

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# راهنمای هنرآموز شیمی

شاخه فنی و حرفه‌ای و کاردانش

پایه دهم دوره دوم متوسطه

۱۳۹۵



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب: راهنمای هنرآموز شیمی- ۲۱۰۷۶۶
- 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: افشار بهمنی، بهنام ابراهیم‌پور ناغانی، سعیده سلمانی زارچی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری: بهنام ابراهیم‌پور ناغانی، مجتبی خشنود، مصطفی فخرایی، سعیده سلمانی زارچی، ماشاءاله سلیمانی طبع، داریوش شرفی (اعضای گروه تألیف)
- شناسه افزوده آماده‌سازی: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان: مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - ایمان اوجیان (طراح یونیفورم) - مرجان اندرودی (صفحه‌آرا)
- تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- وب سایت: [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir) و [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir)
- ناشر: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
- چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج-خیابان ۶۱
- سال انتشار و نوبت چاپ: (دارو پخش) تلفن: ۵- ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰
- چاپ اول ۱۳۹۵
- صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹
- چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

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 ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



دست توانای معلم است که چشم انداز آینده ما را ترسیم می کند.

امام خمینی (قَدَّسَ سِرَّهُ الشَّرِیف)

مقدمه

سخنی با هنرآموز

۹	..... کلیات آموزش براساس شایستگی
۱۰	..... ۱- مقدمه
۱۳	..... ۲- اهداف حوزه یادگیری علوم
۲۸	..... ۳- رویکرد یادگیری
۳۰	..... ۴- راهبردهای یاددهی - یادگیری (روش تدریس)
۳۲	..... ۵- کاربرد نقشه‌های مفهومی در تحقق یادگیری مفهومی در شیمی
۳۵	..... ۵-۱ استفاده از نقشه‌های مفهومی
۳۶	..... ۵-۲ چطور یک نقشه مفهومی بسازیم؟
۳۷	..... ۵-۳ تلفیق تمام اشکال تجارب یادگیری
۳۸	..... ۶- ارزشیابی
۳۸	..... ۶-۱ تعاریف، روشها
۳۸	..... ۶-۱-۱ سنجش یادگیری
۳۹	..... ۶-۱-۲ روش‌های سنتی سنجش یادگیری
۳۹	..... ۶-۱-۳ روش‌های سنجش جایگزین
۴۰	..... ۶-۲ روش سنجش عملکردی
۴۱	..... ۶-۳ ارزشیابی از قسمت‌های مختلف کتاب
۴۴	..... فصل اول: ساختار اتم و مفاهیم پایه شیمی
۴۵	..... واحد یادگیری - ۱
۵۵	..... واحد یادگیری - ۲
۵۸	..... واحد یادگیری - ۳
۶۵	..... واحد یادگیری - ۴
۶۸	..... واحد یادگیری - ۵
۷۶	..... واحد یادگیری - ۶
۸۲	..... فصل دوم: فرایندهای شیمیایی
۸۳	..... واحد یادگیری - ۱ (دما و گرما)
۸۹	..... واحد یادگیری - ۲ (معادله شیمیایی)
۱۰۰	..... واحد یادگیری - ۳ (گرما شیمی)
۱۰۳	..... واحد یادگیری - ۴ (سرعت واکنش)

۱۱۶	فصل سوم: محلول و کلونئید
۱۱۷	واحد یادگیری-۱
۱۲۲	واحد یادگیری-۲
۱۲۷	واحد یادگیری-۳
۱۲۸	واحد یادگیری-۴
۱۳۴	فصل چهارم: الکتروشیمی
۱۳۵	واحد یادگیری-۱
۱۳۹	واحد یادگیری-۲
۱۴۵	واحد یادگیری-۳
۱۴۸	واحد یادگیری-۴
۱۵۲	واحد یادگیری-۵
۱۵۸	فصل پنجم: ترکیب‌های کربن دار
۱۵۹	واحد یادگیری-۱
۱۶۲	واحد یادگیری-۲
۱۷۰	واحد یادگیری-۳
۱۷۴	واحد یادگیری-۴
۱۷۹	واژه‌نامه
۱۸۴	منابع

موضوع اولین هدف عملیاتی سند تحول بنیادین آموزش و پرورش مربوط به پرورش تربیت یافتگانی است که با درک مفاهیم اقتصادی در چارچوب نظام معیار اسلامی از طریق کار و تلاش و روحیه انقلابی و جهادی، کارآفرینی، قناعت و انضباط مالی، مصرف بهینه و دوری از اسراف و تبذیر و با رعایت وجدان، عدالت و انصاف در روابط با دیگران در فعالیتهای اقتصادی در مقیاس خانوادگی، ملی و جهانی مشارکت می نمایند. همچنین سند برنامه ملی درسی جمهوری اسلامی ایران «حوزه تربیت و یادگیری کار و فناوری» به قلمرو و سازماندهی محتوای این آموزش ها پرداخته است.

در برنامه های درسی فنی و حرفه ای علاوه بر اصول دین محوری، تقویت هویت ملی، اعتبار نقش یادگیرنده، اعتبار نقش مرجعیت هنرآموز، اعتبار نقش پایه ای خانواده، جامعیت، توجه به تفاوت های فردی، تعادل، یادگیری مادام العمر، جلب مشارکت و تعامل، یکپارچگی و فراگیری، اصول تنوع بخشی آموزش ها و انعطاف پذیری، آموزش براساس نیاز بازار کار، اخلاق حرفه ای، توسعه پایدار و کاهش فقر و تولید ثروت، شکل گیری تدریجی هویت حرفه ای توجه شده است.

مطالبات اسناد بالادستی، تغییرات فناوری و نیاز بازار کار داخل کشور و تغییر در استانداردها و همچنین توصیه های بین المللی، موجب شد تا الگوی مناسب که پاسخگوی شرایط مطرح شده باشد طراحی و برنامه های درسی براساس آن برنامه ریزی و تدوین شوند. تعیین سطوح شایستگی و تغییر رویکرد از تحلیل شغل به تحلیل حرفه و توجه به ویژگی های شغل و شاغل و توجه به نظام صلاحیت حرفه ای ملی، تلفیق شایستگی های مشترک و غیرفنی در تدوین برنامه ها از ویژگی های الگوی مذکور و برنامه های درسی است. بر اساس این الگو فرایند برنامه ریزی درسی آموزش های فنی و حرفه ای و مهارتی در دو بخش دنیای کار و دنیای آموزش طراحی شد. بخش دنیای کار شامل ده مرحله و بخش دنیای آموزش شامل پانزده مرحله است. نوع ارتباط و تعامل هر مرحله با مراحل دیگر فرایند به صورت طولی و عرضی است، باین توضیح که

طراحی و تدوین هر مرحله متأثر از اعمال موارد اصلاحی مربوط به نتایج اعتباربخشی آن مرحله یا مراحل دیگر می باشد.

توصیه سند تحول بنیادین و برنامه درسی ملی بر تدوین اجزای بسته آموزشی جهت تسهیل و تعمیق فعالیت های یاددهی - یادگیری، کارشناسان و مؤلفان را بر آن داشت تا محتواهای آموزشی مورد نظر را در شبکه ای از اجزای یادگیری با تأکید بر برنامه درسی رشته، برنامه ریزی و تدوین نمایند. کتاب راهنمای هنرآموز از اجزای شاخص بسته آموزشی است و هدف اصلی آن توجیه و تبیین برنامه های درسی تهیه شده با توجه به چرخش های تحولی در آموزش فنی و حرفه ای و توصیه هایی برای اجرای مطلوب آن می باشد. کتاب راهنمای هنرآموز در دو بخش تدوین شده است.

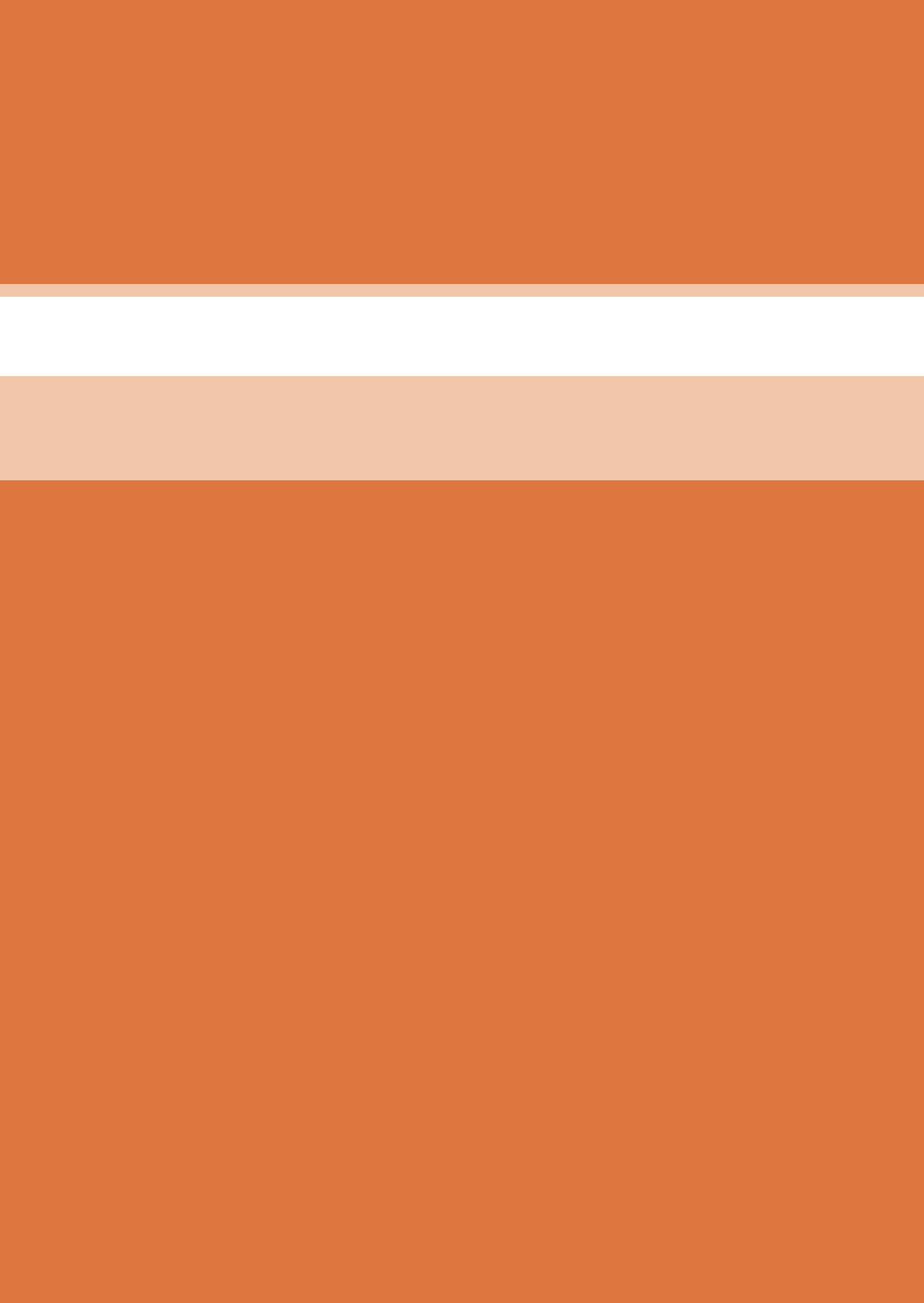
بخش نخست مربوط به تبیین جهت گیری ها و رویکردهای کلان برنامه درسی است که کلیات تبیین منطق برنامه درسی، چگونگی انتخاب و سازماندهی محتوا، مفاهیم و مهارت های اساسی و چگونگی توسعه آن در دوره، جدول مواد و منابع آموزشی را شامل می شود.

بخش دوم مربوط به طراحی واحدهای یادگیری است و تبیین منطق واحد یادگیری، پیامدهای یادگیری، ایده های کلیدی، طرح پرسش های اساسی، سازماندهی محتوا و تعیین تکالیف یادگیری و عملکردی با استفاده از راهبردهای مختلف و در آخر تعیین روش های ارزشیابی را شامل می شود.

همچنین در قسمت های مختلف کتاب راهنمای هنرآموز با توجه به اهمیت آموزش شایستگی های غیرفنی به آموزش مدیریت منابع، ایمنی و بهداشت، یادگیری مادام العمر و مسئولیت پذیری تأکید شده است.

مسلماً اجرای مطلوب برنامه های درسی، نیازمند مساعدت و توجه ویژه هنرآموزان عزیز و بهره مندی از صلاحیت ها و شایستگی های حرفه ای و تخصصی مناسب ایشان می باشد.

دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش



# کلیات آموزش براساس شایستگی

## برنامه درسی شیمی فنی و حرفه‌ای تحت سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴

راهنمای برنامه درسی شیمی سندی است مشتمل بر اهداف، رویکرد و منطق حاکم بر برنامه درسی، اهداف ماده درسی، تنظیم محتوا، ارائه روش‌های یاددهی - یادگیری مناسب و ارائه شیوه‌های ارزشیابی و اشاعه آن. این سند در واقع راهنمای عمل تولیدکنندگان مواد آموزشی می‌باشد. با توجه به تغییرات سریع فناوری، اجتماعی و اقتصادی، پیچیدگی‌های دنیای کار به همراه ظهور چالش‌ها و مفاهیمی از قبیل توسعه پایدار، آموزش مادام العمر، آموزش برای همه، شایستگی و کار شایسته، جهانی سازی، به کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات و رسیدن به شاخص‌ها و استانداردهای توسعه به ویژه سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴، افراد کشور باید در زندگی اجتماعی و حرفه‌ای خود پیوسته دانش، مهارت و نگرش خود را گسترش دهند. آموزش علمی و مهارت‌آموزی سبب پیشرفت فردی، افزایش بهره‌وری و در نتیجه افزایش درآمد و کاهش فقر می‌گردد. محصول این آموزش‌ها، دانش و مهارت، موتورهای رشد اقتصادی و توسعه اجتماعی می‌باشد و سرمایه‌گذاری در این آموزش‌ها، سرمایه‌گذاری برای آینده تلقی می‌شود. درس «شیمی» که به صورت مشترک در پایه دهم برای تمام رشته‌های فنی و حرفه‌ای ارائه می‌گردد به دنبال توسعه درک هنجریان و به کارگیری آن دسته مفاهیم اساسی شیمی است که در ارتباط با رشته‌های فنی هستند. در الگوی هدف گذاری سند تحول بنیادین، پنج عنصر: تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق و چهار عرصه ارتباط هنجرو با خود، خدا، خلق و خلقت به صورت به هم پیوسته و با محوریت ارتباط با خدا تبیین و تدوین می‌شوند. عناصر پنج‌گانه در شبکه‌ای مفهومی، مرتبط و به هم تنیده تبیین می‌شوند و در فرایند عملی تربیت هر کدام از این عناصر، متناسب با نیازها و شرایط هنجرو می‌توانند سرآغاز سیر تربیتی هنجرو باشند و سایر عناصر را تقویت و تعمیق نمایند. در میان عناصر پنج‌گانه، عنصر تعقل جنبه محوری دارد و سایر عناصر پیرامون آن تعریف و تبیین می‌شوند که هر کدام از آنها نیز دارای مراتب معینی است.

اهداف و آرمان‌هایی که در سند تحول بنیادین وجود دارند و برای پرورش افرادی با حیات طیبه مورد نظر قرار گرفته‌اند، نیاز به این دارند که با استانداردهای آموزش علوم و همچنین یادگیری‌های ضروری در این درس ارتباط داده شوند. استانداردهای عملکردی (شایستگی‌های پایه غیر فنی) برای این طراحی شده‌اند تا هنجریان را با دانش و مهارت‌های پایه در علم مجهز سازند. در این استانداردها، تزریق تکنولوژی به برنامه درسی، ارتباط علوم با محیط و زندگی روزمره حیاتی هستند. با توجه به این استانداردها، خطوط راهنمایی برای آموزش قابل استخراج می‌گردند: از جمله اینکه دست‌ورزی، رویکردهای مبتنی بر کاوشگری، و هنجرو محور بودن آموزش در این استانداردها مورد تأکید هستند. و همچنین از میان آنها این نکته قابل برداشت است که برنامه درسی علوم باید به نیازهای هنجریان پاسخگو باشد. طبیعت دست‌ورزانه بودن علوم، نیاز هنرآموزان به استفاده از اقدامات مناسب در حیطه آزمایشگاهی را می‌رساند. علوم شامل روش و سبک فکر کردن درباره شاکله دانش درباره جهان طبیعی است. بنابراین هنجریان برای کسب سواد علوم باید هم ویژگی‌های علوم را هم ویژگی‌های محتوای علوم یعنی جهان طبیعی اطرافشان را بدانند. بنابراین برنامه درسی شیمی باید طوری طراحی شود که اینها را باهم مدنظر قرار دهد. در ادامه اهداف یادگیری ضروری یا همان شایستگی‌های پایه که به طور خاص برای درس شیمی طرح

شده‌اند بیان می‌گردند. انتظار می‌رود هنرجویان طی دورهٔ تحصیلی شیمی، در مجموعه عناصر پنج‌گانهٔ الگوی هدف‌گذاری، به مرتبه‌ای از شایستگی‌های پایه دست یابند. این شایستگی‌ها بیان تفصیل یافته‌ای از هدف‌های کلی زیر هستند:

عرصه‌ها	رابطه با خویشتن (روح، روان و جسم)	رابطه با خدا (صفات خدا، آیات تکوینی، تشریعی، انبیا و اولیای الهی)	رابطه با خلق (خانواده، دوستان، همسایگان، محله، شهر، استان و جهان)	رابطه با خلقت (۱- طبیعت: زمین، آب، فضا، محیط زیست و... ۲- ماورای طبیعت: حیات ابدی، جهان آخرت، ملائکه و...)
تعقل <sup>۱</sup> (تفکر و اندیشه ورزی)	T1	T2	T3	T4
	۱- درک توانایی خود برای پرسیدن پرسش و بیان فرضیه مناسب برای مشکلات شناخته شده با استفاده از دانش علمی قبلی برای کمک به طراحی و پیاده سازی یک کاوش علمی. ۲- استنباط منطقی بر اساس داده‌های جمع آوری شده. ۳- کنج‌کاری در قبال پدیده‌های مشاهده شده و تفکر و جستجو در جهت فهم آنها ۴- رضایت‌مندی از انجام صحیح روش‌های کسب دانش و پژوهش ۵- توجه و تفکر نسبت به علاق شخصی نسبت به مباحث مختلف شیمی مرتبط با رشته تحصیلی	۱- تفکر دربارهٔ حکمت خداوند پیرامون علت اصلی جهان هستی با شروع از روابط علت و معلولی موجود در علم شیمی ۲- پژوهش در آیات قرآن و احادیث و تفکر دربارهٔ بیانات علمی آنها ۳- تأمل در اصل آفرینش انسان و جهان براساس قدرت خداوند ۴- تفکر دربارهٔ دگرگونی و تحول جهان طبیعت و مقصد نهایی آن ۵- تفکر در یکپارچگی جهان و نظم عالم هستی و مقصد آفرینش	۱- درک متقابل میان علم، فناوری، و فعالیت‌های انسانی و اینکه چگونه می‌توانند جهان را تحت تأثیر قرار دهند. ۲- تفکر دربارهٔ ثبات و تغییر در جوامع انسانی با کمک درک ثبات و تغییر ماده و انرژی در علم شیمی ۳- تحلیل وظایف و کارها در گروه کاری ۴- تدبیر در راهکارهای مناسب جهت کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و منابع مصرفی خانواده و مدرسه ۵- توانایی انجام تحقیق در مورد مسائل و مشکلات خانه، محله، مدرسه و برخورد خلاقانه با این مسائل	۱- تفکر درباره جهان مادی و جهان معنوی به طور توانمند ۲- ارزیابی تأثیر شیمی بر مسائل اجتماعی و زیست محیطی مانند شیوه صحیح استفاده از مواد و جلوگیری از آلودگی محیط زیست. ۳- توجه به مواد آلاینده و خلق‌آلوده در جهت حفظ و پاکیزگی محیط زیست، توجه به منابع و ظرفیت‌های طبیعی موجود در کشور ۴- تدبیر در نظام‌مندی و هدف دار بودن نظام آفرینش و تأثیرپذیری از آن ۵- درک چگونگی تأثیر دیدگاه‌های فرهنگی بر دانش و استفاده از کاربرد مفاهیم شیمی در زندگی
ایمان <sup>۲</sup> (باور به ربوبیت)	B1	B2	B3	B4
	۱- خودباوری در جهت فهم و درک مسائل ۲- التزام قلبی به یادگیری مادام‌العمر ۳- باور به نقش درستکاری و کسب صحیح دانش از طریق تلاش و کوشش ۴- پذیرش اینکه علم در عین ثبات (از منظر معلوم، دارای ویژگی پویایی (از منظر عالم) است. ۵- باور داشتن به اینکه انسان می‌تواند زمینه کمال خود را فراهم کند و مسئول تربیت خویش است.	۱- ایمان به اینکه ماهیت علم توسط خدا خلق شده و توسط انسان کشف شده است. ۲- باور قلبی به اینکه تحقیقات علوم انعکاس دهندهٔ نظم خلق شده توسط خداوند هستند. ۳- ایمان به احکام و دستورات الهی و داشتن مبنای علمی کشف نشده برای برخی از آنها ۴- ایمان به اینکه علم به مثابه کشف فعل خدا، دینی است. ۵- ایمان به وجود غیب و جهان معنوی در کنار جهان طبیعی به عنوان فعل الهی	۱- باور داشتن به اینکه آزمون، تجدید نظر، و گاهی اوقات رد نظریه‌های جدید و قدیمی توسط افراد جدید هرگز به پایان نمی‌رسد. ۲- التزام قلبی به شناسایی نیازهای آموزشی و تربیتی هم‌کلاس و ارائه آموزش لازم به آنها ۳- ایمان به تأثیر استفاده از تجربیات دیگران در فرایند تولید علم و باور به توانایی هم‌کلاس در کارهای جمعی ۴- التزام قلبی به کاربرد فناوری‌های نوین در بهبود وضعیت رفاهی افراد ۵- باور به توانایی ملی در زمینه‌های علمی و فناوری	۱- باور به زیبایی نهفته در قوانین طبیعت ۲- ارزش‌گذاری به ویژگی مؤمن بودن در حفظ محیط زیست ۳- باور به امانت دانستن مواد طبیعی، منابع و تجهیزات ۴- باور به جستجوی حقیقت در جهان غیب و آخرت ۵- باور به اینکه جهان مادی و معنوی از یکدیگر جدا نبوده و ارتباط تنگاتنگ و قانونمند با یکدیگر دارند.

1-Thinking

2-Belief

علم <sup>۱</sup> (کسب معرف، شناخت، بصیرت و آگاهی)	K1	۱- کسب معرفت نسبت به چگونگی جمع آوری، سازماندهی و ثبت اطلاعات مناسب برای پدیده مورد مطالعه ۲- ارتقای میزان توانایی خویش برای شناسایی منابع اصلی خطا ۳- افزایش آگاهی از نیازها، ظرفیت‌ها، نقاط قوت و ضعف خود در پرسشگری، فرضیه‌سازی، پژوهش، و آزمایش ۴- بصیرت نسبت به اینکه علم شامل یک روش خاص دانستن و درک موضوعات مشترک در میان رشته‌های علمی است.	K2	۱- توصیف به صفت عدالت‌خواهی در انجام تمام فعالیت‌های علمی ۲- آگاهی پیدا کردن از صفت عالم بودن خداوند در گذر از علم انسانی ۳- بصیرت نسبت به اینکه جهان یک نظام گسترده است که اصول اساسی در همه جای آن یکسان است. ۴- شناخت ویژگی‌های یا خالق کل مخلوق و یا صانع کل مصنوع خداوند از طریق علوم ۵- شناخت اهمیت کسب علم و معرفت و تفکر در خلقت طبیعت از نگاه قرآن	K3	۱- شناخت شیوه‌هایی مانند بررسی دقیق و انتشار تحقیقات برای تقویت یکپارچگی فعالیت‌های علمی ۲- آگاهی از ارتباط مؤثر و کار تیمی در پیشبرد فعالیت‌های علمی ۳- کسب شناخت نسبت به هزینه‌های مالی و زمانی برای انجام هر فعالیت علمی ۴- آگاهی از تأثیر به کارگیری اصول علمی و پیشرفت علمی در توسعه جامعه ۵- فهمیدن اینکه علم در عین کشف واقع (از منظر معلوم)، محصول ابداع (از منظر عالم) است.	K4	۱- آگاهی از اصول بهره برداری بهینه از مواد طبیعی و انرژی و جلوگیری از ورود مواد آلاینده به محیط زیست ۲- شناسایی پدیده‌های طبیعی وایده و الگو گرفتن از آنها ۳- توضیح اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از عدم آگاهی افراد ۴- مطالعه تغییرات و تحولات در عالم خلقت ۵- کسب اطلاعات شغلی مرتبط با استانداردهای محیط زیست
	A1	۱- کسب مهارت در به کارگیری قوانین شیمی در فناوری‌های مربوط به رشته ۲- افزایش مهارت‌های خود برای مقایسه و تجزیه و تحلیل داده‌های گرافیکی و آمار خلاصه ۳- کسب مهارت برای کنترل شرایط آزمایش‌های علمی به منظور تولید اطلاعات بالارزش ۴- تلاش برای استفاده از ابزارهای علمی و اصول علمی حاکم بر آزمایش‌های شیمی ۵- مسئولیت‌پذیری در حفظ و نگهداری تجهیزات و ابزار آزمایشگاه	A2	۱- به کارگیری رفتار پرهیزکارانه و خداجویانه در محیط مدرسه و اجتماع ۲- پرهیز از اسراف‌کاری در مصرف مواد مورد استفاده در زندگی روزمره مطابق دستورات الهی ۳- تقوا پیشگی در انجام کار علمی و ناظر دانستن خداوند بر تمام مراحل کار ۴- قدردانی از مواهب الهی در طبیعت و خلقت جهان ۵- الگو گرفتن از زندگی پیامبر و ائمه اطهار نسبت به کسب دانش اسلام	A3	۱- به کارگیری روش‌های خردورزانه برای کاهش مصرف مواد غذایی، پوشاک و منابع خانه و مدرسه ۲- همکاری و مشارکت فعال داشتن در انجام آزمایش‌های شیمی و پروژه‌های محوله برای انجام کار تیمی ۴- به کارگیری دانش مخلوط‌ها و انواع آن و نیز معادلات شیمیایی و موازنه آن در موارد مربوط به رشته تخصصی فنی ۵- پاسداشت از خدمات و فعالیت شخصیت‌های مؤثر در عرصه‌های علمی و فناوری در تمدن ایران	A4	۱- رعایت اصول حفظ محیط‌زیست در فعالیت‌های کلاسی ۲- آگاسازی دیگران از دانسته‌های علمی مربوط به حفظ محیط زیست و ترغیب آنها در نگهداری از محیط زیست ۳- انجام اقدامات لازم برای کاهش مصرف سوخت و تفکیک زباله در راستای قوانین شیمی‌سبز در مدرسه ۴- کشف قابلیت‌های طبیعت و بهره‌برداری عاقلانه و مسئولانه از منابع و مواهب طبیعی کشور ۵- توانایی مشاهده دقیق علمی در مطالعه پدیده‌ها
اخلاق <sup>۲</sup> (تزکیه، عاطفه و ملکات نفسانی)	M1	۱- افزایش مسئولیت‌پذیری خود برای دنبال کردن روش‌های درست و ایمن هنگام استفاده از وسایل علمی و آزمون فرضیه ۲- پایبندی به اهمیت کنجکاوی، صداقت، صراحت و شک و تردید در علم ۳- تلاش برای حسن انجام کار در فرایند کسب دانش، حل مسئله و انجام تحقیق و پروژه ۴- ارزش‌دهی به تلاش و کوشش مستمر در کار علمی ۵- ارتقای پایبندی به رفتار به اقتضای شان انسانی در انجام فعالیت‌های علمی	M2	۱- التزام به اینکه اگر چه علم می‌تواند به امکانات جدید منجر شود، اما پیامدهای اخلاقی و انسانی آن باید با توجه به قانون خدا بررسی شود. ۲- رعایت تقوای الهی و اخلاق اسلامی در انجام کارهای علمی محوله ۳- شکرگزاری از خداوند به خاطر خلقت طبیعت و قوانین آن ۴- تلقی کار و فعالیت علمی به عنوان عبادت ۵- توکل به خداوند در انجام کارها	M3	۱- مسئولیت‌پذیری و تعهد نسبت به وظیفه خویشتن در سیستم اجتماعی، خانوادگی و کاری با استفاده از درک مفهوم، صرفه جویی و استفاده درست از منابع و مواد ۲- ارزش‌گذاری به نظرات و پیشنهادات دیگران در حل مسئله و تحقیق علمی ۳- نقد محترمانه از کار خویشتن و دیگران (هم‌کلاسی‌ها و آثار منتشر شده) برای ارزیابی استدلال علمی، طراحی روش‌ها، و اعتبار نتیجه‌گیری. ۴- حضور منظم و به موقع در محیط کلاس و وقت شناسی در انجام کارهای محول شده ۵- رعایت حقوق دیگران در دستیابی به حل مسائل و حق نشر اثر یا ایده	M4	۱- مسئولیت‌پذیری در قبال هدف نهایی علم به عنوان راهی برای بهبود درک از جهان طبیعی عاری از تعصبات ۲- پرهیز از مصرف گرایی در انجام پروژه‌های علمی محوله ۳- مسئولیت‌پذیری در قبال محیط زیست ۴- ارزش‌گذاری به خلاقیت در انتخاب روش‌های کاری حافظ محیط زیست ۵- متعهد بودن به ایمنی و بهداشت محیطی در کار

## ۲-اهداف حوزه یادگیری علوم

علوم شامل روش و سبک فکر کردن دربارهٔ شاکلهٔ دانش دربارهٔ جهان طبیعی است. بنابراین هنرجویان برای کسب سواد علوم باید هم ویژگی‌های علوم را هم ویژگی‌های محتوای علوم یعنی جهان طبیعی اطرافشان را بدانند. بنابراین برنامه درسی شیمی باید طوری طراحی شود که اینها را باهم مدنظر قرار دهد. در ادامه اهداف یادگیری ضروری یا همان اهداف حوزه یادگیری ذکر شده در برنامه درسی ملی که به طور خاص برای درس شیمی طرح شده‌اند بیان می‌گردند. به طور کلی هدف‌های آموزش شیمی را می‌توان در سه حیطه زیر تعریف نمود:

حیطه	هدف از تحقق	کد مربوطه
۱- نگرش <sup>۱</sup> (ارزش)	۱- پی بردن به اهمیت و نقش علم شیمی در شناخت و عظمت آفرینش	A1
	۲- تقویت حس کنجکاوی نسبت به توجیه پدیده‌های شیمیایی	A2
	۳- ایجاد و تقویت تفکر علمی و حس کاوشگری برای کشف رابطه بین علت و معلول در پدیده‌های شیمیایی	A3
	۴- تقویت دید انتقادی در مورد نظریه‌های شیمیایی	A4
	۵- پی بردن به وجود یک خالق و نظم دهندهٔ یکتا با توجه به مشاهده نظام مند بودن پدیده‌های طبیعی	A5
	۶- توجه به اهمیت کار دانشمندان در سیر تکوینی نظریه‌ها و قانون‌های شیمیایی	A6
	۷- تقویت روحیه ارزش گذاری به منابع طبیعی و حفاظت از محیط زیست و استفاده بهینه از منابع طبیعی	A7
	۸- تقویت روحیه صرفه جویی و رعایت اعتدال در زندگی	A8
	۹- تقویت روحیه همکاری و تعاون و احترام به دیدگاه‌های متفاوت و پذیرفتن منطق در گفتگو	A9
	۱۰- تقویت روحیه انعطاف پذیری	A10
	۱۱- پرورش و تقویت حس احترام و اعتماد به خود و دیگران	A11
	۱۲- پرورش و تقویت روحیه احترام به نظم و قانون در عمل و مسئولیت پذیری در زندگی فردی و اجتماعی	A12
	۱۳- پرورش و تقویت روحیه قدرشناسی نسبت به دانش و دانشمند و جلوه‌های مختلف هستی	A13

S11	۱- کسب توانایی جهت طراحی برخی از آزمایش‌ها و نتیجه‌گیری از آزمایش‌های انجام شده	۲-۱. ذهنی	۲- مهارت <sup>۱</sup>
S12	۲- کسب توانایی لازم برای فرضیه سازی		
S13	۳- کسب توانایی لازم برای پیش بینی رویدادها بر اساس تجربه‌هایی که انجام گرفته است		
S14	۴- کسب توانایی برای تعمیم قانون‌ها و مفاهیم شیمیایی آموخته شده در مسئله‌های مشابه		
S15	۵- کسب توانایی‌های لازم برای کشف و پرورش استعداد‌های شخصی به منظور تجزیه و تحلیل مسئله‌های شیمی		
S16	۶- کسب توانایی در انتخاب مواد آموزشی مناسب		
S21	۱- کسب توانایی لازم برای انجام برخی آزمایش‌های شیمیایی و جمع آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل آنها	۲-۲. عملی	
S22	۲- کسب توانایی لازم در اندازه گیری و محاسبه پاره ای از کمیت‌ها		
S23	۳- کسب توانایی لازم برای ساختن برخی ابزارهای ساده که در آزمایش‌های شیمی به کار می‌روند.		
S24	۴- کسب توانایی لازم در به کار گیری مهارت‌هایی همچون (مشاهده، اندازه گیری، تفسیر یافته‌ها، طراحی تحقیق، جمع آوری اطلاعات و ...) و پاره ای از مفهوم‌های شیمیایی در زندگی		
S25	۵- کسب توانایی به کارگیری مواد آموزشی مختلف به‌خصوص مبتنی بر رایانه		
S26	۶- پرورش و تقویت مهارت برقراری ارتباط و مشارکت در فعالیت‌های گروهی و جمعی		
K1	۱- آشنایی با برخی مبانی، مفهوم‌ها، قانون‌ها و نظریه‌های شیمیایی	۳- دانش <sup>۲</sup>	
K2	۲- آشنایی با کاربرد قانون‌ها و نظریه‌ها در ساخت و استفاده از بعضی ابزارهای مورد نیاز در زندگی روزانه.		
K3	۳- آشنایی با کاربرد قانون‌ها و نظریه‌های دانش شیمی در توجیه پدیده‌ها و ارتباط آنها با دانش‌های دیگر		
K4	۴- کسب آمادگی لازم برای زندگی در جهان پیچیده و فناورانه امروز		
K5	۵- کسب توانایی لازم برای یادگیری مستمر و هماهنگ با دانش‌های روز		
K6	۶- کسب توانایی لازم در انتخاب راه حل بهتر و مناسب تر در حل مسئله‌ها		
K7	۷- توجه به اینکه در علوم پایه برخی از پدیده‌های طبیعی مورد بحث قرار می‌گیرند و قانون‌ها و نظریه‌ها تا زمانی مورد پذیرش اند که با تجربه سازگار باشند و نیز امکان بسط و گسترش و دخل و تصرف آگاهانه در آنها وجود دارد.		
K8	۸- آشنایی با روش مطالعه و تحقیق و تحلیل‌های دانشمندان برای پیشرفت شیمی و ساخت ابزار جدید.		
K9	۹- کسب آمادگی لازم برای ادامه تحصیل		

1-Skill

2-Knowledge

با ملاحظه تعاریف مختلف محتوای برنامه درسی ذکر این نکته مهم است که محتوا تنها همان چیزی نیست که توسط برنامه‌ریزان این درس طراحی و به وسیله مؤلفین انتخاب و سازماندهی شده است. زیرا در فرایند آموزش آنچه هنرآموز برای تدریس تدارک دیده است و آنچه خود او نیز پیش بینی نموده، ولی در ضمن تدریس بروز و جلوه می‌کند؛ همچنین آنچه از تعامل هنرجویان با یکدیگر حاصل می‌شود، همه بخشی از محتوا را تشکیل می‌دهد. یعنی علاوه بر مفاهیم، مهارت‌ها و نگرش‌هایی که تهیه کنندگان این برنامه انتخاب نموده‌اند، رابطه هنرآموز با هنرجویان و همچنین رابطه هنرجویان با یکدیگر نیز منشأ دیگر محتوا است. در نتیجه برنامه درسی پیش رو و جدول محتوایی آن صرفاً به بیان محتوا و اهداف قابل پیش‌بینی در برنامه درسی قصد شده می‌پردازد ولی بسیاری از اهداف سطح بالای پیشنهادی در جدول اهداف تفصیلی قابل تحقق در برنامه درسی اجرا شده خواهند بود در حالی که تعیین محتوا برای آن اهداف در برنامه درسی حاضر، امکان ناپذیر می‌باشد.

همان‌طور که اشاره شد، اهداف تفصیلی در قالب شایستگی‌هایی در هنرجو باید سنجیده شوند که آنها را شایستگی‌های غیر فنی می‌نامند. دستیابی به تمام این شایستگی‌ها از طریق کتاب درسی میسر نیست و بسیاری از آنها در حین تدریس و تعامل هنرآموز و هنرجو و نظام آموزشی قابل دستیابی هستند. لذا هنرآموزان در امر آموزش باید به این شایستگی‌ها توجه ویژه داشته باشند. لازم به ذکر است، با توجه به جدول اهداف تفصیلی و اهداف محتوایی در ۵ فصل کتاب، در هر قسمت اهداف و شایستگی‌های مد نظر مربوط به آن بخش به صورت جداگانه استخراج شده‌اند. شایستگی‌های غیرفنی مورد هدف به شرح جدول ذیل هستند:

## جدول شایستگی‌های غیرفنی

شایستگی‌های جزء								شایستگی‌های کلی
			تفکر خلاق (N۱۵)	تفکر انتقادی (N۱۴)	حل مسئله (N۱۳)	تصمیم‌گیری (N۱۲)	استدلال (N۱۱)	شایستگی‌های تفکر (N۱)
					پهلود عملکردهای سیستم (N۲۳)	تنظیم و اصلاح عملکردهای سیستم (N۲۲)	داشتن درک درست از سیستم سازمانی (N۲۱)	نگرش سیستمی (N۲)
	مستند سازی (N۲۷)	توسعه شایستگی و دانش (N۲۶)	یادگیری (N۲۵)	کاربرد فناوری اطلاعات (N۲۴)	تفسیر اطلاعات (N۲۳)	سازمان‌دهی اطلاعات (N۲۲)	جمع‌آوری و گردآوری اطلاعات (N۲۱)	یادگیری مادام‌العمر و کسب اطلاعات (N۳)
					نگهداری فناوری‌های به کارگرفته شده (N۴۳)	به کارگیری فناوری‌های مناسب (N۴۲)	انتخاب و به کارگیری فناوری‌های مناسب (N۴۱)	کاربرد فناوری (N۴)
مذاکره (N۵۸)	آموزش دیگران (N۵۷)	احترام گذاشتن بر ارزش‌های دیگران (N۵۶)	نمایش قدرت رهبری افراد (N۵۵)	شرکت در اجتماعات و فعالیت‌ها (N۵۴)	ایفای نقش در تیم (N۵۳)	مهارت گوش کردن خوب شنیدن (N۵۲)	اجتماعی بودن مردمی‌بودن (N۵۱)	ارتباط مؤثر و کار تیمی (N۵)
	مدیریت منابع انسانی (N۶۷)	مدیریت مواد و تجهیزات (N۶۶)	مدیریت منابع مالی (N۶۵)	مدیریت زمان (N۶۴)	مدیریت کیفیت (N۶۳)	مدیریت کارها و پروژه‌ها (N۶۲)	خودمدیریتی (N۶۱)	مدیریت (N۶)
					درستکاری (N۷۳)	مسئولیت‌پذیری (N۷۲)	تعالی فردی (N۷۱)	ویژگی‌های شخصیتی (N۷)
							کارآفرینی (N۸۱)	کارآفرینی (N۸)
							محاسبه و ریاضی (N۹۲)	محاسبه و ریاضی (N۹)

تفکر منطقی	(N11) استدلال	(N12) تصمیم گیری	(N13) حل مسئله
سطح ۱	شناسایی واقعیت، حقایق و اصول - شناسایی مسئله - به کارگیری قوانین / اصول در فرایند / مراحل کار - استخراج اطلاعات / داده‌ها - استفاده از علم منطق جهت نتیجه گیری	داشتن درک درست از فرایند تصمیم گیری بازخوانی اصول و روش‌های پایه - تشخیص اهداف و محدودیت‌ها - به کارگیری روش‌ها و اصول در شرایط جدید - جمع آوری اطلاعات	شناسایی مسئله فهم مشکلات / تناقض‌ها و شکایات توجه مناسب به شکایات، مشکلات و تناقض‌ها
سطح ۲	تجزیه و تحلیل منطق‌های قوانین / مفاهیم بررسی اطلاعات و داده‌ها برای سنجش تناسب و دقت کار	تجزیه و تحلیل موقعیت / اطلاعات در نظرگیری خطرات / استلزامات گردآوری نقطه نظرهای متفاوت	بررسی و آزمون اطلاعات / داده‌ها - تجزیه و تحلیل دلایل و علت‌های احتمالی - پیشنهاد طرح عملیاتی
سطح ۳	خلق و توسعه قوانین و مفاهیم جدید تنظیم قوانین و مفاهیم برای کاربردهای جدید اعتبار بخشی اصول / قوانین - قضاوت در مورد قوانین منطقی و سازگاری قانونی	تولید راه حل‌های چندگانه - ارزیابی راه حل‌های چندگانه - تنظیم طرح عمل - پیش‌بینی خروجی‌ها و نتایج احتمالی مبتنی بر تجارب و دانش قبلی - قضاوت در مورد انسجام، تقدم و تاخر - قضاوت در مورد اهداف / نتایج - تعیین پارامترهای تصمیم گیری	تولید / ارزیابی راه حل‌ها ساختن / اجرای طرح‌های عملیاتی - ارزیابی / تنظیم طرح‌های عملیاتی - قضاوت اثربخشی / کارایی راه حل‌ها

تفکر انتقادی	(N14) تفکر انتقادی
سطح ۱	تعریف تفکر انتقادی - نقش تفکر انتقادی در بهبود مداوم عملکرد-مزایای استفاده از تفکر انتقادی- تعیین بهترین تجربه‌های کاری- گام‌هایی برای یک متفکر انتقادی شدن
سطح ۲	بهره‌برداری و استفاده از تفکر انتقادی- کاربرد تفکر انتقادی در محیط و شرایط گوناگون کاری
سطح ۳	ارزشیابی و قضاوت در مورد مهارت تفکر انتقادی دیگران- ارائه الگوهای جدید در روش‌های تفکر انتقادی

تفکر سیستمی	داشتن درک درست از (N21) سیستم سازمانی	تنظیم و اصلاح عملکردهای (N22) سیستم	بهبود عملکردهای (N23) سیستم
سطح ۱	تشخیص سیستم‌های سازمانی، فناوری، اجتماعی - فهم اصول / اصطلاحات سیستم درک سلسله مراتب - سازمانی - درک از ارتباط بین اجزا- پیگیری فرایندها/ مراحل کار- پاسخ به درخواست‌های سیستم	جمع‌آوری داده‌ها شناسایی مغایرت‌های سیستم تنظیم فعالیت‌های سیستم نظارت بر عملکرد سیستم عیب‌یابی مشکلات و نقصان سیستم	فهم بهبود مداوم سیستم شناسایی بهبودهای سیستماتیک ارائه پیشنهاد برای اصلاح/بهبود سیستم تعیین مؤلفه‌هایی که باید مورد اصلاح و یا بهبود قرار گیرند.
سطح ۲	تجزیه و تحلیل ساختار / پایایی سیستم تشخیص نقاط قوت و محدودیت سیستم	تجزیه و تحلیل و فعالیت‌های سیستم - تشخیص مسیر حرکت عملکردی - شناسایی انحرافات عملکردی	تجزیه و تحلیل اهداف/ موانع سیستم آزمون کردن بهبودها/ اصلاحات و پیشنهادها داده شده
سطح ۳	ارزشیابی ساختار پایایی سیستم ارزشیابی فرایند مراحل کار قضاوت اثر بخشی کارآیی سیستم تنظیم ساختار سازمان سیستم	ارزشیابی عملکرد سیستم - ابداع طرح برای نظارت / درستی کار سیستم - اصلاح (تعدیل) فرایند/ مراحل کار - بررسی فعالیت‌های سیستم - قضاوت در مورد خدمات/ تولیدات	توسعه طرح‌های سیستمی/ سیستم چندگانه / سیستم جدید- ایجاد چالش برای رسیدن به تعادل سیستمی- تنظیم اصلاح سیستم- اطمینان از کنترل کیفیت

خلاقیت	(۱۱۵) تفکر خلاق
سطح ۱	برقراری ارتباط بین پدیده‌های قدیم و جدید- تشخیص الگوها و روابط - پاراگراف بندی خلاصه سازی ایده‌ها - به نمایش گذاردن فرایند تفکر خلاق در هنگام حل مسئله- استفاده نمودن از تکنیک‌های بارش مغزی- استفاده نمودن از تکنیک‌های خلق ایده
سطح ۲	تولید راه حل‌های خلاق- به کارگیری راه حل‌های خلاق برای موقعیت‌های جدید
سطح ۳	تولید راه حل‌های کم نظیر و بی نظیر- فرمول بندی کردن طرح‌ها، ایده‌ها و رویکردهای جدید سازمان دهی فرایندها و روش‌های جدید- قضاوت و ارزش گذاری خلاقیت- پیگیری فعال در بیان خلاق

یادگیری مادام العمر	(۲۲۵) یادگیری	(۲۳۶) توسعه شایستگی و دانش
سطح ۱	درک فرایند یادگیری، بازخوانی قوانین مفاهیم و اصول پایه دریافت مبتنی بر تجارب و دانش قبلی، شناسایی روش‌ها و سبک‌های یادگیری خود- انتخاب / به کارگیری ابزارهای یادگیری، تفسیر و به کارگیری تجربه و دانش جدید- تفسیر نمادها، نمودارها و نمودارهای تصویری	سؤال نمودن- تشخیص کمبودها جستجو دانش - برطرف نمودن کمبودها- شیوه‌های توسعه شایستگی- روش‌های پژوهش
سطح ۲	تجزیه و تحلیل کاربرد ابزارهای یادگیری جستجوی تکنیک‌های ابزارهای یادگیری جدید- دستکاری ابزارهای یادگیری	مطالعه مستقل- انجام پژوهش- خود ارزیابی- موافقت با ارزشیابی خارجی- شناسایی دقیق کمبودهای شایستگی- به کار گیری پژوهش‌ها
سطح ۳	تنظیم / سازگار نمودن استراتژی یادگیری ترکیب کردن روش‌ها و تکنیک‌های یادگیری- ایجاد ( توسعه ) / ارزیابی روش‌ها و تکنیک‌های یادگیری جدید، اعتبار بخشی فرایند یادگیری	اشتیاق زیاد در یادگیری- پیگیری فعال در کسب فرصت‌های یادگیری- مطالعه نقادانه- ارزشیابی و قضاوت رشد و توسعه یادگیری دیگران و خود

سواد اطلاعاتی	جمع آوری و گردآوری (۲۳۱) اطلاعات	سازمان دهی (۲۳۲) اطلاعات فارسی - انگلیسی	تفسیر (۲۳۳) اطلاعات فارسی - انگلیسی	کاربرد فناوری (۲۳۴) اطلاعات فارسی - انگلیسی
سطح ۱	انتخاب / به دست آوردن داده ها / اطلاعات مربوط به کار - شناسایی داده های مورد نیاز - شناسایی اطلاعات / داده ها - پیش بینی نتایج و پیامدها	شناسایی فرایندها انتخاب طبقه بندی های مناسب اطلاعاتی - تفسیر اطلاعات - به کاربردن فرایندهای جدید برای اطلاعات جدید	درک اطلاعات تشخیص - دقت اطلاعات - ایجاد ارتباط دقیق بین اطلاعات موجود - تفسیر اطلاعات - آماده نمودن خلاصه های پایه - آماده نمودن گزارش های پایه - انتخاب روش های تبادل اطلاعات	درک صحیح استفاده از رایانه - وارد کردن اطلاعات پایه به رایانه - به کارگیری نرم افزارهای چندگانه / یکپارچه قراردهی اطلاعات - بازیابی اطلاعات ذخیره شده
سطح ۲	تجزیه و تحلیل داده ها تلفیق داده های چندگانه - هم سنجی داده های متناقض	تجزیه و تحلیل سازمان اطلاعات انتقال اطلاعات بین فرمت ها (قالب های گوناگون)	خلاصه کردن / تلفیق اطلاعات تجزیه و تحلیل اطلاعات طراحی نمودارها / چارتهای	پردازش اطلاعات - تفسیر داده ها یکپارچه کردن پایگاه های چندگانه - به کارگیری شبکه ها تعدیل / ویرایش اطلاعات
سطح ۳	جستجو و پژوهش منابع اطلاعاتی جدید تدوین فرایند - جمع آوری داده ها - اعتبار بخشی تناسب داده ها / اطلاعات - قضاوت در خصوص پیامدها / نتایج ارزیابی، دقت داده ها ارزیابی تناسب بین داده ها	بازآرایی سیستم های اطلاعاتی پیشنهاد / فرموله نمودن فرایندهای جدید طراحی سیستم های سازمانی جدید - ارزشیابی اثر بخشی فرایندها - ارزیابی و تخمین طراحی سیستم اطلاعات - قضاوت درمورد روش های توزیع اطلاعات	سازمان دهی گزارش های فنی ترکیب روش های چندار تباطی تنظیم پروپوزال ها / پیشنهادها آماده سازی چند رسانه ای جهت ارائه ارزشیابی تحلیل نیازها ارزشیابی دقت اطلاعات ارزشیابی گزارش ها	سازمان دهی اطلاعات و گزارش ها تبدیل قالب اطلاعات به قالب های جدید - تهیه چند رسانه ای در ارائه مطالب - تحلیل مسایل عملیاتی - بررسی دقت داده ها - طراحی برنامه ها / شبکه ها / گرافیک ها - ارزشیابی نحوه به کارگیری رایانه - قضاوت درمورد دقت اطلاعات

کاربرد فناوری	انتخاب فناوری های مناسب (N۴۱)	به کارگیری فناوری های مناسب (N۴۲)	نگهداری فناوری های به کارگرفته شده (N۴۳)
سطح ۱	شناخت فناوری های موجود شناسایی فناوری های مناسب فهم نیازمندی های کار فهم نتایج تکنولوژیکی (فناورانه)	درک کاربردهای فناورانه-پیگیری مراحل صحیح اجرای کار-داشتن درک درست از عملکرد/ تعامل فناوری -کارکردن با فناوری برای به دست آوردن نتایج مورد انتظار	برنامه ریزی برای نگهداری مراحل کار اجرای روش های مشخص نگهداری شناسایی نشانه ها (نقاط آزمایش) برای نگهداری-شناسایی و اصلاح در اشکالات/ نقصان ها-عیب یابی و رفع عیب نقص ها
سطح ۲	تجزیه و تحلیل رابطه بین کار / فناوری ارائه پیشنهادها و راه حل های فناورانه ساده	تجزیه و تحلیل نتایج فناوری سنجیدن و آزمون رابطه بین کار / فناوری	ارزشیابی عملکردهای فناورانه تجزیه و تحلیل نقص ها
سطح ۳	پیشنهاد کاربری برای فناوری های جدید-تلفیق سیستم ها با فناوری - پیش بینی نتایج به کارگیری فناوری-همسان سازی فناوری برای کاربردهای پیچیده چندگانه-طراحی فناوری های جدید-ارزشیابی کاربردهای فناورانه	تلفیق سیستم های فناورانه تفسیر / ارزشیابی داده های به دست آمده اجرای ارتقا یا تغییر فناوری ایجاد راه حل های فناورانه	توسعه / تغییرات فناورانه تولید راه حل های فناورانه اطمینان از کنترل کیفیت قضاوت کاربردهای فناورانه

محاسبه	(N۹۲) شایستگی محاسبه و ریاضی
سطح ۱	به کار بردن علم ریاضی -تکنیک ها ، فرمول ها و فرایندها -ثبت نتایج حاصله -خلاصه کردن داده ها (اطلاعات ریاضی) -ترجمه اطلاعات ریاضی
سطح ۲	مهارت انجام و حل مسائل ریاضی با استفاده از تکنیک ها، فرمول ها و فرایندها -ترجمه مفاهیم و اطلاعات ریاضی
سطح ۳	سازمان دهی اطلاعات ریاضی-مشخص کردن متغیرها و ثابت های ریاضی -خلق دستورالعمل های جدید ریاضی -پیش بینی پاسخ های احتمالی در ریاضیات-ارزشیابی اطلاعات و کاربردهای علم ریاضی

ارتباط مؤثر	(N۵۱) اجتماعی بودن ( مردمی بودن)	مهارت گوش کردن (N۵۲) خوب شنیدن	(N۵۸) مذاکره
سطح ۱	پاسخ / واکنش مناسب به دیگران - کمک داوطلبانه و مشتاقانه به دیگران - توجه فعال برای مساعدت به دیگران - ایجاد رابطهٔ دوستانه با دیگر کارگران و مشتریان	با دقت گوش کردن - آگاهی از ارتباطات غیر کلامی ( غیر گفتاری) - پاسخگویی به ارتباطات کلامی و غیر کلامی (غیر گفتاری) - تأیید اطلاعات	فهم فرایند مذاکره - بازیابی قوانین و اصول مذاکره - میانه روی در بحث‌ها - تعیین تعارض‌ها - تعیین نگرانی‌ها و شکایات
سطح ۲	اصلاح رفتار متناسب با اقتضانات محیطی نمایش فهم و همدردی با دیگران - اعتقاد داشتن و متعهد بودن به توسعه اجتماعی	تفسیر (ترجمه) ارتباطات و مکالمات مشخص کردن ارتباطات کلامی ارتباطات کلامی تأثیر گذار	تحلیل پویایی گروه - تعیین موضوعات اساسی - تمایز بین واقعیت‌ها و استنتاج‌ها - ارائه مذاکره مؤثر
سطح ۳	کارفعال برای شناسایی و رفع موانع اجتماعی داشتن شوق مشارکت / مذاکره - ابراز آگاهی / مسئولیت پذیری اجتماعی - ارزش نهادن به رأی و عقاید دیگران	مقایسه نقطه نظرهای متفاوت - بازگویی ارتباط نیات به نتایج مورد نظر - تجزیه و تحلیل ارتباطات کلامی - تعیین کیفیت اطلاعات دریافتی - ارزش گذاری به عقاید مختلف جهت ابراز عقاید	خلاصه نمودن مسائل دوطرف - تحلیل موضوعات اساسی - حل موضوعات فنی - ارزیابی پیامدهای مذاکره

کار تیمی	نقش در تیم (N۵۳)	شرکت در اجتماعات و فعالیت‌ها (N۵۴)	نمایش قدرت رهبری افراد (N۵۵)	احترام گذاشتن بر ارزش‌های دیگران (N۵۶)
سطح ۱	ایفای کامل نقش به عنوان عضو تیم	شناسایی مثبت به وسیله تیم حضور فعال در فعالیت‌های تیمی انجام کارها و وظایف محوله اطاعت از قوانین تیمی - شرکت فعال در فعالیت‌های تیمی - داوطلب شدن برای انجام وظایف خاص - کمک به اعضای تیم	فهم استانداردها رعایت استانداردها تشویق دیگران برای پذیرش مفاهیم جدید - تعهد به خردورزی و تعالی هدایت به وسیله ارائه مثال تفسیر موقعیت‌های جدید	تشخیص تفاوت‌ها / اصولها فهم جنبه‌های قانونی تبعیض ابراز حساسیت به ترس / نگرانی‌ها / تنوع کاری - احترام به حقوق دیگران ابراز آگاهی از تنوع کاری ترجیح هدف تیم بر هدف خود
سطح ۲	ایفای کامل نقش به عنوان سازنده تیم	ابراز تعهد و مسئولیت‌های فردی تلاش برای بهبود مهارت‌های تیمی تشویق / حمایت اعضای تیم	تشویق دیگران برای توسعه ظرفیت‌های فردی اشتیاق / نگرش‌های مثبت تولید ایده‌های کوچک و بزرگ	تشخیص ارزش تنوع کاری - تشویق / حمایت فردی - حمایت و تشویق فرایند کاری صحیح و درست - مبارزه مسئولانه با تبعیض در فعالیت یا عملیات‌ها
سطح ۳	ایفای کامل نقش به عنوان رهبر تیم	مسئولیت پذیر بودن جهت انجام اهداف تیمی - داشتن درک درست از توانایی‌ها / محدودیت‌ها - حل مشکلات و مصائب مسئولیت پذیری در قبال چالش‌ها و سیاست‌ها - ایجاد تحرک در سایر افراد تیم - ارزشیابی فعالیت‌های تیمی	ترغیب دیگران برای برگرداندن ایده‌ها / رفتارهای منفی - توسعه نقاط قوت و کم کردن ضعف‌ها - یکی کردن موقعیت‌ها / نقطه نظرات متفاوت - قدرتمند کردن افراد / تیم‌ها برای به دست آوردن بهترین‌ها - قضاوت در مورد سبک‌های رهبری - تنظیم خط مشی / سیاست‌ها	ایجاد چالش برای شناسایی / رفع موانع ارزیابی / اصلاح خط مشی / مراحل کار قضاوت در مورد تبعیض و رفتارهای ناروا

ویژگی شخصیتی/ اخلاق	(N۷۱) تعالی فردی	(N۷۲) مسئولیت پذیری	درستکاری و کسب حلال (N۷۳)
سطح ۱	شناسایی مسائل اخلاق حرفه ای-مفهوم اخلاق حرفه ای- شناسایی ارزش های اجتماعی و فردی در کار- ابزار صداقت- نمایش وفاداری و حسن نیت- پذیرش مسئولیت در ارتباط با رفتارهای فردی	حضور منظم -به نمایش گذاشتن و اثبات حضور به موقع و وقت شناسی - انجام وظایف و کارهای محوه - پیروی از قوانین / خط مشی / مراحل - نمایش و به کارگیری سطح خوبی از تمرکز ذهنی - داوطلب شدن برای فعالیتهای جدید و خاص -انجام صحیح کارها با حداقل نظارت -توجه به جزئیات کار - به نمایش گذاشتن اشتیاق / خوش بینی / ابتکار- مفهوم وجدان کاری	تعیین الزامات کسب حلال-تعیین آثار و نتایج درست کاری- تعیین آثار کسب حلال- تعیین نیازهای مشتری
سطح ۲	نمایش تعهد به توسعه فردی ( شخصی ) اجتماعی- تجزیه و تحلیل مجموعه ای از رفتارها و تصمیم های اخلاقی در محیط کار- توصیه و تأکید بر مجموعه ای از رفتارهای اخلاقی و عملکردی- حل مسائل اخلاق حرفه ای	کنترل و پایش استانداردهای عملکردی پیگیری وظایف محوه-ابراز تعهد به سازمان متبوع-به نمایش گذاشتن تلاش و پشتکار قابل توجه-اطمینان از کیفیت کار انجام شده- وجدان کاری	انجام کارهای شغلی به طور احسن ، کامل و بر مبنای درستکاری- پایبندی به بهبود و ارتقای خود و دیگران- برآورده نمودن نیازهای مشتری
سطح ۳	برخورد مسئولانه با فعالیت ها/ تصمیم های غیر اخلاقی-تنظیم و طبقه بندی مجموعه ای از رفتارهای اخلاقی در کار-قضاوت در خصوص تصمیم گیری و رفتارهای عملکردی-به نمایش گذاری مراقبت ها و مسئولیت های اجتماعی- پایبندی کامل به اخلاق حرفه ای	قضاوت و ارزشیابی در مورد مسئولیت پذیری خود و دیگران	قضاوت و ارزشیابی درستکاری خود و دیگران- حل مسائل مربوط به عدم رضایت مشتری

آموزش دیگران	(N۵۷) آموزش و کمک به فراگیری دیگران
سطح ۱	شناسایی عملکردها / نگرش‌های ضعیف -ارائه مدل‌های جدید در نگرش‌ها / عملکردها -داشتن مدرکی درست درمواد آموزشی تدریس شده -شناسایی نیازهای آموزشی و تربیتی -هدایت وظایف خاص تربیتی و آموزشی -هدایت و سرپرستی سایر افراد برای به کارگیری مهارت‌های مربوطه
سطح ۲	آموزش دیگران - فراهم آوردن بازخوردهای تقویتی سازنده
سطح ۳	توسعه مناسب مراحل آموزش -تشویق فراگیران برای یادگیری مستقل -قضاوت درمورد متغیرهای آموزشی -تسهیل فرایندهای آموزش تشویق همه افراد برای فراگیری بیشتر

مستند سازی	(N۳۷) مستند سازی
سطح ۱	گزارش نویسی فعالیت‌های روزانه، مستند سازی فعالیت و برنامه‌های روزانه، ایجاد سوابق، تکمیل فرم‌ها و جداول با توجه به دستورالعمل‌های کاری، پایبندی به مستند سازی در نظام کنترل کیفیت (به صورت دیجیتالی یا غیر از آن)
سطح ۲	مستند سازی نظام کیفیت با توجه به سطوح نظام نامه، روش‌های اجرایی - استقرار نظام مستندسازی با توجه به نظام نامه کیفیت شامل بازنگری، تجدید نظر و تأیید مدارک و سوابق (به صورت دیجیتالی یا غیر از آن) - ارزیابی انسجام نوشته و قضاوت در مورد آنها

مدیریت منابع	مدیریت زمان (N۶۴)	مدیریت منابع مالی (N۶۵)	مدیریت مواد (N۶۶) و تجهیزات	مدیریت منابع انسانی (N۶۷)
سطح ۱	شروع به کار به موقع پیروی از جدول زمان بندی انجام مجموعه وظایف محوه - مدیریت مؤثر زمان تنظیم جدول های زمانی مورد نیاز مسئول بخش	دریافت و پرداخت پول ها به صورت کاملاً دقیق تطبیق رسیده ها با پرداخت های روزانه - ثبت دقیق پرداخت ها و دریافت ها	استفاده از مواد و تجهیزات با روش های صحیح و ایمن نگهداری از تجهیزات و منابع مورد نیاز برای اجرای کار خاص به دست آوردن تدارکات و تجهیزات - توزیع تدارکات و تجهیزات	تشخیص وظایف و کارهای شغلی - توزیع وظایف کاری - تطبیق استعدادها با موقعیت های شغلی - تجزیه و تحلیل وظایف شغلی - واگذاری مسئولیت ها
سطح ۲	اولویت بندی کردن وظایف و کارهای روزانه - آماده کردن جدول های زمان بندی کار - نظارت / تنظیم مراحل انجام کار - وظایف	نگهداری و تعادل بین درآمدها و هزینه ها (حساب ها) - تطبیق حساب ها و هزینه ها - تنظیم و پیش بینی هزینه های کارهای ساده	سفارش و نگهداری از لیست (سیاهه) تجهیزات (فهرست اموال) پایش و نظارت بر به کارگیری صحیح و ایمن مواد و تجهیزات	ارزیابی دانش / مهارت های شخصی - تعیین کیفیت و کمیت نوع کار ( حجم کار) - پایش عملکرد
سطح ۳	آماده نمودن و سازمان دهی جداول چندگانه زمان بندی کار - مدیریت جدول زمانی و خطوط زمان بندی کار - توصیه به اجرا و تنظیم جدول های زمان بندی کار - ارزشیابی چارچوب زمان بندی پروژه ها - اصلاح و تنظیم چارچوب زمانی انجام پروژه ها	تهیه جدول چگونگی و پیشنهاد بودجه ها (پروپوزال) - نظارت بر حساب های چندگانه - ارائه توصیه برای تنظیم بودجه ها - پیش بینی هزینه های پروژه یا دپارتمان - ارزیابی / بازنگری بودجه های سازمانی - پیش بینی منابع و هزینه های مالی - حسابرسی حساب ها	شناسایی مواد و تجهیزات مورد نیاز برای آینده - ارزیابی نیاز / کیفیت / اثربخشی / ایمنی مواد و تجهیزات - هماهنگی در تهیه، توزیع و ذخیره مواد و تجهیزات - تخمین نیازها و تسهیلات لازم برای اجرای پروژه ها - آماده نمودن درخواست های مناقصه	پیشنهاد - تعدیل اخراج / تغییر شغل / جایگزین کارکنان - پیشنهاد طرح توسعه / کاهش / جایگزینی / صرفه جویی ( بهینه سازی اوقات کار) - پیش بینی حجم کارهای آینده - ارائه طرح های ارتقای کارکنان - ارزشیابی اجرا (عملکرد)

مدیریت کار و کیفیت	(N۶۱) خودمدیریتی	مدیریت کارها و پروژه‌ها (N۶۲)	مدیریت کیفیت (N۶۳)
سطح ۱	شناسایی نقاط قوت / ضعف فردی - شناسایی نیاز برای بهبود فردی - آمادگی فردی برای خودکنترلی - پذیرش مسئولیت برای رفتارهای فردی - پذیرش نقدهای سازنده	تعریف دامنه کارها و پروژه‌ها، انواع برنامه‌ریزی - تعیین ذی‌النفعان، تصمیم‌گیرندگان، رویه‌های تعدیل قیمت، تهیه فهرست کارها، تخمین زمان مورد نیاز	شناخت مفهوم فرایندگرایی، شناخت مفهوم مشتری مداری - شناخت مراحل اجرایی مدیریت کیفیت - کسب دانش و مهارت - آگاهی از مزایای یک سیستم مدیریت کیفیت
سطح ۲	تدوین صحیح اهداف واقعی / اهداف معین و مشخص - به نمایش گذاردن ابرار تعهد به بهبود فردی - به کارگیری مهارت‌های خودمدیریتی / مدیریت فردی - تجزیه و تحلیل وسازگارسازی اهداف با یکدیگر	تهیه گانت/پرت چارت، تعیین بودجه و منابع مورد نیاز - ارزیابی الزامات پروژه - تعیین ارزیابی ریسک - تعیین طرح احتمالات - تعیین وابستگی‌ها - برنامه‌ریزی کارها	برنامه‌ریزی بلندمدت - برنامه‌ریزی تفصیلی و کوتاه مدت - اجرای مدیریت کیفیت (جامع) در محیط کار - پایش شاخص‌های کیفیت
سطح ۳	تعدیل و اصلاح مناسب اهداف پیگیری شدید برای دستیابی و حصول به اهداف - ارزیابی تکوینی و مداوم خود جستجوی فعالانه برای کسب موقعیت‌های جدید در راستای توسعه شخصی	تعیین مسیرهای بحرانی - مدیریت فرایند کنترل تغییر - ارزیابی پروژه - ارزیابی گزارش وضعیت پروژه - ارزشیابی پیشنهادها - اصلاحی - مدیریت راهبردی	ارزشیابی از برنامه مدیریت کیفیت در محیط کار ارائه پیشنهادها - اصلاحی از مدیریت (کیفیت جامع)

کارآفرینی	(N۸۱) کارآفرینی
سطح ۱	شناخت ویژگی‌های کارآفرینی - شناخت مراحل کارآفرینی - شناخت مشاغل مرتبط با رشته شغلی - شناخت محصولات تولیدی - ارائه راه حل‌های مناسب - انتخاب بنگاه کسب و کار - ارائه طرح تحلیلی در راستای اهمیت و ضرورت کارآفرینی - برقراری ارتباطات اثر بخش در جهت ارتقای ویژگی‌های کارآفرینانه
سطح ۲	جستجوگری شغلی - انتخاب مسیر شغلی کارآفرینانه - خلق ایده‌های کسب و کار - توانایی سازماندهی بنگاه‌های کسب و کار
سطح ۳	توانایی مدیریت بنگاه‌های کسب و کار - توانایی آماده سازی و به‌روز رسانی منابع جهت راه اندازی بنگاه کوچک کسب و کار - توانایی تهیه طرح کسب و کار - نیازسنجی از بازار کار

سازنده‌گرایی رویکردی است که در سال‌های اخیر بسیار به آن توجه شده است و در آموزش و پرورش نیز نقش بسزایی دارد. یادگیری در این رویکرد از طریق تجربه مستقل هنرجویان حاصل می‌شود لذا برای فعالیت و تجربه شخصی هنرجویان اهمیتی خاص قائل است. یعنی به جای اینکه هنرجو فقط بشنود یا بخواند و به حل تمرین‌های تکراری و عادی بپردازد، باید بتواند بحث کند، فرضیه بسازد، تحقیق و طراحی کند و دیدگاه‌های دیگران را دریافت نماید. در این رویکرد، دانش و مفاهیم به صورت اجتماعی و همراه با دیگران است که محقق می‌شود. به همین دلیل، دانش و مفاهیم تا حد زیادی اجتماعی هستند و نمی‌توان آنها را به طور انفرادی بنا کرد. در واقع، هنرجویان از طریق گفت و گو با دیگران به مفاهیم دست می‌یابند. خلق کردن یا دوباره پدید آوردن مفاهیم و دانش‌ها باید توسط هنرجویان انجام شود، به این ترتیب که هنرآموز آنها را هدایت می‌کند تا نظریه‌های علوم را دوباره کشف کنند. در رویکرد ساخت گرایی، نقش فعال هنرجو موضوع اصلی است و در عمل، جنبه‌های اجتماعی و خلاقانه، با این نقش همراه اند. هنرآموز می‌تواند تجربیات یادگیری را به روش فعال طوری سازمان دهی کند که مستلزم درگیر شدن هنرجو در یادگیری مفاهیم به صورت اجتماعی و خلق و نوآوری نظریه‌ها و دیدگاه‌ها باشد. ساخت‌گرایان بر آموزش و عملکرد تأکید نمی‌کنند بلکه بخش اعظم مسئولیت تصمیم‌گیری برای یادگیری مطالب و نحوه یادگیری آن، به هنرجو واگذار می‌شود. نقش هنرآموز یا نظام آموزشی آن است که از آنچه هنرجو قصد دارد بیاموزد، پشتیبانی کند.

