

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَّآلِ مُحَمَّدٍ وَّعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



# عملیات آزمایشگاهی در صنایع شیمیایی

رشته صنایع شیمیایی

گروه مواد و فراوری

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
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** بهرام قنبری، اعظم صفاری، رابعه شیخ‌زاده، قاسم حاجی قاسمی، سیدرضا سیف محدثی و طیبه کنشلو (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری:** رابعه شیخ‌زاده، اعظم صفاری، طیبه کنشلو، مهرداد محرابی و ابوالفضل ستاری (اعضای گروه تألیف) - بهرام قنبری (ویراستار علمی)
- شناسه افزوده آماده‌سازی:** استان‌های مشارکت‌کننده: اصفهان، ایلام، بوشهر، فارس و گیلان
- نشانی سازمان:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- ناشر:** جواد صفری (مدیر هنری) - افسانه ابراهیمی (صفحه‌آرا) - سمیه نصری (طراح جلد) - سیدمرتضی میرمجیدی (رسام)
- چاپخانه:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
- سال انتشار و نوبت چاپ:** تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- ناشر:** وب سایت: [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)
- چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج-خیابان ۶۱ (دارو پخش) تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵
- چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ:** چاپ هشتم ۱۴۰۲

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، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان 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 شاءالله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الآن عبادت تان این است که کار بکنید. این عبادت است.  
امام خمینی (قَدِّسَ سِرُّهُ)

۹.....	پودمان ۱: به کارگیری مواد و وسایل آزمایشگاهی
۴۹.....	پودمان ۲: محلول سازی
۷۷.....	پودمان ۳: تعیین مشخصات مواد شیمیایی
۹۷.....	پودمان ۴: تهیه فرآورده‌های شیمیایی در آزمایشگاه
۱۴۹.....	پودمان ۵: خدمات ایمنی در آزمایشگاه شیمی
۱۹۵.....	منابع

## سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

- ۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی انجام کار در آزمایشگاه‌های شیمی
  - ۲- شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه
  - ۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها
  - ۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر
- بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این درس نخستین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته صنایع شیمیایی در پایه دهم تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی عملیات آزمایشگاهی در صنایع شیمیایی شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید

و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل ۵ پودمان و از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود و اگر در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تأیید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی‌باشد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تأثیرگذار است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید.

کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید.

سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز 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. 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 توصیه‌های هنرآموز محترم‌تان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

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

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

## سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه‌درسی رشته صنایع شیمیایی طراحی و براساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال دهم تدوین و تألیف گردیده است. این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. لازم به یادآوری است، کارنامه صادر شده در سال تحصیلی قبل براساس نمره ۵ پودمان بوده است. و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان‌ها و شایستگی‌ها، می‌بایست به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیرفنی و مراحل کلیدی براساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. همچنین برای

هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می‌شود و دارای تأثیر زیادی است.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

پودمان اول: با عنوان «به‌کارگیری و نگهداری مواد و وسایل آزمایشگاهی» است. در این پودمان قوانین ایمنی، کار با مواد و وسایل آزمایشگاهی آموزش داده می‌شود. پودمان دوم: «محلول‌سازی» نام دارد. در این پودمان هنرجویان می‌توانند به‌طور عملی، محلول‌های شیمیایی را تهیه کنند.

پودمان سوم: «تعیین مشخصات مواد شیمیایی» می‌باشد و هنرجویان نقطه ذوب، نقطه جوش و چگالی یک ماده را اندازه‌گیری می‌کنند.

پودمان چهارم: دارای عنوان «تهیه فراورده‌های شیمیایی در آزمایشگاه» است. هنرجویان چند نمونه فراورده معدنی، آلی و آلی - معدنی را در آزمایشگاه تهیه می‌کنند.

پودمان پنجم: «خدمات ایمنی در آزمایشگاه شیمی» نام دارد، که در آن کار با کپسول‌های گازی و امحای پسماندهای آزمایشگاهی آموزش داده می‌شود. امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش





## پودمان ۱

# به کارگیری مواد و وسایل آزمایشگاهی



آشنا بودن با مواد شیمیایی، وسایل 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 وسایل 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 می‌دهد و موضوع پیشگیری از حوادث محیط کار بیش از پیش اهمیت می‌یابد. پیشگیری از حوادث، به کارگیری و نگهداری صحیح مواد شیمیایی و وسایل 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 وسایل آزمایشگاهی طبق دستور کار 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 وسایل آزمایشگاهی را شناسایی نمایند.
- ۳ مواد و وسایل را در مکان مناسب قرار دهند

#### شایستگی‌های غیرفنی:

- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و به موقع، وقت‌شناسی، انجام وظایف و کارهای سپرده شده، پیروی از قوانین آزمایشگاهی؛
- ۲ مدیریت منابع: مدیریت مؤثر زمان، استفاده از مواد و تجهیزات با روش‌های صحیح؛
- ۳ کار گروهی: حضور فعال در فعالیت‌های گروهی، انجام کارها و وظایف سپرده شده؛
- ۴ مستندسازی: گزارش‌نویسی 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 وسایل خانگی، پوشاک، وسایل ارتباط جمعی و محصولات دارویی به‌منظور تأمین رفاه، همگی برای جامعه بشری مشکلات بسیاری را به‌وجود آورده‌اند. از این میان می‌توان به کاهش سطح زیر پوشش جنگل‌ها، آلودگی آب‌ها، تخریب لایه اوزون، آلودگی هوا، افزایش سروصدا در محیط‌های اجتماعی، افزایش بیماری‌های روانی، افزایش نگرانی‌ها و استرس، انقراض گونه‌های خاص جانوری و حیات وحش 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 سلامت<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 سامانه مقررات ایمنی و بهداشت حرفه‌ای و صنعتی، HSE مخفف سه کلمه بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست 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 طرح‌های مشترک میان کشورها یا موضوعاتی که در هر کشوری زیر نظر سازمان‌های بین‌المللی، مانند سازمان جهانی بهداشت<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)



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 رابطه‌های ریاضی استفاده کرد؟

تعریف سلامت: تندرستی را به صورت‌های فراوانی تعریف کرده‌اند. می‌توان گفت در سلامت کامل، بین دستگاه‌های مختلف بدن، تعادل و همکاری وجود دارد و ساختار 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 می‌باشد و ناملایمات زندگی را با نیرو و توانایی جسمی و روحی خود بهتر تحمل می‌کند.

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 است 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 بالابردن سطح سلامت است. بهداشت به دو صورت در جامعه تأمین می‌شود برای تأمین سلامت جامعه، بهداشت باید هم به صورت فردی و هم به صورت عمومی رعایت شود.

فکر کنید ۱



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 دستورها و عبارت‌های بهداشتی و دوری جستن از رفتارها و عادت‌های غیربهداشتی است که باعث می‌شود افراد جامعه در معرض عوامل و شرایط بیماری‌زا قرار

نگیرند 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 پروفسور 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 بهره‌مند 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 غیرمجاز، ناگهان به دلیل ترکیدن لاستیک دچار حادثه شده است.

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

پرسش ۱



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 غیرایمن یا بر اثر شرایطی غیرایمن 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 سامانه کنترل خطر اتفاق افتد. حادثه همیشه موجب صدمه یا خسارت نمی‌شود، یعنی برخی مواقع اتفاق می‌افتد، ولی پیامدی ندارد به عبارت دیگر «به‌خیر 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.

پرسش ۲



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

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

۱- Charles Edward Amory Winslow

ایمنی چیست؟ ایمنی را می‌توان «میزان و درجه‌گریز از مخاطرات» نامید. به عبارتی دیگر «حفاظت نسبی در برابر خطرات» است.

تعریف ایمنی براساس استانداردهای جهانی بدین صورت است:

«ایمنی عبارت از حالتی است که در آن احتمال خطر، آسیب (به اشخاص) یا خسارت مادی، به میزان قابل قبول محدود شده باشد.»

ایمنی در محیط‌های صنعتی گوناگون متفاوت است و موارد پیشگیری و نکات ایمنی منحصر به خود را دارد. ایمنی می‌تواند شامل ایمنی در مقابل عوامل زیان‌آور فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی، بیولوژیکی و روحی و روانی باشد 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)، اشعه‌ها (مانند فرسوخ، فرابنفش، X، آلفا، بتا، گاما) و الکتروسیسته؛

۲ عوامل زیان‌آور شیمیایی محیط کار مانند گازها، بخارات، دود و دمه، گردوغبار، اسیدها و بازها، فلزات؛

۳ عوامل زیان‌آور زیستی محیط کار مانند انتقال ویروس‌ها، قارچ‌ها، انگل‌ها و باکتری‌ها از طریق تنفس، خون و سایر مایعات بدن؛

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

۵ عوامل زیان‌آور روحی و روانی محیط کار مانند روابط کارگر با کارفرما، همکاران و زیردستان، تنش‌های شغلی، تشویق‌ها و تنبیه‌ها، ارتقای شغلی، رضایت شغلی. اکنون که با زیرشاخه‌های اصلی ایمنی آشنا شدید در ادامه معرفی برخی از سرفصل‌های متداول ایمنی در محیط‌های کار ارائه می‌شود.



## ایمنی 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 گرما: خطرهای ناشی از تولید گرما 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 گرما عمل نمود که در بحث ایمنی 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 آچار فلزی عبور کرده که اگر وسایل حفاظتی به‌موقع عمل نکنند و جریان برق قطع نشود، گرمای تولید شده عایق‌بندی هادی‌ها و دستگاه‌های مسیر عبور جریان را در درجه اول تخریب می‌کند، سپس اجزای رسانا دستگاه‌ها را بر اثر دمای زیاد خراب می‌کند و اصطلاحاً می‌سوزاند.

۱- چیدمان محیط کار و طراحی تجهیزات کار

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

۳ خطر شوک الکتریکی: شوک الکتریکی به دلیل ناگهانی بودن تماس برق با بدن حاصل می‌شود. به طور کلی شوک الکتریکی باعث بروز عکس‌العمل‌های ناگهانی در نسوج و اعضای بدن می‌گردد 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 می‌کند. استفاده از اتصال زمین ایمن می‌تواند از خطرات برق گرفتگی، شوک الکتریکی و تاحدودی اتصال کوتاه جلوگیری نماید. شکل ۱-۳- اتصال زمین ایمن را به خوبی نشان می‌دهد.



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

پرسش ۳



نکات ایمنی ۱



شکل ۱-۳- 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 کلاه، کفش‌ها و دستکش‌های لاستیکی، همواره مورد توجه قرار گیرد.

### ایمنی در وسایل تیز و برنده

از وسایل تیز و برنده می‌توان به نمونه‌هایی مانند انواع ارّه‌ها، چاقو، قیچی‌ها، فرزها، مته‌ها، قطعات فلزی و شیشه‌ای تیز اشاره کرد. خطر این وسایل بریدن انگشت، دست، پا و فرو رفتن نقاط نوک تیز وسایل در چشم یا قسمت‌های دیگر بدن است. برای کنترل این خطرات دو راه وجود دارد:

- ۱ استفاده از حفاظ‌ها و دستگاه‌های ایمنی
- ۲ استفاده از روش‌های کار صحیح و مناسب



به هنگام جمع آوری لوازم شیشه‌ای شکسته شده آزمایشگاهی، موارد ایمنی را رعایت کنید. قطعات شکسته بسیار برنده‌تر از وسایل برنده مانند چاقو هستند و در ضمن ممکن است آلوده باشند.



### ایمنی حریق و آتش‌سوزی

آتش از ترکیب ماده سوختنی، گرما و اکسیژن ناشی می‌شود. وقتی یک جسم تا دمای احتراق یا فروزش گرم شود، شروع به سوختن خواهد کرد و تا زمانی که ماده سوختنی، دمای مناسب و اکسیژن وجود دارد به سوختن خود ادامه خواهد داد. این اصل به شکل مثلث آتش نشان داده می‌شود.

امروزه در سامانه‌های آتش‌نشانی و ایمنی از مربع آتش نام برده می‌شود که شامل سوخت، اکسیژن، گرما و واکنش‌های زنجیره‌ای<sup>۱</sup> است. برخی مواد شیمیایی خاص قادر به تشکیل واکنش‌های زنجیره‌ای هستند بی‌توجهی به این مسئله می‌تواند آتش را گسترده‌تر کرده یا حتی باعث انفجار شود.

با توجه به عوامل مؤثر در ایجاد آتش، چگونه می‌توان یک آتش‌سوزی را خاموش کرد؟



در پیشگیری از آتش‌سوزی، مسئله مهم این است که بدانیم چگونه و در کجا آتش آغاز می‌شود.

طبق آمار، علل اصلی آتش‌سوزی، معمولاً عبارت است از: الکتریسیته، شعله‌های باز، سیگار کشیدن، اصطکاک، سطوح داغ، موادی که بیش از حد گرم شده‌اند، جرقه‌ها، اشتعال خودبه‌خودی، برشکاری و جوشکاری، سرایت از حریق‌های دیگر و... .

### راه‌های پیشگیری از ایجاد آتش:

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

۱- واکنش زنجیره‌ای واکنشی است که دارای چندین مرحله بوده و در هر مرحله آن یک جسم واکنش‌پذیر به‌وجود می‌آید که موجب اجرا شدن مرحله بعدی می‌شود.



- ۲ در مورد مایعات اشتعال پذیر باید موارد زیر رعایت گردد:
- 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 آتش گیر، نکات ایمنی لازم رعایت شود.
  - تهویه، مناسب ترین راه برای جلوگیری از تشکیل مخلوط های آتش زاست.

در هنگام بروز حادثه توجه به این نکات ضروری است

۱ اگر آتش سوزی ایجاد شد:

- در صورت امکان جسمی را که در حال اشتعال است از محل حریق دور کنید.
- شیرهای گاز را ببندید.
- دوشاخه دستگاه های برقی را از پریز خارج کنید.
- جسمی را که در حال سوختن است با شن یا پتوی خیس بپوشانید.
- در صورت لزوم از کپسول آتش نشانی 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 لباس های وی از پاشیدن آب خودداری کنید. به خاطر داشته باشید که بعضی از مواد شیمیایی مانند:  $\text{CaH}_2$ ،  $\text{NaH}$ ،  $\text{Li}$ ،  $\text{K}$  و  $\text{Na}$  با افزودن آب، بیشتر مشتعل می شوند.

### ایمنی کار با مواد شیمیایی

محیط اطراف انسان را مواد شیمیایی فراگرفته است که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم از طریق هوا، خاک، آب و مواد غذایی می تواند سلامت محیط و انسان را به خطر 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 به کار هستند. تعدادی از آنها سالانه بر اثر تماس غیرایمن با مواد شیمیایی دچار مرگ شده یا از کار افتاده می گردند. هنگام کار با مواد شیمیایی، امکان بروز حوادث مختلفی مانند تماس پوستی، بلع، استنشام، نشت یا ریزش مواد در محیط وجود دارد که می تواند سلامت محیط و انسان را به خطر اندازد.

آیا می دانید در مقابله با این حوادث چگونه باید عمل نمود؟

پرسش ۵





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

مواد شیمیایی به چهار شیوه اصلی، انسان را دچار مخاطره می‌کنند که عبارت‌اند از:

- تماس با چشم؛

- تماس پوستی؛

- بلعیدن (عمل بلعیدن می‌تواند 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 می‌شود باید از عینک ایمنی مناسب استفاده نماید. هر نوع عینکی نمی‌تواند 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 با سدیم یا فلزهای قلیایی و دیگر موادی که احتمالاً خطر آفرین هستند، استفاده از عینک محافظ اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

#### محافظت از دهان و بینی

برای محافظت از دهان و بینی و جلوگیری از استنشاق بخارات و گازهای سمی از انواع مختلف ماسک‌ها استفاده می‌شود. ماسک‌های ساده تنفسی که فقط بینی و دهان را می‌پوشانند یا ماسک‌هایی که تمامی صورت را پوشش می‌دهند و دارای صافی‌های تنفسی هستند.

#### روپوش آزمایشگاهی

لباسی که یک فرد در آزمایشگاه می‌پوشد، بایستی او را در برابر پاشیدن و ریختن مواد شیمیایی محافظت کند. همچنین، بایستی در صورت بروز حادثه راحت از تن خارج شود و اشتعال‌پذیر نباشد. روپوش‌ها و پیش‌بندهای اشتعال‌ناپذیر و فاقد خلل و فرج زیاد، پوشش ارزان و مناسب برای آزمایشگاه می‌باشند. در روپوش‌ها بایستی به جای



دکمه‌های معمولی از دکمه‌های منگنه‌ای استفاده شود تا راحت باز شوند. از کفش چرمی یا چرم مصنوعی استفاده شود. پوشیدن کفش‌های کتان، کفش‌های روباز و لباس آستین کوتاه مناسب آزمایشگاه نیست.

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

### دستکش



دستکش یک وسیله مهم برای محافظت شخصی است. دستکش‌ها بسته به نوع کار از جنس‌ها و در اندازه‌های مختلف هستند، 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 به‌طور 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 نشود؛ چون این مواد به سختی با شستشو از بین می‌روند.

هنگام ترک محل کار و قبل از دست زدن به سایر وسایل مانند تلفن، وسایل یادداشت و کتاب‌های موجود در آزمایشگاه، دستکش‌ها از دست خارج شوند.

### ایمنی در آزمایشگاه



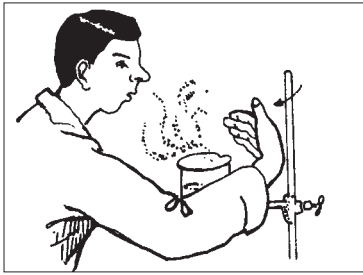
با توجه به اینکه هنگام آزمایش، سلامت افراد به‌طرز کار و رعایت قوانین آزمایشگاهی بستگی دارد، برخی نکات مهم در ادامه یادآوری می‌شود. سعی کنید تمامی نکات را به خاطر داشته باشید و به موقع آنها را به کار برید.

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

۲ حتماً از وسایل ایمنی شخصی، مانند روپوش آزمایشگاهی، عینک، دستکش و کفش ایمنی استفاده کنید.

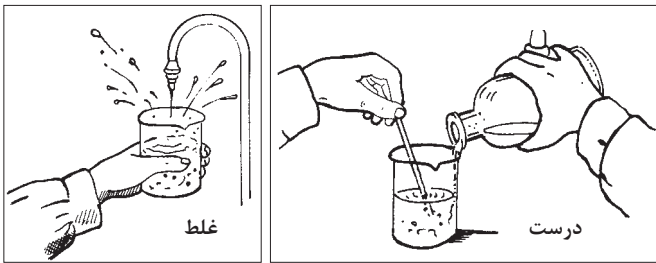
۳ در هر آزمایش کاملاً احتیاط کنید و هرگونه حادثه یا وضع غیرعادی پیش آمده را به اطلاع هنرآموز خود برسانید.

۴ قبل از برداشتن هر ماده، برچسب روی شیشه را به دقت بخوانید و قبل از انجام آزمایش نیز یک‌بار 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 داخل اسید غلیظ نریزید، گرمای ایجاد شده باعث پاشیده شدن و پرتاب مخلوط به خارج و حتی شکستن ظرف می شود. تصویر روبه رو افزودن اسید به 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 را روشن 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 وسایل آزمایشگاهی که جای معینی دارند خودداری کنید.

۱۳ جای جعبه کمک های اولیه، کیسول 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 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 دستور کار ثبت کنید و در پایان آزمایش به معلم خود تحویل دهید.

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

## برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد (MSDS)



- چه ترکیبات خطرناکی در ماده شیمیایی وجود دارد؟  
- مواد شیمیایی چه مخاطرات و عوارضی را به دنبال دارند؟  
- چگونه می‌توان افراد و محیط‌زیست را از این خطرات محافظت کرد؟  
برگه اطلاعات ایمنی ماده، سندی است که اطلاعات لازم درباره، خصوصیات ماده و خطراتی را که می‌تواند وجود داشته باشد، همچنین نحوه استفاده ایمن و چگونگی برخورد در مواقع اضطراری را نشان می‌دهد. هر فردی که به‌نحوی با فرایند تولید، تهیه و حمل و نقل مواد شیمیایی در ارتباط است لازم است قبل از کار کردن 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 آتش‌سوزی؛
- 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 بوم‌شناختی؛
- ۱۳ اصول صحیح معدوم کردن پسماندهای آن؛
- ۱۴ اطلاعات لازم در مورد جابه‌جا کردن آن؛
- ۱۵ قوانین و مقررات؛
- ۱۶ سایر اطلاعات.

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

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

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱



**دستور کار بهداشتی، ایمنی و زیست محیطی سدیم هیدروکسید:**

۱ نام ماده و اسامی مشابه:

سدیم هیدروکسید یا سود سوزآور

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 حل می‌شود، در صورت تماس با هوا با رطوبت هوا و کربن دی‌اکسید ترکیب می‌شود با اسیدها واکنش می‌دهد، بر اثر انحلال در آب یا واکنش با اسید گرمای زیادی آزاد می‌کند.

۳ مقادیر مجاز: ۲ میلی‌گرم در مترمکعب

۴ خطرات آتش سوزی و انفجار و اقدامات مربوطه:

فاقد خطر انفجار و آتش سوزی است، ولی در صورت تماس با رطوبت، گرمای حل‌پذیری 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 ایجاد می‌شود، سپس سوزش پوست شروع شده و سوختگی با گذشت زمان شدید می‌شود.

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 می‌شود.

در صورت ورود به دستگاه گوارشی باعث سوختگی و التهاب قسمت‌های مختلف از قبیل دهان و زبان می‌شود.

**کمک‌های اولیه:**

**پوست و عضلات:** بلافاصله کلیه لباس‌های آلوده را از بدن خارج کنید و محل آلوده را با آب بشویید تا حالت چربی آن مرتفع شود، سپس محل آسیب دیده را با محلول آمونیوم کلرید ۵٪ بشویید.

**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 آلوده استفاده کنید، سپس تخلیه نمایید. در صورت سوزش زبان و لب‌ها می‌توان از یک قطعه یخ برای کاهش سوزش 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 دی‌اکسید هوا و در ظروف در بسته نگهداری شود.

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 آب ها 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. موجودات زنده همواره بر محیط زیست اثر می گذارند و نیز از آن متأثر می شوند. به عنوان مثال 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 گذاشته 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 ۴-۱- آلاینده های زیست محیطی

**آلاینده های زیست شناختی:** عوامل این گروه را انواع مختلف ریزاندامکان<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، 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- ریزاندامکان (میکروارگانیسم): موجودات ریزی هستند که مشاهده دقیق آنها تنها از طریق میکروسکوپ امکان پذیر است.

**آلاینده‌های شیمیایی:** عوامل این گروه، عنصرها و ترکیب‌های شیمیایی هستند. این عنصرها و ترکیب‌ها پس از ورود به بدن انسان و سایر موجودات زنده اختلالاتی را به وجود می‌آورند. هر موجود زنده به صورت طبیعی به عنصرها و برخی ترکیبات شیمیایی نیازمند است، اما ورود بیش از حد آنها آثار نامطلوبی برجای 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 زندگی 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 کند و تغییرات نامطلوبی در اکوسیستم ایجاد نماید، به همین دلیل آب آشامیدنی نیز باید از کیفیت مطلوبی برخوردار باشد.

تحقیق کنید ۱



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

**آلاینده‌های فیزیکی:** صدا، گرما، سرما، رطوبت، روشنایی و پرتوها 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 ۲



- 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.

## ۱-۲- جدول تناوبی

دانشمندان با مطالعه بسیار بر روی مواد مختلف دریافته‌اند که بین برخی از عنصرها و ترکیب‌های آنها شباهت‌ها و یا تفاوت‌هایی وجود دارد. برای مثال عنصر سدیم و پتاسیم به شدت با آب واکنش می‌دهند، همچنین عنصرهایی مانند کلر و برم رفتارهای مشابهی در واکنش‌ها نشان می‌دهند. در حالی که سدیم و پتاسیم تفاوت کاملی از نظر خواص با عنصرهایی چون کلر 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 عنصرها نیاز است. در این راه راه لاوازیه در اواخر قرن هیجدهم فهرستی 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 ۱۱۸ عنصر رسیده است و همچنان ادامه دارد. این عنصرها 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 عنصرهای شناخته شده تا آن زمان



را به ترتیب افزایش جرم اتمی آنها در کنار یکدیگر قرار داده بود، به گونه‌ای که عنصرهای با خواص فیزیکی و شیمیایی مشابه در یک گروه قرار گرفته بودند. این جدول براساس دو اصل قراردادی استوار بود:

۱) عنصرها 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 عنصرهای ناشناخته‌ای کشف شده‌اند و تقریباً همهٔ 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 شود و به جای جرم اتمی از عدد اتمی برای تنظیم جدول تناوبی استفاده شود، 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 در جدول قرار گیرند خواص فیزیکی و شیمیایی آنها به طور تناوبی تکرار می‌شود. متن جدید جدول تناوبی در شکل ۱-۵ آورده شده است.

The image shows a standard periodic table with the following details:

- Columns:** 1 (IA), 2 (IIA), 3-10 (Transition Metals: IIIA, IVA, VA, VIA, VIIA, VIIIA, IIB, IB, IIA), 11 (IB), 12 (IIB), 13 (IIIA), 14 (IVA), 15 (VA), 16 (VIA), 17 (VIIA), 18 (VIIIA).
- Rows:** 1-7 (Periods).
- Color Coding:**
  - Orange: Main-Group Elements IA, VIIA, VIIIA.
  - Blue: Main-Group Elements IIA, Transition Metals, Inner-Transition Metals.
  - Green: Main-Group Elements IIIA, IVA, VIA.
  - Yellow: Main-Group Elements VA, VIIA.
  - Light Blue: Nonmetals.
- Legend:**
  - Metal (Blue)
  - Metalloid (Light Blue)
  - Nonmetal (Yellow)
  - \*Lanthanides (Blue)
  - \*\*Actinides (Blue)
- Table Content:** Each cell contains the element's atomic number, symbol, and atomic weight. For example, H (1, 1.00794), He (2, 4.002602), Li (3, 6.941), Be (4, 9.012182), etc.

شکل ۱-۵- جدول تناوبی عنصرها که ساختار کامل تر و ساده تری نسبت به جدول قدیمی مندلیف دارد.



## ساختار کلی جدول تناوبی

جدول تناوبی عنصرها دارای هفت ردیف یا تناوب و هجده گروه یا ستون می‌باشد. عنصرهایی که در گروه‌های A قرار دارند عنصرهای اصلی جدول و عنصرهای گروه‌های B به عنصرهای واسطه معروف هستند. عددهای یونانی به کار رفته قبل از حرف‌های A یا B شماره گروه‌ها را نشان می‌دهند.

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

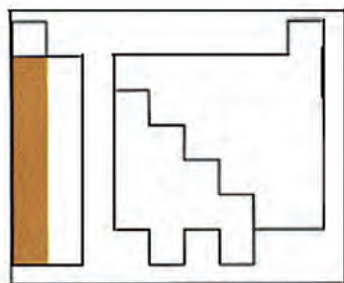
## ساختار تناوب‌های جدول

- تناوب اول دارای دو عنصر گازی شکل هیدروژن (H) و هلیم (He) است.  
 - تناوب‌های دوم و سوم هر یک دارای ۸ عنصر اصلی است که با یک فلز قلیایی آغاز می‌شود و با 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 واسطه (گروه‌های B) 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.

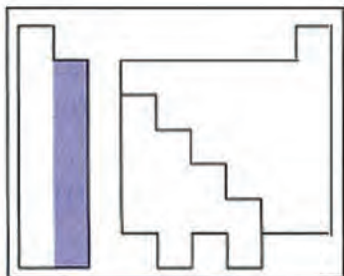
## ساختار گروه‌های جدول تناوبی

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 عنصرها واکنش پذیری شدیدی با آب دارند و محلول قلیایی تولید می‌کنند.

Atomic No.	Symbol	Atomic Weight	Group	Period
3	Li	6.941	1A	2
11	Na	22.99	1A	3
19	K	39.10	1A	4
37	Rb	85.47	1A	5
55	Cs	132.9	1A	6
87	Fr	(223)	1A	7

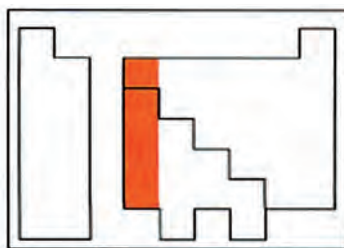


KEY	Atomic No.	Symbol	Atomic mass	Valence e <sup>-</sup>	Configuration	Common oxidation states
4	Be		9.012	2e <sup>-</sup>	1s <sup>2</sup>	+2
12	Mg		24.30	3e <sup>-</sup>	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup>	+2
20	Ca		40.08	4e <sup>-</sup>	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	+2
38	Sr		87.62	5e <sup>-</sup>	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 5s <sup>2</sup>	+2
56	Ba		137.3	6e <sup>-</sup>	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>	+2
88	Ra		226	7e <sup>-</sup>	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>6</sup> 7s <sup>2</sup>	+2



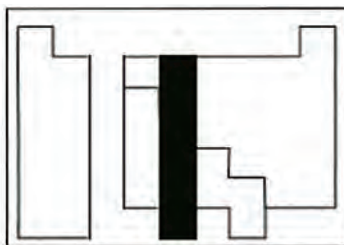
گروه ۲ (گروه IIA یا فلزهای قلیایی خاکی): عنصرهای این گروه با بریلیم (Be)، منیزیم (Mg)، کلسیم (Ca)، آغاز می‌شود. همهٔ این عناصر در لایه آخر ۲ الکترون دارند و در واکنش‌ها اغلب ۲ الکترون لایهٔ آخر خود را به راحتی از دست می‌دهند (به جز بریلیم) و به یون  $2+$  تبدیل می‌شوند. فعالیت شیمیایی فلزهای این گروه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

KEY	Atomic No.	Symbol	Atomic mass	Valence e <sup>-</sup>	Configuration	Common oxidation states
5	B		10.81	2e <sup>-</sup> 2p <sup>1</sup>	1s <sup>2</sup>	+3
13	Al		26.98	3e <sup>-</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>	+3
31	Ga		69.72	4e <sup>-</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup>	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>	+3, +1
49	In		114.8	5e <sup>-</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup>	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup>	+3, +1
81	Tl		204.4	6e <sup>-</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>1</sup>	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>	+3, +1



گروه ۱۳ (گروه IIIA یا خانواده بور): این گروه با اتم‌هایی چون بور (B) و آلومینیم (Al) آغاز شده و در آخرین لایه ۳ الکترون دارند. بور نخستین عنصر این گروه یک شبه فلز<sup>۱</sup> است در حالی که آلومینیم یک عنصر فلزی است. خواص فلزی عنصرهای این گروه از گروه‌های قلیایی و قلیایی خاکی کمتر است.

