اکسیر نشدند، اما توانستند بسیاری از مواد را، ضمن شناسایی، از یکدیگر جدا کنند. همچنین موفق شدند به بسیاری از خواص مواد پی ببرند، بسیاری از عنصرها را کشف کنند، به بسیاری از قوانین ساده شیمی دست یابند و بسیاری از وسائل و دستگاه‌های اولیه مورد مصرف در آزمایشگاه‌های شیمی را طراحی و تهیه کنند. در واقع، کوشش‌های شبانه‌روزی دو هزار ساله کیمیایگران بود که سنگ بنای شیمی امروزی را پایه‌گذاری کرد.

داستان‌های تبدیل فلزات به طلا افسانه‌ای بیش نبوده، اما چرا کیمیایگری برای بشر جذاب بوده است و توان علمی‌زیادی در این راه صرف شده است؟

شکل ۴-۱. نمونه‌ای از تلاش انسان برای رسیدن به کیمیاست، که در آن از ابزار و وسائل ابتدائی استفاده می‌شده است. در مقایسه با آزمایشگاهی که شما در واحد آموزشی خود دارید، چه کمبودهایی در آن مشاهده می‌کنید؟



شکل ۴-۱. آنالیز در آزمایشگاه یک کیمیایگر

در مورد کیمیایگران صدر اسلام مانند رازی، جابر بن حیان، ابوعلی سینا، ابوریحان محمد بیرونی تحقیق کرده و در مورد فعالیت‌های آنان در ارتباط با علم شیمی گزارشی تهیه کنید.

تحقیق کنید



از سال‌های بسیار دور، شاید بیش از چند هزار سال قبل از میلاد، پاره‌ای فعالیت‌های عملی که تا اندازه‌ای به شیمی عملی و برخی صنایع شیمیایی مقدماتی شبیه بوده، در میان بعضی جوامع بشری عهد باستان رواج داشته است. در آن ایام، جمعی از استادکاران ماهر و صاحبان حرفه می‌توانستند پاره‌ای فلزات اولیه را جداسازی کنند و به کار برند، تعدادی از آلیاژها را تهیه کنند، نمونه‌هایی از رنگ‌های مختلف و لعاب را بسازند، برخی از شیشه‌های نامرغوب و آبگینه‌ها را فراهم آورند، مقداری از عصاره‌ها و داروهای گیاهی را استخراج کنند و به کار برند و از عملیاتی مانند حرارت دادن در کوره، جوشاندن در ظرف‌های موجود در آن زمان، تقطیر در شکل ابتدائی و سیاه‌اندود کردن فلزات و... در کارهای خود استفاده کنند. در واقع از توسعه و تکامل این گونه عملیات و فعالیت‌های آغازی بوده که سنگ اولیه بنای شیمی و صنایع شیمیایی نهاده شده است.

به طور کلی شیمی، علم مطالعه و بررسی اتم‌های مواد، پیوندها و مولکول‌های آنهاست. شما با نمونه‌های کوچکی از این بررسی‌ها در مورد اتم و پیوندهای اتمی و مولکولی در کتاب علوم سال نهم آشنا شدید. صنایع شیمیایی به آن دسته از صنایع گفته می‌شود که در آن مواد شیمیایی مورد نیاز دیگر صنایع از طریق تبدیل مواد خام به مواد مورد نیاز تأمین می‌شود، مانند پالایشگاه‌ها و واحدهای پتروشیمی و یا با استفاده از فرایندهای شیمیایی محصولات نهایی مورد استفاده را تولید می‌کنند. در شکل ۴-۲ عناوین چند شاخه از صنعت که به نوعی در ارتباط با مواد شیمیایی یا فرایند تولید مواد شیمیایی یا محصولاتی که از مواد شیمیایی تولید شده‌اند را ملاحظه می‌کنید. شما با کدام یک از آنها آشنایی بیشتری دارید؟ کدام یک را صنعت مهم‌تری می‌دانید؟

	صنایع بهداشتی- آرایشی		پالایش نفت، گاز و پتروشیمی
	تصفیه آب و فاضلاب		استخراج فلزات
	صنایع غذایی		صنایع سیلیکات
	صنایع دارویی		صنایع اسید باز نمک
	صنایع سلولزی		آبکاری
	چرم سازی		رنگ و پوشش
	و.....		کودهای شیمیایی

شکل ۴-۲- برخی از شاخه‌های صنایع شیمیایی

## اهمیت صنایع شیمیایی

### ▶ نمایش فیلم (زندگی بدون شیمی)

در صنایع شیمیایی، شاهد تهیه و ساختن هزاران فراورده مورد مصرف جوامع انسانی هستیم. با کمی دقت، می‌توانیم دریابیم که دوام و بقای جوامع پیشرفته امروزی شدیداً به صنایع شیمیایی وابسته است و شکوفایی اقتصاد ملی هر کشوری در پرتو توان و گستردگی صنایع شیمیایی آن کشور امکان‌پذیر است. با انجام عملیات شیمیایی بر روی نفت خام، گاز طبیعی و زغال سنگ می‌توانیم صدها فراورده بسیار مهم و ارزشمند مانند انواع بنزین‌ها، نفت و گازوئیل، انواع روغن‌ها، گاز شهری، زغال کک و صدها محصول پتروشیمی دیگر به‌دست آوریم.

در مورد اهمیت فراورده‌های مربوط به صنایع شیمیایی در زندگی روزانه، حمل و نقل، امور نظامی، کشاورزی، دارویی و... بحث کنید و نتیجه را در جدولی ارائه نمایید.

بحث کلاسی



استخراج آهن از کانی‌های آن، به دنبال اجرای یک سلسله واکنش‌های شیمیایی در کوره بلند صورت می‌گیرد. اهمیت آهن و فراورده‌های آن برای شما بسیار آشکار است. از آهن و آلیاژهای آن در صنایع ماشین‌سازی، ساخت کشتی و هواپیما، نساجی و... استفاده می‌شود. تهیه آلومینیوم از بوکسیت و تهیه فلزات دیگر از ترکیبات آنها نیز به دنبال اجرای واکنش‌های شیمیایی در دستگاه‌های مورد نظر، عملی می‌شود. از سوزاندن گوگرد یا پیریت<sup>۱</sup> در کوره و انجام عملیات بعدی بر روی آن، سولفوریک اسید به‌دست می‌آید. از این اسید برای تهیه انواع کودهای شیمیایی، برخی نمک‌ها استفاده می‌شود. آمونیاک و نیتریک اسید از محصولات جانبی صنعت زغال سنگ و گاز طبیعی به‌دست می‌آیند. این دو در تهیه کودهای شیمیایی و برای مصارف دیگر نیز اهمیت زیادی دارد. از نمک طعام برای تهیه هیدروکلریک اسید، سدیم کربنات، سود، گاز کلر و... استفاده می‌شود. اینها به نوبه خود در تهیه صابون، کاغذ، پارچه‌های پنبه‌ای، پشمی، پلاستیک و... کاربرد دارد. تمامی موارد مربوط به تولید محصولات نام برده در بالا، در صنایع شیمیایی اتفاق می‌افتد. صنایع شیمیایی با توجه به شیمی مواد مورد استفاده در آن به بخش‌های مختلف تقسیم می‌شود. دو شاخه مهم آن عبارت‌اند از: شیمی معدنی و شیمی آلی.

۱. FeS<sub>۲</sub>





۴-۳- صنایع شیمیایی معدنی در خانه شما

فراورده‌های معدنی به کار رفته در شکل ۴-۴ را مشخص کنید.

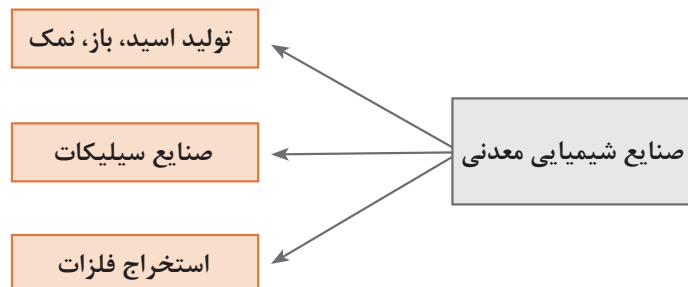
پرسش



### فیلم معرفی صنایع شیمیایی معدنی

مواد شیمیایی معدنی، به صورت ساده و اولیه آن از دیرباز توسط بشر تولید می‌شده است. شاید بتوان آغاز آن را هفت هزار سال قبل از میلاد مسیح که ساخت ترکیباتی چون آهک و سایر مواد قلیایی برای تهیه شیشه بین مردم خاورمیانه امروز متداول بوده دانست. تولید انبوه محصولات شیمیایی معدنی بعد از انقلاب صنعتی در اروپا شروع گردید. تهیه سولفوریک اسید و سدیم کربنات در مقیاس انبوه، جزء اولین محصولات بوده‌اند. صنایع شیمیایی معدنی به آن دسته از صنایع گفته می‌شود که مواد اولیه آنها به‌طور مستقیم از زمین گرفته می‌شوند و غالب محصولات آنها در تولید مواد شیمیایی مورد نیاز انسان مصرف می‌گردند. صنایع شیمیایی معدنی بخشی از صنایع و فناوری‌های تولیدی مربوط به مهندسی شیمی است که در آنها از مواد شیمیایی و سنگ‌های استخراج شده معدنی به‌عنوان ماده اولیه استفاده می‌گردد تا مواد و محصولات مختلفی نظیر سیمان، شیشه، کاشی و سرامیک، گچ، آهک یا محصولاتی چون مواد شیمیایی معدنی مثل اسیدها و بازها، و گازهای صنعتی و بسیاری از محصولات دیگر به‌دست آیند.

شکل زیر دسته‌بندی صنایع شیمیایی معدنی را نشان می‌دهد که در این فصل، به معرفی چند صنعت از آنها می‌پردازیم.



## سولفوریک اسید

### فیلم تهیه سولفوریک اسید

سولفوریک اسید ( $H_2SO_4$ ) خالص، مایعی سنگین و روغنی شکل است و کارکردن با آن باید با احتیاط زیاد همراه باشد. سولفوریک اسید با هر نسبتی در آب حل می‌شود و گرمای زیادی را تولید می‌کند. گرمای حل شدن اسید در آب به قدری زیاد است که می‌تواند محلول را به شدت به جوش آورد.

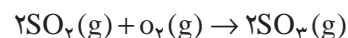
### روش تهیه صنعتی سولفوریک اسید

سولفوریک اسید، یکی از مهم‌ترین مواد شیمیایی صنعتی است که با استفاده از فرایند مجاورت تولید می‌شود. مراحل تهیه آن به شرح زیر است.

۱ سوزاندن گوگرد در کوره‌های مناسب در دمای بالا و در حضور هوای خشک

$$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$$

۲ تبدیل  $SO_2$  به  $SO_3$  با کمک اکسیژن و کاتالیزگر مناسب. این واکنش در دمای معمولی بسیار کند است، لذا در روش صنعتی، از دماهای بالاتر ( $400^\circ C$  تا  $600^\circ C$ ) و از یک کاتالیزگر مناسب مانند وانادیم پنتوکسید ( $V_2O_5$ ) استفاده می‌شود.



۳ با دمیدن گوگرد تری اکسید درون محلول سولفوریک اسید ۹۸٪، پیروسولفوریک اسید ( $H_2S_2O_7$ ) تشکیل می‌شود



۴ با افزودن آب به پیرو سولفوریک اسید، محلول سولفوریک اسید با غلظت مورد نظر را تهیه می‌کنند.



کنترل این روش که در آن، پیرو سولفوریک اسید تشکیل می‌شود، آسان‌تر از واکنش مستقیم گوگرد تری اکسید با آب است.

چرا هوای خشک در تولید  $\text{SO}_2$  به کار می‌رود؟

پرسش



نکات ایمنی



اسید غلیظ، پوست را می‌سوزاند و از این لحاظ باید با احتیاط زیاد با آن کار کرد. سولفوریک اسید فعالیت شیمیایی زیادی داشته، اکسیدهای فلزی و بیشتر فلزات را در خود حل می‌کند. در موقع حل کردن سولفوریک اسید غلیظ در آب، باید با دقت زیاد اسید را کم‌کم و به آهستگی در آب ریخت و آن را به هم زد.



۴-۴- برخی از کاربردهای سولفوریک اسید

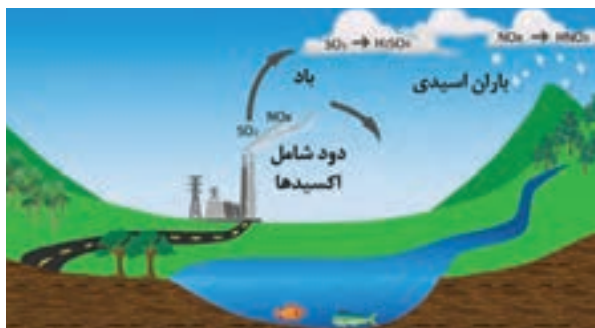
علاوه بر سولفوریک اسید، اسیدهای معدنی دیگری نیز مانند هیدروکلریک اسید  $\text{HCl}$  و نیتریک اسید  $\text{HNO}_3$  تولید می‌شوند که هر کدام در صنایع مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



با مراجعه به کتاب‌های علمی و مراجع اینترنتی، در مورد کاربردهای اسیدهای معدنی، جدول داده شده را کامل کنید.

اسید معدنی	کاربردها
هیدروکلریک اسید	
نیتریک اسید	

سولفوریک اسید یکی از مواد عمده تجارت مواد شیمیایی صنعتی است. سولفوریک اسید به عنوان یک ماده واسطه در صدها صنعت دیگر به کار می‌رود. این ماده در اقتصاد صنعتی آن قدر اهمیت دارد که تولید سالانه آن را برآوردی از توسعه صنعت یک کشور می‌دانند.



گوگرد دی‌اکسید حتی در مقادیر کم نیز عوارض تنفسی ایجاد می‌کند. این گاز در حضور بخار آب موجود در هوا و اکسیژن، سولفوریک اسید رقیق می‌سازد که می‌تواند همراه با باران بر خاک‌های سطحی ببارد که به این ترتیب سبب افزایش اسیدیته خاک و آب خواهد شد. خاک‌های اسیدی ممکن است به نوبه خود اثر شدیدی بر سازگاری گیاهان و حیوانات داشته باشد. باید دانست که باران اسیدی همچنین می‌تواند سبب تخریب بناهای ساخته شده از سنگ مرمر شود.

تولید سولفوریک اسید به طور تنگاتنگ با میزان تولید گوگرد دی‌اکسید تناسب دارد، از این رو کارشناسان می‌کوشند تا بخش مهمی از گوگرد و گوگرد دی‌اکسید مورد نیاز صنایع از محل دورریزها و محصولات جانبی صنایعی تأمین شود که دارای مقادیری زیاد و غیر قابل مصرف از دورریزها و گازهای خروجی هستند. این بدان معنی است که هرگونه تغییر در فرایند تولید و نیز تأمین خوراک صنایع شیمیایی نیازمند درک عواقب زیست محیطی این تغییرات است.

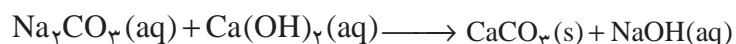


سدیم هیدروکسید چیست؟ خاصیت اسیدی دارد یا قلیایی؟ چه کاربردهایی دارد؟

سدیم هیدروکسید (NaOH) یکی از محصولات مهم صنایع شیمیایی معدنی است سدیم هیدروکسید در تجارت از دو روش تهیه می‌شود:

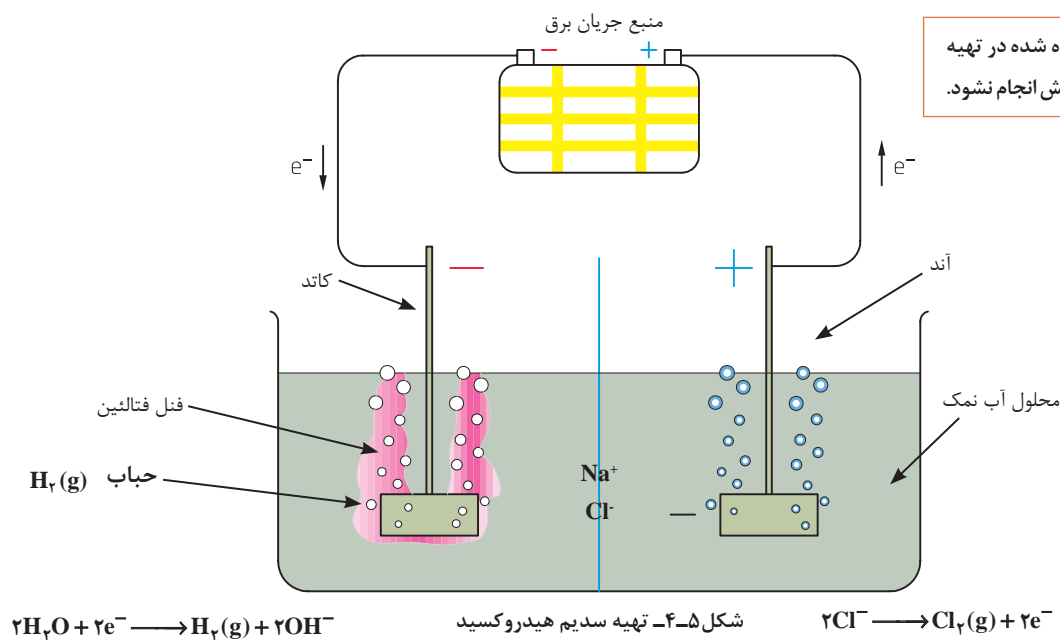
۱ روش قدیمی است که در آن از واکنش میان سدیم کربنات و محلول کلسیم هیدروکسید استفاده می‌شود. کلسیم کربنات که نامحلول است به شکل رسوب جدا شده و سدیم هیدروکسید به شکل محلول می‌ماند که از تبخیر آن می‌توان سدیم هیدروکسید جامد را به دست آورد.

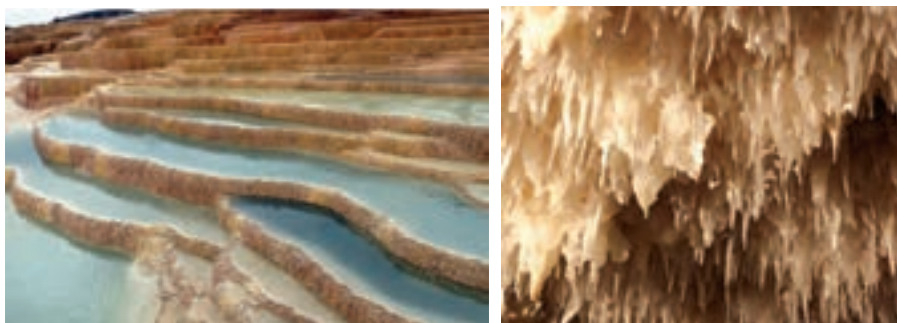
محلول سدیم هیدروکسید + کلسیم کربنات جامد → محلول کلسیم هیدروکسید + محلول سدیم کربنات



۲ روش الکترولیز محلول نمک طعام است که از دید صنعتی بسیار مهم است. در این روش جریان برق مستقیم را از محلول نمک طعام عبور می‌دهند. از این راه علاوه بر سدیم هیدروکسید، گاز هیدروژن و گاز کلر هم به دست می‌آید که می‌توان آنها را برای مصارف گوناگون به کار برد.

**توجه:** از فرمول‌های داده شده در تهیه سدیم هیدروکسید پرسش انجام نشود.





شکل ۴-۶- رسوب‌های غار کتله خور در زنجان و چشمه طبیعی باداب سورت

تصاویر بالا جلوه‌هایی از آفرینش خداوند را نشان می‌دهد. این رنگ‌های زیبا نشان از وجود نمک‌های مختلف در طبیعت است.

نمک‌ها دسته بسیار مهمی از ترکیبات شیمیایی هستند. صدها نمک معدنی گوناگون در زمینه‌های مختلف زندگی و در صنعت قابل استفاده‌اند. نمک‌های معدنی براساس دو روش کلی تهیه می‌شوند:

۱) استخراج نمک‌هایی که به‌طور طبیعی در طبیعت موجودند.

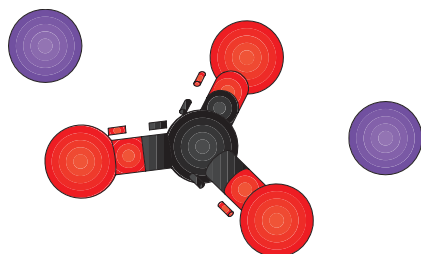
۲) سنتز و تهیه نمک‌ها در کارخانه‌های صنایع شیمیایی از نمک‌های طبیعی و سایر مواد خام طبیعی. نمک‌ها در صنایع مختلفی استفاده قرار می‌شوند که می‌توان صنایع تهیه کودهای شیمیایی، صنایع غذایی، صنایع دارویی، صنعت شیشه، تهیه کاغذ، آبکاری، شوینده‌ها، سیمان، سرامیک و... را نام برد.

پرسش

آیا می‌توان صنعتی را نام ببرید که در آن از نمک‌های معدنی استفاده نمی‌شود؟



## تهیه سدیم کربنات ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )



سدیم کربنات عموماً طبق روش سلوی<sup>۱</sup> (شیمی دان بلژیکی) تولید می‌شود. مواد اولیه در این روش سنگ آهک و نمک طعام است و محصولات نیز سدیم کربنات و کلسیم کلرید هستند. واکنش کلی این روش به‌صورت زیر است:



۱) Solvay



تحقیق کنید



در مورد کاربردهای سدیم کربنات تحقیق کنید.



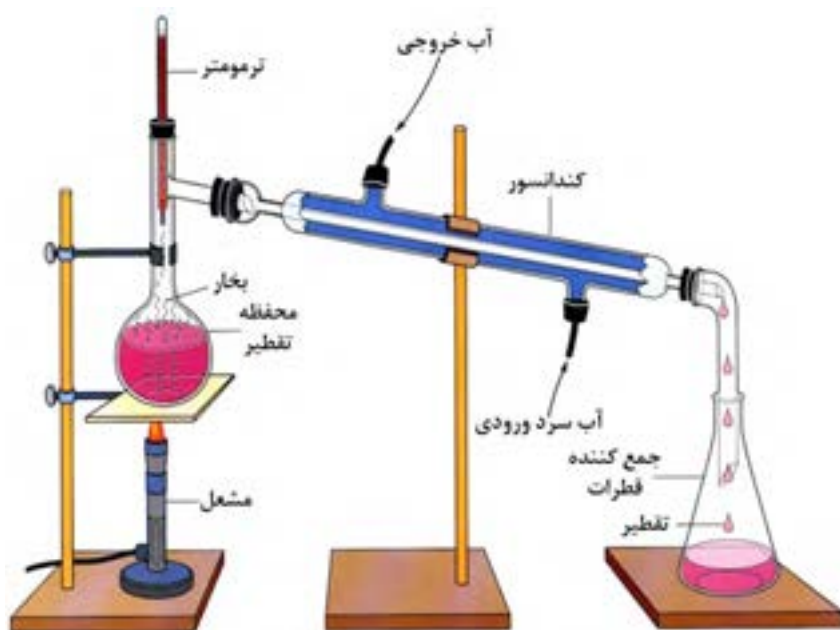
## تهیه آب مقطر

بحث کلاسی



در آزمایشگاه‌های شیمی اغلب از آب مقطر استفاده می‌شود. علت چیست؟ آب مقطر چه تفاوتی با آب معمولی دارد؟

یکی از راه‌های تهیه آب خالص، تقطیر آب معمولی است. به همین دلیل به این نوع آب خالص «آب مقطر» می‌گویند. دستگاه آب مقطرگیری، دستگاه تقطیر نامیده می‌شود و از یک بالن تقطیر و یک مبرد (خنک‌کننده) تشکیل می‌شود. «آب خالص» به آبی گفته می‌شود که در مقایسه با آب معمولی، در آن هیچ نوع ناخالصی وجود نداشته باشد. در روش تقطیر به وسیله حرارت دادن آب معمولی و تولید بخار آب و سرد کردن مجدد این بخار آب، آب خالص یا آب مقطر تهیه می‌شود.