رویکرد کاوشگری نه تنها از منظر فرایند آن، بلکه از منظر امکان دستیابی به شایستگی‌های پایه موجود در سند تحول از طریق این رویکرد قابل توجه است. مهارت‌های کندوکاو نظیر مشاهده، طبقه‌بندی، فرضیه‌سازی، آزمودن فرضیه، جمع‌آوری اطلاعات، و نتیجه‌گیری محور اصلی یادگیری شیمی محسوب می‌شود. وقتی که هنرجو مشغول یادگیری یک مفهوم علمی می‌شود، او ابتدا با مشاهده وقایع و اجسام شروع نموده و سپس سؤال طرح می‌کند، توضیح ارائه می‌دهد، فرضیه می‌سازد، آن را تست می‌کند، با دانش موجود اطلاعات به‌دست آمده را مقایسه می‌کند، با دیگران مشاوره می‌نماید و در نهایت با برقراری ارتباط مؤثر با دیگر هنرجویان کار خود را ادامه می‌دهد. با تفکر انتقادی و منطقی و با در نظر گرفتن راه‌حل‌های متعدد برای یک مسئله و بررسی و پژوهش متوجه می‌شویم که فعالیت علمی و یادگیری شیمی همواره ادامه دارد و متوقف نمی‌شود. هنرجو ادراک خود را از مفاهیم علمی پیدا می‌کند و ذره ذره به عمق و گستره دانش و درک خود می‌افزاید. اهمیت کاوشگری بر آن نیست که همه مدرسین بایستی فقط یک روش تدریس، مثلاً روش کاوشگری را دنبال کنند. بلکه به همان دلیل که کاوشگری اشکال گوناگون و منحصر به فرد برای خود فراگیرنده دارد، تدریس نیز می‌تواند، و باید با روش‌ها و اشکال مختلف پیگیری شود و این مطلب در استانداردها بارها تأکید شده است.

رویکرد سازنده‌گرایی برای برنامه درسی شیمی با روش کاوشگری قابل دستیابی خواهد بود. در این روش مهارت‌ها به پنج گروه تقسیم می‌شوند:

I) مهارت‌های جمع‌آوری اطلاعات اولیه

II) مهارت‌های تشکیل مفاهیم

III) مهارت‌های پژوهش و بازنگری

### III) مهارت‌های حل مسئله

#### V) مهارت‌های ایجاد ارتباط و گزارشگری

یک دانشمند قبل از اینکه بتواند آزمایش یا پژوهش نماید، باید در مورد مسئله مربوطه اطلاعات داشته باشد، اطلاعات ساده و در دسترس اولیه حتی قبل از اینکه برای خودش یک سؤال علمی مطرح نماید می‌تواند این کارهای اولیه و آسان را انجام دهد. این مهارت‌ها یعنی مهارت‌های کاوشگری I، به شرح زیر می‌باشند:

مشاهده	روشن ساختن تعاریف	اندازه‌گیری
به کارگیری ابزار	جمع‌آوری اطلاعات	بررسی دانسته‌های قبلی

پس از جمع‌آوری اطلاعات و تنظیم اولیه آنها و طرح سؤال پژوهشی، یک دانشمند باید مفاهیم علمی سؤال را درک نماید تا بتواند پژوهش و بازنگری نماید. مهارت‌های یادگیری مفهوم یا کاوشگری II به این شرح می‌باشند:

مقوله بندی	طبقه بندی	استنباط
استدلال	حدس زدن علمی	طرح سؤال کاوشی

در مرحله سوم، یک دانشمند به پژوهش و کنترل و بازنگری می‌پردازد. دانشمند قبل از نتیجه‌گیری و اعلام کسب دانش، باید از کارهای خود مطمئن شود. بنابراین لازم است فرضیه‌های خود را بیازماید، داده‌ها را تجزیه و تحلیل نماید و با نظر انتقادی مطالب را دنبال نماید.

مهارت‌های کاوشگری III عبارت‌اند از:

ساخت فرضیه‌های عملی	آزمودن فرضیه‌های عملی	تجربه و تحلیل داده‌ها
پیشنهاد جواب علمی	دوباره آزمودن – بازنگری	ساخت فرضیه‌های نظری
آزمودن فرضیه‌های نظری	طرح آزمایش ساده	برنامه‌ریزی پژوهشی

در نهایت پس از آزمودن فرضیه‌ها و تشکیل مفاهیم، دانشمند باید به حل مثال‌های طبیعی و حل مسائل واقعی و فرضی برای اثبات قوانین و اصول علمی بپردازد. مهارت حل مسئله شاید برای بسیاری از فراگیرنده‌ها مشکل‌ترین مهارت کاوشگری باشد. این مهارت‌ها از شناخت مفروضات شروع و به تنظیم جواب مسئله ختم می‌شوند. ما مهارت‌های کاوشگری IV را به شرح زیر تعریف می‌کنیم:

شناخت مفروضات مسئله	شناخت مجهولات مسئله	مشخص کردن راهکارها
ساده نمودن مسئله	استفاده از سمبول‌ها	مدل سازی
مشخص نمودن نتایج (جواب مسئله)	نقش فراشناخت در حل مسئله	

حیطه مهارت‌های گزارشگری و برقراری ارتباط علمی با دیگران، به اصطلاح برقراری گفت‌وگو فنی و علمی، مثل بقیه مهارت‌ها مهم می‌باشد و هر دانشمندی پس از انجام یک کار پژوهشی علاقه‌مند است آن را با دیگران در میان بگذارد. البته ارتباط علمی و پژوهشی الزاماً در پایان پژوهش اتفاق نمی‌افتد. از همان لحظه نخست کار، یک هنرجو یا دانشجو یا استاد یا دانشمند، افکار خود را با دیگران در میان می‌گذارد. تبادل نظر و کار گروهی از همان ابتدای کار علمی صورت می‌گیرد. علم یک مؤسسه فردی نیست. علم یک مؤسسه بزرگ و وسیع گروهی است. دانش بشری انفرادی به دست نمی‌آید و در انحصار یک فرد یا یک گروه یا یک کشور نیز قرار نمی‌گیرد و نباید چنین باشد. این حیطه شامل مهارت‌های جزئی زیر، مهارت کاوشگری V، گزارشگری و ایجاد ارتباط با دیگران می‌باشد:

ارائه توضیح و توجیه عملی	تمایز بین حقیقت، عقیده و ارزش	تنظیم گزارش علمی
انتشار مطالب علمی	برقراری ارتباط با دیگران	ارتباط بین داده‌ها و مفاهیم

هر کدام از این مهارت‌های کاوشگری که در واقع مهارت‌های ساخت‌گرایی دانش نیز هستند، تعریف خاص خود را دارد و هنرآموز باید طریقه فراخوانی این فعالیت یادگیری را بداند و آن را در کلاس یا آزمایشگاه اجرا نماید.

## ۴- راهبردهای یاددهی - یادگیری (روش تدریس)

در این درس راهبردهای مختلف با هدف‌های متفاوت مدنظر هستند:

۱- تأکید بر مشارکت هنرآموزان، تقویت اعتماد به نفس، قدرت استدلال و اظهار نظر در یادگیرنده، افزایش قدرت بیان اندیشه منظم و صحبت کردن در جمع  
- با استفاده از روش پرسش و پاسخ در مورد مباحث کتاب و قسمت‌های «خود را بیازمایید»، «بیندیشید»، «کار در کلاس»

### ۲- ایجاد علاقه و تقویت تفکر خلاق

- استفاده از روش تدریس‌های بارش فکری، کاوشگری، بدیعه پردازی و روش تدریس‌های مبتنی بر ساخت‌گرایی

### ۳- افزایش انگیزه فعالیت، مطالعه و تحقیق

- با پاسخگویی به «تحقیق کنید» ها، «بیندیشیدها»  
- در انجام آزمایش‌های متن کتاب

- انجام تحقیق‌های موردی در مورد کاربرد شیمی در رشته تحصیلی

### ۴- سهیم شدن افراد در عقاید و تجربیات دیگران و آشنایی با نوع تفکر یکدیگر.

- با ایجاد بحث‌های گروهی در پاسخگویی به «بیندیشید»، «خود را بیازمایید»

### ۵- تقویت همکاری و احساس دوستی و ارتقای روابط اجتماعی در بین هنرجویان

- تکیه بر کار گروهی در آزمایشگاه

- تکیه بر ساختار مشوق مشارکتی در حل مسئله و کار گروهی

#### ۶- افزایش قدرت مدیریت و رهبری هنرجویان

- ایجاد فرصت برای هنرجویان به منظور مدیریت کلاس و یا آزمایشگاه

- ایجاد فرصت برای هنرجویان برای ارائه قسمتی از متن درس به عنوان هنرآموز

#### ۷- یادگیری با ثبات تر و مؤثر تر

- با تکیه بر انجام آزمایش‌ها

- با انجام بحث گروهی

- استفاده از روش کندوکاو در مورد یافتن پاسخ‌ها

- مبتنی بر استفاده از فناوری‌های نوین

#### ۸- تعامل هنرجویان با هنرآموز، هم‌سالان و محیط‌های یادگیری

- ارائه کنفرانس در ارتباط با هر یک از مباحث کتاب

- بحث و گفتگو در مورد کاربرد مطالب آموخته شده در رشته تحصیلی خود

#### ۹- استفاده از فناوری‌های نوین

- استفاده از نرم‌افزارها، فیلم‌ها و شبیه‌سازی‌ها برای آموزش مطالب درسی

#### ۱۰- درک و تفسیر پدیده‌ها در موقعیت‌های واقعی زندگی

- ارائه پروژه‌هایی در پایان هر فصل متناسب با محتوای همان فصل که مربوط به زندگی واقعی می‌باشد.

- قرار دادن تصویری کاملاً مرتبط با زندگی روزمره در آغاز هر فصل و به دنبال پاسخ بودن در متن درس

#### ۱۱- امکان درک روابط علت و معلولی و قوانین کلی

- یافتن فرمول‌ها و نسبت‌ها بین کمیت‌های مختلف با انجام آزمایش‌ها و یا ترسیم نمودارها

- ارائه روش‌هایی برای آنکه دقت اندازه‌گیری در آزمایش‌ها افزایش یابد.

- ارائه راه حل‌هایی برای از بین بردن تناقض بین تجربه و نظریه

#### ۱۲- مرور و بازنگری در شایستگی‌ها

- برگزاری مسابقات علمی

- برگزاری مسابقات آزمایشگاهی

#### ۱۳- تلفیق نظر و عمل

- استفاده از روش پرسش و پاسخ به منظور ایجاد تفکر نقادانه به هنگام انجام دادن آزمایش

#### ۱۴- ایجاد انگیزه در هنرجویان

- بازدید از مراکز صنعتی مرتبط با درس، مثلاً پالایشگاه

#### ۱۵- در کمترین زمان بیشترین بازدهی

- آشنایی با روش‌های مختلف تدریس

#### ۱۶- ایجاد شوق آموختن و فهمیدن

- استفاده از روش تدریس‌های مناسب

- ایجاد فضای آموزشی پر تحرک و شاد و هیجان انگیز

- برگزاری کلاس درس در آزمایشگاه و یا محیط خارج از مدرسه

#### ۱۷- تشویق تفکر سطح عالی، تفکر انتقادی، تحلیل و ترکیب

- با پرسیدن سؤال‌های متعدد منتظر پاسخ یادگیرندگان می‌شود

- تشویق به مذاکره و گفتگو با یکدیگر و یا خود

- هنرجویان تشویق به تجربه فرضیاتشان می‌شوند و نحوه تفسیر خود را در آن خصوص به بحث می‌گذارند.

## ۵- کاربرد نقشه‌های مفهومی<sup>۱</sup> در تحقق یادگیری مفهومی در شیمی

پژوهش‌ها در آموزش شیمی مؤیدان موضوع هستند که بسیاری از هنرجویان، درس شیمی را درسی دشوار می‌دانند، زیرا می‌بایست با بازنمایی‌های مختلفی همچون نمودارها، فرمول‌ها، آزمایش‌ها، محاسبات و توضیحات مفهومی به جدال بپردازند و از همه مهم‌تر آنکه مجبور هستند بین این بازنمایی‌ها ارتباط برقرار کرده و مفاهیم مرتبط را از میان آنها بازشناسی نمایند. از این میان ردیش<sup>۲</sup> (۱۹۹۴) علت آنکه هنرجویان شیمی را درسی دشوار تلقی می‌کنند، این‌گونه توضیح می‌دهد:

علم شیمی نیازمند آن است که فراگیران راهکارها و شیوه‌های متنوعی را برای فهم آن به کار گیرند تا بتوانند میان بازنمایی‌های مختلف – جداول، فرمول‌ها، نمودارها و ... - رابطه منطقی برقرار کنند. این مسائل است که یادگیری شیمی را به خصوص برای بسیاری از هنرجویان دشوار و سخت می‌کند.

در واقع می‌توان این‌گونه گفت که ناتوانی‌ها و مشکلات هنرجویان در درک شیمی از یک سو بر آمده از مفاهیم بسیار موجود در این علم است و از سوی دیگر نحوه تدریس آن و همچنین مسائل بسیار مبهمی است که بعضاً در آن طرح و بررسی می‌شود. ردیش معتقد است که «ما بسیاری از هنرجویان را درک نمی‌کنیم و آنها نیز ما را نمی‌فهمند ...» در واقع اشاره به این موضوع دارد که گویی هنرآموزان فراگیران در دو دنیای متفاوت سیر می‌کنند.

شیوه آموزش شیمی در کلاس درس و نحوه ارائه مفاهیم بر درک و یادگیری فراگیران و همچنین برایجاد انگیزه آنها برای یادگیری تأثیر بسزایی خواهد گذاشت. دیگر زمان استفاده از روش‌های سنتی آموزش شیمی به سر رسیده است. در واقع هنرآموزانی که هنوز از شیوه‌های سنتی استفاده می‌کنند تنها به این موضوع اعتقاد دارند که می‌بایست یک سری از محتواها را به‌طور مستقیم و بدون مشارکت فراگیر در کلاس درس به آنها منتقل کنیم. شیوه‌های سنتی آموزش علوم همواره مورد نکوهش آزوبل<sup>۳</sup> بوده‌اند، به‌طوری که در کتاب خود از آنها به عنوان آموزش توضیحی<sup>۴</sup> یاد می‌کند و تأکید دارد که این‌گونه آموزش هنوز هم در بسیاری از مدارس رایج است (آزوبل، ۲۰۰۵). به نظر وی در این‌گونه آموزش‌ها، هنرآموز از تکنیک‌های کلامی خالص<sup>۵</sup> خیلی زود استفاده کرده و اطلاعات را غالباً به‌صورت خودسرانه و بدون آگاهی از اینکه آیا فراگیران آمادگی شناختی لازم را برای یادگیری دارند و یا می‌توانند یادگیری معنی داری داشته باشند، ارائه می‌دهند.

باید در نظر داشت که تغییر این رویه و روش تدریس کاری ناممکن است مگر آنکه بتوان تغییرات اساسی در دیدگاه معرفت‌شناسانه این‌گونه هنرآموزان در مورد اینکه چگونه دانش علمی ساخته می‌شود، ایجاد نمود. در واقع دیدگاه و رویکرد هنرآموزان به آموزش هنگامی دستخوش تغییر می‌شود که به‌ایده‌های متصل و مرتبط با نظریه‌های یادگیری سازنده‌گرایی شناختی که در کار افرادی چون ویگوتسکی<sup>۶</sup>، آزوبل، نوواک<sup>۷</sup> و گوین<sup>۸</sup> به چشم می‌خورد، احترام گذاشته و آنها را در عرصه عمل مورد استفاده قرار دهند. به بیان دیگر دانش به‌مثابه قرصی از واقعیت‌های کشف شده نمی‌باشد که به هنرجو خوراند می‌شود تا به اندوخته‌های او اضافه گردد. هر فراگیر دانش را به گونه‌ای کاملاً شخصی و ویژه یاد می‌گیرد حتی اگر این فرایند شدیداً تحت تأثیر تعاملات اجتماعی میان فراگیران باشد. همان‌گونه که نوواک و گوین (۱۹۸۴) گفته‌اند:

یادگیری معنای یک جزء از دانش، نیازمند گفتگو، تبادل، به اشتراک گذاری و برخی اوقات مصالحه کردن است. البته لازم به ذکر است که منظور از به اشتراک گذاری، اشتراک گذاری برون‌دادهای یادگیری است، زیرا این دو معتقدند که فرایند یادگیری، فعالیتی است که قابل به اشتراک گذاری نمی‌باشد، در حالی که معانی

1- Concept Map

3- Ausubel

5- Pure verbal techniques

7- Novak

2- Radish

4- expository teaching

6- Vygotsky

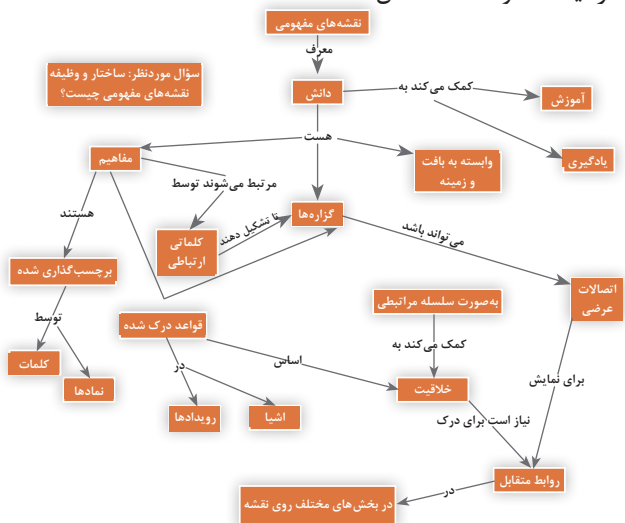
8- Gowin

حاصل از یادگیری را می‌توان به اشتراک و مورد بحث قرار داد. در نتیجه یادگیری یک فرایند ساخت و ساز شخصی می‌باشد که بر آن عوامل فرهنگی بسیاری تأثیر گذار هستند.

با این مقدمه می‌بایست متذکر شد که آموزش علوم به‌خصوص شیمی یکی از پربارترین و فعال‌ترین حوزه‌های پژوهشی و نظری در روانشناسی تربیتی است. امروزه عقیده صاحب نظران تعلیم و تربیت بر این است که درک عمیق مفاهیم علمی رکن اصلی یادگیری در علوم است. چنین امری موجب تشکیل یک بنیان علمی جامع و سازمان یافته از محتوای علم می‌شود (تسای و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۱). همان‌طور که در ابتدا توضیح داده شد مفاهیم علمی (خصوصاً شیمی)، غیر خطی و شبکه‌ای مانند هستند، در نتیجه این مفاهیم بایستی به صورت شبکه‌های سازمان یافته و اطلاعات مرتبط به هم یاد گرفته شوند، نه صرفاً به صورت فهرستی از حقایق مستقل از هم (فیلوز<sup>۲</sup>، ۱۹۹۴). به بیان دیگر استفاده از آن دسته راهبردهای یادگیری-یاددهی که بتواند چنین شبکه‌های منسجمی از دانش را شکل داده و یا تقویت کند موجب بهبود نتایج یادگیری در فراگیران خواهد شد.

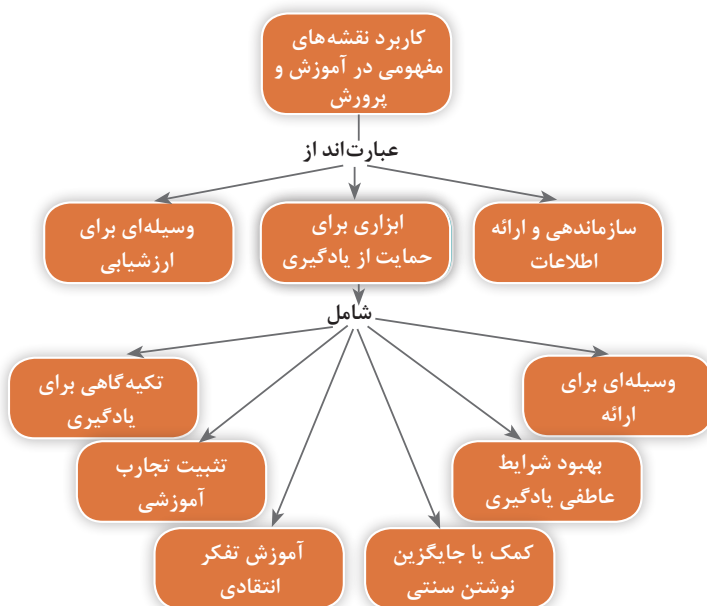
یکی از این راهبردهای آموزشی که ارتباط نزدیکی با دیدگاه سازنده گرایی شناختی دارد، نقشه مفهومی است (مارنگوس<sup>۳</sup>، ۲۰۰۰؛ سان<sup>۴</sup>، ۲۰۰۴). نقشه‌های مفهومی ابزاری برای نمایش روابط میان مفاهیم به طریقی منسجم و سازمان یافته می‌باشند (چارلوت و دباکر<sup>۵</sup>، ۲۰۰۳).

نقشه مفهومی اولین بار توسط نوواک در سال ۱۹۷۲ در جریان برنامه پژوهشی نوواک در دانشگاه کرنل خلق شد (نوواک و موسوندا<sup>۶</sup>، ۱۹۹۱). این ایده براساس روان‌شناسی دیوید آزوبل طراحی شده بود. بر اساس نظریه یادگیری معنی دار دیوید آزوبل یادگیری با برقراری ارتباط بین مفاهیم و موضوعات جدید و مفاهیم موجود نگهداری شده در ساختار مفهومی یادگیرنده، اتفاق می‌افتد (آزوبل، ۱۹۷۸، ۱۹۶۸، ۱۹۶۳). از این رو ضرورت یافتن یک راه بهتر جهت ارائه درک ذهنی بچه‌ها، ایده ارائه دانش فراگیران به شکل نقشه‌های مفهومی را پدیدار کرد، به طوری که یک ابزار جدید، نه تنها برای استفاده در تحقیق، بلکه برای بسیاری از استفاده‌های دیگر در آینده متولد شد (شکل ۱).



شکل ۱- تصویری از یک نقشه مفهومی برای تشریح ساختار و وظیفه نقشه‌های مفهومی

محققان از نقشه‌های مفهومی در تمام مراحل فرایند آموزش، اعم از یاددهی – یادگیری، طراحی برنامه درسی و ارزیابی درک هنجاریان از مفاهیم مختلف درسی استفاده کرده‌اند (شکل ۲). در بعد ارزیابی، آموزشگران دریافته‌اند که نقشه‌های مفهومی برای ارزیابی دانش قبلی هنجاریان، تشخیص کج فهمی‌های هنجاریان و کمک به هنجاریان در تشخیص مفاهیم کلیدی برای تدریس خود نیز ابزار مفیدی هستند و میزان و کیفیت ارتباطات جدیدی که هنجاریان قادرند پس از آموزش برقرار کنند را تعیین می‌کنند (ماسون<sup>۱</sup>، ۱۹۹۲ به نقل در مقاله استودارت و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۰). همچنین تحقیقات نشان می‌دهند که هنجاریان در فرایند توسعه ساخت شناختی ذهن خود مجبورند بین مفاهیم ارتباط ایجاد کنند تا از این طریق فهم آنها از علم ارتقا یابد و علم را به عنوان مجموعه‌ای از مفاهیم منسجم (و نه مفاهیم مجزا) درک نمایند (بارتلز<sup>۳</sup>، ۱۹۹۵).



شکل ۲- کاربردهای نقشه‌های مفهومی در آموزش و پرورش

باید قبول کرد که ناکارآمدی نظام آموزشی کنونی در آموزش شیمی خصوصاً در مقطع دبیرستان و روی آوردن هنجاریان به یادگیری طوطی‌وار مفاهیم شیمی و عدم تحقق اهداف پیش بینی شده در آموزش علوم در برنامه درسی وزارت آموزش و پرورش ایران، گواه از مشکلات و موانعی در شیوه‌های موجود آموزش شیمی در کلاس‌های درس می‌دهد. به همین دلیل دور از ذهن نیست که می‌بایست علل و ریشه‌های این عدم موفقیت را در رویکردهای سنتی آموزش شیمی دانست و به جهت رفع این مشکلات و تحقق یادگیری مفهومی و با استفاده از قابلیت‌ها و پتانسیل‌های بی‌شمار نقشه مفهومی، الگویی مطلوب را برای رفع این مشکلات و موانع و آموزش مفهومی شیمی در این مقطع شناسایی و پیشنهاد داد.

1- Mason

3- Bartels

2- Stoddart et al.

## ۵-۱ استفاده از نقشه‌های مفهومی

همان‌طور که در تصویر ۲ مشاهده می‌کنید، از نقشه‌های مفهومی در قسمت‌های مختلف یک آموزش می‌توان استفاده نمود. در ادامه به طور مختصر به برخی از مهمترین کاربردهای این ابزار در آموزش اشاره می‌شود.

### ۱- شناسایی دانش پیشین فراگیران

از مهم‌ترین کاربردهای این نقشه می‌توان به شناسایی دانش پیشین فراگیران در ابتدای تدریس اشاره نمود. در واقع هنرآموزان می‌توانند پس از اطمینان از توانایی فراگیران در ترسیم این نقشه‌ها، در ابتدای هر جلسه آموزشی و یا در پایان جلسه قبل، از آنها بخواهند دانش پیشین خود را در رابطه موضوع مورد آموزش ترسیم نمایند و به کلاس بیاورند. این نقشه‌ها در واقع نقطه شروع تدریس را برای هنرآموزان مشخص می‌نمایند. بر اساس یادگیری معنی دار آزوبل، آموزشی منتهی به یادگیری معنی دار خواهد شد که با تکیه بر دانش پیشین فراگیران در آن حوزه ارائه شود. البته کاربرد مهم نقشه‌های مفهومی در این قسمت شناسایی کج فهمی‌ها و یا بدفهمی‌های فراگیران در رابطه با آن موضوع خاص نیز می‌باشد که باید قبل از آموزش مطالب جدید در ابتدا این کج فهمی‌ها را برطرف نمود.

### ۲- ابزاری برای ارائه و سازماندهی اطلاعات در حین آموزش

همان‌طور که در قسمت قبل اشاره گردید از نقشه‌های مفهومی می‌توان در حین آموزش نیز استفاده نمود. شما می‌توانید با چاپ نقشه مفهومی انتهای هر فصل و قرار دادن آن در کنار تابلو و در روبه‌روی هنرجویان، بر اساس روند تدریس خود، جمع بندی‌های مناسبی را در پایان هر جلسه داشته باشید و یا در آغاز هر جلسه با رجوع به این نقشه می‌توانید مکان کنونی هنرجویان را به لحاظ دانشی در رابطه با آن موضوع درسی مشخص نمایید. در واقع این نقشه‌ها همانند نقشه جغرافیایی، مکان فعلی هنرجویان و مقصد نهایی آنها را مشخص می‌کند. از سوی دیگر استفاده از این نقشه‌ها به جهت جمع بندی مطالب در پایان هر جلسه باعث می‌شود نقش روابط به وجود آمده میان مفاهیم در ذهن هنرجویان را پررنگ‌تر کرده و باعث به وجود آمدن این امیدواری می‌شود که این مفاهیم و ارتباط سازی‌ها تا جلسه آینده نیز در ذهن آنها باقی خواهد ماند.

### ۳- ابزاری برای ارزشیابی مستمر و یا پایانی

یکی از قابلیت‌های مهم این نقشه‌ها در نقش ابزاری به عنوان ارزشیابی ظاهر می‌شود. در واقع شما می‌توانید ارزشیابی مستمر و یا پایانی مناسبی را در مدت زمان کوتاهی به جهت اطلاع از یادگیری مفهومی هنرجویان از موضوع تدریس شده توسط این ابزار انجام دهید. بسیاری از پژوهش‌ها بر نقش ارزشیابانه این نقشه‌ها در آموزش تأکید داشته‌اند. شما به چند روش می‌توانید از این نقشه‌های به عنوان ابزار ارزشیابی استفاده نمایید:

۱- راحت‌ترین راه خالی کردن برخی از خانه‌های موجود در نقشه مفهومی پایان فصل است. شما می‌توانید برخی از خانه‌ها و یا ارتباط‌های میان مفاهیم را خالی گذاشته و با در اختیار قرار دادن برخی مفاهیم و گزاره‌های پیشنهادی از هنرجویان بخواهیم خود نقشه مفهومی را کامل نمایند. البته اگر بخواهید کمی فرایند ارزشیابی را سخت‌گیرانه‌تر کنید می‌توانید انتخاب مفاهیم و گزاره‌ها را نیز در اختیار هنرجویان بگذارید.

۲- دومین راه استفاده از این نقشه‌ها به عنوان ابزار ارزشیابی این است که از هنرجویان بخواهید خود نقشه مفهومی مورد نظر را رسم نمایند. البته این روش به دلیل وابستگی زیاد به مهارت ترسیم هنرجویان ممکن است به زمان و تسلط زیادی نیاز داشته باشد اما خیلی بیشتر از روش اول بازخوردهای تصحیحی مناسب را در رابطه با میزان درک و فهم هنرجو از موضوع تدریس شده در اختیار شما می‌گذارد. همچنین در این روش امکان شناسایی کج فهمی‌های هنرجو نسبت به روش قبل بیشتر خواهد بود.

## ۵-۲ چطور یک نقشه مفهومی بسازیم؟

شما می‌توانید برای آموختن نحوه ترسیم یک نقشه مفهومی به فیلم آموزشی مرتبط با این موضوع در لوح فشرده همراه این کتاب مراجعه کنید. همچنین اگر تمایل به ترسیم این نقشه‌ها در رایانه دارید، کافیست از نرم افزار Cmap Tools که در لوح فشرده قرار دارد استفاده کنید<sup>۱</sup>. اما اگر بخواهیم قدم‌های کلی ترسیم یک نقشه مفهومی را مختصراً توضیح دهیم، به موارد زیر خواهیم رسید:

۱- یک سؤال اصلی را پیدا کنید که به یک مشکل، مسئله، یا حوزه علمی می‌پردازد و دوست دارید نقشه آن را ترسیم کنید. با توجه به این سؤال، ۱۰ الی ۲۰ مفهوم را که مرتبط با سؤال هستند شناسایی کرده و آنها را فهرست کنید. برخی دوست دارند که برچسب‌های مفاهیم را روی کارت‌های جداگانه یا روی یادداشت‌های برچسبی بنویسند تا بتوانند آنها را جابه‌جا کنند. اگر از یک نرم افزار کامپیوتری برای ترسیم نقشه استفاده می‌کنید، فهرستی از مفاهیم را روی کامپیوتر خود تولید کنید. برچسب‌های مفاهیم باید تک کلمه‌ای یا نهایتاً دو یا سه کلمه‌ای باشند.

۲- مفاهیم را با قرار دادن کلی‌ترین ایده‌ها در بالای نقشه رتبه بندی کنید. برخی اوقات تشخیص کلی‌ترین مفهوم دشوار است. در این شرایط، تمرکز کردن روی سؤال اصلی می‌تواند به شما در رتبه‌بندی مفاهیم کمک کند. برخی اوقات این فرایند منجر به انجام اصلاحاتی در سؤال اصلی یا حتی نوشتن یک سؤال اصلی جدید می‌شود.

۳- فهرست را تا پایین ادامه داده و در صورت لزوم مفاهیم بیشتری را به آن بیفزایید.

۴- با قرار دادن کلی‌ترین و عام‌ترین مفهوم یا مفاهیم در بالای نقشه کار ترسیم را شروع کنید. معمولاً در بالای نقشه یک، دو یا سه مفهوم کلی‌تر از سایر مفاهیم وجود دارد.

۵- سپس دو یا سه یا چهار مفهوم فرعی را زیر هر کدام از مفاهیم کلی قرار دهید. از قرار دادن بیش از سه یا چهار مفهوم زیر مفاهیم دیگر اجتناب کنید. اگر می‌بینید شش یا هشت مفهوم به یک مفهوم اصلی یا مفهوم فرعی مربوط می‌شوند، می‌توان یک مفهوم مناسب با کلیت بینایی پیدا کرد و بدین صورت یک سطح دیگر در سلسله مراتب نقشه ایجاد نمود.

۶- مفاهیم را با خط به یکدیگر متصل کنید. خطوط را با یک یا چند حرف ربطی مشخص کنید. حروف ربطی باید معرف رابطه میان دو مفهوم باشند به طوری که یک گزاره یا قضیه معتبر از آن خوانده شود. این اتصال باعث خلق معنی می‌شود. وقتی که یک تعداد زیادی از ایده‌های مرتبط را به صورت سلسله مراتبی با یکدیگر متصل می‌سازید، می‌توانید ساختار معنی یک حوزه موضوعی مفروض را درک کنید.

۷- ساختار نقشه خود را مرور کنید. این کار می‌تواند شامل اضافه کردن، حذف کردن، یا تغییر دادن مفاهیم اصلی باشد. شاید نیاز باشد که این کار را چندین بار انجام دهید و در حقیقت همان‌طور که دانش و بینش‌های جدید به دست می‌آورد این فرایند می‌تواند تا بی نهایت ادامه پیدا کند. اینجاست که یادداشت‌های برچسبی یا حتی بهتر از آن، نرم افزارهای کامپیوتری سودمند هستند.

۸- به دنبال اتصالات عرضی در میان مفاهیم در بخش‌های مختلف نقشه بگردید و آن خطوط را نام گذاری کنید. اتصالات عرضی اغلب در نشان دادن روابط جدید و خلاقانه در حوزه دانش کمک می‌کنند.

۹- مثال‌های مشخص از مفاهیم را می‌توان به برچسب‌های آنها الصاق کرد (مثلاً سگ شکاری طلایی یک

۱- نحوه کار با این نرم افزار نیز به تفصیل در این لوح فشرده موجود می‌باشد.

مثال مشخص از یک نژاد سگ است).

۱۰- نقشه‌های مفهومی را می‌توان با اشکال و صورت‌های مختلف برای یک مجموعه واحد از مفاهیم ترسیم کرد. هیچ راه و روش واحدی برای ترسیم یک نقشه وجود ندارد. با تغییر درک شما از روابط میان مفاهیم، نقشه‌های شما نیز تغییر می‌کنند.

## ۵-۳ تلفیق تمام اشکال تجارب یادگیری

باید قبول کرد که تجربه آموزش و یادگیری یک تجربه تک بعدی نیست و هدف از معرفی نقشه‌های مفهومی در این کتاب نیز این موضوع نمی‌باشد که اکثر وقت کلاس به ساخت نقشه‌های مفهومی اختصاص یابد. در واقع باید به این موضوع اشاره کرد که در یک تجربه آموزشی موفق می‌بایست تمامی شیوه‌های خوب آموزشی باید مورد استفاده قرار گیرند، و طبق پژوهش‌های انجام گرفته ۱۵ الی ۲۰ درصد وقت کلاس باید در واقع برای ساخت نقشه‌های مفهومی صرف شود. یک کلاس با محوریت نقشه مفهومی، چه در مدرسه باشد چه در یک برنامه آموزشی دیگر، باید شامل طیف کاملی از فعالیت‌های یادگیری باشد.

در کتاب شیمی فنی و حرفه‌ای و کاردانش نیز با در نظر گرفتن این رویکرد در آموزش تلاش شده است با قرار دادن تجارب مختلف یادگیری شامل نقشه مفهومی در پایان هر فصل، ویدئوهای آموزشی مربوط به هر موضوع، نرم افزارها و شبیه سازی‌های مرتبط با مسائل و ... تجربه یک یادگیری همه جانبه را برای فراگیران فراهم آوریم. در این میان هنرآموزان و فرهیختگان عزیز نقش مهم و کلیدی را در ترغیب هنرجویان به استفاده از این ابزارها ایفا می‌کنند. تمامی مواد آموزشی مورد نیاز در قالب یک لوح فشرده در اختیار هنرجویان قرار گرفته است تا آنها بتوانند با استفاده از پیامدهای مثبت یادگیری موقعیتی در هر لحظه و در هر موقعیتی از بهترین منابع آموزشی مرتبط با موضوع مورد مطالعه استفاده نمایند. باید قبول کرد که نسل حاضر که از آنها به عنوان بومی‌های دیجیتال یاد می‌شود نسلی علاقه‌مند به تکنولوژی و فناوری‌های به روز می‌باشد. چه خوب است که از این علاقه‌مندی در جهت آموزش و یادگیری دروس چالش برانگیزی همچون شیمی استفاده نمود.

### مارک پرنسکی

«بچه‌های ما بسیار خوب می‌دانند که سرگرمی یعنی چه: بیرون از مدرسه، آنها کاملاً با زندگی دیجیتال قرن ۲۱ خود سرگرم هستند، در نتیجه اگر ما نیز در کلاس‌های درس و در مدارس خود نتوانیم آنها را سرگرم کنیم، بی شک آنها را از درس فراری خواهیم داد.»

## ۶- ارزشیابی

آخرین حلقه از زنجیره فعالیت‌های آموزشی هنرآموز سنجش یادگیری است، فرایند سنجش یادگیری تکمیل کننده سایر فعالیت‌های هنرآموز به حساب می‌آید و او در این مرحله از کار خود، با روش‌ها و فنون مختلف، به سنجش فرایندها و فراورده‌های یادگیری هنرجویان اقدام می‌کند و با نتایج حاصل درباره کم و کیف پیشرفت آنان در یادگیری و توفیق خود در آموزش به داوری می‌پردازد. پس بیراه نیست اگر بگوییم همان قدر که یک مطلب ارزش آموزش و یادگیری را دارد، ارزش سنجش و داوری را نیز خواهد داشت و اهمیت کار اندازه‌گیری و سنجش کم از آموزش نیست.

روش‌های سنتی (دیرمان) یا مرسوم سنجش یادگیری که عمدتاً در ارتباط با هدف‌های حوزه شناختی به کار می‌روند به روش‌های مداد و کاغذی یا کتبی شهرت دارند، که ضمن داشتن مزایا و نکات مثبت همواره مورد بحث و بررسی منتقدان چه به لحاظ روایی و چه به لحاظ محتوایی بوده و هستند، به همین خاطر دانشمندان تعلیم و تربیت به فکرایجاد روش‌های جدید سنجش شده‌اند که به روش‌های سنجش جایگزین شهرت دارند. در روش‌های سنجش جایگزین بیشتر به موقعیت‌ها و فرایندها توجه شده تا به فراورده‌ها و جواب‌ها. در آموزش شیمی نیز چند سالی هست که به روش‌های سنجش جایگزین اهمیت ویژه‌ای داده شده و همواره سعی بر آن بوده است که با استفاده از امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و فناوری‌های روز یادگیرندگان را در موقعیت‌های اصیل و واقعی قرار داده و از آنها سنجش به عمل بیاید. در آموزش شیمی روش‌های سنجش جدید و قدیم برای سنجش یادگیری وجود دارد. از آزمون‌های هنرآموز ساخته گرفته تا آزمون‌های کتبی استاندارد شده و جهانی همچون MMCE، CSEM تا آزمون‌های بر خط و الکترونیکی که توسط مراکزی همچون انجمن هنرآموزان شیمی آمریکا و گروه تحقیقات آموزش شیمی دانشگاه کالیفرنیا صورت می‌گیرد. در این بخش بر آن هستیم که ضمن ارائه تعاریف و مفاهیم مورد استفاده در روش‌های سنجش جدید، پیشنهادهایی برای سنجش بخش‌های مختلف کتاب نیز ارائه دهیم.

## ۶-۱- تعاریف، روش‌ها

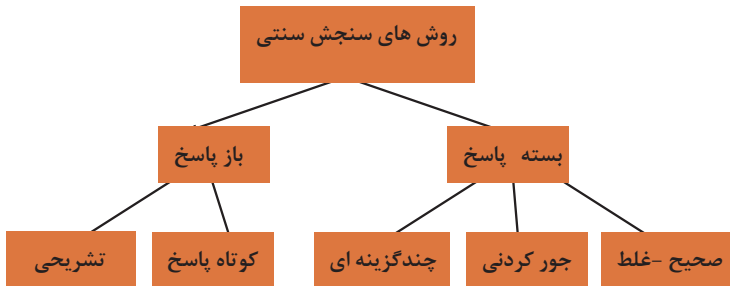
در این قسمت به تعریف و توضیح چند واژه و روش خواهیم پرداخت که در ادامه کار به آنها نیاز خواهیم داشت، واژه‌هایی مثل سنجش سنتی و سنجش جایگزین.

## ۶-۱-۱- سنجش یادگیری

می‌توان سنجش<sup>۱</sup> را به عنوان کاربست فعالیت‌های مربوط به گردآوری اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم‌گیری درباره یادگیری هنرجویان تعریف کرد. سنجش به فرایند درک آنچه هنرجویان یاد گرفته‌اند گفته می‌شود. (اسمیت ۲۰۰۷، ص ۴۲۸). از جمله اقدامات و ابزارهای سنجش یادگیری، می‌توان به آزمون، پرسش‌نامه، فهرست وارسی، مقیاس درجه بندی، کار آزمایشگاهی، پروژه تحقیقی، تکالیف درسی، امتحان شفاهی، مصاحبه، مشاهده و جزاینها اشاره کرد. نتایج سنجش می‌تواند جنبه کمی و یا کیفی داشته باشد، مانند نتیجه یک آزمون که با نمره نشان داده شده و یا مشاهده رفتار یک یادگیرنده که به صورت مطلوب و یا نامطلوب گزارش می‌شود. (سیف ۱۳۸۶، ص ۳۴) آن چنان که از تعاریف بالا بر می‌آید سنجش اصطلاح کلی تر از آزمون و اندازه‌گیری است، زیرا سنجش در برگیرنده همه راه‌های نمونه‌گیری و مشاهده مهارت‌ها، دانش و توانایی‌های هنرجویان است. سنجش هم می‌تواند به صورت رسمی و طی یک آزمون صورت بپذیرد و هم به صورت غیر رسمی مانند مشاهده رفتار.

## ۶-۱-۲ روش‌های سنتی سنجش یادگیری

روش‌های مرسوم و معمول را که بیشتر به صورت آزمون‌های کتبی<sup>۱</sup> و کاغذ و قلم<sup>۲</sup> برای سنجش یادگیری انجام می‌شوند را روش‌های دیرمان یا سنتی سنجش می‌نامند. که با توجه به هدف مورد سنجش و نوع برگزاری آزمون به دسته‌های مختلفی تقسیم می‌شوند. اما دو دسته کلی از این نوع آزمون‌ها وجود دارد که به آزمون‌های بسته پاسخ (پاسخ گزین) و باز پاسخ (پاسخ ساز) تقسیم می‌شوند. شکل ۴ انواع آزمون‌های سنجش سنتی را نمایش می‌دهد.



شکل ۴- دسته بندی روش‌های کتبی یا مداد کاغذی سنجش

## ۶-۱-۳ روش‌های سنجش جایگزین<sup>۳</sup>

روش‌هایی را که به جای روش‌های سنتی سنجش، به ویژه روش‌های بسته پاسخ، پیشنهاد شده اند را روش‌های سنجش جایگزین می‌نامند. سنجش جایگزین یک اصطلاح عام است که به روش‌های متفاوت با روش‌های سنتی گفته می‌شود. نام دیگر این روش سنجش واقعی (سنجش اصیل)<sup>۴</sup> است. سنجش واقعی نیازمند خلق آن دسته از تکالیف سنجش است که تا حد امکان به موقعیت‌های خارج از کلاس درس شبیه اند و هنرجویان برای انجام دادن آنها دانش و مهارت‌هایی را که آموخته‌اند به کار می‌بندند.

روش‌های سنجش جایگزین از نظریه‌های جدید یادگیری، به ویژه نظریه سازنده گرایی سرچشمه می‌گیرند و رویکردهای تازه روان‌شناسی بر این باور هستند که روش‌ها و ابزار سنجش به گونه‌ای تهیه و به کار بسته شوند که درک و فهم، حل مسئله، استدلال، تفکر و کاربرد آموخته‌ها را در شرایط زندگی واقعی بسنجند. در زیر چند روش را که در آموزش شیمی هم به کار گرفته شده اند را به عنوان مثال می‌آوریم:

1-Written

3-Alternative assessment

2-paper-and-pencil

4-Authentic assessment

## ۶-۲ روش سنجش عملکردی

در این نوع سنجش فرایند و فرآورده یادگیری به طور مستقیم سنجش می شود. با این روش می توان به سنجش یادگیری های شناختی پیچیده با موضوع های مختلفی مانند علوم، مطالعات اجتماعی و ریاضیات پرداخت. ویژگی های این گونه آزمون ها را می توان به چهار دسته تقسیم کرد:

- ۱- تأکید بر کار بست: آیا هنرجویان قادر به به کارگیری دانش آموخته شده هستند؟
  - ۲- تأکید بر سنجش مستقیم: یعنی سنجش هدف آموزشی به طور مستقیم
  - ۳- استفاده از مسائل واقعی: استفاده از مسائلی که در زندگی واقعی رخ می دهد یا شبیه به آنها
  - ۴- ترغیب و تشویق تفکر باز: هدایت هنرجویان به سمت راه حل های مختلف
- گرانلاند (۱۹۸۸) این گونه آزمون ها را به چهار دسته تقسیم کرده است که در شکل زیر به خوبی نشان داده شده است.

۲- آزمون شناسایی: منظور از این گونه آزمون ها روشی است که برای سنجش توانایی یادگیرنده در تشخیص ویژگی ها و محاسن و معایب و موارد استفاده امور مختلف به کار می رود.

۱- آزمون های کتبی عملکردی: این گونه آزمون ها با وجود کتبی بودن عمدتاً به کار بست دانش و مهارت در موقعیت های عملی تکیه دارند.

### آزمون های عملکردی از دیدگاه گرانلاند

۴- نمونه کار: از یادگیرنده خواسته می شود اعمالی را انجام دهد تا معرف عملکرد واقعی مورد سنجش باشد.

۳- آزمون عملکرد در موقعیت های شبیه سازی شده: از آزمون شوندۀ تقاضا می شود که در یک موقعیت مجازی یا شبیه سازی شده همان اعمالی را انجام دهد که در موقعیت های واقعی انجام خواهد داد.

البته در سال ۲۰۰۱ نیتکو از روش ها و فنون سنجش عملکردی تقسیم بندی دیگری به صورت زیر ارائه داد:

- ۱- سنجش ساختارمند یا کنترل شده ۲- سنجش در موقعیت های طبیعی ۳- پروژه های طولانی مدت ۴- کار پوشه

روش های سنجش کار پوشه، سنجش مشاهده ای و روش های جدید سنجش به وسیله شبکه های رایانه ای و نرم افزارها از انواع جدیدتر سنجش های جایگزین هستند. در ادامه نحوه ارزشیابی از بخش های مختلف کتاب مانند فکر کنید، تمرین کنید و پروژه های پایانی فصل را به طور مختصر شرح خواهیم داد. شما می توانید از هر یک از روش های سنجش که در بالا به آنها اشاره شد برای سنجش هنرجو استفاده کنید ولی هنگام ارزشیابی و قضاوت در مورد میزان یادگیری وی می توانید از فرم هایی که در ادامه برای همین منظور طراحی شده اند استفاده کنید.

## ۶-۳ ارزشیابی از قسمت‌های مختلف کتاب

همان گونه که در بخش‌های مختلف کتاب ملاحظه می‌کنید دیگر اثری از عنوان فعالیت وجود ندارد، کتاب به بخش‌های متعددی تقسیم شده که شامل تجربه کنید، تحقیق کنید، بیندیشید، خود را بیازمایید و ... است، هدف از این بخش‌بندی توجه به مؤلفه‌های مختلف کاوشگری است که در طول کتاب و ارائه مطالب به چشم می‌خورد، هدف از هر بخش در ادامه همین کتاب راهنما در قسمت و بخش مربوطه خواهد آمد و مؤلفان اهداف آموزشی و یادگیری خود را به طور میسوط در این کتاب کار و در فصل مربوطه ارائه خواهند داد، شما همکار گرامی با مطالعه بخش‌های مختلف کتاب و همچنین کتاب راهنما ضمن آشنایی دقیق تر با اهداف کتاب می‌توانید در ارزشیابی‌های خود از قسمت‌های مختلف هنگام سنجش‌های تکوینی از فرم‌هایی که در زیر طراحی شده اند استفاده کنید، فرم‌های طراحی شده به منظور استفاده همکاران محترم در ارزشیابی مستمر هنجاریان طراحی شده است، شما می‌توانید بخش‌های مختلف کتاب را بر طبق این فرم‌ها ارزشیابی کرده و نمره‌ای را تحت عنوان نمره مستمر در کار برگ خود اعمال کنید، همچنین هر فصل دارای مسائل و تمرین‌های متعدد می‌باشد که برای ارزشیابی نهایی می‌توانید از آنها بهره مند شوید. فرم ارزشیابی شماره ۱ مربوط به ارزشیابی مستمر بخش‌های مختلف کتاب مانند آزمایش کنید، تحقیق کنید، بیندیشید، خود را بیازمایید و ... است. هر فعالیت شامل اهداف نگرشی، مهارتی و دانشی می‌باشد، ابتدا برای هر فعالیت اهداف را مشخص کنید و یا از طریق کتاب راهنما آنها را باز نویسی کنید، سپس در ارزشیابی تکوینی به بر آورده شدن این اهداف دقت کنید، و سپس به هر قسمت نمره مربوط را اختصاص دهید.

فرم شماره ۱: فرم پیشنهادی برای ارزشیابی مستمر از بخش‌های مختلف کتاب

اهداف نگرشی که مد نظر شماست و باید برآورده شوند	نمره از ۱ تا ۲۰	نمره نهایی هر هدف
اهداف نگرشی		میانگین نمره‌های اهداف نگرشی با ضرب ۳
اهداف مهارتی		میانگین نمره‌های اهداف مهارتی با ضرب ۴
اهداف دانشی		میانگین نمره‌های اهداف دانشی با ضرب ۲
نمره مستمر این بخش	مجموع نمره‌ها تقسیم بر ۹	

همچنین در پایان هر فصل با پروژه پایانی روبه‌رو می‌شویم، هدف از این پروژه‌ها کاربردی کردن آموخته‌هایی است که هنجرو طی فصل آموخته و به همین منظور برای ارزشیابی از آن از فرم جداگانه‌ای بهره خواهیم برد. شما می‌توانید برای ارزشیابی از کار هنجرو از فرم ارزشیابی زیر استفاده کنید. همانند فرم شماره ۱ از قبل از روی کتاب راهنمای هنجرو و

تجربه خودتان اهداف دانشی و مهارتی را برای این پروژه از قبل بازنویسی کنید و سپس از فرم شماره ۲ برای ارزشیابی بهره ببرید. در این فرم به دو هدف بیشتر توجه شده است، هدف دانشی و هدف مهارتی. در این بخش هنرجو باید بتواند با استفاده از آموخته‌هایی که در فصل با آن روبه‌رو شده استفاده عملی کرده و مهارتی را به‌دست آورد و شما طی انجام یک فرایند تحت عنوان پروژه پایانی هنرجو را ارزشیابی می‌کنید.

#### فرم شماره ۲: فرم ارزشیابی اهداف دانشی و مهارتی

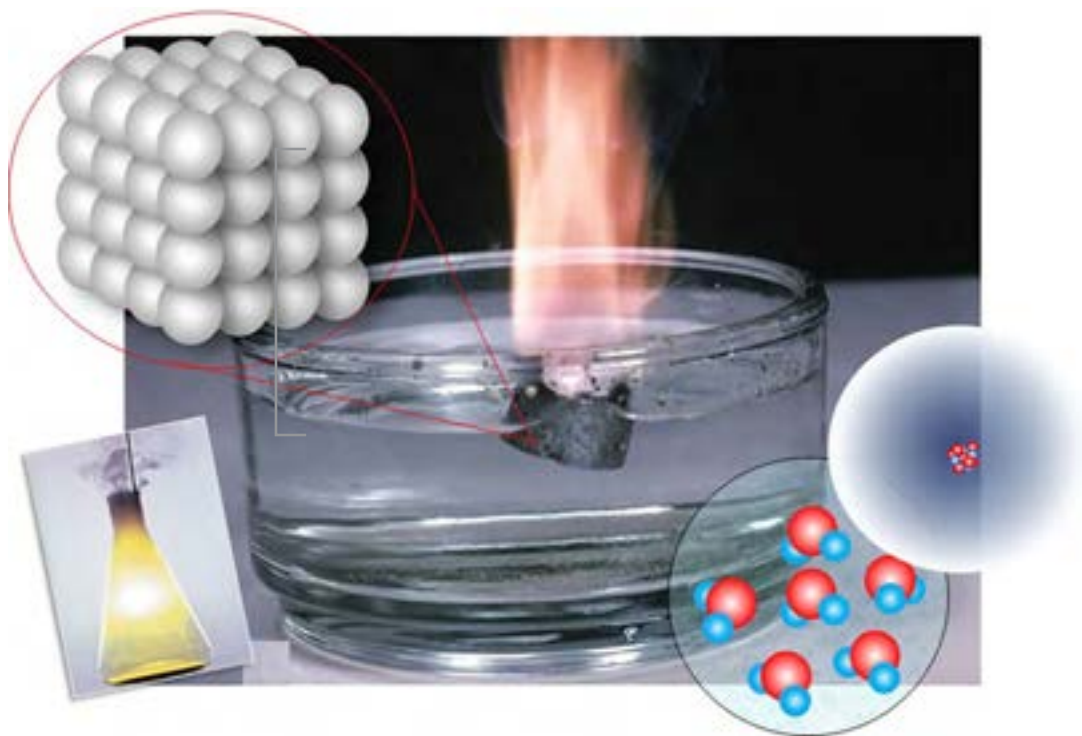
اهداف نگرشی که مد نظر شماست و باید برآورده شوند		نمره از ۱ تا ۲۰	نمره نهایی هر هدف
اهداف مهارتی			میانگین نمره‌های اهداف مهارتی با ضریب ۲
اهداف دانشی			میانگین نمره‌های اهداف دانشی با ضریب ۱
نمره پروژه			مجموع نمره‌ها تقسیم بر ۴

جدول واحدهای یادگیری کتاب شیمی سال دهم رشته‌های فنی حرفه‌ای		
عنوان فصل	واحد یادگیری	عناوین واحد یادگیری
ساختار اتم و مفاهیم پایه شیمی	۱	مروری بر ساختمان اتم، نمایش عناصر (نماد شیمیایی)، رادیوایزوتوپ
	۲	نحوه توزیع الکترون‌ها در اتم
	۳	جدول تناوبی عناصرها، دسته بندی عناصر، برخی از کاربردهای عناصر
	۴	چرا اتم‌ها به یکدیگر متصل می‌شوند.
	۵	پیوندهای شیمیایی، پیوند یونی و ترکیب‌های یونی
	۶	پیوند کووالانسی و مواد یونی

فرایندهای شیمیایی	۱	مفهوم دما و روش های اندازه گیری آن، مفهوم گرما
	۲	معادله شیمیایی، نسبت مواد در واکنش
	۳	شمارش اتم ها، اتم گرم و مولکول گرم
	۴	گرما شیمی، سطح انرژی
	۵	سرعت واکنش، عوامل مؤثر در سرعت واکنش
محلول و کلویید	۱	محلول، مقایسه حل شدن قند و نمک در آب
	۲	انحلال پذیری، انحلال پذیری گازها در آب
	۳	درصد جرمی، قسمت در میلیون
	۴	غلظت مولی یا مولار
	۵	کلوییدها، ویژگی های دیگر کلوییدها، بررسی کلوییدها از جنبه کاربردی
الکتروشیمی	۱	تاریخچه الکتروشیمی، واکنش های اکسایش کاهش
	۲	سلول های الکتروشیمیایی، سری الکتروشیمیایی
	۳	سلول های الکترولیتی و آب کافت نمک خوراکی مذاب
	۴	برق کافت آب، آبکاری
	۵	خوردگی آهن، راه های جلوگیری از خوردگی آهن
ترکیب های کربن دار	۱	عنصر کربن و تفاوت ترکیب های آلی و معدنی
	۲	هیدروکربن ها، آلکان های شاخه دار، آلکن ها، آلکین ها، هیدروکربن های حلقوی، ترکیب های آروماتیک
	۳	گروه های عاملی
	۴	شیمی سبز، نانو ساختارهای کربنی

# فصل اول

ساختار اتم و مفاهیم پایه شیمی



اتم‌ها چگونه‌اند؟

چرا اتم‌ها تمایل دارند با هم واکنش دهند؟

## شیوه پیشنهادی تدریس:

### پرسش و پاسخ- مشارکت فعال هنرجویان

پیشنهاد می شود با استفاده از مقدمه کتاب ضرورت آشنایی با علم شیمی و فرا گیری مفاهیم شیمی را برای هنرجویان متذکر شویم. اشاره کنیم مقدمه درک مفاهیم شیمی دانشی صحیح نسبت به ساختار مواد است.

