

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَّآلِ مُحَمَّدٍ وَّعَجِّلْ فَرَجَهُمْ

## شیمی (۲)

رشته های علوم تجربی - ریاضی و فیزیک

راهنمای معلم

پایه یازدهم

دوره دوم متوسطه

دانلود سوالات آزمون

راهنمای کامل آزمون



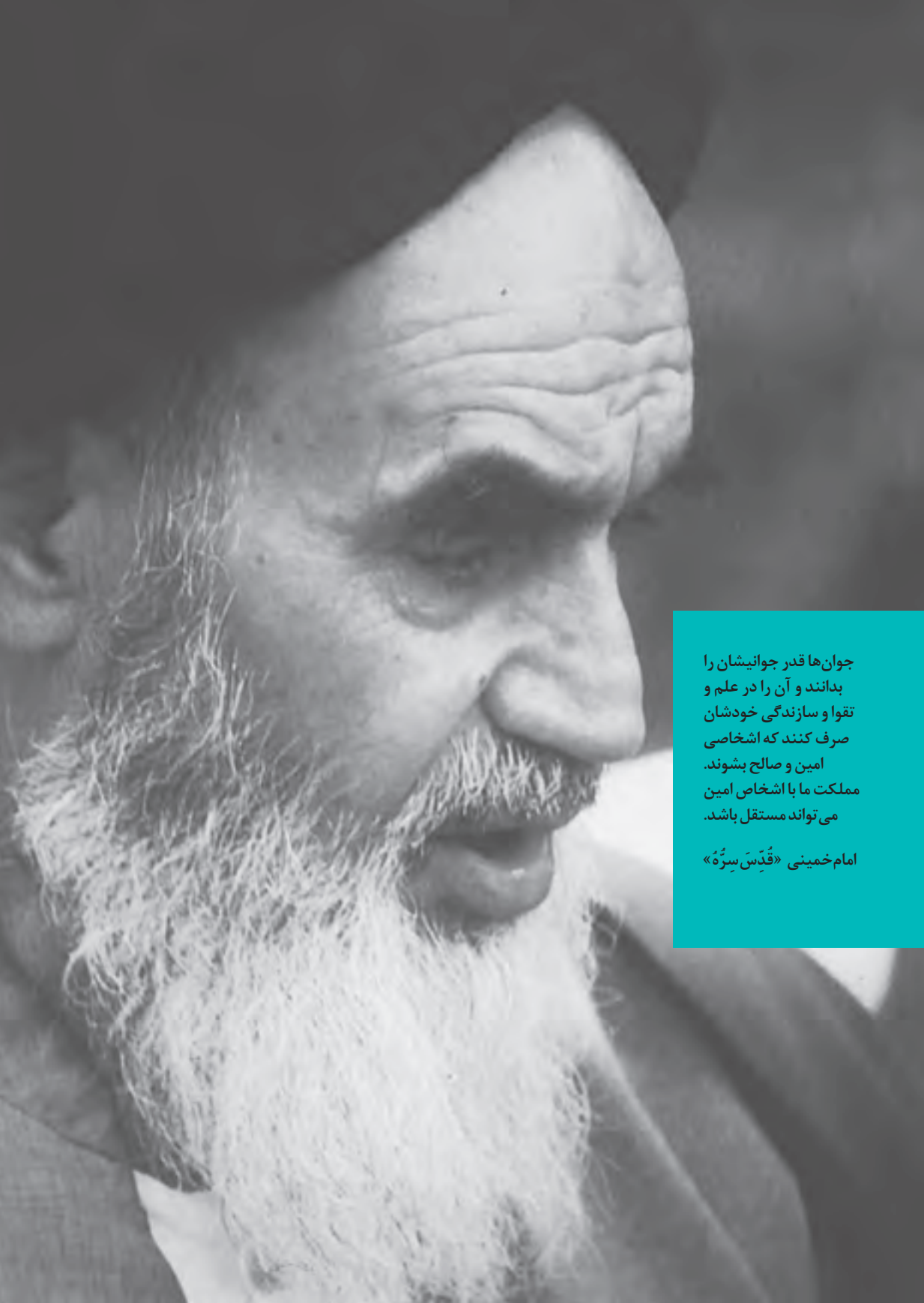
وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب:	راهنمای معلم شیمی (۲) - پایه یازدهم دوره دوم متوسطه - ۱۱۱۳۷۲
پدیدآورنده:	سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:	دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:	حسن حذرخانی، علیرضا عابدین، رضا فارغی‌علمداری، سیروس جمالی، محمد قربان دکامین، رسول عبدالله میرزایی، منصور مختاری، معصومه شاه‌محمدی اردبیلی، راضیه بنگدارسخی و حسین زمانی سیفی کار (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
آماده سازی و نظارت بر چاپ و توزیع:	حسن حذرخانی، شریف کامیابی، علیرضا عابدین و دوست محمد سمیعی (اعضای گروه تألیف)
شناسه افزوده آماده‌سازی:	حسن حذرخانی (ویراستار علمی)
نشانی سازمان:	تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی) تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹ وبگاه: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir
ناشر:	شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹
چاپخانه:	شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ:	چاپ اول ۱۳۹۸

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۳۴۲۳-۶

ISBN: 978-964-05-3423-6



جوان‌ها قدر جوانیشان را  
بدانند و آن را در علم و  
تقوا و سازندگی خودشان  
صرف کنند که اشخاصی  
امین و صالح بشوند.  
مملکت ما با اشخاص امین  
می‌تواند مستقل باشد.  
امام خمینی «قَدَسَ سِرُّهُ»

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

# ..... فهرست .....

کلیات ..... ۱

فصل ۱ قدر هدایای زمینی را بدانیم ..... ۳۹

- واحد یادگیری ۱ مواد زندگی ما ..... ۴۰
- واحد یادگیری ۲ الگوها و روندها در رفتار و مواد و عناصرها ..... ۵۰
- واحد یادگیری ۳ شعاع اتم و روند تناوبی آن در جدول ..... ۶۳
- واحد یادگیری ۴ دنیای رنگی با عنصرهای دسته d ..... ۷۰
- واحد یادگیری ۵ عناصرها به چه شکلی در طبیعت یافت می شوند ..... ۷۷
- واحد یادگیری ۶ دنیای واقعی واکنش ها (درصد خلوص و بازده واکنش) ..... ۸۴
- واحد یادگیری ۷ جریان فلز بین محیط زیست و جامعه ..... ۹۵
- واحد یادگیری ۸ کربن اساس استخوان بندی هیدروکربن ها ..... ۱۰۲
- واحد یادگیری ۹ آلکان ها، هیدروکربن های با پیوند یگانه ..... ۱۰۴
- واحد یادگیری ۱۰ نام گذاری آلکان ها ..... ۱۰۶
- واحد یادگیری ۱۱ آلکن ها و آلکین ها، هیدروکربن هایی با پیوند دوگانه و سه گانه .... ۱۱۴
- واحد یادگیری ۱۲ هیدروکربن های حلقوی، نفت ..... ۱۲۱
- پاسخ پرسش های فصل اول ..... ۱۲۵

فصل ۲ در پی غذای سالم ..... ۱۵۱

واحد یادگیری ۱ غذا، انرژی و برنامه غذایی مناسب ..... ۱۵۲

واحد یادگیری ۲ موضوع: دما و گرما.....	۱۵۷
واحد یادگیری ۳ جاری شدن انرژی گرمایی .....	۱۶۴
واحد یادگیری ۴ گرما در واکنش های شیمیایی (گرمایشی).....	۱۶۹
واحد یادگیری ۵ آنتالپی واکنش (محتوای انرژی)، آنتالپی پیوند .....	۱۷۳
واحد یادگیری ۶ آلدهیدها و کتون ها .....	۱۸۰
واحد یادگیری ۷ آنتالپی سوختن .....	۱۸۱
واحد یادگیری ۸ تعیین $\Delta H$ واکنش، قانون هس .....	۱۸۵
واحد یادگیری ۹ آهنگ واکنش .....	۱۹۰
واحد یادگیری ۱۰ سرعت واکنش از دیدگاه کمی .....	۱۹۴
واحد یادگیری ۱۱ سرعت واکنش .....	۱۹۸
پاسخ پرسش های فصل دوم .....	۲۰۲

### فصل ۳ پوشاک، نیازی پایان ناپذیر .....

واحد یادگیری ۱ پوشاک، نیازی پایان ناپذیر .....	۲۳۰
واحد یادگیری ۲ پلیمر شدن (بسپارش) .....	۲۴۴
واحد یادگیری ۳ پلی اتن و پلی استر .....	۲۵۶
واحد یادگیری ۴ الکل ها و اسیدها و واکنش استری شدن .....	۲۶۸
واحد یادگیری ۵ پلی آمیدها، پلیمرهای ماندگار یا تخریب پذیر .....	۲۷۵
پاسخ پرسش های فصل سوم .....	۲۸۴

## کلیات

ضرورت، قلمرو و اهداف حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی در برنامه درسی ملی حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی به شرح زیر توصیف شده است: علم تجربی حاصل تلاش انسان برای درک دنیای اطراف و دانشی آزمودنی است که با ظهور شواهد و دلایل جدید در معرض تغییر قرار گرفته و از گستره وسیعی از روش‌های تحقیق بهره می‌برد. بدیهی است علوم تجربی هم در مرحله تکوین و شکل‌گیری چارچوب‌های مفهومی و هم در عرصه چگونگی کاربرد و عمل و تصرف در طبیعت در بستر گستره دیگر حوزه‌های معرفتی بشر شکل می‌گیرد و نشو و نما می‌کند. از این‌رو، تعاملی انکارناپذیر با فلسفه، باورها و ارزش‌های پذیرفته شده فرد و جامعه دارد. با توجه به جهت‌گیری‌های این برنامه، علم تجربی حاصل کوشش انسان برای درک واقعیت‌های هستی و کشف فعل خداوند است.

مطابق این برنامه ضرورت و کارکرد این حوزه عبارت است از پرورش علمی‌متریان و برخوردار شدن ایشان از سواد علمی فناوریانه در بُعد شخصی و فردی از لازمه‌های زندگی سالم و موفقیت‌آمیز و در بُعد اجتماعی لازمه بقای عزت‌مدار و توسعه‌پایدار ایران اسلامی است، از این‌رو، رشد و ارتقای توانمندی‌ها و شایستگی‌های عقلانی، ایمانی، دانشی، مهارتی و اخلاقی‌متریان در عرصه علوم تجربی به شناخت و استفاده مسئولانه از طبیعت به مثابه بخشی از خلقت الهی با هدف تکریم، آبادانی و آموختن از آن برای ایفای نقش‌سازنده در ارتقای سطح زندگی فردی، خانوادگی، ملی و جهانی می‌انجامد. آموزش علوم تجربی از یک سو در ایجاد بصیرت و بینش عمیق نسبت به درک دنیای اطراف و زمینه‌سازی برای تعظیم خالق متعال از طریق درک عظمت خلقت ضرورت دارد و از سوی دیگر با عنایت به وابستگی روزافزون ابعاد گوناگون زندگی انسان به یافته‌ها و فراورده‌های علمی فناوریانه ضروری می‌نماید. از این‌رو، اگرچه پرورش سواد علمی فناوریانه محور مشترک تمامی برنامه‌های آموزش علوم به شمار می‌آید، ولی بر اساس مبانی تربیت اسلامی، علاوه بر این محور، تعمیق و تعالی نگرش توحیدی و دستیابی به درک غایتمند از خلقت و به عبارتی باز کشف و کشف رمز و راز لایه‌های مادی هستی، از محورهای مهم تربیت علمی است. در این سند قلمرو حوزه به صورت زیر توصیف شده است. حوزه یادگیری علوم تجربی شامل زندگی و موجودات، زمین و پیرامون آن، تغییرات ماده و انرژی، طبیعت و مواد فراوری شده، علوم در اجتماع، علوم در زندگی روزانه، تاریخ علم در ایران و اسلام است. تربیت علمی فناوریانه تنها آموزش یافته‌ها و فراورده‌های علمی یا به عبارت دیگر تنها مفاهیم و دانش علمی را در بر نمی‌گیرد؛ بلکه فرایندهای علمی و روش علم‌آموزی همچون مهارت‌های فرایندی (مشاهده، جمع‌آوری اطلاعات، اندازه‌گیری، تفسیر یافته‌ها، فرضیه و مدلسازی، پیش‌بینی، طراحی تحقیق و برقراری ارتباط) و مهارت‌های پیچیده تفکر را نیز مورد توجه قرار می‌دهد. همچنین نگرش‌های ناشی از علم و نگرش‌های ناظر به علم و فناوری از اجزای جدایی‌ناپذیر فعالیت‌های علمی فناوریانه است و دریچه‌ای برای ورود مبانی فلسفی پذیرفته شده را فراهم می‌کند. این قلمرو در قالب



درس‌های علوم تجربی در دوره اول و دوم ابتدایی و درس‌های شیمی، فیزیک، زیست‌شناسی، زمین‌شناسی و آزمایشگاه علوم در دوره دوم متوسطه پوشش داده می‌شود. در جدول‌های ۱ و ۲ ساعت دروس حوزه یادگیری علوم تجربی نشان داده شده است.

جدول ۱— عنوان درس‌های حوزه یادگیری علوم تجربی و ساعت آنها در دوره‌های اول و دوم ابتدایی

نام دوره	نام پایه	نام درس	میزان ساعت
اول ابتدایی	اول	علوم تجربی	۳
	دوم		۳
	سوم		۳
دوم ابتدایی	چهارم	علوم تجربی	۳
	پنجم		۳
	ششم		۲
دوره اول متوسطه	هفتم	علوم تجربی	۳
	هشتم		۳
	نهم		۳

جدول ۲— عنوان درس‌های حوزه یادگیری علوم تجربی و ساعت آنها در دوره دوم متوسطه

نام پایه	نام درس									
	شیمی		زیست‌شناسی		فیزیک		زمین‌شناسی		آزمایشگاه علوم	
	رشته تجربی	رشته ریاضی فیزیک	رشته تجربی	رشته ریاضی فیزیک	رشته تجربی	رشته ریاضی فیزیک	رشته تجربی	رشته ریاضی فیزیک	رشته تجربی	رشته ریاضی فیزیک
دهم	۳	۳	۳		۳	۴			۲	۲
یازدهم	۳	۳	۴		۳	۴	۲	۲	۱	۱
دوازدهم	۴	۴	۴		۳	۴				

برنامه درسی ملی انتظار دارد که محتوای ارائه شده در این دروس و قلمروها بتوانند نسلی توانمند در جنبه‌های زیر تربیت کنند.

- کشف، درک و تفسیر پدیده‌ها و رویدادهای طبیعی به عنوان آیات الهی،
- تدبیر در نظام هستی با مطالعه قوانین، رویدادهای طبیعی و روابط بین پدیده‌ها به منظور درک هدفمندی و قانونمندی هستی،

- حفظ منابع طبیعی به عنوان امانت الهی به منظور تکریم و آبادانی آن
  - تعمیم آموزه‌های علمی به زندگی فردی و اجتماعی به منظور داشتن زندگی سالم و با نشاط
  - مسئولیت‌پذیری، نوع دوستی، جمع‌گرایی و جهانی‌اندیشی
  - دستیابی به مراتبی از حیات طیبه
- برای تحقق این مهم، برای دوره‌های چهارگانه حوزه تربیت و یادگیری علوم، شایستگی‌هایی تعریف شده است. در جدول ۳ این شایستگی‌ها نشان داده شده‌اند.

جدول ۳

دوره	شایستگی
اول	با کسب و تقویت مهارت‌های پایه یادگیری، محیط اطراف خود / رفتارهای زیستی را مطالعه و یافته‌های خود را در زندگی به کار می‌گیرد.
دوم	با به کارگیری مهارت‌های پایه یادگیری، الگوها و روابط را در محیط زندگی کشف و یافته‌های خود را بر اساس معیارهای علمی تحلیل می‌کند/ ارائه می‌دهد/ مسئولانه به کار می‌گیرد. رابطه سلامت خود را با محیط‌زیست بررسی و روش‌هایی برای حفظ / ارتقای سطح سلامت خود و محیط‌زیست به کار می‌گیرد.
سوم	با کشف روابط و الگوها در پدیده‌های طبیعی، یافته‌های خود را به روش علمی و مبتنی بر اصول اخلاقی ارائه می‌دهد. الگوهای رفتاری در زندگی شخصی و محیط اطراف را بر اساس معیارهای زندگی سالم مطالعه و تأثیر آن را بر منابع / خود و محیط‌زیست و جامعه تحلیل می‌کند.
چهارم	نظام‌مندی طبیعت را بر اساس درک و تحلیل مفاهیم، الگوها و روابط بین پدیده‌های طبیعی کشف و گزارش می‌کند و نتایج آن را برای حل مسائل حال و آینده در ابعاد فردی و اجتماعی در قالب ایده یا ابزار ارائه می‌دهد/ به کار می‌گیرد. با ارزیابی رفتارهای متفاوت در ارتباط با خود و دیگران در موقعیت‌های گوناگون زندگی، رفتارهای سالم را انتخاب می‌کند/ گزارش می‌کند/ به کار می‌گیرد. با درک ماهیت، روش و فرایند علم تجربی، امکان به کارگیری آن را در حل مسائل واقعی زندگی (حال و آینده) تحلیل، و محدودیت‌ها و توانمندی‌های علوم تجربی را در حل این مسائل گزارش می‌کند. با استفاده از منابع علمی معتبر و بهره‌گیری از علم تجربی، می‌تواند ایده‌هایی مبتنی بر تجارب شخصی، برای مشارکت در فعالیت‌های علمی ارائه دهد و در این فعالیت‌ها با حفظ ارزش‌ها و اخلاق علمی مشارکت کند.

## رویکرد سازماندهی محتوا

برنامه درسی ملی به منظور تحقق اهداف و رسیدن به آرمان‌های برنامه، رویکرد سازماندهی محتوا را برای حوزه‌های یادگیری به‌طور خاص مشخص کرده است. درباره رویکرد سازماندهی محتوا در حوزه یادگیری علوم تجربی این‌گونه نظر می‌دهد: با عنایت به پذیرش اصل همه‌جانبه‌نگری و براساس پذیرش رویکرد تلفیق در همه حوزه‌های یادگیری، پرورش علمی با اتخاذ روش‌هایی که با تلفیق نظر و عمل سازگاری دارند به پرورش مهارت‌های فرایندی علمی می‌پردازد و به انتقال فراورده‌های دانش اکتفا نمی‌کند. بر این اساس یادگیرنده در محور تمامی فعالیت‌های یادگیری قرار می‌گیرد و آموختن روش و مسیر کسب علم، آگاهی و توانایی یکی از اهداف اصلی آموزش تلقی می‌شود. این امر در مسیری رشد یابنده و تعالی‌جو، زمینه‌ساز پرورش انواع تفکر می‌شود و در ادامه، در صورت عنایت خاص آموزشگران، نیل به خودیادگیری، ژرف‌اندیشی و تعالی‌جویی در متربیان را میسر می‌سازد. ایجاد ارتباط بین آموزه‌های علمی و زندگی واقعی و مرتبط ساختن محتوای یادگیری با کاربردهای احتمالی آن به معنادار شدن یادگیری و کسب علم مفید، سودمند و هدف‌دار برای متربیان منجر می‌شود. این امر به پرورش انسان‌هایی مسئولیت‌پذیر، متفکر و خلاق مدد می‌رساند.

بر همین اساس می‌توان گفت که کار علم تجربی مطالعه و بررسی ابعاد مادی سامانه‌ای به بزرگی جهان هستی است که خود از سامانه‌های کلان و خُرد متفاوتی تشکیل شده است. هر سامانه نیز از اجزایی ساخته شده است که ساختار و عملکرد ویژه‌ای دارند و این اجزا برای حفظ پایداری تغییر می‌کنند و با هم در ارتباط اند. این نگاه و رویکرد منجر به فهم کلان و کل نگرانه از جهان هستی می‌شود. به گونه‌ای که می‌توان برای حوزه‌های یادگیری گوناگون ایده‌های کلیدی تعریف کرد. برخی از آنها عبارت‌اند از:

- ساختار و عملکرد
- روابط و الگوها
- علت و معلول
- تغییر
- پایداری
- کمیت‌ها و اندازه‌گیری
- سامانه
- مدل‌سازی
- ماده و انرژی

این ایده‌های کلیدی سبب می‌شود یافته‌های دانش‌آموزان درباره خود، خدا، خلق و خلقت سازمان پیدا

کند و شخص نگاه کل نگرانه به جهان داشته باشد. همچنین این ایده‌ها کمک می‌کنند تا تفسیر پیرامون حقایق و داده‌های گوناگون آسان‌تر شود. ایده‌های کلیدی مجموعه‌ای از مفاهیم و مهارت‌های اساسی را شامل می‌شوند که قلمرو محتوایی هر درس و دامنه آن را تعیین می‌کنند. در جدول ۴ ایده‌های کلیدی، مفاهیم اساسی و خرده مفاهیم درس شیمی نشان داده شده است.

جدول ۴- آ- ایده‌های کلیدی مفاهیم اساسی و خرده مفاهیم درس شیمی

ایده کلیدی	مفهوم اساسی	استاندارد محتوا	خرده مفاهیم
ساختار و عملکرد	واحد سازنده	جهان از ذره‌های ریز و گوناگونی ساخته شده است. هر ذره ساختار مشخص و معینی دارد. مدل‌ها برای مطالعه و تبیین ساختار مواد به کار می‌روند.	انواع (اتم، مولکول، یون، درشت مولکول‌ها، عنصر، ترکیب، آلوتروپ، طبیعی، مصنوعی)، ساختار (ساختار اتم، مولکول، یون، آرایش الکترونی) و مدل‌ها (مدل‌های اتمی، مدل‌های مولکولی)
	ماده و انرژی	مواد انرژی دارند. شکل و مقدار انرژی مواد گوناگون، متفاوت است و به دما، فشار و حالت آنها بستگی دارد.	انواع انرژی (دورنی، ذخیره‌ای، جنبشی)، گرما (دما، جابه‌جایی انرژی، ظرفیت گرمایی)
	رفتار و عملکرد	خواص شیمیایی ماده تابع نوع ذره‌های سازنده و ساختار آن است. خواص اتم‌ها به‌طور تناوبی تکرار می‌شود.	خواص، رفتار و واکنش‌پذیری ذره‌ها (خاصیت فلزی و نافلزی، الکترونگاتیوی، یونش، پیوند یونی، کووالانسی و داتیو، خاصیت تناوبی عنصرها)، مواد طبیعی و مصنوعی
	نیروهای بین‌مولکولی/ نیروهای بنیادین	بین ذره‌های سازنده هر ماده نیروی مشخصی وجود دارد. خواص فیزیکی مواد به نیروی بین ذره‌های سازنده و ساختار آنها بستگی دارد.	انواع (یونی، کووالانسی، واندروالسی، هیدروژنی، لاندون)، ویژگی و رفتار فیزیکی ذره‌ها (جرم، حجم، حالت، رسانای گرمایی، ظرفیت گرمایی، رسانای الکتریکی، نقطه ذوب و جوش، تراکم‌پذیری، چکش‌خواری و شکنندگی، سختی و نرمی، جاذب آب و ضدآب)

روابط و الگوها	برهم کنش‌ها	مواد به دو صورت فیزیکی و شیمیایی روی هم اثر می‌گذارند. میزان اثرگذاری مواد روی یکدیگر به نیروهای بین مولکولی آنها بستگی دارد.	انواع برهم کنش‌ها (انحلال، مخلوط و انواع آن)، واکنش‌های شیمیایی (تجزیه، ترکیب، سوختن، اسید باز، اکسایش کاهش، جابه‌جایی) و قوانین (هنری، هس، پایستگی انرژی (اول ترمودینامیک)، دوم ترمودینامیک، فارادی، قانون پایستگی جرم)
	الگوها	هر عنصر طیف اتمی مشخصی دارد.	طیف و الگوهای اتمی
پایداری، تغییر و اندازه‌گیری	پایداری، تغییر و زمان	مواد با گذشت زمان به‌صورت فیزیکی یا شیمیایی تغییر می‌کنند. واکنش شیمیایی با سرعت گوناگون انجام می‌شوند. مواد برای رسیدن به پایداری تغییر می‌کنند. در تغییر مواد مقدار جرم و انرژی پایسته است.	سرعت (آهنگ) واکنش، پرتوزایی، انواع تعادل (شیمیایی، فیزیکی)، پایستگی انرژی و جرم
تغییر و اندازه‌گیری	تغییر انرژی و ماده در واکنش‌های شیمیایی قابل اندازه‌گیری است.	ترموشیمی (انواع آنتالپی‌های فیزیکی و شیمیایی)، الکتروشیمی (نیروی الکتروموتوری)، ترمودینامیک، استوکیومتری (مول، جرم، حجم، چگالی، بازده)	

#### جدول ۴- ب- ایده‌های کلیدی، مهارت‌های اساسی و خرده مهارت‌های شیمی

ایده کلیدی	مهارت اساسی	خرده مهارت
علوم تجربی، جهان مادی را سامانه‌ای کلان در نظر می‌گیرد و این سامانه را از سه منظر مطالعه می‌کند.	مهارت‌های فرایندی علوم	مشاهده، پیش‌بینی، فرضیه‌سازی، اندازه‌گیری و به‌کارگیری اعداد، برقراری ارتباط، رسم نمودار، کار با ابزار، توضیح دادن و استنباط، تفسیر، نتیجه‌گیری، تعیین متغیرها، متغیر عملیاتی، جمع‌آوری اطلاعات، طراحی تحقیق، انجام تحقیق، طبقه‌بندی
	ماهیت علم علمی	تغییرپذیری، تجربه‌پذیری، آزمایش و خطا، محدود بودن، مستند بودن بر شواهد، بی‌طرفی، اجتماعی بودن علم، منطق و تخیل علمی، اخلاق علمی

## سازماندهی محتوایی کتاب شیمی یازدهم

کتاب شیمی ۲ بر اساس رویکرد ذکر شده در صفحه قبل تألیف شده است. جدول زیر ایده‌های کلیدی و مفاهیم اساسی محتوای شیمی ۲ را نشان می‌دهند.

ایده کلیدی	مفهوم اساسی	استاندارد محتوا	خرده مفاهیم
ساختار و عملکرد	واحد سازنده	<ul style="list-style-type: none"> <li>جهان از ذره‌های ریزی و گوناگونی ساخته شده است.</li> <li>هر ذره ساختار مشخص و معینی دارد.</li> <li>مدل‌ها برای مطالعه و تبیین ساختار و رفتار مواد به کار می‌روند.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>انواع (مولکول، یون، درشت مولکول‌ها، عنصر، ترکیب، کلوتید، محلول، سوسپانسیون)،</li> <li>آلوتروپ (طبیعی، مصنوعی)، ساختار (ساختار مولکول‌های آلی، یون، آرایش الکترونی) و مدل‌ها (مدل‌های اسید و باز)</li> </ul>
	ماده و انرژی	<ul style="list-style-type: none"> <li>مواد انرژی دارند.</li> <li>شکل و مقدار انرژی مواد گوناگون، متفاوت است و به دما، فشار و حالت آنها بستگی دارد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>انواع انرژی (درونی، ذخیره‌ای، جنبشی)،</li> <li>انرژی شبکه ترکیب‌های یونی، پتانسیل نیم سلول‌ها، نیروی الکتروموتوری</li> </ul>
	رفتار و عملکرد	<ul style="list-style-type: none"> <li>خواص شیمیایی ماده تابع نوع ذره‌های سازنده و ساختار آن است.</li> <li>مولکول‌های صابون رفتار دوگانه دارند.</li> <li>رفتار مخلوط‌ها به اندازه ذره‌های مخلوط بستگی دارد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>خواص، رفتار و واکنش پذیری ذره‌ها (اسیدها، بازها، فلزها، کاهنده‌ها، اکسندرها)، مواد آلی</li> </ul>
	نیروهای بین مولکولی/ نیروهای بنیادی	<ul style="list-style-type: none"> <li>بین ذره‌های سازنده هر ماده نیروی مشخصی وجود دارد.</li> <li>خواص فیزیکی مواد به نیروی بین ذره‌های سازنده و ساختار آنها بستگی دارد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>انواع (یونی، کووالانسی، واندروالسی، هیدروژنی، لاندون، انرژی شبکه)، ویژگی و رفتار فیزیکی ذره‌ها (رسانایی الکتریکی، نقطه ذوب و جوش، تراکم‌پذیری، چکش‌خواری و شکنندگی، سختی و نرمی، جاذب آب و ضد آب، قدرت پاک‌کنندگی)</li> </ul>

روابط و الگوها	برهم کنش ها	- مواد به دو صورت فیزیکی و شیمیایی روی هم اثر می گذارند. - میزان اثرگذاری مواد روی یکدیگر به نیروهای بین مولکولی آنها بستگی دارد.	- انواع برهم کنش ها (انحلال، مخلوط و انواع آن، محلول، کلئید و سوسپانسیون)، واکنش های شیمیایی (اسید - باز، اکسایش کاهش، جابه جایی استری شدن و تولید پلیمر)
پایداری، تغییر و اندازه گیری	پایداری، تغییر و زمان	- مواد با گذشت زمان به صورت فیزیکی یا شیمیایی تغییر می کنند. - واکنش های شیمیایی با سرعت گوناگون انجام می شوند. - مواد برای رسیدن به پایداری تغییر می کنند. - در تغییر مواد مقدار جرم و انرژی پایسته است.	- انواع تعادل (شیمیایی، فیزیکی)، پویایی تعادل، مفهوم تعادل، ثابت تعادل و عوامل مؤثر بر جابه جایی تعادل
	تغییر و اندازه گیری	- تغییر انرژی و ماده در واکنش های شیمیایی قابل اندازه گیری است.	- پتانسیل نیم سلول، نیروی الکتروموتوری، تغییر جرم در واکنش های اکسایش کاهش، پایداری انرژی و جرم، استوکیومتری (مول، جرم، حجم و بازده در واکنش های اسید و باز و اکسایش و کاهش)، Ph، میزان اسیدی و بازی بودن سامانه ها، غلظت های تعادلی، ثابت تعادل

این ایده ها، مفاهیم و خرده مفاهیم در سه فصل به شرح زیر توزیع شده اند :

## قدر هدایای زمینی را بدانیم

- واحد سازنده : اجزا، انواع، ساختار - اتم، مولکول و یون، دگر شکل ها، مولکول های درشت
- رفتار و عملکرد : واکنش پذیری اتم ها، رفتار مولکول ها، شعاع اتم ها، الکترونگاتیوی، واکنش پذیری مواد آلی
- برهم کنش ها و الگوها : رفتار تناوبی اتم ها، رفتار تناوبی مولکول ها، قواعد واکنش پذیری مواد
- تغییر و اندازه گیری : درصد خلوص، بازده درصدی، اقتصاد اتمی، استوکیومتری استخراج

## در پی غذای سالم

- انرژی: انرژی پتانسیل و جنبشی در مواد، ارتباط میزان انرژی ماده با ساختار و شرایط محیط
- تغییر، پایداری، زمان: سرعت واکنش، ترموشیمی، زمان فاسد شدن مواد غذایی،
- تغییر و اندازه گیری: اندازه گیری تغییر جرم، حجم و مول،
- رفتار و عملکرد: ظرفیت گرمایی و ظرفیت گرمایی ویژه، افزودنی‌ها و آنتی اکسیدان‌ها

## پوشاک، نیاز پایان ناپذیر

- واحد سازنده: اجزا، انواع، ساختار و مولکول‌های درشت
  - رفتار و عملکرد: واکنش پذیری و رفتار مولکول‌ها، واکنش پذیری انواع مواد آلی
  - برهم کنش‌ها: انواع واکنش‌ها
  - تغییر و اندازه گیری: درصد خلوص، بازده درصدی، اقتصاد اتمی، استوکیومتری سنتز مواد
  - الگوها: رفتار تناوبی مولکول‌ها، قواعد واکنش پذیری مواد
- در اینجا باید اشاره کنیم که محتوای کتاب با رویکرد زمینه محور طراحی، تألیف و سازماندهی شده است. برای آشنایی بیشتر شما با رویکرد زمینه محور مطالبی در این خصوص ارائه می‌دهیم.

## یادگیری زمینه محور

زمینه محور بودن ویژگی‌ای است که در همهٔ انواع آموزش باید به دنبال آن باشیم. وقتی در رادیو پزشکی از یک بیماری حرف می‌زند که ما یا یکی از عزیزانمان درگیر آن بیماری است، تمام هوش و حواسمان را به رادیو می‌دهیم تا از گفته‌های این پزشک چیزی یاد بگیریم که به کارمان می‌آید و شدیداً در زمان حال و یا آینده به آن نیاز داریم. چون گفته‌های پزشک در آن زمینه‌ای است که با زندگی ما در ارتباط است. این قاعده در تمام آموزش‌های رسمی هم جاری است.

هنگامی که می‌خواهیم مفهومی را در یک موضوع درسی آموزش دهیم، تأثیر تلاشمان دوجندان می‌شود. این امر زمانی تحقق می‌یابد که دانش‌آموزان بتوانند برای آن چه یاد می‌گیرند، دلیل و معنایی در محیط اطرافشان بیابند یا در یک جمله احساس کنند آنچه یاد می‌گیرند به زندگی آنان ارتباط دارد. همان‌طور که گفته شد این امر خاص دانش‌آموز نیست، بلکه هر یادگیرنده‌ای اگر برای آن چه می‌آموزد دلیلی در ارتباط با زندگی و محیط روزمره‌اش بیابد، بهتر یاد می‌گیرد. برای مثال مشکل او را حل کند و در عمل فایده آموختنش را در زندگی احساس کند به زبان ساده احساس کند که آنچه می‌آموزد در زندگی روزمره به دردش



می‌خورد هیچ نوع آموزشی نمی‌تواند در خلأ اتفاق بیافتد. هر آموزشی نیازمند بافت و زمینه خاص خود است تا برای یادگیرنده معنا دار شود. درست مثل اینکه رانندگی، خیاطی، مکانیکی و آشپزی یاد می‌گیریم تا از آنها استفاده کنیم، درس علوم تجربی نیز شامل محتوا، موضوع‌ها و مفاهیمی است که می‌تواند به محیط زندگی یادگیرنده وصل شود. این شیوه کار از ایده‌هایی که مفاهیم و موضوعات را در موقعیت‌های اصلی و واقعی آنها به کار می‌گیرد استفاده می‌کند و باعث می‌شود دانش‌آموزان حاصل یادگیری را به محیط واقعی زندگی بکشانند و از آن در عمل بهره بگیرند. شیوه یادگیری که به این ویژگی توجه خاص دارد آموزش «زمینه محور» خوانده می‌شود و می‌تواند بستر آموزش همه موضوعات درسی قرار بگیرد.

## ویژگی رویکرد زمینه محور

در رویکرد زمینه محورها تماتیک، اصل این است که آموزش مفاهیم علمی در زمینه زندگی روزمره فراگیران اتفاق می‌افتد. این رویکرد از این بابت تماتیک نامیده می‌شود که تم‌ها (Themes) یا موضوع‌های مربوط به زندگی، زمینه آموزش قرار می‌گیرند و مفاهیم علمی در ارتباط با این موضوع‌ها طرح می‌شوند. در این فرایند فراگیران با موضوع احساس نزدیکی و آشنایی می‌کنند و انگیزه بیشتری برای یادگیری پیدا می‌کنند. زمانی که موضوع‌ها و زمینه‌های یادگیری دانش‌آموزان از بطن زندگی روزمره آنان اخذ می‌شود، آنان در فرایند یادگیری و در عمل با موضوع (Theme) درگیر می‌شوند و در ارتباط با آن موضوعات علمی آموخته‌های خود را به کار می‌گیرند و این به معنای به کارگیری و ارائه علوم و موضوعات و مفاهیم علمی در موقعیت و مکان‌های آشنا و مناسب کودک است. به این ترتیب یادگیری برای آنان مفید و معنادار و به اصطلاح به درد بخور می‌شود. برای مثال یادگیری مفاهیمی در رابطه با اصطکاک زمانی مفید است که یادگیرنده مفاهیم را در قضاوت در مورد کفش مناسب پیاده‌روی، تایر مناسب برف برای ماشین، رفع مشکل دری که در باز و بسته شدن صدا می‌کند و یا موارد مرتبطی که با آن درگیر است بیاموزد.

این رویکرد بر این واقعیت تأکید دارد که یادگیری با شخصیت و احساساتی که مخاطب (فراگیر) از خود نشان می‌دهد ارتباط دارد. در این فرایند تجربه‌های یادگیری از تعامل با محیط یادگیری کسب می‌شود و ساخت و ساز شخصی دانش‌هنگامی به واقع اتفاق می‌افتد که بین آنچه دانش‌آموز در زمان حال می‌داند آنچه در ارتباط با محیط کسب می‌کند تعاملی روی دهد (تأثیر زمینه و محیط بر یادگیری).

این رویکرد بسیاری از حوزه‌های برنامه درسی را به هم پیوند می‌زند و یکپارچه می‌کند. در صورتی که این امر اتفاق افتد، آموخته‌های فراگیر پراکنده نیستند و از یک انسجام درونی برخوردار می‌شوند. به این دلیل رویکرد زمینه محور؛ بستر خوبی برای پیشرفت تدریجی سواد علمی نوآموزان همراه با افزایش توانایی خواندن و نوشتن آنهاست.

رویکرد زمینه محور یادگیری را به فرایندی لذت بخش، نشاط آور و پرفایده تبدیل می‌کند. در رویکرد زمینه محور معلم به وجوه مختلف و محیط‌های مختلف یادگیری (کلاس - آزمایشگاه - خانه - مزرعه گندم - زمین ورزش - آشپزخانه و غذاهای روزانه و...) نظر دارد. این روش کار به وی اجازه می‌دهد تا از محیط‌های یادگیری متنوعی استفاده کند (اجتماعی، فرهنگی، فیزیکی و روحی) که دستیابی به پیامدهای یادگیری را ممکن می‌سازند.

آموزش زمینه محور اهمیت و لزوم یادگیری را به فراگیر می‌چساند. معلم مفاهیم را با مثال و مصداق‌هایی که از محیط زندگی فراگیر می‌گیرد آموزش می‌دهد، برای مثال در علوم تجربی در موضوع‌هایی مثل جانور، گیاه، آهن‌ربا، آب و خاک و سنگ و مثال‌های مربوطه از محیط زندگی کودک گرفته می‌شود و در همان فضا پرورش می‌یابد. به عنوان مثال وقتی از جانوران و یا گیاهان صحبت می‌کند تا دانش فراگیر را در این زمینه‌ها زیاده‌تر کند، جانور برای کودک آشناست و مثال‌ها از خود کودک و در ارتباط با محیط آشنای او آورده می‌شود و در نهایت حاصل کار و تعامل دانش‌آموزان با یک دیگر و با معلم، فراگیر را به درک دانشی می‌رساند که خود در تعامل با محیط زندگی کسب کرده است، متناسب با نیازهای اوست و امری و از بالا به پایین نیست.

اعتقاد بر این است که این شیوه یادگیری باعث شود تا فراگیر آموزش را به محیط عادی و روزمره زندگی خود بکشانند. بدیهی است زمانی که فراگیر بین آموخته‌ها و نیازهای روزمره ارتباط تنگاتنگی می‌بیند انگیزه یادگیری او بیشتر شود، میزان مشارکت وی در فرایند یادگیری زیاده‌تر و دامنه آموخته‌های وی وسیع‌تر می‌شود. رویکرد زمینه محور از مهارت‌هایی که در رویکرد فرایند محور مورد تأکید است و یا روش‌هایی که در رویکرد پژوهش محور استفاده می‌شود بهره می‌جوید و نه تنها مغایرتی با این روش‌ها ندارد بلکه بر پرورش توانایی‌هایی که مورد تأکید رویکرد پژوهش محور یا مهارت محور است، نیز تمرکز دارد، و آنها را به کار می‌گیرد تا یادگیری را برای یادگیرنده معنا دار، مرتبط با زندگی روزمره وی و کاربردی کند.

### به طور خلاصه آموزش زمینه محور

- ارتباط فراوان با زندگی فراگیران دارد.
- انسجام درونی دارد، یکپارچه و مرتبط باهدف‌های آموزشی است، اهداف نگرشی، مهارتی و دانشی در محیطی اجتماعی و خلاق در یک زمینه آموزشی یکپارچه می‌شوند.
- قابلیت عمیق شدن دارد : در یک زمینه آموزشی به جای درگیر شدن با گستره یک موضوع، به عمق آن می‌پردازد تا یادگیری مؤثر و پربازده شود.
- نقاط اتصال خوبی به موضوع‌های مختلف دارد : این نقاط اتصال از یک سو پوشش به حوزه محتوایی آموزش را در بر می‌گیرند و از سوی دیگر به خواست‌های برنامه درسی ملی و دیگر اسناد بالادستی

و انتظارات سازمان‌ها و نهاد گوناگون توجه می‌کند و درعین حال لازم است به ظرفیت متقابل حوزه‌های یادگیری مثل زبان، مطالعات اجتماعی، خلاقیت و هنر، دین و اخلاق عنایت داشته باشد و با حوزه‌های یادگیری مشترک بین دروس اتصال داشته باشد.

## فعالیت‌های آموزش زمینه محور

- با توجه به ویژگی آموزش زمینه محور هر فعالیتی که پیشنهاد می‌کنید باید دارای ویژگی‌های زیر باشد :  
 ■ در ارتباط با زندگی روزمره دانش آموز باشد (رویکرد مسئله محور) (مثال : مشکل کم‌آبی / محیط‌زیستی / انرژی / محاسبات روزمره در خرید / کارهای بانکی / ...).
- قابل تجربه و آزمایش باشد، به کودک کمک کند تا با بروز خلاقیت‌های خود کشف کند، اختراع کند و به ایده‌ای نویندیشد. این فعالیت‌ها قلب یادگیری مفهومی هستند (رویکرد پژوهش محور) (معرفی فعالیت‌های پژوهشی در ارتباط با مسئله طرح شده (مثال : مسئله آلودگی محیط‌زیست / کم‌آبی / صرفه‌جویی در انرژی محاسبات روزمره؟ کارهای بانکی / ارتباطات روزمره با اجتماع / ...).
- کاربرد داشته باشد، مفاهیم و اطلاعاتی که نهاده شده است دانش آموز را به تصور یک آینده مجازی می‌کشاند (ارتباط بین تئوری و عمل) (تصور شغلی که در ارتباط با مسئله (مثال : مشکل کم‌آبی) / حل مسئله (مثال : ارائه راه‌حل‌هایی برای حل مشکل کم‌آبی از طریق برخورد مناسب با مسئله)
- تا حد امکان دانش آموز را به کار گروهی تشویق کند. یادگیری مشارکتی و تعاملی مقدمه یادگیری مفهومی پایدار است (یادگیری مشارکتی) (انجام پژوهش‌ها و یا جمع‌آوری اطلاعات به صورت گروهی و تعامل در مورد یافته‌ها و تجزیه و تحلیل آنها).
- از نتایج آموخته‌ها استفاده کند. به عبارت دیگر موقعیت‌های جدیدی فراهم کند که دانش آموز بتواند آموخته‌ها را در آن موقعیت‌ها نیز به کار گیرد (پژوهش علم در عمل) (مثال : انجام فعالیت‌هایی در مدرسه یا خانه برای حفاظت از آب / جلوگیری از آلودگی آب / صرفه‌جویی در مصرف آب / ...)

## پرسش‌هایی که در آموزش زمینه محور باید به آن پاسخ داد

- در هنگام برنامه‌ریزی برای تدریس پرسش‌های زیر می‌تواند میزان پای‌بندی به هدف‌های آموزش زمینه محور را ارزیابی کند. بدیهی است هرچه تعداد پاسخ‌های مثبت بیشتر باشد آموزش به رویکرد زمینه محور نزدیک‌تر است.
- آیا مفاهیمی که آموزش می‌دهید از محیط زندگی دانش آموز گرفته شده است ؟ به عبارتی برای وی آشنا است؟

- مثال‌ها از زندگی روزمره دانش‌آموز گرفته شده است؟
- مفاهیم بر اساس دانش فعلی دانش‌آموز بنا نهاده شده است؟
- مثال‌ها و تمرین‌ها شامل موقعیت‌های حل مسئله واقعی است که دانش‌آموز با آنها آشناست/ درگیر است؟

- مثال‌ها و تمرین‌ها نگرشی در دانش‌آموز برای اینکه بگوید «من باید این را یاد بگیرم» ایجاد می‌کند.
- آیا دانش‌آموزان خودشان اطلاعات را جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل می‌کنند تا مفاهیم را بیاموزند؟
- آیا به دانش‌آموزان فرصت داده می‌شود تا اطلاعاتی را که جمع‌آوری کرده‌اند تجزیه و تحلیل کنند؟
- آیا فعالیت‌های آموزشی، دانش‌آموزان را به کاربرد مفاهیم و اطلاعات در زمینه‌های مفید و مرتبط با زندگیشان مثل تصور آینده (مثل آینده شغلی) و مکان‌های ناآشنا (مثل محیط‌های کاری و کارگاه‌ها) تشویق می‌کند؟

- آیا دانش‌آموزان به کار در گروه‌های تعاملی که طی آن گفت‌وگوهای مهم در می‌گیرد و ایده‌ها رد و بدل می‌شوند و تصمیم‌گیری می‌شود شرکت می‌کنند؟
- آیا درس‌ها، تمرین‌ها و آزمایش‌ها توان خواندن و نوشتن و مهارت‌های ارتباطی دیگر، به غیر از استدلال‌های علمی را پرورش می‌دهد؟

## رویکرد آموزشی محتوا

شما چه نوع دانش‌آموزانی را تربیت می‌کنید؟ از چه روش‌هایی برای تدریس و رسیدن به این هدف استفاده می‌کنید؟ آیا شما هم به دنبال تربیت افرادی با ویژگی‌های زیر هستید؟

- پرسشگر
- اخلاق مدار
- کاوشگر
- متفکر
- باسواد علمی
- کلیات
- ریسک پذیر
- مسئول
- نوع دوست
- جهان اندیش

روش‌های آموزش در جهان متفاوت است. اما نقطه اشتراک آموزگاران خوب شوقشان به الهام دادن به شاگردانشان است. همه این روش‌ها از سه راهبرد آموزشی شامل راهبرد مستقیم، تعاملی و اکتشافی تبعیت می‌کنند. در راهبرد مستقیم حقایق و مفاهیم به‌طور مستقیم و بی‌واسطه و آماده شده به مخاطب ارائه می‌شود. در این راهبرد جریان تدریس یک‌سویه است. در حالی که در راهبرد تعاملی، هر دو طرف یعنی دبیر و دانش‌آموز در تعامل با یکدیگر حقایق و مفاهیم را بررسی می‌کنند و جریان تدریس دو سویه است. اما در آموزش اکتشافی، کشف مفهوم باید توسط دانش‌آموز اتفاق بیفتد. به متن زیر توجه کنید :

این عبارت‌ها را بارها شنیده‌ایم

اگر به من بگی	←	فرااموش می‌کنم
اگر نشانم بدهی	←	ممکنه یادم بمونه
اگر درگیر کار و شریکم کنی	←	آن وقت می‌فهمم

توجه داشته باشید در راهبرد اکتشافی علاوه بر اینکه باید فراگیر را درگیر یادگیری کنید؛ باید زمینه را فراهم کنید تا او با انجام فعالیت، گفت و گو، آزمایش و... مفهوم مورد نظر را کشف کند. از این رو کتاب تلاش کرده است تلفیقی از دو راهبرد تعاملی و اکتشافی را به کار گیرد. برای همین منظور روش‌های گوناگون ارائه در محتوا آورده شده که شامل موارد زیر است :

- با هم بیندیشیم
- کاوش کنید
- ارتباط با زندگی
- ارتباط با صنعت
- ارتباط با ریاضی
- آیا می‌دانید
- خود را بیازمایید
- ما می‌توانیم
- تفکر نقاد

(به‌منظور توصیف و روشن شدن کاربری هریک از این عنوان‌ها به کتاب درسی شیمی ۲ مراجعه شود.)

برای اینکه بتوان یک آموزش مؤثر، کارآمد و معنادار داشته باشیم، باید بتوانیم طراحی آموزشی خوبی داشته باشیم. در اینجا مطالبی را به‌منظور تقویت دانش و مهارت شما در طراحی آموزشی ارائه می‌دهیم.

## یادگیری رشد دهنده چگونه محقق می‌شود؟

آیا راهی وجود دارد که همه دانش‌آموزان در سیر تحصیلی خود احساس موفقیت کنند؟ چه راهکارهایی برای افزایش انگیزه و رغبت در دانش‌آموزان نسبت به یادگیری وجود دارد؟ آیا سودای یادگیری لذت بخش قابل تحقق است؟ آیا الگویی کارآمد برای بهبود وضعیت آموزشی فرزندان ما وجود دارد که هم به جنبه کلاسی و یادگیری دسته جمعی و هم به جنبه انفرادی آن به طور هم زمان و به صورتی به هم پیوسته و ساختارمند مدد رساند؟

در این ارائه، که دارای دو بخش است، تلاش می‌شود پاسخی مثبت و قابل اجرا به پرسش‌های بالا داده شود.

در بخش اول، به عنوان مقدمه و تبیین ضرورت موضوع، تصویری از دانش‌آموز، معلم، فرایند یاددهی - یادگیری و محیط یادگیری مطلوب در اسناد تحولی وزارت آموزش و پرورش جمهوری اسلامی ایران ترسیم شده است، و با مرور وضع موجود مدارس، لزوم اتخاذ روش‌هایی عملی و کارآمد برای تحقق این چشم‌انداز مورد تأکید قرار می‌گیرد.

در دومین بخش، که بخش اصلی را تشکیل می‌دهد، یک الگوی سه ضلعی برای بهبود فرایند یاددهی - یادگیری در کلاس‌های درس و ارتقای سطح یادگیری دانش‌آموزان پیشنهاد می‌شود. این الگوی سه وجهی، با نگاهی سیستمی، امکان در کنار هم قرار دادن و توجه هم زمان به دستاوردهای متعدد و متنوع تلاشگران و متخصصان عرصه برنامه‌ریزی درسی، تکنولوژی آموزشی و پداگوژی به عنوان علم و هنر یاددهی - یادگیری را فراهم می‌سازد. در این بخش تلاش می‌شود، پیرامون هر یک از اضلاع سه گانه، محورهای مشخصه‌های مهمی که باید مورد توجه قرار گیرد ارائه گردد و مشخصات فرایند یادگیری مطلوب به روشنی ترسیم شود. این الگو عرصه گسترده‌ای برای فعالیت معلم به عنوان عنصر فکور نظام آموزشی و دانش‌آموز به عنوان یادگیرنده فعال و با انگیزه فراهم می‌کند.

### یادگیری، دغدغه مشترک

شاید بتوان گفت یادگیری، به مثابه یک مسئله، یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مشترک آموزش‌گران در سراسر جهان است. به عبارت دیگر گرچه نظام‌های آموزشی در انتخاب اهداف، اولویت‌ها و محتوای آموزشی ممکن است با هم تفاوت‌های چشمگیر داشته باشند، اما همگی در این نقطه اشتراک نظر دارند که در هر حال باید فرایند یاددهی - یادگیری به گونه‌ای شکل گیرد که برای دانش‌آموزان فضایی پرنگیزه و آکنده از احساس لذت، احساس موفقیت و احساس مفید بودن به وجود آورد. معمولاً از چنین یادگیری مطلوبی با توصیفاتی همچون یادگیری مؤثر، یادگیری فعال و یادگیری رشد دهنده یاد می‌شود. بسیاری از مشکلات به ظاهر فردی دانش‌آموزان در عرصه یادگیری که موجب افت تحصیلی ایشان می‌شود، ریشه در عدم

شکل‌گیری یک فرایند صحیح یاددهی - یادگیری در سطح مدرسه و کلاس درس دارد. به عبارت دیگر، هدایت صحیح دانش‌آموزان دارای استعدادهاى برتر از یکسو و جبران نقاط ضعف دانش‌آموزان نیازمند به ترمیم از سوی دیگر، هر دو در بستر یک فضای یاددهی - یادگیری مطلوب و با دقت طراحی شده امکان‌پذیر است. چنین فضایی می‌تواند به رشد و پیشرفت تمامی دانش‌آموزان، در هر موقعیتی که قرار دارند، بینجامد. توجه به احیای کارکردهای آموزشی کلاس درس از جنبه دیگری حائز اهمیت فراوان است. واقعیت این است که امروزه بسیاری از مدرسه‌ها صرفاً به کلاس درس تقلیل پیدا کرده‌اند. یعنی دانش‌آموزان وقتی به مدرسه می‌آیند، تقریباً مستقیماً به کلاس درس می‌روند و سپس به خانه باز می‌گردند. به عبارت دیگر چون بیشتر مدارس فاقد برنامه‌های غیررسمی و غیرکلاسی، از قبیل فعالیت‌های آزاد، پرورشی، ورزشی، نمایش، سرود و دیگر فعالیت‌هایی که به جو مدرسه هویت خاصی می‌دهد، هستند، بنابراین حضور در کلاس، تقریباً همهٔ زمان حضور در مدرسه را به خود اختصاص می‌دهد. شاید گفته شود حال که چنین است باید کاری کرد که دست‌کم همین کلاس درس بتواند بیش از پیش سبب رشد و ارتقای بیشتر دانش‌آموزان شود. اما متأسفانه پژوهش‌های مرتبط با فضای حاکم بر کلاس‌های درس چنین چشم‌اندازی را آشکار نمی‌سازد. نتایج پژوهشی که در کلاس‌های درسی پنج استان ایران انجام شده نشان می‌دهد که نحوه اداره کلاس‌های درسی ایران، مشخصه‌هایی دارد که کاملاً تکرار می‌شوند. این مشخصه‌ها عبارت‌اند از:

- دانش‌آموزان در کلاس‌ها، معمولاً ساکت می‌نشینند؛
- اداره کلاس بیشتر برعهدهٔ معلم است و او تسلط کاملی بر کلیهٔ فعالیت‌های کلاسی دارد؛
- بسیاری از برنامه‌های کلاس به برنامه‌های حافظه‌مدار معطوف می‌شود و در عمل، به خاطر سپردن آنچه که معلم در فرایند یادگیری روی آنها تأکید می‌کند بسیار اهمیت دارد؛
- معلمان عمدتاً از روش‌های دستوری استفاده می‌کنند؛ یعنی خیلی وقت‌ها از دانش‌آموزان می‌خواهند کارهای معینی را انجام دهند و این خواستهٔ خود را به‌طور مستقیم ابراز و بیان می‌کنند؛
- معمولاً از دانش‌آموزان خواسته نمی‌شود آنچه را که یاد گرفته‌اند در موقعیت‌های جدیدی به کار ببرند یا تعمیم دهند.
- معلمان، اغلب، فرایند یاددهی - یادگیری را براساس شیوه‌ای که کتاب درسی ارائه کرده است اجرا می‌کنند.

اگر مجموعه نتایج فوق و نیز نتایج پژوهش‌های دیگر را مدنظر قرار دهیم به نظر می‌رسد نیازمند راه‌حلی هستیم که از طریق آن فرایند یاددهی - یادگیری را چه در کلاس درس و چه بیرون از آن احیا کنیم و فضای مدرسه‌های موجود را به فضایی پویا و رشد‌دهنده ارتقا دهیم تا نتایج بهتری را به دست آوریم. این موضوع در سه سند تحولی مهم نظام آموزشی ایران که در سال‌های اخیر تولید شده، یعنی کتاب

«مبانی نظری تحول بنیادین در نظام تعلیم و تربیت رسمی عمومی جمهوری اسلامی ایران»، «سند تحول بنیادین آموزش و پرورش جمهوری اسلامی ایران» و «برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران» مورد توجه قرار گرفته است.

در کتاب مبانی نظری تحول بنیادین در نظام تعلیم و تربیت رسمی عمومی جمهوری اسلامی ایران بر اهمیت «درک و اصلاح مداوم موقعیت خود توسط یادگیرنده» تأکید شده است و «تدارک موقعیت‌های یادگیری و فرصت‌های تربیتی که امکان به کارگیری و پرورش ظرفیت شناختی را از طریق فعالیت و تلاش مترقی فراهم کند» از ویژگی‌های مهم نظام تربیتی مطلوب ذکر کرده است (ص ۳۵۱ و ۳۷۶). در این کتاب تأکید شده است که مدرسه باید فرصت‌های یادگیری ساده و رشد دهنده‌ای را در چارچوب اهداف متعالی خود برای دانش‌آموزان تدارک ببیند: «ایجاد فضایی هدفمند از تجربیات و اشکال واقعی حیات طیبیه با تدارک مجموعه‌ای از موقعیت‌ها، فرصت حرکت رشد یابنده و تعالی بخش برای متربیان، به این معنا که تجربیات مدرسه‌ای باید شکل ساده شده (و نه پیچیده) از تجربه حیات طیبیه باشد» (ص ۳۶۰). در سند تحول بنیادین آموزش و پرورش جمهوری اسلامی ایران نیز «ارتقای اثربخشی و افزایش کارایی در نظام تعلیم و تربیت رسمی عمومی» از اهداف کلان آموزش و پرورش برشمرده شده است (هدف کلان شماره ۷). در این سند همچنین به «بهره‌مندی فزون‌تر از روش‌های فعال، خلاق و تعالی‌بخش» در طراحی، تدوین و اجرای برنامه درسی به عنوان یک راهکار اساسی اشاره شده است. (فصل ۷، راهکار ۱-۱).

در برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران به طور مبسوط‌تر به موضوع یادگیری و کیفیت آن پرداخته شده است. در فصل سوم این سند با عنوان کلی «اصول ناظر بر برنامه‌های درسی و تربیتی» دو اصل به طور مستقیم به چگونگی شکل‌گیری فرایند یاددهی یادگیری اشاره می‌نماید:

اصل ۳-۳: اعتبار نقش یادگیرنده: برنامه‌های درسی و تربیتی باید به نقش فعال، داوطلبانه و آگاهانه دانش‌آموز در فرایند یاددهی-یادگیری و تربیت‌پذیری توجه نماید و زمینه تقویت و توسعه روحیه پرسشگری، پژوهشگری، خلاقیت و کارآفرینی را در وی فراهم سازد. (ص ۹) اصل ۹-۳: یادگیری مادام‌العمر: برنامه‌های درسی و تربیتی باید زمینه کسب شایستگی‌ها و مهارت‌های لازم برای استمرار و معنادار شدن یادگیری و پیوستگی تجارب یادگیری در زندگی را برای دانش‌آموزان تأمین کند (ص ۱۰). در بخش ۴-۴ این سند نیز ذیل عنوان «رویکرد و جهت‌گیری کلی یاددهی-یادگیری» چنین ذکر شده است.

■ یاددهی-یادگیری فرایندی زمینه‌ساز برای ابراز گرایش‌های فطری، شناخت موقعیت یادگیرنده و اصلاح مداوم آن است.

■ یادگیری حاصل تعامل خلاق، هدفمند و فعال یادگیرنده با محیط‌های متنوع یادگیری است.

■ دیدگاه دانش‌آموزان را به طور معنادار نسبت به ارتباط با خود، خداوند، دیگران و مخلوقات، تحت

تأثیر قرار دهد.



در قسمت ۶-۴ همین بخش تأکید شده است که محیط یادگیری باید از صفاتی مانند منعطف، پویا، برانگیزاننده و غنی برای پاسخگویی به نیازها، علایق و ویژگی‌های دانش‌آموزان برخوردار باشد و زمینه بهبود موقعیت ایشان و ارتقای کیفیت فرایند یاددهی - یادگیری را فراهم آورد (ص ۱۳). برنامه درسی ملی همچنین در الگوی هدف‌گذاری به ماتریسی اشاره می‌کند که از یکسو دربرگیرنده پنج عنصر: تعقل، ایمان، علم و عمل و اخلاق است و از سوی دیگر چهار عرصه رابطه با خویشتن، رابطه با خداوند متعال، رابطه با خلق خدا یعنی سایر انسانها و رابطه با خلقت الهی یعنی سایر مخلوقات و طبیعت است و تأکید می‌نماید که در طراحی و تدوین برنامه‌ها باید این الگو مورد استفاده قرار گیرد. فراتر از همه مطالب فوق، «برنامه درسی ملی ایران» در فصل نهم، با تأکید بر این موضوع که راهبردهای یاددهی - یادگیری باید بتواند بستر لازم را برای تحقق اهداف برنامه درسی و تربیتی در راستای شکوفایی فطرت و دستیابی به مراتبی از حیات طیبه تدارک ببیند؛ برای تحقق این مهم علاوه بر اصول ناظر به برنامه‌های درسی و تربیتی، «اصول حاکم بر راهبردهای یاددهی - یادگیری» را به شرح زیر در ۹ بند ارائه می‌کند.

■ امکان درک و تفسیر پدیده‌ها، وقایع و روابط را در موقعیت‌های واقعی زندگی تدارک ببیند، به گونه‌ای که شرایط را برای درک و تصمیم‌گیری در مورد مسائلی که دانش‌آموزان در موقعیت‌های مختلف با آن مواجه می‌شوند با رعایت نظام معیار اسلامی فراهم کند.

■ انگیزه دانش‌آموزان را از طریق کاوشگری در تلاش مداوم برای یافتن پاسخ پرسش‌هایی درباره پدیده‌ها، وقایع و روابط آن شکوفا و تقویت کند.

■ امکان درک و تفسیر قوانین کلی حاکم بر هستی و رابطه‌های علت و معلولی یا وابستگی پدیده‌ها را همراه با افزایش بصیرت در دانش‌آموزان فراهم کند.

■ فرصت‌هایی را تدارک ببیند که شایستگی‌های کسب شده در فواصل زمانی توسط دانش‌آموز مرور شود و تصمیماتی برای تعدیل، بازنگری یا ادامه مسیر یادگیری توسط او اتخاذ گردد.

■ فرصت لازم برای پیوند نظر و عمل، تلفیق دانش و تجربیات پیشین با یادگیری‌های جدید را به صورت یکپارچه و معنادار جهت تحقق ظرفیت‌های وجودی دانش‌آموزان و توسعه شایستگی‌ها فراهم کند.

■ با بهره‌مندی فزون‌تر از روش‌های فعال، خلاق و تعالی بخش و با سازماندهی نوآورانه و خلاق فرایند جمع‌آوری و انباشت حقایق، زمینه ساختن علم و معرفت را فراهم نماید.

■ صرفاً به انتقال دانش محدود نشده، بلکه زمینه تولید علم از سوی دانش‌آموزان را با تأکید بر مشارکت آنان در مفهوم، تدارک ببیند.

■ زمینه تعامل مؤثر دانش‌آموزان را با معلم، همسالان و انواع محیط‌های یادگیری فراهم کند.

■ زمینه بهره‌گیری هوشمندانه از فناوری‌های نوین آموزشی را فراهم نماید و استفاده از آنها را با نگاه

تقویتی، تکمیلی و توانمندسازی (نه نگاه جایگزینی و واگذاری) دنبال کند. در کنار تأکیدات فوق، که کم و بیش در اسناد آموزش و پرورش کشورهای مختلف با تفاوت‌هایی اندک تکرار شده است، رشته‌های تخصصی ذیل عنوان کلی علوم تربیتی مانند برنامه‌ریزی درسی، تکنولوژی آموزشی، روان‌شناسی تربیتی، پداگوژی و حتی فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز در زمینه موضوع یاددهی – یادگیری مباحث مبسوطی را مطرح کرده‌اند و هر یک فهرستی بلند بالایی از یافته‌های خود را به شکل توصیفی یا تجویزی و توصیه‌ای در اختیار آموزشگران قرار داده‌اند و انتظار دارند که آموزشگران، به هنگام تدریس آنها را سرلوحه کار خود قرار دهند. گروهی بر لزوم توجه به نظریه‌های یادگیری در هنگام تدریس پافشاری می‌کنند. گروهی دیگر بر اهمیت به‌کارگیری الگوهای تدریس در هنگام نوشتن طرح درس تأکید دارند. تأکید بر سطوح رشد شناختی، اهمیت عنصر ارزشیابی، توجه به تفاوت‌های فردی و بسیاری تأکیدات دیگر در همین راستا انجام می‌شود. بدیهی است جامه عمل پوشاندن به تمامی تأکیدات فوق در فضایی پراکنده و غیرمنسجم امکان‌پذیر نیست و نتیجه‌ای جز سردرگمی در پی ندارد. به نظر می‌رسد ما امروز بیش از هر زمان دیگر نیازمند الگویی هستیم که امکان در کنار هم نشستن و توجه هم‌زمان به یافته‌های فوق را فراهم کند و برای آموزشگران آرامش به ارمغان آورد. «الگوی سه ضلعی ارتقای یادگیری» با چنین دیدگاهی و براساس تجربه زیسته ارائه‌کننده در طی سه دهه تدریس، مطالعه، پژوهش و آموزش معلمان تدوین شده است و می‌کوشد با ارائه یک ترسیم هندسی، عناصر گوناگون مؤثر در تدریس را در فضایی هماهنگ و نظام‌مند در کنار هم بنشانند و امکان توجه هم‌زمان به آنها را فراهم سازد. این الگو از سویی یک راهنمای عمل در اختیار معلمان می‌گذارد و از سوی دیگر یک چک لیست برای سنجش کیفیت تدریس برای کنشگران عرصه تعلیم و تربیت ارائه می‌دهد. در ادامه به شرح و تبیین این الگو می‌پردازیم.

### الگوی سه ضلعی ارتقای یادگیری



این الگو همان طور که از نام آن برمی آید، دارای سه ضلع اصلی است. اولین و مهم ترین ضلع الگو که قاعدهٔ مثلث را تشکیل می دهد، طراحی آموزشی است. این ضلع دربرگیرندهٔ مهم ترین اقدامات و مراقبت هایی است که به شکل گیری فرایند مؤثر یادگیری منجر می شوند. دومین ضلع تأکید بر استفاده از رسانه های پرشمار در فرایند یادگیری و سومین ضلع تأکید بر اهمیت ارائهٔ آموخته ها به عنوان برون داد یادگیری توسط دانش آموزان است.

## ضلع اول، طراحی آموزشی

برای هر واحد یادگیری نیازمند یک طراحی آموزشی هستیم. اگر یادگیری را سیر و سفری از مبدأ به مقصدی معین تصور کنیم، اولین گام در به کارگیری این الگو ترسیم نقشهٔ حرکت یا طراحی مسیری است که یادگیرنده در فرایند یادگیری باید بپیماید. به عبارت دیگر طراحی آموزشی به منزلهٔ تعیین فعالیت های یادگیری است که در مجموع به رشد دانش آموز می انجامد. گاهی این فعالیت یادگیری را می توان براساس روشی که کتاب درسی پیشنهاد می کند، شروع کرد و پیش رفت. این روش، در صورتی که کتاب درسی با رعایت اصول یاددهی - یادگیری تدوین شده باشد و با شرایط و فضای محیط سازگار باشد، تصمیم خوبی است، ولی لزوماً بهترین راه نیست. تفاوت طراحی آموزشی با تهیهٔ طرح درس این است که در طراحی آموزشی یک واحد یادگیری که ممکن است تدریس آن چندین جلسه آموزشی را به خود اختصاص دهد، موضوع کار است در حالی که تهیهٔ طرح درس معمولاً اقدامی محدودتر است و برای یک جلسه درس تنظیم می شود. مهم ترین اقدامات و مراقبت هایی که در یک طراحی آموزشی باید طراحان به آن توجه کنند، عبارت است از:

هدف از جنس شایستگی: اولین گام برای اینکه بتوان فرایند یاددهی - یادگیری رشددهنده ای به وجود آورد، باید از انتها شروع کرد؛ یعنی پایان یادگیری را دید و مشخص کرد که دانش آموز پس از پشت سرگذاشتن این واحد یادگیری باید به چه شایستگی هایی برسد. به عبارت دیگر قرار است چه صلاحیت ها، صفات و توانمندی هایی در او به وجود آید و انتظار می رود به چه نوع تولید ذهنی یا فکری برسد و چه توانمندی هایی را از خودش نشان دهد؛ اینها باید آشکار باشند. پس از تعیین هدف واحد یادگیری، یک طراحی آموزشی خوب دارای ملاک ها و مشخصه هایی است که در ادامه آنها را مرور می کنیم:

طراحی دقیق، رشددهنده، تدریجی، سیر منطقی، پله های ارزشمند و قابل دستیابی:

باید تصویری از مسیری که قرار است دانش آموز بپیماید، رسم کنیم؛ یعنی مشخص کنیم وقتی دانش آموزی درسی را می آموزد، قرار است چه پله هایی را بپیماید. این پله ها، راهکار یادگیری یا طراحی آموزشی هستند که معلم می خواهد به اجرا درآورد. منظور از پله ها مجموعهٔ فعالیت هایی است که برای

کلاس درس پیش‌بینی می‌شود.

این پله‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که نه آن قدر زیاد و بلند باشند که دانش‌آموز در پیمودن آنها احساس ناتوانی کند و نه آن قدر کوتاه و کم تعداد باشند که دانش‌آموز احساس کند با بالا رفتن از آنها کار مهمی انجام نداده است و آنها را پیش‌پا افتاده تلقی کند. بدین ترتیب، تعداد این پله‌ها و توالی آنها بسیار مهم است. **یک شروع خوب:** اینکه یک درس چگونه شروع شود و در این شروع، چه کاری باید کرد که فعالیت یادگیری بسیار جذاب باشد، بسیار مهم است؛ زیرا، اولین قدم در یادگیری این است که دانش‌آموز به موضوع جذب شود؛ یک چشم‌انداز در پیش‌رویش گشوده شود تا بداند دارد چه چیزی را می‌آموزد؛ قرار است به کجا برسد و این یادگیری در زندگی، به چه کار او می‌آید. بنابراین، باید مسئله ارتباط مطالب درسی با زندگی و مفید بودنشان، برای دانش‌آموزان ترسیم شود. بدین ترتیب، اولین پله این است که مشخص کنیم دانش‌آموزان را با چه نوع فعالیتی می‌توان با مسئله درگیر کرد و هوش و حواسشان را به مسئله جلب کرد تا احساس کنند می‌خواهند این مسیر را ادامه دهند.

**توجه به پیش‌دانسته‌ها:** دومین پله توجه به پیش‌دانسته‌های دانش‌آموزان است. اگر به پیش‌دانسته‌ها توجه شود، وقت دوباره‌ای صرف تولید آنها نمی‌شود که هم برای دانش‌آموزان کسالت‌آور باشد و هم بخشی از زمان یادگیری را به خود اختصاص دهد. معلم می‌تواند پیش‌دانسته‌های دانش‌آموزان را در کلاس احصا کند تا ببیند اگر آنها در این پیش‌دانسته‌ها باهم اشتراک ندارند؛ با فعالیتی که تدارک می‌بیند، آنها را به اشتراک بگذارد و نقطه شروعشان در یادگیری را باهم یکی کند.

**انتخاب الگوی تدریس:** الگوهای تدریس در واقع حاصل تجربیات موفق معلمان‌اند که به صورتی قابل تعمیم درمی‌آیند و از آنها می‌توان برای تدریس موضوعات مختلف درسی استفاده کرد. گاهی انتخاب درست یک الگو در موفقیت تدریس بسیار مؤثر است؛ مثلاً وقتی می‌خواهیم به دانش‌آموزان مفاهیم اخلاقی را با تأکید بر شفاف‌سازی ارزش‌ها آموزش دهیم، ممکن است انتخاب الگوی مانند محاکم قضایی، به تدریس جذابیت و کارایی خاصی ببخشد و روند یادگیری را تسهیل کند. در یک طراحی آموزشی طولانی و چندمرحله‌ای، گاهی لازم است از چند الگوی تدریس در موقعیت‌های مختلف استفاده نمود. بسیاری از معلمان به دلیل عدم آشنایی کامل با الگوهای تدریس متنوع، از الگوهای کم شماری استفاده می‌کنند و فضای تدریس آنها تکراری و کسالت‌آور می‌شود. گاهی هم به دلیل آشنایی سطحی با الگوهای تدریس، آنها را به صورت ناقص و غیرحرفه‌ای اجرا می‌کنند. در حالی که اجرای حرفه‌ای الگوهای متنوع تدریس بر جذابیت کار و مؤثر بودن تدریس می‌افزاید.

**یادگیری فعال، تولید مفهوم توسط یادگیرنده:** نکته دیگری که در طراحی آموزشی باید توسط «تولید مفهوم» به آن توجه شود، این است که مشخص شود فعالیت‌ها چگونه به دانش‌آموزان می‌انجامند.

آیا معلم، در انجام فعالیت‌ها، دانش‌آموزان را در نقش دریافت‌کننده مفهوم قرار می‌دهد یا تولیدکننده مفهوم؟ زیرا ممکن است معلم مفهومی را مستقیماً توضیح دهد و دانش‌آموزان دریافت‌کننده آن باشند؛ اما ممکن است معلم همین مفهوم را به گونه‌ای ارائه کند که آنها با انجام فعالیت‌های ذهنی، فعالیت‌های عملی و مطالعه منابع مناسب یادگیری، خود به مفهوم‌سازی و تولید مفهوم بپردازند. حتی خواندن یک متن علمی و گفت‌وگو درباره آن یک یادگیری فعال به شمار می‌آید. چون دانش‌آموز به واسطه درک و فهم خودش در مسیر آموزش حرکت و از متن، مفهوم‌سازی می‌کند و بدین ترتیب یک یادگیرنده فعال به شمار می‌آید. شاید بتوان گفت مهم‌ترین دستاورد نظریه‌ها یادگیری ساختن گرای، همین تأکید بر تولید مفهوم و یادگیری فعال توسط یادگیرنده است.

**یادگیری مشارکتی، اجتماعی و گروهی:** یادگیری مشارکتی هم بخشی از یک برنامه یادگیری خوب است. در این طراحی آموزشی متعادل، حجم فعالیت‌های گروهی همچون بحث و گفت‌وگو، انجام فعالیت‌های عملی گروهی، و حتی امتحان گروهی در کنار فعالیت‌های انفرادی قابل توجه و در اولویت است. یادگیری مشارکتی نیز از تأکیدات اصلی نظریه ساختن گرای به شمار می‌آید.

**سطوح بالای عملکرد یادگیری:** یک تحقیق نشان داده است که عموماً سطح فعالیت‌هایی که معلمان از دانش‌آموزان می‌خواهند که انجام دهند، در سطوح پایین یادگیری انجام می‌شود. مثلاً وقتی معلمی از دانش‌آموزان می‌خواهد درباره موضوعی اطلاعات جمع‌آوری کنند؛ آنها معمولاً این اطلاعات را در سطح اولیه و صرفاً از یک منبع به دست می‌آورند و ارائه می‌دهند. حتی گاهی فعالیت‌ها در همین حد هم انجام نمی‌شود و کار سطحی‌تری انجام می‌شود؛ مثلاً دانش‌آموزان بدون آنکه حتی در اینترنت هم جست‌وجوی دقیقی انجام دهند، فقط با گرفتن یک پرینت کارشان را ارائه می‌دهند. گو اینکه اگر دانش‌آموزان جمع‌آوری اطلاعات را به خوبی هم انجام دهند. باز هم در صورت ارائه عینی اطلاعات، در سطح اول و کف یادگیری قرار دارند. توجه به سطوح بالاتر یادگیری به این معناست که معلم، مثلاً وقتی دانش‌آموزان مشغول جمع‌آوری اطلاعات هستند، از آنها بخواهد تحلیلی روی اطلاعات، از نظر طبقه‌بندی اطلاعات و توصیف و تبیین آنها به شیوه‌های خلاقانه و نوآورانه ارائه کنند و اعتبار منابعی را که به آنها استناد کرده‌اند، ارزیابی کنند. این گونه اقدامات توجه به سطوح بالاتر یادگیری را نشان می‌دهد که در فعالیت‌های دیگر یادگیری و موضوعات و مسائل مختلف باید به آنها توجه شود. نکته مهمی که باید به آن توجه کرد، این است که گاهی معلم در تمریناتی که به دانش‌آموزان می‌دهد مسئله‌ای را پیچیده‌تر مطرح می‌کند. این کار، لزوماً دانش‌آموز را به سطوح بالاتر یادگیری نمی‌برد، بلکه صرفاً سطح دشواری مطلب را بیشتر می‌کند و این روش مطلوبی نیست، چون بر احساس موفقیت دانش‌آموزان تأثیر منفی می‌گذارد. مثلاً معلم ریاضی، کسر مرکبی را به دانش‌آموزان می‌دهد و از آنها می‌خواهد که آن را ساده کنند. این سطح اول یادگیری است. حال اگر این

معلم طبقات کسر را بیشتر کند، دانش‌آموزانش را به سطوح بالاتر یادگیری نبرده است، بلکه فقط مسئله را برای آنان دشوارتر کرده است. درحالی که او می‌توانست از دانش‌آموزان بخواهد برای یک مسئله، یک کسر بنویسند و از این طریق آنها را به سطح بالاتری ارتقا دهد. همچنین می‌توانست، در یک سطح بالاتر، یک عدد کسری به آنها بدهد و بخواهد که برای این کسر، یک مسئله بنویسند. بنابراین، بالا بردن سطح یادگیری جزء هدف‌های مهم آموزش است و نباید آن را با دشوار کردن یادگیری یکی تصور کرد. توجه به این نکته که دانش‌آموزان باید رشد کنند و از سطح اولیه یادگیری تکنیک‌ها و دانش به سطوح بالاتر یادگیری، از جمله تجزیه و تحلیل اطلاعات و همچنین ترکیب کردن آنها بروند، در تمام دروس لازم است و از اهمیت بسیاری برخوردار است. برای طبقه‌بندی سطوح رشد شناختی، روش‌های مختلفی به رسمیت شناخته می‌شود و معلمان با انتخاب‌های گوناگونی روبه‌رو هستند. این طبقه‌بندی ممکن است، مانند به کار می‌رود، دارای سه سطح دانش مروری، دانش «تیمز» آنچه که در الگوی مطالعه کاربردی و دانش ترکیبی باشد. یا ممکن است سطوح پنج‌گانه بلوم در نظر گرفته شود. همچنین ممکن است سطوح بلوم جدید که شاگردان او در سال ۲۰۰۰ برای هزاره سوم ارائه کردند، مورد توجه قرار گیرد. بدین ترتیب این مهم نیست که از چه نوع طبقه‌بندی‌ای استفاده می‌شود بلکه مهم این است که توجه کنیم دانش‌آموزان در کف یادگیری باقی نمانند و فعالیت‌های معلم سطوح بالاتر یادگیری را نشانه روی کرده باشد. به عبارت دیگر، معلم هرگز نباید به سطوح پایین یادگیری راضی باشد و تنها خشنود باشد که دانش‌آموزان او توانسته‌اند مطلبی را حفظ و آن را بیان کنند.

**کاربست آموخته‌ها در موقعیت جدید:** ارتباط با زندگی، یعنی استفاده از فعالیت‌هایی در طراحی آموزشی که موضوع درس را به زندگی ارتباط می‌دهند. کاربرست آموخته‌ها در موقعیت جدید، توجه به وجه کاربردی و مفید بودن یادگیری است. ایجاد این توانایی در دانش‌آموزان که بتوانند چند دقیقه درباره اهمیت موضوع درس سخن بگویند یا برای کاربردهای آن مثال‌هایی بزنند و دیگران را نسبت به مفید و ضروری بودن آموختن این واحد یادگیری متقاعد کنند، نشانه‌ای از تحقق این امر به شمار می‌آید.

**توجه به تفاوت‌های فردی در یادگیری:** وجود تفاوت‌های فردی دانش‌آموزان با یکدیگر در زمینه انواع هوش، سبک یادگیری، استعداد تحصیلی، بستر فرهنگی و اجتماعی خانواده، زبان مادری، میزان دانسته‌های قبلی، بدفهمی‌ها و به ویژه علایق و توانمندی‌های گوناگون سبب می‌شود که یک نسخه واحد برای همگان بهترین نتیجه را به همراه نداشته باشد. از این رو لازم است در طراحی آموزشی وجود فعالیت‌های موازی و انعطاف‌پذیر پیش‌بینی شود. برای دستیابی به یک هدف آموزشی همیشه راه‌های متنوعی در پیش روی ماست و در یک طراحی آموزشی مطلوب به این امر توجه می‌شود. ارائه بازنمایی‌های مختلف یک مطلب و مطرح کردن مسائل باز پاسخ که امکان ورود به یک موضوع از جوانب گوناگون را فراهم می‌کند،

نمونه‌هایی از توجه به تفاوت‌های یادگیری به شمار می‌آید.

**رویکرد تلفیقی:** برای استفاده از رویکرد تلفیقی دلایل بی شماری وجود دارد و مزایای این رویکرد در بهبود کیفیت، سرعت و گستره یادگیری و پاسخ‌گویی به نیاز فراگیران محل مناقشه نیست. در طراحی آموزشی با بهره‌گیری از رویکرد تلفیقی مرزهای بین ساحت‌های شش‌گانه رشد و تربیت؛ یعنی ساحت دینی و اخلاقی، ساحت علمی و فناوریانه، ساحت اجتماعی و سیاسی، ساحت زیستی و بدنی، ساحت اقتصادی و حرفه‌ای و ساحت زیبایی‌شناسی و هنری کم رنگ می‌شود و امکان پوشش دادن به دو یا چند حوزه تربیت و یادگیری در یک زمان فراهم می‌گردد. از بین روش‌های مختلف تلفیق، استفاده از یادگیری زمینه‌محور و رویکرد تماتیک در سازماندهی محتوای یادگیری از روش‌های پیشرفته برنامه‌ریزی درسی به شمار می‌آید. در این نوع طراحی آموزشی یک موضوع مناسب و دارای قابلیت کافی به عنوان تم یا زمینه یادگیری در مرکز قرار می‌گیرد و پیرامون آن مباحث مختلف مرتبط با آن بسط داده می‌شود. موضوعی که به عنوان تم انتخاب می‌شود، باید دارای اجزای منسجم مفهومی درونی و بازوهای ارتباطی بیرونی کافی و قابلیت عمق بخشی باشد. مثلاً در زمینه آموزش محیط‌زیست، آب یک تم مناسب است. همچنین در ساحت آموزش‌های اخلاقی، حق الناس قابلیت ارائه به صورت تماتیک را دارد.