شکل ۷-۴- سیستم تقطیر

## فعالیت آزمایشگاهی: تهیه آب مقطر



فیلم سوار کردن سیستم تقطیر



مواد مورد نیاز	وسائل مورد نیاز
آب معمولی	بالن ته گرد مبرد شیشه‌ای چراغ گازی دماسنج و رابط آن لوله‌های لاستیکی آب سنگ جوش رابط سه‌راهی تقطیر رابط جمع‌کننده مایع تقطیر شده سه پایه و توری فلزی میله و گیره نگه‌دارنده بالن

### روش کار:

- ۱ مطابق شکل ۷-۴ سیستم تقطیر را سوار کنید.
- ۱ قسمت پایین خنک‌کننده را با لوله لاستیکی به شیر آب سرد وصل کنید و قسمت بالای آن را به یک لوله لاستیکی دیگر متصل کنید و سر این لوله را نیز داخل سینک قرار دهید.
- ۱ مقداری آب معمولی را (تقریباً دو سوم حجم بالن) در بالن ریخته، درون آن سنگ جوش بیاندازید و در بالن را بسته و چراغ زیر آن را روشن کنید.
- ۱ شیر آب سرد را باز کنید تا آب سرد از طریق لوله لاستیکی پایین خنک‌کننده وارد و از لوله لاستیکی بالایی خارج شود.
- ۱ در انتهای خروجی خنک‌کننده یک بشر بگذارید تا بخارات آب پس از سرد شدن به شکل آب مقطر درون آن جمع‌آوری شود.
- ۱ مشاهدات و نتایج به‌دست آمده از آزمایش را در فرم گزارش کار ثبت کنید.

### پرسش



۱. به نظر شما تقطیر یک تغییر شیمیایی است یا فیزیکی؟ چرا؟
۲. علت افزودن سنگ جوش به بالن تقطیر چیست؟
۳. از روش تقطیر در تهیه چه محصولات مصرفی استفاده می‌شود؟

### تحقیق کنید



بررسی کنید اگر موقعیت دماسنج بالای بالن تقطیر کمی به بالا و پایین جابه‌جا شود این دماسنج چه دماهایی را نشان می‌دهد. بهترین موقعیت برای قرار گرفتن دماسنج در کدام موقعیت نسبت به بخارهای خروجی است؟



در حین کار به نکات زیر توجه کنید:

- اتصال لوله ورود و خروج آب به خنک کننده به گونه ای صحیح باشد (ورود آب از قسمت پایین و خروج از قسمت بالا).
- سرعت تقطیر مناسب (تنظیم دمای لازم) ۱ الی ۲ قطره در هر ثانیه است.
- مخزن جیوه دماسنج باید اندکی پایین تر از شاخه جانبی رابط قرار گیرد (محل جریان بخارها).
- محل اتصال شیشه آلات باید با روغن سیلیکون قبل از نصب دستگاه چرب شود.

نکات ایمنی



- از سالم بودن بالن تقطیر اطمینان حاصل نمایید.
- هیچ گاه نباید بالن تقطیر را تا خشک شدن و از بین رفتن کامل مایع تقطیر گرما داد.
- استفاده از لوازم و وسائل ایمنی شخصی (روپوش آزمایشگاهی، عینک، دستکش و...) الزامی است.

آب خروجی از مبرد (سردکننده) را جمع آوری کرده و در موارد دیگر استفاده کنید.  
در حین کار با لوازم شیشه ای و حرارت دادن، دقت بالایی داشته باشید.

تحقیق کنید



برای خالص سازی آب معمولی چه روش های دیگری وجود دارد؟



## تهیه آب اسید

بحث کلاسی



آیا تا به حال واژه «آب باتری» را شنیده‌اید؟ آب باتری چیست؟

باتری‌های اتومبیل که دارای آب و اسید هستند، با نام «باتری تر» خوانده می‌شوند و معمولاً برای فعال‌سازی آنها باید ابتدا محلول آب و اسید به داخل باتری ریخته شود، سپس باتری تحت شارژ قرار گرفته و در نهایت از آن استفاده می‌شود.

## فعالیت آزمایشگاهی: تهیه آب باتری



مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
سولفوریک اسید غلیظ ، آب مقطر	همزن شیشه‌ای ، بشر ، استوانه مدرج

## روش کار:

در یک بشر تمیز و خشک، مقدار ۲۲ میلی‌لیتر آب مقطر بریزید. سپس تحت نظارت مستقیم معلم آزمایشگاه، مقدار ۸ میلی‌لیتر سولفوریک اسید را با احتیاط و قطره قطره، در حالی که با همزن به آرامی آب مقطر را به هم می‌زنید، اضافه کنید.

نکات ایمنی



– استفاده از عینک ایمنی و ماسک و روپوش آزمایشگاهی در آزمایش الزامی است.

– آزمایش حتماً زیر هود انجام شود.

– با حل شدن سولفوریک اسید در آب، گرما ایجاد می‌شود و چنانچه اسید را به یک‌باره اضافه کنید، یا محلول را به خوبی هم نزنید، ممکن است که محلول به بیرون از ظرف پاشیده شده و موجب سوختگی با اسید شوید.

تحقیق کنید



۱. نقش آب باتری در کارکرد اتومبیل چیست؟

۲. آیا آب باتری اتومبیل پس از مدتی نیاز به تعویض، کنترل یا ترمیم دارد؟

## تهیه مایع سفیدکننده



آب ژاول چیست؟ چه کاربردهایی دارد؟

بحث کلاسی



رایج ترین ماده ای که از آن، به عنوان سفیدکننده استفاده می شود، آب ژاول است. ماده اصلی و مؤثر در آب ژاول، سدیم هیپوکلریت ( $\text{NaClO}$ ) است. سدیم هیپوکلریت، ترکیبی فوق العاده قوی است که درصد خیلی کمی از آن را در آب حل می کنند و با نام های مختلف و به عنوان سفیدکننده و ضد عفونی کنند. به بازار عرضه می کنند. در صنعت از آن برای سفید کردن پارچه، خمیر کاغذ و رنگ زدا استفاده می شود.

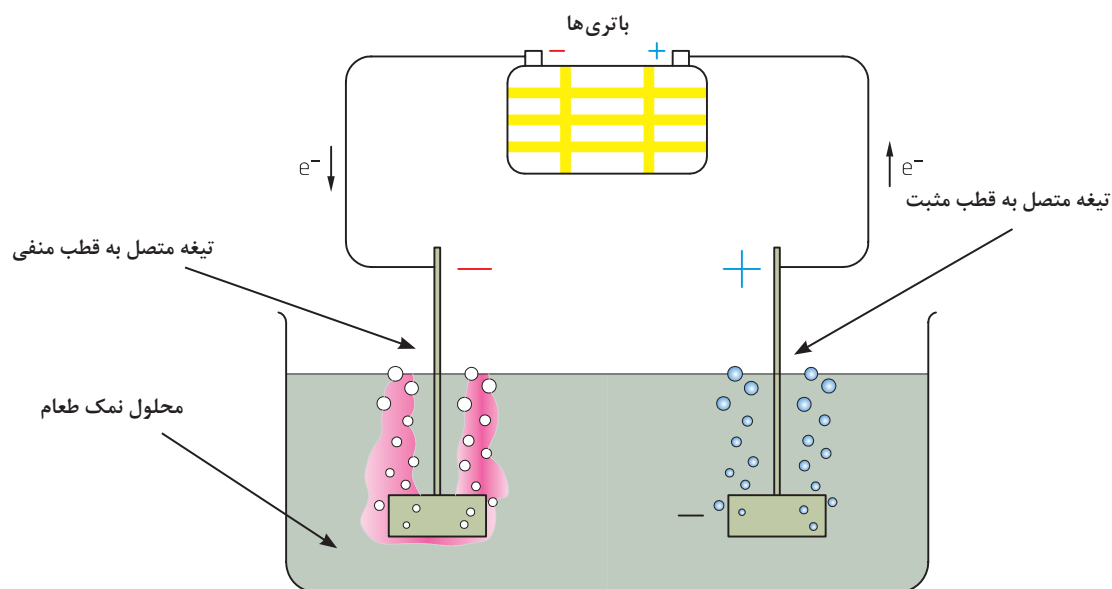
فعالیت آزمایشگاهی: تهیه آب ژاول



مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
آب مقطر نمک طعام	ترازوی آزمایشگاهی، همزن، بشر ۵۰ میلی لیتری دو عدد مغز زغالی باتری کوچک یک تا دو متر سیم روکش دار تک رشته دو عدد باتری ۱/۵ ولت بزرگ

– در هنگام آزمایش استفاده از عینک، ماسک، دستکش و روپوش آزمایشگاهی الزامی است.  
– آزمایش زیر هود انجام شود.

نکات ایمنی



شکل ۸-۴- سیستم تهیه آب ژاول

### روش کار:

- ۱ ابتدا مداری مطابق شکل (۴-۸) آماده کنید:
- ۲ معادل ۳۰ میلی لیتر آب مقطر در بشر بریزید و ۱۰ گرم نمک طعام به آب مقطر اضافه کنید و هم بزنید تا نمک کاملاً حل شود.
- ۳ مدار را وصل کنید. بعد از چند لحظه، انجام واکنش هایی در دو قطب مثبت و منفی، روی زغال ها مشاهده می شود، بگذارید که واکنش به مدت ۳۰ دقیقه ادامه داشته باشد.
- ۴ چه تغییری در ظرف مورد آزمایش مشاهده می کنید؟ (تغییرات رنگ، بو و...) مشاهدات خود را گزارش کنید.
- ۵ مدار را قطع کرده، مقداری از مایع درون بشر را به یک لوله آزمایش منتقل کنید، سپس یک قطره جوهر درون لوله آزمایش بریزید. چه تغییری مشاهده می کنید؟

### فکر کنید



۱. اگر در آزمایش از باتری با ولتاژ بیشتر (مثلاً ۹ ولتی) استفاده کنید. به نظر شما چه تغییری در نتیجه آزمایش خواهید داشت؟
۲. آیا شدت واکنش در مدت نیم ساعت ثابت خواهد بود؟
۳. چگونه می توانید از تولید محصول به دست آمده در آزمایش مطمئن شوید؟

### نکات ایمنی



- از وسایل ایمنی شخصی ماسک، عینک و دستکش استفاده نمایید.
- از بوییدن مستقیم ظرف آزمایش خودداری کنید و آزمایش را زیر هود انجام دهید.
- چنانچه به اشتباه نوشیده شود باید فوراً شیر نوشید.
- آب ژاول را نباید در محیط های بسته به کار برد و همیشه آن را به تنهایی و بدون مخلوط کردن با پاک کننده های دیگر استفاده کنید.
- ماده مؤثر آب ژاول (سدیم هیپوکلریت)، پوست، چشم و ریه ها را تحریک می کند و به آنها آسیب می رساند، لذا از تماس مستقیم آن با دست باید پرهیز کرد و از ورود ناگهانی آن به چشم باید جلوگیری نمود.

## ۳-۴- صنایع سیلیکات



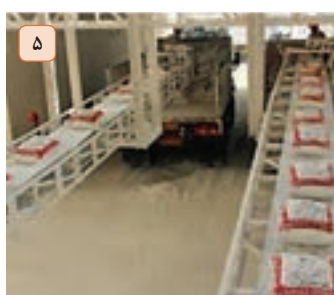
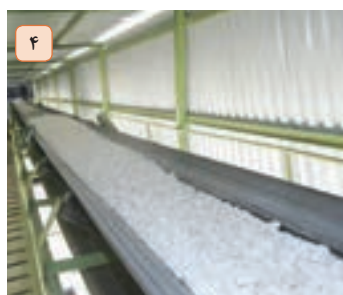
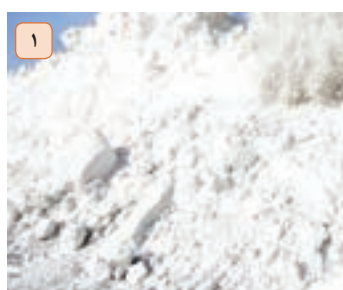
به تصاویر بالا نگاه کنید، چه صناعی را نشان می‌دهد؟ چه اطلاعاتی در مورد این صنایع دارید؟

بحث کلاسی



صنایع سیلیکات صناعی هستند که ماده اولیه مورد مصرف آنها بیشتر سیلیس ( $\text{SiO}_2$ ) و ترکیبات آن است. محصولاتی که در صنایع سیلیکات تهیه می‌شوند، خواص جالب توجه و مهمی دارند. از جمله اغلب آنها خیلی سخت‌اند و نقطه ذوب بالایی دارند. این گونه محصولات در مقابل عوامل شیمیایی مقاوم‌اند و گرما را به خوبی تحمل می‌کنند. علاوه بر آن، قیمت آنها پایین است. مواد خام مصرفی در صنایع سیلیکات در طبیعت فراوان‌اند. خاک رس، مارن، سنگ آهک، گچ، دولومیت، کوارتز و فلدسپار جزو این موادند. مهم‌ترین شاخه‌های صنایع سیلیکات عبارت‌اند از: سیمان، شیشه، لعاب، سرامیک و سرامیک‌های آتش‌خوار. معمولاً صنایع گچ و آهک را هم جزو این صنایع بررسی می‌کنند.

گچ



شکل ۴-۹. مراحل تهیه گچ از سنگ معدن

گچ از جمله مصالحی است که در صنایع ساختمان سازی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به علت ویژگی‌هایی که دارد از زمان‌های قدیم در امر ساختمان سازی مورد مصرف داشته است. در بسیاری از ساختمان‌های قدیمی مخصوصاً در دوران صفویه که اغلب آنها در اصفهان موجود است، گچ نقش مؤثری داشته و گچ‌بری‌های بسیار زیبایی از آن دوران باقیمانده است.

گچ را از سنگ گچ تهیه می‌کنند. سنگ گچ کلسیم سولفات آبدار  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  است که به آن «ژپس» می‌گویند. نوع دیگری از سنگ معدن گچ، کلسیم سولفات بی‌آب ( $\text{CaSO}_4$ ) است که «انیدرید» نام دارد. اگر به سنگ گچ گرما داده شود وقتی دمای آن به حدود  $120^\circ\text{C}$  سلسیوس برسد، هر مولکول آن، یک و نیم مولکول آب از دست می‌دهد و به گچ ساختمانی تبدیل می‌گردد. حال موقعی که گچ ساختمانی در مجاورت آب قرار گیرد با آب واکنش می‌دهد و به حالت قبل از گرما دیدن در می‌آید. در این حالت می‌گویند که گچ خود را گرفته است (گرفتن گچ). اگر در پختن گچ دما از  $180^\circ\text{C}$  سلسیوس بالاتر برود. گچ تمامی آب خود را از دست می‌دهد و اصطلاحاً می‌گویند به گچ سوخته تبدیل شده است. این گچ در مجاورت آب از نو متبلور نمی‌شود تا به صورت  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  درآید. اصطلاحاً گفته می‌شود که چنین گچی خود را نمی‌گیرد، بنابراین برای مصارف بنایی و برای گچ گرفتن در عملیات شکسته‌بندی مناسب نیست.

## آهک

آهک به‌عنوان یکی از مواد شیمیایی مهم مورد استفاده در دنیا شناخته می‌شود برخی از کاربردهای آهک را در شکل ۴-۱۰ مشاهده می‌کنید:

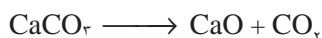


شکل ۴-۱۰- کاربردهای آهک

در بسیاری از کشورهای صنعتی، مصرف اصلی محصولات آهک در صنایع فولادسازی است. بازارهای در حال رشد آهک، شامل صنایع زیست‌محیطی و تصفیه است که از آن برای حذف یا تبدیل آلاینده‌های خاک - آب و هوا استفاده می‌شود و مابقی مصرف آهک در طیف وسیعی از صنایع است که با بسیاری از آنها در زندگی روزمره خود مواجه هستیم. اگر هر کدام از ما به‌طور روزمره، به چیزهایی که از آن استفاده و لمس می‌کنیم یا خوراکی‌ها و آشامیدنی‌هایی که در تولید یا ساخت آن، آهک مصرف شده است توجه کنیم، از اینکه چقدر به این ماده شیمیایی نیازمندیم شگفت‌زده خواهیم شد.

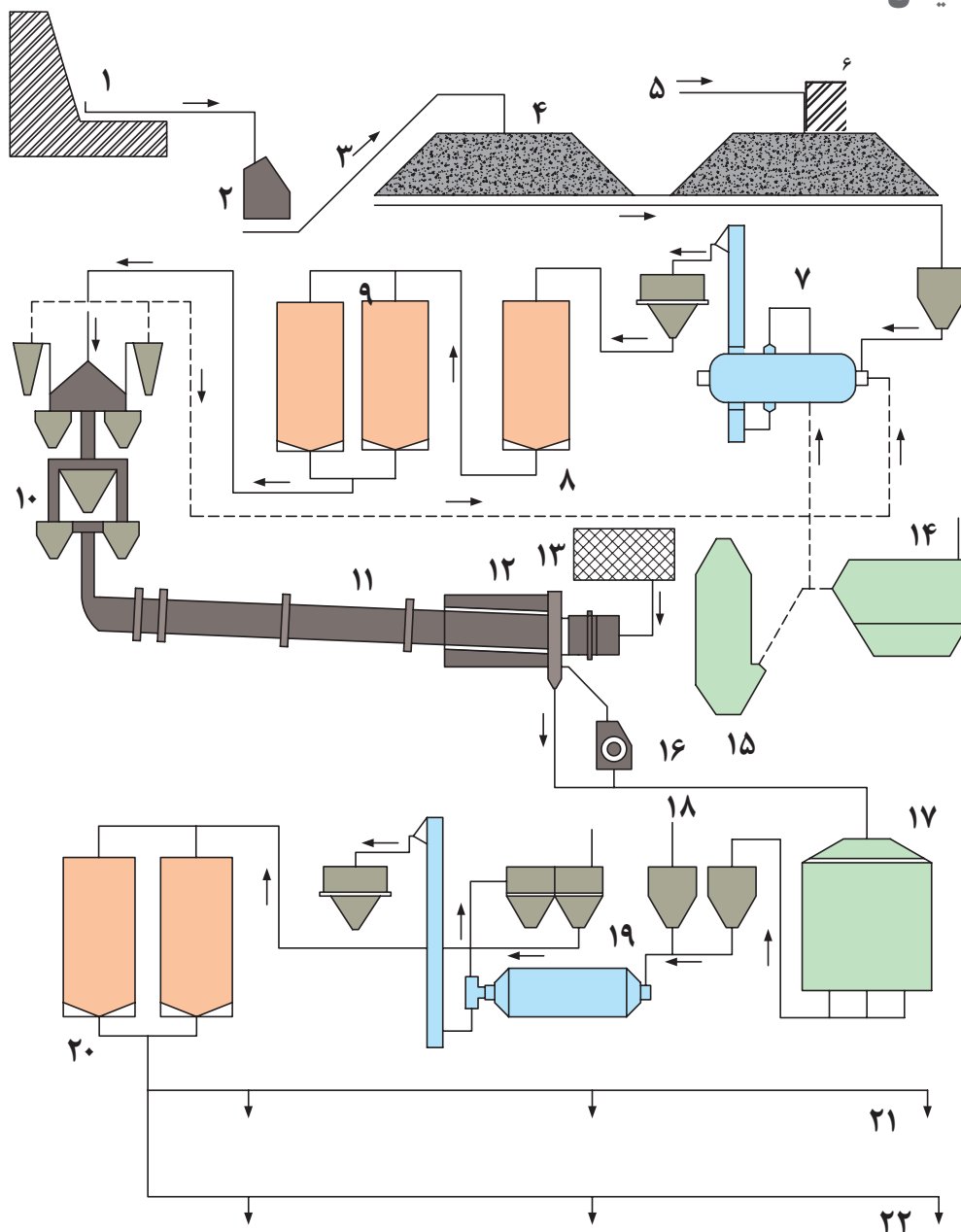
سنگ آهک، گل سفید، مرمر سفید و کلسیم کربنات تقریباً خالص‌اند، اما مرمر رنگی نوع ناخالص کلسیم کربنات است. سنگ آهک، در دمای بیش از درجه ۱۰۰۰ سلسیوس تجزیه می‌شود و گاز کربن‌دی‌اکسید و آهک زنده می‌دهد.

گاز کربن‌دی‌اکسید + آهک زنده → حرارت سنگ آهک



آهک زنده، کلسیم اکسید (CaO) است. وقتی به آهک زنده آب می‌زنند مقداری از آب با آهک ترکیب می‌گردد و از این عمل گرما تولید می‌شود. گرما مقداری از آب را بخار می‌کند و باعث از هم پاشیدن آهک (شکفته شدن) می‌گردد. ترکیب حاصل از آهک و آب، کلسیم هیدروکسید نامیده می‌شود. کلسیم هیدروکسید آهک مرده یا آهک هیدراته نام دارد.

کلسیم هیدروکسید در آب کم حل می‌شود (۱/۵ گرم در لیتر) محلول حاصل، «آب آهک» نام دارد از مخلوط کردن مقدار زیاد کلسیم هیدروکسید با آب، «شیر آهک» حاصل می‌گردد.



شکل ۱۱-۴ کارخانه تولید سیمان

۱- معدن ۲- سنگ شکن ۳- نوار نقاله ۴- سنگ آهک ۵- نوار نقاله ۶- خاک رس ۷- آسیاب مواد ۸- سیلوی همگن سازی ۹- سیلویهای خوراک کوره ۱۰- پیش گرمکن ۱۱- کوره دوار ۱۲- خنک کن سیاره ای ۱۳- مخزن سوخت ۱۴- الکترو فیلتر ۱۵- برج خنک کن ۱۶- کلینکر شکن ۱۷- سیلوی کلینکر ۱۸- گچ خام ۱۹- آسیاب سیمان ۲۰- سیلویهای سیمان ۲۱- بارگیری کیسه ۲۲- بارگیری فله





## با توجه به شکل ۱۱-۴، آیا می‌توانید مراحل تولید سیمان را توضیح دهید؟

سیمان به معنی عام عبارت است از ماده‌ای که خاصیت چسبندگی و چسبانند دارد. اصولاً چهار روش برای تولید سیمان وجود دارد (۱) روش تر؛ (۲) روش نیمه‌تر؛ (۳) روش نیمه‌خشک؛ (۴) روش خشک. روش مورد استفاده بستگی به تکنولوژی مورد استفاده و جنس سیمان دارد. در حال حاضر از روش خشک برای تولید سیمان استفاده می‌شود.

سیمان‌ها موادی هستند پودری شکل که مهم‌ترین مواد اولیه آن سنگ آهک و خاک رس (مخلوط اکسیدهای سیلیسیم، آلومینیوم، آهن و کلسیم) هستند.

**مراحل تولید سیمان:** مراحل تولید سیمان در شکل ۱۱-۴ نشان داده شده است:

- ۱ **استخراج مواد اولیه برای تولید سیمان:** معادن مواد اولیه سیمان، خصوصاً سنگ آهک و خاک رس، به صورت معدن رو باز است. در استخراج از روش چال‌زنی و انجام انفجار بوسیله دینامیت استفاده می‌شود.
- ۲ **خرد کردن مواد اولیه:** خرد کردن مواد اولیه توسط سنگ شکن‌های متحرک یا سنگ شکن‌های ثابت، انجام می‌شود.
- ۳ **مخلوط کردن اولیه و ذخیره‌سازی:** قبل از اینکه مواد خردشده در سنگ شکن، راهی آسیاب شوند به داخل سالنی ریخته می‌شوند تا با یکدیگر مخلوط شوند. ضمناً این سالن نقش انبار و ذخیره‌سازی را نیز دارند.
- ۴ **خشک کردن مواد اولیه:** برخی از مواد اولیه (خصوصاً خاک رس)، دارای رطوبت هستند که استفاده مستقیم از آنها امکان‌پذیر نیست. برای این کار از خشک‌کن‌های مختلف می‌توان استفاده کرد که از جمله آنها خشک‌کن دوار است. خشک‌کن‌ها می‌توانند رطوبت خاک را از ۲۵٪ به ۳٪ کاهش دهند.
- ۵ **پودر کردن مخلوط مواد خام:** در روش خشک تولید سیمان، ضرورت دارد که مواد خام قبل از ورود به کوره به صورت پودر درآیند که توسط آسیاب‌های گلوله‌ای و غلطکی عمل پودر کردن صورت می‌پذیرد.
- ۶ **تنظیم مواد خام:** پس از پودر شدن مواد خام، پودر حاصله را در سیلوهای مواد خام ذخیره می‌کنند. از پودر حاصله توسط آزمایشگاه نمونه‌برداری شده و انجام آزمایش‌های تجزیه‌ای و انجام دادن تنظیمات لازم، خوراک کوره به دست می‌آید. بسته به نوع سیمان، ترکیب مواد خام متفاوت است.
- ۷ **سیلوهای مواد خام:** عمل عمده‌ای که در یکنواخت کار کردن کوره و بالا بردن کیفیت سیمان مؤثر است، یک نواختی ترکیب خوراک کوره، خوب مخلوط شدن و همگن بودن آن است، که این عمل در سیلوها انجام می‌گیرد.
- ۸ **پیش گرم کن:** پس از تهیه و تنظیم مواد خام، مواد آماده برای پخت است. سیستم‌های گوناگونی برای پخت سیمان وجود دارد. وظیفه پیش گرم کن گرفتن رطوبت سطحی باقیمانده در مواد خام، آب تبلور، تجزیه مقدماتی سیلیکات‌ها و همچنین کلسینه کردن (آهک کردن) بخشی از کربنات‌های موجود در مواد خام است.
- ۹ **کوره دوار:** قسمت اصلی عمل پختن در کوره صورت می‌گیرد. خوراک کوره پس از طی مسیر پیش گرم کن از انتهای کوره وارد کوره می‌شود. به دلیل وجود شیب و حرکت دورانی مواد به سمت خروجی کوره و منطقه پخت سرازیر می‌شود.
- ۱۰ **خنک کن:** مخلوط خروجی از کوره دارای درجه حرارتی حدود ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد است. به دلیل مشکل بودن جابه‌جایی مخلوط داغ و برای تشکیل و تکمیل کریستال‌های محصول، مخلوط خروجی از کوره را سرد می‌کنند.