KEY	Atomic No.	Symbol	Atomic mass	Valence e <sup>-</sup>	Configuration	Common oxidation states
6	C		12.01	2e <sup>-</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>	1s <sup>2</sup>	+4, +2, -4
14	Si		28.09	3e <sup>-</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>	+4, -4
32	Ge		72.61	4e <sup>-</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>2</sup>	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>	+4, -2
50	Sn		118.7	5e <sup>-</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup>	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup>	+4, -2
82	Pb		207.2	6e <sup>-</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>2</sup>	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>	+4, -2



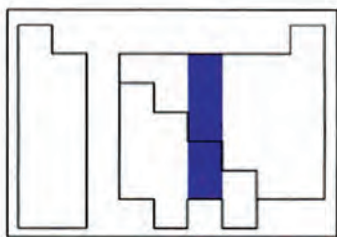
گروه ۱۴ (گروه IVA یا کربن): این گروه با عنصر کربن آغاز می‌شود. در لایهٔ آخر عنصرهای این گروه ۴ الکترون وجود دارد. عنصرهای این گروه برخی خصالت شبه فلزی، فلزی<sup>۲</sup> و نافلزی<sup>۳</sup> دارند. در این گروه از بالا به پایین خاصیت نافلزی کاهش یافته و بر خصالت فلزی افزوده می‌شود. به طوری که کربن (C) نافلز و سرب (Pb) فلز محسوب می‌شود.

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

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

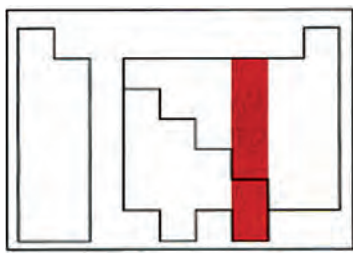
۳- نافلز: عناصری هستند که در لایهٔ آخر خود بیش از چهار الکترون دارند و خواص عمومی فلزات را ندارند.

KEY	Atomic No	Symbol	Atomic mass	Valence & configuration	Common oxidation states
	7	N	14.01	$2s^2 2p^3$	(-3, +5, +4, +3, +2, +1)
	15	P	30.97	$3s^2 3p^3$	(-3, +5, +3)
	33	As	74.92	$4s^2 4p^3$	(-3, +5, +3)
	51	Sb	121.8	$5s^2 5p^3$	(-3, +5, +3)
	83	Bi	209.0	$6s^2 6p^3$	(+3)



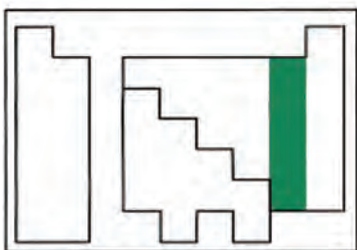
گروه ۱۵ (گروه VA یا نیتروژن): این گروه با عنصر نیتروژن (N) آغاز شده است. عنصرهای این گروه در لایه آخر ۵ الکترون دارند، بنابراین در واکنش‌ها اغلب الکترون دریافت کرده و به یون  $3^-$  تبدیل می‌شوند. در این گروه نسبت به گروه قبلی، خصلت نافلزی آشکارتر است.

KEY	Atomic No	Symbol	Atomic mass	Valence & configuration	Common oxidation states
	8	O	16.00	$2s^2 2p^4$	(-2, -1, -3)
	16	S	32.07	$3s^2 3p^4$	(-2, +6, +4, +2)
	34	Se	78.96	$4s^2 4p^4$	(-2, +6, +4, +2)
	52	Te	127.6	$5s^2 5p^4$	(-2, +6, +4, +2)
	84	Po	209	$6s^2 6p^4$	(+4, -2)
	116		No stable isotopes		

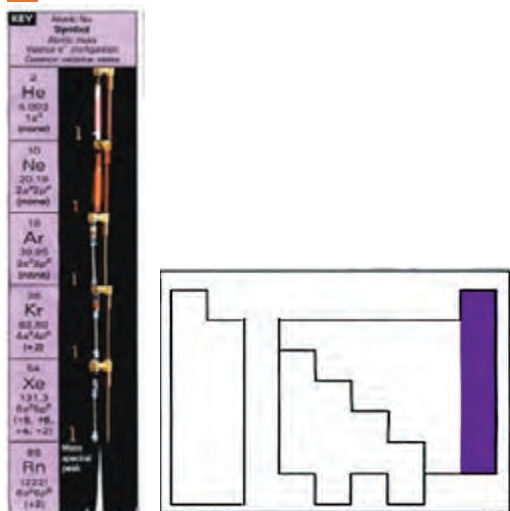


گروه ۱۶ (گروه VIA یا اکسیژن): در رأس این گروه، عنصر اکسیژن (O) قرار دارد. عنصرهای این گروه در لایه آخر ۶ الکترون دارند و اغلب در واکنش‌ها ۲ الکترون از عنصر دیگر دریافت می‌کنند و به یون  $2^-$  تبدیل می‌شوند. عنصرهای این گروه خصلت نافلزی بیشتری نسبت به گروه پیشین دارند.

KEY	Atomic No	Symbol	Atomic mass	Valence & configuration	Common oxidation states
	9	F	18.00	$2s^2 2p^5$	(-1)
	17	Cl	35.45	$3s^2 3p^5$	(-1, +7, +5, +3, +1)
	35	Br	79.90	$4s^2 4p^5$	(-1, +7, +5, +3, +1)
	53	I	126.9	$5s^2 5p^5$	(-1, +7, +5, +3, +1)
	85	At	(210)	$6s^2 6p^5$	(-1)



گروه ۱۷ (گروه VIIA یا هالوژن‌ها): در این گروه عنصرهایی چون فلوئور، کلر، برم و ید قرار دارند. در لایه آخر این اتم‌ها ۷ الکترون دارد. در واکنش‌ها با عنصرهای دیگر ۱ الکترون گرفته و به یون  $1^-$  تبدیل می‌شوند. در این گروه همه عنصرها خصلت نافلزی دارند.



گروه ۱۸ (گروه VIIIA یا گازهای نجیب): این گروه با عنصرهایی چون هلیوم، نئون و آرگون آغاز می‌شود. در لایه آخر این عناصر ۸ الکترون قرار دارد. به علت کامل بودن لایه الکترونی عناصر این گروه، تمایلی به انجام واکنش شیمیایی با سایر عناصر ندارند. به همین دلیل به این گروه گازهای بی‌اثر هم گفته می‌شود.

**عناصرهای واسطه:** از گروه ۳ تا گروه ۱۲ در جدول تناوبی به عناصرهای واسطه معروف هستند. همه عناصرهای واسطه فلز بوده و کاربرد فراوانی در ساختن ابزار و ماشین‌آلات دستگاه‌های صنایع شیمیایی دارند. مهم‌ترین ویژگی مشترک عناصرهای 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 بیشتر ترکیب‌های رنگین پدید می‌آورند.
- ۴ این عناصر می‌توانند بیش از یک ظرفیت<sup>۱</sup> 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 ۲



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 آن است که واضح و حتی‌الامکان از خطا به دور باشد.

### خطاهای فردی و خطاهای ابزاری در اندازه‌گیری آزمایشگاهی

طول یک تکه چوب را با خط‌کش‌های مختلف اندازه‌گیری کنید و نتیجه اندازه‌گیری را در جدول ثبت کنید.

فعالیت  
آزمایشگاهی ۲



### جدول ثبت اندازه‌گیری‌ها

شماره گروه					وسيله اندازه‌گیری
۵	۴	۳	۲	۱	
					خط کش فلزی خط کش پلاستیکی متر خیاطی متر فلزی فنی

الف) آیا نتایج اندازه‌گیری همه گروه‌ها یکسان است؟  
ب) آیا اندازه‌گیری طول چوب با این خط‌کش‌ها دارای پاسخ دقیق است؟ چرا؟  
پ) تفاوت در نتیجه اندازه‌گیری با کمک یک وسیله به چه عاملی مربوط است؟

**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 این‌گونه 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 شود، نتیجه‌های معتبر و نزدیک به یکدیگر به دست می‌آید. 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.

جرم ظرف شیشه‌ای با ترازوی نسبتاً دقیق، شش بار اندازه‌گیری شده است و نتایج زیر برحسب گرم به دست آمده است:  $۷۰/۴$ ،  $۷۱/۳$ ،  $۷۰/۲$ ،  $۷۰/۷$ ،  $۶۴$ ،  $۶۹/۹$   
الف) میانگین جرم ظرف شیشه‌ای چند گرم خواهد بود؟  
ب) کدام یک از اعداد فوق در محاسبه میانگین به کار نمی‌رود؟

پرسش ۷



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

فعالیت  
آزمایشگاهی ۳



**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 نتیجهٔ آزمایش تأثیر می‌گذارند. بنابراین نتیجهٔ اندازه‌گیری یک کمیت با کمک یک وسیله می‌تواند با نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری با وسیله‌های دیگر تفاوت داشته باشد.

فعالیت عملی اندازه‌گیری طول تکه چوب، خطاهای فردی و ابزاری را مشخص کنید.

پرسش ۸



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

برای انجام کار در آزمایشگاه نیاز به وسایل 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 نمایید:

فعالیت  
آزمایشگاهی ۴



جدول ۱-۱- ابزارهای آزمایشگاهی

تصویر	کاربرد	نوع ابزار
	برای گرم کردن محلول‌ها و مایع‌ها یا برای نگهداری آنها و همچنین در سنجش‌های حجمی به کار می‌رود.	ارلن
	.....	ارلن تخلیه
	.....	بشر
	.....	استوانه مدرج
	.....	بالن حجم‌سنجی
	.....	بالن ته‌صاف

جدول ۱-۱- ابزارهای آزمایشگاهی

		<p>بالن ته‌گرد</p>
		<p>پی‌پت مدرج</p>
		<p>پی‌پت حباب‌دار</p>
		<p>پی‌پت پرکن</p>
		<p>بورت</p>
		<p>لوله آزمایش</p>







جدول ۱-۱- ابزارهای آزمایشگاهی

		<p>هاون چینی</p>
		<p>بوته چینی</p>
		<p>مثلث نسوز</p>
		<p>شیشه ساعت</p>
		<p>قیف ساده</p>
		<p>قیف جداکننده</p>
		<p>خشکانه (دسیکاتور)</p>

جدول ۱-۱- ابزارهای آزمایشگاهی

		چراغ گازی
		سه پایه
		توری نسوز
		چوب‌پنبه سوراخ‌کن
		آبفشان (پی‌ست)
		قطره چکان
		گیره بورت

### جدول ۱-۱- ابزارهای آزمایشگاهی

		گیره بوته
		گیره لوله
		رابط گیره
		قاشقک (اسپاتول)

#### نکات ایمنی ۳



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

هنگام کار با وسایل آزمایشگاهی به موارد دیگری نیز باید توجه نمود، چند نمونه از نکته‌های مهم را در زیر بیاورید:

- ۳ .....
- ۴ .....
- ۵ .....

#### فکر کنید ۳



دلیل شیشه‌ای بودن اغلب وسایل آزمایشگاهی چیست؟



۱. اگر محققان و دانشمندان فعالیت‌های علمی خود را یادداشت نمی‌کردند چه نتیجه‌ای داشت؟
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 فعالیت آزمایشگاهی لازم است گزارش کار آزمایش انجام یافته ارائه شود. در هر آزمایش جزئیات و مشاهدات خود را یادداشت کنید تا تمام وقایع به صورت مستند، مکتوب و دقیق در گزارش کار وجود داشته باشد.

در حقیقت گزارش‌های آزمایشگاهی نسخه‌ای قابل استناد از تحقیق‌های انجام یافته هستند. دفتری تهیه شود و همه مشاهدات در طول انجام آزمایش در آن ثبت شود تا بتوان در مرحله تنظیم با استفاده از آنها گزارش مناسب تهیه کرد.

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

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

قواعد گزارش کار آزمایشگاهی	
۱	<b>عنوان آزمایش:</b> عنوان آزمایش و تاریخ انجام دادن آزمایش و نام آزمایش کننده آورده شود.
۲	<b>هدف آزمایش:</b> هدف کلی از اجرای آزمایش باید به روشنی بیان شود و در صورت لزوم به اهداف جزئی تر نیز می‌توان اشاره کرد.
۳	<b>مبانی نظری:</b> 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	<b>وسایل و مواد مورد نیاز:</b> 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	<b>روش آزمایش:</b> روش انجام آزمایش همراه با مشاهدات آزمایش کننده باید از ابتدا تا انتها، در گزارش نوشته شود. مشاهده‌های خود را آن طور 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. خلاصه برداری پایانی ممکن است به تنظیم گزارش مطلوبی نینجامد.
۶	<b>انجام محاسبات و رسم نمودار:</b> 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 جدول‌ها و نمودارها باعث درک بیشتر خواننده شده و در بعضی موارد بسیار ضروری است.

۷	<p><b>نتیجه‌گیری:</b> خطاهای مربوط به آزمایش اعم از خطاهای چشمی، دستگاه‌های آزمایش، خطاهای محیطی، دقت محاسبات و هر فرض ساده‌شونده‌ای که باعث ایجاد اختلاف در نتایج آزمایش و مبانی نظری آزمایش می‌شود باید در انتهای کار تحلیل شوند تا میزان صحت و درستی آزمایش مشخص گردد.</p> <p>با توجه به اینکه بسیاری فقط بخش‌های هدف و نتیجه‌گیری گزارش را می‌خوانند، ضروری است بخش نتیجه‌گیری با دقت بیشتری نوشته شود.</p>
۸	<p><b>منابع مورد استفاده:</b> 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.</p> <p>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</p>

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

پرسش ۹



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 ۵



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 تعریف‌ها اعتبار خود را از دست دادند.

(ماده آلی) اوره → گرما ————— آمونیوم سیانات (ماده معدنی)

از آن پس دانشمندان با تلاش و پیگیری توانستند میلیون‌ها ماده آلی را 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 یکسان هستند.» با وجود این، مقایسه میان دو گروه از ترکیب‌های آلی و معدنی می‌تواند در استفاده از روش‌های نسبتاً ساده برای شناسایی و طبقه‌بندی این ترکیب‌ها مؤثر باشد، لذا به طور خلاصه تفاوت‌های میان این دو گروه از ترکیب‌ها در جدول (۳-۱) ارائه می‌شود.

۱- Organic Chemistry

۲- Mineral Chemistry

### جدول ۱-۳- مقایسه خواص عمومی ترکیب‌های آلی و معدنی

خواص عمومی ترکیب‌های آلی	خواص عمومی ترکیب‌های معدنی
<p>۱. گوناگونی عنصرها در مواد آلی محدود است. غیر از عنصر اصلی که کربن است، اغلب شامل عنصرهای N, O, H هستند. گاهی نیز عنصرهای هالوژن، گوگرد و فسفر در آنها وجود دارد.</p> <p>۲. تعداد ترکیب‌های آلی به چند میلیون می‌رسد.</p> <p>۳. مواد آلی نسبت به مواد معدنی، اغلب زود ذوب هستند.</p> <p>۴. بخش اعظم ترکیب‌های آلی در آب حل نمی‌شوند.</p> <p>۵. محلول اغلب آنهایی که در آب انحلال پذیر هستند، رسانای خوبی برای جریان برق نیست.</p> <p>۶. بر اثر گرما، کم مقاومت و ناپایدارند و تجزیه و سیاه می‌شوند. در آتش می‌سوزند و گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌کنند.</p> <p>۷. واکنش بین دو ترکیب آلی اغلب بسیار آهسته است، و در بسیاری از موارد به گرما دادن و استفاده از کاتالیزگر نیاز است. با تولید انواع کاتالیزگرهای معروف به آنزیم‌ها به سلول‌های زنده، واکنش میان مواد آلی در بدن موجود زنده نسبتاً سریع انجام می‌گیرد.</p>	<p>۱. گوناگونی عنصرها در ترکیب‌های معدنی بسیار زیاد است. در ترکیب‌های دو عنصری، یک فلز یا هیدروژن با یک نافلز ترکیب شده است (مانند NaCl و HCl) و در ترکیب‌های سه عنصری، اغلب اکسیژن نیز همراه با فلز و نافلز است (مانند اسیدها، بازها و نمک‌های سه تایی از قبیل <math>\text{HNO}_3</math>، <math>\text{NaOH}</math> و <math>\text{NaNO}_3</math>)</p> <p>۲. تعداد ترکیب‌های معدنی شناخته شده تاکنون در حدود ۲۰۰۰۰۰ است.</p> <p>۳. اغلب آنها جامد و دیر ذوب باشند.</p> <p>۴. اغلب آنها در آب که یک حلال قطبی است حل می‌شوند.</p> <p>۵. محلول آبی آنها رسانای جریان برق می‌باشد.</p> <p>۶. معمولاً بر اثر گرما پایدارند.</p> <p>۷. سرعت واکنش ترکیب‌های معدنی با یکدیگر نسبتاً زیاد است. مثلاً اگر کمی هیدروکلریک اسید را بر سدیم هیدروکسید، بیفزاییم، ظرف واکنش فوراً گرم می‌شود و چنانچه از شناساگر رنگی استفاده شود، تغییر رنگ شناساگر به سرعت انجام می‌گیرد.</p>

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

تحقیق کنید ۳

شناسایی ترکیب آلی از معدنی

فعالیت آزمایشگاهی ۵



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

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

## اسیدها، بازها، نمک‌ها

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

بحث گروهی ۳



ترکیب‌های شیمیایی معدنی انواع مختلفی دارند که در اینجا سه گروه اصلی اسیدها، بازها و نمک‌ها معرفی می‌شوند.

**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 می‌دهند و گاز 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 ۱۰

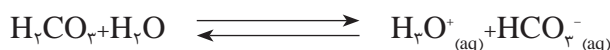


اسیدها برحسب نوع خاصی از واکنش‌های شیمیایی نیز تعریف شده‌اند. آنچه در آب حل شده و یون هیدرونیوم ( $H_3O^+$ ) تولید کند، اسید نامیده می‌شود. اسیدها ممکن است قوی یا ضعیف باشند. اسید قوی مانند هیدروکلریک‌اسید، در آب به‌طور کامل یونیده<sup>۱</sup> می‌شود.



همان‌طور که ملاحظه می‌کنید در این معادله پیکان یک‌طرفه به کار برده شده است که نشان می‌دهد یونش این اسید کامل است.

کربنیک‌اسید یک اسید ضعیف است. اسیدهای ضعیف فقط به‌طور 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<sup>۴</sup> آزاد می‌کنند. به بیان دیگر هر جزء 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.

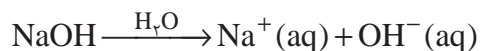
که ضمن حل شدن در آب یون  $\text{OH}^-$  تولید کند، باز است.

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

تحقیق کنید ۴



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



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

فکر کنید ۶



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

نکات ایمنی ۴





**نمک‌ها:** اسیدها، بازها را خنثی می‌کنند و نمک تولید می‌کنند. در این واکنش یون‌های  $H_3O^+$  محلول اسیدی با یون‌های  $OH^-$  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 ترکیب‌هایی 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 پنج‌آبه  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ . برخی هیدرات‌ها بر اثر گرم شدن مولکول‌های آب را از دست می‌دهند و نمک بی‌آب باقی می‌ماند. بلورهای آبی رنگ مس (II) سولفات پنج‌آبه بر اثر گرم شدن به مس (II) سولفات سفید رنگ تبدیل می‌شود.

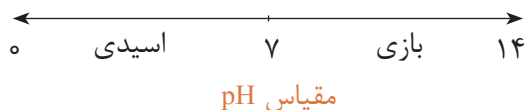
## پی‌اچ (pH)

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

بحث گروهی ۴



مقیاس pH کمیتی برای قدرت اسیدی یا بازی بودن محلول است. محدوده تغییرات pH بین صفر تا چهارده است pH آب خالص که محلولی خنثی است، ۷ می‌باشد. اگر در محلولی pH کمتر از ۷ باشد خاصیت اسیدی و pH بالاتر از ۷ محلول خاصیت بازی خواهد داشت.



**شناساگرها:** شناساگرها اسیدهای ضعیف آلی هستند که در محیط‌های اسیدی و بازی رنگ‌های متفاوتی دارند. با کمک شناساگرها می‌توان محلول‌های مختلف را از نظر اسیدی یا بازی بودن شناسایی کرد از پرکاربردترین شناساگرها، تورنسل، فنول فتالئین و نارنجی متیل را می‌توان نام برد. این مواد به صورت جامد بوده که مطابق روش خاص در یک حلال به صورت محلول تهیه می‌شوند و در مقیاس قطره‌ای برای شناسایی محلول‌ها استفاده می‌شود.

شناساگر دیگری که در آزمایشگاه‌های شیمی استفاده می‌شود، **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 ۵



با بررسی در منابع کتابخانه‌ای جدول زیر را کامل کنید.

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

فعالیت  
آزمایشگاهی ۶



### الف) شناسایی محلول‌ها

- مقدار ۵۰ میلی‌لیتر از هر یک از محلول‌های آب مقطر جوشیده، هیدروکلریک اسید و سدیم هیدروکسید رقیق تهیه کنید.
- با کمک شناساگرهای فنول فتالئین، تورنسل، نارنجی متیل تغییر رنگ محلول‌های بالا را ثبت کرده، همچنین با کمک کاغذ pH عدد مربوط به هر یک از محلول‌ها را در جدول زیر بنویسید.



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

شناساگر	آب مقطر	هیدروکلریک اسید	سدیم هیدروکسید
تورنسل			
فنول فتالئین			
نارنجی متیل			
کاغذ pH			

ب) با کمک شناساگرهای تورنسل، فنول فتالئین، نارنجی متیل و کاغذ pH اسیدی یا بازی بودن مواد قابل استفاده در زندگی روزمره را بررسی کنید و در جدول زیر ثبت کنید.

نام ماده	تورنسل	فنول فتالئین	نارنجی متیل	کاغذ pH
آب پرتقال				
صابون				
لوله باز کن				
شربت آلومینیم ام جی				
آب باتری				
جوهر نمک				

## ۱-۶- نگهداری مواد شیمیایی



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

بحث گروهی ۵



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 ایمنی حمل و نگهداری را تهیه 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.

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

- ۱ مواد شیمیایی با توجه به نوع ترکیب آنها مرتب شوند. بهتر است مواد شیمیایی برحسب خانواده آنها در قفسه‌های انبار آزمایشگاه مرتب شوند. برای این کار ابتدا مواد شیمیایی به دو دسته آلی و معدنی تقسیم‌بندی شوند، سپس در جدولی در گروه‌های جداگانه قرار گیرند.
- ۲ هر مورد از گروه ترکیب‌ها برحسب حروف الفبا مرتب شوند.
- ۳ اسیدها در قفسه مخصوص اسید نگهداری شوند.
- ۴ مواد شیمیایی بسیار سمی باید در قفسه مخصوص مواد سمی نگهداری شوند و برچسب علائم سمی بودن آنها به‌طور واضح به چشم آید.
- ۵ مواد شیمیایی بدبو و فرّار در داخل قفسه‌های مجهز به سامانه تهویه نگهداری شود.
- ۶ مواد اشتعال‌پذیر در محل‌های خنک (در صورت امکان یخچال آزمایشگاه) و دارای سامانه تهویه مناسب نگهداری شود.
- ۷ مواد شیمیایی حساس به آب در قفسه نفوذناپذیر، خشک و خنک به‌دور از سایر مواد شیمیایی نگهداری شود.

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

تحقیق کنید ۶





### 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 قفسه 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 در کنار مواد غذایی و نوشیدنی در یک یخچال نگهداری نشود.

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 در 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 آلوده 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.





اسید HF تنها اسیدی است که شیشه را در خود حل می کند، 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.



### بازدید از انبار مواد شیمیایی هنرستان

ابتدا در گروه‌های کاری فهرست واریسی از انبار را کامل نمایید و سپس با مراجعه به انبار مواد شیمیایی هنرستان، شرایط نگهداری مواد شیمیایی را بررسی و گزارش کنید.

ردیف	شرایط نگهداری مواد شیمیایی	بله	خیر
۱	مواد شیمیایی داخل قفسه‌های دردار و در قفسه‌های محکم نگهداری می شود.		
۲	قفسه‌ها به طور محکم به دیوار و کف آزمایشگاه متصل هستند.		
۳	محل نگهداری مواد شیمیایی دارای قفل است.		
۴	محل نگهداری مواد شیمیایی دارای سامانه تهویه مناسب است.		
۵	مواد شیمیایی خارج از محل حضور هنرجویان نگهداری می شوند.		
۶	مواد شیمیایی در انبار براساس طبقه‌بندی مناسبی قرار دارند.		
۷	اسیدها در قفسه مخصوص اسید نگهداری می شوند.		
۸			
۹			
۱۰			
۱۱			
۱۲			
۱۳			
۱۴			
۱۵			
۱۶			
۱۷			
۱۸			
۱۹			
۲۰			

## شستشوی شیشه آلات

- ۱ شیشه آلات آلوده را در سینک ظرفشویی آزمایشگاه بشویید.
- ۲ از شوینده‌های سازگار با محیط زیست، مانند صابون یا پاک‌کننده‌ها استفاده کنید.
- ۳ تا حد امکان 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 غیرشفاف موجود در سینک می‌تواند باعث دیده نشدن شیشه‌های شکسته و لبه تیز شود. در صورت شکستن ظروف در سینک، آب آن را خالی کرده، سپس با استفاده از دستکش مناسب، قطعات شکسته شیشه را خارج کنید.
- ۷ از ترکیب کردن باقیمانده حلال‌ها و مواد شیمیایی موجود در ظرف آزمایشگاهی در موقع شستشو اجتناب کنید.
- ۸ از پاک‌کننده‌های قوی مانند نیتریک اسید، کرومیک اسید یا سایر اکسیدکننده‌های قوی به جز در موارد توصیه شده، آن هم پس از داشتن پوشش حفاظتی مناسب استفاده نکنید. از حلال‌های اشتعال پذیر نیز به‌عنوان تمیزکننده استفاده نکنید. مگر اینکه استفاده آنها در دستورکار توصیه شده باشد.

### شستشوی وسایل شیشه‌ای

فعالیت  
آزمایشگاهی ۸



وسایل لازم	مواد لازم
بشر استوانه مدرج	پتاسیم هیدروکسید اتانول آب مقطر

### روش کار:

- ۱ ۱۰۰ گرم پتاسیم هیدروکسید را در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل کنید و تا دمای محیط سرد کنید.
- ۲ محلول تهیه شده را به یک بالن حجم‌سنجی یک لیتری منتقل کنید و با اتانول به حجم برسانید.
- ۳ لوازم آزمایشگاهی شیشه‌ای کثیف را با محلول تهیه شده شستشو دهید.

- ۱- از وسایل ایمنی شخصی مانند عینک، روپوش آزمایشگاه و دستکش استفاده نمایید.
- ۲- در کار با محلول تمیزکننده دقت نمایید که با پوست شما تماس پیدا نکند.
- ۳- در صورت تماس، محل مورد نظر را با آب فراوان بشویید.

نکات ایمنی ۷



## ارزشیابی شایستگی به کارگیری 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 دادن کار، وسایل را تمیز و سالم در محل مناسب قرار دهد.
- از برگه‌های اطلاعات ایمنی مواد (MSDS) در مواقع لزوم استفاده کند.

### استاندارد عملکرد:

به کارگیری و نگهداری مواد و وسایل آزمایشگاهی طبق دستور کار جهت انجام عملیات آزمایشگاهی

### شاخص‌ها:

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

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: مکان آزمایشگاه

شرایط دستگاه: ابزارآلات آزمایشگاهی

زمان: یک جلسه آموزشی

ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی، ابزارآلات شیشه‌ای، ترازو، مواد شیمیایی

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	کمترین نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	به کارگیری قوانین ایمنی در آزمایشگاه	۲	
۲	شناسایی مواد و وسایل آزمایشگاهی	۱	
۳	قرار دادن مواد و وسایل آزمایشگاهی در مکان مناسب	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- ایمنی: به کارگیری مواد و وسایل آزمایشگاهی با رعایت موارد ایمنی و برگه‌های 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- شایستگی‌های غیرفنی: مدیریت مواد و تجهیزات، اخلاق حرفه‌ای، کار گروهی.	۲	
	میانگین نمرات		*

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







## پودمان 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

همان‌گونه 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 آزادانهٔ 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 دی‌اکسید آزاد می‌شود. بسیاری از فعالیت‌های سلول‌های بدن جانداران و فعالیت‌هایی مانند گوارش و جذب غذا، خون و گردش آن با محلول آبی سروکار دارند. 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 دستور کار آزمایشگاه

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

#### شایستگی‌های فنی:

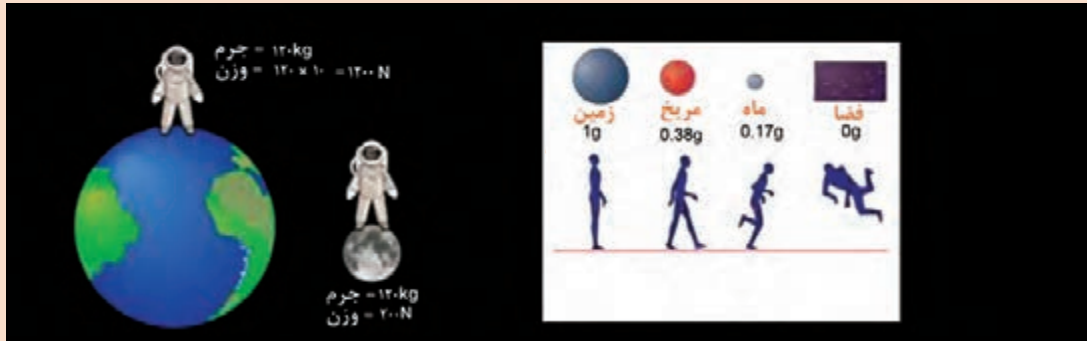
- ۱ مقدار معینی از ماده را اندازه‌گیری کنند؛
- ۲ محاسبات محلول‌سازی را انجام دهند؛
- ۳ محلولی با غلظت مشخص تهیه کنند.

#### شایستگی‌های غیر فنی:

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

## ۱-۲- جرم و وزن

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



شکل ۱-۲- اثر نیروی جاذبه

همان طور که می دانید به مقدار ماده تشکیل دهنده هر جسم، جرم می گویند، هرچقدر مقدار ماده موجود در یک جسم بیشتر باشد، جرم آن نیز بیشتر است. یکای جرم 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. یکای اندازه گیری وزن در دستگاه SI نیوتون است.