**جلوه ارائه و ارزشیابی:** ترسیم برون دادهای مورد انتظار در قالب جملاتی از جنس شایستگی و روشنگری درباره جایگاه مطلوبی که یادگیرنده در پایان فرایند یادگیری باید بدان دست یابد، از دیگر مشخصه‌های یک طراحی آموزشی کامل است و به دانش‌آموزان احساس آرامش می‌دهد. این کار در دوره غلبه و تسلط اهداف رفتاری بر فضای یادگیری هم انجام می‌شود، اما تفاوت آن در نوع بینشی بود که بر تدوین اهداف آموزشی به صورت محدودکننده و مکانیکی در آن زمان حاکم بود.

**فعالیت‌های خارج از کلاس، کلاس معکوس:** آخرین نکته‌ای که در این باب خیلی مهم است، توجه به فعالیت‌های بیرون از کلاس است. معلم نباید در طراحی خود فقط به درون کلاس بیندیشد، بلکه باید مسیری را برای ادامه یادگیری در بیرون کلاس ترسیم کند؛ در عین حال که دقیقاً به برنامه داخل کلاس مربوط می‌شود. این موضوع با عنوان کلاس معکوس در سال‌های اخیر مورد توجه عمیق متخصصان فناوری آموزشی قرار گرفته است و ضمن مدیریت زمان یادگیری، زمینه تحقق اهدافی مانند یادگیری مادام‌العمر را فراهم می‌کند. کلاس معکوس در ضلع سوم الگو نیز مجدداً مورد تأکید قرار می‌گیرد.

**فرانشناخت:** در پایان فرایند یادگیری مناسب است که یادگیرندگان نگاهی از فراز به سیر و سفر خود در مسیر یادگیری این درس بیندازند و چگونگی حرکت خود را در این مسیر بازشناسی و تحلیل کنند. سپس راهی را به سوی ادامه یادگیری در آینده پیشنهاد کنند. اگر هدف از یادگیری، تبدیل دانش آموز به یادگیرنده مادام‌العمر است؛ چنین امری ضرورت تام دارد.

## ضلع دوم، رسانه‌های آموزشی پر شمار (بسته آموزشی به جای کتاب

### درسی

در گذشته، گفتار شفاهی معلم، جزوه‌های آموزشی و گاهی کتاب درسی تنها رسانه‌های آموزشی در هر کلاس درس بودند و دانش‌آموز و معلم رسانه دیگری در اختیار نداشتند؛ اما، در سال‌های اخیر امکاناتی فراهم شده است که با استفاده از آنها می‌توان کلاس‌های درس را بسیار متنوع تر اداره کرد. امروزه این امری بدیهی انگاشته می‌شود که اولین قدم برای داشتن یک کلاس فعال و پرتأثیر آن است که از سمت یادگیری تک رسانه‌ای به سوی رسانه‌های یادگیری پرشمارتر حرکت کنیم.

**سبک‌های یادگیری:** تمامی دانش‌آموزان از نظر سبک‌های یادگیری یکسان نیستند؛ بنابراین توجه به سبک‌های یادگیری دیداری، شنیداری و جنبشی در کلاس درس لازم است. استفاده از رسانه‌های آموزشی گوناگون این امکان را فراهم می‌سازد که هر دانش‌آموز از هر رسانه‌ای بیشترین بهره را ببرد که با آن سازگاری بیشتری دارد. اصولاً پشتیبانی متقابل رسانه‌های یادگیری از یکدیگر به هم افزایی و سینرژی منجر می‌شود. مثلاً اگر در کنار یک متن علمی، یک فیلم آموزشی هم نمایش داده شود، تأثیرگذاری آن بسیار بیشتر از به کارگیری هریک از این دو به تنهایی خواهد بود.

**تنوع حداکثری:** رسانه‌هایی مثل فیلم‌های آموزشی، پاورپوینت‌های فعال، فایل‌های تصویری و صوتی، متن‌های آموزشی گوناگون، صفحات گرافیک اطلاع رسان (اینفوگرافیک) و... همه و همه از رسانه‌های پشتیبان کلاس و مدرسه محسوب می‌شوند و ما همه آنها را جزء رسانه‌های یادگیری به‌شمار می‌آوریم. رسانه‌های مکتوب همچون دایرة المعارف‌ها، مجلات، کتاب‌های موضوعی، کتاب‌های مرجع، پوسترها و چارت‌ها و رسانه‌های غیرمکتوب مانند فایل‌های صوتی، تصاویر، برنامه‌های تلویزیونی، فیلم‌های آموزشی، نرم‌افزارهای رایانه‌ای، و اخیراً اپلیکیشن‌های تلفن همراه، همگی رسانه‌های یادگیری‌اند. خوشبختانه در سال‌های اخیر برای پشتیبانی از کلاس درس، ابزارها، امکانات و تجهیزات بسیاری به بازار آمده است. برای مثال فیلم‌های فراوانی برای آموزش درس تولید شده؛ به طوری که حتی گاهی تدریس یک درس منوط به داشتن فیلم آموزشی است. یا در بعضی از دروس، طرح درس بر مبنای نمایش فیلم گذاشته شده و بعضی از پایگاه‌های اینترنتی مشخصاً برای پشتیبانی از آموزش و کلاس درس طراحی شده‌اند. وزارت آموزش و پرورش جمهوری اسلامی ایران برای این کار به ویژه تولید فیلم‌های آموزشی اقدامات خوبی انجام داده است و اکنون، قطعه‌های فراوانی وجود دارند که معلمان برای بهبود کیفیت فرایند تدریس می‌توانند از آنها استفاده کنند.

**مهارت‌های جست و جو:** در چنین فضایی، معلمانی که مهارتشان ارتقا یافته است، می‌توانند نه تنها خود از رایانه و فضای اینترنت برای جست‌وجوهای هدف‌دار استفاده کنند، بلکه با آموزش دانش‌آموزان



نیز می‌توانند کمک کنند که آنها نقش فعالی در ارتقای یادگیری ایفا کنند. به این موضوع در ضلع سوم نیز اشاره می‌شود.

**تولید رسانه‌های خود ساخته :** استفاده از این امکانات، نباید نقش معلمان را در تولید رسانه‌های یادگیری کم رنگ کند؛ بلکه معلم خودش هم می‌تواند موضوعی را انتخاب کند و درباره آن دست به تولید بزند. یعنی در عین اینکه انتخاب رسانه‌های یادگیری امری مطلوب است؛ اما دستکاری این قطعات و تولید قطعات آموزشی خود ساخته نیز ضرورت دارد. این کار مستلزم کسب توانمندی‌هایی است که قبلاً برای معلمان مطرح نبوده است. توانایی کار با نرم‌افزارهای صوتی و تصویری مختلف و تولید کارهای ساده با شرکت در یک دوره فشرده آموزشی و انداختن خود به عرصه عمل امکان‌پذیر است. تولید رسانه‌ها هم به صورت فردی و هم به صورت کار گروهی قابل انجام است.

**به اشتراک گذاشتن :** معلمان می‌توانند تولیداتی را که برای کلاس‌های درس خود داشته‌اند، از طریق شبکه‌هایی که در اختیار دارند، اشاعه دهند و به اشتراک بگذارند تا دیگران نیز از آن استفاده کنند برای مثال وقتی معلمی یک نقشه مفهومی جالب و جذاب یا یک گرافیک اطلاع‌رسان را تهیه می‌کند، یا از انجام یک آزمایش فیلم می‌گیرد، می‌تواند آن را در فضای مجازی بارگذاری کند تا معلمان دیگر از آن استفاده کنند.

## ضلع سوم، ارائه آموخته‌ها توسط دانش آموزان

ضلع سوم مثلث ارتقای یادگیری، تأکید بر عرضه حاصل و برون داد یادگیری و ایجاد توسط دانش آموزان است. منظور از ارائه این (Presentation) فرصت ارائه آموخته‌ها است که دانش آموز دستاوردهای میانی یا نهایی خود را از سیر و سفر یادگیری نمایش دهد و به مؤثرترین شکل ممکن در اختیار دیگران بگذارد.

**ارائه به منزله هدف و روش :** اگر یک فرایند یادگیری به دستیابی به مطلبی قابل ارائه منجر شد، می‌توان آن را یک یادگیری موفقیت‌آمیز تلقی کرد. باید تأکید کرد که ارائه آموخته‌های دانش آموز در سطح مدرسه، هم از نظر روشی و هم از نظر هدفی دارای اهمیت ویژه است و موجب احیای فرایند آموزش و عینیت بخشی به هدف یادگیری می‌شود. از این رو، باید بر ارائه بسیار تأکید کرد. اگر در فضای مدرسه، به ارائه دانش آموزان اهمیت داده شود، دانش آموزان به این فضا دلبسته و علاقه‌مند می‌شوند و احساس آزادی عمل می‌کنند. دانش‌آموزانی که در مدرسه با فرصت‌های متعدد برای ارائه روبه‌رو می‌شوند، رشد می‌کنند؛ به خودباوری و اعتمادبه نفس می‌رسند؛ نسبت به آموخته‌ها احساس مالکیت پیدا می‌کنند و این امر موجب انگیزه مضاعف آنها در جهت یادگیری می‌شود. یک ارائه موفق، در یک کلام موجب احساس موفقیت در یادگیرنده می‌شود و براساس یک ضرب‌المثل انگلیسی، هیچ چیز مانند موفقیت، موفقیت بعدی را نمی‌آفریند.

سیمای مدرسه حامی ارائه : در محیط یادگیری باید از جنبه‌های مختلف به فضای حامی ارائه باری رساند. اختصاص زمان به ارائه دانش‌آموزان، از ارائه یک دقیقه‌ای تا ارائه یک ساعته، توجه به ارائه فردی، گروهی، و حتی کلاسی (مانند سرودی که کل دانش‌آموزان یک کلاس یا مدرسه آن را اجرا می‌کنند) تنوع در قالب ارائه (مثلاً متنی که دانش‌آموزی می‌نویسد و به دیوار کلاس یا راهروی مدرسه می‌زند یا بین دانش‌آموزان مدرسه آن را توزیع می‌کند، یا انشا و شعری که دانش‌آموزی در کلاس آن را می‌خواند، یا یک قطعه نمایشی که دانش‌آموزان آن را اجرا می‌کنند، یا فیلمی که با امکانات اولیه تولید شده است و به نمایش درمی‌آید و غیره) از جمله اقدامات یک مدرسه حامی ارائه است اگر مدرسه‌ای درست روی ارائه دانش‌آموزی کار کند، فضای آن مدرسه با گذشته تفاوت چشمگیری پیدا خواهد کرد؛ به طوری که هنگام ورود به آن، جلوه‌های گوناگون ارائه در جاهای مختلف دیده می‌شود. بدین ترتیب هم دیوار کلاس‌ها و راهروهای مدرسه و هم فضای آنها، از قالب‌های مختلف ارائه دانش‌آموزی، پرمی‌شود.

**ترکیب فکورانه مهارت‌ها:** به‌طورکلی، ارائه فعالیتی است که از ترکیب مهارت‌های مختلف دانش‌آموزان (مهارت‌های مکتوب، مهارت‌های هنری و مهارت‌های خلاقانه) به وجود می‌آید و بستری است برای اینکه آنها بتوانند استعدادهای نهفته خود را آشکار سازند. بنابراین ارائه ماهیتی کاملاً تلفیقی و بسیار سازنده و رشددهنده دارد. جنبه هدفی ارائه از همین ماهیت نشئت می‌گیرد. نوع ارائه دانش‌آموز باید فکورانه باشد؛ یعنی عناصری مانند خلاقیت، هنر، استفاده از رسانه‌های متنوع و استفاده از فنون سواد رسانه‌ای را دربرگیرد. هنگام ارائه همیشه از دانش‌آموزان پرسیده می‌شود که چگونه می‌توانند یک مطلب یا موضوع را به صورتی جدید به دوستانشان عرضه کنند و این عرصه نوآوری و خلاقیت است.

**تضمین یادگیری :** پژوهشی با عنوان (Visible Learning) نشان می‌دهد چگونه فعالیت‌های مختلف، می‌توانند به ارتقای سطح عملکرد دانش‌آموزان، منجر شوند. در این پژوهش، تأثیر عوامل مختلف بر عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان تحلیل شده است. «ارائه»، از بین بیش از صد عاملی که در این پژوهش نقش آنها مورد تحلیل قرار گرفته یا قرارگرفتن دانش‌آموز در موقعیتی که بتواند کار خود را به دیگران عرضه کند، از بالاترین ضریب تأثیر در پیشرفت تحصیلی آنها برخوردار بوده است. بدین ترتیب هر طراحی آموزشی که به نوعی ارائه دانش‌آموز در آن وجود داشته باشد، تضمینی است بر اینکه دانش‌آموز به پیشرفت قابل قبولی دست می‌یابد. جمله مشهوری در حوزه‌های علمی ما وجود دارد که اگر می‌خواهید چیزی را خوب یاد بگیرید باید آن را تدریس کنید. ارائه هم در واقع یک نوع تدریس دانش‌آموز و در اختیار گذاشتن یافته‌های خود برای دیگران است.

**کلاس معکوس :** ارائه به شکل جالبی هم به کلاس معکوس (وارون) نیز ربط پیدا می‌کند؛ چون در کلاس معکوس، چرخه‌ای از یادگیری توسط معلم در کلاس درس سازماندهی می‌شود و در بیرون از کلاس تا مرحله

دستیابی به نتایج توسط دانش آموز دنبال می شود، سپس مجموعه آموخته های هر دانش آموز (انفرادی یا گروهی) به ارائه ای منجر می شود که او یافته های خود را با دیگران به اشتراک می گذارد. بدین ترتیب، هر ارائه ای خود یک رسانه یادگیری برای دانش آموزان دیگر محسوب می شود.

ارزشیابی: باید تأکید کرد که ارائه معتبرترین ابزار ارزشیابی یادگیری محسوب می شود و با رویکردهای ارزشیابی در خدمت یادگیری سازگاری فراوان دارد. هنگامی که دانش آموزی یافته های خود را ارائه می کند، در واقع سطح کیفی فرایندی که پیموده و فراورده هایی را که به دست آورده است در معرض قضاوت دیگران قرار می دهد. از این طریق ادامه مسیر او، جنبه هایی که نیازمند بهبود یا ترمیم هستند و عرصه هایی که قابلیت سرمایه گذاری و شکوفایی دارند، آشکار می شود و بازخوردهای رشددهنده ای فراهم می شود. بدین ترتیب اضلاع این مثلث؛ یعنی طراحی آموزشی کارآمد، رسانه های یادگیری پرشمار و ارائه، فضایی به وجود می آورند که همه دانش آموزان می توانند در آن به خوبی رشد کنند.

(برای مطالعه بیشتر در این باره و موضوعات مرتبط به منابع ... مراجعه کنید.)

روش های یادگیری متناسب با رویکردهای نوین آموزشی:

#### آموزش پژوهش محور چیست؟

آموزش پژوهش محور در علوم رویکردی است که از درک شیوه یادگیری دانش آموز، ماهیت پژوهش علم و تأکید بر مفاهیم مهمی که باید آموخته شود نشئت می گیرد، و بر این باور استوار است که دانش آموز به واقع آن چیزی را می آموزد که خود درک می کند و نه آنچه دیگران به او منتقل می کنند. این رویکرد قبل از این که یک فرایند یادگیری مصنوعی باشد که انگیزه آن بر اساس رضایت از پاداش است، به عمق یادگیری می پردازد و انگیزه آن رضایت از یادگیری و درک شخصی است. آموزش پژوهش محور به کمیت اطلاعات حفظ شده تأکید ندارد و ایده ها یا مفاهیم با رشد سنی یادگیرنده عمیق تر می شود.

#### یادگیری دانش آموز محور:

آموزش پژوهش محور بر تجارب و پژوهش هایی که درک بسیار شفافی از چگونگی یادگیری دانش آموز ارائه می دهد استوار است. این تجارب بیان می کند که کنجکاوی طبیعی دانش آموزان، حداقل بخشی از آن، برای شناخت دنیای طبیعی اطراف آنان است که از طریق توجه به الگوها و ارتباطها در تجاربشان و در تعامل با دیگران ارضا می شود. دانش آموزان دانش و درک خود را از طریق انعکاس تجاربشان می سازند. این شیوه کار در بعضی مواقع باعث درک نادرست از واقعیات می شود گرچه حاصل تفکر منطقی است. مثلاً بسیاری از دانش آموزان (و حتی بزرگ سالان) هنوز فکر می کنند سایه زمین باعث پیدایش فازهای مختلف ماه می شود.

تجربه روزمره دانش آموز نشان می دهد که وقتی چیزی تابش نور را سد کند سایه درست می شود که این امر در مورد زمین هم صدق می کند که نور خورشید به آن می تابد و زمین مسیر نور خورشید را سد می کند. این تفکر گرچه منطقی است اما درست نیست و به دلیل کمبود تجارب و سابقه ذهنی در این موارد است. آموزش علوم به دنبال بسط تجارب دانش آموزان به هدف درک درست و علمی جهان اطراف است.

### ماهیت پژوهش در علوم

مبنای دیگر آموزش پژوهش محور درک فرایند پژوهش علمی است. این مراحل به صورت مرحله ای که دانشمندان در کارهایشان دنبال می کنند ارائه می شود. اما باید متوجه بود که این مراحل گام هایی نیست که باید دنبال شود بلکه یک سری مراحل است که فرایند را هدایت می کند. برای دانش آموزان با فاز اکتشاف آغاز می شود که در آن دانش آموزان با پدیده ای که باید مطالعه کنند آشنا می شوند. به دنبال آن مرحله تحقیق آغاز می شود که ممکن است خود از چندین بخش تشکیل شود. مراحل رفت و برگشتی این مرحله نشان می دهد که این، یک فرایند خطی نیست. در پژوهش علمی، چه دانش آموز پژوهشگر باشد و چه یک دانشمند مراحل کار بسیار پیچیده است و مرتب رفت و برگشت دارد و کارها باید مجدداً چک شوند. برای مثال اگر حاصل آزمایش ها فرضیه دانش آموزان را تأیید نکند لازم است آنان پیش بینی و یا پرسش خود را تغییر دهند و دوباره از ابتدا تجربه جدیدی را شروع کنند. اگر طراحی آزمایش ها جواب ندهد باید آزمایش مجددی طرح شود اگر به نتیجه ای متفاوت از نتیجه گروه دیگر رسیدند لازم می شود هر دو گروه کار خود را بازبینی کنند. در مرحله سوم نتایج آزمایش ها در کلاس باید تجزیه و تحلیل شود و به یک نتیجه گیری نهایی برسد. در مرحله چهارم دانش آموزان نتایج کار خود (یافته ها و درک جدید) را به گروه وسیع تری از مخاطبان اعلام می کنند.

در اینجا دو نتیجه نهایی وجود دارد: اول اینکه براساس موضوع مورد نظر و ماهیت پژوهشی که طرح شده معلم ممکن است مراحل متفاوت دیگری پیشنهاد کند. دوم اینکه یک مرحله هیچ گاه همه مراحل را شامل نمی شود. یعنی در این روش با یک گام نمی توان مسیر چند گام را پیمود.

یک چارچوب برای آموزش پژوهش محور می تواند به صورت مراحل پی در پی زیر باشد:

طرح پرسش، مناظره، مشارکت، ثبت، بازتاب دادن، به اشتراک گذاشتن، درگیر کردن و یا طرح پرسش هایی مثل: مشکل من کجاست؟ پرسش من چیست؟ دانش من در این مورد چیست؟ چه چیز جالب است؟

### طراحی و هدایت پژوهش در علوم

#### ۱ نقشه و طراحی

پرسش من چیست؟ چه می خواهم بدانم؟ چگونه خواهم فهمید؟

#### ۲ اجرا

چه مشاهده می کنم؟ آیا از ابزار درستی استفاده می کنم؟ تا چه اندازه جزئیات کار را ثبت می کنم؟

## ۲ سازماندهی و تحلیل اطلاعات

اطلاعات را چگونه سازماندهی کنم؟ چه الگویی می بینم؟ چه ارتباطی وجود دارد؟ این چه معنایی دارد؟

## ۴ نتیجه گیری

چه ادعایی می توانم ارائه کنم؟ چه شواهدی دارم؟ چه چیز دیگری باید بدانم؟

## ۵ فرموله کردن یک پرسش جدید

چه پرسشی از قبل هنوز بدون پاسخ مانده؟ چه پرسش تازه ای برایم طرح شده؟ چگونه می توانم بفهمم؟

## ۶ نتیجه گیری نهایی

از تمام پژوهش ها چه یاد گرفتیم؟

چه شواهدی برای پشتیبانی ایده هایمان داریم؟

## ۷ تبادل نظر با مخاطبان دیگر

من می خواهم به دیگران چه بگویم؟ چگونه بگویم؟ چه مواردی را باید حتماً بگویم؟

تذکر: یک واحد یادگیری یا بخشی از یک واحد یادگیری ممکن است قبل از رسیدن به نتیجه شامل چند مرحله آزمایش باشد. یک واحد یادگیری به ندرت ممکن است شامل همه اجزای طراحی و انجام مراحل این نمودار باشد.

## اصول مهم رویکرد پژوهش محور چیست؟

آموزش پژوهش محور در کلاس های مختلف متفاوت است. موارد بسیار متعدد و متفاوتی برای سازگار کردن دانش، مهارت و علایق معلم و دانش آموزان وجود دارد. اما موارد مهمی در همه آموزش های پژوهش محور مهم است. این روش ها برای اولین بار در حوزه علوم تجربی مطرح شد ولی بعداً با تعدیل هایی در سایر موضوعات درسی نیز مورد استفاده قرار گرفت. قابل ذکر است که آموزش پژوهش محور در حوزه های مختلف گام های متفاوتی دارد. برای مثال پژوهش در تاریخ یا برخی موضوعات اجتماعی گام تجربه مستقیم را ندارد و یا در علوم تجربی تجربه مستقیم هسته مرکزی آموزش علوم تجربی است.

در این رویکرد دانش آموز باید اولاً پرسش یا مسئله محوری کار را بداند و نسبت به آن احساس مالکیت کند، یعنی احساس کند پرسشی که طرح می کند پرسش خودش است. ثانیاً دانش آموزان نیازمند آن هستند که مهارت های مرتبط با حل مسئله در حوزه آموزشی ذی ربط را کسب نموده باشد. برای مثال در علوم تجربی برای اینکه دانش آموز بتواند پژوهش های علمی را انجام دهد باید مهارت هایی مانند مهارت مشاهده، کار با ابزار، توانایی در استدلال، تعامل با دیگران، نوشتن برای خود و برای دیگران و... است. این رویکرد در موضوعات تاریخی با اجتماعی ناظر به مهارت کاوش تاریخی، تحلیل داده های تاریخی، درک الگوهای رفتاری، شناسایی شواهد معتبر، درک دیدگاه های دیگر، استنباط، مشاهده (مستقیم، غیرمستقیم، مشاهده

مشارکتی) و... است که در قالب پروژه‌های خدماتی، تولیدی، کاوشگری مشارکتی اجرا می‌شود. در اجرای پروژه‌ها استفاده از منابع دست دوم آموزش تجارب دست اول را کامل می‌کند، علاوه بر آن یادگیری معمولاً حاصل یک فعالیت گروهی است.

## اهمیت ملاحظات آموزشی در آموزش پژوهش محور

علاوه بر اصولی که در طراحی برنامه آموزش پژوهش محور لازم است در نظر گرفته شود موارد مهمی نیز در روش‌های آموزش باید لحاظ شود که به شرح زیر است:

سازمان دهی کلاس (فضای فیزیکی کلاس)

۱ فرهنگ حاکم بر کلاس

۲ هنر بحث و گفت‌وگو

۳ استفاده از تجارب و ایده‌های قبلی دانش‌آموزان

۴ گفت‌وگوی گروهی

۵ هدایت دانش‌آموزان در یادداشت برداری/ یادداشت گروهی، یادداشت کلاسی

دفتر علوم/ ریاضی/....

استراتژی‌های خاص در آموزش

■ هدایت دانش‌آموزان در هنگام طراحی تحقیق

■ کمک به دانش‌آموزان در تحلیل حاصل کار برای رسیدن به یک نتیجه معتبر

■ مقایسه و تقابل با «حقایق پذیرفته شده»

■ سنجش تکوینی (رشد دهنده)

## آموزش به مدل ۷E / ۵E

مدل ۵E مدل آموزشی است که بر اساس رویکرد ساخت گرایانه در فرایند یادگیری طراحی شده است و معتقد است که فراگیران هر دانش جدیدی را بر پایه دانش فعلی خود می‌سازند. این مدل برای هر سنی و در هر موضوع درسی قابل استفاده است. هر مرحله در این مدل یک فاز یادگیری را شرح می‌دهد و به معلم دانش‌آموز امکان می‌دهد با فعالیت‌های مشترک بر دانش فعلی خود دانش جدید را بنا نهند. این مراحل عبارتند از:

درگیر کردن<sup>۱</sup>

تحریک کنجکاوی و علاقه، قرار دادن آموزش در یک زمینه معنادار، طرح پرسش برای تحقیق –

آشکار ساختن ایده‌ها و باورهای فعلی دانش‌آموزان – فعالیت یا متون در مدل‌های چندگانه برای پژوهش و یا برانگیختن انگیزه‌ها، طرح پرسش، تحریک دانش‌آموزان به طرح پرسش‌هایشان به هر روش ممکن مثل نوشتن نمایش بازی کردن و... به گونه‌ای که معلم ایده‌های دانش‌آموزان را کشف کند و بتواند در مورد جهت دادن‌ها تصمیم‌گیری کند. نوعی سنجش تشخیصی است.

### کشف کردن<sup>۱</sup>

بسط تجارب از پدیده‌ها یا مفاهیمی که پاسخ پرسش‌های دانش‌آموز منجر به کشف آن می‌شود، ایده‌های آنان را بیان می‌کند. ایده‌های آنان را آزمایش می‌کند، مسایل را بررسی یا حل می‌کند. برای تجربه پدیده‌ها، پژوهش‌هایی مطرح می‌کند، از طریق مشاهده و اندازه‌گیری ایده‌ها را تست می‌کند و به پرسش‌ها پاسخ می‌دهد. پژوهش‌هایی در زمینه مواد نوشته شده مثل روزنامه‌ها و مقالات انجام می‌دهد که به قضاوت در مورد اعتبار منابع می‌پردازد و نیز پایایی ایده‌های علمی که در نوشته‌ها طرح شده است را بررسی می‌کند.

### شرح دادن<sup>۲</sup>

معرفی ابزار مفهومی که برای تفسیر شواهد و بیان پدیده‌ها و ساخت مدل‌های چندگانه بر اساس توجیه ادعاهای طرح شده بر پایه شواهد جمع‌آوری شده، مقایسه توضیحاتی که دانش‌آموزان و گروه‌های مختلف ارائه می‌کنند/ در نظر گرفتن توضیحات علمی موجود، آنچه دانش‌آموزان می‌خوانند یا معلم شرح می‌دهد تا بتوان به مفاهیم جدید دسترسی پیدا کرد، گفت‌وگو در گروه‌های کوچک برای بیان توضیحات، مقایسه ایده‌ها که شواهد را به پدیده‌ها مربوط می‌سازد. نوشته‌ها و نقاشی‌های فردی و گروهی برای بیان شفاف ایده‌های کسب شده. سنجش تکوینی برای بازخورد به معلم تا برنامه کاریش را بر اساس میزان آموخته‌ها و مهارت‌های کسب شده توسط دانش‌آموزان، طراحی کند (مثلاً تهیه یک پوستر، ارائه به صورت پاورپوینت، نقاشی، نوشته، درگیر کردن مخاطبان برای شفاف‌سازی یک ایده و...).

### به مشارکت گذاشتن<sup>۳</sup>

استفاده و کاربرد مفاهیم و تشریح آن در زمینه جدید به بررسی کاربرد هدف عام آن. ثبت و توسعه توصیفات و درک استفاده و تلفیق کردن آن در فعالیت‌های نوشتاری؛ نموداری؛ ریاضی؛ پژوهش‌های دانش‌آموزی، تمرین‌ها و تکالیف دانش‌آموزی؛ به مشارکت گذاشتن ایده‌ها به صورت مختلف، به عبارتی آموخته‌ها را در زمینه‌های جدید به صورت‌های مختلف به کار گیرد.

۱\_ Explore

۲\_ Explain

۳\_ Elaborate

## ارزشیابی<sup>۱</sup>

فراهم آوردن فرصت‌هایی برای دانش‌آموزان تا ایده‌هایشان را بررسی کرده و در مهارت‌ها و آموخته‌ها بازتاب دهند. نشان دادن شواهدی برای اثبات تغییر ایده‌ها و باورهای دانش‌آموزان. پاسخ به پرسش‌هایی که احتمالاً در بخش اول کار «درگیری» هم طرح شده است. بازتاب تغییراتی که در فاز درگیری و توصیف (۲ و ۱) پیش می‌آید و ارزشیابی برای کمک به دانش‌آموزان تا از آنچه در فرایند یادگیری‌شان اتفاق می‌افتد آگاه باشند و به فراشناخت برسند و بتوانند فرایند یادگیری خود را کنترل کنند.

به دلیل موفقیت این شیوه کار در عمل این مراحل به VE توسعه داده شده است. در این مدل مرحله اول به دو بخش: استخراج<sup>۲</sup> و درگیر کردن<sup>۳</sup> تقسیم شده‌اند. در این شیوه بر تجارب اولیه دانش‌آموزان تأکید بیشتری می‌شود و آن را زیر بنای گام‌های بعدی آموزش می‌داند. تفاوت دیگر در اضافه کردن مرحله تعمیم دادن است که در مدل قبلی مرحله تعمیم فقط شرایط حال را در نظر می‌گیرد در حالی که در مدل جدید یادگیری به شرایط پیش‌بینی نشده نیز تعمیم داده می‌شود. به عبارت دیگر مرحله اول مدل ۵E به دو مرحله در مدل VE و فاز چهارم و پنجم مدل ۵E به سه فاز در مدل VE<sup>۴</sup> تبدیل شده است.

## آموزش به روش طراحی معکوس

در روش طراحی معکوس ابتدا پیامدهای آنچه قرار است آموزش داده شود مشخص می‌گردد. تعیین پیامدها برای روشن شدن مسیری که دانش‌آموز باید طی کند بسیار مهم است و نگاه معلم را همواره بر پیامد متمرکز نگاه می‌دارد. پیامد و یا اهداف معمولاً در چارچوب «ایده کلیدی» مطرح می‌شوند و این باعث می‌گردد تا معلم از محدوده توجه به حافظه و به عبارتی «آموزش برای به خاطر سپردن» کاملاً خارج شود و همواره بر تحقق اهداف در قالب پیامدها متمرکز بماند. در صورت طی این مسیر، دانش‌آموزان قادر خواهند بود، بین اطلاعات جدید و دانش و آموخته‌های پیشین خود ارتباط برقرار کنند، واقعیت‌ها و حقایق را به «مسائل کلی» و روزمره‌ای که با آن برخورد می‌کنند پیوند دهند و آموخته‌های خود را در زمینه‌های جدید به کار گیرند. به این منظور باید در روند و پایان آموزش به سه سؤال زیر پاسخ داد:

- ۱ ایده‌های کلیدی، مفاهیم اساسی، مهارت‌هایی که دانش‌آموزان باید به آن دست یابند، کدام‌اند؟
- ۲ چه مدارک و شواهدی بیانگر آن است که پیامدها تحقق یافته و دانش‌آموزان به راستی مطالب اصلی را فرا گرفته‌اند و می‌توانند آموخته‌های خود را به نحوی معنادار و مؤثر در موقعیت‌های جدید به کار گیرند؟
- ۳ چه راهبردها و راهکارهایی (فعالیت‌های یادگیری، تکالیف عملکردی) به دانش‌آموزان کمک خواهد کرد تا خود مفاهیم را بسازند و به افرادی صاحب دانش و توانمندی در زمینه‌ای خاص تبدیل شوند.

۱\_ Evaluate

۲\_ Elicit, Elaborate, Evaluate, Extend

۳\_ Engage



روش طراحی معکوس ضمن بهره‌گیری از انواع راهبردهای ذکر شده (آموزش پروژه محور، آموزش به روش ۵E، ۷E و زمینه محور) فرایند یاددهی – یادگیری را با پاسخ به سه پرسش فوق دنبال می‌نماید. در این شیوه کار، در فرایند یاددهی – یادگیری باید موقعیت‌هایی ایجاد شود که در آنها دانش‌آموزان پرسش هدف‌دار و مرتبط طرح کنند، راه کارهایی برای حل مسئله ارائه دهند و در مورد اینکه چگونه به نتیجه مورد نظر می‌رسند، توضیح دهند.

طراحی معکوس مبتنی بر درک اصیل<sup>۱</sup> و استفاده عقلانی و مؤثر از آموخته‌ها است، به گونه‌ای که ما را به آن‌سوی آنچه می‌بینیم و استفاده از ایده‌های کلیدی برای ساخت معنا هدایت کند. از این منظر درک یک پدیده «دیدن آن پدیده در ارتباط با سایر پدیده‌ها، توجه به شیوه کارکرد، نتایج و علل آن، مدل‌ها و ارائه توضیحات مؤثر است».

## ارزشیابی از آموخته‌های دانش‌آموزان

از آنجا که ارزشیابی، جزئی از مراحل آموزش و یادگیری است، روش‌های پیشنهادی زیر، که توسط بیشتر معلمان در کلاس اجرا می‌شود، می‌تواند در ارزشیابی آنچه دانش‌آموزان در هر جلسه و در طول سال یاد گرفته‌اند، مفید واقع شود.

**ارائه آموخته‌ها و گزارش فعالیت‌ها:** دانش‌آموزان با برنامه‌ریزی معلم می‌توانند بعضی آموخته‌های خود را به صورت سمینار در کلاس ارائه دهند یا نتایج فعالیت‌های کتاب را به صورت‌های مختلف در کلاس گزارش کنند. این ارائه می‌تواند به صورت پرده نگار، پوستر، روزنامه دیواری یا مقاله باشد. معلم با در نظر گرفتن موارد مختلف، ارزیابی خود را از ارائه دانش‌آموز به صورت فهرست وار تهیه کرده، جمع‌بندی آن را در دفتر ثبت نمرات وارد می‌کند.

**مشاهده کارهای عملی دانش‌آموزان:** در حین برگزاری آزمایشگاه و فعالیت‌های فردی و گروهی یا پس از آن، بازبین (چک لیست)‌هایی تهیه می‌شود و مطابق آنها نمراتی به دانش‌آموز تعلق می‌گیرد و در دفتر نمرات ثبت می‌شود.

**پرسش کلاسی:** در هر جلسه و در بخشی از وقت کلاس، از مباحث تدریس شده یا ارائه شده توسط دانش‌آموزان در جلسه گذشته، سؤالاتی شفاهی از بعضی دانش‌آموزان پرسیده و نمره دانش‌آموز در دفتر نمرات ثبت شود.

**آزمونک (کوئیز):** بدون اطلاع قبلی دانش‌آموزان، می‌توان آزمون کتبی کوتاهی برگزار کرد که در آن به دو یا سه سؤال پاسخ دهند. نمره کسب شده در این کوئیزها نیز در دفتر نمرات ثبت می‌شود.

**آزمون پایان فصل :** پس از اتمام هر یک از فصل‌های کتاب و با اطلاع قبلی دانش‌آموزان به صورت کتبی و در زمان مشخصی برگزار می‌شود. نمره این امتحان نیز در دفتر ثبت می‌شود.

**نمره مستمر دانش‌آموزان :** با جمع‌بندی نمرات شفاهی، آزمونک پایان فصل، مشاهده کار عملی، فعالیت دانش‌آموزی و... همراه با نظر دبیر در مورد دانش‌آموز که در طول سال تحصیلی به دست آمده است، نمره‌ای به عنوان مستمر اول و دوم در کارنامه ثبت می‌شود که حداکثر دارای ۲۰ امتیاز است.

**امتحان میان سال :** مطابق بودجه‌بندی پیشنهادی دفتر، آزمونی ۲۰ نمره‌ای طراحی و طبق برنامه مدرسه برگزار می‌شود. نمره دانش‌آموز، به عنوان نمره میان سال در کارنامه ثبت می‌شود.

**امتحان پایانی :** امتحان پایانی سال دوازدهم به صورت نهایی برگزار می‌شود. این امتحان با توجه به بودجه‌بندی اعلام شده از سوی دفتر تألیف کتاب‌های درسی ابتدایی و متوسطه نظری و به صورت کتبی و در سطح ملی برگزار شده و نمره آن به صورت جداگانه در کارنامه ثبت می‌شود. این نمره در آزمون ورودی دانشگاه‌ها و کنکور سراسری حائز اهمیت است.

بارم بندی و بودجه بندی شیمی یازدهم  
برای آزمون نوبت اول و پایان سال :

نمره (نوبت دوم)	نمره (نوبت اول)	فصل
۵	۱۵	اول
۲	۵	دوم تا صفحه ۶۳ (تا ابتدای آتالی همان محتوای انرژی است)
۷	—	دوم از صفحه ۶۳ تا آخر
۶	—	سوم
۲۰	۲۰	مجموع

برای آزمون شهرپور و جبرانی دی ماه همچنین در صورتی که آزمون پایان سال به صورت نهایی برگزار شود :

فصل	نمره
اول	۷/۵
دوم	۷/۵
سوم	۵
مجموع	۲۰

■ نمرات هر فصل می تواند نیم نمره نسبت به بارم پیشنهادی فوق تغییر کند.

## توصیه ها و محدوده طرح پرسش ها در آزمون

- سهم محاسبات کمی و عددی در هر آزمون بین ۳۰ تا ۳۵ درصد از نمره کل آزمون را شامل می شود.
- آیا می دانید، تفکر نقاد و در میان تارنها جزو ارزشیابی نیست.
- در صورت پرسش، داده های حافظه محور و مورد نیاز ارائه شود.
- پیوست جدول تناوبی در آزمون ضروری است.
- پیشنهاد مؤکد می شود پرسش های مرتبط با زندگی و صنعت طراحی کنید و اطلاعات و داده هایی درباره مفاهیم درسی موجود در کتاب ارائه و بر اساس داده های صورت مسئله پرسش های مفهومی و با سطوح بالای ارزشیابی طرح کنید.
- معادله شیمیایی موازنه شده در محاسبات کمی و عددی داده شود.
- رسم آرایش الکترونی تا عنصر شماره ۳۶ جدول تناوبی مجاز است.
- نامگذاری آلکان ها با شاخه های فرعی متیل و اتیل جزو اهداف کتاب درسی است اما نام گذاری دیگر ترکیب های آلی جزو اهداف کتاب نیست و در این موارد فقط نام ترکیب های موجود در کتاب می تواند مورد ارزشیابی قرار گیرد.

ردیف	انتظارات عملکردی	مستمر	پایانی
۱	طراحی آزمایش	۲-۴	۱-۳
۲	اجرای آزمایش، ثبت داده‌ها، نتیجه‌گیری و ارائه گزارش	۲-۴	-
۳	تجزیه و تحلیل داده‌ها، رسم نمودار، نتیجه‌گیری از داده‌ها، پیش‌بینی و...	۲-۴	۲-۴
۴	انجام تحقیق و جمع‌آوری اطلاعات (طراحی، اجرا، ثبت داده‌ها، تجزیه و تحلیل، ارائه گزارش)	۲-۳	-
۵	مشارکت و تعامل در فرایند آموزش (انجام فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی، مشارکت در بحث‌های گروهی، کنجکاوی علمی و طرح پرسش‌های مفهومی)	۴-۶	-
۶	پاسخ به پرسش‌های مفهومی (کاربرد، استدلال و قضاوت)	۱-۳	۴-۷
۷	توانایی حل پرسش‌های محاسباتی	۲-۳	۶-۸
۸	حل مسائل در شرایط جدید (کاربرد و استدلال)	-	۱-۳

پیشنهاد می‌شود که در ارزیابی‌های مستمر و پایانی، انتظارات عملکردی مورد توجه قرار گیرد. جدول بالا فهرستی از این انتظارات و سهم آنها را در این آزمون نشان می‌دهد.

### اجزای بسته آموزشی مرتبط با کتاب

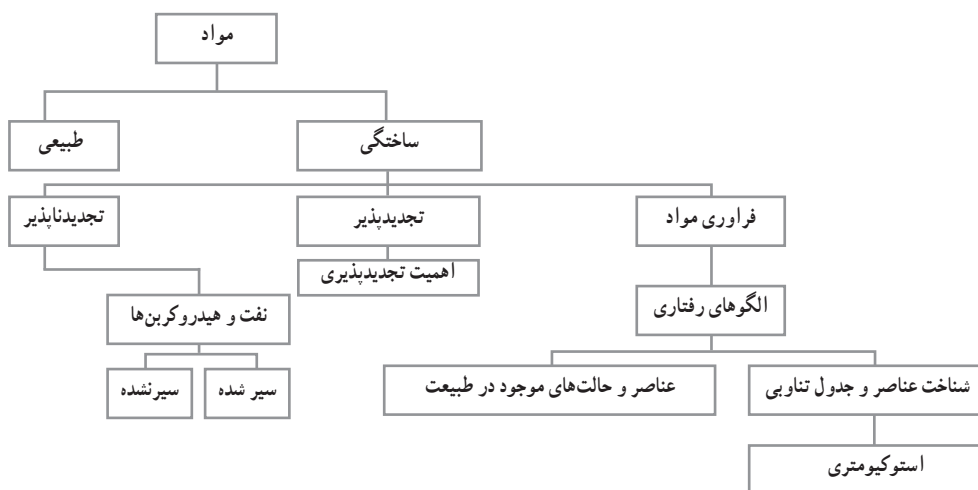
به منظور حمایت فکری معلمان، تقویت صلاحیت‌های حرفه‌ای و تخصصی آنها، تسهیل فرایند آموزش و مراقبت از برنامه برای رسیدن به اهداف، رسانه‌های گوناگونی در قالب بسته آموزشی تولید و در اختیار معلمان قرار می‌گیرد. برای کتاب شیمی دهم موارد زیر تولید شده است.

- کتاب راهنمای معلم
- نرم افزار آموزش معلمان برفراز آسمان
- کتاب کار
- محتوای پشتیبان تحت وب در سایت گروه
- بوسترهای آموزشی
- پادکست‌ها
- فیلم‌های آموزشی و علمی (۱۲۵ قطعه فیلم ۳ تا ۷ دقیقه‌ای) که در تارنمای گروه شیمی دفتر تألیف بارگذاری شده است.

# فصل اول

## قدر هدایای زمینی را بدانیم





## مواد و زندگی ما

از صفحه ۱-۵

واحد

یادگیری ۱

### هدف‌های آموزشی

- ۱ به اهمیت و محدودیت منابع خدادادی زمین پی ببرد.
- ۲ نقش مؤثر مواد موجود در کره زمین را در صنایع گوناگون، زندگی، تجارت جهانی و... درک کند.
- ۳ درک کند که همهٔ مواد طبیعی و ساختگی از کره زمین به‌دست می‌آیند و به زمین برمی‌گردند.
- ۴ مهارت استخراج داده‌ها از نمودار و پایگاه‌های اطلاع‌رسانی را کسب و در خود تقویت کند.
- ۵ ارزش منابع معدنی را به‌عنوان یک هدیهٔ خدادادی درک کند و در حفظ و نگهداری آن کوشا باشد.

### روش تدریس پیشنهادی: مشارکت گروهی و همفکری

پیشنهاد می‌شود از دانش‌آموزان بخواهید که هر یک از گروه‌ها، یک وسیله پرکاربرد را برای مطالعه انتخاب کنند. مانند فلاسک، تبلت، ماشین اسباب بازی، کیف کولی چرخ‌دار، دوربین عکاسی پایه‌دار و... (وسیله‌ای که امکان آوردن آن به کلاس فراهم باشد)

۱ از آنها بخواهید با همفکری اعضای گروه مشخص کنند که وسیله انتخابی خود از چه موادی تشکیل شده است؟ منشأ هر یک از این مواد چیست؟ (دانش‌آموزان با تبادل تجربه‌ها و اطلاعات، مواد اولیه تشکیل‌دهنده آن جسم یا وسیله را اعلام می‌کنند)



برای مثال در مورد فلاسک

- بدنه فلزی آن از استیل است که منشأ آهنی داشته و از سنگ معدن آهن استخراج می‌شود.
- دستگیره پلاستیکی از فراورده‌های نفتی است.
- شیشه درونی آن از سیلیس و مواد معدنی است.
- و...

۲ از آنها بخواهید با همفکری و تبادل نظر مشخص کنند

سرانجام هر یک از اجزای مواد تشکیل دهنده جسم یا وسیله چه خواهد شد؟

از نماینده گروه‌ها بخواهید که پاسخ‌های گروهی مراحل (۱) و (۲) را برای کلاس بازگو کنند، هر جا لازم بود معلم مطالب دانش‌آموزان را تکمیل کند، جمع‌بندی کنید که همه مواد چه مواد طبیعی و چه مواد ساختگی از طبیعت به دست می‌آیند و پس از سال‌ها دوباره به طبیعت بازمی‌گردند. در ادامه کاربرگ زیر را که از قبل تهیه و تکثیر کرده‌اید در اختیار دانش‌آموزان قرار دهید تا به پرسش‌ها پاسخ دهند.

کاربرگ کلاسی (گروهی – فردی) نام و نام خانوادگی (اعضای گروه): موضوع درس: تاریخ:		
<p>۱- جوامع انسانی در طول تاریخ از شکارچی به کشاورزی و سپس به صنعتی تغییر کرده است. تصویر زیر میزان مصرف منابع در این جوامع را برای هر فرد در یک روز نشان می‌دهد.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>جامعه شکارچی</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>جامعه کشاورزی</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>جامعه صنعتی</p> </div> </div> <p style="margin-top: 20px;">(آ) به نظر شما هر فرد در این سه نوع جامعه به چه نوع منابعی از محیط زیست خود نیاز دارد؟</p> <p style="margin-top: 10px;">(ب) چه عواملی را در متفاوت بودن نوع منابع مصرفی در این سه نوع جامعه دخیل می‌دانید؟</p> <p style="margin-top: 10px;">(پ) میزان منابع مورد استفاده برای هر فرد در سه جامعه را برای یک سال برحسب تن محاسبه کنید.</p> <p style="margin-top: 10px;">۲- خواندید که مواد از زمین به دست می‌آیند. اهمیت سنگ کره در دو تصویر صفحه بعد نشان داده شده است. در مورد هر تصویر توضیح دهید.</p>		



پاسخ گروه‌ها را در کلاس توسط نمایندگان گروه بررسی کنید در صورت لزوم پاسخ‌ها را تأیید یا اصلاح نمایید.

برای جلسه بعد تکلیف تعیین کنید: هریک از دانش‌آموزان یک وسیله یا جسم پرکاربرد را در زندگی انتخاب و مراحل (۱) و (۲) را بر روی آن بررسی و نتایج را به صورت پوستر در جلسه بعدی به کلاس ارائه دهند.

## بر دانش خود بیفزایید

فصل با آیات قرآن کریم آغاز شده است تا اهمیت و قدر هدایای زمینی و شناخت و تغییر خواص مواد را بر فراگیران تأکید کند، لازم است از دو منظر زیر مورد توجه قرار گیرد.

۱. توانا بودن انسان بر آسمان‌ها و زمین (سخر).

۲. قرار دادن نعمت‌های آشکار و پنهان در آسمان‌ها و زمین.

دنیای اطراف ما سرشار از زندگی است، آنچه که سیاره ما را در سامانه خورشیدی منحصر به فرد می‌سازد، حیات روی آن است. اما شناخت واقعی ما از زندگی و محیط تا چه حد عمیق است؟ به ندرت به ارتباط بنیادی میان سنگ کره و زندگی می‌اندیشیم. ما تا چه اندازه به منابع سوخت که جایگاه شکل‌گیری آنها سنگ کره است، وابسته‌ایم؟ شناخت خاک و سنگ کره با تمام پیچیدگی‌ها و زیبایی‌هایش، افق دید ما را برای شناخت زندگی گسترده‌تر می‌سازد.





شکل ۱- تمام مواد و فناوری‌های مورد استفاده ما از موادی ساخته شده‌اند که به نوعی منشأ آنها ذخایر زمین است. منابع طبیعی و کاربرد آنها در صنایع گوناگون، نشان از اهمیت وجود آنها در زندگی ما دارد.



شکل ۲- استفاده از مواد در تمدن‌های گذشته

ممکن است جالب باشد که بدانید تمام انسان‌ها در مسیر زندگی خود به چهار نیاز اساسی وابسته‌اند. در اولین لحظه ممکن است به آب و مواد غذایی، پوشاک، سرپناه و... بیندیشیم. با کمی تفکر به هوا و انرژی و نور خورشید به عنوان منبع پایان‌ناپذیر انرژی خواهیم رسید. با بررسی بیشتر در می‌یابیم که سه مورد اول یعنی مواد غذایی، پوشاک و سرپناه همه از یک منشأ واحد که اغلب نادیده گرفته می‌شود یعنی خاک سرچشمه می‌گیرند. (شکل ۱)

## استفاده از مواد از تمدن‌های گذشته تا حال

بررسی تمدن‌ها از گذشته تاکنون نشان می‌دهد که زندگی انسان‌ها در سیاره زمین به دو دوره اصلی تقسیم می‌شود: دوران پیش از تاریخ و دوران تاریخی (شکل ۲).

دوران پیش از تاریخ به روزگاری گفته می‌شود

که انسان‌ها هنوز به نگارش روی نیاورده بودند و سند نوشتاری از خود بر جای نگذاشته‌اند و باستان‌شناسان از راه بررسی ابزارهای سنگی یا فلزی، سفالینه‌ها و آثاری که از کنده‌کاری‌ها و نقاشی‌های روی صخره‌ها و دیوار غارها، به دست آمده به چگونگی زندگی آن مردمان پی بردند. این دوران از زمان ساختن نخستین ابزار سنگی ساده به دست انسان در ۲/۵ میلیون سال پیش تا ۴۵۰۰ سال پیش از میلاد مسیح در نظر گرفته می‌شود. دوران پیش از تاریخ خود به دو دوره سنگ و فلز تقسیم می‌شود.

**دوره سنگ:** دوره سنگ سرآغاز ساختن ابزار و به کار بردن آن به دست انسان است که به سه عصر تقسیم می‌شود: عصر پارینه‌سنگی (Paleolithic)، عصر میان‌سنگی (Mesolithic) و عصر نوسنگی (Neolithic).  
**دوره فلز:** نزدیک به ۵ هزار سال پیش انسان‌ها یاد گرفتند که چگونه فلزها را به کار ببرند و دوره فلز آغاز شد. این دوره به سه عصر مس (Copper)، برنز (Bronze) و آهن (Iron) تقسیم می‌شود.

بنابراین، پیش از تاریخ در سرزمین‌های گوناگون در یک زمان پایان نمی‌پذیرد. به‌طوری‌که پیش از تاریخ

در میان‌رودان و ایران از ۳۵۰۰ سال پیش از میلاد به پایان رسیده بود اما، انگلستان تا ۴۳ سال پیش از میلاد (روزگار ورود رومی‌ها به این جزیره) هنوز در پیش از تاریخ به سر می‌برد. (شکل ۳)



### شکل ۳- مواد در دوران پیش از تاریخ و دوران تاریخی

آسیا و اقلام باقی مانده از از پیشینیان نشان می دهد که اجداد ما چگونه زندگی می کردند، ارزش ها و باورهای آنها چه بوده و همچنین حاوی گنجینه خلاقیت انسان از ابتدا تا شکل گیری تمدن امروزی است.

انسان های پیشین تنها از برخی مواد طبیعی مانند چوب، سنگ، خاک، پشم و پوست استفاده می کردند، بعد از مدتی، توانستند موادی مانند سفال را تولید و برخی فلزها را استخراج کنند که خواص مناسب تری داشتند، با تلاش های بی وقفه افرادی هوشمند دریافتند که گرما دادن به مواد و افزودن آنها به یکدیگر سبب تغییر خواص و گاهی بهبود خواص می شود با گسترش دانش تجربی، به تدریج هزاران ماده تهیه و تولید شد تا زندگی پیچیده و مدرن امروزی را ممکن سازد.

## منابع طبیعی

در اواخر قرن بیستم، آینده‌گران پیش‌بینی کردند که بشریت به سوی خانه‌های پیشرفته حرکت کرده و فراموش می‌کند که آنها در محیط‌های چوبی و سنگی زندگی می‌کردند و فقط با بتن و شیشه، فلز و پلاستیک و... سرکار خواهند داشت که البته با توجه میل باطنی بشر به سمت مواد طبیعی چنین حکمی به وقوع نپیوست و ما در قرن بیست و یکم زندگی با مواد طبیعی را ادامه می‌دهیم، زیرا متوجه شدیم که اهمیت

سلامتی در درجه اول است. و منوط به استفاده از مواد طبیعی است که البته باید در مصرف مواد طبیعی ملاحظات زیست محیطی لازم را در نظر گرفت، همان طور که می دانید به منابعی مانند انرژی خورشیدی و انرژی باد که پیوسته در حال تشکیل شدن هستند، تجدیدپذیر و منابعی مانند سوخت های فسیلی و مواد معدنی که پس از مصرف با تشکیل دوباره جایگزین نمی شوند تجدیدناپذیر می گویند.

از سوی دیگر، افزایش تقاضای جهانی وسایل و امکانات، افزایش مصرف مواد سازنده آنها را به همراه دارد. اما این مواد در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی شوند و کانی آنها باید برای استخراج فلزهای مورد نظر فراوری شود. یعنی تولید فراورده با استفاده از مواد اولیه موجود در زمین که منجر به تولید فراورده مؤثرتر یا مواد قابل استفاده می شود.

نکات زیر می تواند در استفاده از منابع قابل توجه باشد:

- تکیه بر استفاده بیشتر از منابع تجدیدپذیر
- افزایش طول عمر فراورده
- بازگردانی
- کشف و استفاده از منابع جدید و نو

فراوری بر روی مواد متناسب با کاربرد آنها صورت می گیرد برای مثال آلومینیم مورد استفاده در ساختمان با آلومینیم موجود در صنایع هوا فضا از نظر چگالی، ضریب اصطکاک و مقاومت گرمایی متفاوت هستند. زندگی مدرن و صنعتی کنونی بدون بهره برداری از مواد معدنی ممکن نیست؛ با این حال، مهم است بدانیم که مواد معدنی، ذخیره های پایان ناپذیر نیستند و ما نمی توانیم نیازهای رو به رشد جمعیت جهان را بر روی منابع محدود بنا کنیم. از طرفی، اندوخته های انرژی امروز، ره توشه آیندگان نیز هست؛ شیمی چه پیشنهادهایی برای جایگزینی و افزایش ماندگاری این منابع ارزشمند طبیعی ارائه می کند؟



شکل ۴- برخی مواد طبیعی و ساختگی

برخی موادی که پیرامون ما وجود دارند به همان شکل مورد استفاده قرار می گیرند بدون آنکه انسان روی آنها فرایندی انجام دهد. آنها را مواد طبیعی (Material Natural) می نامند مثل پنبه،

سنگ آهک، طلا و... و موادی که با دستکاری انسان از ماده موجود در طبیعت به دست می آید، مواد ساختگی (Made Man, Synthetic Material) یا ساختگی می نامند، مثل شیشه، فولاد، پلاستیک و... حال ممکن است این ماده از پیش در طبیعت وجود داشته باشد یا وجود نداشته باشد (شکل ۴).

### هدایایی زمینی

از هدایایی زمینی به عنوان سرمایه ملی هر کشور و امانتی از آیندگان یاد می شود که استفاده صحیح از این منابع نشانه پیشرفت علمی و فرهنگی جامعه و زمینه ساز توسعه پایداری است، به عبارتی دیگر سطح استاندارد زندگی با میزان استفاده آنها به اشکال مختلف افزایش می یابد. در واقع، میزان در دسترس بودن منابع، معیاری از ثروت هر جامعه است. کشورهایی که در شناسایی و استخراج یا واردات و استفاده درست از منابع موفق ترند، رشد کرده و به شکوفایی اجتماعی می رسند.

به عبارتی توسعه یافتگی، حرکت در جهت توسعه پایدار است یعنی بهره برداری مناسب و صحیح که کمترین ردپا و آسیب زیست محیطی را داشته باشد. بهره برداری به نوعی به تکنولوژی و امکانات اقتصادی نیاز دارد پس کشوری که بهره برداری می کند، توسعه یافته است. با توجه به اطلاعات دانش آموزان از شیمی دهم در بحث توسعه پایدار می توان به این نتیجه رسید که میزان برداشت از منابع اگرچه به نوعی پیشرفت فناوری و مدیریت منابع انسانی و... را به همراه دارد اما باید برداشت اصولی و مناسب در جهت توسعه پایدار باشد. توجه کنید رشد با توسعه فرق دارد.

کشورها را می شود از این حیث به سه دسته تقسیم بندی کرد :

۱ کشورهایی که منابع خام چندانی ندارند اما توسعه یافته اند.

۲ دسته دوم کشورهایی که میزان بهره برداری زیاد و رشد اقتصادی خوبی دارند ولی از توسعه متوازن برخوردار

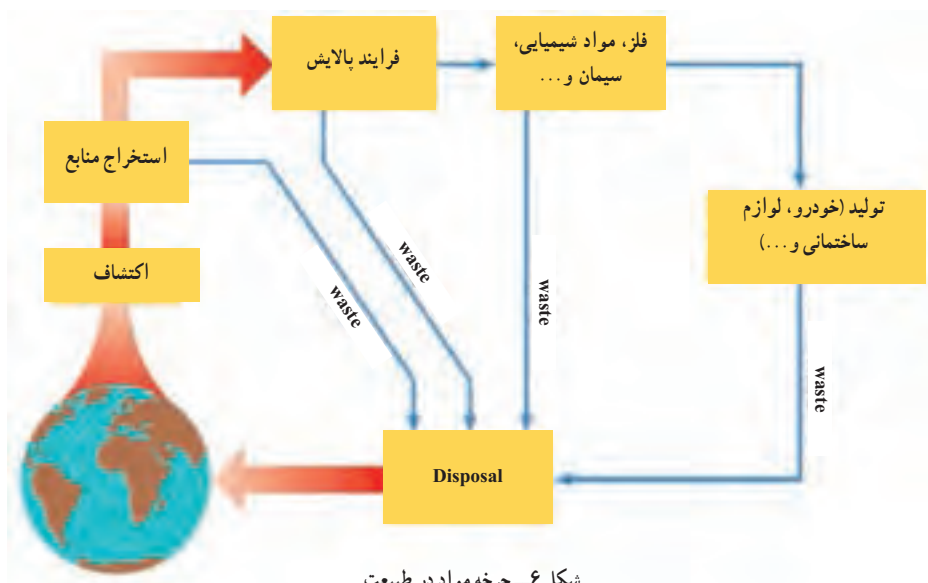
نیستند مثل اغلب کشورهای نفتی، بهره برداری بیشتر به معنی توسعه یافتگی بیشتر نیست چنانچه کشورهای عربی از منابع نفتی بهره برداری بیشتری دارند ولی توسعه یافته تر از کشورهای اروپایی نیستند.

۳ در کشورهایی مثل نروژ و آمریکا میزان بهره برداری از منابع با توسعه یافتگی رابطه مستقیم دارد. دقت نمایید زمینی که مادر آن زندگی می کنیم به طور غیرمنتظره سرشار از انواع مواد معدنی است. معدن شناسان بیش از ۴۴۰۰ گونه مختلف مواد معدنی را



شکل ۵- درصد فراوانی عناصر در پوسته جامد زمین

شناسایی کرده‌اند و بر این باورند که این تنوع در کره زمین از دیگر سیاره‌های همسایه، بیشتر است (شکل ۵). شگفت‌آور است اگر بدانید در هر سال بیش از ۷۰ میلیارد تن از منابع انرژی، سوخت‌های فسیلی، فلز و منابع معدنی از زمین استخراج می‌شود که تقریباً حدود ۱۰ تن برای هر نفر در جهان است. در میان مواد معدنی فلزی، بیش از ۹۵٪ وسایل فلزی را آهن تشکیل می‌دهد. میزان مصرف سدیم و آهن حدود ۱۰۰-۱۰۰۰ میلیون تن در سال است. مقدار مصرف سالیانه نیتروژن، گوگرد، پتاسیم و کلسیم حدود ۱۰-۱۰۰ میلیون تن می‌باشد که برای بازیرویی خاک و یا تولید کود شیمیایی استفاده می‌شود. عناصری مانند روی، مس، آلومینیم و سرب با مصرف جهانی سالانه حدود ۳-۱۰ میلیون تن از دیگر مواد معدنی استخراج شده از کره زمین هستند. هرچند که این مواد استخراج می‌شوند اما دوباره به زمین برمی‌گردند (شکل ۶).



مقدار کل این منابع در کره زمین ثابت، ولی به‌طور یکنواخت در زمین پراکنده نشده‌اند که امروزه با امواج الکترومغناطیس و از راه دور وجود و میزان منابع را تخمین می‌زنند. بدیهی است که میزان و نوع منابع خام کشف شده در کشورها یکسان نیست. هر کشور منابع مازاد خود را به دیگر کشورها صادر و منابع مورد نیاز را وارد می‌کند که این امر خود باعث تجارت بین کشورها می‌شود. برآورد برخی از عناصر و میزان پراکندگی آنها در کره زمین مطابق شکل ۷ است:



شکل ۷- پراکندگی منابع در زمین

برای مثال خاک چینی نوعی خاک سفید و نرم است که نخستین بار توسط چینی‌ها برای ساخت ظروف سفالی مورد استفاده قرار گرفت و ایران از نظر تولید آن، رتبه هشتم جهان را دارد (شکل ۸).



شکل ۸- خاک چینی

این خاک حاوی ۴۶ درصد سیلیس، ۴۰ درصد آلومینیم و ۱۴ درصد آب است. خاک چینی دارای خاصیت ویژه‌ای است و در دمای بسیار بالا سفید، سخت و براق می‌شود. به دلیل دارا بودن این خاصیت و ویژگی، از آن برای ساختن ظروف مختلف از جمله فنجان، بشقاب و حتی مجسمه و کاشی استفاده می‌شود. این خاک در زمین‌شناسی به کائولن معروف است.



همچنین براساس میزان استخراج ده کالای گران قیمت نفت، گاز، زغال سنگ، جنگل و چوب، طلا، نقره، مس، اورانیم، آهن خام و فسفات، ایران با در اختیار داشتن منابع غنی نفت و گاز به ارزش حدود ۲۷ تریلیون دلار پس از کشورهای روسیه، آمریکا، عربستان سعودی و کانادا در رتبه پنجم جهان قرار دارد. کشورهای چین، برزیل، استرالیا، عراق و ونزوئلا نیز رتبه‌های ششم تا دهم جهانی را از آن خود کردند. و از لحاظ ذخایر نفتی به صورت جدول ۱ است.

جدول ۱- کشورهای براساس میزان ذخیره نفت خام اثبات شده					
رتبه	کشور	بشکه	رتبه	کشور	بشکه
۱	ونزوئلا	۲۹۸,۴۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۱	ایالات متحده آمریکا	۳۶,۵۲۰,۰۰۰,۰۰۰
۲	عربستان سعودی	۲۶۸,۳۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۲	قزاقستان	۳۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۳	کانادا	۱۷۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۳	قطر	۲۵,۲۴۰,۰۰۰,۰۰۰
۴	ایران	۱۶۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۴	چین	۲۴,۶۵۰,۰۰۰,۰۰۰
۵	عراق	۱۴۴,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۵	برزیل	۱۵,۳۱۰,۰۰۰,۰۰۰
۶	کویت	۱۰۴,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۶	الجزایر	۱۲,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰
۷	روسیه	۱۰۳,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۷	مکزیک	۹,۸۱۲,۰۰۰,۰۰۰
۸	امارات متحده عربی	۹۷,۸۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۸	آنگولا	۹,۰۱۱,۰۰۰,۰۰۰
۹	لیبی	۴۸,۳۶۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۹	اکوادور	۸,۸۳۲,۰۰۰,۰۰۰
۱۰	نیجریه	۳۷,۰۷۰,۰۰۰,۰۰۰	۲۰	آذربایجان	۷,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰



## الگوها و روندها در رفتار و مواد و عناصرها

از صفحه ۵-۱۰

واحد  
یادگیری ۲

### هدف‌های آموزشی

- ۱ به اهمیت مشاهده و آزمایش در پیدا کردن یک روند و الگویی مناسب میان عناصرها و طبقه‌بندی آنها پی برد.
- ۲ به نقش جدول دوره‌ای به عنوان یک ابزار در بررسی روند تغییر خواص عناصرها پی برد.
- ۳ با فلز، نافلز و شبه فلزها و خواص آنها آشنا شود.
- ۴ به کاربرد برخی فلزها و شبه فلزها پی برد.
- ۵ با توجه به ویژگی عناصر داده شده تغییر خواص فلزی و یا نافلزی را در یک گروه و در یک دوره درک کند.
- ۶ مهارت تشخیص نوع یک عنصر را با توجه به خواص آن کسب و در خود تقویت کند.

### روش تدریس پیشنهادی: بارش فکری، الگوی دریافت مفاهیم

پیشنهاد می‌شود به کمک دانش آموزان مثال‌هایی از دسته‌بندی و مرتب کردن اجسام طبق ویژگی خاص بیان کنید مثل اصول رعایت شده در چیدمان کتاب‌ها در کتابخانه و ...

یک نقشه (نقشه ایران) را بر روی تابلو نصب کنید از دانش آموزان بخواهید اطلاعاتی را که این نقشه در اختیار قرار می‌دهد را فهرست کنند و سپس از دانش آموزان بخواهید چند پدیده طبیعی را که در طول سال، ماه یا هفته تکرار می‌شوند نام ببرند، مثال‌هایی چون طلوع خورشید، روزهای هفته در تقویم، چرخه آب، برنامه هفتگی کلاس و ... با این نمونه‌ها توجه دانش آموزان را به مفهوم دوره‌ای بودن جلب و معنای آن را توضیح دهید.

اکنون در صورت امکان کارت‌هایی مثل نمونه صفحه بعد در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید با توجه به اطلاعات کارت‌ها آنها را دسته‌بندی کنند و اساس تنظیم جدول خود را با عبارت‌هایی به صورت یک فهرست مشترک گروهی ارائه دهند. اجازه دهید همه گروه‌ها نظر خود را بیان کنند و دیگر گروه‌ها نیز به نقد جدول ارائه شده بپردازند.

یک جدول تناوبی امروزی را بر روی تابلو نصب کنید از دانش آموزان بخواهید اطلاعات را که جدول به آنها می‌دهد با جدول‌های خود مقایسه و نقایص جدول خود را بیان کنند.

حال مطالب را جمع‌بندی و محتوای مربوط به جدول دوره‌ای عناصرها را تدریس نمایید.



از گروه‌ها بخواهید :

- دوره اول و دوم و سوم جدول را بررسی و روندهای مشترک را به صورت عبارتهای مجزا بنویسند.
  - روشی برای تعیین شماره گروه هر عنصر از روی آرایش الکترونی ارائه دهند.
  - از روی عدد اتمی هر عنصر و مکان گازهای نجیب، چگونه می‌توان شماره دوره و گروه آن عنصر را تعیین کرد؟
  - از گروه‌ها بخواهید گروه ۱۴ جدول دوره‌ای را بررسی و ویژگی‌های یکی از عنصرهای آن را به صورت عبارت مجزا بنویسند.
- به دانش‌آموزان زمان کافی بدهید تا پاسخ‌ها را بنویسند، عبارت‌ها و گروه‌ها را به تابلو منتقل و درباره آنها گفت‌وگو و در نهایت جمع‌بندی کنید.

Li لیتیم جامد ۶/۴۱ فلز	Na سدیم جامد ۲۲/۹۹ فلز	K پتاسیم جامد ۳۹/۰۹ فلز	Mg منیزیم جامد ۲۴/۳۰ فلز	Ca کلسیم جامد ۴۰/۳۷ فلز
${}^7\text{Li}$ [He] $2s^1$ ترکیب هیدروژن دار : LiH	${}^{11}\text{Na}$ [Ne] $3s^1$ ترکیب هیدروژن دار : NaH	${}^{19}\text{K}$ [Ar] $4s^1$ ترکیب هیدروژن دار : KH	${}^{12}\text{Mg}$ [Ne] $3s^2$ ترکیب هیدروژن دار : MgH <sub>2</sub>	${}^{20}\text{Ca}$ [Ar] $4s^2$ ترکیب هیدروژن دار : CaH <sub>2</sub>
F فلوئور گاز ۱۸/۹۹ نافلز	Cl کلر گاز ۳۵/۴۵ نافلز	Br برم مایع ۷۹/۹۰ نافلز	He هلیوم گاز ۴/۰۰ نافلز	Ne نئون گاز ۲۰/۱۷ نافلز
${}^9\text{F}$ [He] $2s^2 2p^5$ ترکیب هیدروژن دار : HF	${}^{17}\text{Cl}$ [Ne] $3s^2 3p^5$ ترکیب هیدروژن دار : HCl	${}^{35}\text{Br}$ [Ar] $3d^10 4s^2 4p^5$ ترکیب هیدروژن دار : HBr	${}^{2}\text{He}$ $1s^2$ ترکیب هیدروژن دار : -	${}^{10}\text{Ne}$ [He] $2s^2 2p^6$ ترکیب هیدروژن دار : -
${}^5\text{B}$ [He] $2s^2 2p^1$ ترکیب هیدروژن دار : BH <sub>3</sub>	Ar آرگون گاز ۳۹/۹۴ نافلز	Al آلومینیم جامد ۲۶/۹۸ فلز	O اکسیژن گاز ۱۵/۹۹ نافلز	B بور جامد شبه فلز
		${}^{18}\text{Ar}$ [Ne] $3s^2 3p^6$ ترکیب هیدروژن دار : -	${}^{13}\text{Al}$ [Ne] $3s^2 3p^1$ ترکیب هیدروژن دار : AlH <sub>3</sub>	${}^8\text{O}$ [He] $2s^2 2p^4$ ترکیب هیدروژن دار : H <sub>2</sub> O

**تکلیف بدهید :** برای هر گروه دانش آموزان، یک گروه جدول را مشخص و از آنها بخواهید با ارتباط و تبادل نظر با یکدیگر برای جلسه آینده ویژگی های آنها را به صورت عبارت هایی مجزا استخراج و به کلاس ارائه دهند، به آنها اعلام کنید که می توانند از کتاب های علمی و اینترنت استفاده نمایند.

## بر دانش خود بیفزایید

### الگوها و روندها در رفتار مواد و عناصر

شیمی دان ها در قرن نوزدهم به شدت مشغول فعالیت های علمی بودند. یکی از مهم ترین تلاش های آنها جداسازی و شناسایی همه عناصر بود. شیمی دان ها در سراسر جهان ترکیب های مختلف را به عنصرهای سازنده آنها تجزیه کردند تا خواص عنصرها را مطالعه و بررسی کنند. در نتیجه این تلاش ها تا سال ۱۸۶۰ میلادی حدود ۷۰ عنصر از ۱۱۸ عنصری که امروزه شناخته شده اند، شناسایی، جداسازی و مطالعه شده اند. به عبارت دیگر، در ساختار هزاران ترکیب یا مخلوط شیمیایی گوناگونی که بررسی شده بودند، فقط ۷۰ عنصر یافت می شد.

همچنان که عنصرها کشف می شدند، خواص آنها بررسی می شد و داده های زیادی به دست می آمد، از این رو دسته بندی این داده ها به روش های سودمند که بتواند به فهم خواص عنصرها کمک کند، ضروری به نظر می رسید.

دوبراینر (۱۷۸۰-۱۸۴۹) دانشمند آلمانی در سال ۱۸۲۹ میلادی دریافت که می توان عنصرها را در دسته های سه تایی (triads) مرتب کرد. پس از وی در سال ۱۸۶۵ میلادی نیولندز (۱۸۳۷-۱۸۹۸) دانشمند انگلیسی پیشنهاد کرد که ۶۲ عنصر شناخته شده می توانند براساس افزایش جرم اتمی در هفت گروه مرتب شوند.

بزرگ ترین پیشرفت در زمینه دسته بندی عنصرها با کارهای مندلیف (۱۸۳۴-۱۹۰۷) به دست آمد. وی در دهه ۱۸۶۰ میلادی، عنصرها و خواص آنها را روی کارت های مشخصی فهرست کرد. سپس، چیدمان های گوناگونی از این کارت ها را برای یافتن الگوهای مشخص و متنوع بررسی کرد. وقتی که وی عنصرها را

برحسب افزایش جرم اتمی مرتب کرد، دسته بندی عنصرها کمک شایانی به پیشنهاد مدل های اتمی و دستیابی به ساختار اتم کرد. به گونه ای که، آن دسته از مدل های اتمی ای پذیرفته می شد که توانایی بیشتری برای توجیه و تفسیر خواص عنصرها و ترکیب های آنها داشت.



در سال ۱۹۱۳ میلادی، موزلی<sup>۱</sup> (۱۸۸۷-۱۹۱۵) دانشمند جوان انگلیسی که با رادرفورد کار می کرد، مشخص نمود که طول موج پرتوهای X نشر شده از هر عنصر با تعداد پروتون های آن عنصر، ارتباط مستقیم دارد، پس از این آزمایش ها، شیمی دان ها پی بردند که دسته بندی عناصرها با افزایش عدد اتمی، ناهمبستگی های جدول مندلیف را برطرف می کند.

بررسی جدول تناوبی و ویژگی های عناصرها در هر گروه نشان می دهد که اغلب عناصرهای تشکیل دهنده دسته های s، p و d جدول دوره ای همانند آلومینیم، کروم و مس رسانای خوب گرما و برق بوده و دارای سطحی درخشان هستند، بنابراین خصلت فلزی دارند. در واقع خصلت فلزی نامی است که به مجموعه ای از خواص شیمیایی و فیزیکی مرتبط با فلزها داده می شود. این خواص با واکنش پذیری زیاد، سهولت از دست دادن الکترون و تشکیل کاتیون ارتباط دارد (شکل ۹). خواص فیزیکی مرتبط با خصلت فلزی شامل درخشش فلزی، چگالی زیاد، رسانایی گرمایی و الکتریکی بالا است. ویژگی های نافلزی همچون شکنندگی و نداشتن سطح براق عموماً در عناصرهای دسته p جدول به چشم می خورد در این دسته، نافلزی چون گوگرد وجود دارد که به شکل بلورهای زرد رنگ است و در کانی های سولفید و سولفات دیده می شود.



شکل ۹- روند تغییر خصلت فلزی در جدول دوره ای عناصرها

## زندگی مدرن و فلز و نافلز



در حدود ۲۵٪ جرم کره زمین را فلزها تشکیل می‌دهند، امروزه فلزها به دلیل برخورداری از خواص ویژه، کاربردهای متنوع و گسترده‌ای یافته‌اند (شکل ۱۰). نام فلز یادآور درخشندگی و جلا است. گاهی تشکیل یک لایه اکسید در سطح فلز، ظاهر آن را کدر می‌کند. این پدیده به دلیل واکنش‌پذیری فلزها و ترکیب آنها با اکسیژن هوا است؛ فرایندی که به اکسایش معروف است. با حذف این لایه اکسید، سطح فلز بار دیگر خواهد درخشید.



شکل ۱۰- اهمیت فلزها

آهن: این فلز، از سنگ معدن آهن استخراج می‌شود و به ندرت به حالت آزاد (عنصری) یافت می‌شود. آهن برای تولید فولادی به کار می‌رود که عنصر نیست، بلکه یک آلیاژ و مخلوطی است از فلزات متفاوت (و برخی نافلزها مانند کربن) و درصد آهن از تمامی فلزات بیشتر است و ۹۵ درصد فلزات تولید شده در سراسر جهان را فولاد تشکیل می‌دهد. قیمت ارزان و مقاومت بالای فولاد استفاده از آن را به خصوص در اتومبیل‌ها، بدنه کشتی‌های بزرگ و ساختمان‌ها اجتناب‌ناپذیر می‌کند.



شکل ۱۱- پل معلق اهواز

پل نشان داده شده در شکل ۱۱، پل معلق اهواز می باشد که پایه های آن از فولاد (آلیاژ آهن، کروم و کربن است) به همین خاطر دارای استحکام و مقاومت زیادی می باشد.

**آلومینیم:** فلزی نرم و سبک، اما قوی است که اغلب به شکل سنگ معدن بوکسیت یافت می شود. چگالی آلومینیم تقریباً یک سوم فولاد یا مس است. چکش خوار، انعطاف پذیر و به راحتی خم می شود. همچنین بسیار بادوام و مقاوم در برابر زنگ زدن و خوردگی است. چه از نظر کیفیت و چه از نظر ارزش، آلومینیم کاربردی ترین فلز بعد از آهن است و در اغلب بخش های صنعت دارای اهمیت می باشد. برخی کاربردهای فراوان آلومینیم عبارت اند از: حمل و نقل (ساخت اتومبیل ها، هواپیماها، کامیون ها، کشتی ها، ناوگان های دریایی، راه آهن و...)، بسته بندی (ساخت و تهیه قوطی ها، فویل و...)؛ کالاهای با دوام برای مصرف کننده (وسایل برقی خانگی، وسایل آشپزخانه،...)، ساختمان (ساخت درب، پنجره، دیوارپوش ها و...) و درب محیط های مرطوب مثل حمام و استخر (شکل ۱۳).



شکل ۱۲- بسیاری از برج های تجاری شهرها را از نمای آلومینیمی می سازند.

**نقره:** فلزی نرم، انعطاف پذیر با نمایی سفید و درخشان است. در مقایسه با دیگر فلزها، رسانایی الکتریکی و گرمایی بسیار بالاتری دارد. نقره فلزی غیرسمی بوده که به صورت گرد آتش گیر است. از نقره برای تولید لوازم فلزی منزل، ظروف آشپزخانه، جواهر آلات و قطعات رسانا در وسایل برقی استفاده می شود (شکل ۱۴).



شکل ۱۳- درب نقره‌ای حرم امام رضا (ع)

**مس :** فلزی سرخ‌رنگ و انعطاف‌پذیر است و رسانایی الکتریکی بالایی دارد. در حالت عنصری، سمی نیست و وجود مقدار ناچیزی از آن در رژیم غذایی بسیار ضروری است. از مس برای تولید سیم‌های برق و برخی آلیاژها مانند برنج و برنز استفاده می‌شود (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- بارگاه حضرت حافظ از مس ساخته شده است.

**روی:** فلزی سفید و درخشان است که نمای طوسی مایل به خاکستری دارد؛ به شکل عنصری در طبیعت یافت نمی‌شود. سمیت کمی دارد و به شکل گرد آتش گیر است. از روی برای تولید ظروف آشپزخانه، برخی آلیاژها مانند برنج و یرنز و نیز در باتری سازی استفاده می‌شود.

**سرب:** فلزی خاکستری رنگ، نرم، سنگین است. آتش نمی‌گیرد و به صورت گرد، بخار سمی است. رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد و امواج صوتی را به خوبی جذب می‌کند. از سرب برای ساختن باتری‌های انباره‌ای (باتری خودروها)، آلیاژهای لحیم کاری، روکش درونی کابل‌های مخابراتی و تولید برخی مواد شیمیایی به ویژه تتراتیل سرب (برای تولید بنزین سرب‌دار) استفاده می‌شود.



شکل ۱۵- جیوه، فلزی مایع

**جیوه:** جیوه تنها فلز مایع در دمای اتاق، سمی است و در ساخت آینه به کار می‌رود. جیوه جذب شده توسط ریه وارد خون می‌شود و در اندام‌های مختلف مثل کلیه، مغز و کبد توزیع می‌شود. جیوه اثراتی نیز بر قلب دارد و باعث عوارض قلبی می‌شود.

## عناصر نافلزی

نافلزها در واکنش‌های شیمیایی تمایل به گرفتن الکترون دارند و فعال‌ترین آنها در سمت راست بالای جدول دوره‌ای قرار دارد. توجه داشته باشید که تقسیم‌بندی دقیقی بین خصلت فلزی و نافلزی وجود ندارد بلکه با حرکت از چپ به راست در جدول تناوبی، افزایشی در تمایل به پذیرش الکترون (خصلت نافلزی) و کاهش در احتمال از دست دادن یک یا چند الکترون برای یک اتم وجود دارد.



شکل ۱۶- برم، نافلزی مایع

**برم:** مایعی است به رنگ سرخ قهوه‌ای که بخار آن بسیار سمی و سوزش‌آور است. این نافلز به شکل عنصر، در طبیعت یافت نمی‌شود. بسیار واکنش‌پذیر است و به مقدار بسیار کمی در آب حل می‌شود. ترکیب‌های آن در آب دریا زیاد است و از همین منبع استخراج می‌شود. برم در تولید مایع‌های خاموش‌کننده آتش، رنگ‌های نساجی، مواد دارویی و عکاسی کاربرد دارد (شکل ۱۶).



**کلر :** گازی سمی به رنگ سبز مایل به زرد است. بویی آزاردهنده و نافذ دارد و در هوا نمی‌سوزد. این نافلز به شکل عنصر در طبیعت وجود ندارد و ترکیب‌های آن در آب دریا و در خشکی به مقدار زیاد یافت می‌شود (شکل ۱۷). نمک خوراکی (سدیم کلرید) و جوهر نمک (هیدروکلریک اسید) از جمله شناخته شده‌ترین ترکیب‌های آن هستند. کلر در تصفیه آب و تولید بسیاری از مواد شیمیایی، به ویژه پی‌وی‌سی کاربرد دارد. پی‌وی‌سی نوعی ماده پلاستیکی است که برای تولید بطری‌های نوشابه، لوله‌های انتقال آب و ... به کار می‌رود.



شکل ۱۷- گاز کلر

**ید :** نافلزی بسیار سمی است که از ترکیبات آن در پزشکی (تشخیص و تنظیم میزان فعالیت غده تیروئید و درمان بیماری گواتر) و عکاسی (ساخت ماده حساس به نور) استفاده می‌شود. این نافلز نیز به شکل آزاد در طبیعت یافت نمی‌شود. در صورت کمبود ید در بدن بیماری گواتر ایجاد می‌گردد که برای پیشگیری از این بیماری مصرف نمک یددار توصیه می‌شود.