۱۱ سیلوی (انبار) کلینکر: مخلوط خروجی از خنک‌کن (کلینکر)، قبل از ورود به آسیاب سیمان، در سیلو، یا انبار، ذخیره می‌گردد.

۱۲ آسیاب سیمان: برای پودر کردن کلینکر حاصل از پخت مواد نیز از آسیاب‌ها استفاده می‌شود. در این قسمت از خط تولید به همراه کلینکر ورودی به آسیاب سیمان مقداری گچ خام یا مواد افزودنی اضافه می‌شود. پودر حاصله همان سیمان است.

۱۳ سیلوهای سیمان: سیلوهای سیمان به منظور ذخیره‌سازی سیمان تولیدی توسط آسیاب سیمان ساخته می‌شوند.

۱۴ بارگیر خانه: بارگیری سیمان به دو صورت انجام می‌گیرد: به صورت کیسه‌ای و به صورت فله. بارگیر خانه در انتهای خط تولید قرار دارد. با توجه به موقعیت محلی کارخانه ممکن است دارای امکانات مختلف بارگیری، نظیر بارگیری در کامیون، کشتی، واگن چه به صورت کیسه یا به صورت فله باشد.

مخلوط آب و سیمان، خمیری می‌دهد که شکل‌پذیر است و به سهولت قالب‌گیری می‌شود. خمیر به تدریج، مثل سنگ، سفت و سخت می‌شود و در مقابل آب نیز مقاوم است. این ویژگی در مورد گچ و آهک وجود ندارد، ولی خمیر گچ و آهک با آب، قابلیت دوام طولانی مدت را نداشته، و به مرور زمان در آب حل می‌شود.

چند کارخانه سیمان در ایران می‌شناسید، نام ببرید.  
در مورد مصارف سیمان گزارشی تهیه کنید.

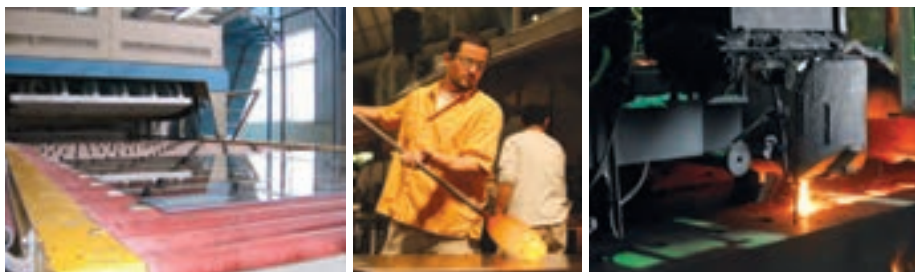
تحقیق کنید



در مورد ملاحظات زیست – محیطی صنعت سیمان گزارشی تهیه کرده و در کلاس ارائه دهید.

زیست  
محیطی





شکل ۱۲-۴- مراحل تهیه شیشه

▶ نمایش فیلم شیشه گری

شیشه، ماده بی شکلی است که معمولاً از سیلیس،  $\text{SiO}_2$  و سدیم اکسید،  $\text{Na}_2\text{O}$  و کلسیم اکسید  $\text{CaO}$ ، تهیه می شود. شیشه ها موادی هستند که ساختار بلوری ندارند و ذره های تشکیل دهنده آنها به صورت نامنظم در شیشه وجود دارند. شیشه ها را می توان به صورت های گوناگون از جمله براساس ترکیب شیمیایی سازنده آنها، خواص آنها، ساختار آنها، روش تولید آنها، شکل آنها یا ویژگی های دیگر تقسیم بندی کرد. رایج ترین تقسیم بندی شیشه ها براساس ترکیب شیمیایی آنهاست. بر این اساس شیشه ها به چند دسته اصلی تقسیم می شوند که عبارتند از: شیشه سودا - آهک، شیشه سربی، شیشه بور و سیلیکاتی، شیشه بور و آلومینوسیلیکات و شیشه روی بور و سیلیکات.

برای تهیه شیشه مخلوط سدیم کربنات، کلسیم کربنات و سیلیس را در کوره در دمای  $1400^\circ\text{C}$  درجه سلیسیوس گرم می کنند و آن قدر در این دما نگه می دارند تا تمامی گازها از ماده مذاب خارج شود. واکنشی که در این عملیات انجام می شود چنین است:



پس از آن خمیر شیشه به دست آمده را در مسیر عملیات شیشه گری قرار می دهند. نوع عملیات بنا بر جنس و شکل اشیا متفاوت است. تصاویر بالا بخشی از مراحل تولید شیشه را نشان می دهد.

**بیشتر بدانید:** شیشه های بور و سیلیکاتی (پیرکس) در زمینه های گوناگون پژوهش و تحقیق از جمله آزمایش های شیمی تجزیه و نیز پاره ای از فرآیندهای صنعتی به کار می روند. همه ظرف های آزمایشگاهی مانند لوله های آزمایش، استوانه های مدرج، بشرها، بورت ها، پی پت ها، ظرف های واکنش، دستگاه تقطیر، کندانسور، مبدل های گرمایی و... از گونه های مختلف شیشه های بور و سیلیکاتی هستند.



شکل ۱۳-۴ کاربردهای لعب

شکل ۱۳-۴ برخی کاربردهای لعب را نشان می‌دهد. لعب‌ها در چه موارد دیگری استفاده می‌شوند؟

فکر کنید



لعب، پوششی شیشه‌ای است که برای تزئین یک قطعه یا محافظت آن از عوامل خورنده بر روی سطح قطعه اعمال می‌شود. همچنین به منظور افزایش استحکام و مقاومت شیمیایی یک قطعه در برابر عوامل خورنده و نیز نارسا کردن بدنه در برابر الکتریسیته از لعب استفاده می‌شود. لعب‌ها مواد بی‌شکلی هستند که مانند شیشه‌ها از ترکیب اکسیدهای اسیدی و بازی به وجود می‌آیند. لعب به صورت یک قشر نازکی سطح جسم را می‌پوشاند، و در ضمن فرآیند پختن لعب مورد نظر و بدنه (قطعه) واکنش شیمیایی صورت می‌گیرد و سرانجام قشر نازکی از لعب بر روی بدنه متصل می‌گردد.

خاصیت اصلی لعب‌ها شیشه‌ای شدن آنهاست. این خاصیت از سیلیس ( $\text{SiO}_2$ ) بوریک اکسید ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) موجود در آنها پدید می‌آید. لعب‌ها خیلی سخت و نامحلول هستند و در مقابل گازها و مایعات غیر قابل نفوذند. با عمل لعب‌کاری، سرامیک‌ها به صورت غیر قابل نفوذ، جلوه‌دار، زیبا و از نظر بهداشتی مناسب در می‌آیند. لعب‌ها بی‌رنگ، رنگی، مات، نیمه مات و شفاف‌اند.

### تمرین

- ۱ از چه زمانی صنایع شیمیایی در مسیر پیشرفت قابل توجهی قرار گرفت؟
- ۲ سولفوریک اسید در صنعت به چند روش تهیه می‌شود و چه کاتالیزگرهایی برای تهیه آن به کار می‌رود؟
- ۳ از چند راه می‌توان سدیم هیدروکسید تجارتي را تهیه کرد؟ چه کاربردهایی را برای آن می‌شناسید؟
- ۴ پنج نمک معدنی مهم را که در صنعت مصرف زیادی دارند نام ببرید؟
- ۵ تفاوت گچ سوخته و گچ بنایی (ساختمانی) را توضیح دهید.
- ۶ شکفته شدن آهک یعنی چه؟ آن را توضیح دهید.
- ۷ از آهک زنده چگونه آهک مرده، شیرآهکی و آب آهک تهیه می‌کنند؟
- ۸ مراحل تهیه سیمان را شرح دهید.
- ۹ روش تهیه شیشه را توضیح داده و انواع شیشه را نام ببرید.
- ۱۰ آیا می‌توان ظروف لعبی را برای سلامتی ایمن دانست؟ پاسخ خود را توضیح دهید.



## فعالیت آزمایشگاهی: تهیهٔ مرکب خوش نویسی

مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
گل سرخ برادهٔ آهن خالص	پارچه نازک همزن شیشه‌ای کاغذ صافی چراغ آزمایشگاهی توری و سه پایه فلزی ترازوی آزمایشگاهی بشر ۵۰۰ میلی لیتری ارلن ۵۰۰ میلی لیتری

### روش کار:

- حدود ۱۰۰ گرم برگ گل را در ارلن بریزید و ۴۰۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه کنید و آن را روی چراغ بجوشانید تا حجم آب به یک چهارم برسد.
- ارلن را از روی چراغ بردارید تا کمی سرد شود، سپس، پارچهٔ نازک را بر دهانهٔ بشر بگذارید و محتوای ارلن را به تدریج روی پارچه بریزید تا صاف شود و در نهایت پارچه را جمع کنید و آن را به خوبی فشار دهید تا عصارهٔ گل به طور کامل گرفته شود.
- حدود ۱/۵ گرم برادهٔ آهن را به محتویات بشر اضافه کنید و خوب هم بزنید، در بشر را بپوشانید و بگذارید به مدت یک هفته بماند.
- سپس محتوای بشر را با کاغذ صافی، صاف کنید. مرکب آمادهٔ مصرف است.

### پرسش



۱. برای تهیهٔ مرکب، چرا گل باید خوب پخته شود؟
۲. چرا عصارهٔ گل را باید با فشار تمام خارج کنیم؟
۳. آهن در این آزمایش چه عملی را انجام می‌دهد؟
۴. چرا باید یک هفته صبر کنیم تا مرکب آماده شود؟

همین آزمایش را به جای گل سرخ با پوست انار انجام دهید و نتیجه را بررسی کنید.

### تحقیق کنید

از چه مواد دیگری می‌توان در تهیهٔ مرکب خوشنویسی استفاده کرد؟





## فعالیت آزمایشگاهی: تهیه معرف شیمیایی تورنسل

▶ نمایش فیلم تهیه معرف شیمیایی

تورنسل یا «لیتموس» یک مادهٔ ارغوانی رنگ است که از رشد و همزیستی نوعی قارچ و جلبک بدون حضور کلروفیل، حاصل می‌شود. معمولاً پودر آبی رنگی که از این گیاهان تهیه می‌شود به همراه پودر کلسیم کربنات مخلوط و به صورت قرص در می‌آید. این ماده، به عنوان معرف در شناسایی اسیدها و بازها استفاده می‌شود. از موارد مصرف دیگر این معرف، اختلاط آن با شیر برای محیط کشت میکروبی است که با فعال شدن میکروب‌ها و اسیدی شدن محیط، می‌توان از میزان و نحوهٔ رشد میکروب‌ها با تغییر رنگ معرف آگاه شد. به این نوع شیر «شیر تورنسل» می‌گویند.

گاهی اوقات این معرف را در سایر انواع محیط‌های کشت میکروبی نیز به کار می‌برند. تورنسل در محیط خنثی ( $\text{pH}=7$ ) ارغوانی، در محیط قلیایی ( $\text{pH}\geq 8$ ) آبی و در محیط اسیدی ( $\text{pH}\leq 6$ ) قرمز است و معمولاً در الکل یا آب به خوبی حل می‌شود.

این معرف در منابع گیاهی زیادی (مانند پوست تخمهٔ آفتاب‌گردان سیاه رنگ و کلم بنفش یافت می‌شود.

مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
سرکه تخمهٔ آفتابگردان سیاه خام پودر جوش شیرین	بشر، همزن شیشه‌ای، چراغ الکلی یا گازی سه پایه و توری فلزی لولهٔ آزمایش، کاغذ صافی

### روش کار :

- ۱ در بشر به مقدار دلخواه آب بریزید و روی چراغ بگذارید، سپس، مقداری تخمهٔ آفتاب‌گردان را که بتواند رنگ کافی به آب بدهد درون بشر بریزید.
  - ۲ ضمن هم زدن بگذارید به آرامی گرم شود و بجوشد، تا جایی که پوست تخمه‌ها رنگ آب را به خوبی تغییر دهند و به رنگ ارغوانی برگردانند.
  - ۳ بشر را از روی چراغ بردارید و تخمه‌های آفتاب‌گردان را از آب خارج کنید. به این ترتیب معرف تورنسل آمادهٔ مصرف است.
  - ۴ مقدار ۱ میلی لیتر از محلول ساخته شده را در لولهٔ آزمایش بریزید و به آن چند قطره سرکه بیفزایید و تغییر رنگ را بنویسید.
  - ۵ کمی از محلول معرف را در لولهٔ آزمایش دیگری بریزید و مقداری پودر جوش شیرین به آن بیفزایید و آن قدر حرکت دهید تا حل شود، سپس تغییر رنگ را بنویسید.
- همین روش را با سایر منابع گیاهی که قبلاً نام برده شد انجام دهید. با توجه به سادگی روش کار، حتی می‌توان در منزل و به کمک وسایل آشپزخانه، این کار را انجام داد.

پرسش

از چه مواد طبیعی دیگری نیز می‌توان برای تهیه معرف استفاده کرد ؟





چه زمانی بشر برای اولین بار از نفت و گاز استفاده کرد؟ این تاریخ به طور دقیق مشخص نیست، اما شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد تمدن‌های اولیه با این مواد، که امروزه مهم‌ترین منابع تأمین انرژی هستند، آشنا بوده و به شکل محدود از آنها استفاده می‌کرده‌اند. شواهد قطعی وجود دارد که در حدود ۴۰۰۰ سال پیش در ساخت دیوارها و برج‌های شهر بابل از نوعی آسفالت استفاده شده است. کتیبه‌های به جای مانده از ایران باستان نشان می‌دهد که اعیان و اشراف پارسی از نفت در پزشکی و تولید روشنائی استفاده می‌کردند. در قرن نهم میلادی زکریای رازی برای اولین بار نفت خام را تقطیر کرد و نفت سفید به دست آورد.

در اوایل قرن نوزدهم به دلیل کمبود روغن وال (ماده سوخت چراغ‌های روشنائی) نفت خام، که به صورت محدود در بعضی مناطق به سطح زمین نفوذ کرده و حوضچه‌هایی را به وجود آورده بود مورد استفاده قرار گرفت. با روش تقطیر بسیار ساده و ابتدائی نفت خام، نوعی ترکیب شبیه نفت سفید به دست آمد و به صورت محدود برای سوخت چراغ‌های روشنائی به کار رفت.

سال ۱۸۵۸ م. را می‌توان سال تولد صنعت نفت مدرن دانست، زیرا در این سال، اولین چاه نفت در آمریکای شمالی حفر شد.

تاریخچه استفاده از گاز طبیعی توسط بشر قدمت بیشتری دارد. احتمالاً اولین تجربه بشر هنگامی است که گاز طبیعی در بعضی مناطق از میان صخره‌ها و شکاف‌ها به سطح زمین نفوذ کرده و بر اثر صاعقه آتش گرفته است. شعله حاصل از سوختن گاز طبیعی قرن‌ها دوام داشته است و بعضاً محل آنها به آتشکده‌هایی برای پرستش تبدیل شده است.

از اواسط قرن نوزدهم، تولید انبوه وسائل گازسوز، به خصوص اجاق‌های گازی، در اروپا و آمریکا رونق گرفت. از اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم، گاز توسط خطوط لوله در مسیرهای طولانی منتقل شد. این امر با ساخت کمپرسورهای انتقال گاز میسر گردید.

روز پنجم خرداد ۱۲۸۷ ش. (۱۹۰۸ م.) آغاز به کار صنعت نفت ایران است، زیرا نفت برای اولین بار در مسجد سلیمان کشف شد. در سال ۱۲۹۰ اولین خط لوله نفت در کشور برای انتقال آن به آبادان احداث شد. پالایشگاه آبادان با ظرفیت ۲۵۰۰ بشکه در روز، در سال ۱۲۹۱ آغاز به کار کرد.

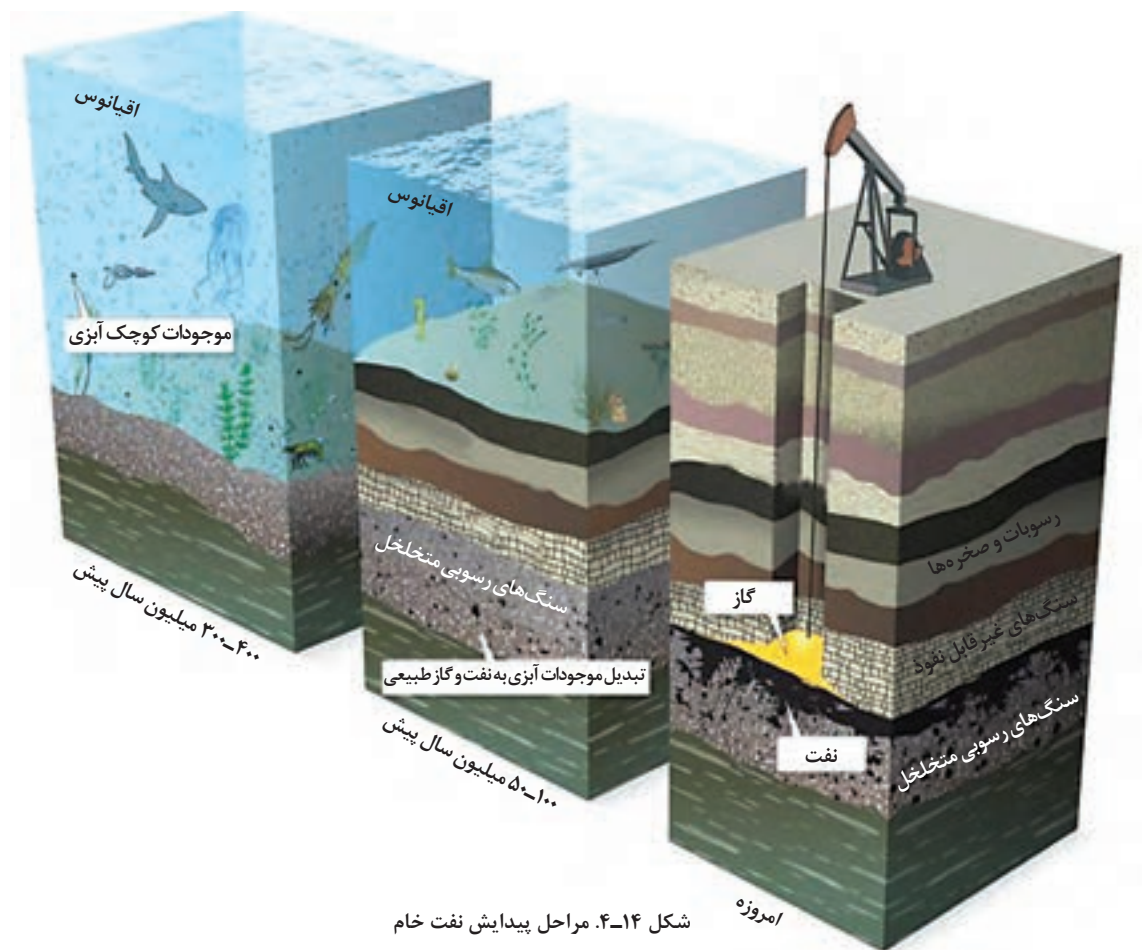
تحقیق کنید

پالایشگاه‌های نفت و گاز فعال کشور را نام ببرید.





## پیدایش نفت و گاز



با کمک آموخته‌های قبلی خود و باتوجه به شکل ۱۴-۴، مراحل پیدایش نفت خام را توضیح دهید.

پرسش

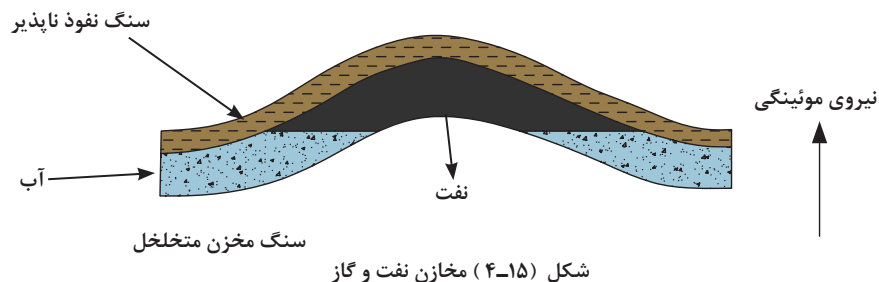
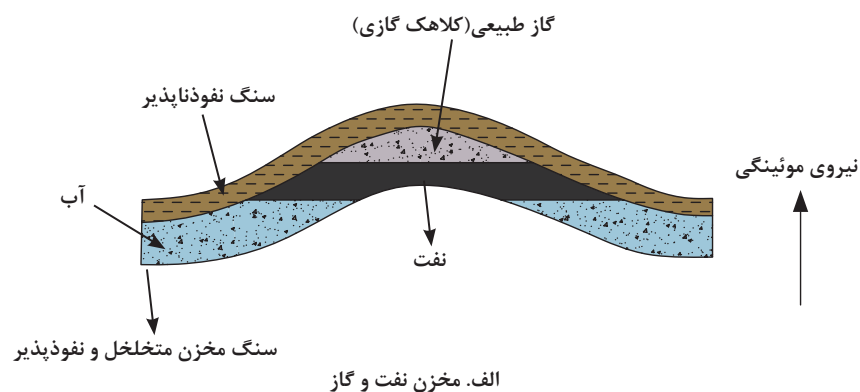


درخصوص چگونگی تشکیل نفت و گاز در اعماق زمین تئوری‌های مختلفی وجود دارد، اما امروزه تقریباً همه دانشمندان معتقدند که منشأ نفت و گاز اجساد حیوانات و گیاهانی است که میلیون‌ها سال پیش در زیر لایه‌های رسوبی در کف دریاها مدفون شده‌اند. تعداد بی‌شماری از اجساد موجودات زنده، در طی قرون با گل و لای حاصل از چشمه‌ها و رودخانه‌هایی که به دریا می‌ریزند پوشانده شده‌اند و بر اثر تشکیل لایه‌های رسوبی فوقانی، که فشار و دمای لایه‌های زیرین را افزایش می‌دهند و فعالیت باکتری‌ها، نفت و گاز تشکیل شد.



اما داستان پیدایش نفت و گاز به این جا ختم نمی‌شود. قطرات هیدروکربن‌ها نیز که در لایه‌های رسوبی (سنگ‌های رسوبی) تشکیل شده‌اند و مسلماً قطرات آب نیز در این سنگ‌ها وجود دارد به کمک نیروی موئینگی به سمت بالا حرکت می‌کنند و در حرکت رو به بالای خود می‌توانند به یکدیگر بپیوندند (در شرایط مناسب) و مخازن نفت و گاز را تشکیل دهند.

در مخازن نفت و گاز، به دلیل تفاوت در چگالی این مواد، گاز طبیعی در بالا، نفت در وسط و آب در پایین مخزن جای می‌گیرد (شکل ۴-۱۵-الف). در مخازن نفت، حجم گاز نسبتاً کم است و عمدتاً نیز گاز در لایه نفت حل می‌شود (شکل ۴-۱۶-ب). در مخازن گاز، حجم گاز نسبت به نفت قابل توجه است. میدان گازی پارس جنوبی بزرگ‌ترین مخزن گاز جهان محسوب می‌شود که لایه نفتی آن اندک و حجم گاز آن زیاد است.