اگر وزن را با  $w$ ، جرم را با  $m$  و شتاب جاذبه را با  $g$  نمایش دهیم، خواهیم داشت:

$$\text{شتاب جاذبه. جرم} = \text{وزن}$$

$$w = m \cdot g$$

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

### مقایسه جرم و وزن

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

بحث گروهی ۱



فکر کنید ۱



تحقیق کنید ۱



با مراجعه به منابع کتابخانه‌ای و تارنماهای علمی، تفاوت‌های جرم و وزن را در جدول زیر ارائه دهید.

تفاوت‌های جرم و وزن		
وزن	جرم	
		تعریف
		یکا در سیستم سامانه SI
		وسیله اندازه‌گیری
		ویژگی (ثابت - متغیر)
		نوع کمیت (برداری - اسکالر)

## ترازوها

پرسش ۱



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 آزمایشگاه دارای یک کفه، کاملاً الکترونیکی و غالباً دارای مسیری خروجی برای اتصال به رایانه هستند. در آزمایشگاه‌های مجهزتر ترازوها به رایانه متصل هستند. ترازوها به دو گروه مکانیکی و الکترونیکی تقسیم می‌شوند.



## ترازوهای مکانیکی

**طرز کار با ترازوی دوکفه‌ای :** ساده‌ترین شکل ترازوهای دوکفه‌ای از یک محور افقی متقارن و دو کفه که از انتهای این محور آویزان هستند، تشکیل شده‌اند. مرکز این محور افقی روی یک محور عمودی قرار می‌گیرد. برای تعیین جرم یک جسم آن را در یک کفه قرار می‌دهند و در کفه دیگر وزنه‌های مشخص به اندازه‌ای قرار داده می‌شوند که دو کفه به حالت تعادل درآیند. شکل (۲-۲) چند نمونه ترازوی آزمایشگاهی را نشان می‌دهد.

### طرز کار با ترازوی یک کفه‌ای

- ۱ این نوع ترازو از یک کفه، محور افقی و بدنه اصلی تشکیل شده است. در حالت تعادل لبه محور افقی مقابل خط نشانه صفر قرار می‌گیرد. روی محور افقی سه بازو (یک گرمی، ده گرمی و صد گرمی) قرار دارد که با جابه‌جایی سرباره روی بازوها می‌توان جرم مشخصی را اعمال کرد.
- ۲ برای اندازه‌گیری ابتدا سرباره‌های هر سه بازو را روی صفر قرار دهید تا لبه محور افقی روی نقطه صفر قرار گیرد (صفر کردن ترازو)
- ۳ جسم مورد نظر را روی کفه قرار دهید. در این حالت ترازو از حالت تعادل خارج می‌شود، با جابه‌جا کردن سرباره‌ها جرم جسم را تعیین کنید (به طوری که لبه محور افقی مجدداً روی خط صفر قرار بگیرد).



در ترازوهای مکانیکی، امکان اندازه‌گیری با دقت  $\pm 1$  و  $\pm 0.1$  گرم است.

نکته



### اندازه‌گیری جرم با ترازوی مکانیکی

مقادیر  $3/2$ ،  $0/5$  و  $125$  گرم از یک ماده معین را به کمک ترازوی مکانیکی آزمایشگاهی اندازه‌گیری کنید.

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱



### ترازوهای الکترونیکی

فیلم طرز کار با ترازوی الکترونیکی



هر ترازوی الکترونیکی دارای قسمت‌های مختلف است که عبارت‌اند از :

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| ۱ محل قرار دادن جسم (کفه فلزی) | ۶ دوشاخه اتصال به برق   |
| ۲ در شیشه‌ای                   | ۷ حسگر (با اعمال نیرو بر روی آن یک پیام الکتریکی در حد میلی‌ولت روی سیم‌های خروجی آن ظاهر می‌شود) |
| ۳ صفحه نمایشگر                 | ۸ حباب کنترل تراز بودن دستگاه   |
| ۴ کلیدهای روشن / خاموش         |   |
| ۵ پیچ‌های تنظیم تراز بودن      |   |



## طرز کار با ترازوی الکترونیکی



### مدل ۱

۱ ابتدا دوشاخه ترازو را به پریز برق بزنید 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 ماده مورد نظر را روی ظرف قرار دهید، سپس جرم آن را بخوانید.

### مدل ۲



ترازوهای الکترونیکی دقت اندازه‌گیری بیشتری نسبت به ترازوهای مکانیکی دارند، معمولاً از دقت  $\pm 0.01$  تا  $\pm 0.0001$  گرم را اندازه‌گیری می‌کنند.

نکته



۱ ابتدا دوشاخه ترازو را به پریز برق بزنید، سپس با فشار دادن کلید (روشن/خاموش) دستگاه را روشن کنید.  
۲ تراز بودن ترازو را کنترل کنید (حباب کف ترازو باید در وسط دایره قرار داشته باشد). در صورت لزوم با جابه‌جا کردن پیچ‌های زیر ترازو این تنظیم را انجام دهید.

۳ کنترل کنید که دستگاه صفر را نشان دهد. در صورت نیاز، کلید Tare را فشار دهید تا صفر را نشان دهد.  
۴ در ترازو را باز کنید و شیشه ساعت تمیز برای توزین را روی کفه قرار دهید، در آن را بسته و مجدداً کلید Tare را فشار دهید تا جرم مربوط به ظرف حذف شود.

۵ حال در ترازو را باز کنید و از ماده مورد نظر به آرامی روی شیشه ساعت بریزید تا به جرم مورد نظر برسد، سپس در ترازو را ببندید و صبر کنید تا عدد ثابتی را نشان دهد، سپس جرم آن را یادداشت کنید.

### اندازه‌گیری جرم

مقادیر ۲/۰۲ و ۱/۰۰۰۴ گرم از یک ماده معین را به کمک ترازوهای آزمایشگاهی اندازه‌گیری نمایید.

فعالیت  
آزمایشگاهی ۲



### بررسی دقت ترازوهای آزمایشگاهی

مقدارهای داده شده در جدول را با ترازوهای آزمایشگاهی با دقت مختلف، اندازه‌گیری نمایید و نتایج به دست آمده را مقایسه کنید.

فعالیت  
آزمایشگاهی ۳



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

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

### نکات مهم در استفاده از ترازو :

- از ریختن مواد شیمیایی روی ترازو خودداری نمایید.
- از به کار بردن محلول‌های پاک‌کننده که به دستگاه صدمه می‌زند خودداری نمایید. برای تمیز کردن با یک تکه پارچه آغشته به مایع پاک‌کننده معمولی ترازو را تمیز کنید و با پارچه تمیز 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 تمام شدن کار با ترازوی الکترونیکی، دو شاخه آن را از پریز برق جدا کنید و روکش آن را بکشید. همچنین برای اتصال به برق فقط از آداپتور (AC) خود دستگاه استفاده کنید.
- هرگز اجسام داغ را با ترازو توزین نکنید.

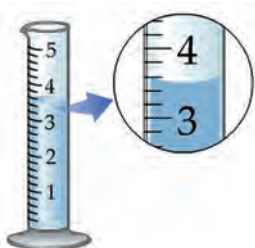
نکات ایمنی ۱



## 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 وسایل اندازه‌گیری مختلف مدرج استفاده می‌شود. یکای اندازه‌گیری حجم در دستگاه SI مترمکعب و برابر با ۱۰۰۰ لیتر است.

## وسایل اندازه‌گیری حجم مایعات در آزمایشگاه



فیلم طرز کار با وسایل اندازه‌گیری حجم مایعات در آزمایشگاه



**استوانهٔ مدرج:** از این وسیله بیشتر برای برداشتن مایعات، بخصوص محلول‌های خطرناک استفاده می‌شود که در اندازه‌های مختلف ۱، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌لیتری و بزرگ‌تر موجود است. برای اندازه‌گیری با این وسیله سطح فرو رفته مایع در نظر گرفته شود و عدد مربوطه یادداشت شود.

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 در نظر گرفت.

برای برداشتن ۱۵۴ میلی‌لیتر آب، کدام یک از استوانه‌های نشان داده شده در تصویر مناسب‌تر است؟



پرسش ۳



۱ استوانه‌های مدرج ۱، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌لیتری انتخاب کنید.

۲ حجم‌های ۲/۸، ۶/۴، ۱۶ و ۳۴ میلی‌لیتر از آب را توسط استوانهٔ انتخاب شده اندازه‌گیری کنید.

فعالیت  
آزمایشگاهی ۴



### پی‌پت

از این وسیله بیشتر برای برداشتن حجم دقیقی از مایعات استفاده می‌شود. پی‌پت دارای دو نوع مدرج و حباب‌دار است که در اندازه‌های حجمی مختلفی وجود دارند. نوع مدرج آن کاربرد بیشتری دارد، زیرا توسط نوع مدرج می‌توان به هر اندازه 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 گرفت تا میزان حجم مایع داخل آن قابل کنترل باشد.



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

پرسش ۴



هنگام کار با پی پت از مکیدن پی پت برای بالا کشیدن مایعات خودداری کنید و از پی پت پرکن استفاده نمایید.

نکات ایمنی ۲



- ۱ پی پت های مدرج و حباب دار ۱، ۲، ۵ و ۱۰ میلی لیتری را انتخاب کنید.
- ۲ حجم های ۲/۶، ۵، ۵/۱، ۰/۸، ۷/۶ و ۱۱/۵ میلی لیتر از آب را با پی پت مناسب اندازه گیری کنید.

فعالیت  
آزمایشگاهی ۵



**بالن حجم سنجی:** بالن حجم سنجی 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 گردوغبار هوا و نیز در به هم زدن و یکنواخت کردن محلول به کار می رود.

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

فعالیت  
آزمایشگاهی ۶

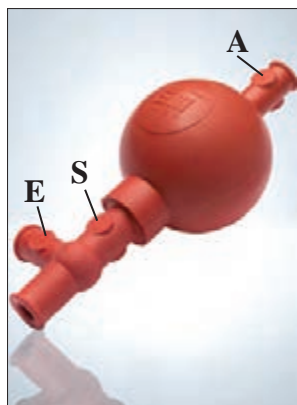


قبل از شروع آزمایش، استفاده از وسایل را تمرین کنید. در حفظ و نگهداری از وسایل آزمایشگاهی دقت داشته باشید.

### پی پت پرکن (پوار)

پی پت پرکن دارای سه دکمه است که بعد از نصب آن روی پی پت می توان از آن استفاده کرد:

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





برای برداشتن مایعات آزمایشگاهی با پی پت حتماً از پی پت پرکن استفاده کنید. قبل از استفاده از پی پت پرکن 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.



۱ حجم‌های  $1/6$ ،  $5$ ،  $5/2$ ،  $0/8$ ،  $7/6$  و  $11/5$  میلی لیتر از آب را با پی پت مناسب و با کمک پی پت پرکن اندازه گیری کنید.

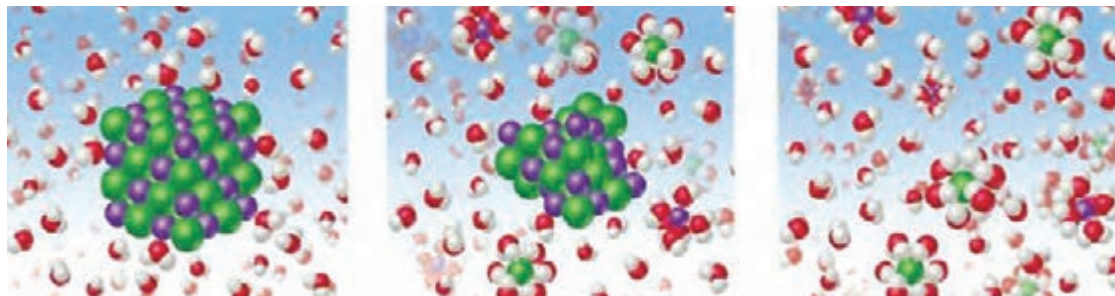
۲ حجم‌های تعیین شده را با وسایل مناسب اندازه گیری نمایید.

استوانه مدرج	پی پت حبابدار mL	پی پت ..... mL	نوع وسیله حجم (mL)
			5/8
			1/4
			0/3
			25
			50



- دقت اندازه گیری حجم در کدام وسیله با افزایش حجم ابزار بیشتر کاهش می یابد؟  
الف. بالن حجم سنجی      ب. پی پت      پ. استوانه مدرج
- کدام ابزار برای برداشتن حجم معین محلول از بالن حجم سنجی مناسب تر است؟  
الف. پی پت ساده      ب. پی پت حباب دار      پ. استوانه مدرج

## ۲-۳- محلول (مخلوط همگن)



▶ نمایش فیلم انحلال

تصویر بالا چه پدیده‌ای را نشان می‌دهد؟

بحث گروهی ۲



چنانچه چند حبه قند را در مقداری آب بریزید 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 هیچ‌گاه 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 بریزید و هم بزنید. محتویات دو بشر را مقایسه کنید. شباهت‌ها و تفاوت‌های آنها را بیان کنید.

فعالیت  
آزمایشگاهی ۸



پرسش ۶



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

محلول‌های رقیق: .....

محلول‌های غلیظ: .....

یک محلول دست‌کم از دو جزء تشکیل شده است: حلال و حل‌شونده. جزئی که حل‌شونده 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، حل‌شونده است. اغلب محلول‌های موجود در طبیعت شامل یک حلال و چند حل‌شونده هستند.

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

بحث گروهی ۳



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

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

فکر کنید ۲



محلول‌های همگن به چند دسته تقسیم می‌شوند که در جدول زیر انواع آنها آمده است. از هر مورد یک مثال بزنید و اجزای آن را مشخص کنید.

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

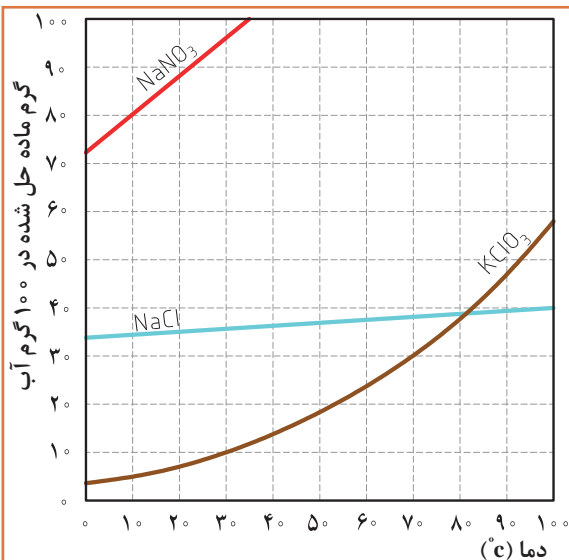
برای حل شدن مواد گوناگون در مقدار معینی حلال در دمای معمولی، محدودیتی وجود دارد. این محدودیت را قابلیت حل شدن یا حل پذیری می گویند. « حل پذیری بیشترین مقدار ماده‌ای است که در یک دمای معین می تواند در ۱۰۰ گرم حلال حل شود». حل پذیری را برحسب گرم جسم حل شونده در ۱۰۰ گرم حلال بیان می کنند.

مقدار ۵/۰ گرم از نمک های سدیم کلرید، کلسیم سولفات و باریم سولفات را در ۱۰۰ mL آب بریزید و هم بزنید. حل پذیری نمک ها را مقایسه و جدول زیر را کامل کنید.

فعالیت  
آزمایشگاهی ۹



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



با توجه به نمودار حل پذیری :

۱- در دمای ۲۰ درجه سلسیوس از هر یک از مواد، پتاسیم کلرات (KClO<sub>3</sub>) و سدیم نیترات (NaNO<sub>3</sub>) چند گرم در ۱۰۰ mL آب می تواند حل شود؟

پرسش ۷



## ۴-۲- عوامل مؤثر در سرعت حل شدن

چه عواملی در سرعت حل شدن یک ماده تأثیر دارد؟

بحث گروهی ۴



## اثر دما بر سرعت حل شدن

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱۰



در یک بشر ۱۰۰ میلی لیتر آب با دمای معمولی و در بشر دیگر همان مقدار آب جوش بریزید در هر کدام از بشرها 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 حل‌شونده و حلال نیز بستگی دارد. انرژی جنبشی یک جسم 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 ۳



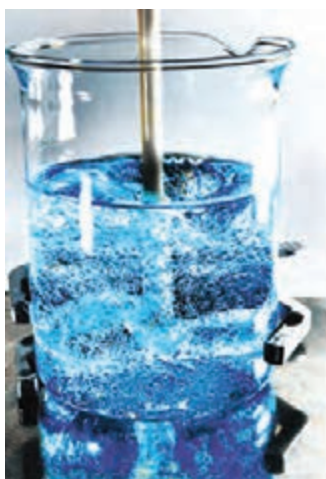
در دو بشر محتوی آب مقداری نمک‌خالص و در دیگری مقداری سنگ‌نمک بریزید. کدام یک زودتر حل می‌شود؟



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 حل‌شونده یکسان، مشابه باشد، در ظرفی که اندازه ذرات کوچک‌تر است سرعت حل شدن بیشتر خواهد بود.

## هم‌زدن محلول

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



## ۵-۲- مفهوم غلظت

بحث گروهی ۵



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 در حلال 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 شکل‌های مختلف بیان می‌شود که عبارت‌اند از :

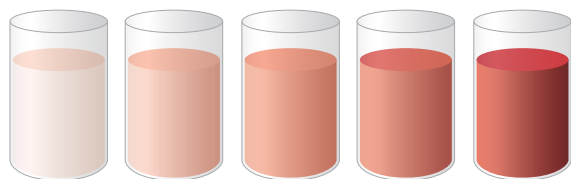
– غلظت معمولی

– غلظت درصد جرمی و حجمی

– مولاریته

– مولالیته

– نرمالیه



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

### غلظت معمولی (غلظت گرم در لیتر)

به مقدار ماده حل شده بر حسب 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 سدیم هیدروکسید در مقداری آب حل شود و به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر برسد، غلظت معمولی این محلول چقدر خواهد بود؟

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

راه حل :



۱- برای تهیه ۲۵۰ میلی لیتر محلول ۱۰ گرم بر لیتر از نمک طعام (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 بر 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 قاشقک استفاده نمایید 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 حجم سنجی به طور کامل و افزایش آب به آن؛
- ۴ تکان دادن بالن حجم سنجی برای حل شدن بهتر و همگن سازی محلول؛
- ۵ افزودن آب به درون بالن حجم سنجی تا رسیدن سطح آب به خط نشانه (به حجم رساندن)، بستن در بالن و تکان دادن محلول به منظور یکنواخت شدن.







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

## غلظت درصد

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

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



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

مفهوم	نام
$\frac{\text{جرم حل شده}}{\text{جرم حل شده} + \text{جرم حلال}} \times 100$ <p>(جرم محلول)</p>	درصد جرمی - جرمی (درصد وزنی - وزنی) $(\% \frac{W}{W})$
$\frac{\text{حجم حل شده}}{\text{حجم محلول}} \times 100$	درصد حجمی - حجمی $(\% \frac{V}{V})$
$\frac{\text{جرم حل شده}}{\text{حجم محلول}} \times 100$	درصد جرمی - حجمی $(\% \frac{m}{V})$

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

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

داریم:

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

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

پرسش ۱۱



۱. برای تهیه ۲۵۰ گرم محلول ۱۰٪ جرمی از چند گرم قند و چند میلی لیتر آب نیاز داریم؟  
 ۲. اگر ۱۰ میلی لیتر از استیک اسید را در یک بالن ۵۰ میلی لیتری بریزید و با آب به حجم برسانید، غلظت درصد جرمی این محلول چقدر خواهد بود؟

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱۲



تهیه محلول با غلظت درصد

۱) ۲۰۰ گرم محلول ۲۰٪ جرمی از نمک طعام تهیه کنید.  $(\frac{W}{W})\%$

۲) ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۵٪ حجمی از الکل تهیه کنید.  $(\frac{V}{V})\%$

۳) ۲۵۰ میلی لیتر محلول ۱۰٪ از شکر تهیه کنید.  $(\frac{m}{V})\%$

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.

## مفهوم مول

**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 روبه 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 برگیرنده  $10^{23} \times 16/022$  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  $10^{23} \times 16/022$  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: شیمییدانها مبنای تعریف مول را به جای یک عدد انتخابی ( $6/022 \times 10^{23}$ ) از ذره‌ها، بر یک جرم انتخابی (جرم مولی) از آنها گذاشته‌اند، و 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  $2 \times 16 = 32$  گرم و جرم یک مول از مولکول‌های هیدروژن ( $H_2$ ) نیز  $2 \times 1 = 2$  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 مولکول‌های زیر را محاسبه کنید:



جرم اتم‌ها:  $Ca = 40$  ،  $S = 32$  ،  $H = 1$  ،  $C = 12$  ،  $O = 16$

پرسش ۱۲



**مولاریته:** مولاریته یک محلول عبارت است از تعداد مول‌ها یا تعداد مولکول‌گرم‌های جسم حل‌شده در یک

لیتر از محلول. مولاریته با M نمایش داده می‌شود و از رابطه  $M = \frac{C}{Mw}$  به دست می‌آید که در آن C غلظت گرم در لیتر و Mw جرم مولی ماده مورد نظر است.

بدین ترتیب، محلول ۶ M سولفوریک اسید از حل شدن ۶ مول  $H_2SO_4$  (گرم  $6 \times 98 = 588$ ) 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:**  $KOH = 56$  ،  $1 \text{ mol} = 56 \text{ g}$  جرم مولی

$$M = \frac{C}{Mw} \rightarrow M = \frac{112}{56} = 2 \text{ molL}^{-1}$$

$$M = \frac{112 \text{ g}}{L} \times \frac{1 \text{ mol}}{56 \text{ g}} = \frac{112 \text{ mol}}{56 L} = 2 \text{ molL}^{-1}$$

**مثال ۲:** برای تهیه ۰/۵ لیتر محلول ۰/۲ مولار سدیم هیدروکسید، به چند گرم از ماده سدیم هیدروکسید نیاز است؟

$$M_{wNaOH} = 40 \text{ gmol}^{-1}$$

$$m = 0/5 L \times \frac{0/2 \text{ mol}}{L} \times \frac{40 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 4 \text{ g}$$

**راه حل:**



۱. برای تهیه ۵/۰ لیتر محلول پتاسیم کلرید (KCl) ۱/۰ مولار چند گرم از نمک آن نیاز است؟  
 ۲. اگر مقدار ۵/۸۵ گرم سدیم کلرید را در آب حل کنید و به حجم ۵۰۰ میلی لیتر برسانید. غلظت محلول بر حسب مولار چقدر خواهد بود؟  
 ۳. در ۱۰۰ میلی لیتر از محلول ۵/۰ مولار سدیم هیدروکسید چند گرم از ماده جامد وجود دارد؟

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



اطلاعات بر حسب 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 مایعات غلیظ آزمایشگاهی به دو مشخصه «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.

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

**مثال ۳:** برای تهیه ۲۵۰ میلی لیتر محلول ۲M نیتریک اسید چه جرمی از نیتریک اسید ۷۰٪ (درصد وزنی) باید به کار برد؟

راه حل:

$$\text{جرم اسید غلیظ} = 45 = \frac{100 \text{ g HNO}_3 \text{ غلیظ}}{70 \text{ g نیتریک اسید خالص}} \times \frac{2 \times 63 \text{ g نیتریک اسید خالص}}{1000 \text{ mL}} \times 250 \text{ mL} = \text{جرم اسید (گرم)}$$

۱- purity

۲- density

برای تهیه ۱۰۰ میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید (HCl) ۰/۵ مولار چند گرم از اسید ۳۶/۵٪ نیاز است؟



چگالی: چگالی عبارت است از نسبت جرم یک ماده به حجم آن، در دمای مشخص و فشار ۱ اتمسفر که آن را با نماد  $d$  نمایش می دهند. چگالی از رابطه  $d = \frac{m}{V}$  به دست آمده و با یکاهای  $g/cm^3$  و  $kg/m^3$  بیان می شود.

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



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

### مراحل تهیه محلول از اسیدهای غلیظ آزمایشگاهی :

- ۱ برداشتن حجم معینی از محلول غلیظ؛
- ۲ انتقال آن به درون یک بالن حجم سنجی 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  $a$  درصد 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  $M_1$  و  $V_1$  مولاریته و حجم اسید غلیظ،  $M_2$  و  $V_2$  مولاریته و حجم محلول رقیق 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 اسید (a) ۳۶٪، چگالی آن ۱/۱ گرم بر سانتی مترمکعب و جرم مولی آن ۳۶/۵ گرم بر مول باشد.

$$M = \frac{10 \times a \times d}{M_w} \rightarrow M = \frac{10 \times 36 \times 1/1}{36/5} = 10/85 M \quad \text{راه حل :}$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \rightarrow 0/2 \times 200 = 10/85 \times V_2 \rightarrow V_2 = 3/68 \text{ mL}$$

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 حجم سنجی 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 بر مول است.

پرسش ۱۶



### تهیه محلول با غلظت مولار

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱۳



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

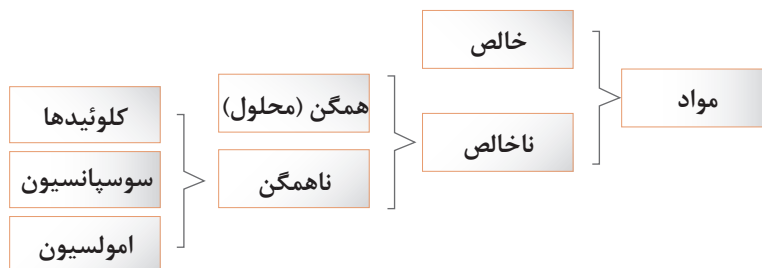
نکات ایمنی ۵



- برای تهیه محلول اسید، در زیر هود کار کنید.
- برای تهیه محلول، اسید غلیظ را به کمک پی پت و پی پت پرکن بردارید و کم کم به آب اضافه کنید.
- از جابه جایی ظروف محتوی اسید غلیظ در آزمایشگاه خودداری کنید.
- 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 غیریکنواخت دارد که به این نمونه «مخلوط ناهمگن» می‌گویند. مخلوط‌های ناهمگن ممکن است به صورت کلوئیدی، سوسپانسیون (تعلیق) و یا امولسیون باشند.



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

پرسش ۱۷



### کلوئیدها

- در یک لوله آزمایش تا گنجایش  $\frac{1}{3}$  آن الکل معمولی (اتانول) بریزید و به آن حدود  $\frac{1}{4}$  قاشق چایخوری پودر گوگرد اضافه کنید. لوله 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؟
- در یک لوله آزمایش محتوی آب جوش مقدار کمی از نمک آهن (III) کلرید بریزید و هم بزنید. به نظر شما مخلوط همگن خواهد بود یا ناهمگن؟

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱۴



### مقایسه کلوئیدها با محلول‌ها

اغلب کلوئیدها مانند محلول‌ها، ظاهری همگن و شفاف دارند و از سوراخ‌های کاغذ صافی می‌گذرند، اما با وجود این، چهار تفاوت اساسی میان کلوئیدها و محلول‌ها به شرح زیر وجود دارد:

- در کلوئیدها، اندازه ذره‌های پخش شده از اندازه ذره‌های حل شده در محلول‌ها (یعنی مولکول‌ها و یون‌ها) بزرگ‌تر است.
- 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 سرد کردن یا گرم کردن، یا در مجاورت برخی ذره‌های دیگر به یکدیگر متصل می‌شوند و ذره‌های بسیار بزرگ‌تری را تشکیل می‌دهند. در این صورت کلوئید حالت نیمه‌جامد یا «حالت ژله‌ای» به خود می‌گیرد (ژله شدن) یا اینکه کاملاً می‌بندد و به صورت لخته در می‌آید (لخته شدن)، مانند لخته شدن خون.

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

تحقیق کنید ۳



تهیه کلوئیدها

هدف: تهیه گوگرد کلوئیدی و نشاسته کلوئیدی

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱۵



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

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

روش کار برای تهیه چسب نشاسته (نشاسته کلوئیدی): مقدار ۵/۰ 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. مخلوط آب و نشاسته را به تدریج به آب در حال جوش اضافه کنید و هم بزنید. به این ترتیب چسب نشاسته تهیه می‌شود.

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

تحقیق کنید ۴



اهمیت کلوئیدها در زندگی انسان چیست؟



## سوسپانسیون

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱۶

الف. در یک لیوان تا  $\frac{1}{2}$  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 می شود؟

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 ۱۸



- دو نمونه از سوسپانسیون که در زندگی روزانه با آنها سروکار دارید، را نام ببرید.
- همان طور که دیدید، کلوئیدها برخی از خواص محلول ها و برخی از ویژگی های سوسپانسیون ها را دارند. با توجه به آنچه تا اینجا گفته شد، یک خاصیت مشترک محلول ها و کلوئیدها و دو خاصیت مشترک کلوئید و سوسپانسیون ها را بیان کنید.

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱۷

تهیه سوسپانسیون

هدف: تهیه چند نمونه سوسپانسیون

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

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 به آن اضافه کنید و هم بزنید. یک مخلوط تیره رنگ حاصل می شود، 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 می گذرد، به صورت کیفی ملاحظه کنید و در گزارش خود بنویسید، زمان ته نشینی کامل خاک رس را در ارلن تعیین و در گزارش خود ثبت کنید.

## امولسیون

روش کار برای تهیه سوسپانسیون پارافین مایع و آهن (III) اکسید در یک لوله آزمایش مقدار ۱۰ میلی لیتر پارافین مایع بریزید و مقدار ۱ گرم پودر آهن (III) اکسید به آن اضافه کنید و به خوبی هم بزنید، پارافین، شفافیت خود را از دست می دهد و رنگ سوسپانسیون به رنگ آجری تبدیل می شود. زمان ته نشینی ذرات آهن (III) اکسید را اندازه گیری کنید. با این روش یک روغن جلادهنده ساخته اید که برای هر بار مصرف باید آن را به خوبی هم بزنید، سپس استفاده کنید.

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱۸



### تهیه امولسیون

هدف: تهیه چند نوع امولسیون

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

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

الف. در یک لوله آزمایش تا حجم  $\frac{1}{4}$ ، آب، سپس به همان اندازه از یک مایع دیگر مانند روغن مایع بریزید، سپس دهانه لوله را ببندید و به شدت آن را تکان بدهید چه مشاهده می کنید؟  
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 کنید و مجدداً به هم بزنید، سپس لوله را در جایی آرام بگذارید، بعد از گذشت مدتی چه تغییری در محتویات لوله به وجود می آید؟ نتیجه مشاهدات خود را گزارش نمایید و با توجه به تفاوت های موجود در نتایج، نقش سدیم هیدروکسید را در فرایندهای فوق توضیح دهید.