## دانش افزایی

علم شیمی در طول تاریخ بشر دستخوش تغییرات فراوانی شده است. اولین نظریات مربوط به مصریان و یونانیان باستان می شود. به طور مثال **ارسطو** فیلسوف یونانی، جهان را متشکل از چهار عنصر آب، باد، خاک و آتش می دانست. علم شیمی تقریباً از ابتکارات مسلمانان است، زیرا مشاهده دقیق و تجزیه علمی و ثبت نتایج را آنها وارد میدان علم کردند. آنان بسیاری از مواد را تجزیه نموده، مواد قلیایی و اسیدی را شناختند و درباره صدها داروی طبی تحقیق کردند. همچنین، صدها داروی تازه ساختند و از فرضیه تبدیل فلزات به طلا، به شیمی واقعی دست یافتند. بدین ترتیب، در اروپا علم شیمی توسط ترجمه کتب مسلمانان پیشرفت کرد.

**امام صادق علیه السلام** نخستین کسی بودند که عقیده به عناصر چهارگانه را متزلزل کردند. از فرموده های ایشان است که: «من تعجب می کنم مردی چون **ارسطو** چگونه متوجه نشده بود که خاک یک عنصر نیست، بلکه عنصرهای متعددی در آن وجود دارد.»

در حدود سال ۲۰۰ هجری شمسی دانشمند و فیلسوف ایرانی **جابر بن حیان** که او را «پدر علم شیمی» نیز می نامند، و از شاگردان امام جعفر صادق (ع) بوده است، یک رویکرد منظم و همراه با آزمایش را معرفی کرد. تحقیقات او بر خلاف کیمیاگران یونانی و مصری که بیشتر تنها در ذهن خود به تفکر می پرداختند، در آزمایشگاه صورت می گرفت.

او حدود یک صد جلد کتاب درباره شیمی نوشته که نفوذ آنها در تاریخ کیمیا و شیمی اروپا، آشکار است. نوشته های او مانند

## هدف واحد آموزشی:

انتظار می رود هنرجو در پایان این واحد آموزشی:  
۱- با نقش بزرگان و دانشمندان مسلمان و ایرانی در توسعه علوم تجربی آشنا شود

(ارزش های ایرانی- اسلامی)

۲- اتم را کوچک ترین ذره سازنده ماده بداند که خود از ذره های دیگری تشکیل می شود (تجزیه پذیر است).

۳- ساختار کلی اتم را بتواند توضیح دهد.

۴- مفهوم عنصر و ترکیب را درک کند.

۵- نماد شیمیایی را بشناسد و نماد شیمیایی عنصرهای پر کاربرد را بداند.

## ارزشیابی تشخیصی

۱- کوچک ترین ذره ماده چیست؟

۲- اتم از چه ذراتی ساخته شده است؟

۳- عنصر چیست؟

۴- به چه ماده ای ترکیب می گویند؟



جابر بن حیان وسیله‌ای به نام **انبيق** را اختراع کرد که با آن مواد شیمیایی را بررسی می‌کرد.

یک دایرةالمعارف علمی مشتمل بر مجموع مسائل شیمیایی است. جابر بن حیان راجع به تصفیه، تقطیر، تبخیر، ذوب و تبلور و... مطالب زیادی نگاشته است.

از جابر بن حیان که بگذریم، زکریای رازی نیز یکی دیگر از شیمی دانان بزرگ اسلامی است که موفق به ساخت گوگرد و الكل شد. رازی اکتشافات بس ارزشمندی در شیمی نظری انجام داد. در آن زمان، خودش و دیگران از ارزش فوق العاده آن کارها اطلاع دقیقی نداشتند. ارزش فوق العاده کارهای وی که بعدها معلوم شد، موجب شهرت جهانی او گردید و او به عنوان یک شیمی دان طراز اول مورد توجه قرار گرفت. مهم ترین کار او بنیان گذاری طبقه بندی مواد شیمیایی و تحقیق درباره پیدا کردن چگالی اجسام، با استفاده از ترازوی آبی می‌باشد. پس از آن دانشمندان بزرگ اسلامی نظیر ابوریحان بیرونی، فارابی و ابن سینا و... کمک شایانی به پیشرفت علم شیمی نمودند.

## ۱- مروری بر ساختمان اتم

همکار گرامی، در این قسمت هدف این است که هنرجو مطالب مربوط به ساختار اتم و ذره‌های زیر اتمی را که در علوم تجربی آموخته است یادآوری کند. توصیه می‌شود با سؤالاتی مانند:  
اگر ماده‌ای را تکه تکه و به ذره‌های کوچکی تقسیم کنیم به چه ذره‌ای می‌رسیم؟  
کوچک ترین ذره سازنده ماده چیست؟  
به هنرجو یاد آوری کنیم: «**همهٔ مواد از اتم ساخته شده‌اند**» (شکل ۱).



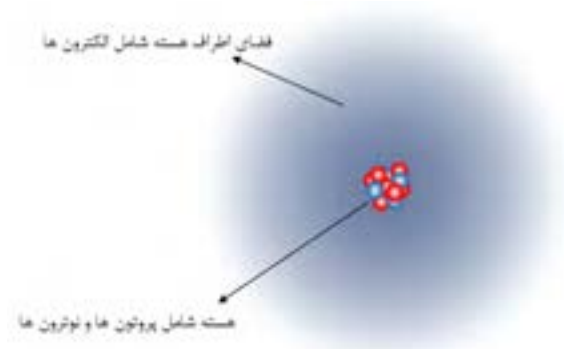
شکل ۱- همهٔ مواد از اتم ساخته شده‌اند.

پس از شنیدن پاسخ چند هنرجو و یادآوری اینکه **اتم کوچک ترین ذره سازنده مواد است**، با سؤالات زیر مشارکت هنرجویان در یادآوری و آموزش را ادامه دهیم:

آیا اتم از ذره‌های دیگری ساخته شده است؟

اتم‌ها خنثی هستند یا دارای بار الکتریکی؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان از آنها بخواهیم صفحه ۱۲ کتاب درسی را مطالعه کنند. سپس تصویری از اتم و قسمت‌های مختلف آن و ذره‌های زیر اتمی را برای آنها رسم کنیم (شکل ۲) و مطالب تکمیلی را ارائه کنیم.



شکل ۲- اتم از هسته و فضای اطراف هسته تشکیل شده است.

هر اتم دو بخش اصلی **هسته** و **فضای پیرامون هسته** را دارد. هسته که اندازه‌ای بسیار کوچک‌تر از اتم داشته ولی تعیین‌کننده **جرم اتم** است در مرکز فضای کروی اتم بوده و پروتون و نوترون را در خود جای داده است.

الکترون‌ها در اطراف هسته قرار دارند و چگونگی قرار گرفتن آنها در اتم رفتار شیمیایی اتم را تعیین می‌کند.

از هنرجویان بخواهیم تا ذره‌های زیر اتمی و جایگاه هر یک را در اتم تعیین کنند.

ذره زیر اتمی	جایگاه	بار الکتریکی
الکترون	اطراف هسته	منفی ۱ -
پروتون	در هسته	مثبت ۱ +
نوترون	در هسته	بدون بار الکتریکی

از هنرجویان تفاوت‌ها و شباهت‌های ذره‌های زیر اتمی را بررسییم:

- الکترون بار منفی و پروتون بار مثبت دارد ولی نوترون بار الکتریکی ندارد.
- الکترون اطراف هسته ولی پروتون و نوترون درون هسته قرار دارند.
- پروتون و نوترون جرم تقریباً برابر و بسیار بیشتر از جرم الکترون (تقریباً ۲۰۰۰ برابر) دارند.

## دانش افزایی

اتم از واژه یونانی آتوموس (atomos) به معنی تقسیم ناپذیر گرفته شده است. دموکریتوس (بیش از ۲۵۰۰ سال قبل) اولین کسی بود که دیدگاهی اتمی از ماده ارائه داد. در نظریه او ماده با تقسیم پی‌درپی در نهایت به ذره‌های تقسیم ناپذیری به نام اتم می‌رسد که در بین آنها چیزی به جز فضای خالی وجود ندارد. با این حال، ارسطو (۳۸۴ تا ۳۲۲ ق م) که به عنصرهای چهارگانه (آب، باد، خاک و آتش) اعتقاد داشت، به طور جدی با این نظریه مخالف بود. او می‌گفت چیزی به نام هیچ (همان فضای خالی نظریه دموکریتوس) وجود ندارد. نظریه اتمی تحت تأثیر این مخالفت ارسطو ۲۰۰۰ سال مسکوت ماند. در قرن ۱۷ رابرت بویل دانشمند انگلیسی اظهار داشت که هر عنصر از ذره‌های ساده‌ای تشکیل شده است که همه از یک نوعاند (ارائه تعریف جدیدی از عنصر). این ذره‌ها باهم ذره‌های مرکب را می‌سازند. همچنین از تجزیه ذره‌های مرکب نیز ذره‌های ساده تولید می‌شوند. در این دیدگاه، ذره‌های ساده نقش همان اتم‌ها را دارند. این نظر، مقدمه مشاهده و کشف‌های شگفت‌انگیزی شد. بیان بویل از عنصر، در قرن بعد توسط آنتوان لاوازیه اثبات شد. لاوازیه ماده‌ای را عنصر می‌دانست که قابل تجزیه به مواد ساده‌تر نباشد. او همچنین نشان داد که یک ماده مرکب از ترکیب شدن عنصرها تشکیل می‌شود. لاوازیه ۲۳ عنصر را به درستی شناسایی کرد. البته لاوازیه به غلط، نور، گرما و چند ترکیب ساده را نیز در فهرست خود آورده بود. در قرن ۱۸، مطالعات دیگری انجام گرفت که به قوانینی برای سنجش جرم نسبی موادی منجر شد که با هم واکنش می‌دهند. ترکیب‌ها موادی هستند که از دو یا چند عنصر به نسبت‌های ثابت تشکیل شده‌اند. قانون نسبت‌های معین نخستین بار توسط ژوزف پروست در ۱۷۹۹ ارائه شد. این قانون بیان می‌کند که یک ترکیب خالص همیشه شامل عنصرهای معینی با نسبت جرمی ثابت است. به عنوان نمونه، آب همیشه از عنصرهای هیدروژن و اکسیژن با نسبت ۱۱ / ۱۹ درصد جرمی هیدروژن و ۸۸ / ۸۱ درصد جرمی اکسیژن تشکیل می‌شود. سپس در اوایل قرن ۱۹ جان دالتون (۱۷۶۶ - ۱۸۴۴) مدل اتمی‌ای ارائه داد که با توضیح این قوانین، مقدمه پیشرفت سریع علم شیمی شد. البته مشاهده‌های بعدی قرن ۱۹، لزوم اصلاح مدل اتمی دالتون را مطرح کرد. پس از مشاهده‌های دقیق‌تری که در اوایل قرن بیستم اتفاق افتاد، در نتیجه تلاش محققان مدلی مطرح شد (مدل کوانتومی) که امروزه برای اتم‌ها پذیرفته شده است.

## ۲- نمایش عناصر (نماد شیمیایی)



شکل ۳- دسته‌بندی مواد شیمیایی

اگر تمام اتم‌های یک ماده خالص یکسان باشند آن ماده را **عنصر** می‌نامیم و در صورتی که بیش از یک نوع اتم در ساختار ماده وجود داشته باشد، ماده را **ترکیب** می‌گوییم.

همکار گرامی، توصیه می‌شود ابتدا تقسیم‌بندی کلی مواد را برای هنجریان با ذکر مثال‌هایی مطرح کنیم و سپس از آنها بخواهیم تا تفاوت این مواد را ذکر کنند.

توصیه می‌شود نموداری مانند شکل ۳ را از قبل آماده کرده و با مثال‌هایی بیشتر در اختیار هنجریان قرار دهیم.

با پرسش از هنجریان تعریفی برای انواع مواد (عنصر، ترکیب، خالص و ناخالص) ذکر کنیم:

تفاوت عنصر با ترکیب چیست؟

چرا آب را ترکیب ولی مس را عنصر می‌گوییم؟

در مس یک نوع اتم وجود دارد، پس مس را **عنصر** می‌گوییم.

در ماده آب دو نوع اتم وجود دارد (هیدروژن و اکسیژن)، پس آب **ترکیب** است.

در ادامه توضیح دهیم که هر عنصر را با یک **نماد شیمیایی** نشان می‌دهند. نماد شیمیایی از یک یا دو حرف لاتین تشکیل شده است که حرف اول همواره بزرگ و حرف دوم کوچک نوشته می‌شود. مثال‌هایی متنوع برای هنجریان ارائه کنیم:

جدول ۱- نام و نماد شیمیایی برخی از عناصرها

نام	نماد	نام لاتین	نام	نماد	نام لاتین
آلومینیوم	Al	Aluminum	آهن	Fe	Ferrum
کربن	C	Carbon	سیلیسیم	Si	Silicium
کلسیم	Ca	Calcium	گوگرد	S	Sulfur
هیدروژن	H	Hydrogen	ژرمانیم	Ge	Germanium
هلیوم	He	Helium	نیتروژن	N	Nitrogen
اکسیژن	O	Oxygen	سدیم	Na	Natrium

از هنرجویان بخواهیم تا با یکدیگر (یا در گروه‌های تعیین شده) نماد شیمیایی عناصرها را تکرار و تمرین کنند.

اشاره کنیم که در جدولی به نام جدول تناوبی عناصرها، نام و نماد شیمیایی تمام عناصرها را می‌توانند مشاهده کنند.

در ادامه سؤالات زیر را مطرح کنیم:

چرا عنصر کلسیم را فقط با حرف C نمی‌توان نشان داد؟

چرا نماد برخی از عناصر شامل دو حرف است؟

پس از شنیدن پاسخ هنرجویان، مطالب را جمع‌بندی و تکمیل کنیم.

در ادامه پرسیم:

اتم عنصر هیدروژن چه تفاوتی با اتم عنصر مس دارد؟

چرا اتم‌های عنصر مس با عنصر آلومینیوم (هیدروژن و یا هر عنصر دیگری) متفاوت‌اند؟

چرا اتم‌های عناصر مختلف خواص شیمیایی متفاوتی دارند؟

توضیح دهیم که اتم‌های عناصرهای متفاوت تعداد الکترون و در نتیجه تعداد پروتون متفاوتی دارند. تعداد پروتون‌های هر اتم تعیین‌کننده نوع آن اتم است.

سپس دو عبارت زیر را برای هنرجویان بنویسیم:

❖ اتم هیدروژن یک پروتون و یک الکترون دارد.

❖ هر اتمی که یک پروتون داشته باشد اتم عنصر هیدروژن است.

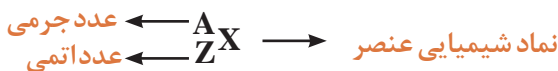
**ماهیت شیمیایی اتم**  
را تعداد پروتون‌ها (یا  
تعداد الکترون‌ها) تعیین  
می‌کند.  
**رفتار شیمیایی اتم** را  
چگونگی قرار گرفتن  
الکترون‌ها در اتم  
(آرایش الکترونی)  
تعیین می‌کند.

**عدد اتمی:** نشان دهنده تعداد پروتون‌های هر اتم است و با نماد  $Z$  نشان داده می‌شود. (یعنی عدد اتمی عنصر هیدروژن برابر ۱ است)  
 از هنجریان پرسیم که در هسته اتم چه ذره‌هایی وجود دارد؟  
 سپس سؤال زیر را برای هنجریان مطرح کنیم:  
 با توجه به مطالبی که آموختید جرم اتم را کدام ذره‌ها تعیین می‌کنند؟  
 چرا؟

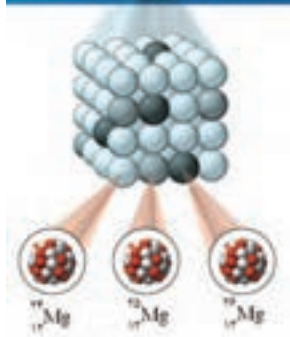
**عدد جرمی:** نشان دهنده مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در هسته اتم است. عدد جرمی را با نماد  $A$  نشان می‌دهند.

**تعداد نوترون‌ها (N) + تعداد پروتون‌ها (Z) = عدد جرمی (A)**

در ادامه توضیح دهیم برای نمایش دادن اتم هر عنصر از نماد شیمیایی به همراه عدد اتمی و عدد جرمی به صورت زیر استفاده می‌شود:

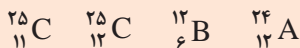


در ادامه با ذکر مثال‌هایی به هنجریان در درک مطلب کمک کنیم. مثلاً توضیح دهیم که اتم آلومینیوم را به صورت  ${}^{27}_{13}\text{Al}$  نمایش می‌دهند و این مفهوم را دارد که در هسته اتم آلومینیوم ۱۳ پروتون و ۱۴ نوترون وجود دارد.  
 در ادامه تمرین زیر را مطرح کنیم و اجازه دهیم تا هنجریان به آن پاسخ دهند.  
 سپس یکی از هنجریان را برای پاسخ به تمرین صدا بزنیم:



عنصر منیزیم دارای ۳ ایزوتوپ است.

**کدام اتم‌های زیر مربوط به یک عنصر هستند چرا؟**



پاسخ  
 بیندیشید

چرا عدد اتمی ( $Z$ ) هر اتم علاوه بر اینکه تعداد پروتون‌ها را نشان می‌دهد می‌تواند نشان دهنده تعداد الکترون‌ها نیز باشد؟

همانطور که می‌دانیم اتم‌ها خنثی هستند پس مجموع تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها باید برابر باشد. بنابراین عدد اتمی که تعداد پروتون‌ها را نشان می‌دهد می‌تواند نشان دهنده تعداد الکترون‌ها باشد.

تدریس را با نوشتن این جمله ادامه دهیم:

### اتم‌های یک عنصر می‌توانند متفاوت باشند.

عنصرهای هیدروژن و منیزیم را به‌عنوان مثال ذکر کنیم. عنصر هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ است که با نمادهای  $^1\text{H}$ ،  $^2\text{H}$  و  $^3\text{H}$  نشان داده می‌شوند. این اتم‌ها به ترتیب **هیدروژن**، **دوتریم** و **تریتم** نامیده می‌شوند. از هرجویان بخواهیم تا تفاوت سه گونه اتم هیدروژن را از نظر عدد اتمی، عدد جرمی و تعداد نوترون بررسی کنند.

برخی از اتم‌های یک عنصر تعداد نوترون متفاوتی با سایر اتم‌های همان عنصر دارند. به این اتم‌ها ایزوتوپ‌های عنصر گفته می‌شود. ایزوتوپ‌ها در واقع اتم‌های مختلف یک عنصر هستند که تعداد نوترون متفاوت و در نتیجه جرم متفاوتی دارند.

ایزوتوپ‌های یک عنصر **رفتار شیمیایی** یکسان ولی **خواص فیزیکی** وابسته به جرم متفاوتی دارند.

ایزوتوپ‌های یک عنصر پایداری متفاوتی دارند.

## ۳- رادیو ایزوتوپ

برخی از ایزوتوپ‌ها بسیار پایداری دارند ولی برخی از آنها ناپایدار هستند و طول عمر کوتاهی دارند. به این ایزوتوپ‌ها، **رادیو ایزوتوپ** یا **ایزوتوپ رادیو اکتیو** گفته می‌شود.

ایزوتوپ‌های پایداری فراوانی بیشتری دارند.

### دانش‌افزایی

#### واکنش‌های هسته‌ای

در فرایندی به نام تخریب رادیو اکتیو (radioactive decay)، هسته اتم به‌صورت خودبه‌خودی با نشر پرتو شکسته می‌شود. این فرایند را می‌توان به صورت معادله زیر نشان داد:

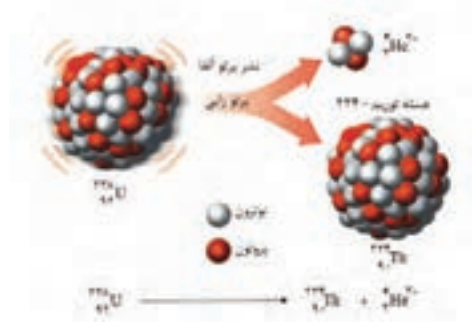
پرتو ( $\alpha$  و  $\gamma$ ،  $\beta$ ،  $\beta^+$ ) + هسته جدید  $\rightarrow$  هسته رادیو اکتیو

در این معادله، مجموع اعداد جرمی و اعداد اتمی در سمت چپ و راست باید برابر باشد.

#### نشر آلفا ( $\alpha$ )

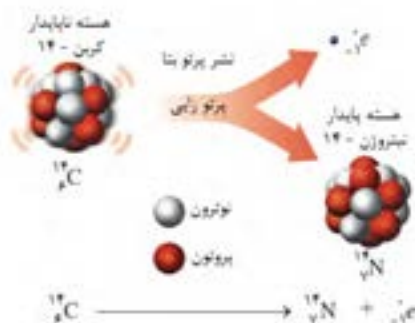
ذره‌های پرتو آلفا شامل ۲ پروتون و ۲ نوترون هستند (هسته اتم هلیم).

بنابراین با نشر هر ذره آلفا، عدد اتمی و عدد جرمی هسته رادیواکتیو به ترتیب ۲ و ۴ واحد کاهش می‌یابد. به عنوان نمونه، وقتی اورانیوم - ۲۳۸ یک ذره آلفا نشر می‌کند، هسته جدید عدد جرمی ۲۳۴ و عدد اتمی ۹۰ دارد. یعنی در نتیجه نشر پروتو آلفا هسته جدید از عنصری دیگر تشکیل می‌شود.



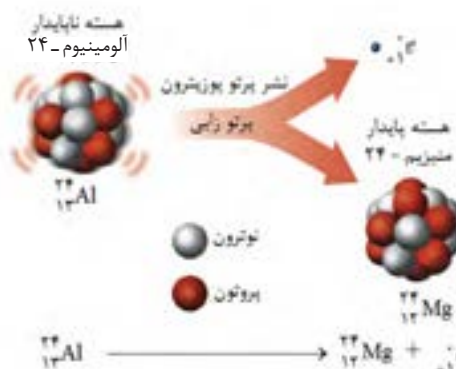
### نشر بتا ( $\beta$ )

در نتیجه شکستن یک نوترون به پروتون و الکترون (ذره بتا)، پروتو بتا تولید می‌شود. در نتیجه این فرایند، پروتون ایجاد شده در هسته می‌ماند و بنابراین عدد جرمی هسته تغییر نمی‌کند. اما بدلیل اضافه شده یک پروتون به تعداد پروتون‌های موجود در هسته، عدد اتمی افزایش می‌یابد. پس در نشر پروتو بتا، عدد جرمی هسته ایجاد شده با عدد جرمی هسته رادیواکتیو اولیه برابر است، ولی هسته جدید عدد اتمی بزرگتری دارد. یعنی در نتیجه نشر بتا اتم عنصر جدیدی ایجاد می‌شود. برای نمونه، هسته‌های کربن-۱۴ با نشر بتا به هسته‌های نیتروژن-۱۴ تبدیل می‌شوند:



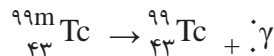
### نشر پوزیترون ( $\beta^+$ )

در هسته ناپایدار، در نتیجه تبدیل شدن یک پروتون به نوترون، ذره پوزیترون نشر می‌شود. پوزیترون مشابه الکترون ولی دارای بار مثبت است. نوترون حاصل در هسته می‌ماند ولی ذره پوزیترون به بیرون از هسته نشر می‌شود. بنابراین، در فرایند نشر پوزیترون عدد جرمی هست تغییر نمی‌کند ولی عدد اتمی آن کاهش می‌یابد. پس، هسته ایجاد شده عدد اتمی متفاوتی با هسته ناپایدار اولیه دارد. برای نمونه، هسته‌های ناپایدار آلومینیوم - ۲۴ در نتیجه نشر پوزیترون به هسته‌های پایدار منیزیم - ۲۴ تبدیل می‌شوند.

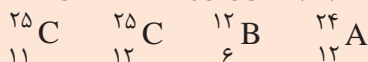


### نشر گاما ( $\gamma$ )

پرتو گاما پر انرژی ترین تابش الکترومغناطیس است. نشر پرتوهای گاما به تنهایی بسیار نادر است و معمولاً همراه با تولید ذره‌های بتا و آلفا نشر می‌شود. تکنسیم معروف‌ترین هسته نشرکننده پرتوهای گاما است که در رادیولوژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ایزوتوپ ناپایدار تکنسیم (تکتسیم -  $99m$ ) را حالت متا - پایدار (metastable) می‌نامند و با نماد  ${}^{99m}_{43}\text{Tc}$  نمایش می‌دهند. این ایزوتوپ ناپایدار با نشر انرژی به صورت پرتوهای گاما بسیار پایدار می‌شود:



۱- کدام اتم‌های زیر مربوط به یک عنصر هستند؟ چرا؟



۲- هر یک از نمادهای زیر مربوط به چه عنصری است؟



۳- اتم‌های عناصر مختلف از چه نظر با هم تفاوت دارند؟

۴- ایزوتوپ را تعریف کنید.

## واحد یادگیری ۲-

### نحوه توزیع الکترون‌ها در اتم

#### شیوه پیشنهادی تدریس:

#### پرسش و پاسخ - مشارکت فعال هنرجویان

توجه: همکار عزیز، از آنجا که لازمه درک چگونگی پایدار شدن و رفتار شیمیایی اتم‌ها و تولید یون‌ها درک آرایش الکترون‌ها در اتم است، در این واحد آموزشی هدف این است که هنرجو، ساختار لایه ای الکترون‌ها در اتم را فراگیرد. ساده و قابل درک ترین مدل اتمی برای رسیدن به این هدف، مدل اتمی بور است که اهداف لازم را برآورده می‌کند. بنابراین، ساختار لایه ای الکترون‌ها و آرایش الکترونی (به شکلی ساده) بر اساس این مدل تدریس می‌شود.

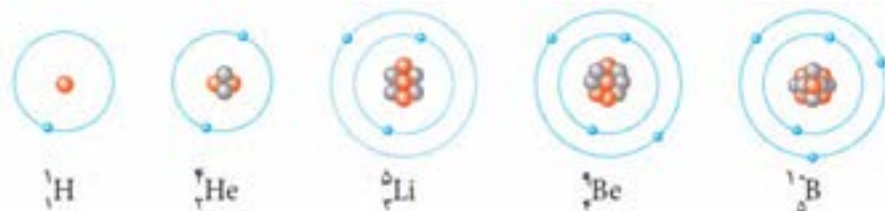
با توجه به اینکه هنرجویان در علوم تجربی پایه هشتم با مدل اتمی بور آشنایی دارند از آنها خواهیم تا مدل اتمی چند اتم (که عدد اتمی آنها مشخص است) را رسم کنند. برای مثال عنصرهای هیدروژن، هلیوم، لیتیم و ...

#### هدف واحد آموزشی:

انتظار می‌رود هنرجو در پایان این واحد آموزشی:  
۱- ساختار اتم مطابق با مدل بور را درک کند.  
۲- آرایش الکترونی اتم‌ها را بتواند بنویسد.  
۳- لایه ظرفیت و تعداد الکترون‌های ظرفیتی اتم را بتواند تعیین کند.

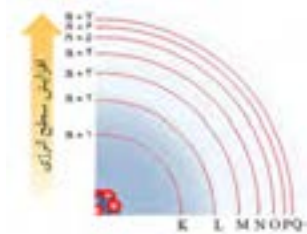
#### ارزشیابی تشخیصی:

۱- تعداد الکترون‌ها در اتم‌های زیر را تعیین کنید.  
 ${}^9\text{F}$ ,  ${}^6\text{C}$ ,  ${}^2\text{He}$   
۲- الکترون‌ها در اتم چگونه قرار گرفته‌اند؟

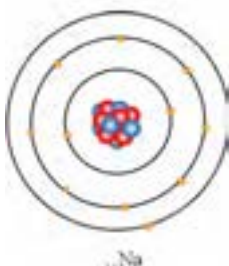
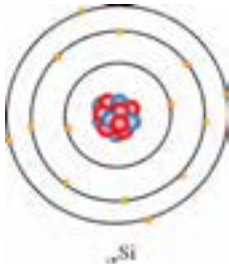


شکل ۴- مدل اتمی بور برای چند عنصر

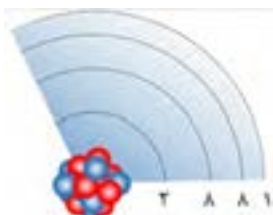
هر لایه تعداد مشخصی الکترون را می‌تواند در خود جایی دهد که گنجایش الکترونی (ظرفیت) لایه نامیده می‌شود.



شکل ۵- نمایش مدار در مدل اتمی



شکل ۶- مدل اتمی بور برای اتم‌های سدیم و سیلیسیم



شکل ۷- آرایش الکترون‌ها در اتم پتاسیم

به هنجرویان اجازه دهیم تا با مشورت هم گروهی‌ها مدل‌های خود را کامل کنند.

بعد از اینکه هنجرویان مدل اتمی را برای عناصر خواسته شده رسم کردند، مدل‌های رسم شده چند هنجرو را بررسی کنیم.

سپس توضیح دهیم در مدل اتمی بور، هر مدار با عدد صحیحی با نماد  $n$  نمایش داده می‌شود ( $n = 1, 2, \dots$ ) مشخص می‌گردد. به عنوان نمونه: نزدیکترین مدار به هسته را با  $n = 1$  نشان می‌دهند،  $n = 4$  چهارمین مدار الکترونی را نشان می‌دهد و... (شکل ۵)

در ادامه توضیح دهیم که هر مدار، انرژی مشخصی دارد و با افزایش فاصله از هسته، انرژی مدارها افزایش می‌یابد.

از هنجرویان بخواهیم:

انرژی الکترون‌های اتم لیتیم را که مدل آن را رسم کرده اند مقایسه کنند.

پرا انرژی‌ترین الکترون اتم لیتیم را تعیین کنند.

سپس، توضیح دهیم که در مدل‌های جدید تر از مفهوم لایه الکترونی به جای مدار استفاده می‌شود، و با پرسش اینکه:

چرا الکترون سوم لیتیم را در لایه دوم قرار داده اند، مفهوم ظرفیت (گنجایش) مدار الکترونی را ارائه کنیم.

در ادامه بگوییم که می‌توانیم ظرفیت هر مدار را با استفاده از رابطه  $2n^2$  محاسبه کنیم و مثال‌هایی را ذکر کنیم.

در ادامه از هنجرویان بخواهیم بر اساس مطلب جدیدی که آموخته‌اند ظرفیت لایه دوم را تعیین کنند و مدل اتمی سدیم  $^{23}_{11}\text{Na}$  و سیلیسیم  $^{28}_{14}\text{Si}$  را رسم کنند (شکل ۶). یکی از هنجرویان را برای توضیح پاسخ خودش صدا بزنیم.

در ادامه بیان کنیم:

به بیرونی‌ترین لایه الکترونی اتم که دارای الکترون است لایه ظرفیت یا لایه والانس گفته می‌شود و به الکترون‌های لایه ظرفیت، الکترون‌های ظرفیت یا الکترون‌های والانس می‌گویند.

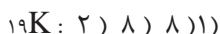
سپس از هنجرویان بخواهیم در مدل‌های رسم شده شماره لایه ظرفیت و تعداد الکترون‌های ظرفیت آنها را مشخص کنند.

قاعده‌ای برای رسم کردن و نوشتن آرایش الکترونی اتم‌ها:

بر اساس یک قاعده کلی، لایه ظرفیت اتم‌ها حداکثر ۸ الکترون می‌تواند داشته باشد.

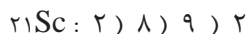
بر این اساس در بیرونی‌ترین لایه الکترونی هر اتمی حداکثر ۸ الکترون مجاز هستیم که قرار دهیم و الکترون‌های بیشتر در لایه بعدی

قرار می‌گیرند. این قاعده را با رسم کردن آرایش الکترونی اتم‌هایی که بیشتر از ۱۸ الکترون دارند می‌توانیم توضیح دهیم. برای نمونه در اتم پتاسیم که ۱۹ الکترون دارد، ۲ الکترون در لایه اول، ۸ الکترون در لایه دوم قرار دارند (شکل ۷). در لایه سوم با اینکه ظرفیت ۱۸ الکترون ( $2 \times 3^2 = 18$ ) را دارد نمی‌توانیم ۹ الکترون قرار دهیم (چون لایه ظرفیت اتم بیش از ۸ الکترون می‌گیرد). ۸ الکترون در لایه سوم و ۱ الکترون هم در لایه چهارم قرار می‌گیرد. آرایش الکترونی اتم پتاسیم را به صورت زیر نشان می‌دهیم:



اتم پتاسیم ۴ لایه الکترونی اشغال شده با الکترون دارد. لایه ظرفیت آن لایه ۴ است و ۱ الکترون ظرفیتی (والانس) دارد. در ادامه توضیح دهیم: وقتی ظرفیت لایه‌ای کامل نباشد بعد از قرار گرفتن ۲ الکترون در لایه بیرونی، سایر الکترون‌ها در لایه قبل قرار می‌گیرند تا ظرفیت لایه کامل شود.

برای نمونه، در اتم اسکاندیم ( $21Sc$ )، به ترتیب ۲، ۸ و ۸ الکترون در لایه‌های ۱، ۲ و ۳ قرار می‌دهیم، سپس ۲ الکترون در لایه چهارم قرار می‌گیرد و بعد از آن ۱ الکترون باقیمانده (چون لایه سوم هنوز ظرفیتش کامل نشده است) در لایه سوم قرار می‌گیرد:



اتم اسکاندیم ۴ لایه الکترونی اشغال شده با الکترون دارد. لایه ظرفیت آن لایه ۴ است (تعیین الکترون‌های ظرفیتی اتم‌هایی که لایه قبل از لایه ظرفیت کامل نشده دارند، از اهداف این کتاب نیست). در ادامه از یکی از هنرجویان آن بخواهیم تا متن کتاب درسی مربوط به موضوع درس (نحوه توزیع الکترون‌ها در اتم) را بخواند و سایر هنرجویان با دقت متن را گوش داده و دنبال کنند.

(نمونه حل شده ۱ را برای هنرجویان توضیح دهیم).

در صورت نیاز نمونه‌های بیشتری از آرایش الکترونی را برای هنرجویان بررسی کنیم.

### پاسخ خود را بیازمایید

چگونگی قرار گرفتن الکترون‌ها در اتم‌های عناصر گوگرد (S)، روی (Zn) و آرسنیک (As) را تعیین کنید.

در اتم گوگرد، ۲، ۸ و ۶ الکترون به ترتیب در لایه‌های ۱، ۲ و ۳ قرار دارد:



در اتم روی، ۲، ۸، ۸ و ۲ الکترون به ترتیب در لایه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ قرار دارد:

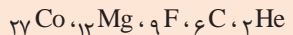


در اتم آرسنیک، ۲، ۸، ۱۸ و ۵ الکترون به ترتیب در لایه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ قرار دارد:



### ارزشیابی پایانی

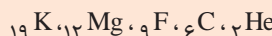
۱- آرایش الکترونی اتم‌های زیر را رسم کنید.



۲- در لایه چهارم اتم حداکثر چند الکترون می‌تواند قرار گیرد؟

۳- منظور از لایه ظرفیت چیست؟

۴- کدام یک از اتم‌های زیر بیشترین تعداد الکترون را در لایه ظرفیت خود دارد؟



## واحد یادگیری-۳

### ۱- جدول تناوبی عناصرها

#### شیوه پیشنهادی تدریس:

#### الگوی دریافت مفهوم - سخنرانی و مشارکت هنجریان

این جمله را روی بورد کلاس بنویسیم:

برخی عناصر خواص شیمیایی مشابهی دارند

به هنجریان بگوئیم امروز هدفمان این است که عناصرها را گروه‌بندی کنیم و عناصری که خواص مشابه دارند را در یک گروه قرار دهیم.

یادآوری کنیم:

رفتار شیمیایی هر عنصر را آرایش الکترونی آن عنصر تعیین می‌کند. از هنجریان بخواهیم تا کار در کلاس صفحه ۱۷ را پاسخ دهند (در صورت نیاز متن کتاب درسی پیش از کار در کلاس توسط هنجرجو مطالعه شود. اجازه مشورت با یکدیگر نیز به هنجریان داده شود).

بعد از اینکه هنجریان به کار در کلاس پاسخ دادند، پاسخ چند هنجرجو را بررسی کنیم و از آنها بپرسیم:

چه دلیلی وجود دارد که برخی از عناصرها را در یک گروه قرار داده اند؟

در ادامه از هنجریان بخواهیم آرایش الکترونی ۲۰ عنصر (از عدد اتمی ۱ تا ۲۰) را در کارت‌هایی مانند کارت‌های زیر که از قبل به

#### هدف واحد آموزشی:

انتظار می‌رود هنجرجو در پایان این واحد آموزشی:

۱- چگونگی گروه‌بندی عناصر در جدول تناوبی را درک کند.

۲- بر اساس آرایش الکترونی عناصر هم‌گروه را بشناسد.

۳- ویژگی‌های مهم جدول تناوبی مانند: گروه، دوره، تعداد

گروه و دوره و اینکه برخی از گروه‌ها نام خاصی دارند، را آموخته‌باشد.

۴- دسته‌بندی عناصر از نظر حالت فیزیکی و خاصیت فلزی را بداند.

۵- برای دسته‌های مختلف عناصرها کاربردهایی در صنعت ارائه کند (ارتباط با صنعت).

**ارزشیابی تشخیصی**  
 ۱- چگونه می‌توان عناصر را دسته‌بندی کرد؟  
 ۲- کدام اتم‌های زیر تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت یکسانی دارند؟  
 ${}_{12}\text{Mg}$ ,  ${}_{9}\text{F}$ ,  ${}_{17}\text{Cl}$ ,  ${}_{4}\text{Be}$

تعداد گروه‌ها طراحی و تکثیر کرده ایم رسم کنند و آنها را بر اساس افزایش عدد اتمی دنبال هم بچینند. در ادامه بر اساس پاسخ به **کاردر کلاس صفحه ۱۷** عناصری که آرایش الکترونی مشابه دارند را زیر هم قرار دهند.

<p>H هیدروژن Z=۱ H: (۱)</p>	<p>He هلیوم Z=۲ He: (۲)</p>	<p>Li لیتیم Z=۳ Li: (۲) (۱)</p>	<p>Be برلیوم Z=۴ Be: (۲) (۲)</p>
---	---	---	--

عملکرد هنجاریان را کنترل کنیم و در صورت نیاز در چین کارت‌ها آنها را راهنمایی کنیم. بهترین راهنمایی این است که هنجاریان را متوجه کنیم که بعد از تعداد مشخصی عنصر دوباره آرایش الکترونی لایه ظرفیت مشابه تکرار می‌شود. در پایان کار هنجاریان به این نکته اشاره کنیم: عنصر هلیوم را جابه‌جا کنند و آن را بالای ستونی قرار دهند که اتم‌های آنها در لایه ظرفیت خود ۸ الکترون دارند.

وقتی عناصر بر اساس افزایش عدد اتمی کنار هم چیده می‌شوند، برخی خواص شیمیایی و فیزیکی به صورت دوره‌ای تکرار می‌شوند. از قرار گرفتن عناصری که خواص شیمیایی و فیزیکی مشابهی دارند در یک ستون جدولی ایجاد می‌شود که **جدول تناوبی عناصر** گفته می‌شود.

در پایان یکی از هنجاریان که گروه موفق در این فعالیت داشته‌اند را برای توضیح چینش کارت‌ها صدا بزنیم. در پایان جمع‌بندی را انجام دهیم و به عنوان توضیح تکمیلی بگوییم: **”عناصر هم گروه (عناصری که در یک ستون‌اند) آرایش الکترونی لایه ظرفیت مشابهی دارند و به این دلیل خواص شیمیایی مشابهی دارند“** سپس به هنجاریان فرصت دهیم تا متن کتاب درسی (جدول تناوبی عناصر) را مطالعه کنند. با نشان دادن جدول تناوبی به هنجاریان و جلب توجه آنها، ادامه دهیم:

مشابه با کاری که انجام داده‌اید، جدولی تنظیم شده است که در آن عناصر بر اساس افزایش عدد اتمی کنار هم چیده شده‌اند و عناصری که خواص شیمیایی مشابهی (آرایش الکترونی لایه ظرفیت یکسانی دارند) دارند در یک ستون قرار گرفته‌اند. به این جدول، **جدول تناوبی عناصر** گفته می‌شود.

در نتیجه: مهم‌ترین ویژگی جدول تناوبی تشابه آرایش الکترونی لایه ظرفیت عناصری است که در یک ستون قرار می‌گیرند.

در پایان نکات تکمیلی را ارائه کنیم و ویژگی‌های جدول (تعریف گروه و دوره، تعداد گروه‌ها و دوره‌ها و نام برخی از گروه‌های مهم جدول تناوبی) را برای هنرجویان توضیح دهیم.

**نکته:** هنرجویان را بر اساس جدول تناوبی و آرایش الکترونی ۲۰ عنصری که رسم کرده‌اند متوجه کنیم که: **عنصری که در یک دوره قرار می‌گیرند تعداد لایه الکترونی یکسانی دارند.**

#### پاسخ خود را بیازمایید

بر اساس تشابه آرایش الکترونی و خواص شیمیایی کدام عنصرهای زیر هم خانواده‌اند؟  
لیتیم (۳Li)، آلومینیوم (۱۳Al)، بور (۵B)، سدیم (۱۱Na)، پتاسیم (۱۹K)

۳ الکترون در لایه ظرفیت ۳ (۲) ۵ B الکترون در لایه ظرفیت ۱ (۸) ۲ Na الکترون در لایه ظرفیت ۱

۳ الکترون در لایه ظرفیت ۳ (۸) ۲ Al الکترون در لایه ظرفیت ۱ (۲) ۳ Li الکترون در لایه ظرفیت ۱

۱ الکترون در لایه ظرفیت ۱ (۸) ۲ K الکترون در لایه ظرفیت ۱

پس ۳ عنصر لیتیم، سدیم و پتاسیم هم گروه و دو عنصر بور و آلومینیوم نیز هم گروه هستند.

کلیپ مربوط به «واکنش فلزهای قلیایی با آب» موجود در CD آموزشی همراه کتاب را برای هنرجویان پخش کنیم.

(نمونه حل شده صفحه ۱۷ را برای هنرجویان توضیح دهیم)

#### دانش افزایی

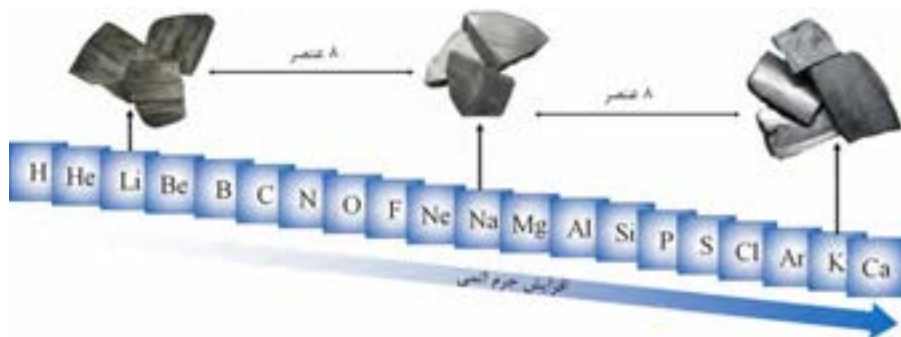
بزرگ‌ترین پیشرفت در زمینه دسته‌بندی عناصر با کارهای مندلیف (۱۹۰۷-۱۸۳۴) به دست آمد. وی در دهه ۱۸۶۰ میلادی، عناصر و خواص آنها را روی کارت‌های مشخصی فهرست کرد. سپس، چیدمان‌های گوناگونی از این کارت‌ها را برای یافتن الگوهای مشخص و متنوع بررسی کرد. وقتی که وی عناصر را برحسب افزایش جرم اتمی مرتب کرد، کشف مهمی رخ داد. (عناصرهای He، Ne، Ar در زمان مندلیف کشف نشده بودند، لذا وی عنصرهای دیگری را به جای آنها قرار داده بود)

با چیدن عناصر به این روش، مندلیف کشف کرد که خواص شیمیایی عناصر در یک الگوی منظم تکرار می‌شود. برای نمونه؛ خواص سدیم را در نظر بگیرید. عنصر سدیم آن قدر فعال است که در طبیعت به طور آزاد یافت نمی‌شود، اما دانشمندان عنصر سدیم را به صورت خالص از ترکیب‌های آن جدا کرده‌اند. سدیم، فلزی نقره‌ای رنگ و نرم با چگالی کم و نقطه ذوب پایین است. سدیم به شدت واکنش پذیر است به طوری که

می‌توان واکنش‌پذیری زیاد آن را با انداختن یک تکه سدیم در آب به نمایش گذاشت :



مانند همه دانشمندان آن زمان، مندلیف تمام آنچه را که دربارهٔ سدیم کشف شده بود، می‌دانست. اما، ذکاوت، تلاش و تمرکز سبب شد او از این اطلاعات، نکتهٔ مهمی را کشف کند و به جهان‌نیان ارائه دهد. وی چیدمان‌های گوناگون کارت‌های خود را چندین بار بررسی کرد تا ارتباطی بین عنصرهایی که خواص مشابه دارند، بیابد. سرانجام در یک نوع از چیدمان‌ها، نکتهٔ جالبی توجه وی را جلب کرد و پی برد هشتمین عنصر از سری سمت چپ کارت سدیم با هشتمین عنصر از سری سمت راست سدیم دارای خواص شیمیایی یکسانی با سدیم اند. این عنصرها لیتیم و پتاسیم بودند.

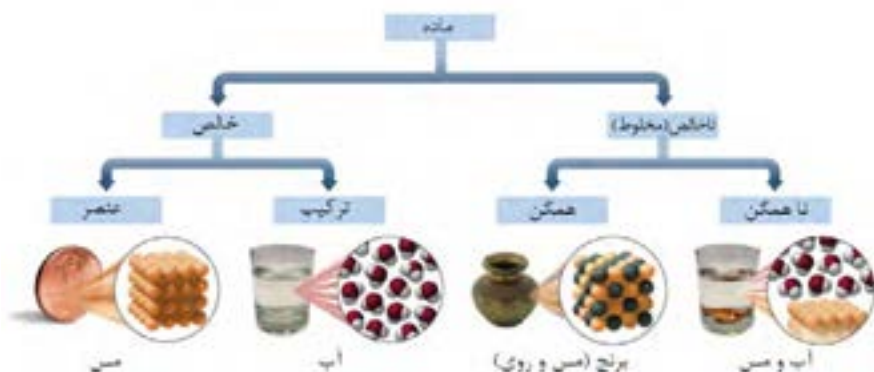


در جدول تناوبی ارائه شده توسط مندلیف که بر اساس افزایش جرم اتمی معرفی شده بود بی‌نظمی‌هایی وجود داشت و وی برای اصلاح بی‌نظمی‌ها مجبور شد تغییراتی در جایگاه برخی از عنصرها ایجاد کند و یا جای برخی از آنها را خالی بگذارد.

در جدولی که امروزه به عنوان جدول تناوبی به کار گرفته می‌شود، عناصر بر اساس افزایش **عدد اتمی** (به جای جرم اتمی) کنار هم قرار گرفته‌اند که در زمان **راذر فور** (۱۸۷۱-۱۹۳۷) و **موزلی** (۱۹۱۵-۱۸۸۷) معرفی شده است. با چینش اتم‌ها بر اساس افزایش عدد اتمی بی‌نظمی‌های موجود در جدول مندلیف هم‌اصلاح شد.

## ۲- دسته بندی عناصر

توصیه می شود با رسم نموداری مانند شکل ۸ (یا تکثیر آن به تعداد گروه ها) توجه هنر جویان را جلب کنیم و از آنها بخواهیم تا دسته بندی های مورد نظر برای عناصر را تعیین کنند.



شکل ۸- دسته بندی عناصر از نظر حالت فیزیکی و خاصیت فلزی

بعد از شنیدن پاسخ هنر جویان، توضیح دهیم: علاوه بر گروه بندی عناصر می توانیم از جنبه های کلی تری مانند حالت فیزیکی (جامد، مایع و گاز) و خاصیت فلزی (فلز، شبه فلز و نافلز) عناصر را دسته بندی کنیم. از نظر حالت فیزیکی عناصر را به ۳ دسته جامد، مایع و گاز تقسیم می شوند. (با در دست داشتن جدول تناوبی موجود در کتاب درسی ادامه دهیم) در جدول تناوبی تفاوت عناصر از این جنبه با نوشتن نام هر عنصر به رنگ خاصی مشخص شده است. جامدات با رنگ مشکی، مایع ها با رنگ آبی و گازها با رنگ قرمز نوشته شده اند.

جامد	مایع	گاز
------	------	-----

در بین عنصرهای موجود در طبیعت دو عنصر حالت فیزیکی مایع دارند. عنصر جیوه تنها فلز مایع و عنصر برم تنها نافلز مایع هستند.

از هنر جویان بخواهیم به پرسش های زیر بر اساس جدول پاسخ دهند:  
عناصر بیشتر به کدام حالت فیزیکی وجود دارند؟  
کدام عناصر مایع هستند؟

بیشتر گازها در کدام سمت جدول (راست یا چپ) قرار دارند؟  
آیا گروهی وجود دارد که تمام عناصر آن گازی باشند؟

کدام عنصر گازی بر خلاف سایر گازها در سمت دیگر قرار گرفته است؟  
در ادامه توضیح دهیم: از نظر خاصیت فلزی نیز عناصر به سه دسته تقسیم می شوند: فلز، شبه فلز و نافلز. در جدول تناوبی تفاوت عناصر از این جنبه با

رنگ متفاوت برای خانه عنصرها مشخص شده است.  
 از هنرجویان بخواهیم به پرسش‌های زیر بر اساس جدول پاسخ دهند:  
 بیشتر عناصر فلز هستند یا نافلز؟  
 کدام فلز بر خلاف سایر فلزات حالت فیزیکی مایع دارد؟

فلز

شبه فلز

نافلز

### ارزشیابی پایانی

- ۱- جدول تناوبی عنصرها چند گروه و چند دوره دارد؟
- ۲- بر چه اساسی عنصرها در یک گروه از جدول تناوبی قرار گرفته اند؟
- ۳- تفاوت عنصرهای فلزی با عنصرهای نافلزی را ذکر کنید.
- ۴- با رسم آرایش الکترونی تعیین کنید عنصر کربن (C) با کدام عنصر زیر هم گروه است؟  
 ${}_{12}\text{Mg}$ ،  ${}_{16}\text{S}$ ،  ${}_{14}\text{Si}$ ،  ${}_{5}\text{B}$

### دانش افزایی

#### برخی از کاربردهای عناصر



فلزهای قلیایی و نمک‌های آنها کاربردهای گسترده‌ای دارند. این فلزها با تابش نور، الکترون نشر می‌کنند (پدیده فوتوالکتریک). سزیم که آسان‌تر از دیگر فلزهای قلیایی الکترون از دست می‌دهد، در ساخت فوتوسل‌ها (دستگاه‌های نورسنج مانند ماشین حساب نوری و چشم الکترونیک) به کار می‌رود که پیام‌های نوری را به پیام‌های الکتریکی تبدیل می‌کند. مهم‌ترین کاربرد سدیم به عنوان مایع خنک کننده در واکنش گاه‌های (راکتورها) هسته ای است. برخی از واکنش گاه‌های هسته ای در دمایی نزدیک به  $600^{\circ}\text{C}$  کار می‌کنند. از این رو آب که در  $100^{\circ}\text{C}$  می‌جوشد، برای خنک کردن آنها مناسب نیست؛ بنابراین برای این کار از سدیم که در  $889^{\circ}\text{C}$  می‌جوشد، استفاده می‌شود. لامپ بخار سدیم که نور زرد رنگی دارد، برای چراغ‌های روشنایی در بزرگراه‌ها به کار می‌رود.

بریلیم سبک ترین فلز قلیایی خاکی، بیشتر به همراه مس، نیکل و دیگر فلزها در آلیاژها به کار می‌رود. هنگامی که اندکی بریلیم به مس افزوده می‌شود با حفظ رسانایی خوب مس، استحکام آن را به طرز چشمگیری افزایش می‌دهد و مقاومت آن را در برابر خوردگی بالا

می‌برد. زمرد سبز و زمرد کبود از دونوع سنگ معدن بریل که منبع معدنی Be است، به دست می‌آیند (رنگ سبز و آبی روشن این سنگ‌ها به دلیل مقدار ناچیزی کروم و برخی ناخالصی‌هاست).

آلیاژ منیزیم با آلومینیوم بیشتر به عنوان ماده سازنده محکم و سبک به جای فولاد به کار می‌رود؛ در حالی که چگالی آن، ۲۵٪ چگالی فولاد است. گاهی افزودن اندکی از فلزهای قلیایی خاکی دیگر به آلیاژها، به کیفیت آنها کمک می‌کند. در گذشته از رادیم در درمان غده‌های سرطانی استفاده می‌شد ولی امروزه ایزوتوپ‌های پرتوزای دیگر، جایگزین آن شده‌اند.

بیشتر فلزهایی که در زندگی روزمره به صورت خالص یا آلیاژ از آنها استفاده می‌شود، متعلق به عناصر واسطه (فلزهای میانی جدول تناوبی - گروه‌های ۳ تا ۱۲) هستند. به ابزار و وسایلی مانند سکه، باتری، دوربین، ظروف غذاخوری، لوازم آشپزخانه، لوازم خانه، انواع خودرو، رایانه، تلفن همراه و نیز ماشین آلات و ابزار صنایع ساختمان، کشاورزی، داروسازی و ... دقت کنید!

از سوی دیگر بشر در طول هزاران سال گفته‌های خود را با نقاشی ابراز می‌کرد و در این روند رنگدانه‌های متنوعی را در یک گستره بزرگ کشف کرد! در این گستره کاتیون‌های گوناگون فلزهای واسطه وجود دارند. سالانه ۹۰۰ میلیون تن فولاد تولید می‌شود. فولاد، آلیاژی از آهن، کربن و درصدی از دیگر عناصر است. ۸۰ درصد منگنز تولید شده، برای تولید آلیاژ فولاد به کار می‌رود.

اگرچه کروم فقط ۱۲٪ / درصد از پوسته زمین را تشکیل می‌دهد، ولی این فلز یکی از مهم‌ترین فلزهای صنعتی است. اصلی‌ترین مصرف آن، تولید آلیاژهای فلزی است. نیکروم آلیاژی از نیکل و کروم به نسبت ۶۰ به ۴۰ است که برای تولید سیم‌های مولد گرما در وسایل الکتریکی مانند سشوار و توستر به کار می‌رود. برنز، آلیاژی از مس و قلع است که به دلیل جلای زیبا و مقاومت در برابر زنگ زدن در صنعت کاربرد دارد. لحیم، آلیاژی از دو فلز نرم قلع و سرب است که از آن برای پیوند دادن فلزها به یکدیگر استفاده می‌شود.

## واحد یادگیری - ۴

چرا اتم‌ها به یکدیگر متصل می‌شوند؟

شیوه پیشنهادی تدریس:

کاوشگری هدایت شده - یادگیری مشارکتی

همکار گرامی توصیه می‌شود با نوشتن جمله زیر و ذکر مثال‌ها یا پرسش با چنین مفهومی ذهن هنرجویان را برای یادگیری آماده کنیم:

**اتم بیشتر عناصر به صورت متصل شده با دیگر اتم‌ها وجود دارند.**

ادامه دهیم: در مواد زیر به اتم اکسیژن توجه کنید:

**گاز اکسیژن:**

اتم عنصر اکسیژن به صورت مولکول‌های دو اتمی در گاز اکسیژن ( $O_2$ ) (شکل ۹).

**هدف واحد آموزشی:**

انتظار می‌رود هنرجو در پایان

این واحد آموزشی:

۱- دلیل اینکه اغلب اتم‌ها

تمایل به تشکیل پیوند

شیمیایی دارند را بدانند

۲) دلیل پایداری گازهای نجیب

را بفهمند

۳) چگونگی پایدار شدن اتم‌ها

را براساس آرایش الکترونی آنها

توضیح دهد (نیاز به دریافت

الکترون یا از دست دادن

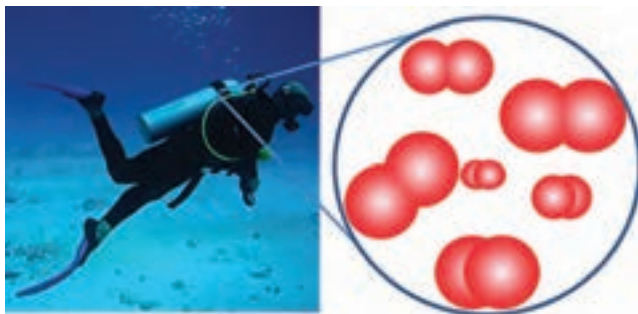
الکترون).

**ارزشیابی تشخیصی**

۱- چه موادی می‌شناسید که

در آنها عنصر اکسیژن وجود

دارد؟

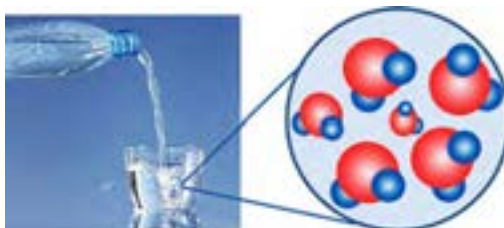


شکل ۹- مولکول‌های دو اتمی گاز اکسیژن

**آب:**

اتم عنصر اکسیژن به صورت پیوند شده با دو اتم هیدروژن

در مولکول ۳ اتمی آب ( $H_2O$ ) (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- مولکول‌های ۳ اتمی آب

اکسیژن در مواد گوناگون (مانند آب  $H_2O$ )، منیزیم اکسید ( $MgO$ ) و ... به صورت پیوند شده با دیگر اتم‌ها وجود دارد.

اتم اکسیژن به صورت تک اتمی در طبیعت یافت نمی‌شود (مدل‌های مولکولی به بهترین شکل می‌توانند در انتقال مفهوم به ما کمک کنند).

در ادامه این سؤال را مطرح کنیم:

**چرا اتم اکسیژن تمایل دارد با دیگر اتم‌ها پیوند شیمیایی تشکیل دهد؟**

به پاسخ‌های هنرجویان گوش دهیم و سپس توجه آنها را به دو جمله زیر جلب کنیم و از آنها بخواهیم تا برداشت‌هایشان را از این دو جمله بیان کنند:

(۱) سدیم فلزی بسیار واکنش پذیر است و در طبیعت به صورت ترکیب شده با دیگر عناصر وجود دارد (به صورت عنصری دیده نمی‌شود).

(۲) ماده‌ای که پایدار باشد تمایلی برای واکنش دادن ندارد!

پاسخ هنرجویان را تا رسیدن به عبارت زیر هدایت کنیم:

«اتم‌ها برای پایدار شدن با سایر اتم‌ها پیوند تشکیل می‌دهند.»

در ادامه توضیح دهیم:

جالب است بدانیم عنصرهای گروه ۱۸ به صورت تک اتمی وجود دارند. یعنی پایداری کافی را دارند و به این دلیل تمایلی به تشکیل پیوند با دیگر اتم‌ها ندارند. به دلیل تمایل بسیار کمی که برای تشکیل پیوند دارند به **گازهای نجیب** معروفاند.

بعد از اینکه هنرجویان متوجه شدند که اتم اغلب عنصرها در پیوند با سایر اتم‌ها پایدار می‌شوند از آنها بپرسیم:

چرا اتم عناصر گازهای نجیب تمایلی برای انجام واکنش و برقراری پیوند ندارند؟

دلیل پایداری اتم‌های گازهای نجیب چیست؟

یادآوری کنیم: رفتار شیمیایی اتم عناصر به آرایش الکترونی آنها بستگی دارد.

از هنرجویان بخواهیم آرایش الکترونی عناصر هیدروژن، هلیوم، سدیم، منیزیم، اکسیژن و نئون را رسم کنند و دلیلی برای پایداری هلیوم و نئون و واکنش پذیر بودن دیگر عناصر پیدا کنند.

پاسخ هنرجویان را به دقت گوش دهیم و در ادامه توضیح دهیم:

گازهای نجیب (به جز هلیوم که با ۲ الکترون لایه ظرفیتش کامل است)

بر خلاف سایر عناصر، دارای ۸ الکترون در لایه ظرفیت خود هستند و دلیل پایداری آنها به ۸ الکترونی بودن لایه ظرفیت‌شان مربوط است. اتم دیگر عناصر تلاش می‌کنند تا با تشکیل پیوند شیمیایی با دیگر اتم‌ها به چنین آرایشی الکترونی دست یابند و پایدار شوند (قاعده هشتایی).

کلیپ مربوط به واکنش شدید بین فلز سدیم و گاز کلر را برای هنرجویان پخش کنیم.

He <sub>2</sub> هلیوم
Ne <sub>10</sub> نئون
Ar <sub>18</sub> آرگون
Kr <sub>36</sub> کریپتون
Xe <sub>54</sub> زنون
Rn <sub>86</sub> رادون

گروه ۱۸ جدول تناوبی معروف به **گازهای نجیب**. تا کنون ترکیب پایداری از هلیوم، نئون و آرگون شناخته نشده است (به همین دلیل به این ۳ گاز، **گاز بی اثر** گفته می‌شود).