با مراجعه به کتاب‌ها و مراجع اینترنتی، برای اکتشاف و حفاری مخازن نفتی چه مراحل مطالعاتی را باید انجام داد ؟

تحقیق کنید



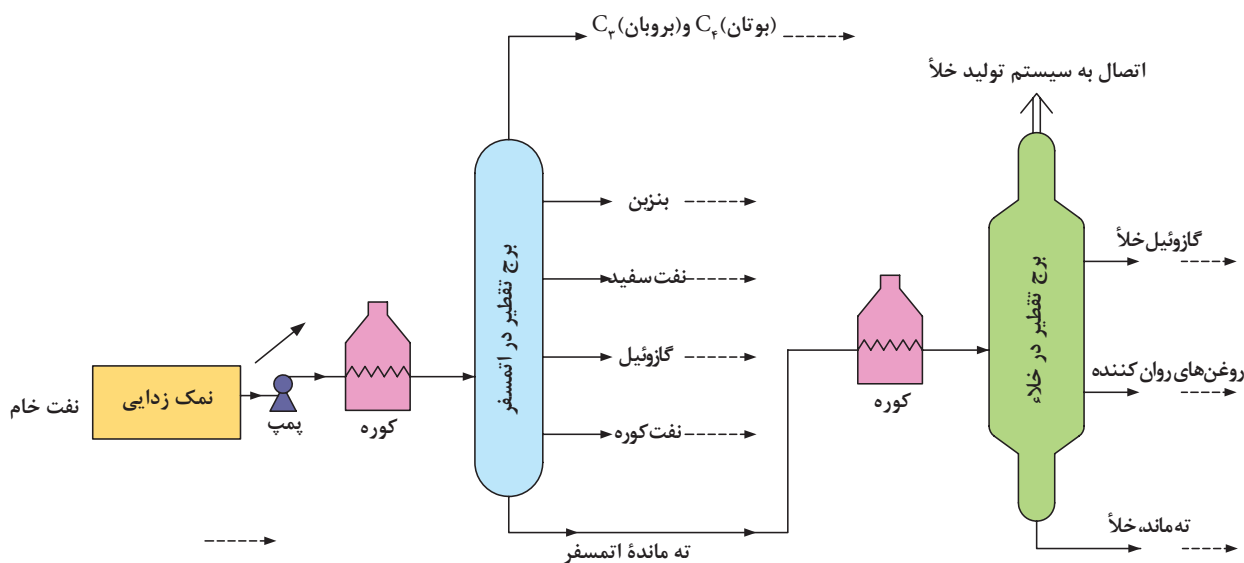
## پالایش نفت خام «طلای سیاه»

بحث کلاسی



با توجه به آموخته‌های قبلی خود کاربردهای نفت خام را بیان کنید.

نفت خام، مخلوط پیچیده‌ای است که عمدتاً از هیدروکربن‌های مختلف تشکیل شده است. ترکیبات آلی که فقط از هیدروژن و کربن تشکیل شده باشند به نام هیدروکربن شناخته می‌شوند. معمولاً همراه نفت خام مقادیر کمی هم ترکیبات آلی گوگرددار، ترکیبات آلی اکسیژن‌دار، ترکیبات آلی نیتروژن‌دار، ترکیبات آلی - فلزی، محلول آبی نمک‌ها ( $\text{CaCl}_2, \text{NaCl}, \text{MgCl}_2$ )،  $\text{H}_2\text{S}$  و  $\text{CO}_2$  مخلوط با هیدروکربن‌ها وجود دارد. در پالایشگاه نفت، ضمن آن که ترکیبات همراه هیدروکربن‌ها را جدا می‌کنند، با تفکیک هیدروکربن‌های سبک، متوسط و سنگین از یکدیگر، محصولات مختلفی به دست می‌آورند. هیچ دو پالایشگاهی کاملاً شبیه هم نیستند، زیرا براساس نوع نفت خام ورودی به پالایشگاه و محصولات مورد نظر، طراحی پالایشگاه‌ها کاملاً متفاوت است، اما همه پالایشگاه‌ها از واحد تقطیر اتمسفری و واحد تقطیر در خلا برخوردارند. شکل (۱۷-۳) برج‌های تقطیر اتمسفری و تقطیر در خلا را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶-۳. مراحل تقطیر نفت خام

با توجه به نمودار داده شده، مراحل تقطیر نفت خام را شرح دهید.

فکر کنید





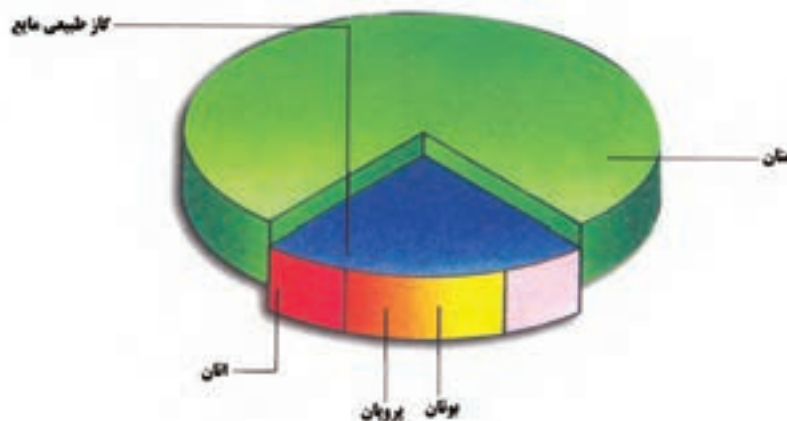
## پالایش گاز

برخلاف تصور عموم که فکر می‌کنند گاز به محض خروج از چاه به داخل خط لوله گاز برای مصرف تزریق می‌شود، باید گفت فرآیند پالایش و تصفیه گاز، فرایندی بسیار دشوار است. که برای خالص کردن گاز و بهینه کردن خواص گاز استخراجی از چاه‌های گاز استفاده می‌گردد، تا گاز به صورت قابل مصرف در مصارف عمومی تبدیل شود.

گاز طبیعی خروجی از چاه‌های گاز همراه خود مقداری هیدروکربن‌های سنگین در محدوده پنتان و سنگین‌تر از آن (بین  $C_5$  تا  $C_{12}$ ) را به همراه دارد که بسیار باارزش است. این میعانات همراه گاز طبیعی<sup>۱</sup> یا صادر می‌شوند، یا خوراک پالایشگاه‌ها و مجتمع‌های پتروشیمی را تأمین می‌کنند. این میعانات در سر چاه از گاز طبیعی جدا می‌شوند.

گاز طبیعی خام برای پالایش به پالایشگاه گاز ارسال می‌شود. در مرحله اول گازهای  $H_2S$  و  $CO_2$  توسط محلول‌های آمینی از گاز طبیعی جدا می‌شوند. از  $H_2S$  گوگرد تهیه می‌کنند و آن را که یک محصول پالایشگاه است، به فروش می‌رسانند.

بخش عمده گاز خشک طبیعی را گاز متان ( $CH_4$ ) تشکیل می‌دهد. پروپان و بوتان نیز از دیگر گازهای مهم هستند. که این دو اغلب به گازهای مایع نفتی (LPG<sup>۲</sup>) موسوم هستند. نمودار زیر میزان تولید گازهای متان، اتان، پروپان و بوتان را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸-۴- نمودار زیر، میزان تولید گازهای متان، اتان، پروپان و بوتان را نشان می‌دهد.

\* گاز طبیعی به مقدار فراوان وجود دارد، ولی بسیار کمتر هوا را آلوده می‌کند.  
 \* همه سوخت‌های فسیلی (زغال سنگ، نفت و گاز) گازهای خطرناکی تولید می‌کنند که تنفس را مشکل می‌کنند، ولی گاز طبیعی ۳۰ الی ۴۰ درصد کمتر آلودگی تولید می‌کند.

زیست  
محیطی



۱- Natura Gas

۲- Liquid Petroleum Gas

## تمرین

- ۱ اولین چاه نفت ایران در چه سالی و در کدام منطقه به نفت رسید؟
- ۲ با رسم شکل، منشأ پیدایش نفت و گاز را شرح دهید.
- ۳ هریک از کلمات زیر را توضیح دهید - ال پی جی (LPG) - میعانات گازی

## فعالیت آزمایشگاهی: تهیه شمع



مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
فتیله آماده شده پارافین جامد موم استئاریک اسید	همزن، بشر، ترازوی آزمایشگاهی چراغ الکلی یا گازی سه پایه و توری فلزی قالب‌های مناسب

## روش کار :

- ۱ برای تهیه فتیله، رشته‌های نخی مناسب را چند بار در پارافین مذاب فرو برید و بگذارید تا سرد و سخت شود.
- ۲ مقدار ۳۰ گرم پارافین جامد را به همراه ۱۸ گرم استئاریک اسید و ۳ گرم موم در یک بشر بریزید و روی چراغ به آرامی گرم کنید و هم بزنید تا ذوب و یکنواخت شود. رنگ نیز در این مرحله به مخلوط مذاب اضافه می‌شود.
- ۳ داخل قالب را کمی چرب کنید.
- ۴ فتیله‌ها را از وسط قالب‌ها و در مرکز آنها آویزان کنید و مخلوط مذاب را با دقت درون قالب‌ها بریزید و بگذارید سفت و سرد شود.
- ۵ سپس شمع را از قالب خارج کنید.

علت افزودن استئاریک اسید به شمع چیست ؟

پرسش



تحقیق کنید



پارافین مورد استفاده در شمع سازی چگونه در صنعت تهیه می‌شود و چه کاربردی دارد؟



## فعالیت آزمایشگاهی: تهیه واکس



واکس ها به چه منظوری به کار می روند ؟ بر روی چه نوع موادی باید از واکس استفاده کرد ؟

فکر کنید



مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
موم زرد ( ۳/۸ گرم ) روغن تربانتین ( ۸ میلی لیتر ) پودر صابون ( ۰/۴ گرم ) رنگ مشکى یا قهوه‌ای (قابل حل در روغن) ( ۰/۱ گرم )	سه پایه و توری فلزی همزن بشر ترازو

### روش کار :

- ۱ هریک از مواد بالا را دقیقاً وزن کنید.
- ۲ موم ها را در بشر بریزید و روی چراغ گاز، به ملایمت حرارت دهید تا ذوب شود.
- ۳ روغن تربانتین را به بشر اضافه کنید.
- ۴ در یک بشر دیگر، مقدار ۸ میلی لیتر آب مقطر ریخته، پودر صابون را در آن حل کنید و روی چراغ حرارت دهید.
- ۵ وقتی که بشر حاوی آب و پودر صابون به جوش آمد، آن را به بشر حاوی روغن تربانتین و موم مذاب اضافه کنید و مرتباً هم بزنید، آن را از روی چراغ گاز پایین بیاورید.
- ۶ رنگ مورد نظر را به آن اضافه کرده و خوب به هم بزنید.

### ۱. نقش روغن تربانتین در تهیه واکس چیست ؟

۲. آیا ماده مناسب دیگری به جای تربانتین می توان استفاده کرد به طوری که کیفیت واکس تهیه شده تغییر نکند ؟

تحقیق کنید





## بحث کلاسی



۱. برای اتصال دو جسم به یکدیگر چه روش‌هایی وجود دارد؟
۲. کدام روش بهتر است؟

یکی از روش‌های اتصال انواع سطوح مختلف به یکدیگر، به کارگیری یک ماده واسط ما بین دو سطح است که باعث محکم شدن محل تماس دو سطح در کنار یکدیگر می‌شود. به ماده واسط «چسب» و به این عمل «چسبانیدن» می‌گویند، بنابراین می‌توان گفت: «چسب ماده‌ای است که با پخش شدن روی سطوح اجسام، آنها را به یکدیگر متصل می‌کند و برعکس، در مقابل جدا شدن آنها از یکدیگر مقاومت می‌نماید.» چسب‌ها انواع مختلفی دارند که در این کتاب روش تهیه چند نوع چسب در اختیار شما قرار داده می‌شود.

## تحقیق کنید



چسب‌ها در چه علوم و صناعی کاربردی دارند؟ گزارشی از زمینه‌های مورد استفاده تهیه کرده و در کلاس ارائه دهید.

## فعالیت آزمایشگاهی: تهیه چسب چینی



ماده اصلی در این نوع چسب، لاک است که در فرایند چسبیدن، عنصر اصلی محسوب می‌شود.

مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
صمغ سقز لاک	ترازوی آزمایشگاهی، سه پایه و توری فلزی چراغ گازی یا گرم کن برقی، بوتۀ فلزی

## روش کار

- ۱ مقدار دو گرم صمغ سقز را پس از توزین در بوتۀ فلزی به ملایمت حرارت دهید تا ذوب شود.
  - ۲ بوتۀ را از روی چراغ پایین آورید و با احتیاط دو گرم لاک در آن بریزید و تکان دهید تا لاک در سقز حل شود.
- چسب چینی آماده مصرف است. برای نگهداری از این چسب باید آن را در ظرف در بسته قرار دهید.

## تحقیق کنید



نقش صمغ سقز در ساختار چسب چینی چیست؟

## فعالیت آزمایشگاهی: تهیه چسب شیشه



مواد مورد نیاز	وسائل مورد نیاز
پتاسیم بیکرومات ژلاتین	سه پایه و توری فلزی بشر ترازوی آزمایشگاهی با دقت گرم چراغ الکلی یا گازی همزن

### روش کار

- در یک بشر، مقدار ۶ میلی لیتر آب بریزید و یک گرم پتاسیم بیکرومات به آن بیفزایید و آن را روی چراغ گرم کنید تا پتاسیم بیکرومات در آب حل شود.
  - مقدار ۸ گرم ژلاتین و ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه کنید و خوب هم بزنید تا ژلاتین کاملاً حل شود، سپس آن را از روی چراغ بردارید.
- با این چسب می توان قطعات شیشه را به یکدیگر چسباند و همچنین برای اتصال فلز یا کاشی روی شیشه، می توان از این چسب استفاده کرد.

## فعالیت آزمایشگاهی: تهیه چسب کاغذ



مواد مورد نیاز	وسائل مورد نیاز
صمغ عربی گلیسیرین محلول فرمالدئید	سه پایه و توری فلزی چراغ گازی یا گرم کن برقی قیف و کاغذ صافی ارلن بشر همزن ترازوی آزمایشگاهی با دقت گرم

### روش کار

- در یک بشر، معادل ۱۰ میلی لیتر آب مقطر و ۲ گرم صمغ عربی بریزید و روی چراغ هم بزنید تا صمغ کاملاً حل شود.
- سپس این محلول را از کاغذ صافی عبور دهید و مقدار ۱/۵ میلی لیتر گلیسیرین و ۲ قطره فرمالدئید به محلول صاف شده اضافه کنید. در این صورت، چسب آماده مصرف است.





به چه نوع ماده‌ای لاک می‌گویند؟ لاک‌ها چه نقشی در زندگی بشر دارند؟

لاک به نوعی ترکیب پوششی گفته می‌شود که پس از تبخیر حلالش، خشک و سخت شود، مانند لاک طبیعی که با الکل به کار می‌رود و لاک مصنوعی مانند پلی‌استر، لاک، به‌منظور رنگ آمیزی اشیاء، به خصوص چوب، پارچه و فلز استفاده می‌شد، این پوشش بیشتر برای نگهداری و حفاظت اشیاء در برابر عوامل طبیعی به کار می‌رفت و با گذشت زمان جنبه تزیینی و هنری به خود گرفت.

### فعالیت آزمایشگاهی: تهیه لاک الکل



مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
پنبه طبیعی لاک زرد پولکی شفاف مخصوص الکل پارافین مایع متانول (الکل چوب) رزین یا صمغ پلی‌استر	شیشه دهان گشاد و دردار کوچک قطعات فلزی آلومینیوم، آهن سفید و حمام آب گرم (بن ماری) یا حمام شنی قلم مو همزن شیشه‌ای سه قطعه چوب صاف به ابعاد ۱۵*۱۰ سانتی‌متر

### روش کار

- حدود ۵ گرم لاک مخصوص الکل را در شیشه در دار کوچک بریزید و تا ۴ برابر حجم لاک، متانول به آن اضافه کنید.
- در شیشه را با چوب پنبه (که چندان محکم نباشد) ببندید و آن را در حمام گرم یا حمام شنی به ملایمت به مدت ۲ ساعت گرم کنید.
- و محتویات شیشه را با همزن به هم بزنید تا لاک کاملاً در الکل حل شود، این لاک، یک مایع غلیظ و شربتی شکل است که می‌توان آن را به کمک پنبه یا برس بر سطح اشیاء مالید.

❖ به منظور یکنواختی در پوشش لاک الکل بر سطح اشیاء و همچنین رفع چسبندگی بین پنبه یا برس با سطح کار، می‌توانید چند قطره پارافین مایع به محلول لاک الکل اضافه کنید.

❖ هرگاه لازم باشد چند لایه لاک الکل را بر روی سطحی اعمال کنید باید بین هر لایه به مدت سه ساعت تا یک روز صبر کنید تا لایه قبلی کاملاً خشک و الکل آن بخار شود.

## فعالیت آزمایشگاهی: تهیه لاک پلی استر



### روش کار

- ۱ در یک بشر کوچک مقدار ۱۵ میلی لیتر استن بریزید.
  - ۲ تکه های یونولیت را، به تدریج وارد بشر کنید و با همزن به هم بزنید.
  - ۳ این عمل را آن قدر ادامه دهید تا به غلظت لاک دلخواه برسید.
- می توانید با افزودن چند قطره از جوهر رنگی، لاک مورد نظرتان را رنگ کنید، این لاک به شکل های پاشیدن، برس کاری یا غوطه وری اشیاء در آن، قابل استفاده است.

### روش اعمال لاک

- ۱ بر سطح سه قطعه چوب به ابعاد  $10 \times 15$  سانتی متر، از سه نوع لاک الکل، پلی استر (با صمغ پلی استر) و با یونولیت، به کمک برس دو لایه لاک بمالید و بگذارید به مدت ۲۴ ساعت خشک شوند.
- ۲ همزمان همین عمل را بر روی سه ورق نازک آهن یا آلومینیوم به ضخامت ۱-۲ میلی متر و طول و عرض  $2 \times 5$  سانتی متر انجام دهید.
- ۳ پس از اتمام لاک کاری، آنها را نیز به مدت ۲۴ ساعت بگذارید تا کاملاً خشک شوند.

## ۵-۴- صنایع غذایی، دارویی، بهداشتی و آرایشی



صنایع غذایی یکی از شاخه‌های صنایع شیمیایی می‌باشد. از فراورده‌های صنایع شیمیایی در نگهداری، بسته‌بندی و تبدیل مواد غذایی استفاده می‌شود که به اختصار در ذیل شرح داده می‌شود.

**نگهداری مواد غذایی:** برای نگهداری مواد غذایی لازم است این مواد را از خطر عوامل مؤثر در فاسد شدن دور نگه داشت.

برای این منظور می‌توان از روش‌های خشک کردن، پاستوریزه کرده، افزودن مواد شیمیایی، انجماد، دود دادن، استفاده از محلول غلیظ قند و... استفاده نمود.

**بسته‌بندی:** بعد از تهیه و عمل آوردن مواد غذایی باید آنها را بسته‌بندی کرد و به محل مصرف فرستاد. ظروف و پوشش‌های بسته‌بندی را از مواد شیمیایی تهیه می‌کنند. انواع کاغذها، روکش‌ها و محافظ‌های غذایی، نظیر ورقه‌های پلاستیکی و آلومینیمی که برای پوشش شکلات‌ها، شیرینی، نان قندی و غیر آنها به کار می‌روند، از این دسته موادند. بسته‌بندی‌های زیبا و بهداشتی، هم مواد غذایی را از آلودگی محافظت می‌کنند و هم نظر مشتری را جلب می‌نمایند.

**استخراج روغن نباتی:** روغن در دانه‌های گیاهانی نظیر پنبه، ذرت، سویا (لویبای روغنی)، زیتون، بادام، گردو، هسته خرما، هسته انگور و... وجود دارد.

برای گرفتن روغن، ابتدا دانه‌ها را به وسیله آسیاب‌های مخصوصی (شکل ۱۹-۴) خرد می‌کنند، سپس با فشردن شدن دانه‌های خرد شده روغن آنها را می‌گیرند. روغن‌های باقی مانده در تفاله را به وسیله حلال‌های شیمیایی نظیر کربن دی سولفید، هگزان و کربن تتراکلرید استخراج و باقی مانده را که کنجاله نامیده می‌شود برای خوراک دام‌ها مصرف می‌کنند، سپس بوگیری از روغن‌ها به وسیله مواد جاذب صورت می‌گیرد.

**استخراج اسانس و تهیه عرقیات:** اسانس‌ها، مثل عطر و گلاب و عرقیات را با عمل تقطیر به دست می‌آورند. امروزه عرق انواع گیاهان صحرایی در بازار وجود دارد.

**عملیات مربوط به ایجاد برخی دگرگونی‌ها در محصولات غذایی:** با انجام عملیاتی چند و به کمک برخی فراورده‌های شیمیایی، تبدیل‌هایی را در مواد غذایی به وجود می‌آورند. بعضی از این تبدیل‌ها



شکل ۱۹-۴ - آسیاب‌های مخصوص

عبارت اند از:

تبدیل مواد قندی به سرکه، تبدیل روغن‌های نباتی مایع به جامد، تهیه ماست، تهیه ماءالشعیر از جو و تهیه نان از آرد غلات.

**تهیه نان:** نان را از پختن خمیری تهیه می‌کنند که قبلاً تخمیر شده باشد. برای تهیه خمیر، آرد غلات و بیشتر گندم را با آب خمیر می‌کنند و به آن خمیر مایه می‌زنند. خمیرمایه دارای مقدار زیادی مخمر است. خمیر را با دست یا با همزن مکانیکی به هم می‌زنند و مدت چند ساعت آن را در گرمای ۴۰ درجه سلسیوس به حال خود وا می‌گذارند.

مخمر، موجب تغییرات شیمیایی شده، نشاسته آرد را به الکل و گاز کربن دی‌اکسید باعث متورم شدن خمیر می‌شود (خمیر ورمی‌آید) آن‌گاه، خمیر را به شکل‌های مختلف درآورده و در تنوری که دمای آن ۲۰۰ تا ۲۵۰ درجه سلسیوس است می‌پزند.

گاهی اوقات به جای استفاده از مخمر، برای متورم کردن خمیر از جوش شیرین استفاده می‌کنند که این عمل برای سلامت انسان بسیار خطرناک است و در چند سال اخیر، استفاده از آن غیر مجاز اعلام شده است.

**تبدیل روغن‌های نباتی مایع به جامد:** برای جامد ساختن روغن‌های مایع، آنها را با هیدروژن ترکیب می‌نمایند. این عمل به کمک کاتالیزگر نیکل پودری صورت می‌گیرد.

**مارگارین:** مخلوطی است از روغن‌های نباتی و شیر یا کره و محصولی که از پیه گاو استخراج می‌شود. مارگارین یا کره مصنوعی نام دارد.



**تهیه سرکه از مواد قندی:** برای تهیه سرکه، معمولاً انگور را در ظرفی می‌ریزند و در آن را می‌بندند. برای مدتی آن را به حال خود رها می‌کنند. در طی این مدت، قند انگور ابتدا به الکل و گاز کربن دی‌اکسید (گاز کربنیک) تبدیل می‌شود، سپس الکل به سرکه مبدل می‌گردد. این تبدیل‌ها به وسیله مخمر صورت می‌گیرد. مخمرها در روی انگور وجود دارند

سرکه را به‌طور صنعتی از محلول رقیق الکلی نیز تهیه می‌کنند. در روش پاستور، محلول الکلی و «بچه سرکه»<sup>۱</sup> را در چلیک‌های کم عمقی می‌ریزند و از روی آن هوای بدون ذرات میکروبی عبور می‌دهند و به این طریق الکل را به سرکه تبدیل می‌کنند.

## صنایع دارویی

علم داروسازی تلفیقی از علوم گوناگون است. این علم، از یک سو به شیمی داروها و فرآورده‌های پزشکی مرتبط است و از سوی دیگر به ماهیت، خواص و انتقال داروها و به ویژه عملکرد آنها در بدن مربوط می‌شود. دارو در درمان بیماری و همچنین پیشگیری از بیماری‌ها به کار می‌رود.

۱- بچه سرکه: یک نوع باکتری است که با ترشح آنزیم باعث تبدیل الکل به سرکه می‌شود. (Acetobacter aceti)



داروها ممکن است منشأ گیاهی (نظیر نعنا) یا معدنی (مانند کلسیم) یا حیوانی (مانند انسولین) یا شیمیایی (مانند آسپرین) داشته باشند. در حال حاضر قسمت عمده داروهای مصرفی، سنتزی هستند. برای اینکه یک دارو بتواند به بازار ارائه شود مراحل مختلفی را باید طی کند که شامل تولید آزمایشگاهی، انجام آزمایش‌های بالینی حیوانی و انسانی است. در موارد زیادی عرضه داروی جدید شاید بیش از ده سال زمان نیاز داشته باشد.