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

در یک لوله 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 می شود که امولسیون ناپایدار است. پس از گذشت ده دقیقه، آب و نفت از هم جدا می شوند. برای تهیه یک امولسیون پایدار از آب و نفت به روش زیر عمل کنید:  
در یک لوله 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 پایدارکننده امولسیون است که در اطراف ذرات ریز نفت، یک لایه 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 لازم</li> <li>- انتخاب وسیله و ماده مناسب</li> <li>- اندازه گیری مقدار ماده</li> <li>- حل کردن ماده وزن شده در مقدار کمی از حلال</li> </ul> <p>- انتقال محلول حاصل به بالن حجمی</p> <p>- به حجم رساندن محلول تا خط نشانه</p> <p>- نصب برچسب مشخصات محلول ساخته شده</p>																										
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>ساخت محلول با غلظت و حجم مشخص از ماده مورد نیاز طبق دستور کار آزمایشگاهی</p> <p><b>شاخص ها:</b></p> <p>دقت در انجام دادن محاسبات</p> <p>انجام دادن کار طبق دستور کار</p>																										
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p><b>شرایط:</b> مکان آزمایشگاه</p> <p><b>شرایط دستگاه:</b> ابزارآلات آزمایشگاهی</p> <p><b>زمان:</b> یک جلسه آموزشی</p> <p><b>ابزار و تجهیزات:</b> ترازو، پی پت، بالن حجمی، بشر، همزن، 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>کمترین 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 دادن محاسبات محلول سازی</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>تهیه محلول با غلظت مشخص</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی: استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: دقت در محاسبه و انجام دادن کار انجام دادن کار با کمترین ریخت و پاش شایستگی های غیرفنی: محاسبه و کاربست ریاضی، کار گروهی، اخلاق حرفه ای، مدیریت منابع، مستندسازی</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">میانگین نمرات</td> <td></td> <td>*</td> </tr> </tbody> </table> <p>* کمترین میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.</p>			ردیف	مرحله کار	کمترین نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو	۱	اندازه گیری مقدار معینی از ماده	۱		۲	انجام دادن محاسبات محلول سازی	۱		۳	تهیه محلول با غلظت مشخص	۲			شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی: استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: دقت در محاسبه و انجام دادن کار انجام دادن کار با کمترین ریخت و پاش شایستگی های غیرفنی: محاسبه و کاربست ریاضی، کار گروهی، اخلاق حرفه ای، مدیریت منابع، مستندسازی	۲		میانگین نمرات			*
ردیف	مرحله کار	کمترین نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو																							
۱	اندازه گیری مقدار معینی از ماده	۱																								
۲	انجام دادن محاسبات محلول سازی	۱																								
۳	تهیه محلول با غلظت مشخص	۲																								
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ایمنی: استفاده از وسایل ایمنی شخصی نگرش: دقت در محاسبه و انجام دادن کار انجام دادن کار با کمترین ریخت و پاش شایستگی های غیرفنی: محاسبه و کاربست ریاضی، کار گروهی، اخلاق حرفه ای، مدیریت منابع، مستندسازی	۲																								
میانگین نمرات			*																							



## پودمان ۳

# تعیین مشخصات مواد شیمیایی



ثابت‌های فیزیکی از قبیل نقطه ذوب، نقطه جوش و چگالی از جمله متغیرهایی هستند که برای شناسایی و تشخیص مواد به کار برده می‌شوند.

## واحد یادگیری ۳

### انجام آزمایش‌های تعیین مشخصات مواد شیمیایی

#### مقدمه

نمک آشپزخانه و شکر را در نظر بگیرید، هر دو سفید رنگ هستند و در آب حل می‌شوند. با این همه کاملاً با هم تفاوت دارند. نمک از یون‌های مثبت و منفی درحالی‌که شکر از مولکول‌ها تشکیل شده است. ترکیب‌های مولکولی گستره وسیعی از دماهای ذوب و جوش از خود نشان می‌دهند، بنابراین قدرت نیروهایی که مولکول‌ها را به یکدیگر متصل نگه می‌دارد گستره وسیعی دارد. این نیروها با ساختار درونی یک مولکول تعیین می‌شود.

یکی از روش‌های شناسایی ترکیب‌های آلی تعیین خواص فیزیکی آنهاست. از مهم‌ترین خواص فیزیکی مواد می‌توان نقطه جوش<sup>۱</sup> (bp)، نقطه ذوب<sup>۲</sup> (mp) و چگالی<sup>۳</sup> (d) را نام برد که در این پودمان با روش‌های اندازه‌گیری آن در آزمایشگاه آشنا می‌شوید.

#### استاندارد عملکرد

انجام آزمایش‌های تعیین مشخصات مواد شیمیایی طبق دستور کار آزمایشگاه

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

#### شایستگی‌های فنی:

- ۱ نقطه ذوب یک ماده را اندازه‌گیری کنند،
- ۲ نقطه جوش یک ماده را اندازه‌گیری کنند،
- ۳ چگالی یک ماده را اندازه‌گیری کنند.

#### شایستگی‌های غیرفنی:

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

۱- Boiling Point

۲- Melting Point

۳- Density

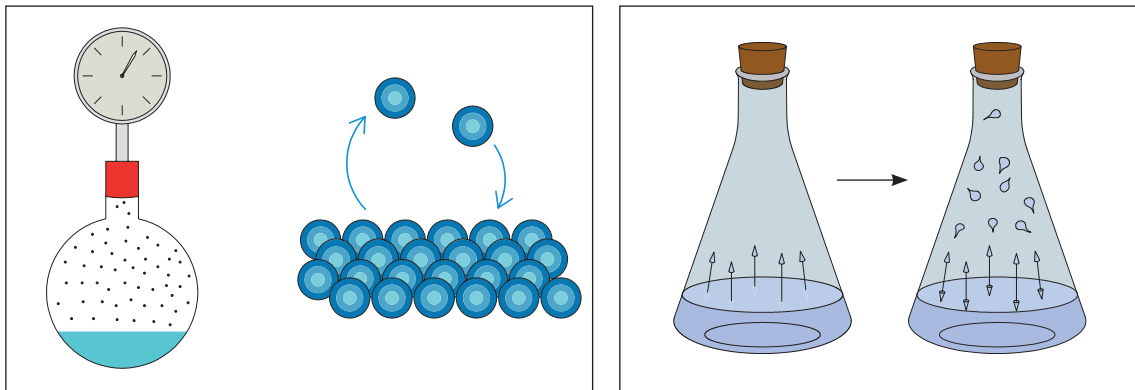
## ۳-۱- اندازه‌گیری نقطه جوش

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

بحث گروهی ۱



**فشار بخار:** مایعی را در ظرف سربسته که هوای داخل آن تخلیه شده است، در نظر بگیرید شکل (۱-۳). مولکول‌های مایع دائماً در حال حرکت هستند و وقتی که به سطح مایع می‌رسند می‌توانند از سطح مایع خارج شوند و در فضای بالای آن قرار گیرند. این فرایند برگشت پذیر است، زیرا مولکول‌هایی که به صورت بخار درآمده‌اند دوباره بر اثر برخورد به یکدیگر یا بر اثر برخورد با جداره ظرف، انرژی خود را از دست می‌دهند و وارد مایع می‌شوند. تا اینکه سامانه به حالت تعادل جنبشی برسد، به عبارت دیگر در هر لحظه تعداد معینی از مولکول‌های مایع تبخیر می‌شوند و در همان لحظه همان تعداد از مولکول‌های تبخیر شده وارد محلول می‌شوند.



شکل ۳-۱- نمایش فشار بخار مایع

۱. کدام یک از مایعات الکل، گلیسرین، آب، استون زودتر به جوش می‌آید؟ بر چه مبنایی این تشخیص را می‌دهید؟

پرسش ۱



مولکول‌ها در حالت گازی به سرعت حرکت کرده، دائماً به دیواره ظرف برخورد می‌کنند و منجر به وارد کردن فشار به دیواره ظرف می‌شوند. میزان این فشار در یک دمای معین را فشار بخار تعادل جسم مایع در آن درجه می‌نامند. با ازدیاد دما، انرژی جنبشی متوسط مولکول‌ها افزایش می‌یابد و فرار آنها از حالت مایع به حالت گازی آسان می‌شود. سرعت برگشت مجدد مولکول‌ها به حالت مایع نیز افزایش می‌یابد و به زودی در دمای بالاتر تعادل برقرار می‌شود.



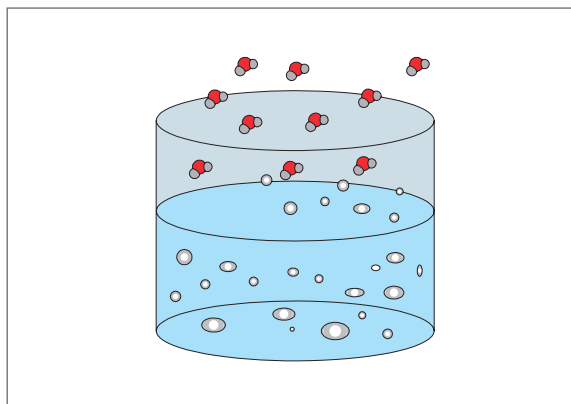
## فشار بخار یک مایع به چه عواملی بستگی دارد؟

اکنون نمونه‌ای مایعی را در نظر بگیرید که در یک دمای 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:

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

فشار جزئی نمونه برابر با فشار بخار تعادل آن در دمای معین است. اگر دما 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 دمای بالا فشار جزئی نمونه درصد بیشتری از فشار کل را تشکیل می‌دهد. با ازدیاد بیشتر دما 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 میلی متر جیوه). معمولاً نقطه جوش استاندارد را در فشار اتمسفر ۷۶۰ mmHg تعیین می‌کنند.



دمای جوش استاندارد: دمای جوش استاندارد هر مایع، دمایی است که در آن فشار بخار مایع برابر  $760 \text{ mmHg}$  باشد.

## عوامل مؤثر بر دمای جوش

چه عواملی دمای جوش مایع خالص را افزایش یا کاهش می‌دهد؟

بحث گروهی ۲



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

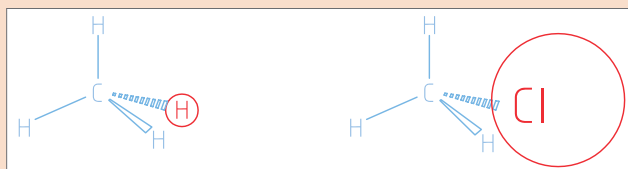
نوع ماده	متان $\text{CH}_4$	اتان $\text{C}_2\text{H}_6$	پروپان $\text{C}_3\text{H}_8$	بوتان $\text{C}_4\text{H}_{10}$
دمای جوش $^\circ\text{C}$	-۱۶۱/۵	-۸۹	-۴۲	-۱
جرم مولکولی	۱۶	۳۰	۴۴	۵۸

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 می‌کنید؟

پرسش ۲

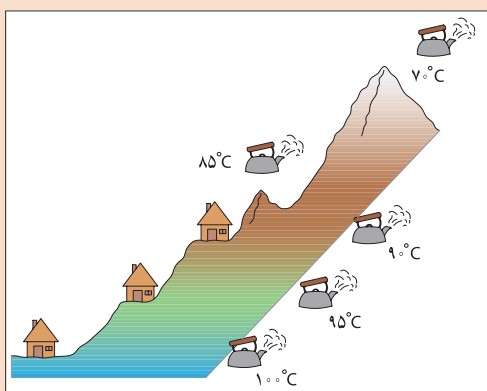


نتیجه: بین جرم مولکولی و دمای جوش.....



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

فکر کنید ۲



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

بحث گروهی ۳



فکر کنید ۳



شکل روبه‌رو نحوه عملکرد دیگ 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 و در همان شرایط، دمای جوش محلول‌های سدیم کلرید با مقدارهای مختلف نمک طعام مطابق جدول زیر به دست آمده است :

سدیم کلرید (گرم بر لیتر)	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؟

پرسش ۳



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 مویین و برای مقادیر زیاد از روش تقطیر ساده می‌توان استفاده کرد.

اندازه‌گیری نقطه جوش به روش میکرو

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱



نمایش فیلم اندازه‌گیری نقطه جوش



وسایل مورد نیاز	مواد مورد نیاز
بشر $250\text{ mL}$ ، لوله مویین، همزن شیشه‌ای چراغ گازی یا گرم‌کن برقی	گلیسرین یا پارافین، آب مقطر، اتانول، استون

▶ نمایش فیلم آماده‌سازی لوله مویین

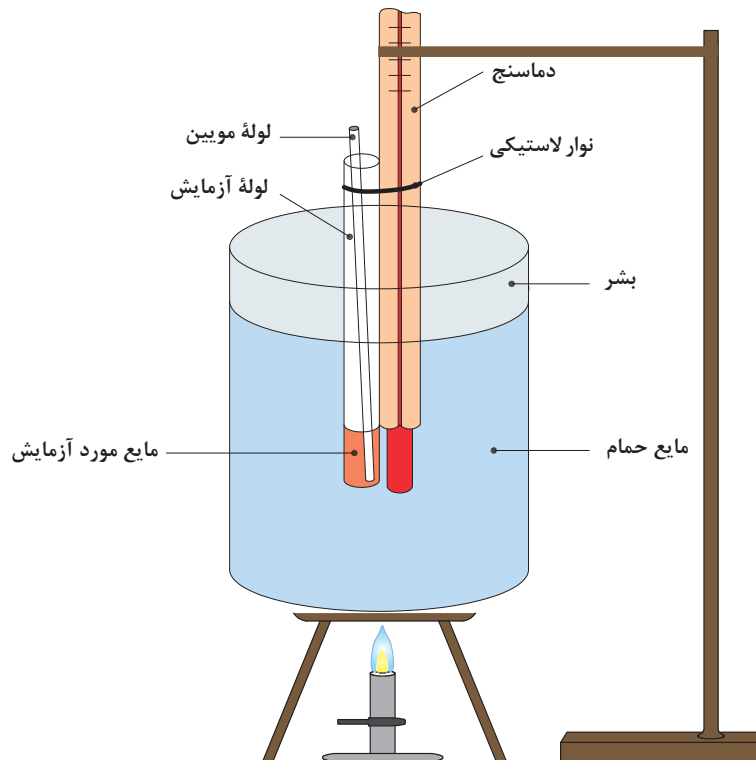


روش کار:

- ۱) حدود  $\frac{2}{3}$  بشر را از مایع گلیسیرین یا پارافین پر کنید.
- ۲) یک لوله مویین انتخاب کنید، یک سر آن را روی حرارت شعله ببندید و آن را از طرفی که باز است، 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 میلی‌لیتر از مایع مورد آزمایش بریزید.
- ۴) این مجموعه (لوله آزمایش، مایع و لوله مویین) 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 کنید و آن را به صورت معلق در حمام مایع قرار دهید و به ملایمت گرما دهید. گرما باید به اندازه‌ای باشد که هر دقیقه دمای حمام ۳ تا ۴ درجه سلسیوس افزایش یابد.
- ۶) گرما دادن را تا خارج شدن سریع حباب‌ها از لوله مویین ادامه دهید. در این هنگام گرما دادن را قطع کنید، سپس اجازه دهید تا خروج حباب‌ها کند شده و قطع شود. پس از خروج آخرین حباب، مایع از لوله مویین 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 ۱



شکل ۳-۳- سامانه 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 خواهید شد.

**ضرب تصحیح:** به علت اینکه فشار هوا در آزمایشگاه‌ها ممکن است فشار استاندارد (760 mmHg) نباشد، دمای اندازه‌گیری شده باید تصحیح شود تا بتوان دمای به‌دست‌آمده را با دمای جوش استاندارد مقایسه کرد. برای این کار به ازای هر 10 mmHg اختلاف فشار باید مطابق جدول ۲-۳ اعداد به‌دست‌آمده در آزمایش تصحیح شود. (تغییرات دمایی اعلام شده در جدول با توجه به اینکه فشار محیط آزمایش بیشتر یا کمتر از فشار استاندارد باشد، ممکن است به دمای جوش اضافه 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
اتانول	۷۸/۴	۰/۳۷

## ۲-۳- اندازه‌گیری نقطه ذوب

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



### نقطه ذوب جسم خالص

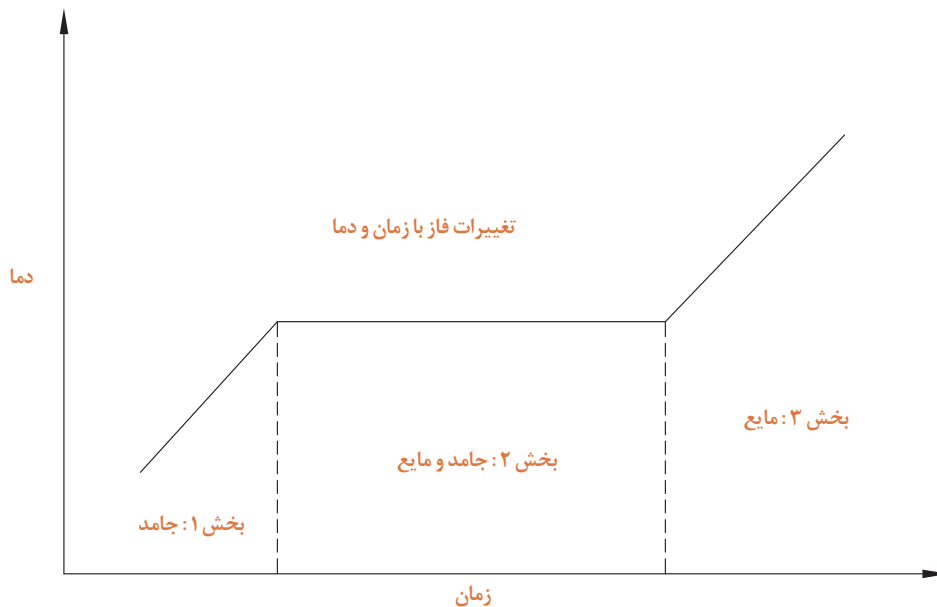
نقطه ذوب یک جسم خالص دمایی است که در آن فازهای مایع و جامد بدون تغییر دما در حال تعادل با یکدیگر باشند. چنانچه در نقطه ذوب به مخلوط فازهای جامد و مایع یک جسم خالص گرما داده شود، افزایشی در دما صورت نمی‌گیرد تا تمام جامد به مایع تبدیل شود (ذوب شود)، چنانچه گرما از چنین مخلوطی دور شود، دما کاهش نمی‌یابد تا تمام مایع به جامد تبدیل شود (منجمد شود)، بنابراین نقطه ذوب و انجماد یک جسم خالص یکسان است.

پرسش ۵



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

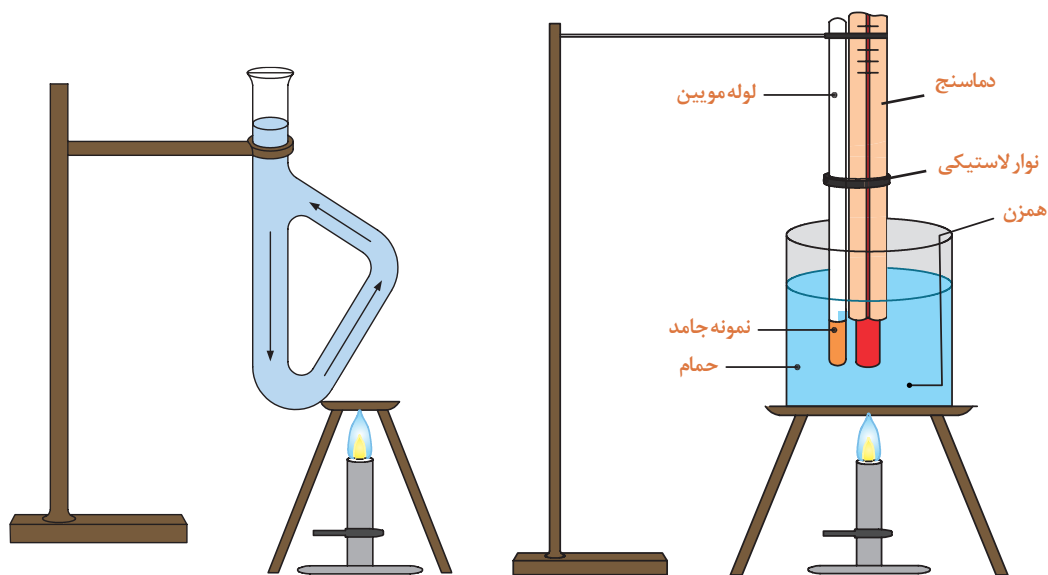
شکل (۳-۴) نمودار تغییرات فاز با زمان و دما را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار در دمای پایین (زیر نقطه ذوب) ترکیب به حالت جامد وجود دارد و افزایش گرما موجب افزایش دمای آن می‌شود. (بخش ۱). هنگامی که نقطه ذوب فرا می‌رسد، اولین مقدار جزئی مایع ظاهر می‌شود، بین حالت‌های جامد و مایع تعادل برقرار می‌شود. با ادامه گرما دادن، در طی مدت فرایند ذوب دما تغییر نمی‌کند و ماده به هر دو شکل جامد و مایع در حال تعادل وجود دارد و گرمای اضافه شده باعث تبدیل جامد به مایع می‌شود (بخش ۲). پس از ذوب آخرین قسمت ماده جامد، گرمایی که به ماده داده می‌شود موجب افزایش دمای مایع می‌شود. (بخش ۳).



شکل ۳-۴- تغییرات فاز با زمان و دما

## تعیین نقطه ذوب

برای تعیین نقطه ذوب از دو روش می‌توان استفاده کرد. یک روش استفاده از حمام‌های مایع (برای دماهای نسبتاً پایین) به صورت حمام بشر یا لوله تیل<sup>۱</sup> است (شکل‌های ۳-۵ و ۳-۶). روش دیگر استفاده از دستگاه‌های برقی برای دماهای نسبتاً بالا شکل‌های ۳-۷ است.



شکل ۳-۶- دستگاه تیل

شکل ۳-۵- بشر حمام



شکل ۳-۷- دو نمونه دستگاه الکتریکی برای اندازه‌گیری نقطه ذوب

اندازه‌گیری نقطه ذوب چند ماده به کمک حمام مایع

فعالیت  
آزمایشگاهی ۲



۱- Thiele tube

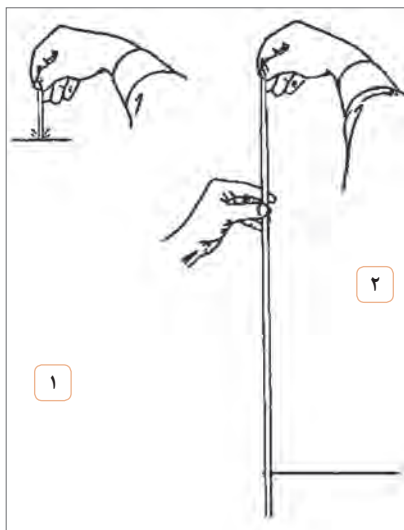
نمایش فیلم اندازه‌گیری نقطه ذوب با حمام مایع



وسایل مورد نیاز	مواد مورد نیاز
بشر ۱۰۰ mL، لوله مویین با قطر ۲ میلی‌متر دماسنج با دقت °C ۰/۱، نوار لاستیکی، توری و سه پایه فلزی لوله توخالی بلند، شیشه ساعت، هاون، لوله تیل همزن شیشه‌ای، چوب‌پنبه سوراخ‌دار، چراغ گاز	ماده جامد (اوره، بنزوئیک اسید، سالیسیلیک اسید، استانیلید) مایع پارافین یا گلیسرین

روش کار:

- یک سر لوله مویین به قطر حدود ۲-۱ میلی‌متر و طول ۱۰-۵ سانتی‌متر را روی شعله چراغ گاز در حالی که به صورت دورانی حرکت می‌دهید، تا حد سرخ شدن گرم کنید تا بسته شود.
- حدود ۱/۰ گرم از نمونه مورد آزمایش در داخل هاون ریخته و نرم کنید.



- لوله مویین را از نمونه پودر شده تا ارتفاع ۲ mm پر کنید. برای این کار سر آزاد لوله مویین را داخل پودر نرم شده فرو ببرید 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 مویین شود. (مطابق شکل ۸-۳)

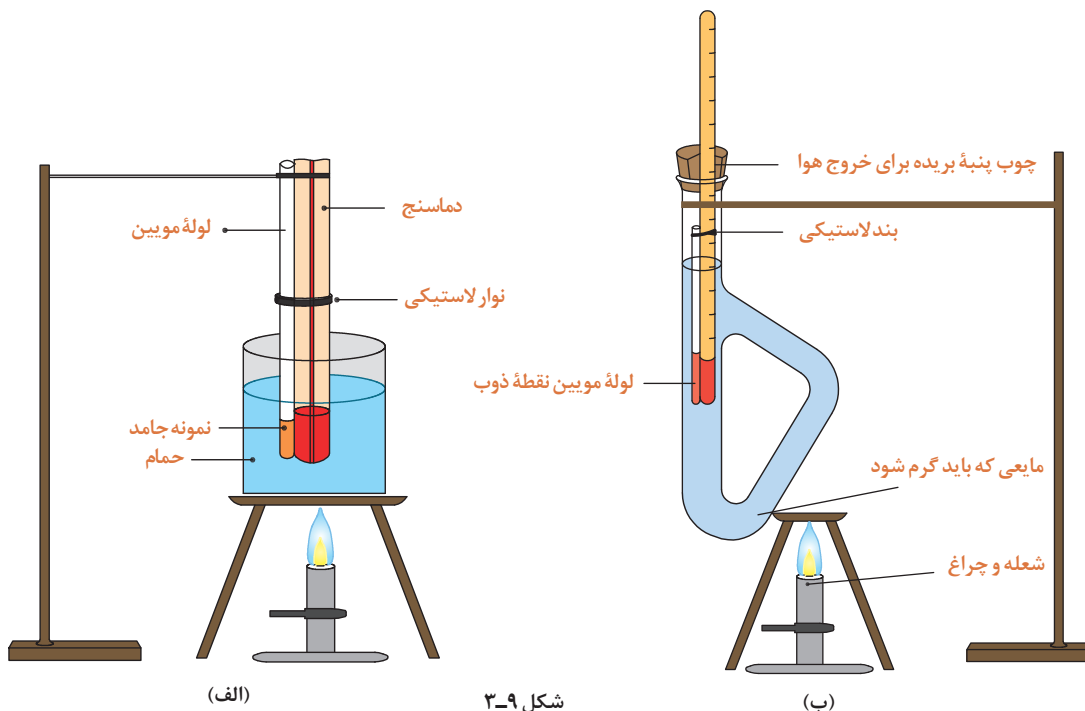
\* برای محافظت خود از روپوش آزمایشگاه، دستکش مناسب و عینک ایمنی استفاده کنید.  
\* هنگام کار با شعله گاز، موارد ایمنی را رعایت کنید.

نکات ایمنی ۲



شکل ۸-۳- پر کردن و متراکم کردن گرد در لوله مویین.

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



شکل ۹-۳

۱. اگر لوله موئین را به صورت ثابت روی شعله چراغ نگهدارید چه اشکالی ایجاد می‌شود؟
۲. چرا برای اندازه‌گیری دمای ذوب، جسم را باید به صورت پودر در آورد؟
۳. چگونه می‌توان به وسیله آزمایش سریع پی برد که انتهای لوله موئین بسته است؟

پرسش ۶



تحقیق کنید!



فعالیت آزمایشگاهی ۳



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 به طور صحیح استفاده نمایید.

نمایش فیلم طرز کار با دستگاه اندازه‌گیری نقطه ذوب







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

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

### روش کار :

- ۱ نمونه جامد را مطابق روش پیشین پودر کنید و داخل لوله موئین بریزید.
- ۲ برای انجام دادن آزمایش با دستگاه، به راهنمای استفاده از دستگاه مراجعه کنید.
- ۳ عمل گرما دادن را به آرامی انجام دهید.
- ۴ دست کم ۲ الی ۳ بار نقطه ذوب جسم اندازه گیری شود و دقت کنید که تفاوت‌ها بسیار ناچیز باشند.
- ۵ نتایج حاصل از دو روش آزمایش را با هم مقایسه کنید و درباره دقت اندازه گیری هر روش بحث کنید.



۱. خطاهای احتمالی در این آزمایش کدام‌اند؟
۲. چگونه می توان خطاهای موجود در آزمایش را کاهش داد؟
۳. علت تفاوت دمای ذوب واقعی و دمای ذوب اندازه گیری شده را بیان کنید.

## ۳-۳- اندازه گیری چگالی ۱



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





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

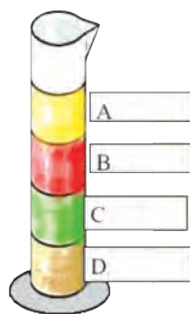
از فعالیت انجام شده می‌توان نتیجه گرفت مواد مختلف با حجم‌های مساوی بر حسب سنگینی، طوری روی هم قرار می‌گیرند که سنگین‌ترین‌ها در پایین‌تر و سبک‌ترین‌ها در بالاتر خواهند بود. به عبارت دیگر می‌توان گفت اگر جرم حجم‌های مساوی از مواد را با هم مقایسه کنید، آن ماده‌ای که جرم بیشتر دارد سنگین‌تر است و برعکس.

پرسش ۷



جرم ۱ میلی لیتر از هر یک از مواد A تا D در جدول داده شده است:  
مواد A تا D را مشخص کنید.

جرم بر حسب 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 معادله زیر به دست می‌آید:

$$d = \frac{m}{v} \quad \text{یا} \quad \text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

یکای چگالی در سامانه SI کیلوگرم بر مترمکعب و در سامانه C.G.S گرم بر سانتی‌متر مکعب است. برای یافتن چگالی مواد مختلف، از هر کدام یک سانتی‌متر مکعب تهیه کنید و جرم هریک را با ترازو اندازه بگیرید.

پرسش ۸



۱. اگر یک قطعه فلز به جرم ۷۲ گرم ۹ سانتی‌متر مکعب حجم داشته باشد، چگالی فلز را بر حسب  $\text{g/cm}^3$  به دست آورید.
۲. چگالی فلز آلومینیم  $2/73 \text{g/cm}^3$  است. اگر قطعه فلز آلومینیم به جرم ۳ گرم داشته باشید، این فلز چه حجمی باید داشته باشد؟

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

جدول ۳-۳- جرم واحد حجم اجسام

چگالی (g/cm <sup>۳</sup> )	نام ماده
۱۱	سرب
۰/۹۲	یخ
۰/۵۶	چوب بلوط
۲/۶	شیشه
۰/۲۴	چوب پنبه
۱	آب خالص

پرسش ۹



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

فکر کنید ۶



(۱)



(۲)



(۳)

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

.....  
 .....