شکل ۱۸- گوگرد

**گوگرد :** جامدی غیرسمی به رنگ زرد است و به آسانی و با تولید گازی بی‌رنگ، سمی و خفه‌کننده (گوگرد دی‌اکسید) در هوا می‌سوزد. این نافلز به فراوانی، به صورت عنصر در طبیعت وجود دارد. مقادیر زیادی از آن در اطراف چشمه‌های آب گرم و مناطق آتش‌فشانی و به مقدار بسیار زیاد در معادن زیرزمینی، گاز طبیعی ترش و گاز کوره‌های کک‌پزی یافت می‌شود. از گوگرد برای تولید سولفوریک اسید، مواد آرایشی بهداشتی، مواد منفجره، حشره‌کش‌ها، رنگ‌های نساجی، مواد شوینده و لاستیک خودروها استفاده می‌کنند (شکل ۱۸).

**کربن :** نافلزی است که به چند شکل در طبیعت یافت می‌شود. الماس و گرافیت دو شکل بلوری آن هستند و زغال، کک و دوده (کربن سیاه حالت‌های بی‌شکل یا غیربلوری آن به‌شمار می‌آیند. کاربردهای کربن به شکل آن بستگی دارد؛ برای نمونه از دوده در تولید لاستیک خودروها، جوهر مشکی، کاغذهای کربن مشکی و واکس‌سازی استفاده می‌شود.



**فسفر سرخ:** فسفر به شکل عنصر در طبیعت یافت نمی شود و ترکیب های آن به شکل سنگ های فسفات فراوان است. فسفر به سه شکل فسفر سفید، فسفر سیاه و فسفر سرخ وجود دارد. فسفر سرخ، گرد بی شکلی به رنگ سرخ بنفش و با سمیت کم است. مقدار زیاد آن در برابر هوا خود به خود آتش می گیرد. از این نوع فسفر در تولید فسفریک اسید، کبریت های بی خطر و کودهای شیمیایی استفاده می شود.

### عناصر شبه فلزی:

عناصری که برخی خواص فیزیکی آنها شبیه فلز و خواص شیمیایی آنها همانند نافلزهاست. عناصری مانند سیلیسیم و آرسنیک جزو شبه فلزها محسوب می شوند.



شکل ۱۹

**سیلیسیم:** شبه فلزی است که در طبیعت به شکل خالص یافت نمی شود. سیلیسیم خالص، ماده ای سخت و به رنگ خاکستری تیره است. این ماده مانند فلز می درخشد. سیلیسیم در حرارت بالا با سایر عناصر ترکیب می شود. ۲۸ درصد از پوسته زمین را سیلیسیم تشکیل می دهد. سیلیسیم و ترکیبات آن در صنایع مختلف کاربردهای فراوان دارند (شکل ۱۹).



شکل ۲۰

**آرسنیک:** شبه فلز سمی و معروفی بوده که از نظر شیمیایی شبیه فسفر است، و به سه شکل زرد، سیاه و خاکستری یافت می شود. آرسنیک و ترکیبات آن، به عنوان آفت کش (علف کش، حشره کش) مورد استفاده قرار می گیرند. آرسنیک و بسیاری از ترکیبات آن سمی هستند. آرسنیک با مختل کردن وسیع سیستم گوارشی و ایجاد شوک، منجر به مرگ می شود (شکل ۲۰).

دو فلز گروه ۱۵ جدول دوره ای عبارت اند از:



شکل ۲۱

**آنتیموان:** فلزی به رنگ سفید مایل به آبی است اما چکش خوار و نرم نیست و رسانای ضعیفی برای جریان برق است. آنتیموان گاهی نافلز و در کانی شناسی شبه فلز نامیده می شود. کاربرد عمده آنتیموان در تهیه آلیاژهاست (شکل ۲۱).

**بیسموت:** فلزی به رنگ سفید مایل به خاکستری با زمینه قرمز است که گاه به شکل طبیعی در مقادیر کم یافت می شود. این فلز یکی از معدود فلزاتی است که حجم آن هنگام انجماد افزایش می یابد به طوری که هنگام تغییر از حالت مایع به جامد به میزان ۳/۳ درصد منبسط می شود، بیسموت به عنوان عامل آلیاژدهنده کاربردهای متنوعی دارد. هر دوی این فلزات بسیار تردند و به سهولت به گرد تبدیل می شوند (شکل ۲۲).

صنعت الکترونیک مدیون ویژگی نیمه‌رسانایی سیلیسیم است.



شکل ۲۲- فلزهای به‌کار رفته در چهار قسمت مختلف تلفن همراه

جدول تناوبی به ما در یافتن اطلاعات شیمیایی از جنبه‌های مختلف کمک می‌کند. می‌توان با بررسی روندها در میان خواص اتم‌های مختلف، در مورد رفتار مواد خاصی پیش‌بینی‌های درستی ارائه داد. در جدول ارائه شده توسط زانت (شکل ۲۳). زیر لایه ۹ شروع می‌شود، برخی از ویژگی‌های دیگر آن عبارت است از ...

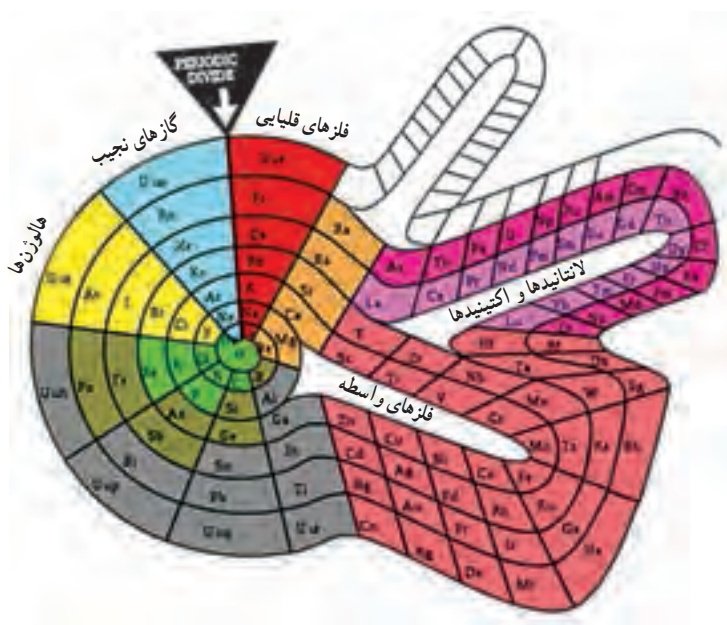
■ عنصرهای دسته s را در سمت راست چیده است.

The periodic table shows elements color-coded by groups:

- s-block (purple):** Groups 1 and 2.
- p-block (yellow):** Groups 13 to 18.
- d-block (green):** Groups 3 to 10.
- f-block (blue):** Groups 14 to 18 (Lanthanides and Actinides).

شکل ۲۳- جدول تناوبی زانت

- عنصرهای دسته p هم در سمت راست است.
  - مکان دسته‌های d و f در وسط و سمت چپ جدول است.
  - تشخیص دسته عنصرها آسان است.
  - ترتیب افزایش عدد اتمی رعایت شده است.
  - روندهای فلزی و نافلزی رعایت شده است.
  - مکان و دسته عنصرهای ۱۱۹ و ۱۲۰ را درست تعیین کرده است.
  - چیدن ۵۰ عنصر جدید امکان‌پذیر است.
  - در ردیف‌های پایین جدول تقسیم‌بندی وجود ندارد.
  - پیش‌بینی کرده که عنصر ۱۲۱ به دسته جدید به نام g تعلق دارد.
  - دسته g تا عنصر ۱۳۹ ادامه دارد و عنصر ۱۴۰ به دسته f تعلق خواهد داشت.
  - یعنی عنصر ۱۴۰ رفتاری مانند عنصرهای ۵۷ و ۸۹ خواهد داشت.
  - در این دسته‌بندی شماره گروه عنصرها نظمی ندارد و مشخص نیست بر چه اساسی است.
- دو نمونه دیگر از جدول‌های تناوبی که حاوی اطلاعات شیمیایی مفیدی هستند در ادامه ملاحظه می‌کنید (شکل‌های ۲۴ و ۲۵).



شکل ۲۴— نمونه‌ای از جدول تناوبی

→ گروه‌ها  
↓ دوره‌ها

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	
1st	H	He													
2nd	Li	Be	B	C	N	O									
	F	Ne													
3rd	Na	Mg	Al	Si	P	S									s
	Cl	Ar													p
4th	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni					d
	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se									f
	Br	Kr													1s <sup>1</sup>
5th	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd					1s <sup>2</sup>   p <sup>6</sup> گروه صفر
	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te									
	J	Xe													
6th	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sa	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	
	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt					
	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po									
	At	Nt													
	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Ei	Fm	

شکل ۲۵- نمونه دیگری از جدول تناوبی

## شعاع اتم و روند تناوبی آن در جدول

از صفحه ۱۰-۱۴

واحد  
یادگیری ۳

### هدف‌های آموزشی

- ۱ مفهوم قانون دوره‌ای را درک کند.
- ۲ ضمن آشنایی با جدول شارل ژانت دریابد جدول دوره‌ای ایزاری است که با کشف عناصر جدید شیوه و چیدمان آنها می‌تواند تغییر کند.
- ۳ مفهوم شعاع اتمی، رابطه بین شعاع اتمی و واکنش‌پذیری فلزها را درک کند.
- ۴ به رابطه میان آرایش الکترونی، تعداد لایه‌های الکترونی و شعاع اتمی پی‌ببرد.
- ۵ رابطه میان خصلت نافلزی و شعاع اتمی در یک گروه و یک دوره را درک کند.

### روش تدریس پیشنهادی: مشارکتی

پیشنهاد می‌شود برای آموزش این بخش به شرح زیر عمل کنید:

یک کره و یک توده کروی از پنبه را به کلاس بیاورید و از دانش‌آموزان در مورد چگونگی تعیین شعاع سؤال کنید، پاسخ دانش‌آموزان را بشنوید و توجه آنها را به ثابت نبودن شعاع توده جلب کنید، حال این موضوع را به ابر الکترونی اتم‌ها ارتباط داده و در مورد تعیین شعاع اتمی بحث و گفت‌وگو کنید.

از گروه‌ها بخواهید با بررسی صفحه‌های ۱۱ و ۱۲ در مورد چگونگی تعیین شعاع اتم نافلزها و فلزها راه حل پیشنهاد کنند. در ادامه کاربرد صفحه بعد را که از قبل آماده کرده‌اید در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید با بررسی و مطالعه مطالب آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهند.

صفحه ۱

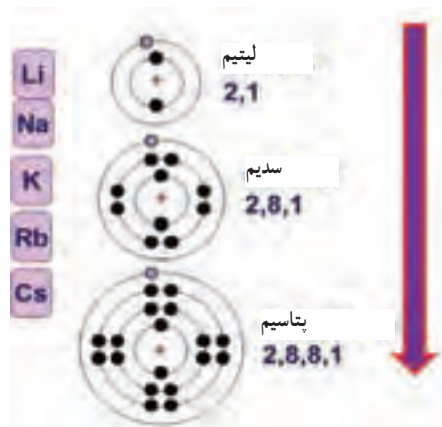
کاربرگ کلاسی (گروهی - فردی)

نام و نام خانوادگی (اعضای گروه) :

تاریخ :

موضوع درس :

آرایش الکترونی براساس مدل بور برای برخی از عنصرهای گروه اول به صورت زیر است :



با توجه به تصویر بالا به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

(آ) از بالا به پایین، شعاع اتمی چه تغییری کرده است؟

(ب) تغییر شعاع چه رابطه‌ای با شمار لایه‌های الکترونی دارد؟

(پ) چه رابطه‌ای بین شعاع اتمی و خصلت فلزی وجود دارد؟

(ت) چه رابطه‌ای بین شعاع اتمی یک فلز و تمایل آن به از دست دادن الکترون وجود دارد؟  
پاسخ گروه‌ها را به تابلو منتقل کنید و درباره آنها گفت و گو کنید و نتیجه‌گیری کنید.

تناوب ۲	${}_3\text{Li}$	${}_4\text{Be}$	${}_5\text{B}$	${}_6\text{C}$	${}_7\text{N}$	${}_8\text{O}$	${}_9\text{F}$
آرایش الکترون‌ها در لایه‌ها							

با توجه به تصویر بالا به پرسش‌ها پاسخ دهید.

(آ) با افزایش عدد اتمی شعاع اتمی چه تغییری کرده است؟

(ب) آیا شمار لایه‌های الکترونی تغییر کرده است؟ چه عاملی باعث تغییر شعاع اتمی شده است؟

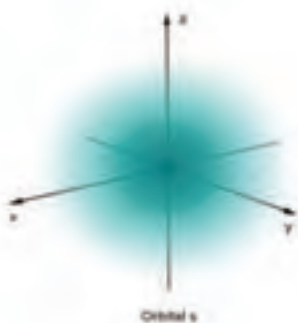
(پ) چه عواملی بر تغییر شعاع اتمی مؤثر هستند؟

تکلیف بدهید : از گروه‌ها بخواهید با توجه به میزان شعاع اتمی نافلزها به‌ویژه هالوژن‌ها درباره رابطه شعاع

اتمی نافلزها با خصلت نافلزی و همچنین رابطه شعاع اتمی نافلزها با تمایل به گرفتن الکترون و واکنش‌پذیری آنها گفت و گو و نتیجه‌گیری کنند.

## بر دانش خود بیفزایید

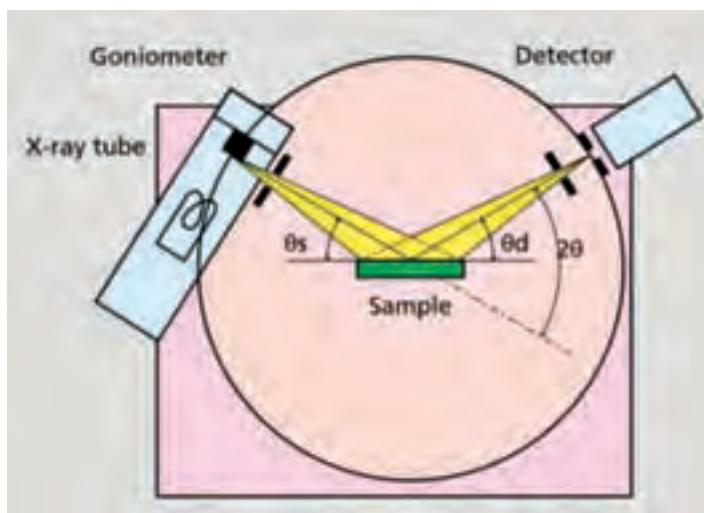
### اندازه اتم و لایه‌های الکترونی



شکل ۲۶- چگالی توزیع الکترون در اوربیتال s

می‌دانیم که مطابق مدل کوانتومی هیچ مرز مشخصی را نمی‌توان برای یک اتم قائل شد، اما با بهره‌گیری از جنبه‌های گوناگون مکانیک کوانتومی می‌توان به چگالی توزیع الکترون‌ها در اطراف اتم پی برد، به طوری که اگر چگالی شعاعی الکترون را برحسب فاصله از هسته بررسی کنیم نشان می‌دهد که توزیع چگالی الکترونی یکباره با دور شدن از هسته به انتها نمی‌رسد، بلکه به آرامی با افزایش فاصله کاهش می‌یابد زیرا اتم‌ها مرزهایی با اندازه ثابت ندارند و به همین خاطر اندازه‌گیری شعاع یک اتم مجزا به طور دقیق امکان‌پذیر نیست (شکل ۲۶).

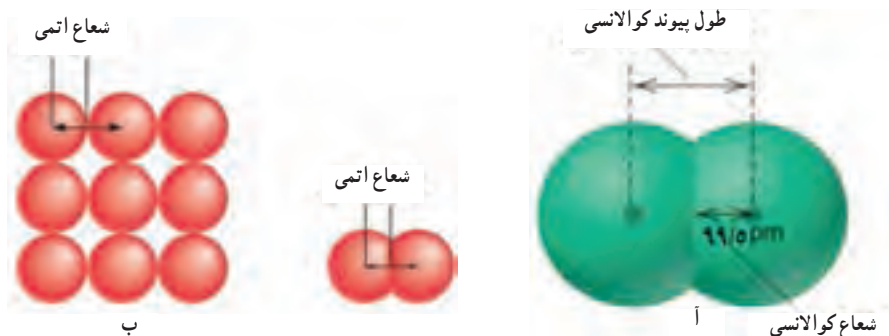
تعیین اندازه اتم همانند جرم آن بسیار دشوار است. برای این کار، می‌توان از روش‌های گوناگون استفاده کرد، استفاده از پرتو x برای اندازه‌گیری فاصله بین دو هسته مانند استفاده از سایه اجسام برای پی بردن به شکل و اندازه جسم است که به آن پراش پرتو x یا کریستالوگرافی با پرتو x می‌گویند (شکل ۲۷).



شکل ۲۷- الگوی تعیین شعاع اتمی

شعاع اتمی یک عنصر اغلب فاصله هسته تا مرز ابر الکترونی در نظر گرفته می‌شود. طبق مدل کوانتومی اتم، الکترون‌ها در فضایی ابرگونه حرکت می‌کنند. از این رو اندازه‌گیری شعاع اتم دشوار خواهد بود. شعاع اتمی به دو صورت زیر تعریف می‌شود:

۱- **شعاع کوالانسی:** اگر دو اتم مشابه با یکدیگر پیوند کوالانسی تشکیل دهند، هسته‌های آنها در یک فاصله از همدیگر قرار می‌گیرند و هرچه شعاع اتم‌ها بزرگ‌تر باشد، هسته‌ها در فاصله دورتری از هم قرار می‌گیرند. پس فاصله بین دو هسته از همدیگر در این حالت می‌تواند معیاری برای اندازه شعاع اتم‌ها باشد. باتوجه به شکل زیر (b) این فاصله شامل شعاع دو اتم است. بنابراین: به نصف فاصله بین دو اتم یکسان در یک مولکول دو اتمی با پیوند کوالانسی یگانه شعاع کوالانسی گفته می‌شود (شکل ۲۸-آ).



شکل ۲۸-آ) شعاع کوالانسی و ب) شعاع وان‌دروالسی

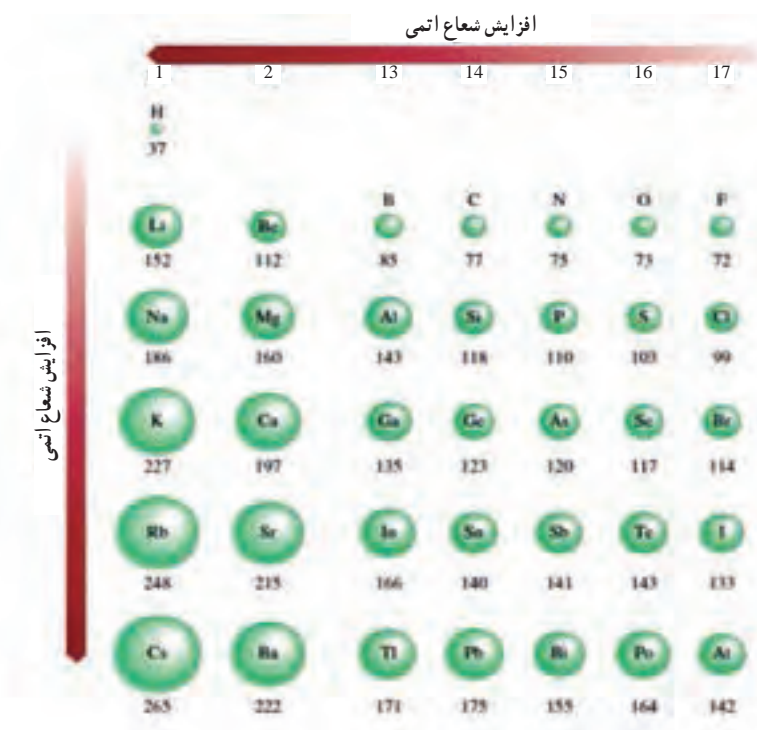
۲- **شعاع وان‌دروالسی:** گاهی اتم‌ها به‌جای اینکه با پیوند کوالانسی به طرف هم جذب شوند، با نیروهای ضعیف‌تری فقط کنار هم قرار می‌گیرند. در این حالت به نصف فاصله بین دو اتم شعاع وان‌دروالسی گفته می‌شود (شکل آ). شعاع اتمی برای فلز نصف فاصله هسته دو اتم مماس در بلور یک عنصر بوده و در اینجا نیرویی که اتم‌های فلز را در کنار هم قرار می‌دهد، پیوند فلزی است. شعاع اتمی برای گاز نجیب، نصف فاصله هسته دو اتم مماس در بلور یک عنصر بوده و در اینجا نیروی جاذبه از نوع وان‌دروالسی است (شکل ۲۸-ب). شعاع اتمی برحسب پیکومتر بیان می‌شود ( $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$ ).

نکته: در مورد عنصرهایی که مولکول دو اتمی تشکیل می‌دهند، همیشه شعاع کوالانسی کمتر از شعاع وان‌دروالسی خواهد بود.

شعاع اتمی عنصرها در یک گروه و از بالا به پایین به دلیل افزایش تعداد لایه‌های الکترونی افزایش می‌یابد. شعاع یک اتم علاوه بر تعداد لایه‌های الکترونی به عوامل دیگری نیز وابسته است. یکی از این عوامل، اثر نیروهای الکترواستاتیک بین هسته و الکترون‌های منفی است. جاذبه‌ای که بسیار به جذب قطب‌های ناهمنام یک آهنربا شبیه است.



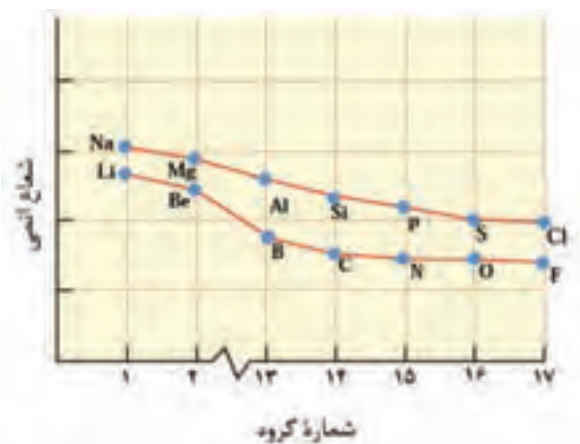
در هر تناوب با افزایش عدد اتمی، تعداد لایه‌های الکترونی اضافه نمی‌شود و الکترون‌ها به زیرلایه‌ای یکسان یعنی آخرین زیرلایه افزوده می‌شوند. اما با افزایش تعداد پروتون‌های هسته، جاذبه آن بر الکترون‌های لایه ظرفیت بیشتر می‌شود در نتیجه لایه‌ها با نیروی قوی‌تری به سمت هسته جذب و بنابراین شعاع اتمی کم می‌شود (شکل ۲۹).



شکل ۲۹- شعاع اتمی عنصرهای اصلی جدول

شعاع اتمی فلز قلیایی در هر دوره نسبت به شعاع اتمی عنصرهای دیگر آن دوره بزرگ‌تر است و پس از فلز قلیایی خاکی در هر دوره به ویژه از دوره چهارم به بعد اندازه شعاع اتمی به شدت کاهش می‌یابد. این کاهش شدید اندازه شعاع را باید از یک طرف به بالا بودن زیرلایه s لایه ظرفیت اتم عنصرهای قلیایی خاکی و قلیایی و پایین بودن سطح زیرلایه d لایه ظرفیت فلزات واسطه و گسترده بودن زیرلایه‌های d در این عنصر نسبت داد. زیرا به دلیل عمقی و گسترده بودن زیرلایه‌های d، ابر بار الکترون‌ها در آنها گسترده است

و اثر پوششی ناچیزی در مقابل تأثیر بار و هسته اتم بر لایه خارجی اتم اعمال می کنند. از این رو، بر اثر بالا رفتن بیش از حد انتظار مقدار بار مؤثر هسته اتم فلزهای واسطه و اندازه شعاع آنها به شدت کاهش می یابد (شکل ۳۰).



شکل ۳۰- تغییر شعاع اتمی عناصر دوره دوم و سوم جدول دوره ای عناصرها

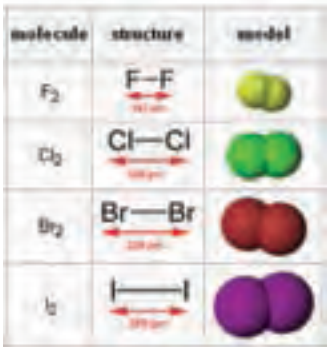
۳ لیتیم		
۱۱ سدیم		
۱۹ پتاسیم		

همانطور که در نمودار صفحه قبل ملاحظه می کنید شیب تغییر شعاع در این نمودار یکسان نیست! چون از گروه دوم به بعد زیر لایه p در حال پر شدن هست و اثر پوششی الکترون های زیر لایه p و s یکسان نیستند. به دلیل تشابه آرایش الکترونی لایه ظرفیت عناصر یک گروه، خواص شیمیایی آنها مشابه است. این امر سبب می شود در حرکت منظم در طول یک گروه یا دوره، روندهای ویژه ای را در میان عناصرها مشاهده کنیم. برای نمونه واکنش فلزهای قلیایی با آب، با افزایش عدد اتمی افزایش می یابد (شکل ۳۱). این روند در گروه ۱۷ اما در مسیر وارونه نیز قابل مشاهده است.

شکل ۳۱- واکنش سه فلز قلیایی با آب

تغییرهای مشابه دیگری در جدول دوره‌ای قابل بررسی است. برای مثال، هر تناوب (به جز نخستین دوره) از سمت چپ با یک فلز قلیایی شروع می‌شود و با گذر از شبه فلز، به یک هالوژن در سمت راست می‌رسد. در انتهای تناوب نیز آخرین عنصر، یک گاز نجیب است. عنصری که یا میل ترکیبی ندارد یا میل ترکیبی آن بسیار اندک است. همچنین واکنش پذیری یک عنصر با تعداد لایه‌های الکترونی اتم آن ارتباط دارد. به عبارت دیگر اندازه اتم‌ها می‌تواند در میزان واکنش پذیری آنها نقش داشته باشد.

تغییر شعاع هالوژن‌ها را در جدول زیر به عنوان تحقیق در کلاس ارائه دهید (به عنوان مثال کاربرد ید و برم در لامپ هالوژنه و به تبع آن افزایش عمر لامپ به سبب واکنش‌ها و ترکیبات حاصله)

آرایش الکترونی لایه ظرفیت		
۲s <sup>۲</sup> ۲p <sup>۵</sup>		
۳s <sup>۲</sup> ۳p <sup>۵</sup>		
۴s <sup>۲</sup> ۴p <sup>۵</sup>		
۵s <sup>۲</sup> ۵p <sup>۵</sup>		

تغییر شعاع اتمی در مولکول هالوژن‌ها

# دنیایی رنگی با عنصرهای دسته d

از صفحه ۱۴-۱۷

واحد  
یادگیری ۴

## هدف‌های آموزشی

- ۱ به نقش و زمینه‌های تاریخی غنی کشورمان در استفاده از ترکیب‌های فلزهای واسطه در صنایع شیشه‌گری و زیورات بی‌ببرد.
- ۲ مهارت نوشتن آرایش الکترونی یون واسطه را کسب و در خود تقویت کند.
- ۳ تفاوت خواصی مانند استحکام و واکنش‌پذیری میان فلزهای اصلی و واسطه را درک کند.
- ۴ با کاربرد و خواص طلا به‌عنوان نمونه‌ای از فلزهای واسطه آشنا شود.

## روش تدریس پیشنهادی: مشارکتی گروهی ، ایفای نقش

- توصیه می‌شود به شرح زیر عمل شود :
- ۱ الگوی مشابه نمونه زیر از جدول تناوبی را تکثیر و در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید به سؤال‌های مطرح شده پاسخ دهند.

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Scandium Sc 21	Titanium Ti 22	Vanadium V 23	Chromium Cr 24	Manganese Mn 25	Iron Fe 26	Cobalt Co 27	Nickel Ni 28	Copper Cu 29	Zinc Zn 30
Yttrium Y 39	Zirconium Zr 40	Niobium Nb 41	Molybdenum Mo 42	Technetium Tc 43	Ruthenium Ru 44	Rhodium Rh 45	Palladium Pd 46	Silver Ag 47	Cadmium Cd 48
Lanthanum La 57-71	Hafnium Hf 72	Tantalum Ta 73	Tungsten W 74	Rhenium Re 75	Osmium Os 76	Iridium Ir 77	Platinum Pt 78	Gold Au 79	Mercury Hg 80

- آ) با مراجعه به جدول تناوبی نماد عنصرهای مربوط به اعداد ۲۱ تا ۳۱ را بنویسید.
- ب) آرایش الکترونی عنصرهای ۲۱ تا ۳۰ را رسم کنید.
- پ) درباره ویژگی‌های مشترک این عنصرها در گروه خود گفت و گو کنید و نتایج را بنویسید.
- ۲ نتایج کار گروه‌ها را به تابلو منتقل کنید و پس از بحث و تبادل نظر ویژگی‌ها را جمع‌بندی نمایید.
- هر گروه می‌تواند نتایج کار خود را به‌صورت یک «اطلاع نگاشت» تهیه و در کلاس ارائه دهند.

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	
	+4	+4	+4	+4	+4	+4	+4		
	+5	+5	+5	+5	+5	+5			
			+6	+6	+6				
				+7					

۳ یک عنصر برای هر گروه انتخاب کنید و از آنها بخواهید با مراجعه به منابع علمی شیمی در مورد ویژگی‌ها، خواص، ترکیب‌ها و کاربردهای آن عنصر تحقیق نموده و نتایج را در جلسه بعدی در کلاس گزارش دهند یا پوستر تهیه نمایند.

نکته: هر یک از دانش‌آموزان می‌توانند در نقش یکی از عنصرهای واسطه به ایفای نقش بپردازند و ویژگی‌های عنصر، خواص، ترکیب‌ها و کاربردهای آن را بیان کنند.

### بر دانش خود بیفزایید

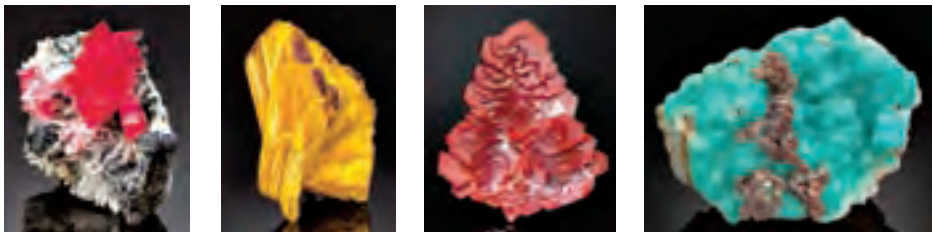
رایج‌ترین فلزهای مورد استفاده در ساخت و ساز، صنایع مخابراتی و ... عنصرهای واسطه هستند که دسته بزرگی از عناصر در بخش مرکزی جدول تناوبی را تشکیل می‌دهند. این فلزها به دسته d معروف‌اند زیرا آخرین الکترون‌ها به زیرلایه d آنها وارد می‌شود.

#### یون فلزهای واسطه به گوهرها رنگ می‌بخشند

رنگ خالص و زیبای سنگ‌های قیمتی، که در همه فرهنگ‌ها ارزشمند است، ناشی از مقدار کمی ناخالصی یون فلز واسطه در مواد معدنی بی‌رنگ است. برای مثال، قرمز خیره‌کننده یاقوت که با ارزش‌ترین سنگ قیمتی است به دلیل وجود یون  $\text{Cr}^{3+}$  ایجاد می‌شود که جایگزین حدود ۱٪ از یون‌های  $\text{Al}^{3+}$  در سنگ معدنی کروندم شده است. این سنگ معدن نوعی آلومینیم اکسید ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) و تقریباً به‌سختی الماس است. در ساختار کروندوم هر یون  $\text{Cr}^{3+}$  توسط شش یون اکسید در رأس یک هشت‌وجهی احاطه می‌شود.

این امر منجر به شکاف هشت وجهی اوربیتال ۳d کروم می گردد، به طوری که یون  $\text{Cr}^{3+}$  جذب قوی در ناحیه آبی - بنفش و زرد - سبز طیف مرئی دارد و نور قرمز را که مشخصه رنگ یاقوت است، عبور می دهد. از طرف دیگر، اگر در کروندوم برخی از یون های  $\text{Al}^{3+}$  توسط مخلوطی از یون های  $\text{Fe}^{2+}$ ،  $\text{Fe}^{3+}$  و  $\text{Ti}^{4+}$  جایگزین شوند، گوهر یاقوت کبود با رنگ آبی درخشان حاصل می شود و یا اگر برخی از یون های  $\text{Al}^{3+}$  توسط یون  $\text{Fe}^{3+}$  جایگزین گردد، سنگ توپاز زرد به دست می آید (زمرد از بریل معدنی، سیلیکات آلومینیم بریلیم مشتق شده که فرمول تجربی  $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  است) رنگ سبز مشخصه زمرد با جایگزین کردن برخی یون ها  $\text{Al}^{3+}$  در بریل توسط یون  $\text{Cr}^{3+}$  به دست می آید. در این محیط شکاف اوربیتال ۳d یون  $\text{Cr}^{3+}$  باعث می شود این یون جذب قوی نور زرد و آبی - بنفش داشته و نور سبز را عبور دهد.

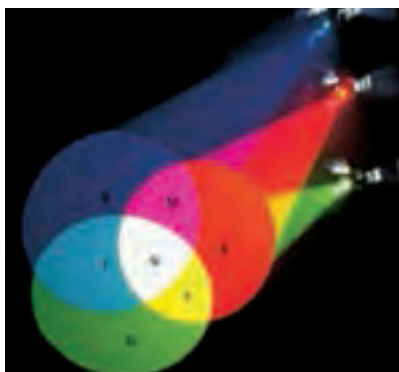
گوهر مرتبط با یاقوت سرخ و زمرد الکساندریت، به نام الکساندر دوم از روسیه است. این جواهر بر اساس کریزوبریل معدنی بوده که در بریلیم آلومینات ( $\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) آن حدود ۱٪ از یون های  $\text{Al}^{3+}$  توسط یون  $\text{Cr}^{3+}$  جایگزین شده است. در محیط کریزوبریل یون  $\text{Cr}^{3+}$  جذب قوی در ناحیه زرد طیف دارد. رنگ الکساندریت بسته به منبع نور تغییر می کند. هنگامی که اولین سنگ الکساندریت در عمق یک معدن در کوه های اورال روسیه در ۱۸۳۱ کشف شد، در نور آتش لامپ معدن چیان به رنگ قرمز تیره دیده می شد. با این حال، هنگامی که سنگ را به سطح زمین آوردند، رنگ آن آبی شد. این تغییر رنگ جادویی به دلیل نور تابیده از کلاه ایمنی یک معدنچی بود که اغلب شامل طول موج های زرد و قرمز طیف مرئی است اما دارای آبی نمی شود. جذب نور زرد توسط سنگ، رنگ مایل به قرمز به آن می بخشد. با این حال، نور روز نسبت به نور آتش دارای مقدار بیشتری از طول موج های آبی است. بنابراین آبی اضافی در نور روز توسط سنگ عبور داده می شود و آن را به رنگ مایل به آبی درمی آورد (شکل ۳۲).



شکل ۳۲- برخی سنگ های قیمتی

با شناخته شدن ساختار جواهر طبیعی، ساخت جواهر مصنوعی چندان دشوار نیست. به عنوان مثال، یاقوت و یاقوت کبود بر روی یک مقیاس بزرگ از ترکیب  $\text{Al}(\text{OH})_3$  با نمک های فلزات واسطه مناسب در حدود دمای  $1200^\circ\text{C}$  «doped» سنگ کروندوم ساخته می شود. با این تکنیک ها سنگ هایی با اندازه شگفت آور را می توان تولید کرد، یاقوت به بزرگی ۱۰ پوند و یاقوت کبود تا  $100^\circ$  پوند تولید شده اند.

سنگ‌های مصنوعی کوچک‌تر که در تولید طلا و جواهر استفاده می‌شوند با سنگ‌های طبیعی اصل بسیار مشابه و یکسان هستند، و یک گوه‌شناس باید مهارت زیادی داشته باشد تا آنها را تشخیص دهد. هرگاه ماده‌ای بخشی از نورهای تشکیل دهنده نور سفید را جذب کند، به رنگ مکمل نور (های) جذب شده مشاهده می‌شود.



شکل ۳۳- آمیختن نورها

G, R, B (آبی، قرمز، سبز)

نورهای اصلی

$$R + G + B = W$$

$$W = \text{سفید}$$

نور فرعی از ترکیب دو نور فرعی حاصل می‌شود.

سبز + قرمز = yellow (Y = R + G) زرد

آبی + سبز = فیروزه‌ای (C = G + B)

قرمز + آبی = ارغوانی (M = B + R)

نورهای مکمل به دو یا چند نور گفته می‌شود که اگر آنها را به وسیلهٔ پروژکتورهای یک پرده سفید روی هم بتابانیم، نور سفید را به وجود می‌آورند. هر مادهٔ شفاف یا کدر صیقلی به رنگ نور مکمل نورهایی که جذب می‌کنند مشاهده می‌شود (شکل ۳۳).

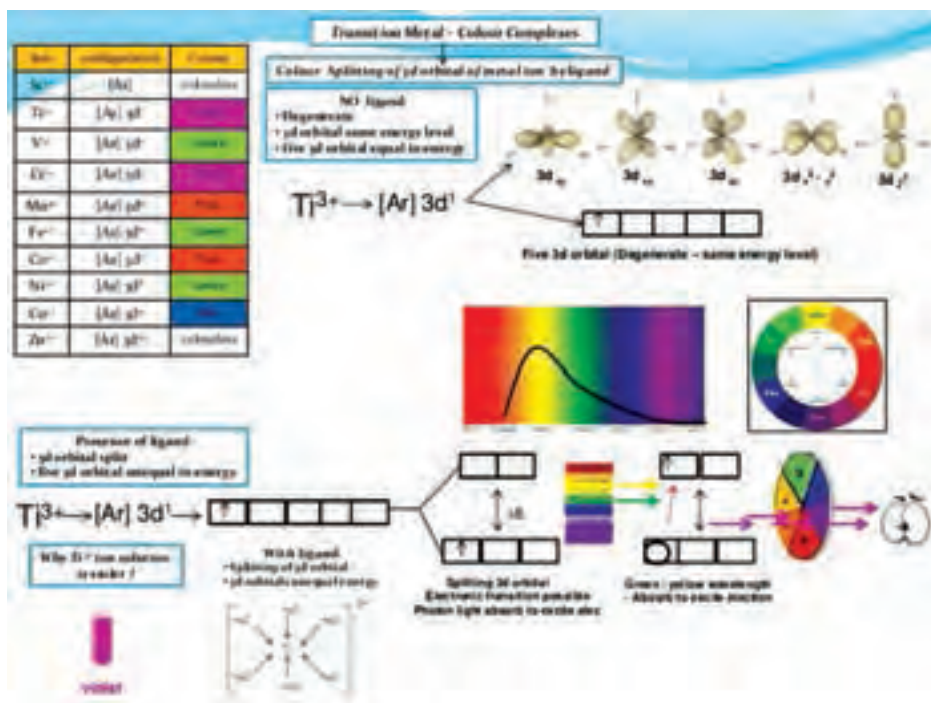
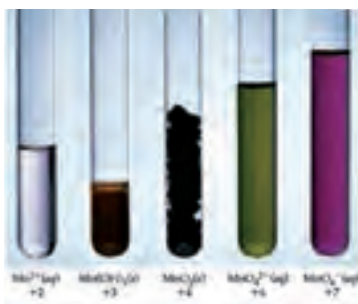
### برخی ویژگی‌های عناصر واسطه

- فلزات واسطه، اغلب ترکیبات و کمپلکس‌های رنگی تشکیل می‌دهند.
- این رنگ‌ها می‌توانند بسته به بار یون فلزی و تعداد و نوع گروه اتم‌های (لیگاند) که به یون فلز متصل می‌شوند، متفاوت می‌باشند.
- در حضور لیگاندها، برخی اوربیتال‌های d دارای انرژی بیشتری نسبت به بقیه می‌شوند و برخی از آنها دارای انرژی کمتر می‌شوند. الکترون‌ها با جذب یک فوتون از نور می‌توانند از اوربیتال‌های پایین‌تر و بالاتر حرکت کنند.
- این جذب نور باعث رنگی شدن ترکیب یا کمپلکس می‌شود. طول موج نوری که جذب می‌شود بستگی به مقدار انرژی میان اوربیتال‌های d دارد که متأثر از نوع لیگاند و بار یون فلزی است.
- رنگ کاتیون فلزات واسطه بسته به نحوه شکاف اوربیتال‌های d متفاوت است که بسته به عواملی چون



(حالا بسته به این که لیگاند چه چیزی باشد فاصله این ترازها هم متفاوت و در نتیجه رنگ‌ها متفاوت خواهد بود)

تغییر غلظت موجب تغییر در رنگ این ترکیبات می‌شود (شکل ۳۴).



شکل ۳۴- داده‌نمای دلیل پیدایش رنگ در ترکیب فلزهای واسطه



**طلا:** طلا فلزی است که از زمان ماقبل تاریخ شناخته شده و در طول تاریخ بشر مورد استفاده قرار گرفته است. این امر احتمالاً به دلیل مقاومت طلا در واکنش با دیگر مواد و فرایندهایی مانند خوردگی است. این ویژگی، وجود طلا در طبیعت به شکل دانه‌های فلزی کوچک، قطعات و یا رگه‌های فلزی در سنگ‌ها را نیز توضیح می‌دهد. طلا و جواهرات به دست آمده با طراحی ماهرانه در گورهای خاندان سلطنتی، حداقل ۵۰۰۰ سال قدمت دارند. از لحاظ تاریخی، طلا به عنوان نماد سیاسی، قدرت و ثروت در نظر گرفته می‌شود. میداس پادشاه افسانه‌ای می‌توانست هر ماده‌ای را با لمس کردن به طلا تبدیل کند. سلیمان، پادشاه کتاب مقدس، معبدی ساخته و تمام سطوح داخلی آن را با طلا تزیین کرده بود. امروزه، بالاترین دستاوردها و موفقیت در ورزش و دیگر مسابقات، اغلب با اعطای مدال طلا به رسمیت شناخته می‌شود. در گذشته، ارزش تجاری طلا در مقایسه با دیگر فلزات گرانبها مانند نقره و پلاتین بسیار بالا باقی می‌ماند. با این حال، قیمت پلاتین با افزایشی سریع‌تر از طلا در سال ۲۰۰۵ همراه بود.

سبقت ارزش پلاتین از ارزش طلا یک مورد کلاسیک از مفهوم عرضه و تقاضا در اقتصاد است. در سال‌های بین ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵، تقاضای جهانی برای پلاتین بیش از عرضه بود در نتیجه، قیمت در بازار پلاتین افزایش یافت. اما چرا نرخ تقاضا برای پلاتین در مقیاسی بالاتر از طلا قرار گرفت؟ پاسخ زمانی آشکار می‌شود که الگوی استفاده هر فلز مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. حدود ۷۵٪ طلای تولید شده در جهان در ساخت جواهر استفاده می‌شود. مقادیر بسیار کمتری در قسمت‌های دیگر مانند دندانپزشکی، دستگاه‌های الکترونیکی و ساخت شیشه به کار می‌رود. از آلیاژهای طلا در دندان پزشکی، برای پرکردن تاج دندان و پل‌ها و در صنعت الکترونیک از طلای آبکاری شده برای جلوگیری از خوردگی اتصالات الکتریکی، صفحه مدار و دیگر قطعات مسی استفاده می‌شود. با اضافه کردن طلای کلوئیدی به شیشه مذاب، در پایان به آن رنگ قرمز - بنفش می‌بخشند و طلای فلزی را به صورت یک لایه نازک روی پنجره‌های شیشه‌ای می‌نشانند تا گرمای نور خورشید که بر روی پنجره می‌افتد را بازتاب کند.

مانند طلا، بزرگ‌ترین استفاده از پلاتین در ساخت جواهر است، اما تنها ۵۰٪ از تولید جهانی را مصرف می‌کند. ۳۰٪ دیگر در مبدل‌های کاتالستی برای سیستم اگزوز ماشین، و ۲۰٪ باقی مانده برای کاربردهای صنعتی استفاده می‌شود. تخمین زده شده است که از هر پنج محصول خریداری شده یکی دارای مقداری پلاتین بوده یا برای تولید آن به پلاتین نیاز است. اغلب برنامه‌های کاربردی غیر از زیورآلات پلاتین، براساس توانایی آن در عمل به عنوان کاتالیزگر در واکنش‌های شیمیایی می‌باشد. مبدل‌های کاتالستی، دستگاه‌های هستند که به انتهای سیستم اگزوز موتورهای احتراق داخلی متصل شده‌اند. در این موتورها، در درجه حرارت بالای احتراق، هیدروکربن حاوی سوخت از جمله بنزین با هوا مخلوط شده ( $O_2$  و  $N_2$ ) و به طور ایدئال سوخته و گاز کربن دی اکسید ( $CO_2$ ) و بخار آب ( $H_2O$ ) تولید می‌کند. با این حال، در

طول احتراق تمام واکنش‌ها به‌طور ایدئال انجام نمی‌شوند و مقدار کمی از فراورده‌های نامطلوب از جمله کربن مونوکسید (CO) و نیتروژن اکسید (NO) نیز تشکیل می‌گردد، این محصولات نامطلوب و مقدار کمی از سوخت نسوخته از طریق موتور، وارد اگزوز می‌شوند. هنگامی که این مواد آلاینده در معرض نور خورشید قرار می‌گیرند، هوا را به یک مخلوط ناسالم به نام مه دود فتوشیمیایی تبدیل می‌کنند. نقش مبدل کاتالیستی، تبدیل CO، NO و هیدروکربن‌های نسوخته به  $H_2O$ ،  $CO_2$  و گاز نیتروژن،  $N_2$  است. کاربرد مبدل کاتالیستی در سیستم‌های اگزوز تا به حال تأثیر قابل توجهی بر کیفیت هوا در شهرهای جهان داشته است. در سال ۱۹۹۰، خروجی اگزوز یک خودرو متوسط شامل ۱۰۰ گرم آلاینده برای هر مایل رانندگی بود. یک خودرو مدرن مجهز به یک مبدل کاتالیستی تنها در حدود ۲ گرم آلاینده در هر مایل ایجاد می‌کند. خواص کاتالیستی پلاتین در فرایندهای صنعتی متعدد از جمله تولید نیتریک اسید که یک ماده شیمیایی بسیار مهم صنعتی است نیز به کار گرفته می‌شود.

استفاده از پلاتین و طلا به عنوان اجزای جواهرات و یا سایر اشیای تزئینی در طول ۵۰ سال گذشته کمی تغییر کرده است. با این حال، افزایش استفاده‌های صنعتی از پلاتین به عنوان یک کاتالیزگر در طول آن زمان عاملی برای افزایش تقاضا و قیمت به حساب می‌آید. در نهایت، ارزش واقعی طلا یا پلاتین، براساس اهمیت جامعه، در استفاده از آنها به عنوان زینت و تحت تأثیر قرار دادن دیگران نیست بلکه بیشتر در چگونگی استفاده از آنها در عمل و راه‌های مفید است.

## عنصرها به چه شکلی در طبیعت یافت می‌شوند

از صفحه ۱۸-۲۲

واحد  
یادگیری ۵

### هدف‌های آموزشی

- ۱ درک کند که عنصرها اغلب به شکل ترکیب در طبیعت وجود دارند.
- ۲ به اهمیت و کاربرد برخی فلزها در دنیای مدرن امروز پی ببرد.
- ۳ با یکی از روش‌های شناسایی یون آهن (III) و آهن (II) آشنا شود.
- ۴ درک کند که واکنش پذیری فلزها متفاوت است.
- ۵ مهارت مقایسه واکنش پذیری دو عنصر با توجه به معادله واکنش داده شده را کسب و در خود تقویت کند.

### روش تدریس پیشنهادی: مشارکتی گروهی، بارش فکری، کاوشگری

توصیه می‌شود به شرح زیر عمل شود

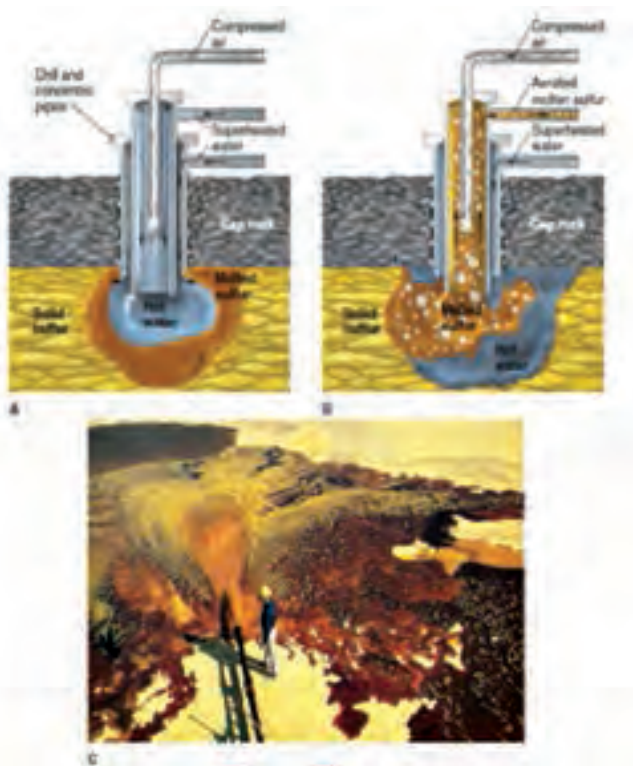
- ۱ از جلسه قبل برای هر دانش‌آموز یک عنصر از عدد اتمی ۱ تا ۳۶ را انتخاب کنید و از آنها بخواهید درباره چگونگی یافته شدن آن در طبیعت بررسی و به اختصار و به صورت مکتوب برای جلسه بعد گزارش نمایند (هر گزارش را به تعداد گروه‌ها تکثیر کنید)
- ۲ گزارش دانش‌آموزان را به گروه‌ها بدهید و از آنها بخواهید براساس آن عنصرها را بر مبنای چگونگی یافت شدن آنها در طبیعت دسته‌بندی نمایند، دسته‌بندی‌ها را به تابلو منتقل و درباره آن گفت‌وگو کنید.
- ۳ از طریق بارش فکری اطلاعات دانش‌آموزان درباره فلز آهن، فلز مس و ترکیب‌های آن را بر روی تابلو بنویسید.
- ۴ دو بشر انتخاب کنید، بشر (۱) محلول مس (II) سولفات و در بشر (۲) محلول آهن (II) نترات بریزید. در بشر (۱) میخ آهنی و در بشر (۲) میله مسی قرار دهید. از گروه‌ها بخواهید روند تغییرات را به دقت پیگیری و مشاهدات خود را یادداشت کنند.
- مشخص کنند در کدام بشر واکنش انجام شده و در کدام واکنش رخ نداده است؟ معادله واکنش انجام شده را بنویسند.
- ۵ از آنها بخواهید براساس نتایج آزمایش واکنش پذیری آهن و مس را با بیان دلیل باهم مقایسه کنند.
- ۶ از گروه‌ها بخواهید درباره سؤالات مطرح شده در «با هم بیندیشیم» صفحه ۲۰ به گفت‌وگو بپردازند و نتایج گفت‌وگو را به تابلو منتقل و جمع‌بندی نمایند.

۷ از گروه‌ها بخواهید با توجه به معادله واکنش استخراج آهن، واکنش‌پذیری آهن و کربن را با دلیل با یکدیگر مقایسه کنند.

## بر دانش خود بیفزایید

### روش شناسایی یون‌ها

بیشتر عناصرها در طبیعت به شکل ترکیب هستند و کمتر به شکل آزاد و عنصری دیده می‌شوند. آشنایی با نوع ترکیب عناصرها در طبیعت سبب می‌شود که از روش مناسب برای استخراج فلز استفاده شود. عنصرهای هفتگانه باستانی شامل آهن، نقره، مس، جیوه، گوگرد و سرب هستند که تاریخ کشف و کاشف آنها مشخص نیست (شکل ۳۵).



شکل ۳۵- استخراج فلز

یکی از روش‌های شناسایی یون‌ها در محلول نمک‌های آنها، اضافه کردن محلول دیگری به آنها است؛ به‌طوری که با یون موردنظر ما رسوب تشکیل دهد. به این ترتیب با تشکیل رسوب، از حضور آن یون در محلول مطمئن می‌شویم.

برای شناسایی یون  $Pb^{2+}$  به محلول آن مانند محلول سرب (II) نیترات، چند قطره محلول پتاسیم یدید (KI) اضافه می‌نماییم که رسوب زرد رنگ  $PbI_2$  ایجاد شود.

برای شناسایی یون  $Fe^{3+}$  به محلول آن مانند محلول آهن (III) کلرید، چند قطره محلول سود (NaOH) اضافه می‌نماییم که رسوب قرمز رنگ  $Fe(OH)_3$  ایجاد شود.

برای شناسایی یون  $Ba^{2+}$  به محلول آن مانند محلول باریم کلرید، چند قطره سدیم سولفات ( $Na_2SO_4$ ) می‌افزاییم که رسوب سفید رنگ  $BaSO_4$  ایجاد شود.

برای شناسایی یون  $Ag^+$  به محلول آن مانند محلول نقره نیترات، چند قطره محلول پتاسیم کرومات ( $K_2CrO_4$ ) اضافه می‌نماییم که رسوب قهوه‌ای رنگ  $Ag_2CrO_4$  ایجاد می‌شود.

- ۱- با استفاده از محلول سدیم هیدروکسید یا محلول آمونیاک ← رسوب سبز لجنی  $Fe^{2+}$  برای شناسایی یون
- ۲- با استفاده از محلول پتاسیم هگزاآسیانو فرات (III) ← رسوب آبی تیره  $Fe^{3+}$  برای شناسایی یون
- ۱- با استفاده از محلول سدیم هیدروکسید ← رسوب ژلاتینی قرمز قهوه‌ای  $Fe^{3+}$  برای شناسایی یون
- ۲- با استفاده از محلول پتاسیم هگزاآسیانو فرات (II) ← رسوب آبی تیره
- ۳- با استفاده از محلول پتاسیم تیوسیاناتات ← رسوب قرمز خونی

### شیمی آلی فلزی (Organometallic Chemistry)

شیمی ترکیب‌هایی است که حداقل یک پیوند کربن - فلز داشته (C-M) و شامل فلزهای واقعی و شبه‌فلزهایی مانند Si، As، B و فلزهای واسطه باشند. بنابراین این پیوند می‌تواند یک پیوند کوالانسی ساده باشد؛ مانند پیوند در تترااتیل سرب، یا یک پیوند داتیو باشد؛ مانند پیوند در فروسن یا حتی یونی باشد، مانند پیوند در اتیل سدیم.

### خواص ترکیب‌های آلی فلزی

شباهت ترکیب‌های آلی فلزی از نظر خواص فیزیکی به ترکیب‌های آلی در مقایسه با ترکیب‌های معدنی بیشتر است. بسیاری از این ترکیب‌ها با ساختار مولکولی، در دمای اتاق بلورهای زودگداز بوده یا به حالت مایع و گاز هستند. این ترکیب‌ها اغلب در حلال‌های آلی کم قطبی از قبیل تولوئن، اترها و یا دی‌کلرومتان

قابل حل هستند. از نظر خصوصیات شیمیایی، تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین ترکیب‌های آلی فلزها وجود دارد و مثلاً، پایداری گرمایی آنها به‌طور قابل ملاحظه‌ای به ترکیب شیمیایی آنها بستگی دارد. از این رو، تترامیتیل سیلان پس از چندین روز نگهداری در دمای  $50^{\circ}\text{C}$  بدون تغییر می‌ماند، درحالی که تترامیتیل تیتان در دمای اتاق به سرعت تجزیه می‌شود.

همه ترکیب‌های آلی فلزی از نقطه نظر ترمودینامیکی دارای اکسایش ناپایدار هستند. نیروی محرکه لازم برای اکسایش این ترکیبات به‌واسطه تشکیل اکسید فلز، کربن دی‌اکسید و آب که انرژی آزاد منفی بالایی دارند، تأمین می‌شود. همچنین بیشتر این ترکیب‌ها از نقطه نظر سینتیکی در دمای اتاق یا پایین تر: در مقابل اکسایش ناپایدار هستند. اغلب این ترکیب‌ها مانند دی‌متیل روی، تری‌متیل قلع، تری‌متیل ایندیوم به‌خودی خود در هوا آتش می‌گیرند. همچنین بیشتر مشتقات فلزهای واسطه در برابر اکسایش حساس هستند و اغلب متداول و ضروری است که این مشتقات، زیر اتمسفر بی‌اثری از گاز نیتروژن یا آرگون مورد بررسی و مطالعه قرار بگیرند.

سرعت آبکافت یک ترکیب آلی فلزی به قطبیت پیوند C-M آن بستگی دارد. مثلاً وقتی قطبیت پیوند زیاد باشد (مانند تری‌متیل آلومینیم) حمله مولکول‌های آب به‌طور سریع انجام می‌گیرد، در صورتی که تری‌متیل بور در دمای اتاق با وجود داشتن یک اوربیتال خالی در اتم بور تحت تأثیر مولکول‌های آب قرار نمی‌گیرد. اکثر مشتقات آلی فلزات واسطه خنثی در مقابل فرایند آبکافت بی‌اثر هستند، ولی لاتنانیدهای آلی به‌شدت، مستعد آبکافت می‌باشند و علت آن را می‌توان به خاصیت قطبی پیوند، اندازه بزرگ تر اتم مرکزی و حضور تعداد زیاد اوربیتال‌های خالی کم انرژی نسبت داد.

در مورد فلزهای واسطه (که برای تشکیل پیوند از اوربیتال‌ها و الکترون‌های  $d$  و در صورت لزوم  $f$  استفاده می‌کنند)، معمولاً کمپلکس‌های  $\pi$  دارنده پیوندهای داتیو تشکیل می‌شود. به عبارت دیگر، عناصر واسطه  $d$  اغلب نه تنها دارای پیوندهای سیگما بوده، بلکه پیوندهایی از نوع  $\pi$  نیز دارند. به عبارت ساده‌تر، پیوند بین اتم‌های واسطه و مولکول‌های آلی اشباع نشده به‌وسیله تبادل الکترون در دو جهت مخالف تشکیل می‌شود.

ساده‌ترین مثال پیوندی است که بین مونوکسید کربن و اتم فلز در کربونیل‌های فلزی تشکیل می‌شود. در این گونه پیوندها فلز باید اوربیتال‌های خالی  $d$  داشته باشد تا بتواند الکترون‌های داده شده توسط CO را بپذیرد و نیز باید اوربیتال‌های اشغال شده  $d$  داشته باشد تا بتواند الکترون‌های خود را در اوربیتال  $d$  به لیگاند بدهد.

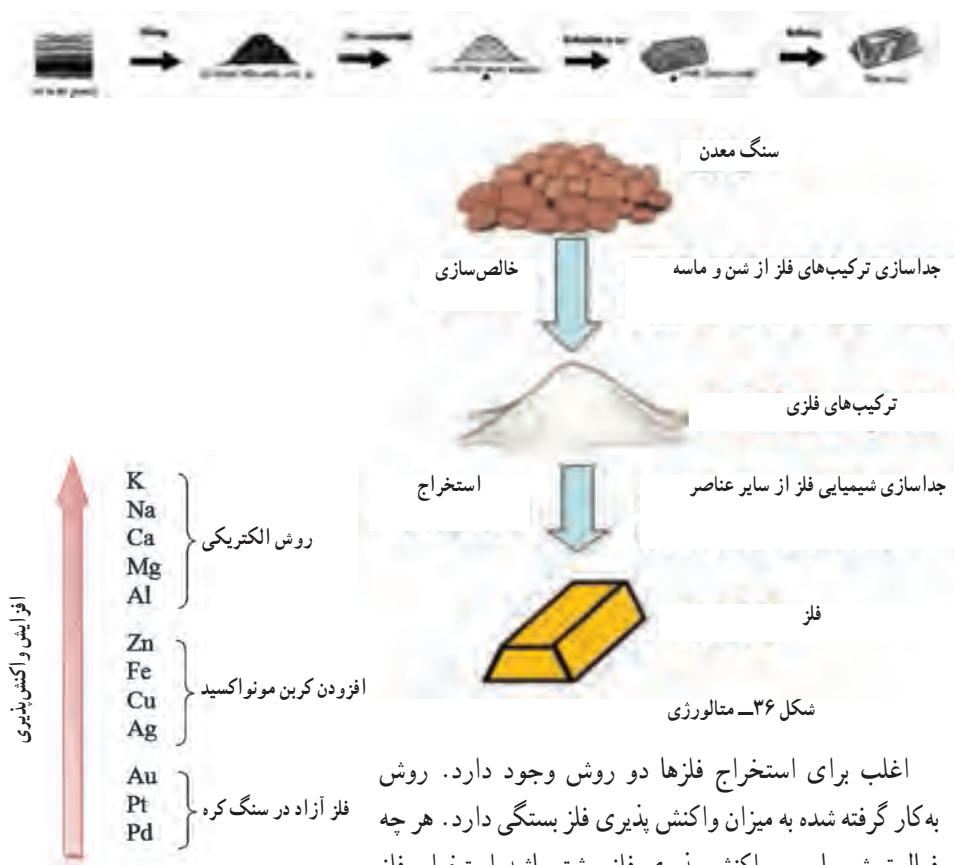
### برخی از کاربردهای ترکیب‌های آلی فلزی

- استفاده از ترکیب‌های آلی سیلیسیم به‌عنوان واسطه در تهیه پلیمرهای سیلیسیم (سیلیکون‌ها).
- استفاده از آلومینیم آلکین به‌عنوان کاتالیزور در پلیمر کردن و الیگومر کردن وولفین‌ها در مقیاس وسیع.
- استفاده از تترائیل سرب و تترامیتیل سرب برای بالا بردن درجه اکتان بنزین.

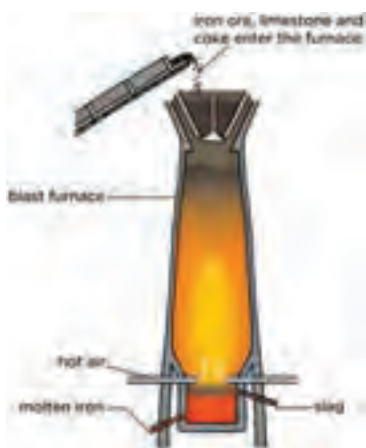
## انسان و استخراج فلز

پوسته زمین، منبع اصلی فلزها است. ترکیب این فلزها در سنگ کره و حتی آب دریا نیز دیده می‌شود. به عناصر یا ترکیب‌های آنها که به‌طور طبیعی در پوسته زمین وجود دارند، مواد معدنی می‌گویند. در بعضی نقاط، مواد معدنی حاوی درصد بسیار بالایی از یک فلز خاص هستند و استخراج فلز از آن می‌تواند سودآوری داشته باشد این مواد معدنی به نام سنگ معدن شناخته می‌شوند.

به دلیل ویژگی شیمیایی یک فلز که توانایی آن در ازدست دادن الکترون است، این عناصر به‌جز طلا، پلاتین و نقره در طبیعت به شکل سنگ معدن و در ترکیب با نافلزهایی مانند اکسیژن، گوگرد و هالوژن‌ها یافت می‌شوند. برای بازیابی و استفاده از این فلزها، باید آنها را از سنگ معدن جدا و یون‌های فلزی را به فلز موردنظر تبدیل کرد. روند جداسازی فلز از سنگ معدن و آماده شدن آن برای استفاده را، فلزکاری (متالورژی) می‌نامند (شکل ۳۶).



اغلب برای استخراج فلزها دو روش وجود دارد. روش به‌کار گرفته شده به میزان واکنش پذیری فلز بستگی دارد. هر چه فعالیت شیمیایی و واکنش پذیری فلز بیشتر باشد استخراج فلز سخت‌تر خواهد بود.



شکل ۳۷- استخراج آهن



شکل ۳۸- فلز مس

آهن (Fe) یکی از فراوان‌ترین عناصر تشکیل‌دهنده سنگ‌هاست که حدود ۵ درصد پوسته زمین را تشکیل می‌دهد. این عنصر چهارمین عنصر فراوان بعد از اکسیژن، سیلیسیم و آلومینیم است. مهارت انسان در استفاده از آهن، عمری بیش از ۳۰۰۰ سال دارد. با این حال، گسترش کاربرد آن به قرن ۱۴ بازمی‌گردد، زمانی که کوره‌های ذوب، جایگزین کوره‌های آهنگری شد. سنگ معدن اصلی این عنصر هماتیت ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) است. معدن سنگ‌آهن چادرملو که در حال حاضر بزرگترین تولیدکننده کنسانتره سنگ‌آهن در کشور است با ذخیره قابل استخراج به مقدار ۳۲۰ میلیون تن در قلب کویر مرکزی ایران واقع شده و در ۱۸۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان یزد قرار گرفته است.

دستگاهی که در آن عملیات استخراج آهن انجام می‌شود کوره بلند نام دارد. موادی همچون کک و سنگ آهک به همراه سنگ معدن آهن از بالای کوره به درون آن وارد و جریان هوای گرم نیز از پایین به درون کوره دمیده می‌شود (شکل ۳۷).

مس: آیا می‌دانید معماری محیط زندگی شما می‌تواند بر سلامتی شما اثرگذار باشد؟ در مرحله طراحی بناها، تصمیم‌گیری آگاهانه در انتخاب موادی با خاصیت محافظ بهداشتی می‌تواند به‌طور قابل توجهی به کاهش خطر ابتلا به عفونت از طریق دست زدن به سطح آلوده کمک کند به ویژه در مورد فضاهای عمومی مانند بیمارستان‌ها، مدارس، وسایل حمل و نقل عمومی و در هر محیطی که امکان تماس ما با باکتری‌ها و ویروس‌ها بسیار بالا است و می‌تواند باعث عفونت، بیماری‌های جدی و یا همه گیر شود. مس فلزی است که مؤثرترین سطح تماسی با خاصیت ضد میکروبی را داراست، زیرا می‌تواند عوامل بیماری‌زا را تا بیش از ۹۹/۹ درصد در عرض ۲ ساعت کاهش دهد.



تحقیقات نشان می‌دهند که باکتری‌ها به سرعت در کمتر از  $۱۰^{\circ}$  دقیقه غیر فعال می‌شوند این خواص ضد میکروبی مس، حتی با تکرار آلودگی ادامه می‌یابد. سطوح لمسی مس می‌توانند به کاهش عفونت‌های ناشی از میکروب‌های بیماری‌زا در مدارس و ساختمان‌های عمومی کمک کند (شکل ۳۹).



شکل ۳۹— استفاده از فلز مس در دستگیره‌های مکان‌های عمومی، قاب تبلت و کانال کولر از نشر عوامل بیماری‌زا می‌کاهد.

بعد از طلا، مس تنها عنصر فلزی است که دارای رنگی غیر از خاکستری می‌باشد. این عنصر قدمتی به طول تاریخ بشر دارد و امروزه یکی از پرکاربردترین فلزهای غیر آهنی است. مس خالص به دلیل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی همانند چکش‌خواری بالا، مقاومت در برابر خوردگی و به ویژه رسانایی الکتریکی که سومین رسانای الکتریکی بعد از طلا و نقره است، کاربرد وسیعی دارد. مهم‌ترین مصرف این فلز قرمز رنگ در صنایع برق و الکترونیک می‌باشد.

## دنیای واقعی واکنش‌ها (درصد خلوص و بازده واکنش)

از صفحه ۲۲-۲۶

واحد  
یادگیری ۶

### هدف‌های آموزشی

- ۱ درک کند که اغلب مواد شرکت‌کننده در واکنش‌های شیمیایی، خالص نیستند.
- ۲ مهارت محاسبه مقدار خالص در واکنش‌های شیمیایی را کسب و در خود تقویت کند.
- ۳ مفهوم بازده درصدی را درک کند.
- ۴ مهارت محاسبه بازده درصدی با توجه به مقدار عملی و نظری را کسب و در خود تقویت کند.
- ۵ با روش گیاه پالایی به عنوان یک روش استخراج برخی فلزها آشنا شود.

### روش تدریس پیشنهادی: مشارکتی، کاوشگری

توصیه می‌شود به شرح زیر عمل نمایید.

۱ از گروه‌ها بخواهید محاسبه کنند اگر محلول محتوی یک گرم  $\text{NaCl}$  با مقدار کافی محلول  $\text{AgNO}_3$  واکنش دهد چند گرم رسوب  $\text{AgCl}$  به دست می‌آید؟ به آنها گوشزد کنید مقدار به دست آمده از محاسبات را مقدار نظری می‌نامند.

۲ از گروه‌ها بخواهید یک گرم  $\text{NaCl}$  را در مقداری آب حل کرده و با محلول از  $\text{AgNO}_3$  به طور کامل واکنش دهد رسوب  $\text{AgCl}$  به دست آمده را پس از خشک کردن در دیسکاتور توزین کنند و به آنها گوشزد کنید این مقدار را مقدار عملی می‌گویند چون در حین واکنش به دست آمده است.

۳ از گروه‌ها سؤال کنید، آیا مقدار محاسبه شده و مقداری که در عمل به دست آمده یکسان است؟

۴ از آنها بخواهید نسبت مقدار  $\text{AgCl}$  عملی به نظری را حساب و در  $100^\circ$  ضرب نمایند، سپس جمع‌بندی کنید که مقدار به دست آمده را بازده درصدی می‌نامند.

۵ ابتدا یک نمونه مسئله در رابطه با بازده درصدی حل کنید و نمونه‌های دیگری را در اختیار گروه‌ها قرار دهید تا حل کنند.

۶ از گروه‌ها بخواهید درباره دلایل تفاوت مقدار محاسبه شده و مقداری را که در عمل به دست می‌آید، گفت و گو کنند، آنها را هدایت کنید تا دریابند یکی از این دلایل می‌تواند ناخالص بودن سدیم کلرید باشد.

۷ از گروه‌ها بخواهید درباره تعریف درصد خلوص، مفهوم درصد خلوص و رابطه آن گفت و گو کنند، نتایج گفت و گوها را به تابلو منتقل و پس از تبادل نظر با دانش آموزان جمع‌بندی کنید.

۸ ابتدا یک نمونه مسئله در رابطه با درصد خلوص حل کنید و سپس حل نمونه‌ای متنوع دیگری را در اختیار گروه‌ها قرار دهید.

## بردانش خودیغزایی

تخمیر به انگلیسی (Fermentation) یک فرایند متابولیک است که قندها را به اسیدها، گازها یا الکل تبدیل می‌کند. به دیگر سخن تخمیر، پدیده‌ای ناشی از مجموعه فعالیت‌های زیستی است که در آن ترکیبات آلی دارای مولکول‌های بزرگ به ترکیباتی با مولکول‌های کوچک‌تر و ساده‌تر شکسته و تجزیه (کاتابولیسم) می‌شود و از فرایند آن علاوه بر ایجاد ترکیبات آلی ساده‌تر و کربن دی‌اکسید، انرژی نیز آزاد می‌شود. به بیان دیگر، تخمیر تجزیه ناقص برخی ترکیبات آلی به ترکیبات ساده‌تر همراه با انرژی توسط عامل تخمیری است.

### مزایای استفاده از سوخت سبز

بیودیزل با مخلوط بیست درصد دیزل نفتی استفاده می‌شود. مبدل‌های کاتالیستی موجود در مسیر آگروز خودروها آلاینده‌گی آنها را به حداقل می‌رسانند. در نتیجه خروجی آگروز، مواد خاص به ۳۱ درصد، کربن دی‌اکسید به ۲۱ درصد و کل هیدروکربن‌ها به ۴۷ درصد کاهش می‌یابند. مصرف بیودیزل به همراه مخلوط نفتی، سولفورها و آروماتیک‌ها را نیز کاهش می‌دهد. استفاده از  $B_{100}$  مواد سرطان‌زا و آلاینده را بیشتر کاهش می‌دهد. بیودیزل‌ها به دلیل ایمن بودن، سازگاری با محیط زیست و سهولت حمل و نقل در جاهای مختلف استفاده می‌شوند. صنایع دریایی آمریکا ده درصد از مصرف سوخت خود را از بیودیزل تأمین می‌نماید و از آن در مأموریت‌های دریایی، قایق‌های نوساز و تعمیراتی، کشتی‌های تجاری داخلی و اقیانوس‌پیما و همچنین در ناوگان پلیس ساحلی استفاده می‌کند.

بیودیزل (مواکلیل استر) یک سوخت گازوئیلی پاک است که از منابع طبیعی و قابل تجدید مانند روغن‌های گیاهی ساخته می‌شود. بیودیزل درست مانند گازوئیل در موتورهای احتراقی کار می‌کند و برای این کار اغلب تغییر موتوری لازم نیست. بیودیزل، ظرفیت و دامنه کار گازوئیل را حفظ می‌کند.

استفاده از بیودیزل در یک موتور گازوئیلی معمولی منجر به کاهش اساسی هیدروکربن‌های نسوخته، کربن‌مواکسید و ذرات معلق می‌شود. خروج اکسیدهای نیتروژن بسته به سیکل کاری و روش‌های آزمایشی، کمی کاهش و یا افزایش می‌یابد. با به کار بردن این سوخت، از سهم کربن موجود در ذرات معلق کاسته می‌شود (چون اکسیژن موجود در بیودیزل احتراق کامل به  $CO_2$  را ممکن می‌سازد).

بخش سولفات از بین می‌رود (زیرا در این سوخت اصلاً سولفور وجود ندارد) اما قسمتی محلول یا هیدروکربن به همان صورت باقی می‌ماند یا افزایش پیدا می‌کند، بنابراین بیودیزل با تکنولوژی جدیدی مانند

کاتالیست‌ها (که از ذرات محلول گازوئیل می‌کاهند نه کربن جامد) و EGR (با کربن کمتر عمر موتور بیشتر می‌شود) بسیار خوب کار می‌کند. ویژگی‌های فیزیکی بیودیزل بسیار شبیه گازوئیل معمولی است. با این حال، ویژگی‌های خروجی‌های آگروز بیودیزل بهتر از گازوئیل معمولی است.

بیودیزل (سوخت سبز زیستی) را می‌توان از روغن‌های گیاهی تازه و یا مستعمل و چربی حیوانات تولید کرد. این گازوئیل از منابع داخلی تجدیدپذیر به‌وجود می‌آید. این سوخت، قابل تجزیه بیولوژیکی است و هنگامی که به‌عنوان یک جزء ترکیبی مورد استفاده قرار می‌گیرد، نیازمند حداقل تغییرات در موتور است و نسبت به گازوئیلی که جایگزینش می‌شود، سوختی پاک است. روغن‌های گیاهی می‌توانند برای تولید ترکیبات شیمیایی – که استر خوانده می‌شوند – با یک الکل (معمولاً متانول) ترکیب شوند. زمانی که این استرها به‌منظور سوخت مورد استفاده قرار می‌گیرند، بیودیزل (سوخت سبز زیستی) خوانده شوند. به‌تازگی بیودیزل طی فرایندی با نام Transesterification تولید می‌شود.

### واکنش ترمیت

واکنش ترمیت (Thermite)، شامل عنصر آتش‌گیر آلومینیم و ترکیب اکسید آهن است که به‌هنگام انجام واکنش گرمای زیادی ایجاد می‌کند، با توجه به گرمای زیاد واکنش که موجب تولید آهن مذاب می‌شود از آن برای جوشکاری استفاده می‌شود (شکل ۴۰).



شکل ۴۰- این نوع جوشکاری بیشتر شبیه به ریخته‌گری بوده و دور دو قطعه‌ای که باید به هم جوش داده شوند یک قالب قرار دارد که فلز مذاب ناشی از این واکنش شیمیایی به این قالب هدایت شده و پس از سرد شدن فلز مذاب داخل قالب جوش شکل می‌گیرد.

واکنش ترمیت اغلب بین اکسید یک فلز مانند آهن یا مس و فلز کاهنده مانند آلومینیم انجام می‌شود. برای انجام واکنش از یک پودر که به سرعت محترق شده به عنوان چاشنی استفاده می‌شود که گرمای لازم برای شروع واکنش را فراهم می‌آورد.



**گیاه پالایی:** هدف گیاه پالایی افزایش درصد غلظت عنصر در واحد حجم است بدون آسیب زیاد به محیط زیست و جانداران و منابع شیمیایی.

- روش گیاه پالایی برای مواردی به کار می‌رود که درصد فلز مورد نظر در سنگ معدن کم باشد.
- در مناطقی که آمار سرطان به دلیل آلودگی خاک و آب به فلزات سنگین بالاست، می‌توان برای کنترل این فلزات از گیاه پالایی استفاده نمود.
- چون نیکل و روی درصد بیشتری در طبیعت دارند از روش‌های دیگری استخراج می‌شوند... و با روش گیاه پالایی استخراج این فلزها، باتوجه به قیمت مقرون به صرفه نیست.

### گنج‌های اعماق دریاها



شکل ۴۱- گنج اعماق دریا

دریای عمیق محلی پر از رمز و راز، شکل‌های عجیب و شگفت‌انگیز زندگی و حیاتی برای بقای سیاره ما است. اما امروزه این جهان کاملاً ناشناخته با یک بهره‌برداری گسترده صنعتی به نام معدن کاری بستر دریا، مواجه است. با تهی شدن سنگ کره از مواد معدنی و افزایش قیمت‌ها، ماشین جستجو برای یافتن منابع جدید پا به بستر دریا گذاشته است (شکل ۴۱).

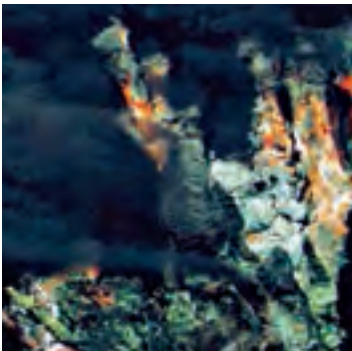
این صنعت نوظهور که با پیشرفت فناوری تسهیل می‌شود، تهدیدی عمده برای اقیانوس‌هایی است که درحال حاضر از فشارهایی همچون صید بی‌رویه، آلودگی و تغییر آب و هوا رنج می‌برد. معدن کاری در اعماق دریا اصطلاحی جمعی است و به طور کلی برای استخراج سه نوع سنگ معدن مختلف موجود در اعماق دریا یعنی سولفیدهای عظیم بستر دریا، کلوخه‌های فرومگنز و پوسته‌های کبالتی به کار می‌رود. از آنجا که روش‌های تشکیل هر نوع رسوب متفاوت است، به سه فرایند استخراج مختلف نیاز است و در نتیجه سه نوع اثر زیست محیطی متفاوت نیز به دنبال دارد.

### سولفیدهای (چند فلزی) عظیم بستر دریا (Seafloor massive (polymetallic) sulphide)

این نهشته‌ها، را اغلب سپرده SMS می‌نامند که در مرز صفحه‌های اقیانوسی و در نزدیکی سایت‌های فعال آتشفشانی تشکیل می‌شوند. آب فوق گرم این مکان‌ها دارای مقدار زیادی از فلزات محلول است که از ترک‌های کف دریا خارج شده و می‌توانند دودکش‌های هیدروترمال غنی از فلز و ذخایر سنگ معدن فلزی زیر بستر دریا را تشکیل دهند.

با گذشت زمان از دودکش‌های فروریخته و دیگر باقی مانده‌های فلزدار، تپه‌های بزرگی ساخته شده و همراه با دیگر سپرده‌های زیر سطحی، بدنه سنگ معدن با ده‌ها متر ضخامت را تشکیل می‌دهند. این رسوبات، بسته به فشار و دمای زمان تشکیل می‌توانند دارای طیف وسیعی از مواد معدنی باشند. به طور کلی سپرده‌هایی با ارزش تجاری در اعماق بین ۴۰۰۰ – ۱۰۰۰ متر به وجود می‌آیند. تا کنون حدود سیصد سپرده SMS در اقیانوس‌های جهان شناسایی شده است اما تنها تعداد انگشت شماری در بخش تجاری کاربرد دارند. برآورد می‌شود غنی‌ترین سپرده‌ها در مجاور مناطق خط الرأس که فعالیت آتشفشانی ندارند، گسترده شده باشند. این ذخیره‌ها شامل مس، طلا، نقره، روی و سرب هستند.

استخراج سولفیدهای عظیم بستر دریا، مشابه معدن کاری روباز در روی زمین است (شکل ۴۲).



سنگ‌ها خرد شده و سپس توسط پمپ به شکل یک دوغاب از بستر به یک کرجی در سطح منتقل می‌شود. از آنجا که توده سنگ معدن در زیر بستر دریا گسترش یافته‌اند، ردپای سطحی منطقه استخراج از ردپای کلوخه و یا پوسته بسیار کوچک‌تر است.



شکل ۴۲- سولفیدهای اعماق دریا



### کلوخه‌های فرومگنز (چندفلزی)

قطر کلوخه‌های فرومگنز به‌طور کلی ۵-۱۰ سانتی‌متر است که بیش از میلیون‌ها سال با ته نشینی آهسته ترکیبات فلزی از آب دریا تشکیل شده‌اند. این مواد به‌طور کلی در عمق بین ۴۰۰۰ و ۶۰۰۰ متر آب در مکان‌هایی که رسوب ذرات دیگر در بستر دریا بسیار کند است و در عمیق‌ترین قسمت اقیانوس پیدا می‌شوند. متداول‌ترین منطقه یافت این ذخایر، اقیانوس آرام و اطراف جزایر جنوب غربی اقیانوس آرام است. این نواحی سرشار از منگنز، نیکل، مس و کبالت هستند که در آن کلوخه‌ها لایه‌های تقریباً پیوسته‌ای در بستر تشکیل می‌دهند، این مواد معمولاً در سراسر بستر دریا و در میان ۳۰-۲۰ سانتی‌متر بالایی از رسوبات بستر دریا پراکنده شده‌اند. کلوخه‌ها را می‌توان به راحتی از رسوبات نسبتاً نرم استخراج کرد، اما پس از آن نیاز است به شکل دوغاب خرد و به یک کشتی در سطح، پمپ شود. از آنجا که کلوخه‌ها به‌صورت لایه‌های نازک وجود دارند، استخراج از بستر دریا به فضای بسیار بزرگی نیاز دارد تا به لحاظ بهره‌برداری اقتصادی مقرون به صرفه باشد.