ماده شیمیایی با اثر دارویی را «ماده مؤثره دارو» می‌نامند و در بین اجزای تشکیل‌دهنده دارو مهم‌ترین ماده است. مواد دیگری را که به همراه ماده مؤثر دارو به کار می‌روند، مواد جانبی می‌گویند.

## صنایع بهداشتی و آرایشی

مواد بهداشتی، آرایشی بیش از هزاران سال، بشر را در فراز و نشیب تکامل زندگی اجتماعی همراهی کرده‌اند. این مواد بسته به شرایط اجتماعی و سیاسی جامعه، گاهی اهمیت بیشتر و گاه کمتری داشته‌اند.



حفاری‌های باستانی نشان می‌دهد که استفاده انسان از صابون حداقل به ۲۸۰۰ سال قبل از میلاد می‌رسد. صابون طی هزاران سال بدون تغییر خاصی برای شست‌وشوی البسه و بهداشت شخصی مورد استفاده قرار می‌گرفته و تقریباً هر خانواده صابون مصرفی خود را تهیه می‌کرده است. تا اوایل قرن نوزدهم خاکستر چوب و چربی حیوانات مهم‌ترین منابع تولید صابون بوده‌اند. تحول عمده در صابون‌سازی در اواسط قرن نوزدهم میلادی، هنگامی اتفاق افتاد که برخی از تولیدکننده‌های صابون از سدیم هیدروکسید (یک ماده شیمیایی) به جای خاکستر چوب (یک ماده طبیعی) استفاده کردند. این ابداع، فرایند تولید صابون را از یک فراورده خانگی به یک فراورده صنعتی تبدیل نمود.



از آن جا که صابون‌ها در آب‌های سخت، نمی‌توانستند وظیفه پاک‌کنندگی خود را به نحو احسن انجام دهند، با فرآیندی نظیر صابونی شدن، شوینده‌های دیگری (غیر صابونی) تولید شد که ماده اولیه آنها به جای چربی‌های گیاهی یا حیوانی، ترکیبات حاصل از صنایع پتروشیمی بود.

مولکول‌های شوینده‌های غیر صابونی هم مانند مولکول‌های صابون دارای بخش هیدروکربنی (آب‌گریز) و بخش یونی (آب‌دوست) هستند، بنابراین نحوه عملکرد آنها مانند صابون‌هاست، ولیکن باز تفاوت‌هایی بین آنها وجود دارد.

**مواد آرایشی:** هرگونه موادی که در زیباسازی و بهبود چهره و پوست و به‌طور کلی ساختار ظاهری اعضای بدن انسان به کار می‌رود مواد آرایشی نامیده می‌شود. این مواد شامل انواع مختلف روغن، کرم و کرم ضد آفتاب، رنگ مو و شامپو می‌گردند. استفاده از این ترکیبات از آغاز تاریخ بشری در میان اقوام مختلف متداول بوده است. مواد اولیه آنها می‌توانند از منابع حیوانی، گیاهی یا صنایع پتروشیمی تأمین گردند.

مواد آرایشی امروزی اغلب ماده خالصی نیستند، بلکه شامل ترکیباتی هستند که هریک به‌منظور خاصی به محلول یا مخلوط اضافه شده‌اند. از جمله این ترکیبات می‌توان از چربی‌های مختلف (حیوانی یا گیاهی)، رنگ‌ها (معدنی یا شیمیایی)، حلال‌ها (آب یا حلال‌های آلی)، مرطوب‌کننده‌ها (برای سهولت استعمال و حفظ رطوبت پوست) نگهدارنده‌ها (برای جلوگیری از فساد مواد)، خوش‌بو کننده‌ها و در بعضی مواقع صابون یا شوینده دیگر (در مورد خمیر دندان، شامپو و پاک‌کننده‌ها) نام برد.

زیست  
محیطی



امروزه، با پیشرفت روش‌های شیمیایی تهیه مواد، استفاده از سنتز، بیشتر از سابق متداول شده است. همین امر متأسفانه در برخی اوقات باعث وقوع تأثیرات جانبی نامطبوع برای مصرف‌کننده شده است. از جمله آنها عوارض پوستی و تنفسی را می‌توان نام برد، از این رو، در سال‌های اخیر مقررات و قوانین مفیدی توسط مؤسسات مسئول بهداشت کشورهای مختلف تنظیم و اجرا شده است. رعایت نکردن این مقررات از طرف تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان، زیان‌های جبران‌ناپذیری به دنبال خواهد داشت، بنابراین انتخاب انواع موجود در بازار و مصرف صحیح آنها توسط مردم باید با دقت لازم صورت پذیرد.



**صابون:** از واکنش چربی‌های حیوانی یا گیاهی (روغن‌های نارگیل، زیتون، ذرت و آفتاب گردان) با مواد قلیایی در دمای بالا صابون تهیه می‌شود که به این فرایند «صابونی شدن» می‌گویند.

در تهیه صابون، چربی‌های حیوانی یا گیاهی را با محلول‌های سدیم هیدروکسید یا پتاسیم هیدروکسید،

در حرارت ۱۳۰ درجه سلسیوس مخلوط کرده و ضمن حرارت دادن و هم زدن طی چند ساعت، واکنش انجام می‌شود. پس از انجام واکنش، صابون و گلیسرین تشکیل می‌شود. معمولاً گلیسرین را با کمک آب نمک از صابون جدا می‌کنند و صابون حاصل را با کمک فرایندهای دیگر به انواع گوناگون برای مصارف مختلف تبدیل می‌کنند.



فکر کنید



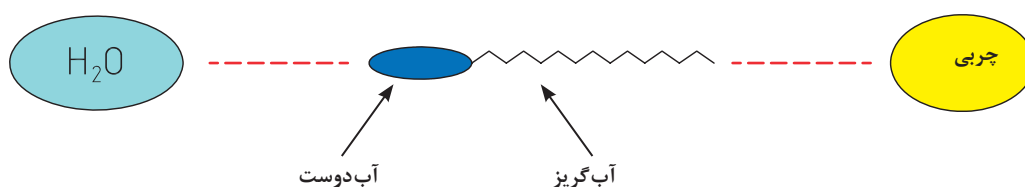
فرایندهایی که روی صابون به دست آمده در مرحله بعدی انجام می شود، چیست؟ و بستگی به چه عواملی دارد؟

پرسش



صابون چگونه به از بین بردن لکه های چربی کمک می کند؟

بخشی از مولکول صابون دارای خاصیت آب دوستی (قطبی) و بخشی دیگر آب گریز (غیر قطبی) است. هنگام تماس با سطوح آلوده به چربی، بخش آب دوست به سوی مولکول های آب و بخش آب گریز به سمت ذرات چربی جهت گیری می نماید. به این طریق مواد چربی از سطح جدا می شوند و به اصطلاح سطح تمیز می شود.



فکر کنید



آیا اثر پاک کنندگی صابون ها به آب مورد استفاده بستگی دارد؟ در مورد پاسخ خود توضیح دهید.

علت سختی آب، وجود نمک های کلسیم و منیزیم و گاهی هم آهن و منگنز است. این نمک های معدنی با صابون وارد واکنش می شوند و مواد نامحلول تولید می کنند، به طوری که با تجمع بر روی لباس ها، باعث تیرگی آنها می شوند.

**فعالیت آزمایشگاهی: تهیه صابون جامد**

مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
کاغذ اندازه گیری PH روغن نباتی سود الکل (اتانول) نمک طعام	توری و سه پایه و گیره چراغ گاز یا گرم کن الکتریکی لوله آزمایش همزن شیشه ای ترازوی آزمایشگاهی با دقت یک گرم بشر



- چون سدیم هیدروکسید، خاصیت خوردگی دارد، کاملاً احتیاط کنید تا با پوست بدن شما تماس حاصل نکند. در صورت تماس، محل مورد تماس را فوراً با مقدار زیادی آب بشویید.  
- موقع آزمایش حتماً از عینک محافظ آزمایشگاهی استفاده کنید.  
- هنگام استفاده از الکل، نزدیک شعله کار نکنید.

### روش کار

- ۱ در یک بشر، ۲۰ میلی لیتر آب مقطر، و ۶ گرم سدیم هیدروکسید بریزید و با احتیاط آن را هم بزنید تا حل شود.
- ۲ در یک بشر دیگر، مقدار ۶ گرم روغن جامد یا مایع بریزید و ۲۵ میلی لیتر الکل اتانول به آن اضافه کنید.
- ۳ محلول سدیم هیدروکسید را به آرامی به بشر دوم اضافه کرده و به ملایمت روی چراغ گرم کنید و مرتباً هم بزنید. با توجه به تبخیر تدریجی آب، هرچند دقیقه، کمی آب مقطر به آن بیفزایید و به عمل حرارت دادن تا مرحله ایجاد توده خمیری شکل ادامه دهید. (در حرارت ملایم، عمل صابونی شدن به ۲-۳ ساعت زمان نیاز دارد)
- ۴ در بشر دیگری حدود ۱۵۰ میلی لیتر آب مقطر بریزید و در آن ۵۰ گرم نمک طعام حل کنید و تا نزدیک نقطه جوش حرارت دهید.
- ۵ سپس توده خمیری شکل را به این محلول اضافه کنید و بشر را در داخل آب سرد قرار دهید تا کاملاً خنک شود در این مرحله ذرات صابون بر روی سطح محلول جمع می شود. این ذرات را جمع کنید و با آب سرد به خوبی بشویید.
- ۶ در آخر توده جامد و خمیری شکل به دست آمده را در قالبی (مثل قوطی کبریت) بفشارید و بگذارید تا خشک شود. به این ترتیب یک قالب کوچک صابون تولید کرده اید.

### پرسش

الکل در تهیه صابون چه عملی را انجام می دهد؟  
چرا شست و شوی نهایی خمیر صابون با آب سرد، در آخر کار از اهمیت به سزایی دارد؟



### فعالیت آزمایشگاهی: تهیه صابون مایع



مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
پتاسیم هیدروکسید (KOH) روغن مایع گیاهی کاغذ اندازه گیری PH ورق ژلاتین الکل صنعتی	سه پایه و توری، چراغ الکلی یا گازی بشر ۲۵۰ میلی لیتری، همزن ترازوی آزمایشگاهی با دقت یک گرم عینک محافظ آزمایشگاهی لوله آزمایش



## روش کار:

- ۱ مقدار ۲۰ میلی لیتر آب مقطر را در یک بشر بریزید و مقدار ۴/۵ گرم پتاسیم هیدروکسید خشک را به آن بیفزایید و هم بزنید تا کاملاً حل شود.
- ۲ در یک بشر دیگر مقدار پنج گرم روغن مایع بریزید و هر دو بشر را روی چراغ تا نقطه جوش حرارت دهید. به محض جوش آمدن، آنها را از روی چراغ بردارید.
- ۳ محلول پتاسیم هیدروکسید را کم کم به روغن اضافه کنید و مداوم هم بزنید.
- ۴ سپس، مقدار ۲۰ میلی لیتر الکل به آن اضافه کنید و محلول را مجدداً با شعله کم حرارت بدهید و هم بزنید تا محلولی ژله مانند حاصل شود. پس از آن، بشر را از روی چراغ بردارید و با احتیاط مقدار ۲۰ میلی لیتر دیگر الکل به آن اضافه کنید و دوباره روی چراغ بگذارید و هم بزنید تا محلول یکنواخت به دست آید، سپس آن را از روی چراغ بردارید و به مدت یک روز با در بسته به حال خود بگذارید.
- ۵ صابون مایع در بالای محلول جمع می شود. آن را با کمک قیف دکانتور، جدا کنید و در یک شیشه دردار تمیز بریزید.
- ۶ یک ورق ژلاتین را در محلولی از ۵ میلی لیتر الکل و ۲۰ میلی لیتر آب حل کنید و آن را به محتوای شیشه دردار اضافه نموده و به خوبی مخلوط کنید. صابون مایع آماده مصرف است.

### نکات ایمنی



\* پتاسیم هیدروکسید بسیار خورنده است. احتیاط کنید تا با پوست بدن شما تماس پیدا نکند.  
\* الکل بسیار آتش گیر است. کاملاً مراقب باشید.

### فکر کنید



- ۱- در مکان های عمومی، استفاده از صابون مایع بهتر است یا جامد؟ چرا؟
- ۲- استفاده از ورق ژلاتین به چه منظور است؟

## شامپوی موی سر

ماده اصلی و پاک کننده در شامپوها، تری اتانول آمین لوریل سولفات است. این ماده به صورت محلول ۴۸ درصد با رنگ کهربایی عرضه می شود. با افزایش آب، خوشبوکننده، مواد تکمیلی مانند نرم کننده ها، رنگ های بهداشتی یا خوراکی و ویتامین های گوناگون مخصوص پوست و موی سر، به تری اتانول آمین لوریل سولفات می توان شامپوهای مختلفی با خواص متفاوت تولید نمود.



مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
ماده خوشبو کاغذ اندازه گیری PH (۱-۱۴) تری اتانول آمین لوریل سولفات	بشر همزن

### فعالیت آزمایشگاهی: تهیه شامپوی موی سر



#### روش کار:

مقدار ۴۰ میلی لیتر آب مقطر را در بشر بریزید و مقدار ۱۰ میلی لیتر تری اتانول آمین لوریل سولفات به آن اضافه کنید و به آرامی هم بزنید تا کاملاً حل شود و در نهایت چند قطره ماده خوشبو به محلول اضافه کنید. به این ترتیب یک شامپوی مناسب و ساده تهیه کرده‌اید. میزان PH شامپو را با کاغذ مخصوص PH، اندازه گیری کنید.

#### تحقیق کنید

۱. در مورد تری اتانول آمین لوریل سولفات و نقش آن در تهیه شامپوی سر گزارشی تهیه کنید.
۲. PH مناسب برای شامپو چه حدودی باید باشد؟
۳. شامپوهای مختلف از چه نظر با هم تفاوت دارند؟



### مایع شیشه شوی

تأثیرات جوی و آلودگی هوا، سطوح شیشه‌ها را که روی پنجره ساختمان‌ها یا روی اتومبیل‌هاست به لکه‌های چربی و دوده آلوده می‌کند، به طوری که با آب به تنهایی و به راحتی پاک نمی‌شوند و لازم است با یک محلول مناسب آنها را پاک کرد. مایع شیشه شوی با فرمول زیر یکی از این مواد است.

### فعالیت آزمایشگاهی: تهیه مایع شیشه شوی



مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
الکل صنعتی محلول آمونیاک آب	بشر یک لیتری همزن شیشه‌ای استوانه مدرج

#### روش کار :

با استوانه مدرج مقدار ۱۰۰ میلی لیتر الکل صنعتی، ۱۰۰ میلی لیتر محلول آمونیاک و ۲۰۰ میلی لیتر آب معمولی را در یک بشر بریزید و هم بزنید. مایع شیشه شوی آماده است. مایع شیشه شوی تهیه شده را روی سطوح شیشه‌ای استفاده کرده و میزان پاک کنندگی آن را اعلام کنید.

محلول آمونیاک باید آنقدر رقیق باشد که بوی نامطبوع و آزاردهنده در محلول ایجاد نکند.

## خمیر دندان



با دوستان هم گروه خود در مورد نقش خمیر دندان در بهداشت فردی و سلامت همگانی جامعه گفتگو کنید.

بحث کلاسی



اجزای سازنده تمیزکننده‌ها و شوینده‌های دندان کاربردهای گوناگونی به شرح زیر دارند:

**مواد براق کننده:** تقریباً نیمی از وزن خمیر دندان را این مواد تشکیل می‌دهند. برخی از آنها عبارت‌اند از کلسیم کربنات، کلسیم فسفات، سدیم سیلیکات.

**مواد نرم کننده:** به منظور حفظ رطوبت خمیر دندان و جلوگیری از سخت و خشک شدن آن از این مواد استفاده می‌شود. از جمله گلیسرین و سوربیتول، که معمولاً به میزان ۲۰٪ وزن کل خمیر دندان مصرف می‌شوند.

**مواد پاک کننده:** از این مواد که در واقع صابون مورد نیاز را تأمین می‌کنند، به میزان ۲٪ در خمیر دندان استفاده می‌شود: برخی از این مواد عبارت‌اند از سدیم لاریل سولفات و منیزیم لاریل سولفات.

**مواد چسبنده:** برای پیوستن اجزای خمیر دندان به یکدیگر، به میزان ۱/۵٪ از این مواد به خمیر دندان اضافه می‌شود. مهم‌ترین این مواد عبارت‌اند از صمغ، کتیرا، ژلاتین و نشاسته.

**مواد شیرین کننده:** به منظور شیرین کردن خمیر دندان، به میزان ۰/۱٪ از این مواد به کار می‌رود. بعضی از آنها عبارت‌اند از سدیم ساخارین و فنیل آلانین. البته بخشی از شیرینی خمیر دندان، حاصل افزودن گلیسرین است.

**مواد خوش بوکننده:** به منظور معطر و مطبوع کردن خمیر دندان، به میزان تقریبی ۰/۱٪ از این مواد افزوده می‌شود. بعضی از این نوع مواد عبارت‌اند از انواع اسانس‌های میوه‌ها، گل‌ها و سبزیجات معطر یا ادویه جات (مانند دارچین و میخک).

**مواد محافظ:** به منظور حفاظت و نگهداری خمیر دندان از فاسد شدن، به میزان تقریبی ۰/۲٪ از این مواد به کار می‌رود و عبارت‌اند از بنزوئیک اسید و تریک متیل پارابن.

**ترکیبات فلوئوردار:** این مواد باعث استحکام مینای دندان می‌شوند و از پوسیدگی آن جلوگیری می‌کنند (مانند سدیم فلوئورید).

**رنگ‌ها:** به منظور دادن رنگ دلخواه به خمیر دندان معمولاً از رنگ‌های خوراکی انتخاب می‌گردد و به آن اضافه می‌شود.

**آب:** به میزان ۲۰٪ آب مقطر، به منظور اختلاط و امتزاج کامل مواد تشکیل دهنده خمیر دندان اضافه می‌شود.

تحقیق کنید



چند نمونه خمیر دندان تهیه کرده، از روی برجسب مشخصات در مورد اجزای تشکیل دهنده خمیر دندان‌ها لیستی تهیه کنید و مشخص کنید هر کدام جز کدام یک از موارد مورد نیاز برای تهیه خمیر دندان است.

### فعالیت آزمایشگاهی: تهیه خمیر دندان



مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
گلیسرین (۲۱ گرم) ژلاتین (۱/۵ گرم) کلسیم کربنات (۵۲ گرم) آب مقطر (۲۲ میلی لیتر) ساخارین (۱/۱۰ گرم) سدیم فلوئورید (۱/۱۰ گرم) اسانس نعناع یا دارچین (۱ گرم) سدیم منوگلیسروسولفات یا سدیم لاریل سولفات (۲ گرم) بنزوئیک اسید (۲/۰ گرم)	ترازوی آزمایشگاهی با دقت دهم گرم بشر ۲۵۰ میلی لیتری همزن برقی پی پت

### روش کار:

۱. هر یک از مواد مذکور را به مقادیر تعیین شده وزن و آماده کنید
۲. مقدار ۲۲ میلی لیتر آب مقطر را با کمک پی پت در بشر بریزید و به ترتیب ساخارین، سدیم فلوئورید، اسانس نعناع یا اسانس دارچین، ژلاتین، سدیم لاریل سولفات یا سدیم منوگلیسروسولفات را نیز به آن بیفزایید و خوب به هم بزنید تا کاملاً مخلوط شوند.
۳. سپس کلسیم کربنات و گلیسرین را نیز به مواد قبلی بشر اضافه کنید و آن را حداقل به مدت ۵ دقیقه با همزن برقی هم بزنید تا یک مخلوط کاملاً یکنواخت حاصل شود، به این ترتیب یک خمیر دندان فلوئوردار تولید کرده‌اید.

فکر کنید



۱. کلسیم کربنات چه خاصیتی به خمیر دندان می‌دهد؟
۲. به چه منظور در خمیر دندان از ترکیبات فلوئوردار استفاده می‌کنند؟
۳. PH مناسب برای خمیر دندان چه حدودی باید باشد؟ چرا؟

## کلد کرم

کلد کرم، کرمی است مرطوب کننده با خاصیت پاک کنندگی پوست ولی کرم نرم کننده برای نرم کردن دست و پا و صورت و جلوگیری از ترک خوردگی آنها مورد استفاده قرار می گیرد. در تهیه کلد کرم، غالباً از موم سفید و روغن بادام استفاده می شود



## فعالیت آزمایشگاهی: تهیه کلد کرم



مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
موم سفید (۴ گرم) روغن بادام (۱۶ گرم) براکس (۰/۱۵ گرم) گلاب (۱۲ میلی لیتر)	بشر همزن چراغ گازی یا حمام بن ماری سه پایه و توری فلزی ترازوی آزمایشگاهی

## روش کار:

- هر یک از مواد مذکور را به مقدار مورد نظر توزین کنید.
- موم و روغن بادام را در داخل یک بشر کوچک (حدود ۵۰ میلی لیتری) بریزید، سپس در یک بشر بزرگ تر (حدود ۲۰۰ میلی لیتری) مقداری آب بریزید و روی چراغ بگذارید و با شعله ملایم آن را گرم کنید.
- بشر حاوی موم و روغن بادام را در داخل بشر بزرگ بگذارید تا موم با حرارت غیر مستقیم، ذوب شود.
- در بشر سوم، براکس و گلاب را با مقداری که نوشته شده با هم مخلوط نمایید و روی چراغ گرم کنید و هم بزنید تا براکس در گلاب حل شود. (توضیح: براکس در مایعات آبی کاملاً حل نمی شود. پس اگر تمام آن را در گلاب حل نشد و کمی باقی ماند، اشکالی ندارد.)
- حال گلاب و براکس را در حالت گرم، داخل بشر حاوی موم و روغن بادام بریزید و خوب به هم بزنید، سپس بشر را از درون بشر بزرگ خارج کنید و مرتب هم بزنید تا سرد شود.

نقش هریک از مواد مورد استفاده در کرم (موم، براکس، روغن بادام و گلاب) چیست؟

تحقیق کنید



## فعالیت آزمایشگاهی: تهیه کرم نرم کننده



مواد مورد نیاز	وسایل مورد نیاز
وازلین ( ۵ گرم) گلیسرین ( ۷/۵ گرم) لانولین ( ۵ گرم)	بشر ۵۰ میلی لیتری ترازوی آزمایشگاهی

### روش کار :

- ۱ هریک از مواد بالا را به اندازه مذکور، با ترازو وزن کنید و در بشر بریزید
- ۲ بشر را روی چراغ کمی گرم کنید (توجه داشته باشید خیلی گرم نشود) و خوب به هم بزنید. آنگاه آن را از روی چراغ پایین بیاورید و به مدت ۲ دقیقه دیگر نیز هم بزنید تا سرد شود، کرم آماده مصرف است.

فرق اساسی بین کلد کرم و کرم نرم کننده چیست؟

پرسش



### تمرین

- ۱ سه منشأ تهیه داروها را نام ببرید.
- ۲ برای آنکه یک دارو بتواند به بازار عرضه شود، چه مراحل را باید بگذراند ؟
- ۳ کلمات زیر را تعریف کنید :  
الف. ماده مؤثر  
ب. ماده جانبی
- ۴ چرا علم داروسازی را می توان پیونددهنده رشته های علمی و فنی مختلف دانست؟
- ۵ مواد اولیه صابون ها را نام ببرید.
- ۶ تفاوت بین صابون های سدیمی و پتاسیمی چیست ؟ و کاربرد آنها کدامند ؟
- ۷ چه ترکیبات دیگری به صابون ها برای بهبود عملکرد آنها اضافه می شود؟
- ۸ نحوه زدودن چربی ها را از سطح توسط صابون شرح دهید.
- ۹ علت سختی آب چیست ؟
- ۱۰ چند نوع مواد آرایشی را نام ببرید.
- ۱۱ چند نوع مواد اولیه را که در تهیه مواد آرایشی به کار می رود، نام ببرید.

## ارزشیابی شایستگی تهیه فرآورده های شیمیایی در آزمایشگاه

### شرح کار:

- تهیه مواد و وسایل لازم
- انجام کار طبق دستورالعمل مربوطه
- رعایت نکات ایمنی ضمن کار
- تدوین گزارش کار

### استاندارد عملکرد:

تهیه فرآورده های شیمیایی از مواد لازم طبق دستورالعمل آزمایشگاه

### شاخص ها:

- اطمینان از سلامت مواد اولیه ساخت محصول
- تهیه محصول مورد نظر با خطای در حد مجاز طبق دستورالعمل
- انجام کار با حداقل ریخت و پاش

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: مکان آزمایشگاه

زمان: یک جلسه آموزشی

ابزار و تجهیزات: ترازو- همزن برقی - ابزارآلات شیشه ای - مواد اولیه لازم

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تهیه چند نمونه فرآورده معدنی در آزمایشگاه	۱	
۲	تهیه چند نمونه فرآورده آلی در آزمایشگاه	۱	
۳	تهیه چند نمونه فرآورده آلی - معدنی در آزمایشگاه	۱	
۴			
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی: استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: کاربرد علم شیمی در زندگی توجهات زیست محیطی: جلوگیری از ریخت و پاش مواد شیمیایی شایستگی های غیر فنی: کار تیمی، مدیریت منابع و تجهیزات، اخلاق حرفه ای، مستند سازی و ...	۲	
میانگین نمرات			*

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

## فصل 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، حمل و نقل صحیح و ایمن کپسول‌های گازی، باز و بسته کردن شیر رگلاتور، 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، لازم است.