He: ۲)

Ne: ۲) ۸)

Ar: ۲) ۸) ۱۸)

Kr: ۲) ۸) ۱۸) ۳۶)

**ارزشیابی پایانی**

۱- چرا اتم اغلب عنصرها به صورت پیوند شده با سایر اتم‌ها وجود دارند؟  
۲- چرا گازهای نجیب به صورت صورت تک اتمی وجود دارند؟  
۳- انواع پیوند شیمیایی را نام ببرید و تفاوت آنها را ذکر کنید.

سدیم ( $Na$ ) و سایر عناصر گروه ۱ (فلزهای قلیایی) به شدت واکنش پذیر هستند و فعال ترین فلزهای جدول تناوبی محسوب می شوند. از طرف دیگر فلوئور ( $F$ ) و سایر عناصر گروه ۱۷ (هالوژنها) هم فعالیت شیمیایی بسیار زیادی دارند و واکنش پذیرترین نافلزهای جدول تناوبی به حساب می آیند. با نوشتن آرایش الکترونی سدیم، فلوئور و نئون ( $Ne$ ) دلیل واکنش پذیری زیاد فلزهای قلیایی و هالوژن ها را توضیح دهید.

با رسم آرایش الکترونی سدیم و فلوئور و مقایسه آرایش الکترونی آنها با گاز نجیب نزدیک به خودشان (نئون) و مطابق با قاعده هشتایی به این سؤال پاسخ می دهیم:

F: ۲) ۷)

Ne: ۲) ۸)

Na: ۲) ۸) ۱)

سدیم با از دست دادن یک الکترون و فلوئور با گرفتن یک الکترون به آرایش الکترونی مشابه با نئون می رسند و ۸ الکترون در لایه ظرفیت خود خواهند داشت که در این صورت پایدارند. به همین دلیل سدیم و فلوئور و سایر هم گروهی های آنها بسیار واکنش پذیرند تا با تشکیل پیوند با سایر اتم ها به پایداری برسند.

## دانش افزایی

### جوش آرگون



جوشکاری تیگ (Tungsten Inert Gas) یا همان جوشکاری قوس تنگستن تحت پوشش گاز محافظ، یکی از مهمترین روشهای جوشکاری در صنایع مختلف کوچک و بزرگ پتروشیمی، نظامی، دریایی، هوایی، نیروگاه های برق و ... می باشد.

در ایران بیشتر با نام اختصاری و متداول جوش آرگون شناخته می شود. دلیل این نام گذاری بیشتر به خاطر استفاده از گاز آرگون در این فرایند جوشکاری است.

از فرایند جوشکاری TIG می توان برای جوشکاری فلزات سخت و غیر سخت، آهنی و غیر آهنی در تمام ضخامت ها استفاده کرد. با استفاده از این نوع جوشکاری

می‌توان جوشکاری صفحات نازک و ظریف (به عنوان مثال: آلومینیومی) تا لوله‌های تحت فشار را انجام داد. در این روش جوشکاری، محل اتصال فلزات برای جلوگیری از واکنش‌های ناخواسته با گازهای اتمسفر توسط جریانی از گازهای بی‌اثر (آرگون یا هلیوم) محافظت می‌شود.

## واحد یادگیری - ۵

### ۱- پیوندهای شیمیایی

#### شیوه پیشنهادی تدریس:

#### پرسش و پاسخ - مشارکت هنجریان

اتم‌ها به منظور دست یافتن به آرایش مشابه با گاز نجیب و پایداری، به یکدیگر متصل می‌شوند. شیوه اتصال اتم‌ها به هم را **پیوند شیمیایی** می‌گویند.

از هنجریان بخواهیم تا انواع پیوند شیمیایی (**در علوم تجربی آموخته‌اند**) را نام ببرند.

پیوند یونی و **پیوند کووالانسی** را تعریف کنند و تفاوت آنها را ذکر کنند.

بعد از شنیدن پاسخ هنجریان و ارائه تعریف مشخص از پیوند کووالانسی و پیوند یونی، توضیح دهیم:

پس اتم‌ها ۲ راه برای رسیدن به آرایش الکترونی مشابه با گاز نجیب و پایدار شدن دارند:

۱- **انتقال الکترون و تشکیل پیوند یونی (یکی از اتم‌ها الکترون از دست بدهد و اتم دیگر الکترون دریافت کند).**

۲- **اشتراک گذاری الکترون و تشکیل پیوند کووالانسی (دو اتم الکترون‌ها را به اشتراک می‌گذارند).**

#### هدف واحد آموزشی:

انتظار می‌رود هنجردر پایان

این واحد آموزشی:

۱- بداند که اتم‌ها به منظور

پایدار شدن تمایل به تشکیل

پیوند شیمیایی دارند.

۲- انواع پیوندهای شیمیایی

را بشناسد.

۳- بر اساس آرایش الکترونی

نماد یون پایدار اتم را تعیین

کند.

۴- فرمول شیمیایی ترکیب

یونی را بتواند بنویسد.

#### ارزشیابی تشخیصی

۱- پیوند شیمیایی را تعریف

کنید.

۲- تفاوت پیوند کووالانسی و

پیوند یونی را ذکر کنید.

#### دانش افزایی

#### انواع اتم‌ها و سه نوع پیوند شیمیایی

در سطح اتم‌ها بر اساس ویژگی‌های مختلف که به جایگاه آنها در جدول تناوبی ارتباط دارد می‌توانیم اتم‌ها را از فلز تا نافلز دسته‌بندی کنیم. در جدول تناوبی از چپ به راست و از پایین به بالا (در اغلب گروه‌ها) تغییری در خاصیت فلزی به نافلزی مشاهده می‌شود. دو نوع اتم (فلز و نافلز) به سه شکل می‌توانند به هم متصل شوند (نافلز - نافلز، فلز - نافلز و فلز - فلز) که نتیجه آن تشکیل ۳ نوع پیوند شیمیایی است:

### ۱- فلز - نافلز (metal - nonmetal):

انتقال الکترون بین دو اتم صورت می گیرد و پیوند یونی (ionic bonding) تشکیل می شود. به طور معمول بین دو اتم با تفاوت در تمایل به دریافت و از دست دادن الکترون (تفاوت قابل توجه در الکترونگاتیوی یا انرژی یونش) پیوند یونی ایجاد می شود. چنین اختلافی بین فلزهای واکنش پذیر (فلزهای گروه ۱ و ۲) و نافلزهای واکنش پذیر (گروه ۱۷ و عناصر بالای گروه ۱۶) مشاهده می شود. اتم فلزی (الکترونگاتیوی و انرژی یونش کوچک)، ۱ یا ۲ الکترون لایه ظرفیت خود را از دست می دهد و اتم نافلز (الکترونگاتیوی و انرژی یونش بزرگ)، ۱ یا ۲ الکترون دریافت می کند و هر دو اتم به یون هایی که دارای آرایش الکترونی مشابه با گاز نجیب هستند تبدیل می شوند. جاذبه الکتروستاتیک، کاتیون ها و آنیون ها را در آرایش فضایی منظم (شبکه بلور) جامد یونی کنار هم نگه می دارد.

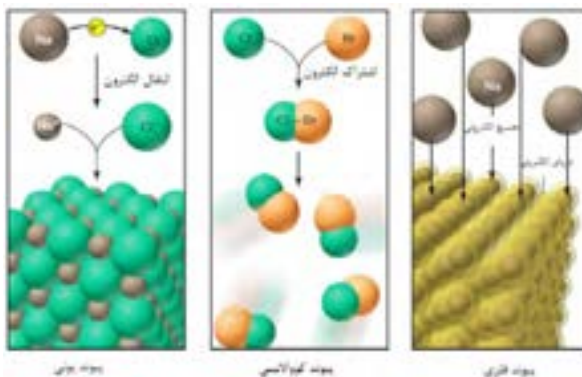
### ۲- نافلز - نافلز (nonmetal - nonmetal):

اشتراک گذاری الکترون صورت می گیرد و پیوند کووالانسی (covalent bonding) تشکیل می شود. وقتی دو اتم اختلاف کوچکی در تمایل برای دریافت و از دست دادن الکترون داشته باشند، در تشکیل پیوند شیمیایی اشتراک گذاری الکترون مشاهده می شود. این نوع پیوند شیمیایی معمولاً بین اتم های نافلز مشاهده می شود (هر چند برخی از جفت فلزها هم می توانند پیوند کووالانسی تشکیل دهند). هر اتم نافلز الکترون هایش را محکم نگه می دارد (انرژی یونش بزرگ) و تمایل به دریافت الکترون از دیگر اتم ها دارد. جاذبه هسته هر اتم بر الکترون های لایه ظرفیت اتم دیگر باعث می شود که اتم ها به هم نزدیک شوند و اشتراک گذاری الکترون در فضای بین دو اتم ایجاد می شود (تشکیل پیوند کووالانسی). در اغلب موارد، در نتیجه تشکیل پیوند کووالانسی مولکول های جدا از هم ایجاد می شوند (مواد مولکولی) و فرمول شیمیایی نوع و تعداد دقیق هر اتم در مولکول را نشان می دهد (فرمول مولکولی).

### ۳- فلز - فلز (metal - metal):

تجمیع الکترونی صورت می گیرد و پیوند فلزی تشکیل می شود. به طور معمول، در اتم های فلزی تعداد الکترون های لایه ظرفیت کم است و به خوبی توسط الکترون های لایه های درونی در مقابل بار مثبت هسته پوشیده می شوند. به همین دلیل، فلزها به راحتی الکترون های لایه ظرفیت خود را از دست می دهند (انرژی یونش کوچک). این ویژگی باعث می شود تا اتم های فلزی الکترون های لایه ظرفیت خود را به اشتراک بگذارند ولی به شکلی متفاوت با آنچه که در پیوند کووالانسی رخ می دهد. در ساده ترین مدل برای پیوند فلزی، در یک نمونه فلزی، اتم ها با اشتراک گذاری الکترون های لایه ظرفیت خود در استخری از الکترون ها قرار می گیرند و مجموعه الکترون ها مانند دریایی در اطراف مراکزهای یونی (اتم هایی که الکترون های لایه ظرفیت خود را از دست داده اند) جریان دارد و آنها را در کنار یکدیگر نگه می دارد. بر خلاف الکترون های به اشتراک گذاشته شده در پیوند کووالانسی که کاملاً بین دو اتم مستقر هستند (localized)، الکترون های موجود در قطعه فلزی نامستقر بوده

(delocalized) و آزادانه در تمام قطعه حرکت می کنند.



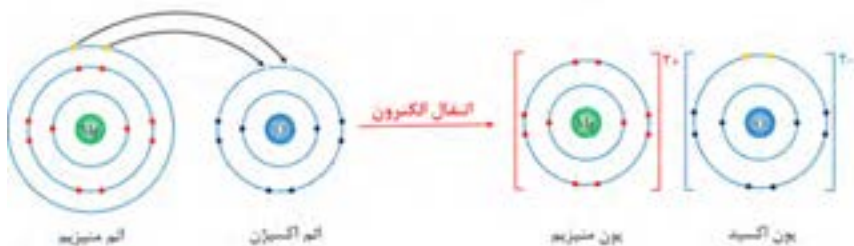
## ۲- پیوند یونی و ترکیب های یونی

### شیوه پیشنهادی تدریس:

#### دریافت مفهوم با مشارکت فعال هنرجویان

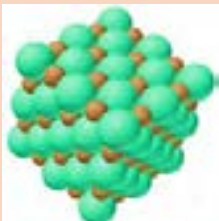
از هنرجویان بخواهیم بر اساس آرایش الکترونی، تعیین کنند اتم های منیزیم ( $Mg_{12}$ ) و اکسیژن ( $O_8$ ) چگونه به پایداری می رسند. پس از پاسخ دادن به سؤال، مفهوم **کاتیون** و **آنیون** را برای هنرجویان یاد آوری کنیم و از آنها بخواهیم تا تعیین کنند کدام عنصر به کاتیون و کدام یک به آنیون تبدیل شده است. در ادامه این سؤالات را مطرح کنیم و به پاسخ هنرجویان توجه کنیم: اگر مقداری فلز منیزیم خالص را با مقداری گاز اکسیژن خالص تماس دهیم چه اتفاقی رخ می دهد؟ اتم اکسیژن الکترون های لازم برای پایدار شدن را از کجا به دست می آورد؟ (در ادامه شکل زیر را برای هنرجویان رسم کنیم)

در نتیجه انتقال الکترون بین دو اتم، یک اتم الکترون از دست می دهد و به **کاتیون** تبدیل می شود، اتم دیگر الکترون دریافت می کند و به **آنیون** تبدیل می شود. آنیون و کاتیون ایجاد شده در نتیجه جاذبه الکتروستاتیک در کنار یکدیگر می مانند و ماده حاصل را **ترکیب یونی** می گویند.



شکل ۱۱- انتقال الکترون از اتم منیزیم به اتم اکسیژن در تولید منیزیم اکسید

پیوند یونی را می‌توانیم جاذبه الکتروستاتیک بین کاتیون و آنیون نیز تعریف کنیم.



یک ترکیب یونی از کنار هم قرار گرفتن منظم تعداد بسیار زیادی کاتیون و آنیون تولید می‌شود (شبكة بلور). ترکیب‌های یونی در مجموع از نظر بار الکتریکی خنثی هستند. یعنی مجموع بار مثبت کاتیون‌ها با مجموع بار منفی آنیون‌ها در ترکیب یونی برابر است.

در ادامه توضیح دهیم:

همان‌طور که می‌دانیم، ذرات با بار الکتریکی مختلف همدیگر را می‌ربایند (جاذبه الکتروستاتیک). کاتیون و آنیون ایجاد شده در نتیجه انتقال الکترون به واسطه جاذبه الکتروستاتیک در کنار هم می‌مانند و ماده ایجاد شده را ترکیب یونی می‌گویند.

همانطور که آموختیم (در قسمت دسته بندی عناصر)، فلزها تمایل به از دست دادن الکترون و نافلزها تمایل به دریافت الکترون دارند. بنابراین وقتی اتم‌های فلزی در کنار اتم‌های نافلزی قرار گیرند، اتم‌های نافلز از اتم‌های فلزی الکترون می‌گیرند و با ایجاد پیوند یونی به هم متصل می‌شوند.

اکنون از هنرجویان بخواهیم تا کار در کلاس صفحه ۲۳ را پاسخ دهند (اجازه مشورت با یکدیگر را به هنرجویان بدهیم و در صورت نیاز آنها را راهنمایی کنیم).

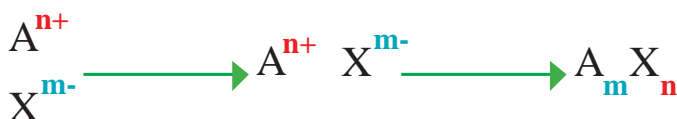
همکار عزیز، هدف از کار در کلاس صفحه ۲۳ این است که هنرجو بیاموزد:

ترکیب یونی که از اجتماع تعداد زیادی کاتیون و آنیون ایجاد می‌شود، مانند هر ماده دیگری خنثی است و در آن مجموع بار مثبت با بار منفی برابر است (لزوماً تعداد کاتیون‌ها و آنیون‌ها برابر نیست). بر این اساس بتواند بین کاتیون و آنیون یک ترکیب یونی نسبت را تشخیص دهد.

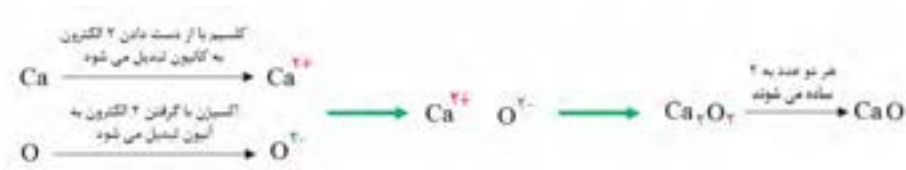
در ادامه توضیح دهیم:

برای نمایش مواد شیمیایی از فرمول شیمیایی استفاده می‌شود. فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی نشان دهنده نوع عناصر موجود در ترکیب یونی و ساده ترین نسبت آنها است. به چنین فرمول شیمیایی فرمول تجربی گفته می‌شود. در فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی (از چپ به راست) ابتدا نماد کاتیون و سپس نماد آنیون نوشته می‌شود و در صورت نیاز از اعدادی در زیر نماد هر یون استفاده می‌شود که زیروند گفته می‌شوند و نشان دهنده ساده ترین نسبت یون‌ها در ترکیب اند.

(نمونه حل شده صفحه ۲۴ را برای هنرجویان توضیح دهیم). می‌توانیم الگوی زیر را برای هنرجویان ارائه دهیم:



توجه کنیم: در صورتی که **m** و **n** در فرمول شیمیایی ساده شوند باید آنها را ساده کنیم. به عنوان نمونه به مثال زیر توجه کنید:



سپس از هنرجویان بخواهیم تا فرمول شیمیایی ترکیب یونی بین عناصر منیزیم و فلوئور (و یا نمونه‌هایی دیگر) را بنویسند. به هنرجویان زمان کافی بدهیم و پاسخ‌های آنها را بررسی کنیم. در ادامه از یکی از هنرجویان بخواهیم تا سؤال را روی تابلو پاسخ دهد. همکارگرمای، در ادامه به منظور معرفی ویژگی‌های بارز ترکیب‌های یونی (اجتماعی از یون‌ها هستند، اغلب جامدند و در آب حل می‌شوند و محلول آبی آنها جریان برق را به خوبی عبور می‌دهد) توصیه می‌شود آزمایش کنید صفحه ۲۴ را با فراهم کردن وسایل در کلاس درس انجام دهیم (و یا می‌توانیم با مراجعه به CD همراه کتاب فیلم مربوط به آزمایش کنید صفحه ۲۴ آن را برای هنرجویان پخش کنیم) و از آنها بخواهیم تا دلیل مشاهدات خود را توضیح دهند.

فرمول شیمیایی ترکیب‌های یونی حاصل از فلزها و نافلزهای «کار در کلاس ۲» را بنویسید.  
(یک نمونه توضیح داده شده است)

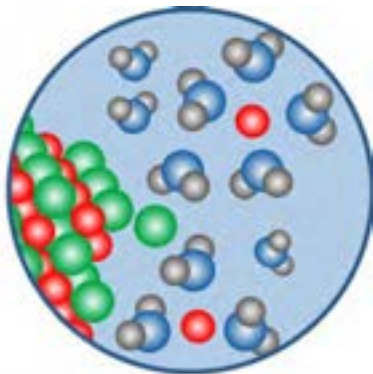
آلومینیوم ۳ الکترون از دست می‌دهد (کاتیون)  $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+}$  و فلوئور یک الکترون می‌گیرد.  
(آنیون)  $\text{F} \rightarrow \text{F}^{-}$  بنابراین در ترکیب یونی حاصل به ازای هر کاتیون ۳ آنیون باید وجود داشته باشد  
 $\text{AlF}_3 \leftarrow$

پاسخ خود را  
بیازمایید

## دانش افزایی

### ویژگی‌های ترکیب‌های یونی

۱- حل شدن در آب: اغلب ترکیب‌های یون در آب حل می‌شوند. هنگامی که یک ترکیب یونی در آب حل می‌شود، مولکولهای قطبی آب اطراف یونهای مثبت و منفی را احاطه کرده و آنها را از یکدیگر جدا می‌کنند و یونها توسط مولکولهای آب، آبیوشی می‌شوند. بنابراین در محلول آبی یک ترکیب یونی یونهای مثبت و منفی از یکدیگر جدا بوده و می‌توانند درون محلول جا به جا شوند.



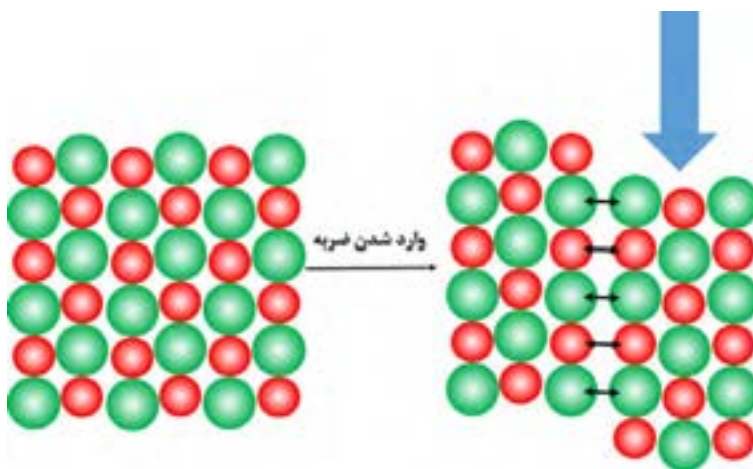
**نقطه ذوب بالا:** به علت انرژی شبکه بزرگ اغلب ترکیب‌های یونی نقطه ذوب بالایی دارند. برخی از ترکیب‌های یونی به دلیل چگالی بار کوچک یون‌ها (آنیون یا کاتیون و یا هر دو) انرژی شبکه کوچک‌تر از حالت متداول و بنابراین نقطه ذوب پایینی دارند. معمولاً به آن دسته از ترکیب‌های یونی که در فشار یک اتمسفر نقطه ذوب نزدیک به  $100^{\circ}\text{C}$  دارند مایع‌های یونی می‌گویند.

چنانچه یک ترکیب یونی را به قدر کافی حرارت دهیم پیوندهای یونی بین یون‌های آن ضعیف‌تر شده و یون‌ها از شبکه بلوری خارج می‌شوند، روی یکدیگر لغزیده و حالت مایع به خود می‌گیرند و ترکیب یونی ذوب می‌شود. بنابراین در حالت مذاب (مایع) نیز یون‌ها می‌توانند نسبت به یکدیگر جابه‌جا شوند.

**۳- رسانایی الکتریکی ترکیبات یونی:** ترکیبات یونی در حالت محلول در آب و مذاب رسانای جریان الکتریسیته می‌باشند زیرا در این دو حالت یون‌ها قادر به حرکت و جابه‌جایی می‌باشند ولی در حالت جامد رسانای الکتریسیته نمی‌باشند زیرا یون‌ها قادر به حرکت و جابه‌جایی نیستند.

بررسی‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهد پیوند بین ۲ یون در یک شبکه بلوری قوی‌تر از پیوند بین همان ۲ یون به تنهایی است. به عنوان مثال اگر قدرت پیوند یونی بین یون  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  را ۱ فرض کنیم در بلور نمک طعام قدرت پیوند یونی  $1/76$  می‌باشد.

**۴- سختی و شکنندگی:** با توجه به اینکه تمام یون‌ها در یک شبکه بلوری سه بعدی کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و بین آنها پیوندهای قوی یونی وجود دارد لذا اغلب ترکیبات یونی بسیار سخت می‌باشند. از طرفی ترکیبات یونی شکننده‌اند زیرا بر اثر ضربه، یون‌ها برای لحظه کوتاهی نسبت به هم جابه‌جا شده و یون‌های همنام مجاور یکدیگر قرار می‌گیرند که یکدیگر را دفع کرده و بلور می‌شکند.



- ۱- چه موقع بین دو اتم پیوند یونی تشکیل می‌شود؟
- ۲- چرا با اینکه ترکیب‌های یونی در حالت جامد جریان برق را از خود عبور نمی‌دهند ولی در حالت مذاب و محلول جریان برق را به خوبی عبور می‌دهند؟
- ۳- فرمول شیمیایی ترکیب یونی که کاتیون آن ۲ بار مثبت و آنیون آن ۳ بار منفی دارد را تعیین کنید.
- ۴- در ترکیب یونی  $\text{Na}_2\text{O}$  کاتیون و آنیون را تعیین کنید. در این ترکیب به ازای ۱۰ کاتیون چند آنیون وجود دارد؟

## دانش افزایی

### یون تک اتمی و یون چند اتمی

به هر یونی که از یک اتم، آن هم بر اثر گرفتن یا از دست دادن یک یا چند الکترون تشکیل می‌شود یون **تک اتمی** می‌گویند. برای نشان دادن یک یون تک اتمی باید هم نماد شیمیایی عنصری که یون از اتم آن ایجاد شده است و هم نوع و میزان بار آن را بنویسیم.

نماد شیمیایی	نام یون	نماد شیمیایی	نام یون
$\text{H}^+$	یون هیدروژن	$\text{H}^-$	یون هیدرید
$\text{Li}^+$	یون لیتیم	$\text{F}^-$	یون فلوئورید
$\text{Na}^+$	یون سدیم	$\text{Cl}^-$	یون کلرید
$\text{K}^+$	یون پتاسیم	$\text{Br}^-$	یون برمید
$\text{Cs}^+$	یون سزیم	$\text{I}^-$	یون یدید
$\text{Ag}^+$	یون نقره		
$\text{Mg}^{2+}$	یون منیزیم	$\text{O}^{2-}$	یون اکسید
$\text{Ca}^{2+}$	یون کلسیم	$\text{S}^{2-}$	یون سولفید
$\text{Ba}^{2+}$	یون باریم		
$\text{Zn}^{2+}$	یون روی		
$\text{Al}^{3+}$	یون آلومینیوم	$\text{N}^{3-}$	یون نیتريد

برای نامیدن کاتیون‌های تک اتمی پیش از نام عنصر کلمه «یون» نوشته می‌شود. برای نام گذاری آنیون تک اتمی، به ریشه نام عنصر پسوند «ید» اضافه می‌شود و پیش از نام آن کلمه «یون» نوشته می‌شود ( $\text{O}^{2-}$  را یون سولفید می‌نامند).

برخی از عناصرها (اغلب فلزهای واسطه) بیش از یک نوع کاتیون تک اتمی پایدار دارند (تشکیل این

یون‌ها از قاعدهٔ هشتایی پیروی نمی‌کنند). به عنوان نمونه عنصر آهن دو نوع کاتیون با بارهای  $2+$  و  $3+$  ایجاد می‌کند. برای نام گذاری کاتیون‌های این عنصرها علاوه بر کلمه «یون» که پیش از نام عنصر آورده می‌شود، بار یون مورد نظر با عدد رومی در پرانتز بعد از نام عنصر نوشته می‌شود. بر این اساس کاتیون‌های آهن به ترتیب یون آهن (II) و یون آهن (III) نامید می‌شوند. نام و نماد کاتیون‌های تعدادی از عناصری که بیش از یک کاتیون تشکیل می‌دهند را در جدول زیر مشاهده می‌کنید.

نماد شیمیایی	نام یون	نماد شیمیایی	نام یون
$\text{Cr}^{2+}$	یون کروم (II)	$\text{Cu}^+$	یون مس (I)
$\text{Cr}^{3+}$	یون کروم (III)	$\text{Cu}^{2+}$	یون مس (II)
$\text{Co}^{2+}$	یون کبالت (II)	$\text{Pb}^{2+}$	یون سرب (II)
$\text{Co}^{3+}$	یون کبالت (III)	$\text{Pb}^{4+}$	یون سرب (IV)
$\text{Mn}^{2+}$	یون منگنز (II)	$\text{Sn}^{2+}$	یون قلع (II)
$\text{Mn}^{3+}$	یون منگنز (III)	$\text{Sn}^{4+}$	یون قلع (IV)

یون‌هایی که از دو یا چند اتم تشکیل شده‌اند، یون‌های چند اتمی گفته می‌شوند. در ساختار این یون‌ها، تعداد مشخصی اتم با پیوندهای کووالانسی به هم متصل شده‌اند. نام و فرمول شیمیایی برخی از این یون‌ها را در جدول زیر مشاهده می‌کنید.

فرمول یون	نام یون	فرمول یون	نام یون
$\text{NO}_3^-$	یون نیترات	$\text{HSO}_3^-$	یون هیدروژن سولفات
$\text{NO}_2^-$	یون نیتريت	$\text{CO}_3^{2-}$	یون کربنات
$\text{PO}_4^{3-}$	یون فسفات	$\text{OH}^-$	یون هیدروکسید
$\text{SO}_4^{2-}$	یون سولفات	$\text{NH}_4^+$	یون آمونیوم
$\text{SO}_3^{2-}$	یون سولفیت		

### نام گذاری ترکیب‌های یونی

برای نام گذاری ترکیب‌های یونی، ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون بدون واژه «یون» نوشته می‌شود. برای نمونه ترکیب  $\text{KBr}$  که از یون پتاسیم (کاتیون) و یون برمید (آنون) تشکیل شده است، پتاسیم برمید نامیده می‌شود. به نام ترکیب‌های یونی جدول زیر توجه کنید.

فرمول شیمیایی	نام ترکیب	فرمول شیمیایی	نام ترکیب
$\text{NaCl}$	سدیم کلرید	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	آهن (III) هیدروکسید
$\text{K}_2\text{O}$	پتاسیم اکسید	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	آمونیم نیترات
$\text{CuSO}_4$	مس (II) سولفات	$\text{FeO}$	آهن (II) اکسید

## واحد یادگیری - ۶

### پیوند کووالانسی و مواد مولکولی

#### شیوه پیشنهادی تدریس:

#### دریافت مفهوم - مشارکت هنرجویان

همکار گرمی، از آنجایی که در واحد یادگیری قبل هنرجو را با این موضوع که اتم‌ها برای رسیدن به آرایش الکترونی مشابه با گاز نجیب پیوند شیمیایی تشکیل می‌دهند آشنا کردیم، پیشنهاد می‌شود به هنرجویان فرصت دهیم **ببیندیشید صفحه ۲۵** را مطالعه کنند و با مشورت هم گروهی‌های خود به سؤالات مطرح شده پاسخ دهند.

در هنگام پاسخ دهی، مشورت و استدلال‌های هنرجویان را کنترل و آنها را به هدف (اشتراک گذاری الکترون) نزدیک کنیم. در ادامه، پاسخ‌های هنرجویان به **ببیندیشید صفحه ۲۵** را جمع بندی کنیم و توضیح دهیم:

وقتی دو **اتم نافلز** با هم پیوند شیمیایی تشکیل می‌دهند، هیچ یک توانایی دریافت الکترون از اتم دیگر را ندارد (به عنوان نمونه وقتی دو اتم فلئور با هم پیوند تشکیل می‌دهند).

در این وضعیت، انتقال الکترون صورت نمی‌گیرد و اتم‌ها با **اشتراک گذاری الکترون‌های خود** با هم پیوند شیمیایی تشکیل می‌دهند، که حاصل آن پایدار شدن اتم‌ها در نتیجه اشتراک الکترون است. به این شیوه اتصال اتم‌ها به یکدیگر **پیوند کووالانسی** گفته می‌شود.

#### هدف واحد آموزشی:

انتظار می‌رود هنرجو در پایان این واحد آموزشی:

۱- درک کند برخی اتم‌ها (معمولاً نافلزها) به منظور پایدار شدن، الکترون‌ها را به اشتراک می‌گذارند.

۲- پیوند کووالانسی را بتواند تعریف کند.

۳- بتواند تفاوت پیوند یونی و کووالانسی را توضیح دهد.

۴- مولکول، مواد مولکولی و فرمول مولکولی را تعریف کند.

#### ارزشیابی تشخیصی

۱- تفاوت پیوند کووالانسی و پیوند یونی را ذکر کنید.

۲- آیا همه مواد از اجتماع یون‌ها تشکیل شده‌اند.

۳- چرا آب رسانای خوبی برای جریان برق نیست؟

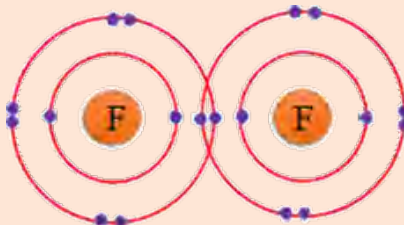
#### پاسخ خود را بیازمایید

آرایش الکترونی اتم فلئور ( $F$ ) را تعیین کنید و به سؤالات زیر پاسخ دهید.  
الف) اتم فلئور چگونه به پایداری می‌رسد؟  
آرایش الکترونی فلئور به صورت زیر است:

( ۲ : ۲ )  $F$

فلئور برای پایدار شدن به یک الکترون نیاز دارد تا لایه ظرفیتش ۸ الکترونی شود. بنابراین با تبدیل شدن به آنیون با یک بار منفی پایدار می‌شود ( $F^-$ )

ب) اتم فلئور در گاز فلئور به صورت پیوند شده با یک اتم فلئور دیگر وجود دارد. با مدل زیر می‌توانیم آرایش الکترونی دو اتم فلئور در گاز فلئور را نشان دهیم. اتم‌های فلئور در گاز فلئور چگونه پایدار شده‌اند؟



هر اتم فلئور با اشتراک گذاری یک الکترون و با اتم دیگر به پایداری می‌رسد و انتقال الکترونی صورت نمی‌گیرد

در ادامه توضیح دهیم: وقتی تعداد مشخصی اتم از طریق پیوند کووالانسی به هم متصل شوند، گونه حاصل را مولکول می‌گویند. به عنوان نمونه وقتی دو اتم کلر از طریق پیوند کووالانسی به هم متصل شوند مولکول کلر ( $\text{Cl}_2$ ) تشکیل می‌شود.

برای نمایش دادن هر مولکول از فرمول شیمیایی استفاده می‌شود که علاوه بر نوع عناصر موجود در ترکیب تعداد دقیق اتم‌های هر عنصر در مولکول را نمایش می‌دهد. به این فرمول شیمیایی، **فرمول مولکولی** گفته می‌شود.

از اجتماع مولکول‌ها **مواد مولکولی** ایجاد می‌شوند.

ماده کلر، که از کنار هم قرار گرفتن تعداد زیادی مولکول کلر ( $\text{Cl}_2$ ) ایجاد می‌شود.

کربن دی اکسید، که از کنار هم قرار گرفتن تعداد زیادی مولکول کربن دی اکسید ( $\text{CO}_2$ ) ایجاد می‌شود.

گاز اکسیژن، که از کنار هم قرار گرفتن تعداد زیادی مولکول اکسیژن ( $\text{O}_2$ ) ایجاد می‌شود.

آب، که از کنار هم قرار گرفتن تعداد زیادی مولکول  $\text{H}_2\text{O}$  ایجاد می‌شود.

گلوکز، که از کنار هم قرار گرفتن تعداد زیادی مولکول  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  ایجاد می‌شود.

و ... از جمله مواد مولکولی هستند.

سپس از هنرجویان خواهیم **کار در کلاس صفحه ۲۵** را پاسخ دهند.

در پایان، از یکی از هنرجویان خواهیم تا متن مربوط به واحد آموزشی را بخواند.

#### ارزشیابی پایانی

۱. مولکول را تعریف کنید.

۲. فرمول مولکولی چه تفاوتی با فرمول تجربی دارد؟

۳. در مولکول ماده فسفریک اسید ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) نوع عناصر، تعداد کل اتم‌ها و تعداد اتم‌های هر عنصر را تعیین کنید.

## دانش افزایی

### نمایش مولکول‌ها (ساختار لوویس)

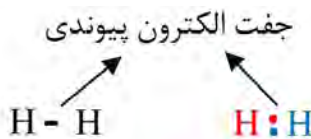
می‌دانید که از اتصال اتم‌ها به یکدیگر مولکول‌ها به وجود می‌آیند. برای نشان دادن چگونگی اتصال اتم‌ها به یکدیگر و نمایش مولکول حاصل می‌توان از مدل الکترون - نقطه برای اتم‌ها استفاده کرد. به ساختار ایجاد شده، ساختار لوویس گفته می‌شود. به این منظور الکترون‌های ظرفیتی را با استفاده از نقطه، در چهار جایگاه اطراف نماد شیمیایی اتم نشان می‌دهند.



برای نمونه، اتم‌های هیدروژن، کربن و اکسیژن به ترتیب، یک، چهار و شش الکترون ظرفیت دارند و مدل الکترون - نقطه این اتم‌ها به صورت زیر است:



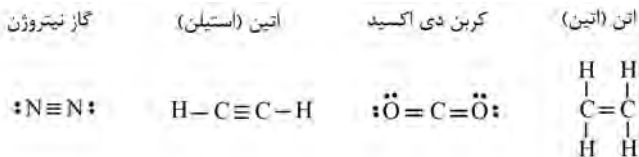
در هر جایگاه حداکثر دو الکترون قرار می‌گیرد. برای تمام اتم‌ها به جز هلیم (چون هلیم لایه ظرفیتش حداکثر ۲ الکترون دارد و دو الکترون این اتم به صورت جفت شده‌اند، He:) ابتدا در هر جایگاه یک الکترون قرار می‌گیرد و سپس الکترون دوم به هر جایگاه وارد می‌شود. مولکول‌ها به طور معمول از اشتراک گذاری تک الکترون‌های (الکترون جفت نشده) اتم‌ها تشکیل می‌شوند. در ساختار لوویس، پیوند کووالانسی ایجاد شده را به صورت جفت الکترون پیوندی و یا یک خط تیره بین دو اتم نمایش می‌دهند. برای نمونه، ساختار لوویس مولکول هیدروژن که از اشتراک یک جفت الکترون بین دو اتم هیدروژن ایجاد می‌شود، به صورت زیر است:



یا ساختار لوویس مولکول گاز کلر که از پیوند کووالانسی بین دو اتم کلر ایجاد می‌شود، به صورت زیر است:



دو اتم می توانند ۲ یا ۳ جفت الکترون به اشتراک بگذارند که نتیجه آن تشکیل پیوندهای ۲ و ۳ گانه است:



### قواعدی برای رسم ساختار لوویس

مولکول‌ها و یون‌های چند اتمی از اتصال اتم‌ها به یکدیگر به وجود می‌آیند. برای نمایش دادن آنها (به این شرط که تمام اتم‌ها از قاعده هشتایی پیروی می‌کنند و آگاهی از اینکه اتم‌های هیدروژن، برلیم، بور و آلومینیوم به ترتیب با داشتن ۲، ۴، ۶ و ۸ الکترون پایدار می‌شوند) می‌توانیم از ساختار لوویس استفاده کنیم. برای رسم ساختار لوویس می‌توانیم به صورت زیر عمل کنیم:

۱- محاسبه تعداد کل الکترون‌های لایه ظرفیت:

بار ذره - (تعداد هر اتم  $\times$  تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت آن اتم) =  $\sum$  = تعداد کل الکترون‌های لایه ظرفیت

۲- تعداد کل الکترون‌های لازم برای پایدار شدن (بر اساس قاعده هشتایی):

(تعداد اتم‌ها  $\times$  تعداد الکترون‌ها برای پایدار شدن) = تعداد کل الکترون‌ها برای پایدار شدن

**نکته:** توجه کنیم که همه اتم‌ها با داشتن ۸ الکترون در لایه ظرفیت خود پایدار می‌شوند به جز هیدروژن،

برلیم، بور و آلومینیوم.

۳- تعداد پیوندها را طبق رابطه زیر تعیین می‌کنیم:

$$\text{تعداد کل الکترون‌های لایه ظرفیت} - \text{تعداد کل الکترون‌های لازم برای پایدار شدن} = \text{تعداد پیوندها}$$

۲

۴- اتم مرکزی را بنویسید و اتم‌های کناری را با تعداد پیوند محاسبه شده به آن وصل کنید. سپس، با اضافه کردن جفت الکترون هشت تایی اتم‌ها را کامل کنید.

**نکته:** اتم مرکزی اتمی است که به طور معمول:

- کمترین تعداد را در مولکول یا یون چند اتمی دارد.
- بیشترین تعداد پیوند را برقرار می‌کند.
- ظرفیت بیشتری از سایر اتم‌ها دارد.
- الکترون‌گاتیوی کمتری نسبت به سایر اتم‌ها دارد.

برای نمونه به رسم آرایش الکترونی گونه‌های زیر توجه کنید:

مولکول  $\text{SO}_3$

۱- گوگرد ( $\text{S}$ ) و اکسیژن ( $\text{O}$ ) دارای ۶ الکترون در لایه ظرفیت خود هستند:

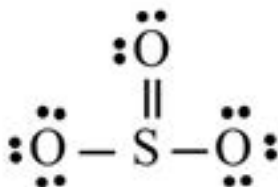
$$24 = (3 \times 6) + (1 \times 6) = \text{تعداد کل الکترون‌های لایه ظرفیت}$$

۲- هر کدام از ۴ اتم این مولکول با داشتن ۸ الکترون در لایه ظرفیت پایدار می‌شوند:

$$32 = (4 \times 8) = \text{تعداد کل الکترون‌ها برای پایدار شدن}$$

$$3 - \text{تعداد پیوندهای موجود در مولکول} = \frac{(32 - 24)}{2} = 4$$

۴- اتم مرکزی این مولکول گوگرد است که با ۳ اتم اکسیژن ۴ پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهد. سپس با اضافه کردن جفت الکترون، هشتایی اتم‌ها را کامل می‌کنیم:



مولکول آمونیاک ( $\text{NH}_3$ )

۱- نیتروژن ( $\text{N}$ ) ۵ الکترون و هیدروژن ( $\text{H}$ ) یک الکترون در لایه ظرفیت خود دارند:

$$۸ = (۱ \times ۵) + (۳ \times ۱) = \text{تعداد کل الکترون‌های لایه ظرفیت}$$

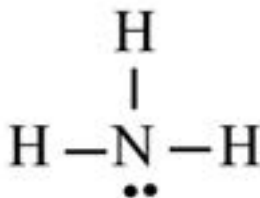
۲- نیتروژن با داشتن ۸ الکترون و هیدروژن با ۲ الکترون در لایه ظرفیت پایدار می‌شوند:

$$۱۴ = (۱ \times ۸) + (۳ \times ۲) = \text{تعداد کل الکترون‌ها برای پایدار شدن}$$

۳- تعداد پیوندهای موجود در مولکول:

$$\frac{(۱۴-۸)}{۲} = ۳ = \text{تعداد پیوندها}$$

۴- اتم مرکزی این مولکول نیتروژن است که با ۳ اتم هیدروژن ۳ پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهد. سپس با اضافه کردن جفت الکترون، هشتایی اتم‌ها را کامل می‌کنیم (هیدروژن با داشتن ۲ الکترون پایدار می‌شود):



یون کربنات ( $\text{CO}_3^{2-}$ ):

۱- کربن ( $\text{C}$ ) ۴ الکترون و اکسیژن ( $\text{O}$ ) ۶ الکترون در لایه ظرفیت خود دارند:

$$۲۴ = (۲ \times -) + (۱ \times ۴) + (۳ \times ۶) = \text{تعداد کل الکترون‌های لایه ظرفیت}$$

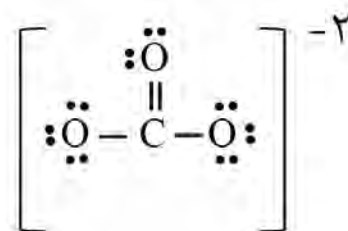
۲- اتم‌ها با داشتن ۸ الکترون در لایه ظرفیت پایدار می‌شوند:

$$۳۲ = (۴ \times ۸) = \text{تعداد کل الکترون‌ها برای پایدار شدن}$$

۳- تعداد پیوندهای موجود در مولکول:

$$\text{تعداد پیوندها} = \frac{(32-24)}{2} = 4$$

۴- اتم مرکزی این یون چند اتمی کربن است که با ۳ اتم اکسیژن ۴ پیوند کووالانسی تشکیل می‌دهد. سپس با اضافه کردن جفت الکترون، هشتایی اتم‌ها را کامل می‌کنیم:



# فصل دوم

## فرایندهای شیمیایی



## واحد یادگیری - ۱ (دما و گرما)

### نکات پنهان درس

به هنجرویایان این توجه را بدهید که:

• دما کمیتی است که جهت جریان انرژی به صورت گرما را نشان می‌دهد؛ به گونه‌ای که اگر جهت جریان گرما از سامانه (A) به محیط (B) باشد، دمای سامانه (A) از دمای محیط (B) بیشتر است ( $T_B < T_A$ ).

• دما را می‌توان کمیتی دانست که میزان شدت جنبش‌های گرمایی ذره‌های سازنده ماده را بیان می‌کند. هرچه دمای سامانه بالاتر باشد، جنبش‌های مولکولی آن ماده شدیدتر است.

• نکته مهم این است که گرما دادن همیشه باعث افزایش دمای جسم نمی‌شود. به این معنی که بدون هیچ گونه تغییر در دمای جسم موجب تغییر فاز می‌شود: مانند فرایند ذوب و انجماد.

### هدف واحد آموزشی:

انتظار می‌رود هنجرو در پایان

این واحد آموزشی:

۱- با مفهوم دما و با روش‌های اندازه‌گیری آن آشنا شود.

۲- مفهوم گرما را بداند.

۳- تفاوت بین دما و گرما را درک کند.

۴- شیوه کار با دماسنج‌های مختلف را بداند و با تفاوت‌های بین این دماسنج‌ها آشنا شود.

۵- با مفهوم واکنش شیمیایی و نحوه نمایش آن آشنا شود.

### شیوه پیشنهادی تدریس:

#### پرسش و پاسخ - انجام آزمایش - استفاده از انیمیشن

مواد و ابزار آموزشی: گچ، تابلو، ویدئو پروژکتور و رایانه، دو عدد لیوان آب سرد و گرم، مرکب

#### چگونگی اجرا

همکار گرمی، در این قسمت هدف این است که هنجرو مطالب مربوط به مفهوم دما و روش‌های اندازه‌گیری آن را که در علوم تجربی آموخته است یادآوری کند. همچنین با مفهوم گرما و تفاوت‌های آن با دما نیز آشنایی کامل یابد. پیشنهاد می‌شود با سؤالات زیر شروع کنید: دما چیست؟ چگونه می‌توان به دمای جسمی پی برد؟ آیا دمای کره زمین در حال افزایش است یا کاهش؟

پس از شنیدن پاسخ هنجرویایان از آنها بخواهید مطالب مربوط در کتاب درسی (صفحه اول فصل) را مطالعه کنند. با جملات زیر تدریس را ادامه دهید: بعضی از اجسام مثل آب جوش یا شعله خیلی داغ هستند، آنقدر داغ که می‌توانند به ما آسیب برسانند. از سوی دیگر یک تکه یخ خیلی سرد است، آنقدر که می‌تواند بدن ما را بلرزاند.

گرمی یا سردی اجسام را با لمس کردن نمی‌توان به‌طور دقیق تعیین کرد. اگر جسم خیلی داغ یا خیلی سرد باشد، به ما آسیب می‌رساند و اگر به اندازه‌ای که ما احساس می‌کنیم سرد یا گرم نباشد، تنها با لمس کردن نمی‌توان گفت که آن جسم به چه اندازه گرم یا سرد است. پس برای سنجش گرمی یا سردی اجسام به کمیتی نیاز داریم، که لمس کردن مطمئن‌تر باشد. با سؤالات زیر مشارکت هنجرویایان در یادآوری و آموزش را ادامه دهید: چگونه می‌توانیم دمای یک جسم را دقیق تعیین کنیم؟

### ارزشیابی تشخیصی

به شما همکار گرمی پیشنهاد می‌شود درباره مفاهیم زیر پرسش‌هایی مفهومی و هدفمند طرح کنید و از هنجرویایان بخواهید به آنها پاسخ دهند:

۱- مفهوم دما و گرما

۲- تفاوت دما و گرما

۳- روش‌های اندازه‌گیری دما

۴- تفاوت دماسنج‌های

جیوه‌ای و الکلی

۵- رابطه جنبش ذره‌های

سازنده ماده با دمای آن



شکل ۱- معیار اندازه‌گیری دما



شکل ۲- نمونه‌ای از دماسنج گالیله



شکل ۳- نمونه‌ای از دماسنج الکلی



شکل ۴- نمونه‌ای از دماسنج جیوه‌ای

معیار دقیق برای اندازه‌گیری دما چیست؟

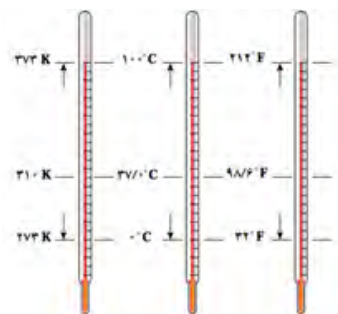
پس از شنیدن پاسخ هنرجویان از آنها بخواهید صفحه ۳۲ کتاب درسی را مطالعه کنند. سپس تصویری از دماسنجی که توسط گالیله اختراع شد را برای آنها توضیح و همچنین شیوه کار با دماسنج را مطابق با مطالب صفحه ۳۳ برای هنرجویان شرح دهید. در ادامه از هنرجویان بپرسید که آیا نحوه کار دماسنج جیوه‌ای و الکلی با دماسنج گالیله یکسان است؟ **پس از شنیدن پاسخ چند هنرجو و جمع بندی پاسخ‌های آنان، شباهت‌ها و تفاوت‌های آنها را توضیح دهید.**

### دانش‌افزایی

در ادامه، ساختمان دماسنج جیوه‌ای و الکلی را برای هنرجویان شرح دهید: این دماسنج‌ها مطابق شکل ۴ و ۵ از یک لوله شیشه‌ای باریک سربسته و خالی از هوا تشکیل شده که قسمت پایین آن متصل به یک مخزن است. این مخزن می‌تواند مملو از جیوه یا الکل باشد. دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی درست همان کار دماسنج گالیله را انجام می‌دهند. هنگامی که جیوه گرم می‌شود، خود را از دیواره شیشه بالا می‌کشد، انبساط حجم پیدا می‌کند و در ستون شیشه‌ای دماسنج بالا می‌رود و چون سرد می‌شود منقبض شده و در حباب شیشه‌ای پائین لوله دماسنج، جمع می‌شود. دماسنج جیوه‌ای را گراند دوک فردیناند دوم، در حدود سال ۱۶۵۴ میلادی برای نخستین بار به کار برد. اساس کار دماسنج جیوه‌ای و الکلی با دماسنج گالیله یکسان است.

اکنون از هنرجویان بپرسید آیا نحوه کار دماسنج جیوه‌ای و الکلی را می‌دانند؟ **پس از شنیدن پاسخ هنرجویان و جمع بندی پاسخ‌های آنها، شیوه کار با دماسنج‌ها را با استفاده از فیلم آموزشی در سی‌دی برای آنها توضیح دهید.**

در ادامه از هنرجویان بپرسید که آیا تا کنون اخبار هواشناسی از تلویزیون و رادیو را دنبال کرده‌اید؟ برای دمای هوای یک شهر، از چه واحدی استفاده می‌کنند؟ **پس از شنیدن پاسخ چند هنرجو و جمع بندی پاسخ‌های آنها، قسمت نهایی صفحه ۳۳ کتاب درسی را برای آنها توضیح و شیوه تبدیل واحدهای سانتیگراد**



و کلوین را شرح دهید. از آنها بخواهید با مشارکت یکدیگر، به خود را بیازمایید صفحه ۳۳ پاسخ دهند:

شکل ۵- مقیاس دمای سلسیوس (سانتیگراد)، کلوین و فارنهایت.

خود را  
بیازمایید

الف) دماهای زیر را بر حسب درجه فارنهایت و کلوین محاسبه کنید.

جواب:

با توجه به رابطه  $T_K = T_C + 273/15$  جدول را کامل می کنیم:

سلسیوس	۰	۱۰۰	۳۷	۲۵	-۲۷۳
کلوین	۲۷۳/۱۵	۳۷۳/۱۵	۳۱۰/۱۵	۲۹۸/۱۵	۰/۱۵

تحقیق  
کنید

چرا معمولاً از جیوه و الکل برای ساخت دماسنج استفاده می شود؟ آیا از آب نیز می توان به این منظور استفاده کرد؟ تفاوت عمده دماسنج های جیوه ای و الکی چیست؟  
جواب:

از مهم ترین دلایل استفاده از جیوه به جای آب می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- جیوه کدر است و به خوبی دیده می شود.
- ۲- جیوه به دلیل جاذبه بین مولکولی زیاد به جداره لوله دماسنج نمی چسبد و بنابراین در برابر حرکت آن نیروی مقاومی ایجاد نمی شود.
- ۳- تغییر حجم جیوه در برابر تغییرات کوچک دما نیز به خوبی قابل مشاهده است.
- ۴- نقطه انجماد و جوش جیوه به ترتیب ۳۹- و ۳۵۷ درجه سانتیگراد است، پس قابلیت اندازه گیری دماهای بالای ۱۰۰ درجه سانتیگراد که در این دما آب به جوش می آید را داراست.

نقطه انجماد و جوش الکل به ترتیب ۱۱۵- و ۷۹ درجه سانتیگراد است که از دماسنج الکی برای محاسبه نقاط انجماد پایین استفاده می شود ولی برای محاسبه نقطه جوش، گزینه مناسبی نیست. دماسنج الکی حتی نمی تواند نقطه جوش آب را نشان دهد زیرا نقطه جوش آن تنها ۷۹ درجه است. با توجه به نقطه انجماد و جوش جیوه، دماسنج جیوه ای برای اندازه گیری دماهای بالا مناسب است.

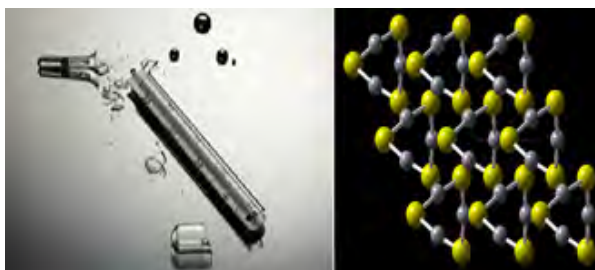
### دانش افزایی

دماسنج پزشکی به طور معمول بین ۳۵ تا ۴۲ درجه بندی شده است و هر قسمت ریز آن ۰,۱ درجه را نشان می دهد. شیشه های دماسنج پزشکی نازک است تا به راحتی تبادل گرمایی کند و از طرفی باریک بودن لوله باعث می شود تا با اندکی تبادل گرما جیوه درون آن تغییر حجم داده و دمای جدید را نشان دهد. در انتهای دماسنج پزشکی برآمدگی وجود دارد که کاربرد آن این است که بعد از جدا شدن از بدن جیوه پایین نیامده و پزشک فرصت خواندن را از دست ندهد.



### دانش افزایی

در صورتی که یک دماسنج جیوه ای شکسته شود، جیوه ریخته شده در آن را باید جمع آوری نمود، چرا که جیوه ماده ای سمی و سرطان زا است و بخارات آن بسیار سریع پخش می شود. یکی از روش های ساده برای جمع آوری جیوه این است که روی آن گوگرد ریخت. زیرا گوگرد با جیوه به خوبی واکنش می دهد و کمپلکسی تولید می شود که به راحتی می توان آن را جمع آوری کرد.



## مفهوم گرما



شکل ۶- مفهوم گرما



شکل ۷- برخی اجسام بسیار داغ هستند.

با سؤالات زیر نظر هنرجویان را در مورد مفهوم گرما جویا شوید: گرما چیست؟ آیا گرما همان دماست؟ بعد از شنیدن پاسخ هنرجویان سؤال زیر را مطرح کنید: تفاوت دما و گرما چیست؟ با پرسش از هنرجویان و جمع بندی پاسخ آنها، تعریفی برای گرما ذکر کنید. با آنکه هر فردی در کارهای روزانه به دفعات با دما و کاربردهای آن سر و کار پیدا می کند، اما ادراک مفهوم دما و گرما به طور دقیق مشکل است. با استفاده از مثال زیر تفاوت مفهوم دما و گرما را برای هنرجویان شرح دهید: در صنایع ذوب آهن و فولاد، برای سرد کردن آهن مذاب از آب استفاده می شود. وقتی که آهن داغی را در ظرف آبی فرو می بریم، مشاهده می کنیم که گرما از آهن داغ به آب سرازیر می شود و آن را گرم می کند. از همین رو می گوئیم دمای آهن داغ از آب بیشتر است. بدین ترتیب که وقتی دو جسم در تماس با هم قرار گیرند، گرما از جسمی که دمای بالاتری دارد به جسم دیگر که دمای پایین تری دارد جاری می شود. هرگاه این دو جسم هم دما باشند، میان آنها انتقال گرمای قابل مشاهده ای، رخ نمی دهد و گفته می شود که آن دو جسم با هم به حالت تعادل حرارتی رسیده اند. پس می توان گفت، دما خاصیتی است که می تواند جهت جریان یافتن انرژی گرمایی را تعیین کند. در ادامه با انجام آزمایش ۱ مفهوم گرما و همچنین تفاوت های آن را با دما برای هنرجویان شرح دهید. **علاوه بر این می توان از فیلم آموزشی موجود در سی دی نیز استفاده نمود.**

جواب:

هنگامی که مقداری مرکب به ظرف حاوی آب داغ اضافه شود با توجه به اینکه مولکول های آن سریع تر حرکت می کنند، مرکب سریع پخش می شود. در حالی که در آب سرد با توجه به جنب و جوش کم ذرات آن، در یک زمان مشخص مرکب به مقدار کمتری پخش می شود.

آزمایش کنید

۱- مفهوم دما و روش های اندازه گیری آن را توضیح دهید.

۲- تفاوت مفهوم دما و گرما چیست؟

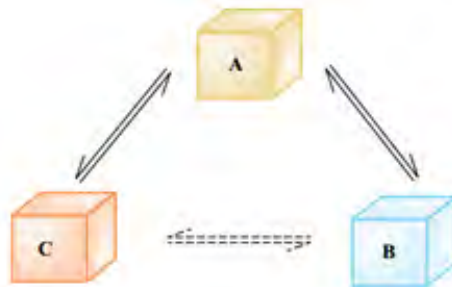
۳- با افزایش دما جنبش مولکول های ماده چه تغییری می کند؟ توضیح دهید.

ارزشیابی پایانی

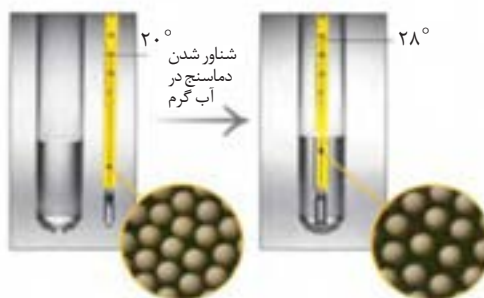
## دانش افزایی

قانون صفرم ترمودینامیک (Zeroth Law Of thermodynamics) بیان می‌کند که اگر دو سیستم با سیستم سوم در حال تعادل گرمایی باشند، با یکدیگر در حال تعادل اند. در زبان یونانی Thermos به معنای گرما و حرارت و Dynamic به معنای تغییرات می‌باشد و لغت Thermodynamic بیانگر شاخه‌ای از علم فیزیک می‌باشد که به بررسی رفتار خواص کلی سیستم‌ها مانند فشار، دما، انرژی داخلی، حجم، آنتروپی و ... می‌پردازد. از جمله مسائل مورد علاقه این علم، بررسی قوانین حاکم بر تبدیل انرژی گرمایی به کار است. قوانین اصلی حاکم بر این علم بسیار جالب بوده و مصادیق بسیاری در سایر علوم تجربی و نظری نیز دارند.

در ابتدا ۲ قانون نخست و دوم ترمودینامیک وضع شد و بعدها پی برده شد که باید به این قوانین قانون دیگری نیز افزوده شود و چون این قانون به نوعی پایه‌ای از دو قانون پیشین بود آن را قانون صفرم نامیده‌اند. هرگاه دو جسم مانند A و B، هر یک جداگانه با جسم سوم مانند C در تعادل حرارتی باشند، تجربه نشان می‌دهد که دو جسم A و B نیز در موقعی که با هم تماس پیدا کنند، در حال تعادل حرارتی هستند. برای مثال فرض کنید یک قطعه آهن با آب درون ظرفی در حال تعادل حرارتی باشد، از سوی دیگر یک قطعه مس نیز با همان آب در حال تعادل حرارتی باشد، حال هرگاه، این قطعه آهن با قطعه مس یاد شده در تماس قرار گیرد، تجربه نشان می‌دهد که هیچ‌گونه گرمای مشاهده‌پذیری از یکی به دیگری و بر عکس جاری نمی‌شود. بنابراین، قطعه آهن و قطعه مس با هم هم‌دما بوده و آنها هر دو با آب داخل ظرف هم‌دما هستند (آنها با هم در تعادل حرارتی هستند). نتیجه این تجربه و تجربه‌های مانند آن به نام قانون صفرم ترمودینامیک معروف است.



قانون صفرم ترمودینامیک به عنوان اساس کار دماسنج‌ها در نظر گرفته می‌شود. در واقع دماسنج حکم جسم B در قانون یاد شده را دارد. یک دماسنج بر اساس تعادل گرمایی با اجسام با دمای معلوم درجه بندی یا کالیبره می‌شود و سپس از آن درجه بندی برای تعیین دمای اجسام دیگر که در تعادل گرمایی با دماسنج قرار می‌گیرند، استفاده می‌شود. به عنوان مثال یک دماسنج جیوه ای که بر اساس ارتفاع مایع جیوه درون لوله باریک دماسنج کار می‌کند، را در نظر بگیرید. هنگامی که این دماسنج در تماس با مخلوط آب و یخ با دمای معلوم صفر درجه سانتیگراد قرار می‌گیرد، جیوه ارتفاع مشخصی در لوله به خود می‌گیرد که به عنوان دمای برابر صفر درجه سانتیگراد درجه بندی می‌شود. حال اگر جیوه این دماسنج در تماس با یک جسم دیگر بعد از رسیدن به تعادل گرمایی با آن جسم، همان ارتفاع مشخص را به خود بگیرد، دمای جسم دیگر برابر صفر درجه سانتیگراد در نظر گرفته می‌شود.



## واحد یادگیری ۲- (معادله شیمیایی)

### نکات پنهان درس

- به هنرجویان این توجه را بدهید که:
- برای موازنه معادله‌های شیمیایی نباید لزوماً از سمت چپ معادله شروع کرد.
- در موازنه معادله‌های شیمیایی در هر مرحله می‌توان همه ضرایب معلوم را در عدد مناسب ضرب کرد تا ضرایب کسری موجود به اعداد صحیح تبدیل شوند.
- عدد جرمی، یک عدد صحیح است که مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها را نشان می‌دهد. این عدد در سمت چپ و بالای نماد شیمیایی عنصر نوشته می‌شود. در حالی که جرم اتمی، جرم یک اتم را بر حسب **amu** نشان می‌دهد، به همین دلیل اغلب عدد صحیحی نیست. با توجه به نزدیکی عدد جرمی و جرم اتمی، نباید آنها را اشتباه به کار برد.

## شیوه پیشنهادی تدریس:

### پرسش و پاسخ – انجام آزمایش – استفاده از فیلم آموزشی

مواد و ابزار آموزشی: گچ، تابلو، ویدئو پروژکتور و رایانه

### چگونگی اجرا

همکار گرامی، در این قسمت هدف این است که هنرجو به واکنش شیمیایی را که در علوم تجربی آموخته است یاد آوری کند، در ادامه با مطالب مربوط به مفهوم معادله شیمیایی و روش موازنه آن، عدد آووگادرو، مفهوم اتم گرم و مولکول گرم آشنا شود.