میلیون‌ها کلوخه به‌اندازه سیب زمینی در روی بستر یا نیمه فرورفته در آن پراکنده شده‌اند. بهره‌برداری شامل شخم زدن سطح وسیعی از بستر به ضخامت ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر، جدا کردن کلوخه از گل ولای، پمپاژ کلوخه به یک کشتی با استفاده از یک لوله غول پیکر و بازگشت آب و ذرات ریز از طریق لوله دیگر می‌باشد امروزه علاوه بر پوسته کبالتی، کلوخه‌های منگنز مهم‌ترین سپرده فلزی و دیگر منابع معدنی در دریا هستند. این کلوخه‌ها که بزرگی آنها به اندازه‌های مختلف از یک سیب زمینی تا سر کاهو است، به‌طور عمده شامل منگنز، آهن، نیکل، مس، تیتانیم و کبالت می‌باشند. علت اهمیت بالای ذخایر کلوخه منگنز آن است که این کلوخه‌ها دارای مقادیر بیشتری از فلزاتی هستند که امروزه ارزش اقتصادی یافته‌اند. تصور می‌شود که میزان منگنز موجود در کلوخه‌های منگنز در سراسر جهان، بیش از منگنز موجود در ذخایر زمین است (شکل ۴۳).



شکل ۴۳- کلوخه‌های حاوی منگنز

## پوسته‌های غنی از کبالت

این پوسته‌ها از آب دریا به صورت یک لایه نازک بر روی سطوح سنگی سخت و معمولاً در بالا و کناره‌های تپه‌های زیر دریا، جایی که در آن رسوب سازی حداقل است، تشکیل می‌شوند. نرخ انباشتگی آنها ۱ تا ۶ میلی متر در هر یک میلیون سال است و ضخامت پوسته می‌تواند تا ۲۵ سانتی متر برسد، اما ضخامت سپرده‌های متداول ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر است. از لحاظ اقتصادی پوسته‌های مهم در ۸۰۰ تا ۲۵۰۰ متری عمق آب، در درجه اول در غرب اقیانوس آرام وجود دارند که سرشار از کبالت، نیکل و پلاتین می‌باشند. عملیات استخراج به حذف پوسته بدون جمع آوری سنگ زیرین که کیفیت سنگ معدن را کاهش می‌دهد، نیاز دارد. این به احتمال زیاد شامل سنگ زنی پوسته از سنگ میزبان و انتقال سنگ معدن به یک کرجی در سطح به شکل دوغاب می‌باشد. در این کار به سطح بزرگی برای استخراج نیاز است (شکل ۴۴).

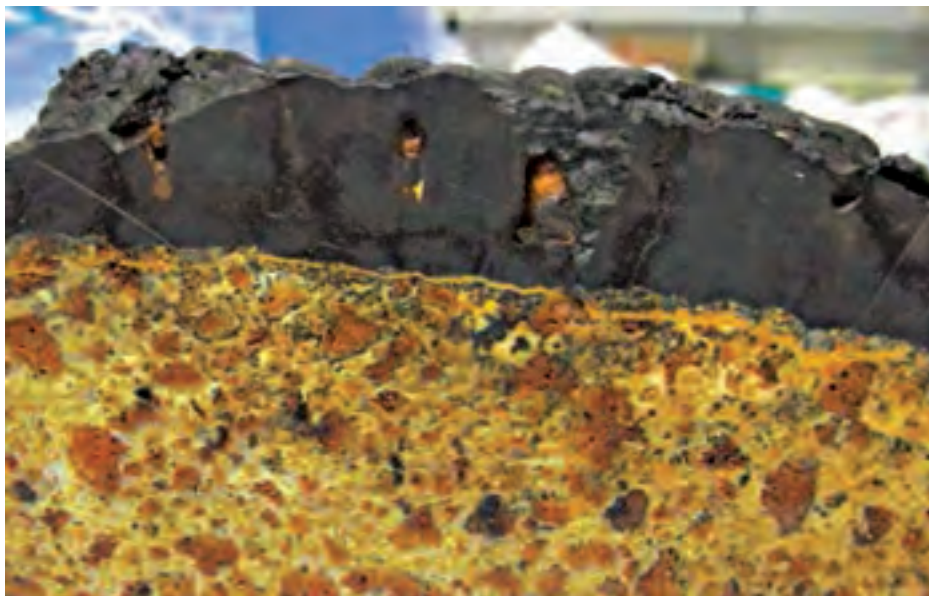


شکل ۴۴- پوسته‌های غنی از کبالت

اکوسیستم در تپه‌های زیر دریا اغلب پیچیده و متنوع است و ممکن است شامل گونه‌های مرجانی شکل، مانند مرجان‌ها و اسفنج‌ها باشد. برخی از این گونه‌ها عمر طولانی و تکثیر آهسته دارند و برخی ممکن است از لحاظ جغرافیایی به یک منطقه کوچک یا گروهی از تپه‌های زیر دریا محدود باشند. اثر عملیات استخراج از معادن و آبگیری از دوغاب ممکن است تا حد زیادی منطقه تحت تأثیر معدن را گسترش دهد و بهبود اکوسیستم را بسیار کند سازد.

	Nodules	Crusts	SMS
Water depth	4000 - 6000 m	800 - 2500 m	1000 - 4000 m
Deposit characteristics*	15-25 kg/m <sup>2</sup>	25-78 kg/m <sup>2</sup>	20m deep
Resource	Ni, Co, Cu	Co, Ni, Cu	Cu, Ag, Zn, Ag
Seabed area mined per year for 2 million tons of ore	80-130 km <sup>2</sup>	25-80 km <sup>2</sup>	200 x 200 m



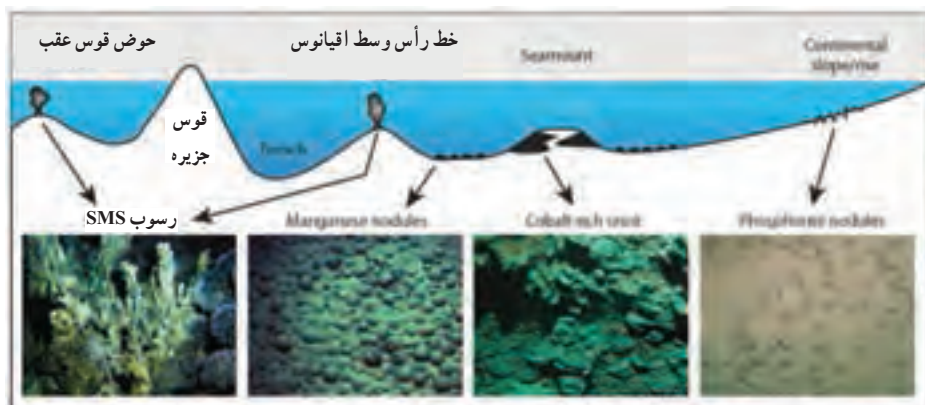


شکل ۴۵- کلوخه‌های حاوی برخی از فلزها

### کلوخه‌های فسفریت

این کلوخه‌ها در عمق بسیار کمتری نسبت به منگنز قرار دارند و اخیراً در نیوزیلند و نامیبیا در عمق ۲۰۰ تا ۴۰۰ متر یافت شده‌اند.

این کلوخه‌ها از رسوب سنگ آهک تشکیل شده و طی واکنش‌های شیمیایی متوالی، کلسیم فسفات تولید می‌کنند. اندازه کلوخه‌ها می‌تواند ۱ تا ۴ سانتی‌متر باشند و در سطح و در رسوباتی به عمق ۵/۰ متر یا بیشتر به وجود می‌آیند. در این کلوخه‌ها عناصر مورد استفاده برای تهیه کودهای فسفات وجود دارد.



شکل ۴۶- کلوخه‌های فسفریت



### محیط زیست منحصر به فرد منافذ هیدروترمال

اکوسیستم در منافذ هیدروترمال در حضور مخلوط نادری از مایعات منفذی فوق گرم و غنی از مواد معدنی، آب سرد دریا و میکروب‌هایی با توانایی استفاده از مواد شیمیایی به عنوان یک منبع انرژی و ماده اولیه برای ساخت مواد مغذی آلی است. در نتیجه، اکوسیستم منفذی، غنی از کربن دی‌اکسید، هیدروژن سولفید، ترکیبات کربن آلی، متان، هیدروژن و آمونیم هستند. این منافذ، زیستگاهی را برای جوامع همیشه در حال تغییر، گسترده و فراوان از موجودات فراهم می‌کنند. در سال‌های اخیر اثبات شده که چنین اکوسیستم‌هایی قابلیت میزبانی بیش از ۵۰۰ گونه که برای علم ناشناخته هستند را دارند گونه‌هایی که تصور می‌شود تنها در این منافذ به وجود آیند. برخی از دانشمندان بر این باورند که منافذ هیدروترمال در عمق دریا ممکن است همان جایی باشند که در آن زندگی اولین تکامل یافته است.

تمام دیگر اشکال موجودات زنده شناخته شده به طور مستقیم یا غیرمستقیم به نور خورشید وابسته‌اند. در مقابل، جانوران دریچه (منفذی) بدون حضور نور خورشید و در شرایط فشار و دمای بسیار بالا (تا ۶۰۰ °C و اسیدیته بالا (با pH آب دریچه حدود ۲/۸) زندگی می‌کنند. باکتری‌های دریچه‌های هیدروترمال، به جای تکیه بر نور خورشید از مواد مغذی شیمیایی به عنوان یک منبع انرژی در فرایندی به نام Chemosynthesis استفاده می‌کنند. باکتری در زیر و روی سطح منافذ، معلق در آب دریچه وجود دارند و روی و داخل دریچه‌ها، حیواناتی مانند کرم‌های لوله‌ای، صدف، حلزون، میگو و خرچنگ زندگی می‌کنند (شکل ۴۸).



شکل ۴۸

### مواد معدنی دریای عمیق و مکان‌هایی که یافت می‌شوند

امید برای بهره‌برداری از معادن بستر در این واقعیت است که مواد ارزشمند موجود در کف اقیانوس دارای غلظت بیشتری در بسیاری از سایت‌های زمینی است. این منابع شامل طلا، مس، منگنز، نیکل، سرب، کبالت، لیتیم، تیتانیم، پلاتین و روی است. سازمان بین‌المللی بستر، قرارداد اکتشاف برای بررسی سه منبع از این مواد معدنی را امضا کرده است

غلظت مواد معدنی با ارزش اغلب در دو طرف و قله تپه‌ها در زیر آب پیدا می‌شوند. ثروتمندترین سپرده‌ها در عمق ۸۰۰ تا ۲۵۰۰ متر در پوسته تپه‌های دریایی در غرب اقیانوس آرام یافت می‌شوند. ضخامت پوسته می‌تواند به ۲۵ سانتی‌متر برسد، اما سپرده معمول‌تر دارای ضخامت ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر هستند.

## جریان فلز بین محیط زیست و جامعه

از صفحه ۲۶-۲۹

واحد  
یادگیری ۷

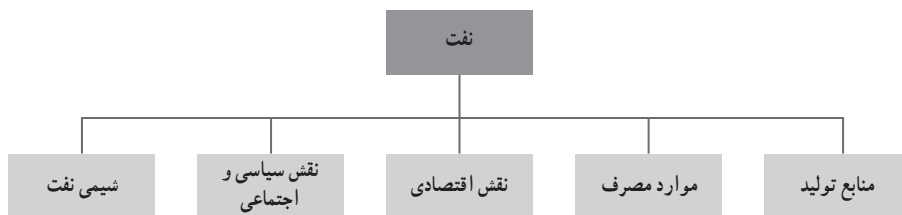
### اهداف آموزشی

- ۱ فرصت‌های شغلی و اقتصادی محیط خود را بشناسد و به بهره‌برداری بهینه از آنها اهمیت دهد.
- ۲ نسبت به روش استخراج فلزها و دیگر منابع براساس پیشرفت پایدار، احساس مسئولیت نشان دهد.
- ۳ دریابد که فلزها منابع تجدیدناپذیر هستند.
- ۴ با برخی از معایب و مزایای بازگردانی فلزها آشنا شود.
- ۵ اهمیت و کاربرد نفت خام و تأثیر آن در تحولات جهانی به عنوان انرژی و ماده اولیه صنایع پتروشیمی را درک کند.
- ۶ با نفت خام به عنوان مخلوطی از هیدروکربن‌های مختلف آشنا شود.

### روش تدریس پیشنهادی: بارش فکری

توصیه می‌شود به شرح زیر عمل نمایید.

- ۱ تصویر مربوط به چرخه استخراج فلز از طبیعت و برگشت آن به طبیعت را به تابلو منتقل کنید، به روش بارش فکری از تعدادی از دانش‌آموزان بخواهید برداشت خود را از این چرخه بیان کنند.
- ۲ از دانش‌آموزان بخواهید درباره عوامل مؤثر در آهنگ مصرف و استخراج فلز و آهنگ برگشت فلز به طبیعت گفت‌وگو کنند و به نوعی به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.  
(آ) آیا این دو آهنگ یکسان هستند؟  
(ب) چه زمانی آهنگ مصرف و استخراج فلز بیشتر از برگشت آن است؟  
(پ) چه زمانی آهنگ مصرف و استخراج فلز کمتر از برگشت آن است؟  
(ت) از دانش‌آموزان بخواهید درباره بازیافت فلزها و تأثیر آن گفت‌وگو کنند.
- ۳ از دانش‌آموزان بخواهید در گروه خود درباره تأثیر آهنگ مصرف و برگشت فلز بر جامعه از نظر اقتصادی و محیط‌زیستی تبادل نظر نمایند و عبارت‌های کلیدی دانش‌آموزان را در تابلو بنویسید و جمع‌بندی کنید.
- ۴ عبارت‌هایی را در مورد نفت روی تابلو بنویسید و از گروه‌ها بخواهید نوشته‌های تابلو را دسته‌بندی نمایند، دسته‌بندی‌های را با تبادل نظر گروه‌ها بررسی نموده و آنها را به تم زیر هدایت کنید.



## فعالیت خارج از کلاس

■ از دانش‌آموزان بخواهید در مورد صنایع فلزی نزدیک محل زندگی خود اطلاعاتی جمع‌آوری کنند و برای جلسه بعد در کلاس مطرح کنند.

■ از دانش‌آموزان بخواهید در مورد منابع تولید، موارد مصرف و نقش اقتصادی و سیاسی و اجتماعی نفت در جهان، خاورمیانه و ایران اطلاعات جمع‌آوری و در گروه‌ها به نقد بگذارید.

## بر دانش‌خو دیفرایید

### کاربردی متفاوت از عنصرهای واسطه

می‌دانید که برخی عناصر واسطه، به دلیل ویژگی‌های خاصی که به فولاد می‌بخشند در تولید فولاد اهمیت دارند. علاوه بر این اغلب عناصر واسطه به دلیل خواص منحصر به فردشان دارای کاربرد گسترده در تولید وسایل مورد استفاده در زندگی مدرن را دارند.

سه تایی آهن، گروه پلاتین و فلزهای سکه‌زنی: آهن، کبالت و نیکل شعاع اتمی تقریباً یکسانی دارند. بنابراین تعجب‌آور نخواهد بود اگر این سه عنصر خواص شیمیایی مشابه داشته باشند. کبالت و نیکل همانند آهن به‌طور طبیعی مغناطیس هستند. به این سه عنصر به دلیل تشابه خواص، سه تایی‌های آهن (گروه سه تایی) گفته می‌شود. به موقعیت آهن، کبالت و نیکل در جدول تناوبی توجه کنید. این سه عنصر در دوره ۴ و گروه ۸ و ۹ و ۱۰ قرار گرفته‌اند. عناصر زیر گروه سه تایی در دوره ۵ و ۶ روتینیم، رودیم، پالادیم، اسمیم، ایریدیم و پلاتین، تمامی رفتارهای شیمیایی مشابه پلاتین دارند و گروه پلاتین نامیده می‌شوند. عنصرهای گروه پلاتین به عنوان کاتالیزگر برای افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی استفاده می‌شوند. از مس، نقره و طلا در گروه ۱۱ فلزهای واسطه در ساخت سکه استفاده می‌شود زیرا این فلزها انعطاف‌پذیر و نرم هستند و واکنش‌پذیری کمی دارند. می‌توان پیش‌بینی کرد از آنجا که این فلزها در یک گروه قرار گرفته‌اند واکنش‌پذیری مشابهی دارند (شکل ۴۹).

## فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم ۹۷

شماره دوره	شماره گروه	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4		Scandium Sc 21	Titanium Ti 22	Vanadium V 23	Chromium Cr 24	Manganese Mn 25	Iron Fe 26	Cobalt Co 27	Nickel Ni 28	Copper Cu 29	Zinc Zn 30
5		Yttrium Y 39	Zirconium Zr 40	Niobium Nb 41	Molybdenum Mo 42	Technetium Tc 43	Ruthenium Ru 44	Rhodium Rh 45	Palladium Pd 46	Silver Ag 47	Cadmium Cd 48
6		Lanthanum La 57	Hafnium Hf 72	Tantalum Ta 73	Tungsten W 74	Rhenium Re 75	Osmium Os 76	Iridium Ir 77	Platinum Pt 78	Gold Au 79	Mercury Hg 80

Iron triad
Platinum group
Coinage metals

شکل ۴۹ - فلزهای گروه ۸ تا ۱۱

فلزها منابعی تجدیدناپذیر هستند. این جمله به این معنی است که مقدار فلزهای گوناگون در طبیعت محدود است. ما در طول قرن‌ها از منابع فلزی زمین استفاده کرده‌ایم و با افزایش تقاضای جهانی برای فلزها، این منابع خدادادی مدت زمان زیادی باقی نخواهند ماند.

❶ نمودار زیر، زمان تقریبی طول عمر برخی منابع فلزی را نشان می‌دهد.



آ) کدام فلزها در گستره عمر انسان به پایان می‌رسند؟

ب) مدیریت پایدار فلزها به منظور افزایش طول عمر منابع فلزی، دو پیشنهاد زیر را ارائه کرده است.

هریک چه مزیت و چه ایرادی دارد؟

- ❶ یافتن منابع معدنی جدید به کمک فناوری‌های پیشرفته
- ❷ جایگزین کردن برخی از قطعات فلزی خودروها با پلاستیک

❷ بسیاری از ظروف بسته‌بندی مواد غذایی از جنس فولاد ساخته می‌شوند. سالانه میلیون‌ها تن آهن استخراج شده از معادن در ساخت ظروف فولادی به کار می‌رود. یکی از متداول‌ترین بازیافت‌ها در سراسر



جهان، بازگردانی فولاد موجود در ظروف بسته‌بندی است. از آنجا که فولاد خاصیت مغناطیسی دارد، می‌توان آن را به راحتی از تمام ضایعات دیگر جدا و بارها بدون از دست دادن کیفیت، بازیافت کرد. تصاویر زیر دلایل بازگردانی ظروف فولادی را توضیح می‌دهد این دلایل را نام ببرید.

بازیافت ظروف فولادی ۷۴٪ انرژی کمتری نسبت به پردازش سنگ معدن فلز از منبع اصلی نیاز دارد.

در بازگردانی یک تن ضایعات آهنی - فولادی می‌توان در ۱۵۰۰ کیلوگرم سنگ معدن آهن، ۶۵۰ کیلوگرم زغال سنگ و ۳۰۰ کیلوگرم سنگ آهک صرفه‌جویی کرد.



بازگردانی، وابستگی به منابع خارجی کمتر می‌شود.



در بازیافت هریک از ظروف بسته‌بندی فولادی، معادل یک و نیم برابر وزنش از تولید CO<sub>2</sub> می‌کاهد.

**۲** بازگردانی منابع معدنی چه تأثیری بر توسعه پایدار یک جامعه دارد؟ این توسعه را از جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بررسی نمایید.

**۴** هر یک از تصویرهای زیر یکی از مزایای بازگردانی فلزها را نشان می‌دهد. مزیت نشان داده شده در هر تصویر را بنویسید.



یک اتو آندر فولاد دارد که می‌توان از آن ۱۳ قوطی فولادی تولید کرد



## اهمیت بازیافت فلزها

- ۱** ذخیره منابع
- ۲** ذخیره انرژی
- ۳** کاهش سرعت گرمایش زمین
- ۴** حفظ گونه‌های زیستی و نگهداری محیط‌زیست
- ۵** کاهش ردپای کربن دی‌اکسید

بازیافت آهن و فولاد: به‌طور کلی فولاد بیشترین حجم تولید را در میان فلزات دارد و نسبت به



سایر فلزات ارزان تر است و تا به امروز بالاترین ناخالصی را نیز داشته است. از فولاد عمدتاً در سازه‌ها، ساختمان‌ها، ماشین‌آلات، تجهیزات، دستگاه‌ها و خودروسازی استفاده می‌شود. بنابراین بیشترین مواد بازیافتی در صنایع را می‌توان در موارد فوق جست‌وجو نمود.

### تاریخچه استخراج نفت

سابقه اکتشاف نفت در ایران به حدود ۴۰۰۰ سال پیش می‌رسد. ایرانیان باستان به عنوان مواد سوختی و



شکل ۵۰

قیراندود کردن کشتی‌ها، ساختمان‌ها و پشت‌بام‌ها از این مواد استفاده می‌کردند. نادر شاه در جنگ با سپاهیان هند، قیر را آتش زد و مورد استفاده قرار داد. در بعضی از معابد ایران باستان برای افروختن آتش مقدس از گاز طبیعی استفاده شده و براساس یک گزارش تاریخی یک درویش در حوالی باکو چاه نفتی داشته که از فروش آن امرار معاش می‌کرده است.

### تأسیس شرکت نفت انگلستان و ایران

در سال ۱۹۰۹م تأسیس شرکت نفت انگلستان و ایران در لندن به ثبت داده شد. نخستین چاه ۲۶ ماهه ۱۹۰۸ در عمق کمتر از ۴۰۰ متر در مسجد سلیمان به نفت رسیده بود. داری برای اکتشاف و استخراج نفت ایران مهندس جورج رینولدز را به ایران فرستاد و در سال ۱۹۰۵ نیز با شرکت انگلیسی نفت برمه شریک شد. رینولدز که معروف به جرج سر سخت بود بعد از ۳ سال حفاری در مسجد سلیمان موفق به کشف نفت نشد. بارها توسط داری به لندن فرا خوانده شده بود، اما هر بار به بهانه‌ای حفاری را با سرسختی ادامه می‌داد سرانجام روزی که آخرین نامه داری به دست او رسید و او را به شدت توبیخ کرده که: «چرا از دستور اطاعت نمی‌کنی و پول و سرمایه را بیش از این خودسرانه هدر می‌دهی و می‌بایستی به سرعت خود را به لندن معرفی کنی» اما باز رینولدز علی‌رغم دستور داری یک روز دیگر به حفاری ادامه داد تا سرانجام به نفت رسید (شکل ۵۰).



شکل ۵۱

### روش‌های استخراج نفت

استخراج نفت به مجموعه عملیاتی گفته می‌شود که در طی آن نفت خام به منظور استحصال و بهره‌برداری از آن، به طرق مختلف از داخل زمین خارج و قابل استفاده می‌شود. امروزه زمین‌شناسان با استفاده از

دستگاه‌های لرزه‌نگاری موفق به شناسایی میادین نفتی شده و تیم‌های حفاری با حفر چاه نفت شرایط را برای شروع فعالیت تیم‌های استخراج نفت و نصب ادوات مخصوص آنها فراهم می‌آورند. گاز طبیعی و آب شور در اغلب مخازن نفتی در کنار نفت حضور دارند. تفکیک نفت موجود در مخزن با این قبیل ناخالصی‌ها یکی از مهم‌ترین بخش‌های فعالیت استخراج‌کنندگان نفت می‌باشد (شکل ۵۱).

### ویژگی‌های نفت

نفت خام به‌طور معمول سیاه و یا قهوه‌ای تیره است، اما می‌تواند ته رنگی از رنگ‌های زرد، قرمز، برنزی و یا حتی سبز داشته باشد. این تنوع رنگ نشان‌دهنده ترکیبات شیمیایی خاصی هستند که منابع مختلف تشکیل نفت خام دارند. به عبارت بهتر این ترکیبات در شکل‌گیری نفت دخیل بوده‌اند. به عنوان مثال حضور فلزات یا گوگرد منجر به روشن‌تر شدن رنگ نفت می‌شود.

### شیمی نفت



نفت خام از هیدروکربن‌ها تشکیل شده است، ترکیب‌هایی که عمدتاً از هیدروژن (حدود ۱۳ درصد) و کربن (حدود ۸۵ درصد) ساخته شده‌اند. سایر عناصر مانند نیتروژن (حدود ۰/۵ درصد)، گوگرد (۰/۵ درصد)، اکسیژن (۱ درصد) و فلزاتی مانند آهن، نیکل و مس (کمتر از ۱/۰ درصد) نیز می‌توانند در مقدار کم با هیدروکربن‌ها ترکیب شوند. نحوه آرایش اتم‌ها در این هیدروکربن‌ها نتیجه

ساختار اولیه جلیک‌ها، گیاهان و پلانکتون‌ها در میلیون‌ها سال قبل است. میزان گرما و فشاری که گیاهان در معرض آن قرار می‌گرفتند نیز عاملی بر تنوع هیدروکربن‌های موجود در نفت خام است.

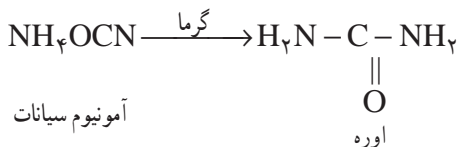
### ترکیب‌های آلی

دو عنصر گروه ۱۴، کربن و سیلیسیم، اساس بیشتر ترکیب‌های طبیعی را تشکیل می‌دهند، سیلیسیم با وابستگی زیادی به اکسیژن، زنجیر و حلقه‌های شامل پل‌های  $\text{Si-O-Si}$  برای تولید سیلیس و سیلیکات‌ها را تشکیل می‌دهد که سازنده بیشتر سنگ‌ها، شن‌ها و خاک است. در واقع سیلیسیم به دنیای زمین‌شناسی و کربن به دنیای زیست‌شناسی تعلق دارد، کربن توانایی ایجاد پیوندهای زنجیری قوی با خود دارد که زنجیرهای بلند و یا حلقه‌ها را شکل می‌دهد علاوه بر آن کربن با ایجاد پیوند قوی با نافلزهای مثل هیدروژن،

اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و هالوژن موجب تولید تعداد زیادی از ترکیب‌های کربنی می‌شود که میلیون‌ها از آن شناخته شده و به سرعت در حال رشد است.

مطالعه ترکیب‌های حاوی کربن و خواص آنها را علم شیمی‌آلی می‌نامند، اگرچه برخی از ترکیب‌های شیمیایی شامل کربن مثل کربنات‌ها و اکسیدها به عنوان مواد معدنی شناخته می‌شوند ولی بیشتر ترکیب‌های حاوی کربن «ترکیب‌آلی» هستند که معمولاً حاوی زنجیر یا حلقه اتم کربن هستند.

در اصل، تمایز بین مواد معدنی و آلی براساس تولید ترکیب توسط سیستم‌های زنده می‌باشد. به عنوان مثال تا اوایل قرن نوزدهم معتقد بودند که ترکیب‌های آلی نوعی «نیروی زندگی» دارند و می‌تواند تنها توسط موجودات زنده تولید شود. هنگامی که فریدریش وهلر (۱۸۸۲-۱۸۰۰)، شیمی‌دان آلمانی اوره را از حرارت دادن آمونیوم سیانات به دست آورد این دیدگاه در سال ۱۸۲۸ از بین رفت، از زمان وهلر به بعد ترکیب‌های آلی زیادی در آزمایشگاه ساخته شده‌اند امروزه ترکیب‌های آلی بیش از ۹۰٪ تمام ترکیب‌های شناخته شده را تشکیل می‌دهند.



شیمی‌آلی از همه نظر برای زندگی ما ضروری است، در درک ما از سیستم‌های زندگی نقش مهمی ایفا می‌کند و فراتر از آن الیاف مصنوعی، پلاستیک، شیرین‌کننده‌ها و داروها و... که بخشی از زندگی مدرن را تشکیل می‌دهند از محصولات صنعتی شیمی‌آلی هستند، انرژی که تعیین‌کننده قدرت تمدن‌هاست به روی سوخت‌های فسیلی متمرکز است، شیمی‌آلی بسیار وسیع است که در اینجا به صورت خلاصه به آن می‌پردازیم.

### ترکیب‌آلی و معدنی

همه ترکیب‌های آلی حاوی کربن بوده، دارای پیوندهای کووالانسی‌اند، نقاط جوش و ذوب پایینی دارند، اغلب ناقطبی و غیرالکترولیت هستند.

در مقابل ترکیب‌های معدنی، نمک‌ها و اکسیدهای فلزی بوده، حاوی پیوندهای یونی و قطبی‌اند که نقاط ذوب و جوش بالایی داشته و بیشتر الکترولیت می‌باشند.

## کربن اساس استخوان بندی هیدروکربن ها

از صفحه ۳۰-۳۲

واحد  
یادگیری ۸

### اهداف آموزشی

- با آلکان ها به عنوان دسته ای از هیدروکربن ها آشنا شود.
- مهارت نوشتن فرمول ساختاری و مولکولی آلکان ها را کسب و در خود تقویت کند.
- مهارت تشخیص الکان های راست زنجیر و شاخه دار را کسب و در خود تقویت کند.

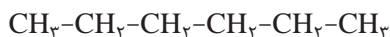
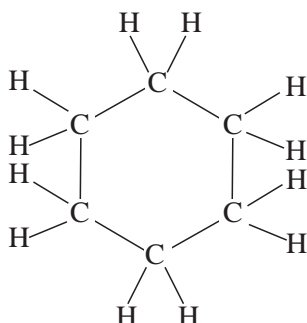
### روش تدریس پیشنهادی: مشارکتی

توصیه می شود برای تدریس به صورت زیر عمل شود  
پوستری از جدول دوره ای را کنار تابلو کلاس نصب کنید و به دانش آموزان یادآور شود، سؤالاتی را در مورد کربن مطرح خواهید کرد گروه ها باید به پرسش ها پاسخ دهند برای هر سؤال یک دقیقه زمان در نظر بگیرید برای پاسخ هر سؤال یکی از گروه ها را پای تابلو بیاورید پرسش های به ترتیب زیر مطرح شود.

- ۱ آرایش الکترونی و آرایش الکترون - نقطه ای اتم کربن را مشخص کنید؟
- ۲ آرایش الکترون نقطه ای اتم کربن چه اطلاعاتی در مورد پیوندهای اتم کربن در اختیار می گذارد؟ و آنها را راهنمایی به مجموعه زیر برسند.

- کربن در لایه ظرفیت خود ۴ الکترون دارد.
- کربن برای رسیدن به آرایش هشت تایی پایدار چهار الکترون خود را از طریق پیوند اشتراکی به اشتراک می گذارد.
- کربن می تواند چهار پیوند یگانه بدهد مانند متان ( $\text{CH}_4$ )
- کربن می تواند یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه بدهد مانند اتن ( $\text{C}_2\text{H}_4$ )
- کربن می تواند یک پیوند سه گانه و یک پیوند یگانه بدهد مانند اتین ( $\text{C}_2\text{H}_2$ )

- ۳ توضیح کوتاهی در مورد شیوه های گوناگون نمایش ترکیب های کربن بدهید و از گروه ها بخواهید این شیوه ها را در مورد متان، اتان، اتن و اتین نشان دهند و مدل آنها را برای جلسه بعدی بسازند.
- ساختارهای زیر را بر روی تابلو رسم و از دانش آموزان بخواهید آنها را با هم مقایسه کنند.



آنها را راهنمایی کنید به این نتیجه برسند.

کربن می تواند علاوه بر پیوند با برخی اتم ها با خودش نیز پیوند اشتراکی برقرار کرده و زنجیرهای کربنی خطی و یا حلقه های کربنی تشکیل دهد.

ساختار هگزان، سیکلوهگزان و بنزن را با نوشتن برخی ویژگی های آنها در کنارشان به تابلو کلاس منتقل کنید و از گروه های بخواهید در مورد علت رفتار متفاوت آنها گفت و گو کنند در پایان نتیجه بگیرید «هر رفتار به یک ساختار خاص مربوط است» و بر این اساس نقشه مفهومی زیر را رسم و یادآور شوید در جلسه های آینده به بررسی ساختار و رفتار دسته های مختلفی از هیدروکربن خواهید پرداخت.



## آلکان‌ها، هیدروکربن‌های با پیوند یگانه

از صفحه ۳۲-۳۶

واحد  
یادگیری ۹

### اهداف آموزشی

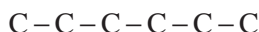
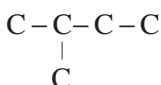
- ۱ تمایل ناچیز آلکان‌ها در واکنش‌پذیری با توجه به ساختار آن درک کند.
- ۲ با فرمول ساختاری خط – نقطه آشنا شود و مهارت نوشتن فرمول ساختاری به این شیوه را کسب و در خود تقویت کند.
- ۳ مهارت نوشتن نام و فرمول مولکولی آلکان‌ها را کسب و در خود تقویت کند.
- ۴ با برخی خواص آلکان‌ها آشنا شود و به ارتباط این خواص با ساختار آلکان و جرم مولکولی پی ببرد.
- ۵ با برخی از خواص آلکان‌های مایع در حفاظت از فلزها و کاربرد آنها به عنوان حلال مواد ناقطبی آشنا شود.

### روش تدریس پیشنهادی: روش مشارکتی، بارش فکری

پیشنهاد می‌شود از گروه‌ها بخواهید با مطالعه صفحه‌های ۳۲ و ۳۳ کتاب درسی ویژگی‌های آلکان‌ها را به صورت عبارت‌های مجزا استخراج و در صورت لزوم دسته‌بندی کنند. نتایج هر یک از گروه‌ها را به تابلو کلاس منتقل و پس از تبادل نظر جمع‌بندی کنید انتظار می‌رود در این جمع‌بندی به عبارت‌هایی مشابه الگوی زیر برسید.

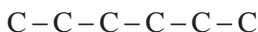
آلکان‌ها هیدروکربن‌های سیرشده زنجیره‌ای با پیوند یگانه می‌باشند.  
در آلکان‌ها هر اتم کربن با چهار پیوند یگانه به چهار اتم متصل است.  
متان ( $\text{CH}_4$ ) ساده‌ترین و نخستین عضو خانواده آلکان‌ها است.  
آلکان‌ها ممکن است راست زنجیر و یا دارای شاخه جانبی باشند  
...

ساختارهای زیر را به تابلو کلاس منتقل و به روش‌های بارش فکری محتوای مربوط به آلکان‌ها راست زنجیر و آلکان‌های با شاخه جانب را با مشارکت گروه‌ها استخراج و جمع‌بندی کنید.

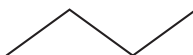


به کمک جدول صفحه ۳۵ فرصت یادگیری برای رسیدن به فرمول  $C_nH_{2n+2}$  برای آلکان‌ها توسط اعضای گروه‌ها را فراهم آورید.

نمونه‌های زیر به تابلو کلاس منتقل و تشابه و تفاوت آنها را از گروه‌ها بخواهید و گروه‌ها را راهنمایی کنید که به این نتیجه برسند که این دو ماده یکسان می‌باشند که فرمول ساختاری به دو صورت مختلف نمایش داده شده است.



(۲)



(۱)

در ادامه کاربرگ‌های مشابه کاربرگ زیر را تکثیر کرده و در اختیار گروه‌های قرار دهد از آنها بخواهید با دقت در جدول و مطالعه کتاب درسی عبارت‌های ارتباطی را بین متغیرها (ویژگی‌ها) آورده شده را بنویسند.

ویژگی	هیدروکربن	$CH_4$	$C_7H_{16}$	$CH_2-CH_2-CH_2$	$CH_2-CH_2-CH_2$
اندازه					
جرم مولکولی					
نیروی بین مولکولی					
نقطه جوش					

عبارت‌های ارتباطی باید مربوط به موارد زیر باشد

- رابطه افزایش تعداد کربن با جرم مولکولی
- رابطه افزایش تعداد کربن با اندازه مولکول
- رابطه افزایش تعداد کربن با میزان نیروی بین مولکولی
- رابطه افزایش تعداد کربن با گرانش و چسبندگی
- رابطه افزایش تعداد کربن با نقطه جوش
- رابطه افزایش تعداد کربن با فراریت

مثال‌های با نمونه‌هایی از هیدروکربن‌ها برای به کارگیری ارتباطی مطرح کنید و پاسخ آنها را از گروه‌ها بخواهید برای نمونه: نقطه جوش کدام بالاتر است؟ چرا؟  $C_4H_{10}$  یا  $C_7H_{16}$  از گروه‌های بخواهید انحلال پذیری آلکان‌ها در آب را با مطالعه کتاب درسی بررسی و عبارت‌های ارتباطی را استخراج و با ارائه مثال‌های عملی به کار گیرند.

## نام گذاری آلکان‌ها

از صفحه ۳۶-۳۹

واحد

یادگیری ۱۰

## اهداف آموزشی

۱ با قواعد نامگذاری آیوپاک آلکان‌ها راست زنجیر و شاخه‌دار آشنا شود.

۲ مهارت نوشتن نام گذاری آلکان‌ها را کسب و در خود تقویت کند.

## روش تدریس پیشنهادی: روش کاوشگری هدایت شده

به معلم گرامی توصیه می‌شود کاربردهای زیر را که از قبل تکثیر شده است در اختیار گروه‌های قرار دهد و از آنها بخواهد با بررسی و مطالعه مطالب آن، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهند. به دانش‌آموزان فرصت کافی دهید تا کاربردهای را مطالعه و بررسی کنند در حین انجام کار بر فعالیت دانش‌آموزان نظارت و در صورت نیاز، گروه‌ها را راهنمایی کنید.

کاربرگ کلاسی (گروهی - فردی)	نام و نام خانوادگی (اعضای گروه):
صفحه ۱	موضوع درس:
تاریخ:	

یادآوری: شکل زیر تقسیم‌بندی هیدروکربن‌های سیرشده زنجیری را نشان می‌دهد.

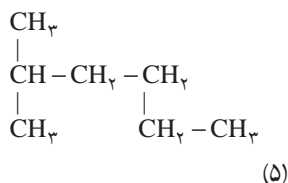
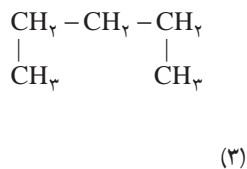
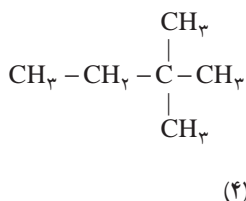
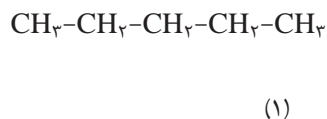
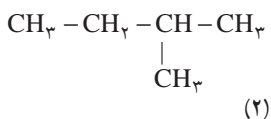
راست زنجیر: هر اتم کربن حداکثر با دو اتم کربن دیگر پیوند دارد.

شاخه‌دار: حداقل یکی از اتم‌های کربن با بیش از دو اتم کربن دیگر پیوند دارد.

هیدروکربن‌های سیرشده زنجیری

پرسش ۱  
(آ) با توجه به فرمول‌های ساختاری داده شده، جدول (۱) را کامل کنید:





جدول ۱		
شماره ترکیب	فرمول مولکولی	شاخه دار / راست زنجیر
۱		<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
۲		<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
۳		<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
۴		<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>
۵		<input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>

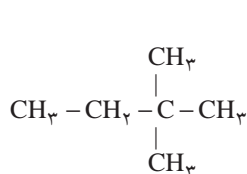
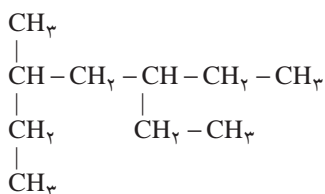
(ب) در نام گذاری هیدروکربن های سیرشده شاخه دار نکات زیر در نظر گرفته می شود:

- ۱- به بلندترین زنجیر کربنی در فرمول ساختاری، زنجیر اصلی می گویند.
- ۲- به اتم های کربنی که در زنجیر اصلی نیستند و هیدروژن های متصل به آنها شاخه فرعی گفته می شود.
- ۳- نام زنجیر اصلی: پیشوند متناسب با تعداد اتم های کربن + پسوند(ان)
- ۴- نام شاخه فرعی: متیل ( $\text{CH}_3$ )، یا اتیل ( $\text{CH}_2 - \text{CH}_3$ )
- ۵- اگر بیشتر از یک شاخه فرعی یکسان وجود داشته باشد، تعداد آنها با پیشوندهای دی، تری، تترا و... مشخص می شود. به فرمول ساختاری و نام ترکیب های زیر توجه کنید.

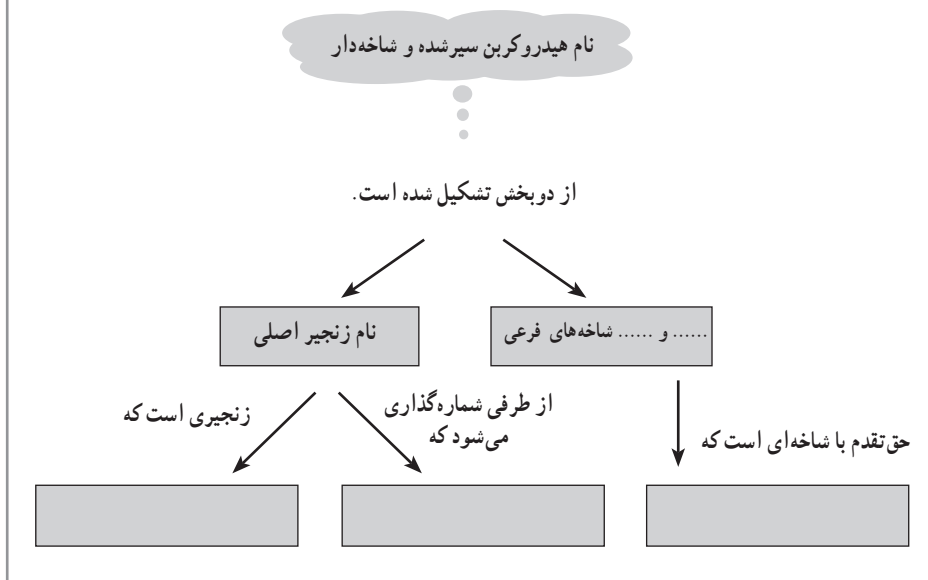
ترکیب	فرمول ساختاری	نام
A	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	۲- متیل بوتان
B	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	۲- متیل پنتان
C	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	۲، ۴- دی متیل هگزان
D	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	۴- اتیل، ۲- متیل هگزان

پرسش ها :

- ۱- وجه اشتراک نام ترکیب A و B چیست؟
- ۲- تفاوت نام ترکیب A و B چیست؟ به نظر شما علت این تفاوت چیست؟
- ۳- کربن های زنجیر اصلی در هر یک از ترکیب های A و B از کدام طرف شماره گذاری شده اند؟
- ۴- از این پرسش ۱، ۲، ۳ چه نتیجه ای می گیرید؟
- ۵- آیا ترکیب شماره گذاری زنجیر اصلی در ترکیب C با آنچه که شما انتظار دارید همخوانی دارد؟ توضیح دهید.
- ۶- تعداد و نام شاخه های فرعی را در هر یک از ترکیب های D و C مشخص کنید.
- ۷- زنجیر اصلی را در ترکیب های D و C مشخص و شماره گذاری کنید.
- ۸- در ترکیب D ابتدا نام کدام شاخه فرعی آورده شده است؟
- ۹- نظر شما درباره جمله زیر چیست؟  
 «اگر در ساختار آلکانی شاخه های فرعی متفاوتی وجود داشته باشد ترتیب نامیدن شاخه های فرعی براساس ترتیب حروف الفبا است»  
 ° ۱- ترکیب های زیر را نام گذاری کنید.



- ۱۱- ایزومر یا هم پار به ترکیب‌هایی گفته می‌شود که فرمول مولکولی یکسان ولی فرمول ساختاری متفاوتی دارند، فرمول‌های ساختاری ممکن برای  $C_5H_{12}$  را رسم و نام‌گذاری کنید.
- ۱۲- جاهای خالی را در شکل زیر کامل کنید.



سپس کاربرگ‌ها را جمع‌آوری کنید و از نماینده یکی از گروه‌ها بخواهید پاسخ‌های خود را روی تابلو بنویسد پاسخ‌های نادرست را تصحیح و پاسخ‌های درست را تأیید کنید و در ادامه ضمن بیان ویژگی‌های هیدروکربن‌ها والکان‌ها مطالب را جمع‌بندی کنید، در پایان از دانش‌آموزان بخواهید خود را بیازمایید صفحه ۳۸ را حل کنند.

## بردانش خود بیفزایید

### هیدروکربن‌ها

هیدروکربن‌ها، از دیدگاه ساختمانی ساده‌ترین ترکیب‌های آلی هستند که از هیدروژن و کربن تشکیل شده‌اند، بیشتر سوخت‌های فسیلی مخلوطی از هیدروکربن‌ها هستند بدون اغراق می‌توان گفت که اقتصاد دنیا بر پایه هیدروکربن‌ها استوار است.

هیدروکربن‌ها براساس نوع پیوندهای موجود در آنها در سه دسته قرار می‌گیرند.

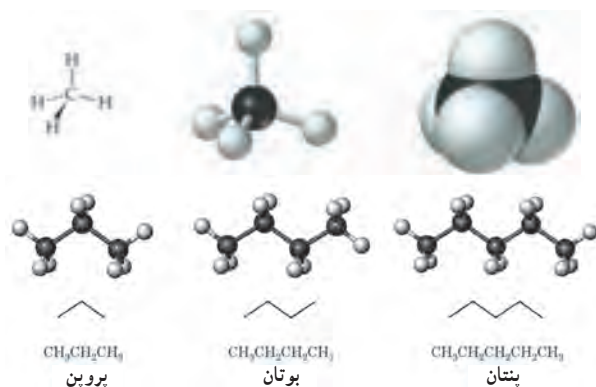
۱- هیدروکربن‌های سیرشده، مولکول‌های این ترکیب‌ها حداکثر تعداد پیوند ممکن را دارند و پیوند میان اتم‌ها ساده است به همین خاطر به آنها سیرشده یا پارافین می‌گویند.

۲- هیدروکربن‌های سیر نشده، یک یا چند پیوند چندگانه میان اتم‌های کربن در مولکول آنها وجود دارد.

۳- هیدروکربن‌های آروماتیک، ساختمان مولکولی آنها از ساختار بنزن سرچشمه می‌گیرد. بیشتر این ترکیب‌ها بو دارند به همین دلیل به آنها آروماتیک (معطر) گفته می‌شود.

آلکان‌ها با فرمول عمومی  $C_nH_{2n+2}$

آلکان‌ها ترکیب‌هایی هستند که دارای پیوندهای ساده یا یگانه کربن - کربن می‌باشند (شکل ۵۲).



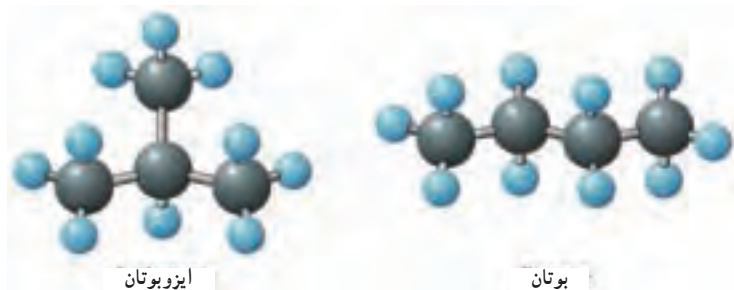
شکل ۵۲- نام، فرمول ساختاری و مدل مولکولی چند آلکان

### The First Ten Alkanes with Unbranched Chains

Name	Molecular Formula	Condensed Structural Formula	Name	Molecular Formula	Condensed Structural Formula
methane	$CH_4$	$CH_4$	hexane	$C_6H_{14}$	$CH_3(CH_2)_4CH_3$
ethane	$C_2H_6$	$CH_3CH_3$	heptane	$C_7H_{16}$	$CH_3(CH_2)_5CH_3$
propane	$C_3H_8$	$CH_3CH_2CH_3$	octane	$C_8H_{18}$	$CH_3(CH_2)_6CH_3$
butane	$C_4H_{10}$	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	nonane	$C_9H_{20}$	$CH_3(CH_2)_7CH_3$
pentane	$C_5H_{12}$	$CH_3(CH_2)_4CH_3$	decane	$C_{10}H_{22}$	$CH_3(CH_2)_8CH_3$

## ایزومر ساختاری و آلکان‌های شاخه دار

ایزومری: ترکیب‌هایی که فرمول مولکولی یکسان ولی فرمول ساختاری متفاوت دارند. در ساختار ایزومری علاوه بر آلکان‌های راست زنجیر، وجود آلکان‌های شاخه‌دار نیز ممکن است (شکل ۵۳).



شکل ۵۳- ایزومرهای  $C_4H_{10}$

### خواص عمومی آلکان‌ها:

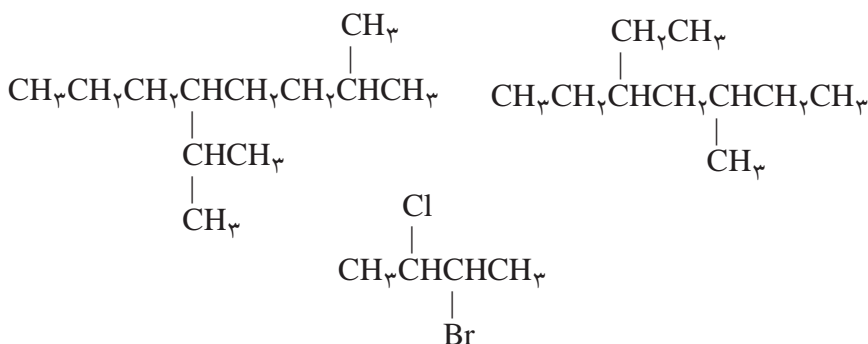
- ۱ آلکان‌های ۱ تا ۴ کربنه گاز، از ۵ تا ۱۶ کربنه مایع و آلکان‌های بزرگ‌تر جامدند.
- ۲ آلکان‌ها ناقطبی بوده و در آب حل نمی‌شوند ولی در حلال‌های آلی به‌خوبی حل می‌گردند.
- ۳ این ترکیب‌ها دانسیته کمتری از آب دارند.
- ۴ منابع انرژی خوبی بوده و به‌راحتی می‌سوزند.
- ۵ شاخه دار شدن آلکان‌ها سبب کاهش نقطه جوش آنها می‌گردد.

جدول ۲- ویژگی‌های ساختاری سه خانواده مهم از هیدروکربن‌ها

نام دسته	نام خانواده	فرمول عمومی	فرمول ساختاری	نام	ملاحظات	طول پیوند	انرژی پیوند moL. kJ
هیدروکربن‌های سیر شده	آلکان	$C_nH_{2n+2}$	$  \begin{array}{c}  H & H \\    &   \\  H-C & -C-H \\    &   \\  H & H  \end{array}  $	اتان	تمام پیوندها، کووالانسی یگانه است	۱/۵۴	۳۴۶
هیدروکربن‌های سیر نشده	آلکن	$C_nH_{2n}$	$  \begin{array}{c}  H & & H \\  & \backslash & / \\  & C = C \\  & / & \backslash \\  H & & H  \end{array}  $	اتن	دست کم دارای یک پیوند دوگانه کربن-کربن	۱/۳۴	۶۰۲
	آلکین	$C_nH_{2n-2}$	$H-C \equiv C-H$	اتین	دست کم دارای یک پیوند سه گانه کربن-کربن	۱/۲	۸۳۵

در نام‌گذاری الکان‌های شاخه دار باید قواعد زیر رعایت شود :

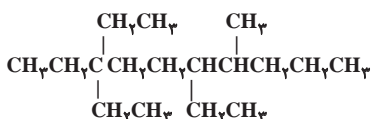
۱ زنجیر اصلی بیشترین تعداد اتم‌های کربن را دارد و در صورت داشتن یک شاخه فرعی از طرفی که به آن نزدیک‌تر است شماره‌گذاری می‌شود. اگر زنجیر اصلی دو شاخه فرعی داشته باشد از طرفی شاخه‌ای که به سر زنجیر نزدیک‌تر است باید شماره‌گذاری شود. (در شرایط یکسان ترتیب حروف الفبا تعیین‌کننده است)



۲ شاخه‌های فرعی را به صورت آلکیل و تعداد آنها را با پیشوندهای دی، تری، تترا، پنتا، و... بیان می‌کنند. (جدول ۳)

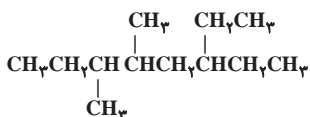
جدول ۳- نام برخی از گروه‌های آلکیل

متیل $\text{CH}_3-$	S-بوتیل $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	نئوپنتیل $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3\text{CCH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
اتیل $\text{CH}_3\text{CH}_2-$	t-بوتیل $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3\text{C}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	هگزیل $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$
پروپیل $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-$	پنتیل $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$	ایزوهگزیل $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
ایزوپروپیل $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	ایزوپنتیل $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	
بوتیل $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$		
ایزوبوتیل $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$		



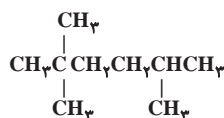
۶،۳،۳-تری اتیل-۷-متیل دکان

۳ هرگاه مکان دو شاخه فرعی از دو طرف یکسان باشد، مکان شاخه فرعی سوم تعیین می کند که از کدام طرف شماره گذاری باید آغاز شود.



۶-اتیل، ۴،۳-دی متیل اوکتان ✓

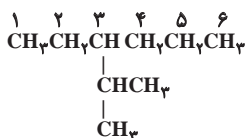
۳-اتیل، ۵،۶-دی متیل اوکتان



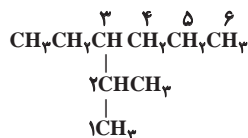
۴،۲،۲-تری متیل هپتان ✓

۴،۴،۲-تری متیل پنتان

۲ زنجیر اصلی باید طوری انتخاب شود که تعداد شاخه های فرعی بیشتری ایجاد شود برای نمونه...

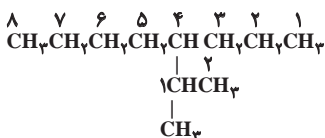


۳-ایزوپروپیل هگزان (یک شاخه فرعی دارد)

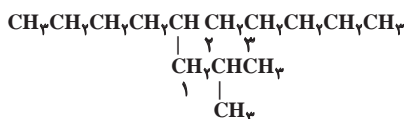


۳-اتیل-۲-متیل هگزان (دو شاخه فرعی دارد)

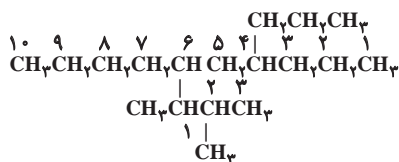
۵ هرگاه تعداد اتم های کربن شاخه فرعی بیش از ۳ تا باشد، شاخه فرعی را به صورت سیستماتیک شماره گذاری و نام گذاری می کنند، در این حالت برای شماره گذاری شاخه فرعی اولین کربن متصل به شاخه اصلی را در شاخه فرعی شماره ۱ قرار می دهند و آن را تا انتها شماره گذاری می کنند سپس نام شاخه فرعی را به صورت چند آلکیل درون پرانتز می نویسند برای نمونه.



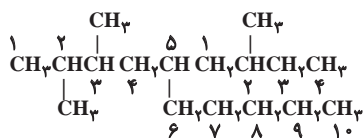
۴- (۱-متیل-اتیل) اوکتان، یا ۴-ایزوپروپیل اوکتان



۵-ایزوبوتیل دکان، یا ۵- (۲-متیل پروپیل) دکان



۶- (۲،۱- دی متیل پروپیل) - ۴- پروپیل دکان



۳،۲- دی متیل - ۵- (۲- متیل بوتیل) دکان

## آلکن‌ها و آلکین‌ها، هیدروکربن‌هایی با پیوند دوگانه و سه‌گانه

از صفحه ۳۹-۴۱

واحد  
یادگیری ۱۱

### اهداف آموزشی

- ۱ با آلکن‌ها به عنوان یک هیدروکربن سیرنشده آشنا شود.
- ۲ علت واکنش‌پذیری آلکن‌ها را با توجه به ساختار آن درک کند.
- ۳ با برخی واکنش‌های ساده اتن آشنا شود.
- ۴ با الکین به عنوان دسته‌ای از هیدروکربن‌های سیرنشده آشنا شود.
- ۵ با اتین عضوی از خانواده آلکین‌ها و کاربرد آن در صنعت آشنا شود.

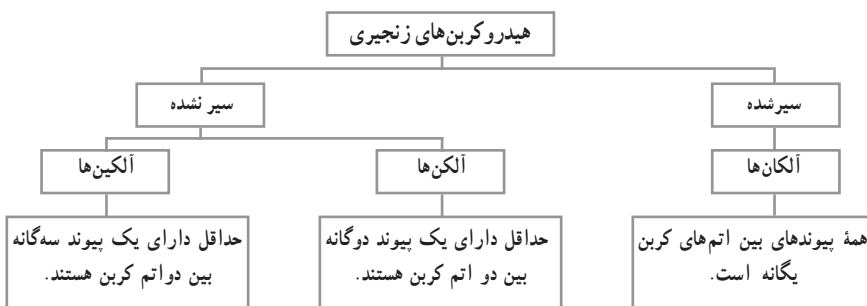
### روش تدریس پیشنهادی: کاوشگری هدایت شده

پیشنهاد می‌شود کاربرگی حاوی مطالب زیر را که از قبل تکثیر شده است به همراه مدل مولکولی گلوله و میله در اختیار هر یک از گروه‌ها قرار دهید، از دانش‌آموزان بخواهید در گروه خود مطالب کاربرگ را مورد بحث و تبادل نظر قرار دهند و به پرسش‌های آن پاسخ دهند.

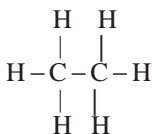


نام و نام خانوادگی (اعضای گروه):	کاربرگ کلاسی (گروهی – فردی)
موضوع درس:	تاریخ:

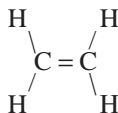
شکل زیر دسته‌بندی هیدروکربن‌های زنجیری را نشان می‌دهد.



توجه: کوچک‌ترین آلکن و کوچک‌ترین آلکین هر یک دارای ۲ اتم کربن می‌باشند. با استفاده از مدل مولکولی هر یک از مولکول‌های زیر را بسازید و به پرسش‌ها پاسخ دهید.



اتان



اتن



اتین

۱- جدول زیر را کامل کنید.

هیدروکربن	اتان	اتن	اتین
تعداد اتم‌های کربن			
تعداد اتم‌های هیدروژن			
فرمول مولکولی			
خانواده			

۲- آلکن‌ها نسبت به آلکان‌های هم کربن خود چند هیدروژن کمتر دارند؟

۳- اگر فرمول عمومی آلکان‌ها به صورت  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  باشد فرمول عمومی آلکن‌ها چگونه است؟

۴- آلکین‌ها نسبت به آلکان‌های هم کربن خود چند هیدروژن کمتر دارند؟

۵- اگر فرمول عمومی آلکان‌ها به صورت  $C_nH_{2n+2}$  باشد فرمول عمومی آلکین‌ها چگونه است؟

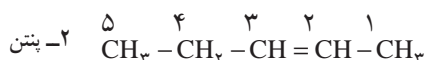
۶- فرمول مولکولی آلکن‌ها دارای ۵، ۴، ۳ اتم کربن را بنویسید.

در نام‌گذاری آلکن‌های راست زنجیر قواعد زیر را به کار ببرید.

شماره‌گذاری زنجیر اصلی از طرفی انجام شود که به پیوند دوگانه نزدیک‌تر باشد (کربن‌های پیوند دوگانه شماره کمتری داشته باشند).

— محل پیوند دوگانه با آوردن شماره کمتر کربن‌های آن مشخص می‌شود.

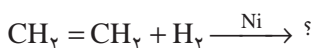
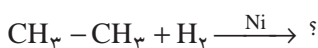
— سپس نام زنجیر اصلی با پسوند «ن» بیان می‌شود.



۷- فرمول ساختاری ایزومرهای پنتن راست زنجیر را رسم و نامگذاری کنید.

۸- امکان واکنش پذیری اتن و اتان را با هم مقایسه کنند و براساس آن مقایسه فرآورده واکنش‌های زیر را در صورت انجام بنویسید.

مانند



پس از فعالیت دانش‌آموزان کاربرگ‌ها را جمع‌آوری کنید. به منظور جمع‌بندی مطالب، از بین دانش‌آموزان چند نفر را برای پاسخ دادن به پرسش‌های کاربرگ انتخاب کنید و پس از بررسی پاسخ هر یک از دانش‌آموزان جواب نهایی را تأیید کنید. در این جلسه نمره کاربرگ را می‌توانید به عنوان ارزشیابی مستمر منظور کنید.

واکنش آب با اتن را بررسی و اهمیت فرآورده حاصل را بیان کنید. از گروه‌ها بخواهید فرآورده واکنش برم با  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  (اتن) را پیش‌بینی کنند.

ساختارهای زیر را در تابلو رسم کنید و از گروه‌ها بخواهید آنها را با هم مقایسه کنند.



پروپن

پروپین

از طریق پروپین، آلکین‌ها را معرفی و برخی از ویژگی‌ها آن را بیان کنید.

## بر دانش خود بیفزایید

### هیدروکربن‌های سیر نشده

**آلکن‌ها با فرمول عمومی  $C_nH_{2n}$ :** به هیدروکربن‌های سیر نشده‌ای که یک پیوند دوگانه دارند آلکن می‌گویند. آلکن نام آیوپاک این دسته از هیدروکربن‌ها می‌باشد. در قدیم به این خانواده آلکیلن اطلاق می‌شد؛ مانند اتن که در قدیم به آن اتیلن گفته می‌شد یا پروپن که به آن پروپیلن می‌گفتند. در کشاورزی از اتن به عنوان عامل عمل آورنده میوه‌ها استفاده می‌کنند و به همین خاطر به گاز رسیدن میوه‌ها معروف است.

**۱** در هیدروکربن‌های آلکنی حداقل یک پیوند دوگانه وجود دارد.

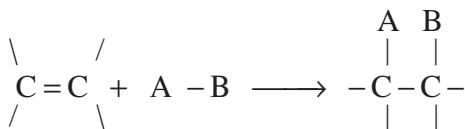
**۲** ساده‌ترین این دسته از ترکیب‌ها اتیلن با مولکولی مسطح است.



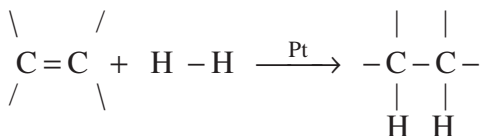
اتن (اتیلن) گازی است بی‌رنگ، با بویی تقریباً مطبوع که از هوا کمی سبک‌تر با چگالی  $1/26 \text{ gL}^{-1}$  است و قابلیت انحلالی آن  $25^\circ \text{ ml}$  در یک لیتر آب صفر درجه است. در صنعت نفت بر اثر شکستن مولکول‌های سنگین (کراکینگ) به دست می‌آید. این ترکیب در صنایع مختلفی به عنوان ماده اولیه و پایه کاربرد فراوان دارد. اتیلن به دلیل داشتن پیوند دوگانه کربن – کربن در ساختار خود میل زیادی برای انجام واکنش‌های شیمیایی از خود نشان می‌دهد.

### بررسی واکنش‌های مربوط به پیوند دوگانه در آلکن‌ها:

آلکن‌ها از آلکان‌های هم کربن خود دو هیدروژن کمتر دارند و به آنها سیر نشده می‌گویند. این ترکیبات دارای پیوند دوگانه کربن – کربن بود و میل بیشتری به انجام واکنش نسبت به آلکان‌ها دارند و این ویژگی آنهاست که سبب فعال بودن این ترکیبات و شرکت آنها در واکنش‌هایی می‌شود که موسوم به واکنش‌های افزایشی است. در این واکنش‌ها یکی از پیوندها در پیوند دوگانه کربن – کربن شکسته و پیوند کربن – کربن ساده به وجود می‌آید و ترکیب اضافه شده به دو قسمت تبدیل و هر کدام به یک کربن متصل می‌شوند به واکنش کلی زیر توجه کنید:



۱ واکنش با هیدروژن (هیدروژناسیون): در این فرایند آلکن به آلکان تبدیل می‌شود.

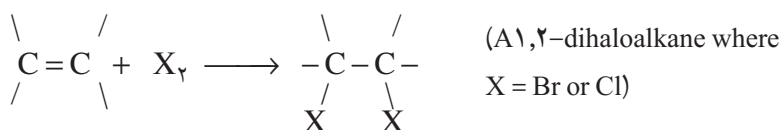
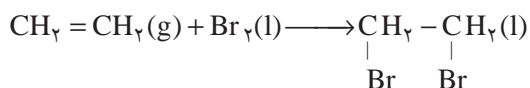


۲ واکنش با برم مایع و کلر

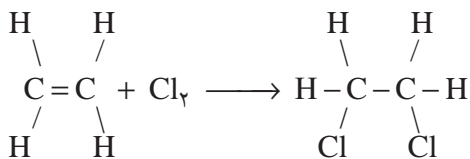


شکل ۵۴-شناسایی آلکن

واکنش با برم مایع راهی برای تشخیص وجود پیوند دوگانه محسوب می‌شود. (چرا؟)  
(شکل ۵۴)



برای مثال،



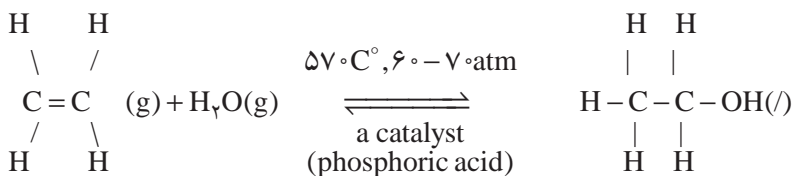
Ethylene

1,2-Dichloroethane

۲ واکنش با آب و تولید الکل: اتیلن با آب در شرایط واکنش می تواند تولید اتانول (الکل اتیلیک) کند.

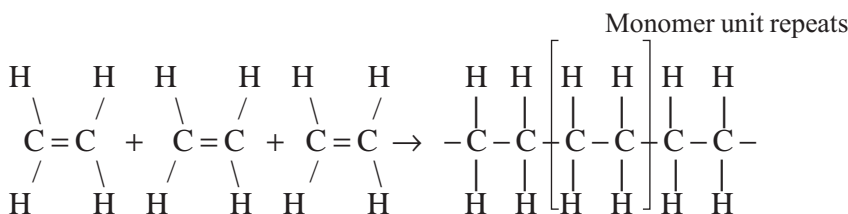
(شکل ۵۵)

اتانول بعد از آب مهم ترین حلال صنعتی است و به عنوان یک ضد عفونی کننده قوی در پزشکی استفاده می شود.



شکل ۵۵- روش تهیه و کاربرد اتانول

۳ پلیمریزاسیون (بسیار) افزایشی: یکی از مهم ترین واکنش های مربوط به آلکن ها واکنش افزایشی مولکول های آلکنی به یکدیگر است در این واکنش ها هر مولکول به عنوان یک منومر (تک پار) به یکدیگر متصل شده و زنجیره بزرگی از آنها را به وجود می آورد که در این شرایط به آن پلیمر (بسیار) گفته می شود. برای به دست آوردن نام پلیمر حاصل تنها کافیست به اول نام منومر کلمه پلیمر اضافه کنیم.



Ethene (ethy lene) monomers

Polyethylene section

همان طور که می بینید در این فرایند منومرها به یکدیگر متصل شده و زنجیره ای از آنها یک درشت مولکول به وجود می آورد که در صنعت اهمیت زیادی دارد.

آلکین ها با فرمول عمومی  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

هیدروکربن های سیر نشده های که در ساختار مولکولی خود پیوند سه گانه کربن – کربن دارند به آلکین ها یا استیلنی ها مشهورند (چرا؟). در این دسته از ترکیبات اتین یا استیلن ساده ترین ترکیب شناخته شده است.



و یک پیوند سه گانه بین دو تا از کربن ها وجود دارد، که یکی سیگما و دو تای دیگر پای می باشند. فرمول آن به صورت  $C_2H_2$  است.



شکل ۵۶- از استیلن در جوشکاری و برش فلزات استفاده می شود.

استیلن، گازی بی رنگ و در دما و فشار معمولی به شدت آتش گیر و با بویی شبیه بوی سیر می باشد. این گاز توسط «ادموند داوی» کشف شد. در هوا به شدت و با شعله ای درخشان می سوزد. مخلوط استیلن و هوا بسیار منفجر شونده است. تقریباً ۸۰ درصد استیلن تولید شده برای سنتز ترکیبات شیمیایی و ۲۰ درصد برای تولید اکسی استیلن در جوشکاری و برش فلزات استفاده می شود. استیلن در اثر احتراق با اکسیژن، شعله ای تولید می کند که بیشتر از ۳۳۰۰ درجه سانتی گراد حرارت دارد. استیلن به صورت تجارتي در کپسول های زرد همراه استون عرضه می شود. استیلن در تولید لامپ های استیلن یا کاربرد استفاده می شود که قبلاً در معادن مورد استفاده قرار می گرفت (شکل ۵۷).

استیلن از روش های گوناگونی به دست می آید که یکی از آنها کراکینگ ترکیبات نفتی است و روش دیگر، اثر آب بر کلسیم کاربرد است که از محصولات جانبی ذوب آهن می باشد.



شکل ۵۷- برخی کاربردهای استیلن

## هیدروکربن‌های حلقوی، نفت

از صفحه ۴۲-۴۶

### اهداف آموزشی

- ۱ با برخی هیدروکربن‌های حلقوی و آروماتیک و کاربرد آن آشنا شود.
- ۲ به دو جنبه اساسی کاربرد نفت خام به عنوان سوخت و ماده اولیه مواد مصنوعی پی ببرد.
- ۳ به اهمیت و نقش بنیادی نفت در پیشرفت اقتصادی و اجتماعی پی ببرد.
- ۴ سوخت مناسب برای استفاده را با توجه به عوامل زیست‌محیطی، اقتصادی، میزان تولید انرژی و در دسترس بودن انتخاب کند.

### روشی تدریس پیشنهادی: مشارکتی

- پیشنهاد می‌شود به روش زیر عمل شود
- ۱ ساختارهای از هگزان، سیلکوهگزان و بنزن را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید تفاوت این ساختارها را بیان کنند. راهنمایی کنید تا به دسته‌بندی راست زنجیر، حلقوی و حلقوی سیرشده (آروماتیک) هدایت شوند.
  - ۲ ساختار بنزن و نفتالن را گروه‌های بررسی کرده و تشابه و تفاوت آنها را بیان کنند و نظرات را به تابلو کلاس منتقل و جمع کنید. در این جمع‌بندی به نتایج زیر برسند.

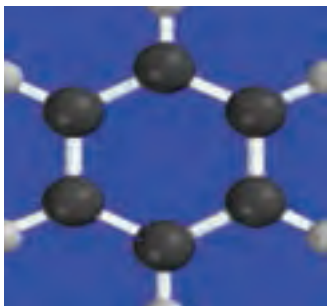
تشابه: هر دو حلقوی – سیرنشده، آروماتیک هستند.  
تفاوت: فرمول مولکولی، تعداد پیوند دوگانه – و کاربردهای متفاوت

- ۳ یک هفته قبل از تدریس مباحث مربوط به نفت، به هریک از گروه‌ها موضوعات زیر را بدهید و از آنها بخواهید با تحقیق و همفکری گزارشی برای جلسه بعد تهیه نمایند.

سوخت‌های فسیلی، انواع نفت خام – پالایش نفت خام – اوپک و نفت خام، زغال سنگ – نفت و اقتصاد جهان

از گروه‌ها بخواهید گزارش خود را در رابطه با موضوع‌ها انتخاب شده ارائه نمایند پس از ارائه و تبادل نظر در کلاس مطالب را جمع‌بندی نمایید.

## بردانش خودیغزایید



### هیدورکربن های آروماتیک

بررسی خود را درباره هیدروکربن های آروماتیک با نگاهی به ساختار بنزن شروع می کنیم.

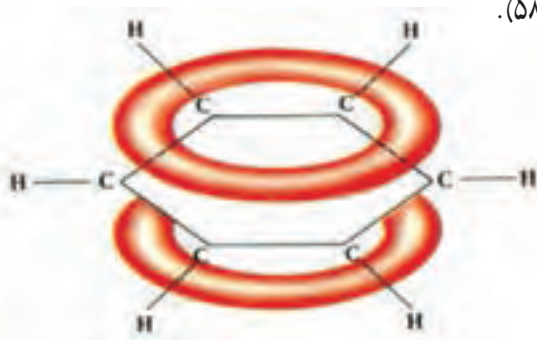
بنزن را ابتدا مایکل فاراده تهیه کرد، فرمول مولکولی بنزن  $C_6H_6$  است این ترکیب را با آلکان ۶ کربنی  $C_6H_{14}$  مقایسه کنید. به نظر می رسد که به میزان زیادی سیرنشده گی دارد ولی بنزن از نظر شیمیایی مانند یک هیدروکربن سیرنشده عمل نمی کند، و به نظر می رسد که شش

اتم کربن در مولکول یکسان هستند یعنی هیچ یک از اتم های کربن خواص متفاوتی با کربن های دیگر نشان نمی دهد. براساس این واقعیات فردریش ککوله در ۱۸۶۵ یک ساختمان حلقوی برای بنزن پیشنهاد کرد.

در این ساختمان همه اتم های کربن یکسان اند هر اتم کربن با یک اتم کربن پیوند دوگانه و با اتم کربن دیگر پیوند ساده، و با اتم هیدروژن نیز یک پیوند ساده تشکیل می دهد. مطابق ساختار ککوله مولکول بنزن مسطح است و یک شش وجهی منظم تشکیل می دهد که زوایای پیوندی در آن  $120^\circ$  درجه است.

ساختمان ککوله یک اشکال دارد! و آن این است که نشان می دهد یک پیوند یگانه و یک پیوند دوگانه بین اتم های کربن وجود دارد، ولی شواهد تجربی نشان می دهد که همه پیوندهای کربن - کربن یکسان اند و طول پیوند برابر  $139 \text{ pm}$  فاصله تقریباً میانگین طول پیوندهای یگانه و دوگانه است.

توجیه این پیوند در محدوده تئوری ساده پیوند مشکل است. بنابراین برای توجیه آن از مفهوم رزونانس استفاده می شود (شکل ۵۸).

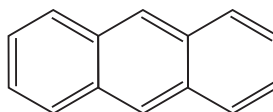
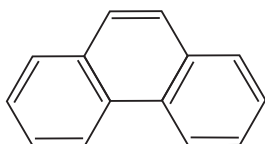


شکل ۵۸- رزونانس در بنزن

بنزن مولکولی مسطح با سه پیوند دوگانه نامستقر و ساختار آن هیبریدی رزونانسی از دو ساختار است. تشکیل ابر الکترونی نامستقر دو تکه در بالا و پایین حلقه مسطح بنزن

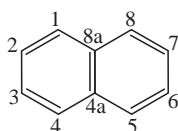


هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAH) ترکیباتی شامل دو یا چند حلقه‌ای آروماتیک بهم جوش خورده هستند که به صورت ایزومرهای مختلفی وجود دارند. این ترکیب‌های در رنگ‌سازی، ساخت پلاستیک‌ها، آفت‌کش‌ها و ... به کار می‌روند. از جمله این ترکیبات می‌توان به نفتالن، فنانترن، آنتراسن و ... اشاره نمود.

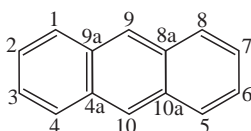


### نام‌گذاری:

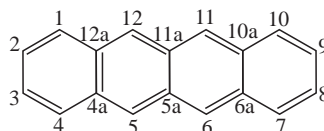
برای نام‌گذاری هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای از نام‌های متداول استفاده می‌شود، دو حلقه‌های بنزن (با دو کربن جوش خورده) را نفتالن می‌نامند و حلقه‌ای بیشتر (با دو کربن مشترک) به صورت خطی را سری آسن‌های می‌نامند.



نفتالن

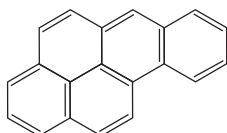


آنتراسن

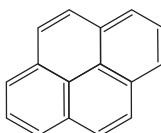


تتراسن (نفتاسن)

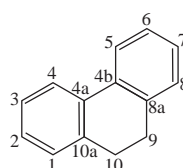
شماره‌گذاری کربن‌ها به صورت چرخشی انجام شده و به کربن نوع چهارم (کربن بدون هیدروژن) شماره کربن قبل از خود به همراه حرف a, b و ... را می‌آورند. اتصال حلقه‌ها با زاویه را اتصال پیری (Peri) می‌نامند، اولین این سری فنانترن است.



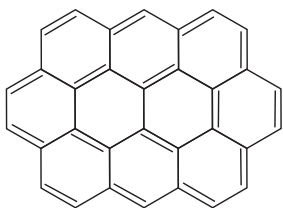
فنانترن



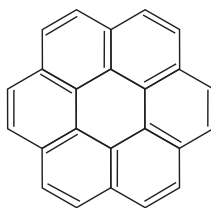
بنزو[a]پیرین



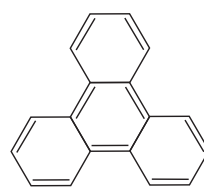
پیرین



اووالن  
Ovalene



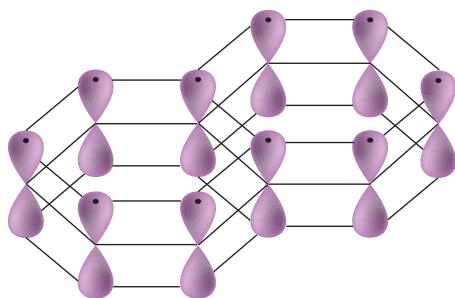
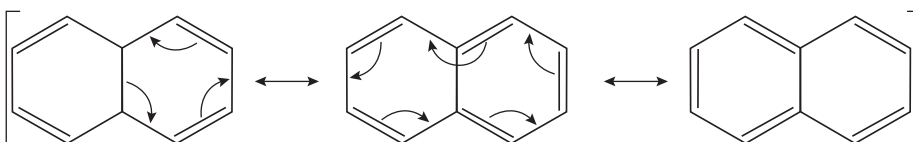
کرونن  
Coronene



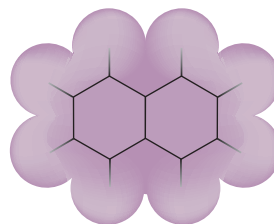
تری فنیلین  
Triphenylene

هیدروکربن‌های بنزنوئیدی متصل به هم، نفتالن و سیستم‌های سه حلقه‌ای برخلاف بنزن که مایع است نفتالن جامد بی‌رنگ با دمای ذوب  $8^\circ\text{C}$  است، این ترکیب را بیشتر به عنوان ضدبید و ضد حشره می‌شناسیم، اگر چه به جای آن از ترکیب‌های کلردار مانند ۱، ۴-دی‌کلروبنزن استفاده می‌شود.

نفتالن و سایر هیدروکربن‌های آروماتیک پلی سیکلی، بسیار از خواص مربوط به آروماتیکی را نشان می‌دهند، فرم‌های رزونانسی مختلف نفتالن، سه فرم به صورت زیر است همانند بنزن مسطح بوده و الکترون‌های غیرمستقر دارد (شکل ۵۹).



A



B

شکل ۵۹- رزونانس در هیدروکربن‌های آروماتیک

## پاسخ پرسش‌های فصل اول

### خود را بیازمایید صفحه ۳

۱ شکل زیر فرایند کلی تولید دوچرخه را نشان می‌دهد.



الف) درباره این فرایند گفت‌وگو کنید.

دانش‌آموز به نکات زیر توجه داده شود:

۱ منشأ اجزای این دوچرخه از زمین است؛

۲ بخشی از آن مواد نفتی و بخشی مواد معدنی است؛

۳ مواد اولیه آن به‌طور خام قابل استفاده نیستند و باید فرآوری شوند.

ب) آیا در تولید ورقه‌های فولادی و تایر دوچرخه، موادی دور ریخته می‌شود؟

بله در هنگام تولید ورقه‌های فولادی مواد ناخالصی موجود در سنگ معدن و مقداری فلز هنگام برش کاری به پسماند تبدیل می‌شوند. همچنین هنگام تولید تایر، مواد اضافی جهت تمیزکاری و خوش ساخت شدن برش زده می‌شوند که آنها هم به‌صورت پسماند در می‌آیند (و نظرات ارائه شده دیگر در کلاس).

پ) پس از چندین سال چه اتفاقی برای قطعه‌های دوچرخه می‌افتد؟

قسمت‌های فلزی در تماس با هوا

و رطوبت زنگ می‌زنند و قسمت‌های

لاستیکی و پلاستیکی فرسوده و کهنه

می‌شوند و ممکن است در محیط رها

و یا بازیافت شوند.

۲ شکل رو به رو نمایی از چرخه

مواد را نشان می‌دهد. با توجه به آن

به پرسش‌ها پاسخ دهید:



الف) آیا جمله «همه مواد طبیعی و مصنوعی از کره زمین به دست می‌آیند» درست است؟ توضیح دهید.  
 بله چون مواد طبیعی که مستقیماً از کره زمین به دست می‌آیند مانند برخی فلزات و موادی مانند نفت و الماس و... و برخی نیز به طور غیرمستقیم از مواد طبیعی ساخته می‌شوند که منشأ آنها هم زمین است مانند: پلاستیک و لاستیک و... همگی موادی هستند که از کره زمین به دست می‌آیند.