در این بخش نحوه چیدمان کپسول‌ها در انبار و آزمایشگاه، انواع تسمه‌های نگهدارنده کپسول‌های گازی، انواع تجهیزات حمل و نقل 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، دتکتورهای گازهای سمی و آتشگیر، انواع رگلاتورها و موارد استفاده آنها، انواع خطرات کار با سیستم‌های 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 جدا کردن 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 به طور صحیح و ایمن انبارداری کنند.
- ۲ حمل و نقل صحیح و ایمن کپسول‌های گازی را انجام دهند.
- ۳ انواع کپسول‌های گازی را شناسایی کنند.
- ۴ شیر رگلاتور، 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 محوله، پیروی از قوانین آزمایشگاهی؛
- ۲ مدیریت منابع: مدیریت مؤثر زمان، استفاده از مواد و تجهیزات با روش‌های صحیح؛
- ۳ کار تیمی: حضوری فعال در فعالیت‌های تیمی؛ انجام کارها و وظایف محوله؛
- ۴ مستندسازی: گزارش‌نویسی فعالیت‌های آزمایشگاهی

## ۱-۵- کپسول‌های گازی تحت فشار

یک گاز تحت فشار به هر ماده یا مخلوطی گفته می‌شود، که در دمای ۲۰ درجه 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، جابه جایی و نیز شارژ مجدد این کپسول‌ها به روش‌های غیرایمن صورت می‌گیرد در نتیجه، افزایش ریسک دور از انتظار خواهد بود.

خطر کاربرد گازهای تحت فشار به مراتب بیش از مواد مایع و جامد است. کپسول‌های گاز با توجه به نوع محتوای آن می‌تواند سمی، اشتعال‌پذیر، خورنده، اکسیدکننده، خنثی و گاهی دارای چند نوع خطر همزمان باشد. 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 دسته اصلی از گازها را نشان می‌دهد. طبقه‌بندی گازها براساس خصوصیات فیزیکی گازها و الزامات انبار داری، حمل و نقل و استفاده از گاز است.

جدول (۱-۵) طبقه‌بندی گازها

مثال	گروه	لوزی خطر
گازهای استیلن، هیدروژن؛ گاز فشرده مایع شده (LPG)	گاز اشتعال‌پذیر	
هوای فشرده، نیتروژن، آرگون، دی اکسید کربن، هلیوم	گازهای غیراشتعال‌پذیر و غیر سمی	
اکسیژن، نیتروژن اکسید، گاز مخلوط (۵۰٪ اکسیژن و ۵۰٪ نیتروژن اکسید)	گاز اکسید کننده با خطر کم	
متیل برماید، آمونیاک، گاز کلر	گاز سمی	



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 نگه داری نموده و با اتصالات مناسب (زنجیر یا تسمه چرمی) و در بالای مرکز ثقل به اشیاء 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 به عنوان بخشی از یک مدار الکتریکی واقع شود اجتناب نمایید. شکل (۱-۵) انواع تسمه‌ها و یا کمربندهای ایمنی کپسول‌های گازی را نشان می‌دهد.



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 داده و براساس نوع گاز گروه بندی نمایید. به عنوان مثال، گازهای قابل اشتعال را نباید در مجاورت گازهای اکسیدکننده قرار داد.  
- کپسول‌های گاز استیلن را همواره در حالت ایستاده نگهداری نمایید. در صورتی که کپسول گازی 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 قابل اشتعال را حتی الامکان به وسیله یک دیوار مقاوم (با ارتفاع ۱/۵ متر و قابلیت ۳۰ دقیقه مقاومت در برابر آتش سوزی) و یا در فاصله حداقل ۶ متری از کپسول‌های اکسیژن و مواد اکسیدکننده قرار دهید.  
- هر کپسول دارای کلاهکی است که از دريچه 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 و به دیوار یا یک میز زنجیر نشده است، از برداشتن کلاهک خودداری شود.

- حتماً با برچسب زدن روی هر کپسول، گاز درون آن مشخص شود.
- هرگز اتصالاتی را که کارخانه سازنده رگولاتور روی آن تعبیه نموده با اتصالات سایر تجهیزات گازی جایگزین ننمائید.
- کپسول‌هایی که برای مدت زمان بیشتر از ۳۶ ماه ذخیره شده‌اند، نباید مورد استفاده قرار گیرند.
- 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 نموده 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 نمائید.

▶ نمایش فیلم تجهیزات نگهداری و حمل و نقل

پرسش



با توجه به اشکال زیر کدام یک چیدمان صحیح کپسول‌های گازی را نشان می‌دهد. مواردی که صحیح نیست، 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



کدامیک از اشکال 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 حتما گیج و رگولاتور 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 کرده و از وسائل مخصوص جا به جا کردن کپسول ها که دارای کمر بند ایمنی هستند، استفاده شود.
- در هنگام جا به جایی دقت داشته باشید که آسیبی به شیرها و دیگر اتصالات وارد نشود، همچنین از این لوازم (شیرها و اتصالات و...) برای حمل و نقل و بلند کردن استفاده نشود.
- کپسول های اکسیژن یا متعلقات مربوط به آن را نباید با دست ها، دستکش ها و یا پارچه آلوده به روغن جا به جا نمود.
- در هنگام جا به جایی، شیر کپسول باید بسته و شیلنگ ها به طور منظم و به شکل حلقه جمع آوری شده باشند.
- برای جا به جایی کپسول های بزرگ از گاری مخصوص که در شکل (۲-۵) نشان داده شده است، استفاده نموده 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 شود.



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

نمایش فیلم حمل و نقل دستی

پرسش

چرا یک کپسول گازی نباید روی زمین غلتانده شود؟

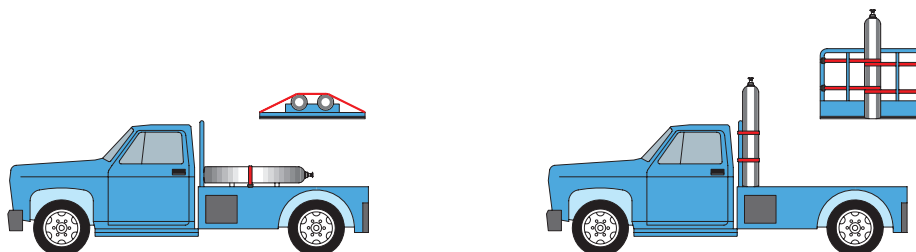


### حمل و نقل کپسول با وسایل نقلیه

- 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 به‌نحو اطمینان بخشی مهار نمود تا از برخورد به یکدیگر در حین جابه‌جایی جلوگیری گردد.

- در وسایل نقلیه در محلی که کپسول‌های گاز تحت فشار و گاز 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 کلاسی



پرسش



در شکل زیر موارد خطا را بیان کنید



**فعالیت آزمایشگاهی:** بستن صحیح کمر بند ایمنی و حمل و نقل کپسول گازی

هنر جویان 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.

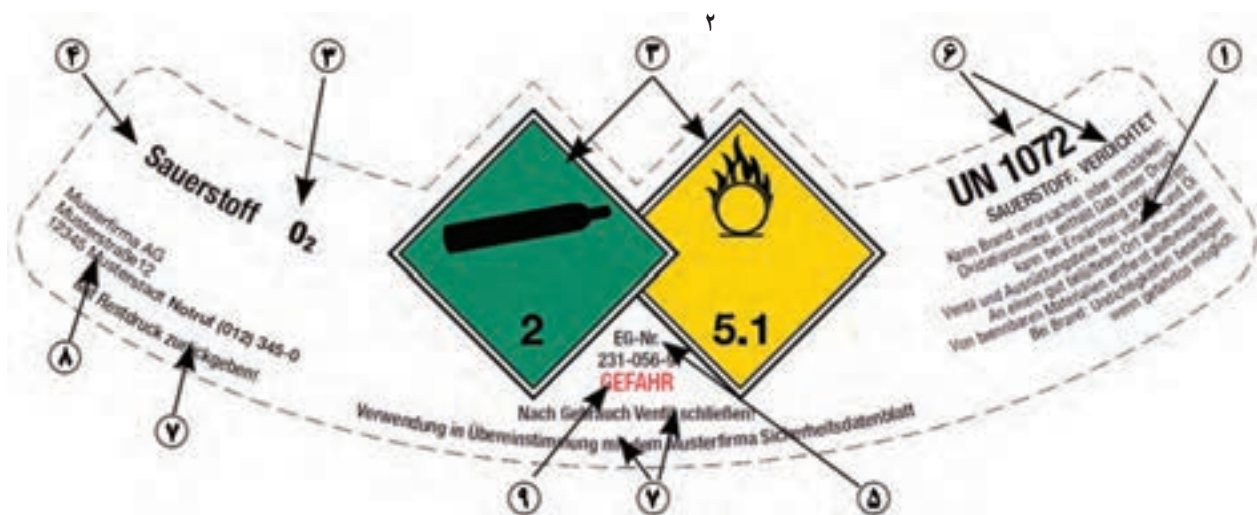


## نحوه شناسایی کپسول‌های گازی

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).



- ۱ مشخصات خطرات و ایمنی
- ۲ اطلاعات مربوط به نوع خطر گاز درون کپسول
- ۳ نوع گاز درون کپسول (در اینجا اکسیژن)
- ۴ نام گاز (به زبان آلمانی اکسیژن می شود)
- ۵ EG number
- ۶ نام گاز و عدد مشخصه گاز فشرده
- ۷ شرکت سازنده
- ۸ آدرس شرکت سازنده
- ۹ ذکر علائم ( اینجا به زبان آلمانی خطر می شود )



شکل ۴-۵. برچسب شناسایی یک کپسول گازی





شکل ۵-۵. طبقه‌بندی رنگ کپسول‌ها

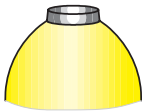

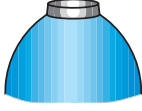

## رنگ‌های مرتبط با شناسایی مواد درون کپسول‌های گازی تحت فشار

جهت تشخیص محتوا یا خطرات گاز و امکان تفکیک بهتر کپسول‌ها در عملیات جابه‌جایی، کپسول‌ها را با رنگ‌های کدبندی شده، رنگ آمیزی می‌کنند. رنگ‌های کدبندی شده باید مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۳۰۴ باشد. کاربر، 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 بصورت استفاده نشده و با توضیحات مناسب به فروشنده ارجاع داده شوند.

طبقه‌بندی رنگ کپسول بر اساس نام گاز: در این طبقه‌بندی برای هر گاز معین رنگ خاصی در نظر گرفته شده است که رنگ‌ها و گازهای مربوط به آنها را در شکل (۵-۵) مشاهده می‌کنید.

## طبقه‌بندی رنگ کپسول بر اساس میزان خطر

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

مثال	شمایی از کپسول	کد رنگ کپسول	نوع گاز
آمونیاک - کلر - فلوئور - کربن منواکسید - گوگرد دی اکسید		زرد	گازهای سمی و خورنده
هیدروژن - متان - اتیلن		قرمز	گازهای اشتعال پذیر
نیتروژن - اکسیژن		آبی روشن	گازهای اکسید کننده
هوای فشرده - نئون		سبز روشن	گازهای بی اثر

## ۲-۵- آشکار سازها<sup>۱</sup> (دکتورها)

فکر کنید



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

### آشکار سازها یا دکتورهای گازی



شکل ۶-۵- آشکار ساز چهار گاز

دکتورهای گازی تجهیزاتی هستند که به منظور شناسایی و مانیتورینگ<sup>۲</sup> گازهای سمی، قابل اشتعال و انفجار، گازهای اکسیدکننده و به طور کلی گازهای خطرناک مورد استفاده قرار می‌گیرند. دستگاه‌های گازسنج مجهز به سیستم‌های اعلان و اخطار دیداری و شنیداری (صوتی) بوده و در برخی از مدل‌ها (قابل حمل یا پرتابل) از ویبراتور<sup>۳</sup> یا لرزاننده نیز برای اعلان خطر به کاربران استفاده می‌گردد.

**انواع آشکار سازها:** آشکار سازها به دو دسته ثابت<sup>۴</sup> و قابل حمل<sup>۵</sup> طبقه‌بندی می‌گردند که هر یک ویژگی‌های خود را داشته و در کاربری‌های متناسب مورد استفاده قرار می‌گیرد. آشکار سازهای ثابت در محل مربوطه نصب شده و خروجی خود را از طریق کابل یا به صورت بی‌سیم به پانل کنترل کننده ارسال می‌کنند

و نوع قابل حمل نیز جهت به وجود آوردن امنیت بیشتر برای افرادی است که قصد حرکت در محل‌هایی را دارند که در آنها امکان خطر نشت انواع گازهای سمی یا قابل احتراق وجود دارد، استفاده می‌شود.

آشکار سازهای گاز نیز بسته به انواع گازهای موجود در محل می‌توانند میزان یک تا چند گاز را سنجیده، در صفحه نمایشگر خود نشان داده و در صورت لزوم به شخص حمل‌کننده اعلان خطر کند که البته شایان ذکر است به منظور آشکار سازی هر گاز، نیاز به یک سنسور جداگانه در دستگاه است و همین امر باعث متنوع شدن مدل‌هایی از آشکار سازها در میان برندهای مختلف شده است. شکل (۶-۵) یک آشکار ساز چهار گاز را نشان می‌دهد که قابلیت مشخص کردن و آشکار نمودن نشتی چهار گاز را در محیط کار دارد.

#### طرز کار دستگاه:

- دستگاه را به مدت ۳۰ ثانیه در محیط غیر آلوده به گاز نگاه داشته 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، می‌توان دستگاه را به محل مشکوک به نشت گاز برده و مقادیر نشت گاز را اندازه‌گیری نمود.
- با بالا رفتن مقدار نشتی، صدای دستگاه نیز افزایش خواهد یافت. میزان گاز به صورت ppm<sup>۶</sup> بر روی صفحه نمایشگر نشان داده می‌شود.

۱- Detector

۲- monitoring

۳- vibrator

۴- Fixed Gas Detector

۵- Portable Gas Detector

۶- ppm (یک قسمت در میلیون)



## فعالیت آزمایشگاهی: کار کردن با دکتور (آشکار ساز) گازی

با کمک نمایش فیلم مربوط به دکتورها، با دکتور گازی به صورت عملی کار کنید.

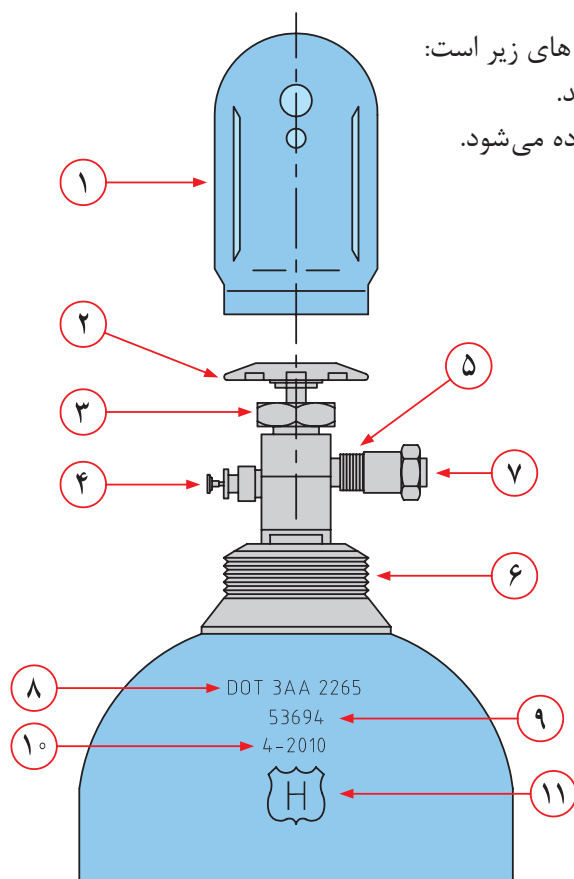
فیلم آشکار ساز ▶

پرسش



- ۱- برای تست نشتی کپسول گاز غیرسمی کدام یک از روش های زیر مناسب تر است، چرا؟  
(الف) استفاده از بطری آب و صابون (ب) استفاده از شعله گاز (پ) استفاده از دستگاه تشخیص گاز
- ۲- برای تست نشتی کپسول گاز سمی کدام یک از روش های زیر مناسب تر 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



کپسول های گازی اجزای مختلفی دارد که شامل قسمت های زیر است:

- ۱ درپوش کپسول که از شیر کپسول محافظت می کند.
- ۲ شیر دستی که برای باز کردن و بستن کپسول استفاده می شود.
- ۳ مهره محکم کننده شیر.
- ۴ شیر رهاسازی گاز که هنگام بالا رفتن فشار به گاز اجازه رها شدن در محیط را می دهد.
- ۵ اتصال شیر خروجی که به رگولاتور فشار یا جریان متصل می شود. این قسمت تابع نوع گاز است و با CGA نشان می دهند. به عنوان مثال CGA شماره ۳۵۰ برای گاز هیدروژن است.
- ۶ رزوه کپسول که در مواقعی که کپسول استفاده نمی شود، درپوش روی آن بسته می شود.
- 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 پر شدن کپسول
- ۱۱ نشان دهنده انجام هیدروتست

شکل ۷-۵. اجزای مختلف یک کپسول گازی

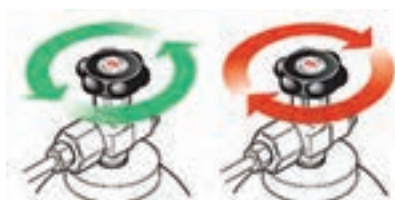
## شیر کپسول گاز

شیر کپسول یکی از اجزای مهم کپسول است که بر ایمنی کلی آن مؤثر است. شیرها بنابر کاربرد کپسولها متفاوت هستند. به عنوان مثال، بعضی از آنها برای باز پس گیری مایعات طراحی شده‌اند و بعضی از آنها برای باز پس گیری گازها. شیر کپسولها با استفاده از فلکه دستی یا خار اهرمی باز می‌شوند. 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 می‌شود و با چرخش در جهت ساعت شیر بسته می‌شود).

نکات ایمنی



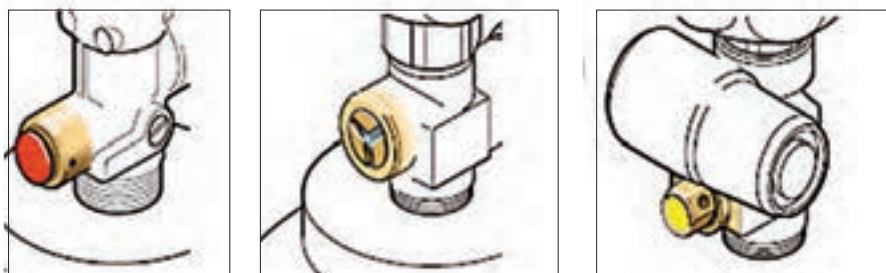
شیر کپسول گاز مکانیسم ایمنی اولیه در یک کپسول گاز است و نباید دستکاری شده باشد. اقدام به تعمیر شیر کپسول بسیار خطرناک است و در صورت وجود نقص یا نشستی فوراً با تأمین کننده تماس حاصل فرمایید و در صورت امکان کپسول را به هوای آزاد یا محلی با تهویه مناسب و دور از هرگونه منبع گرمایی یا جرقه انتقال دهید. هیچ‌گاه نوار تفلون، روغن یا مواد آب‌بندی به رزوه‌های 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 رگولاتور چپ گرد هستند. برای جلوگیری از هرگونه اشتباه، سائز شیرهای کپسولهای حاوی هوا و ازت با کپسولهای حاوی اکسیژن در مصارف پزشکی متفاوت است. شیرها هرگز قبل از بسته شدن رگولاتور باز نشوند. شیر کپسول همیشه به آهستگی باز گردد.



باز کردن

بستن

شکل ۸-۵. جهت باز 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 آزاد سازی فشار

## رگولاتور گاز

رگولاتور مهم ترین دستگاه ایمنی کپسول است که قبل از استفاده از کپسول بر روی آن نصب می شود. رگولاتور، فشار بالای کپسول را به میزان مورد نیاز کاهش می دهد. رگولاتورهای یک مرحله ای برای استفاده کوتاه مدت و رگولاتورهای دو مرحله ای برای مدت طولانی استفاده می شود. رگولاتور نیز از جنس های مختلف (به طور عمده برنج یا فولاد ضد زنگ) ساخته می شود.

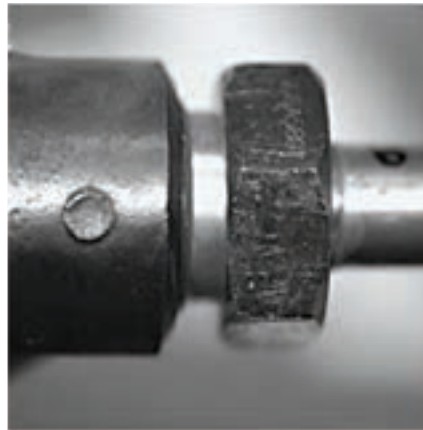
نکات ایمنی



۱. رگولاتورها برای اتصال مستقیم به کپسول طراحی شده اند، لذا از نصب اتصالات اضافی، زدن نوار تفلون و مواد روان کننده هنگام نصب رگولاتور به کپسول خودداری گردد.
۲. رگولاتورهای گازهای قابل اشتعال چپ گرد هستند و وجود یک برش بر روی مهره، آنها را از رگولاتورهای گازی غیر قابل اشتعال متمایز می کند.



چپ گرد (رگولاتور گازهای قابل اشتعال)



راست گرد (رگولاتور گازهای غیر قابل اشتعال)

شکل ۱۰-۵. تفاوت رگولاتور گازهای قابل اشتعال و غیر قابل اشتعال

## دستور العمل بستن رگولاتور به کپسول گاز و آماده سازی سیستم گازی

وسایل و مواد مورد استفاده:

- البسه ایمنی 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؛
- رگولاتور سالم و مناسب کپسول گازی انتخاب شده؛
- آچار مناسب برای بستن رگولاتور به کپسول گاز؛
- کپسول آتش نشانی؛

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 داده و با کمک اتصالات مناسب (زنجر یا تسمه چرمی) و در بالای مرکز ثقل به اشیاء ثابت یا دیوار محکم کنید.

۲ البسه مناسب ایمنی 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 نموده، سپس بلافاصله ببندید 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.

نکات ایمنی



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.

تحت 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 نمائید.



۱۰-۵. رگولاتور گازی

- ۴ شیر خروجی رگولاتور (شیر A) را چک کنید که بسته باشد (در جهت عقربه‌های ساعت بسته می‌شود)
- ۵ شیر کنترل جریان (شیر B) را چک کنید که بسته باشد (در جهت خلاف عقربه‌های ساعت بسته می‌شود).
- ۶ بادست رگولاتور را به کپسول ببندید، سپس با آچار مخصوص محکم کنید در ضمن بیش از حد رگولاتور را محکم ننبدید و از تفلون به دلیل نشتی و خطا در فشار سنج استفاده نکنید. (توجه کنید که بعضی از رگولاتورها مثل هیدروژن، استیلن و گازهای سوختی چپ گرد هستند. اکثر رگولاتورها مثل آرگون، هلیوم و ... راست گرد هستند).
- ۷ به آهستگی بر خلاف جهت عقربه‌های ساعت شیر گاز را باز کنید تا فشار داخل کپسول (فشار سنج C) نشان داده شود.
- ۸ شیر متصل به کپسول گاز (شیر B) را به آهستگی باز نمائید 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 دیوکسید، 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 چک کنید.



تست نشتی بعد از بستن رگولاتور



نحوه بستن رگولاتور به کپسول

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

نکات ایمنی



- 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 تنظیم رگولاتور به طور مستقیم به شیشه یا صفحه پلاستیکی روی آن نگاه نکنید.  
- در صورتی که از کپسول‌های حاوی گازهای قابل اشتعال یا قابل انفجار استفاده می‌شود، حتماً باید کپسول آتش نشانی در محل وجود داشته باشد.  
- در مورد کپسول‌های گاز استیلن، به منظور آمادگی برای بستن سریع شیر خروجی در مواقع اضطراری، آن را بیش از یک و نیم دور باز ننموده و در صورتی که قابلیت باز 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 قرار دادن و... استفاده ننمائید. زیرا خطر انفجار وجود دارد.