۲. به چه دلیل وقتی هوای درون بالن را گرم می‌کنند، بالن بالا می‌رود؟

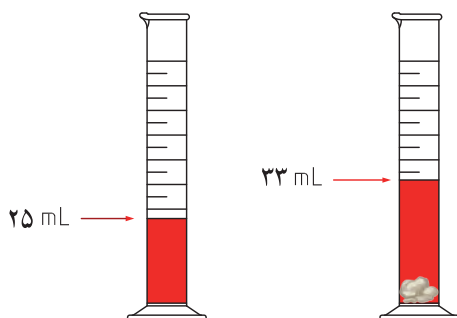
۳. چرا کشتی‌ها با وجود وزن بالایی که دارند، در آب فرو نمی‌روند؟

## تعیین چگالی جامدها:

▶ نمایش فیلم تعیین چگالی مایعات

الف. اگر جامدی دارای شکل هندسی مشخص باشد: حجم آن را با اندازه‌گیری ابعاد جسم محاسبه می‌کنند و جرم آن را به کمک ترازو به‌دست می‌آورند، سپس با توجه به معادله  $d = \frac{m}{v}$  چگالی آن را تعیین می‌کنند.  
ب. اگر جامد شکل هندسی مشخصی نداشته و در آب حل نشود: در این حالت تعیین حجم جسم به‌طور غیرمستقیم و طبق قانون ارشمیدس<sup>۱</sup> صورت می‌گیرد.

**نکته:** جامد باید چگالی بزرگ‌تری نسبت به آب داشته باشد تا نمونه جامد در آب معلق نباشد.  
در یک استوانه مدرج حجم مشخصی ( $V_1$ ) از آب ریخته و جرم آن را اندازه‌گیری کنید ( $m_1$ ). 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 عددی  $m_1$  را کم کنید و مقدار جرم جسم  $m$  به‌دست می‌آید. با داشتن  $V_2$  و  $V_1$  نیز می‌توان حجم نمونه را به‌دست آورد.  
اگر  $m_1 = 60$  گرم و  $m_2 = 100$  گرم باشد، خواهیم داشت:



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

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

$$d = \frac{m}{v} = \frac{40}{8} = 5 \text{ g/mL}$$

اگر جسم جامد مورد نظر، مانند سدیم کلرید، در آب حل‌پذیر باشد، می‌توان به جای آب از مایع دیگری مانند نفت یا روغن استفاده کرد.

تعیین چگالی مواد جامد با شکل هندسی منظم

فعالیت  
آزمایشگاهی ۵



وسایل لازم	مواد لازم
خط‌کش میلی‌متری ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم	مکعب‌هایی از جنس‌های آهن، سرب، مس، روی، چوب و پلاستیک

۱. قانون ارشمیدس: هر سیالی به جسمی که در آن قرار گرفته، نیروی شناوری وارد می‌کند. اندازه این نیرو برابر وزن سیال جابه‌جا شده است.

روش کار :

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

آلومینیم	روی	سرب	مس	آهن	چوب	جنس مکعب
						چگالی (گرم بر سانتی‌متر مکعب)

تعیین چگالی مواد جامد با شکل نامنظم

فعالیت  
آزمایشگاهی ۶



وسایل لازم	مواد لازم
استوانهٔ مدرج ۱۰ میلی لیتری پیست (آب فشان) ترازو	روی یا آلومینیم دانه‌ای آب

روش کار:

- ۱ استوانهٔ ۱۰ mL تمیز و خشک را انتخاب کنید و آن را به وسیلهٔ آب فشان تا انطباق سطح مقعر آب بر یکی از خط‌های درجه‌بندی استوانه، مثلاً در مقابل عدد ( $V_1 = 5\text{mL}$ ) پر کنید.
  - ۲ جرم استوانهٔ حاوی آب را به دست آورید ( $m_1$  گرم).
  - ۳ روی یا آلومینیم دانه‌ای را به آرامی و به طور مایل در استوانه وارد کنید. با انگشت به استوانهٔ مدرج ضربه بزنید تا حباب‌های هوا خارج شود. انحنای جدید آب را روی درجه‌بندی استوانه بخوانید. در این حالت حجم آب را  $V_2$  یادداشت کنید.
  - ۴ دوباره جرم استوانه و محتویات آن را به طور دقیق تعیین کنید ( $m_2$  گرم).
- برای تعیین چگالی داریم:

- $m_1$  (g) جرم (استوانهٔ خالی + حجم معین آب):
- $m_2$  (g) جرم (استوانهٔ خالی + حجم آب پس از اضافه کردن فلز روی یا آلومینیم دانه‌ای):
- $V_1$  (mL) حجم آب در استوانه:
- $V_2$  (mL) حجم آب پس از اضافه کردن روی یا آلومینیم دانه‌ای:
- $(m_2 - m_1)$  (g) جرم فلز:
- $(V_2 - V_1)$  (mL) حجم فلز:

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

## تعیین چگالی مایعات



▶ نمایش فیلم تعیین چگالی با پیکنومتر

پیکنومتر ظرفی است با حجم مشخص برای اندازه‌گیری چگالی مایعات. در 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 در پیکنومتر عددی حک شده است. این دو عدد مشابه برای آن است که در پیکنومتر با پیکنومترهای دیگر جابه‌جا نشود.

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

$T =$  دمای نمونه  $^{\circ}\text{C}$

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

$V =$  حجم نمونه  $(\text{mL})$

طبق معادله زیر چگالی به دست می‌آید:

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

### تعیین چگالی یک مایع با پیکنومتر

فعالیت  
آزمایشگاهی ۷



#### روش کار:

مواد لازم	وسایل لازم
آب	پیکنومتر
الکل	ترازو
استون	حمام آب گرم
	دماسنج

۱ پیکنومتر را با آب مقطر و سپس با استون به خوبی شستشو دهید و در دمای اتاق خشک کنید.

۲ جرم پیکنومتر را با ترازو تعیین کنید ( $m_1$ ).

۳ در صورت لزوم در پیکنومتر را تمیز کنید.

۴ دمای نمونه را به  $5-10^{\circ}\text{C}$  درجه سلسیوس کمتر از دمای آزمایش برسانید.

۵ پیکنومتر را پر کنید.

۶ در صورت وجود حباب، لازم است آنها را با تلنگرزدن به دیواره پیکنومتر یا هر روش دیگری خارج کنید. سپس در پیکنومتر را به آرامی بگذارید.

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  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  درجه سلسیوس قرار دهید.

۹ پیکنومتر را از حمام خارج کنید و دیواره خارجی آن را با استون خالص شسته توسط دستمال کتان بدون کرک پاک کنید.

۱۰ جرم پیکنومتر و مایع درون آن را اندازه‌گیری کنید ( $m_2$ ).

۱۱ با کمک روابط زیر مقدار چگالی نمونه مورد آزمایش را به دست آورید:

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

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



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

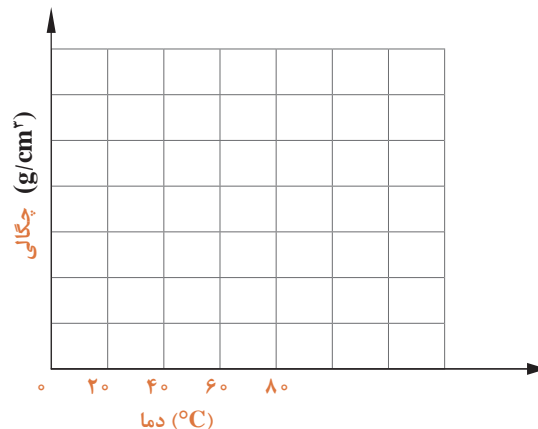
بررسی اثر دما بر چگالی مایعات

مواد لازم	وسایل لازم
الکل آب گلیسرین	پیکنومتر شیشه‌ای ترازو حمام آب گرم دماسنج

۱ با یک نمونه مایع در دماهای مختلف اندازه‌گیری چگالی را انجام دهید و نتایج آن را در جدول زیر ثبت نمایید.

دما °C	۰	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰
چگالی $g/cm^3$					

۲ منحنی تغییرات چگالی را برحسب دما رسم کنید. (برای رسم این منحنی‌ها دست کم از ۵ نقطه استفاده کنید.)



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



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

## ارزشیابی شایستگی تعیین مشخصات مواد شیمیایی

<p><b>شرح کار:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- انتخاب وسایل و مواد لازم</li> <li>- آماده کردن دستگاه یا سوار کردن سامانه آزمایشگاه</li> <li>- انجام دادن آزمایش طبق دستور کار</li> <li>- ثبت گزارش آزمایش</li> <li>- رعایت نکات ایمنی در هر مرحله از کار</li> </ul>																											
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>انجام آزمایش‌های تعیین مشخصات مواد شیمیایی طبق دستور کار آزمایشگاه</p> <p><b>شاخص‌ها:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>انجام دادن کار طبق دستور کار</li> <li>گزارش نتیجه آزمایش به‌طور دقیق</li> <li>رعایت نکات ایمنی مربوط به کار</li> </ul>																											
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p><b>شرایط:</b> مکان آزمایشگاه</p> <p><b>زمان:</b> یک جلسه آموزشی</p> <p>دستگاه‌های مورد نیاز، ابزارآلات شیشه‌ای، لوازم ایمنی فردی</p> <p><b>ابزار و تجهیزات:</b> دستگاه نقطه ذوب، ترازو، پیکنومتر، زمان‌سنج، 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>اندازه‌گیری نقطه ذوب</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>اندازه‌گیری نقطه جوش</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>اندازه‌گیری چگالی</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>شایستگی‌های 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 شایستگی‌های غیر فنی: مدیریت منابع، مستندسازی، اخلاق حرفه‌ای، کار گروهی</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>* میانگین نمرات</td> </tr> </tbody> </table> <p>* کمترین میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.</p>				ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو	۱	اندازه‌گیری نقطه ذوب	۱		۲	اندازه‌گیری نقطه جوش	۱		۳	اندازه‌گیری چگالی	۱			شایستگی‌های 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 شایستگی‌های غیر فنی: مدیریت منابع، مستندسازی، اخلاق حرفه‌ای، کار گروهی	۲					* میانگین نمرات
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو																								
۱	اندازه‌گیری نقطه ذوب	۱																									
۲	اندازه‌گیری نقطه جوش	۱																									
۳	اندازه‌گیری چگالی	۱																									
	شایستگی‌های 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 شایستگی‌های غیر فنی: مدیریت منابع، مستندسازی، اخلاق حرفه‌ای، کار گروهی	۲																									
			* میانگین نمرات																								





## پودمان ۴

# تهیه فرآورده‌های 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 فرایند 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، و 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 فرآورده‌های شیمیایی در آزمایشگاه

#### مقدمه

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

بنابراین صنایع شیمیایی، طیف گسترده‌ای از صنایع را در برمی‌گیرد که از آن جمله می‌توان به صنایع غذایی، داروسازی، پتروشیمی، صنایع نفت و گاز، صنایع شیمیایی معدنی، صنایع بسپار، الیاف مصنوعی، بهداشتی و آرایشی و صنایع تولید لوازم خانگی اشاره کرد.

#### استاندارد عملکرد

تهیه فرآورده‌های شیمیایی از مواد لازم طبق دستور کار واحد (آزمایشگاه)

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

#### شایستگی‌های فنی:

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

#### شایستگی‌های غیر فنی:

- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و به‌موقع و وقت‌شناسی، انجام دادن وظایف و کارهای سپرده شده، پیروی از قوانین آزمایشگاهی؛
- ۲ مدیریت منابع: مدیریت مؤثر زمان، استفاده از مواد و تجهیزات با روش‌های صحیح؛
- ۳ کار گروهی: حضور فعال در فعالیت‌های گروهی، انجام دادن کارها و وظایف سپرده شده؛
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی 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 وسایل 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 نبود، 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 وسایل ابتدایی استفاده می‌شده است. در مقایسه با آزمایشگاهی که شما در واحد آموزشی خود دارید، چه کمبودهایی در آن مشاهده می‌کنید؟



شکل ۴-۱- آزمایشگاه یک کیمیایگر

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

تحقیق کنید ۱

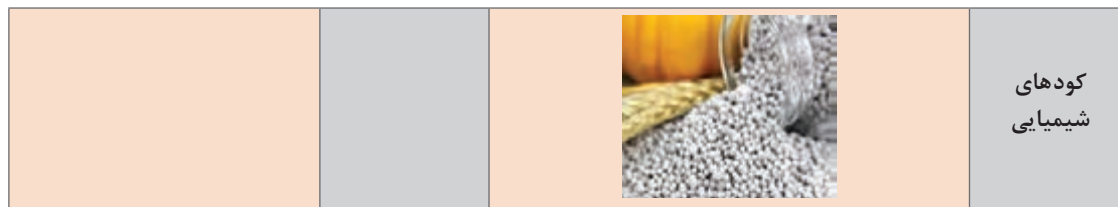


از سال‌های بسیار دور، شاید بیش از چند هزار سال قبل از میلاد، پاره‌ای فعالیت‌های عملی که تا اندازه‌ای به شیمی عملی و برخی صنایع شیمیایی مقدماتی شبیه بوده است، در میان بعضی جوامع بشری عهد باستان رواج داشته است. در آن ایام، جمعی از استادکاران ماهر و صاحبان حرفه می‌توانستند پاره‌ای فلزات اولیه را جداسازی 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 ابتدایی و سیاه‌اندود کردن فلزات در کارهای خود استفاده کنند. در واقع از توسعه و تکامل این‌گونه عملیات و فعالیت‌های آغازی بود که سنگ اولیه بنای شیمی و صنایع شیمیایی نهاده شده است.

## شیمی و صنایع شیمیایی

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 یا با استفاده از فرایندهای شیمیایی محصولات نهایی مورد استفاده را تولید می‌کنند. در شکل ۲-۴ عناوین چند شاخه از صنعت که به نوعی در ارتباط با مواد شیمیایی، 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؟

	پالایش نفت، گاز و پتروشیمی
	استخراج فلزات
	صنایع غذایی
	صنایع دارویی
	صنایع اسید، باز، نمک
	صنایع سلولوزی
	چرم سازی
	رنگ و پوشش



کودهای  
شیمیایی

شکل ۲-۴- برخی از شاخه‌های صنایع شیمیایی

## اهمیت صنایع شیمیایی

### ▶ نمایش فیلم (زندگی بدون شیمی)

در صنایع شیمیایی، شاهد تهیه و ساختن هزاران فرآورده مورد مصرف جوامع انسانی هستیم. با کمی دقت، می‌توان دریافت 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 می‌توان صدها فرآورده بسیار مهم و ارزشمند مانند انواع بنزین‌ها، نفت و گازوئیل، انواع روغن‌ها، گاز شهری، زغال کک و صدها محصول پتروشیمی دیگر به دست آورد.

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

بحث گروهی ۱



استخراج آهن از کانی‌های آن، به دنبال اجرای یک سلسله واکنش‌های شیمیایی در کوره بلند صورت می‌گیرد. اهمیت آهن و فرآورده‌های آن برای شما بسیار آشکار است. از آهن و آلیاژهای آن در صنایع ماشین‌سازی، ساخت کشتی و هواپیما، نساجی و... استفاده می‌شود. تهیه آلومینیم از بوکسیت و تهیه فلزات دیگر از ترکیب‌های 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 به دست 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 هستند. این دو در تهیه کودهای شیمیایی و برای مصارف دیگر نیز اهمیت زیادی دارد. از نمک طعام برای تهیه هیدروکلریک اسید، سدیم کربنات، سود و گاز کلر استفاده می‌شود. اینها به نوبه خود در تهیه صابون، کاغذ، پارچه‌های پنبه‌ای، پشمی و پلاستیک کاربرد دارد. تمامی موارد مربوط به تولید محصولات نام‌برده 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 عبارت‌اند از: شیمی معدنی و شیمی آلی.

۱. FeS<sub>۲</sub>



شکل ۳-۴- صنایع شیمیایی معدنی در خانه شما

فراورده‌های معدنی به کاررفته در شکل ۳-۴ را مشخص کنید.

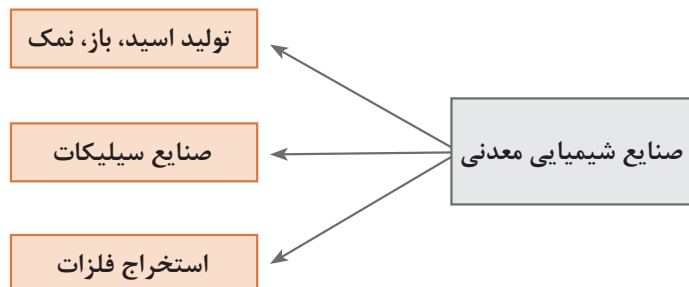
پرسش ۱



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 ترکیب‌هایی چون آهک و سایر مواد قلیایی برای تهیه شیشه بین مردم خاورمیانه امروز متداول بوده است، دانست. تولید انبوه محصولات شیمیایی معدنی بعد از انقلاب صنعتی در اروپا شروع شد. 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 به طور 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 به عنوان ماده اولیه استفاده می‌گردد تا مواد و محصولات مختلفی مانند سیمان، شیشه، کاشی و سرامیک، گچ و آهک یا مواد شیمیایی معدنی چون اسیدها و بازها، گازهای صنعتی مانند گاز اکسیژن و نیتروژن و بسیاری از محصولات دیگر به دست آیند.

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



## سولفوریک اسید (جوهر گوگرد)

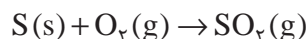
### فیلم تهیه سولفوریک اسید

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.

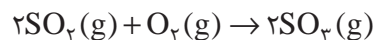
### روش تهیه صنعتی سولفوریک اسید

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



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 تریوکسید درون محلول سولفوریک اسید ۹۸٪، پیروسولفوریک اسید<sup>۱</sup> ( $H_2S_2O_7$ ) تشکیل می‌شود.



۴ با افزودن آب به پیروسولفوریک اسید، محلول سولفوریک اسید با غلظت معین را تهیه می‌کنند.



۱- پیروسولفوریک اسید همان اولئوم یا سولفوریک اسید دودکننده است.

کنترل این روش که در آن، پیروسولفوریک اسید تشکیل می‌شود، آسان‌تر از واکنش مستقیم گوگرد تری‌اکسید با آب است.

چرا هوای خشک در تولید  $SO_2$  به کار می‌رود؟

پرسش ۲



نکات ایمنی ۱



– 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 اسید را با دقت زیاد و به آهستگی به آب افزود و آن را به هم زد.



شکل ۴-۴- برخی از کاربردهای سولفوریک اسید

علاوه بر سولفوریک اسید، اسیدهای معدنی دیگری مانند هیدروکلریک اسید ( $HCl$ ) و نیتریک اسید ( $HNO_3$ ) نیز تولید می‌شوند که هر کدام در صنایع مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرند.



با مراجعه به کتاب‌های علمی و مراجع اینترنتی، درباره کاربردهای اسیدهای معدنی تحقیق کنید و جدول 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 دیوکسید 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 قدرت اسیدی خاک و آب خواهد شد. خاک‌های اسیدی ممکن است به نوبه خود اثر شدیدی بر سازگاری گیاهان و حیوانات داشته باشند. 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 دیوکسید تناسب دارد، از این رو کارشناسان می‌کوشند تا بخش مهمی از گوگرد و گوگرد دیوکسید 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 (سود سوز آور)

بحث گروهی ۲

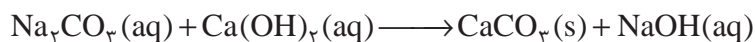


سدیم هیدروکسید چیست؟ خاصیت اسیدی دارد یا قلیایی؟ چه کاربردهایی دارد؟

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

۱ روش قدیمی که در آن از واکنش میان سدیم کربنات و محلول کلسیم هیدروکسید استفاده می شود. کلسیم کربنات که نامحلول است به شکل رسوب جدا شود و سدیم هیدروکسید به شکل محلول می ماند که از تبخیر آن می توان سدیم هیدروکسید جامد را به دست آورد.

محلول سدیم هیدروکسید + کلسیم کربنات جامد  $\longrightarrow$  محلول کلسیم هیدروکسید + محلول سدیم کربنات



۲ روش برقکافت (الکترولیز) محلول غلیظ نمک طعام است که از دید صنعتی بسیار مهم است و با این روش در سال دوازدهم بیشتر آشنا می شوید.



شکل ۴-۵- 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 ترکیب‌های 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 می‌شوند که می‌توان صنایع تهیه کودهای شیمیایی، صنایع غذایی، صنایع دارویی، صنعت شیشه، تهیه کاغذ، آبکاری، شوینده‌ها، سیمان و سرامیک را نام برد.

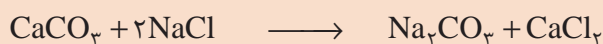
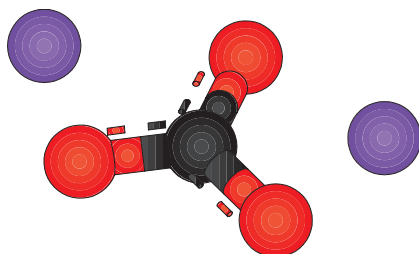
آیا می‌توانید صنعتی را نام ببرید که در آن از نمک‌های معدنی استفاده نشود؟

پرسش ۳



### 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



در مورد کاربردهای سدیم کربنات تحقیق کنید.

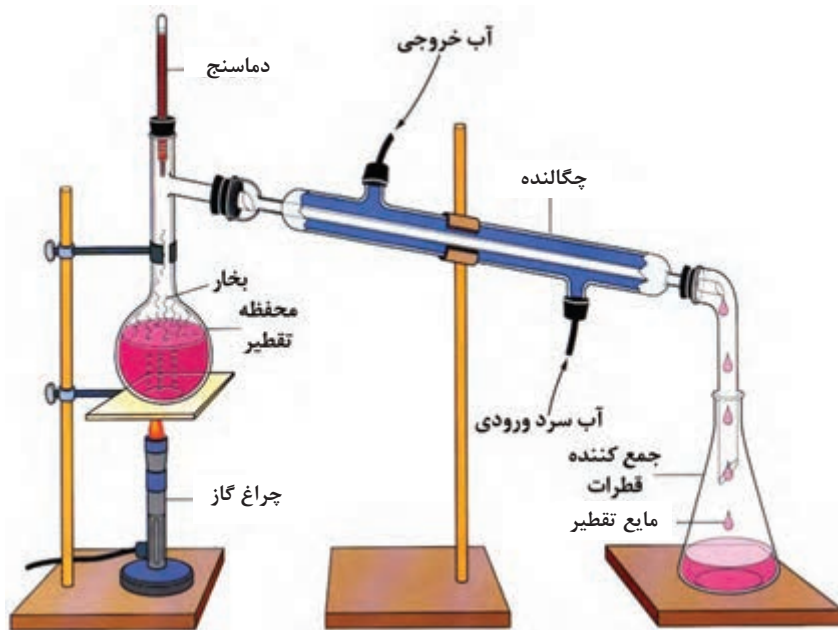


## آب مقطر

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 چگالنده (خنک کننده) 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 با گرم کردن آب معمولی و تولید بخار آب و سرد کردن مجدد این بخار آب، آب خالص یا آب مقطر تهیه می‌شود.



شکل ۴-۶- دستگاه تقطیر



## تهیه آب مقطر

فیلم سوار کردن سامانه تقطیر ▶

وسایل لازم	مواد لازم
بالن ته‌گرد چگالنده شیشه‌ای چراغ گازی دماسنج و رابط آن لوله‌های لاستیکی آب سنگ جوش رابط سه‌راهی تقطیر رابط جمع‌کننده مایع تقطیر شده سه‌پایه و توری فلزی میله و گیره نگه‌دارنده بالن	آب معمولی

### روش کار:

- ۱ مطابق شکل ۶-۴ دستگاه تقطیر را سوار کنید.
- ۲ 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.
- ۳ مقداری آب معمولی را (تقریباً دو سوم حجم بالن) در بالن بریزید، درون آن سنگ جوش بیندازید و در بالن را بسته و چراغ زیر آن را روشن کنید.
- ۴ شیر آب سرد را باز کنید تا آب سرد از طریق لوله لاستیکی پایین خنک‌کننده وارد و از لوله لاستیکی بالایی خارج شود.
- ۵ در انتهای خروجی خنک‌کننده یک بشر بگذارید تا بخارات آب پس از سرد شدن به شکل آب مقطر درون آن جمع‌آوری شود.
- ۶ مشاهدات و نتایج به دست آمده از آزمایش را در فرم گزارش کار ثبت کنید.

### پرسش ۴



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 ۴



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 گونه‌ای 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 ۲



- از سالم بودن بالن تقطیر و وسایل شیشه‌ای دیگر اطمینان حاصل کنید.
- هیچ‌گاه نباید بالن تقطیر را تا خشک شدن و از بین رفتن کامل مایع تقطیر گرما داد.
- استفاده از لوازم و وسایل ایمنی شخصی (روپوش آزمایشگاهی، عینک و دستکش) الزامی است.
- آب خروجی از چگالنده (سردکننده) را جمع‌آوری کنید و در موارد دیگر استفاده نمایید.
- در حین کار با لوازم شیشه‌ای و گرما دادن، دقت بالایی داشته باشید.

تحقیق کنید ۵



برای خالص سازی آب معمولی چه روش‌های دیگری وجود دارد؟



## تهیه آب اسید

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

بحث گروهی ۴



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 بگیرد و در نهایت از آن استفاده شود. غلظت اسید در حالت شارژ ۳۷٪ جرمی (چگالی  $1/3 \text{ g/cm}^3$ ) و در حالت نیمه‌شارژ ۲۵٪ جرمی می‌باشد.

## تهیه آب باتری

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱



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

### روش کار:

در یک بشر تمیز و خشک، مقدار ۲۲ میلی لیتر آب مقطر بریزید. سپس تحت نظارت مستقیم معلم آزمایشگاه، مقدار ۸ میلی لیتر 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 ۲



– 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 شود و موجب سوختگی با اسید شوید.

تحقیق کنید ۶

۱. نقش آب باتری در کارکرد اتومبیل چیست؟

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



## ۳-۴- صنایع سیلیکات



تصویرهای بالا چه محصولاتی را نشان می‌دهد؟ چه اطلاعاتی دربارهٔ صنایع این محصولات دارید؟

بحث گروهی ۵



صنایع سیلیکات صنایعی هستند که مادهٔ اولیهٔ 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. اغلب آنها خیلی سخت‌اند و نقطهٔ ذوب بالایی دارند. این‌گونه 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 ۷-۴- مراحل تهیهٔ گچ از سنگ معدن



گچ از جمله مصالحی است که در صنایع ساختمان‌سازی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به علت ویژگی‌هایی که دارد از زمان‌های قدیم در امر ساختمان‌سازی 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.

اگر به سنگ گچ گرما داده شود وقتی دمای آن به حدود  $120^\circ\text{C}$  درجه 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 گچ خود را گرفته است (گرفتن گچ). اگر در پختن گچ دما از  $180^\circ\text{C}$  درجه سلسیوس بالاتر برود، گچ تمامی آب خود را از دست می‌دهد و به گچ سوخته تبدیل می‌شود. این گچ در مجاورت آب از نو متبلور نمی‌شود تا به صورت  $2\text{H}_2\text{O}$ .  $\text{CaSO}_4$  درآید. اصطلاحاً گفته می‌شود که چنین گچی خود را نمی‌گیرد، بنابراین برای مصارف بنایی و برای گچ گرفتن در عملیات شکسته‌بندی مناسب نیست.

## آهک

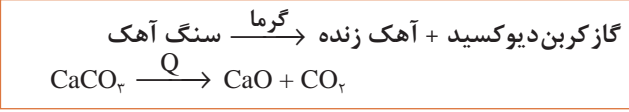
آهک به‌عنوان یکی از مواد شیمیایی مهم مورد استفاده در دنیا شناخته می‌شود برخی از کاربردهای آهک را در شکل ۴-۸ مشاهده می‌کنید:



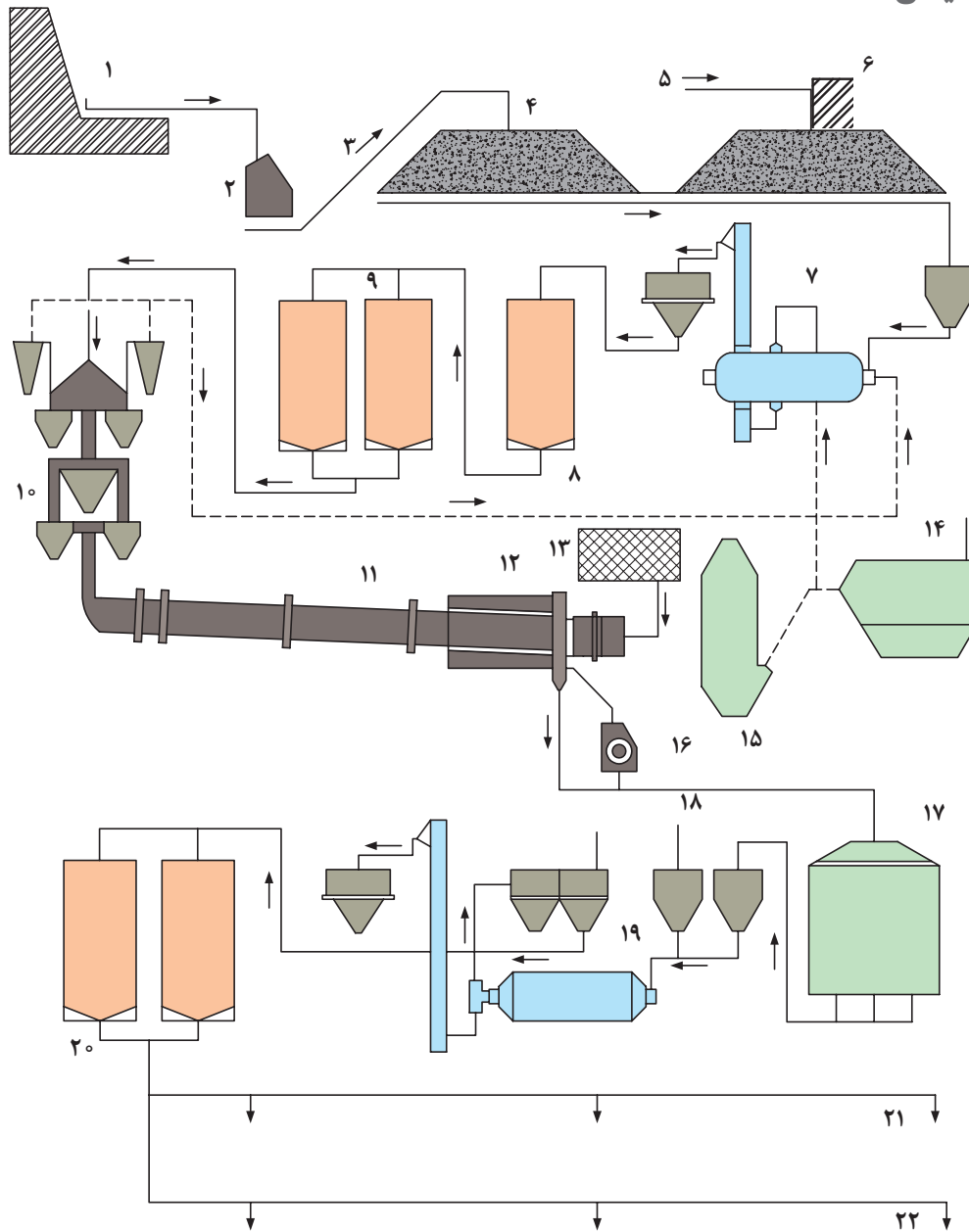
شکل ۴-۸- کاربردهای آهک

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. همچنین آهک در طیف وسیعی از صنایع به کار می‌رود که با بسیاری از آنها در زندگی روزمره خود مواجه هستید. اگر هر کدام از ما به طور روزمره، به چیزهایی که از آن استفاده 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 کلسیم‌کربنات تقریباً خالص‌اند، اما مرمر رنگی نوع ناخالص کلسیم‌کربنات است. سنگ آهک، در دمای بیش از ۱۰۰۰ درجه سلسیوس تجزیه می‌شود و گاز کربن‌دیوکسید و آهک زنده می‌دهد.