ب) موادی که از طبیعت به دست می‌آوریم، به چه شکل به طبیعت بر می‌گردند؟  
 پسماند و زباله و برخی به شکل ترکیب شده با اجزای هوا کره

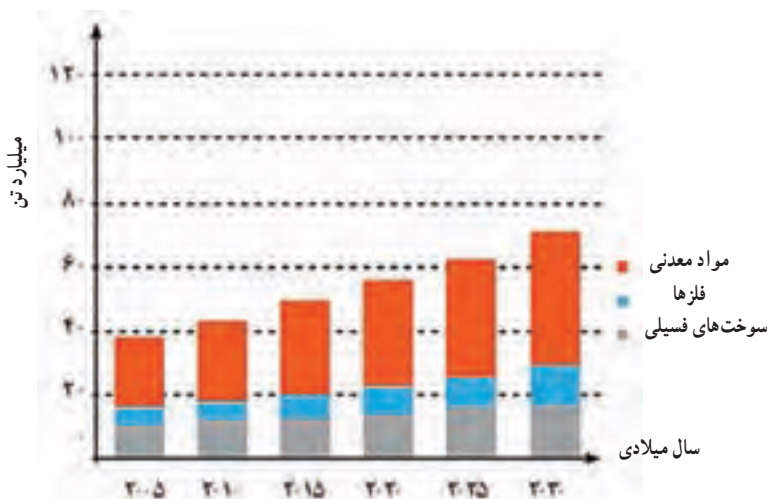
پ) آیا جرم کل مواد به تقریب در کره زمین ثابت می‌ماند؟ چرا؟

بله زیرا هرچه که از آن استخراج می‌شود و به طور مستقیم یا غیرمستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرد در آخر به صورت پسماند به خاک و کره زمین بر می‌گردد و طبق قانون پایستگی جرم مقدار آن ثابت خواهد ماند.  
 ت) برخی بر این باورند که «هر چه میزان بهره‌برداری از منابع یک کشور بیشتر باشد، آن کشور توسعه یافته‌تر است.» این دیدگاه را در کلاس نقد کنید.

به موارد زیر اشاره شود :

- ۱ وجود منابع نشانه ثروت ملی است؛
- ۲ میزان بهره‌برداری به پیشرفت تکنولوژی و مدیریت منابع انسانی ارتباط دارد؛
- ۳ امکان اقتصادی برای برداشت و بهره‌برداری، این منابع وجود دارد؛
- ۴ سه مورد فوق درکنار برداشت اصولی و مناسب در راستای پیشرفت پایدار معنا دار است.

۳ نمودار زیر برآورد میزان مصرف نسبی برخی مواد را در جهان نشان می‌دهد.



با توجه به نمودار:

الف) در سال ۲۰۱۵ به تقریب چند میلیارد تن فلز در جهان استخراج و مصرف شده است؟ حدود ۷ میلیارد تن

ب) پیش‌بینی می‌شود که در سال ۲۰۳۰ به تقریب در مجموع چند میلیارد تن از این مواد استخراج و مصرف شود؟

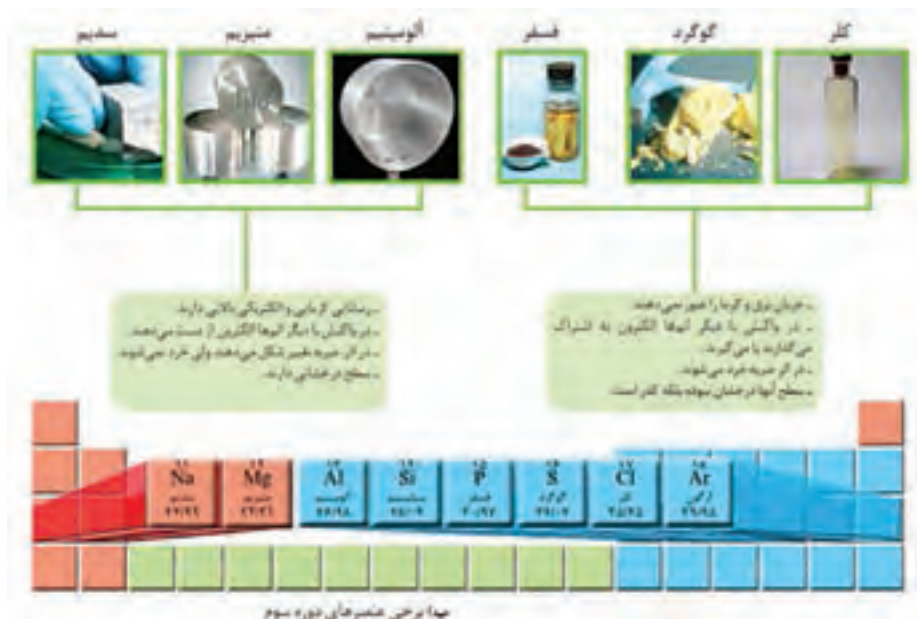
بیش از ۷۰ میلیارد تن برای هر سه منبع و برای فلزها حدود ۱۲ میلیارد تن

پ) درباره این جمله که «زمین منبع عظیمی از هدایای ارزشمند و ضروری برای زندگی است» گفت‌وگو کنید. چون سال به سال مقدار بسیار زیادی از منابع معدنی، فلزی و فسیلی از زمین برای ساختمان‌سازی، حمل و نقل، رفاه و... استخراج و مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ همچنین با پیشرفت فناوری و ساخت دستگاه و ابزارهای مورد نیاز، وابستگی به منابع بیشتر می‌شود.

## با هم بیندیشیم صفحه ۷

در شکل‌های زیر، برخی عنصرهای دوره سوم و گروه چهاردهم جدول دوره‌ای عنصرها همراه با برخی ویژگی‌های آنها نشان داده شده است. با بررسی آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.





۱ در شکل «الف» سطح کدام عنصرها براق و صیقلی است؟

سیلیسیم، ژرمانیم، قلع و سرب

۲ در شکل «الف» کدام عنصرها ویژگی‌های مشترک بیشتری دارند (رفتارهای فیزیکی و شیمیایی آنها

شبیه هم است؟)

قلع و سرب باهم و سیلیسیم و ژرمانیم باهم

۳ شکل «الف» و «ب» را با هم مقایسه و مشخص کنید رفتار کدام عنصرها به یکدیگر شباهت بیشتری

دارد؟ نتیجه مقایسه خود را یادداشت کنید.

با توجه به رسانایی الکتریکی و گرمایی و رفتار شیمیایی :

■ سدیم، منیزیم، آلومینیم، قلع و سرب ویژگی و تشابه بیشتری از نظر خاصیت فلزی با یکدیگر دارند؛

■ کربن، فسفر، گوگرد و کلر تشابه بیشتری از نظر خاصیت نافلزی با یکدیگر دارند؛

■ سیلیسیم و ژرمانیم از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی مشابه هم هستند.

سه دسته عنصر فلزی و نافلزی و عنصرهایی که در برخی خواص به هر دو دسته شبیه هستند دیده

می شود.

۴ با پرکردن جدول صفحه بعد به یک جمع‌بندی از یافته‌های خود برسید و عنصرهای مشخص شده

در بالا را در سه دسته فلز، نافلز و شبه فلز قرار دهید.

نماد شیمیایی											خواص فیزیکی یا شیمیایی
Ge	Pb	P	Mg	Cl	Sn	Al	Na	S	Si	C	
کم	دارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	کم	دارد	رسانایی الکتریکی
دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	رسانایی گرمایی
دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	سطح صیقل
ندارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد	ندارد	چکش خواری
اشتراک	دادن الکترون	گرفتن الکترون و اشتراک	دادن الکترون	گرفتن الکترون و اشتراک	دادن الکترون	دادن الکترون	دادن الکترون	گرفتن و اشتراک الکترون	اشتراک	اشتراک	تمایل به دادن، گرفتن یا اشتراک الکترون

■ فلز: سدیم، منیزیم، آلومینیم، قلع و سرب.

■ نافلز: کربن، فسفر، گوگرد و کلر

■ شبه فلز: سیلیسیم و ژرمانیم

۵ در گروه ۱۴ از بالا به پایین، خصلت فلزی چه تغییری کرده است؟ بیشتر می شود

۶ روند تغییر خصلت فلزی و نافلزی در دوره سوم جدول را بررسی کنید.

از چپ به راست خاصیت فلزی کم و خاصیت نافلزی بیشتر می شود.

۷ پیش بینی کنید که در گروه اول جدول دوره ای کدام عنصر خصلت فلزی بیشتری دارد؟ سزیم

۸ عبارت زیر را با انتخاب واژه های مناسب کامل کنید.

در هر دوره از جدول دوره ای، از چپ به راست از خاصیت  $\frac{\text{فلزی}}{\text{نافلزی}}$  کم و به خاصیت  $\frac{\text{نافلزی}}{\text{فلزی}}$  افزوده می شود. در هر گروه، عنصرهای  $\frac{\text{بالاتر}}{\text{پایین تر}}$  خاصیت نافلزی بیشتری دارند زیرا از بالا به پایین خاصیت  $\frac{\text{نافلزی}}{\text{فلزی}}$  زیاد می شود.

## با هم بیندیشیم صفحه ۱۲

۱ با توجه به جایگاه عنصرهای لیتیم، سدیم و پتاسیم در جدول دوره‌ای پیش‌بینی کنید در واکنش با گاز کلر، اتم‌های کدام یک آسان‌تر الکترون از دست خواهد داد؟ چرا؟  
پتاسیم، زیرا در گروه پایین‌تر است و خصلت فلزی یعنی تمایل به از دست دادن الکترون بیشتری دارد و در نتیجه آسان‌تر الکترون می‌دهد.

۲ تصویر زیر واکنش این فلزها با گاز کلر را نشان می‌دهد. آیا داده‌های این تصویر پیش‌بینی شما را تأیید می‌کند؟ (راهنمایی: به یاد بیاورید که هر چه ماده‌ای شدیدتر واکنش بدهد، فعالیت شیمیایی بیشتری دارد).



بله. در تصویر، شدت واکنش (بر اساس شدت نور) برای پتاسیم بیشتر است.

۳ به نظر شما آیا جمله «هر چه شعاع اتمی یک فلز بزرگ‌تر باشد، آسان‌تر الکترون از دست می‌دهد» درست است؟ چرا؟

بله – شعاع اتمی پتاسیم بزرگ‌تر از سدیم و لیتیم است و طبق تصویر بالا واکنش‌پذیری آن نیز بیشتر است. بنابراین با بزرگ‌تر شدن اندازه اتم، خاصیت فلزی بیشتر و تمایل به از دست دادن الکترون بیشتر می‌شود.  
۴ جدول زیر را کامل کنید و توضیح دهید چه رابطه‌ای بین تعداد لایه‌های الکترونی با شعاع اتم وجود دارد؟

نماد شیمیایی عنصر	${}^3\text{Li}$	${}^{11}\text{Na}$	${}^{19}\text{K}$
آرایش الکترونی فشرده	$[\text{He}] 2s^1$	$[\text{Ne}] 3s^1$	$[\text{Ar}] 4s^1$
نماد آخرین زیر لایه	$2s^1$	$3s^1$	$4s^1$
تعداد لایه‌های الکترونی در اتم	۲	۳	۴
شعاع اتمی (pm)	۱۵۲	۱۸۶	۲۳۱

رابطه مستقیم وجود دارد و با افزایش تعداد لایه‌های الکترونی شعاع اتمی و اندازه اتم بزرگ‌تر می‌شود.

۵ با توجه به شعاع اتمی فلزهای داده شده، پیش‌بینی می‌کنید کدام یک از فلزهای گروه دوم در واکنش با نافلزها، آسان‌تر به کاتیون  $M^{2+}$  تبدیل می‌شود؟ چرا؟



نام و نماد شیمیایی فلز	Mg (منیزیم)	Ca (کلسیم)	Sr (استرانسیم)
شعاع اتمی (pm)	۱۶۰	۱۹۷	۲۱۵

Sr (استرانسیم) چون شعاع اتمی بزرگ‌تری دارد پس تمایل به از دست دادن الکترون بیشتر است.

خود را بیازمایید صفحه ۱۳

الف) جدول زیر را کامل کنید.

نماد شیمیایی عنصر	${}^9\text{F}$	${}^{17}\text{Cl}$	${}^{35}\text{Br}$
آرایش الکترونی فشرده	$[\text{He}] 2s^2 2p^5$	$[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$	$[\text{Ar}] 3d^5 4s^2 4p^5$
نماد آخرین زیرلایه	$2s^2 2p^5$	$3s^2 3p^5$	$4s^2 4p^5$
تعداد لایه‌های الکترونی در اتم	۲	۳	۴
شعاع اتمی (pm)	۷۲	۹۹	۱۱۴

ب) پیش‌بینی کنید در شرایط یکسان کدام هالوژن واکنش‌پذیرتر است؟ چرا؟  
 فلوئور F زیرا اندازه اتم کوچک‌تری دارد و تمایل آن برای گرفتن الکترون بیشتر است.  
 پ) در جدول زیر شرایط واکنش این نافلزات با گاز هیدروژن نشان داده شده است با توجه به آن مشخص کنید آیا پیش‌بینی شما درست است؟ بله

نام هالوژن	شرایط واکنش با گاز هیدروژن
فلوئور	حتی در دمای ${}^{\circ}\text{C} 200 -$ به سرعت واکنش می‌دهد.
کلر	در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد.
برم	در دمای ${}^{\circ}\text{C} 200$ واکنش می‌دهد.
ید	در دمای بالاتر از ${}^{\circ}\text{C} 400$ واکنش می‌دهد.

ت) توضیح دهید خصلت نافلزی با شعاع اتمی چه رابطه‌ای دارد؟

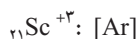
رابطه وارونه؛ هرچه شعاع اتمی نافلز کمتر باشد خصلت نافلزی آن یعنی تمایل به گرفتن الکترون بیشتر است.

### خود را بیازمایید صفحه ۱۶

۱ اسکاندیم ( ${}_{21}\text{Sc}$ ) نخستین فلز واسطه در جدول دوره ای است که در تجهیزات خانگی مانند تلویزیون رنگی و برخی شیشه‌ها وجود دارد.  
الف) آرایش الکترونی اتم آن را بنویسید.



ب) این فلز در ترکیب‌هایش به شکل کاتیون با سه بار مثبت است. آرایش الکترونی فشرده کاتیون اسکاندیم را رسم کنید.



### ۲ جدول زیر را کامل کنید.

آرایش الکترونی	فلز / یون	آرایش الکترونی	نماد شیمیایی
$[\text{Ar}]3d^5 4s^1$	${}_{22}\text{Cr}$	$[\text{Ar}]3d^2 4s^2$	${}_{23}\text{V}$
$[\text{Ar}]3d^4$	$\text{Cr}^{2+}$	$[\text{Ar}]3d^3$	$\text{V}^{2+}$
$[\text{Ar}]3d^2$	$\text{Cr}^{3+}$	$[\text{Ar}]3d^2$	$\text{V}^{3+}$

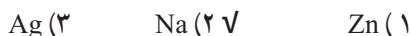
### با هم بیندیشیم صفحه ۲۰

در جدول زیر واکنش پذیری سه گروه از فلزها با هم مقایسه شده است. با توجه به آن، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید :

واکنش پذیری			نام فلز
زیاد	کم	ناچیز	
سدیم، پتاسیم	آهن، روی	مس، نقره، طلا	

الف) در شرایط یکسان کدام فلزها برای تبدیل شدن به کاتیون تمایل بیشتری دارند؟  
سدیم و پتاسیم

ب) در شرایط یکسان کدام فلز در هوای مرطوب، سریع تر واکنش می دهد؟



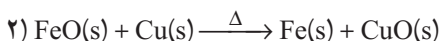
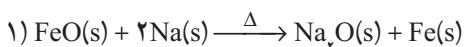
پ) تأمین شرایط نگهداری کدام فلزها دشوارتر است؟ چرا؟

سدیم و پتاسیم چون فعالیت شیمیایی آنها زیاد است.

ت) درباره درستی جمله زیر گفت و گو کنید و بر اساس آن مشخص کنید کدام واکنش انجام می شود؟ چرا؟

«به طور کلی در یک واکنش شیمیایی که به طور طبیعی انجام می شود، واکنش پذیری فراورده ها از واکنش دهنده ها

کمتر است.»



واکنش در صورتی انجام می شود که واکنش پذیری واکنش دهنده ها از فراورده ها بیشتر باشد یعنی مواد با انجام واکنش های شیمیایی به حالت پایدارتر با واکنش پذیری کمتر می رسند.

اولی انجام پذیر است زیرا فلز سدیم فعال تر از فلز آهن است و تمایل به تشکیل ترکیب در آن بیشتر است (با توجه

به جدول داده شده در متن سؤال). دومی انجام ناپذیر است زیرا مس فعالیت کمتری در مقایسه با آهن دارد.

ث) پیش بینی کنید طبق واکنش های زیر واکنش پذیری سدیم، آهن و کربن به چه ترتیب است؟



در واکنش شماره ۱ واکنش پذیری واکنش دهنده ها بیشتر بوده به سمت فراورده ها با واکنش پذیری کمتر پیش

می رود پس عنصر کربن واکنش پذیری بیشتری از آهن دارد و واکنش انجام شده است. اما در واکنش ۲، چون

واکنش پذیری کربن کمتر از سدیم است، تمایلی به تولید ترکیب ندارد و واکنش انجام نمی شود.

## خود را بیازمایید صفحه ۲۲

مطابق واکنش زیر از واکنش ۴۰ گرم  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  با مقدار کافی از کربن چند گرم آهن به دست می آید؟



$$? \text{ g Fe} = ۴۰ \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{\text{mol Fe}_2\text{O}_3}{۱۶۰ \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{۴ \text{ mol Fe}}{۲ \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{۵۶ \text{ g Fe}}{۱ \text{ mol Fe}} = ۲۸ \text{ g Fe}$$

## پیوند با ریاضی صفحه ۲۳

اگر ۶۵ درصد نوعی کیک را آرد تشکیل دهد، به این معناست که هر g ۱۰۰ کیک شامل ۶۵ گرم آرد و ۳۵ گرم مواد دیگر است. با توجه به این مفهوم، پاسخ پرسش‌های زیر را بیابید.

۱ الف) آهن در طبیعت به صورت کانه هماتیت یافت می‌شود. اگر درصد خلوص این کانه برابر با ۷۰ درصد باشد، معنی آن چیست؟

یعنی از هر ۱۰۰ گرم از این کانه، ۷۰ گرم آن را هماتیت و ۳۰ گرم آن را موادی دیگر تشکیل می‌دهد. (ب) رابطه‌ای برای درصد خلوص مواد بیابید.

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

۲ الف) شیمی دان‌ها برای محاسبه مقدار واقعی فراورده تولید شده در یک واکنش از مفهومی به نام بازده درصدی استفاده می‌کنند (کمیتی که کارایی یک واکنش را نشان می‌دهد). رابطه‌ای برای آن بنویسید.

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

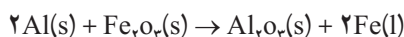
(ب) با توجه به داده‌های جدول زیر، بازده درصدی واکنش را حساب کنید؟

نماد شیمیایی ماده	مقدار ماده (گرم)
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	۴۰ g $\text{Fe}_2\text{O}_3$
فراورده‌ای که دانش‌آموز به دست آورده است (Fe)	۲۲/۴ g Fe
فراورده‌ای که انتظار داشتیم به دست بیاید (Fe)	۲۸ g Fe

$$\text{بازده درصدی} = \frac{22/4 \text{ g Fe}}{28 \text{ g Fe}} \times 100$$

## خود را بیازمایید صفحه ۲۴

۱ یکی از واکنش‌هایی که در صنعت جوشکاری از آن استفاده می‌شود واکنش ترمیت است. در این واکنش از فلز آلومینیم و آهن (III) اکسید، آهن مذاب به همراه آلومینیم اکسید تولید می‌شود.

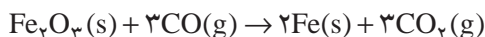


الف) مشخص کنید کدام فلز فعال تر است، آلومینیم یا آهن؟ چرا؟  
 آلومینیم، چون توانسته در واکنش با آهن تولید یک ترکیب (آلومینیم اکسید) کند و واکنش انجام شود پس واکنش پذیری عنصر آلومینیم از عنصر آهن بیشتر است.  
 ب) حساب کنید برای تولید ۲۷۹ گرم آهن، چند گرم آلومینیم با خلوص ۸۰ درصد لازم است؟

$$? \text{ g Al} = 279 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{2 \text{ mol Al}}{2 \text{ mol Fe}} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} \times \frac{100 \text{ g Al}}{80 \text{ g Al}} = 168.147 \text{ g Al}$$

خالص خالص

۲ آهن (III) اکسید به عنوان رنگ قرمز در نقاشی به کار می رود. از واکنش ۱۰ کیلوگرم از این ماده با گاز کربن مونواکسید طبق معادله زیر، ۵۲۰۰ گرم آهن به دست آمده است. بازده درصدی واکنش را به دست آورید.



$$? \text{ g Fe} = 10 \text{ kg Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{100 \text{ g Fe}_2\text{O}_3}{1 \text{ kg Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{1 \text{ mol}}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{2 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}}$$

$$= 700 \text{ g Fe}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{5200 \text{ g Fe}}{7000 \text{ g Fe}} \times 100 = 74.28\%$$

۳ یکی از روش های بیرون کشیدن فلز از لابه لای خاک استفاده از گیاهان است. در این روش در معدن یا خاک دارای فلز، گیاهانی را می کارند که می توانند آن فلز را جذب کنند. سپس گیاه را برداشت کرده و می سوزانند و از خاکستر حاصل فلز را جداسازی می کنند. در جدول زیر، داده هایی درباره این روش ارائه شده است. با توجه به آن :

نماد شیمیایی فلز	قیمت هر کیلوگرم فلز (ریال)	بیشترین مقدار فلز در یک کیلوگرم از گیاه (گرم)	درصد فلز در سنگ معدن
Au	۱۲۰۰۰۰۰۰۰	۰/۱	۰/۰۰۲
Ni	۸۲۰۰۰۰	۳۸	۲
Cu	۲۴۵۰۰۰	۱۴	۰/۵
Zn	۱۵۵۰۰۰	۴۰	۵

الف) در پالایش طلا به کمک گیاهان، در هر هکتار می‌توان ۲۰ تن گیاه برداشت کرد. حساب کنید در هر هکتار چند گرم طلا از زمین بیرون کشیده می‌شود؟

$$? \text{ g Au} = 20 \text{ ton گیاه} \times \frac{1000 \text{ kg گیاه}}{1 \text{ ton گیاه}} \times \frac{0.1 \text{ g Au}}{1 \text{ kg گیاه}} = 2000 \text{ g Au}$$

ب) یک کیلوگرم از گیاهی که برای پالایش نیکل به کار می‌رود، ۱۵۹ گرم خاکستر می‌دهد. درصد نیکل در این خاکستر چند است؟

$$\text{درصد خلوص} = \frac{38 \text{ g}}{159 \text{ g}} \times 100 = 23.9\%$$

پ) چرا این روش برای استخراج فلزهای روی و نیکل مقرون به صرفه نیست؟  
چون درصد این فلزات در کانه‌های سنگی آن به اندازه‌ای است که استخراج از معادن آن صرفه اقتصادی بیشتری دارد. همچنین حجم گیاه مصرفی نسبت به درصد و قیمت ارزش ریالی این فلزات مقرون به صرفه نیست و سطح زیادی از زمین، زیر کشت می‌رود.

## با هم بیندیشیم صفحه ۲۷

در شکل زیر استخراج تولید فلز از طبیعت و برگشت آن به طبیعت نشان داده شده است.



با توجه به آن، پاسخ پرسش‌های زیر را بیابید.

(الف) آیا سرعت مصرف و استخراج فلز با سرعت برگشت فلز به طبیعت به شکل سنگ معدن یکسان است؟ توضیح دهید.

خیر – سرعت استخراج از سنگ معدن بسیار بیشتر از سرعت بازگشت به طبیعت است.

(ب) فلزها منابع تجدیدپذیرند یا تجدیدنپذیر؟ چرا؟

تجدید ناپذیر – چون سرعت بازگشت آنها به طبیعت بسیار کم است.

(پ) درباره شکل زیر گفت‌وگو کنید و مشخص کنید کدام عبارت‌ها درست و کدام عبارت‌ها نادرست‌اند؟ چرا؟

**در استخراج ۹۰۰ کیلوگرم آهن از سنگ معدن، ۲۰۰ کیلوگرم سنگ معدن آهن و ۱۰۰ کیلوگرم از منابع معدنی دیگر استفاده می‌شود.**

**در استخراج فلز تنها درصد کمی از سنگ معدن به فلز تبدیل می‌شود.**

**بسیار کمتر از ۱ کیلوگرم آهن از ۱۰۰ کیلوگرم آهن استفاده می‌شود.**

**از بازگردانی ضایعات فولادی آهن انرژی مصرف می‌شود که می‌توان یک لامپ ۴۰ وات را در حدود ۲۵ ساعت روشن نگه داشت.**

**باز یافت فلزها و از جمله فلز آهن:**

- ✓ ردیابی کربن دی‌اکسید را کاهش می‌دهد.
- ✓ سبب کاهش سرعت گرمایش جهانی می‌شود.
- ✓ گونه‌های زیستی بیشتری را از بین می‌برد.
- ✓ به توسعه پایدار کشور کمک می‌کند.

به ترتیب از بالا به پایین:

■ درست – چون انرژی مصرف شده در مراحل استخراج و تولید و حمل و نقل و... هنگام بازیافت فلز حذف شده و رد پای کربن دی‌اکسید کاهش می‌یابد.

■ درست – چون با کاهش مصرف انرژی در بازیافت، گاز کربن دی‌اکسید تولید شده کمتری وارد محیط‌زیست می‌شود.

■ نادرست – با کاهش استخراج و کاهش ورود مواد زائد و پسماند شیمیایی، محیط زیست کمتر آسیب می‌بیند در نتیجه گونه‌های زیستی حفظ می‌شوند.

■ درست – سبب کاهش هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی می‌شود.

خود را بیازمایید صفحه ۳۰

الف) آرایش الکترونی اتم کربن را رسم کنید.



ب) آرایش الکترون نقطه‌ای اتم کربن را رسم کنید.

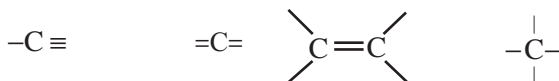


پ) اتم کربن برای رسیدن به آرایش هشت تایی چند پیوند کووالانسی یگانه، دوگانه یا سه گانه تشکیل

می‌دهد؟

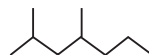
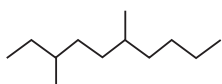
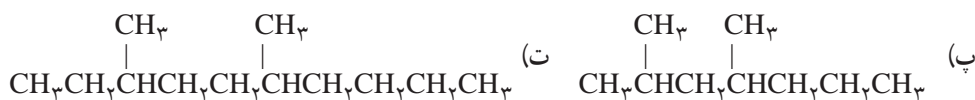
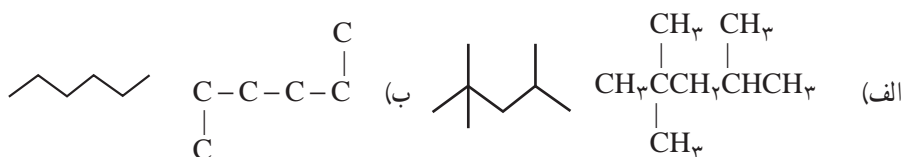
چهار پیوند یگانه، یک پیوند دوگانه و دو پیوند ساده، یا دو پیوند دوگانه، یک پیوند سه گانه و یک پیوند

یگانه



خود را بیازمایید صفحه ۳۳

فرمول ساختاری و نقطه - خط را برای هیدروکربن‌های داده شده رسم کنید.





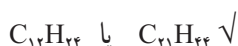
با هم بیندیشیم صفحه ۳۴

۱ شکل زیر برخی ویژگی‌ها و رفتارهای فیزیکی و شیمیایی آلکان‌های راست زنجیر را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید:



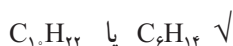
الف) با افزایش تعداد کربن نقطه جوش هیدروکربن‌ها در فشار یک اتمسفر چه تغییری می‌کند؟ افزایش می‌یابد.

ب) پیش‌بینی کنید نقطه جوش کدام هیدروکربن بالاتر است؟



چون تعداد کربن و هیدروژن بیشتری دارد.

پ) در شرایط یکسان کدام هیدروکربن فزاتر است؟ چرا؟



چون تعداد کربن و هیدروژن کمتری دارد.

ت) پژوهش‌ها نشان می‌دهد که گشتاور دوقطبی آلکان‌ها برابر با صفر یا نزدیک به صفر است. با این توصیف مولکول‌های این مواد قطبی یا ناقطبی هستند؟ ناقطبی

ث) نیروی بین مولکولی در آلکان‌ها از چه نوعی است؟ افزایش تعداد کربن چه اثری روی آن دارد؟

واندروالسی – سبب افزایش قدرت جاذبه بین مولکولی می شود.

(ج) چرا با بزرگ تر شدن زنجیر کربنی، گران روی آلکان افزایش می یابد؟

چون جاذبه بین مولکولی و نیروی چسبندگی افزایش پیدا می کند.

(چ) پیش بینی می کنید کدام ماده چسبنده تر باشد؟ چرا؟

گرس (با فرمول تقریبی  $C_{18}H_{38}$ ) یا وازلین (با فرمول مولکولی تقریبی  $C_{25}H_{52}$ )

وازلین  $C_{25}H_{52}$  چون تعداد کربن بیشتری دارد

و جاذبه بین مولکولی قوی تر است.

(ح) نمودار رو به رو ترتیب نقطه جوش آلکان های

راست زنجیر را نشان می دهد. با توجه به آن :

۱) کدام آلکان ها در دمای اتاق به حالت گاز

هستند؟ تا چهار کربن (متان، اتان، پروپان و بوتان)

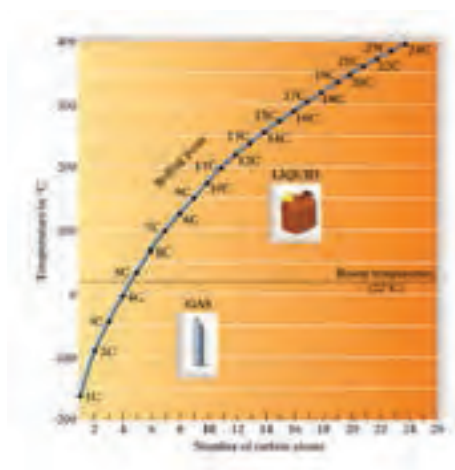
۲) رابطه بین نقطه جوش و جرم مولی آلکان ها

را توصیف کنید.

با افزایش تعداد کربن و افزایش جرم هیدروکربن

و افزایش نیروی جاذبه واندروالسی، دمای جوش

آلکان ها افزایش می یابد.



### پیوند با ریاضی صفحه ۳۵

در جدول زیر شمار عضو، نام، فرمول مولکولی و شمار اتم های کربن و هیدروژن برای برخی اعضای

خانواده آلکان ها داده شده است. جدول را کامل کنید و فرمول مولکولی عضو  $n$ ام را بیابید.

شمار عضو	اول	دوم	سوم	چهارم	ششم	—	$n$ ام
نام	متان	اتان	پروپان	بوتان	هگزان	—	
شمار H	۴	۶	۸	۱۰	۱۴	—	$2n+2$
شمار C	۱	۲	۳	۴	۶	—	$n$
فرمول	$CH_4$	$C_2H_6$	$C_3H_8$	$C_4H_{10}$	$C_6H_{14}$	—	$C_nH_{2n+2}$

### خود را بیازمایید صفحه ۳۶

تجربه نشان می‌دهد که گشتاور دو قطبی مولکول‌های سازنده چربی‌ها حدود صفر است. با توجه به آن، الف) چرا افرادی که با گریس کار می‌کنند دستشان را با بنزین (مخلوطی از هیدروکربن‌ها) یا نفت شستشو می‌دهند؟

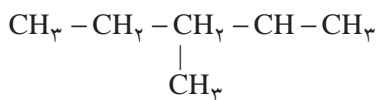
زیرا گریس و بنزین از دسته آلکان‌ها هستند و گشتاور دو قطبی صفر و مولکول‌های ناقطبی دارند بنابراین طبق قاعده شبیه، شبیه را حل می‌کند، بنزین به عنوان حلال می‌تواند گریس را حل کند.

ب) توضیح دهید چرا پس از شستن دست با بنزین، پوست خشک می‌شود؟ چون بنزین به عنوان حلال، چربی روی پوست را در خود حل می‌کند.

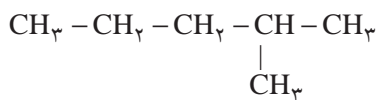
پ) شستن پوست یا تماس آن با آلکان‌های مایع در درازمدت به بافت‌های پوست آسیب می‌رساند. چرا؟ حل شدن چربی پوست در حلال‌های ناقطبی و خشک شدن مداوم پوست، سبب ترک خوردگی پوست می‌شود و بافت‌های پوست آسیب می‌بیند.

### با هم بیندیشیم صفحه ۳۷

۱ نام دو آلکان زیر را در نظر بگیرید.



۳- متیل پنتان



۲- متیل پنتان

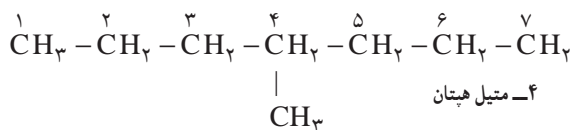
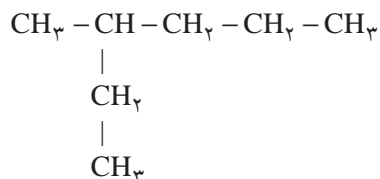
الف) هر عدد و هر واژه در نام هیدروکربن نشان دهنده چیست؟ عدد، شماره کربن زنجیر اصلی است که شاخه به آن متصل است. واژه متیل نام شاخه است و پنتان نام آلکان زنجیر کربنی است.

ب) تفاوت این دو ترکیب در چیست؟

موقعیت شاخه‌ها روی کربن زنجیر اصلی

۲ ساختار ۳- متیل هگزان و ۴- متیل هپتان را رسم کنید.

۳- متیل هگزان

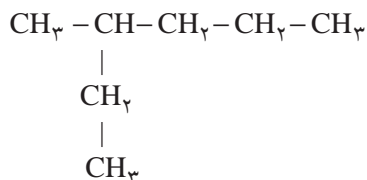


۴- متیل هپتان

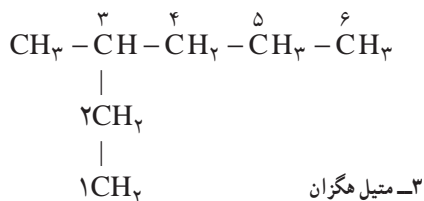
۴- متیل نونان

۳ در ساختار ۳- متیل هگزان، سه زنجیر کربنی وجود دارد. نخست آنها را بیابید سپس از میان آنها زنجیر اصلی را انتخاب کنید.

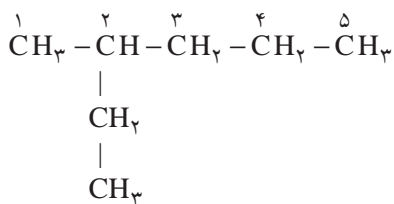
زنجیر اصلی، مسیر سیاه‌رنگ است.



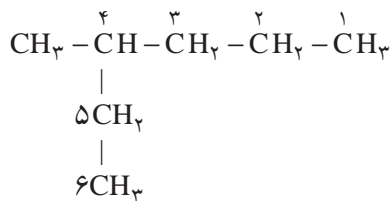
۴ با توجه به داده‌های زیر روشی برای تشخیص زنجیر اصلی (زنجیری که بیشترین تعداد اتم‌های کربن را دارد) و شماره گذاری کربن‌ها در این زنجیر را بیابید.



۳- متیل هگزان

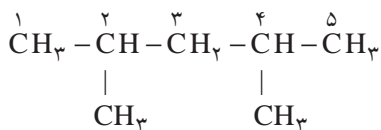


۲- اتیل پنتان، این نام گذاری نادرست است.

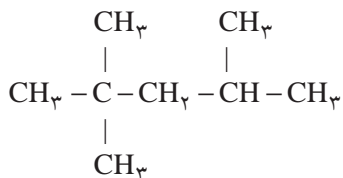


۴- متیل هگزان، این نام گذاری نادرست است.

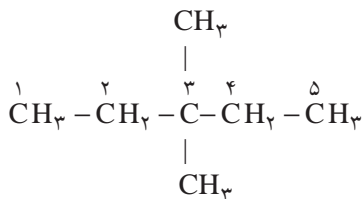
بیشترین تعداد کربن که طوری کنار هم قرار بگیرند که بلندترین زنجیر کربنی را به وجود آورند. ۵ با توجه به نام گذاری زیر، روشی برای نامیدن آلکان‌های با بیش از یک شاخه فرعی را بیابید.



۲، ۴- دی متیل پنتان



۲، ۲، ۴- تری متیل پنتان

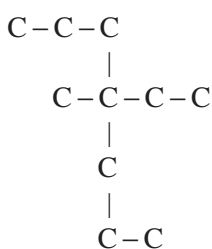


۳، ۳- دی متیل پنتان

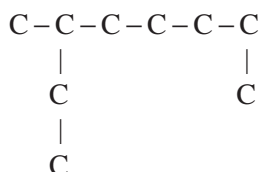
ابتدا شماره کربن‌هایی که شاخه‌های فرعی به آنها متصل هستند را نوشته، سپس تعداد آنها را با پیشوندهای مناسب بیان کرده و در نهایت نام آلکان هم کربن با زنجیر اصلی را می‌آوریم.

### خود را بیازمایید صفحه ۳۸

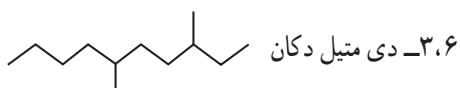
۱ آلکان‌های زیر را نام‌گذاری کنید.



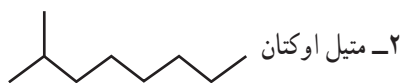
۴- اتیل - ۴- متیل هپتان



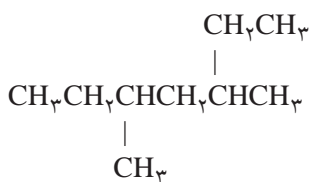
۳- متیل اوکتان



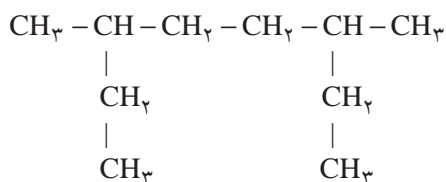
۳،۶- دی متیل دکان



۲- متیل اوکتان

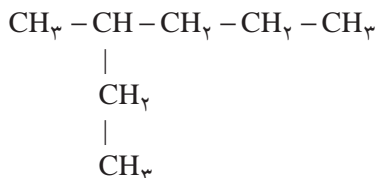


۳،۵- دی متیل هپتان



۳،۶- دی متیل اوکتان

۲ چرا نام ۲- اتیل پنتان برای ترکیب زیر نادرست است؟  
چون در واقع زنجیر اصلی شش کربنه است و نام درست آن ۳- متیل هگزان است.



#### خود را بیازمایید صفحه ۴۱

شکل زیر نمایی از واکنش تکه‌ای گوشت چرب با بخار برم را نشان می‌دهد. با توجه به آن چه پیش‌بینی‌ای درباره ساختار مولکول چربی موجود در این گوشت دارید؟ (راهنمایی: در این واکنش تنها چربی موجود در گوشت با بخار برم واکنش می‌دهد).

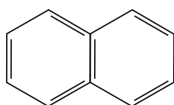


چربی موجود در گوشت، سیرنشده است یعنی دارای پیوند دوگانه کربن - کربن است چون براساس شواهد، با برم واکنش داده، بخار برم را جذب کرده است.

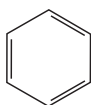
#### خود را بیازمایید صفحه ۴۲

الف) فرمول مولکولی هر یک از هیدروکربن‌های بالا را بنویسید.

بنزن  $\text{C}_6\text{H}_6$  و نفتالن  $\text{C}_{10}\text{H}_8$



نفتالن

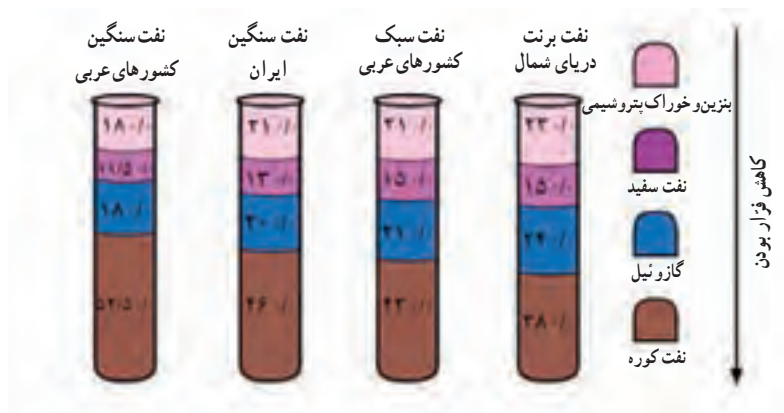


بنزن

ب) ساختار خط - نقطه هر یک از آنها را رسم کنید.

### با هم بیندیشیم ص ۴۳

در شکل زیر چهار نوع نفت خام بر اساس مواد و اجزای سازنده مقایسه شده‌اند. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



الف) اندازه مولکول‌های نفت کوره با بنزین چه تفاوتی دارد؟  
اندازه مولکول‌های نفت کوره بزرگ‌تر است. هر چه مولکولی بزرگ‌تر باشد، جرم مولکول کمتر و بنابراین اندازه مولکول کوچک‌تر است.

ب) کدام دسته از مواد در نفت سنگین بیشتر از نفت سبک وجود دارد؟  
نفت کوره

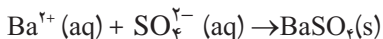
پ) ملاک دسته‌بندی نفت خام به دو دسته سبک و سنگین چیست؟  
هر چه درصد نفت کوره در نفتی بیشتر باشد آن نفت سنگین‌تر است و هر نفتی که خوراک پتروشیمی و بنزین بیشتری داشته باشد، نفت سبک‌تر است.

ت) چرا قیمت نفت برنت دریای شمال از دیگر نفت‌ها بیشتر است؟  
چون بنزین و خوراک پتروشیمیایی بیشتری دارد و مواد اولیه بیشتری برای صنایع می‌توان از آن به‌دست آورد.

### تمرین‌های دوره‌ای صفحه ۴۷

۱ یون سولفات موجود در  $2/45$  g از نمونه‌ای کود شیمیایی را با استفاده از یون باریم، جداسازی کرده و  $2/18$  گرم باریم سولفات به‌دست آمده است. درصد خلوص کود شیمیایی بر حسب یون سولفات چند درصد است؟





$$\begin{aligned} ? \text{ g SO}_4^{2-} &= 2/18 \text{ BaSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{233 \text{ g BaSO}_4} \times \frac{1 \text{ mol SO}_4^{2-}}{1 \text{ mol BaSO}_4} \times \frac{96 \text{ g SO}_4^{2-}}{1 \text{ mol SO}_4^{2-}} \\ &= 0/9 \text{ g SO}_4^{2-} \end{aligned}$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{0/9 \text{ g}}{2/45 \text{ g}} \times 100 = 36/73\%$$

۲ از واکنش ۸/۱ گرم فلز آلومینیم با درصد خلوص ۹۰ درصد با محلول مس (III) سولفات مطابق واکنش زیر، چند گرم فلز مس آزاد می‌شود؟



$$\begin{aligned} ? \text{ g Cu} &= 8/1 \text{ g Al} = \frac{9 \text{ g Al خالص}}{10 \text{ g Al ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}} \times \frac{3 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol Al}} \times \frac{63/5 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} \\ &= 25/71 \text{ g Cu} \end{aligned}$$

۳ سیلیسیم عنصر اصلی سازنده سلول‌های خورشیدی است که از واکنش زیر تهیه می‌شود.



الف) واکنش‌پذیری کربن با سیلیسیم را مقایسه کنید.

در این شرایط چون کربن در واکنش شرکت و تولید ترکیب کرده است، پس تمایل آن برای ایجاد ترکیب بیشتر و بنابراین واکنش‌پذیری آن بیشتر است.

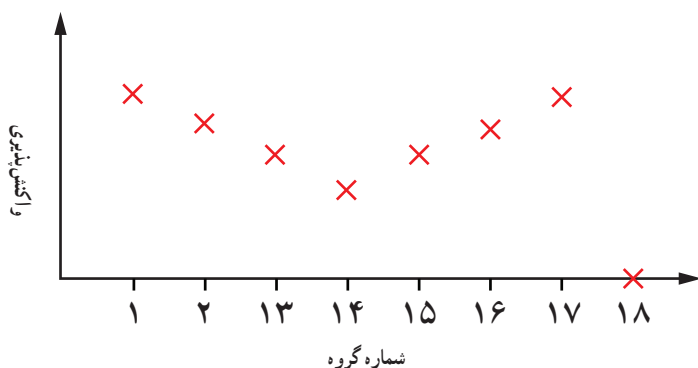
ب) مقدار ناخالصی در ۱۰۰ گرم سیلیسیم ۰/۰۰۰۱ گرم است. درصد خلوص سیلیسیم را حساب کنید

$$100 - 0/0001 = 99/9999$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{99/9999 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 = 99/9999\%$$

۴ نمودار صفحه بعد روند کلی تغییر واکنش‌پذیری عنصرهای دوره دوم جدول دوره‌ای را نشان

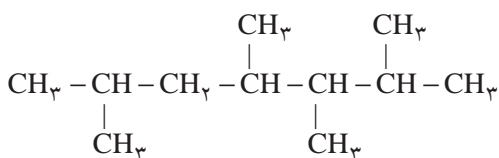
می‌دهد.



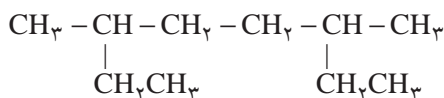
الف) چرا واکنش پذیری عنصرهای گروه ۱۸ در حدود صفر است؟  
 زیرا در این عنصرها، زیر لایه (های) الکترونی لایه ظرفیت کاملاً پر است. در نتیجه تمایل به دادوستد و اشتراک الکترون ندارند.

ب) روند تغییرات واکنش پذیری را توضیح دهید.  
 از چپ به راست در جدول دوره‌ای با افزایش عدد اتمی، واکنش پذیری فلزها کاهش و از گروه ۱۴ به بعد، واکنش پذیری نافلزها افزایش می‌یابد (بیشترین واکنش پذیری فلزی در گروه اول و بیشترین واکنش پذیری نافلزی در گروه ۱۷ است).

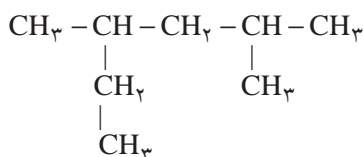
۵) هر یک از هیدروکربن‌های زیر را به روش آیوپاک نام‌گذاری کنید.



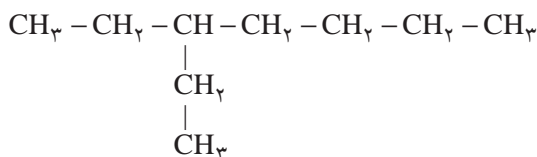
۶،۴،۳،۲-تترامتیل هپتان



۶،۳-دی‌متیل اوکتان



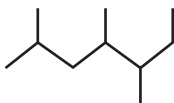
۴و۲-دی‌متیل هگزان



۳- اتیل هپتان

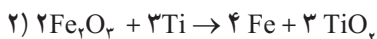
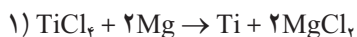


۲و۴- دی متیل پنتان



۲و۴و۵- تری متیل هپتان

۶ با توجه به واکنش‌های زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

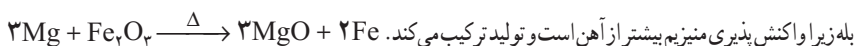


(الف) هریک از آنها را موازنه کنید.

(ب) ترتیب واکنش‌پذیری عنصرهای Fe, Mg و Ti را مشخص کنید.



(پ) پیش‌بینی کنید آیا واکنش زیر در شرایط مناسب انجام می‌شود؟ چرا؟ (در صورت انجام شدن واکنش را کامل و موازنه کنید)



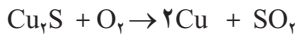
(ت) تیتانیم فلزی محکم، کم چگال و مقاوم در برابر خوردگی است. یکی از کاربردهای آن استفاده در بدنه دوچرخه است. اگر در کارخانه‌ای از مصرف  $۱۰^۶ \times ۳/۵۴$  گرم تیتانیم (IV) کلرید،  $۱۰^۶ \times ۷/۹۱$  گرم فلز تیتانیم به دست آید، بازده درصدی واکنش را حساب کنید.

$$\begin{aligned} ? \text{ g Ti} &= ۳/۵۴ \times ۱۰^۶ \text{ g TiCl}_4 \times \frac{۱ \text{ mol TiCl}_4}{۱۸۹/۶ \text{ g TiCl}_4} \times \frac{۱ \text{ mol Ti}}{۱ \text{ mol TiCl}_4} \times \frac{۴۷/۸۷ \text{ g Ti}}{۱ \text{ mol Ti}} \\ &= ۸/۹۴ \times ۱۰^۶ \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{بازده درصدی واکنش} = \frac{۷/۹۱ \times ۱۰^۶ \text{ g Ti}}{۸/۹۴ \times ۱۰^۶ \text{ g Ti}} \times ۱۰۰ = ۸۸/۴۸\%$$

۷ معدن مس سرچشمه کرمان، یکی از بزرگ‌ترین مجتمع‌های صنعتی معدنی جهان محسوب می‌گردد

و بزرگ‌ترین تولیدکننده مس می‌باشد. برای تهیه مس خام از سنگ معدن آن، واکنش زیر انجام می‌شود.



الف) با مصرف ۴۰۰ kg مس (II) سولفید ناخالص با خلوص ۸۵٪ مقدار ۱۹۰/۵۴ kg مس خام تهیه می‌شود. بازده درصدی واکنش را حساب کنید.

پاسخ:

$$? \text{ kg Cu} = 400 \text{ kg Cu} \times \frac{85 \text{ kg خالص}}{100 \text{ kg ناخالص}} \times \frac{100 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{\text{mol Cu S}}{159 \text{ g Cu S}}$$

$$\frac{2 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol Cu}_2\text{S}} \times \frac{63.5 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 271.57 \text{ kg Cu}$$

$$\text{بازده درصد خلوص} = \frac{190.54 \text{ kg Cu}}{271.57 \text{ kg Cu}} \times 100 = 70.16\%$$

ب) چرا این واکنش روی محیط زیست تأثیر زیان باری دارد؟

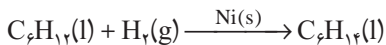
در این واکنش گاز گوگرد دی اکسید تولید می‌شود که جزو آلاینده‌های هوا است و هنگام بارش باران، تولید باران اسیدی می‌کند و با نفوذ در خاک سبب فرسایش خاک و نابودی آن می‌شود. همچنین بر سنگ‌بناها و مواد فلزی اثر کرده سبب خوردگی آنها خواهد شد.

۸ هگزان  $\text{C}_6\text{H}_{14}$  و ۱- هگزن  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  دو مایع بی‌رنگ هستند.

الف) روشی برای تشخیص این دو مایع پیشنهاد کنید.

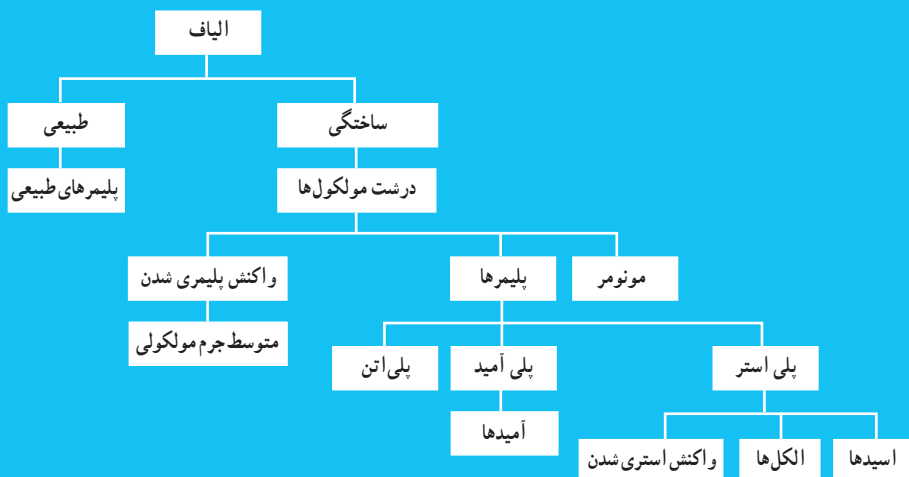
با استفاده از برم. ۱- هگزن چون آلکن و سیر نشده است با برم واکنش داده و در نتیجه ظرف دارای آن بی‌رنگ خواهد شد.

ب) جای خالی را در واکنش زیر پر کنید.



## فصل سوم

### پوشاک، نیازی پایان ناپذیر



## پوشاک، نیازی پایان ناپذیر

از صفحه ۹۷-۱۰۲

### هدف‌های آموزشی

- ۱ به اهمیت علم شیمی در رفع نیازهای روزمره انسان پی ببرد.
- ۲ با برخی از الیاف‌های طبیعی و ساختگی آشنا شود.
- ۳ با ساختار الیاف و لزوم تولید آن آشنا شود.
- ۴ مفهوم درشت مولکول، مونومر و... را درک کند.
- ۵ تفاوت‌ها و شباهت‌های درشت مولکول‌ها را تشخیص دهد و مقایسه کند.

### روش تدریس پیشنهادی: پرسش و پاسخ، مشارکتی

پیشنهاد می‌شود که با بیان مسئله زیر توجه دانش‌آموزان را جلب و انگیزه آموزشی ایجاد گردد، از دانش‌آموزان بخواهید تا در گروه‌های خود بحث کنند که در صورتی که در یک جزیره دور افتاده‌ای بدون امکانات بودند برای رفع هریک از موارد زیر چه اقدامی انجام می‌دادند.

محافظت سروصورت در برابر تابش نور خورشید محافظت از گزند حشرات، باران و تگرگ و حفظ پاها در برابر صخره و سنگ و ... نظرهای دانش‌آموزان را بشنوید و در صورت نیاز بحث را کامل کنید، سپس از دانش‌آموزان بخواهید تصاویر صفحه ۹۸ و یا تصاویری که از قبل توسط ویدئوپروژکتور آماده کردید مشاهده کنند و به سؤال‌های طرح شده پاسخ دهند.

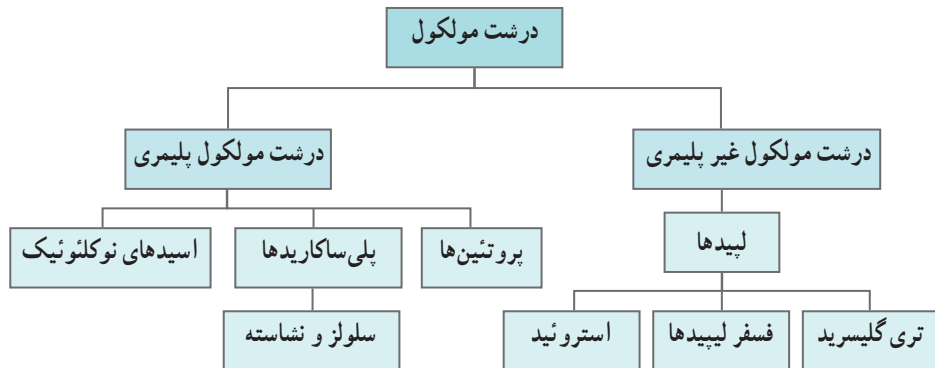
- ۱ در گذشته انسان‌ها نیازهای پوشاک خود را چگونه برطرف می‌ساختند؟
- ۲ اهمیت پوشاک چیست؟ کیفیت پوشاک چه تأثیری بر ارزش‌های حاکم بر فرهنگ یک جامعه دارد؟
- ۳ از چه زمانی و چگونه صنعت نساجی گسترش پیدا کرده است؟ و موفقیت این صنعت به چه عاملی وابسته است؟

۴ نیاز به تولید الیاف ساختگی برای صنعت نساجی تا چه حد دارای اهمیت است؟ و نقش شیمی‌دان‌ها در این زمینه چیست؟

دانش‌آموزان باید به صورت گروهی پاسخ پرسش‌ها را بنویسند و پس از تکمیل، از گروه‌ها بخواهید خلاصه مطالب بحث شده را نماینده هریک، در کلاس ارائه دهند، با نتیجه‌گیری از این بحث‌ها و با مشارکت دانش‌آموزان خود را بیازمایید صفحه ۹۹ را حل کنید تا دانش‌آموزان مفاهیم، نخ، ریسندگی، بافندگی و ... به خوبی درک کنند. و از آنها بخواهید با مراجعه به منابع اینترنتی معتبر درباره نام و ویژگی‌های

برخی پوشاک اقوام ایرانی اطلاعاتی جمع آوری و جلسه بعدی به کلاس گزارش کنید. سپس بیان کنید که اکنون این پرسش ها مطرح می شوند که الیاف ساختگی چه موادی هستند؟ مولکول های سازنده الیاف چه ویژگی هایی دارند؟

روند نما زیر (شکل ۱) با تکثیر، نمایش یا رسم در وایت برد در اختیار گروه های دانش آموزی قرار دهید و از آنها بخواهید استنباط خود را بیان نمایند.



شکل ۱

پس از شنیدن نظرات دانش آموزان، مفهوم درشت مولکول ها را با معرفی یک درشت مولکول غیر پلیمری و الیاف گیاهی (سلولز) و مقایسه آن با یک مولکول عادی و همچنین با پرداختن به «باهم بیاندیشیم صفحه ۱۰۱» به صورت پرسش و پاسخ تعاملی مباحث مربوط را پیش ببرید. حال به گروه ها، کاربرگ زیر را از قبل تهیه و تکثیر کرده اید، بدهید و از آنها بخواهید به پرسش ها پاسخ دهند.

کاربرگ کلاسی	
نام و نام خانوادگی اعضای :	تاریخ :
موضوع درس :	
<p>۱- الیاف به طور کلی به دو دسته طبیعی و ساختگی (مصنوعی) یا بشر ساخت، تقسیم بندی می شوند با توجه به تصاویر هریک از الیاف زیر را در گروه های طبیعی و ساختگی (مصنوعی) دسته بندی کنید.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>طناب</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>پنبه</p> </div> </div>	

۲- گاهی الیاف طبیعی را به سه گروه گیاهی، حیوانی و معدنی طبقه‌بندی می‌کنند، آیا می‌توانید یک نمونه از هر کدام را نام ببرید.

۳- اگر تکه‌ای پارچه از جنس پنبه را بسوزانیم همانند کاغذ پس از شعله‌ور شدن، خاکستر برجا گذاشته و بویی شبیه کاغذ سوخته دارد.

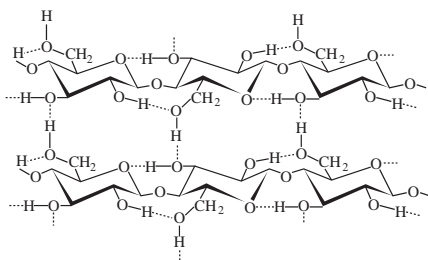


اگر بدانیم مواد اولیه کاغذ سلولز است، با توجه به آزمایش بالا در مورد ساختار شیمیایی پنبه در گروه خود بحث کنید.

۴- سلولز از نظر شیمیایی جزء چندقندی‌ها (پلی‌ساکاریدها) می‌باشد و فرمول شیمیایی آن به صورت  $(C_6H_{10}O_5)_n$  نوشته می‌شود و ساختار آن به صورت زیر است.

(آ) نیروی بین مولکولی آن از چه نوعی است؟ واحدهای سازنده آن چیست؟

(ب) به نظر شما علت سخت بودن سلولز که به عنوان دیواره سلولی گیاهان هم کاربرد دارد. چیست؟



۵- اگر سلولز را با آب در محیط اسیدی آبکافت کنیم تولید گلوکز می‌کند،

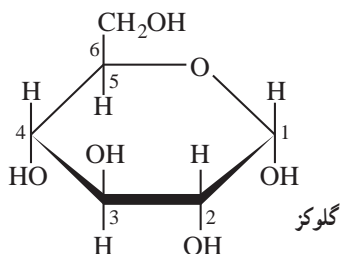
(آ) با توجه به دو ساختار خطی و حلقوی آن گروه عاملی الکلی و آلدهیدی را در آن مشخص کنید.

(ب) با توجه به ساختار حلقوی در فرایند اتصال

مولکول‌های گلوکز پیوند از طریق کربن‌های ۱ و ۴

صورت می‌پذیرد شکل مولکولی دوقندی حاصل

از آن را بنویسید.





## بر دانش خود بیفزایید



شکل ۲

در هر جامعه‌ای نوع و کیفیت لباس زنان و مردان (شکل ۲)، علاوه بر آنکه تابع شرایط اقتصادی و اجتماعی و اقلیمی آن جامعه است، تابع جهان‌بینی و ارزش‌های حاکم بر فرهنگ آن جامعه نیز می‌باشد. امام علی (ع) فرمود: لباس تمیز، غم و ناراحتی را برطرف کرده و برای نماز یک نوع پاکیزگی است. (وسائل، ج ۳، ص ۳۴۶) بنابراین یکی از عوامل نشاط و شادابی روانی پوشیدن لباس تمیز است.

هر یک از مناطق مختلف کشور مادارای ویژگی‌های قومی برجسته‌ای می‌باشند (شکل ۳). هر کدام از این مناطق تن‌پوش ویژه‌ای دارند که معرف قومیت، زبان و سایر مشخصات فرهنگی آنان است. همان‌طور که می‌دانید پوشاک در هر منطقه، زمینه بسیار مناسبی جهت تأثیرگذاری فرهنگی است. بنابراین در شکل‌گیری و ترکیب پوشاک محلی هر قومی، عوامل مذهبی، شرایط و عوامل طبیعی، نوع معیشت و فعالیت‌های جنبی و تولید و موقعیت اجتماعی را می‌توان مؤثر دانست.



شکل ۳

شواهد باستان‌شناسی نشان می‌دهند که انسان همواره به دنبال نحوه پوشش و نجات خود از سرما بوده است. مصریان باستان از ۵۵۰۰ سال پیش هنر ریسندگی و بافندگی پنبه را آموختند و چینی‌ها با پرورش کرم ابریشم در حدود ۳۶۰۰ سال پیش مشکلات پوشش خود را حل کردند. ایرانیان از بیش از ۱۰ هزار سال پیش دارای تمدن بوده‌اند. از این‌رو،

ریشه بسیاری از دستاوردهای بشر را در این تمدن می‌توان یافت. برای مثال، نخستین ابزار ریسندگی و بافندگی در غار کمرند، نزدیک بهشهر، یافت شده است که به ۷ هزار سال پیش از میلاد مسیح بازمی‌گردد. به علاوه، در قدیمی‌ترین بخش‌های شهر باستانی شوش، که در خوزستان قرار دارد، سوزن‌های سوراخ‌دار پیدا شده است. ایرانیان باستان لباس‌های از جنس کتان (پنبه) می‌پوشیدند و جز باز گذاشتن دو دست بقیه اندام‌ها را



شکل ۴

می‌پوشاندند و غیر آن را خلاف ادب می‌دانستند، از این رو سرتاپای مرد و زن ایرانی با سربند و کلاه و جبه و ردا و پاپوش پوشیده می‌شد (شکل ۴) که طبق نوشته‌های کتاب تاریخ تمدن (ویل دورانت) نقش پوشش و حجاب زنان در ایران باستان بسیار برجسته بوده به‌طوری که می‌توان ایران را منشأ اصلی پراکندن حجاب در جهان دانست. تاریخ چند هزار ساله ایران در هیچ کجای خود زنان و مردان را با ظاهری برهنه یا نیمه‌عریان ندیده است مگر آنجا که دستان بیگانگان تلاش نموده این ملت را از تمدن و فرهنگش جدا کند.

این تاریخچه نمایانگر این مطلب است که ایرانیان از قدیمی‌ترین مردمانی بودند که به پوشاک اهمیت داده و بافتن پارچه را آغاز کرده‌اند همچنان که پوشاک در دوره صفوی از مهم‌ترین فراورده‌های صادراتی ایران بود.



شکل ۵

در گذشته مواد طبیعی و حیوانات نیازهای روزانه انسان‌ها را برطرف می‌ساختند (شکل ۵). آنها از پشم و پوست حیوانات و از الیاف گیاهان پوشاک خود را تهیه می‌کردند و از خاکی به رنگ قرمز و زرد به نام اُخرا، برای رنگ کردن و از دندان حیوانات و صدف و... برای تزئین لباس خود استفاده می‌کردند.

با گذشت زمان و افزایش جمعیت و نیاز انسان به پوشاک بیشتر سبب شد زمین‌های زیادی زیر کشت گیاهانی مانند پنبه و کتان پرود از طرفی استفاده از الیاف حیوانی برای تولید پارچه و پوشاک، سبب گسترش دامداری شد، اما با توجه به کمبود زمین‌های مستعد برای کشت پنبه و... و همچنین کمبود مراتع برای دام‌ها، انسان‌ها را وادار به استفاده از الیاف ساختگی که به روش‌های شیمیایی به‌ویژه از مواد نفتی، کرد. زیرا روش‌های سنتی تولید پوشاک دیگر پاسخگوی نیازهای جامعه نبود (شکل ۶).



شکل ۶

صنعت نساجی با توجه به نیازهای انسان رشد چشمگیری آغاز کرد و با رشد و گسترش دانش و فناوری در صنایع و ایجاد نیازهای جدید و خاص، پوشاک گوناگونی بستگی به شرایط و محل استفاده آن تولید شد، مانند انواع کلاه ایمنی، کفش پنجه فولادی، عینک ایمنی و... پوشش‌هایی که هر کدام ایمنی فیزیکی بدن را در شرایط دشوار و خطرناک به‌ویژه هنگام انجام فعالیت‌ها افزایش می‌دهد، بشر با تکیه بر دانش و فناوری‌های نو توانسته است انواعی از پوشاک را تولید کند که از بدن در برابر مواد شیمیایی مانند اسیدها، سموم، بخارهای سمی و غلیظ، پرتوها، آلودگی‌های عفونی، آتش، گلوله و... محافظت می‌کند، در آینده نزدیک رایانه‌های پوشیدنی روانه بازار خواهد شد که با قطعات کوچک الکترونیکی اطلاعات خاصی از بدن فرد را جهت نظارت بر سلامتی در اختیار کاربر قرار می‌دهند این لباسی‌ها به جی، پی، اس حسگر ژیرسکوپ، قطب‌نما، دماسنج و فشارسنج هوا، میکروفون، بلندگو، کنترل‌کننده تناسب اندام، حسگر فعالیت‌های مغز و... نیز تجهیز خواهند شد (شکل ۷).

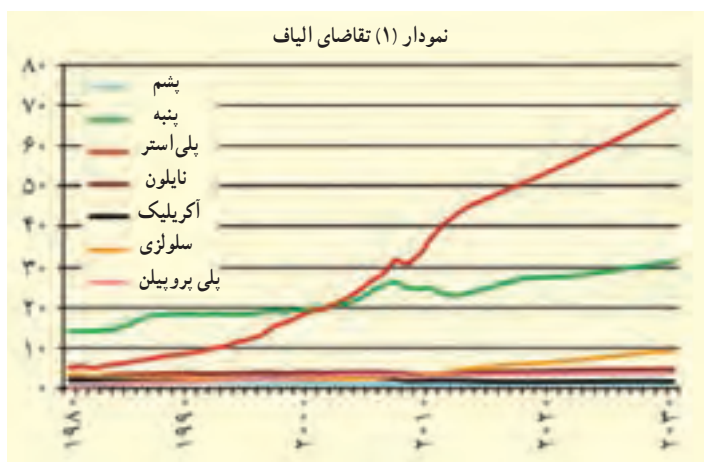


شکل ۷

**الیاف :** الیاف جمع کلمه لیف است. به طور کلی لیف یک رشته نازک با طول مناسب است که دارای قابلیت انحناء و استحکام کافی برای ریسندگی می باشد و به عنوان مواد اولیه برای تهیه انواع نخ ها و پارچه ها مورد استفاده قرار می گیرد.

الیافی مانند پنبه، پشم و... که منشأ طبیعی دارند و از مواد شیمیایی در تولید آنها استفاده نمی شود الیاف طبیعی می گویند الیاف طبیعی ممکن است منشأ گیاهی (پنبه، کتان و کنف) حیوانی (پشم و مو، ابریشم) یا معدنی (پنبه نسوز) داشته باشد.

**الیاف مصنوعی** مجموعه ای از مولکول های زنجیره ای خطی و طویل (درشت مولکول) است که تا حدود زیادی به موازات یکدیگر در محور طولی لیف قرار دارند و میزان آرایش یافتگی آنها در الیاف مصنوعی قابل کنترل است و به همین خاطر میزان مقاومت و سایر خصوصیات آن را می توان تغییر داد. این محصولات باید از جنسی باشند که میزان جذب رطوبت قابل کنترل بوده و قابلیت شست و شو داشته باشند و همچنین بو نگیرند و مهم تر اینکه بهداشتی و ضد آلرژی باشند، لذا برای تهیه الیاف از منشأ شیمیایی خاصی می توان استفاده کرد، که از آن جمله می توان به پلی استر، پلی آمید، پلی پروپیلن، پلی اتیلن، اکریلیک و... می توان اشاره کرد.



نمودار (۱) تاریخچه تقاضای الیاف را در جهان برحسب میلیون تن نشان می دهد همان طور که ملاحظه می کنید تقاضای پلی استر از پنبه از سال ۲۰۰۲ به میزان قابل توجهی افزایش یافته و همچنان به سرعت خود نسبت به سایر الیاف ادامه می دهد. الیاف طبیعی به علت محدودیت در تولید، کارایی پایین تر، پاسخ گویی نیازهای جدید صنایع نبوده و بنابراین استفاده از الیاف ساختگی نقش غالب به خود گرفتند و در این راستا نقش شیمی در تولید انواع گوناگونی از الیاف بر پایه نفتی برجسته تر شد.

**تولید نخ از الیاف :** در علم نساجی به گردآمدن الیاف در کنار هم نخ می‌گویند، الیاف مواد اولیه نخ هستند که به صورت کوتاه و بلند موجودند، الیاف کوتاه در مراحل ریسندگی تبدیل به نخ می‌شوند تا مقاومت لازم را به دست آورند، مثل : پشم و پنبه. در حالی که الیاف بلند و یکسره، لیفی با طول نامعین است که باید تاییده شود تا نخ با حجم مورد نظر به دست آید مثل : ابریشم.

به طور کلی می‌توان گفت یک نخ از الیاف غیر ممتد و تاب خورده و یا از چندین الیاف ممتد تشکیل شده است، در نتیجه نخ حاصل از الیاف غیر ممتد و ممتد سطح مقطع‌های مختلفی داشته و تعداد الیاف موجود در واحد طول نخ نیز متفاوت خواهند بود. این اختلاف‌ها عوامل مؤثر در درجه بندی نخ‌ها می‌باشد.



شکل ۸

**بافندگی :** به تئیدن درهم یا به هم پیچیدن الیاف، بافندگی گفته می‌شود که از طریق دست (شکل ۸) و یا ماشین به سبک‌ها و مدل‌های گوناگون انجام می‌شود، برای مثال : با بافتن نخ پارچه تهیه می‌شود. متأسفانه به خاطر اینکه بافته‌ها در گذر زمان به راحتی از بین می‌روند، تعیین قدمت این هنر برای باستان‌شناسان امری دشوار است. به نظر

می‌رسد که خاستگاه این هنر خاورمیانه بوده و بافتنی پس از جنگ‌های صلیبی به غرب برده شده است. ماشین بافندگی که در دوران سلطنت ملکه الیزابت اول توسط «ویلیام لی» اختراع شد، مسیر صنعت پوشاک و نساجی را تغییر داد. این اختراع، بافتنی با دست را تبدیل به یک کار غیر حرفه‌ای و فعالیتی تفریحی بدل کرد.



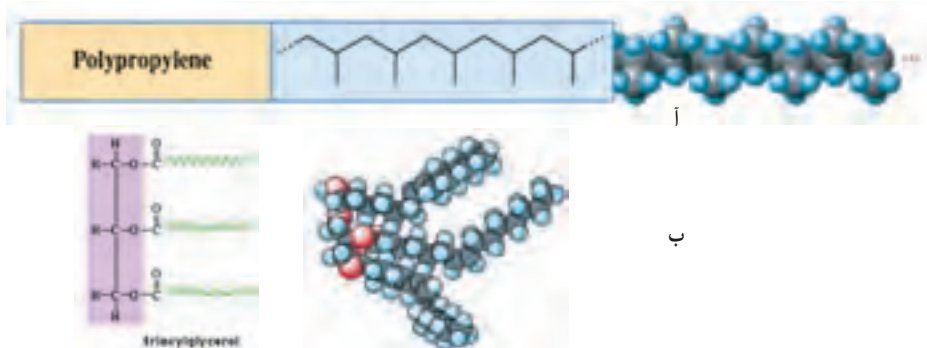
شکل ۹

**دوزندگی :** دوزندگی از هنرهای باستانی و پدیده آمده از دوران پارینه‌سنگی است که مردمان عصر حجر در آسیا و اروپا به وسیله سوزن‌هایی از جنس استخوان و نخ‌هایی از اندام‌های بدن حیوانات برای دوختن استفاده می‌کردند. در طی انقلاب صنعتی چرخ خیاطی (شکل ۹) جهت سرعت بخشیدن به دوزندگی اختراع شد و با اختراع آن تغییرات بسیار زیادی در صنعت دوخت و تهیه لباس صورت گرفت.

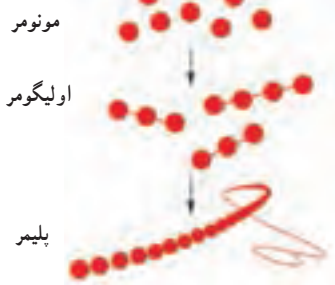
### درشت مولکول‌ها (macromolecules)

مولکول‌هایی که از تعداد بسیار زیادی اتم ساخته شده‌اند و دارای جرم مولکولی بسیار بزرگی هستند، درشت مولکول می‌گویند، جرم یک مول از درشت مولکول بیش از ۱۰۰۰ گرم است.

پلیمرها دسته‌ای از درشت مولکول‌ها هستند که از واحدهای تکراری (مونومرها) تشکیل شده‌اند. مثل سلولز، پلی اتن و... شکل ۱۰ (آ) در حالی که در درشت مولکول‌های غیر پلیمری واحدهای تکرار شونده وجود ندارد، مثل تری گلیسیریدها، هموگلوبین و... شکل ۱۰ (ب).

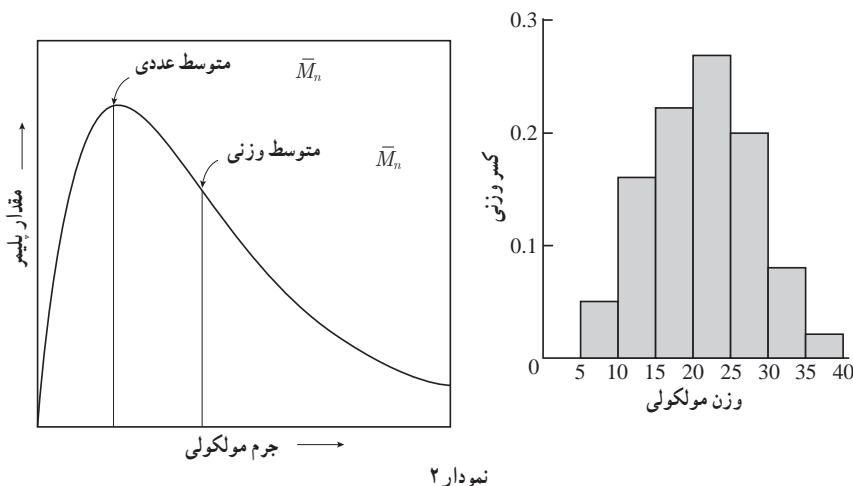


شکل ۱۰



شکل ۱۱

برای اینکه نام پلیمر به یک ماده اطلاق شود باید بیش از ۱۰۰ واحد مونومر داشته باشد در غیر این صورت به آن الیگومر یا پیش پلیمر می گویند، در درشت مولکول های غیر پلیمری جرم مولی مولکول ها یکسان است ولی مولکول های یک پلیمر جرم مولی گوناگونی دارند، زیرا اندازه مولکول های پلیمر یکسان نیست، به همین خاطر تعداد مولکول های یک پلیمر را به صورت  $n$  (نمایش می دهند که  $n$  تعداد مونومرهای یک مولکول را نشان می دهد، شکل ۱۱ حقیقت این است که هرگز نمی توان پلیمری یافت که تمام زنجیرها تعداد  $n$ ) مونومر برابری داشته باشند، برخی از زنجیرها پلیمری بسیار بزرگ، برخی کوچک و تعدادی متوسط اند، معمولاً یک پراکندگی به صورت نمودار زنگوله ای دارند. (نمودار ۲)



نمودار ۲

بنابراین وقتی دربارهٔ پلیمرها صحبت می‌کنیم ناچار به بیان متوسط جرم مولکولی هستیم که به روش‌های گوناگون قابل محاسبه است.

### وزن مولکولی متوسط عددی $M_n$

وزن مولکولی متوسط عددی، عبارت است از مجموع وزن کل مولکول‌های پلیمر موجود در یک نمونه، تقسیم بر تعداد کل مولکول‌های پلیمر نمونه که از رابطه زیر محاسبه می‌شود. که در آن ...

$$\bar{M}_n = \text{وزن مولکولی متوسط عددی}$$

$$X_i = \text{کسر عددی} \quad M_i = \text{وزن مولکولی}$$

$$\bar{M}_n = \sum X_i M_i$$

### وزن مولکولی متوسط وزنی $M_w$

متوسط وزنی، بر این مفهوم استوار است که یک مولکول بزرگتر نسبت به یک مولکول کوچک‌تر، سهم بیشتری در جرم کل نمونه پلیمری دارد و از رابطه زیر به دست می‌آید. که در آن ...

$$\bar{M}_w = \text{وزن مولکولی متوسط وزنی}$$

$$w_i = \text{کسر وزنی} \quad M_i = \text{وزن مولکولی}$$

$$\bar{M}_w = \sum w_i M_i$$

برای درک بهتر فرض کنید وزن ده نفر از دانش‌آموزان یک کلاس مطابق جدول زیر است، می‌خواهیم میانگین وزنی دانش‌آموزان این کلاس را در دو حالت زیر حساب کنیم.

آ) براساس متوسط عددی

ب) براساس متوسط وزنی

۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	دانش‌آموز
۹۶	۶۵	۶۳	۶۱	۵۸	۵۷	۵۴	۵۱	۵۰	۴۶	وزن (kg)

جدول ۱

ابتدا به صورت زیر دسته‌بندی می‌کنیم

محدوده وزنی (kg)	تعداد دانش‌آموز $N_i$	متوسط $M_i$	حاصل ضرب $N_i \times M_i$	کسر عددی $X_i = \frac{N_i}{\sum N_i}$	کسر وزنی $W_i = \frac{N_i M_i}{\sum N_i M_i}$
۵۰-۴۱	۲	۴۸	۹۶	۰/۲	۰/۱۶۰
۶۰-۵۱	۴	۵۵	۲۲۰	۰/۴	۰/۳۶۶

جدول ۲

۰/۳۱۴	۰/۳	۱۸۹	۶۳	۳	۷۰-۶۱
-	-	-	-	۰	۸۰-۷۱
-	-	-	-	۰	۹۰-۸۱
۰/۱۶۰	۰/۱	۹۶	۹۶	۱	۱۰۰-۹۱
		۶۰۱		۱۰	جمع

برحسب متوسط عددی خواهیم داشت.

$$\overline{M}_n = \sum X_i M_i = 0/2 \times 48 + 0/4 \times 55 + 0/3 \times 63 + 0/1 \times 96 = 60/1$$

برحسب متوسط وزنی خواهیم داشت

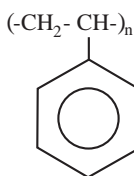
$$\overline{M}_w = \sum W_i M_i = 0/16 \times 48 + 0/366 \times 55 + 0/314 \times 63 + 0/16 \times 96 = 62/95$$

درجه پلیمری شدن : تعداد مونومرها یا اندازه طول ملکول پلیمر را مشخص می‌کند. و از روی وزن مولکولی قابل توصیف است. بنابراین به دو صورت می‌توان بیان کرد.

$$n_n = \frac{\overline{M}_n}{m} \quad \text{۱- درجه پلیمری شدن عددی}$$

$$n_w = \frac{\overline{M}_w}{m} \quad \text{۲- درجه پلیمری شدن وزنی}$$

که در آن  $\overline{m}$  وزن مولکولی یک مونومر است. و  $n_n$  و  $n_w$  به ترتیب درجه پلیمری شدن عددی و وزنی است. مثلاً: اگر پلی استایرن (شکل ۱۲) با درجه پلیمری شدن بالاتر از ۱۰۰۰ باشد که در این حالت جامد است یعنی افزایش طول زنجیره کربنی خواص ماده را تحت تأثیر قرار می‌دهد در حالی که با درجه پلیمری ۱۰ نرم است، هرچه درجه پلیمری شدن بالاتر باشد گرانروی افزایش می‌یابد.



شکل ۱۲

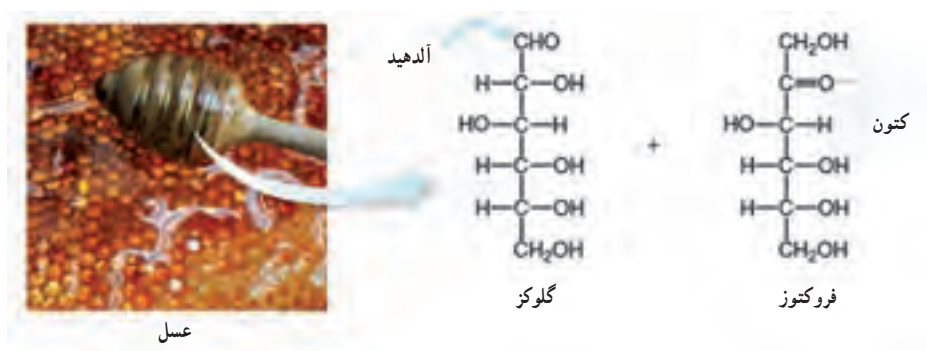
**پلیمرهای طبیعی:** همان‌طور که می‌دانید بیشتر مواد مصنوعی مفید پلیمر هستند، بنابراین نباید تعجب‌آور باشد که بگوئیم بیشتر مواد مهم و اساسی طبیعی نیز پلیمر هستند همچون نشاسته، مو، چوب، کتین، سیلیکات‌ها (رشته‌هایی از خاک)، ابریشم، پنبه، لاستیک خام (کائوچو) و رزین‌ها که در موجودات زنده یافت می‌شود (شکل ۱۳) و از پلیمرهای طبیعی هستند.





شکل ۱۳

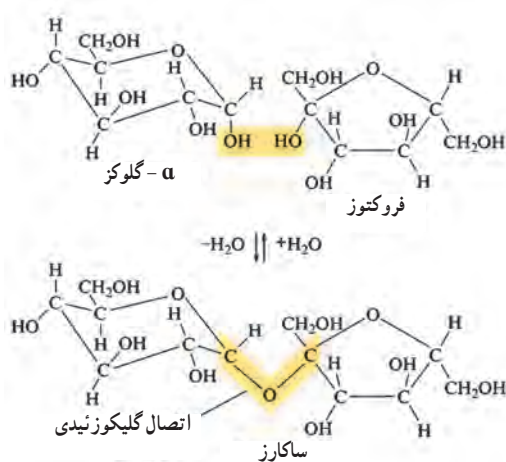
کربوهیدرات‌ها با فرمول تجربی  $\text{CH}_2\text{O}$  مولکول‌های مهم زیست شناختی را تشکیل می‌دهند. آنها به عنوان یک منبع غذایی برای اکثر موجودات و به عنوان یک ماده ساختاری برای گیاهان عمل می‌کنند، مهم‌ترین کربوهیدرات‌ها، مانند نشاسته و سلولز به صورت پلیمر هستند که از مونومرهای مونوساکارید یا مشتقات ساده تشکیل شده است. مونوساکاریدها از پلی هیدروکسی کتون و آلدئیدها هستند که حاوی پنج اتم کربن (پنتوزها) یا شش اتم کربن (هگزوز) می‌باشند، دو هگزوز اصلی سازنده شکر موجود در عسل فروکتوز قند کتونی و گلوکز قند آلدیدی به صورت ساختارهای (شکل ۱۴) هستند.



شکل ۱۴- مونوساکاریدهای متداول

کربوهیدرات‌های پیچیده‌تر با ترکیب مونوساکاریدها شکل می‌گیرند. برای مثال: ساکارز، شکر قهوه معمولی، یک دی ساکارید disaccharide است که از گلوکز و فروکتوز با حذف آب و ایجاد پیوند  $\text{C}-\text{O}-\text{C}$  بین حلقه، تشکیل شده است که به پیوند گلیکوزید معروف است (شکل ۱۵).





شکل ۱۵

هنگامی که ساکارز در غذا مصرف می شود، واکنش بالا معکوس می شود یک آنزیم در بزاق تجزیه آن را تسهیل می کند.

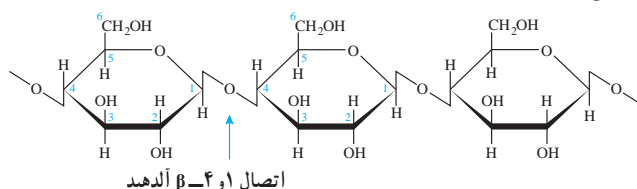
پلیمرهای بزرگ تر متشکل از تعداد زیادی از واحدهای مونوساکارید، به نام پلی ساکارید هستند و هنگامی که هر حلقه دو پیوند گلیکوزید ایجاد می کند، شکل می گیرند، سه تا از مشهورترین این پلیمرها نشاسته، سلولز و گلیکوژن است که همه این مواد از گلوکز ساخته شده اند و تفاوت آنها در نحوه اتصال گلیکوزیدی، وجود شاخه و جرم مولکولی می باشد.

الیاف پنبه از سلولز است (شکل ۱۶). مولکول های سلولز از پلیمرهای خطی که حاوی گلوکز می باشند تشکیل شده اند. وزن مولکولی نمونه ای از سلولز به  $400000 \text{ g/mol}$  می رسد و این نشان دهنده این است که هر مولکول سلولز حدود  $2200$  واحد گلوکز را شامل می شود، پلیمرهای خطی تا  $5000$  واحد گلوکز را می توانند دارا باشند.



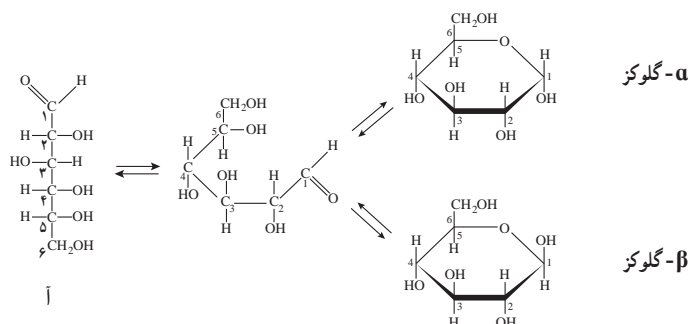
شکل ۱۶

پلیمرهای خطی سلولوز از مولکول‌های  $\beta$ -گلوکز تشکیل شده است که به هنگام اتصال بین دو مولکول  $\beta$ -گلوکز از OH متصل به کربن ۴ یک مولکول و OH کربن شماره ۱ مولکول بعدی یک مولکول آب جدا می‌شود و پل اکسیژنی برقرار می‌گردد (شکل ۱۷).

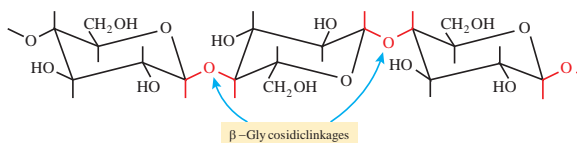


شکل ۱۷

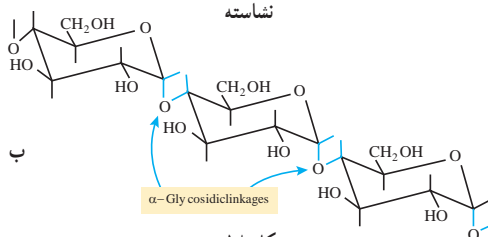
در اثر حلقوی شدن قندها از محل کربن آلدیدی یا کتونی، این کربن نامتقارن می‌شود که به آن کربن آنومری می‌گویند، در نتیجه اگر OH کربن آنومر نسبت به گروه جانبی ( $\text{CH}_2\text{OH}$ ) در یک سو قرار بگیرند ایزومری بتا و اگر مخالف جهت هم باشند ایزومری آلفا نامیده می‌شود شکل ۱۸ (آ). بنابراین ایزومری  $\alpha$  و  $\beta$  مربوط به کربن اول در آلدوزها و کربن دوم کتوزها در شکل حلقوی می‌باشد.



سلولز



نشاسته



شکل ۱۸

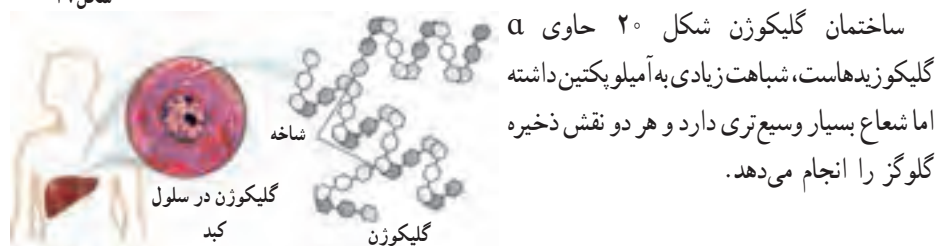
همان طور که در شکل ۱۸ (ب) ملاحظه می کنید تفاوت نشاسته و سلولز تنها در نحوه اتصال مونومرها و ساختمان فضای آنهاست. ساختار فضایی سلولز موجب قرار گرفتن پلیمرها کنار هم و همچنین عامل پیوندهای هیدروژنی باعث سختی و استحکام سلولز می شود که در چوب و فیبر موجوداند، بدن انسان آنزیم



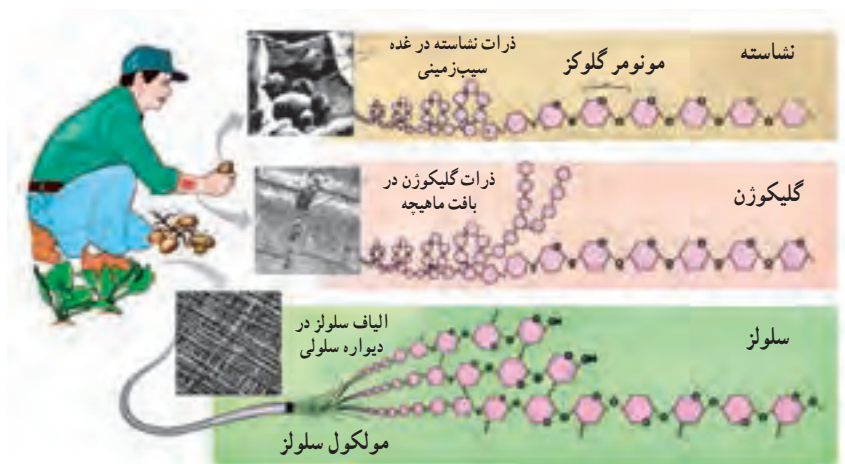
هضم سلولز را ندارد به همین خاطر وقتی ما از مواد حامل فیبر استفاده کنیم مستقیماً دفع خواهند شد. مولکول های نشاسته شکل ۱۹ حالت ماریچی دارد و به دو شکل یافت می شود:

۱- آمیلوز : رشته ماریچی آمیلوز بدون شاخه و انشعاب است.

۲- آمیلوپکتین : که دارای انشعاب است.



در شکل ۲۱ ساختار و منبع این سه پلیمر را مشاهده می کنید. شکل ۲۰



شکل ۲۱

## پلیمری شدن (بسپارش)

از صفحه ۱۰۲-۱۰۵

## هدف‌های آموزشی

- ۱ با فرایند پلیمری شدن (بسپارش) آشنا شود.
- ۲ ویژگی و عوامل مؤثر بر فرایند پلیمری شدن را درک کند.
- ۳ واحدهای سازنده پلیمرها را تشخیص دهد.
- ۴ به اهمیت پلیمرها و کاربرد آنها در زندگی پی ببرد.

## روش تدریس پیشنهادی

جهت آموزش واکنش پلیمری شدن روش‌های زیر پیشنهاد می‌شود:

- ۱ با آوردن برخی وسایل کمک آموزشی مثل مدل مولکولی، گیره کاغذ، زنجیر با حلقه‌های رنگی و یا طناب‌هایی با رنگ‌های مختلف و ... برای فهم نحوه تشکیل پلیمر و فرایند پلیمری شدن و ایجاد گره‌هایی در طول طناب به عنوان پیوند بین مونومرها را می‌شود معرفی کرد.
- مثال: چند عدد گیره کاغذ را به دانش‌آموزان نشان دهید و از آنها یک زنجیر بسازید (شکل ۲۲). از دانش‌آموزان بخواهید با توجه به این نمایش مفهوم مونومر و پلیمر را در این مورد بیان کنند و با دوستان خود در گروه به بحث بگذارند.




مونومر

پلیمر

شکل ۲۲

تعدادی از گیره‌ها را در اختیار دانش‌آموزان قرار دهید و از آنها بخواهید در زمان مشخص زنجیری بسازند، حال زنجیرهای ساخته شده را با هم مقایسه کنید و درباره رابطه بین مونومر و زنجیر ساخته شده، جرم پلیمر و تعداد مونومر به کار رفته از دانش‌آموزان سؤال کنید (تعداد گیره‌ها و طول زنجیر ساخته شده توسط دانش‌آموزان متفاوت خواهد بود) و پس از ارائه پاسخ‌ها توسط دانش‌آموزان مفهوم جرم مولی متوسط را بیان کرده و مطلب را کامل کنید.

سپس با حل خود را بیازمایید صفحه ۱۰۴ مفاهیم را تثبیت کنید، حال به گروه‌ها کاربرگ زیر را که از قبل تهیه و تکثیر کرده‌اید بدهید و از آنها بخواهید در گروه‌های خود به پرسش‌ها پاسخ دهند.

تاریخ:	نام و نام خانوادگی اعضای : موضوع درس :	کاربرگ کلاسی	
		<p>۱- با توجه به اینکه می‌دانید استیلن (اتین) یک ترکیب سیر نشده است، واکنش زیر را به صورت نمادی بنویسید.</p> <p style="text-align: center;">PVC → وینیل کلرید → اتین</p> <p>۲- برخی از پلیمرهای سازنده یک بطری آب معدنی را در شکل زیر مشاهده می‌کنید.</p> <p>الف) ساختار مونومر هر یک از پلیمرها را بنویسید.</p> <p>ب) کدام یک از پلیمرها سازنده اصلی بدنه بطری است؟</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\left( \begin{array}{cc} \text{H} &amp; \text{Cl} \\   &amp;   \\ -\text{C} &amp; - &amp; \text{C}- \\   &amp;   \\ \text{H} &amp; \text{H} \end{array} \right)_n</math> </div> <div>  </div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\left[ \text{O}=\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2 \right]_n</math> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\left( \begin{array}{cc} \text{F} &amp; \text{F} \\   &amp;   \\ -\text{C} &amp; - &amp; \text{C}- \\   &amp;   \\ \text{F} &amp; \text{F} \end{array} \right)_n</math> </div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">\left[ \text{H}-\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{N}-\text{C}(=\text{O})-(\text{CH}_2)_6-\text{C}(=\text{O}) \right]_n</math> </div> </div>	

و سپس با بحث در رابطه با آنها در صورت لزوم پاسخ‌ها را تأیید یا اصلاح نمایید و در ادامه با بیان این سؤال که به نظر شما شانس و اتفاق تا چه اندازه در پیشبرد علم سهم دارند؟ به پیوند با زندگی بیردازد و محتوا را جمع‌بندی نمایید.

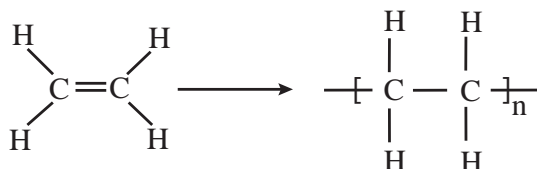
۲- با اجرای روش ایفای نقش و با کمک دانش‌آموزان به عنوان مونومر مفهوم پلیمر را توضیح دهید، سپس با پرسش و پاسخ تدریس را ادامه دهید.

## بر دانش خود بیفزایید

پلیمری شدن (بسیارش): پلیمری شدن واکنشی است که طی آن مولکول‌های کوچک در شرایط مناسب به یکدیگر متصل می‌شوند و مولکول‌هایی با زنجیرهای بلند و جرم مولی زیاد تولید می‌کنند. به مولکول‌های کوچک اولیه مونومر می‌گویند. مونومرها، از راه‌های مختلف به هم متصل می‌شوند.

### روش‌های پلیمری شدن

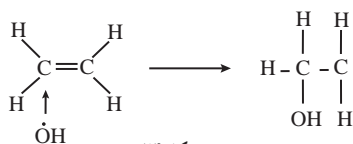
پلیمری شدن افزایشی: در پلیمری شدن افزایشی مونومرهای به هم افزوده شده و تمام بخش‌های یک مونومر، قسمتی از یک پلیمر را تشکیل می‌دهد؛ برای مثال در پلیمری شدن اتن شکل ۲۳، مولکول اتن با همه اتم‌هایش به ساختار پلیمر اضافه شده و جزئی از پلیمر را تشکیل می‌دهد. به واکنش زیر توجه نمایید.



شکل ۲۳

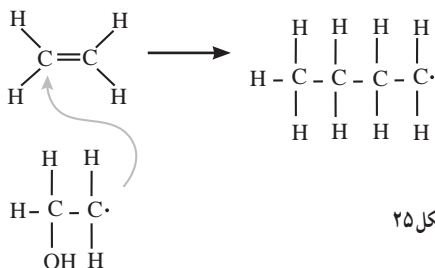
اتیلن دو کربن و چهار هیدروژن دارد، واحد تکراری پلی اتیلن نیز دو اتم کربن و چهار اتم هیدروژن دارد. نه چیزی داده و نه چیزی گرفته.

آغازگر واکنش پلیمری شدن یک رادیکال آزاد است (یک گونه با یک الکترون تنها) مانند هیدروکسیل، رادیکال هیدروکسیل پیوند پای را باز کرده و یک رادیکال جدید ایجاد می‌کند (شکل ۲۴).



شکل ۲۴

این روند هزاران بار تکرار می‌شود تا یک زنجیره بلند پلیمری ایجاد شود، زمانی واکنش به پایان می‌رسد که دو رادیکال بدون تولید رادیکال دیگر باهم واکنش دهند (شکل ۲۵).



شکل ۲۵

افزایشی ایزوپرن به دست می آید. (شکل ۲۶)



بلی، ایزو و ہرن

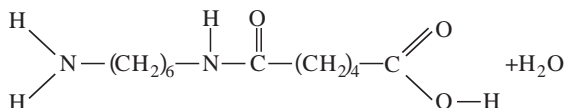


این پلیمر چون از هیدورکربن تشکیل شده خاصیت ضد آب دارد هر مولکول آن به طور میانگین ۵۰۰۰ واحد ایزوپرنی دارد. پلیمری شدن تراکمی: پلیمری شدن تراکمی، نوعی واکنش پلیمری شدن است که وقتی مونومر به هم متصل می شود، قسمتی از مونومر جدا می شود. معمولاً این قسمت جدا شده، یک مولکول کوچک مثل آب یا گاز HCl است. آشناترین تراکم تولید نایلون است، نایلون یک هم بسیار (copolymer) است چون دو

آب خارج می شود (شکل ۲۸).

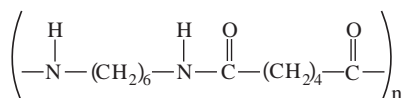


آدی بیک اسید



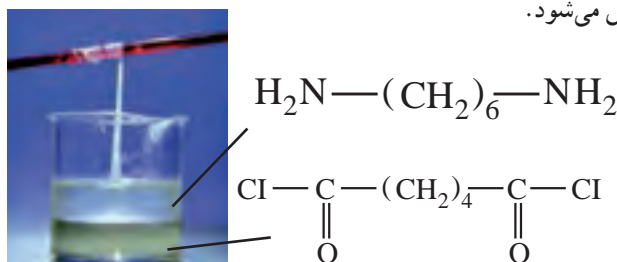
شکل ۲۸،

مولکول تشکیل شده را دایمر (دو مونومر پیوسته) می نامند، ولی از آنجایی که یک گروه آمین در یک انتها و گروه کربوکسیل در یک انتهای دیگر دارد بنابراین هر دو انتها آزاد هستند که با مونومرهای دیگر واکنش دهند، تکرار این واکنش منجر به تولید زنجیره بلندتر می شود (شکل ۲۹).



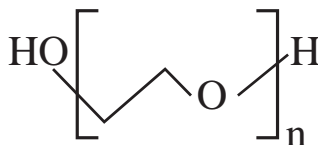
شکل ۲۹

این ساختار اصلی نایلون است که با تغییر تعداد کربن های آمین و اسید، نایلون با خواص متفاوت سنتز می شود. یک واکنش جالب و نمایشی، تهیه نایلون از دو مایع امتزاج ناپذیر در یک بشر است (مطابق شکل ۳۰)، لایه پایینی شامل آدی پویل کلراید محلول در  $\text{CCl}_4$  است و لایه بالایی شامل هگزا متیلن دی آمین محلول در آب است که طی واکنش اتم های کلر آدی پویل کلراید با یک اتم هیدروژن آمین، به صورت گاز  $\text{HCl}$  جدا شده و پیوند  $\text{C}-\text{N}$  تشکیل می شود.



شکل ۳۰

در پلیمر شدن تراکمی محصول جانبی ایجاد می شود در حالی که در پلیمر شدن افزایشی این طور نیست. پلی اتیلن گلیکول (PEG): پلی اتیلن گلیکول از مونومرهای اتیلن گلیکول (اتان ۱ و ۲-دی ال)، ماده اصلی ضد یخ، ساخته شده است. فرمول مولکولی پلی اتیلن گلیکول  $\text{H}(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OH}$  است، که  $n$  نشان دهنده تعداد واحدهای اتیلن گلیکول موجود در پلیمر است.



شکل ۳۱

هنگامی که اتیلن گلیکول پلیمریزه می شود، محصولات متنوعی را که حاوی مقادیر مختلف اتیلن گلیکول هستند تولید می کند. این محصولات همگی PEG نامیده می شوند و دارای بسیاری از کاربردهای صنعتی، غذایی و دارویی هستند (شکل ۳۱).



## انواع پلی اتیلن گلیکول

وزن مولکولی PEG ها یا تعداد واحدهای اتیلن گلیکول در هر پلیمر PEG، از ۳۰۰ گرم به ازای هر مول تا ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰ گرم در هر مول متفاوت است. وزن مولکولی به نوبه خود ویژگی‌های هر نوع از PEG را تعیین می‌کند. PEG های با وزن مولکولی کم، حاوی دو تا چهار واحد اتیلن گلیکول در هر پلیمر مثل آب روان هستند. پلی اتیلن گلیکول ها حاوی ۷۰۰ واحد اتیلن گلیکول در هر محصول پلیمری مایعی غلیظ هستند. با داشتن ۱۰۰۰ واحد یا بیشتر اتیلن گلیکول در هر محصول پلیمری جامد مومی می‌باشند.

این پلیمرها غیر سمی، بی بو، بی رنگ و غیر اشیاع هستند و به راحتی تبخیر نمی شوند. PEG ها با مواد دیگر واکنش نشان نمی دهند و بی اثر در نظر گرفته می شود، PEG در بسیاری از حلال های آلی محلول هستند. تمام PEG ها به راحتی در آب حل می شوند و رنگ، بو و طعم آب را تغییر نمی دهند.

کاربرد پلی اتیلن گلیکول در پزشکی : خصوصیات خاص پلی اتیلن گلیکول ها، آنها را مواد عالی مناسب برای استفاده در مواد اولیه صنایع دارویی می کند. PEG ها به عنوان روان کننده ها مورد استفاده قرار می گیرند و در انواع محصولات دارویی به عنوان حلال ها، پماد ها، مایع های تحویل دارو، پرکننده های قرص ها به عنوان پایگاه های شفاف، در چشم پزشکی و به عنوان درمان برای یبوست استفاده می شود. PEG ها در محصولات دامپزشکی نیز استفاده می شود.

## انواع یلیمرها

پلیمرها را به روش‌های مختلفی دسته‌بندی می‌کنند همان‌طور که در شکل ۳۲ ملاحظه کردید براساس منشأ تولید می‌توان به پلیمرهای طبیعی و ساختگی دسته‌بندی کرد، سالانه در حدود صدها میلیارد کیلوگرم پلیمر در شرکت‌های پتروشیمی در سراسر دنیا تولید می‌شود، تاکنون حدود ۶۰۰۰۰ نوع پلیمر ساختگی تولید شده است که در صنایع مختلفی به کار گرفته می‌شوند.

پلیمرها را براساس شکل پذیری آنها می توان به طور کلی، به سه گروه اصلی گرم نرم ها یا ترموپلاستیک ها، گرم سخت ها یا ترموست ها و الاستومرها دسته بندی کرد. گروه ترموپلاستیک ها با افزایش دما نرم شده و ذوب و روان می شوند که با خنک شدن به سختی اولیه برمی گردند،

با این قابلیت شکل‌های جدید از آنها را می‌توان تهیه و قالب‌گیری کرد زیرا در حالت ذوب مولکول‌ها به آسانی به یکدیگر متصل می‌شوند. مثل: پلی‌اتن، پی‌وی سی. و... (شکل ۳۳).



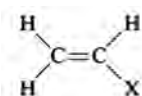
شکل ۳۲



شکل ۳۳

گروه گرما سخت (ترموستها) در اثر گرما سخت می‌شوند، این مواد توسط کاتالیزورها یا گرم شدن تحت فشار با یک واکنش شیمیایی به یک شکل دائمی و محکم‌تری تبدیل می‌شوند زیرا در اثر اعمال حرارت در آنها پیوندهای عرضی ایجاد می‌شود و در نتیجه وزن مولکولی متوسط آنها بالا رفته و به حالت یکپارچه صلب درمی‌آیند. مثل پلی فنل فرمالدئید (باکلیت : دسته قابل‌لمه) رزین اپوکسی، پلی اورتان و... این پلیمرها را تنها هنگامی که برای اولین بار تهیه می‌شوند، می‌توان قالب‌گیری کرد، زیرا پس از سرد شدن سخت شده و با گرم کردن هم به حالت قبل بر نمی‌گردند.

دسته سوم الاستومرها هستند که نظیر رابرها می‌توانند بدون پاره شدن و گسستن در برابر تغییر شکل مقاومت کنند و در دمای اتاق حالت کشسان و جهشی دارند. مثل : ایزوپرن، کائوچو و... پلیمرهای اتنی یا پلی اولفین‌ها : همه این ترموپلاستیک‌ها به‌طور مشترک دارای مونومر اتنی ( $\text{HXC}=\text{CH}_2$ ) هستند که به پلیمرهای وینیلی نیز معروف‌اند.



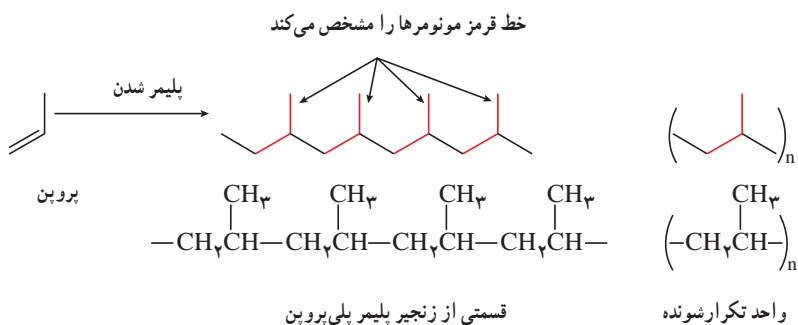
با تغییر X محصولات متنوعی از آن تولید می‌شود. در جدول ۳ زیر برخی از پلیمرهای وینیلی را مشاهده می‌کنید.

نام پلیمر	پلیمر	نام مونومر	مونومر
پلی‌تن	$[-\text{CH}_2\text{CH}_2-]_n$	اتن	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$
پلی پروپن	$\left[ \begin{array}{c} -\text{CH}_2\text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	پروپن	$\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$
پلی اکریلونیتریل	$\left[ \begin{array}{c} -\text{CH}_2\text{CH}- \\   \\ \text{CN} \end{array} \right]_n$	اکریلونیتریل	$\text{CH}_2=\text{CHCN}$

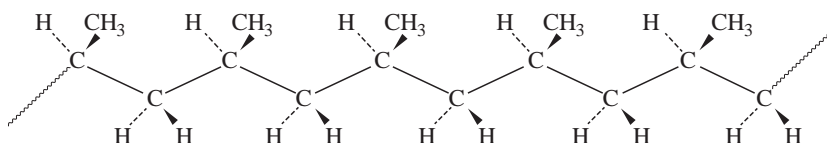
جدول ۳

$\text{CH}_2 = \text{C} \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$	متیل متا اکریلات	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\   \\ \text{COOCH}_3 \end{array} \right]_n$	پلی (متیل متا اکریلات)
$\text{CH}_2 = \text{CH} \begin{array}{c}   \\ \text{OCCH}_2 \\    \\ \text{O} \end{array}$	وینیل استات	$\left[ \begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\   \\ \text{OCCH}_2 \\    \\ \text{O} \end{array} \right]_n$	پلی وینیل استات
$\text{CH}_2 = \text{CHCl}$	وینیل کلرید	$\left[ \begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\   \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$	پلی وینیل کلرید
$\text{CH}_2 = \text{CH} \begin{array}{c}   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	استایرن	$\left[ \begin{array}{c} -\text{CH}_2-\text{CH}- \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$	پلی استایرن
$\text{CF}_2 = \text{CF}_2$	تترا فلور اتن	$[-\text{CF}_2\text{CF}_2-]_n$	پلی تترافلور اتن

پلیمر شدن مونومرهای پروپن به صورت زیر است

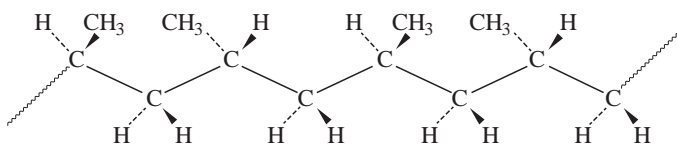


ترتیب و نحوه آرایش مونومرها اثر قابل توجهی بر خواص پلیمرها دارند، گروه‌های متیل در پلیمر می‌توانند در یک طرف زنجیر به صورت زیر آرایش یابند که به آن (ایزوتاکتیک) (شکل ۳۴) می‌گویند.



شکل ۳۴

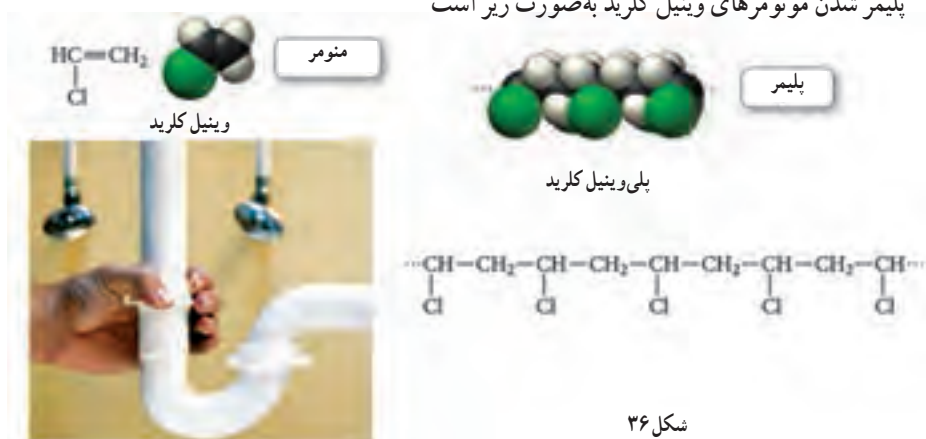
و می‌توانند به طور متناوب در طرفین زنجیر آرایش یابند که به آن (سندو تاکتیک) (شکل ۳۵) می‌گویند.



شکل ۳۵

و یا می‌توانند به صورت نامنظم شکل بگیرند که به آن (اتکتیک) می‌گویند. با توجه به اینکه زنجیرهای ایزوتاکتیک پلی پروپن بهتر می‌توانند به هم نزدیک شوند. بیشتر بلوری هستند و در نتیجه پلی پروپن قوی‌تر و سخت‌تر از پلی اتن است و این عامل عمده استفاده از پلی پروپن برای قطعات قالب‌گیری و بسته‌بندی است و برای لباس‌های ورزشی هم مفید است چون مثل پنبه آب را جذب نمی‌کند و رطوبت در سطح آن مانده و تبخیر می‌شود.

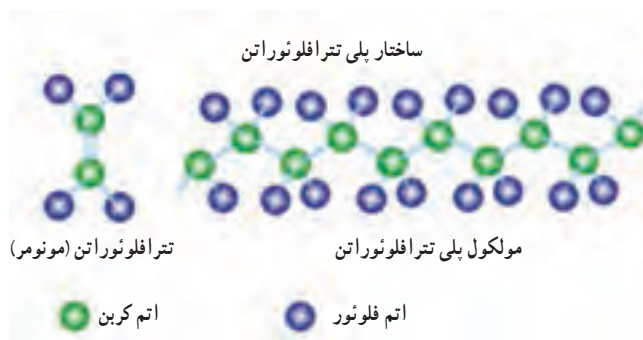
پلیمر شدن مونومرهای وینیل کلرید به صورت زیر است



شکل ۳۶

اگر همه هیدروژن‌های اتن با اتم F جایگزین شود مونومر پلی تترافلورو اتن (PTFE) به دست می‌آید که تحت نام تجاری تفلون شناخته شده است.

پلی تترافلورواتن (PTFE) : این پلیمر (شکل ۳۷) در سال ۱۹۳۸ به طور تصادفی توسط plunkett کشف شد. وی در حالی که در حال تلاش برای ساختن و تولید یک خنک کننده CFC بود، این پلیمر در دستگاه فشار گاز آزمایشگاه پلانکت پلیمرسازی شد (در این واکنش آهن جداری ظرف به عنوان کاتالیزور عمل کرد). در سال ۱۹۴۱ این پلیمر ثبت شد و سه سال بعد با نام تجاری تفلون ثبت گردید. پلی تترا فلوئورواتن به دلیل خواص ویژه‌ای از جمله دمای کاری گسترده، خاصیت خودروانکاری و مقاومت شیمیایی خیلی خوب کاربرد گسترده‌ای در صنعت دارد. تفلون نام‌های دیگری نیز از جمله آلوگوفلون (Algoflon)، اریفلون (Eriflon)، فلوئن (Fluen)، هالون (Halon)، هاستافلون (Hostaflon) دارد. تفلون در هیچ حلالی حل نمی‌شود و دمای ذوب آن در حدود ۳۳۵ درجه سانتی‌گراد است. از طرف دیگر تفلون خواص خود را در دماهای بسیار پایین نیز حفظ می‌نماید؛ از این رو در صنایع مهمی از جمله هوافضا و صنایعی که نیاز به کار در دمای پایین دارند مانند آب‌بندی مخازن نیتروژن مایع در دمای ۱۹۶- درجه و هیدروژن مایع ۲۵۳- درجه کاربردهای فراوانی دارد. یکی از علل مورد توجه قرار گرفتن تفلون اصطکاک پایین آن است. PTFE مقاومت بسیار خوبی در برابر اشعه UV دارد و به مرور زمان خواص خود را از دست نمی‌دهد. تفلون نسبت به رطوبت هوا حساسیتی ندارد و دارای مقاومت الکتریکی بالایی است. حتی در دماهای کم تفلون دارای خواص ضربه‌پذیری خوبی است و مقاومت خوبی در برابر ضربه دارد. یکی از مشکلات عمده این پلیمر خستگی ناشی از سیکل‌های حرارتی به واسطه تکرار انبساط و انقباض در یک دوره زمانی در دماهای بالاتر از مرز بیان شده است. با توجه به تداخل آنها، یکی از دلایل زوال فلوروکربن‌ها جذب مواد شیمیایی و به دنبال آن واکنش با اجزای دیگر در ترموپلاستیک است (شکل ۳۸). هنگامی که این پدیده اتفاق می‌افتد، منجر به دفرمه شدن سطح، نظیر حبایی شدن می‌شود. این مواد دارای محدوده دمایی معینی هستند و از افزایش دما باید اجتناب شود زیرا گاز حاصل از سوختن تفلون در دمای بالاتر از ۴۰۰ درجه سانتی‌گراد بسیار سمی و خطرناک می‌باشد.



شکل ۳۷

جدول ۴- ویژگی برخی از پلیمرها

پلیمر	ساختار مونومر	خواص	کاربرد	کد شناسایی جهت بازیافت	کاربردهای پلیمر بازیافتی
LDPE پلی اتن سبک	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	نرم، انعطاف پذیر، مستحکم، مقاوم در برابر اسید و باز	اسباب بازی، عایق سازی، سیم، کیسه پلاستیکی، کیسه زباله		کیسه زباله، بسته بندی، کاشت گیاهان
HDPE پلی اتن سنگین	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	سفت و سخت؛ محکم، انعطاف پذیری کم	بطری های کدر شیر، سس، شامپو، کیسه فریزر		لوله آب کشاورزی، سطل زباله، مبل
PVC پلی وینیل کلرید	$\text{CH}_2=\text{CHCl}$	براق و صاف، مقاوم در برابر اسید، روغن و اغلب مواد شیمیایی	لوله کشی، پرده حمام، چکمه ها ضد آب		بطری شوینده، تهیه لوله
PP پلی پروپیلن	$\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$	نقطه ذوب بالا، کدر (مات)، مقاوم در برابر روغن، بسیار محکم	ظروف بسته بندی، ماست، خامه، کیسه چپیس، نی، مبلمان، فرش		سطل زباله، کارخانه پرورش کرم
PS پلی استایرن	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$	تأحدی شکننده، محلول در حلال های آلی	جعبه CD، ظروف یکبار مصرف بسته بندی		جعبه سی دی، گیره لباس
PET پلی اتیلن ترفتالات	$\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 	شفاف، مقاوم و محکم در برابر خرد شدن، نشسته ناپذیر نسبت به هوا و اسید	بطری نوشابه های گازدار، بطری شوینده ها، الیاف فرش		بسته بندی، الیاف فرش، بطری شوینده

نام پلیمر	پلیمر	نام مونومر	مونومر
پلی اتیلن اکسید	$[-CH_2CH_2O-]_n$	اتیلن اکسید	<chem>C1CO1</chem>
پلی پروپیولاکتون	$\left[ -OCH_2CH_2C(=O)- \right]_n$	پروپیولاکتون	<chem>O=C1CCC1=O</chem>
پلی اتیلن ترفتالات	$\left[ -CH_2CH_2OC(=O)-C_6H_4-C(=O)- \right]_n$	اتیلن گلیکول	<chem>OCCO</chem>
		ترفتالیک اسید	<chem>O=C1C=CC(=O)C=C1</chem>
پلی کاپرلاکتوم (نایلون ۶)	$\left[ -NH(CH_2)_5C(=O)- \right]_n$	کاپرلاکتوم	<chem>O=C1NCCCCC1</chem>
پلی هگزا متیلن سباسات (نایلون ۶۸)	$\left[ -NH(CH_2)_6NHC(=O)(CH_2)_6C(=O)- \right]_n$	هگزا متیلن دی آمین سباسیک اسید	$H_2N(CH_2)_6NH_2$ + $HOOC(CH_2)_6COOH$

جدول ۵- برخی از پلیمرهای غیر وینیلی



شکل ۳۸

## پلی اتن و پلی استر

از صفحه ۱۰۶ تا ۱۰۸

## هدف‌های آموزشی

- ۱ با ویژگی‌های متفاوت پلاستیک آشنا شود و نحوه تغییر این ویژگی‌ها را بداند.
- ۲ اثر تغییر تعداد مونومرها بر ویژگی‌های پلیمر را درک کند.
- ۳ مفهوم جمله «تغییر ساختار موجب تغییر رفتار مولکول‌ها می‌شود» را درک کند.
- ۴ با پلیمر پلی استر به عنوان مهم‌ترین ماده اولیه الیاف مصنوعی آشنا شود.
- ۵ با گروه‌های عاملی در ترکیب‌های آلی (به‌خصوص گروه استری) آشنا شود.
- ۶ با خصوصیات استرها که داشتن طعم و بوی خوش است از طریق آشنایی با استرهای موجود در میوه‌ها آشنا شود.

## روش تدریس پیشنهادی: روش کاوشگری هدایت شده

برای تدریس این مبحث، روش کاوشگری هدایت شده پیشنهاد می‌شود کاربرگ‌های شبیه کاربرگ زیر را از قبل تکثیر کرده و در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید با بررسی و مطالعه مطالب آن، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهند. به دانش‌آموزان فرصت کافی دهید تا کاربرگ‌ها را مطالعه و بررسی کنند. در حین انجام کار، بر فعالیت دانش‌آموزان نظارت و در صورت نیاز، گروه‌ها را راهنمایی کنید.

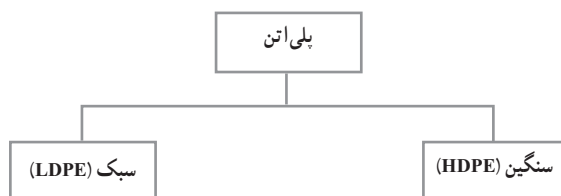
## کاربرگ کلاسی

تاریخ:

نام و نام خانوادگی اعضای:

موضوع درس:

یادآوری: پلی اتن یکی از مهم‌ترین پلیمرهای ساختگی است که با ویژگی‌های گوناگونی عرضه می‌شود که نمونه‌ای از آن مطابق شکل زیر عرضه می‌شود.





پرسش :

- ۱ به نظر شما جنس کیسه پلاستیک و بطری شیر یکی است؟
- ۲ با توجه به مونومرهای اتن به نظر شما مولکول‌ها به چه روش‌هایی می‌توانند به هم متصل شوند؟
- ۳ مولکول‌های اتن می‌توانند به دو صورت به یکدیگر افزوده شوند به نظر شما ساختار مولکول‌ها می‌تواند در خواص آنها اثر بگذارد.
- ۴ احتمالاً شما به ساختار زیر دست یافتید.



نامی مناسب برای هر یک بنویسید.

چگالی کدام پلیمر بیشتر است؟

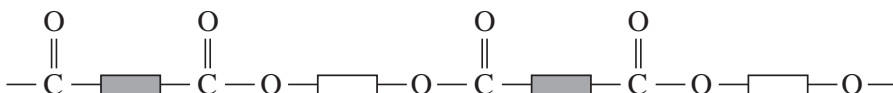
نیروهای بین مولکولی در کدام بیشتر است؟

به نظر شما برای ساختن هر یک از مواد زیر از کدام نوع پلیمر استفاده می‌کنند؟

لوله‌های فاضلاب – کیسه زباله – طناب – دبه‌های آب

توجه : نوع مونومرها مهم‌ترین عامل تعیین خواص پلیمرند.

- ۱ حال اگر ساختار پلیمری که برای تهیه الیاف نخ و پارچه استفاده می‌شود به صورت زیر باشد.



تفاوت این پلیمر با پلی‌اتن در چیست؟

عامل اتصال آنها چه اتمی است؟

نیروهای بین مولکولی این پلیمر را با پلی‌اتن مقایسه کنید.

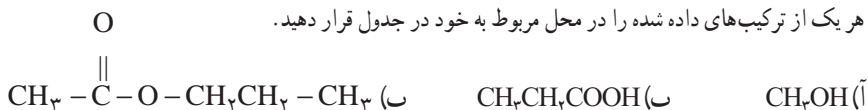
به نظر شما از نظر استحکام با پلی‌اتن چه تفاوتی دارد؟

به عامل اتصال چه گروه عاملی می‌توانید اطلاق کنید؟

اگر بدانید این مواد عامل بوی خوش میوه و گل‌ها هستند و ساختاری شبیه این دارند چند نمونه نام ببرید؟

این نوع پلیمر را چه می‌نامید؟

- ۲ هر یک از ترکیب‌های داده شده را در محل مربوط به خود در جدول قرار دهید.



اسید آلی	الکل	استر

- (آ) براساس چه ویژگی این ترکیب‌ها را در جدول قرار دادید؟  
 (ب) فرمول بسته هر یک از این ترکیب‌ها را بنویسید.  
 (پ) بوی گلایی به علت وجود یکی از این ترکیب‌ها در آن است به نظر شما آن ترکیب کدام است؟ چرا؟

پس از فعالیت دانش‌آموزان کاربرگ‌ها را جمع‌آوری کنید. به منظور جمع‌بندی مطالب، از بین دانش‌آموزان چند نفر را برای پاسخ دادن به پرسش‌های کاربرگ انتخاب کنید و پس از بررسی پاسخ هر یک از دانش‌آموزان جواب نهایی را تأیید کنید. در این جلسه نمره کاربرگ را می‌توانید به عنوان ارزشیابی مستمر منظور کنید.

### بر دانش خود بیفزایید

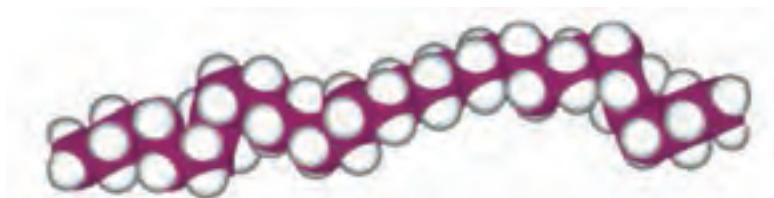
پلی‌اتن : پلی اتیلن‌ها از خانواده بزرگ پلی اولفین‌ها هستند که به لحاظ تولید و مصرفشان به سه نوع اصلی تقسیم می‌شوند :

۱ پلی‌اتن سنگین (HDPE)

۲ پلی‌اتن سبک خطی (LLDPE)

۳ پلی‌اتن سبک (LDPE)

اولین محصول پلی اتیلن در سال ۱۹۴۰ از نفت خام یا گاز طبیعی تهیه شده است که بسته به ساختار مولکولی از نوعی به نوع دیگر متفاوت است و با تغییر وزن مولکولی (طول زنجیر)، تبلور (وضعیت زنجیر) و خواص شاخه آن (پیوند شیمیایی بین زنجیرهای مجاور) می‌توان محصولات متنوعی تولید کرد. جدول ۶.



شکل ۳۹- ساختار مولکولی پلی اتیلن

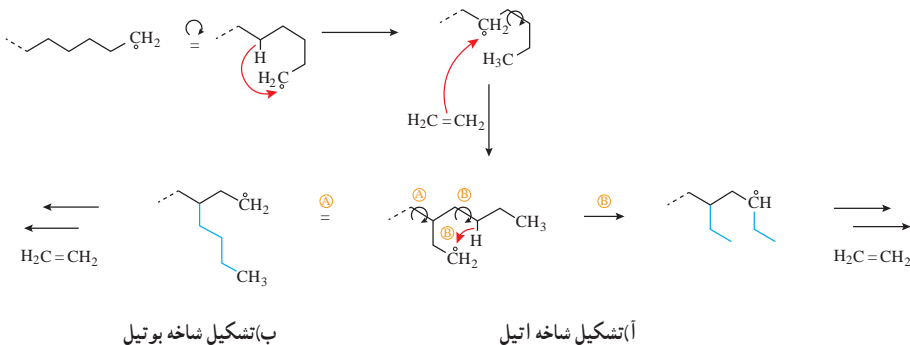
جدول ۶- خواص فیزیکی و مکانیکی انواع پلی اتیلن ها

LDPE	LLDPE	HDPE	خواص
۰/۹۲۲ تا ۰/۹۱۷	۰/۹۳۶ تا ۰/۹۱۸	۰/۹۶۰ تا ۰/۹۴۵	چگالی gr/cm <sup>۳</sup>
۸۷ تا ۲۸	۵۰۰ تا ۹۶	۵۰۰ تا ۹۶	جرم مولکولی × ۱۰ <sup>۳</sup>
۱۴۲ تا ۶۴/۳	۲۱۸ تا ۷۵/۹	۲۲۳/۴ تا ۱۷۲/۳	استحکام کششی نقطه تسلیم Kg/Cm <sup>۲</sup>
۴۴/۶ تا ۳۵/۹	۵۴/۴ تا ۲۴/۵	۵۱/۷ تا ۰/۱	استحکام ضربه kg.cm
۵۶ تا ۴۰	۶۲ تا ۴۹	۷۱ تا ۵۹	سختی

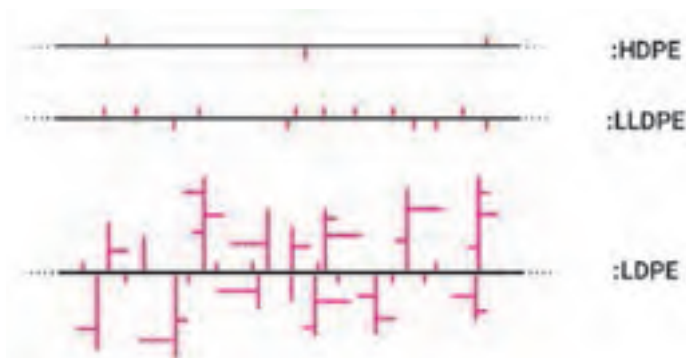
نقطه تسلیم : تغییر فرم پلاستیک

در صنعت با تغییر در روش پلیمری شدن و با استفاده از کاتالیزورهای مناسب وزن مولکولی، درجه شاخه‌ای شدن، چگالی و... را می‌توانند کنترل کنند و ساختارهای متفاوتی از پلی اتیلن را تولید کنند، ساختار مولکولی پلی اتیلن بر رفتار آنها مؤثر است و با کاهش شاخه‌ای شدن زنجیره‌های پلیمری و جرم مولکولی، بلورینگی افزایش می‌یابد و چگالی با بلورینگی رابطه مستقیم دارد.

۱ پلی اتن سبک (LDPE): از پلیمر شدن اتن با استفاده از آغازگر پراکسید در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد و فشار ۱۰۰۰ atm یک پلیمر سخت و شفاف به دست می آید که به پلی اتن سبک معروف است، در سطح مولکولی هم زمان با پلیمری شدن شاخه های زنجیر نیز شکل می گیرد. این شاخه ها از طریق واکنش های انتقال زنجیر بوتیل یا اتیل به درون مولکول شکل می گیرند به شکل ۴۰ زیر توجه کنید.



شکل ۴۰



شکل ۴۱- ساختار انواع پلی اتیلن

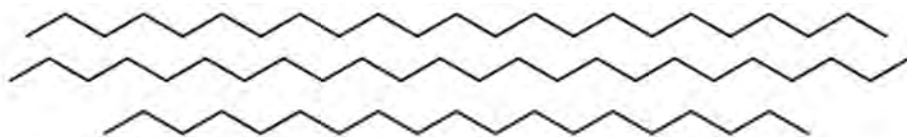
لوله کردن ورقه نازک LDPE



شکل ۴۲

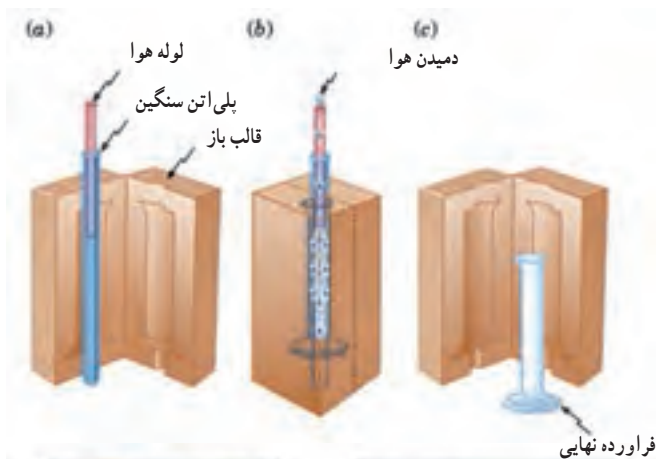
به علت شاخه‌ای شدن، مولکول‌های خوب کنار هم قرار نمی‌گیرند و دارای نیروی بین مولکولی ضعیفی هستند، در نتیجه این نوع پلیمر نرم بوده و در دمای ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود، این به این معنی است که از این پلیمر برای محصولات که در معرض آب جوش قرار می‌گیرند نمی‌شود استفاده کرد. امروزه تقریباً ۶۵٪ از پلی‌اتن سبک برای تولید ورقه نازک جهت تولید کیسه و بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود (شکل ۴۲).

۲ پلی اتیلن سنگین (HDPE): این نوع پلیمری شدن توسط کاتالیزگر زیگلر-ناتا انجام می‌شود، در این نوع پلیمری شدن، مولکول‌های پلیمر فاقد شاخه زنجیر هستند به همین علت مولکول‌ها به خوبی کنار هم قرار می‌گیرند و در نتیجه نیروی بین مولکولی قوی‌تری نسبت به LDPE دارد و همچنین چگالی بالاتری دارد و به این نوع پلیمر پلی‌اتن سنگین می‌گویند.



شکل ۴۳- پلی‌اتن خطی (چگالی زیاد)

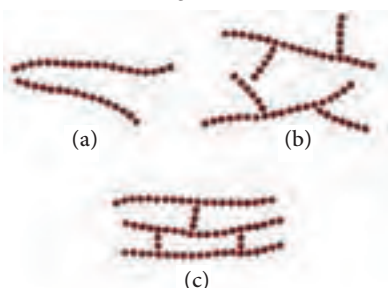
HDPE دمای ذوب بالاتری داشته و سه تا ۱۰ مرتبه از LDPE سخت‌تر است. حدود ۴۵٪ از پلی‌اتن سنگین برای تهیه بطری شیر، ظروف و کیسه‌های بسته‌بندی به کار می‌رود (شکل ۴۴).



ساختار مولکول HDPE (خطی)



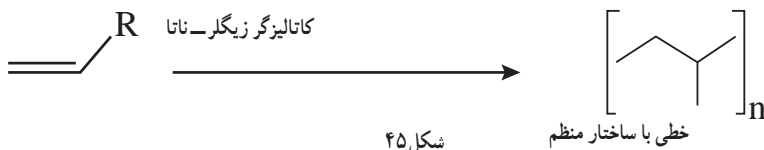
ساختار مولکول LDPE (شاخه‌ای)



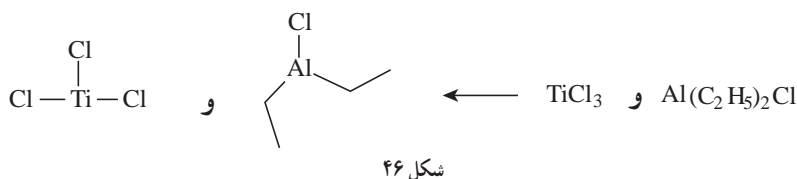
شکل ۴۴

همان‌طور که ملاحظه کردید تنوع ساختار پلیمرها به شرایط و نحوه پلیمری شدن آنها بستگی دارد، پلیمرهای خطی و شاخه‌دار اغلب در حلال‌هایی مانند کلروفرم، بنزن، تولوئن، دی متیل سولفوکسید و تتراهیدروفوران حل می‌شوند.

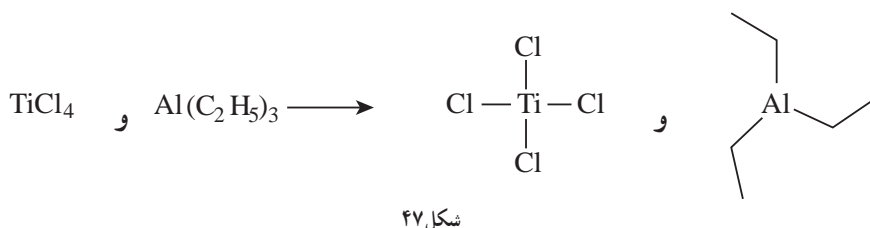
**پلیمریزاسیون زیگلر - ناتا :** یکی از روش‌های پلیمریزاسیون وینیلی است. این فرایند، از آنجایی که ساخت پلیمرهایی با روش مشخص را برای ما میسر می‌سازد، اهمیت زیادی دارد. این روش توسط دو دانشمند در سال ۱۹۵۰ کارل زیگلر شیمی‌دان آلمانی و گیولیو ناتا شیمی‌دان ایتالیایی کشف شد، روش زیگلر-ناتا بسیار مفید است، زیرا می‌تواند پلیمرهایی را بسازد که با هیچ روش دیگر قابل ساخت نیستند، مانند پلی اتیلن خطی بدون شاخه و پلی پروپیلن ایزوتاکنیک (شکل ۴۵).



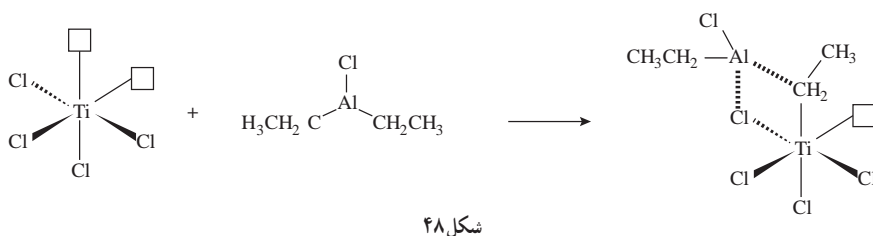
روش زیگلر-ناتا، شامل کاتالیزورهای فلزهای واسطه نظیر  $\text{TiCl}_4$  و کمک کاتالیزورهایی مبتنی بر فلزهای گروه ۱۳ مثل آلومینیوم می‌باشند.



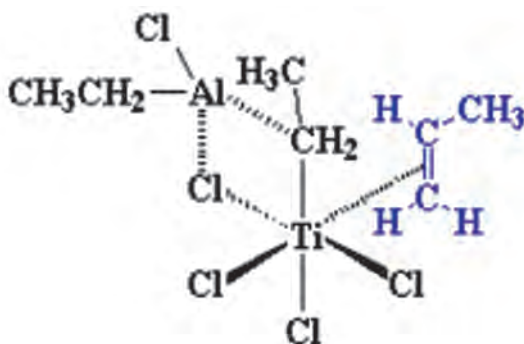
اینها دو دسته از سیستم‌های کاتالیزور/ کمک کاتالیزور زیگلر-ناتا هستند. در هر دو مورد، چهار اتم کلر داریم.



این سیستم‌ها در کنار هم دارای یک اوربیتال خالی به صورت شکل ۴۸ هستند.

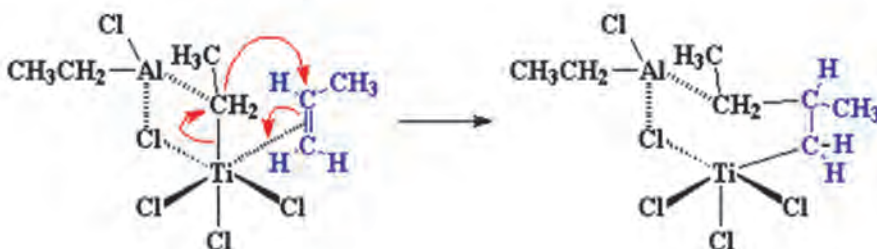


در هنگام پلیمری شدن مونومر وینیلی دارای دو الکترون در سیستم  $\pi$  پیوند دوگانه کربن-کربن است این الکترون‌ها می‌توانند اوربیتال خالی تیتانیوم را پر کنند و یک کمپلکس تشکیل دهند.

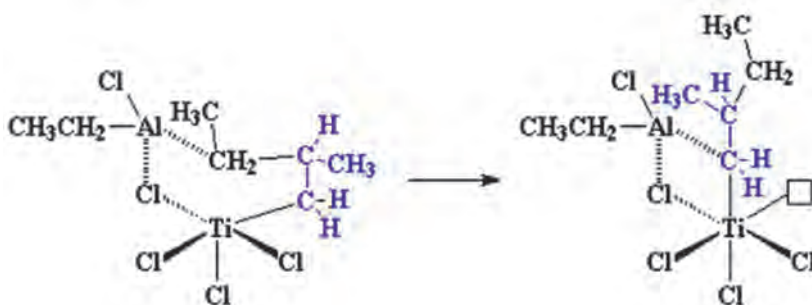


شکل ۴۹

کمپلکس با تغییر آرایش مطابق شکل زیر یک پیوند کربن - تیتانیوم تشکیل داده و یک پیوند بین گروه اتیل و کربن متیل دار مونومر پروپیلن تشکیل می دهد.

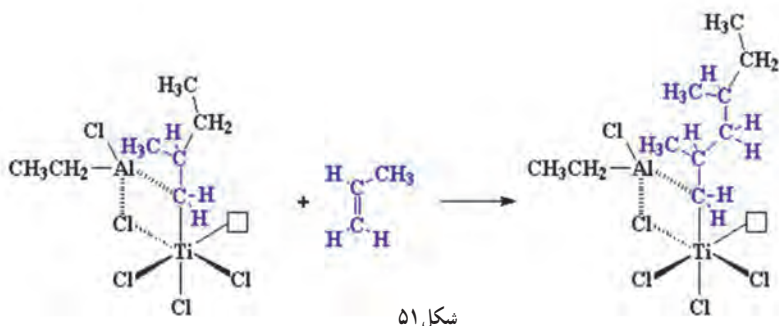


سپس نوآرایی صورت گرفته و به ساختار زیر می رسیم



شکل ۵۰

همان طور که ملاحظه می کنید تیتانیوم باز هم به حالت آغازین خود بازگشته و دارای یک اوربیتال خالی است که می تواند پذیرنده الکترون باشد پس وقتی یک مولکول دیگر پروپیلن وارد می شود تمام فرایند بالا از اول دوباره تکرار می شود.



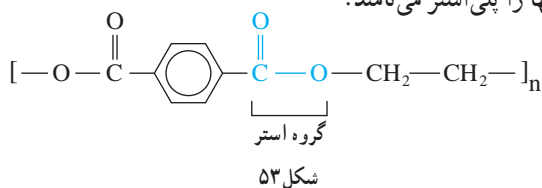
و البته، مولکول‌های پروپیلن بیشتر و بیشتری واکنش داده و زنجیر مرتباً رشد می‌کند. اگر نگاهی به تصویر بیندازید، می‌بینید که همهٔ گروه‌های متیل پلیمر در حال رشد، در یک طرف زنجیر قرار دارند. با این مکانیسم، پلی پروپیلن ایزوتاکتیک به دست می‌آید.



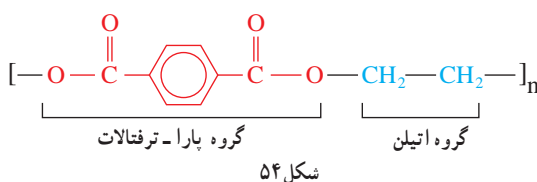
فراورده نهایی پلیمر: پس از تولید پلیمرها با استفاده از اکسترودر (مخلوط‌گر) فراورده را شکل‌دهی و به بازار عرضه می‌کنند. نمایی از اکسترودر را در شکل ۵۲ مشاهده می‌کنید.

شکل ۵۲- اکسترودر و اجزای مختلف آن

پلی استر: پلی استرها، به علت خواص فیزیکی و شیمیایی مناسب، از مهم‌ترین پلیمرهای تشکیل‌دهندهٔ الیاف مصنوعی به‌شمار می‌روند. پلی استرها، زنجیرهای هیدروکربنی دارند که حاوی اتصالات استری است، به همین خاطر آنها را پلی استر می‌نامند.



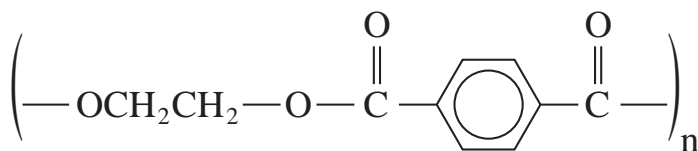
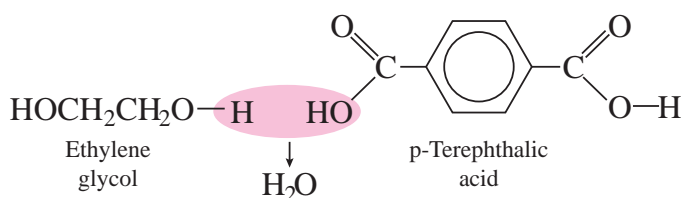
همان‌طور که مشاهده می‌کنید پلی اتیلن ترفتالات یا به اختصار PET از گروه‌های اتیلن و پارا- ترفتالات ساخته شده است که دارای اتصالات اتری است.





همچنین داکرون Dacron یک کوپلیمر تراکمی است که از واکنش اتیلن گلیکول (دی الکل) و پارا - ترفتالیک اسید (دی کربوکسیلیک اسید) با اتصالات استری ایجاد می شود.

گروه های استری در زنجیر پلی استر، قطبی هستند، بدین صورت که اتم اکسیژن کربونیل تا حدی دارای بار منفی است و اتم کربن کربونیل هم مقدار کمی بار مثبت دارد. بارهای مثبت و منفی متعلق به گروه های استری مختلف، یکدیگر را جذب می کنند. این پدیده به گروه های استری زنجیرهای نزدیک به هم اجازه می دهد که به صورت بلور به خط شوند، و به همین خاطر است که پلی استرها می توانند الیاف محکمی تشکیل دهند.



شکل ۵۵

این دسته از پلیمرها از پرمصرف ترین الیاف مصنوعی در صنایع نساجی و پوشاک هستند و تنهایی یا به صورت مخلوط با الیاف پنبه و پشم مورد استفاده قرار می گیرند، پارچه پلی استر با نام های مختلف ساخته و ریسیده می شود مثل : تریلن انگلستان، ترویرا آلمان، ترگال فرانسه، تریتال ایتالیا، تترون ژاپن، داکرون امریکا، از جمله کاربردهای این محصول می توان به موارد ذیل اشاره کرد.



بارانی



زیرتختی



بادبان



نخ دوخت



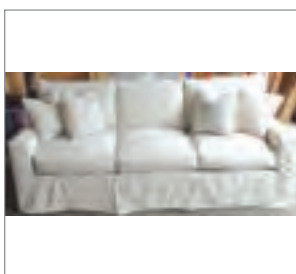
لباس ورزشی



پرده



کمر بند ایمنی

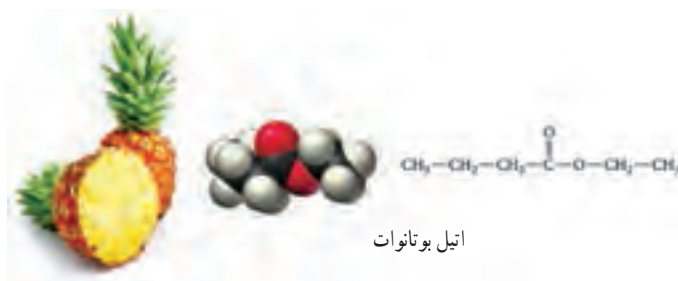


رومبلی



طناب

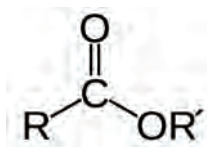
همان‌طور که مشاهده می‌نمایید این محصولات باید از جنسی باشد که رطوبت را به خود جذب نکند، و در برخی موارد باید از موادی استفاده کرد که قابلیت شست‌وشو داشته باشد و بو نگیرد، همچنین بهداشتی و ضد حساسیت باشد که تمامی این موارد جز ویژگی‌های بارز الیاف پلی‌استر است.



اتیل بوتانات

شکل ۵۷

استرها: اغلب استرها ترکیب‌های آلی فرار و معطر هستند، بوی شکوفه انواع گل‌ها و میوه‌ها مثل بوی موز (ایزوپنتیل استات)، بوی سیب (ایزوپنتیل والرات) بوی نیشکر (ایزوبوتیل پروپیونات)، بوی آناناس (اتیل بوتانات) استر است. از این مواد برای تهیه مواد خوشبو، مواد اولیه پلاستیک‌ها و پلی‌استرها و نیز به‌عنوان حلال در صنعت استفاده می‌کنند. چربی‌های حیوانی و روغن‌های گیاهی استرهای اسیدهای



کربوکسیلیک بلند زنجیر با گلیسرین هستند. اسیدهای شرکت کننده در ساختار استرها می توانند سیر شده یا سیر نشده باشند.

فرمول استرها به صورت  $RCOOR'$  که در واقع شبیه اسیدهای کربوکسیلیکی هستند و هیدروژن آن با یک گروه  $R'$  آلکیل یا آریل (آروماتیک) جانشین شده است.

استرها و اسیدهای ایزومر ساختاری همدیگر هستند و فرمول عمومی آنها به صورت  $C_nH_{2n}O_2$  می باشد استرها ترکیباتی قطبی هستند که قابلیت تشکیل پیوند هیدروژنی با همدیگر را ندارند، اما با مولکول های دیگری مثل آب می توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند. بنابراین استرها شبیه اترها یا آلدهیدها و کتون ها هستند. قطبیت استرها از اترها بیشتر اما از الکل ها کمتر است.

## الکل ها و اسیدها و واکنش استری شدن

از صفحه ۱۰۹-۱۱۴

## هدف های آموزشی

- ۱ ساختار الکل و اسیدهای کربوکسیلیک را بشناسد.
- ۲ با ویژگی های کربوکسیلیک اسیدها آشنا شود.
- ۳ خواص فیزیکی و شیمیایی الکل ها و اسیدها را توصیف کند.
- ۴ ساختار مولکول های دویخشی و برهمکنش نیروهای بین مولکولی آنها را توجیه کند.
- ۵ واکنش استری شدن را توصیف و اجزای تشکیل دهنده استر را تشخیص دهد.
- ۶ الکل ها و اسیدهای دو عاملی را بشناسد و توانایی آنها را برای تولید پلی استر درک کند.
- ۷ اجزای تشکیل دهنده ساختار پلی استر را تشخیص دهد.
- ۸ کاربردهایی را برای پلی استر و اهمیت آنها در زندگی بیان کند.

## روش تدریس پیشنهادی

پیشنهاد می شود که از گروه ها بخواهید موادی همچون: آدامس هایی (با طعم های مختلف، موز، آناناس و...)، کره ترش شده یا سرکه تهیه کرده و به کلاس بیاورند. در ابتدای کلاس با انجام یک فعالیت مثل تشخیص بوی هر نوع طعم بدون نگاه کردن از روی پخش بوی آنها، که برای دانش آموزان ملموس تر است توجه آنها را به ماده موجود در آدامس جلب کنید و سپس با توضیح مفهوم گروه عاملی از آنها بخواهید تا کاربرگ زیر را که از قبل آماده کرده اید تکمیل کنند.

کاربرگ کلاسی			
نام و نام خانوادگی اعضا :		تاریخ :	
موضوع درس :			
نام ماده خوراکی	فرمول گروه عاملی	نام گروه عاملی	نام خانواده
بوی گل رُز			الکل
لیمو ترش			کربوکسیلیک اسید
بوی نعناع			الکل
بوی کره ترش شده			کربوکسیلیک اسید
بوی سیب – آناناس			استر

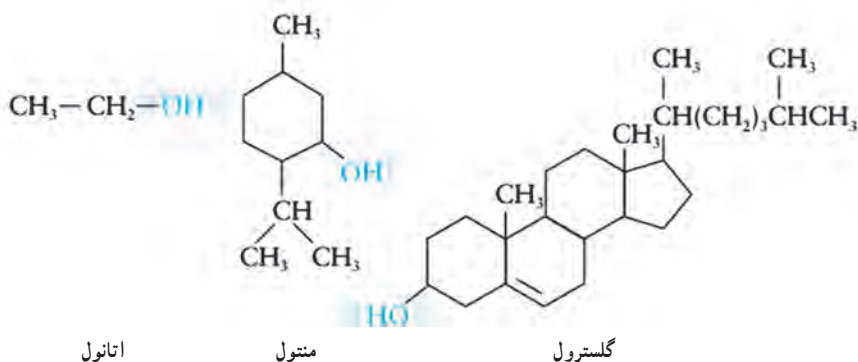
به دانش آموزان فرصت کافی دهید تا کاربرگ‌ها را بررسی و تکمیل کنند سپس به همراه دانش آموزان «با هم ببیندیشیم» صفحه ۱۱۰ را حل کرده در خصوص ویژگی الکل‌ها بحث کنید و از دانش آموزان بخواهید «خود را بیازمایید» صفحه ۱۱۱ را حل کنند و سپس از دانش آموزان بخواهید تا گروه عاملی الکی و اسیدی را با استر مقایسه کنند و نظرات خود را در خصوص منشأ استر بیان کنند. در این مرحله روی تابلو فرمول اسید و الکل را بنویسید و نحوه تولید استر را با کمک دانش آموزان توضیح دهید.

در ادامه واکنش تولید پلی استر را با استفاده از روش ایفای نقش نیز می‌توانید به نمایش بگذارید به این ترتیب که با استفاده از کاورها یا بازوبندهای رنگی با دو رنگ متفاوت استفاده کنند و هر رنگ را به یکی از اجزای پلی استر اختصاص دهید و از دانش آموزان بخواهیم که نقش مونومر را ایفا کنند و زنجیره‌های پلیمری را تشکیل دهند.

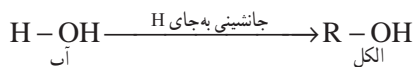
در پایان از دانش آموزان بخواهید خود را بیازمایید صفحه ۱۱۳ را حل کنند و این سؤال را به بحث بگذارید که به نظر شما چرا دانشمندان از الیاف پلی استری در جراحی زانو استفاده می‌کنند؟

## بر دانش خود بیفزایید

**الکل‌ها :** با توجه به اینکه الکل‌ها می‌توانند ماده اولیه بسیاری از سنتزها در شیمی آلی باشند از اهمیت زیادی برخوردارند فرمول الکل‌ها به صورت، ROH است و در ساختار خود گروه عاملی هیدروکسیل دارند که ویژگی‌های خاص این خانواده را تعیین می‌کنند، جهت نام گذاری الکل‌ها کافی است که پسوند «اول» را به آخر نام آلکان هم کربن اضافه کنیم به عنوان مثال، اتانول از ساده‌ترین و شناخته شده‌ترین موادی است که از تمدن‌های باستان از طریق تخمیر تهیه می‌شد. اسانس نعناع یک ترکیب ده کربنی است که به طور گسترده به عنوان طعم دهنده استفاده می‌شود، گلیسترویل با ساختار پیچیده که در بیماری‌های قلبی دخالت دارد یک الکل است.

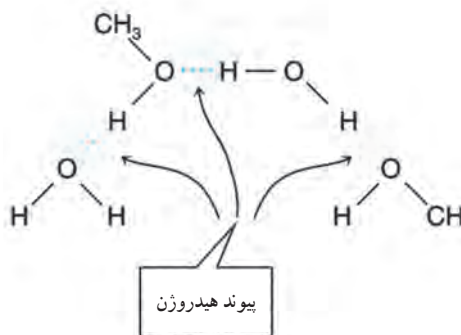


الکل را می‌توان مشتقی از آب دانست که به جای هیدروژن یک گروه آلکیل قرار گرفته است.



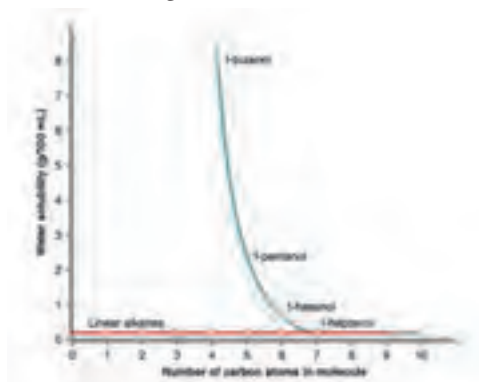
شکل ۵۹

جایگزینی H آب با یک گروه آلی باعث نمی‌شود که تمام خواص آب را دارا باشند، الکل‌های سبک مثل متانول، اتانول و پروپیل به راحتی در آب حل می‌شوند که به علت تشکیلات پیوند هیدروژنی در الکل‌هاست.



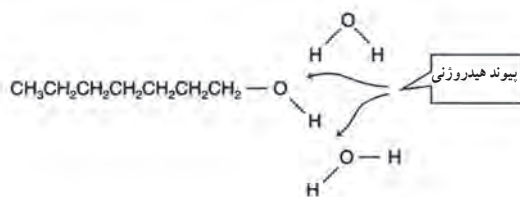
شکل ۶۰

اما با افزایش زنجیره کربنی از شباهت خواص به آب کاسته شده و به شباهت خواص با آلکیل افزوده می‌شود و با افزایش طول زنجیره میزان انحلال‌پذیری در آب کاهش یافته و میزان انحلال‌پذیری آنها در حلال‌های ناقطبی مثل بنزن، کربن تتراکلرید و اتر افزایش می‌یابد.



نمودار ۳

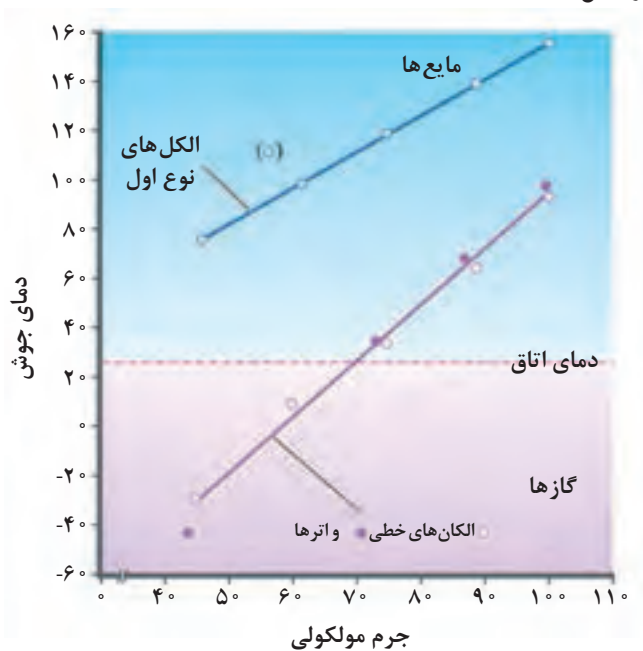
زنجیره‌های کربنی با آب پیوند هیدروژنی نمی‌دهند و مولکول‌های آب فقط با بخشی که گروه OH قرار دارد برهمکنش هیدروژنی دارند و از آنجایی که بخش اعظم مولکول هیدروکربن است در آب حل نشده و نامحلول می‌باشد.



در هپتانول آب فقط با بخش OH برهم کنش دارد.

شکل ۶۱

الکل‌ها دمای جوش بالاتری نسبت به هیدروکربن‌های هم جرم مولکولی خود دارند که به علت تشکیل پیوند هیدروژنی در الکل‌هاست.

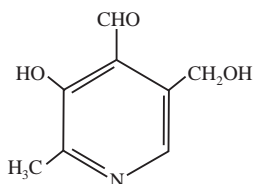


نمودار ۴

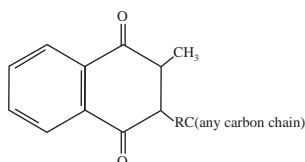
ویتامین‌ها : ویتامین‌ها گروهی از ترکیب‌های آلی هستند که مقدار اندکی از آنها برای عملکرد بدن نیاز است و باید از منابع غذایی حاصل شود زیرا بدن نمی‌تواند آنها را سنتز کند. یکی از موارد مهم در مورد ویتامین‌ها، جنبه‌های تغذیه‌ای آنها است. ۱۳ نوع ویتامین شناخته شده است که براساس حلالیت به دو دسته ۱- محلول در آب ۲- محلول در چربی دسته‌بندی می‌شوند.

ویتامین‌های محلول در آب دارای بخش‌های قطبی می‌باشد که با آب برهم‌کنش دارند ولی ویتامین‌های

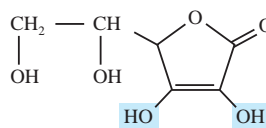
محلول در چربی به علت داشتن بخش زیاد هیدروکربنی برهمکنش کمی با آب دارند به ساختار ویتامین‌های زیر توجه کنید.



ویتامین B<sub>6</sub>



ویتامین K



اسکوربیک اسید

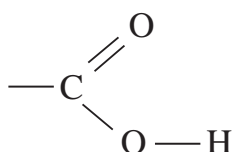
شکل ۶۲

ویتامین محلول در آب	ویتامین محلول در چربی
تیامین	ویتامین A
ریبوفلاوین	ویتامین D
نیاسین	ویتامین E
ویتامین B <sub>6</sub> (شناور)	ویتامین K
ویتامین B <sub>12</sub>	
پنتانوتیک اسید	
بیوتین	
ویتامین C	

جدول ۷

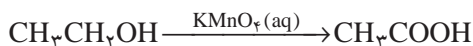
ویتامین‌های محلول در آب از لحاظ تغذیه مشکلی در بدن ایجاد نمی‌کنند چون از طریق ادرار دفع می‌شوند اما ویتامین‌های محلول در چربی هنگامی که در دوزهای غیرعادی مصرف شود به وسیله پروتئین‌های خون حمل شده و در چربی‌ها ذخیره می‌شود که در صورت بیش از حد نیاز بودن به صورت سمی عمل می‌کند.

اسیدهای آلی: کربوکسیلیک اسیدها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که شامل گروه عاملی کربوکسیل ( $\text{COOH}$ ) بوده و محلول آبی آنها اسیدهای ضعیفی می‌باشند.

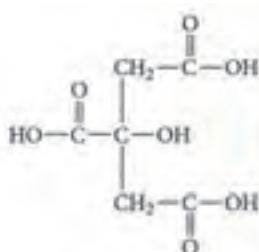




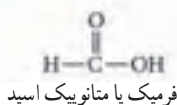
اسیدهای آلی با توجه به ریشه کربنی و با افزودن «ویک اسید» به آخر نام آلکان هم کربن نام گذاری می شوند، برای مثال استیک اسید را اتانویک اسید می نامند که هم کربن با اتان است. بسیاری از کربوکسیلیک اسیدها از اکسایش الکل های نوع اول با یک اکسند قوی مثل پتاسیم پرمنگنات تهیه می شوند.



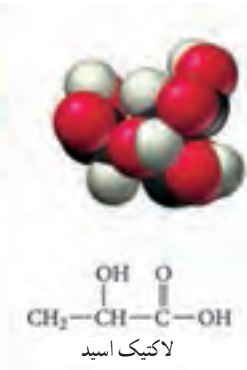
کربوکسیلیک اسیدها مانند تمام اسیدها مزه تند دارند آشناترین آن استیک اسید در سرکه است. سیتریک اسید در لیمو و پرتقال و همچنین فورمیک اسید ناشی از نیش مورچه و لاکتیک اسید که پس از تمرین شدید در ماهیچه ها تولید می شود، نمونه هایی از کربوکسیلیک اسیدها هستند.



سیتریک اسید



فرمیک یا متانویک اسید



لاکتیک اسید

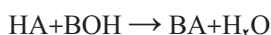
شکل ۶۳



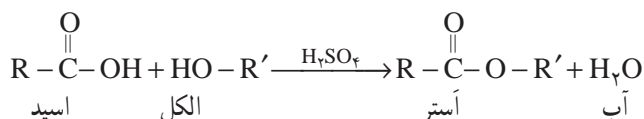
شکل ۶۴

اگزالیک اسید نوعی کربوکسیلیک اسید است که در ریواس و اسفناج به فراوانی یافت می شود.

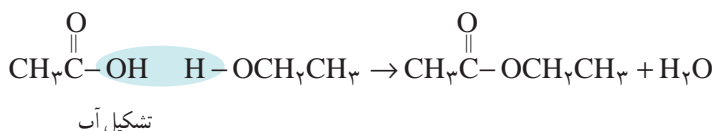
واکنش استری شدن : در حضور کاتالیزور از واکنش اسیدهای آلی با الکل ها استر به دست می آید که این واکنش شبیه واکنش اسید و باز است. ولی در واقع بسیار متفاوت است.



واکنش‌های اسید و باز، واکنش یک‌طرفه و بسیار سریع است. درحالی‌که تشکیل استر، واکنشی کند و برگشت‌پذیر می‌باشد و به کمک کاتالیزور سولفوریک اسید غلیظ انجام می‌شود.