- بخاطر مسائل ایمنی و خطرات احتمالی هرگز از شعله یا آب جوش برای گرم کردن شیرهای یخ زده در کپسول‌ها که در شکل روبرو نشان داده شده است، استفاده ننمائید.  
- 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 آسیب دیدگی اعضای داخلی بدن و بیرون آمدن چشم از حلقه و... بر اثر شوخی با فشار گاز وجود دارد.  
- شلنگ‌ها را باید قبل از استفاده امتحان نمود و در صورت مشاهده هرگونه آسیب دیدگی می‌باید دور ریخته شوند.  
- به هنگام استفاده از شلنگ باید کاملاً باز شده باشند. احتمال انفجار، نشتی و حریق در شلنگ‌های چنبره زده و یا حلقه شده بسیار زیاد است.

شکل ۱۱-۵. شیر و اتصالات یخ‌زده

### دستورالعمل باز کردن رگولاتور از کپسول گاز خالی و ارسال کپسول به انبار

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

### برای باز کردن رگولاتور مراحل کاری زیر باید انجام گیرد:

- ۱ شیر اصلی کپسول گاز را ببندید؛
- ۲ به آهستگی شیر خروجی رگولاتور (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، سیستم را با یک گاز خنثی و خشک (مثل 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 داده تا اقدامات لازم برای ارسال و پرکردن کپسول انجام گیرد.

نمایش فیلم باز و بستن رگولاتور



برگه وضعیت کپسول گازی



باز کردن رگولاتور از کپسول



نحوه باز کردن درپوش از کپسول

## ۴-۵- نشتی یابی

وقتی که یک کپسول گاز (به احتمال زیاد کپسول خالی) از سیستم باز شده و قرار است یک کپسول پر جایگزین شود، بعد از بستن رگولاتور و متعلقات آن به کپسول و به خط لوله جریان، سیستم مورد تست نشتی قرار می گیرد. که مراحل کار به صورت زیر است:

۱ در ابتدا توسط یک کپسول هوای فشرده یا گاز ازت (نیتروژن) سیستم را تحت فشاری (۱۰٪ بالاتر از فشار عملیاتی) قرار می دهیم که در مورد گازهای غیر سمی می توان از همان کپسول گاز غیر سمی برای تست 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 تست نشتی قرار می گیرد خاصیت خوردگی نداشته باشد) بررسی کرده و اگر حبابی از قسمت اتصالات مکانیکی (مهره و فیتینگ ها) ملاحظه گردید به وسیله سفت کردن می توان نشتی گاز را برطرف نمود و در صورتی که نشتی از اتصالات جوش باشد باید برای ترمیم، فشار سیستم خالی شده و مجدداً جوشکاری شود و بعد از پایان جوشکاری، باید تست نشتی تکرار شود؛

۴ سیستم را با پارچه تمیز خشک کنید؛

۵ گاز درون سیستم را به محیط ایمن تخلیه کنید تا فشار سنج فشار صفر را نشان دهد.



۱. در صورتی که محل اتصالات قابل دسترسی نباشد سیستم را تحت فشار (۱۰٪ بالاتر از فشار عملیاتی) قرار داده و فشار مربوط به فشار سنج را ثبت نموده و بعد از یک ساعت مجدداً فشار را یادداشت نموده و در صورتی که فشار تغییری نکرده باشد، سیستم 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 ۱۲-۵. تست نشستی

### فعالیت آزمایشگاهی: روش باز و بستن رگولاتور به کپسول و انجام تست نشستی



وسایل و مواد مورد نیاز: رگولاتور، آچار مخصوص و ظرف حاوی آب و صابون  
با رعایت نکات ایمنی، رگولاتور را به کپسول گازی بسته و تست نشستی گاز را انجام داده، سپس رگولاتور را باز کرده و کپسول را آماده ارسال به انبار بنمائید.

### تخلیه گاز و ارسال کپسول خالی

برای تخلیه گاز و ارسال آن باید به نکات زیر توجه نمود:

- قبل از جدانمودن گیج و رگولاتور از کپسول خالی، شیر کپسول را بسته و گاز موجود در مسیر را به یک محیط ایمن تخلیه نمایید.

(فشار کپسول‌های خالی مساوی فشار محیط (حدود ۱ بار) است، لذا خالی بودن کپسول به معنای نبود گاز درون آن نیست)؛

- گیج و رگولاتور را پس از انجام کار از کپسول خالی جدا نموده 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 شارژ 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 از کپسول‌های حاوی گازهای قابل اشتعال یا قابل انفجار استفاده می‌شود، حتماً باید کپسول آتش‌نشانی در محل وجود داشته باشد.



در تخلیه محتوای کپسول گاز، مسیر خروجی از شیر کپسول نباید بطور مستقیم به سمت فرد یا افراد باشد.

گازهای قابل اشتعال را تحت شرایط معین و کنترل شده، همانگونه که تأمین کننده توصیه نموده است، می توان تخلیه نمود.

مایعات و گازهای برودتی (مانند اکسیژن مایع، هیدروژن، هلیوم) 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 است به پزشک مراجعه گردد.



گازهای خورنده یا سمی نباید به طور مستقیم به هوای محیط تخلیه شوند.

به منظور دفع یا دور ریختن 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.

### چک لیست ایمنی کپسول های گاز تحت فشار



تاریخ بازدید: تاریخ بازدید مجدد: محل استقرار دستگاه :

ردیف	عناوین	شرایط	
		مناسب	نامناسب
۱	محل استقرار کپسول (خارج از محیط کار، ایستاده، دور از حرارت 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 تست هیدرولیکی کپسول		

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

۲۱	رعایت و نصب دستورالعمل‌های ایمنی در جوشکاری با گاز		
۲۲	وضعیت سیستم آتش نشانی (اعلام و اطفاء حریق) در آن قسمت		
۲۳	دور بودن کپسول‌های گازی تحت فشار از منابع گرمایی مانند نور مستقیم، شعله، حرارت و جرقه		
۲۴	بستن شیر اصلی قبل از جابه‌جا کردن کپسول‌های گازی تحت فشار یا پس از اتمام کار		
۲۵	استفاده از رگولاتور مناسب با نوع گاز داخل کپسول		
۲۶	انجام آزمون نشتی در محل نصب رگولاتور و اتصالات با کف صابون		
۲۷	مناسب بودن محل نگهداری کپسول‌ها از لحاظ از تهویه مناسب		
۲۸	مناسب بودن محل نگهداری کپسول‌ها از لحاظ نرسیدن آب و رطوبت به کف کپسول‌ها		
۲۹	ایمن بودن لوله‌کشی به محل مصرف و استفاده از مصالح مناسب و استاندارد		
۳۰	مناسب بودن محل نگهداری کپسول‌ها از لحاظ جابه‌جایی راحت در زمان آتش سوزی		
توضیحات و پیشنهادات :			

## ارزشیابی شایستگی کار با کپسول های گازی

### شرح کار:

- به کمک پرچسب ها و رنگ های روی کپسول ، آن ها را شناسایی کند .
- حمل و نقل و نگه داری کپسول های گازی را با رعایت کامل نکات ایمنی انجام دهد .
- تعویض کپسول های گاز را انجام دهد .
- هنگام تعویض کپسول های گازی تست نشستی انجام شود .
- در صورت کار با گاز های سمی یا آتش گیر نکات ایمنی مربوط به کار با آن ها و MSDS آنها قبلا مطالعه شود .

### استاندارد عملکرد:

تعویض کپسول های خالی و جدا کردن اتصال آنها و جایگزین کردن آن ها با کپسول های پر و بستن کپسول جدید بدون نشستی وبه شکل ایمن

### شاخص ها:

- تعویض کپسول بدون نشستی
- تعویض کپسول در حداکثر ۱۵ دقیقه
- تعویض کپسول های گازی با رعایت نکات ایمنی

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: مکان آزمایشگاه  
زمان : یک جلسه آموزشی  
ابزار و تجهیزات: کپسول گاز ، دتکتور ، آچارفرانسه و...

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	انبارداری ایمن کپسول های گازی	۱	
۲	حمل و نقل صحیح و ایمن کپسول های گازی	۱	
۳	شناسایی انواع کپسول های گازی	۱	
۴	باز و بستن شیر رگلاتور به کپسول های گازی		
۵	تخلیه گاز خط جریان به طور ایمن		
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی : استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش : توجهات زیست محیطی: جلوگیری از تخلیه گازهای سمی و آلوده کننده به محیط زیست شایستگی های غیر فنی : اخلاق حرفه ای ، مدیریت منابع ، کار تیمی ، ...	۲	
میانگین نمرات			*

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

## واحد یادگیری ۶

### امحای مواد زائد 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 مواد زائد آزمایشگاهی، برچسب‌های گروه‌های مختلف مواد شیمیایی، انواع ظروف جداسازی و جمع‌آوری مواد شیمیایی، نحوه جمع‌آوری بدون ریخت و پاش، انواع مواد آتشگیر، سمی و خورنده آزمایشگاهی، روش خنثی‌سازی موقت مواد زائد آزمایشگاهی، جوانب ایمنی و آثار مخرب حاصل از واکنش‌های خنثی‌سازی، مواد زائد قابل بازیافت، روش‌های مختلف بازیابی، روش‌های حمل و نقل ظروف مواد زائد، روش‌های دفع مواد زائد قابل سوختن، بسته‌بندی و حمل ایمن مواد زائد آزمایشگاهی تا محل تحویل به واحد ضایعات، امحا به روش دفن، کاملاً آشنا بوده و به حفظ محیط زیست به عنوان خلقت خداوندی ایمان داشته و از آلوده کردن محیط زیست با مواد زائد و ضایعات آزمایشگاهی اجتناب ورزد.

#### استاندارد عملکرد

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

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

#### شایستگی‌های فنی:

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

#### شایستگی‌های غیرفنی:

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

## ۵-۵- مواد زائد آزمایشگاهی

بحث کلاسی

در مورد هر کدام از ضایعات بالا چه می دانید؟ راجع به آنها در کلاس بحث کنید؟



ضایعات رادیواکتیو

زباله های خانگی

ضایعات شیمیایی

ضایعات عفونی

تیز و برنده

### طبقه بندی ضایعات

- ضایعات شیمیایی

- ضایعات رادیواکتیو

- برنده ها

- ضایعات بدون خطر

- ضایعات عفونت زا (بیشتر مربوط به آزمایشگاه های بیمارستانی است)

**ضایعات شیمیایی:** این گروه شامل ضایعاتی می شوند که تحت قوانین ضایعات خطرناک قرار می گیرند و برای سلامت جانداران و محیط زیست، تهدیدکننده هستند. ضایعات این گروه شامل مواد مشتعل شونده، واکنش پذیر، خورنده و سمی است. ضایعات 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 محتوی هر ظرف چه خطراتی را به همراه دارد. به شکل ۳-۵ توجه نمائید.

**ضایعات رادیواکتیو:** ضایعات رادیواکتیو موادی هستند به صورت جامد، مایع و یا گاز که از خود تشعشعات رادیو اکتیو منتشر می کنند، به طور معمول برای امحای ضایعات رادیواکتیو از روش های مختلف دفن استفاده می شود که انتخاب روش مناسب دفن هر زباله بستگی به عواملی مانند نوع ماده (جامد، مایع، گاز)، رادیو ایزوتوپ و نیمه عمر آن، قابلیت اشتعال، قوانین و مقررات، در دسترس بودن مراکز مربوط به نگهداری و دفع زباله و... دارد. به طور معمول این گروه از ضایعات در ظروف مخصوص جمع آوری شده و نهاد ذی صلاح، برای امحاء تحویل می شوند.

**برنده ها:** هر وسیله یا ضایعاتی که نوک تیزی داشته و به داخل پوست فرو رود در این دسته بندی قرار می گیرد.



جدول ۳-۵. برخی از علائم ظروف مواد شیمیایی

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

۱- GHS: Globally Harmonized System

سیستم جهانی برچسب زنی و طبقه‌بندی مواد (این سیستم هنوز به صورت کامل در تمامی کشورها مورد استفاده قرار نمی‌گیرد).



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

### ضایعات بدون خطر:

ضایعاتی که خطر اساسی و زیان آفرینی را برای سلامت انسان یا محیط زیست به وجود نیاورند، ضایعات بدون خطر می‌نامیم. این گروه از ضایعات می‌توانند هر سه حالت جامد، مایع و گاز را دارا باشند. روش‌های معمول امحای این نوع زباله‌ها عبارت‌اند از:

- سوزاندن
- دفع در ضایعات شهری (جامد)
- دفع در سیستم فاضلاب (مایع)
- بازیافت

### ضایعات عفونت‌زا

این نوع ضایعات بیشتر مربوط به فعالیت‌های بیمارستانی و آزمایشگاه‌های بیمارستانی می‌شود که در حیطه بحث این درس قرار ندارند. با این وجود این نوع ضایعات، بخش عمده‌ای از ضایعات هر کشوری را تشکیل می‌دهند. مهم‌ترین مسئله در برخورد با این نوع زباله‌ها این است که بدانید آنها با بسیاری از انواع تماس‌های ساده می‌توانند ناقل بیماری به انسان باشند.



با جستجو در شبکه جهانی وب، ضایعات عفونی و روش‌های امحای آنها را معرفی نمایید.

نمایش فیلم انواع مواد زائد آزمایشگاهی

شناسایی گروه‌های مختلف مواد شیمیایی از روی برچسب ظروف

مواد شیمیایی مختلف را که در اختیار شما قرار داده می‌شود با توجه به برچسب آنها شناسایی نموده و طبقه‌بندی کنید.

شناسایی گروه‌های مختلف مواد شیمیایی				
				مواد قابل اشتعال

				مواد سرطان‌زا
				مواد سمی
				مواد اکسیدکننده
				مواد خورنده

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

نکات ایمنی



### 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 باید افراد 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 بنابه نیاز یا برحسب پژوهش‌ها و اکتشاف‌های جدید این تعداد افزایش می‌یابد. در نتیجه طرز کار و آشنا شدن با خطرهایی که از لحاظ ایمنی ممکن است این مواد به وجود آورند امری ضروری است.

نمایش فیلم ایمنی کار با مواد شیمیایی



نکات ایمنی



اشتباه یا سهل‌انگاری در کار با مواد شیمیایی، جمع‌آوری ضایعات و نگهداری آنها می‌تواند حوادثی کوچک مانند شکل ۵-۱۳ یا حوادثی غیرقابل جبران مانند شکل ۵-۱۴ را به دنبال داشته باشد.



شکل ۵-۱۳. سوختگی دست به علت استفاده نکردن از دستکش مناسب و انجام اقدام اولیه و فوری با ریختن آب سرد روی آن.



شکل ۵-۱۴. 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.

نام شیمیایی ماده **۱**

خطرات ناشی از ماده **۲**

اقدامات پیشگیرانه و احتیاطی و اقدامات اورژانسی **۴**

عنوان شرکت طراح برچسب **۵**

**ISOBUTYL ALCOHOL**

CAS Number: 78-83-1  
DOT Number: UN 112

**DANGER**

Highly flammable liquid and vapor. Causes serious eye damage. May cause drowsiness and dizziness.

Keep away from heat/sparks/open flames/hot surfaces. No smoking. Avoid breathing fumes/mist/vapors/spray. Wear protective gloves/protective clothing/eye protection/face protection. IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses if present. Continue rinsing.

Fill Weight: 123.45 lbs.  
Gross Weight: 145.60 lbs.  
Fill Date: 10/9/2013

Lot No.: 6305051700

See SDS for further information

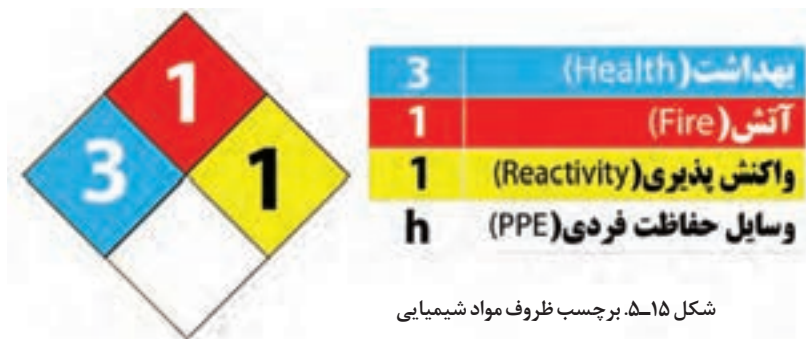
علامت ایمنی **۶**

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

فکر کنید

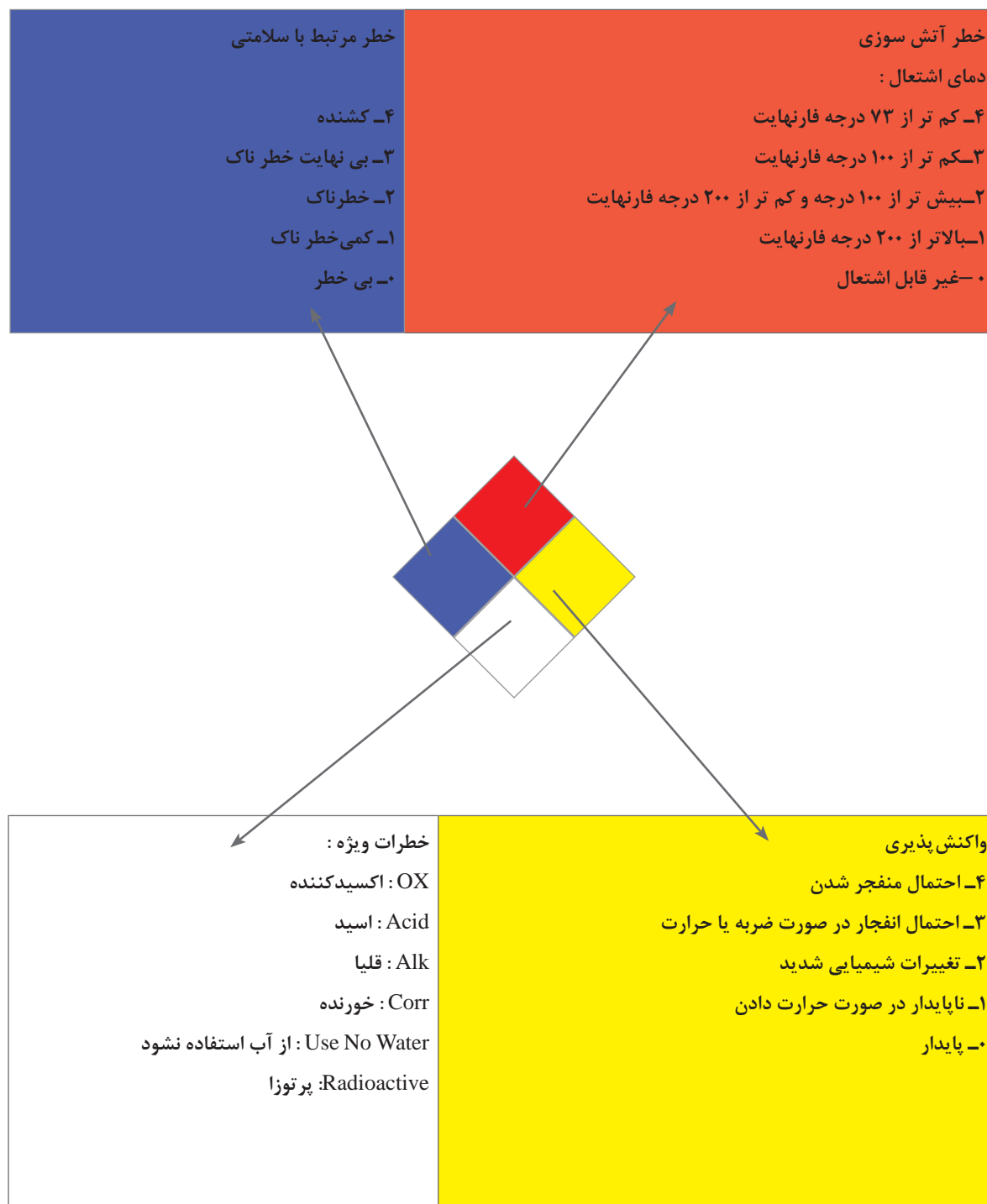
## علامت لوزی (روشی برای طبقه‌بندی خطرات یک ماده شیمیایی)

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



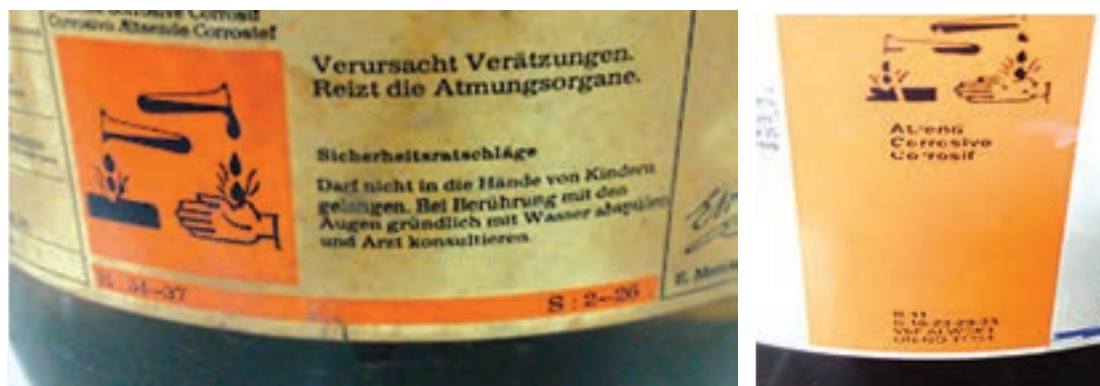
شکل ۱۵-۵. برچسب ظروف مواد شیمیایی

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 (جمع‌همه، شعله آتش، ...) می‌باشد.



شکل ۱۵-۵. 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.  
نشانه سوم: چگونگی مصون ماندن از آن خطر را نشان می‌دهد. این نیز به صورت عبارت عددی است و با حرف S آغاز شده است.  
بر روی برچسب ایمنی شکل (۵-۱۵) نشانه‌های ذکر شده، مشخص شده 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 مناسبند؟

بحث کلاسی



نمایش فیلم در مورد نحوه صحیح جمع‌آوری پسماند مواد شیمیایی



یکی از اصولی که در جمع‌آوری پسماندهای شیمیایی باید توجه کرد اصل تطابق‌پذیری است. که 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، حمل و نقل و امحای آنها می‌باشد. پس از قرار دادن پسماندهای شیمیایی در داخل ظروف مناسب، برای هر اقدام آتی باید بلافاصله برچسب‌گذاری شوند.

در شکل 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"/>	اکسید کننده (واکنش پذیر)	
	موارد دیگر	
تلفن:.....	آقای / خانم .....	مسئول نگهداری و امحا
.....		تاریخ آغاز نگهداری
.....		تاریخ اتمام 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





۱. مواد اشتعال پذیر باید در ظرف های مخصوصی که سرپوشی از جنس نسوز داشته باشند نگهداری شود و مشخصه های آنها روی ظرف ها نوشته شود.
۲. موادی که آتشگیرند و بخار ایجاد می کنند، موادی که با آب به شدت ترکیب می شوند، باید در ظرف های مخصوص کاملاً آب بندی شده به همراه برچسب های مشخص جمع آوری شوند. این گونه مواد را نباید در ظرفشویی ریخت.
۳. برای جمع آوری جیوه باید آن را با گرد روی یا گوگرد به صورت ملغمه جمع کرد. همچنین می توان با زغال فعال آن را از بین برد.

### نکات مهم در انتخاب ظروف مناسب برای جمع آوری پسماندهای شیمیایی

- در طراحی و انتخاب ظروف پسماندهای شیمیایی خطرناک و برچسب گذاری 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 تشکیل دهنده پسماند (تا حداکثر ۱۱ ترکیب اصلی) مشخص شود.
  - واژه پسماند خطرناک، نام و نشانی جمع آوری کننده پسماند، ترکیب و حالت فیزیکی پسماند و جمله ای که ویژگی خطر پسماند را نشان دهد، روی برچسب درج شود.
  - از فرمول ها، علائم و مخفف های شیمیایی استفاده نشود. اسامی آنیونی و کاتیونی برای محلول های آبی حذف نشوند. از اعداد تجربی برای شناسائی، استفاده نشود.
  - زمانی که اولین محموله پسماند داخل ظرف قرار گرفت باید فرم یا 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 می شود 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 می شود.
  - 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 یا رعایت نکردن آن در شکل های داده شده بحث کنید





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

فعالیت عملی

با توجه به فیلم مربوط استفاده از ظروف جداسازی، جمع‌آوری و انتقال مواد زائد آتشگیر، سمی و خورنده آزمایشگاهی، گزارش مناسبی از نحوه جداسازی، جمع‌آوری و انتقال پسماندهای شیمیایی تهیه کنید.