### معادله شیمیایی

توصیه می شود با سؤالات زیر شروع کنید: واکنش شیمیایی چیست؟ آیا می توانید تعدادی از واکنش های شیمیایی که در زندگی روزمره با آن سر و کار دارید را مثال بزنید؟ به هنرجویان فرصت کافی بدهید، پس از شنیدن پاسخ های آنها، پاسخ هنرجویان را جمع بندی و تکمیل کنید و مثال های متنوعی از واکنش های شیمیایی را برای هنرجویان ارائه کنیم. مانند: فاسد شدن مواد غذایی، پختن غذا و تولید فراورده های غذایی، سوختن کبریت، سوختن گاز طبیعی برای پخت و پز، واکنش فلزات قلیایی با آب. در ادامه مطالب مربوط به صفحه ۳۵ متن کتاب را در کلاس درس توضیح دهید.

### هدف واحد آموزشی:

انتظار می رود هنرجو در پایان این واحد آموزشی:

۱- انواع روش های نمایش معادلات شیمیایی را بدانند.

۲- با روش وارسی به عنوان ساده ترین روش موازنه معادله های شیمیایی آشنا شود.

۳- قانون پایستگی جرم را درک کند.

۴- با مفهوم عدد آووگادرو آشنا شود.

۵- با مفهوم مول به عنوان واحد شمارش ذره های تشکیل دهنده یا مقدار ماده شیمیایی آشنا شود.

۶- مفهوم اتم گرم و مولکول گرم را به طور کامل درک کند.

### ارزشیابی تشخیصی

همکار گرامی پیشنهاد می شود درباره مفاهیم زیر پرسش هایی مفهومی و هدفمند طرح کنید و از هنرجویان بخواهید به آنها پاسخ دهند:

۱- واکنش شیمیایی.

۲- معادله شیمیایی.

۳- مفهوم پایستگی جرم.

۴- مفهوم مول

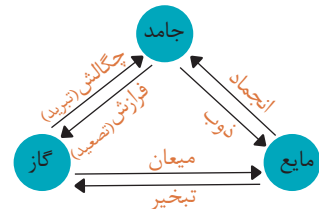
۵- مفهوم اتم گرم و

مولکول گرم.

### دانش افزایی

پدیده ها و واکنش هایی که به صورت روزمره در جهان رخ می دهد؛ به دو دسته واکنش های فیزیکی و شیمیایی تقسیم می کنند.

۱- تغییرات فیزیکی: تغییراتی که در آنها فقط حالت فیزیکی ماده تغییر می کند و ماهیت شیمیایی مواد ثابت باقی مانده و دچار تغییر نمی شود.



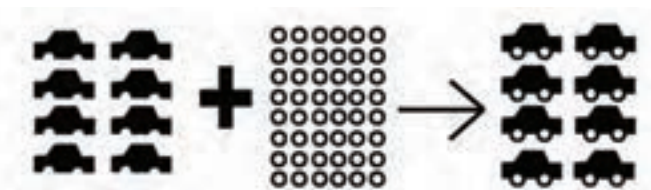
۲- تغییرات شیمیایی: تغییراتی که در آن، ماهیت مواد و ساختار ذره های تشکیل دهنده آن دچار تغییرات اساسی شده و مواد جدیدی تولید می شود.

با سؤالات زیر و مشارکت هنجریان یادآوری و آموزش را ادامه دهید:

ابتدا از هنجریان بپرسید که معادله چیست؟ پس از شنیدن پاسخ هنجریان، پاسخ هنجریان را جمع بندی و تکمیل کنید. معادله ریاضی ساده ای مانند زیر را مثال بنید. معادله در ریاضیات بیان برابری دو چیز با استفاده از نمادهاست. در تمام معادله‌ها علامت تساوی دیده می‌شود. هر معادله دو طرف دارد که در دو طرف علامت تساوی ظاهر می‌شوند.  
به طور مثال:

$$Y = X + 1$$

در ادامه سؤال بپرسید: برای تولید یک ماشین به چه چیزهایی نیاز است؟ این موضوع را برای آنها شرح دهید و در ادامه سؤال زیر را مطرح کنید: معادله شیمیایی چیست؟ در ادامه مطالب صفحه ۳۵ کتاب درسی را توضیح و انواع روش‌های نوشتن معادله شیمیایی را برای آنها شرح دهید. ذکر این نکته مهم است که یک واکنش شیمیایی را با معادله شیمیایی نمایش می‌دهند. در ادامه از نمادهای استفاده شده در معادله نمادی صحبت کنید. در معادله‌های شیمیایی، برای نمایش حالت فیزیکی مواد از علامت‌های اختصاری زیر استفاده می‌شود: گاز را g (مخفف کلمه gas) و مایع را l (مخفف کلمه liquid) و حالت جامد را s (مخفف کلمه solid) نمایش می‌دهند. اگر در واکنش‌های شیمیایی، مواد محلول باشند آن را با aq (مخفف کلمه aqueous) نمایش داده می‌شود.



شکل ۸- کاربرد نمادها در معادله نمادی

### دانش افزایی

سوختن واکنشی است که در آن یک ماده به سرعت با اکسیژن ترکیب شده و طی آن مقدار زیادی انرژی به صورت گرما و نور (و گاهی صدا) آزاد می‌شود. به طور کلی واکنش سوختن یا کامل است یا ناقص. اگر به خوبی دقت کنید متوجه خواهید شد که در شعله زرد رنگ چراغ کمی دوده نیز وجود دارد. تولید دوده و کربن مونوکسید کربن نشانه سوختن ناقص است. در واکنش سوختن کامل انرژی بیشتری آزاد می‌شود. معادله واکنش سوختن کامل و ناقص گاز متان ( $\text{CH}_4$ ) به صورت زیر است. در هنگام سوختن متان معمولاً همه این واکنش‌ها انجام می‌شوند:





شکل ۹- قانون پایستگی

در ادامه نحوه موازنه یک معادله شیمیایی را برای هنرجویان با پرسیدن سؤال زیر شرح دهید: قانون پایستگی جرم چیست؟ در ادامه از هنرجویان در مورد بازی الاکلنگ بپرسید و سؤالات زیر را مطرح کنید: معادله موازنه شده چیست؟ به هنرجویان فرصت کافی دهید تا پاسخ خود را ارائه دهند. پس از شنیدن پاسخ هنرجویان، پاسخ‌های هنرجویان را جمع بندی و تکمیل کنید و با توجه به مطالب صفحه ۳۴ و ۳۵ موازنه معادله شیمیایی را برای آنها شرح دهید: پس از شرح قوانین موازنه معادله شیمیایی، از هنرجویان بخواهید کار در کلاس، نمونه حل شده و خود را بیازمایید را با مشارکت یکدیگر حل نموده و به سؤالات پاسخ دهند. برای درک بهتر هنرجویان، توصیه می‌شود فیلم آموزشی موجود در سی دی را برای آنها نمایش دهید.

## دانش افزایی

در ادامه چگونگی اجرای قانون پایستگی انرژی و موازنه کردن یک معادله شیمیایی را با دستورالعمل زیر برای هنرجویان شرح دهید: در ابتدای کار باید بدانیم از هر اتم چه تعداد در هر طرف واکنش وجود دارد. مراحل موازنه کردن یک واکنش شیمیایی:

۱- ابتدا به دنبال عنصری می‌گردیم که فقط در یک واکنش دهنده (در سمت چپ واکنش) و یک فراورده (در سمت راست واکنش) وجود دارد. بهتر است این عنصر اکسیژن و هیدروژن نباشد و تا حد امکان از سایر عناصرها شروع کنیم.

۲- در صورتی که با ضرایب کسری ( $\frac{1}{2}$  یا  $\frac{2}{3}$  و...) موازنه را پیش بردیم باید در انتهای کار همه ضریب‌ها را در عددی ضرب کنیم تا به ضریب‌های صحیح تبدیل شوند. نمی‌خواهیم در معادله‌ها ضریب‌های نیمه صحیح داشته باشیم؛ زیرا نمی‌توانیم کسری از مولکول را در واکنش شرکت دهیم.

۳- پس از موازنه این اتم سراغ اتم بعدی می‌رویم که در تعداد کمتری از مواد در دو سوی واکنش وجود دارد. برای دیگر واکنش دهنده نیز به همین ترتیب عمل می‌کنیم.

۴- موازنه را به همین ترتیب ادامه دهیم تا به اکسیژن و هیدروژن برسیم. با موازنه این دو عنصر موازنه را به اتمام می‌رسانیم. اغلب توصیه می‌شود. اکسیژن و هیدروژن را به انتهای موازنه ماکول می‌کنیم. چون این عناصرها معمولاً در بیش از یک ترکیب وجود دارند و باعث سردرگمی می‌شوند. توجه شود که گونه‌هایی را که به صورت عنصری در واکنش شرکت کرده اند نیز بهتر است بعد از گونه‌های دیگر موازنه کنیم.

واکنش شیمیایی تولید آب از گاز اکسیژن و گاز هیدروژن را در نظر بگیرید.

الف) جدول زیر را کامل کنید.

تعداد اتم هر عنصر		نماد شیمیایی	عناصر موجود در واکنش
در فراورده‌ها	در واکنش دهنده‌ها		
۱	۲	O	اکسیژن
۲	۲	H	هیدروژن

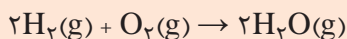
ب) آیا این معادله صحیح است؟ چرا؟

خیر زیرا تعداد اتم‌های اکسیژن در دو طرف معادله برابر نیست.

پ) برای حل این مشکل چه پیشنهادی دارید؟ (توجه! در فرمول شیمیایی هر ماده‌ای نباید زیروندها تغییر داده شوند)

معادله را موازنه کنیم.

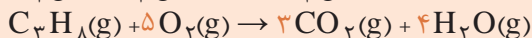
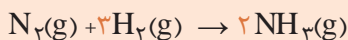
ج) معادله نمادی موازنه شده را بنویسید. در پایان تعداد اتم‌های سمت چپ و راست معادله را مشخص کنید.



تعداد اتم‌های هیدروژن در دو طرف معادله ۴ و تعداد اتم‌های اکسیژن ۲.

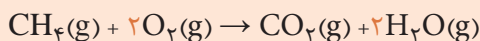
معادله‌های شیمیایی زیر را موازنه کنید.

با توجه به قوانین ذکر شده برای موازنه یک معادله شیمیایی:

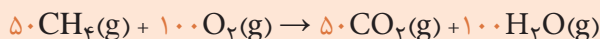


در ادامه نسبت مواد در واکنش را با توجه به مطالب موجود در صفحه ۳۶ شرح دهید و خود را بیازمایید صفحه ۳۷ را با مشارکت هنر جویان حل کنید.

در واکنش سوختن متان تعداد مولکول‌های اکسیژن و متان مورد نیاز برای تولید ۵۰ مولکول کربن دی‌اکسید را محاسبه نمایید.  
ابتدا معادله شیمیایی سوختن متان را موازنه کنید.



با توجه به معادله شیمیایی موازنه شده، برای تولید ۱ مولکول کربن دی‌اکسید ۲ مولکول اکسیژن و ۱ مولکول متان نیاز است. پس برای تولید ۵۰ مولکول دی‌اکسید کربن به ۵۰ برابر این تعداد نیاز است، یعنی ۵۰ مولکول کربن دی‌اکسید و ۱۰۰ مولکول اکسیژن:



## دانش افزایی



آنتوان لوران لاوازیه (زاده ۲۶ اوت ۱۷۴۳ - اعدام ۸ مه ۱۷۹۴) دانشمند فرانسوی و بنیان‌گذار شیمی نوین بود.

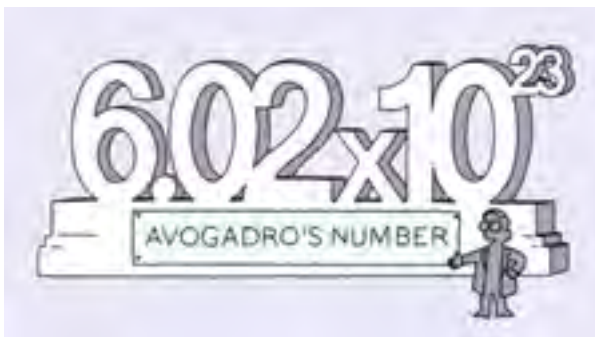
در سال ۱۷۸۹ میلادی، آنتوان لاوازیه کتابی با عنوان «رساله اساسی در شیمی» منتشر کرد. وی در این کتاب مطالب ارزشمندی درباره واکنش‌های شیمیایی ارائه نمود. در واقع لاوازیه جزو نخستین کسانی بود که واکنش‌های شیمیایی را با دقت بررسی و از ترازو برای اندازه‌گیری جرم در واکنش‌های شیمیایی استفاده کرد از این رو، لاوازیه را به عنوان پدر شیمی مدرن می‌شناسند. لاوازیه واکنش سوختن چند ماده را در ظرف در بسته بررسی و مطالعه کرد و بر اساس نتایج آنها قانون پایستگی جرم را کشف کرد. مطابق این قانون:

- ۱- اگر یک واکنش شیمیایی در ظرفی در بسته انجام شود، جرم مواد ثابت می‌ماند.
- ۲- اگر یک واکنش شیمیایی به طور کامل انجام شود، مجموع جرم واکنش دهنده‌ها با مجموع جرم فراورده‌ها برابر می‌شود. برخی چنین بیان می‌کنند که جرم مواد پیش از واکنش با جرم مواد پس از واکنش برابر است.
- ۳- تعداد کل اتم‌ها در یک واکنش شیمیایی ثابت است.
- ۴- تعداد اتم‌های هر عنصر در واکنش دهنده‌ها با تعداد آنها در فراورده‌ها برابر است.

در ادامه تدریس، شمارش تعداد اتم‌ها یا عدد آووگادرو را مورد بررسی قرار دهید و تدریس خود را با حل بیندیشید صفحه ۳۷ شروع کنید. ابتدا از هنرجویان بخواهید با مشارکت و همفکری به این بیندیشید پاسخ دهند. به هنرجویان فرصت دهید تا پاسخ خود را ارائه دهند و سپس پاسخ صحیح را توضیح دهید:

ابتدا یک لوبیا را روی ترازو قرار داده و جرم آن را مشخص می‌کنیم و سپس با تقسیم جرم کل کیسه یعنی ۵۰ کیلو بر جرم یک لوبیا تعداد لوبیاهای موجود درون کیسه را مشخص می‌کنیم.

حال از هنرجویان بخواهید صفحه ۳۷ کتاب را به دقت مطالعه کنند و تدریس را با سؤال زیر ادامه دهید: چگونه می‌توان تعداد اتم‌ها را در یک مقدار معین ماده تعیین کرد؟ مطابق با مطالب صفحه ۳۷ تدریس را ادامه دهید. در ادامه با سؤال زیر تدریس عدد آووگادرو و مفهوم مول را ادامه دهید: چه تعداد اتم باید کنار هم قرار گیرند تا جرم قابل اندازه‌گیری داشته باشند؟



شکل ۱۰- عدد آووگادرو

### دانش افزایی

یکی از صحیح‌ترین روش‌های تعیین عدد آووگادرو، استفاده از پراش پرتو ایکس (X) است. به این صورت که با تاباندن پرتو ایکس بر بلور یک فلز، می‌توان طول یال سلول واحد را به دست آورد. سپس با استفاده از روابط کمی میان چگالی، حجم، جرم سلول واحد و تعداد اتم‌ها (در سلول واحد) می‌توان عدد آووگادرو را حساب کرد. برای نمونه، فلز نقره در شبکه بلوری مکعبی وجوه مرکز پر متبلور می‌شود و دارای چگالی ۱۰/۵۰ گرم بر سانتی متر مکعب است. طول یال سلول واحد برای این عنصر با استفاده از پراش پرتو ایکس برابر ۴۰/۸۶ پیکومتر به دست آمده است. برای یافتن جرم سلول واحد، باید حجم آن را حساب کنیم و در رابطه چگالی قرار دهیم.

$$V_{\text{سلول واحد}} = a^3 = (40.86 \times 10^{-12} \text{ m})^3 = 6.822 \times 10^{-29} \text{ m}^3$$

$$d_{\text{سلول واحد}} = \frac{m_{\text{سلول واحد}}}{V_{\text{سلول واحد}}} \Rightarrow 10.5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times \left( \frac{10^{-6} \text{ cm}}{1 \text{ m}} \right)^3 = \frac{m_{\text{سلول واحد}}}{6.822 \times 10^{-29} \text{ m}^3}$$

$$\Rightarrow m_{\text{سلول واحد}} = 7.162 \times 10^{-25} \text{ g}$$

حال از روی جرم سلول واحد و تعداد اتم‌های موجود در آن، می‌توان جرم یک اتم نقره را حساب کرد.

$$\text{اتم} = \left( 8 \times \frac{1}{8} \right) + \left( 6 \times \frac{1}{4} \right) = 4$$

مرکز وجوه      گوشه‌ها

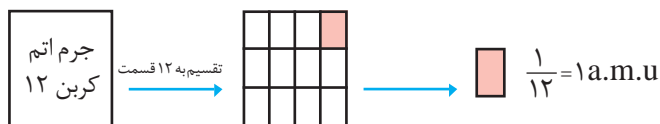
$$\Rightarrow \text{جرم ۱ اتم نقره} = \frac{\text{جرم سلول واحد} (7.163 \times 10^{-22} \text{ g})}{\text{تعداد اتم‌های سلول واحد} (4)} = 1.791 \times 10^{-22} \text{ g}$$

در پایان، با داشتن جرم اتمی میانگین نقره، ثابت آووگادرو به صورت زیر به دست می‌آید.

$$N_A = \frac{1.791 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1.791 \times 10^{-22} \text{ g}} = 6.023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

البته عدد آووگادرو نیز همین عدد است. با این تفاوت که یکا ندارد. نکته مهم اینکه برای محاسبه ثابت آووگادرو می‌توان از قوانین فارادی در برق کافت و همچنین پخش شدن ذره‌های ریز روغن بر سطح آب نیز استفاده کرد.

اکنون با بیان جملات زیر مبحث واحد جرم اتمی را شرح دهید. بهتر است از این مثال‌ها استفاده کنید: برای اندازه‌گیری وزن کامیون به وسیله باسکول از واحد تن و برای اندازه‌گیری وزن میوه با ترازو از واحد کیلوگرم و برای اندازه‌گیری وزن طلا از ترازوی دقیق تر با واحدهای کوچک تر مانند مثقال و گرم استفاده می‌شود. برای اندازه‌گیری جرم اتم نمی‌توان از این واحدها و ابزار استفاده کرد. در این موارد بهتر است یکای کوچک تر و مناسب تری به کاربرد؛ یکایی که در اندازه‌های اتمی است. به عبارت دیگر سنگ وزنه ترازوی ما در مقیاس اتمی از اتم‌های یک عنصر انتخاب می‌شود. از بین اتم‌های عنصرهای مختلف، اتم کربن  $^{12}\text{C}$  را به عنوان مبنا انتخاب کرده‌اند. نتیجه حاصل از این بحث این است که **a.m.u** واحد اندازه‌گیری جرم اتم است که جرم سایر اتم‌ها نسبت به آن سنجیده می‌شود.



شکل ۱۱- جرم اتم

## دانش افزایی

برای همه ایزوتوپ‌ها به استثنای  $^{12}\text{C}$  (به دلیل توافق جهانی بین تمام شیمی دان‌ها) جرم اتمی با عدد جرمی برابر نیست. با توجه به تعریف واحد جرم اتمی، جرم‌های اتمی را جرم‌های اتمی نسبی می‌نامند. در واقع، جرم‌های اتمی به ما می‌گویند که یک اتم در مقایسه با اتم کربن - ۱۲ چقدر سنگین تر است. به عنوان نمونه، اتم  $^1\text{H}$  دارای جرم اتمی  $1.00783 \text{ amu}$  است. این عدد نشان می‌دهد که یک اتم  $^1\text{H}$  به اندازه  $\frac{1.00783}{12}$  یا تقریباً سنگین تر از یک دوازدهم یک اتم کربن - ۱۲ است. به عبارت دیگر، جرم یک اتم ۱۲ تقریباً ۱۲ برابر جرم یک اتم  $^1\text{H}$  است. یک اتم  $^{24}\text{Mg}$  دارای جرم اتمی  $23.98504 \text{ amu}$  است. پس جرم یک اتم  $^{24}\text{Mg}$  تقریباً دو برابر یک اتم کربن - ۱۲ است و از آنجا که  $1 \text{ g} = 1.66054 \times 10^{-24} \text{ amu}$  است، بنابراین می‌توان جرم یک اتم را بر حسب گرم محاسبه کرد. به عنوان نمونه، جرم یک اتم کربن - ۱۲ که تنها اتمی است که عدد جرمی و جرم اتمی آن با هم برابر است بر حسب گرم به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$12 \text{ amu} \times \frac{1.66054 \times 10^{-24} \text{ g}}{1 \text{ amu}} = 1.99265 \times 10^{-23} \text{ g}$$

با اینکه نام واحد جرم اتمی به دالتون ( $\text{Da}$ ) تغییر کرده است، در ادامه از همان عبارت واحد جرم اتمی استفاده می‌کنیم. یک اتم  $^{12}\text{C}$ ، جرم  $12 \text{ Da}$  یا  $12 \text{ amu}$  دارد.

ذره	گرم (g)	یکای جرم اتمی (amu)
الکترون	$9.109383 \times 10^{-28}$	$0.0005485799$
پروتون	$1.672622 \times 10^{-24}$	$1.007276$
نوترون	$1.674927 \times 10^{-24}$	$1.008665$

در ادامه با توجه به مطالب صفحه ۳۷ و ۳۸ تدریس اتم گرم و مولکول گرم را شروع کنید. برای درک بهتر این مفاهیم، خود را بیازمایید ۳۸ و ۳۹ و ۴۰ به همراه نمونه حل شده را با مشارکت هرجویان حل کنید.

۱- الف) بر اساس جرم مولی عناصر داده شده، جرم مولی ترکیب‌های خواسته شده را محاسبه کنید.

نام و نماد شیمیایی	کربن (C)	هیدروژن (H)	اکسیژن (O)	فسفر (P)	گوگرد (S)
جرم مولی (گرم بر مول)	۱۲	۱	۱۶	۳۱	۳۲

فسفریک اسید ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )

$$3(1) + 31 + 4(16) = 98$$

گوگرد تری اکسید ( $\text{SO}_3$ )

$$32 + 3(16) = 80$$

متان ( $\text{CH}_4$ )

$$12 + 4(1) = 16$$

ب) جرم مولی ترکیبی با فرمول شیمیایی  $\text{HNO}_3$  ۶۳ گرم بر مول است. اتم گرم عنصر نیتروژن (N) را محاسبه کنید. (از اطلاعات جدول قبل استفاده کنید)

$$1 + N + 3(16) = 63 \rightarrow N = 4$$

۲- با توجه به اینکه با داشتن جرم و جرم مولی ماده می‌توانیم تعداد مول را محاسبه کنیم به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) در ۹ گرم آب (جرم مولی:  $18 \text{ g.mol}^{-1}$ ) چند مول مولکول  $\text{H}_2\text{O}$  و چند مول اتم هیدروژن وجود دارد؟

$$\frac{9}{18} = 0.5 = \text{تعداد مول آب}$$

با توجه به اینکه به ازای هر مول آب دو مول هیدروژن وجود دارد پس در نیم مول آب یک مول هیدروژن وجود دارد.

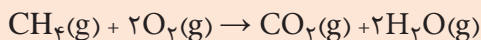
ب) چند گرم از کربن دی اکسید شامل ۲ مول مولکول کربن دی اکسید است؟

ابتدا جرم مولی کربن دی اکسید را محاسبه می‌کنیم:

$$12 + 2(16) = 44$$

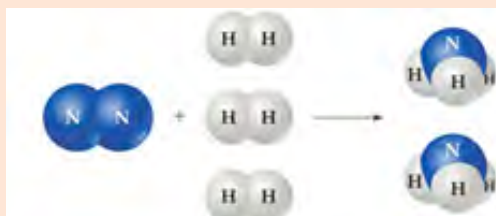
$$\frac{44}{1} = 44 = \text{تعداد مول کربن دی اکسید}$$

با توجه به معادله شیمیایی واکنش سوختن گاز متان در گاز اکسیژن جدول زیر را کامل کنید.



تعداد مولکول متان	تعداد مولکول اکسیژن مورد نیاز	تعداد مولکول کربن دی اکسید تولید شده	تعداد مولکول آب تولید شده
۱	۲	۱	۲
۱۰	۲۰	۱۰	۲۰
۱۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰
$6/0.22 \times 10^{23}$	$12/0.44 \times 10^{23}$	$6/0.2 \times 10^{23}$	$12/0.44 \times 10^{23}$
۱ mol	۲	۱	۲
۵ mol	۱۰	۵	۱۰

با توجه به معادله موازنه شده تولید گاز آمونیاک به سؤالات زیر پاسخ دهید.



الف) برای تولید ۳ مول  $\text{NH}_3$  چند مول گاز هیدروژن نیاز است؟

با توجه به اینکه برای تولید ۲ مول آمونیاک به ۳ مول هیدروژن نیاز است، پس برای ۳ مول آمونیاک به ۴/۵ مول گاز هیدروژن نیاز است.

ب) چند مول اتم نیتروژن برای واکنش کامل با ۲ مول گاز هیدروژن نیاز است؟ (توجه! در مولکول گاز نیتروژن ۲ اتم نیتروژن وجود دارد)

با توجه به معادله موازنه شده واکنش برای واکنش ۳ مول گاز هیدروژن به ۱ مول گاز نیتروژن یا ۲ مول اتم نیتروژن نیاز است. پس برای واکنش ۲ مول گاز هیدروژن به  $\frac{4}{3}$  مول اتم نیتروژن نیاز است.

ج) در صورتی که ۵/۶ گرم گاز نیتروژن ( $\text{N}_2$ ) در واکنش شرکت کند، چند مول  $\text{NH}_3$  تولید می‌شود؟ (جرم مولی عنصر نیتروژن ۱۴ گرم بر مول است)

با توجه به اینکه به ازای ۱ مول گاز نیتروژن ۲ مول آمونیاک تولید می‌شود پس تعداد مول‌های نیتروژن را محاسبه و در ۲ ضرب می‌کنیم

$$\frac{1}{14} \times \frac{5}{6} = 0.04$$

پس تعداد مول‌های آمونیاک تولید شده ۰/۸ است.

## واحد یادگیری - ۳ (گرما شیمی)

### شیوه پیشنهادی تدریس:

### ساخت گرای، انجام آزمایش، بحث گروهی

**مواد و ابزار آموزشی:** گچ، تابلو، ویدئو پروژکتور و رایانه و وسایل مورد نیاز برای انجام آزمایش‌های صفحه ۴۲ و ۴۴، بهتر است این واحد یادگیری در آزمایشگاه اجرا شود.

### چگونگی اجرا

همکار گرامی، در این قسمت هدف این است که هنرجو با مطالب مربوط به مفهوم گرما شیمی، واکنش‌های گرماده و گرماگیر و سطح انرژی آشنا شود. توصیه می‌شود مراحل زیر را به کار برید:

### گرما شیمی

**درگیر کردن:** توصیه می‌شود در جلسه قبل هنرجویان را گروه بندی کرده و از هر گروه بخواهید مقداری جوش شیرین و سرکه یا یک عدد قرص جوشان و نیز یک نخ کبریت و دو عدد لیوان یک بار مصرف با خود بیاورند. قبلاً تعدادی دماسنج و در صورت امکان نوار منیزیم (و یا وسایل آزمایش صفحات ۴۲ و ۴۴ را به تعداد گروه‌ها) آماده کنید. درس را با این پرسش شروع کنید. به نظر شما با این وسایل می‌خواهیم چکار کنیم؟ سپس یک قطعه نوار منیزیم را بسوزانید و از هنرجویان بپرسید منشأ این نور و گرما از کجاست؟ **کاوش:** حال که هنرجویان به اندازه کافی کنجکاو شده‌اند، به هر گروه یک دماسنج بدهید و از آنها بخواهید با این وسایل مشخص کنند وقتی جوش شیرین را در سرکه می‌ریزیم و یا قرص جوشان را در آب می‌اندازیم یا یک کبریت را می‌سوزانیم، دما چه تغییری می‌کند. این تغییر دما ناشی از چیست؟ کدام فرایند گرماگیر و کدام گرماده است؟ آیا می‌توانند این تغییر انرژی را با یک نمودار نمایش دهند؟ در این مرحله اجازه دهید هنرجویان با طراحی و انجام آزمایش به دنبال یافتن پاسخ باشند.

**توصیف:** همکار گرامی در این مرحله رشته کار را به دست هنرجویان دهید تا با جستجوی بیشتر و بحث گروهی نتایج آزمایش‌ها را تفسیر کنند. با طرح پرسش‌های مختلف هنرجویان را هدایت کنید. از هر گروه بخواهید نتایج و نمودارهای خود را روی یک برگه یادداشت کنند.

**شرح و بسط:** اکنون شما می‌توانید درس را با تعریف گرما شیمی آغاز کنید. هنرجویان با ساخت دانش به مفاهیم دست یافته‌اند در این مرحله شما تعاریف و مفاهیمی را ارائه می‌کنید. بهتر است ابتدا با

### هدف واحد آموزشی:

انتظار می‌رود هنرجو در پایان این واحد آموزشی:

۱- با فرایندهای گرماگیر و گرماده آشنا شود.

۲- مهارت تشخیص فرایند گرماگیر از گرماده را کسب و در خود تقویت کند

۳- با مفهوم گرما شیمی آشنا شود.

۴- بتواند مثال‌هایی از فرایندهای گرماده و گرماگیر در زندگی روزمره ذکر کند.

۵- با مفهوم سطح انرژی آشنا شود.

۶- بتواند نمودار سطح انرژی را برای فرایندهای گرماگیر و گرماده ترسیم کند.

۷- بتواند نمودار سطح انرژی فرایند گرما و گرماگیر را به خوبی تفسیر کند.

### ارزشیابی تشخیصی

به همکار گرامی پیشنهاد می‌شود درباره مفاهیم زیر پرسش‌هایی مفهومی و هدفمند طرح کنید و از هنرجویان بخواهید به آنها پاسخ دهند:

۱- تغییرات شیمیایی و فیزیکی

۲- انواع تغییر حالت ماده

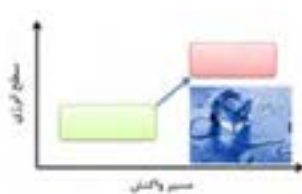
۳- علت تغییر حالت ماده



شکل ۱۲- واکنش‌های گرماده و گرماگیر



(الف)



(ب)

شکل ۱۳- نمودار سطح انرژی و سیر واکنش

جدول ۱ شروع کنید و در مورد تک تک موارد موجود در جدول ۱ از هنجرویان سؤال بپرسید. در ادامه با استفاده از موارد موجود در متن کتاب و مطالب زیر تدریس را ادامه دهید: همهٔ انسان‌ها به انرژی حاصل از واکنش‌های شیمیایی نیاز دارند. این انرژی ممکن است برای گرم کردن خانه‌ها مورد استفاده قرار بگیرد و یا در صنایع مختلف به کار گرفته شود. حتی بدن ما نیز برای ادامهٔ حیات خود به انرژی واکنش‌های شیمیایی که در داخل بدن انجام می‌شوند احتیاج دارد.

اکنون به توصیف آنچه در آزمایش‌ها رخ داده است بپردازید و در صورت امکان آزمایش صفحهٔ ۴۲ را انجام دهید و ضمن انجام به خوبی مفاهیم سطح انرژی و واکنش‌های گرماده و گرماگیر را توضیح دهید و از یافته‌های هنجرویان کمک بگیرید. بهتر است از هنجرویان بخواهید در مورد گرماگیر یا گرماده بودن انواع تغییر حالت ماده نظر دهند.

برای این مرحله روش زیر پیشنهاد می‌شود:

در ادامه این سؤال را از هنجرویان بپرسیم چه اتفاقی برای گرمای جذب شده در یک فرایند گرماگیر می‌افتد؟ چه اتفاقی برای گرمای آزاد شده در یک فرایند گرماده می‌افتد؟

ابتدا از هنجرویان بخواهید که مقدمه صفحه ۱۵ را مطالعه کنند و در ادامه با توضیحات زیر شروع کنید:

همان‌طور که می‌دانید برخی از واکنش‌ها با آزاد کردن انرژی و برخی دیگر با گرفتن انرژی همراه هستند. برای نمونه واکنش سوختن با آزاد کردن گرما همراه است. حال این سؤال ایجاد می‌شود که دمای اطراف مادهٔ سوختنی چه خواهد شد؟ آیا دما افزایش می‌یابد و یا کاهش خواهد یافت؟ بعد از شنیدن پاسخ هنجرویان موارد زیر را برای آنها شرح دهیم:

• در واکنش‌های گرماده، دما افزایش می‌یابد.

• در واکنش‌های گرماگیر، دما کاهش می‌یابد.

انتقال انرژی در واکنش‌ها را می‌توان بر روی نمودارهایی به نام نمودار سطح انرژی نشان داد. این نمودار مقدار انرژی ذخیره شده در واکنش دهنده‌ها را با مقدار انرژی ذخیره شده در فراورده‌ها مقایسه می‌کند. نتیجه مهم در این بخش عبارت‌اند از:

در یک واکنش گرماده، سطح انرژی محصولات (به میزان گرمای آزاد شده) کمتر از سطح انرژی مواد اولیه می‌باشد.

در یک واکنش گرماگیر، سطح انرژی محصولات (به میزان گرمای گرفته شده) بیشتر از سطح انرژی مواد اولیه می‌باشد.

به طور کلی فرایندهای شیمیایی و فیزیکی به صورت زیر دسته بندی می شوند:



توجه: هنگام تغییر فاز دمای سیستم تغییری نمی کند و گرمای جذب یا آزاد شده صرف تغییر فاز می شود.

**آزمایش کنید صفحه ۴۲ الف)** واکنش بین روی و مس سولفات با آزاد کردن گرما همراه بوده و از نوع واکنشهای گرماده است.

**آزمایش کنید صفحه ۴۲ ب)** حل شدن پتاسیم نیتрат در آب با گرفتن انرژی گرمایی از محیط همراه است.



**ارزشیابی:** ارزشیابی مستمر در طول انجام فعالیت و از مرحله اول آغاز شده است. برای ارزشیابی پایانی می توانید از نماینده گروه ها بخواهید یافته های خود را برای سایر هنرجویان بازگو کنند. می توانید از هنرجویان بخواهید به خود امتیاز دهند و نتایج خود را مورد ارزیابی قرار دهند.

در پایان از هنرجویان بخواهید برای جلسه آینده مثال های بیشتری از فرایندهای گرماگیر و گرماده را در زندگی روزمره پیدا کنند.

### دانش افزایی

ترموشیمی بخشی از ترمودینامیک است که در آن گرمای واکنش های شیمیایی مورد مطالعه قرار می گیرد. مطالعه گرمای واکنش های شیمیایی سابقه تاریخی نسبتاً طولانی دارد. هنری هس شیمی دان و فیزیک دان سوئیس - روسی تبار در سال ۱۸۴۰ به اندازه گیری گرمای حاصل از برخی واکنش های شیمیایی پرداخت و از آنجا دریافت که گرمای یک واکنش شیمیایی معین تابع راه و روشی که برای انجام آن به کار می رود نیست. امروزه از این نتیجه گیری به عنوان قانون هس یاد می شود. پیررتلو شیمی دان فرانسوی در سال های آخر دهه ۱۸۶۰ با ساختن یک گرماسنج به اندازه گیری گرمای صدها واکنش شیمیایی پرداخت و نتایج ارزشمندی را به دست آورد. در همان سال ها، یک شیمی دان دانمارکی به نام هانس تامسون نیز به طور مستقل به اندازه گیری گرمای واکنش های شیمیایی پرداخت. از دید امروز ترموشیمی مبحثی از ترمودینامیک است که در آن از کاربرد قانون اول ترمودینامیک در مطالعه گرمای وابسته به فرایندهای شیمیایی استفاده می شود. در جریان یک واکنش شیمیایی انرژی آزاد یا جذب می شود.

- ۱- گرماده یا گرماگیر بودن فرایندهای زیر را تعیین کنید:  
تصعید یخ خشک (کربن دی اکسید جامد)، واکنش پودر روی با مس (II) سولفات، ذوب کره
- ۲- نمودار تغییر سطح انرژی را برای فرایندهای زیر رسم کنید و تعیین کنید دمای سیستم چه تغییری می‌کند؟  
انحلال آمونیوم نیتрат در آب، زنگ زدن آهن
- ۳- مفاهیم سطح انرژی و ترموشیمی را توضیح دهید.

## واحد یادگیری-۴ (سرعت واکنش)

### نکات پنهان درس

- به هنرجویان این توجه را بدهید که:
- یک واکنش شیمیایی هنگامی روی می‌دهد که بین ذره‌های واکنش دهنده برخوردی مؤثر صورت گیرد. برخورد هنگامی مؤثر است و به تولید فراورده می‌انجامد که سه ویژگی زیر را داشته باشد: تعداد برخوردها، جهت گیری مناسب ذره‌ها هنگام برخورد، انرژی کافی ذره‌ها هنگام برخورد.
  - نکته مهم این است که سرعت واکنش را نمی‌توان از روی معادله واکنش پیش بینی کرد. با دانستن معادله یک واکنش می‌توان مقدار محصول را مشخص کرد اما درباره سرعت و مدت زمان رسیدن به محصول مورد نظر اطلاعاتی به دست نمی‌آوریم. سرعت واکنش را فقط باید با انجام آزمایش به دست آورد.
  - نکته مهم این است که در واقع در دمای بالاتر و غلظت بیشتر و همچنین هنگام استفاده از کاتالیزگر مقدار فراورده یکسانی را به دست می‌آوریم اما سریع تر و در مدت زمان کمتر.

### شیوه پیشنهادی تدریس:

#### پرسش و پاسخ – انجام آزمایش – استفاده از فیلم آموزشی

مواد و ابزار آموزشی: گچ، تابلو، ویدئو پروژکتور و رایانه و وسایل مورد نیاز برای انجام آزمایش‌ها.

### چگونگی اجرا

همکار گرامی، هدف این است که هنرجو با مطالب مربوط به مفهوم سرعت واکنش شیمیایی و عوامل مؤثر بر آن آشنا شود. توصیه می‌شود مراحل زیر را به کار ببرید:

## سرعت واکنش

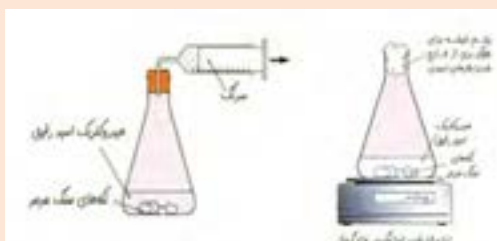
برای شروع تدریس این بخش، از سؤالات زیر شروع کنید:

سرعت چیست؟ چرا مواد غذایی در یخچال نگهداری می‌شود؟ سرعت واکنش شیمیایی چیست؟ نمونه ای از واکنش‌های شیمیایی سریع و کند را مثال بزنید. پس از شنیدن پاسخ هنرجویان، پاسخ هنرجویان را جمع بندی و تکمیل کنید و ادامه تدریس را با سؤالات زیر شروع کنید و از هنرجویان بخواهید با همفکری هم به سؤالات زیر پاسخ دهند: دمای کم یخچال سرعت فاسد شدن مواد غذایی را کاهش می‌دهد.

آیا می‌توانید واکنشی را نام ببرید که با سرعت بالایی انجام شود؟ واکنش‌های سریع مانند انفجار دینامیت در کمتر از یک ثانیه انجام می‌شوند. واکنش‌های آهسته مانند سفت شدن سیمان و پخت و پز غذا ممکن است روزها، هفته‌ها و یا حتی سال‌ها به طول بینجامند! آیا می‌توانید واکنشی را نام ببرید که با سرعت پایینی انجام شود؟ مانند زنگ زدن آهن. با توجه به مطالب موجود در صفحه ۴۴ تدریس را شروع کنید و با توجه به موارد زیر نقش سرعت واکنش در صنعت را مشخص کنید: به‌طور کلی سرعت واکنش به ما نشان می‌دهد که یک واکنش با چه سرعتی انجام می‌شود. یکی از پارامترهای مورد توجه در صنعت، سرعت انجام واکنش می‌باشد. صنعت گران باید بدانند که در هر ساعت، روز و یا هفته می‌توانند چه مقدار محصول تولید کنند. مفهوم سرعت را با انجام آزمایش کنید زیر شرح دهید:

با استفاده از آزمایش زیر سرعت واکنش هیدروکلریک اسید با فلز روی را تعیین کنید. ابتدا وسایل نشان داده شده در شکل زیر را آماده کنید.

آزمایش  
کنید



الف) بعد از هر ۳۰ ثانیه حجم گاز تولید شده را اندازه گیری کنید و در جدول زیر ثبت کنید.  
ب) بعد از هر ۳۰ ثانیه جرم ارلن را اندازه گیری کرده و در جدول زیر ثبت کنید.

زمان (ثانیه)	حجم گاز (متر مکعب)	جرم گاز (گرم)
۰		
۳۰		
۶۰		
۹۰		

## دانش افزایی

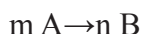
سینتیک شیمیایی شاخه‌ای از علم شیمی است که به مطالعه سرعت فرایندهای شیمیایی و عوامل مؤثر بر آنها می‌پردازد. سینتیک شیمیایی، که به عنوان سینتیک واکنش نیز شناخته شده است، مطالعه بر روی سرعت فرایندهای شیمیایی است. سینتیک شیمیایی تحقیقات و بررسی‌هایی است که شرایط آزمایشگاهی گوناگون را بر سرعت یک واکنش شیمیایی توضیح می‌دهد. چراکه شرایط مختلف آزمایشگاهی از جمله دما، رطوبت و... می‌تواند بر مکانیزم واکنش و حالت گذار آن اثر بگذارد. همچنین سینتیک شیمیایی ساخت مدلی ریاضی از واکنش است که می‌توان به وسیله آن، ویژگی‌های یک واکنش شیمیایی را توضیح داد.

در سال ۱۸۶۴، پیتر واج (Peter Waage) و کیتو گلدبرگ (Cato Guldberg) با تدوین قانون کنش جرم، که بیانگر تناسب مقدار مواد در یک واکنش با سرعت یک واکنش شیمیایی است، آغازگر سینتیک شیمیایی بودند. در سال ۱۸۸۴، وانت هوف (یاکوبوس هنریکوس وانت هوف Vant Hoff) دینامیک شیمیایی را مورد مطالعه قرار داد و نتایج آن را تحت عنوان «Etudes de dynamique chimique» منتشر کرد. وی در سال ۱۹۰۱ اولین جایزه نوبل شیمی خود را برای «کشف قوانین دینامیک شیمیایی و فشار اسمزی در محلول‌ها» دریافت کرد. پس از وانت هوف، سینتیک شیمیایی با تعیین آزمایشی که از آن قوانین سرعت و ثابت سرعت بدست می‌آید، سر و کار دارد. مدل‌های ریاضی که توسط دانشمندان و مهندسان شیمی برای توصیف سینتیک واکنش شیمیایی ارائه شده است، برای درک بهتر فرایندهای شیمیایی مانند تجزیه مواد غذایی، رشد میکروارگانیسم‌ها، تجزیه استراتوسفری و شیمی پیچیده سیستم‌های بیولوژیکی به کار می‌رود. این مدل‌ها همچنین می‌تواند برای اصلاح راکتورهای شیمیایی، بهینه سازی بازده، از بین بردن محصولات زیان آور برای محیط زیست و... استفاده شود.

## دانش افزایی

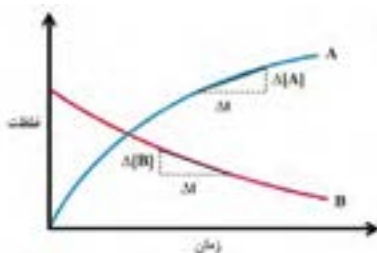
مفهوم سرعت: به تغییر وضعیت یک پدیده در زمان معین سرعت آن پدیده می‌گویند. به طور مثال وقتی گفته می‌شود اتومبیلی با سرعت ۱۲۰ کیلومتر در ساعت حرکت می‌کند یا شخصی ۱۵۰ کلمه در دقیقه می‌خواند سرعت میزان تغییر موقعیت بر روی جاده و صفحه را با زمان توصیف می‌کند. همیشه سرعت برابر است با تغییر یک کمیت تقسیم بر زمانی که برای انجام این تغییر لازم است. به مقدار پیشرفت یک واکنش در واحد زمان سرعت واکنش می‌گویند. سرعت واکنش به ما می‌گوید واکنش تا چه حد سریع روی داده است.

سرعت واکنش کمیتی تجربی است و با اندازه‌گیری سرعت مصرف واکنش دهنده‌ها، یا سرعت تولید فراورده‌ها که با اندازه‌گیری ویژگی‌هایی قابل اندازه‌گیری واکنش دهنده‌ها یا فراورده‌ها مانند تغییر جرم، حجم، غلظت و رنگ و با توجه به شرایط لازم برای انجام واکنش به ویژه دما و فشار می‌توان سرعت واکنش را به دست آورد. یکی از روش‌های ساده برای اندازه‌گیری سرعت واکنش، محاسبه سرعت واکنش برحسب تغییرات غلظت (تغییرات اعداد مول‌های) یکی از واکنش دهنده‌ها در واحد زمان یا تغییرات غلظت (تغییرات اعداد مول‌های) یکی از فراورده‌ها در واحد زمان بیان کرد. به طور مثال در واکنش زیر، سرعت واکنش (R) به صورت زیر قابل محاسبه می‌باشد:



$$\text{سرعت متوسط مصرف واکنش دهنده} = \frac{-\Delta n_A}{\Delta t} \quad \text{یا} \quad \text{سرعت متوسط مصرف واکنش دهنده} = \frac{-\Delta[A]}{\Delta t}$$

$$\text{سرعت متوسط تولید فراورده} = \frac{\Delta n_B}{\Delta t} \quad \text{یا} \quad \text{سرعت متوسط تولید فراورده} = \frac{\Delta[B]}{\Delta t}$$



علامت منفی در رابطه بالا چه مفهومی دارد؟ به این معنی است که غلظت واکنش دهنده‌ها با پیشرفت واکنش در حال کاهش است و با توجه به اینکه سرعت واکنش یک کمیت مثبت است پس به طور قراردادی یک علامت منفی در معادله سرعت وارد می‌شود. بدیهی است در هریک از موارد فوق یکای سرعت متفاوت خواهد بود و ممکن است بر حسب مول بر ثانیه، مول بر دقیقه یا مول بر لیتر بر ثانیه و یا مول بر لیتر بر دقیقه بیان گردد.

اگر بخواهیم سرعت واکنش را بدون در نظر گرفتن یک ماده خاص (واکنش دهنده یا فراورده) تعیین کنیم باید تعداد مول‌های تولید شده یا مصرف شده یک ماده شرکت کننده در واکنش را بر ضریب استوکیومتری آن ماده در معادله موازنه شده واکنش تقسیم کنیم. به طور مثال برای معادله شیمیایی ذکر شده سرعت واکنش (R) به صورت زیر قابل محاسبه می‌باشد:

$$R = -\frac{1}{n} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{m} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} \quad \text{یا} \quad R = -\frac{1}{n} \frac{\Delta n_A}{\Delta t} = -\frac{1}{m} \frac{\Delta n_B}{\Delta t}$$

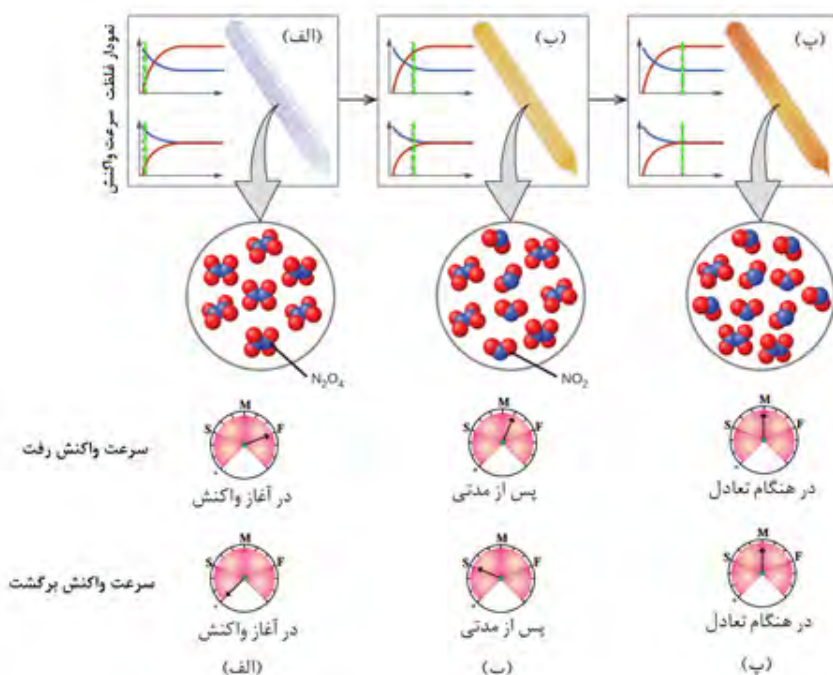
در یک واکنش شیمیایی سرعت واکنش نسبت به ماده‌ای بیشتر است که ضریب استوکیومتری بزرگ‌تری داشته باشد. پس نسبت سرعت واکنش بر حسب دو ماده مختلف در آن واکنش، برابر است با نسبت ضرایب استوکیومتری آن مواد.

واکنش‌هایی که تاکنون بررسی کردید، همگی تا جایی پیش می‌روند که تقریباً همه واکنش دهنده (ها) به فراورده (ها) تبدیل می‌شوند. گویی به طور کامل انجام می‌شوند یا تا مرز کامل شدن پیش می‌روند. برای نمونه، سوختن گاز شهری (متان) در اجاق، بخاری و ... از این دسته واکنش‌هاست؛ اما در طبیعت، آزمایشگاه و صنعت اغلب واکنش‌ها به طور کامل پیش نمی‌روند؛ بلکه تا حدی پیش می‌روند و پس از آن مقدار فراورده (ها) دیگر افزایش نمی‌یابد. در حالی که برخی واکنش‌ها افزون بر پیشرفت در جهت رفت می‌توانند در جهت برگشت نیز پیش بروند. در آزمایشگاه برای انجام چنین واکنش‌هایی باید واکنش در ظرف سر بسته باشد.

به طور مثال واکنش زیر را در نظر بگیرید که در ظرف شیشه ای در بسته انجام می شود:



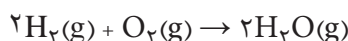
هنگامی که مقداری گاز  $\text{N}_2\text{O}_4$  را در ظرفی شیشه ای سربسته قرار دهیم، رنگ ظرف شیشه ای بدون تغییر می ماند. با توجه به اینکه در شروع واکنش، غلظت  $\text{N}_2\text{O}_4$  زیاد است، واکنش رفت با سرعت انجام خواهد شد.  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightarrow 2\text{NO}_2$  برای اینکه واکنش برگشت انجام شود ( $2\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4$ )، باید مقداری  $\text{NO}_2$  در ظرف واکنش تولید شود، اما در زمان شروع واکنش، غلظت  $\text{NO}_2$  صفر است. بنابراین، سرعت واکنش برگشت صفر خواهد بود (الف). با گذشت زمان، به طور مرتب تعدادی از مولکول های واکنش دهنده با هم واکنش می دهند که این موجب می شود غلظت واکنش دهنده  $\text{N}_2\text{O}_4$  به تدریج کاهش و غلظت فراورده  $\text{NO}_2$  به تدریج افزایش یابد. کاهش تدریجی غلظت واکنش دهنده ها منجر به کاهش تدریجی سرعت واکنش رفت و افزایش تدریجی غلظت فراورده، منجر به افزایش تدریجی سرعت واکنش برگشت می شود. در این حالت ظرف شیشه ای به رنگ قهوه ای کم رنگ به نظر می رسد (ب). سرانجام، زمانی فرا می رسد که سرعت واکنش رفت با سرعت واکنش برگشت برابر می شود. در این حالت، می گویند که در ظرف شیشه ای تعادل برقرار شده است. به این معنی که سرعت مصرف  $\text{N}_2\text{O}_4$  با سرعت تولید  $\text{NO}_2$  برابر شده و رنگ ظرف با گذشت زمان بدون تغییر باقی می ماند (پ).



## دانش افزایی

ترمودینامیک شیمیایی هم مانند سینتیک شیمیایی شاخه مهمی از شیمی فیزیک است. در ترمودینامیک عامل زمان، در کار نیست و در آن از تعادل و حالت ابتدایی و انتهای سیستم بحث می‌شود بی آنکه از سرعت رسیدن به تعادل سخن گفته شود. در بیشتر موارد عملی اکثر اطلاعات مورد نیاز با استفاده هم‌زمان از عوامل ترمودینامیکی و سینتیکی به دست می‌آید.

به طور کلی وقوع یک واکنش شیمیایی از طریق دو شاخه علم شیمی، ترمودینامیک و سینتیک بررسی می‌شود. علم ترمودینامیک «امکان» وقوع واکنش را بررسی نموده و تعیین می‌کند یک واکنش شیمیایی به صورت خود به خود انجام می‌شود یا خیر. در سینتیک «چگونگی» وقوع واکنش مورد بحث قرار می‌گیرد؛ به عبارتی سینتیک نشان می‌دهد اگر یک واکنش خود به خودی باشد، با چه سرعتی انجام می‌شود و چه عواملی روی سرعت آن تأثیر گذار هستند. برای مثال واکنش زیر را در نظر بگیرید:



از نظر ترمودینامیکی امکان وقوع این واکنش وجود دارد اما از لحاظ سینتیکی در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد راه مناسبی برای انجام شدن این واکنش وجود ندارد. بنابراین خود به خودی بودن یک واکنش از دید ترمودینامیک به این معنا نیست که واکنش یاد شده بایستی سریع انجام شود.

تفاوت مهم دیگر بین سینتیک و ترمودینامیک این است که طبق اصول اساسی ترمودینامیک مقدار ثابت تعادل برای واکنشها مستقل از مسیری است که واکنش دهنده‌ها را به فراورده تبدیل می‌کند اما در سینتیک مسیر واکنش بسیار اهمیت دارد، زیرا کلیه مراحل و مکانیسم واکنشهای شیمیایی را تشکیل می‌دهد.

## عوامل مؤثر بر سرعت واکنش

برای شروع تدریس این بخش از سؤالات زیر شروع کنید: آیا افزایش دما باعث افزایش سرعت واکنش می‌شود؟ پس از شنیدن پاسخ هنرجویان، پاسخ هنرجویان را جمع بندی و تکمیل کنید و ادامه تدریس را با مطالب زیر شروع کنید. باز هم مثال نگهداری مواد در یخچال را برای آنها یادآوری کنید و ادامه دهید: مطالعه عواملی که در سرعت واکنش مؤثرند چه از نظر تئوری و چه از نظر صنعتی از اهمیت فوق العاده ای برخوردارند زیرا از این طریق می‌توان شرایط عمل را برای مناسب ترین حالت پیش بینی کرد.

۱- دما: افزایش دما چه تأثیری بر حرکت ذره‌ها دارد؟ با توجه به مطالب موجود در صفحه ۴۶ تدریس را شروع کنید.

ابتدا واکنش زیر را برای درک بهتر تأثیرات دما بر سرعت واکنش انجام دهید.

### آزمایش کنید

با استفاده از آزمایش زیر اثر دما بر سرعت واکنش مقادارهای یکسانی از محلول سدیم تیوسولفات و محلول رقیق شده هیدروکلریک اسید را در ارلن بریزید. با گذشت زمان و به دلیل تولید گوگرد، محلول به طور کامل کدر می شود. برای به دست آوردن سرعت واکنش می توان مدت زمان کدر شدن محلول را اندازه گیری کرد.



در هر آزمایش ۵۰ میلی لیتر محلول سدیم تیوسولفات را در دماهای داده شده در جدول زیر به ارلن اضافه کنید و ارلن را روی علامت X قرار دهید. سپس به آن ۵ میلی لیتر محلول اسید اضافه کنید و ارلن را به هم بزنید و مدت زمانی که به طول می انجامد تا علامت X ناپدید شود را اندازه گیری کنید. نتایج آزمایش را در جدول زیر ثبت کنید:

در چه دمایی علامت X سریع تر ناپدید می شود؟  
از جدول بالا چه اطلاعاتی را می توان به دست آورد؟

دما (سانتی گراد)	زمان ناپدید شدن X (ثانیه)
۲۰	
۳۰	
۴۰	
۵۰	

## ۲- کاتالیزگر:

ابتدا از هنرجویان بپرسید که آیا تا به حال پُر کردن سطح فرورفته یک ماشین تصادفی را با بتونه های مخصوص دیده اید؟ پس از شنیدن پاسخ هنرجویان پاسخ آنها را مطابق زیر تکمیل کنید: تعمیر کاران دوست دارند برای سفت شدن سریع تر بتونه از کاتالیزگر استفاده کنند. بتونه در مدت کوتاهی پس از استفاده از کاتالیزگر به سرعت سفت می شود.

تدریس را با انجام آزمایش ساده زیر ادامه دهید:

### آزمایش کنید

در آزمایش تجزیه آب اکسیژنه (هیدروژن پروکسید) می‌توانید اثر کاتالیزگر را بر روی سرعت واکنش ببینید:

الف) مقداری آب اکسیژنه را در یک لوله آزمایش بریزید. بر اثر تجزیه آب اکسیژنه، گاز اکسیژن آزاد می‌شود. برای آزمایش کردن گاز اکسیژن می‌توان یک کبریت نیمه افروخته (کبریتی که مدت زمان کوتاهی از خاموش شدن آن می‌گذرد) را به لوله آزمایش نزدیک کرد.

• در این صورت چه اتفاقی می‌افتد؟ در دیواره و سطح داخلی لوله آزمایش چه چیزی مشاهده می‌کنید؟

ب) حالا مقداری پودر منگنز (IV) اکسید را به لوله آزمایش اضافه کنید و دوباره آزمایش گاز اکسیژن را انجام دهید.

• بلافاصله پس از اضافه کردن پودر منگنز (IV) اکسید چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا کبریت نیمه افروخته در این شرایط دوباره روشن می‌شود؟



### دانش افزایی

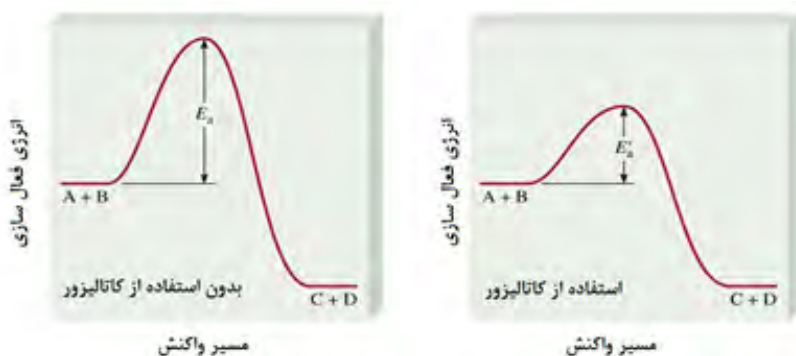
کاتالیزور، کاتالیست یا کاتالیزگر (Catalyst) ماده‌ای است که اگر به مخلوط واکنشی افزوده شود، سرعت رسیدن ماده به حالت تعادل در سیستم را، بدون آنکه خود دستخوش تغییر شیمیایی پایدار شود، افزایش می‌دهد. به‌طور کلی کاتالیزگرها مواد شیمیایی هستند که در فرایندهای شیمیایی باعث افزایش سرعت واکنش می‌شوند. شناخت عمیق از فاکتورهای تبدیل شیمیایی در هر واکنش تبدیلی و ایجاد شرایط بهینه باعث افزایش بازدهی و عملکرد واحد و به تبع آن باعث صرفه جویی اقتصادی می‌شود. کاتالیست‌ها در هر واکنش شیمیایی که سرعت و شرایط بهینه مورد نظر باشد کاربرد دارند. مهم‌ترین کاربردهای صنعتی کاتالیست‌ها عبارت‌اند از:

- **نفت و گاز:** عمده‌ترین مصرف کاتالیزگرها در صنعت نفت در دو فرایند کراکینگ (شکستن مولکول‌های درشت به کوچک) و رفرمینگ (دوباره بازاری و ترکیب مولکول‌هایی برای تولید) می‌باشد. در صنعت نفت بیشتر از کاتالیزگرهای زیگلر-ناتا، کاتالیزگرهای فلزی و ارگانومتالیک استفاده می‌شود.

• **واحدهای پتروشیمی:** فرایندهای کاتالیستی در این مورد نسبت به فرایندهای صنعت نفت، حجم خیلی کمتری را اشغال می کنند ولی محصولات فوق العاده مهم و بسیار متنوعی تولید می کنند مانند تولید پلی اتیلن و اتیلن، تولید پروپین، هیدروژن زدایی از پارافین های خطی، تولید سیکلو هگزان

• **مبدل های کاتالیستی اتومبیل:** در این بخش به صورت مستقیم و غیر مستقیم استفاده می شوند. در اگزوز اتومبیل ها بستری از فلزات جامد مثل Pt روی پایه آلومینات قرار گرفته و هیدروکربن های مضر مثل CO و غیره را جذب می کند.

نکته قابل توجه این است که کاتالیزگر تنها واکنش هایی که از نظر ترمودینامیکی انجام می شوند را سرعت می بخشد. کاتالیزگر در مرحله اول واکنش، مصرف و در مرحله بعد تولید می شود و فقط راه تازه برای پیشرفت واکنش می گشاید. کاتالیزگرها دارای عمر مفید و معین هستند و با گذشت زمان از فعالیت و تأثیر آنها در واکنش کاسته می شود یعنی نقاط فعالی روی کاتالیزگر وجود دارد که این نقاط به مرور زمان مسموم می شوند. مسمومیت می تواند: ایجاد لایه ضخیم از ماده واکنش دهنده بر روی کاتالیزگر یا تغییر آرایش بلوری کاتالیزگر باشد و یا موجب جذب ناخالصی ها در نقاط فعال کاتالیزگر شود. به طور کلی کاتالیزگر با کاهش انرژی فعال سازی واکنش باعث افزایش سرعت تبدیل واکنش دهنده به محصول می شود. در شیمی انرژی فعال سازی (activation energy) به انرژی لازم برای آغاز واکنش گفته می شود. این انرژی با  $E_a$  مشخص شده و مقدار آن با واحد کیلوژول بر مول بیان می شود.