آهک زنده، کلسیم‌اکسید (CaO) است. وقتی به آهک زنده آب می‌زنند مقداری از آب با آهک ترکیب می‌شود و گرما آزاد می‌کند. گرما مقداری از آب را بخار می‌کند و باعث از هم پاشیدن آهک (شکفته شدن) می‌شود. ترکیب حاصل از آهک و آب، کلسیم‌هیدروکسید نامیده می‌شود. کلسیم‌هیدروکسید آهک مرده یا آهک هیدراته نام دارد. کلسیم‌هیدروکسید در آب کم حل می‌شود (۱/۵ گرم در لیتر) محلول حاصل، «آب آهک» نام دارد از مخلوط کردن مقدار زیاد کلسیم‌هیدروکسید با آب، «شیرآهک» حاصل می‌شود.



شکل ۹-۴- 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- سیلوهای خوراک کوره ۱۰- پیش گرمکن ۱۱- کوره دوار ۱۲- خنک کن ۱۳- مخزن سوخت ۱۴- الکترو فیلتر ۱۵- برج خنک کن ۱۶- کلینکر شکن ۱۷- سیلوی کلینکر ۱۸- گچ خام ۱۹- آسیاب سیمان ۲۰- سیلوهای سیمان ۲۱- بارگیری کیسه ۲۲- بارگیری فله



با توجه به شکل ۹-۴، آیا می‌توانید مراحل تولید سیمان را توضیح دهید؟

سیمان به معنی عام عبارت است از ماده‌ای که خاصیت چسبندگی و چسباندن دارد. اصولاً چهار روش برای تولید سیمان وجود دارد: (۱) روش تر؛ (۲) روش نیمه‌تر؛ (۳) روش نیمه‌خشک؛ (۴) روش خشک. روش مورد استفاده به فناوری و جنس سیمان بستگی دارد. در حال حاضر از روش خشک برای تولید سیمان استفاده می‌شود. سیمان‌ها موادی هستند پودری شکل که مهم‌ترین مواد اولیه آن سنگ‌آهک و خاک‌رس (مخلوط اکسیدهای سیلیسیم، آلومینیم، آهن و کلسیم) هستند.

### بیشتر بدانید:

مراحل تولید سیمان: مراحل تولید سیمان در شکل ۹-۴ نشان داده شده است:

- ۱ استخراج مواد اولیه برای تولید سیمان: معادن مواد اولیه سیمان، خصوصاً سنگ‌آهک و خاک‌رس، به صورت معدن رو باز است. در استخراج از روش چال‌زنی و انجام انفجار به وسیله دینامیت استفاده می‌شود.
- ۲ خرد کردن مواد اولیه: خرد کردن مواد اولیه توسط سنگ‌شکن‌های متحرک یا سنگ‌شکن‌های ثابت، انجام می‌شود.
- ۳ مخلوط کردن اولیه و ذخیره‌سازی: قبل از اینکه مواد خردشده در سنگ‌شکن، راهی آسیاب شوند به داخل سالی ریخته می‌شوند تا با یکدیگر مخلوط شوند. ضمناً این سالن نقش انبار و ذخیره‌سازی را نیز دارد.
- ۴ خشک کردن مواد اولیه: برخی از مواد اولیه (خصوصاً خاک‌رس)، دارای رطوبت هستند که استفاده مستقیم از آنها امکان‌پذیر نیست. برای این کار از خشک‌کن‌های مختلف می‌توان استفاده کرد که از جمله آنها خشک‌کن دوآر 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 غلتکی عمل پودر کردن صورت می‌پذیرد.
- ۶ تنظیم مواد خام: پس از پودر شدن مواد خام، پودر به‌دست آمده را در سیلوهای مواد خام ذخیره می‌کنند. از پودر به‌دست آمده توسط آزمایشگاه نمونه‌برداری می‌شود و پس از انجام آزمایش‌های تجزیه‌ای و تنظیمات لازم، خوراک کوره به‌دست 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، یکنواختی ترکیب خوراک کوره، خوب مخلوط شدن و همگن بودن آن است، که این عمل در سیلوها انجام می‌گیرد.
- ۸ پیش‌گرم‌کن: پس از تهیه و تنظیم مواد خام، مواد آماده برای پخت است. روش‌های گوناگونی برای پخت سیمان وجود دارد. وظیفه پیش‌گرم‌کن 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 دوآر: قسمت اصلی عمل پختن در کوره صورت می‌گیرد. خوراک کوره پس از طی مسیر پیش‌گرم‌کن از انتهای کوره وارد کوره می‌شود. به دلیل وجود شیب و حرکت دورانی مواد به سمت خروجی کوره و منطقه پخت سرازیر می‌شود.
- ۱۰ خنک‌کن: مخلوط خروجی از کوره دارای دمایی حدود ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه سلسیوس است. به دلیل مشکل بودن جابه‌جایی مخلوط داغ و برای تشکیل و تکمیل بلورهای 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، مانند سنگ، سفت و سخت می‌شود و در مقابل آب نیز مقاوم است. این ویژگی در مورد گچ و آهک وجود ندارد، خمیر گچ و آهک با آب، قابلیت دوام طولانی مدت را ندارد، و به مرور زمان در آب حل می‌شود.

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

تحقیق کنید ۷



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

تحقیق کنید ۸

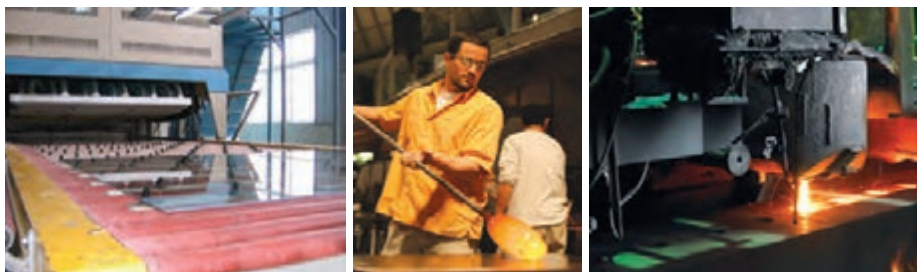


بیشتر بدانید:

## سیمان

سیمان به عنوان کالایی زیربنایی نقش بسیار مهمی در رشد و آبادانی دارد و غالباً میان رشد اقتصادی و مصرف سرانه سیمان رابطه نزدیکی وجود داشته است. کشور ایران یکی از کشورها با بالاترین تولید سیمان در دنیا می‌باشد. برخی مزیت‌های تولید سیمان در ایران عبارت‌اند از:

- ۱ وجود توزیع مناسب منابع غنی معدنی در کشور، به نحوی که تقریباً در تمام ایران امکان تولید سیمان وجود دارد (حمل و نقل سیمان دشوار است و بخش قابل توجهی از بهای تمام شده سیمان را به خود اختصاص می‌دهد).
- ۲ غنی بودن ایران از نظر منابع انرژی (سیمان، صنعتی انرژی بر است).
- ۳ ایران در همسایگی کشورهایی واقع شده که جزء بزرگ‌ترین واردکنندگان سیمان جهان هستند.
- ۴ از نظر فناوری، ۸۰٪ تجهیزات فنی و مهندسی و دانش مربوط به صنعت تولید سیمان در کشور موجود است.



شکل ۱۰-۴- مراحل تهیه شیشه

▶ نمایش فیلم شیشه‌گری

شیشه، ماده‌ی بی‌شکلی است که معمولاً از سیلیس ( $\text{SiO}_2$ )، سدیم اکسید ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) و کلسیم اکسید ( $\text{CaO}$ ) تهیه می‌شود. شیشه‌ها موادی هستند که ساختار بلوری ندارند و ذره‌های تشکیل دهنده آنها به صورت نامنظم در شیشه وجود دارند. شیشه‌ها را می‌توان به صورت‌های گوناگون از جمله براساس ترکیب شیمیایی سازنده آنها، خواص، ساختار، روش تولید و شکل آنها یا ویژگی‌های دیگر تقسیم‌بندی کرد. رایج‌ترین تقسیم‌بندی شیشه‌ها براساس ترکیب شیمیایی آنهاست. بر این اساس شیشه‌ها به چند دسته اصلی تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از: شیشه‌ی سودا - آهک، شیشه‌ی سربی، شیشه‌ی بورو سیلیکاتی، شیشه‌ی بورو آلومینوسیلیکات و شیشه‌ی روی بورو سیلیکات.

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



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

**بیشتر بدانید:** شیشه‌های بورو سیلیکاتی (پیرکس) در زمینه‌های گوناگون پژوهش و تحقیق از جمله آزمایش‌های شیمی تجزیه و نیز پاره‌ای از فرایندهای صنعتی به کار می‌روند. همه ظرف‌های آزمایشگاهی مانند لوله آزمایش، استوانه مدرج، بشر، بورت، پی‌پت، ظرف‌های واکنش، دستگاه تقطیر، چگالنده و تبادلهای گرمایی از گونه‌های مختلف شیشه‌های بورو سیلیکاتی هستند.



شکل ۱۱-۴- کاربردهای لعاب

شکل ۱۱-۴ برخی کاربردهای لعاب را نشان می‌دهد. لعاب‌ها در چه موارد دیگری استفاده می‌شوند؟

فکر کنید ۱



لعاب، 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 لعاب استفاده می‌شود. لعاب‌ها مواد بی‌شکلی هستند که مانند شیشه‌ها از ترکیب اکسیدهای اسیدی و بازی به وجود می‌آیند. لعاب به صورت یک قشر نازکی سطح جسم را می‌پوشاند، و در ضمن فرایند پختن بین لعاب مورد نظر و بدنه (قطعه)، واکنش شیمیایی صورت می‌گیرد و سرانجام قشر نازکی از لعاب بر روی بدنه متصل می‌شود.

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

### تمرین

- ۱ از چه زمانی صنایع شیمیایی در مسیر پیشرفت قابل توجهی قرار گرفت؟
- ۲ سولفوریک‌اسید در صنعت چگونه تهیه می‌شود و چه کاتالیزگری برای تهیه آن به کار می‌رود؟
- ۳ از چند راه می‌توان سدیم‌هیدروکسید 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 آب‌آهک تهیه می‌کنند؟
- ۸ روش تهیه شیشه را توضیح دهید و انواع شیشه را نام ببرید.
- ۹ آیا می‌توان ظروف لعابی را برای سلامتی ایمن دانست؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

## تهیهٔ مرکب خوش نویسی

فعالیت  
آزمایشگاهی ۲



وسایل لازم	مواد لازم
پارچهٔ نازک همزن شیشه‌ای کاغذ صافی چراغ آزمایشگاهی توری و سه پایهٔ فلزی ترازوی آزمایشگاهی بشر ۵۰۰ میلی لیتری ارلن ۵۰۰ میلی لیتری	گل سرخ برادهٔ آهن خالص

### روش کار :

- حدود ۱۰۰ گرم گل سرخ را در ارلن بریزید و ۴۰۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه کنید و آن را روی چراغ گاز 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 ۵



۱. برای تهیهٔ مرکب، چرا گل باید خوب پخته شود؟
۲. چرا عصارهٔ گل را باید با فشار تمام خارج کنید؟
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.

از چه مواد دیگری می‌توان در تهیهٔ مرکب خوش نویسی استفاده کرد؟

تحقیق کنید ۹







## تهیه شناساگر شیمیایی تورنسل

نمایش فیلم تهیه معرف شیمیایی

تورنسل یا «لیتموس» یک ماده 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 نحوه رشد میکروب‌ها با تغییر رنگ معرف آگاه شد. به این نوع شیر «شیر تورنسل» می‌گویند.

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

مواد لازم	وسایل لازم
سرکه تخمه آفتابگردان سیاه خام پودر جوش شیرین	بشر، همزن شیشه‌ای، چراغ الکلی یا گازی، سه پایه و توری فلزی لوله آزمایش و کاغذ صافی

این شناساگر در منابع گیاهی زیادی (مانند پوست تخمه آفتاب گردان سیاه رنگ و کلم بنفش) یافت می‌شود.  
**روش کار:**

- در بشر به مقدار دلخواه آب بریزید و روی چراغ بگذارید، سپس، مقداری تخمه آفتاب گردان را که بتواند رنگ کافی به آب بدهد درون بشر بریزید.
  - 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.
  - بشر را از روی چراغ گاز بردارید و تخمه‌های آفتاب گردان را از آب خارج کنید. به این ترتیب معرف تورنسل آماده مصرف است.
  - مقدار ۱ میلی لیتر از محلول ساخته شده را در لوله آزمایش بریزید و به آن چند قطره سرکه بیفزایید و تغییر رنگ را یادداشت کنید.
  - کمی از محلول معرف را در لوله آزمایش دیگری بریزید و مقداری پودر جوش شیرین به آن بیفزایید و آن قدر تکان دهید تا حل شود، سپس تغییر رنگ را یادداشت کنید.
- همین روش را با سایر منابع گیاهی انجام دهید. با توجه به سادگی روش کار، حتی می‌توان در منزل و به کمک وسایل آشپزخانه، این کار را انجام داد.

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

پرسش ۶



## ۴-۴- صنایع نفت، گاز و پتروشیمی



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 بودند 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<sup>۱</sup> از نوعی آسفالت استفاده شده است. کتیبه‌های به‌جای 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 ابتدایی نفت خام، نوعی ترکیب شبیه نفت سفید به دست آمد و به صورت محدود برای سوخت چراغ‌های روشنائی به کار رفت.

در مورد درمان‌های پزشکی نفت خام تحقیق کنید.

تحقیق کنید ۱۰



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. از اواسط قرن نوزدهم، تولید انبوه وسایل گازسوز بخصوص 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 ش. 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.

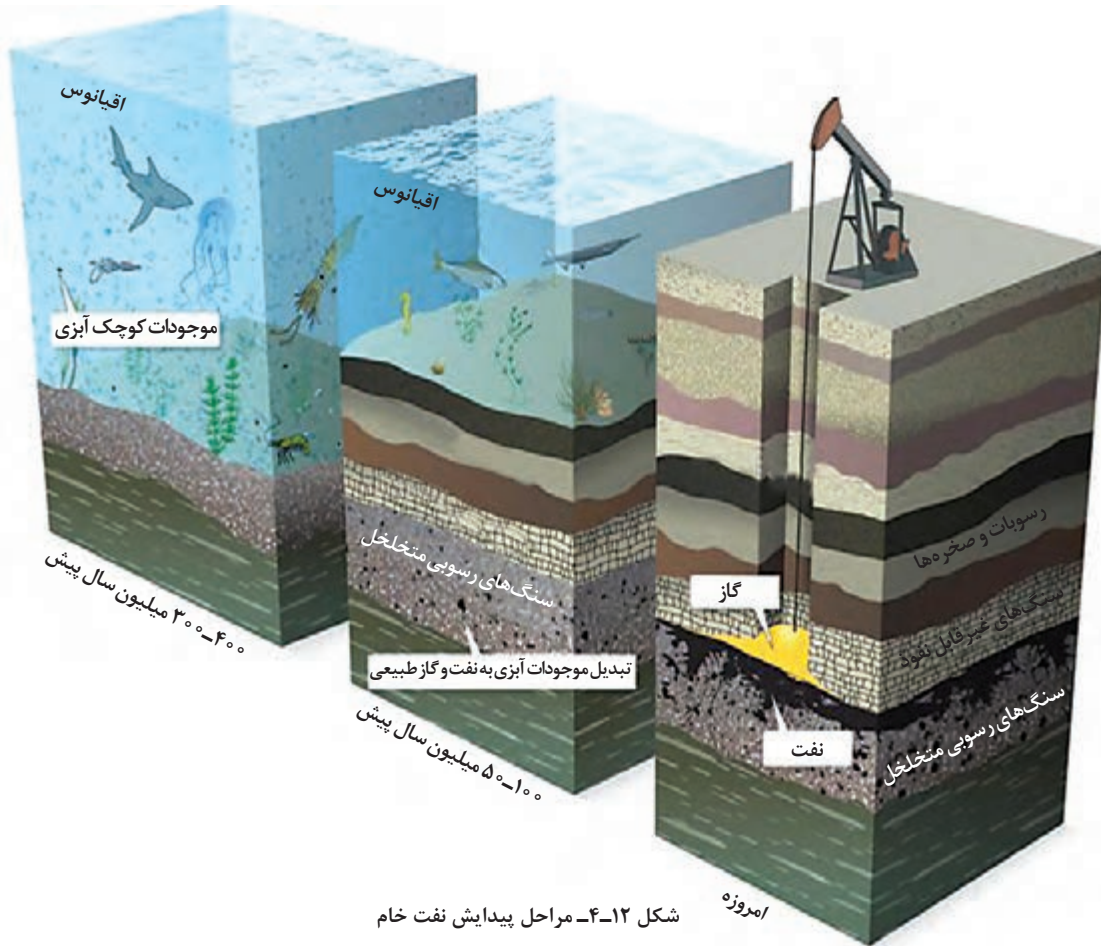
– پالایشگاه‌های نفت و گاز فعال کشور را نام ببرید.

تحقیق کنید ۱۱



۱- شهر باستانی بابل در عراق قرار دارد.

## پیدایش نفت و گاز



شکل ۱۲-۴- مراحل پیدایش نفت خام

با کمک آموخته‌های خود و با توجه به شکل ۱۲-۴، مراحل پیدایش نفت خام را توضیح دهید.

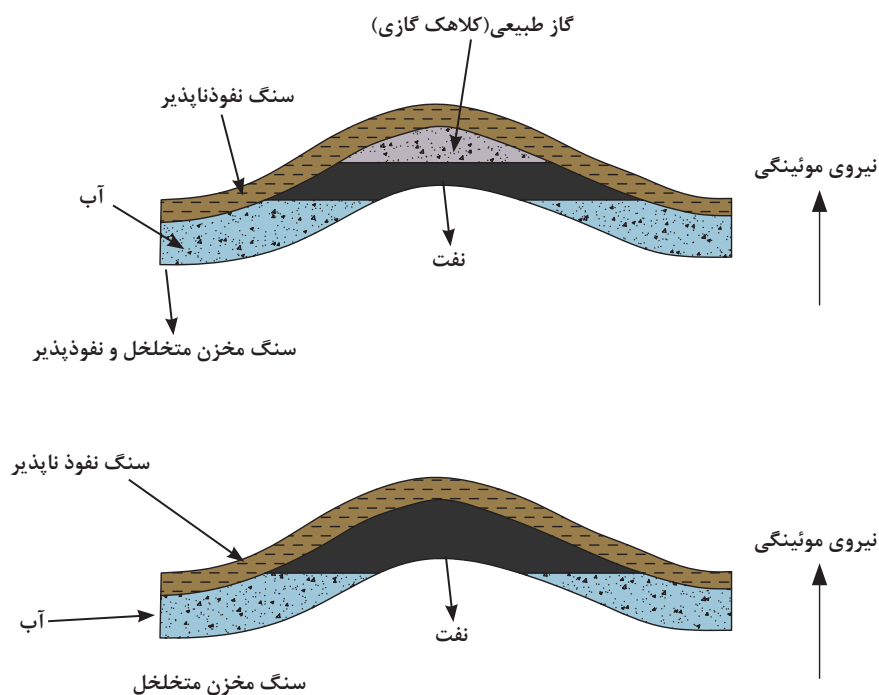
پرسش ۷



درخصوص چگونگی تشکیل نفت و گاز در اعماق زمین نظریه‌های 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 اینجا 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 در شرایط مناسب به یکدیگر بپیوندند 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 ۴-۱۳ الف). در مخازن نفت، حجم گاز نسبتاً کم است و عمدتاً گاز در لایه نفت حل می‌شود (شکل ۴-۱۳ 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.



شکل ۴-۱۳ - الف) مخزن نفت و گاز، ب) مخزن نفت

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

تحقیق کنید ۱۲



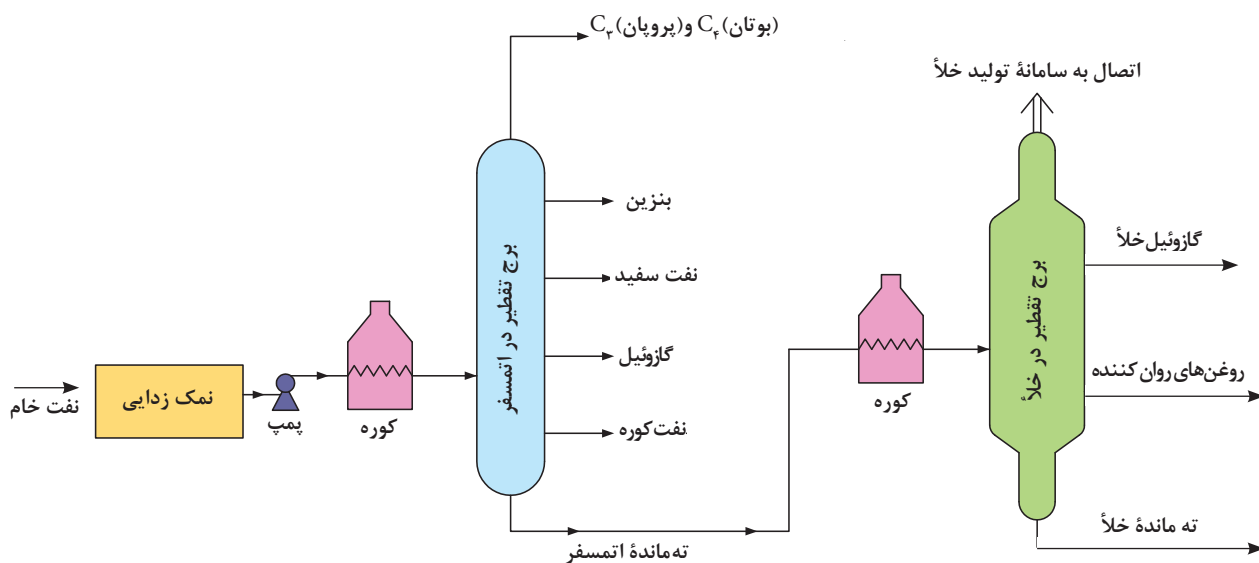
## پالایش نفت خام «طلای سیاه»

بحث گروهی ۷



با توجه به آموخته‌های 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 آنکه 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 خلأ برخوردارند. شکل ۱۴-۴، برج‌های تقطیر اتمسفری و تقطیر در خلأ را نشان می‌دهد.



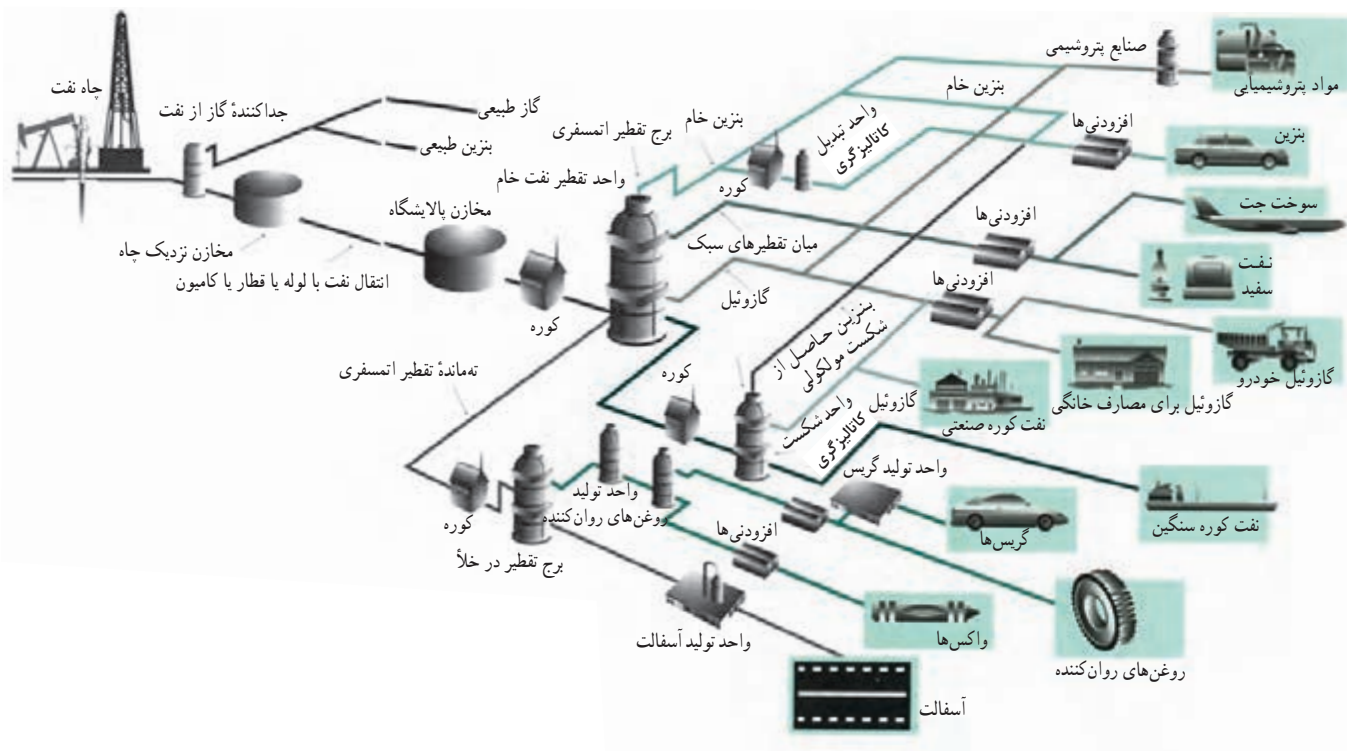
شکل ۱۴-۴- مراحل تقطیر نفت خام

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

فکر کنید ۲



شکل ۴-۱۵ به‌طور خلاصه نشان می‌دهد که نفت خام برای تبدیل شدن به محصول مورد مصرف در بازار چه مسیری را طی می‌کند به این مسیر اصطلاحاً «چاه تا چرخ»<sup>۱</sup> گویند. دانشمندان معتقد هستند که ارزش نفت و گاز خیلی بیشتر از آن است که این چنین سخاوتمندانه به‌عنوان ماده سوختنی در سراسر جهان مصرف می‌شود. چون این دو از گنج‌های با ارزش زمین هستند که بر اثر مصرف فوق‌العاده زیاد در آینده به پایان می‌رسند. «صرفه‌جویی در مصرف یا مصرف بهینه، بهترین راه ممکن است.»



شکل ۴-۱۵- چگونه نفت از چاه به پالایشگاه و از آنجا به دست مصرف‌کننده می‌رسد؟ (نیاز به حفظ کردن این نمودار نیست)

پرسش ۸

- ۱- به محصولات بنزین، نفت سفید و گازوئیل «محصولات خام» گفته می‌شود، چرا؟
- ۲- باتوجه به محدودیت منابع نفت و گاز، چه منابع دیگری برای جایگزینی تأمین انرژی می‌شناسید؟

۱- منظور مسیری است که با خروج نفت خام از چاه آغاز می‌شود و سرانجام محصولی می‌شود که چرخ اتومبیل‌ها، کامیون‌ها، قطارها و... را به حرکت در می‌آورد.

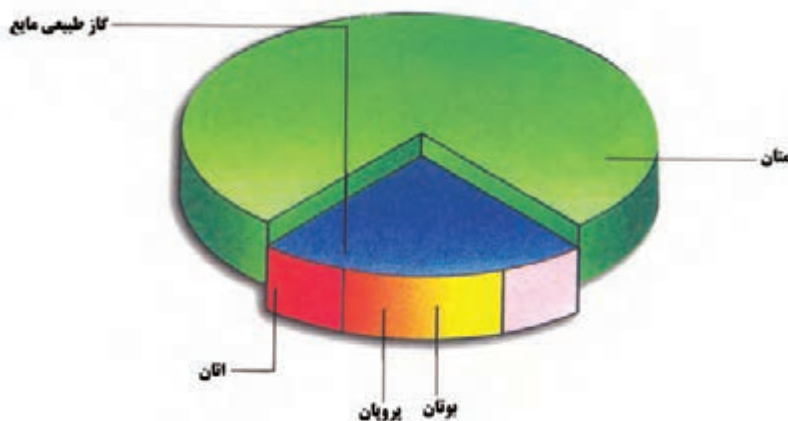
## پالایش گاز

برخلاف تصور عموم که فکر می‌کنند گاز به محض خروج از چاه به داخل خط لوله گاز برای مصرف تزریق می‌شود، باید گفت فرایند پالایش و تصفیه گاز، فرایندی بسیار دشوار است. که برای خالص کردن گاز و بهینه کردن خواص گاز استخراجی از چاه‌های گاز استفاده می‌شود تا گاز به صورت قابل استفاده 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 با ارزش 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<sup>۲</sup> (LPG) موسوم هستند. نمودار زیر میزان تولید گازهای متان، اتان، پروپان و بوتان را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶-۴- نمودار میزان تولید گازهای متان، اتان، پروپان و بوتان

- \* 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.