### هودهای شیمیایی



شکل ۵-۱۶. تصویری از یک 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 فرار و مواد سمی استفاده می‌شوند. به‌طور خلاصه می‌توان گفت :  
- هود، محفظه نیمه بسته‌ای است که فرد را از معرض بخارات شیمیایی، گازها و آئروسول‌ها<sup>۲</sup> 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 جلو 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.

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

نکته



## ۶-۵- روش‌های نگهداری انواع مواد زائد



شکل ۵-۱۷. تصویری از سانحه روی داده به دلیل نگهداری نکردن درست مواد آتشگیر

از اصلی‌ترین و مهم‌ترین فعالیت‌های نگهداری مواد زائد 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.

۱- fume cupboard

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

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

- مواد قابل احتراق، اکسیدکننده و احیاکننده باید از هم جدا باشد؛
- ترکیبات خود سوز از مواد قابل اشتعال<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).

### نکات مهم در جمع‌آوری و نگهداری مواد

برای از میان بردن مواد و ضایعات 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 تعلیم 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.



شکل ۱۷-۵- قفسه نگهداری مواد آتشگیر

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

نکته ایمنی





آیا رها کردن مواد بازی یا اسیدی در سیستم‌های 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 قبلاً آموخته‌اید، اسیدها و بازها کاربردهای بسیاری در صنایع مختلف و نیز در آزمایشگاه‌ها دارند، بنابراین ضایعات تولیدی از آنها نیز بسیار خواهد بود. بسیاری از پساب‌ها نیز حاوی مواد اسیدی یا بازی هستند. با توجه به خواص و خطرات ضایعات و پساب‌های اسیدی و بازی نمی‌توان آنها را به همان شکل در محیط زیست و یا فاضلاب‌ها تخلیه کرد و باید قبل 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 هیدروکلریک اسید (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 قبل از تصفیه‌های بعدی و یا ورود به سیستم فاضلاب شهری خنثی شوند. کنترل PH پساب که تنظیم PH نامیده می‌شود، یکی از فرآیندهای 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 ۱۸-۵. 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 یا بازی بودن آن تعیین شده، سپس با توجه به قدرت اسیدی و یا بازی ضایعات مورد نظر، محلول هیدروکلریک اسید و یا محلول سدیم هیدروکسید را با غلظت‌های مناسب تهیه کرده 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 خنثی سازی، محلول های بالاتر از یک مولار به کار نبرده و به جای استفاده از غلظت های بالاتر، از حجم بیشتر محلول خنثی کننده استفاده شود

برای خنثی نمودن پساب های قلیایی از سولفوریک اسید و یا هیدروکلریدریک اسید تجارتي و گاز کربن دیوکسید استفاده می شود و در مورد پساب های اسیدی استفاده از آب آهک (استفاده از آهک زنده  $\text{CaO}$  یا  $\text{Ca(OH)}_2$ ) یا یک بستر آهکی مرسوم است. برای این منظور معمولاً یک مخزن همزن دار مجهز به سیستم کنترل و پایش PH ساخته می شود که پساب اسیدی یا قلیایی به این مخزن هدایت می شود. معمولاً حداقل ۵ دقیقه زمان اقامت برای این ظرف واکنش در نظر گرفته می شود. محلول خنثی کننده به مرور به ظرف اضافه شده و زمانی که PH ظرف به حالت خنثی رسید، اضافه کردن محلول خنثی کننده متوقف شده و پساب خنثی شده به مراحل بعدی تصفیه پساب ارسال می شود.

آیا رها کردن مواد بازی یا اسیدی در سیستم های فاضلاب بدون خنثی کردن آنها کار درستی است؟ این رفتار نادرست چه آسیب هایی را به دنبال دارد؟ آیا می توانید چند مورد را نام ببرید؟

تحقیق کنید



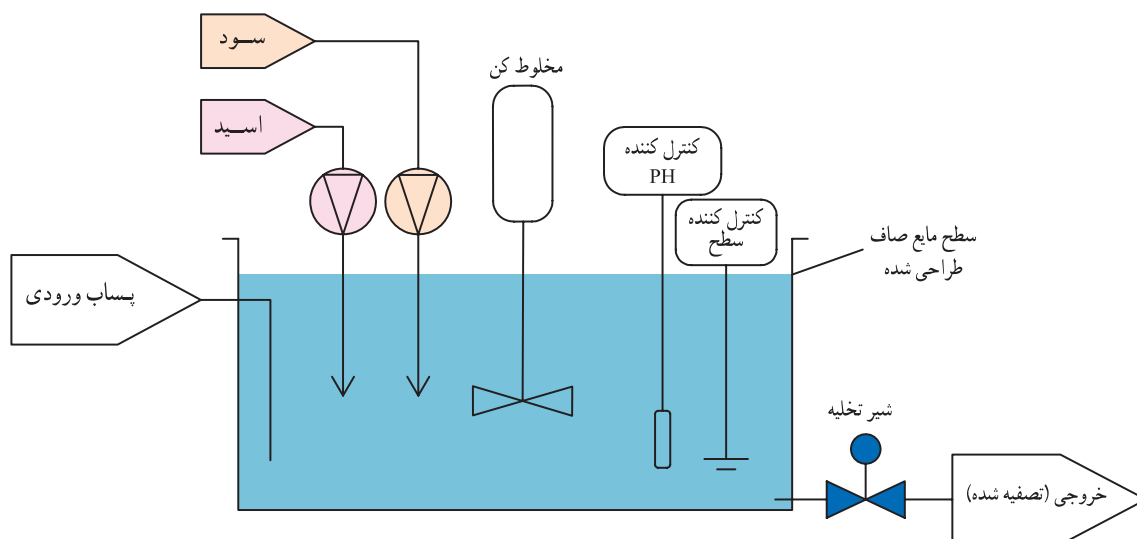
## روش های خنثی سازی

نمایش فیلم از یک واحد خنثی سازی پساب

یک فرایند ممکن است به صورت «ناپیوسته»<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 می ریزند و با هم مخلوط می کنند. سپس عملیات لازم را بر روی آنها انجام می دهند. تا محصول یا محصولات در نتیجه تغییرهای فیزیکی و شیمیایی به دست آیند. آن گاه محصول یا محصولات را از ظرف یا دستگاه خارج می کنند و از نو عملیات گفته شده را برای دور بعد و دورهای دیگر تکرار می کنند. به فرایندی با مشخصات گفته شده «فرایند ناپیوسته» می گویند. در «فرایند پیوسته» یا مداوم، مواد اولیه به تدریج و به صورت جریان، از یک سو وارد محیط واکنش می شود. در آنجا تغییرات فیزیکی و شیمیایی لازم بر روی آنها انجام می گیرد و محصولات فرایند تشکیل می شود. این محصولات به تدریج و به طور پیوسته از سوی دیگر از محیط واکنش خارج می گردد. به طور کلی خنثی سازی به دو روش پیوسته یا مداوم و روش ناپیوسته انجام می شود. در سیستم های پیوسته، ورود پساب و محلول خنثی کننده به ظرف و نیز خروج پساب خنثی شده از ظرف واکنش پیوسته بوده و قطع نمی شود و سیستم پایش PH و کنترل مقدار محلول خنثی کننده ورودی به ظرف، به صورت همزمان انجام می شود. مزیت سیستم جریان مداوم ظرفیت بالای آن می باشد.

۱- Batch

۲- Continuous



شکل ۱۹-۵. نمایی شماتیک از سیستم پیوسته تصفیه پساب

در سیستم پیمانهای حوض از پساب پر می گردد و پس از خنثی سازی و رسیدن به شرایط مورد نظر تخلیه می شود. این روش برای مقادیر کم پساب کاربرد داشته و نیز ساده تر بوده و سیستم کنترل خاصی لازم ندارد.

### فعالیت آزمایشگاهی: خنثی سازی مواد اسیدی و بازی



هدف آزمایش: خنثی سازی پساب های اسید یا بازی به منظور تخلیه در فاضلاب

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

### روش آزمایش

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

شناساگر فنل فتالین در محلول اسیدی بی رنگ و در محلول بازی ارغوانی است.



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

**بیشتر بدانید :** در آزمایشگاه ها یا صنایع مختلف، ضایعات شیمیایی معمولاً به صورت مخلوط وجود دارند. اگر بخواهیم اجزای با ارزش آنها را قبل از دفع جداسازی نمائیم باید از روش های مختلف جداسازی بهره ببریم. به طور کلی هدف از جداسازی بازیابی مواد با ارزش، حذف مواد مزاحم، تغلیظ محلول مورد نظر یا سایر موارد می تواند باشد. برای جداسازی، از اختلاف در خصوصیات فیزیکی استفاده می شود، مانند اختلاف فراریت، حلالیت، چگالی، اندازه ذرات و ... در آنالیز و جداسازی مواد مختلف از تکنیک های ویژه ای برحسب نوع و ساختار مواد و مخلوط ها استفاده می شود که برخی از آنها دارای اهمیت بیشتری هستند.

## ۸-۵- بسته بندی مواد زائد آزمایشگاهی



شکل ۵-۲۰. تصاویری از بسته بندی های ایمن و آماده حمل ضایعات شیمیایی



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

### بسته بندی ایمن مواد زائد

- بسته بندی مواد زائد باید به گونه ای 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.
- مخازن شیشه‌ای نباید دارای نقصی باشند که میزان استحکام‌شان را تقلیل دهد. دریچه‌های مخازن باید به منظور جلوگیری از شل شدن دارای تجهیزات اضافی (مثل 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



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

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



## ۹-۵- روش های حمل و نقل ظروف مواد زائد

▶ نمایش فیلم حمل و نقل پسماندهای شیمیایی خطرناک

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

بحث کلاسی



- 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 ساختمان های اداری یا انبارهای مواد، بلکه باید در مکانی دور از ساختمان ها و در صورت امکان در محیط باز انجام پذیرد.
- با ماشین های مخصوص حمل مواد و پسماندهای شیمیایی خطرناک باید مأمور فنی و مأمور آتش نشانی اعزام شود. عملیات جابه جایی 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، جابه جایی حتماً باید با استفاده از گاری های انتقال انجام شود.
- بسته های حاوی بارهای خطرناک را هنگام بارگیری در وانت یا کانتینر به شکلی در جای خود محکم نمایید که مانع جابه جایی و واژگونی یا افتادن آنها باشد.
- پس از بارگیری و تخلیه، کلیه سطوح داخلی و خارجی ماشین های حامل کالاهای خطرناک را به همراه اقدامات احتیاطی پاکسازی کرده و برچسب های روی آنها برداشته شوند.
- حمل پسماندهای شیمیایی خطرناک یک گروه خاص با سایر گروه های مواد شیمیایی ممنوع است.

## ۱۰-۵- دفع مواد زائد قابل سوختن



به هنگامی که از کنار پالایشگاه های مختلف عبور می کنید، شعله یک یا چندین مشعل آنها تقریباً همیشه روشن است. به نظر شما چرا؟

پرسش





سوزاندن یک فناوری کاربردی مورد استفاده در تجزیهٔ 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 اتمسفر) 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 زیست محیطی از گازهای پایداری مانند دی‌اکسید کربن تولید شده و نیز گرفتن ذرات جامد تولیدی از فاز گازی است.

شایان ذکر است که برای آنکه سوزاندن روش مؤثری برای تجزیه پسماندهای خطرناک باشد، احتراق بایستی کامل باشد.



شکل ۲۱-۵. زباله‌سوز آزمایشگاهی



شکل ۲۲-۵. زباله‌سوز صنعتی

به نظر شما می‌توان پسماندها را در فضای باز سوزانید؟ در چه مواقعی؟ آیا تمهیدات ویژه‌ای برای این کار مورد نیاز است؟

فکر کنید



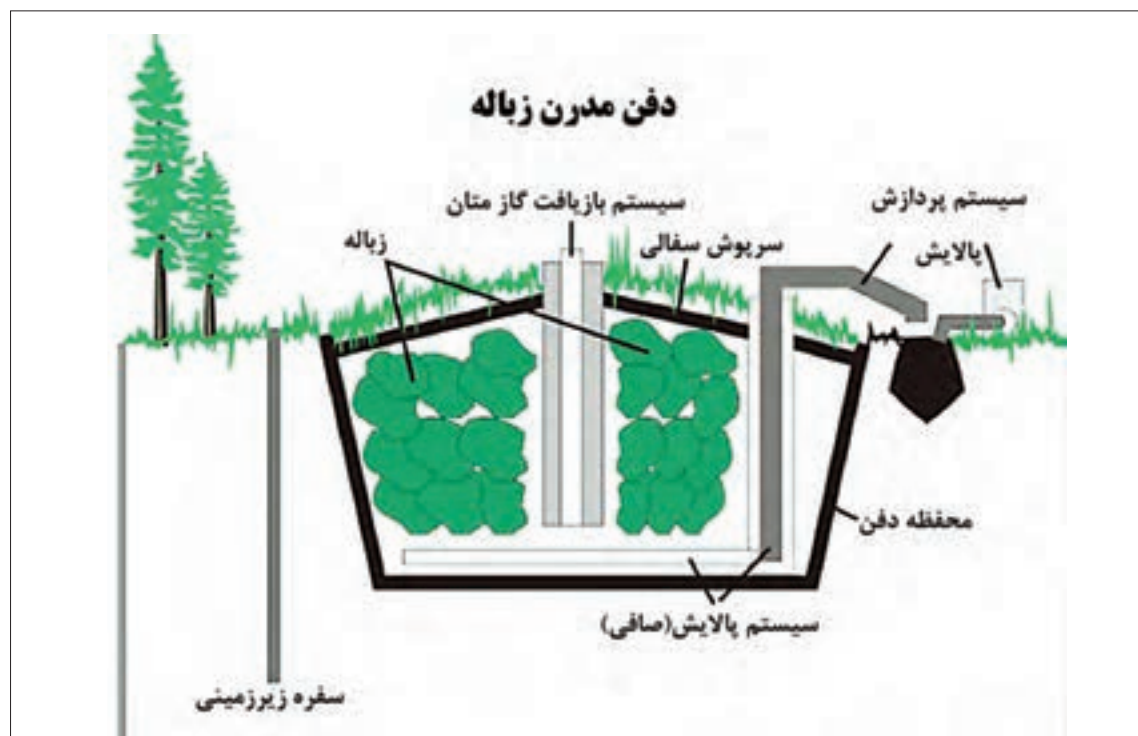
۱- Scrubber

## 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 غیر عملی 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، احتراق 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 امحاء اتخاذ می‌گردد، می‌باید موارد زیر در مورد مکان انجام عملیات و فرآیند سوختن رعایت شوند:

- حداقل ۵۰۰ متر فاصله 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.



شکل ۵-۲۳. زمین مهندسی شده دفن

**پیرولیز:** 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 به‌طور برگشت‌ناپذیر تخریب می‌شود. پیرولیز یکی از فرایندهای تولید زغال (حرارت 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 فراورده‌های مایع می‌شود، ولی فاز جامد آن زغال است که از نظر کربن غنی‌تر است. کربونیزاسیون نوعی پیرولیز شدید است که تنها کربن به‌جا 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 به‌مرور زمان، امکان نفوذ به لایه‌های زمین و نشت به آبهای زیرزمینی را پیدا نکنند.

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

تحقیق کنید



مثالی برای این نوع دفع پسماندها در شهر تهران ارائه کنید؟ آیا به نظر شما این نوع دفع پسماند برای تمامی ضایعات مناسب است؟ از مشکلاتی که این استفاده نامناسب از این روش برای شهر تهران به وجود آورده است به چند مورد اشاره کنید؟



شکل ۲۴-۵. تصویری از دفن در زمین‌های دورافتاده. همانطور که می‌بینید این روش چندان مناسب و ایمن به نظر نمی‌رسد.

زیست  
محیطی



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.

## ارزشیابی شایستگی محلول سازی

### شرح کار:

- جداسازی ضایعات با توجه به ویژگی های خاص آن ها
- خنثی سازی ضایعات نظیر اسید ها یا باز ها
- نگهداری ضایعات به شکل ایمنی در ظروف مخصوص و تحویل به بخش پشتیبانی جهت خارج کردن از آزمایشگاه

### استاندارد عملکرد:

جمع آوری، خنثی سازی و از بین بردن مواد زائد به منظور رساندن دور ریزهای آزمایشگاه به استانداردهای زیست محیطی

### شاخص ها:

تسلط و آگاهی کامل بر MSDS مواد و رعایت آن  
استفاده از ظروف مناسب  
آگاهی کامل از دستورالعمل گروه بندی موادزائد آزمایشگاهی

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

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

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	مواد زائد آزمایشگاهی را شناسایی و جداسازی کند.	۱	
۲	جمع آوری مواد زائد در ظروف مخصوص	۱	
۳	خنثی سازی مواد زائد	۱	
۴	تحویل مواد زائد به واحد پشتیبانی	۱	
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی: به کارگیری وسایل ایمنی شخصی نگرش: توجهات زیست محیطی: جلوگیری از ورود مواد سمی و خطرناک به محیط زیست شایستگی های غیر فنی: مدیریت منابع، اخلاق حرفه ای، کار تیمی و ...	۲	
میانگین نمرات			*

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

- ۱ مارتین سیلبربرگ، اصول شیمی عمومی، جلد اول و دوم، ترجمه مجید میرمحمد صادقی - غلام عباس پارسا فر - محمدرضا سعیدی، ۱۳۹۳، مرکز نشر نوپردازان
- ۲ پارسا فر، غلام عباس، شفیع، افشین، جلالی هروی، مهدی، و.....، ۱۳۸۸، شیمی با نگرش تحلیلی، جلد اول و دوم، موسسه فرهنگی فاطمی
- ۳ مورتیمر، چارلز، شیمی عمومی، ترجمه خواجه نصیرطوسی، احمد، ۱۳۸۳، مرکز نشر دانشگاهی
- ۴ اختر محقق، حسین، ۱۳۸۴، آزمایشگاه شیمی عمومی، چاپ اول
- ۵ راهنما و دستورالعمل جامع مواد شیمیایی خطرناک - الزامات، دستورالعمل ها و رهنمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار - پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران
- ۶ افخمی، عباس، ۱۳۸۹، ایمنی در آزمایشگاه
- ۷ صادق اسدی، اعظم، دانشیار، امینه، ۱۳۸۸، ایمنی در آزمایشگاه، دفتر پایش فراگیر
- ۸ چوپانی، محمد حسین، بهار ۱۳۸۸، آلاینده های زیست محیطی و حفاظت از محیط زیست، آموزش و تجهیز نیروی انسانی شرکت ملی گاز ایران
- ۹ شالباف، حاجی، ۱۳۸۹، شیمی آلی عملی (۱) و (۲)، چاپ اول
- ۱۰ اصولی، علیرضا، ۱۳۸۹، آشنایی اجمالی با ایمنی، چاپ اول
- ۱۱ حقیقت پژوه، حمیدرضا، جمشیدی، روح الله، شناخت و تکنولوژی مواد شوینده
- ۱۲ گیلبرت، رابرت، شیمی آلی تجربی نوین، ترجمه پیرالهی، هوشنگ، ۱۳۸۳، مرکز نشر دانشگاهی
- ۱۳ عادل زاده، محمد رضا، ۱۳۸۷، اصول ایمنی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی
- ۱۴ شیمی عمومی، رشته صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، سال دوم، چاپ و نشر کتاب های درسی ایران
- ۱۵ شیمی آلی، رشته صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، سال دوم، چاپ و نشر کتاب های درسی ایران
- ۱۶ شیمی تجزیه، رشته صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، سال سوم، چاپ و نشر کتاب های درسی ایران
- ۱۷ آزمایشگاه شیمی عمومی، رشته صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، سال دوم، چاپ و نشر کتاب های درسی ایران
- ۱۸ آزمایشگاه شیمی آلی، رشته صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، سال دوم، چاپ و نشر کتاب های درسی ایران
- ۱۹ آزمایشگاه کاربرد مواد، رشته صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، سال دوم، چاپ و نشر کتاب های درسی ایران
- ۲۰ شناخت صنایع شیمیایی، رشته صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، سال دوم، چاپ و نشر کتاب های درسی ایران
- ۲۱ سیلندرهای گاز، جابه جایی ایمن، آئین کار، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ISIRI۷۵۶۶
- ۲۲ اصول اولیه نگهداری، ذخیره سازی و کاربرد سیلندرهای گازی تحت فشار، توصیه نامه آموزشی شماره ۱، معاونت آموزشی دانشگاه فردوسی مشهد، دفتر امور ایمنی و زیست محیطی آزمایشگاه ها و کارگاه های دانشگاه
- ۲۳ پرتواندازانپور، ارژنگ، زباله ها، پسماندهای و نحوه صحیح دفع آنها،
- ۲۴ اکبری نوشاد، آرش، آذر ماه ۱۳۸۶، خطرات مواد شیمیایی، (بازنگری زمستان ۱۳۹۱)
- ۲۵ عزیزیان محمدرضا، ۱۳۷۴، تکنولوژی سیمان، شرکت سیمان اکباتان

- 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- Storage and Handling of Gas Cylinders Guidelines, University of Wollongong, HRD-WHS-GUI429.1-
- 7- Step-by-Step Transport and Connection of Compressed Gases., Occupational Health, Safety and Environment, University of Victoria.
- 8- Compressed Gas Cylinder Storage and Handling, UCLA, Environment, Health and Safety
- 9- Compressed Gas Cylinders in Laboratories- Safe Operating Procedure-University of Nebraska Lincoln.
- 10- Working safely with Hazardous Gases, UBC.RMS.CHEM.002.GDL
- 11- Toxic and Highly Toxic Gas Handling Program, Carnegie Mellon University
- 12- Gas Data Book (MATHESON Gas Products, East Rutherford, N.J., 1971), 6th ed.
- 13- Handbook of Compressed Gases (Reinhold Publishing Corp., N.Y., 1985).
- 14- 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
- 15- Compressed Gases, Safe Practices Pamphlet No. 95, National Safety Council, Chicago, IL.
- 16- Compressed Gas Cylinder Safety Guidelines, University of Oregon, Environmental Health & Safety
- 17- Pressure Relief Device Standards, Part I, Cylinders for Compressed Gases, Pamphlet S1.1-, Compressed Gas Association, Inc., Arlington, VA.
- 18- Limits of Flammability of Gases and Vapors, Bulletin 503, Bureau of Mines, Government Printing Office, Washington, D.C., COWARD, H.F. and JONES, G.W
- 19- Safe Handling of Compressed Gases in the Laboratory and Plant.
- 20- Gas Cylinder Safety Guidelines- Environmental Health and Safety Statement –IOWA State University.
- 21- Gas Regulators- Environmental Health & Safety- California State University Fullerton.
- 22- Compressed Gas Cylinder Regulator Installation Standard Operating Procedure-University of Calgary.
- 23- Pressure Systems and Transportable Gas Containers Regulations, 1989
- 24- Compressed Gas Cylinder Regulator Installation Standard Operating Procedure-University of Calgary.
- 25- Laboratory Standard Operating Procedure (SOP), Compressed Gas Cylinder Change for MOCVD and CVD Systems, University of California, SANTA CRUZ
- 26- Chemical Disposal Training, Cornell University, 2011
- 27- Hazardous Waste Disposal Guide, Northwestern University, Office for Research Safety, 2015
- 28- Laboratory Hazardous Waste Management Guide, University of Tennessee, 2008



- 29- Laboratory Waste Disposal, University of Wollongong, School of Chemistry, 2004  
30- Laboratory Waste Management Guidelines, University of Pennsylvania, 2011  
31- Safe Storage of Hazardous Chemicals, Berkeley University of California  
32- <http://www.coleparmer.com/techinfo/ChemComp.asp>  
33- [http://www. Slide share. Net](http://www.Slide share. Net)  
34- <http://www. Web elements. com>

## همکاران هنر آموز که در فرایند اعتبار سنجی این کتاب مشارکت داشته‌اند.

### استان: اصفهان

خانم‌ها: لیلا زارع، زهرا سادات، سیمین زمانی، بهجت مصلحی  
آقایان: کیان کیانی، سیداحمد طباطبایی

### استان: بوشهر

خانم‌ها: راحله حمزویی، 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 شیرینی، 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 شهنسوازی فرد، گوهر دیلمی‌راد، پریسا قهرمانی  
آقایان: مسعود رضوانی، محسن کدیور، سیاوش جمالی، مجید لریپور