در واکنش های تعادلی کاتالیزگر انرژی فعال سازی واکنش رفت و برگشت را به یک میزان کاهش می دهد. پس سرعت واکنش رفت و برگشت به یک میزان افزایش می یابد و در نتیجه کاتالیزگر سرعت رسیدن به تعادل را افزایش می دهد. نکته مهم این است که کاتالیزگر تغییری در سطح انرژی واکنش دهنده ها و فراورده ها ایجاد نمی کند و نمی تواند موقعیت تعادل را در یک واکنش برگشت پذیر تغییر دهد.

## دانش افزایی

فرایندهای کاتالیستی از مهم‌ترین و کلیدی‌ترین عملیات صنایع نفت، گاز و پتروشیمی کشورهای توسعه یافته و یا در حال توسعه به شمار می‌روند و با توجه به اینکه کاتالیست در تولید انواع سوخت‌ها و طیف وسیعی از فراورده‌های میانی و نهایی مورد نیاز جامعه، نقش حیاتی دارند، اهمیت آنها به طور روزافزونی در حال افزایش است. فرایندهای ساخت، تولید و عملیاتی کاتالیست‌ها، کاربرد مؤثری در اقتصاد مالی کشورها دارد. بیش از ۹۰٪ محصولات تولید شده از فرایندهای شیمیایی و بیش از ۲۰٪ از مواد صنعتی خاص در تولید کاتالیست و پایه‌های فلزی قابل استفاده می‌باشند. در فرایندهای تولید مواد نفتی و سایر محصولات خاص، کاتالیست‌های صنعتی کاملاً در تمام مراحل درگیر می‌باشند.

اخیراً دانشمندان و پژوهشگران ایرانی در زمینه دستیابی به دانش فنی کاتالیست‌ها به موفقیت‌های بزرگی دست یافته‌اند که می‌توان به فرایندهای مهم کاتالیستی در صنایع پالایش حذف ترکیبات گوگردی از محصولات مانند میعانات گازی و گاز مایع، در چرخه تولید اوره و آمونیاک صنایع پتروشیمی، در تولید گاز هیدروژن صنایع پالایشی اشاره کرد. ۲۷ کاتالیست از ۱۱۷ کاتالیست مورد استفاده در صنعت نفت، گاز و پتروشیمی، در داخل کشور تجاری‌سازی شده است. نخستین کاتالیست، کاتالیست هیدروژن زدایی پارافین‌های سبک و سنگین است که کار تولید داخلی آن از سال ۱۳۸۷ آغاز شد. کاتالیست‌های صنعت فولاد که در تولید فولاد اسفنجی استفاده می‌شود به کشورهای پاکستان، هند و برخی دیگر از همسایگان ایران صادر می‌شود. اخیراً کاتالیست‌های مورد استفاده در ساخت و تولید مواد پلیمری همچون ظروف یکبار مصرف، لیاف پلی استر (تهیه پوشاک)، صنایع دارویی، کشاورزی، شیمیایی و حتی برای خوراک دام با دانش فنی صد در صد بومی در ایران تولید می‌شود.

## دانش افزایی

آنزیم یک ماده آلی است که یک فرایند شیمیایی را در یک موجود زنده تقویت یا تضعیف می‌کند ولی خودش دگرگون نمی‌شود. به عبارت دیگر آنزیم‌ها کاتالیزگرهای فرایندهای زیستی هستند و نسبت به کاتالیزگرهای غیر زیستی کارایی بسیار بالایی دارند. آنزیم نوع خاصی از پروتئین است. آنزیم‌ها، مانند تمام پروتئین‌ها از رشته‌های اسیدهای آمینه ساخته شده‌اند. عملکرد آنزیم‌ها به وسیله توالی اسیدهای آمینه، انواع اسیدهای آمینه و شکل رشته تعیین می‌شود.

آنزیم‌ها مولکول‌های پروتئینی هستند که بدن آنها را تولید می‌کند. در حقیقت همه گیاهان، جانوران و میکروارگانیسم‌ها آنزیم‌های مختلف را تولید می‌کنند آنها واکنشگرهایی هستند که واکنش‌های شیمیایی را شروع می‌کنند یا سرعت واکنش‌های شیمیایی را بالا می‌برند. اکثر آنزیم‌ها با شکستن مواد کار می‌کنند. برای مثال آنزیم‌های گوارشی شما نیرویی است که به شکسته شدن شام شب قبل شما به کوچک‌ترین اجزایش که آمینو اسیدها، منو دو دی ساکاریدها و غیره است کمک می‌کند. آنزیم‌ها در لوله گوارشی شما در حقیقت پیوندهایی که اجزای مختلف غذای شما را به هم متصل کرده می‌شکنند. حدود سه تا پنج درصد آنزیم‌ها مولکول‌ها را به هم پیوند می‌زنند یا سنتز می‌کنند.

کمبود آنزیم چه تأثیری بر بدن دارد؟ آنزیم‌ها برای هر آنچه که در بدن رخ می‌دهد شامل گوارش، تنفس و جریان خون ضروری هستند. همچنین برای مبارزه با بیماری‌ها، التهاب و کند کردن پروسه بازگشت بیماری استفاده می‌شوند. در حقیقت عملکردهای بدن ما برای ترمیم جراحات و دفع بیماری‌ها مستقیماً مربوط به تعداد

و قدرت آنزیم‌های ما است. این دلیل آن است که چرا کمبود آنزیم‌ها می‌تواند مخرب باشد. کمبود آنزیم در رژیم غذایی، بیماری، شیمی‌درمانی، استرس، آسیب‌های فیزیکی، پیری یا مشکلات گوارشی همگی می‌توانند بر سطوح آنزیمی مایثر بگذارند. اولین علامت که نشان می‌دهد شما به میزان کافی آنزیم دریافت نمی‌کنید احتمالاً اختلالات گوارشی شامل ناراحتی‌های معده، نفخ و دیگر اشکال سوءهاضمه خواهد بود. بسیاری از افراد پس از خوردن حبوبات یا گل کلم یا پس از صرف محصولات لبنی احساس نفخ می‌کنند. این می‌تواند نشانه‌ای باشد که آنها آنزیم‌های لازم برای گوارش مناسب غذایشان را ندارند.

برخی افراد از دردهای شکمی و اسهال پس از نوشیدن شیر رنج می‌برند. به این دلیل است که بدن شما آنزیم لاکتاز که قند شیر، لاکتوز، را می‌شکند به اندازه کافی تولید نمی‌کنند. مکمل لاکتاز یا شیر تیمار شده با لاکتاز می‌تواند توانایی هضم غذاهای حاوی لاکتاز را بهبود بخشد. اما گوارش تنها یکی از علائم نقص‌های آنزیمی است. هر نوع بیماری یک نشانه بارز این است که شما آنزیم کافی دریافت نمی‌کنید یا سطح آنزیم‌های بدن شما کافی نیست. ساختار آنزیم لاکتاز در زیر نمایش داده شده است.



همان‌طور که اشاره شد آنزیم‌ها فعالیت بدن شما را راه می‌اندازند. هر بیماری از جمله بیماری‌های قلبی - عروقی سرطان یا حتی سرعت پایین ترمیم جراحت همه اشاره به این دارند که آنزیم‌های بدن شما به طور بهینه کار نمی‌کنند

برخی از بهترین منابع برای آنزیم، میوه‌های تازه، سبزیجات و جوانه گندم است. همان‌طور که بدن شما برای اعمال خود به آنزیم نیاز دارد گیاهان برای رشد، تولید مثل و حیات به آنزیم‌ها نیاز دارند. غذاها منابع غنی از آنزیم هستند برخی مکمل‌های آنزیمی از منابع غذایی مشتق می‌شوند از جمله آناناس (منبع آنزیم بروملئین) و پاپایا (منبع پاپائین)، همچنین کیوی و قارچ‌ها. هر میوه تازه، سبزیجات و دانه‌ها یک منبع آنزیمی بالقوه هستند. در صورتی که این آنزیم‌ها با حرارت، تابش یا هر فرایند دیگری که بر روی غذا انجام می‌شود تخریب نشوند. رژیم‌های غذایی حاوی غذاهای آماده و سریع از جمله برگر کباب شده یا سرخ شده، سیب زمینی سرخ شده و نوشابه‌ها، رژیم‌های غذایی فاقد آنزیم هستند. سرخ کردن، پختن، کنسرو کردن، اشعه دادن، خشک کردن همگی کشنده آنزیم‌های غذا هستند.



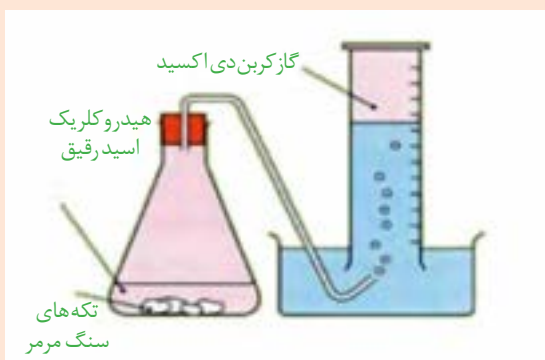
مکمل‌های آنزیمی از تعدادی از منابع از جمله گیاهان، حیوانات (مثل پانکراس گوساله) و منابع میکروارگانیزمی (شامل باکتری‌ها و قارچ‌ها) به‌دست می‌آیند. آنزیم‌ها می‌توانند به تنهایی مصرف شوند یا ترکیبی از آنها استفاده شود یا با ویتامین‌ها و مواد معدنی، ترکیبات گیاهی و دیگر مواد مغذی فرموله شوند. این ترکیبات سودمند هستند چراکه جذب آنزیم را افزایش می‌دهند و حضور زیستی دیگر مواد مغذی فعالیت آنزیم را بهینه می‌کند و تخلیه ذخایر آنزیمی بدن را کاهش می‌دهد، به این ترتیب انرژی بیشتری به ما می‌دهد.

## ۲- غلظت:

ابتدا با این سؤال شروع کنید: آیا هرگونه برخورد بین مولکول‌ها منجر به ایجاد واکنش می‌شود؟ پاسخ هنرجویان را جمع بندی و تکمیل کنید و ادامه تدریس را با مطالب حاشیه کتاب در صفحه ۴۶ شروع کنید و سپس آزمایش زیر را انجام دهید.

با استفاده از آزمایش زیر اثر غلظت بر سرعت واکنش را تعیین کنید. ابتدا وسایل نشان داده شده در شکل را آماده کنید: در این آزمایش هر بار غلظت اسید را با توجه به جدول زیر تغییر می‌دهیم. ابتدا وسایل نشان داده شده در شکل زیر را آماده کنید.

آزمایش  
کنید



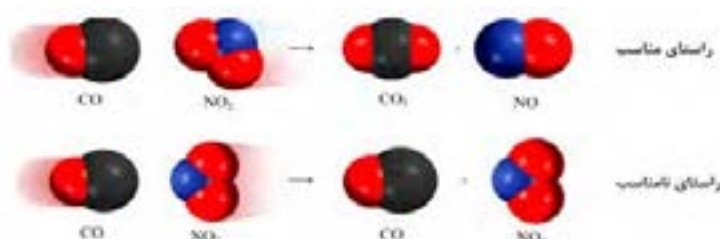
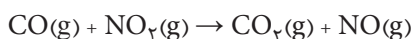
بعد از هر ۳۰ ثانیه حجم گاز تولید شده را اندازه گیری کنید و در جدول زیر ثبت کنید. با افزایش مقدار اسید، سرعت واکنش چه تغییری می‌کند؟

شماره آزمایش	غلظت	حجم گاز تولید شده

### دانش افزایی

یک واکنش شیمیایی زمانی صورت می گیرد که بین ذره های واکنش دهنده برخورد مناسب و مؤثری صورت پذیرد. یک برخورد مؤثر دو ویژگی دارد:

۱- **جهت گیری مناسب ذره ها هنگام برخورد:** در صورتی که ذرات واکنش دهنده از جهت مناسبی به یکدیگر نزدیک شوند، برخورد صورت می گیرد. برای تشخیص جهت برخورد مناسب باید ابتدا فرمول ها و ساختار لوئیس واکنش دهنده ها و فرآورده ها را بررسی کنیم تا ببینیم چه پیوندهایی باید شکسته و یا تشکیل شوند. برخورد باید بین اتم هایی از واکنش دهنده ها انجام شود که قرار است با هم تشکیل پیوند بدهند. برای مثال واکنش زیر را در نظر بگیرید:



۲- **انرژی مناسب ذره ها هنگام برخورد:** در زمان برخورد ذرات واکنش دهنده باید انرژی کافی داشته باشند تا پیوندهای اولیه شکسته شوند. حداقل میزان انرژی لازم برای شروع یک واکنش را انرژی فعال سازی یا اکتیواسیون می گویند. در صورتی برخورد با جهت گیری مناسب نتیجه بخش خواهد بود که ذرات واکنش دهنده از این حداقل انرژی برخوردار باشند.

**نتیجه گیری:** از میان همه برخوردها فقط تعداد معدودی منجر به انجام واکنش می شوند. این تعداد باید دو ویژگی داشته باشند: جهت گیری مناسب و انرژی کافی.

### ارزشیابی پایانی

- ۱- سرعت واکنش چیست؟
- ۲- تأثیر دما بر سرعت واکنش را توضیح دهید.
- ۳- کاتالیزگر چه تأثیری بر سرعت واکنش دارد؟
- ۴- برخوردهای مؤثر دارای چه ویژگی هایی هستند؟

# فصل سوم

## محلول و کلوئید



## واحد یادگیری - ۱

### ۱- محلول

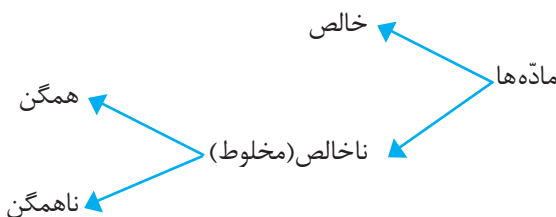
شیوه پیشنهادی تدریس:

پرسش و پاسخ - انجام آزمایش

همکار عزیز پیشنهاد می‌شود نقشه مفهومی زیر را رسم کنید و از هنرجویان بخواهید:

نظر خودشان را در مورد نقشه توضیح دهند.

مثال هایی برای مواد ذکر شده بیاورند.



شکل ۱- نقشه مفهومی دسته بندی مواد به خالص و ناخالص

#### هدف واحد آموزشی:

انتظار می‌رود هنرجو در پایان

این واحد آموزشی:

۱- مهارت دسته‌بندی مواد به خالص و ناخالص را در خود تقویت کند.

۲- مفهوم مخلوط همگن و ناهمگن را درک کند.

۳- مفهوم فاز را درک کند.

۴- چند حلال مهم مایع را بشناسد.

۵- با نقش و اهمیت محلول‌ها در زندگی آشنا شود.

۶- تفاوت حل شدن قند و نمک خوراکی در آب را بتواند توضیح دهد.

#### ارزشیابی تشخیصی

۱- به چه ماده ای خالص و به چه موادی ناخالص گفته می‌شود؟

۲- تفاوت‌های آب و مخلوط نمک در آب در چیست؟

۳- مخلوط‌های روغن در آب و نمک در آب چه تفاوتی دارند؟

برای مواد خالص هر حالت فیزیکی یک فاز به حساب می‌آید.

با پرسش و ذکر مثال‌هایی مواد خالص و ناخالص را برای هنرجویان یادآوری کنیم و سپس تعریف محلول را از آنها بخواهیم و نظرات آنها را بشنویم.

می‌توانیم این مفاهیم را با آزمایش‌های ساده و مقایسه مواد به هنرجویان یادآوری کنیم. مقایسه آب خالص، نمک در آب و روغن در آب، مخلوط شن و نمک خوراکی، مخلوط شن و آب و ... از هنرجویان بخواهیم تفاوت آب خالص را با آب و نمک، آب و روغن و ... ذکر کنند.

کدام یک مخلوط همگن و کدام مخلوط ناهمگن‌اند؟ دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.

سپس ذهن هنرجویان را به سمت تفاوت‌های مخلوط‌های همگن و ناهمگن توجه دهیم و مخلوط همگن (محلول) را **مخلوط یک فازی** معرفی کنیم.

**فاز را قسمتی از ماده تعریف کنیم که خواص شیمیایی و فیزیکی (طعم، رنگ، چگالی و ...) در تمام نقاط آن یکسان باشد.**

به منظور درک بهتر موضوع تفاوت‌های آب خالص، مخلوط نمک در آب و مخلوط روغن در آب را بر اساس مفهوم فاز و اجزاء قابل تشخیص ارائه دهیم. در ادامه، **فصل مشترک** در مخلوط‌های ناهمگن را معرفی کنیم.

با ذکر مثال‌هایی تفاوت فاز و حالت فیزیکی را نشان دهیم.

**مخلوط آب و براده آهن: دو فاز و دو حالت فیزیکی**

**مخلوط آب و روغن: دو فاز که هر دو حالت فیزیکی مایع دارند.**

با ذکر مثال‌هایی از هنجویان بخواهیم نوع مخلوط و تعداد فازها در هر مخلوط را تعیین کنند (مشابه با خود را بیازمایید صفحه ۵۲).

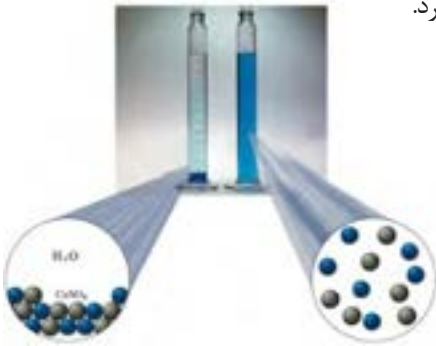
همکار گرمی پیشنهاد می‌شود:

«تحقیق کنید صفحه ۵۳» را به صورت یک فعالیت گروهی از هنجویان بخواهید.

### دانش افزایی

بسیاری از موادی که در زندگی با آنها سرو کار داریم، به صورت مخلوط (ناخالص) هستند. برای نمونه، هوایی که تنفس می‌کنیم (مخلوطی از گازهای اکسیژن، نیتروژن و ...)، چوب (سلولز، هوا و آب)، شیر (آب، چربی، قند و ...)، بنزین (مخلوطی از چند ترکیب آلی)، فولاد (مخلوطی از آهن، کربن و ...)، ضد یخ، نوشیدنی‌ها و شوینده‌ها برخی از این مخلوط‌ها هستند.

ماده خالص در هر حالت فیزیکی یک فاز تشکیل می‌دهد. هر گاه دو یا چند ماده، مخلوطی همگن با حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی یکسان ایجاد کنند، می‌گوییم مخلوط یک فازی یا محلول داریم. محلول، مخلوط همگنی است که در آن، یک (یا چند) ماده که حل شونده نامیده می‌شود، به صورت کاملاً یکنواخت در ماده دیگری که حلال نام دارد پخش می‌شود. معمولاً، حلال جزئی است که درصد بیشتری از محلول را تشکیل می‌دهد. محلول حاصل از مخلوط کردن دو ماده به ماده‌ای که نقش حلال را دارد شباهت بیشتری دارد. برای نمونه، وقتی مقدار ۵ گرم ماده مس (II) سولفات را در ۲۰۰ گرم آب حل می‌کنیم، آب نقش حلال و مس (II) سولفات نقش حل شونده را دارد.



شکل ۲- مس (II) سولفات در آب حل می‌شود و به صورت کاملاً یکنواخت در تمام نقاط آن پخش می‌شود. محلول حاصل، حالت فیزیکی مشابه با آب دارد. در محلول ایجاد شده، آب نقش حلال و مس (II) سولفات نقش حل شونده دارد.

در هر یک از مخلوط‌های زیر تعداد فازهای موجود را تعیین کنید، به نظر شما کدام مخلوط یک محلول است؟ چرا؟

آ) مخلوط آب و یخ: ۲ فاز (یخ و آب)

ب) مخلوط روغن، آب و براده آهن: ۳ فاز (آب، روغن و براده آهن)

پ) مخلوط آب، نمک و نفت سفید: ۲ فاز (محلول نمک در آب، نفت سفید)

ت) مخلوط آب و قند: ۱ فاز

مخلوط «ت» یک فازی و محلول است، چون قند در آب حل می‌شود و مخلوطی همگن ایجاد می‌کند.

پاسخ خود را  
بیازمایید

در ادامه با اشاره به محلول نمک در آب، اجزاء محلول شامل **حل شونده** و **حلال** را توضیح دهیم. به منظور تشخیص حلال و حل شونده ۲ نکته زیر را اشاره کنیم:

- ۱- معمولاً به جزئی که درصد بیشتری از محلول را تشکیل می‌دهد حلال می‌گویند.
- ۲- محلول به حلال مشابهت بیشتری دارد (برای نمونه محلول شکر در آب ظاهری شبیه به آب دارد و مایع است)

در ادامه با ذکر مثال‌هایی و با استفاده از جدول صفحه ۵۳ در کتاب درسی، هنرجویان را با انواع محلول‌ها براساس حالت فیزیکی (محلول جامد، مایع و گاز) و حلال‌های مایع پرکاربرد آشنا کنیم.

## ۲- مقایسه حل شدن قند و نمک در آب

شیوه پیشنهادی تدریس:

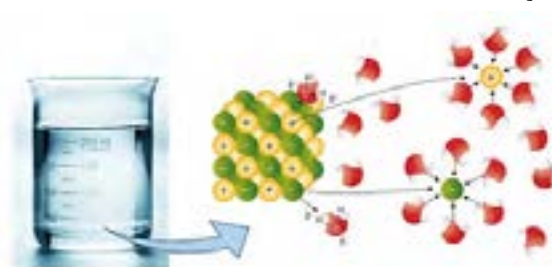
**سخنرانی - استفاده از IT (بخش انیمیشن)**

برای هنرجویان توضیح دهیم: حل شدن قند و نمک در آب ظاهری کاملاً مشابه هم دارند. اما از دید مولکولی و ذره‌ای تفاوت‌هایی در حل شدن این دو ماده در آب وجود دارد. ترکیب‌های مولکولی مانند قند، به صورت **مولکولی** در آب حل می‌شوند.



شکل ۳- حل شدن ترکیب مولکولی در آب. ترکیب مولکولی به صورت مولکولی در آب حل می‌شوند.

ترکیب‌های یونی مانند نمک خوراکی، به صورت **یونی** در آب حل می‌شوند؛ یعنی با تفکیک شدن به کاتیون و آنیون در آب حل می‌شوند.



شکل ۴- انحلال ترکیب یونی در آب. ترکیب‌های یونی به صورت یونی در آب حل می‌شوند.

با اشاره به تصویر کتاب و پخش انیمیشن موجود در محتوای الکترونیکی همراه کتاب به درک این مفهوم توسط هنرجویان کمک کنیم.

### ارزشیابی پایانی

- ۱- فاز را تعریف کنید.
- ۲- لیوان نیم پر از آب که چند قطعه یخ در آن قرار دارد چند فاز دارد؟
- ۳- کدام مخلوط‌های زیر محلول هستند؟  
شربت خاکشیر – دوغ – شیر – سرکه – بنزین
- ۴- انحلال قند و نمک در آب چه تفاوتی با هم دارد؟
- ۵- چند حلال مهم را نام ببرید.

## دانش افزایی

### انواع حل شونده‌ها و حلال‌ها

حل شونده و حلال ممکن است جامد، مایع و یا گاز باشند. **محلولی که ایجاد می‌شود حالت فیزیکی مشابه با حلال دارد.** وقتی بلورهای شکر در آب حل می‌شوند، محلول حاصل مانند آب مایع است. شکر حل شونده و آب حلال است. نوشابه‌ها و نوشیدنی‌های گاز دار از حل شدن گاز کربن دی اکسید در آب تولید می‌شوند و محلول‌های مایع محسوب می‌شوند. سرکه محلولی مایع است که حل شونده (استیک اسید) و حلال آن (آب)، هر دو، حالت فیزیکی مایع دارند. آلیاژها نمونه‌هایی از محلول‌های جامد هستند. استیل از حل شدن کربن در آهن و برنج از حل شدن روی در مس ایجاد می‌شود.

### آب به عنوان حلال

آب فراوان ترین ماده موجود در طبیعت است. در مولکول آب، هر اتم اکسیژن با دو اتم هیدروژن الکترون‌هایش را به اشتراک گذاشته است. به دلیل الکترونگاتیوی بیشتر اکسیژن نسبت به هیدروژن، پیوندهای O-H در مولکول آب قطبی (polar) هستند. در هر یک از پیوندهای قطبی، اکسیژن به صورت جزئی بار منفی ( $\delta^-$ ) و اتم هیدروژن بار جزئی مثبت ( $\delta^+$ ) دارد. چون مولکول آب خمیده است، قطبیت دو پیوند موجود در آن باعث قطبی بودن مولکول آب شده است. بین مولکول‌هایی که اتم هیدروژن با بار جزئی مثبت در یک مولکول، اتم‌های الکترونگاتیوی چون اکسیژن، فلوئور و



نیتروژن مولکول دیگر را جذب می‌کند، نیروی جاذبه‌ای وجود دارد که پیوند هیدروژنی (hydrogen bond) گفته می‌شود. جاذبه بین مولکول‌های آب از این نوع اند.

قطبیت و توانایی مولکول‌های آب در تشکیل جاذبه‌های قوی با سایر ذره‌ها (مولکول‌ها و یون‌ها) باعث شده است که آب حلالی مناسب برای بسیاری از مواد باشد و به عنوان پر کاربردترین حلال صنعتی محسوب شود.

### تشکیل محلول

جاذبه‌های بین ذره‌های دو ماده حل شونده و حلال تعیین می‌کند که محلول تشکیل می‌شود یا خیر. در ابتدا برای جدا شدن ذره‌ها در حل شونده و حلال به انرژی نیاز است. در نهایت، از توزیع و قرار گرفتن ذره‌های حل شونده بین ذره‌های حلال انرژی آزاد می‌شود. آزاد شدن انرژی و فراهم شدن انرژی لازم برای جدا شدن ذره‌ها، مستلزم وجود جاذبه بین ذره‌های حل شونده و حلال است. چنین جاذبه‌ای هنگامی ایجاد می‌شود که ذره‌های حل شونده و ذره‌های حلال ویژگی‌های مشابه داشته باشند.

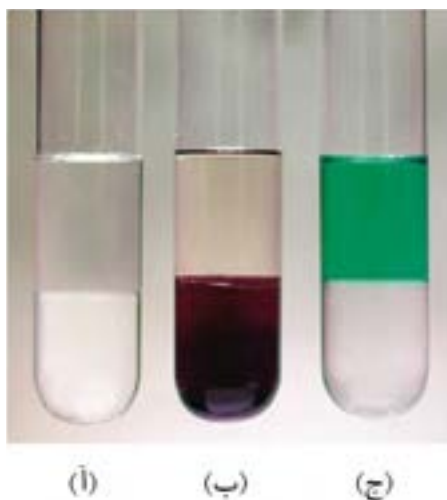
عبارت «**شبیه شبیه را حل می‌کند**» روشی است برای بیان این موضوع که حل شونده و حلال باید از نظر قطبیت شبیه باشند تا محلول تشکیل شود. در مواردی که جاذبه‌ای بین ذره‌های حل شونده و حلال برقرار نشود، انرژی مناسب برای تشکیل محلول فراهم نخواهد شد.

شبیه شبیه را حل می‌کند. در هر لوله آزمایش لایه پایینی دی کلرو متان (با چگالی بیشتر از آب) است و لایه بالایی آب است.

(الف) آب قطبی و دی کلرو متان غیر قطبی است. دو لایه غیر قابل امتزاج تشکیل داده اند.

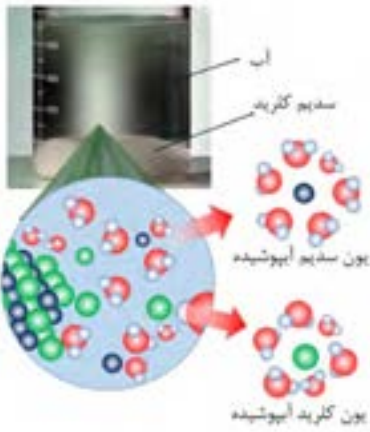
(ب) حل شونده غیر قطبی ید (ارغوانی رنگ) در حلال غیر قطبی (دی کلرو متان) حل شده ولی در آب حل نشده است.

(ج) حل شونده یونی نیکل (II) نیترات (سبز رنگ) در آب حل شده ولی در دی کلرومتان حل نمی‌شود.



شکل ۶- شبیه شبیه را حل می‌کند.

### ترکیب‌های یونی در آب حل می‌شوند



شکل ۷- حل شدن سدیم کلرید در آب

در ترکیب‌های یونی مانند سدیم کلرید، جاذبه‌های قوی بین کاتیون‌ها و آنیون‌ها وجود دارد. در آب به عنوان یک حلال قطبی، پیوندهای هیدروژنی جاذبه‌های قوی بین مولکول‌ها ایجاد کرده است. وقتی بلورهای سدیم کلرید ( $\text{NaCl}$ ) در آب قرار داده می‌شوند، اکسیژن‌های با کمی بار منفی مولکول آب، کاتیون‌های  $\text{Na}^+$  و اتم‌های هیدروژن مولکول‌های آب که کمی بار مثبت دارند، آنیون‌های  $\text{Cl}^-$  را جذب می‌کنند. در هنگام حل شدن سدیم کلرید در آب، یون‌ها توسط مولکول‌های حلال آبپوشی می‌شوند. مولکول‌های آب اطراف یون‌ها را احاطه می‌کنند و جاذبه بین آنها از بین می‌رود. جاذبه قوی بین مولکول‌های قطبی آب و کاتیون و آنیون حل شونده انرژی لازم برای تشکیل محلول را فراهم می‌کند.

## واحد یادگیری ۲-

### انحلال پذیری و انواع محلول‌ها

#### شیوه پیشنهادی تدریس:

#### پرسش و پاسخ - انجام آزمایش - دریافت مفهوم

همکار گرامی می‌توانیم درس را با سؤال انگیزشی زیر شروع کنیم:

آیا می‌توان هر مقدار نمک یا شکر را در یک لیوان آب حل کرد؟

در یک لیوان آب (آب با دمای معمولی) مقداری شکر حل کنیم به گونه‌ای که مقداری از شکر به صورت حل نشده در لیوان باقی بماند. از هنجریان بخواهیم برای حل شدن مقدار شکر باقیمانده روش‌هایی را پیشنهاد کنند.

پس از شنیدن پاسخ هنجریان، اثر افزایش دما را برای هنجریان نشان دهیم.

در ادامه سؤالات زیر را مطرح کنیم:

به چه محلولی سیر نشده می‌گویند؟

چه محلول‌هایی را سیر شده و چه محلول‌هایی را فرا سیر شده می‌نامند؟

پس از شنیدن پاسخ هنجریان توضیح دهیم:

همان‌طور که یک لیوان گنجایش مقدار معینی از یک مایع را دارد، مولکول‌های حلال نیز مقدار معینی از یک حل شونده را می‌توانند در فضای بین خود بپذیرند. سپس تعریف انحلال پذیری را ارائه دهیم:

### هدف واحد آموزشی:

انتظار می‌رود هنرجو در پایان این واحد آموزشی:

۱- مفهوم انحلال پذیری را آموخته‌باشد.

۲- انواع محلول‌های سیر نشده، سیر شده و فرا سیر شده را بفهمد

۳- عوامل مؤثر بر انحلال پذیری را ذکر کند.

۴- بتواند از رابطه انحلال پذیری در حل مسائل مربوطه استفاده کند. چند حلال مهم مایع را بشناسد.

۵- با نمودار انحلال پذیری آشنا شود و بتواند در حل مسائل از نمودار به درستی استفاده کند.

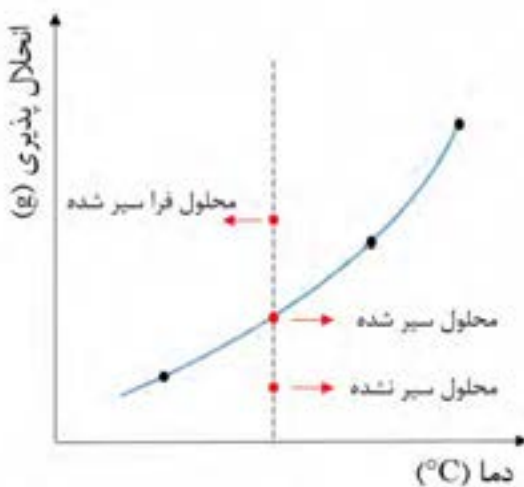
بیشترین مقدار از یک ماده حل شونده که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلال حل می‌شود **انحلال پذیری** آن ماده نامیده می‌شود.

$$100 \times \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم حلال}} = \text{انحلال پذیری}$$

بر اساس آزمایشی که انجام دادیم از هنرجویان بخواهیم تا اثر عوامل مختلف مؤثر بر انحلال پذیری یک ماده جامد (مانند نمک و شکر و ...) را بیان کنند.

**نمونه حل شده صفحه ۵۵** را برای هنرجویان توضیح دهیم و به منظور تقویت توانایی بهره‌گیری از رابطه و حل مسئله، مثال‌هایی دیگر نیز برای هنرجویان مطرح کنیم.

در ادامه، با ذکر مثالی فرضی (برای نمونه شکر و با اعدادی تقریبی)، **نمودار انحلال پذیری** را برای هنرجویان شرح دهیم. با استفاده از نموداری فرضی جایگاه محلول‌های سیر شده، سیر نشده و فراسیر شده را روی نمودار انحلال پذیری مشخص کنیم.



شکل ۸- نمودار انحلال پذیری

### ارزشیابی تشخیصی

۱- حلال و حل شونده را تعریف کنید.

۲- چگونه می‌توانیم شکر بیشتری در یک لیوان آب حل کنیم؟

۳- قند در آب سرد بهتر حل می‌شود یا در آب گرم؟

انحلال پذیری مواد جامد در آب به دما بستگی دارد.

انحلال پذیری اغلب مواد جامد در آب، با افزایش دما، افزایش می‌یابد.

انحلال پذیری گازها در آب علاوه بر دما به فشار گاز سطح محلول نیز بستگی دارد.

انحلال پذیری گازها در آب با دما رابطه عکس و با فشار گاز در سطح محلول رابطه مستقیم دارد.

در ادامه، به هنرجویان اجازه دهید تا در زمانی مشخص با همکاری هم گروهی‌های خود **کار در کلاس صفحه ۵۵** را پاسخ دهند. به پاسخ‌ها و بحث‌های آنها نظارت کنید و در صورت نیاز آنها را برای یافتن پاسخ راهنمایی نمایید.

انحلال پذیری به عوامل  
گوناگونی مانند، نوع حل  
شونده، نوع حلال، دما و فشار  
بستگی دارد.

در ادامه توضیح دهیم که تا الان آموختیم که انحلال پذیری یک ماده جامد در آب به دما بستگی دارد.

سپس، با توضیح این جمله که در نوشابه، گاز کربن دی اکسید در آب حل شده است، سؤال‌های زیر را ضمن بررسی پاسخ‌های هنرجویان مطرح کنیم

چرا وقتی در نوشابه را باز می‌کنیم، گاز حل شده آن خارج می‌شود؟  
چرا بعد از باز کردن در نوشابه، وقتی آن را در یخچال نگهداری کنیم، دیرتر  
گازش را از دست می‌دهد؟

با افزایش دمای آب رودخانه‌ها اغلب ماهی‌های رودخانه خواهند مرد! به  
نظر شما دلیل این واقعه چیست؟

پس از شنیدن پاسخ‌های هنرجویان، از آنها خواهیم تابا کمک هم گروهی‌های  
خود کار در کلاس ۲ را پاسخ دهند.

پاسخ خود را  
بیازمایید

۱- با توجه به نمودار انحلال پذیری کدام ماده در دمای  $90^{\circ}\text{C}$ ؛  $45^{\circ}\text{C}$  گرم است؟

KCl

۲- انحلال پذیری نمک پتاسیم کلرات در یک دمای معین  $60^{\circ}\text{C}$  گرم است. چنانچه  $800$  گرم از این  
نوع محلول را حرارت دهیم تا حلال به طور کامل تبخیر شود چند گرم نمک پتاسیم کلرات بر جای  
می‌ماند؟

همان‌طور که می‌دانیم، انحلال پذیری مقدار حل شونده به ازای  $100$  گرم حلال را نشان می‌دهد.  
انحلال پذیری پتاسیم کلرات در دمای مورد نظر  $60^{\circ}\text{C}$  گرم است. یعنی در  $160$  گرم از محلول  
( $100$  گرم حلال و  $60$  گرم حل شونده)  $60$  گرم پتاسیم کلرات وجود دارد. پس در  $800$  گرم  
از این محلول ( $5$  برابر)،  $300$  گرم پتاسیم کلرات حل شده است. در صورت تبخیر حلال این  
 $300$  گرم بر جای می‌ماند.

ارزشیابی  
پایانی

۱- انحلال پذیری را تعریف کنید.

۲- انحلال پذیری گازها به چه عواملی بستگی دارد؟ اثر این عوامل بر انحلال پذیری چگونه است؟

۳- چرا در نوشابه گرم تر خروج گاز بهتر دیده می‌شود؟

۴- انحلال پذیری ماده ای در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  در آب  $40$  گرم است. در  $280$  گرم از محلول آبی این ماده  
در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  چند گرم از این ماده وجود دارد؟

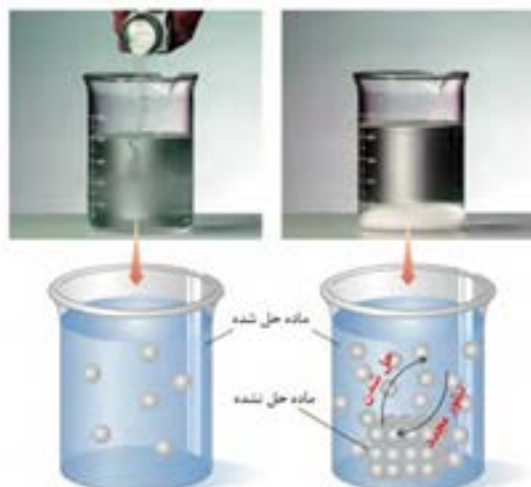
## دانش افزایی

### محلول سیر شده

به محلولی که تمام حل شونده‌ای که می‌تواند حل کند را در خود حل کرده است، محلول سیر شده (saturated) می‌گویند. وقتی محلولی سیر شده باشد، با سرعتی که ماده حل می‌شود، ذرات حل شده از محلول خارج می‌شوند که به این فرایند تبلور مجدد گفته می‌شود. در این صورت تغییری در مقدار ماده حل شده در محلول صورت نمی‌گیرد.



وقتی محلولی سیر شده باشد، افزودن مقداری بیشتر از حل شونده تنها مقدار ماده حل نشده در ظرف را افزایش می‌دهد.



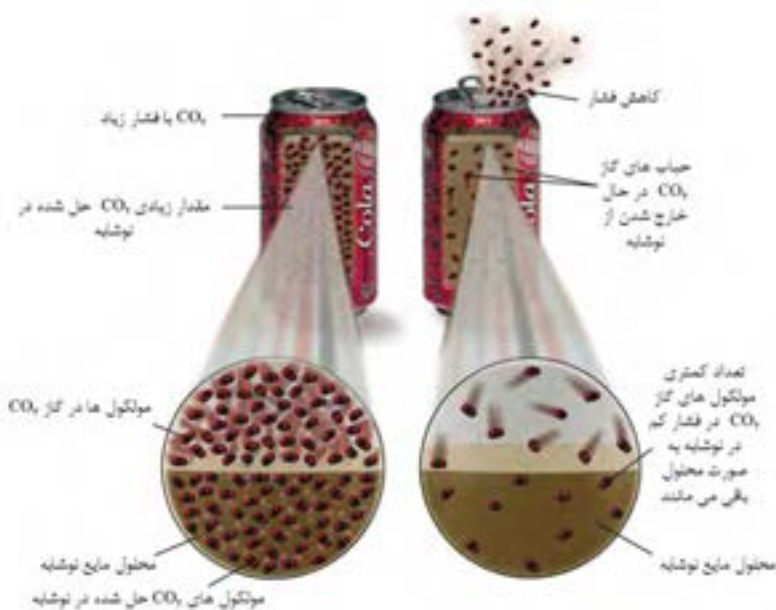
### محلول فراسیر شده

وقتی یک محلول سیر شده با دقت و به آرامی سرد شود، می‌تواند به محلولی تبدیل شود که مقدار حل شونده بیشتر از انحلال پذیری داشته باشد. به چنین محلولی فرا سیر شده (supersaturated) می‌گویند. محلول فرا سیر شده بسیار ناپایدار است و چنانچه هم زده شود و یا بلوری از حل شونده به آن اضافه شود، مقدار اضافی حل شونده از محلول خارج می‌شود تا به محلولی سیر شده تبدیل شود.

## دانش افزایی

### قانون هنری

قانون هنری بیان می‌کند انحلال پذیری گاز در مایع به صورت خطی به فشار گاز روی مایع وابسته است. هر چه فشار گاز سطح مایع بیشتر باشد، تعداد مولکول بیشتری برای وارد شدن و حل شدن در مایع وجود دارد. در یک بطری نوشابه، مقدار زیادی گاز کربن دی اکسید با اعمال فشار حل شده است. وقتی در بطری نوشابه را باز می‌کنیم، فشار گاز سطح مایع تا فشار اتمسفری کاهش می‌یابد و انحلال پذیری گاز در مایع هم کاهش می‌یابد. در نتیجه، خروج سریع گاز از محلول به شکل حباب‌هایی به چشم می‌آید. وقتی نوشابه‌ای گرم را باز کنید، خروج حباب‌های گاز از نوشابه را بهتر لمس می‌کنید!



## واحد یادگیری - ۳

### غلظت محلول‌ها ( درصد جرمی، غلظت مولی و ppm)

#### شیوه پیشنهادی تدریس:

#### پرسش و پاسخ - انجام آزمایش

پیشنهاد می‌گردد همکار محترم با نوشتن جمله‌هایی شبیه جمله‌های زیر بر روی تابلو از هنرجویان بخواهد تا برداشت‌های خودشان را در باره آنها بیان کنند:

«چای شیرینی که درست کردی چندان شیرین نیست»

«مادر بزرگم غلظت خورش بالا است»

«نفت خام ماده‌ای سیاه رنگ و غلیظ است»

پاسخ هنرجویان را بشنوید ولی درباره درستی یا نادرستی آنها اظهار نظر نکنید و فقط آنها را به ادامه اظهار نظرهای خودشان تشویق کنید و آزمایش‌های پیشنهادی زیر را به صورت نمایشی انجام دهید.

#### آزمایش ۱

در دو لیوان با مقدار آب یکسان مقادیر متفاوت شربت آلبالو بریزید و از هنرجویی بخواهید که از هردوی آنها بچشد و سپس به سؤالاتی نظیر سؤالات زیر پاسخ دهد:

تفاوت این محلول‌ها در چیست؟

کدام شربت غلیظ تر است؟ چرا؟

از او بخواهید که برداشت خود را از مفهوم‌های غلیظ و رقیق بیان کند و برای هنرجویان در مورد تجربه چشیدن خود توضیح دهد.

#### آزمایش ۲

دو بشر بردارید و مقدار ۴۵ گرم آب را درون هر کدام از آنها بریزید سپس در یکی مقدار ۵ گرم شکر و در دیگری ۵ گرم نمک خوراکی بریزید و با کمک بچه‌ها خوب آنها را به هم بزنید تا حل شوند و سپس بر روی تابلو جدول زیر را بکشید و از هنرجویان بخواهید که کامل کنند و برای پاسخ خود دلیل بیاورند:

#### هدف واحد آموزشی:

انتظار می‌رود هنرجو در پایان

این واحد آموزشی:

۱- با روش‌های گوناگون بیان مقدار حل شونده در محلول آشنا شود.

۲- با مفهوم درصد جرمی، غلظت مولی و ppm آشنا شود.

۳- با کاربردهای غلظت در زندگی روزانه آشنا شود.

۴- مهارت‌های محاسبات عددی درصد جرمی، غلظت مولی و ppm را در خود تقویت کند.

۵- ppm را معیاری برای بیان غلظت برخی از حل‌شونده‌ها بداند.

#### ارزشیابی تشخیصی

پیشنهاد می‌گردد همکار

گرامی در باره مفاهیم زیر

پرسش‌های مفهومی و

هدفمند طرح کند و از

هنرجویان بخواهد که به آنها

پاسخ دهند:

انحلال

محلول‌ها

ویژگی محلول‌ها

محلول	جرم حل شونده	جرم حلال	جرم محلول	درصد جرم حل شونده در محلول
نمک در آب	۵ گرم	۴۵ گرم	.....	.....
شکر در آب	۵ گرم	.....	.....	.....

از هنرجویان بخواهید رابطه‌ای برای محاسبه درصد جرمی پیشنهاد دهند و برای این منظور به آنها کمک کنید.

با توجه به رابطه انتخاب شده، از برداشت‌های هنرجویان مفهوم درصد جرمی را تعریف کنید.

در ادامه به وسیله قطره چکان یک قطره از محلول آب نمک را برداشته و به ۱۰۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید. با راهنمایی خود از هنرجویان بخواهید تا در مورد غلظت نمک در محلول جدید نظر بدهند.

بر اساس پاسخ و یافته‌های هنرجویان، آنها را با مفهوم عبارت ppm برای غلظت‌های بسیار کم آشنا کنید.

برای بیان غلظت مولی از هنجریان بخواهید تا با کمک هم گروهی‌های خودشان تمرین زیر را حل کنند. در زمان پاسخ‌گویی، مباحث آنها را مدیریت کنید

#### تمرین پیشنهادی:

۱۱/۷ گرم سدیم کلرید را در مقدار کمی آب حل کرده و سپس با افزودن آب به محلول حاصل، حجم آن را به ۱۰۰ میلی لیتر رسانده ایم:  
(الف) تعداد مول‌های حل‌شونده را در محلول حساب کنند.  
(ب) نسبت تعداد مول به حجم محلول بر حسب لیتر را محاسبه کنند.  
(پ) غلظت مولی و یکای آن را برای هنجریان بیان کنید و از هنجریان بخواهید تا فرمولی برای محاسبه آن ارائه دهند.

## واحد یادگیری -۴

### کلوئید، ویژگی‌ها و کاربردهای آن

#### شیوه پیشنهادی تدریس:

بارش فکری، انجام آزمایش، پرسش و پاسخ، نمایش فیلم، بحث گروهی

مواد و ابزار آموزشی: گچ، تابلو، ویدئو پروژکتور و رایانه و وسایل مورد نیاز برای انجام آزمایش‌های صفحه ۶۷ و ۶۸، بهتر است این واحد یادگیری در آزمایشگاه اجرا شود.

#### چگونگی اجرا:

همکار گرامی، در این قسمت هدف این است که هنجرو با مطالب مربوط به مفهوم کلوئیدها، ویژگی کلوئیدها و بررسی کلوئیدها از جنبه کاربردی آشنا شود. توصیه می‌شود مراحل زیر را به کار برید:

#### کلوئید

توصیه می‌شود این واحد یادگیری را در آزمایشگاه تدریس کنید. در جلسه قبل هنجریان را گروه بندی کرده و از هر گروه بخواهید به انتخاب خود وسایل و مواد آزمایش صفحه ۶۷ و ۶۸ را با خود بیاورند. درس را با تهیه کلوئید نشاسته در حضور هنجریان آغاز کنید. از هنجریان بپرسید این مخلوط همگن است یا ناهمگن؟ محلول است یا سوسپانسیون؟ چه تفاوتی با محلول دارد؟ و اجازه دهید هنجریان در گروه‌های خود برای پاسخ سؤال‌ها بحث کنند. سپس با تعریف کلوئید درس را آغاز و در مورد تاریخچه کلوئید و اجزای

### هدف واحد آموزشی:

انتظار می‌رود هنرجو در پایان این واحد آموزشی:

۱- با کلئوئید به عنوان یک مخلوط آشنا شود.

۲- با انواع کلئوئیدها در محیط زندگی آشنا شود.

۳- علت پایداری کلئوئیدها را درک کند.

۴- با ویژگی‌های کلئوئیدها آشنا شود.

۵- تفاوت کلئوئید با محلول و سوسپانسیون را درک کند.

۶- مهارت تشخیص کلئوئید از سوسپانسیون و محلول را کسب و در خود تقویت کند.

۷- بتواند از ویژگی‌های کلئوئید در موقعیت‌های خاص زندگی استفاده کند.

### ارزشیابی تشخیصی

به همکار گرامی پیشنهاد می‌شود درباره مفاهیم زیر پرسش‌هایی مفهومی و هدفمند طرح کنید و از هنرجویان بخواهید به آنها پاسخ دهند:

۱- تعریف مخلوط همگن و ناهمگن

۲- تعریف محلول و سوسپانسیون

کلئوئید توضیح دهید. بهتر است در این قسمت با استفاده از روش پرسش و پاسخ اجزای کلئوئید را در کلئوئید نشاسته هنرجویان تعیین کنند.

اکنون با استفاده از جدول صفحه ۶۳ کتاب انواع کلئوئید را برای هنرجویان توضیح دهید. ضمن توضیح از هنرجویان بخواهید برای هر مورد مثال‌های بیشتری ارائه دهند.

کلئوئید حداقل از دو فاز تشکیل شده است که عبارت‌اند از: فاز پخش‌کننده و فاز پخش‌شونده. فاز پخش‌شونده ممکن است گاز، مایع یا جامد باشد. فاز پخش‌کننده نیز می‌تواند گاز، مایع یا جامد باشد.

**فاز پخش‌کننده، زمینه اصلی و ماده اصلی کلئوئید را تشکیل می‌دهد.** با توجه به حالت فیزیکی فاز پخش‌کننده و فاز پخش‌شونده می‌توان ۹ حالت مختلف را در کلئوئیدها در نظر گرفت:

۱- کلئوئید گاز در گاز: در عمل چنین کلئوئیدی وجود ندارد زیرا گازها به طور کاملاً یکنواخت در مقیاس مولکولی در هم پراکنده می‌شوند و همگن خواهند شد. در نتیجه محلول محسوب می‌شوند.

۲- کلئوئید مایع در گاز: در این کلئوئید فاز پخش‌شونده، مایع و فاز پخش‌کننده گاز می‌باشد. آبروسول مایع نامی است که بر این نوع از کلئوئیدها نهاده‌اند و از نمونه‌های آن می‌توان به مه و افسانه‌ها اشاره کرد. آبروسول تعلیق مایع یا جسم به صورت گرد و گاز در هوا می‌باشد.

۳- کلئوئید جامد در گاز: آبروسول جامد نام دارد. دود و غبار نمونه‌های کلئوئید جامد در گاز می‌باشند.

۴- کلئوئید گاز در مایع: کف صابون مثالی از کلئوئید گاز در مایع است. فاز پخش‌کننده مایع و فاز پخش‌شونده گاز بوده و حالت فیزیکی این کلئوئید مایع می‌باشد. کف نام عمومی این نوع از کلئوئیدهاست. کف‌ها در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند و در آتش‌نشانی نیز استفاده مخصوصی دارند. کف مانند لایه‌ای پیوسته در سطح ماده در حال سوختن جریان می‌یابد و از پیدایش بخارهای اشتعال‌پذیر جلوگیری می‌کند.

۵- کلئوئید مایع در مایع: امولسیون یا کلئوئید مایع در مایع مخلوطی است که در آن قطره‌های ریز یک مایع در مایعی دیگر بی‌آنکه با یکدیگر درآمیزند، پراکنده است. شیر، کره و مایونز نمونه‌ای از امولسیون‌ها در زندگی ما می‌باشند.

۶- کلئوئید جامد در مایع: سول نام دارد و از نمونه‌های آن می‌توان به رنگ‌های روغنی و چسب مایع اشاره کرد.

۷- کلئوئید گاز در جامد: سنگ پا و یونالیت نمونه‌ای از این کلئوئید هستند که نام عمومی کف جامد را به خود اختصاص داده‌اند.

۸- کلئوئید مایع در جامد: ژل یا همان کلئوئید مایع در جامد یک ماده ژلاتینی است که زمینه اصلی آن را ماده جامد تشکیل می‌دهد. خاصیت ژل می‌تواند از سست و ضعیف بودن تا قوی و سخت بودن متفاوت باشد. ژله و ژل موی سر نمونه‌های کلئوئید مایع در جامد می‌باشند.

۹- کلئوئید جامد در جامد: این نوع از کلئوئیدها نیز سول خوانده می‌شود. سرامیک و سنگ‌های گرانها چون یاقوت، لعل و فیروزه در این دسته قرار دارند.

همکار گرامی پیشنهاد می‌شود تدریس ویژگی‌های کلوئیدها را هم با انجام آزمایش شروع کنید. در صورت امکان محیط را تاریک کنید و با قلم لیزری باریکه نور را به کلوئید نشانسته و یک محلول بتابانید و از هنرجویان بخواهید تفاوت را توضیح دهند. (در صورتی که امکان انجام این آزمایش نباشد، شکل صفحه ۶۵ بسیار گویاست) اکنون توضیح هنرجویان درباره علت این پدیده را جویا شوید و سپس اثر تیندال را به صورت زیر توضیح دهید:

برخلاف محلول‌ها که شفاف هستند، کلوئیدها ظاهری کدر و مات دارند و ذرات تشکیل دهنده آنها به اندازه ای بزرگ هستند که اگر پرتوی نور از درون مخلوط کلوئید بگذرد، به وسیله آنها پخش می‌شود. این پدیده، یعنی پخش نور به وسیله ذرات کلوئیدی را اثر تیندال نامیده‌اند. اثر تیندال را می‌توان در عبور پرتوهای خورشیدی از میان هوای مه آلود یا آلوده به غبار مشاهده کرد.

برای توضیح حرکت براونی نمایش فیلم موجود در نرم‌افزار راهنمای معلم و سپس ارائه توضیحات لازم مناسب است.

ذره‌های کلوئیدی مانند گازها دائماً در حال حرکت و جنب و جوش می‌باشند و به طور پیوسته و نامنظم تغییر جهت می‌دهند. این ذره‌ها هنگامی که به یکدیگر می‌رسند، در برخورد با هم تغییر مسیر داده و جهتی دیگر را پی می‌گیرند. به این حرکت دائمی و نامنظم ذره‌های کلوئیدی حرکت براونی می‌گویند.

اکنون در مورد پایداری کلوئیدها می‌توانید این سؤال را مطرح کنید که چرا با اینکه ذرات کلوئیدی از محلول بسیار بزرگ ترند مثل سوسپانسیون ته نشین نمی‌شوند؟ پس از شنیدن پاسخ‌های هنرجویان توضیحات زیر را ارائه دهید.

ذره‌های کلوئیدی می‌توانند ذره‌های باردار مانند یون‌ها را در سطح خود جذب کنند و به نوعی بار الکتریکی دست یابند. این بار الکتریکی می‌تواند مثبت یا منفی باشد. دافعه بین این بارهای الکتریکی، مانع به هم پیوستن ذره‌های کلوئیدی شده و باعث می‌شود که پایداری کلوئیدها (ته نشین نشدن فاز پخش شونده) حفظ شود. مقدار بار الکتریکی ذره‌های کلوئیدی بسته به اندازه و ابعاد آنها می‌تواند متفاوت باشد.

با افزودن الکترولیت به یک کلوئید، ذره‌های کلوئیدی ته نشین می‌شوند. به عبارتی ذره‌های باردار الکترولیت بین ذره‌های کلوئیدی قرار گرفته و باعث کاهش دافعه بین آنها می‌شوند. کاهش این دافعه منجر به گردهمایی ذره‌های کلوئیدی و انعقاد آنها می‌شود و نهایتاً ته نشین شدن آنها را به دنبال خواهد داشت. این پدیده را لخته شدن می‌نامند.

در این مرحله بهتر است از هنرجویان بخواهید قسمت بررسی کلوئیدها از جنبه کاربردی را از روی کتاب بخوانند.

انجام آزمایش‌های ۶۷ و ۶۸ توسط هنرجویان گام بعدی تدریس شما است. در این مرحله گروه‌های هنرجویان را به دودسته تقسیم کنید و هر گروه براساس موادی که با خود آورده است یک آزمایش را انجام دهد.

چک لیست‌هایی برای ثبت نتایج آزمایش‌ها و تعیین فاز پخش شونده و فاز پخش کننده در اختیار هنرجویان قرار دهید.

برای تکلیف جلسه آینده از هنرجویان بخواهید هر گروه در مورد یکی از کاربردهای کلوئیدها که در کتاب آمده است محتوای الکترونیکی کوتاهی تهیه کرده و نمایش دهند.

## دانش افزایی

هر سیستم کلوئیدی ذره‌هایی دارد که دست کم یکی از ابعاد آنها ۲ تا ۱۰۰۰ نانومتر و در محیط پراکنده است. این ذره‌ها را ذره‌های کلوئیدی یا فاز پخش شونده و محیط آنها را فاز پیوسته یا فاز پخش کننده می‌نامند. از آنجا که هر دو فاز پخش شونده و پخش کننده می‌توانند به حالت جامد، مایع و یا گاز باشند، ساده‌ترین دسته بندی سیستم‌های کلوئیدی براساس حالت فیزیکی فازهای پخش شونده و پخش کننده خواهد بود. سول، یک سیستم کلوئیدی است که فاز پخش کننده آن، مایع یا گاز است. اگر فاز پخش کننده به حالت گاز باشد، به آن ائروسول می‌گویند. برای نمونه مه، ائروسولی از ذره‌های مایع در گاز و دود، ائروسولی با ذره‌های مایع یا جامد در گاز است. دود تنباکو، ائروسولی از ذره‌های مایع در گاز و دود سفید رنگ نشادر حاصل واکنش  $\text{HCl(g)}$  با  $\text{NH}_3\text{(g)}$ ، ائروسولی از ذره‌های جامد در گاز است. جو زمین دارای ائروسولی از  $\text{H}_2\text{SO}_4$  آبی و قطره‌های بسیار ریز  $\text{So}_4\text{(NH}_4\text{)}$  است که از سوختن سوخت‌های گوگرد دار و انفجار آتشفشان‌ها پدید می‌آید. این ائروسول سولفات دار، افزون بر اسیدی کردن باران، برخی پرتوهای خورشید را باز می‌تاباند و سبب سرد شدن زمین می‌شود. هنگامی که در یک سیستم کلوئیدی هر دو فاز پخش شونده و پخش کننده به حالت مایع باشند، به آن امولسیون می‌گویند. مانند کره و مایونز که امولسیون‌های خوراکی‌اند.

سیستم کلوئیدی که دارای ذره‌های جامد معلق در مایع (فاز پخش شونده جامد و فاز پخش کننده مایع) باشد، مخلوط معلق کلوئیدی یا سوسپانسیون کلوئیدی به شمار می‌رود. برای نمونه هنگامی که محلول آبی دارای یون‌های  $\text{Cl}^-(\text{aq})$  به محلول آبی دارای یون‌های  $\text{Ag}^+(\text{aq})$  افزوده می‌شود، می‌تواند رسوب  $\text{AgCl}$  با بلورهای بسیار ریز پدید آورد. این رسوب، با صافی جدا نمی‌شود و به صورت ذره‌های جامد معلق در مایع (سوسپانسیون کلوئیدی) باقی می‌ماند.

یکی دیگر از سیستم‌های کلوئیدی، کف است که در آن حباب‌های گاز (فاز پخش شونده) در مایع یا جامدی (فاز پخش کننده) پراکنده‌اند. در این سیستم کلوئیدی، قطر حباب‌ها بیش از ۱۰۰۰ نانومتر است؛ ولی فاصله میان حباب‌ها کمتر از ۱۰۰۰۰ نانومتر است.

کف صابون و کفی که در ساحل دریا تشکیل می‌شود، سیستم‌های کلوئیدی گاز در مایع هستند؛ در حالی که سنگ پا، کف جامدی است که در آن حباب‌های هوا در سنگی که پیش از این آتشفشانی بوده، معلق‌اند. دیگر کف جامد، یونولیت است که امروزه انواع آن، کاربردهای فراوانی یافته‌اند.

در نوع دیگری از دسته بندی، کلوئیدها در دو دسته جای می‌گیرند. در یکی ذره‌های معلق، مولکول‌های منفردند و به آن، کلوئید تک مولکولی می‌گویند و در دیگری ذره‌های معلق از گردهمایی شماری مولکول پدید آمده‌اند و ذره‌های کلوئیدی، توده‌های مولکولی‌اند. برای نمونه ذره‌های کلوئیدی و پراکنده  $\text{AgCl}$  و  $\text{Au}$  در آب، توده‌های مولکولی‌اند و به همین دلیل سیستم‌های دوفازی هستند در حالی که محلول یک پلیمر مانند پروتئین در آب، دارای ذره‌های کلوئیدی به صورت مولکول‌های منفرد است و سیستم یک فازی به شمار می‌رود. توجه کنید که اندازه بزرگ مولکول‌ها در چنین کلوئیدهایی موجب می‌شود که محلول آبی پروتئین از لحاظ خواصی مانند پراکندگی نور و ته نشینی هنگام سانتریفوژ، رفتاری همانند ذره‌های کلوئیدی به صورت توده‌های مولکولی داشته باشد. بر همین اساس محلول‌های پلیمری مانند محلول آبی پروتئین، یک سیستم کلوئیدی به شمار می‌رود.

## دانش افزایی

همان‌طور که اشاره شد ذره‌های کلئیدی در حال جنب و جوش دائمی بوده و می‌توانند ذره‌های باردار مانند یون‌ها را در سطح خود جذب کنند. برای مطالعه حرکت ذره‌های کلئیدی باردار می‌توان از میدان الکتریکی استفاده کرد.

**الکتروفورز** دستگاهی است که می‌تواند با تنظیم pH محیط، پروتئین‌ها را جداسازی و خالص کرده و مورد مطالعه قرار دهد. مطالعه حرکت ذره‌های کلئیدی باردار در میدان الکتریکی به کمک این دستگاه زمینه خوبی را برای پژوهش‌های زیست‌شناختی روی پروتئین‌ها فراهم می‌آورد.

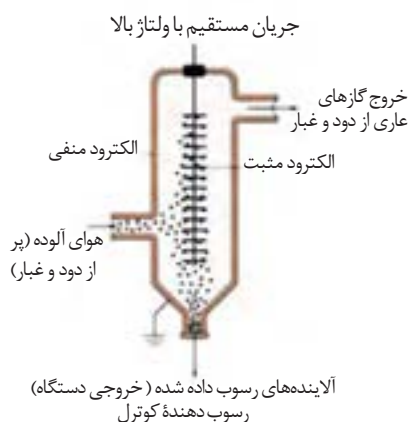
جالب است بدانید که از الکتروفورز به عنوان یک ابزار ضروری در فناوری DNA، برای جداسازی فیزیکی درشت مولکول‌هایی همچون پروتئین و اسید نوکلئیک بر اساس بار الکتریکی و اندازه آنها نیز استفاده می‌شود.