نکات زیست  
محیطی ۲



۱- Natural Gas

۲- Liquid Petroleum Gas



نفت و گاز جزء محصولات راهبردی کشورها محسوب می‌شوند به حدی که ابر قدرت‌ها برای تصاحب و تسلط بر منابع نفتی، کشورها را بسیار تحت فشار قرار می‌دهند. امروزه کشوری همچون آمریکا برای تأمین منافع خود به اقسام و انواع ترندها متوسل می‌شود تا بتواند بر جریان استخراج و فروش نفت و گاز خاورمیانه تأثیرگذار باشد.

### اهمیت تنگه هرمز در تأمین منابع نفتی جهان

بعد از تسخیر سفارت سابق آمریکا در تهران که به لانه جاسوسی نامیده شد، اسناد محرمانه فراوانی به دست آمد که آشنایی با آنها می‌تواند خیلی آموزنده و موجب عبرت باشد.

یکی از موضوعات مهم در اسناد لانه جاسوسی «تنگه هرمز» است. علامت اهمیت این تنگه برای آمریکا، حجم بسیار بالای اسناد و نامه‌های «محرمانه» و «سری» است که در ده‌ها صفحه بین وزارت خارجه آمریکا و سفارت‌خانه‌های آن کشور در ایران، عمان، قطر، امارات، عربستان و... رد و بدل شده است. موضوع برخی از این نامه‌ها عبارت‌اند از: تنگه هرمز منطقه کنترل تردد نفتکش‌های خلیج فارس، برنامه اضطراری امنیت تنگه هرمز، ابتکار دیپلماتیک احتمالی عمان در رابطه با امنیت تنگه هرمز، آسیب‌پذیری‌های تنگه هرمز، تحقیق عمان در مورد امنیت تنگه هرمز، عصبانیت بحرین در قبال ابتکار عمان در مورد تنگه هرمز، پیشنهاد عمان درباره تنگه هرمز و احتمال برگزاری اجلاس امنیتی خلیج [فارس]، گفت‌وگوی دوجانبه درباره پیشنهاد عمان در رابطه با تنگه هرمز، امنیت منطقه خلیج [فارس] و طرح عمان درباره هرمز (اسناد لانه جاسوسی آمریکا، ۱۳۸۶، ج ۱۱، ص ۲۳۳، ۲۳۸، ۲۴۰، ۲۴۴، ۲۴۷، ۲۴۹، ۲۵۰، ۲۵۲، ۲۵۵)

موضوع دیگری که میزان اهمیت تنگه هرمز برای آمریکا را نشان می‌دهد، حساسیت بسیار زیاد آمریکا نسبت به اخبار سیاسی و اقتصادی در این حوزه است. از جمله جالب است بدانید که در تاریخ ۱ مرداد سال ۱۳۵۸ در نشریه «بوس» مقاله‌ای منتشر می‌شود با عنوان «امنیت تنگه هرمز به آمریکا ربطی ندارد.» اهمیت این مقاله به حدی بوده که جاسوس آمریکایی به ایران سفر می‌کند و با یکی از مسئولان آن نشریه گفت‌وگو می‌کند و نتیجه را در تاریخ ۳۰ ژوئیه ۱۹۷۹ - ۸ مرداد ۱۳۵۸ به سازمان ارتباطات بین‌المللی در آمریکا منتقل می‌کند. مسئول نشریه فوق در مورد آن ملاقات چنین می‌نویسد: «وی خود را فردی ناسیونالیست، معتقد به رهبریت آیت‌الله خمینی توصیف کرد. مقاله را بیانیه‌ای شدید علیه آنچه که او آن را خطر نظامی آمریکا علیه منافع بلا تردید کشورهای خاورمیانه می‌داند عنوان کرد. من به بیانیه وزیر دفاع براون در آمریکا اشاره کرده و گفتم که وی اظهار داشته است که آمریکا در منطقه دخالت نخواهد کرد و فقط به درخواست‌های احتمالی کمک، پاسخ خواهد داد. وی در پاسخ گفت آمریکا باید از «آرمان‌های ملل منطقه و نه صرفاً از آرمان‌های دولت‌ها»، مطمئن گردد، چون همین امر یعنی اطمینان از آرمان‌های دولت خطایی بود که آمریکا در رابطه خود با ایران در زمان شاه مرتکب شده بود.» (همان، ج ۱۰، ص ۶۰۱-۶۰۰)

در سطور قبل این ادعای وزیر دفاع آمریکا را خواندید که «آمریکا در منطقه دخالت نخواهد کرد و فقط به درخواست‌های احتمالی کمک، پاسخ خواهد داد.» این موضوع به ظاهر موجه، در واقع بهانه آمریکا برای دخالت نظامی در کشورهای مختلف بوده که تا امروز نیز شاهد چنین سیاستی هستیم. در این راستا و به منظور ناامن نشان دادن تنگه هرمز، نوعی جریان‌سازی خبری درباره امکان حمله سازمان آزادی‌بخش فلسطین (ساف) به کشتی‌های نفتکش در اسناد مختلف لانه جاسوسی وجود دارد که مرور بعضی از آنها درس آموز است.



طبق سند شماره ۳۲ در تاریخ ۱۴ تیر ۱۳۵۸، این مطلب از سوی وزیر نفت کشور عربستان مطرح شده که «فلسطینی‌ها می‌توانند یک نفت‌کش عظیم‌الجثه را در تنگه هرمز غرق کنند تا دنیا به مصیبت آنها و لجبازی اسرائیل رسیدگی کند.» ۳۹۶-۳۹۷/۴ در سند دیگر گفته شد که نماینده ساف در تهران از مقامات ایرانی درخواست کرده است که اجازه دهند تا آنها تجهیزات خود را در جزایر تنب و ابوموسی مستقر کنند. (همان، ج ۵، ص ۲۰۳-۲۰۲)

تحلیل خود مقامات آمریکایی چنین است که «ممکن است فلسطینی‌های تندرو بخواهند در تنگه هرمز به یک کشتی حمله کنند؛ با اینکه می‌دانند قادر به غرق ساختن آن و یا بستن تنگه هرمز نیستند. این حرکت به طور حیرت‌انگیزی توانایی فلسطینی‌ها را در حمله‌ور شدن به منافع آمریکا و اروپا نشان خواهد داد. البته غرق کردن یک کشتی سبب بسته شدن آب‌راهی، که حدود یک سوم نفت موردنیاز روزانه جهان از طریق آن عبور می‌کند، نمی‌شود. با این وصف، نفس این کار سبب ایجاد تشنج گردیده، احتمالاً بی‌ثبات شدن دلار را در بازار پول بین‌المللی به همراه خواهد آورد و قیمت نفت در بازار سیاه را تحت تأثیر قرار خواهد داد.» (همان، ج ۱۱، ص ۲۴۴)

طبق سند شماره ۳۹ در تاریخ ۲۳ ژوئیه ۱۹۷۹-۱ مرداد ۱۳۵۸ «آمریکا به نفتکش‌هایی که از خلیج فارس و به خصوص تنگه هرمز عبور می‌کنند هشدار داد که ممکن است حمله و یا دیگر عمل خصمانه‌ای علیه آنها صورت پذیرد.» (همان، ج ۴، ص ۴۰۳)

سند شماره ۱۰۰، نامه‌ای «سری» است در تاریخ ۶ اوت ۱۹۷۹-۱۵ مرداد ۱۳۵۸ از سفارت آمریکا در منامه که در آن ناخدای ناو جنگی سامپسون آمریکایی در رابطه با احتمال حمله نیروهای فلسطینی می‌گوید: این ناو در یک عملیات شبانه‌روزی شش روزه، ۲۵ عملیات گشت‌زنی در سرتاسر تنگه انجام داده و هیچ حرکتی یا رویداد مشکوکی مشاهده نکرده است. (همان، ج ۱۱، ص ۲۴۳)

در این رابطه، نظر تحلیل‌گران روسیه که از رادیو مسکو پخش شده و در سند شماره ۶۷ از اسناد لانه جاسوسی منعکس شده جالب است، زیرا به نظر آنها «امکان دارد که آمریکا می‌خواهد با استفاده از نیروهای ویژه خود به تانکرهای نفتکش در تنگه هرمز حمله نماید و تقصیر را به گردن فلسطینی‌ها بیندازد و سپس به عنوان بهانه، تلاش آمریکا را در ایجاد کنترل نظامی در اطراف منابع نفتی شامل منطقه خلیج فارس توجیه نماید!» (همان، ج ۵، ص ۶۶۸)

آخرین نکته اینکه تنگه هرمز هرچند مسیر صادرات نفت کشورهای منطقه است، مسیر واردات کالا برای آنها نیز می‌باشد و از این نظر می‌تواند ابزاری برای اعمال فشار بر کشورهای حوزه خلیج فارس باشد. در همین راستا شاهدیم که وزارت خارجه آمریکا در نامه‌ای «سری» خطاب به چند سفارتخانه خود به این نکته اشاره می‌کند و می‌نویسد: «گرچه عبور نفت منطقه مهم‌ترین مسئله مورد نگرانی صحنه بین‌المللی است، لیکن میزان واردات مصرفی و کالاهای صنعتی کشورهای خلیج [فارس] از غرب نیز با ایجاد وقفه در کشتیرانی در این تنگه آسیب خواهد دید. بخش اعظم مواد خام و تجهیزات ساختمانی و بخش اعظم مواد غذایی ملت‌های خلیج [فارس] از خارج وارد می‌گردد. کشورهای خلیج [فارس] در سال ۱۹۷۷ معادل ۴۵ میلیارد دلار کالا وارد کردند و حدود ۸۰ درصد این واردات به وسیله اروپای غربی، ژاپن و آمریکا تأمین می‌گردد. چون در خشکی برای حمل و نقل این میزان واردات، سیستم معتبر و قابل اعتمادی وجود ندارد، واردات از طریق تنگه هرمز انجام می‌شود.» (همان، ج ۱۱، ص ۲۴۵)



**بسته شدن تنگه هرمز چند درصد از انتقال نفت جهان را مختل می کند؟**



**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 این کلمات را توضیح دهید: - ال پی جی (LPG) - میعانات گازی

## تهیه شمع

فعالیت  
آزمایشگاهی ۴



مواد لازم	وسایل لازم
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 ۹



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

تحقیق کنید ۱۳





## تهیه واکس



واکس‌ها به چه منظوری به کار می‌روند؟ بر روی چه نوع موادی باید از واکس استفاده کرد؟

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

### روش کار :

- ۱ هر یک از مواد بالا را دقیق اندازه‌گیری کنید.
- ۲ موم‌ها را در بشر بریزید و روی چراغ گاز، به ملایمت گرم کنید تا ذوب شود.
- ۳ روغن تربانتین را به بشر اضافه کنید.
- ۴ در یک بشر دیگر، مقدار ۸ میلی لیتر آب مقطر بریزید، پودر صابون را در آن حل کنید و روی چراغ گرما 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 مناسب را به آن اضافه کنید و خوب به هم بزنید.



۱. نقش روغن تربانتین در تهیه واکس چیست؟  
 ۲. آیا ماده مناسب دیگری به جای تربانتین می‌توان استفاده کرد به طوری که کیفیت واکس تهیه شده تغییر نکند؟

## چسب‌ها



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

بحث گروهی ۸



یکی از روش‌های اتصال انواع سطوح مختلف به یکدیگر، به کارگیری یک ماده واسطه ما بین دو سطح است که باعث محکم شدن محل تماس دو سطح در کنار یکدیگر می‌شود. به ماده واسطه «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.

چسب‌ها در چه علوم و صنایعی کاربرد دارند؟ گزارشی از زمینه‌های مورد استفاده تهیه کنید و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید ۱۵



### تهیه چسب چینی

فعالیت آزمایشگاهی ۶



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

مواد لازم	وسایل لازم
صمغ سقز لاک	ترازوی آزمایشگاهی، سه پایه و توری فلزی چراغ‌گازی یا گرم کن برقی، بوتله فلزی

### روش کار:

- ۱ مقدار دو گرم صمغ سقز را پس از توزین در بوتله فلزی به ملایمت گرم کنید تا ذوب شود.
- ۲ بوتله 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 ۱۶



نقش صمغ سقز در ساختار چسب چینی چیست؟

فعالیت  
آزمایشگاهی ۷



تهیه چسب شیشه

وسایل لازم	مواد لازم
سه پایه و توری فلزی بشر ترازوی آزمایشگاهی با دقت گرم چراغ الکلی یا گازی همزن	پتاسیم دی کرومات ژلاتین

روش کار:

- در یک بشر، مقدار ۶ میلی لیتر آب بریزید و یک گرم پتاسیم دی کرومات به آن بیفزایید و آن را روی چراغ گرم کنید تا پتاسیم دی کرومات 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.

نکات ایمنی ۳



هنگام آزمایش از دستکش و ماسک استفاده کنید.



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، به‌خصوص 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 تزئینی و هنری به خود گرفت.



### تهیه لاک الکل

مواد لازم	وسایل لازم
<p>پنبه طبیعی لاک زرد پولکی شفاف مخصوص الکل پارافین مایع متانول (الکل چوب)</p>	<p>شیشه دهان گشاد و دردار کوچک قطعات فلزی آلومینیم، آهن سفید حمام آب گرم (بن ماری) یا حمام شنی قلم مو همزن شیشه‌ای سه قطعه چوب صاف به ابعاد ۱۵×۱۰ سانتی‌متر</p>

#### روش کار:

- حدود ۵ گرم لاک مخصوص الکل را در شیشه دردار 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.
- 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.

- به‌منظور 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.

## ۴-۵- 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 خشک‌کردن، پاستوریزه‌کردن، افزودن مواد شیمیایی، انجماد، دود دادن و استفاده از محلول غلیظ قند 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 و نان‌قندی به کار می‌روند، از این دسته مواد هستند. 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 مانند پنبه، ذرت، سویا (لوبیای روغنی)، زیتون، بادام، گردو، هسته خرما و هسته انگور وجود دارد.

برای گرفتن روغن، ابتدا دانه‌ها را به وسیله آسیاب‌های مخصوصی (شکل ۱۷-۴) خرد می‌کنند، سپس با فشردن شدن دانه‌های خرد شده روغن آنها را می‌گیرند. روغن‌های باقی‌مانده در تفاله را به وسیله حلال‌های شیمیایی مانند هگزان استخراج و باقی‌مانده 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 (عطر و گلاب و عرقیات) را با عمل تقطیر به دست می‌آورند. امروزه عرق انواع گیاهان صحرائی 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 عبارت اند از:



شکل ۱۷-۴ - آسیاب‌های مخصوص



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 را با کمک خمیرمایه و آب مخلوط می‌کنند. خمیرمایه دارای مقدار زیادی مخمر است. خمیر را با دست یا با همزن مکانیکی به هم می‌زنند و مدت چند ساعت در گرمای ۴۰ درجه سلسیوس استراحت می‌دهند تا تخمیر شود. مخمر، موجب تغییرات شیمیایی شده، نشاسته آرد را به الکل و گاز کربن دیوکسید تبدیل می‌کند. گاز کربن دیوکسید 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 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 غیرمجاز 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 از روغن‌های نباتی، 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 دیوکسید (گاز کربنیک) تبدیل می‌شود، سپس الکل به سرکه تغییر می‌یابد. این تبدیل‌ها به وسیله مخمر صورت می‌گیرد. مخمرها در روی انگور وجود دارند.

سرکه را به طور صنعتی از محلول رقیق الکلی نیز تهیه می‌کنند. در روش پاستور، محلول الکلی و «بچه سرکه» را در چلیک‌های کم‌عمقی 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 (Acetobacter aceti) است که با ترشح آنزیم باعث تبدیل الکل به سرکه می‌شود.



داروها ممکن است منشأ گیاهی (مانند نعنا)، معدنی (مانند کلسیم)، حیوانی (مانند انسولین) و 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 تشکیل دهنده دارو مهم‌ترین ماده است. مواد دیگری را که به همراه ماده مؤثر دارو به کار می‌روند، مواد جانبی می‌گویند.

### بیشتر بدانید:

#### داروسازی

امروزه ظرفیت تولید دارو در ایران، ۴ برابر ظرفیت مصرف است. که این مسئله خود نیازمند تقویت بازار صادراتی دارو در کشور است. یکی از رویدادهای مهم در زمینه دارو بعد از انقلاب اسلامی، تولید داروهای فناوری زیستی با فناوری و دانش روز تا حد خودکفایی و صادرات در کشور بوده است. در حال حاضر حدود ۲۲ قلم داروی تخصصی و فوق تخصصی از جمله داروهای بیماری‌های خاص از ابتدا و پایه در داخل کشور به صورت زیست‌فناوری تولید و عرضه می‌شود. در زمینه علمی نیز، با تلاش و کوشش دانشمندان و پژوهشگران ایرانی، کشور ایران رتبه چهاردهم داروسازی در دنیا را دارا است.

## 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 لباس‌ها 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 سدیم‌هیدروکسید (یک ماده شیمیایی) به جای خاکستر چوب (یک ماده طبیعی) استفاده کردند. این ابداع، فرایند تولید صابون را از یک فرآورده خانگی به یک فرآورده صنعتی تبدیل نمود.



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

مولکول‌های شوینده‌های غیرصابونی هم مانند مولکول‌های صابون دارای بخش هیدروکربنی (آب‌گریز) و بخش یونی (آب‌دوست) هستند، بنابراین نحوه عملکرد آنها مانند صابون‌هاست، ولی 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 می‌باشند. 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 شوند.

مواد آرایشی امروزی اغلب ماده خالصی نیستند، بلکه شامل ترکیباتی هستند که هر یک 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)، خوشبوکننده‌ها و در بعضی مواقع صابون یا شوینده دیگر (در مورد خمیر دندان، شامپو و شوینده‌ها) نام برد.

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 نامطلوب 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، زبان‌های جبران‌ناپذیری به دنبال خواهد داشت، بنابراین انتخاب انواع موجود در بازار و مصرف صحیح آنها توسط مردم باید با دقت لازم صورت پذیرد.

نکات زیست  
محیطی ۳





**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 سدیم‌هیدروکسید یا پتاسیم‌هیدروکسید، در دمای ۱۳۰

درجه سلسیوس مخلوط می‌کنند و ضمن گرما 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 ۴



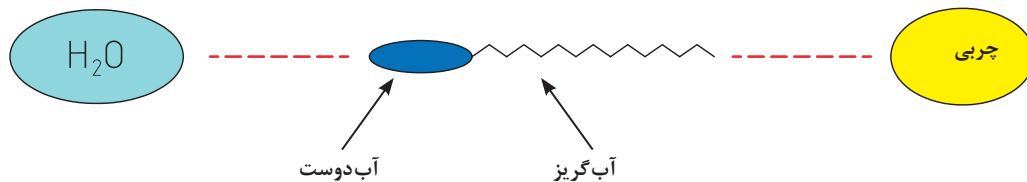
پرسش ۱۰



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

صابون چگونه به از بین بردن لکه‌های چربی کمک می‌کند؟

بخشی از مولکول صابون دارای خاصیت آب‌دوستی (قطبی) و بخشی دیگر آب‌گریز (ناقطبی) است. هنگام تماس با سطوح آلوده به چربی، بخش آب‌دوست به سوی مولکول‌های آب و بخش آب‌گریز به سمت ذرات چربی جهت‌گیری می‌کند. به این طریق مواد چربی از سطح جدا می‌شوند و به اصطلاح سطح تمیز می‌شود.



فکر کنید ۵



آیا اثر پاک‌کنندگی صابون‌ها به آب مورد استفاده بستگی دارد؟ در مورد پاسخ خود توضیح دهید.

علت سختی آب، وجود نمک‌های کلسیم و منیزیم و گاهی هم آهن و منگنز است. این نمک‌های معدنی با صابون وارد واکنش می‌شوند و مواد نامحلول تولید می‌کنند، به طوری که با تجمع بر روی لباس‌ها، باعث تیرگی آنها می‌شوند.

## تهیه صابون جامد

فعالیت  
آزمایشگاهی ۹



مواد لازم	وسایل لازم
کاغذ اندازه‌گیری pH روغن نباتی سود الکل (اتانول) نمک طعام	توری و سه پایه و گیره چراغ گاز یا گرم کن الکتریکی لوله آزمایش همزن شیشه‌ای ترازوی آزمایشگاهی با دقت یک گرم بشر

نکات ایمنی ۴



- 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:

- در یک بشر، ۲۰ میلی لیتر آب مقطر، و ۶ گرم سدیم هیدروکسید بریزید و با احتیاط آن را هم بزنید تا حل شود.
- در یک بشر دیگر، مقدار ۶ گرم روغن جامد یا مایع بریزید و ۲۵ میلی لیتر الکل اتانول به آن اضافه کنید.
- محلول سدیم هیدروکسید را به آرامی به بشر دوم اضافه کرده و به ملایمت روی چراغ گرم کنید و مداوم هم بزنید. با توجه به تبخیر تدریجی آب، هر چند دقیقه کمی آب مقطر به آن بیفزایید و به عمل گرما دادن تا مرحله ایجاد توده خمیری شکل ادامه دهید. (در حرارت ملایم، عمل صابونی شدن به ۲-۳ ساعت زمان نیاز دارد)
- 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.
- 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 می‌شود. این ذرات را جمع کنید و با آب سرد به خوبی بشویید.
- 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 کرده‌اید.

پرسش ۱۱



- الکل در تهیه صابون چه عملی را انجام می‌دهد؟
- چرا شست‌وشوی نهایی خمیر صابون با آب سرد، در آخر کار اهمیت بسزایی دارد؟



## تهیه صابون مایع



مواد لازم	وسایل لازم
پتاسیم هیدروکسید (KOH) روغن مایع گیاهی کاغذ اندازه گیری pH ورق ژلاتین الکل اتانول	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 گرم کنید. 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 جداکننده، 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 ۵



- 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 ۶



- 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

تری اتانول آمین لوریل سولفات



ماده اصلی و پاک‌کننده در شامپوها، تری اتانول آمین لوریل سولفات است. این ماده به صورت محلول ۴۸ درصد با رنگ کهربایی عرضه می‌شود. با افزایش آب، خوشبوکننده، مواد تکمیلی مانند نرم‌کننده‌ها، رنگ‌های بهداشتی یا خوراکی و ویتامین‌های گوناگون مخصوص پوست و موی سر، به تری اتانول آمین لوریل سولفات می‌توان شامپوهای مختلفی با خواص متفاوت تولید نمود.

### تهیه شامپوی موی سر

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱۱



وسایل لازم	مواد لازم
بشر همزن	ماده خوشبو کاغذ اندازه گیری pH تری اتانول آمین لوریل سولفات

### 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، اندازه‌گیری کنید.

تحقیق کنید ۱۷

- 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؟



## خمیر دندان



با دوستان هم‌گروه خود در مورد نقش خمیردندان در بهداشت فردی و سلامت همگانی جامعه گفتگو کنید.

بحث گروهی ۱۰



اجزای سازنده تمیزکننده‌ها و شوینده‌های دندان کاربردهای گوناگونی به شرح زیر دارند:

**مواد براق‌کننده:** تقریباً نیمی از وزن خمیر دندان را این مواد تشکیل می‌دهند. برخی از آنها عبارت‌اند از کلسیم کربنات، کلسیم فسفات، سدیم سیلیکات.

**مواد نرم‌کننده:** به منظور حفظ رطوبت خمیر دندان و جلوگیری از سخت و خشک شدن آن از این مواد استفاده می‌شود. از جمله گلیسیرین و سوربیتول، که معمولاً به میزان ۲۰٪ وزن کل خمیر دندان مصرف می‌شوند.

**مواد پاک‌کننده:** 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 لوریل سولفات و منیزیم لوریل 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 شیرین‌کننده:** به منظور شیرین کردن خمیر دندان، به میزان ۰/۱٪ از این مواد به کار می‌رود. بعضی از آنها عبارت‌اند از سدیم‌ساکارین و فنیل‌آلانین. البته بخشی از شیرینی خمیر دندان، حاصل افزودن گلیسیرین است.

**مواد خوش‌بوکننده:** 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 بنزوئیک‌اسید و تری‌متیل 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 تشکیل‌دهنده خمیر دندان اضافه می‌شود.



چند نمونه خمیر دندان خریداری کنید، از روی برچسب مشخصات در مورد اجزای تشکیل دهنده خمیر دندان‌ها لیستی تهیه کنید و مشخص کنید هر کدام جزء کدام یک از موارد مورد نیاز برای تهیه خمیر دندان است؟

تحقیق کنید ۱۸



تهیه خمیر دندان

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱۲



وسایل لازم	مواد لازم
ترازوی آزمایشگاهی با دقت دهم گرم بشر ۲۵۰ میلی لیتری همزن برقی پی پت	گلیسرین (۲۱ گرم) ژلاتین (۱/۵ گرم) کلسیم کربنات (۵۲ گرم) آب مقطر (۲۲ میلی لیتر) ساخارین (۱/۱ گرم) سدیم فلوئورید (۱/۱ گرم) اسانس نعناع یا دارچین (۱ گرم) سدیم منوگلیسروسولفات یا سدیم لوریل سولفات (۲ گرم) بنزوئیک اسید (۲/۰ گرم)

روش کار:

- هر یک از مواد نامبرده را به مقادیر تعیین شده اندازه گیری کنید.
- 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 لوریل سولفات یا سدیم منوگلیسروسولفات را نیز به آن بیفزایید و خوب به هم بزنید تا کاملاً مخلوط شوند.
- سپس کلسیم کربنات و گلیسرین را نیز به مواد قبلی بشر اضافه کنید و آن را دست کم 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 ۷



- 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؟

## کلدکرم

کلدکرم، 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 کلدکرم، غالباً از موم سفید و روغن بادام استفاده می شود



### تهیه کلدکرم

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱۳



مواد لازم	وسایل لازم
موم سفید (۴ گرم) روغن بادام (۱۶ گرم) بوراکس (۰/۱۵ گرم) گلاب (۱۲ میلی لیتر)	بشر همزن چراغ گازی یا حمام بن ماری سه پایه و توری فلزی ترازوی آزمایشگاهی

### روش کار:

- ۱ هر یک از مواد نامبرده را به مقدار مورد نظر اندازه گیری کنید.
- ۲ 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.
- ۳ بشر حاوی موم و روغن بادام را در داخل بشر بزرگ بگذارید تا موم با حرارت غیرمستقیم، ذوب شود.
- ۴ در بشر سوم، بوراکس و گلاب را با مقداری که نوشته شده با هم مخلوط نمایید و روی چراغ گرم کنید و هم بزنید تا بوراکس در گلاب حل شود. (توضیح: بوراکس در مایعات آبی کاملاً حل نمی شود. پس اگر تمام آن در گلاب حل نشد و کمی باقی ماند، اشکالی ندارد.)
- ۵ حال گلاب و بوراکس 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، بوراکس، روغن بادام و گلاب) چیست؟

تحقیق کنید ۱۹





### تهیه کرم نرم کننده

وسایل لازم	مواد لازم
بشر ۵۰ میلی لیتری ترازوی آزمایشگاهی	وازلین ( ۵ گرم) گلیسرین ( ۷/۵ گرم) لانولین ( ۵ گرم)

#### 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 کلدکرم و کرم نرم کننده چیست؟



#### 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 کدام اند ؟
- ۷ چه ترکیب های 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

<p><b>شرح کار:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- تهیه مواد و وسایل لازم</li> <li>- انجام دادن کار طبق دستور کار مربوطه</li> <li>- رعایت نکات ایمنی ضمن کار</li> <li>- تدوین گزارش کار</li> </ul>																															
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>تهیه فرآورده های شیمیایی از مواد لازم طبق دستور کار آزمایشگاه</p> <p><b>شاخص ها:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- اطمینان از سلامت مواد اولیه ساخت محصول</li> <li>- تهیه محصول مطلوب با خطای در حد مجاز طبق دستور کار</li> <li>- انجام دادن کار با کمترین ریخت و پاش</li> </ul>																															
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p><b>شرایط:</b> مکان آزمایشگاه</p> <p><b>زمان:</b> یک جلسه آموزشی</p> <p><b>ابزار و تجهیزات:</b> ترازو - همزن برقی - ابزارآلات شیشه ای - مواد اولیه لازم</p>																															
<p><b>معیار شایستگی:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th> <th>مرحله کار</th> <th>کمترین نمره قبولی از ۳</th> <th>نمره هنرجو</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>تهیه چند نمونه فرآورده معدنی در آزمایشگاه</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>تهیه چند نمونه فرآورده آلی در آزمایشگاه</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>تهیه چند نمونه فرآورده آلی - معدنی در آزمایشگاه</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۴</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <p>شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>ایمنی: استفاده از وسایل ایمنی شخصی</p> <p>نگرش: کاربرد علم شیمی در زندگی</p> <p>توجهات زیست محیطی: جلوگیری از ریخت و پاش مواد شیمیایی</p> <p>شایستگی های غیرفنی: کار گروهی، مدیریت منابع و تجهیزات، اخلاق حرفه ای، مستند سازی</p> </td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">میانگین نمرات</td> <td>*</td> </tr> </tbody> </table>				ردیف	مرحله کار	کمترین 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				<p>شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>ایمنی: استفاده از وسایل ایمنی شخصی</p> <p>نگرش: کاربرد علم شیمی در زندگی</p> <p>توجهات زیست محیطی: جلوگیری از ریخت و پاش مواد شیمیایی</p> <p>شایستگی های غیرفنی: کار گروهی، مدیریت منابع و تجهیزات، اخلاق حرفه ای، مستند سازی</p>		۲		میانگین نمرات			*
ردیف	مرحله کار	کمترین 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																															
<p>شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</p> <p>ایمنی: استفاده از وسایل ایمنی شخصی</p> <p>نگرش: کاربرد علم شیمی در زندگی</p> <p>توجهات زیست محیطی: جلوگیری از ریخت و پاش مواد شیمیایی</p> <p>شایستگی های غیرفنی: کار گروهی، مدیریت منابع و تجهیزات، اخلاق حرفه ای، مستند سازی</p>		۲																													
میانگین نمرات			*																												
<p>* کمترین میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.</p>																															



## پودمان ۵

# خدمات ایمنی در آزمایشگاه شیمی



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

## واحد یادگیری ۵

### کار با کپسول‌های گاز

#### مقدمه

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

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

#### استاندارد عملکرد

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

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

#### شایستگی‌های فنی:

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

#### شایستگی‌های غیرفنی:




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

## ۱-۵- کپسول‌های گازی تحت فشار

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

خطر کاربرد گازهای تحت فشار به مراتب بیش از مواد مایع و جامد است. کپسول‌های گاز با توجه به نوع محتوای آنها می‌توانند سمی، اشتعال‌پذیر، خورنده، اکسیدکننده، خنثی و گاهی دارای چند نوع خطر هم‌زمان باشند. علاوه بر خطرات شیمیایی، حجم زیاد گاز فشرده‌شده در کپسول دارای فشار بسیار بالایی است و این قابلیت را دارد که مانند یک موشک عمل کرده و پرتاب شود، بنابراین جا به جا نمودن، تعویض و نگهداری این کپسول‌ها باید در نهایت دقت انجام شود. جدول زیر، چهار گروه اصلی از گازها را نشان می‌دهد. طبقه‌بندی گازها براساس خصوصیات فیزیکی گازها و الزامات انبار داری، حمل‌ونقل و استفاده از گاز است.