یکی از راه‌های پایدار کردن کلئیدها کاهش غلظت یون‌های حاصل از الکترولیت‌ها در آنها می‌باشد. فرایند جدا کردن یون‌ها از یک کلئید، دیالیز نام دارد. این کار معمولاً به کمک غشاهای مناسبی انجام می‌شود. امروزه از روش دیالیز به طور گسترده برای تصفیه خون افراد مبتلا به نارسایی کلیه استفاده می‌شود.

برخی آلاینده‌های محیط زیست از نوع ذره‌های کلئیدی هستند. برای پالایش هوای آلوده به این ذره‌ها از رسوب دهنده کنترل استفاده می‌شود. در این دستگاه آلاینده‌هایی مانند دود و گرد و غبار در یک میدان الکتریکی قوی قرار می‌گیرند و چون بار الکتریکی دارند، جذب صفحه‌های باردار این دستگاه می‌شوند و پس از خنثی شدن بار الکتریکی، این ذره‌ها به پایین سقوط می‌کنند.



دستگاه الکتروفورز



- ۱- تفاوت‌های محلول، کلونید و سوسپانسیون را در موارد زیر بنویسید.  
ذره‌های سازنده، اندازه ذره‌ها، تعداد فازها، حداقل اجزای تشکیل دهنده
- ۲- علت پایداری کلونیدها را توضیح دهید.
- ۳- با افزایش الکترولیت به یک کلونید، ذره‌های کلونیدی ته نشین می‌شوند، (لخته شدن) این پدیده را توجیه کنید.
- ۴- فاز پخش کننده و فاز پخش شونده را در سس مایونز و چسبی که در آزمایش ۳ تهیه کردید تعیین کنید.

# فصل چهارم

## الکتروشیمی



## واحد یادگیری-۱

### ۱- تاریخچه الکتروشیمی

#### شیوه پیشنهادی تدریس:

#### پرسش و پاسخ - مشارکتی - نمایش انیمیشن

پیشنهاد می شود همکار گرامی پرسشی نظیر:

« نقش ایرانیان باستان در تولید علم الکتروشیمی و همچنین کاربردهای آن در زندگی روزمره » مطرح کند و منتظر بازخورد آن باشد و سپس با توضیحات کامل خود و به روش سخنرانی این مبحث را تکمیل کند.

در مبحث اکسایش و کاهش با طرح سؤالی نظیر « علت تغییر رنگ بام مسی و سرخ فام آرامگاه حافظ چیست؟ » یا اشاره به شکل داده شده در کتاب، منتظر پاسخ های هنرجویان بمانند.

#### هدف واحد آموزشی:

انتظار می رود هنرجو در پایان

این واحد آموزشی:

۱- با پیشینه و تاریخچه الکتروشیمی آشنا شود.

۲- تعاریف واکنش های

اکسایش و کاهش را بداند.

#### ارزشیابی تشخیصی

به همکار گرامی پیشنهاد

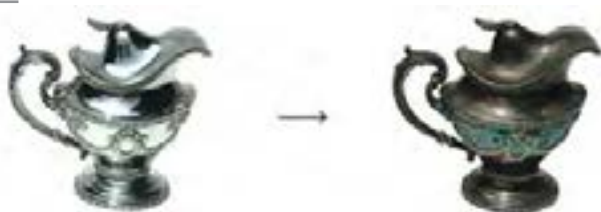
می شود درباره چگونگی

وجود آمدن یون ها سؤالاتی

طرح نماید و از هنرجویان

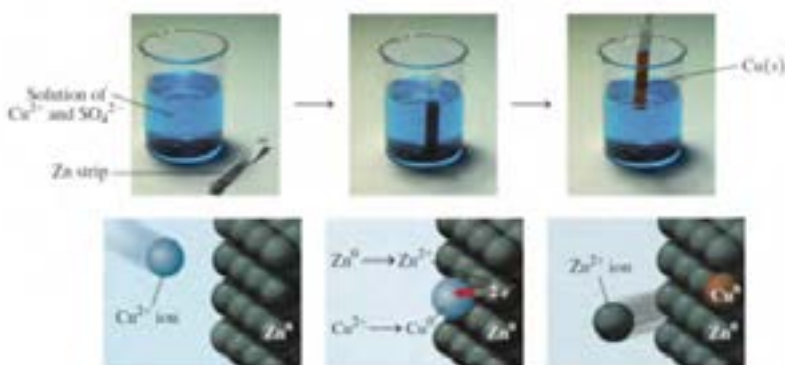
بخواهد که به آنها پاسخ

دهند



شکل ۱- اکسایش اجسام فلزی

به همکار گرامی پیشنهاد می شود با انجام آزمایش زیر با مشارکت هنرجویان چگونگی انتقال الکترون و اکسایش و کاهش را توضیح دهد.



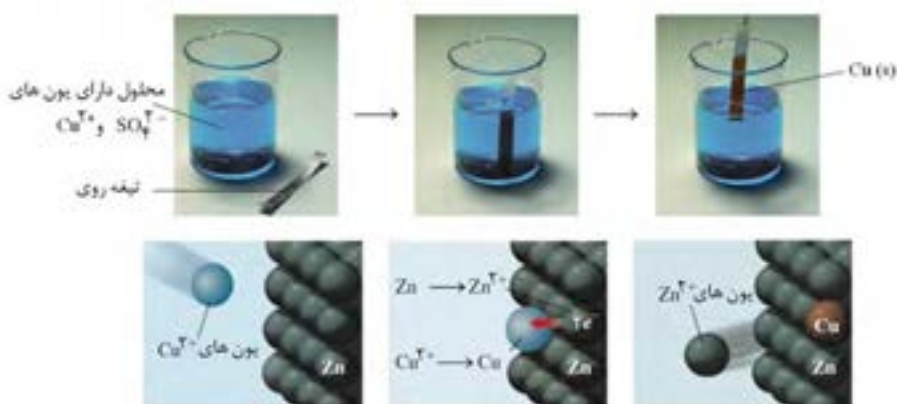
شکل ۲- انتقال الکترون در واکنش تیغه روی با محلول دارای یون های مس (II)

در ادامه پیشنهاد می‌شود به محتوای الکترونیکی همراه کتاب مراجعه نمایند و با نمایش انیمیشن‌های مورد نظر چگونگی انجام این فرایند در سطح اتمی را مشاهده کنند.

## دانش افزایی

**رسانش فلزی:** جریان الکتریکی، جاری شدن بار الکتریکی است که در فلزات، این بار به وسیله الکترون‌ها حمل می‌شود و این نوع رسانش الکتریکی را رسانش فلزی می‌نامند. این جریان نتیجه به کار گرفتن یک نیروی الکتریکی است که به وسیله یک باتری یا هر منبع انرژی الکتریکی دیگری تأمین می‌شود.

**رسانش الکترولیتی:** رسانش الکترولیتی که در آن، بار الکتریکی به وسیله یون‌ها حمل می‌شود هنگامی صورت می‌گیرد که یون‌های الکترولیت بتوانند آزادانه حرکت کنند. بنابراین رسانش الکترولیتی در اصل به وسیله نمک‌های مذاب و محلول‌های آبی الکترولیت صورت می‌گیرد، مهم‌تر اینکه برای استمرار جریان، در یک رسانای الکترولیتی، لازم است که حرکت یون‌ها با تغییر شیمیایی همراه باشد.



شکل ۳- انتقال الکترون در واکنش تیغه روی با محلول دارای یون‌های مس (II)

### نگاهی تاریخی به چگونگی راه یافتن الکتریسیته در شیمی

آشنایی با الکتریسیته به عهد باستان بر می گردد. در حدود ۲۰۰۰ سال قبل مردم می دانستند که وقتی رزین سنگواره ای به نام کهربا را با جسم دیگری مالش دهند، دارای نیروی ربایشی اجسام سبک مانند پرکاه می شود. بعدها حدود ۱۶۰۰ میلادی یک فیزیک دان انگلیسی به نام ویلیام گیلبرت دریافت که اجسام دیگری نیز از راه مالش و اصطکاک قدرت ربایش اجسام دیگر را دارند. ویلیام گیلبرت (William Gilbert) برای این گونه اجسام، نام الکتریک (Electric) را به کار برد.

در سال ۱۶۵۸ دانشمندی به نام سومردام (Swammerdam) نشان داد ماهیچه قورباغه موقعی که عصب مربوط به آن به یک سیم نقره ای متصل شود و سپس مدار توسط یک سیم مسی کامل گردد، منقبض می شود. این موضوع تا سال ۱۷۳۹ انتشار نیافت. در سال ۱۷۶۰ سالزر (Sulzer) با قرار دادن تیغه ای سربی در یک طرف زبانش و تیغه ای نقره ای در طرف دیگر آن، پی برد که مزه ای مخصوص شبیه طعم زاج آهن به هنگام اتصال دو فلز به هم احساس می شود. اندکی پس از آن بنت (Bennett) متوجه شد که دو فلز به هم چسبیده در الکتروسکوپ گلوله چوب پنبه ای انحراف ایجاد می کند. اما هیچ کدام از این تجربه ها توجه زیادی را به خود جلب نکرد.

در سال ۱۷۳۳م. یک شیمی دان فرانسوی به نام شارل فرانسوا دوفی (Charles francois du fay) دریافت که دو نوع الکتریسیته از راه اصطکاک و مالش ممکن است در اجسام مختلف پدیدار شود الکتریسیته شیشه ای و الکتریسیته رزینی یا صمغی. علاوه بر آن، دو فی یاد آور شد که خارج شدن الکتریسیته از اجسام ملتهب نیز امکان پذیر است و این به عنوان مبدأ پیدایش پدیده های ترموالکتریک به حساب می آید.

در اواخر قرن ۱۸م. مشاهدات گالوانی (Galvani) باعث شهرت الکتروشیمی شد. او دریافت که عضله قورباغه نه تنها در نتیجه تحریک الکتریکی حاصل از جو یا ماشین الکتریسیته ساکن دستخوش انقباض می شود، بلکه در موقعی که یک قورباغه مرده، با یک قلاب برنجی که در نخاع آن فرو رفته باشد به یک توری آهنی آویخته شود نیز منقبض می شود.

ولتا (Volta) خیلی زود مشاهدات گالوانی را تأیید کرد و همچنین آزمایش های سالزر را ترتیب داد و زوج های متفاوتی از فلزات را بر روی زبانش گذاشت و گزارش کرد که طعم آن اسیدی یا قلیایی است. مایکل فارادی (M. Faraday) نخستین شخصی بود که واژه الکترولیت را به کار برد و در واقع تلاش او برای برقراری ارتباط میان شیمی و الکتریسیته منجر به پیدایش شاخه ای در علوم تجربی به نام الکتروشیمی شد. فارادی به هنگام عبور جریان برق از میان محلول یک ترکیب شیمیایی فلزدار، مشاهده کرد که یک واکنش شیمیایی انجام می گیرد و به این ترتیب به ماهیت الکتریکی ماده پی برد. جورج استونی (George Stoney) با پیگیری بررسی های فارادی در سال ۱۸۷۴ به این نتیجه رسید که واحدهای بار الکتریکی با اتم ها مرتبط اند و در سال ۱۸۹۱ نام الکترون را برای آن پیشنهاد داد.

آنچه شیمی و الکتریسیته را به هم پیوند می زند الکتریسیته است. الکتروشیمی را می توان علم استفاده از انرژی الکتریکی برای انجام یک تغییر شیمیایی و یا تولید انرژی الکتریکی به وسیله واکنش های شیمیایی تعریف کرد.

## ۲- واکنش‌های اکسایش – کاهش

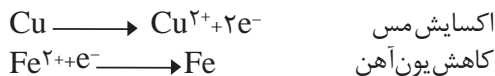
دو تعریف در قدیم برای واکنش‌های اکسایش و کاهش بر اساس مبادله اتم‌های اکسیژن و هیدروژن وجود داشت. اگرچه این تعاریف غلط نیستند اما تمام واکنش‌های اکسایش – کاهش را پوشش نمی‌دهند. بر مبنای مبادله اکسیژن هر گاه ماده‌ای با اکسیژن ترکیب می‌شود اکسایش صورت می‌گیرد و از دست دادن اکسیژن را کاهش در نظر می‌گرفتند.



بر مبنای مبادله هیدروژن، از دست دادن اتم هیدروژن را اکسایش و گرفتن آن را کاهش می‌نامیدند.



اما می‌توان تعریف جامع‌تر و کامل‌تری که تمام واکنش‌های اکسایش و کاهش را در برگیرد بر مبنای مبادلهٔ الکترون ارائه کرد که مبنای این کتاب است. بر این اساس، از دست دادن الکترون به معنای اکسایش و گرفتن الکترون به معنای کاهش تعریف می‌شوند.



به همکار گرامی توصیه می‌شود جهت سنجش و تثبیت اطلاعات فراگرفته شده توسط هنرجو سؤالاتی نظیر سؤالات داده شده طرح نماید:

(۱) نیم واکنش اکسایش و کاهش را تعریف کنید.

(۲) نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش به هنگام سوختن منیزیم را بنویسید.

ارزشیابی  
پایانی

## واحد یادگیری-۲

### سلول های الکتروشیمیایی

#### شیوه پیشنهادی تدریس:

#### انجام آزمایش – مشارکت فعال هنرجویان – پخش انیمیشن

پیشنهاد می گردد همکار گرامی این واحد یادگیری را در محیط آزمایشگاه تدریس نماید یا انواع باتری را با خود به کلاس درس برده و با طرح سؤالاتی راجع به باتری درس جدید را شروع کند.

ضمن یادآوری انتقالات الکترونی ساختار یک سلول گالوانی را توضیح داده و ساختار کلی آن را بر روی وایت برد رسم کند و از هنرجویان بخواهد که با وسایل موجود بر روی میز کار آزمایشگاه به صورت گروهی سلول گالوانی را بسازند و نتایج آن را به بحث بگذارند.

سپس همکار گرامی با طرح سؤالاتی از قبیل:

۱- جهت جریان الکترون ها

۲- نام گذاری قطب ها

۳- چاق یا لاغر شدن الکترودها

به تبیین بحث ساختار و چگونگی کارکرد سلول های گالوانی بپردازد و با پخش انیمیشن مربوط به این نوع سلول ها، از هنرجویان بخواهد که به «خود را بیازمایید صفحه ۷۸» پاسخ دهند و پاسخ های خود را با گفتگو با سایر گروه ها مقایسه کنند.

سپس با در اختیار قرار دادن تیغه های مسی و محلول روی و همچنین تیغه هایی از جنس روی و محلول مس و ارجاع هنرجویان به بحث سری الکتروشیمیایی شرایط را به گونه ای فراهم کند که هنرجویان خود بتوانند این مبحث را درک کنند.

#### هدف واحد آموزشی:

انتظار می رود هنرجو در پایان این واحد آموزشی:

- ۱- انواع سلول های الکتروشیمیایی را بشناسد.
- ۲- سلول گالوانی را رسم کند.
- ۳- چگونگی کار باتری ها را بداند.

#### ارزشیابی تشخیصی

به همکار گرامی پیشنهاد می شود به جهت سنجش آمادگی هنرجویان سؤالاتی نظیر سؤالات داده شده، مطرح شود و با این عمل هنرجویان را برای ورود به درس جدید آماده نمایند.

۱- اکسایش و کاهش را تعریف کنید.

۲- چگونگی انتقال الکترون

بین یک تیغه و محلول را توضیح دهید.



شکل ۴- امکان انجام واکنش الکتروشیمیایی

## دانش افزایی

### سلول های گالوانی

سلول های گالوانی که به سلول های ولتایی هم معروفند سلول هایی هستند که هر دو نیم واکنش الکترودی در آنها به طور خود به خودی انجام می گیرد و انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود. با انجام این واکنش، الکترون ها در مدار خارجی به حرکت در آمده و از سمت آند (قطب -) به سمت کاتد (قطب +) حرکت می کنند.

ساختار کلی این سلول ها شامل دو تیغه فلزی (الکتروُد)، یک سیم رابط (رسانای خارجی) و ظرفی که توسط یک غشا به دو قسمت تقسیم شده و محلول های الکترولیتی (رسانای داخلی) که تیغه ها در آن قرار گرفته اند، است.

سلول های گالوانی به دو دسته تقسیم می شوند: ۱- سلول های نوع اول نظیر باتری های خشک و سلول های سوختی که در آنها با تمام شدن واکنش دهنده های موجود در آن غیر فعال می شوند و امکان شارژ مجدد ندارند. ۲- سلول های نوع دوم نظیر باتری خودروها و باتری های قابل شارژ که می توان بارها آنها را شارژ کرد. در واقع این نوع باتری ها هم به عنوان یک سلول گالوانی (به هنگام تولید جریان برق) و هم به عنوان یک سلول الکترولیتی (به هنگام شارژ مجدد) عمل می کنند.

در این سلول ها الکتروُد آند از آن جهت به عنوان قطب منفی نشان داده می شود که جریان الکترون های منفی از آن رانده می شوند و الکتروُد کاتد را قطب مثبت می نامند، از آن جهت که جریان الکترون های منفی به سمت آن در حال حرکت هستند.

در جریان یک سلول گالوانی الکتروُد آند به تدریج خورده شده و لاغر می شود و کاتیون های آن وارد محلول می گردد. در نتیجه با گذشت زمان از جرم تیغه آندی کاسته شده ولی غلظت الکترولیت آندی افزایش می یابد و الکترون های آزاد شده بر روی کاتد توسط کاتیون های موجود در محلول گرفته می شود و این کاتیون ها ضمن کاهش بر روی الکتروُد کاتدی می چسبند و به مرور زمان تیغه کاتدی چاق می شود و جرم آن افزایش می یابد و از غلظت الکترولیت کاتدی کم می شود.

## دانش افزایی

### سری الکتروشیمیایی

شیمی دان ها برای اندازه گیری پتانسیل الکترودی استاندارد در شرایط استاندارد (غلظت  $1 \text{ mol/L}$  برای همه گونه ها و فشار  $1 \text{ atm}$  برای گازها) الکتروُد مورد نظر را در کنار الکتروُد استاندارد هیدروژن (SHE) قرار می دهند و یک سلول الکتروشیمیایی تشکیل می دهند به این صورت که الکتروُد مورد مطالعه را به قطب مثبت ولت سنج و SHE را به قطب منفی وصل می کنند. چون پتانسیل الکتروُد استاندارد هیدروژن را صفر در نظر گرفته اند ولتاژ سلول ایجاد شده، پتانسیل الکترودی استاندارد ( $E^\circ$ ) الکتروُد مورد مطالعه را در اختیار قرار می دهد.

سری الکترو شیمیایی یا جدول پتانسیل‌های کاهش استاندارد فهرستی است که در آن فلزات بر اساس پتانسیل‌های کاهش استاندارد در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  مرتب شده‌اند. در این سری از بالا به پایین  $E^{\circ}$  افزایش می‌یابد و قدرت الکترون‌گیری (اکسندگی) افزایش می‌یابد (ارجاع به سی دی).

پاسخ خود را  
پیاز مایید

۱.

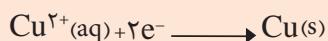


شکل ۵- سلول الکتروشیمیایی مس - آهن

۲. آهن در سری الکتروشیمیایی بالاتر از مس قرار دارد. در نتیجه تمایل بیشتری برای از دست دادن الکترون و اکسایش دارد.



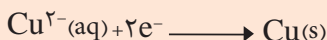
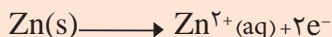
۳. یون‌های  $\text{Cu}^{2+}$  به علت اینکه در سری الکترو شیمیایی پایین تر از  $\text{Fe}^{2+}$  قرار دارند تمایل بیشتری برای گرفتن الکترون و کاهش شدن دارند.



۴. انتقال الکترون از طریق مدار بیرونی (سیم رابط) و از سمت آهن به طرف مس انجام می‌گیرد.



چنانچه یک تیغه مس را در محلول روی (II) وارد کنیم، چه اتفاقی می افتد؟ چرا؟ پیشنهاد می گردد آزمایش تغییر رنگ محلول مس ۲ با قرار دادن تیغه ای از فلز روی در آن انجام گیرد و نتیجه مشاهدات را از هنجویان جویا شوید. محلول آبی رنگ است. با انجام واکنش و از بین رفتن یون های  $\text{Cu}^{2+}$  به تدریج رنگ آبی محلول کم رنگ تر می شود و نیم واکنش های اکسایش و کاهش به صورت زیر اتفاق می افتد.



این مشاهده نشان می دهد که تمایل فلز روی برای الکترون دهی و اکسید شدن بیشتر از مس است. حال عکس این عمل را با کمک هنجویان انجام دهید و اجازه دهید هنجو خود بیابد که انجام نمی شود و دلیل آن را با راهنمایی خود از آنان جویا شوید. پیشنهاد می گردد پس از انجام این آزمایش، انیمیشن های مربوط را به نمایش بگذارید تا هنجو مشاهده کند در سطح اتمی چه اتفاقی می افتد.

پتانسیل‌های کاهش استاندارد

نیم واکنش	E (V)
$K^+(aq) + e^- \rightleftharpoons K(s)$	-۲/۹۲
$Ba^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ba(s)$	-۲/۹۰
$Ca^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ca(s)$	-۲/۸۷
$Na^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Na(s)$	-۲/۷۱
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mg(s)$	-۲/۳۸
$Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Al(s)$	-۱/۶۶
$V^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons V(s)$	-۱/۲۰
$Mn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mn(s)$	-۱/۱۸
$2H_2O(l) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g) + 2OH^-(aq)$	-۰/۸۳
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	-۰/۷۶
$Cr^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Cr(s)$	-۰/۷۴
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Fe(s)$	-۰/۴۴
$Cr^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Cr^{2+}(aq)$	-۰/۴۲
$Cd^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cd(s)$	-۰/۴۰
$Co^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Co(s)$	-۰/۲۸
$V^{2+}(aq) + e^- \rightleftharpoons V^{3+}(aq)$	-۰/۲۶
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ni(s)$	-۰/۲۵
$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Sn(s)$	-۰/۱۴
$Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s)$	-۰/۱۳
$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$	-۰/۰۴
$2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$	-۰/۰۰
$Sn^{4+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Sn^{2+}(aq)$	+۰/۱۵
$Cu^{2+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Cu^+(aq)$	+۰/۱۶
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	+۰/۳۴
$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-(aq)$	+۰/۴۰

نیم واکنش	E(V)
$\text{Cu}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+۰/۵۲
$\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-(\text{aq})$	+۰/۵۴
$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{MnO}_4^{2-}(\text{aq})$	+۰/۵۶
$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$	+۰/۶۸
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	+۰/۷۷
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s})$	+۰/۸۰
$\text{Hg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Hg}(\text{l})$	+۰/۸۵
$\text{Br}_2(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^-(\text{aq})$	+۱/۰۷
$\text{Pt}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pt}(\text{s})$	+۱/۲۰
$\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+۱/۲۳
$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-(\text{aq})$	+۱/۳۶
$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+۱/۵۲
$\text{Au}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Au}(\text{s})$	+۱/۶۸
$\text{Co}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}(\text{aq})$	+۱/۸۲
$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$	+۲/۰۷
$\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{F}^-(\text{aq})$	+۲/۸۷

## واحد یادگیری-۳

### سلول های الکترولیتی و آبکافت نمک خوراکی مذاب

#### شیوه پیشنهادی تدریس:

#### طرح پرسش های تفکر برانگیز- انجام آزمایش

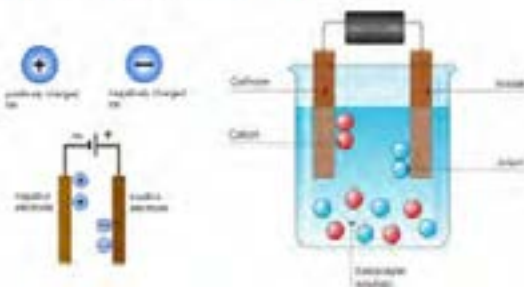
پیشنهاد می گردد این واحد یادگیری در محل آزمایشگاه تدریس شود و همکار گرمایی با وسایل ساده موجود در آزمایشگاه از جمله بشر، نمک خوراکی، آب، منبع تغذیه و دو الکتروود گرافیتی چگونگی کارکرد یک سلول الکترولیتی را تشریح کند و سپس هنرجویان را به صورت گروهی تقسیم کرده و اجازه دهد این مورد را خود تجربه کنند.

#### دانش افزایی

#### آند و کاتد

در همه سلول های الکتروشیمیایی محل اکسایش، آند و محل کاهش کاتد نامیده می شوند. با این حال در سلول های الکترولیتی بر خلاف سلول های گالوانی، قطب مثبت آند و به قطب منفی کاتد گفته می شود. در این نوع سلول ها همانند سلول های گالوانی، جهت حرکت الکترون ها در مدار بیرونی و از سمت آند به کاتد است.

Don't **PANIC** - **P**ositive is **A**node, **N**egative is **C**athode.



شکل ۶- آند و کاتد در سلول های گالوانی

#### هدف واحد آموزشی:

انتظار می رود هنرجو در پایان این واحد آموزشی:

- ۱- واکنش های انجام گرفته در کاتد و آند را بشناسند.
- ۲- چگونگی رقابت گونه ها را در فرایندهای کاهش و اکسایش فراگیرند.
- ۳- با چگونگی تجزیه الکتریکی نمک خوراکی مذاب و محلول نمک خوراکی آشنا شوند.
- ۴- تفاوت های سلول الکترولیتی را با سلول گالوانی درک کنند.

#### ارزشیابی تشخیصی

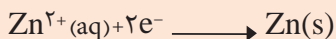
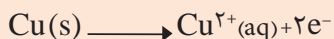
- همکار گرمایی پیشنهاد می شود به جهت سنجش آمادگی هنرجویان، سؤالاتی نظیر سؤالات داده شده، مطرح شود.
- ۱- اکسایش و کاهش را تعریف کنید.
  - ۲- طرز کار سلول های گالوانی را توضیح دهید.

باید توجه داشت از آنجا که واکنش انجام شده در سلول‌های الکترولیتی یک واکنش غیر خودبه‌خودی است لذا به کمک یک منبع تغذیه (منبع جریان خارجی) انجام می‌شود. یون‌های موجود در محلول الکترولیت، تحت تأثیر میدان الکتریکی ناشی از منبع تغذیه خارجی به سمت الکتروود با بار مخالف خود حرکت می‌کند. هرگاه در محلول تعدادی آنیون و تعدادی کاتیون وجود داشته باشند برای اکسایش و کاهش بین آنها رقابت به وجود می‌آید.

بدیهی است در رقابت بین آنیون‌ها در آند، هر چه  $E$  گونه‌ای کوچک‌تر باشد برای اکسید شدن ولتاژ کمتری لازم دارد و تمایل آن برای الکترون دهی بیشتر است. همچنین بین کاتیون‌های موجود در کاتد رقابتی برای کاهش صورت می‌گیرد، بدیهی است هر چه پتانسیل الکتروودی گونه‌ای بزرگ‌تر باشد در جدول سری الکترو شیمیایی جایگاه پایین‌تری دارد و تمایل آن برای الکترون گیری بیشتر بوده و پیروز رقابت خواهد بود.

پاسخ خود را  
بیازمایید

از آنجا که در سری الکترو شیمیایی، عنصر روی بالاتر از مس قرار گرفته است، در شرایط عادی انتظار داریم که الکترون‌ها از روی به سمت مس سرازیر شوند اما حضور یک منبع تغذیه باعث گردیده است که به عنوان یک پمپ عمل کند به گونه‌ای که با صرف انرژی الکترون‌های لازم را از الکتروود مس (مثبت) گرفته و به سمت روی روانه سازد. در واقع در این سلول یک واکنش غیر خودبه‌خودی انجام می‌شود.



ارزشیابی  
پایانی

از هنرجویان بخواهید سلول‌های گالوانی و الکترولیتی را با هم مقایسه کنند. در این مقایسه به آنها کمک کنید تا به تفاوت تبدیل انرژی‌ها، قطب‌های مثبت و منفی، خود به‌خودی یا غیر خود به‌خودی بودن واکنش، محل اکسایش و محل کاهش، جهت جریان الکترون‌ها و جهت حرکت آنیون‌ها و کاتیون‌ها توجه کنند.

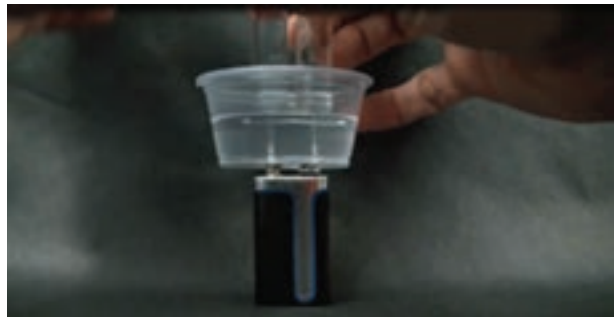
## واحد یادگیری-۴

### ۱. برق کافت آب

شیوه پیشنهادی تدریس:

### انجام آزمایش - پرسش و پاسخ

به همکار گرامی پیشنهاد می شود با توضیحات خود در مورد کاربردهای سلول های الکترولیتی به برق کافت اشاره کند و در مورد کارکرد این دو فرایند توضیحاتی ارائه دهد و سپس با انجام آزمایش برق کافت آب بوسیله یک دست سازه ساده، تجزیه آب به گاز هیدروژن و اکسیژن را برای هنرجویان نمایش دهد.  
برای انجام این فرایند وسایل زیر لازم است:  
یک عدد لیوان یک بار مصرف- یک باتری- دو عدد پونز - دو لوله آزمایش و مقداری آب



شکل ۷- الکترولیز آب، نمونه ای از کاربرد سلول های الکترولیتی

با این دست سازه به سادگی می توان بحث برق کافت آب را به هنرجو نشان داد. هم زمان با اجرا می توان سؤالاتی همانند سؤالات زیر مطرح کرد و از هنرجویان برای پاسخ دادن و فکر کردن در مورد آنها کمک گرفت.  
(ارجاع به سی دی)

۱- چه گازهایی ممکن است تولید شود؟

۲- چرا حجم گازهای تولید شده با هم برابر نیست؟

۳- کدام گاز بیشتر تولید شده است؟

حالا از هنرجو بخواهید که «آزمایش» طراحی کند و ضمن مقایسه با دست سازه شما، با نتایج سایر گروه ها نیز مقایسه کند.  
همچنین همکار محترم در این واحد یادگیری به آبکاری که یکی دیگر از

### هدف واحد آموزشی:

انتظار می رود هنرجو در پایان

این واحد آموزشی:

۱- با پدیده برق کافت آب آشنا شود.

۲- برخی کاربردهای برق کافت را در صنعت بداند.

۳- با آبکاری فلزات آشنا شود.

۴- برخی از کاربردهای آبکاری را بداند.

### ارزشیابی تشخیصی

به همکار گرامی پیشنهاد

می شود در مورد سلول های

گالوانی و الکترولیتی

سؤالاتی مفهومی و هدفمند

طرح کند و از هنرجو

بخواهد به آنها پاسخ دهد.

کاربردهای سلول‌های الکترولیتی است اشاره می‌کند و از آنان می‌خواهد که کتاب را مطالعه کنند و سلولی برای انجام این فرایند پیشنهاد کنند و انتظار می‌رود همکار گرمی، پیشنهاد‌های هنرجویان را جهت ببخشند و از آنان بخواهد با کمترین وسیله‌ها از جمله پیچ، سکه، باتری و یک عدد لیوان یک بار مصرف، سلول را طراحی کنند. در این بین ابتدا در مورد محلول الکترولیت موجود در ظرف صحبتی نشود تا هنرجویان با آزمون و خطا به نتیجه دلخواه برسند و آنگاه با راهنمایی شما محلول مورد نظر تهیه شود.

#### وب پیمایی

انتظار می‌رود همکار گرمی برای آشنایی بیشتر هنرجویان با پدیده آبکاری کلمه electroplating را به آنان معرفی کند تا با جستجو در فضای وب با کاربردهای آن آشنا شوند و از آنان خواسته شود نتیجه وب پیمایی خود را در جلسه بعد ارائه دهند.

#### دانش افزایی

ظرف برق کافت در واقع نوعی سلول الکترولیتی است که انرژی الکتریکی را به انرژی شیمیایی تبدیل می‌کند. در این فرایند معمولاً جنس الکترودهای آندی و کاتدی را از پلاتین یا گرافیت انتخاب می‌کنند، زیرا علاوه بر اینکه رسانای خوب جریان الکتریسیته هستند وارد واکنش‌های شیمیایی هم نمی‌شوند. الکترولیت موجود در سلول، می‌تواند یک ترکیب یونی مذاب یا محلول یک ماده یونی باشد. دو الکترود انتخاب شده در یک ظرف که الکترولیت در آن وجود دارد، قرار داده می‌شوند و به قطب‌های یک منبع یک جریان مستقیم (DC) مانند باتری متصل می‌شوند. اگر منبع جریان متناوب استفاده شود به علت اینکه قطب‌های مثبت و منفی به طور دائم عوض می‌شوند یون‌های موجود در محلول الکترولیت سرگردان می‌شوند.

برق کافت محلول مس (II) سولفات نشان می‌دهد که به علت وجود مولکول‌های آب بین کاتیون‌ها در کاتد و آنیون‌ها در آنود برای کاهش و اکسایش رقابت وجود دارد. در واقع در این سلول در آنود گونه‌های  $\text{SO}_4^{2-}$  و  $\text{H}_2\text{O}$  رقابت می‌کنند و به سمت آنود می‌روند تا الکترون دهی کنند. گونه‌ای که پتانسیل الکتروشیمیایی کوچک‌تری دارد، قدرت الکترون دهی بیشتری دارد و برنده می‌شود.

بازنده می‌شود	$\text{SO}_4^{2-}$	
	$3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}^+(\text{aq}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$	در آنود (+)

همچنین در کاتد (-) گونه‌های  $\text{Cu}^{2+}$  و  $\text{H}_2\text{O}$  برای الکترون گیری وارد رقابت می‌شوند و از آنجا که یون مس، E بزرگ‌تری دارد برنده می‌شود.

	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$	
بازنده می‌شود	$\text{H}_2\text{O}$	در کاتد (-)

برق کافت محلول غلیظ نمک خوراکی نشان می‌دهد در آند گونه‌های  $\text{Cl}^-$  و  $\text{H}_2\text{O}$  برای اکسید شدن به رقابت می‌پردازند و از آنجا که غلظت یون کلر زیاد است در رقابت برای الکترون دهی پیروز می‌گردد و اکسید می‌شود.



در کاتد (-) برای کاهش یافتن، بین  $\text{Na}^+$  و  $\text{H}_2\text{O}$  رقابت وجود دارد که در این رقابت، آب پیروز شده و به الکترون‌گیری می‌پردازد.



همان‌طوری که مشاهده می‌گردد، در کاتد از کاهش آب، یون‌های هیدروکسید تولید می‌شود که محیط راقلیایی می‌کند بنابراین اگر به اطراف کاتد چند قطره شناساگر متیل نارنجی بیفزاییم محلول به رنگ زرد در می‌آید.

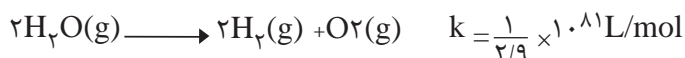
## دانش افزایی

### برق کافت آب

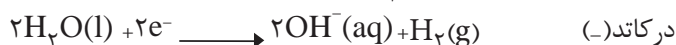
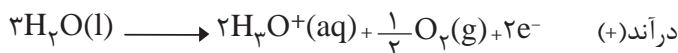
واکنش  $\text{H}_2$  با  $\text{O}_2$  یک واکنش تعادلی است و ثابت تعادل بسیار بزرگی در دمای  $25^\circ\text{C}$  دارد.



در برق کافت آب، عکس واکنش بالا اتفاق می‌افتد و به طور خود به خودی انجام نمی‌شود بلکه بایستی توسط یک سلول الکترولیتی صورت گیرد تا آب به عنصرهای سازنده اش تجزیه شود.



از آنجا که تنها گونه‌های موجود در ظرف فقط مولکول‌های  $\text{H}_2\text{O}$  هستند، بنابراین بدون هیچ رقابتی در الکترودها، آب هم اکسایش و هم کاهش می‌یابد تا آب به عنصرهای سازنده اش تجزیه شود.



در این سلول به ازای انتقال کامل دو الکترون یک مول گاز هیدروژن و نیم مول گاز اکسیژن تولید می‌شود در نتیجه حجم گاز جمع‌آوری شده در کاتد دو برابر حجم گاز جمع‌آوری شده در آند است. شما همکار محترم به هنرجویان کمک کنید تا دستگاه برق کافت ساده طراحی شده در «آزمایش کنید» صفحه ۸۲ را درست کرده و تجزیه آب به هیدروژن و اکسیژن را مشاهده کنند.

## ۲- آبکاری

پوشاندن سطح یک جسم را با لایه نازکی از یک فلز به کمک سلول الکترولیتی، آبکاری گویند که از کاربردهای سلول‌های الکترولیتی به شمار می‌آید. (ارجاع به سی دی)

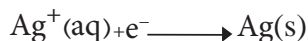


شکل ۸- آبکاری در سلول‌های الکترولیتی

شکل ۹ کتاب درسی سلول الکترولیتی ساده ای را نشان می‌دهد که از آن برای آبکاری با نقره بر روی قاشق آهنی استفاده می‌شود. قاشق آهنی به قطب منفی باتری متصل شده است و نقش الکترود کاتد (-) را دارد و تیغه نقره به عنوان الکترود آند (+) استفاده می‌شود. این الکترولیت بایستی دارای یون‌های  $Ag^+(aq)$  باشد. به تدریج اتم‌های  $Ag(s)$  در تیغه آند، اکسید شده و به صورت یون‌های  $Ag^+(aq)$  وارد الکترولیت می‌گردد و تیغه آندی لاغر می‌گردد.



و الکترون‌های آزاد شده از طریق سیم رابط به سمت کاتد (قاشق آهنی) روانه می‌شوند. یون‌های  $Ag^+(aq)$  نیز از طریق الکترولیت به سمت قاشق فلزی (کاتد) رفته و در آنجا الکترون‌ها را جذب کرده و بر روی قاشق آهنی قرار می‌گیرند.



در نتیجه با گذشت زمان لایه نازکی از  $Ag$  بر روی قاشق آهنی قرار می‌گیرد. وجود مقداری اسید در محلول الکترولیت باعث می‌شود که یون‌های  $Ag^+$  آب کافت نشوند و به صورت  $AgOH(s)$  رسوب نکنند. نکته حائز اهمیت این است که فلز پوشاننده بایستی  $E$  بزرگتری نسبت به آب داشته باشد تا در رقابت برای کاهش، بر مولکول آب غلبه کند. به عنوان مثال می‌توان گفت که هرگز نمی‌توان یک قاشق آهنی را با آلومینیوم آبکاری کرد چرا که در سری الکتروشیمیایی  $Al^{3+}$  بالاتر از  $H^+$  است.



شکل ۹- نمونه ای از کاربردهای آبکاری

۱) از هنرجویان بخواهید به «خود را بیازمایید صفحه ۸۱» پاسخ دهند.  
۲) از کاربردهای مهم آبکاری چند مورد را نام ببرند.

## واحد یادگیری-۵

### خوردگی آهن

#### شیوه پیشنهادی تدریس:

**مشارکت فعال هنرجویان، بحث گروهی، انجام آزمایش، پرسش و پاسخ**

پیشنهاد می شود پس از ارزشیابی تشخیصی تدریس خود را با این پرسش از هنرجویان شروع کنید: آیا توجه کرده اید که بعضی از فلزات زنگ می زنند و بعضی دیگر زنگ نمی زنند؟ چرا آهن زنگ می زند؟ پس از دریافت پاسخ های هنرجویان ادامه دهید:

اکسیژن عنصر بسیار واکنش پذیری است و می تواند هر فلز به جز فلزهای نجیب (طلا، پلاتین و پالادیم) را به طور خود به خودی اکسید کند. همین واکنش پذیری بیش از اندازه اکسیژن و تمایل طبیعی برخی فلزها مانند آهن به زنگ زدن، به مرور زمان سبب ترد شدن، خرد شدن و فرو ریختن این فلزها می شود. به تَرَد و خرد شدن و فرو ریختن فلزها بر اثر اکسایش خوردگی می گویند. عوامل دیگری به جز اکسیژن مانند مجاورت با آب یا یک محلول اسیدی نیز باعث خوردگی می شوند.

بهتر است شکل ۱۱ کتاب و یا شکل صفحه بعد را با استفاده از ویدئو پروژکتور به صورت واضح و بزرگ نمایش داده و ادامه دهید: هنگامی که یک قطعه آهن در تماس با یک قطره آب قرار می گیرد، یک واکنش اکسایش کاهش رخ می دهد. اکنون از یک هنرجو بخواهید نیم واکنش اکسایش آهن را روی تخته بنویسد. آنگاه نیم واکنش اکسایش را نیز نوشته و توضیح دهید.

#### هدف واحد آموزشی:

انتظار می رود هنرجو در پایان این واحد آموزشی:  
۱- با مفهوم زنگ زدن آهن آشنا شود.  
۲- با عوامل مؤثر در سرعت زنگ زدن آهن آشنا شود.  
۳- چگونگی زنگ زدن آهن از دیدگاه الکتروشیمیایی را درک کند.

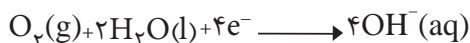
#### ارزشیابی تشخیصی

به همکار گرامی پیشنهاد می شود در مورد مفاهیم زیر پرسش های مفهومی و هدفمند طرح کند و از هنرجو بخواهد به آنها پاسخ دهد.

- ۱- نیم واکنش اکسایش و نیم واکنش کاهش
- ۲- سلول الکتروشیمیایی
- ۳- کاتد و آند

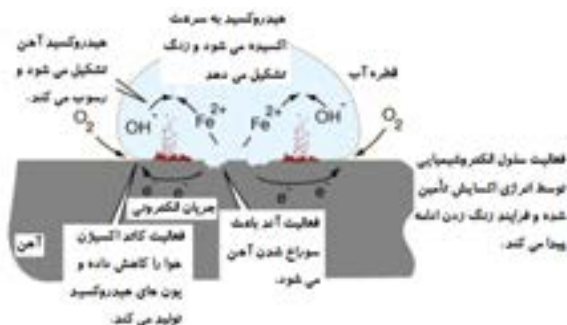
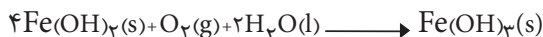
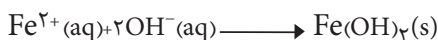


نیم واکنش اکسایش:



نیم واکنش کاهش:

این دو نیم واکنش در دو بخش مختلف قطعه آهن رخ می‌دهند. پایگاه آندی و پایگاه کاتدی. الکترون‌ها از میان فلز و از پایگاه آندی به سمت پایگاه کاتدی جریان می‌یابند (مدار درونی رسانای الکترونی). در حالی که یون‌ها در قطره آب (مدار بیرونی رسانای یونی) جریان یافته، مدار الکتریکی را کامل می‌کنند. از این‌رو، بدون آب مدار یاد شده کامل نیست و زنگ زدن رخ نمی‌دهد. یون‌های آهن (II) هنگام عبور از آب به صورت  $\text{Fe(OH)}_2$  رسوب می‌دهند. در ادامه، این رسوب نیز دوباره اکسایش یافته و به آهن (III) اکسید آبپوشیده یا زنگ آهن تبدیل می‌شود.



شکل ۱۰- خوردگی آهن

در این مرحله بهتر است از هنرجویان بخواهید در گروه‌های خود ضمن مطالعه متن کتاب، فرایند زنگ زدن آهن را برای یکدیگر شرح دهند (بحث گروهی). آنگاه از یک یا دو هنرجو داوطلب بخواهید با استفاده از شکل، فرایند زنگ زدن آهن را به طور کامل برای سایر هنرجویان توضیح دهند. در این مرحله کج فهمی‌ها و اشکالات هنرجویان مشخص و اصلاح می‌شود.

اکنون از یک هنرجو بخواهید متن کتاب را با صدای بلند روخوانی کند و نکات جامانده را توضیح دهید. مبحث بعدی را با این پرسش آغاز کنید: به نظر شما برای محافظت آهن از زنگ زدن چه راه‌هایی وجود دارد؟ اجازه دهید هنرجویان با بحث گروهی راه‌های پیشنهادی خود را ارائه دهند. سپس درس را در مورد اهمیت خوردگی آهن و جلوگیری از آن با جملات زیر آغاز کنید:

کل هزینه سالانه سیلاب‌ها، گردها، آتش سوزی‌ها، رعد و برق‌ها و زمین لرزه‌ها کمتر از هزینه خوردگی است. خوردگی آهن سالانه خسارت هنگفتی به اقتصاد کشورها وارد می‌کند. به طوری که در کشورهای صنعتی حدود ۲۰ درصد از آهن و فولاد تولیدی برای جایگزین کردن قطعات خورده شده مصرف می‌شود. برای جلوگیری از خوردگی فلزها به ویژه آهن روش‌های گوناگونی وجود دارد. زنگ کردن در و پنجره‌های آهنی و بدنه خودرو، قیراندود کردن سطح لوله‌های نفتی و روکش دادن به ظروف فلزی، همگی روش‌هایی هستند که در آنها از طریق ایجاد یک پوشش محافظ اکسیژن، آب و یون‌ها را از فلز دور می‌کنند. یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین روش‌های محافظت فلزها حفاظت کاتدی است که در اینجا به بررسی این روش می‌پردازیم.

اگر دو فلز در تماس با هم، در معرض هوا و رطوبت (در یک محیط الکترولیت) قرار بگیرند، بین آنها یک سلول گالوانی به وجود می‌آید. فلزی که در سری الکتروشیمیایی پایین تر است در نقش کاتد قرار گرفته و سالم باقی می‌ماند اما فلزی که در سری الکتروشیمیایی بالاتر است، در نقش آند، با اکسایش یافتن دچار خوردگی می‌شود. به کارگیری این روش برای حفاظت آهن از خوردگی، حفاظت کاتدی نام دارد. حفاظت کاتدی در واقع عملی است که طی آن فلز مورد نظر را که قرار است دچار خوردگی نشود، در مجاورت فلز دیگری که فعالیت شیمیایی آن بیشتر است قرار می‌دهند. در این صورت اگر سلول الکتروشیمیایی بین این دو فلز تشکیل شود، فلز اصلی در نقش کاتد سالم باقی می‌ماند و فلز محافظ در نقش آند اکسید می‌گردد. برای حفاظت کاتدی آهن، آن را در مجاورت یک فلز فعال تر (فلزی که در سری الکتروشیمیایی بالاتر از آهن باشد) مانند منیزیم یا روی قرار می‌دهند. در این صورت آهن نقش کاتد را داشته و سالم می‌ماند. پس اگر چه خوردگی اجتناب ناپذیر است ولی هزینه آن را به مقدار زیادی می‌توان کاهش داد. مثلاً یک آند ارزان قیمت منیزیم می‌تواند عمر تانکر آب گرم خانگی را دو برابر کند. انتخاب صحیح مواد و طراحی خوب هزینه‌های خوردگی را کاهش می‌دهد.

## دانش افزایی

### آهن زنگ زن

اختراع یا کشف آهن زنگ زن امری تصادفی بود! در سال ۱۹۱۳ هری بریرلی که متخصص ذوب فلزات بود، برای ساختن لوله تفنگ دنبال فلزی مناسب می‌گشت. از این رو فلزات گوناگون را با هم ترکیب کرد و آلیاژهای مختلفی به دست آورد. اما پس از انجام آزمایش‌ها تمام نمونه‌ها را به گوشه‌ای انداخت. چند ماه بعد متوجه شد در حالی که همه نمونه‌های دور ریخته شده زنگ زده اند یکی از آنها زنگ نزده است! بریرلی این آلیاژ را با دقت بررسی کرد و فهمید که ۱۴٪ آن کروم است. به این ترتیب فلز زنگ زن یا استینلس استیل وارد زندگی بشر شد. امروزه اغلب لوازم آشپزخانه‌ها از آهن زنگ زن هستند. جنس بیشتر دیگ‌ها، کتری‌ها، ماهی تابه‌ها، قاشق و چنگال‌ها، چاقوها و لگن ظرفشویی آشپزخانه‌ها از آهن زنگ زن است؛ همین طور بسیاری از لوازم جراحی و قطعات خودروها از این فلز ساخته می‌شوند. فولاد زنگ زن، جزء فلزات بسیار مقاوم در برابر خوردگی است و در صنایع شیر آلات مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع فولاد، آلیاژ فولاد با کروم می‌باشد و گاهی نیکل نیز به این آلیاژ اضافه می‌شود.

کروم با تشکیل یک لایه اکسید سطحی که لایه‌های زیرین را از خوردگی محافظت می‌کند، سطح آهن را زنگ‌زن می‌سازد. برای ایجاد این لایه محافظ، سطح فولاد زنگ زن باید در تماس با عوامل اکسید کننده باشد. اضافه کردن نیکل به فولادهای زنگ زن مقاومت به خوردگی را در محیط‌های خنثی و یا اکسید کننده ضعیف افزایش می‌بخشد اما قیمت آنها را نیز افزایش می‌دهد. همچنین مقدار کافی نیکل قابلیت انعطاف‌پذیری و شکل‌پذیری فولادها را افزایش می‌دهد زیرا امکان نگهداری آستنیت (FCC) در دمای محیط را فراهم می‌کند. افزایش مولیبدن به فولادهای زنگ زن مقاومت به خوردگی را در حضور یون‌های کلر افزایش می‌دهد، حال آنکه افزودن آلومینیوم مقاومت به پوسته شدن را در دماهای بالا بهبود می‌بخشد. کروم نیز برای افزایش مقاومت به خوردگی آن، اضافه می‌شود.

آلیاژهای مهم فولادهای زنگ نزن بر مبنای عنصر آلیاژی که به آن افزوده شده است به صورت زیر می باشد.

- ۱- آلیاژهای آهن - کروم
- ۲- آلیاژهای آهن - کروم - کربن
- ۳- آلیاژهای آهن - کروم - نیکل - کربن

## دانش افزایی

### انواع پوشش های محافظ آهن

**پوشش های رنگ ها و جلاها:** ساده ترین راه مبارزه با خوردگی، اعمال یک لایه رنگ است. با استفاده از رنگ ها به صورت آستر و رویه، می توان ارتباط فلزات را با محیط تا اندازه ای قطع کرد و در نتیجه موجب محافظت تا سیمانت فلزی شد. به روش های ساده ای می توان رنگ ها را به روی فلزات ثابت کرد.

**پوشش های فسفاتی و کروماتی:** این پوشش ها که پوشش های تبدیلی نامیده می شوند، پوشش هایی هستند که از خود فلز ایجاد می شوند. فسفات ها و کرومات ها نامحلول اند. با استفاده از محلول های معینی مثل اسید سولفوریک با مقدار معینی از نمک های فسفات، قسمت سطحی قطعات فلزی را تبدیل به فسفات یا کرومات آن فلز می کنند و در نتیجه، به سطح قطعه فلز چسبیده و به عنوان پوشش های محافظ در محیط های خنثی می توانند کارایی داشته باشند. این پوشش ها بیشتر به عنوان آستر برای رنگ کردن فلزات به کار می روند.

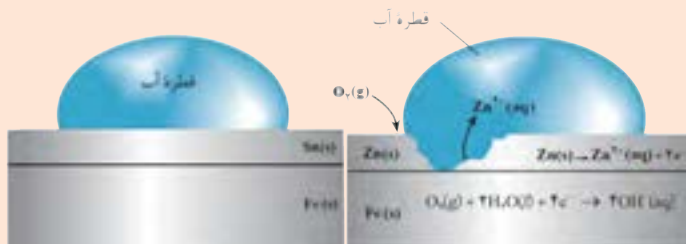
**پوشش های اکسید فلزات:** اکسید برخی فلزات بر روی خود فلزات، از خوردگی جلوگیری می کند. به عنوان مثال، می توان تحت عوامل کنترل شده، لایه ای از اکسید آلومینیوم بر روی آلومینیوم نشانند. اکسید آلومینیوم رنگ خوبی دارد و اکسید آن به سطح فلز می چسبد و باعث می شود که اتمسفر به آن اثر نکرده و مقاومت خوبی در مقابل خوردگی داشته باشد. همچنین اکسید آلومینیوم رنگ پذیر است و می توان با الکترولیز و غوطه وری، آن را رنگ کرد. اکسید آلومینیوم دارای تخلخل و حفره های شش وجهی است که با الکترولیز، رنگ در این حفره ها قرار می گیرد. همچنین با پدیده الکترولیز، آهن را به اکسید آهن سیاه رنگ (البته به صورت کنترل شده) تبدیل می کنند که مقاوم در برابر خوردگی است که به آن «سیاه کاری آهن یا فولاد» می گویند که در قطعات یدکی ماشین دیده می شود.

**پوشش های گالوانیزه:** گالوانیزه کردن، پوشش دادن آهن و فولاد با روی است. گالوانیزه، به طرق مختلف انجام می گیرد که یکی از این طرق، آبکاری با برق است. در آبکاری با برق، قطعه ای که می خواهیم گالوانیزه کنیم، کاتد الکترولیز را تشکیل می دهد و فلز روی در آند قرار می گیرد. یکی دیگر از روش های گالوانیزه، استفاده از فلز مذاب یا روی مذاب است. روی دارای نقطه ذوب پایینی است. در گالوانیزه با روی مذاب آن را به صورت مذاب در حمام مورد استفاده قرار می دهند و با استفاده از غوطه ور سازی فلز در روی مذاب، لایه ای از روی در سطح فلز تشکیل می شود که به این پدیده، غوطه وری داغ می گویند. لوله های گالوانیزه در ساخت قطعات مختلف، در لوله کشی منازل و آبرسانی و ... مورد استفاده قرار می گیرند.

**پوشش های قلع:** قلع از فلزاتی است که ذاتاً به راحتی اکسید می شود و از طریق ایجاد اکسید در مقابل اتمسفر مقاوم می شود و در محیط های بسیار خورنده مثل اسیدها و نمک ها و ... به خوبی پایداری می کند. به همین دلیل در موارد حساس که خوردگی قابل کنترل نیست، از قطعات قلع یا پوشش های قلع استفاده می شود. مصرف زیاد

این نوع پوشش‌ها، در صنعت کنسروسازی می‌باشد که بر روی ظروف آهنی این پوشش‌ها را قرار می‌دهند. پوشش‌های کادمیم: این پوشش‌ها بر روی فولاد از طریق آبگیری انجام می‌گیرد. معمولاً پیچ و مهره‌های فولادی با این فلز، روکش داده می‌شوند. روکش کادمیم محافظ خوبی برای کالاهای آهنی و فولادی در برابر زنگ زدگی و فساد تدریجی در اثر هوا می‌باشد. روکش کادمیم بیشتر در قسمت‌های اساسی هواپیماها و کشتی‌ها و کالاهایی که در آب و هوای گرمسیری مصرف دارند، به کار برده می‌شود. پوشش‌های کادمیم مخصوصاً در محیط‌های طبیعی مؤثرند. مقاومت این پوشش‌ها در مقابل فساد تدریجی در مناطق روستایی بیشتر از مناطق صنعتی است.

#### بیندیشید



الف- این دو شکل با هم چه تفاوتی دارند؟

در شکل سمت چپ آهن توسط یک لایه فلز قلع پوشانده شده است و در شکل سمت راست آهن توسط یک لایه فلز روی پوشیده شده است.

ب- در اثر ایجاد خراش در سطح کدام یک، آهن خورده نمی‌شود؟ چرا؟

در شکل سمت راست، اگر سطح آهن سفید (آهنی که با یک لایه فلز روی پوشیده شده است)، خراش بردارد، آهن و روی باهم یک سلول الکتروشیمیایی تشکیل می‌دهند. در این سلول، روی خورده می‌شود، زیرا فعالیت شیمیایی روی از آهن بیشتر است. اما اگر سطح حلبی (آهنی که با یک لایه قلع پوشیده شده است)، خراش بردارد، قلع و آهن باهم سلول الکتروشیمیایی تشکیل می‌دهند. در این سلول، آهن خورده می‌شود، زیرا فعالیت شیمیایی قلع از آهن کمتر است و آهن در نقش آند سلول عمل می‌کند و از بین می‌رود که این طریقه زنگ زدن را زنگ زدن الکتروشیمیایی می‌نامند.

ج- از کدام یک برای ساختن ظروف بسته بندی مواد غذایی استفاده می‌شود؟ چرا؟

از حلبی برای قوطی‌های کنسرو استفاده می‌شود به دلیل اینکه قلع واکنش پذیری کمی دارد و با مواد غذایی واکنش نمی‌دهد.

- ۱- وجود چه عواملی برای زنگ زدن آهن ضروری است؟
- ۲- نیمه واکنش‌های اکسایش و کاهش فرایند زنگ زدن آهن را بنویسید.
- ۳- حفاظت کاتدی چیست و چگونه از خوردگی آهن جلوگیری می‌کند؟
- ۴- سه راه برای محافظت آهن در برابر خوردگی بنویسید.

# فصل پنجم

## ترکیب‌های کربن دار



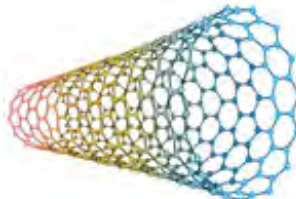
## واحد یادگیری-۱

### عنصر کربن و تفاوت ترکیب‌های آلی و ترکیب‌های معدنی

شیوه پیشنهادی تدریس:

#### پرسش و پاسخ، مشارکت فعال هنرجویان

به همکار گرامی توصیه می‌شود تصویرهای زیر را به هنرجویان نشان دهد و از آنها بخواهد دربارهٔ عنصر سازندهٔ این پنج ماده نظر دهند. هنرجویان پس از بحث گروهی، نتیجه را به کلاس ارائه دهند.



شما نیز با مشارکت هنرجویان توضیح دهید که کربن در طبیعت به حالت‌های مختلف یافت می‌شود. سپس در مورد ویژگی‌های منحصر به فرد کربن توضیح دهید.

همچنین از هنرجویان خواسته شود در مورد کاربرد کربن در صنعت مثال بزنند و شما نیز کاربرد آن در صنعت فولادسازی را شرح دهید. بعد از بررسی عنصر کربن، برای آشنایی هنرجویان با ترکیبات آلی و معدنی، مثال‌هایی را مانند شکل‌های زیر به هنرجویان نشان داده و از آنها بخواهید تفاوت این مواد را بگویند و جدول زیر را به عنوان ارزشیابی تکمیل کنند تا هنرجویان به تفاوت مواد آلی و معدنی قبل از انجام آزمایش صفحه ۹۱ پی ببرند.

#### هدف واحد آموزشی:

انتظار می‌رود هنرجو در

پایان این واحد یادگیری:

۱- کربن را به عنوان عنصر سازندهٔ جهان زنده بشناسد.

۲- با ویژگی‌های منحصر به فرد عنصر کربن آشنا شود.

۳- با آلوتروپ‌های کربن آشنا شود.

۴- به رابطهٔ خواص آلوتروپ‌های کربن و ساختار

بلوری آنها پی ببرد.

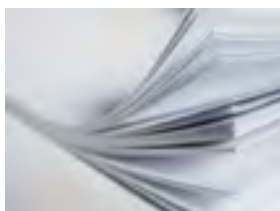
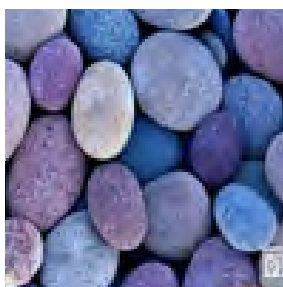
۵- ترکیبات مواد آلی و معدنی را بشناسد.

#### ارزشیابی تشخیصی

۱- الماس و زغال به نظر شما از چه عنصری تشکیل شده است؟

۲- موارد زیر را به دو گروه آلی و غیرآلی تقسیم بندی کنید.

پلی اتیلن، اتان، نمک خوراکی، آب، کربن دی اکسید، پلاستیک



ردیف	نام ماده	ترکیب معدنی	ترکیب آلی	عنصر تشکیل دهنده اصلی
۱	آب			
۲	نفت			
۳	کاغذ			
۴	سنگ			
۵	لوله			
۶	نمک			
۷	پارچه			
۸	تیر آهن			
۹	شیشه			

آزمایش کنید صفحه ۹۱ بررسی تفاوت مواد آلی و معدنی به همراهی هنرجویان در آزمایشگاه انجام گردد. در این آزمایش سؤالاتی پرسیده شده است که در قسمت دانش افزایی مورد بررسی قرار گرفته است.

### دانش افزایی

خواص عمومی ترکیب های آلی	خواص عمومی ترکیب های معدنی
گوناگونی عنصرها در مواد آلی محدود است. غیر از عنصر اصلی که کربن است، اغلب شامل عنصرهای H, O, N هستند. گاهی نیز عنصرهای هالوژن، گوگرد و فسفر در آنها وجود دارد.	گوناگونی عنصرها در ترکیب های معدنی بسیار زیاد است. در ترکیب های دو عنصری، یک فلز یا هیدروژن با یک نافلز ترکیب شده است (مانند NaCl و HCl) و در ترکیب های سه عنصری، اغلب اکسیژن نیز همراه با فلز و نافلز است.
تعداد ترکیب های آلی به چندین میلیون می رسد. علت این امر، امکان پیوند یافتن اتم های کربن با یکدیگر، همچنین تشکیل ایزومرها است.	تعداد ترکیب های معدنی شناخته شده تاکنون در حدود ۲۰۰۰۰۰ است.
ترکیب های آلی به صورت مولکول هایی وجود دارند که پیوند میان اتم های آنها کووالانسی است. در نتیجه : الف) مواد آلی نسبت به مواد معدنی غیر یونی اغلب زود ذوب هستند. ب) بخش اعظم ترکیب های آلی در آب حل نمی شوند. ج) محلول اغلب آنها رسانای خوبی برای جریان برق نیست.	اغلب ترکیب های معدنی، دارای پیوندهای الکترووالانسی و به اصطلاح یونی هستند. این ساختار یونی سبب می شود که : الف) اغلب آنها جامد و دیر ذوب باشند. ب) اغلب آنها در آب که یک حلال قطبی است، حل شوند. ج) محلول آنها رسانای جریان برق باشد.
در اثر گرما، کم مقاومت و ناپایدارند و تجزیه و سیاه می شوند.	معمولاً در اثر گرما پایدارند.
واکنش بین دو ترکیب آلی اغلب بسیار آهسته است، و در بسیاری از موارد به گرما دادن و استفاده از کاتالیزگر نیاز داریم.	سرعت واکنش ترکیب های معدنی با یکدیگر نسبتاً زیاد است.

سپس از هنرجویان خواسته شود خود را بیازمایید صفحه ۹۱ را پاسخ دهند.

## پاسخ خود را بیازمایید

- ۱- با توجه به جدول بالا و البته متن اصلی فصل از هنرجو ارزیابی شود.
- ۲- الف) نفت (آلی)    ب) سنگ (معدنی)    ج) کاغذ (آلی)    د) پارچه (آلی)    ه) آهن (معدنی)
- ۳- الماس- گرافیت- نانولوله کربن- گرافن- گرافین

## ارزشیابی پایانی

۱. چند تفاوت ترکیبات آلی و معدنی را بنویسید.
۲. کدامیک از مواد زیر در اثر گرما مقاومت کمتری دارد؟  
الف. کاغذ    ب. آهن    ج. سنگ    د. زغال

## واحد یادگیری-۲

### عنصر کربن و تفاوت ترکیب‌های آلی و ترکیب‌های معدنی

#### شیوه پیشنهادی تدریس:

#### پرسش و پاسخ- بارش مغزی

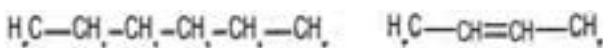
توصیه می‌شود با هنرجویان در مورد هیدروکربن‌ها و انواع آنها گفت‌وگو کنید. ساختار سه نوع هیدروکربن اتان، اتن و اتین را روی تابلو رسم کنید.

#### دانش افزایی

##### هیدروکربن‌ها

هیدروکربن‌ها ساده‌ترین ترکیبات آلی هستند که تنها از هیدروژن و کربن ساخته شده‌اند. مهم‌ترین این هیدروکربن‌ها عبارت‌اند از:  
آلکان‌ها - آلکن‌ها - آلکین‌ها - سیکلو آلکان‌ها - ترکیبات آروماتیک  
هیدروکربن‌ها از لحاظ شکل می‌توانند به سه حالت زیر وجود داشته باشند:

۱- **هیدروکربن‌های راست زنجیر:** هیدروکربن‌هایی هستند که در آنها هر اتم کربن به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل شده و باید بتوان تمام اتم‌های کربن را با یک خط فرضی بدون اینکه قلم را از روی کاغذ برداشت، به هم وصل کرد. مانند:



۲- **هیدروکربن‌های شاخه دار:** هیدروکربن‌هایی هستند که می‌توان در آنها کربنی را پیدا کرد که به سه یا چهار اتم کربن دیگر وصل باشد.

۳- **هیدروکربن‌های حلقوی:** این ترکیبات شامل سیکلو آلکانها

#### هدف واحد آموزشی:

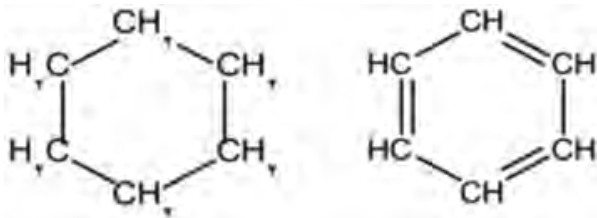
انتظار می‌رود هنرجو در پایان این واحد یادگیری:

- ۱- با ساختار هیدروکربن‌ها آشنا شود.
- ۲- با انواع هیدروکربن‌ها آشنا شود.
- ۳- با برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی هیدروکربن‌ها آشنا شود.
- ۴- کاربردهای هیدروکربن‌ها را در صنعت نام ببرد.
- ۵- انواع پلیمرها را بشناسد.

#### ارزشیابی تشخیصی

- ۱- آیا نام گاز متان یا بوتان را شنیده‌اید؟
- ۲- پلیمر به نظر شما چه کاربردهایی دارد؟
- ۳- آیا تاکنون برشکاری فلز با استیلن را مشاهده کرده‌اید؟
- ۴- آیا از قرص آسپرین استفاده کرده‌اید؟

و حلقه‌های آروماتیک می‌شوند که بعداً راجع به آنها بحث خواهد شد. مانند:



**گروه آلکیل:** این گروه از کم کردن یک اتم هیدروژن از یک گروه آلکان به وجود می‌آید و به همین دلیل به آن گروه آلکیل می‌گویند. برای نام گذاری گروه آلکیل کافیسست به جای (ان) آلکان (یل) گروه آلکیل قرار گیرد. به جدول زیر دقت کنید:

نام آلکان	فرمول ساختار آلکان	نام گروه آلکیل	فرمول ساختار آلکیل
متان	$\text{CH}_4$	متیل	$\text{CH}_3-$
اتان	$\text{CH}_3-\text{CH}_3$	اتیل	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-$
پروپان	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	پروپیل	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$

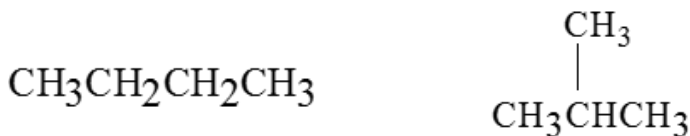
کار در کلاس توسط هنجریان پاسخ داده شود و سپس در مورد ویژگی‌های فیزیکی آلکان‌ها با توجه به بیندیشید صفحه ۹۷ و آوردن نفت، روغن موتور و بنزین با استفاده از قیف و زمان سنج ویژگی گرانروی را به آنان نشان دهید.

بعد از حل بیندیشید توسط هنجریان از آنها پرسید چه نتیجه ای را در مورد نقطه جوش آلکان‌ها می‌توان گرفت و سؤالی را در ذهن آنها پروراند که ویژگی‌های فیزیکی دیگر به چه صورت تغییر می‌کند؟ آیا تغییر در ویژگی‌های دیگر نیز منظم می‌باشد؟

برای درک بیشتر آنان در مورد ویژگی فیزیکی، می‌توان با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی و استوانه مدرج چگالی چند هیدروکربن در دسترس را اندازه گرفت و هنجریان در مورد آن نتیجه گیری کنند.

### آلکان‌های شاخه دار

ابتدا فرمول ساختاری دو هیدروکربن زیر را برای هنجریان رسم کنید سپس از آنها بخواهید تفاوت‌های هر دو هیدروکربن را در کلاس بیان کنند.



سپس از هنجریان سؤال شود که آیا یک هیدروکربن دو یا سه کربنه را می‌توان به دو صورت خطی یا شاخه‌دار رسم کرد؟ و پرسید آیا هیدروکربن با دو یا سه اتم کربن می‌تواند شاخه دار باشد؟

## دانش افزایی

### نام گذاری آلکان ها

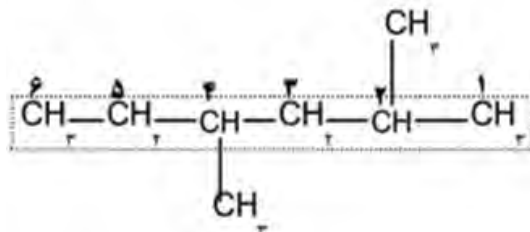
آلکان ها هیدروکربن های ساده ای هستند که فرمول عمومی  $C_nH_{(2n+2)}$  دارند. تمام پیوندها در آلکان ها یگانه و از نوع کووالانسی است. آلکان ها مولکول هایی ناقطبی هستند و نیروی بین مولکولی در آنها از نوع لاندون است. با افزایش تعداد کربن در آنها نیروی جاذبه بین مولکولی در آنها افزایش می یابد. نام آلکان های راست زنجیر را در جدول زیر ذکر شده است:

تعداد اتم کربن	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
فرمول مولکولی	$CH_4$	$C_2H_6$	$C_3H_8$	$C_4H_{10}$	$C_5H_{12}$	$C_6H_{14}$	$C_7H_{16}$	$C_8H_{18}$	$C_9H_{20}$	$C_{10}H_{22}$
نام آلکان	متان	اتان	پروپان	بوتان	پنتان	هگزان	هپتان	اوکتان	نونان	دکان

## دانش افزایی

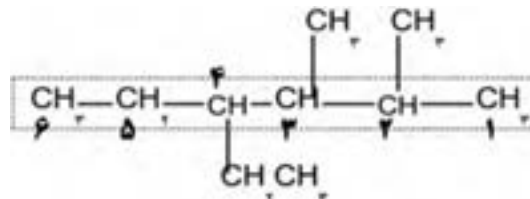
برای نام گذاری آلکان های شاخه دار باید مراحل زیر را طی کرد:

۱- انتخاب شاخه اصلی و شماره گذاری آن: ابتدا شاخه اصلی را که بیشترین تعداد اتم کربن را دارد، انتخاب می کنیم. سپس کربن های این شاخه را از طرفی که به اولین شاخه فرعی نزدیک تر است شماره گذاری می کنیم.



۲- در نوشتن نام آلکان شاخه دار ابتدا شماره و نام شاخه های فرعی را بر حسب حروف الفبای لاتین می آوریم، سپس نام شاخه اصلی را ذکر می کنیم.

نکته مهم: اگر تعدادی شاخه فرعی یکسان در آلکان داشته باشیم برای مشخص کردن تعداد آنها از اعداد (رومی دی، تری، تترا و ...) استفاده می کنیم. حال ترکیب بالا را نام گذاری می کنیم: ۲،۴-دی متیل هگزان

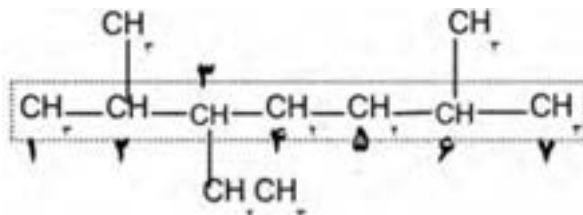


۴- اتیل - ۲، ۳- دی متیل هگزان

## دانش افزایی

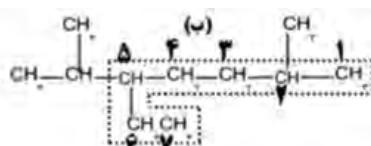
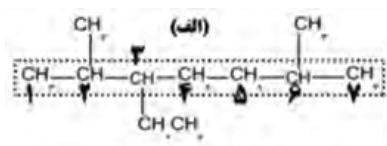
همان طور که می بینید ابتدا به ترتیب الفبای لاتین نام اتیل با شماره اش را آوردیم سپس نام متیل را ذکر می کنیم .

نکته : اگر فاصله نخستین شاخه فرعی همانند از دو سمت برابر باشد، شماره گذاری را از سمتی شروع می کنیم که به دومین شاخه فرعی نزدیک تر باشد:



۳- اتیل - ۲، ۶- دی متیل هپتان

نکته : اگر در تعیین شاخه اصلی، دو شاخه داشتیم که تعداد اتم کربن یکسانی داشت، شاخه اصلی، شاخه ای است که به آن شاخه فرعی بیشتری متصل باشد:



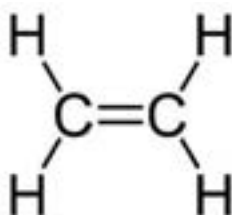
همان طور که ملاحظه می کنید ترکیب بالا دارای دو شاخه ۷ کربنی است. اما در ترکیب الف به شاخه اصلی ۳ شاخه فرعی متصل و در ترکیب ب به شاخه اصلی دو شاخه فرعی متصل است. طبق نکته بالا شماره گذاری در ترکیب الف درست است.

آزمایش کنید صفحه ۹۴ را با رعایت نکات ایمنی در آزمایشگاه انجام دهید.

## آلکن ها

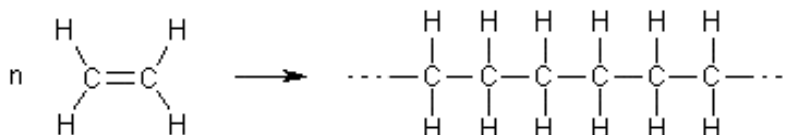
با مدل های میله و گلوله برای هنجوین مولکول اتن بسازید و در رابطه با گاز اتیلن و کاربرد آن با آنان گفت و گو کنید.

در مورد پیوند دوگانه بین دو کربن نیز از آنها سؤال بپرسید و خود نیز توضیح دهید اگر یک هیدروکربن دو کربنه فقط چهار اتم هیدروژن داشته باشد برای اینکه اتم کربن از تمام ظرفیت پیوندی خود استفاده کند باید یک پیوند کربن-کربن دیگر نیز داشته باشد.



## دانش افزایی

به طور کلی، خواص فیزیکی آلکن‌ها مشابه آلکان‌هاست. آلکن‌ها در حلال‌های غیرقطبی مانند اتر، کلروفرم و دی‌کلرو متان محلول ولی در آب نامحلول و سبک‌تر از آب می‌باشند. نقطه جوش آلکن‌ها با افزایش تعداد کربن‌ها افزایش می‌یابد. بجز آلکن‌های کوچک، نقطه جوش آلکن‌ها به ازای افزایش یک اتم کربن بین ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. همانند آلکان‌ها، شاخه‌دار شدن آلکن‌ها موجب کاهش نقطه جوش می‌شود.



## دانش افزایی

اتیلن ماده‌ی اولیه‌ی مهم برای تولید بسیاری از ترکیبات آلی پر مصرف در صنعت به شمار می‌رود. اتیلن به صورت گسترده در صنعت پلاستیک مورد استفاده قرار می‌گیرد. اتیلن با پلیمریزه شدن، پلی اتیلن را تولید می‌کند که یک پلاستیک بسیار مهم است. با تکرار شدن، پیش ماده پلی وینیل کلرید (PVC) را تولید می‌کند. با ترکیب شدن با بنزن، اتیل بنزن ایجاد می‌کند که ماده اصلی پلی استرمی باشد. اتیلن، نوعی هورمون گیاهی است که باعث رسیدن میوه‌ها، باز شدن شکوفه‌ها و گل‌ها و همچنین ریزش برگ‌ها در پاییز می‌شود. به دلیل این خاصیت در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای جلوگیری از خراب شدن میوه‌هایی مانند سیب، گلابی و موز، در حمل و نقل یا انبار، آنها را کمی نارس می‌چینند و قبل از وارد کردن به بازار، تحت تاثیر اتیلن قرار می‌دهند تا رسیده شود.

## آلکین‌ها

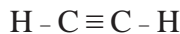
ابتدا از هنرجویان در مورد جوش استیلن و یا چراغ‌های استیلنی سؤال شود سپس تشکیل پیوند سه گانه میان دو اتم کربن را بر روی تابلو رسم کنید و در مورد یک مولکول ۲ کربنی با یک پیوند ۳ گانه بحث و گفت‌وگو شود و از هنرجویان بخواهید فرمول آن را حدس بزنند. بعد از حدس هنرجویان به معرفی آلکین‌ها بپردازید: فقط از کربن و هیدروژن تشکیل شده است. حداقل یک پیوند ۳ گانه بین اتم‌های کربن وجود دارد. از هنرجویان بپرسید کوچک‌ترین عضو آلکین‌ها دارای چند کربن می‌باشد و بعد از جواب آنان اتین یا استیلن را معرفی کنید.

## دانش افزایی

هرگاه ترکیب آلی حاوی پیوند سه گانه کربن به کربن باشد، آلکین نامیده می شود. استیلن با فرمول  $C_2H_2$  کوچک ترین عضو این خانواده می باشد و به همین دلیل آلکین ها را ترکیبات استیلنی یا استیلن های استخلاف دار می گویند. همان طور که ساختمان استیلن نشان می دهد، برای اینکه دو اتم کربن و دو اتم هیدروژن به هم وصل شوند و مولکول کاملی را تولید نمایند.

خواص فیزیکی آلکین ها، مشابه آلکن های هم کربن است. آلکین ها، ترکیباتی با قطبیت کمتر می باشند که در حلال های با قطبیت کمتر مثل تتراکلرید کربن، بنزن و اترها به خوبی حل می شوند، ولی در آب نامحلولند. همانند سایر هیدروکربن ها سبک تر از آب هستند. بررسی و مقایسه نقطه ذوب و جوش این مواد نشان می دهد که با افزایش تعداد کربن نقطه جوش افزایش می یابد و با استیلن، گازی بی رنگ و در دمای معمولی و فشار به شدت آتش گیر و با بویی شبیه بوی سیر می باشد. این گاز در سال ۱۸۳۶ توسط «ادموند داوی» کشف شد. در هوا به شدت و با شعله ای درخشان می سوزد. مخلوط استیلن و هوا بسیار منفجر شونده است. بنابراین آن را به صورت محلول در استون و به همراه مواد متخلخل ذخیره و حمل می کنند. انرژی شیمیایی بالای استیلن به علت بند سه گانه  $C \equiv C$  آن می باشد.

معروف ترین آلکین ساده ترین آلکین است که دو کربن دارد با نام اتین یا نام معروف به استیلن

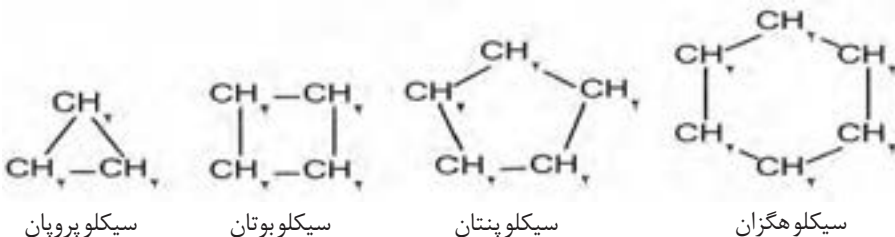


## تولید استیلن

عمده ترین ماده خام برای تولید استیلن، کلسیم کربنات (سنگ آهک) و زغال سنگ می باشد. کلسیم کربنات را ابتدا با حرارت دادن به کلسیم اکسید تبدیل کرده و زغال سنگ را هم به زغال کک تبدیل می کنند. سپس کلسیم اکسید و کک باهم واکنش داده و منوکسید کربن و کلسیم کاربید تولید می کند. با اضافه کردن آب به کلسیم کاربید استیلن و کلسیم هیدروکسید تولید می شود. استیلن را همچنین می توان از سوختن ناقص متان در اکسیژن و یا از کراکینگ هیدروکربن ها تولید کرد.

## هیدروکربن های حلقوی

ابتدا از هنر جویان بخواهیم در گروه های خود هر کدام یک مثلث مربع یک پنج ضلعی و یک شش ضلعی رسم کنند و هر رأس را یک کربن قرار دهند. با توجه به تشکیل ۴ پیوند به ازای هر کربن در مورد ساختار هر شکل بحث کنند و فرمول مولکولی هر شکل را که فقط کربن و هیدروژن می باشد بنویسند آنگاه به فرمولی شبیه به فرمول آلکن ها پی می برند از آنها بپرسید آیا این ترکیبات می توانند ایزومر آلکن ها باشند؟

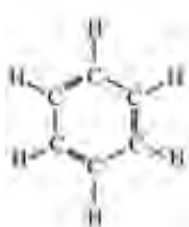


از هنرجویان سؤال شود که آیا با دو کربن یک حلقه تشکیل می‌شود؟  
بعد از نتیجه‌گیری هنرجویان از گروهی که بهترین نتیجه‌گیری را کرده بخواهید فرمول مولکولی را بر روی تابلو رسم کنند و سپس به معرفی هر کدام بپردازید.

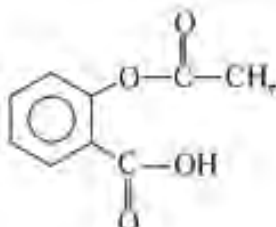
### ترکیب‌های آروماتیک

یک مولکول سیکلو هگزان با یک پیوند دوگانه رسم کنید و از هنرجویان بخواهید فرمول مولکولی آن را حدس بزنند سپس از آنها بپرسید که اگر در این حلقه دو پیوند دوگانه رسم شود پیوند دوگانه دوم در کدام جایگاه قرار می‌گیرد. (با توجه به اینکه هر اتم کربن فقط حداکثر می‌تواند ۴ پیوند تشکیل دهد) بعد از نتیجه‌گیری، از آنها بخواهید مانند مرحله قبل فرمول مولکولی آن را پیش‌بینی کنند و در مورد سومین پیوند دوگانه در حلقه به بحث و گفت‌وگو با آنان بپردازید تا به یک فرمول مولکولی نهایی دست یابند. بعد از حدس آنان بنزن و ویژگی‌های آن را به هنرجویان معرفی کنید.

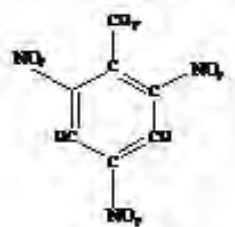
چند ترکیب معروف آروماتیک از جمله آسپرین و تی ان تی را با رسم مولکولی آنها معرفی کنید.



بنزن



آسپرین



تری نیترو تولوئن (T.N.T)

### دانش افزایی

#### خواص فیزیکی سیکلوآلکان‌ها

دمای ذوب و جوش سیکلوآلکان‌ها کمی بالاتر از آلکان‌های زنجیری با همان تعداد کربن می‌باشد. به دلیل حلقوی بودن، نیروی جاذبه بین اتم‌های آنها بیشتر است و در نتیجه برای جدا کردن آنها انرژی بیشتری نیاز است.

#### منابع سیکلوآلکان‌ها

نفت بعضی از مناطق جهان غنی از سیکلوآلکان‌هاست. در صنعت نفت این هیدروکربن‌ها را نفتن می‌نامند.

#### آروماتیک‌ها

یک هیدروکربن آروماتیک یا آرن (به انگلیسی: aromatic hydrocarbon یا arene) که گاهی با نام آریل هیدروکربن نیز خوانده می‌شود، هیدروکربنی است که در آن پیوندهای دوگانه و یگانه جایگزینی با اتم‌های کربن برقرار است. عبارت آروماتیک (aromatic) پیش از آنکه فرایند پیوند آروماتیک شناخته شود، کاربرد داشت دلیل کاربرد آن بوی شیرین بسیاری از این گونه ترکیب‌ها بود؛ واژه آروماتیک به معنی خوشبو است. جای‌گیری شش اتم کربن در یک ترکیب آروماتیک را حلقه بنزن می‌گوییم چون ساده‌ترین شکل ممکن برای این هیدروکربن‌ها بنزن است.

### برداشتش خود بیافزاییم

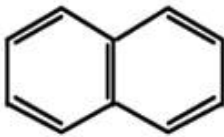
بنزن را مایکل فارادی در سال ۱۸۲۵ میلادی کشف کرد. اولین بار فارادی بنزن را از گاز درخشان فشرده‌ای جداسازی کرد که از پیرولیز روغن وال ساخته می‌شد و آن را برای اولین بار بی‌کاربورت هیدروژن نامید. سپس در سال ۱۸۳۴ میلادی فردی به نام آیل‌هارت میچرلیش بنزن را از گرما دادن بنزوئیک اسید با کلسیم اکسید سنتز کرد و با اندازه‌گیری چگالی بخار آن، نشان داد بنزن دارای فرمول مولکولی  $C_6H_6$  است. ساختار بنزن توسط فردریش آگوست ککوله در سال ۱۸۶۵ میلادی شناسایی شد بنزن (به انگلیسی: Benzene) مایعی است بی‌رنگ، خوشبو و فرار که با شعله زرد رنگ همراه با دوده می‌سوزد و در تولید صنعتی گروهی از مواد مانند پلی استیرن، لاستیک مصنوعی و نایلون استفاده می‌شود. این مایع در تهیه شوینده‌ها و رنگ‌ها نیز به کار می‌رود.

### منابع تولید بنزن

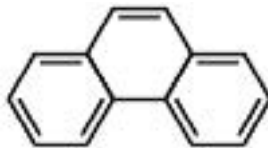
بنزن در گذشته از طریق حرارت دادن قطران زغال سنگ و سپس تبدیل بخار آن به مایع به‌دست می‌آمد اما امروزه بنزن به مقدار زیاد از نفت خام استخراج می‌شود.

### سایر ترکیبات آروماتیک

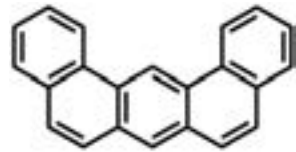
افزون بر بنزن و ترکیبات هم خانواده آن مثل نفتالین و آنتراسین و فنانترن و ...، مواد دیگری نیز وجود دارند که به‌ظاهر هیچ شباهتی به بنزن ندارند، ولی رفتاری مشابه بنزن دارند و به‌عبارت ساده‌تر، آروماتیک هستند.



نفتالین



فنانترن



آنتراسن

موضوع سرطان‌زا بودن ترکیبات آروماتیک چند هسته‌ای هنوز نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد. با اینکه سرطان‌زا بودن تعدادی از ترکیبات این گروه، روی حیوانات آزمایشگاهی ثابت شده است، اما هنوز معلوم نیست که آیا انسان در نتیجه تماس با این ترکیبات دچار سرطان می‌شود یا نه.

### ارزشیابی پایانی

۱- کاربرد صنعتی هر کدام از موارد زیر را بنویسید.

الف. متان      ب. اتیلن      ج. استیلن      د. بنزن

۲- فرمول عمومی آلکن‌ها و آلکین‌ها و سیکلوآلکان‌ها را بنویسید.

۳- ویژگی‌های فیزیکی آلکان‌ها و آلکن‌ها و سیکلوآلکان‌ها را با هم مقایسه کنید.

## واحد یادگیری-۳

### گروه‌های عاملی

#### شیوه پیشنهادی تدریس:

#### پرسش و پاسخ، بارش مغزی

از هنرجویان بخواهید که در گروه‌های خود مواد آلی که در زندگی با آن سروکار دارند از جمله الکل، لاک پاک‌کن، لیمو و گل را با خود به کلاس بیاورند. سپس هر گروه به ترتیب در مورد ساختار آنها بحث کنند.

در ادامه با طرح سؤال زیر، هنرجویان را به سمت پاسخ صحیح هدایت کنید. «هرگاه بدانید که اتم‌های سازنده این مواد، کربن، هیدروژن و اکسیژن هستند، علت اختلاف خواص آنها را چگونه توضیح می‌دهید؟» در ادامه موضوع را جمع بندی کنید و مفهوم گروه عاملی را توضیح دهید.

سپس جدول شماره ۲ توسط هنرجویان در تابلو رسم شود و در مورد هر گروه عاملی بحث و گفت و گو کنید و به هنرجویان یادآور شوید: هر ساختار نماد یک گروه از ترکیبات آلی می‌باشد که به آنها **گروه‌های عاملی** می‌گویند.

سپس توضیح دهید که هدف از درس امروز آن است که بدانیم بو و طعم برخی میوه‌ها و بوهای آشنا به دلیل وجود چه نوع گروه‌های عاملی در ساختار مولکولی ترکیب‌های آنهاست.

در این مرحله پیشنهاد می‌شود مدل گلوله و میله را در اختیار گروه‌ها قرار دهید. سپس فرمول ساختاری چند ترکیب آلی که در جدول بر روی تابلو رسم شده را برای هر گروه یک مولکول تعیین کنید تا ساختار گلوله و میله آن را بسازند. هر گروه پس از ساخت ترکیب مخصوص خود، مدل را به کلاس نمایش و در مورد آن توضیح دهد.

سپس از هنرجویان بخواهید تا صفحات مربوط به گروه عاملی را در کلاس روخوانی کنند و در مورد هر گروه عاملی توضیح و مثال‌های متفاوتی بزنند.

#### هدف واحد آموزشی:

انتظار می‌رود هنرجو در پایان این واحد یادگیری:

۱- با انواع گروه‌های عاملی آشنا شود.

۲- خواص یک ماده را با نوع گروه عاملی آن ماده حدس بزند.

۳- با کاربردهای گروه‌های عاملی در صنعت آشنا شود.

۴- به کاربرد و اهمیت برخی ترکیبات آلی در زندگی پی ببرد.

۵- گروه‌های عاملی را در مولکول‌های مختلف شناسایی کند.

#### ارزشیابی تشخیصی

همکار گرامی درباره مفاهیم زیر سؤالاتی طرح و از دانش آموزان بپرسید:

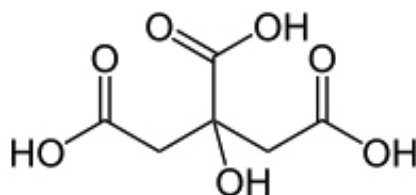
۱- هیدروکربن‌ها

۲- عناصر دیگری که در ساختار ترکیبات آلی به کار رفته‌اند.

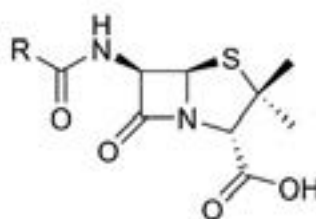
۳- مواد آلی که در زندگی روزمره با آن‌ها سروکار داریم.

## دانش افزایی

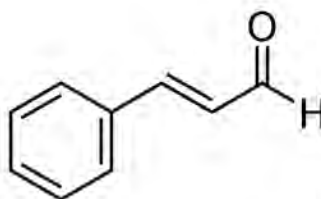
در مثال‌های زیر، ساختار گسترده مولکول‌های آلی موجود در برخی از موادی که با آن آشنایی داریم و در کتاب نیست، نشان داده شده است.



سیتریک اسید



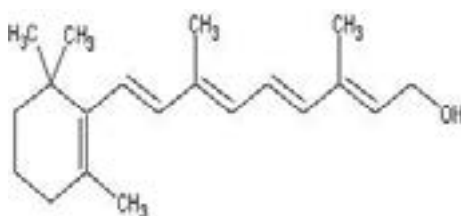
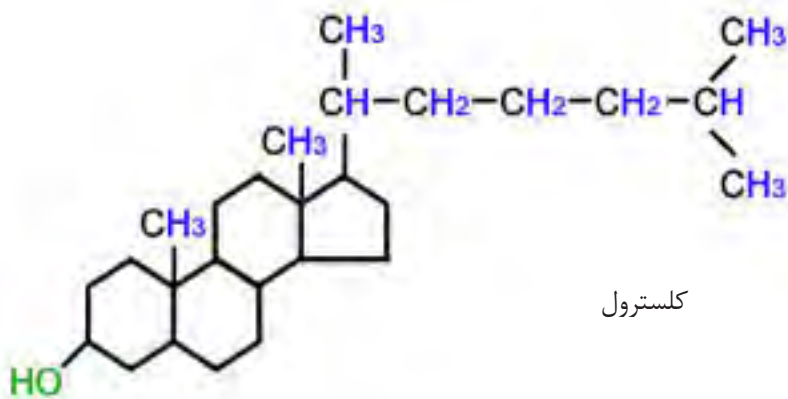
پنی سیلین



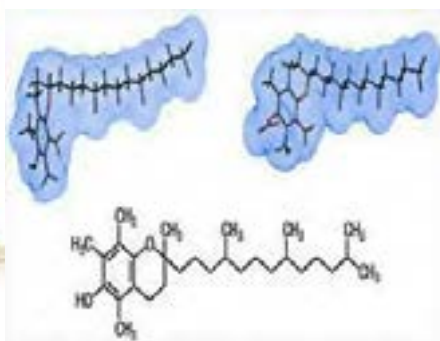
سینامالدهید




ویتامین ث



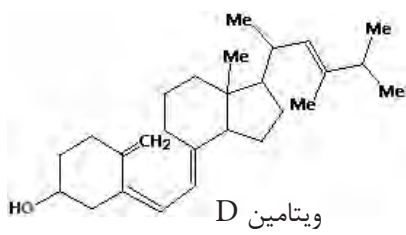
ویتامین A



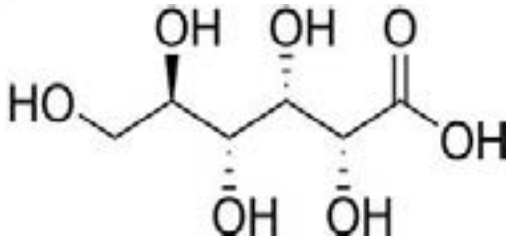
ویتامین E



منابع طبیعی ویتامین D



ویتامین D

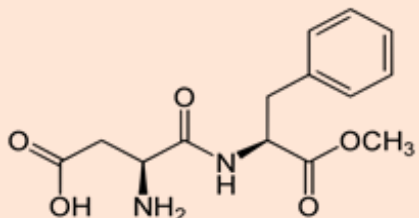


گلوکونیک اسید

۱- الف) الکل ب) آلدهید ج) کتون د) کربو کسلیک اسید ه) استر

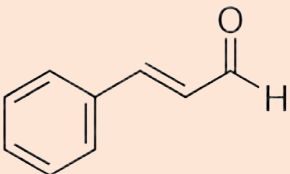
۲) در متن درس آمده است.

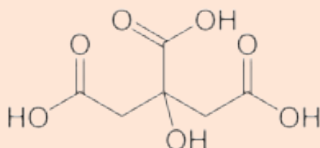
۳) اسید- آمید - استر



پاسخ خود را  
بیازمایید

گروه‌های عاملی را در موارد زیر مشخص کنید.





ارزشیابی  
پایانی

## واحد یادگیری-۴

شیوه پیشنهادی تدریس:

بحث گروهی، سخنرانی، نمایش فیلم، پرسش و پاسخ

مواد و ابزار آموزشی: گچ، تابلو، ویدئو پروژکتور و رایانه

چگونگی اجرا:

همکار گرامی، در این قسمت هدف این است که هنرجو با مطالب مربوط به مفهوم شیمی سبز و کاربردهای آن، نانو ساختارهای کربنی، نانو لوله کربنی، گرافن و فولرن آشنا شود. توصیه می شود مراحل زیر را به کار برید:

شیمی سبز، نانو ساختارهای کربنی

همکار محترم توصیه می شود تدریس این مبحث را با طرح سؤالاتی مانند زیر شروع کنید و از هنرجویان بخواهید در گروه خود بحث نموده و سپس نماینده گروه نتایج یادداشت شده را بخواند: چه آلاینده‌هایی در محیط زندگی ما وجود دارند؟ چه راه‌هایی برای کاهش آلاینده‌ها در محیط زیست پیشنهاد می کنید؟

اکنون به معرفی شیمی سبز بپردازید:

در دهه ۱۹۹۰، در ارتباط با مسائل زیست محیطی، به تدریج نگرش علمی جایگزین روش قدیمی نظارت بر اجرای اصول حفاظت محیط زیست شد و این نگرش نوین را با نام شیمی سبز می شناسیم که بخشی از یک مبحث کلی تر به نام صنعت سبز است. شیمی سبز در واقع پیشگیری از ایجاد آلاینده‌ها در محیط زیست است و در آن طراحی محصولات و فرایندهایی مورد نظر است که خطرات کمتری برای محیط زیست کره زمین در بردارد.

اکنون به کاربردهای شیمی سبز مطابق کتاب بپردازید. سپس از هنرجویان بخواهید این قسمت را از روی کتاب درسی بخوانند.

هدف واحد آموزشی:

انتظار می رود هنرجو در

پایان این واحد آموزشی:

۱- با تعریف شیمی سبز آشنا شود.

۲- بتواند مثال‌هایی از کاربرد شیمی سبز را ذکر کند.

۳- با نانو ساختارهای کربنی نانو لوله کربنی، فولرن و گرافن آشنا شود.

۴- بتواند مثال‌هایی از کاربردهای نانو ساختارهای کربنی ذکر کند...

ارزشیابی تشخیصی

به همکار گرامی پیشنهاد می شود درباره مفاهیم زیر پرسش‌های مفهومی و هدفمند طرح کنید و از هنرجویان بخواهید به آنها پاسخ دهند:

۱- آلودگی هوا

۲- آلودگی‌های آب

۳- آلودگی‌های زیست محیطی

۴- راه‌های کاهش میزان

انواع آلاینده‌ها که تاکنون آموخته‌اید

۵- مواد هوشمند

**اصل اول :** پیشگیری از تولید فراورده‌های بیهوده: بهتر است که از ساخت و تولید زباله و پسماندهای سمی جلوگیری شود تا اینکه پس از تولید فکری برای بی ضرر نمودن پسماندهای سمی و یا پاک کردن محیط از آنها شود.

**اصل دوم :** اقتصاد دائم، افزایش بهره‌وری از اتم: اقتصاد دائم به این مفهوم است که بازده واکنش‌های شیمیایی را افزایش دهیم، یعنی طراحی واکنش‌های شیمیایی به شیوه‌ای باشند که فراورده‌های نهایی بیشتری به دست آید بهتر است با کاهش میزان تولید فراورده‌های بیهوده و مازاد، بازده واکنش‌ها را افزایش دهیم.

**اصل سوم :** طراحی فرایندهای شیمیایی کم آسیب‌تر: شیمی‌دان‌ها تا جایی که امکان دارد باید شیوه‌ای را طراحی کنند تا موادی را به کار برند یا تولید کنند که اثرات سوء کمتری برای آدمی یا محیط زیست داشته باشند. اغلب برای یک واکنش شیمیایی مواد اولیه گوناگونی وجود دارد که از میان آنها می‌توان مناسب‌ترین را برگزید.

**اصل چهارم :** طراحی مواد و فراورده‌های شیمیایی سالم‌تر: فراورده‌های شیمیایی باید به گونه‌ای طراحی شوند که با وجود کاهش خطر سمیت، کار خود را به خوبی انجام دهند. فراورده‌های جدید را می‌توان به گونه‌ای طراحی کرد که سالم‌تر باشند و در عین حال، کار در نظر گرفته شده برای آنها را به خوبی انجام می‌دهند.

**اصل پنجم :** بهره‌گیری از حلال‌ها و شرایط واکنشی سالم‌تر: بهره‌گیری از مواد کمکی (مانند حلال‌ها و عامل‌های جدا کننده) تا جایی که امکان دارد به کمترین اندازه برسد و زمانی که به کار می‌روند از گونه‌های کم آسیب‌رسان باشند.

**اصل ششم :** افزایش بازده انرژی: در فرایندهای شیمیایی، روش‌های ساخت و جداسازی تا جایی که امکان دارد به گونه‌ای طراحی شده‌اند که نیاز به انرژی را کاهش دهند و در انتهای واکنش به انرژی بیشتری دست یابند. **اصل هفتم :** بهره‌گیری از مواد اولیه باز گردانی شذنی: واکنش‌های شیمیایی باید به گونه‌ای طراحی شوند تا از مواد اولیه‌ای که قابلیت بازیابی دارند بهره گرفته شود.

**اصل هشتم :** پرهیز از مشتقات شیمیایی: مشتق گرفتن (مانند بهره‌گیری از گروه‌های محدود کننده یا تغییرهای شیمیایی و فیزیکی گذر) باید کاهش یابد، زیرا چنین مرحله‌هایی به واکنشگرهای اضافی نیاز دارند که می‌توانند فراورده‌های بیهوده تولید کنند.

**اصل نهم :** بهره‌گیری از کاتالیزورها: کاتالیزورها گزینشی بودن یک واکنش را افزایش می‌دهند؛ دمای مورد نیاز را کاهش می‌دهند، واکنش‌های جانبی را به کمترین اندازه می‌رسانند، میزان تبدیل شدن واکنش‌گرها به فراورده‌های نهایی را افزایش می‌دهند.

**اصل دهم :** طراحی برای تخریب‌پذیر بودن محصولات: فراورده‌های شیمیایی باید به گونه‌ای طراحی شوند که در پایان محصولات به صورتی باشند که در طبیعت تخریب پذیر باشند و در محیط زیست باقی نمانده و هر چه سریع‌تر تجزیه شوند.

**اصل یازدهم :** تخمین زمان واقعی یک واکنش برای پیشگیری از آلودگی: بسیار اهمیت دارد که پیشرفت یک واکنش همواره پیگیری شود تا زمان تکمیل واکنش مشخص گردد، زیرا پس از کامل شدن یک واکنش شیمیایی فراورده‌های ناخواسته جانبی تولید می‌شوند.

**اصل دوازدهم :** کاهش احتمالی رویدادهای نامناسب: یک راه برای کاهش احتمال رویدادهای شیمیایی ناخواسته، بهره‌گیری از واکنشگرها و حلال‌هایی است که احتمال انفجار، آتش‌سوزی و رها شدن ناخواسته مواد شیمیایی را کاهش می‌دهند. آسیب‌های مرتبط با این داده‌رامی‌توان با تغییر دادن حالت (جامد، مایع، گاز) یا ترکیب واکنشگرها کاهش داد.

پیشنهاد می‌شود با مقدمه زیر تدریس نانولوله‌های کربنی را آغاز کنید:

کربن یکی از عناصر شگفت‌انگیز طبیعت است و کاربردهای متعدد آن در زندگی بشر، به خوبی این نکته را تأیید می‌کند. به عنوان مثال فولاد که یکی از مهم‌ترین آلیاژهای مهندسی است از انحلال حدود دو درصد کربن در آهن حاصل می‌شود؛ با تغییر درصد کربن (به میزان تنها چندصدم درصد) می‌توان انواع فولاد را به دست آورد. «شیمی‌آلی» نیز علمی است که به بررسی ترکیبات حاوی «کربن» و «هیدروژن» می‌پردازد و مهندسی پلیمر هم تنها براساس عنصر کربن پایه‌گذاری شده است.

کربن به شکل‌های مختلف مانند الماس و گرافیت و... در طبیعت دیده می‌شود. نانو ساختارهای کربنی شکل‌های دیگر کربن هستند که معروف‌ترین آنها سه ساختار: نانو لوله‌های کربنی، گرافن و فولرن می‌باشد.

اکنون به توضیح انواع نانو ساختارهای کربنی با استفاده از تصاویرشان بپردازید.

### دانش افزایی

انواع نانو لوله‌های کربنی شکل‌های صندلی، زیکزاک و نامتقارن می‌باشد. همچنین ممکن است نانولوله از چند نانولوله تودرتو تشکیل شده باشد.

#### خواص نانولوله‌ها

هریک از سه نوع نانولوله، به خاطر آرایش اتمی خاص خود، دارای خواصی می‌باشند که در اینجا به چند ویژگی مشترک بین آنها اشاره می‌کنیم:

#### ۱- خواص مکانیکی

نانولوله‌ها دارای پیوندهای محکمی در بین اتم‌هایشان می‌باشند و به همین علت در برابر نیروهای کششی مقاومت و استحکام زیادی از خود نشان می‌دهند. به عنوان مثال نیروی لازم برای شکستن یک نانولوله کربنی چند برابر نیرویی است که برای شکستن یک قطعه فولاد - با ضخامتی معادل یک نانو لوله - احتیاج داریم. اما جالب است که بدانیم پیوندهای بین اتمی در نانولوله‌ها علاوه بر ایجاد استحکام بالا، شکل‌پذیری آسان و حتی پیچش را در آنها میسر می‌سازد! در حالی که فولاد تنها در برابر نیروهای کششی دارای مقاومت است و برای پیچش انعطاف‌پذیری لازم را ندارد.

در بررسی کاربرد نانولوله‌ها و به کارگیری خواص آنها، می‌توانیم به استفاده از این ترکیبات به عنوان «رشته» در مواد مرکب، اشاره کنیم؛ به چنین موادی «کامپوزیت» می‌گویند. ملموس‌ترین مثال کامپوزیت «کاه‌گل» است. کاه‌گل مخلوطی از «کاه» و «گل» است که در آن، کاه به عنوان رشته‌هایی که استحکام و انعطاف‌پذیری بهتری نسبت به گل دارد، پراکنده شده است تا مانع از ترک خوردن آن شود. گل را اصطلاحاً «زمینه» می‌نامیم. نانولوله‌ها نیز چون استحکام و شکل‌پذیری خوبی دارند، در مواد مرکب با زمینه‌های فلزی، پلیمری و سرامیکی استفاده می‌شوند. اما مهم‌ترین فاکتوری که باعث برگزیدن نانولوله به عنوان رشته در مواد مرکب (کامپوزیت) شده است، وزن کم آن است، در حالی که استحکام آن بالاست. از مهم‌ترین موارد استفاده چنین مواد مرکبی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

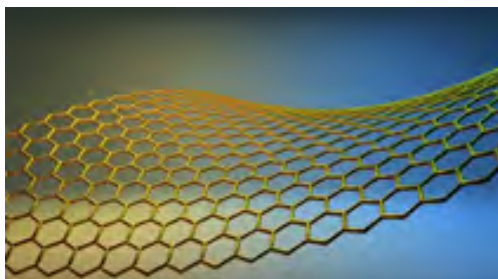
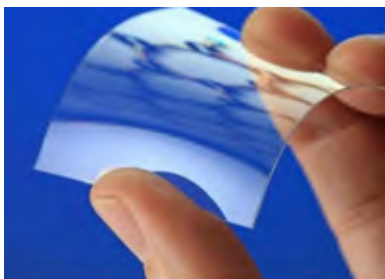
بدنه هواپیما و هلیکوپتر، زه راکت‌های تنیس و ...

## ۲- خواص فیزیکی

مهم‌ترین خاصیت فیزیکی نانولوله‌ها، «هدایت الکتریکی» آنهاست. هدایت الکتریکی نانولوله‌ها بسته به زاویه و نوع پیوندها، از دسته‌ای به دسته دیگر کاملاً متفاوت است؛ هر اتم در جایگاه خود در حال ارتعاش است، وقتی که یک الکترون (یا بار الکتریکی) وارد مجموعه‌ای از اتم‌ها می‌شود، ارتعاش اتم‌ها بیشتر شده و در اثر برخورد با یکدیگر بار الکتریکی وارد شده را انتقال می‌دهند. هر چه نظم اتم‌ها بیشتر باشد، هدایت الکتریکی آن دسته از نانولوله‌ها بیشتر خواهد بود. تقسیم بندی ابتدای متن بر اساس نظم اتم‌های کربن در نانولوله و در نتیجه رسانایی آنها انجام شده است؛ برای مثال نانولوله نوع صندلی ۱۰۰۰ بار از مس رساناتر است، در حالی که نوع زیگزاگ و نوع نامتقارن نیمه‌رسانا هستند. خاصیت نیمه‌رسانایی نانولوله‌ها بسته به نوع آنها تغییر می‌کند. خواص فوق‌العاده نانولوله‌ها و روش‌های پیچیده تولید آنها باعث شده است که قیمت هر گرم از این ماده حدود چندصد دلار باشد.

## دانش افزایی

**گرافن را «ماده جادویی» قرن ۲۱ می‌نامند.** این ماده که گفته می‌شود محکم‌ترین ماده‌ای است که تاکنون مورد مطالعه قرار گرفته، جایگزینی برای سیلیکون است و خواص عجیب آن مانند بیشترین میزان رسانایی الکتریکی در بین مواد شناخته شده، دنیای علم و رسانه‌ها را تکان داده است. گرافن ماده‌ای منحصر به فرد با پایه کربنی و دانسیته اتمی بالا است. ترکیب غیر عادی خواص آن نظیر سختی و استحکام مکانیکی بسیار بالا، رسانایی الکتریکی و حرارتی بالا و قابل تنظیم، خصوصیات عالی نوری و سطحی است و از طریق عامل دار کردن شیمیایی، مورد توجه خاص محققان قرار گرفته است و این حقیقت که شیمی دانان به سختی می‌توانند جایگزینی برای گرافن پیدا کنند، سبب شده که این ماده دارای کاربردهای فراوانی در نانوالکترونیک، سلول‌های خورشیدی و ابزارهای ذخیره انرژی مثل باتری‌ها و ابرخازن‌ها باشد. اما گرافن چیست؟ جدیدترین تعریفی که برای گرافن ارائه شده این است که: گرافن ماده‌ای تخت و تک‌لایه متشکل از اتم‌های کربن است که این اتم‌ها در یک شبکه دوبعدی و کندو مانند به هم متصل شده‌اند و این ساختاری است که همه مواد گرافنی در ابعاد دیگر نیز از آن تبعیت می‌کنند. این ماده دارای ضخامت یک اتم با ویژگی‌های منحصر به فرد است، که به دلیل ضخامت کم این ماده را به عنوان باریک‌ترین ماده جهان نیز می‌شناسند. **درواقع گرافن اصطلاحی هست که به نوارهای بسیار نازکی از تک لایه‌های گرافیت گفته می‌شود،** اگر گرافیت را یک دفترچه از صفحات موازی در نظر بگیریم، به هر ورق آن گرافن گفته می‌شود.



- ۱- چند مورد از کاربردهای شیمی سبز را ذکر کنید.
- ۲- ساختار نانو لوله های کربنی چگونه است و چه کاربردهایی دارند؟
- ۳- ساختار گرافن چگونه است و کاربرد آن را بنویسید.
- ۴- کاربردهای فولرن را نام ببرید.

# واژه نامه

کوچک ترین ذره سازنده مواد که از هسته و فضای پیرامون هسته تشکیل شده است.	Atom	اتم
فرایندی که در طی آن ماهیت ماده تغییر می کند.	Chemical Reaction	واکنش شیمیایی
ماده ای که تمام اتم های آن از یک نوع هستند.	Element	عنصر
گونه حاصل از پیوند کووالانسی بین تعداد مشخصی اتم که بدون بار الکتریکی است.	Molecule	مولکول
موادی که از اتصال کووالانسی تعداد بسیار زیادی اتم تشکیل شده باشند.	Covalent Solid	جامد کووالانسی
ترکیب حاصل از آرایش منظم تعداد زیادی کاتیون و آنیون	Ionic Compound	ترکیب یونی
ذره ای با بار الکتریکی منفی که در فضای پیرامون هسته به دور آن می چرخد.	Electron	الکترون
ذره ای با بار مثبت در هسته اتم	Proton	پروتون
ذره ای بدون بار الکتریکی و جرمی تقریباً برابر با پروتون در هسته اتم	Neutron	نوترون
مجموعه ای از پروتون و نوترون در مرکز اتم که جرم اتم را تعیین می کند.	Nucleus	هسته
فرضیه هایی برای تعیین مشخصات اتم	Atomic Model	مدل اتمی
اولین فرضیه برای نمایش دادن اتم که اتم را کوچک ترین ذره ماده و غیر قابل تجزیه معرفی کرد.	Dalton's Atomic	نظریه اتمی دالتون
موادی که در ساختار آنها بیش از یک نوع اتم وجود دارد.	Compound	ترکیب
حروف لاتین که برای نمایش هر عنصر استفاده می شوند.	Chemical Symbol	نماد شیمیایی
تعداد پروتون های موجود در هسته اتم را نشان می دهد.	Atomic Number	عدد اتمی
مجموع تعداد پروتون و نوترون های هسته اتم را نشان می دهد.	Atomic Mass	عدد جرمی

ایزوتوپ	Isotope	اتم‌های مختلف یک عنصر که تعداد نوترون متفاوت دارند.
آرایش الکترونی	Electronic Configuration	چگونگی قرار گرفتن الکترون‌ها در اتم را نشان می‌دهد.
مدل اتمی بور	Bohr atomic Model	مدلی برای نمایش اتم را که اتم کره‌ای با هسته‌ای در مرکز آن تعریف می‌کند و الکترون‌ها در مدارهایی با انرژی مشخص اطراف آن می‌چرخند.
عدد کوانتومی اصلی	Principal Quantum Number	عددی صحیح که نشان دهنده شماره لایه الکترونی است.
لایه ظرفیت	Valance Layer	بیرونی‌ترین لایه الکترونی اتم
الکترون‌های ظرفیتی	Valence Electrons	الکترون‌هایی از اتم که امکان شرکت در واکنش شیمیایی را دارند.
جدول تناوبی	Periodic Table	جدولی که در آن اتم‌های عناصر مختلف به ترتیب افزایش عدد اتمی در گروه‌ها و دوره‌هایی قرار گرفته‌اند.
فلزهای قلیایی	Alkaline Metals	اولین گروه جدول تناوبی که شامل واکنش‌پذیر و نرم‌ترین فلزهای جدول تناوبی است.
فلزهای قلیایی خاکی	Alkaline Earth Metals	دومین گروه جدول تناوبی شامل فلزهایی با واکنش‌پذیری کمتری از فلزات گروه اول دارند.
گازهای نجیب	Noble Gases	عناصر گروه ۱۸ جدول تناوبی که همگی گاز هستند و به دلیل آرایش الکترونی پایداریشان تمایلی برای انجام واکنش ندارند.
آلیاژ	Alloy	مخلوط دو یا چند فلز
فولاد	Steel	آلیاژی از آهن و کربن
فولاد زنگ‌نزن	Stainless Steel	آلیاژی از آهن و کربن که به آن مقداری کروم و نیکل اضافه شده است.
فعالیت شیمیایی	Chemical Reactivity	تمایل یک اتم برای شرکت در واکنش‌های شیمیایی
هالوژن‌ها	Halogens	گروه ۱۷ جدول تناوبی که واکنش‌پذیرترین نافلزها محسوب می‌شوند و با دریافت یا اشتراک‌گذاری ۱ الکترون پایدار می‌شوند.
پیوند شیمیایی	Chemical Bond	اتصال اتم‌ها به یکدیگر
پیوند کووالانسی	Covalent Bond	نیروی جاذبه‌ای که در اثر اشتراک‌گذاری الکترون بین دو اتم ایجاد می‌شود.

به نیروی جاذبه الکتروستاتیک بین یون‌های با بار مخالف پیوند یونی گفته می‌شود. به یون با بار مثبت کاتیون گفته می‌شود. به یون با بار منفی آنیون گفته می‌شود.	Ionic Bond	پیوند یونی
اتم‌ها تمایل دارند تا با انتقال یا اشتراک‌گذاری الکترون تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت خود را به هشت برسانند. گونه‌های دارای بار الکتریکی که از دو یا تعداد بیشتری اتم تشکیل شده‌اند. نوعی فرمول شیمیایی است که افزون بر نوع عناصر سازنده، ساده‌ترین نسبت آنها در ترکیب را نشان می‌دهد. نوعی فرمول شیمیایی که نوع و تعداد دقیق اتم‌ها در یک مولکول را نشان می‌دهد. شکل‌های مختلف یک عنصر در طبیعت. انرژی‌ای که در نتیجه اختلاف دما بین دو جسم مبادله می‌شود. معیاری از سردی و گرمی جسم رابطه‌ای که به کمک آن مواد موجود در واکنش، فرمول شیمیایی آنها و نسبت آنها در واکنش مشخص می‌شود. مجموعه‌ای شامل $6.022 \times 10^{23}$ تعداد ذره (اتم، مولکول یا یون) جرم یک مول از ماده بر حسب گرم بر مول شاخه‌ای از علم شیمی که به مطالعه کمی و کیفی گرمای مبادله شده در طی واکنش شیمیایی می‌پردازد. واکنشی که طی آن گرما آزاد می‌شود. واکنشی که طی آن گرما گرفته می‌شود. مخلوطی است که بیش از یک فاز داشته باشد. مخلوطی که یک فاز دارد. بخشی از ماده که ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی در همه جای آن یکسان است. مقدار ماده‌ای حل‌شونده در ۱۰۰ گرم حلال بر حسب گرم	Cation Anion Octet Rule Polyatomic Ion Empirical Formula Molecular Formula Allotrope Heat Temperature Chemical Equation Mole Molar Weight Thermochemistry Exothermic Reaction Endothermic Reaction Heterogeneous Mixture Solution Phase Solubility	کاتیون آنیون قاعده هشت‌تایی یون چند اتمی فرمول تجربی فرمول مولکولی آلوتروپ گرما دما معادله شیمیایی مول جرم مولی گرما شیمی واکنش گرماده واکنش گرماگیر مخلوط ناهمگن محلول فاز انحلال پذیری

غلظت	Concentration	مقدار حل شونده را در مقدار مشخصی از حلال یا محلول نشان می‌دهد.
کلوئید	Colloid	مخلوط ناهمگنی که ذرات کوچکی دارد و برای مدت زمان زیادی پایدار است.
سوسپانسیون	Suspension	مخلوط ناهمگنی که بعد از زمان کوتاهی یکی از فازها ته‌نشین می‌شود.
حرکت براونی	Brownian Motion	حرکت سریع و نامنظم ذرات پخش شونده کلوئید
اثر تیندال	Tyndal Effect	پخش نور توسط ذرات کلوئید
آند	Anode	الکترودی که در آن اکسایش صورت می‌گیرد.
کاتد	Cathode	الکترودی که در آن کاهش صورت می‌گیرد.
الکتروود	Electrode	رسانای الکترونی در یک سلول الکتروشیمیایی که جریان برق را به الکترولیت وارد یا از آن خارج می‌کند.
الکتروشیمی	Electrochemistry	علم استفاده از انرژی الکتریکی برای انجام تغییر شیمیایی یا تولید انرژی الکتریکی از واکنش‌های شیمیایی است.
آبکاری	Electroplating	پوشاندن سطح یک جسم با لایه نازکی از یک فلز به کمک یک سلول الکترولیتی
خوردگی	Corrosion	فرایندی است که در آن یک فلز بر اثر یک واکنش اکسایش-کاهش تخریب می‌شود.
برق کافت	Electrolysis	استفاده از جریان برق برای انجام تغییرات شیمیایی
حفاظت کاتدی	Cathodic Protection	حفاظت یک فلز در برابر خوردگی از راه اتصال فلز به یک قطعه فلز واکنش پذیرتر.
سلول الکترولیتی	Electrolytic Cell	نوعی سلول الکتروشیمیایی است که با عبور جریان برق (انرژی الکتریکی) از آن یک تغییر شیمیایی روی می‌دهد.
سلول گالوانی	Galvanic Cell	نوعی سلول الکتروشیمیایی که طی یک واکنش شیمیایی انرژی آزاد می‌کند.
سلول سوختی	Fuel Cell	نوعی سلول گالوانی است که برای تبدیل مستقیم انرژی به دست آمده از سوختن یک سوخت به انرژی الکتریکی به کار می‌رود.
نیم سلول	Half-Cell	نیمی از یک سلول گالوانی که در آن اکسایش یا کاهش صورت می‌گیرد.

سلول غلظتی	Concentration Cell	سلول گالوانی ساخته شده از دو نیم سلول که شامل مواد یکسان هستند ولی از لحاظ غلظت اجسام سازنده نیم سلول تفاوت دارند.
کاتالیزگر	Catalyst	ماده‌ای که سرعت واکنش‌های شیمیایی را زیاد می‌کند.
سلول الکتروشیمیایی	Electrochemical cell	دو نیم سلول که به وسیله رسانای الکترونی و یک دیوار متخلخل به هم متصل هستند.
اکسایش	Oxidation	فرایندی که طی آن اتم‌ها، یون‌ها یا مولکول‌ها الکترون از دست می‌دهند.
شناساگر	Indicator	ماده‌ای شیمیایی است که بر اثر تغییر pH در یک محلول آبی دچار تغییر رنگ می‌شود.
کاهش	Reduction	فرایندی که طی آن اتم‌ها، یون‌ها یا مولکول‌ها الکترون می‌گیرند.
واکنش اکسایش – کاهش	Oxidation Reduction	واکنشی که در آن یک یا چند الکترون از گونه‌ای به گونه‌ی دیگر منتقل می‌شود.
شیمی آلی	Organic Chemistry	شیمی آلی علمی است که به بررسی ترکیب‌های حاوی «کربن» و «هیدروژن» می‌پردازد.
هیدروکربن	Hydrocarbon	ترکیبات آلی که فقط شامل دو عنصر هیدروژن و کربن هستند.
آلکان	Alkane	دسته‌ای از هیدروکربن‌ها که فقط دارای پیوند ساده کربن-کربن می‌باشند.
گرانروی	Viscosity	مقاومت یک مایع در برابر جاری شدن
ایزومر	Isomer	مولکول‌هایی که فرمول مولکولی یکسان دارند ولی آرایش اتم‌ها (فرمول ساختاری) آنها متفاوت است.
آلکن	Alkene	هیدروکربن‌های سیر نشده که دارای پیوند دوگانه کربن-کربن هستند.
بسپار	Polymer	درشت مولکول‌هایی که از تعداد زیادی واحد کوچک‌تر به نام مونومر ساخته شده‌اند.
آلکین	Alkyne	هیدروکربن‌هایی که دست کم یک پیوند سه‌گانه بین دو اتم کربن دارند.
هیدروکربن حلقوی	Cyclic Hydrocarbon	هیدروکربن‌هایی که اتم‌های کربن آنها به صورتی با هم پیوند تشکیل می‌دهند که یک حلقه به وجود آورند.

<p>آرایش مشخصی از اتم‌هاست که به مولکول آلی دارای آن، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می‌بخشد.</p> <p>شیمی سبز استفاده از شیمی برای کاهش منبع آلاینده‌ها است. تعریف شامل تمام جنبه‌های فرایندهای شیمیایی می‌باشد که بر سلامت انسان و محیط زیست تأثیر دارد.</p> <p>مواد تشکیل شده از اتم‌های کربن که اندازه آنها در حدود نانومتر است.</p> <p>صفحات گرافنی هستند که به صورت لوله‌ای شکل در ابعاد نانومتر درست شده باشند.</p> <p>پایه فولرن‌ها صفحات موجود در گرافیت یعنی گرافن است، و اتم‌های کربن طوری با هم پیوند تشکیل داده اند که یک کره را تشکیل می‌دهند.</p>	<p>Functional Groups</p> <p>Green Chemistry</p> <p>Carbon Nano Structure</p> <p>Nanotube</p> <p>Fullerene</p>	<p>گروه عاملی</p> <p>شیمی سبز</p> <p>نانوساختار کربنی</p> <p>نانولوله کربنی</p> <p>فولرن</p>
--	---	--

## منابع

- ۱- برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۱
- ۲- برنامه درسی رشته‌های فنی و حرفه‌ای و کار دانش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای، کار دانش، ۱۳۹۳.
- ۳- برنامه درسی شیمی رشته‌های فنی و حرفه‌ای و کار دانش، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش، ۱۳۹۴
- ۴- شیمی عمومی ۱ و ۲؛ نویسنده: چارلز مورتیمر؛ ترجمه دکتر عیسی یآوری؛ ویرایش ششم؛ ۱۳۹۰؛ نشر علوم دانشگاهی
- ۵- شیمی؛ نویسنده: دیوید آکاستر؛ ترجمه نعمت الله ارشدی و مهدیه سالار کیا؛ ۱۳۸۳؛ انتشارات مدرسه
- ۶- علم و دین در حیات معقول علامه محمد تقی جعفری، ۱۳۸۶، مؤسسه تنظیم و نشر آثار علامه جعفری

- 1- Principles of general chemistry, Martin. S. Silberberg; Second edition; 2010
- 2- Basic chemistry, K. C. Timberlake, W. Timberlake, Fourth edition; 2014
- 3- General Chemistry the Essential concepts, Chang, R, ; Overby, J 2008,
- 4- General Chemistry, Ebbing, D.D. Gammon, S.D., 2009
- 5- Chemistry & Chemical Reactivity, Kotz, John C. ; Treichel, Paul M.; Weaver, Gabriela C., 2006
- 6- Introductory Chemistry, Russo, S.; Silver, M., 2011