جدول ۱-۵- طبقه‌بندی گازها

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



چرا کپسول‌های گازی در آزمایشگاه‌ها و صنایع کاربرد بالایی دارند؟

### نگهداری و انبارداری کپسول‌های گازی تحت فشار



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



نگهدارنده فلزی کپسول

نگهدارنده فلزی زنجیری  
برای چندین کپسول

نگهدارنده چرمی کپسول

نگهدارنده چرمی کپسول

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

### نکات مهم در رابطه با نگهداری کپسول‌های گازی

- از افتادن، پرتاب شدن و برخورد شدید کپسول‌های گاز و غلتیدن آنها در هنگام نگهداری، حمل و کاربرد پیشگیری نمایید.  
- گازهای مختلف را به صورت جداگانه و در محل خاص خود قرار دهید و براساس نوع گاز گروه‌بندی نمایید. به عنوان مثال، گازهای اشتعال‌پذیر را نباید در مجاورت گازهای اکسیدکننده قرار داد.  
- کپسول‌های گاز استیلین را همواره در حالت ایستاده نگهداری نمایید. در صورتی که کپسول‌های 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 اشتعال‌پذیر را تا حد امکان به وسیله یک دیوار مقاوم (با ارتفاع ۱/۵ متر و قابلیت ۳۰ دقیقه مقاومت در برابر آتش‌سوزی) و یا در فاصله حداقل ۶ متری از کپسول‌های اکسیژن و مواد اکسیدکننده قرار دهید.  
- هر کپسول دارای کلاهکی است که از دریچه خروج گاز در برابر آسیب‌های وارده محافظت می‌کند که در شکل مقابل نشان داده شده است.



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

▶ نمایش فیلم تجهیزات نگهداری و حمل و نقل

پرسش ۱



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



شکل ۳



شکل ۲



شکل ۱



شکل ۶



شکل ۵



شکل ۴

## حمل و نقل کپسول های گازی تحت فشار

پرسش ۲



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



شکل ۴



شکل ۳



شکل ۲



شکل ۱

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

### حمل و نقل دستی کپسول های گازی

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

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



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

نمایش فیلم حمل و نقل دستی

پرسش ۳

چرا یک کپسول گازی نباید روی زمین غلتانده شود؟

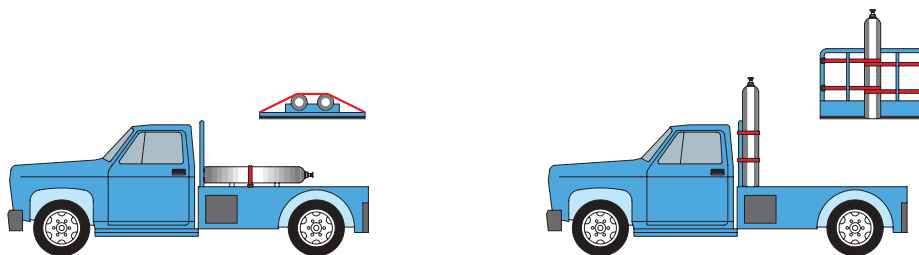


### حمل و نقل کپسول با وسایل نقلیه

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

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

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



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

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

▶ نمایش فیلم حمل و نقل با وسیله نقلیه

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

بحث گروهی ۱



پرسش ۴



در شکل زیر خطاهای موجود را بیان کنید.



بستن صحیح کمر بند ایمنی و حمل و نقل کپسول گازی

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱

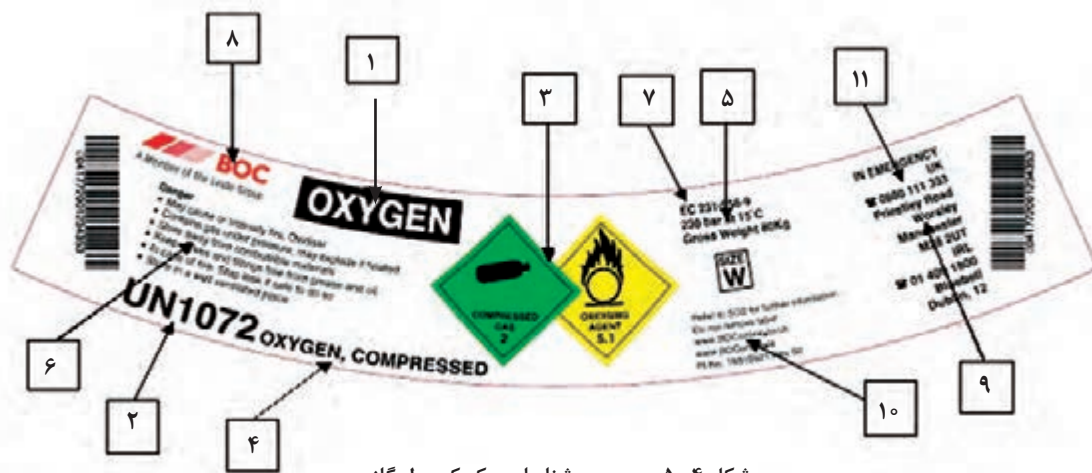


هنرجویان به محل‌های نگهداری کپسول‌ها (انبار) رفته و کپسول‌ها را با کمک تسمه‌های نگهدارنده بسته و با رعایت نکات ایمنی و به روش صحیح کپسول را روی وسیله مناسب قرار داده و تا محل کار (آزمایشگاه یا کارگاه) انتقال دهند.



### شیوه شناسایی کپسول‌های گازی

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



شکل ۴-۵- برچسب شناسایی یک کپسول گازی

### بیشتر بدانید

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



شکل ۵-۵- طبقه‌بندی رنگ کپسول‌ها

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

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

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

طبقه‌بندی رنگ کپسول بر اساس نام گاز: در این طبقه‌بندی

### طبقه‌بندی رنگ کپسول بر اساس میزان خطر

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

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

## ۲-۵- آشکارسازها

فکر کنید ۱



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

### آشکارسازهای گازی

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



شکل ۶-۵- آشکارساز چهار گاز

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

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

فیلم آشکارساز



### کار با آشکارساز گازی

فعالیت  
آزمایشگاهی ۲



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

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

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

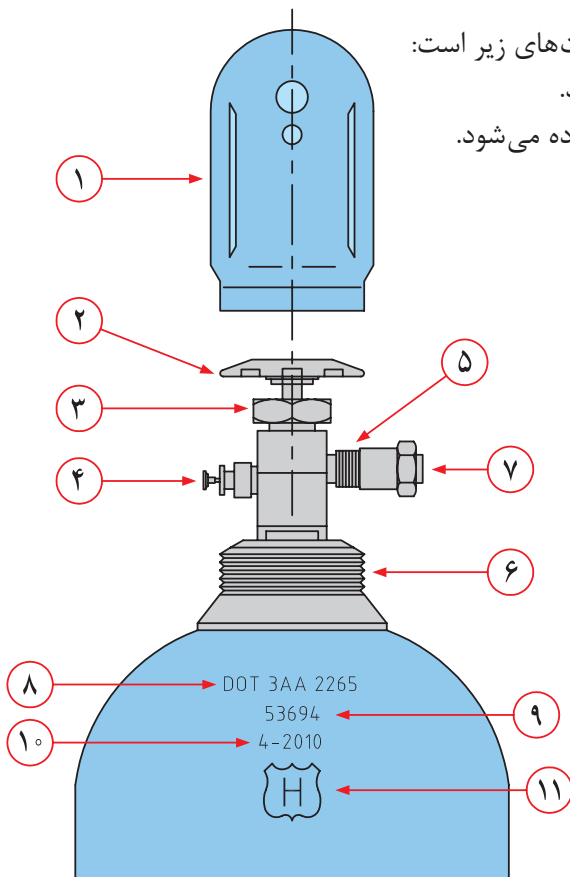


– با بالا رفتن مقدار نشتی، صدای دستگاه نیز افزایش خواهد یافت. میزان گاز به صورت ppm بر روی صفحه نمایشگر نشان داده می‌شود.

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

## ۳-۵- اجزای کپسول گازی

کپسول‌های گازی اجزای مختلفی دارند که شامل قسمت‌های زیر است:



شکل ۳-۵- اجزای مختلف یک کپسول گازی

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



## شیر کپسول گاز

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

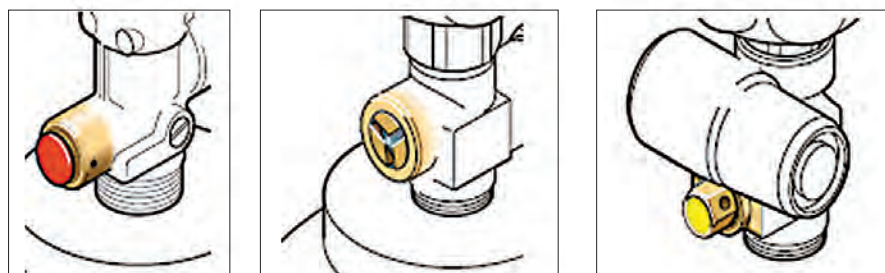
نکات ایمنی ۱



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



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



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

## شیر تنظیم گاز

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

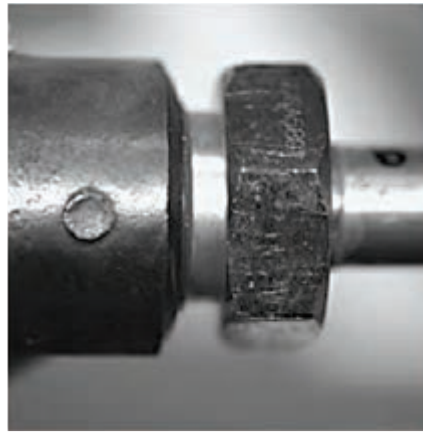
نکات ایمنی ۲



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



چپ‌گرد (شیر تنظیم گازهای اشتعال پذیر)



راست‌گرد (شیر تنظیم گازهای اشتعال ناپذیر)

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

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

فعالیت  
آزمایشگاهی ۳



### وسایل و مواد لازم:

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

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

#### روش کار:

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

#### نکته ایمنی ۳



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

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

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

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

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

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



۱۱-۵- شیر تنظیم گازی

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



آزمایش نشتی بعد از بستن شیر تنظیم کننده



شیوه بستن شیر تنظیم به کپسول

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

نکات ایمنی ۴



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



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



شکل ۱۲-۵- شیر و اتصالات یخ‌زده

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

## باز کردن شیر تنظیم از کپسول گاز خالی



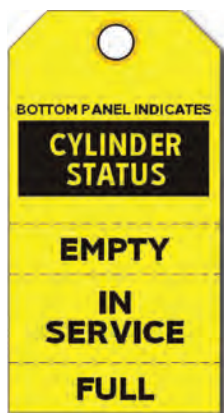
اگر فشار کپسول زیر ۲ bar بود کپسول باید تعویض گردد. فشار باقی‌مانده گاز در کپسول نباید به کمتر از فشار عملیاتی در سامانه، یا تا زیر حداقل فشار باقی‌مانده سامانه برسد. این عمل به‌دلیل ممانعت از برگشت جریان هوای محیط یا دیگر آلودگی‌ها به‌داخل کپسول، صورت می‌گیرد. شیر کپسول باید به‌منظور حفظ فشار باقی‌مانده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

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

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



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



برگه وضعیت کپسول گازی



بازکردن شیر تنظیم از کپسول



شیوه بازکردن درپوش از کپسول

نمایش فیلم بازکردن و بستن شیر تنظیم

## ۴-۵- نشتی یابی

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

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



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

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

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

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

۴ سامانه را با پارچه تمیز خشک کنید؛

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



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

۲- هرگز برای پیدا کردن نشت گاز از شعله کبریت و امثال آن استفاده نکنید.



شکل ۱۳-۵- آزمون نشستی

### ارسال کپسول خالی

برای ارسال کپسول خالی باید به نکات زیر توجه کرد:

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



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

نکات ایمنی ۸



در تخلیه محتوای کیپسول گاز، مسیر خروجی از شیر کیپسول نباید به طور مستقیم به سمت فرد یا افراد باشد.

گازهای اشتعال پذیر را در شرایط معین و کنترل شده، همان گونه که تأمین کننده توصیه نموده است، می توان تخلیه نمود.

مایعات و گازهای برودتی (مانند اکسیژن مایع، هیدروژن، هلیم) به سرعت باعث یخ زدگی بافت های بدن انسان می شوند و آنها را ترد و شکننده می کنند.

در صورت تماس پوست با یک مایع برودتی، پوست را مالش ندهید و قسمت آسیب دیده از بدن را در حمام آب گرم (نه بیش از ۴۰ درجه سلسیوس) قرار دهید. اگر سوختگی قابل توجه بود به پزشک مراجعه کنید.

نکات زیست محیطی ۱



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

فعالیت آزمایشگاهی ۷



ایمنی کیپسول های گاز تحت فشار

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

تاریخ بازدید: تاریخ بازدید دوباره: محل استقرار دستگاه:

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



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

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

## ارزشیابی شایستگی کار با کپسول های گازی

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

## واحد یادگیری ۶

### امحای پسماندهای آزمایشگاهی

#### مقدمه

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

#### استاندارد عملکرد

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

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

#### شایستگی‌های فنی:

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

#### شایستگی‌های غیرفنی:

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

## ۵-۵- پسماندهای آزمایشگاهی

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



پسماند رادیواکتیو

زباله‌های خانگی

پسماند شیمیایی

پسماند عفونی

تیز و برنده

### طبقه‌بندی پسماند

- پسماندهای شیمیایی

- پسماندهای پرتوزا

- برنده‌ها

- پسماندهای بدون خطر

- پسماندهای عفونت‌زا (بیشتر مربوط به آزمایشگاه‌های بیمارستانی است)

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

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

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

بحث گروهی



جدول ۳-۵- برخی از علائم ظروف مواد شیمیایی

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

۱- GHS: Globally Harmonized System

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

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

بحث گروهی ۲



### پسماندهای بدون خطر:

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

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

### پسماندهای عفونت زا:

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

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

تحقیق کنید ۱



نمایش فیلم انواع پسماند آزمایشگاهی

شناسایی گروه های مختلف مواد شیمیایی از روی برچسب ظروف

فعالیت  
آزمایشگاهی ۱



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

شناسایی گروه‌های مختلف مواد شیمیایی				
				اشتعال پذیر
				سرطان‌زا
				سمّی
				اکسیدکننده
				خورنده

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

نکات ایمنی ۱



### طرز کار با انواع مواد شیمیایی

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

▶ نمایش فیلم ایمنی کار با مواد شیمیایی

نکات ایمنی ۲



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



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



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





### برچسب ظروف مواد شیمیایی

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

نام شیمیایی ماده (۱) → **ISOBUTYL ALCOHOL**

هویت محصول (۲) → CAS Number: 78-83-1  
DOT Number: UN 112

خطرات ناشی از ماده (۳) → **DANGER**  
Highly flammable liquid and vapor. Causes serious eye damage. May cause drowsiness and dizziness.

اقدامات پیشگیرانه و اقدامات اورژانسی (۴) → 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.

علائم ایمنی (۶) → (GHS hazard pictograms: Corrosive, Flammable, Health Hazard)

عنوان شرکت طراح برچسب (۵) → Fill Weight: 123.45 lbs. Lot No.: 6305051700  
Gross Weight: 145.60 lbs. See SDS for further information  
Fill Date: 10/9/2013  
EPI Chemical Company

فکر کنید ۱

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

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

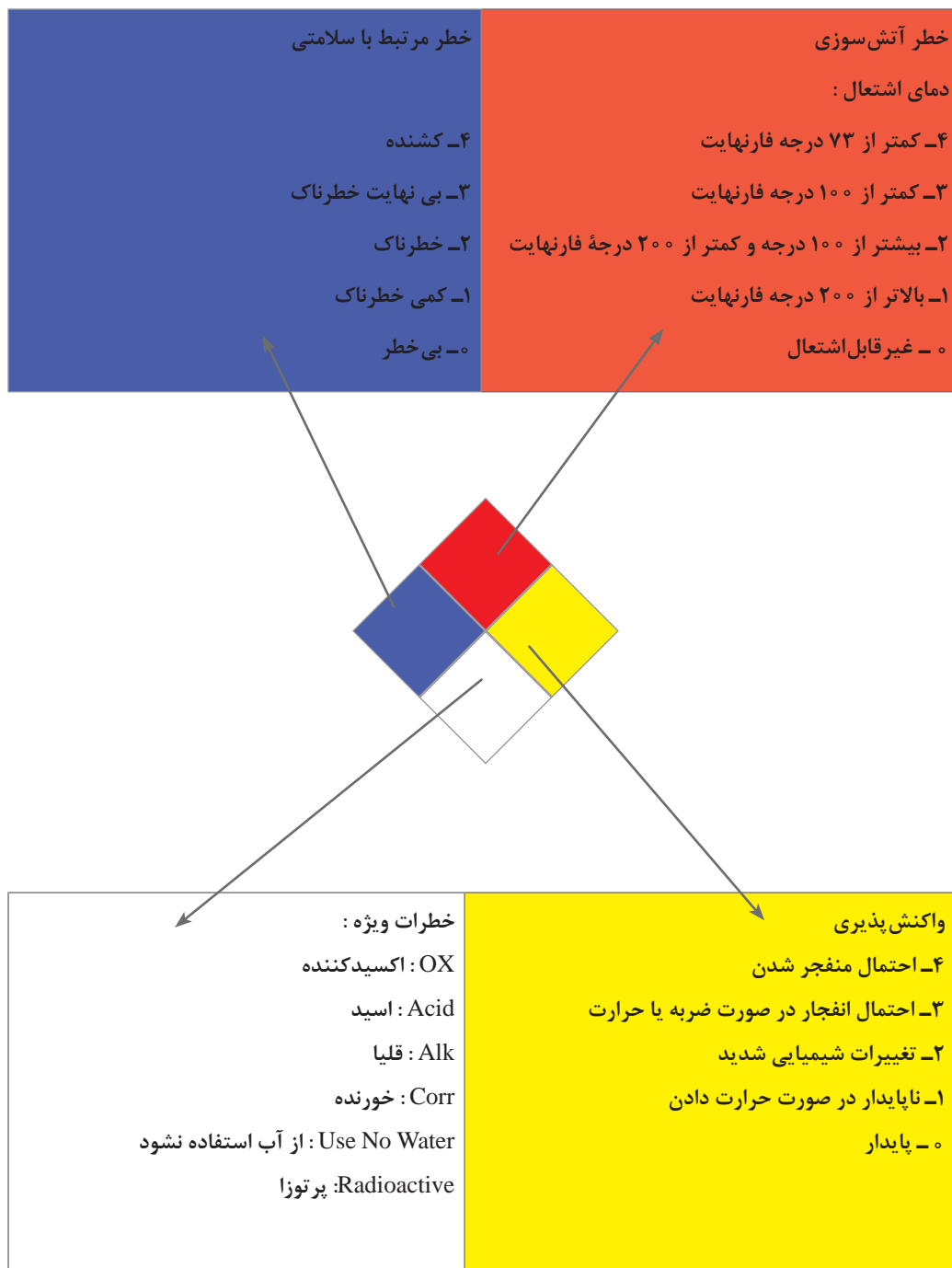
علامت لوزی روشی بین‌المللی برای شناسایی خطرات مربوط به یک ماده شیمیایی خاص است تا کارکنان بخش با استفاده از اطلاعات آن صدمه و آسیب نبینند. این علامت بسیاری از مواقع در آزمایشگاه‌ها، مکان‌های نگهداری

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

خطرات ویژه

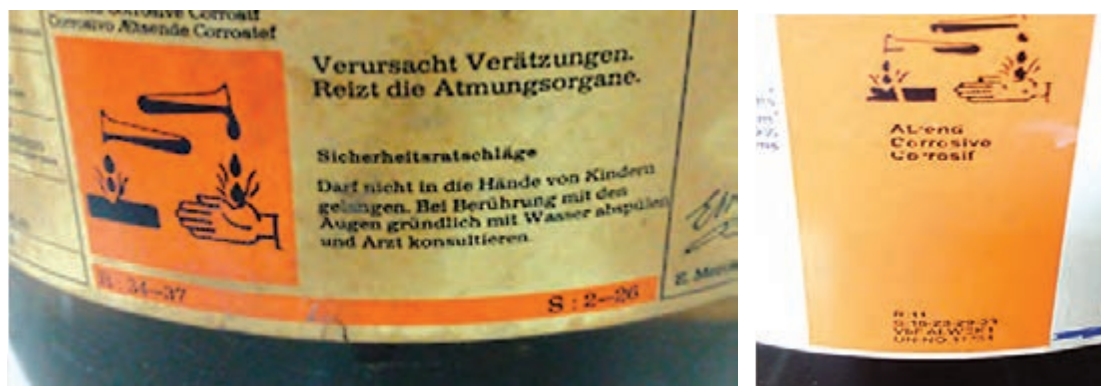
شکل ۱۶-۵- برچسب ظروف مواد شیمیایی

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



## برچسب ایمنی

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



شکل ۱۷-۵- برچسب ایمنی

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

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

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

نمایش فیلم در مورد نحوه صحیح جمع‌آوری پسماند مواد شیمیایی

بحث گروهی ۳



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

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

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

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

فکر کنید ۲





۱. مواد اشتعال پذیر باید در ظرف های مخصوصی که سرپوشی از جنس نسوز داشته باشند نگهداری شود و مشخصه های آنها روی ظرف ها نوشته شود.
۲. موادی که آتش گیرند 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 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 با رعایت نکردن آن در شکل های داده شده بحث کنید.



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



فعالیت  
آزمایشگاهی ۲



## جداسازی و جمع‌آوری و انتقال پسماندهای شیمیایی

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

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

### هود آزمایشگاهی

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

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

- هودها باید همیشه در هنگام کار روشن باشند.

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



شکل ۱۸-۵- تصویری از یک هود آزمایشگاهی

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

نکته



## ۵-۶- روش‌های نگهداری انواع پسماندها

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



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

۱- Fume Cupboard

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

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

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



شکل ۲۰-۵- قفسه نگهداری مواد اشتعال‌پذیر

### نکات مهم در جمع‌آوری و نگهداری مواد

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

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

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

نکته ایمنی





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



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

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



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

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




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



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

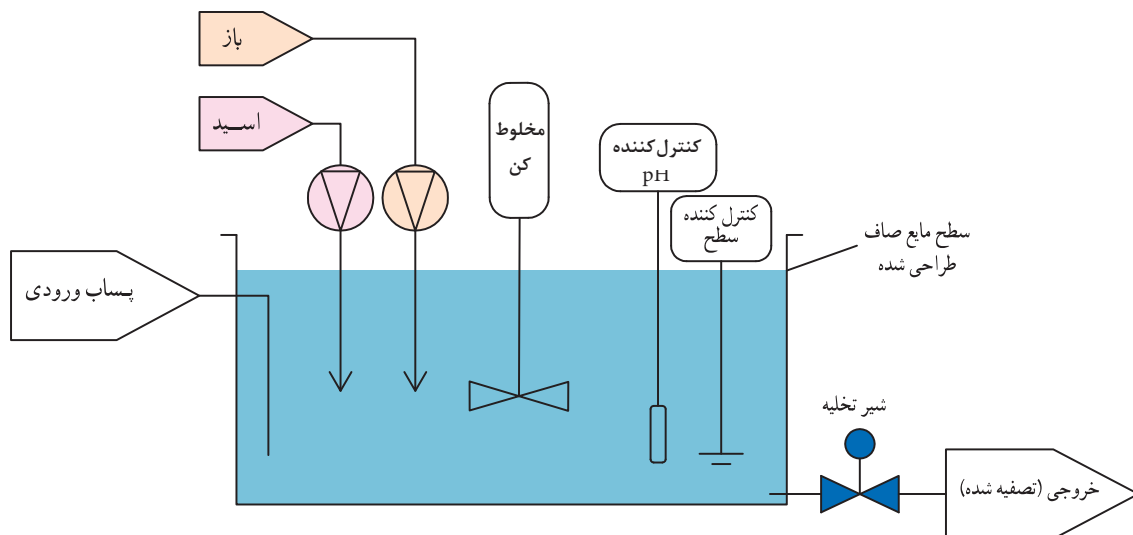
### روش‌های خنثی‌سازی

نمایش فیلم از یک واحد خنثی‌سازی پساب 

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

۱- Batch

۲- Continuous



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

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

### خنثی‌سازی مواد اسیدی و بازی

فعالیت  
آزمایشگاهی ۳



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

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

### روش آزمایش

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

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



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

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

## ۸-۵- بسته بندی مواد زائد آزمایشگاهی



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



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

### بسته بندی ایمن پسماندها

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

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

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

فکر کنید ۳



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

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

فعالیت گروهی ۶



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

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

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

▶ نمایش فیلم حمل و نقل پسماندهای شیمیایی خطرناک



بحث گروهی ۶



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

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

## ۱۰-۵- دفع پسماندهای قابل سوختن



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

پرسش ۲



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

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



شکل ۲۴-۵- زباله‌سوز آزمایشگاهی



شکل ۲۵-۵- زباله‌سوز صنعتی

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

فکر کنید ۴



۱- Scrubber

## سوزاندن در هوای باز

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

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

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

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

- منطقه عملیاتی محصور شده و محدوده امن برقرار شود.

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

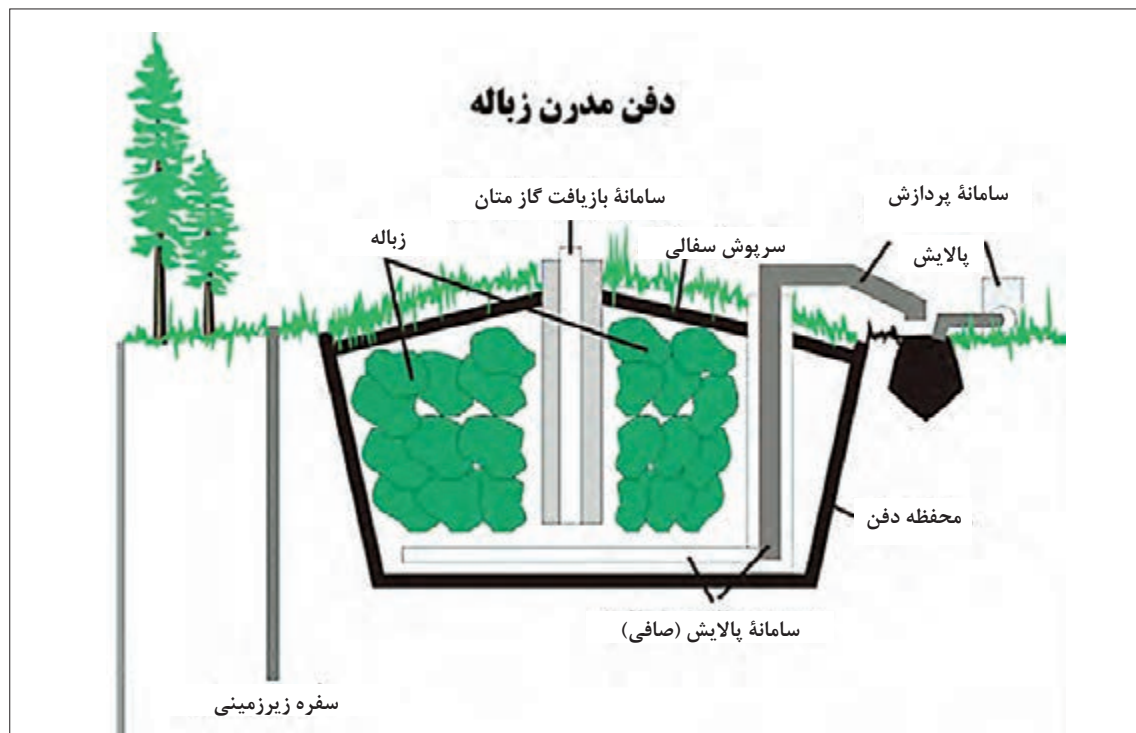
- اگر نیاز به چند چاله وجود داشته باشد، می‌باید چاله‌ها با فاصله‌های حداقل ۱۰ متری قرار بگیرند.

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

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

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

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



شکل ۲۶-۵- زمین مهندسی شده دفن

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

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

تحقیق کنید ۲



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



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

نکات زیست  
محیطی ۲



### جمع‌آوری پسماندها

فعالیت  
آزمایشگاهی ۴



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

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

## ارزشیابی شایستگی امحای پسماندهای آزمایشگاهی

### شرح کار:

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

### استاندارد عملکرد:

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

### شاخص‌ها:

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

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

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

### معیار شایستگی:

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

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

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

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

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

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

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

### استان: اصفهان

خانم‌ها: لیلا زارع، زهرا سادات، سیمین زمانی، بهجت مصلحی  
آقایان: کیان کیانی، سیداحمد طباطبایی

### استان: بوشهر

خانم‌ها: راحله حمزییان، صدیقه احمدی باغکی،  
آقایان: عیسی قادری فرد، مجتبی خشنود، فضل اله بوستانی، قاسم بوستانی، مجید پناهنده

### استان: ایلام

خانم‌ها: زهره کمالی، صفورا غلامی، فریبا بازدار، صباح شیری، نادیا بادکیو،  
آقایان: جمشید عباسی، حسین نیروزاده

### استان: گیلان

خانم‌ها: اکرم قربانی، سیده فاطمه احمدی  
آقایان: مسعود آری، محمدرضا شفیع نژاد جلالی، پدram شهبازیان، مهدی مجللی

### استان: فارس

خانم‌ها: مهرزاد کازرانی، زهرا شهبسواری فرد، گوهر دیلمی راد، پریسا قهرمانی  
آقایان: محسن کدیور، سیاوش جمالی، مجید لرپور







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

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

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش