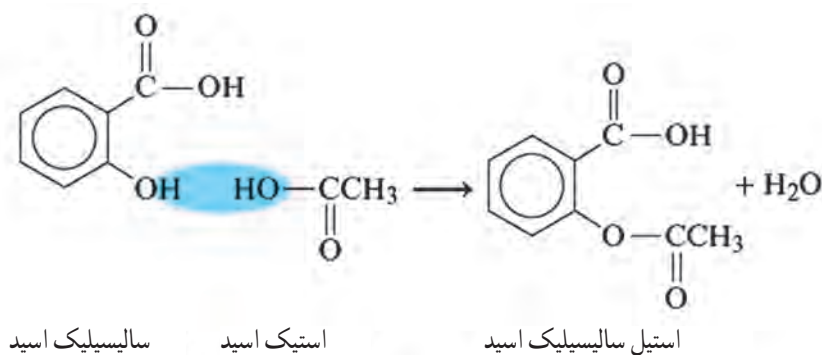


همچنین باید توجه داشت که در واکنش استری شدن، H از مولکول الکل و OH از مولکول اسید در تشکیل آب شرکت می‌کنند. این موضوع با روش تحقیقاتی به اثبات رسیده است. به این روش سنتز استرها، واکنش فیشر می‌گویند.



برای نام‌گذاری استرها ابتدا نام گروه آلکیل الکل را آورده و سپس از نام اسید «ویک اسید» را به وات تبدیل می‌کنند، برای مثال n-اوکتیل استات را n-اوکتیل اتانوات می‌نامند زیرا از اسید اتانویک اسید مشتق شده است.

یکی از مهم‌ترین استرها از واکنش سالیسیلیک اسید با استیک اسید به صورت زیر شکل می‌گیرد.



شکل ۶۵

این فراورده را که به عنوان آسپرین می‌شناسند به طور گسترده‌ای به عنوان مسکن و رقیق‌کننده خون استفاده می‌شود.



شکل ۶۶

## پلی آمیدها، پلیمرهای ماندگار یا تخریب پذیر

از صفحه ۱۱۴-۱۱۹

واحد  
یادگیری ۵

### هدف‌های آموزشی

- ۱ با پلی آمیدها به عنوان یکی از پلیمرهای تشکیل دهنده مواد طبیعی آشنا شود.
- ۲ گروه عاملی آمید را تشخیص دهد و اجزای تشکیل دهنده آن را بشناسد.
- ۳ اجزای تشکیل دهنده ساختار و مونوها پلی آمید را تشخیص دهد.
- ۴ کاربردهایی برای پلی آمید معرفی کند.
- ۵ با نحوه تجزیه پلیمرها آشنا شود، و بتواند فراورده تجزیه آنها را پیش بینی کند.
- ۶ با پلیمرهای ماندگار و زیست تخریب پذیر آشنا شود و اهمیت آنها را بداند.
- ۷ مواد ماندگار و زیست تخریب پذیر را با هم مقایسه کند.
- ۸ علل تمایل برای تهیه پلیمر سبز را برشمارد.

### روش تدریس پیشنهادی: روش پرسش و پاسخ، روش آموزش آزمایشگاهی

پیشنهاد می شود با دانش آموزان در مورد پلیمرها و انواع آنها گفت و گو کنید. ساختار پلی استر را رسم کنید حال از دانش آموزان بخواهید اگر به جای الکل در تشکیل پیوند استری از آمین استفاده کنیم پیوند بین مونومرها چگونه خواهد بود؟ اجازه دهید پاسخ خود را با دلیل ارائه دهند سپس جهت تکمیل مطلب از دانش آموزان سؤال کنید می دانید بعضی ها ماهی را به خاطر بوی بدش دوست ندارند؟ چگونه می توانیم بوی بد ماهی را از بین ببریم؟ پاسخ دانش آموزان را بشنوید.

بعد توضیح دهید که برای از بین بردن بوی بد ماهی از لیموترش استفاده می کنید؟ می دانید چه اتفاقی می افتد؟

توضیح دهید که آمین موجود در ماهی با اسید لیمو واکنش داده و آمید حاصل می شود. حال با کمک دانش آموزان و پاسخ هایی که ارائه دادند واکنش تولید پلی آمید را بنویسید و آن را با استر مقایسه کنید. کاربردهایی از پلی آمید از جمله کولار را به دانش آموزان توضیح دهید علت استحکام آن را به بحث بگذارید.

پیشنهاد می شود در ادامه مباحث درس را به دو بخش (پلیمرهای نفتی و تخریب پذیر) تقسیم کنید و از گروه ها بخواهید در خصوص ویژگی ها و معایب و مزایای آنها با انجام آزمایش های زیر بحث کنند.

نمونه‌هایی از پلیمرهای نفتی (مثل طناب، کیسه، فوم و...) و پلیمرهای تخریب‌پذیر (نشاسته – سلولز – الیاف چوب و...) به کلاس آورده شود و آن را به دو گروه تقسیم کنید که هر گروه ویژگی‌های هر یک از دسته‌ها را با توجه به موارد زیر بررسی کنند:

نمونه شفاف است یا کدر؟

انعطاف‌پذیر است یا خیر؟

خاصیت کشسانی دارد؟

سخت است یا نرم؟

حدود دانسیته آن چقدر است؟

نمونه در برابر حرارت ذوب می‌شود؟

در اثر تماس با آب جذب آب می‌شود؟

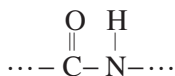
هنگام ذوب شدن بو می‌دهد؟

آیا می‌سوزد؟ چگونه؟

سپس نتایج را در کلاس ارائه و به بررسی مفاهیم: تخریب‌پذیر، بازیافت و... پرداخته شود. در انتهای کلاس از دانش‌آموزان خواسته شود در خصوص در میان تارنماهای صفحه ۱۱۹ مطالب جمع‌آوری و برای جلسه بعد در کلاس بحث کنند.

## بر دانش خود بیفزایید

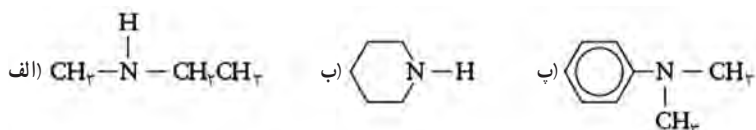
پروتئین‌ها، پلیمرهای طبیعی هستند که حدود ۱۵ درصد از بدن ما را تشکیل می‌دهند، جرم مولکولی (جرم مولی) آنها در محدوده ۶۰۰۰ تا بیش از ۱۰۰۰۰۰۰ گرم در هر مول است. پروتئین‌ها نقش بسیاری را در بدن موجودات انجام می‌دهند، پروتئین پوست، عضله، غضروف، مو، پشم و... در این دسته از پلیمرها عامل امید در طول زنجیر کربنی تکرار شده است.



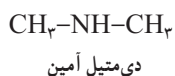
عامل آمیدی از واکنش اسیدآلی با آمین به دست می‌آید، آمین‌ها مشتقات آلی آمونیاک ( $\text{NH}_3$ ) هستند که یکی یا بیشتر هیدروژن آن توسط گروه (R) آلکیل یا آریل جایگزین شده است، آمین‌ها مثل الکل‌ها براساس شمارش تعداد گروه R متصل به نیتروژن به نوع اول، دوم و سوم دسته‌بندی می‌شوند.

دسته بندی مشتقات آمین		
مثال	فرمول عمومی	مشتق
$\text{CH}_3 - \text{N} - \text{H}$   $\text{H}$	$\text{R} - \text{N} - \text{H}$   $\text{H}$	نوع اول
$\text{CH}_3 - \text{N} - \text{CH}_3$   $\text{H}$	$\text{R} - \text{N} - \text{R}'$   $\text{H}$	نوع دوم
$\text{CH}_3 - \text{N} - \text{CH}_3$   $\text{CH}_3$	$\text{R} - \text{N} - \text{R}'$   $\text{R}''$	نوع سوم

سؤال : آمین های زیر را برحسب نوع اول، دوم و سوم دسته بندی کنید.



در یک روش نام گذاری آمین ها، نام گروه های (R) متصل به نیتروژن را برحسب الفبای لاتین آورده و در آخر کلمه آمین اضافه می کنند و در صورت تکرار گروه (R) از پیشوند دی، تری استفاده می شود.

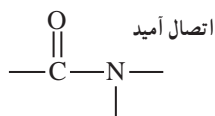


بوی بد ماهی به علت وجود متیل آمین و آمین های دیگر در ماهی است که با افزودن لیمو، اسید موجود در آن با آمین واکنش داده و بوی بد آن حذف می شود.



شکل ۶۷

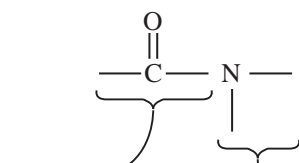
آمین‌ها با اسیدهای آلی، کلرید اسیدها و انیدریدها واکنش داده و گروه عاملی آمید را تشکیل می‌دهند که مشخصه آن یک گروه کربونیل متصل به نیتروژن است.



گروه عاملی آمیدی

شکل ۶۸

گروه کربنیل از یک کربوکسیلیک اسید و اتم نیتروژن از آمین یا آمونیاک مشتق شده است.

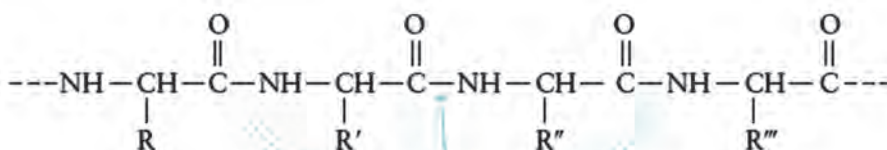


از کربوکسیلیک اسید

از آمونیاک یا آمین

شکل ۶۹

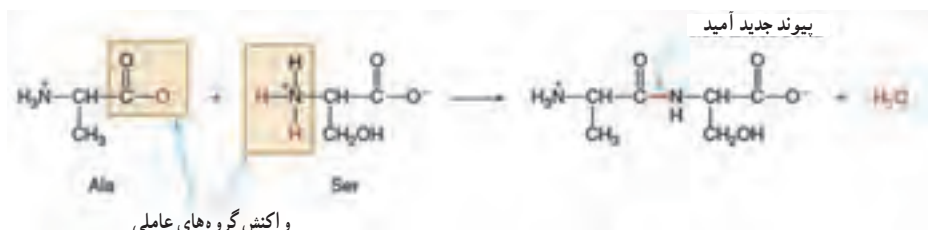
ابریشم، پشم، پلی‌آمیدهای طبیعی از دسته پروتئین‌ها هستند که با اتصالات آمیدی مونومر آنها به هم متصل‌اند.



اتصالات آمیدی

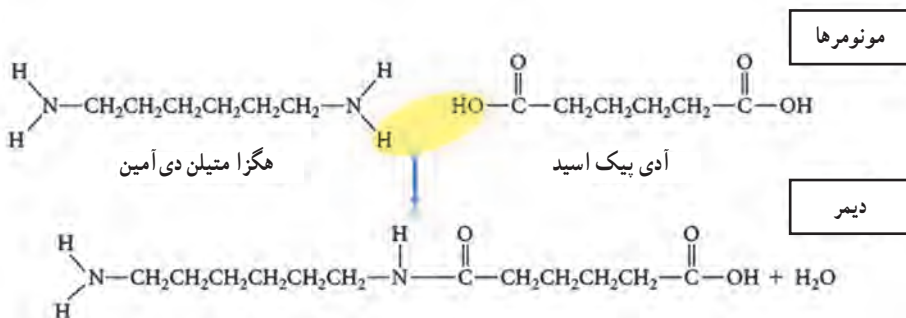
شکل ۷۰

مونومرهای سازنده تمام پروتئین‌ها اسید آمینه‌ها هستند، این مولکول‌ها به علت داشتن گروه عاملی آمین ( $\text{NH}_2$ ) و گروه کربوکسیل ( $\text{CO}_2\text{H}$ )، اسید آمینه نامیده می‌شوند، پلیمر پروتئین توسط واکنش تراکم بین اسیدهای آمینه ساخته شده است.



شکل ۷۱

یکی از پلی آمیدهای معروف کوپلیمر نایلون است که از تراکم هگزا متیل دی آمین و آدی بیک اسید به صورت زیر تشکیل می شود

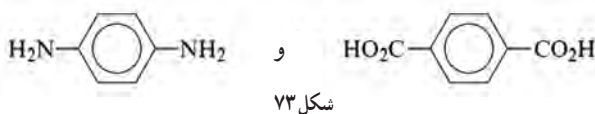


شکل ۷۲

محصول حاصل دایمر نامیده می شود، با افزوده شدن مونومرهای دیگر پلیمر نایلون به دست می آید که برای تهیه الیاف مصرفی در تولید فرش، تور ماهیگیری، شیلنگ تنفس و... استفاده می شود.

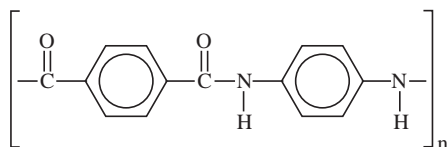
کولار یکی دیگر از پلی آمیدها است که در سال ۱۹۷۰ معرفی شد، این پلیمر به علت استحکام کششی زیاد، وزن کم، ازدیاد طول کم در پارگی، پایداری ابعاد، هدایت الکتریکی پایین، مقاومت پارگی بالا، مقاومت شیمیایی زیاد، مقاوم به شعله و خود خاموش کن، حفظ خواص در دماهای بسیار بالا کاربردهای فراوانی در صنعت دارد از آن برای تهیه بادبان های مسابقه ای، جلیقه های ضد گلوله، تایرها، لنت های ترمز، قایق های مسابقه ای، کابل نوری، تخته های اسکی، کلاه های ایمنی و... استفاده می شود.

مونومرهای سازنده کولار یک دی اسید (۱،۴- دی بنزن دی کربوکسیلیک اسید) و یک دی آمین (۱،۴- دی آمینو بنزن) به صورت زیر است.



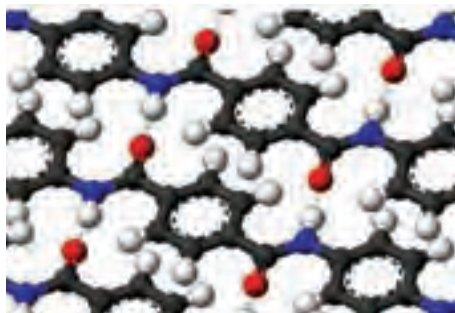
شکل ۷۳

در اثر پلیمر شدن تراکمی بین این دو مونومر پلیمر کولار با ساختار زیر تشکیل می شود.



شکل ۷۴

وجود حلقه های مسطح بنزنی به کولار ساختار مسطح می دهد و سبب می شود که مولکول های پلیمر تا حد ممکن روی هم فشرده شده و به هم نزدیک تر شوند.



شکل ۷۵

بین مولکول‌های فشرده شده پیوند هیدروژنی قوی‌تری برقرار می‌شود که سبب استحکام زیاد پلیمر کولار می‌شود. در این ساختار حلقه‌های مسطح بنزنی به سادگی خمیده نمی‌شوند و از انعطاف‌پذیری کمتری برخوردار هستند در نتیجه این پلیمر به شدت صلب و انعطاف‌ناپذیر است، کولار دمای ذوب بالایی دارد و به آسانی در حلال‌ها حل نمی‌شود کولار فقط در سولفوریک اسید غلیظ حل می‌شود.



شکل ۷۶

پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر: پلاستیک‌ها به‌عنوان یکی از عمده‌ترین آلاینده‌های محیط‌زیست از طرف سازمان جهانی محیط‌زیست معرفی شده‌اند، هر ساله در کل جهان حدود ۵۰۰ میلیارد تا یک تریلیون کیسه پلاستیکی تولید می‌شود، بیش از یک میلیون کیسه در دقیقه دور ریخته می‌شود که این حجم از آلاینده‌ها خطر تکان‌دهنده‌ای برای نسل آینده و محیط‌زیست می‌باشد، با عنایت به گزارش بازیافت توسط آژانس محیط‌زیست تنها در خوش‌بینانه‌ترین حالت زیر ۱۵ درصد از کل کیسه‌های پلاستیکی بازیافت می‌شوند، به همین دلیل، در چند سال اخیر بیشتر کشورهای توسعه یافته و نیز در حال توسعه تولید کیسه‌های تخریب‌پذیر را آغاز کرده و به‌عنوان جایگزین کیسه‌های پلاستیکی معرفی کرده‌اند.

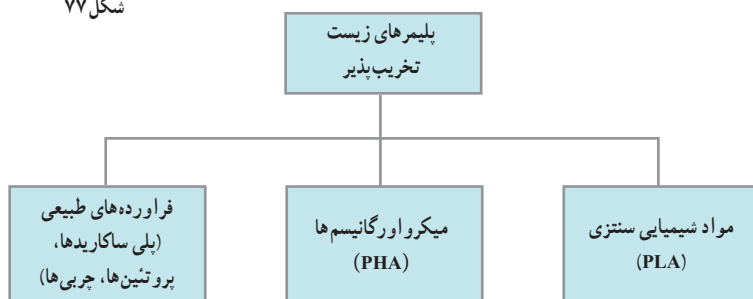
پلیمرهای طبیعی، موادی هستند که به سادگی توسط فعالیت میکرواورگانیسم‌ها مانند قارچ‌ها، باکتری‌ها و جلبک‌ها به واحدهای کوچک‌تر تجزیه می‌شوند، ساخت فراورده‌های پلیمری زیست تخریب‌پذیر همانند





شکل ۷۷

پلیمرهای طبیعی با هدف کاهش مشکلات زیست محیطی، ایمنی و سلامت مورد توجه بسیار قرار گرفته است. این پلیمرها در پزشکی و دارورسانی نیز به دلیل حذف آخرین مرحله جراحی برای برداشت آنها پس از عملکرد درمانی توسعه یافته اند.



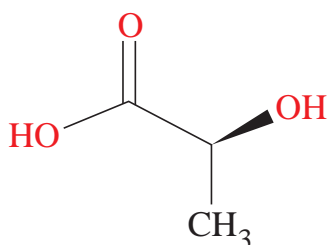
شکل ۷۸

در سال ۲۰۱۲ مهم ترین پلیمرهای زیست تخریب پذیر تجاری پلی لاکتیک اسید (PLA) و پلیمرهایی بر پایه نشاسته (PHA) بودند که به ترتیب ۴۶٪ و ۳۹٪ بازار مصرف پلیمرهای زیست تخریب پذیر را به خود اختصاص دادند. دیگر پلیمرهای زیست تخریب پذیر شامل پلی استرهای چون کوپلی استرهای آلیفاتیک/آروماتیک و پلی کاپرولاکتون، مشتقات سلولزی و پلی هیدروکسی آلکانوات ها می باشند، که عمده مصرف پلیمرهای زیست تخریب پذیر، کاربردهایی در بسته بندی و تهیه ظروف مواد غذایی، کیسه های دورریز و فیلم ها، فوم، پوشش های کاغذی و ... می باشد، اکنون دانش تولید پلیمرهای زیست تخریب پذیر در ایران نیز موجود می باشد که پلیمرهای ساختگی در حضور اکسیژن و مجاورت هوا و هم در شرایط دفن در خاک قابلیت تجزیه شدن دارند.



شکل ۷۹

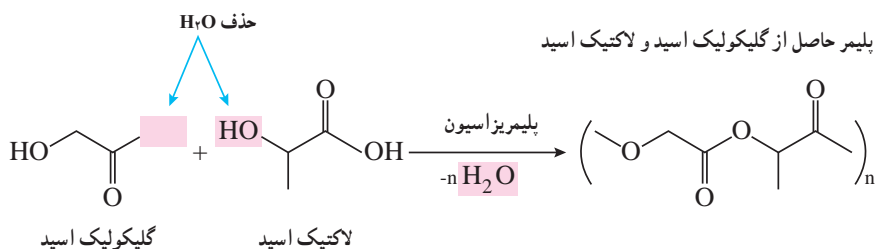
پلی لاکتیدها (PLA): این پلاستیک از نشاسته تهیه می‌شود، نشاسته به‌عنوان منبع ذخیره انرژی در گیاهان عمل می‌کند این ماده در غلات و گیاهان علفی به مقدار فراوان وجود دارد. نشاسته را می‌توان یک زیست پلاستیک در نظر گرفت اما به دلیل انحلال در آب مواد ساخته شده از آن در برابر رطوبت تغییر شکل می‌دهد از این رو کاربرهای آن محدود است، این مشکل را می‌توان با تغییر در ساختار نشاسته و تبدیل آن به یک پلیمر متفاوت برطرف کرد. برای این کار نخست نشاسته را به وسیله موجودات زنده ذره‌بینی به لاکتیک اسید تبدیل می‌کنند، سرانجام لاکتیک اسید به‌عنوان یک مونومر در جریان واکنش پلیمری شدن به پلی لاکتیک تبدیل می‌شود.



شکل ۸۰

سؤال: با توجه به اینکه ساختار لاکتیک اسید به‌صورت روبه‌رو است، فرمول ساختار پلیمری آن را رسم کنید.

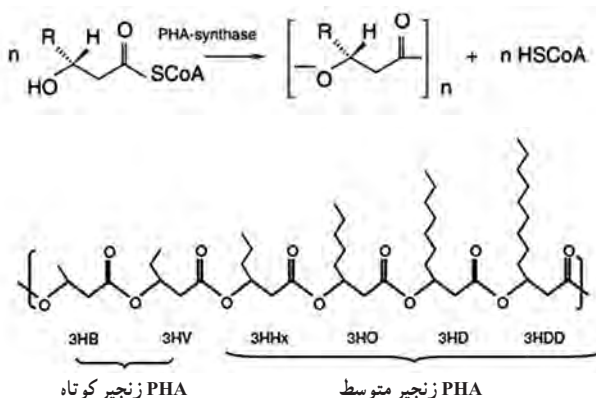
پلیمرهایی که خود تحلیل می‌روند! با گسترش فناوری در پزشکی تقاضا برای پلیمرهای ساختگی که پس از استفاده در بدن جذب می‌شوند بیشتر شده است. در جراحی سنتی پس از بهبود باید بخیه‌ها برداشته شود ولی در این روش که از پلیمر لاکتومر زیست سازگار و زیست تخریب پذیر استفاده می‌شود به مرور زمان و با بهبود زخم بخیه‌ها هیدرولیز شده و از بین می‌روند و متابولیسم بدن اسیدهای گلیکولیک و لاکتیک را دفع می‌کند. واکنش تهیه این پلیمر به‌صورت زیر است.



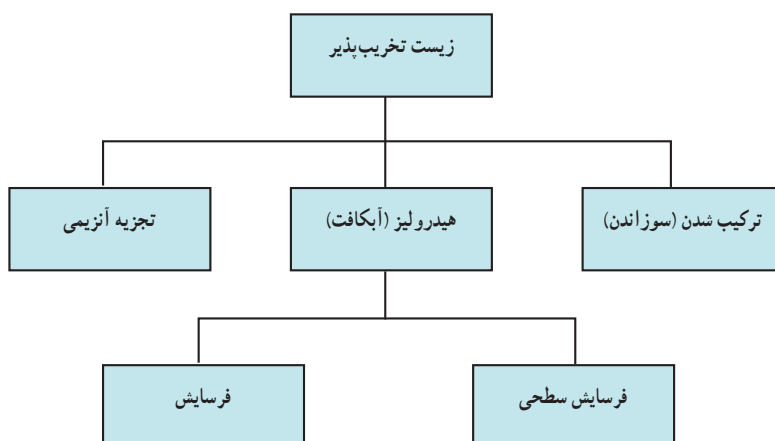
شکل ۸۱

پلی هیدروکسی آلکانوات‌ها (PHA): پلی هیدروکسی آلکانوات‌ها پلی استرهای خطی هستند که در طبیعت توسط باکتری‌های تخمیری، از شکر و چربی تولید می‌شوند بیش از ۱۰۰ مونومر مختلف می‌توانند با این گروه ترکیب شده، مواد با خواص مختلف ایجاد کنند، برای مثال نوع پلی هیدروکسی آلکانوات‌ها

به نام پلی بتا هیدروکسی بوتیرات که شبیه پلی پروپیلن است ولی نسبت به آن انعطاف ناپذیر و بسیار شکننده است، نوعی دیگر به نام پلی هیدروکسی بوتیرات - والرات انعطاف پذیر و نرم تر است و برای بسته بندی مواد مورد استفاده قرار می گیرد. این پلیمر در صورتی که در شرایط هوازی قرار گیرد به طور عادی به کربن دی اکسید و آب تجزیه می شود بدون وجود اکسیژن عمل تجزیه سریع تر صورت گرفته و متان تولید می شود این بسیار در محیط های غیر فعال زیست شناختی مانند محیط کشت استریلیزه تجزیه نمی شود.



شکل ۸۳- سازوکار تجزیه پلیمرهای زیست تخریب پذیر



## پاسخ پرسش‌های فصل سوم

خود را بیازمایید صفحه ۹۹

در هریک از جاهای خالی یکی از واژه‌های «نخ، الیاف، دوزندگی، فراوری و بافندگی» را قرار دهید.



باهم بیندیشیم صفحه ۱۰۱

با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



الف) جدول را کامل کنید.

نام ماده	اندازه مولکول		جرم مولی		شمار اتم ها	
	کوچک یا متوسط	خیلی بزرگ	کم یا متوسط	خیلی زیاد	کم یا متوسط	خیلی زیاد
آب	*		*		*	
پلی اتن		*		*		*
پروپان	*		*		*	
نشاسته گندم		*		*		*
انسولین		*		*		*
سلولز		*		*		*

ب) به دسته ای از ترکیب های موجود در جدول درشت مولکول می گویند. آنها را در یک سطر تعریف کنید.

مولکول هایی که اندازه مولکول های آنها بزرگ، تعداد اتم های سازنده آنها بسیار زیاد و جرم مولی آنها بسیار زیاد است.

ب) درشت مولکول های بالا را با هم مقایسه کنید. چه شباهت ها و تفاوت هایی دارند؟  
 شباهت : از تعداد اتم های زیادی تشکیل شده اند، اتم های آنها به وسیله پیوند کووالانسی به یکدیگر متصل هستند، جرم مولی بسیار بزرگی دارند و مولکول هایی درشت هستند.

تفاوت : ساختار متفاوت دارند در نتیجه رفتار آنها یعنی خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت دارند، برخی، طبیعی و برخی ساختگی هستند.

ت) در کدام مولکول ها بخش هایی وجود دارد که در سراسر مولکول تکرار شده است؟  
 درشت مولکول های پلی اتن، نشاسته و سلولز

ث) سلولز و نشاسته پلیمر (بسیار) اند، با توجه به ساختار آنها پلیمر را تعریف کنید.






پلیمرها درشت مولکول هایی هستند که در ساختار آنها، بخش هایی در سراسر مولکول تکرار می شود.

ج) پیش بینی کنید نیروی بین مولکولی در کدام دسته از مولکول ها قوی تر است؟ چرا؟

درشت مولکول ها، چون نیروهای بین مولکولی در آنها به دلیل زیاد بودن جرم مولکولی، قوی است.

خود را بیازمایید صفحه ۱۰۴

در جدول زیر چند پلیمر، مونومر و کاربردهای آنها نشان داده شده است. جاهای خالی را کامل کنید.

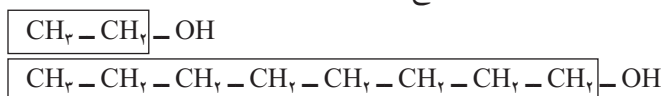
نام و ساختار مونومر		نام و ساختار پلیمر	کاربرد پلیمر
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} \\   \\ \text{CN} \end{array}$ <p>سیانواتن</p>		$\left( \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2 - \text{C}- \\   \\ \text{CN} \end{array} \right)_n$ <p>پلی سیانواتن</p>	 <p>بتو</p>
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 = \text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>پروین</p>	→	$\left( \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2 - \text{C}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right)_n$ <p>پلی پروین</p>	 <p>سرنگ</p>
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ <p>استیرن</p>		$\left( \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2 - \text{C}- \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right)_n$ <p>پلی استیرن</p>	 <p>ظروف یکبار مصرف</p>
$\begin{array}{c} \text{F} & & \text{F} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{F} & & \text{F} \end{array}$ <p>تترافلوئورواتن</p>	→	$\left( \begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\   &   \\ -\text{C} - & \text{C}- \\   &   \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right)_n$ <p>تفلون</p>	 <p>نخ دندان</p>
$\text{CH}_2 = \text{CHCl}$ <p>وینیل کلرید (کلرواتن)</p>	→	$\left( \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2 - \text{C}- \\   \\ \text{Cl} \end{array} \right)_n$ <p>پلی وینیل کلرید</p>	 <p>کیسه خون</p>

## خود را بیازمایید صفحه ۱۰۷

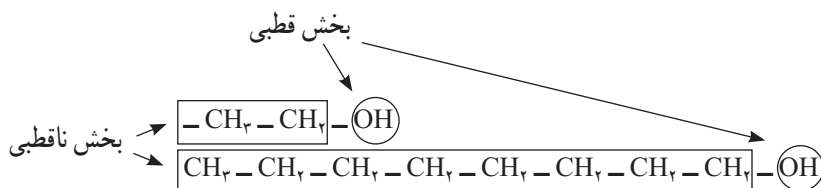
داده‌های تجربی نشان می‌دهد که چگالی پلی‌اتن‌های بالا برابر با ۹۷٪ و ۹۲٪ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.  
 الف) کدام چگالی به کدام پلی‌اتن تعلق دارد؟ چرا؟  
 ۹۲٪ پلی‌اتن شاخه‌دار و ۹۷٪ پلی‌اتن بدون شاخه. زیرا در پلی‌اتن شاخه‌دار به علت وجود شاخه، فاصله میان زنجیرها بیشتر بوده و جرم واحد آن کمتر است. همچنین می‌توان گفت در جرم برابر، حجم پلی‌اتن شاخه‌دار بیشتر و بنابراین چگالی آن کمتر است.  
 ب) کدام پلی‌اتن سبک و کدام سنگین است؟  
 پلی‌اتن شاخه‌دار : سبک      پلی‌اتن بدون شاخه : سنگین  
 ت) نیروی بین مولکولی در پلی‌اتن چیست؟  
 واندروالس  
 ث) چرا استحکام پلی‌اتن سنگین از سبک بیشتر است؟  
 چون رشته‌های مربوط به پلی‌اتن بدون شاخه به یکدیگر نزدیک‌تر اند، لذا نیروی مولکولی قوی‌تر است.  
 در پلی‌اتن شاخه‌دار، وجود شاخه‌ها، از نزدیکی و تماس زنجیرهای پلیمری کم کرده و نیروی واندروالس ضعیف‌تر می‌شود.

## با هم بیندیشیم صفحه ۱۱۰

۱- با توجه به دو ساختار داده شده به پرسش‌ها پاسخ دهید :



الف) پیش‌بینی کنید چه نوع نیروهای بین مولکولی در این دو الکل وجود دارد؟  
 از طرف گروه هیدروکسیل ( $-\text{OH}$ ) الکل‌ها، پیوند هیدروژنی و از طرف زنجیر کربنی، می‌تواند جاذبه واندروالسی ایجاد شود.  
 ب) مولکول الکل‌ها دو بخش قطبی و ناقطبی دارند. با توجه به اینکه گشتاور دوقطبی هیدروکربن‌ها در حد صفر است. این دو بخش را در دو مولکول بالا مشخص کنید.



ب) پیش‌بینی کنید انحلال‌پذیری کدام الکل در آب بیشتر است؟  
الکلی با دو کربن. چون بخش ناقطبی آن کوچک‌تر پس تأثیر بخش قطبی بیشتر است  
به عبارت دیگر بخش قطبی مولکول بر بخش ناقطبی کوچک غلبه می‌کند و با توجه به آنکه آب هم دارای  
مولکول‌های قطبی است، بنابراین در آب بهتر حل می‌شود.  
ت) درستی پیش‌بینی خود را با توجه به داده‌های جدول زیر بررسی کنید.

فرمول الکل
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

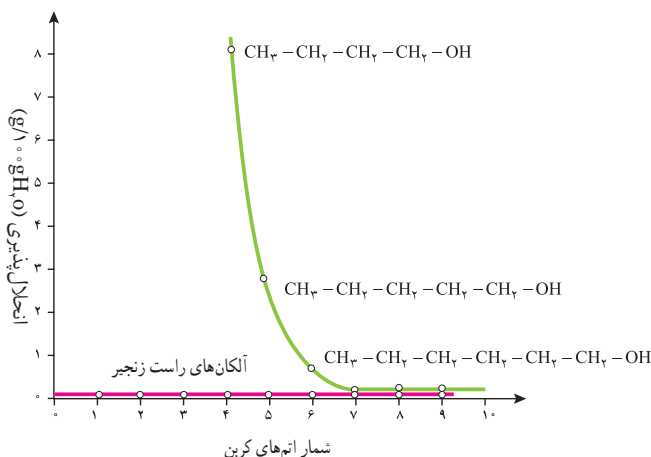
همان‌طور که در جدول نیز دیده می‌شود با بزرگ‌تر شدن بخش ناقطبی مولکول (بخش هیدروکربنی)،  
انحلال‌پذیری الکل در آب، کم می‌شود. به عبارت دیگر در این مولکول‌ها، تأثیر بخش ناقطبی از بخش قطبی  
بیشتر بوده است.

ث) درباره درستی جمله زیر گفت‌وگو کنید.

«افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در الکل‌ها، نیروی واندروالسی بر هیدروژنی غلبه می‌کند و خصلت  
ناقطبی الکل افزایش می‌یابد.»

درست است، طبق جدول قسمت «ت» افزایش تعداد کربن میزان انحلال‌پذیری آن را در حلال قطبی  
آب به میزان زیادی کاهش داده است. این شواهد نشان می‌دهد که با افزایش بخش هیدروکربنی، نیروی  
واندروالسی بر پیوند غلبه می‌کند.

ج) نمودار زیر انحلال‌پذیری الکل‌ها و هیدروکربن‌ها را در آب نشان می‌دهد. روند تغییرات را توضیح  
دهید.





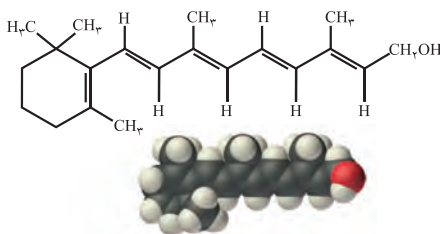
در آلکان‌ها با افزایش تعداد کربن تغییری در انحلال‌پذیری مشاهده نمی‌شود چون گشتاور دو قطبی آنها صفر و مولکول آنها ناقطبی و نیروهای بین‌مولکولی از نوع واندروالس است بنابراین جرم آنها تأثیری بر انحلال‌پذیری ندارد.

اما الکل‌ها دارای بخشی با گشتاور دو قطبی صفر و بخشی قطبی هستند، در الکل‌های سبک که بخش ناقطبی کوچک است نیروی بین‌مولکولی غالب، از نوع پیوند هیدروژنی است و بنابراین به‌خوبی در آب حل نمی‌شوند. با افزایش تعداد کربن در زنجیر هیدروکربنی، اثربخش ناقطبی بیشتر شده، نیروی غالب از نوع واندوالس بوده و انحلال‌پذیری کاهش می‌یابد.

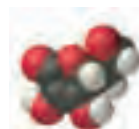
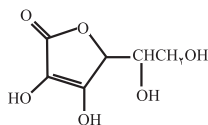
## خود را بیازمایید صفحه ۱۱۱

۱ کدام ترکیب‌های زیر در آب و کدام در چربی حل می‌شوند. چرا؟

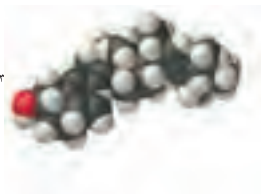
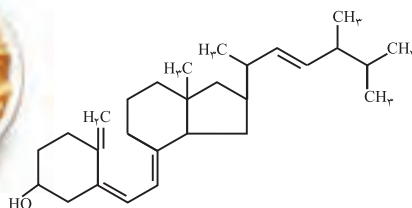
الف) ویتامین آ



ب) ویتامین ث

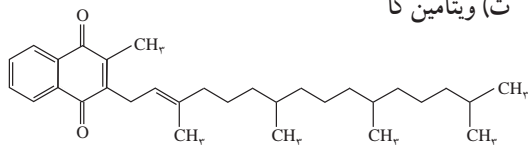


پ) ویتامین دی

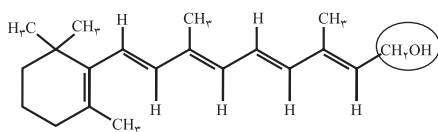




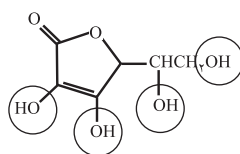
ت) ویتامین کا



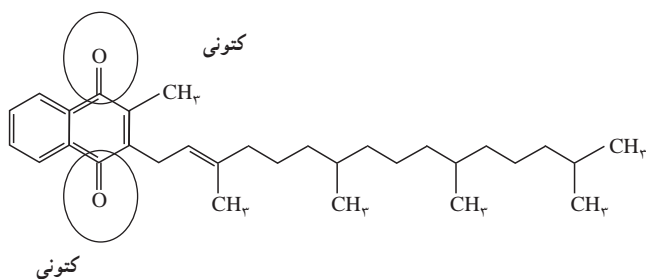
ویتامین های A، D و K چون بخش ناقطبی آنها بزرگ تر است و اثر بیشتری دارند در آب حل نمی شوند و انحلال پذیری آنها در چربی که ناقطبی است طبق قاعده شبیه، شبیه را حل می کند بیشتر است. ویتامین C به دلیل داشتن بخش های قطبی بیشتر، انحلال پذیری بیشتری در آب خواهند داشت. ۲ مصرف بیش از اندازه کدام دسته از ویتامین ها برای بدن مشکل خاصی ایجاد نمی کند؟ چرا؟ ویتامین C و یا ویتامین های که در آب محلولند، چون مقدار اضافی آن با حل شدن در آب و از طریق ادرار دفع می شوند. ۲ گروه عاملی هر یک از ترکیب های بالا را مشخص کنید.



هیدروکسیل (الکلی)



هیدروکسیل (الکلی)






کتونی

۴ عبارت زیر را با انتخاب واژه‌های مناسب کامل کنید.

در ترکیب‌های آلی مانند الکل‌ها و کربوکسیلیک اسیدها  
 با افزایش طول زنجیر کربنی بخش <sup>ناقطبی</sup> ~~قطبی~~  
<sup>کاهش</sup> می‌یابد و انحلال‌پذیری آن در آب ~~بیشتر~~ <sup>کمتر</sup> می‌شود.

### خود را بیازمایی صفحه ۱۱۳

بارسم ساختار الکل و اسید سازنده برای هر یک از استرهای داده شده در جدول زیر، آن را کامل کنید.

نام میوه	ساختار الکل سازنده	ساختار اسید سازنده	ساختار استر
 موز	<chem>HO(CH2)4CH3</chem>	<chem>CH3COOH</chem>	<chem>CH3COO(CH2)4CH3</chem>
 سیب	<chem>HOCH2CH3</chem>	<chem>CH3CH2COOH</chem>	<chem>CH3CH2COOCH2CH3</chem>
 انگور	<chem>HOCH2CH2CH3</chem>	<chem>CH3(CH2)4COOH</chem>	<chem>CH3(CH2)4COOCH2CH2CH3</chem>

### خود را بیازماید صفحه ۱۱۷

۱ در کدام شرایط زیر لباس‌های نخی زودتر پوسیده می‌شوند. چرا؟

(آ) محیط سرد و خشک

(ب) محیط گرم و مرطوب

گرم و مرطوب – چون ساختار مولکولی آن توسط آب شکسته شده و به مونومرهای سازنده تبدیل می‌شود.

۲ چرا استفاده بی‌رویه از شوینده‌ها در شستن لباس‌ها سبب پوسیده شدن سریع تر آنها می‌شود؟

مواد موجود در شوینده‌ها می‌تواند نقش کاتالیزگر را داشته باشند و در نتیجه سرعت شکسته شدن پلیمرهای سازنده را بیشتر کنند.

۲ اگر لباس‌ها را برای مدت طولانی در محلول آب و شوینده قرار دهید، بوی بد و نافذی پیدا می‌کنند توضیح دهید چه رخ می‌دهد؟

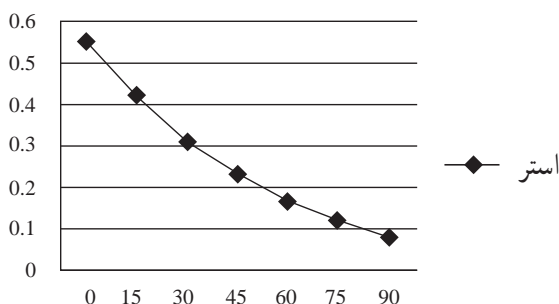
پلیمر سازنده الیاف لباس شرایط مناسبی را برای شکسته شدن به مونومرها پیدا کنند و بوی حاصل به دلیل مونومرهای اولیه سازنده پلیمر الیاف است.

۴ برای شستن تمیزتر لباس‌ها از شوینده‌ها و سفیدکننده‌ها استفاده می‌کنند اگر سفیدکننده‌ها را به‌طور مستقیم روی لباس بрызند، رنگ لباس در محل تماس به سرعت از بین می‌رود. اما اگر سفیدکننده را در آب بрызید سپس لباس را درون محلول فروبرند تغییر محسوس در رنگ لباس ایجاد نمی‌شود. چرا؟

۵ لباس‌های پلی‌استری در اثر عوامل محیطی در طول زمان پوسیده می‌شود. این پوسیده شدن به معنی شکستن پیوندهای استری سست شدن تاروپود لباس است. جدول زیر داده‌های مربوط به واکنش تجزیه یک نوع استر را در حضور اسید نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید :

هنگامی که شوینده یا سفیدکننده مستقیماً بر روی لباس بрызیم به علت غلظت زیاد آن سرعت واکنش بیشتری داشته و در نتیجه به سرعت اثر آنها ظاهر می‌شود اما وقتی ابتدا در آب می‌ریزیم غلظت آن‌ها کاهش می‌یابد و به این ترتیب سرعت انجام واکنش کاهش پیدا می‌کند و اثر آنها به سرعت ظاهر نمی‌شود.

°/۳۱	°/۴۲	°/۵۵	[استر]
۳۰	۱۵	۰	زمان (s)



الف) نمودار تغییر غلظت استر برحسب زمان

ب) سرعت متوسط تجزیه استر در بازه زمانی صفر تا ۳۰ ثانیه چند مول بر لیتر بر ثانیه است؟

$$\bar{R} = \frac{0/55 - 0/31}{30} = \frac{0/24}{30}$$

ب) سرعت واکنش در کدام بازه زمانی بیشتر است؟ چرا؟

صفر تا ۲۰ ثانیه      ۶۰ تا ۹۰ ثانیه

صفر تا ۲۰ ثانیه چون غلظت مواد بیشتر است.

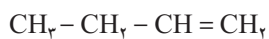
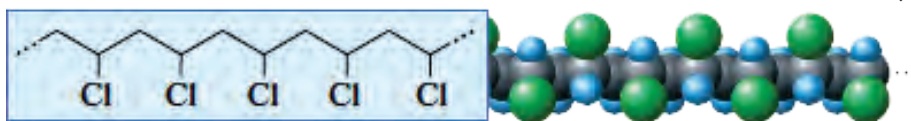
## تمرین‌های دروه‌ای ص ۱۲۰

۱ در هر یک از موارد زیر ساختار پلیمر یا مونومر خواسته شده را مشخص کنید.

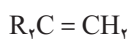
(الف)



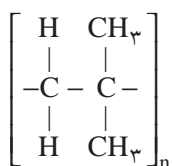
(ب)



(پ)



(ت)



(ث)

$\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} \\   \\ \text{Cl} \end{array} \quad (\text{ب})$	$\text{CH}_2\text{CH} = \text{CH}_2 \quad (\text{آ})$
$\left[ \begin{array}{cc} \text{R} & \text{H} \\   &   \\ -\text{C} - & \text{C}- \\   &   \\ \text{R} & \text{H} \end{array} \right]_n \quad (\text{ت})$	$\left[ \begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ -\text{C} - & \text{C}- \\   &   \\ \text{C}_2\text{H}_5 & \text{H} \end{array} \right]_n \quad (\text{پ})$
$\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3)_2 \quad (\text{ث})$	

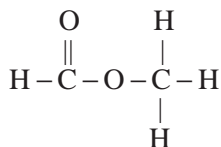
۲ در شرایط یکسان انحلال پذیری کدام کربوکسیلیک اسید در آب بیشتر است؟ چرا؟



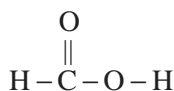
کربوکسیلیک اسید شماره ۱ چون قسمت ناقطبی آن تعداد کربن کمتری دارد در نتیجه اثر عامل قطبی در آن بیشتر بوده انحلال پذیری بیشتر خواهد بود.

۳ استری با فرمول  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  در اختیار داریم.

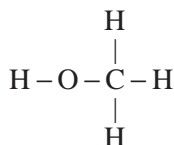
الف) ساختار آن را رسم کنید.



ب) ساختار الکل و اسید سازنده آن را رسم کنید.



اسید



الکل

پ) نیروی بین مولکولی در آن از چه نوعی است؟  
واندروالسی

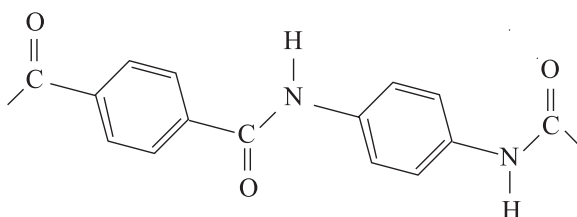
پ) جرم مولی آن را حساب کنید.

$$M = (2 \times 12 + 2 \times 16 + 4 \times 1) = 60 \text{ g/mol}^{-1}$$

ت) نقطه جوش این استر بیشتر است یا اتانویک اسید؟ توضیح دهید.

اتانویک اسید دارای فرمول  $\text{CH}_3\text{COOH}$  است که به دلیل عامل کربوکسیلیک  $\text{COOH}$  - و داشتن  $\text{OH}$  - در ساختار آن می تواند پیوند هیدروژنی تشکیل دهد لذا نقطه جوش آن نسبت به استر مورد نظر که جاذبه واندروالسی دارد بیشتر خواهد بود.

۴ ساختار مولکول‌های سازنده یک پلیمر در شکل زیر ارائه شده است. با توجه به آن :



الف) این پلیمر به کدام دسته از پلیمرها تعلق دارد؟

پلی آمیدها

ب) نیروی بین مولکول‌های این پلیمر از چه نوعی است؟

هیدروژنی به علت وجود عامل N - H

پ) واحدهای سازنده این پلیمر کدام گروه از مواد زیر هستند؟

دی آمین‌ها و دی اسیدها

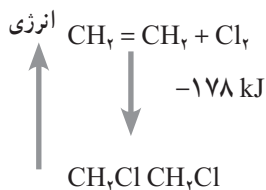
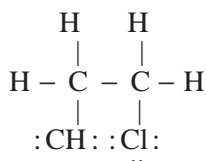
دی الکل‌ها و دی اسیدها

آمین‌ها و اسیدها

۵ با توجه به معادله واکنش زیر به پرسش‌های خواسته شده پاسخ دهید.



الف) ساختار لوویس فراورده (۱، ۲- دی کلروتان) را رسم کنید.



ب) نمودار آنتالی واکنش را رسم کنید

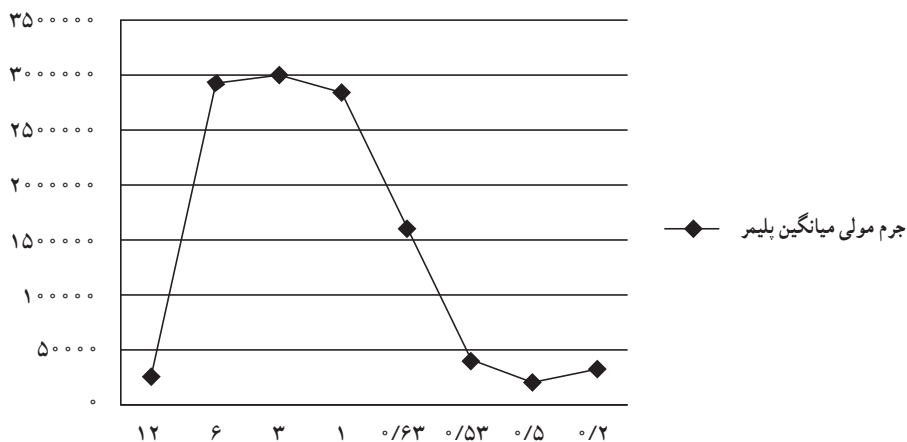
ب) حساب کنید از واکنش ۴۲ گرم گاز اتن با مقدار کافی از گاز کلر، چند کیلو ژول گرما مبادله می‌شود؟

$$۴۲\text{g CH}_2 = \text{CH}_2 \times \frac{1\text{mol CH}_2 = \text{CH}_2}{۲۸\text{g CH}_2 = \text{CH}_2} = ۲۷۸\text{kJ}$$

۶ واکنش پلیمری شدن اتن در شرایط گوناگونی به تولید پلی‌اتن‌هایی با جرم مولی میانگین متفاوت منجر می‌شود. تجربه نشان می‌دهد که جرم مولی میانگین به مقدار کاتالیزگرهای واکنش بستگی دارد. در جدول زیر نتایج یک پژوهش تجربی در این مورد داده شده است.

جرم مولی میانگین پلیمر (گرم)	مقدار کاتالیزگر محتوی آلومینیوم (شماره ۲) (مول)	مقدار کاتالیزگر محتوی تیتان (شماره ۱) (مول)
۲۷۰۰۰	۱۲	۱
۲۹۲۰۰۰	۶	۱
۲۹۸۰۰۰	۳	۱
۲۸۴۰۰۰	۱	۱
۱۶۰۰۰۰	۰/۶۳	۱
۴۰۰۰۰	۰/۵۳	۱
۲۱۰۰۰	۰/۵۰	۱
۳۱۰۰۰	۰/۲۰	۱





الف) در چه نسبت مولی از این دو کاتالیزگر پلی اتن با بیشترین جرم مولی تولید می‌شود؟  
در نسبت ۳ به ۱

ب) تغییر جرم مولی پلیمر را برحسب نسبت مولی کاتالیزگر شماره ۲ به ۱ رسم کنید.

پ) در نسبت مولی ۱ به ۸ از این کاتالیزگرها جرم مولی را پیش‌بینی کنید.

حدود ۱۹۰۰۰۰ جرم مولی میانگین خواهد بود

ت) تحلیل خود از داده‌های جدول و نمودار رسم شده را بیان کنید.

برای رسیدن به پلیمر با جرم میانگین بیشتر بهترین نسبت ۳ به ۱ است و اگر نسبت‌ها غیر از این باشد پلیمر با

جرم میانگین کمتر به دست می‌آید.



## فصل دوم

### در پی غذای سالم



## غذا، انرژی و برنامه غذایی مناسب

از صفحه ۴۹-۵۳

واحد  
یادگیری ۱

### هدف‌های آموزشی

- ۱ با نقش اساسی غذا در رشد و تندرستی انسان آشنا شود.
- ۲ به اهمیت غذا و تأمین آن که یکی از دغدغه‌های امروز انسان است، توجه کند.
- ۳ با غذا به عنوان مخلوطی از مواد شیمیایی که منبع تأمین انرژی هستند، آشنا شود.
- ۴ بداند یکی از روش‌های آزاد شدن انرژی مواد غذایی سوختن آن است.

### روش تدریس پیشنهادی: مشارکت پژوهشی

- برای تدریس این واحد پس از گروه‌بندی دانش‌آموزان مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید :
- ۱ هر یک از مواد غذایی اصلی مانند گندم، برنج، گوشت، میوه، روغن، لبنیات را به یکی از گروه‌ها بدهید و از آنها بخواهید درباره اهمیت، ارزش غذایی، میزان تولید آن پژوهش و نتیجه را به صورت پوستر برای جلسه آینده در کلاس ارائه دهند.
  - ۲ پژوهش‌های دانش‌آموزان را در جلسه بعدی در معرض دید کلاس قرار دهید و با بررسی آنها با گروه‌ها به تبادل نظر بپردازید.
  - ۳ رابطه تولید مصرف یکی از مواد غذایی را بررسی و اهمیت تعادل در این رابطه و چالش‌های مربوط به آن را از طریق بارش فکری مورد بررسی قرار دهید و از دانش‌آموزان بخواهید راه‌حلی ارائه دهند.
  - ۴ با معرفی گروه‌های غذایی با دانش‌آموزان در رابطه با برنامه غذایی مناسب و نقش غذا در بدن گفت‌وگو کنید. از دانش‌آموزان بخواهید نتیجه گفت‌وگوها را به صورت پوستر تنظیم و در کلاس و دبیرستان در معرض نمایش همگان قرار دهند.

### بر دانش خود بیفزایید

با اینکه امروزه باور داریم ماده و انرژی، اجزای بنیادی جهان مادی به‌شمار می‌روند و انرژی از راه‌های گوناگون با ماده ارتباط دارد اما دانشمندان در آغاز سده هجدهم حتی حوزه‌های شیمی و فیزیک را جدا از یکدیگر می‌پنداشتند. آنها بر این باور بودند که فیزیک به بررسی فرایندهایی می‌پردازد که در آنها ساختار ذره‌ای ماده دستخوش دگرگونی نمی‌شود درحالی که شیمی به بررسی فرایندها با دگرگونی ساختار ذره‌ای ماده می‌پردازد.

آزمایش‌های فیزیک‌دانانی چون جیمز ژول انگلیسی<sup>۱</sup> (۱۸۱۸-۱۸۸۹)، رابرت مایر<sup>۲</sup> (۱۸۱۴-۱۸۷۸) و وان هلمهولتز آلمانی<sup>۳</sup> (۱۸۹۲-۱۸۲۱) در سال‌های دهه ۱۸۴۰، آشکار ساخت که انرژی در فرایندهایی که با دادوستد گرما و دیگر شکل‌های آن همراه است، نه از بین می‌رود و نه آفریده می‌شود؛ بلکه از شکلی به شکل دیگر درمی‌آید. این نتیجه‌گیری بعدها با نام «قانون پایستگی انرژی» جمع‌بندی شد و از آن قانون اول ترمودینامیک به‌دست آمد.

دانش ترمودینامیک در سایه کوشش‌های کارنو<sup>۴</sup> (۱۸۳۲-۱۷۹۶) فیزیکدان فرانسوی، ویلیام تامسون (۱۸۲۴-۱۹۰۷) که بعدها به لرد کلوین<sup>۵</sup> مشهور شد، فیزیک‌دان انگلیسی و رودولف کلوژیوس<sup>۶</sup> (۱۸۲۲-۱۸۸۸) فیزیک‌دان آلمانی، سروسامان یافت.

در آن روزها آشکار شده بود که اگر گرما به حال خود رها شود، از نقطه‌ای با دمای بالاتر به نقطه‌ای دیگر با دمای پایین‌تر جاری می‌شود و با جاری شدن آن، کار نیز انجام می‌شود. این ویژگی به دیگر شکل‌های انرژی نیز گسترش یافت؛ به گونه‌ای که گفته می‌شد، انرژی خودبه‌خود می‌تواند از نقطه‌ای که در آن تراکم بیشتری دارد، به نقطه‌ای که در آن تراکم کمتری دارد، جاری شود و در این فرایند، مقداری کار نیز انجام دهد.

چنین پیشرفت‌هایی در قلمرو فیزیک که به منبع انرژی نیاز داشت، نمی‌توانست بی‌نیاز از دنیای شیمی باشد. در سده نوزدهم، منبع بیشتر انرژی‌ها (به جز انرژی خورشیدی)، واکنش‌های شیمیایی به‌ویژه سوختن موادی مانند چوب، زغال‌سنگ، نفت و... بود. بدین‌سان یک دیدگاه مشترک میان فیزیک‌دان‌ها و شیمی‌دان‌ها پیدا شد که نشان می‌داد باید میان قلمروهای شیمی و فیزیک، پیوندهای بنیادی برقرار باشد. پژوهش‌های بیشتر نشان داد که افزون بر واکنش‌های سوختن، در دیگر واکنش‌های شیمیایی مانند خنثی شدن اسید با باز، واکنش اسیدها با فلزها و... نیز مقداری گرما با محیط داد و ستد می‌شود.

در پی پژوهش‌های یک شیمی‌دان سوئیسی - روسی تبار به نام هنری هس<sup>۷</sup> (۱۸۵۰-۱۸۰۲) در سال ۱۸۴۰، دنیای شیمی و فیزیک به یکدیگر پیوند یافت. هس با اندازه‌گیری گرمای برخی واکنش‌های شیمیایی نشان داد که گرمای یک واکنش معین به راهی که برای انجام آن در پیش گرفته می‌شود، وابسته نیست. از این نتیجه امروزه با نام «قانون هس» یاد می‌شود.

بسیاری از شیمی‌دان‌ها بر این باورند که هس پایه‌گذار ترموشیمی است. ترموشیمی شاخه‌ای از شیمی است که در آن از دیدگاه کمی و کیفی، انرژی گرمایی داد و ستد شده در یک واکنش شیمیایی به همراه تغییر و تأثیری که بر حالت ماده دارد، بررسی می‌شود.

۱- James Joule

۲- Robert Mayer

۳- Von Helmholtz

۴- Sodi Carnot

۵- Lord Kelvin

۶- Clausius Rodolf

۷- Henry Hess

## انرژی و تنوع آن در ماده

توانایی انجام کار همچنین تولید و انتقال گرما را انرژی می‌نامند. برای روشن شدن این تعریف به نمونه‌های زیر توجه کنید. هنگامی که یک فنر فشرده شده یا یک سامانه محتوی گاز نیتروژن درون یک سیلندر مجهز به پیستون روان متراکم می‌شود، توانایی انجام کار در آنها افزایش می‌یابد، زیرا اگر فنر باز شده یا گاز منبسط شود و پیستون بالا بیاید، سامانه در هر دو فرایند، کار انجام می‌دهد و انرژی آن (توانایی انجام کار نسبت به حالت نخست) کاهش می‌یابد.

هنگامی که انرژی یک سامانه به دلیل ایجاد تفاوت دمای آن با محیط تغییر می‌کند، می‌گویند انرژی به شکل گرما انتقال یافته است. برای نمونه اگر یک ظرف محتوی آب (سامانه) گرم شود، توانایی انجام کار آن افزایش می‌یابد؛ زیرا آب داغ نسبت به آب سرد می‌تواند کار بیشتری انجام دهد. این ویژگی در عملکرد ماشین بخار آشکار است. به طور کلی انرژی بر دو نوع است: جنبشی<sup>۱</sup> و پتانسیل<sup>۲</sup>.

انرژی جنبشی وابسته به جنبش و حرکت جرم است؛ درحالی که انرژی پتانسیل وابسته به جرم، به موقعیت نسبی آن بستگی دارد.

برای نمونه هنگامی که جسمی به جرم  $m$ ، با تندی  $v$  حرکت انتقالی دارد، انرژی جنبشی انتقالی آن برابر با  $\frac{1}{2}mv^2$  است. اگر جرم برحسب  $\text{kg}$  و تندی برحسب  $\text{ms}^{-1}$  باشد، یکای انرژی جنبشی انتقالی  $(\text{ms}^{-1})^2 \text{kg}$  یا ژول (J) خواهد بود.

بر این اساس اگر میانگین تندی یک اتم هلیوم به جرم  $6/65 \times 10^{-27} \text{ kg}$  در نمونه‌ای از این گاز با دمای  $27^\circ\text{C}$ ، برابر با  $1368 \text{ ms}^{-1}$  باشد، میانگین انرژی جنبشی انتقالی آن برابر است با:

$$\begin{aligned} \text{میانگین انرژی جنبشی انتقالی یک اتم هلیوم در } 27^\circ\text{C} &= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(6/65 \times 10^{-27} \text{ kg})(1368 \text{ ms}^{-1}) \\ &= 6/21 \times 10^{-21} \text{ kgm}^2\text{s}^{-2} = 6/22 \times 10^{-21} \text{ J} \end{aligned}$$

از آنجا که جرم هر اتم هلیوم ناچیز است، انرژی جنبشی هر اتم آن نیز بسیار اندک خواهد بود؛ اما هنگامی که انرژی جنبشی یک مول هلیوم مد نظر باشد:

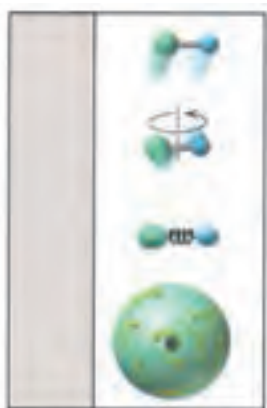
$$\begin{aligned} \text{انرژی جنبشی انتقالی یک مول هلیوم در } 27^\circ\text{C} &= \underbrace{(6/22 \times 10^{-21} \text{ J})}_{\text{ثابت آووگادرو}} \times (6/02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}) \\ &= 3/74 \times 10^3 \text{ Jmol}^{-1} \end{aligned}$$

آنگاه میزان انرژی جنبشی آن قابل ملاحظه خواهد شد.

<sup>۱</sup> – Kinetic

<sup>۲</sup> – Potential

برای اتم‌های مجزا در یک نمونه گاز نجیب مانند هلیوم، انرژی جنبشی تنها از نوع انتقالی است؛ اما مولکول‌های دو یا چند اتمی گازها (مانند  $Cl_2$ ،  $CO_2$  و...) افزون بر جنبش‌های انتقالی، جنبش‌های چرخشی و ارتعاشی نیز دارند<sup>۱</sup> (در دمای اتاق جنبش‌های الکترونی و هسته‌ای چندان محسوس نیست). مولکول‌های دو یا چند اتمی گازها می‌توانند به دور محوری نیز بچرخند از این رو دارای انرژی جنبشی چرخشی هم هستند. همچنین در این مولکول‌ها ممکن است طول و زاویه پیوندها کم یا زیاد شود و ارتعاش رخ دهد. از این رو دارای انرژی جنبشی ارتعاشی نیز هستند (شکل ۱).



شکل ۱- برخی انرژی‌های جنبشی اتم‌ها و مولکول‌ها

انرژی پتانسیل وابسته به جرم، هم‌ارز با انرژی ذخیره شده یا نهفته در نمونه ماده است. برای نمونه هنگامی که گلوله‌ای به جرم  $5 \text{ kg}$  را تا ارتفاع  $1 \text{ m}$  بالا می‌کشید، برای این کار، انرژی صرف کرده‌اید و این انرژی در گلوله ذخیره می‌شود. این نمونه نشان می‌دهد که انرژی پتانسیل وابسته به موقعیت گلوله نسبت به حالت آغازی آن است. چون منشأ این انرژی پتانسیل، نیروی گرانش زمین است، از آن به عنوان انرژی پتانسیل گرانشی یاد می‌شود.

انرژی پتانسیل می‌تواند در فشرده و همچنین میان بارهای الکتریکی ناهم‌نام مانند ابر الکترونی و هسته یک اتم به دلیل برهم‌کنش جاذبه میان آنها و نیز در یک پیوند شیمیایی، ذخیره شده باشد (شکل ۲). می‌دانید که انرژی می‌تواند شکل‌های گوناگونی مانند انرژی مکانیکی، الکتریکی، گرمایی، شیمیایی، تابشی و... داشته باشد. هریک از این شکل‌های انرژی می‌توانند از نوع جنبشی، پتانسیل یا هر دو باشند. انرژی گرمایی یک ماده وابسته به جنبش‌های نامنظم (انتقالی، چرخشی، ارتعاشی) ذره‌های سازنده آن است؛ به گونه‌ای که می‌توان انرژی گرمایی یک نمونه ماده را مجموع انرژی‌های جنبشی انتقال، چرخش و ارتعاش ذره‌های سازنده آن دانست (انرژی گرمایی، شکلی از انرژی بوده که از نوع انرژی جنبشی است).



شکل ۲- برخی انرژی‌های پتانسیل اتم‌ها و مولکول‌ها

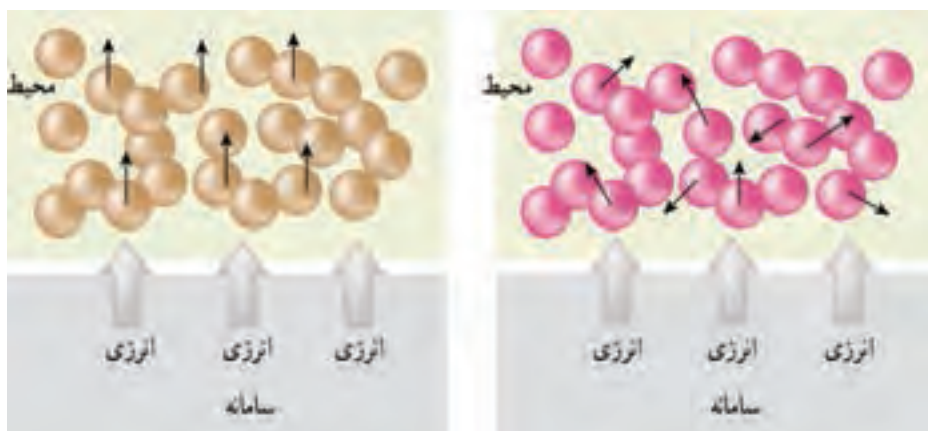
بر همین پایه جنبش‌های نامنظم ذره‌های سازنده نمونه ماده را جنبش‌های گرمایی<sup>۲</sup> می‌نامند. با این توصیف، گرما<sup>۳</sup> به آن مقدار انرژی گرمایی می‌گویند که به دلیل اختلاف دما از یک ماده به ماده دیگر یا از یک نقطه به نقطه دیگر جاری

۱- توجه کنید ذره‌ها در حالت جامد تنها جنبش‌های ارتعاشی دارند، ولی در حالت مایع افزون بر جنبش‌های انتقالی، چرخش‌های درگیرانه و ارتعاش نیز تأیید شده است.

۲- Thermal motions

۳- Heat

می‌شود. اینک می‌توان گفت هرچه میزان جنبش‌های گرمایی یک نمونه ماده شدیدتر باشد، ماده پراثری‌تر است. همچنین هنگامی که یک ماده (یا سامانه) محیط پیرامون خود را گرم می‌کند، ذره‌های سازنده سامانه، جنبش‌های گرمایی ذره‌های محیط را تشدید می‌کنند (شکل ۳).



شکل ۴— هنگامی که سامانه کار انجام می‌دهد، حرکت منظمی را در محیط ایجاد می‌کند. برای مثال، اتم‌های نشان داده شده در این شکل می‌توانند بخشی از وزنه‌ای باشند که بالا آمده است. حرکت منظم اتم‌ها در وزنه سقوط کننده بر روی سامانه کار انجام می‌دهد.

شکل ۳— هنگامی که انرژی به صورت گرما به محیط داده می‌شود، حرکت درهم برهم اتم‌ها در محیط تشدید می‌شود. انتقال انرژی از محیط به سامانه از جنبش‌های نامنظم (گرمایی) مولکول‌ها در محیط ناشی می‌شود.

گرما، هم‌ارز با مقدار انرژی گرمایی است که به دلیل تفاوت دما از جسمی به جسم دیگر جاری می‌شود اما کار، انرژی‌ای است که به دلیل نیرویی که میان دو جسم عمل می‌کند، از یکی به دیگری انتقال می‌یابد.

افزون بر گرما، کار<sup>۱</sup> نیز راهی برای انتقال انرژی است. کار، انتقال انرژی‌ای است که به صورت حرکت سازمان یافته ذره‌های سازنده سامانه در یک جهت معین توصیف می‌شود. برای نمونه هنگامی که یک گلوله آهنی بالا یا پایین می‌رود، اتم‌های سازنده آن به صورت سازمان یافته در یک جهت بالا یا پایین می‌روند (شکل ۴). به همین دلیل گفته می‌شود، هنگامی که کار روی سامانه‌ای انجام می‌شود، مولکول‌های محیط باعث انتقال انرژی سازمان یافته‌ای به سامانه می‌شود.

توجه کنید کار می‌تواند از نوع کار انبساطی (تغییر حجم سامانه در فشار ثابت)، کار کشش فنر، کار الکتریکی و ... باشد.

## موضوع : دما و گرما

از صفحه ۵۴ تا ۵۸

واحد  
یادگیری ۲

### هدف‌های آموزشی

- ۱ مفهوم دما به عنوان ویژگی مشترک مواد را درک کند.
- ۲ به رابطه دما با میانگین تندی و انرژی جنبشی ذره‌های سازنده ماده پی ببرد.
- ۳ مفهوم انرژی گرمایی را درک کند.
- ۴ عامل مؤثر بر انرژی گرمایی ماده و چگونگی اثر آنها را درک کند.
- ۵ تفاوت دما و گرما را درک کند.
- ۶ مفهوم ظرفیت گرمایی و تفاوت آن با گرمای ویژه را درک کند.
- ۷ مهارت محاسبه گرمای مبادله شده طی یک فرایند را کسب و در خود تقویت کند.

### روش تدریس پیشنهادی: مشارکتی، بارش فکری

برای تدریس این واحد به ترتیب زیر عمل کنید.

۱ یک فلاسک چای داغ و یک فلاسک آب یخ به کلاس بیاورید. لیوان کاغذی در اختیار گروه‌ها قرار دهید. و از آنها بخواهید یک لیوان چای داغ و یک لیوان آب یخ از فلاسک‌ها بردارند، با لمس کردن میزان گرمی و بادماسنج دمای آنها را یادداشت و با هم مقایسه کنند. از عبارتهای یادداشت شده نتیجه‌گیری کنند.

آنها از عبارتهای یادداشت شده باید به این نتیجه برسند :  
جسمی که دمای بالاتری دارد گرم‌تر است.

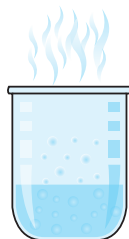
۲ سه لیوان با محتویات زیر در اختیار گروه‌ها قرار دهید و فیلمی از بخار شدن آب در حال جوش نشان دهید.



یخ



آب معمولی



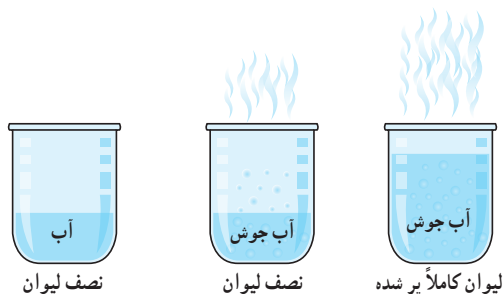
آب جوش



از گروه‌ها بخواهید جنب و جوش مولکول آب در سه حالت را توصیف و با هم مقایسه کنند. فعالیت دانش‌آموزان را به تابلو اعلانات منتقل و نتیجه‌گیری کنید. آنها از این فعالیت باید به نتایج زیر برسند :

- ذره‌های سازنده یک ماده پیوسته در جنب و جوش نامنظم هستند.
- جنب و جوش مولکول‌ها در حالت گاز < مایع > جامد است.
- با افزایش دما جنبش ذره‌ها بیشتر می‌گردد.

۳ سه لیوان با محتویات زیر به همراه دماسنج در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید بررسی‌های زیر را انجام دهند.



آ) دمای آب را در سه ظرف اندازه‌گیری و یادداشت کنید و آنها را با هم مقایسه کنید؟  
 ب) میانگین تندی مولکول‌های آب را در سه ظرف با هم مقایسه کنید؟ چه رابطه‌ای دما با تندی دارد؟  
 پ) انرژی گرمایی آب در سه ظرف را با دلیل با هم مقایسه کنید.  
 دانش‌آموزان باید در پایان این فعالیت به نتایج زیر برسند.

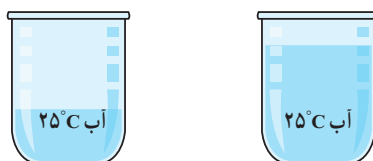
- میانگین تندی ذره‌های سازنده ماده با دما رابطه مستقیم دارد.
- میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده ماده با دما رابطه مستقیم دارد.
- انرژی گرمایی یک نمونه ماده هم به دما و هم به جرم ماده بستگی دارد.

۴ به هر گروه یک تخم‌مرغ بدهید از آنها بخواهید آن را در ظرف فلزی محتوی آب  $25^{\circ}\text{C}$  قرار دهند چند دقیقه صبر کنند آیا تخم‌مرغ در این شرایط می‌پزد.

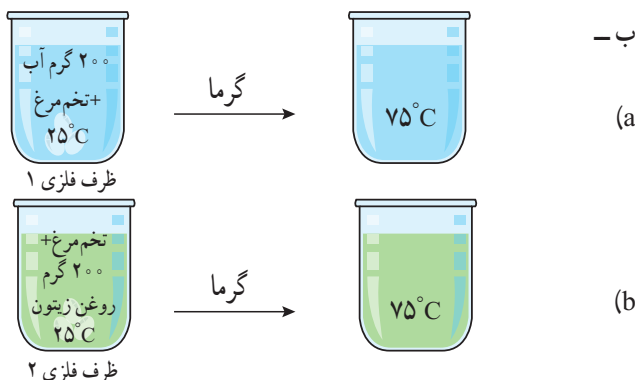
■ ظرف را روی شعله اجاق گاز قرار داده به آن گرما بدهند و هم‌زمان دمای آب را یادداشت کنند این کار را تا دمای آب  $80^{\circ}\text{C}$  ادامه دهند.  
 ■ با گرما دادن چه اتفاقی برای آب و تخم‌مرغ می‌افتد.

۵ سؤال‌های زیر را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید پس از تبادل نظر در گروه به آنها پاسخ دهند.

آ- با توجه به مقدار آب ظروف زیر



برای رساندن آب به دمای  $80^{\circ}\text{C}$  آیا گرمای یکسانی لازم است؟ چرا؟



آیا این دو ظرف گرمای دریافت کرده‌اند؟ چرا؟

تجربه نشان می‌دهد تخم مرغ در ظرف محتوی آب می‌پزد اما تخم مرغ درون ظرف محتوی روغن زیتون خیر؟ علت چیست؟

پ) گرمای لازم برای تبدیل  $200^{\circ}\text{C}$  گرم روغن زیتون  $25^{\circ}\text{C}$  به  $75^{\circ}\text{C}$  برابر  $19700\text{J}$  و برای  $200^{\circ}\text{C}$  گرم آب  $25^{\circ}\text{C}$  به  $75^{\circ}\text{C}$  برابر  $41800\text{J}$  است.

(a) گرمای لازم برای تبدیل یک گرم آب  $25^{\circ}\text{C}$  به  $75^{\circ}\text{C}$  را حساب کنید.

(b) گرمای لازم برای تبدیل یک گرم آب  $25^{\circ}\text{C}$  به  $26^{\circ}\text{C}$  را حساب کنید.

مقادیر به دست آمده در a و b را با هم مقایسه و نتیجه‌گیری کنید آنها را به نتیجه زیر هدایت کنید.

گرمای لازم برای افزایش دمای هر ماده به اندازه یک درجه سلسیوس را ظرفیت گرمایی می‌نامند.

(c) گرمای لازم برای تبدیل یک گرم آب  $25^{\circ}\text{C}$  به  $26^{\circ}\text{C}$  را حساب کنید.

آنها را به نتیجه صفحه بعد هدایت کنید.

گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم از یک ماده به اندازه  $1^{\circ}\text{C}$  را گرمای ویژه یا ظرفیت گرمایی ویژه می‌نامند.

۶ از گروه‌ها بخواهید با توجه به جدول (۱) صفحه ۵۸ کتاب درسی به موارد زیر پاسخ دهند.

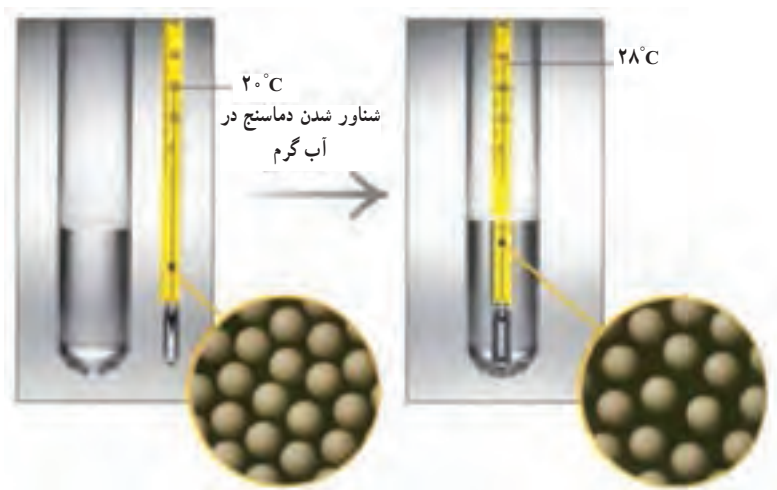
- علت تفاوت ظرفیت گرمایی و ظرفیت گرمایی ویژه آب چیست؟
- با توجه به ظرفیت گرمایی ویژه، چگونه پختن تخم مرغ در روغن زیتون در شرایط داده شده چیست؟
- تفاوت ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه چیست؟

## بر دانش خود بیفزایید

### دما و دماسنجی

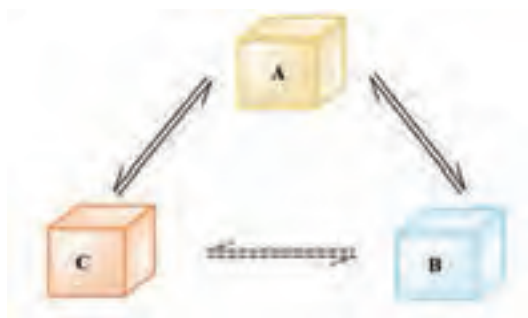
اگر سامانه‌ای با یک مرز رسانای گرما (دیاترمیک)، از محیط پیرامون خود جدا شده باشد، هنگام برقراری تعادل گرمایی میان سامانه و محیط، می‌توان گفت که سامانه و محیط هم‌دما شده‌اند. پس دما می‌تواند کمیتی باشد که نشان می‌دهد، دو ماده در دو سوی یک دیوارهٔ دیاترمیک (مانند سامانه در تماس با محیط)، در تعادل گرمایی‌اند یا نه؟ بدیهی است اگر در تعادل گرمایی نباشند، دما کمیتی است که جهت جریان انرژی به شکل 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 ( $T_A > T_B$ ).

از سوی دیگر دما را می‌توان کمیتی دانست که میزانی از میانگین شدت جنبش‌های گرمایی ذره‌های سازندهٔ ماده را بیان می‌کند. هرچه دمای سامانه بالاتر باشد، جنبش‌های گرمایی آن شدیدتر است. برای نمونه میانگین جنبش‌های گرمایی (انتقالی، چرخشی و ارتعاشی) اتم‌های جیوه در  $28^{\circ}\text{C}$ ، شدیدتر از این جنبش‌ها در دمای  $2^{\circ}\text{C}$  است (شکل ۵).



شکل ۵- اثر دما بر جنبش‌های مولکولی

اینک تصور کنید دو سامانه A و B از طریق یک دیوارهٔ دیاترمیک در تعادل گرمایی اند و سامانه A با سامانه C نیز در تعادل گرمایی باشد، پس سامانه B نیز با سامانه C در تعادل گرمایی خواهد بود. به دیگر سخن دمای سامانه‌های B و C نیز یکسان است. (شکل ۶).



شکل ۶- نمایش قانون صفرم ترمودینامیک

این تعمیم از مشاهدات تجربی، قانون صفرم ترمودینامیک<sup>۱</sup> نام دارد. نام صفرم پس از آنکه قانون‌های اول، دوم و سوم ترمودینامیک ارائه شده بود، مشخص گردید، زیرا برای گسترش ترمودینامیک به قانون صفرم نیاز بود و از سوی دیگر قانون صفرم به لحاظ منطقی مقدم بر سه قانون دیگر است.

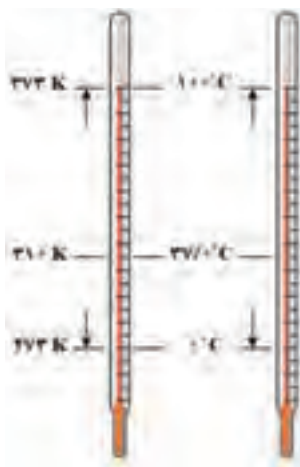
قانون صفرم پایه‌ای برای مفهوم دما و ساخت دماسنج‌هاست. برای نمونه اگر یک دماسنج جیوه‌ای درون یک لیوان آب خالص قرار گیرد و پس از تعادل گرمایی و هم‌دما شدن، دماسنج دمای  $25^{\circ}\text{C}$  را نشان دهد، می‌توان گفت دمای  $25^{\circ}\text{C}$  نشان‌دهندهٔ دمای جیوه، دیوارهٔ شیشه‌ای دماسنج و آب درون لیوان است؛ زیرا دیوارهٔ شیشه‌ای دماسنج (A) از یک سو در تعادل گرمایی با جیوه (B) است و از سوی دیگر در تعادل گرمایی با آب درون لیوان (C) است، پس جیوه درون دماسنج (B) با آب درون لیوان (C) در تعادل گرمایی بوده و این سه هم‌دما هستند.

پس از آشنایی با دما، دانستن مقیاس دما و عملکرد دماسنج‌ها<sup>۲</sup> اهمیت شایانی دارد. رایج‌ترین مقیاس‌های اندازه‌گیری دما، درجهٔ سلسیوس و کلون هستند. مقیاس سلسیوس یک مقیاس صد قسمتی (از صفر تا صد) است (شکل ۷).

۱- The zeroth law of thermodynamics

۲- Thermometer

( $\theta$ ) دما بر حسب سلسیوس +  $273/15^\circ$  ( $T$ ) دما بر حسب کلون



شکل ۷- مقیاس دمای سلسیوس و کلون

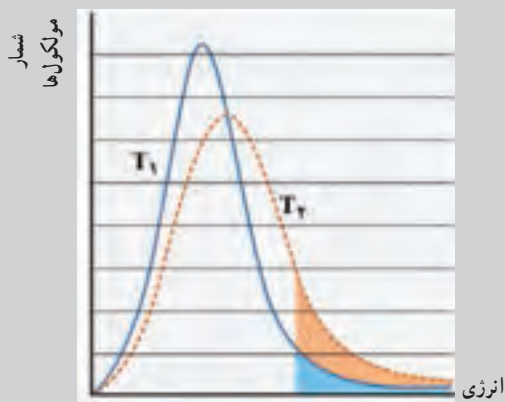
در مقیاس صد قسمتی سلسیوس، نقطه صفر نشان دهنده دمای تعادلی آب و یخ در فشار یک اتمسفر (دمای ذوب نرمال یخ معروف به نقطه یخ) و نقطه صد، نشان دهنده دمای تعادلی بخار و آب در فشار یک اتمسفر (دمای جوش نرمال آب معروف به نقطه بخار) است. نکته جالب توجه اینکه ارزش دمایی یک درجه سلسیوس برابر با یک کلون است. برای نمونه اگر دمای سامانه ای  $5^\circ\text{C}$  افزایش یابد، همانند این است که دمای سامانه  $5\text{K}$  افزایش یافته است.

ابزار اندازه گیری دما، دماسنج است که دو نوع متداول آن دماسنج های جیوه ای و الکلی هستند. در این دماسنج ها حجم مایع با دما به طور منظم تغییر می کند (دما تابع خطی از حجم مایع است). بدیهی است آب، مایع مناسبی برای دماسنج ها نیست، زیرا حجم آب از  $0^\circ\text{C}$  تا  $4^\circ\text{C}$  غیر عادی تغییر می کند. با اینکه این دماسنج ها بر پایه مقیاس صد قسمتی تنظیم شده اند؛ اما برای اندازه گیری دماهای کمتر از صفر درجه و بیشتر از صد درجه سلسیوس نیز به کار می روند (دماهای کمتر از  $0^\circ\text{C}$  با علامت منفی گزارش می شوند). جالب است بدانید دماسنج استاندارد که همه دماسنج ها با آن تنظیم (کالیبره) می شوند، براساس فشار گاز در حجم ثابت کار می کند و معروف به دماسنج گازی است. در این فشارسنج ها، گاز  $T \propto P$  بوده و هر جسمی که در تماس گرمایی با دماسنج باشد می توان از فشارسنج دستگاه،  $P$  گاز را خوانده و از رابطه صفحه بعد،  $T$  را به دست آورد.

$$T = T_p \left( \frac{p}{p_p} \right)$$

$T_p$  و  $P_p$  به ترتیب دما و فشار نقطه سه گانه آب بوده که به ترتیب برابر با  $۲۷۳/۱۶\text{K}$  و  $۶۱۱\text{Pa}(\text{Nm}^{-2})$  هستند.

مطابق نمودار انرژی همه ذره ها یکسان نیست. برخی از مولکول ها پر انرژی تر از بقیه و برخی از بقیه کم انرژی ترند، در حالی که تعداد زیادی از مولکول ها، دارای میانگین انرژی هستند. افزایش دما، تعداد مولکول های پر انرژی تر را افزایش می دهد<sup>۱</sup>.



نمودار ۱- توزیع انرژی جنبشی میان ذره های یک مایع ( $T_1 < T_2$ )

۱- هنگامی که سامانه ای مانند یک لیوان محتوی  $۲۰۰\text{g}$  آب را گرم می کنیم، چون موقعیت مولکول ها و برهم کنش میان آنها در همه سامانه یکسان نیست، توزیع انرژی گرمایی میان آنها یکسان رخ نمی دهد (برخی مولکول ها نزدیک به سطح، برخی در عمق و برخی در کنار دیواره یا میان سامانه وجود دارند) از این رو میانگین انرژی همه آنها اندازه گیری می شود (نمودار ۱).

# جاری شدن انرژی گرمایی

از صفحه ۵۸ تا ۵۹

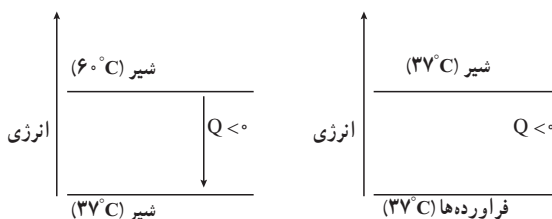
واحد  
یادگیری ۳

## هدف‌های آموزشی

- مفهوم جاری شدن انرژی در فرایندهای فیزیکی و شیمیایی در دمای ثابت و متغیر را درک کند.
- مهارت رسم نمودار تغییر انرژی برای یک فرایند را کسب و در خود تقویت کند.
- رابطه محتوای انرژی ماده و پایداری آن را درک کند.
- با یکی از کاربردهای جاری شدن انرژی در زندگی روزمره آشنا شود.
- مفهوم انرژی شیمیایی و رابطه آن با انرژی ذخیره و جنبشی پی ببرد.
- به رابطه ساختار ماده و انرژی ذخیره پی ببرد.

## روش تدریس پیشنهادی: مشارکتی، بارش فکری

- ۱ بر روی یک برگه نمودار زیر را منتقل و به تعداد گروه‌ها کپی گرفته و در اختیار آنها قرار دهید و از گروه‌ها بخواهید تبادلاً نظر منظورشان را درباره نمودارها بنویسند یا اینکه نمودارها را توصیف کنند.



- ۲ نوشته‌های گروه‌ها را به تابلوی کلاس منتقل کنید تا در معرض دید و قضاوت بقیه گروه‌ها قرار گیرد.
- ۳ با هدایت دیدگاه گروه‌ها درباره نمودارها، محتوا را در جهت اهداف درس جمع‌بندی نمایید انتظار می‌رود در این جمع‌بندی دانش‌آموزان به نتایج زیر برسند.
- نمودارها فرایند مصرف شیر و تغییرات فیزیکی و شیمیایی بر روی شیر پس از نوشیدن در بدن را نشان می‌دهند.

■ ابتدا در یک فرایند فیزیکی شیر  $6^{\circ}\text{C}$  با از دست دادن گرما با بدن هم دما می شود بنابراین تبدیل شیر  $6^{\circ}\text{C}$  به شیر  $37^{\circ}\text{C}$  در بدن فرایندی گرماده است.

$$\text{گرما} + \text{شیر } (37^{\circ}\text{C}) \rightarrow \text{شیر } (6^{\circ}\text{C})$$

سپس شیر وارد فرایند گوارش و سوخت و ساز بدن می گردد فرایندهایی که با انجام واکنش های شیمیایی گوناگونی همراه است. که نتیجه آن تولید انرژی و فراورده هایی است که خود مواد اولیه برای سوخت و ساز یاخته ها محسوب می شود.

■ در هر دو نمودار دادوستد گرما بین سامانه و محیط صورت می گیرد که در نمودار اول ناشی از تغییر دما (تغییر فیزیک) و در نمودار دوم ناشی از تبدیل شیر به فراورده های جدید است (تغییر شیمیایی)

۴ از گروه ها بخواهید درباره ساختار و فرایندها در یخچال صحرایی گفت و گو و برای جلسات بعد نمونه ای از آن را بسازند و به کلاس بیاورند، طرز ساخت و کار آن را توضیح و مورد امتحان و آزمایش قرار دهند.

## بر دانش خود بیفزایید

### انرژی هر نمونه ماده به مقدار آن بستگی دارد

سامانه ای محتوی مقدار معینی ماده با دمای  $T_1$  در نظر بگیرید، هنگامی که به این سامانه گرما داده می شود، دمای آن به  $T_2$  می رسد. اگر در این فرایند گرم کردن از  $T_1$  تا  $T_2$ ، ماده دچار تغییر حالت فیزیکی نشود، می توان نوشت:

$$C = \frac{Q}{\Delta T}, \quad \Delta T = T_2 - T_1$$

$C$ ، ظرفیت گرمایی<sup>۱</sup> سامانه را نشان می دهد که برابر با نسبت گرمای داد و ستد شده به تغییر دمای سامانه است، به همین دلیل یکای  $\text{JK}^{-1}$  دارد.

اگر  $\Delta T = 1\text{K}$  باشد،  $C = Q$  خواهد بود، با این توصیف ظرفیت گرمایی را می توان گرمای لازم برای افزایش دما به اندازه  $1\text{K}$  دانست.

از آنجا که گرمای داد و ستد شده میان سامانه و محیط پیرامون را می توان در حجم ثابت یا در فشار ثابت اندازه گیری کرد، ظرفیت هایی که به دو شکل بیان می شوند:

$$C_P = \frac{Q_P}{\Delta T} \quad \text{و} \quad C_V = \frac{Q_V}{\Delta T}$$



ظرفیت گرمایی در حجم ثابت ( $C_V$ ) همانند ظرفیت گرمایی در فشار ثابت ( $C_P$ ) به نوع، مقدار، حالت فیزیکی ماده و دما وابسته اند. از آنجا که بیشتر فرایندها در فشار ثابت (هوا) انجام می‌شوند،  $C_P$  کاربردهای گسترده‌تری از  $C_V$  دارد. هنگامی که جرم نمونه ماده یک گرم باشد، ظرفیت گرمایی آن با نام گرمای ویژه<sup>۱</sup> خوانده شده و با نماد  $c_p$  و  $c_v$  نشان داده می‌شود. بدیهی است که برای یک مول از نمونه ماده، ظرفیت گرمایی مولی<sup>۲</sup> به کار می‌رود ( $C_{V,m}$  و  $C_{P,m}$ ).

با توصیف گرمای ویژه و ظرفیت گرمایی مولی ماده می‌توان پی برد که به ترتیب با یکای  $Jg^{-1}K^{-1}$  و  $Jmol^{-1}K^{-1}$  بیان می‌شوند. رابطه ظرفیت‌های گرمایی ماده را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$C_P = mc_p = nC_{P,m}$$

در این رابطه  $n$ ، شمار مول‌های ماده و  $m$ ، جرم ماده را برحسب گرم نشان می‌دهد. جدول ۱، این کمیت‌ها را برای برخی فازها نشان می‌دهد.

جدول ۱— گرمای ویژه و ظرفیت گرمایی مولی برخی فلزها در  $25^\circ C$  و  $1\text{ atm}$

فلز	$c(Jg^{-1}K^{-1})$	جرم مولی ( $gmol^{-1}$ )	$C_m(Jmol^{-1}K^{-1})$
روی	$0/388$	$65/40$	$25/37$
مس	$0/385$	$63/55$	$24/46$
آهن	$0/451$	$55/85$	$25/19$
قلع	$0/214$	$118/70$	$25/40$
سرب	$0/123$	$207/20$	$25/48$
طلا	$0/125$	$197/00$	$24/63$

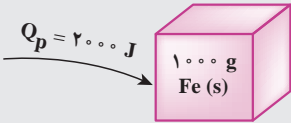
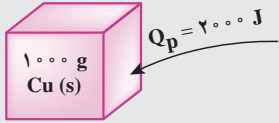
نکته جالبی که در این جدول به چشم می‌خورد این است که ظرفیت گرمایی مولی (که حاصل ضرب جرم مولی در گرمای ویژه) فلزها حدود یکدیگر و نزدیک به  $25Jmol^{-1}K^{-1}$  است. در گذشته از ویژگی با نام قانون دولن—پتی یاد می‌شد و برای محاسبه جرم مولی تقریبی فلزها به کار می‌رفت.

برای درک مفهوم  $c_p$  و  $C_p$  به مثال زیر توجه کنید. دو سامانه جداگانه در نظر بگیرید که هر یک دارای  $1\text{ kg}$  فلز است. اگر سامانه  $A$ ، حاوی فلز مس و سامانه  $B$  حاوی فلز آهن باشد، هنگامی که  $2\text{ kJ}$  گرما در

۱— Specific Heat

۲— Molar Heat Capacity

فشار ثابت به آنها داده شود، تغییر دمای آنها متفاوت خواهد بود، زیرا :

سامانه B	سامانه A
$Q = 200 \text{ J}$ $1000 \text{ g}$ $\text{Fe(s)}$	$Q = 200 \text{ J}$ $1000 \text{ g}$ $\text{Cu(s)}$
	
$C_p = m \cdot c_p = 1000 \times 0.451 = 451 \text{ J/K}$	$C_p = m \cdot c_p = 1000 \times 0.385 = 385 \text{ J/K}$
$\Delta T = \frac{Q_p}{C_p} = \frac{2000}{451} = 4.43 \text{ K}$	$\Delta T = \frac{Q_p}{C_p} = \frac{2000}{385} = 5.19 \text{ K}$

این محاسبه نشان می‌دهد هنگامی که به جرم‌های برابر از دو ماده متفاوت در فشار ثابت، گرمای یکسانی داده می‌شود، آنکه گرمای ویژه بیشتری دارد، تغییر دمای کمتری خواهد داشت؛ به‌دیگر سخن هنگامی که گرمای یکسانی به دو ماده گوناگون با جرم برابر داده می‌شود، آنکه ظرفیت گرمایی بیشتری دارد، تغییر دمای کمتری خواهد داشت. این بیان نشان می‌دهد که هرچه ظرفیت گرمایی یک ماده بیشتر باشد، در شرایط یکسان، آن ماده ظرفیت بیشتری برای گرفتن یا از دست دادن گرما برای تغییر دمای معینی ( $\Delta T$ ) دارد. ظرفیت گرمایی برای هر سامانه منحصر به فرد است و به مقدار، نوع و حالت فیزیکی ماده (در واقع شیوه‌های حرکتی انتقال، چرخش و ارتعاش ذره‌ها) و دما بستگی دارد.

### $C_{p,m}$ برای هیدروژن و آب فراتر از انتظار

در میان مواد شیمیایی خالص، گاز هیدروژن ( $\text{H}_2$ ) بالاترین گرمای ویژه را دارد زیرا دارای کمترین جرم مولی بوده و یک گرم از آن حاوی شمار مول‌ها و مولکول‌های بیشتری است. برای نمونه اگر هدف رساندن دمای  $1 \text{ g}$  گاز هیدروژن از  $25^\circ\text{C}$  به  $35^\circ\text{C}$  باشد، باید  $1441 \text{ J}$  انرژی مصرف کرد این درحالی است که این مقدار انرژی دمای  $1 \text{ g}$  آهن را حدود  $32^\circ\text{C}$  افزایش خواهد داد زیرا :

$$Q_p = mc_p \Delta\theta \rightarrow 1441\text{J} = 10\text{g} \times 0.45\text{Jg}^{-1}\text{C}^{-1} \times \Delta\theta$$

$$\Delta\theta = 320/2^\circ\text{C}$$

همچنین آب دارای گرمای ویژه و آنتالپی تبخیر غیرعادی و بالاست. دلیل این رفتار را می‌توان به پیوندهای هیدروژنی قوی میان مولکول‌ها نسبت داد. برای درک بالا بودن گرمای ویژه آب به شکل ۸ توجه کنید.



شکل ۸- بالا بودن گرمای ویژه آب

مطابق شکل ۸، با گرمایی به اندازه ۳۳۳J می‌توان دمای یک گرم آهن را از  $0^\circ\text{C}$  تا  $738^\circ\text{C}$  افزایش داد، درحالی‌که این مقدار گرما فقط می‌تواند یک گرم یخ  $0^\circ\text{C}$  را به آب  $0^\circ\text{C}$  تبدیل کند.

همچنین آنتالپی تبخیر یک مول آب در دمای اتاق، برابر با  $44/1\text{kJ}$  است به دیگر سخن برای تبدیل یک مول ( $18\text{g}$ ) آب در دمای اتاق به یک مول بخار با دمای  $100^\circ\text{C}$ ، باید  $44100\text{J}$  انرژی مصرف شود، این مقدار انرژی می‌تواند دمای یک مول ( $56\text{g}$ ) آهن را حدود  $175^\circ\text{C}$  افزایش دهد زیرا:

$$Q_p = mc_p \Delta\theta \rightarrow 44100\text{J} = 56\text{g} \times (0.45\text{Jg}^{-1}\text{C}^{-1}) \times \Delta\theta$$

$$\Delta\theta = 175^\circ\text{C}$$

با این توصیف می‌توان درک کرد که چرا تبخیر سطحی آب از سطح بیرونی کوزه، باعث خنک شدن سامانه می‌شود. همچنین یخچال صحرایی که بر اساس تبخیر آب کار می‌کند چرا توانایی نگهداری مواد غذایی را به مدت طولانی‌تری دارد.

در این دو نمونه که حل و محاسبه شد، دریافتید گرم کردن سبب افزایش دمای گاز هیدروژن اما سبب افزایش دمای آب و تغییر حالت فیزیکی آن شد. به نظر شما میزان انرژی دادوستد میان سامانه شیمیایی با محیط پیرامون در مقایسه با انرژی این فرایندها چگونه است؟

## گرما در واکنش‌های شیمیایی (گرماشیمی)

از صفحه ۶۰ تا ۶۳

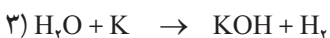
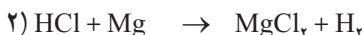
واحد  
یادگیری ۴

### هدف‌های آموزشی

- با نمودار آنتالپی آشنا شود.
- با نمودارهای تغییر آنتالپی واکنش‌ها آشنا شود.
- مفهوم واکنش‌های گرماده و گرماگیر را درک کند.
- با عوامل مؤثر بر مقدار آنتالپی آشنا شود.

### روش تدریس پیشنهادی: مشارکتی

۱ واکنش‌های زیر را از پیش در آزمایشگاه انجام و فیلم بگیرید :



از گروه‌ها بخواهید بعد از دیدن فیلم به سؤال‌های زیر پاسخ دهند :

الف) در هر واکنش چه اتفاقی می‌افتد؟

ب) ویژگی مشترک همه این واکنش‌ها چیست؟

۲ پاسخ هر گروه درباره سؤالات را به تابلو منتقل و پس از تبادل نظر دانش‌آموز را به این جمع‌بندی برسانید که ویژگی مشترک همه واکنش‌ها داد و ستد گرما بین سامانه (واکنش) و محیط پیرامون آن است. به همین دلیل یک واکنش می‌تواند گرماگیر یا گرماده باشد. سپس گرماشیمی (ترموشیمی) را به عنوان یکی از شاخه‌های علم شیمی معرفی کنید.

۳ از گروه‌ها بخواهید فهرستی از فرایندهای گرماگیر و گرماده در زندگی روزانه فهرست و ارائه دهند.

۴ نمودار اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن را در اختیار گروه‌ها قرار دهید، از آنها بخواهید این نمودار را تحلیل و نتیجه‌گیری کنند. یادآور شوید این یک نمونه از هزاران واکنش شیمیایی است که در بدن رخ می‌دهد.

۵ حال واکنش  $\text{H}-\text{H} + \text{Cl}-\text{Cl} \rightarrow ۲\text{H}-\text{Cl}$  را در اختیار گروه‌ها قرار دهید از آنها بخواهید پس

از تبادل نظر در گروه تحلیل کنند چگونه  $H_2$  و  $Cl_2$  به  $HCl$  تبدیل می‌شوند در این تبدیل چه اتفاق‌هایی رخ می‌دهد کدام گرماگیر و کدام گرماده‌اند در نهایت انرژی بیشتری آزاد شده یا مصرف شده است به عبارتی نتیجه عمل یک واکنش گرماگیر یا گرماده؟ نمودار انرژی آن چگونه رسم می‌شود. نتایج گروه‌ها را به تابلو کلاس منتقل و جمع‌بندی کنید.

## بر دانش خود بیفزایید

تغییر انرژی سامانه شیمیایی از کجا سرچشمه می‌گیرد؟

یک سیلندر مجهز به پیستون روان را در نظر بگیرید که حاوی یک مول گاز متان ( $16\text{ g}$ ) و دو مول گاز اکسیژن ( $64\text{ g}$ ) با دمای  $12^\circ\text{C}$  است. در چنین سامانه‌ای از یک سو هر یک از مولکول‌ها به دلیل جنبش‌های نامنظم (گرمایی)، انرژی جنبشی (گرمایی) دارند ( $E_k$ ) از سوی دیگر به دلیل وجود پیوندهای اشتراکی در ساختار خود و نیز برهم‌کنش میان مولکول‌ها انرژی پتانسیل (شیمیایی) وجود دارد ( $E_p$ ). اینک انرژی دورنی ( $E$ ) چنین سامانه‌ای را می‌توان برابر با مجموع آنها در نظر گرفت:

$$E = E_k + E_p$$

با اینکه تعریف انرژی دورنی سامانه ساده و روشن به نظر می‌رسد اما تعیین مقدار دقیق و مطلق آن ممکن نیست؛ زیرا از همه برهم‌کنش‌ها و انرژی وابسته به آنها، یافته‌های دقیقی در دست نیست. جالب است بدانید کمیتی که با دقت بالا می‌توان اندازه‌گیری کرد، تغییر انرژی دورنی ( $\Delta E$ ) سامانه در یک فرایند است. با ایجاد جرقه در چنین سامانه‌ای پس از انجام یک واکنش سریع و شدید، دمای سامانه افزایش یافته و درون سامانه یک مول گاز کربن‌دی‌اکسید ( $44\text{ g}$ ) و دو مول بخار آب ( $36\text{ g}$ ) وجود خواهد داشت. اگر گرمای آزاد شده در این واکنش ( $80^\circ\text{KJ}$ ) منبعی ذخیره شود به‌طوری که دمای سامانه دوباره به  $12^\circ\text{C}$  برسد، یک واکنش هم‌دما انجام شده است (شکل ۹).



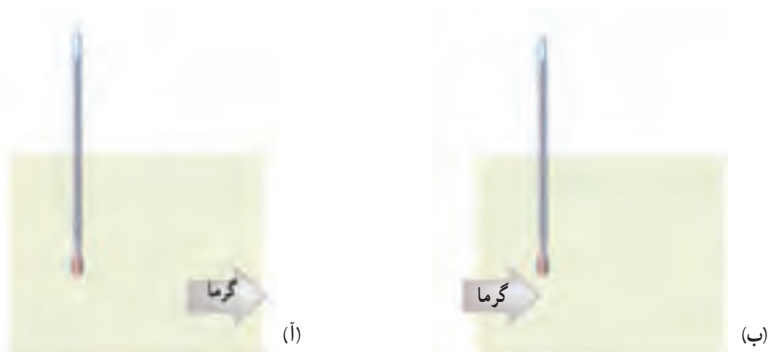
اگر انرژی درونی سامانه در آغاز برابر با  $E$  (آغازی) و در پایان واکنش،  $E$  (پایانی) باشد، تغییر انرژی درونی سامانه در این واکنش برابر است با:

$$\Delta E = E - E(\text{آغازی}) = E(\text{پایانی}) - E(\text{آغازی})$$

یافته‌های تجربی نشان می‌دهند که برای این سامانه شیمیایی،  $\Delta E \approx -80 \text{ kJ}$  است که تنها به دلیل دادوستد گرما با محیط پیرامون است ( $\Delta E = Q$ ). در واقع در این سامانه، انرژی به شکل کار میان سامانه و محیط پیرامون دادوستد نشده و حجم سامانه در آغاز و پایان ثابت مانده است. گویی این واکنش در دما، حجم و فشار ثابت انجام می‌شود، سه دلیل زیر این شرایط ثابت در این واکنش را توجیه می‌کند.

۱ سامانه تحت فشار ثابت هوا قرار دارد ( $p \approx 1 \text{ atm}$ ).

۲ دمای سامانه در آغاز و پایان واکنش برابر است (شکل ۱).



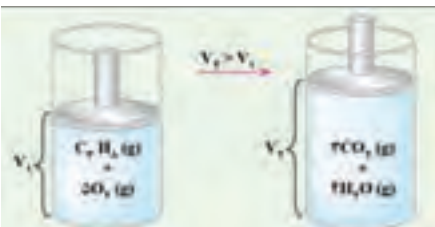
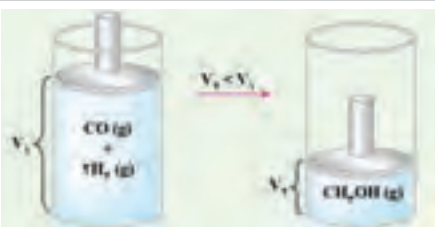
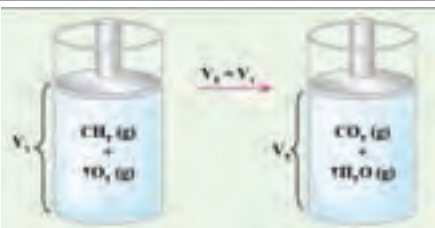
شکل ۱- دمای ثابت نشان می‌دهد که با انجام فرایند میان سامانه و محیط گرما دادوستد می‌شود تا سرانجام سامانه و محیط هم‌دما شوند.  
(A) فرایند گرماگیر (B) فرایند گرماده

۳ حجم سامانه به دلیل برابر بودن شمار مول‌های گازی مواد واکنش‌دهنده با مواد فراورده، ثابت مانده است.

اگر سامانه‌ای مانند سیلندر مجهز به پیستون روان در فشار ثابت (هوا) دچار تغییر حجم شود، کار ناشی از تغییر حجم سامانه که با محیط دادوستد می‌شود برابر است با  $W = -p \Delta V$ ، علامت منفی در این رابطه نشان می‌دهد که روند تغییر  $\Delta V$  و  $W$  ناهم‌سوست. به‌طوری‌که اگر  $\Delta V > 0$  باشد یعنی با انجام فرایند، حجم سامانه افزایش یابد،  $W < 0$  خواهد بود. در واقع سامانه روی محیط کار انجام داده است.

نکته شایان توجه این است که اغلب واکنش‌های شیمیایی با تغییر مول‌های گازی مواد همراه‌اند. در واقع برای آنها  $\Delta V \neq 0$  بوده و افزون بر گرما، با محیط پیرامون کار تغییر حجم نیز دادوستد می‌کنند. جدول ۲، دو نمونه سامانه حاوی واکنش‌هایی از این دست را در دما و فشار ثابت در مقایسه با سامانه حاوی واکنش سوختن متان نشان می‌دهد.

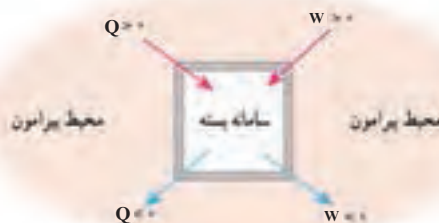
جدول ۲- انجام واکنش در سامانه بسته با دما و فشار ثابت

سامانه انجام واکنش	$\Delta n \text{ (mol)}$	$\Delta V$	$W$
	$\Delta n = 7 - 6 = 1$ $\Delta n > 0$	$> 0$	$< 0$
	$\Delta n = 1 - 3 = -2$ $\Delta n < 0$	$< 0$	$> 0$
	$\Delta n = 3 - 3 = 0$ $\Delta n = 0$	$= 0$	$= 0$

بدیهی است که در این سامانه ها  $\Delta E = Q$  نیست و می توان رابطه زیر را برای محاسبه  $\Delta E$  آنها به کار برد :

$$\Delta E = Q + W$$

این رابطه قانون اول ترمودینامیک<sup>۱</sup> را در سامانه بسته نشان می دهد. به طوری که تغییر انرژی درونی یک سامانه بسته در فرایند معین، هم ارز با جمع جبری کار و گرمای دادوستد شده میان سامانه و محیط پیرامون است. اما هنگام استفاده از این رابطه باید به علامت جبری  $Q$  و  $W$  توجه کرد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- علامت  $Q$  و  $W$  هنگام انجام فرایند در سامانه

# آنتالپی و اکس (محتوای انرژی)، آنتالپی پیوند

از صفحه ۶۳ تا ۶۷

واحد  
یادگیری ۵

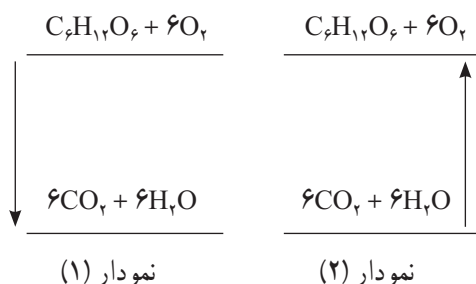
## هدف‌های آموزشی

- با آنتالپی پیوند به عنوان یکی از انواع آنتالپی و اکس آشنا شود.
- به رابطه آنتالپی پیوند و آنتالپی تشکیل پیوند پی ببرد.

## روش تدریس پیشنهادی: مشارکتی، بارش فکری

پیشنهاد می‌شود به روش زیر عمل شود.

۱ نمودار زیر را با هم در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید هر نمودار را توصیف و تفاوت آنها را بیان کنند.



آنها را هدایت کنید پس از تبادل نظر در گروه خود به سؤال‌های زیر پاسخ دهند.

آ) انرژی مواد اولیه (واکنش دهنده) از چه چیزی ناشی می‌شود؟

ب) انرژی مواد فراورده از چه چیزی ناشی می‌شود؟

پ) تفاوت انرژی این دو سطح مربوط به چیست؟

ت) علت تفاوت جهت انرژی در این دو نمودار چیست؟

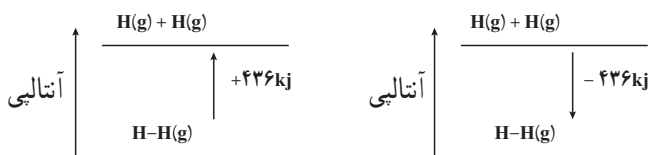
ث) تشابه و تفاوت واژه آنتالپی با انرژی در چیست؟

۲ نتایج گروه‌ها را به تابلو کلاس منتقل و پس از بررسی توسط گروه‌ها و تبادل نظر جمع‌بندی نمایید.

۳ نمودارهای صفحه بعد را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید هر نمودار را توصیف کنند

و تفاوت آنها را با یکدیگر و نمودارهای مرحله (۱) بیان کنند.





آنها را هدایت کنید که به موارد زیر بپردازند :

■ این نمودارها مربوط به شکستن و تشکیل پیوند هستند.

■ بر حسب آنتالپی اند.

■ نتایج‌های گروه‌ها را به تابلو کلاس منتقل و پس از تبادل نظر جمع‌بندی کنید در این جمع‌بندی به

موارد زیر بپردازید :

■ مفهوم آنتالپی پیوند و جدول مربوط به آن

■ مفهوم میانگین آنتالپی برای مولکول‌های چنداتمی

## بر دانش خود بیفزایید

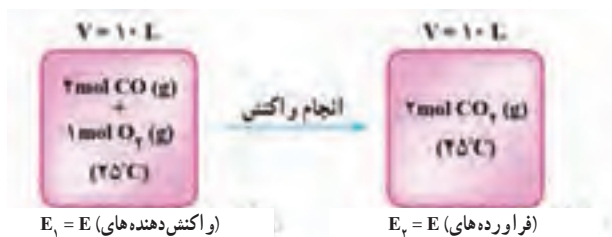
انجام یک واکنش از دو راه گوناگون اما با  $\Delta E$  یکسان

سامانه‌ای را در نظر بگیرید که در آن واکنش :  $2\text{CO(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{CO}_2\text{(g)}$  انجام می‌شود. برای

انجام این واکنش دو راه گوناگون را انتخاب در پیش است :

۱- انجام واکنش در دما و حجم ثابت : واکنش در یک سامانه بسته با دیواره‌های دیاترمیک انجام

می‌شود. سامانه دیواره‌های بسیار محکمی با حجم ثابت  $10\text{ L}$  دارد و دمای آغازی با پایانی برابر است  $(25^\circ\text{C})$ .



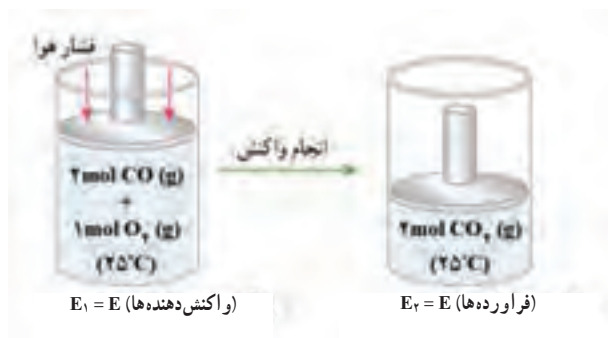
با انجام واکنش در این سامانه، حجم ثابت می‌ماند ( $\Delta V = 0$ ) در نتیجه کار تغییر حجم میان سامانه و

محیط پیرامون دادوستد نمی‌شود ( $W = 0$ ) به همین دلیل تغییر انرژی درونی سامانه تنها به دلیل دادوستد

گرما با محیط پیرامون است ( $\Delta E = Q_V$ ).

در دمای ثابت انجام فرایند در یک سامانه با حجم ثابت دو حالت دارد. نخست اینکه دیواره‌های سامانه به اندازه‌ای محکم‌اند و ضریب انبساط گرمایی کمی دارند. دوم اینکه سامانه، سیلندر مجهز به پیستون روان است اما مول‌های گازی درون آن پیش و پس از انجام واکنش برابری دارند.

**۲- انجام واکنش در دما و فشار ثابت : واکنش در سیلندر مجهز به پیستون روان در فشار ثابت**  
 هوا انجام می‌شود.



افزون بر گرما، دادوستد کار تغییر حجم با محیط پیرامون نیز سبب تغییر انرژی درونی سامانه شده است، از این رو برای آن  $\Delta E = Q_p + W$  خواهد بود.

یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که  $\Delta E$  در این دو سامانه برای انجام واکنش یکسان در دمای ثابت، برابر است. به دیگر سخن  $Q_v = Q_p + W$  خواهد بود. از آنجا که اغلب واکنش‌های شیمیایی در فشار ثابت (به‌ویژه فشار ثابت هوا) انجام می‌شوند، اندازه‌گیری گرمای واکنش‌ها در فشار ثابت ( $Q_p$ ) اهمیت و کاربرد گسترده‌تری دارد. این ویژگی سبب شد، کمیت آنتالپی اهمیت پیدا کند.

**آنتالپی، کمیتی پر کاربردتر و از جنس انرژی**

دریافتید که اگر حجم سامانه‌ای با انجام یک واکنش شیمیایی درون آن ثابت بماند ( $\Delta V = 0$ )، کار تغییر حجم سامانه برابر با صفر خواهد بود ( $W = 0$ ). در این شرایط تغییر انرژی درونی ( $\Delta E$ ) سامانه با گرمای دادوستد شده میان سامانه و محیط ( $Q_v$ ) برابر است.

$$\Delta E = Q + W \xrightarrow{\Delta V=0} \Delta E = Q_v$$

از آنجا که اغلب واکنش‌های شیمیایی در فشار ثابت (به‌ویژه فشار ثابت هوا) انجام می‌شوند، می‌توان نوشت :

$$\Delta E = Q_p + W \rightarrow E_r - E_1 = Q_p - p\Delta V$$

$$Q_p = E_r - E_1 + p\Delta V = E_r - E_1 + pV_r - pV_1 = (E + pV)_r - (E + pV)_1$$

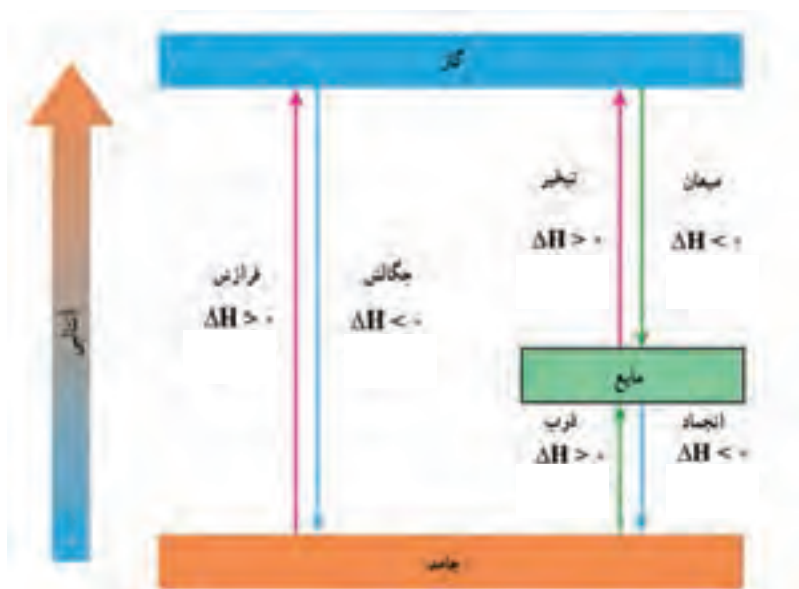
$$\xrightarrow{H=E+pV} Q_p = H_f - H_i = \Delta H$$

$H$ ، آنتالپی سامانه و  $\Delta H$ ، تغییر آنتالپی سامانه را در یک فرایند یا انجام یک واکنش شیمیایی نشان می‌دهد. رابطه  $\Delta H = Q_p$  تأیید می‌کند که تغییر آنتالپی سامانه در یک فرایند برابر با گرمای دادوستد شده میان سامانه و محیط پیرامون در فشار ثابت است.

به رابطه  $H = E + pV$  توجه کنید که در آن  $V$ ، حجم سامانه و  $p$ ، فشار ثابت وارد بر سامانه را نشان می‌دهد.  $pV$  کمیتی از جنس انرژی است و همواره علامت مثبت دارد. از این رو برای هر سامانه  $H > E$  خواهد بود. این در حالی است که مقایسه  $\Delta H$  با  $\Delta E$  یک فرایند به مقدار و علامت  $W$  وابسته است زیرا:

$$H - E = pV \rightarrow \Delta H - \Delta E = p\Delta V$$

در منابع علمی از  $H$ ، به عنوان محتوای انرژی یا محتوای گرمایی سامانه یاد می‌شود در حالی که  $\Delta H$ ، تغییر آنتالپی سامانه را در یک فرایند نشان می‌دهد. همچنین برخی  $\Delta H$  فرایند را آن بخش از انرژی پتانسیل (شیمیایی) سامانه می‌دانند که هنگام انجام فرایند در فشار ثابت، به شکل گرما آشکار می‌شود. اگر سامانه‌ای تنها محتوی یک نمونه ماده خالص باشد و در آن تنها تغییر حالت فیزیکی ماده رخ دهد می‌توان از نمودار ۲، بهره برد.



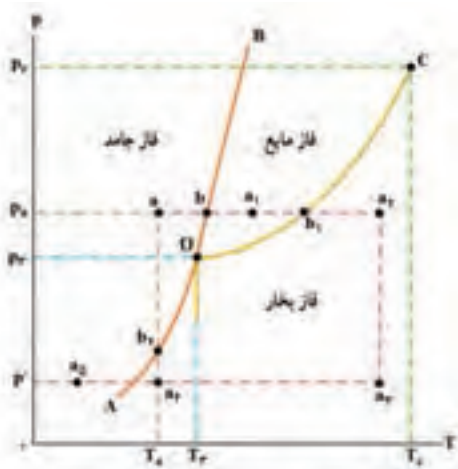
نمودار ۲- علامت  $\Delta H$  در تغییر حالت فیزیکی ماده خالص

## تغییر حالت ماده خالص (نمودار فاز)

هر ماده خالص بسته به دما ( $T$ ) و فشار ( $p$ ) محیط پیرامون خود می‌تواند به حالت جامد، مایع یا گاز باشد. برای نمونه در دمای اتاق ( $298K$ ) و فشار یک اتمسفر، آهن، آب و کربن دی‌اکسید خالص به ترتیب به حالت جامد، مایع و گازند.

این ویژگی نشان می‌دهد که برای هر ماده خالص با تغییر دما در فشار ثابت همچنین با تغییر فشار در دمای ثابت، تغییر حالت رخ می‌دهد. برای نمونه در فشار یک اتمسفر، با کاهش دما تا  $0^{\circ}C$  و کمتر از آن، آب به حالت جامد درمی‌آید، درحالی‌که با افزایش دما تا  $100^{\circ}C$  و بیشتر از آن در همین فشار، آب به بخار تبدیل می‌شود. همچنین در دمای اتاق، افزایش فشار تا  $6^{\circ}atm$ ، کربن دی‌اکسید را به حالت جامد درمی‌آورد (کپسول آتش‌نشانی).

برای درک روند تغییر دما در فشار ثابت همچنین تغییر فشار در دمای ثابت بر حالت ماده خالص، نمودار فشار - دما به نام نمودار فاز ماده خالص رسم می‌شود. هر نمودار فاز، نموداری از فشار - دما ( $p - T$ ) است که در هریک از این دما و فشارها، ماده خالص در پایدارترین فاز<sup>۱</sup> خود است (فاز، ساختاری از آن ماده است که حالت فیزیکی و ترکیب شیمیایی یکنواخت دارد). نمودار فاز بیشتر مواد خالص همانند نمودار ۳ است. مطابق این نمودار، در دماهای پایین و فشارهای بالا، فاز جامد پایدارتر است؛ درحالی‌که در دماهای بالا و فشارهای پایین، فاز گاز پایدارتر است.



نمودار ۳- الگوی نمودار فاز برای بیشتر مواد خالص

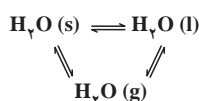
۱- برای هر ماده خالص، مفهوم حالت و فاز یکسان است و به همین دلیل تغییر حالت ماده خالص هم‌ارز با تبدیل فاز است.

در این نمودار سه خط، فازهای گوناگون مادهٔ خالص را از یکدیگر جدا می‌کنند. هریک از این خط‌ها را، مرز فاز می‌نامند. OA، OB و OC به ترتیب مرز فازهای جامد – گاز، مایع – مایع و گاز – گاز<sup>۱</sup> را نشان می‌دهند. بررسی چنین نمودارهای فازی، نکته‌های آموزشی مفیدی در بر دارد. برخی از این نکته‌ها بر پایهٔ نمودار ۲، در زیر آمده است.

**۱** هر نقطه روی نمودار، پایدارترین فاز مادهٔ خالص در آن دما و فشار است. در نمودار ۲، نقطه‌های  $a_1$  و  $a_2$  به ترتیب فازهای جامد، مایع و گاز را در آن دما و فشار نشان می‌دهند که پایدارترین فاز در آن دما و فشار هستند.

**۲** با افزایش دما در فشار ثابت (مانند  $p_a$ )، فاز جامد (a) نخست پس از ذوب به فاز مایع ( $a_1$ ) تبدیل می‌شود و با افزایش دما در همین فشار به فاز گاز ( $a_2$ ) تبدیل می‌شود؛ درحالی‌که در دمای ثابت (مانند  $T_a$ ) با کاهش فشار، فاز جامد (a) به فاز گاز ( $a_2$ ) تصعید (فرازش) می‌گردد.

**۳** هر نقطه روی مرز فاز، تعادل میان دو فاز را در آن دما و فشار نشان می‌دهد. برای نمونه، b نقطهٔ ذوب است که تعادل میان فازهای جامد و مایع در آن دما و فشار را نشان می‌دهد. اگر  $p_a = 1 \text{ atm}$  باشد، به آن نقطهٔ ذوب نرمال می‌گویند. در نقطهٔ ذوب هر مادهٔ خالص ( $\alpha$ )، تعادل  $\alpha(s) \rightleftharpoons \alpha(l)$  برقرار است؛ نقطهٔ O، نقطهٔ سه‌گانه نام دارد و برخوردگاه سه مرز فاز با مختصات  $p_T$  و  $T_T$  است. در  $p_T$  و  $T_T$  سه حالت جامد، مایع و گاز هر مادهٔ خالص در تعادل بوده و برای هر مادهٔ خالص منحصر به فرد است. برای نمونه نقطهٔ سه‌گانه برای آب خالص در مختصات  $0.01^\circ\text{C}$  و  $6 \times 10^{-3} \text{ atm}$  بوده (نمودار ۸) و هیچ دما و فشار دیگری به جز آن نمی‌توان یافت که در آن سه فاز یخ، آب و بخار در تعادل باشند.



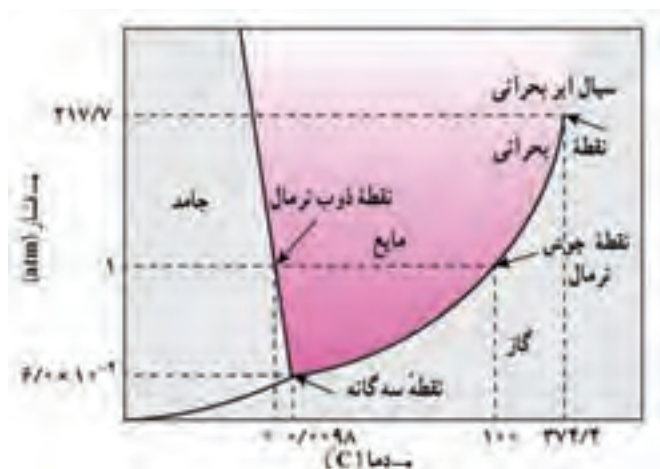
ویژگی بارز آب خالص در نقطهٔ سه‌گانه

**۴** اگر در فشار ثابت و بیشتر از  $p_T$  (مانند  $p_a$ )، دمای مادهٔ خالص (از a تا b) افزایش یابد، نخست ذوب سپس تبخیر (از b تا  $a_1$ ) رخ می‌دهد. در این شرایط  $\Delta H_{\text{تبخیر}} = \Delta H_{\text{ذوب}} + \Delta H_{\text{تصعید}}$  خواهد بود. درحالی‌که اگر در فشار ثابت و کمتر از  $p_T$  (مانند  $p'$ ) دمای مادهٔ خالص افزایش یابد (از  $a_2$  تا  $a_1$ )، تبدیل مستقیم جامد به گاز (فرازش) رخ می‌دهد.

۱ – برای هر مایع خالص در ظرف سر بسته، فشار بخار در حالت تعادل با مایع، فشار بخار نامیده می‌شود. به همین دلیل مرز فاز مایع – بخار در نمودار فاز، روند تغییر فشار بخار با دما را نیز نشان می‌دهد.

**۵** نقطه C، نقطه بحرانی نام دارد. اگر مایع خالصی در ظرف سر بسته و محکمی گرم شود، جوشیدن رخ نمی‌دهد؛ بلکه با افزایش دما، فشار بخار بیشتر شده، به گونه‌ای که پیوسته چگالی بخار افزایش و چگالی مایع کاهش می‌یابد تا اینکه مرز میان دو فاز ناپدید می‌شود. دمایی که در آن چنین پدیده‌ای رخ می‌دهد، دمای بحرانی ( $T_c$ ) و فشار بخار آن، فشار بحرانی ( $p_c$ ) نام دارد. در  $T_c$  و بالاتر از آن، فاز همگنی به نام سیال ابر بحرانی همه ظرف را پر می‌کند. این ویژگی نشان می‌دهد که هیچ ماده خالصی در بالاتر از  $T_c$  خود، نمی‌تواند به حالت مایع باشد. به همین دلیل دمای بحرانی را دمایی می‌دانند که در آن یا بالاتر از آن، هرچه گاز فشرده شود، مایع نخواهد شد.

**۶** نگاهی ژرف‌تر نشان می‌دهد که برای رسم نمودار فاز یک ماده خالص دست کم به پنج داده تجربی (پنج نقطه) نیاز است. این پنج داده تجربی همان نقطه جوش نرمال، نقطه ذوب نرمال، نقطه بحرانی، نقطه سه‌گانه و نقطه‌ای که فشار بخار جامد را در دماهای پایین نشان می‌دهد (مانند A)، می‌باشند. به همین دلیل گفته می‌شود: «هر نمودار فاز از داده‌های تجربی رسم می‌شود؛ سپس در بررسی‌های نظری به کار می‌رود». برای نمونه برخی ویژگی‌های غیرعادی آب از جمله افزایش حجم آن به هنگام انجماد سبب می‌شود که نمودار فاز آن متفاوت از اغلب مواد باشد (نمودار ۴).



نمودار ۴ — نمودار فاز آب خالص

## آلدهیدها و کتون‌ها

از صفحه ۶۸-۷۰

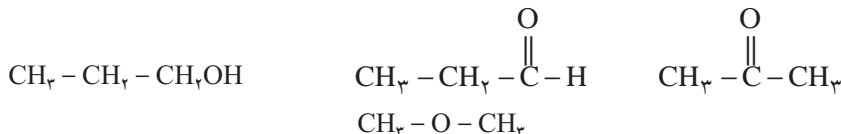
واحد  
یادگیری ۶

### هدف‌های آموزشی

- بدانند که اغلب ادویه‌ها دارای ترکیب‌های آلی هستند.
- با برخی گروه‌های عاملی اکسیژن‌دار آشنا شود.
- تفاوت گروه‌های عاملی آلدهید، کتون، الکل و اتر را بدانند.
- درک کند شیوه اتصال اتم‌ها موجب تغییر خواص و ویژگی‌های مواد می‌شود.
- مهارت شناخت گروه‌های عاملی الکل، اتر، آلدهید و کتون را کسب و در خود تقویت کند.
- با مفهوم ایزومری ساختاری آشنا شود.

### روشی تدریس پیشنهادی: حل مسئله

۱ ساختارهای زیر را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید تشابه و تفاوت این ساختارها را بیان کنند.



آنها را هدایت کنند دریابند این ساختارها در تعداد کربن برابر اما در نحوه اتصال اتم اکسیژن به کربن متفاوت‌اند.

۲ از آنها بخواهید دور محل اتصال اکسیژن به کربن‌ها خط بکشند. نمونه‌ای را برای آنها نمایش و هدایت نمایید تا این کار درست انجام شود.

۳ توضیح دهید آنچه آنها در مورد هر ساختار مشخص کرده‌اند گروه عاملی نامیده می‌شود. به توصیف گروه عاملی و تفاوت گروه‌های عاملی در تشخیص ساختارها و خانواده مربوط به آنها بپردازید و گروه‌های

عاملی هیدروکسیل ( $-\text{OH}$ ) برای خانواده الکل‌ها، گروه اتری ( $-\text{O}-$ ) برای اترها، ( $-\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C}-\text{H}$ ) برای

آلدهیدها و کربونیل ( $-\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C}-$ ) را برای کتون‌ها معرفی کنید.

۴ ساختارهای متنوعی خارج از کتاب درسی در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید دور گروه عاملی خط کشیده و خانواده مربوط را مشخص نمایند.

۴ وابستگی خواص ترکیب‌های آلی به گروه عاملی آنها را با استفاده از نمونه‌های کتاب درسی و نمونه‌های خارج از کتاب درسی بررسی کنید.

## آنتالپی سوختن

از صفحه ۷۰ تا ۷۲

واحد  
یادگیری ۷

## هدف‌های آموزشی

- با آنتالپی سوختن به عنوان یکی از انواع آنتالپی‌ها آشنا شود.
- با مفهوم ارزش سوختی مواد آشنا شود.
- مهارت محاسبه ارزش سوختی مواد را کسب و در خود تقویت کند.
- با سوخت سبز به عنوان یکی از منابع تأمین انرژی آشنا شود.
- با یکی از روش‌های مستقیم آنتالپی سوختن مواد آشنا شود.

## روش تدریس پیشنهادی: مشارکتی

۱ جدول‌های زیر را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید آنها را مجزا توصیف کنند.

خوراکی	نان	پنیر	تخم مرغ	شکلات	شیر	بادام زمینی
ارزش سوختن $\text{kJg}^{-1}$	۱۱/۵	۲۰	۶	۱۸	۳	۲۳

ماده سوختنی	$\text{CH}_4(\text{g})$	$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$
آنتالپی سوختن ( $\text{kJmol}^{-1}$ )	-۸۹۰	-۱۵۶۰	-۱۴۱۰	-۱۳۰۰

۲ توصیف گروه‌ها را به تابلوی کلاسی منتقل و پس از گفت‌وگو و تبادل نظر باید دانش‌آموزان به نتایج صفحه بعد برسند. آنها را برای رسیدن به موارد صفحه بعد راهنمایی کنید.



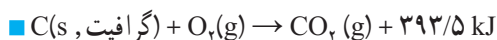
ارزش سوختی: آنتالپی مربوط به سوختن یک گرم از یک ماده  
آنتالپی سوختن: آنتالپی واکنشی است که در آن یک مول ماده در اکسیژن کافی به طور کامل می‌سوزد.

۲ معادله‌هایی نمونه مشابه شماره ۲ خود را بیازمایید صفحه ۷۰ آماده کنید و در اختیار گروه‌ها قرار دهید.

## بر دانش خود بیفزایید

برخی آنتالپی‌های پرکاربرد در واکنش‌های شیمیایی

۱- آنتالپی سوختن ( $\Delta H_C$ ): تغییر آنتالپی واکنشی است که در آن یک مول ماده، در مقدار کافی اکسیژن می‌سوزد؛ مانند:



$$\Delta H_C(\text{C, s, گرافیت}) = -393/5 \text{ kJmol}^{-1}$$

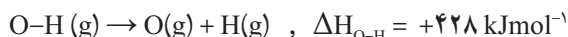
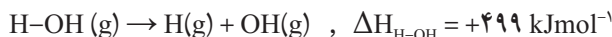


$$\Delta H_C(\text{CH}_4, \text{g}) = -890 \text{ kJmol}^{-1}$$

۲- میانگین آنتالپی پیوند ( $\Delta H_{A-B}$ ): تغییر آنتالپی واکنشی است که در آن یک مول پیوند کووالانسی به صورت یکنواخت شکسته می‌شود و در آن همه شرکت‌کننده‌ها به حالت گازی و در حالت پایه (و نه برانگیخته) هستند؛ مانند:



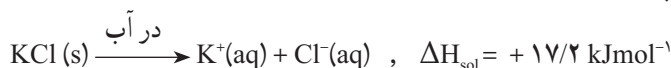
در گونه‌هایی که چند پیوند کووالانسی یکسان وجود دارد، آنتالپی نخستین پیوند با دومین، سومین و... متفاوت است. در چنین حالت‌هایی باید میانگین آنتالپی پیوند به کار رود.  
برای نمونه به آنتالپی‌های پیوند O-H در ساختار  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  توجه کنید.



در جدول آنتالپی‌های پیوند، میانگین این دو مقدار درج شده است:

$$\Delta H_{\text{O-H}} = \frac{1}{2}(\Delta H_{\text{H-OH}} + \Delta H_{\text{O-H}}) = \frac{1}{2}(499 + 428) = +463/5 \text{ kJmol}^{-1}$$

۳- **آنتالپی انحلال** ( $\Delta H_{\text{sol}}$ ): آنتالپی فرایندی است که در آن یک مول حل شونده در مقدار معینی حلال در دما و فشار ثابت حل می شود. اگر مقدار حلال به کار رفته بسیار زیاد باشد، محلول به دست آمده بسیار رقیق است و به تغییر آنتالپی آن، آنتالپی حدی انحلال می گویند. برای نمونه آنتالپی حدی انحلال برای پتاسیم کلرید در آب برابر است با:



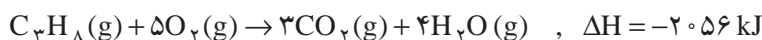
۴- **آنتالپی شبکه یونی** ( $\Delta H_L$ ): تغییر آنتالپی وابسته به واکنشی است که در آن یک مول جامد یونی از یون های گازی سازنده تولید می شود، مانند:



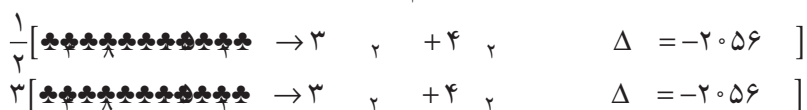
■ آنتالپی فروپاشی شبکه یونی، آنتالپی واکنشی است که در آن یک مول جامد یونی به یون های سازنده گازی تبدیل می شود.

### آنتالپی واکنشی به چه عواملی بستگی دارد؟

پیش از این دریافتید که آنتالپی یک واکنش شیمیایی معین که درون سامانه ای مانند سیلندر مجهز به پیستون روان انجام می شود، هم ارز با گرمای داد و ستد شده میان سامانه و محیط در فشار ثابت است. آنچه اهمیت دارد این است که  $\Delta H$  در شرایط معین برای یک واحد از آن واکنش تعریف و گزارش می شود. برای نمونه به یک واحد از واکنش سوختن کامل گاز پروپان توجه کنید:



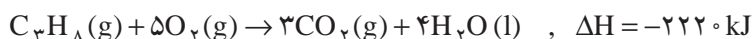
در این واکنش،  $\Delta H = -2056 \text{ kJ}$  نشان می دهد که به ازای یک واحد از این واکنش (سوختن کامل یک مول گاز پروپان با پنج مول گاز اکسیژن و تولید سه مول گاز کربن دی اکسید به همراه چهار مول بخار آب در این دما و فشار)،  $2056 \text{ kJ}$  گرما در فشار ثابت تولید می شود. بدیهی است که به ازای انجام نیم واحد از این واکنش،  $1028 \text{ kJ}$  و به ازای انجام سه واحد از این واکنش،  $6168 \text{ kJ}$  گرما در دما و ثابت آزاد خواهد شد (این بدان معناست که این واکنش باید سه بار انجام شود).



۱- Enthalpy of Solution

۲- Enthalpy of Lattice

گفته‌های بالا نشان می‌دهند که  $\Delta H$  یک واکنش، به مقدار مواد واکنش دهنده وابسته است. توجه کنید افزون بر مقدار واکنش دهنده‌ها، حالت فیزیکی شرکت کننده‌ها، دما و فشار نیز بر  $\Delta H$  یک واکنش مؤثرند. از آنجا که تغییر حالت فیزیکی ماده با تغییر انرژی همراه است، در واکنش سوختن کامل گاز پروپان هنگامی که به جای بخار آب، آب به حالت مایع تولید می‌شود،  $\Delta H$  واکنش نیز تغییر خواهد کرد:



بررسی واکنش تشکیل گاز آمونیاک از گازهای نیتروژن و هیدروژن در دماها و فشارهای گوناگون، اثر این عوامل را بر  $\Delta H$  واکنش بهتر نشان می‌دهد.



بررسی عوامل مؤثر بر  $\Delta H$  واکنش‌ها، تأیید می‌کند که مناسب‌تر آن است که گرمای همه واکنش‌های شیمیایی در شرایط یکسان اندازه‌گیری و گزارش شود.

تعیین  $\Delta H$  واکنش، قانون هس

از صفحه ۷۵ تا ۷۲

واحد  
یادگیری ۸

## هدف‌های آموزشی

- با قانون هس به عنوان یک شیوه غیر مستقیم اندازه گیری گرمای واکنش آشنا شود.
- مهارت محاسبه آنتالپی یک واکنش را کسب و در خود تقویت کند.
- مهارت محاسبه تغییر آنتالپی واکنش‌ها را با توجه به نمودار تغییر آنتالپی کسب و در خود تقویت کند.
- مهارت رسم نمودار، تغییر آنتالپی یک واکنش را با استفاده از جدول میانگین آنتالپی پیوند کسب و در خود تقویت کند.

## روش پیشنهادی: مشارکتی، حل مسئله

دو نمونه مسئله مشابه موارد زیر در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید تفاوت آنها را بیان کند.  
نمونه ۱: ۵۰ میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار HCl را با ۵۰ میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار NaCl در دمای ۲۵°C در گرماسنجی برهم اثر می‌دهیم اگر در پایان واکنش دماسنج دمای ... (از روی دماسنج گرماسنج بخوانید) را نشان دارد چند kJ گرما مبادله شده است.

نمونه ۲: ۵۰ میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار HCl را با ۵۰ میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار NaCl به طور کامل واکنش می‌دهیم دمای از ۲۵°C به ۳۳°C افزایش می‌یابد در این عمل با توجه به واکنش چند kJ گرما آزاد می‌شود. ( $m = 100 \text{ g}$   $C = 4/2 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ )

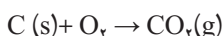
دانش‌آموزان باید با بررسی این دو نمونه مثال به این نتیجه برسند که دو روش برای تعیین  $\Delta H$  یک واکنش وجود دارد:

۱ روش مستقیم (گرماسنجی) تجربی

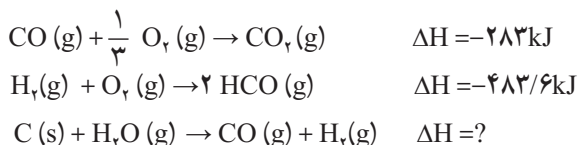
۲ روش غیرمستقیم (نظری)

سپس انواع روش‌های غیر مستقیم را معرفی کنید.

چند نمونه مطابق نمونه صفحه بعد در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید با کمک واکنش‌های  $\Delta H$  معلوم دارند راهی برای محاسبه واکنش مجهول پیدا کنند.



$$\Delta H = -393/5 \text{ kJ}$$



**۳** فعالیت‌ها و نتایج به دست آمده در هر گروه را به تابلوی کلاس منتقل و پس از گفت‌وگو و تبادل نظر نتیجه‌گیری و قواعد مربوط به محاسبه  $\Delta H$  واکنش مجهول به کمک قانون هس را بیان و نمونه مثال در اختیار گروه‌ها قرار دهید تا حل نمایند.

**۴** واکنش‌های مطابق پرسش‌ها ۳ و ۴ خود را بیازمایید صفحه ۷۴ و ۷۵ کتاب درسی، در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید آنها را تحلیل و  $\Delta H$  واکنش مجهول را محاسبه کنند.

**۵** نموداری مشابه نمودار صفحه ۷۴ به همراه جدول آنتالپی پیوند در اختیار گروه‌ها قرار دهید. از آنها بخواهید راهی برای محاسبه آنتالپی واکنش از روی آنتالپی پیوند پیشنهاد کنند.

## بردانش خود بیفزایید

### گرماسنج<sup>۱</sup> و گرماسنجی<sup>۲</sup>

گرماسنجی روش مستقیم اندازه‌گیری گرمای واکنش‌های شیمیایی است. این آزمایش در حجم ثابت یا در فشار ثابت صورت می‌گیرد. اندازه‌گیری گرمای واکنش در حجم ثابت ( $Q_v$ ) در بمب گرماسنج (گرماسنج بمبی) انجام می‌شود (شکل ۱۲).



<sup>۱</sup> - Calorimeter

<sup>۲</sup> - Calorimetry

در این دستگاه واکنش شیمیایی مورد نظر درون ظرف محکم فولادی با حجم ثابت به نام بمب انجام می‌شود. اگر این واکنش از نوع سوختن باشد، گاز اکسیژن را با فشار نزدیک به  $3 \text{ atm}$  در آن وارد می‌کنند.

این بمب درون یک حمام آب که پیوسته در حال به هم خوردن است، جای دارد. به مجموعه بمب و حمام آب پیرامون آن، گرماسنج بمبی می‌گویند. این مجموعه با دیواره‌های مناسبی عایق بندی شده است. دماسنج موجود در آن، تغییر دمای آب را پس از انجام واکنش نشان می‌دهد ( $\Delta T$ ). با معلوم بودن ظرفیت گرمایی ( $C$ ) گرماسنج می‌توان گرمای آزاد شده از واکنش را محاسبه کرد. توجه کنید با اینکه نام دستگاه گرماسنج است؛ اما نمی‌تواند گرمای آزاد شده از واکنش را اندازه‌گیری کند؛ بلکه با استفاده از تغییر دما و ظرفیت گرمایی گرماسنج می‌توان گرما را محاسبه کرد.

در سال‌های دهه ۱۸۶۰ برتلوکه به شیمی علاقه‌مند شده بود، با ابداع و ساخت یک گرماسنج به اندازه‌گیری گرمای واکنش‌های شیمیایی پرداخت.

او گرمای صدها واکنش شیمیایی را با دقت اندازه‌گیری کرد. این در حالی بود که یک شیمی‌دان دانمارکی به نام تامسن (۱۸۲۶-۱۹۰۹) نیز به طور مستقل به اندازه‌گیری گرمای واکنش‌های شیمیایی پرداخت. جالب اینکه هر دو در واکنش‌های یکسان به نتایج یکسانی دست یافته بودند. برتلو آن چنان شیفته گرمای واکنش‌های شیمیایی شده بود که به تعمیم نادرستی دست زد! او گفت: گرماده بودن یک واکنش شیمیایی ملاک انجام خود به خودی آن است و هر واکنش گرماگیر، خود به خود انجام نخواهد شد!

یکی از راه‌های تعیین ظرفیت گرمایی این گرماسنج‌ها، عبور دادن یک جریان الکتریکی در زمان معینی از درون گرمکن الکتریکی است که در گرماسنج کار گذاشته می‌شود. با اندازه‌گیری افزایش دما و محاسبه کار الکتریکی انجام شده، می‌توان ظرفیت گرمایی گرماسنج را به دست آورد.

برای نمونه اگر جریان  $3/0$  آمپری از یک منبع  $12/0$  ولتی برای  $1000 \text{ s}$  به درون گرماسنج راه یابد و دمای آن به اندازه  $5/5 \text{ K}$  بالا رود، ظرفیت گرمایی گرماسنج برابر است با:

$$w = I \cdot V \cdot t = (3/0 \text{ A}) \times (12/0 \text{ V}) \times (1000 \text{ s}) = 36000 \text{ J}$$

$$1 \text{ CV} = 1 \text{ J} \quad \text{و} \quad (1 \text{ کولن}) = 1 \text{ As}$$

این مقدار کار الکتریکی در گرماسنج به گرما تبدیل شده و باعث افزایش دمای آن شده است؛ از این رو:

$$Q = C \Delta T \rightarrow C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{36 \text{ kJ}}{6/5 \text{ K}} \approx 6/5 \text{ kJ K}^{-1}$$

اگر در این گرماسنج ۱/۶ g نفتالن ( $C_{10}H_8 \approx 128 \text{ g mol}^{-1}$ ) به طور کامل بسوزد و افزایش دما برابر با  $1^\circ\text{K}$  باشد، آنتالپی سوختن کامل نفتالن به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$Q_V = C\Delta T = 6/5 \text{ kJ K}^{-1} \times 1^\circ\text{K} = 65 \text{ kJ}$$

توجه کنید که گرمای آزاد شده باید با علامت منفی نشان داده شود. ارزش سوختن نفتالن برابر است با:

$$-65 \text{ kJ} \div 1/6 \text{ g} = -40/29 \text{ kJ g}^{-1}$$

$$\Delta E_{\text{سوختن}} = 40/29 \text{ kJ g}^{-1} \times \frac{128 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \approx -5157/^\circ \text{ kJ/mol}$$

یک نمونه گرماسنج که برای اندازه‌گیری گرمای واکنش در فشار ثابت به کار می‌رود، گرماسنج لیوانی است (شکل ۱۳).



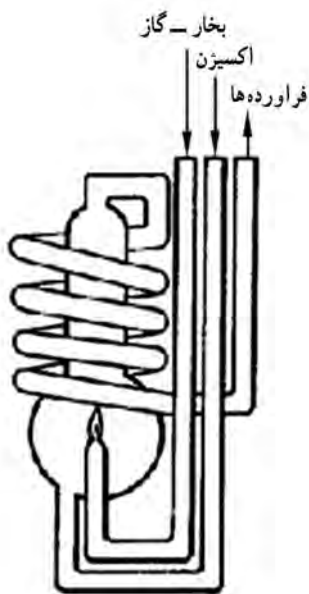
شکل ۱۳- گرماسنج لیوانی: برای اندازه‌گیری گرمای واکنش‌هایی که تغییر حجم آشکاری ندارند، گرماسنج لیوانی مناسب است. این گرماسنج برای تعیین گرمای واکنش‌هایی که منجر به تولید فرآورده‌های گازی می‌شود، به کار نمی‌رود.

از اندازه‌گیری گرمای واکنش در گرماسنج لیوانی ( $Q_p$ ) و گرماسنج بمبی ( $Q_v$ ) و مقایسه آنها درمی‌یابیم که :

آ) چون گرمای یک واکنش به شرایط انجام آن بستگی دارد،  $Q_p$  و  $Q_v$  با یکدیگر تفاوت دارند و این تفاوت وابسته به تغییر مول‌های گازی در واکنش است.

ب) سادگی و در دسترس بودن گرماسنج لیوانی نشان می‌دهد که اندازه‌گیری  $Q_p$  (یا  $\Delta H$ ) به مراتب آسان‌تر از  $Q_v$  (یا  $\Delta E$ ) است.

پ) تفاوت  $Q_p$  و  $Q_v$  برای یک واکنش معین، تابع مسیر بودن گرما را نشان می‌دهد. گرماسنج دیگری که با استفاده از آن گرمای واکنش را در فشار ثابت به‌طور دقیق اندازه‌گیری می‌کنند، گرماسنج شعله‌ای آدیاباتیک (شکل ۱۴) است. قسمت اصلی این گرماسنج در یک حمام آبی است که پیوسته به هم زده می‌شود. با سوزاندن کامل مقدار معینی واکنش دهنده در محل تشکیل شعله، افزایش دما اندازه‌گیری می‌شود.



شکل ۱۴- گرماسنج شعله‌ای با فشار ثابت، شامل دستگاه بالا است که در یک حمام آب در حال به هم خوردن است. با عبور مقدار معینی ماده از درون شعله، احتراق انجام و افزایش دما اندازه‌گیری می‌شود.



# آهنگ واکنش

از صفحه ۷۵ تا ۸۳

واحد  
یادگیری ۹

## هدف‌های آموزشی

- با مفهوم تاریخ مصرف مواد غذایی آشنا شود.
- با شیوه‌های نگهداری و ماندگاری غذا آشنا شود.
- عوامل فیزیکی و شیمیایی مؤثر بر کوتاه شدن زمان ماندگاری غذا را بشناسد.
- به اهمیت روش‌های نگهداری و ماندگاری غذا پی ببرد.
- مفهوم آهنگ واکنش را درک کند.
- بتواند مثال‌هایی از محیط زندگی برای واکنش‌هایی با آهنگ تند و کند بیان کند.
- در فعالیت‌های گوناگون با مفهوم عوامل مؤثر بر سرعت واکنش آشنا شود.
- مهارت پیش‌بینی سرعت یک واکنش معین در شرایط سینتیکی گوناگون را کسب و در خود تقویت کند.

## روش تدریس پیشنهادی: مشارکتی، بارش فکری

- ۱ چند نمونه از خوراکی‌های با درج تاریخ مصرف را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید پس از تبادل نظر در گروه به موارد زیر پاسخ دهند.
  - آ درباره معنای تاریخ مصرف گفت‌وگو کنند.
  - ب) پس از پایان تاریخ مصرف احتمال چه تغییراتی در آنها وجود دارد؟
  - پ) چه عواملی بر میزان تغییرات مؤثرند؟ چگونه می‌توان آهنگ این تغییرات را کند کرد یا سرعت بخشید؟
  - ت) شیمی چه نقشی در معرفی و بررسی این تغییرات دارد؟
- ۲ نتایج گروه‌ها را به تابلو منتقل و پس از تبادل نظر آنها را به جمع‌بندی زیر هدایت کنید.

- هر ماده غذایی و خوراکی زمان ماندگاری مشخص دارد.
- عوامل محیطی مانند رطوبت، اکسیژن، نور و دما در چگونگی و مدت زمان ماندگاری مؤثرند.
- محیط مرطوب موجب رشد و تکثیر میکروب‌ها و فاسد شدن آنها می‌شود.
- هوای آزاد به دلیل تمایل زیاد اکسیژن برای واکنش با دیگر مواد موجب فاسد شدن سریع‌تر مواد غذایی می‌گردد.

- برای افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی باید مانع ورود اکسیژن و جانداران ذره‌بینی به درون آنها شود.
- افزایش دما سبب کاهش زمان ماندگاری مواد غذایی می‌گردد.
- سینتیک شیمیایی به عنوان شاخه‌ای از علم شیمی به بررسی آهنگ تغییر شیمیایی در واکنش مواد با یکدیگر می‌پردازد و عوامل مؤثر بر این آهنگ را بررسی می‌کند.

۳ شکل ۱۱ صفحه ۷۷ کتاب درسی را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید پس از تبادل نظر تفسیر خودشان را جمع‌بندی و به تابلو کلاس منتقل کنند. آنها را هدایت کنید تا به موارد زیر برسند.

- هر تغییر شیمیایی در گستره‌ای از زمان رخ می‌دهد (چند صدم ثانیه تا چند سده)
- هرچه گستره زمان انجام یک تغییر کوچک‌تر باشد، آهنگ انجام آن تندتر است.
- در واکنش‌ها، آهنگ واکنش بیانی از زمان ماندگاری مواد است.
- آهنگ واکنش در گستره معینی از زمان را سرعت واکنش می‌نامند.
- زمان انجام واکنش (سرعت واکنش) به عواملی مانند دما، غلظت، نوع مواد واکنش دهنده و سطح تماس آنها و حضور کاتالیزگر بستگی دارد.

۴ از گروه‌ها بخواهید کاوش کنید. صفحه ۷۸ را انجام و در هر مورد بیان کنند کدام یک از عوامل مؤثر بر سرعت واکنش‌ها بررسی و به چه نتیجه‌ای منجر می‌گردد. آنها باید به نتایج زیر برسند.

- آزمایش ۱ : با کاهش مقدار واکنش دهنده سرعت واکنش کاهش می‌یابد.
- آزمایش ۲ : با کاهش دما سرعت واکنش کاهش می‌یابد.
- آزمایش ۳ : با افزایش سطح تماس واکنش دهنده‌ها سرعت واکنش افزایش می‌یابد.

۵ از گروه‌ها بخواهید خود را بیازمایید را بررسی و در هر مورد مشخص کنند کدام یک از عوامل مؤثر بر سرعت واکنش مورد بررسی قرار گرفته است آنها باید به نتایج زیر برسند.

- (آ) نوع مواد واکنش دهنده  
 (ب) سطح تماس مواد واکنش دهنده  
 (پ) دما  
 (ت) مقدار مواد واکنش دهنده (غلظت مواد واکنش دهنده)  
 (ث) کاتالیزگر

۶ برای گروه‌ها توضیح دهید برای افزایش زمان ماندگاری برخی مواد غذایی به آنها مواد نگهدارنده می‌افزایند. یکی از نگهدارنده‌ها بنزوئیک اسید است. با توجه به ساختار بنزوئیک اسید از گروه‌ها بخواهید به موارد زیر پاسخ دهند:

- گروه عاملی و فرمول مولکولی آن را مشخص کنند.
- چگونه نگهدارنده‌ها زمان ماندگاری مواد غذایی را افزایش می‌دهند.

۷ نتایج کار گروه‌ها را به تابلو کلاس منتقل و پس از تبادل نظر در کلاس جمع‌بندی نمایید.

## بردانش خود بیفزایید

### سینتیک شیمیایی

در ترموشیمی با  $\Delta H$  واکنش آشنا شدید، کمیتی که براساس مقایسه محتوای انرژی مواد فراورده با واکنش دهنده، گرماده یا گرماگیر بودن واکنش را مشخص می‌کند. اما کمیت‌های ترموشیمیایی از زمان و راه انجام واکنش اطلاعاتی به دست نمی‌دهد. در واقع با دانش ترموشیمی نمی‌توان دربارهٔ سرعت و نحوهٔ انجام یک واکنش شیمیایی اظهار نظر کرد. برای نمونه به واکنش زیر توجه کنید:



با اینکه چنین واکنشی گرماده است و تمایل دارد پس از آغاز شدن تا مرز کامل شدن پیش برود اما در دمای اتاق به اندازه‌ای کند است که انجام نمی‌شود. شیمی‌دان‌ها چنین واکنش‌هایی را از دیدگاه ترمودینامیک شیمیایی مساعد اما از دیدگاه سینتیکی نامساعد می‌دانند. اگر در این سامانه جرقه یا توری

پلاتینی وارد شود، واکنش بسیار شدید و سریعی به شکل انفجاری انجام می‌شود، گویی در این شرایط به یک واکنش پربازده تبدیل می‌گردد زیرا در مدت زمان کوتاهی، مقدار چشمگیری فراورده تولید می‌کند. اینک می‌توان گفت که سینتیک شیمیایی شاخه‌ای از دانش شیمی است که به شیوه انجام واکنش، سرعت آن و عوامل مؤثر بر سرعت واکنش می‌پردازد.

برای نمونه در فرایندها بر سرعت واکنش به اندازه پیشرفت آن اهمیت دارد. در این فرایند صنعتی، ثابت تعادل ما را از میزان پیشرفت واکنش در دما و فشار معین آگاه می‌کند اما باید سرعت واکنش میان گازهای  $H_2$ ،  $N_2$  به اندازه‌ای باشد که با صرفه اقتصادی همراه شود. نمونه‌هایی از این دست نشان می‌دهد برای پیش‌بینی رفتار یک سامانه شیمیایی باید افزون بر ترمودینامیک شیمیایی هم‌زمان سینتیک شیمیایی نیز به کار گرفته شود.

## سرعت واکنش از دیدگاه کمی

از صفحه ۸۳-۸۸

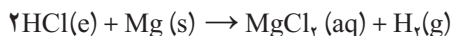
واحد  
یادگیری ۱۰

### هدف‌های آموزشی

- با سرعت واکنش از دیدگاه کمی آشنا شود.
- مفهوم سرعت متوسط مصرف یا تولید را درک کند.
- مهارت محاسبه سرعت متوسط مصرف یا تولید یک گونه شرکت کننده در واکنش را کسب و در خود تقویت کند.
- مهارت تفسیر نمودار تغییر مول یا غلظت بر حسب زمان گونه مصرف یا تولید شده را کسب و در خود تقویت کند.
- مهارت رسم نمودار مول – زمان یا غلظت – زمان گونه‌های شرکت کننده را کسب و در خود تقویت کند.

### روش پیشنهادی: مشارکتی، بارش فکری

- توصیه می‌شود مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید.
- ۱ داده‌های زیر را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید پس از بررسی جدول را کامل نمایند. در آزمایشی فلز منیزیم را بر محلول حاوی ۵۴/۰۲ گرم هیدروکلریک اسید اثر داده و نتایج آن مطابق جدول زیر ثبت شده است.



زمان	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰s
جرم HCl	۵۴/۰۲	۲۹/۹۳	۱۳/۸۷			۰
جرم گاز H <sub>۲</sub>	۰	۰/۶۶	۱/۱۰	۱/۳۲	۱/۴۳	۱/۴۸
مول گاز H <sub>۲</sub>						
مول Mg						

تغییر مول $H_2$ ، $\Delta H$					
تغییر زمان	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	۴۰-۵۰
$\frac{\text{تغییر مول } H_2}{\text{تغییر زمان}}$					

تغییر مول Mg					
تغییر زمان	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	۴۰-۵۰
$\frac{\text{تغییر مول Mg}}{\text{تغییر زمان}}$					

چرا تغییر مول بر تغییر زمان برای Mg منفی و  $H_2$  مثبت است این تغییرات را چه می نامند؟  
**۲** جدول گروه را به تابلو کلاس منتقل و پس از بررسی به صورت زیر نتیجه گیری کنید. در شیمی سرعت منفی نداریم برای اینکه تغییرات مول بر زمان مثبت شود چه کنیم.

■ نسبت تغییرمول هر ماده بر زمان تغییر آن بیانگر سرعت مصرف یا تولید آن ماده است.  
 ■ سرعت مصرف یا تولید یک ماده شرکت کننده در واکنش، در گستره زمان مشخص را سرعت متوسط آن ماده می نامند و با  $\bar{R}$  نشان می دهند

■  $\bar{R} = + \frac{\Delta n \text{ (فراورده)}}{\Delta t}$  : سرعت متوسط ماده فراورده : (فراورده)

■  $\bar{R} = - \frac{\Delta n}{\Delta t}$  : سرعت متوسط واکنش دهنده : (واکنش دهنده)

**۳** نموداری مول بر زمان برای Mg و  $H_2$  را مجزا رسم کنید چه نتیجه گیری می کنند.  
 چه رابطه ای بین تغییرات  $HCl$  و  $H_2$  در یک بازه زمانی مشخص وجود دارد. بین سرعت آنها چه رابطه ای وجود دارد؟

## سرعت متوسط مصرف و تولید مواد شرکت کننده در واکنش

با تابع  $y = f(x)$  آشنا هستید و می‌دانید که سرعت از یک واژه همگانی به نام نرخ یا آهنگ تغییر

سرچشمه می‌گیرد. برای تابع  $y = f(x)$ ، سرعت لحظه‌ای برابر با  $\frac{dy}{dx}$  بوده و در گستره معین و قابل

اندازه‌گیری از  $x$ ، سرعت متوسط برابر با  $\frac{\Delta y}{\Delta x}$  است.

در فیزیک اگر جسمی روی محور  $x$  حرکت کند، برای نشان دادن بردار مکان آن در لحظه  $t$  می‌توان  $x$  را با تابعی از زمان نشان داد  $x = f(t)$ ، حرکت این جسم را می‌توان با نمودار «مکان-زمان» بررسی کرد که

در آن سرعت لحظه‌ای و سرعت متوسط جسم به ترتیب با  $\frac{dx}{dt}$  و  $\frac{\Delta x}{\Delta t}$  گزارش می‌شوند.

در شیمی، مقدار (برحسب مول) یا غلظت هر ماده شرکت کننده در واکنش (هر جزء واکنش مانند ماده  $i$ )، وابسته به زمان بوده و یک تابع به‌شمار می‌رود. بنابراین برای ماده  $i$  می‌توان نوشت:

$$n(i) = f(t) \text{ و } [i] = f(t)$$

$n(i)$ : مول ماده  $i$ ،  $t$ : زمان انجام واکنش و  $[i]$ : غلظت مولی ماده  $i$ .

انجام واکنش را می‌توان با نمودارهای «مول-زمان» و «غلظت-زمان» برای هر ماده شرکت کننده بررسی

کرد که در آن سرعت لحظه‌ای و سرعت متوسط ماده  $i$  به ترتیب با  $R(i) = \frac{dn(i)}{dt}$  و  $\bar{R}(i) = \frac{\Delta n(i)}{\Delta t}$

یا  $\bar{R}(i) = \frac{\Delta[i]}{\Delta t}$  گزارش می‌شوند.

نمودار «مول-زمان» برای واکنش:  $A \rightarrow B$ ، که در آن  $A$  و  $B$  جامد یا مایع هستند، به شکل

نمودار ۱ است ( $t_f$  = زمان پایان واکنش). این نمودار نشان می‌دهد.  $\Delta n(A) = n(A)_f - n(A)_i < 0$

و  $\Delta n(B) = n(B)_f - n(B)_i > 0$  بوده و چون سرعت متوسط کمیتی مثبت است، می‌توان نوشت:

$$\bar{R}(A) = -\frac{\Delta n(A)}{\Delta t} \text{ و } \bar{R}(B) = +\frac{\Delta n(B)}{\Delta t}$$

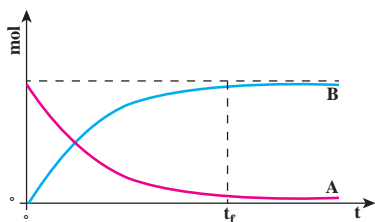
از آنجا که غلظت ماده جامد و مایع خالص در دمای معین،

مقداری ثابت بوده و به حجم سامانه بستگی ندارد، نمودار

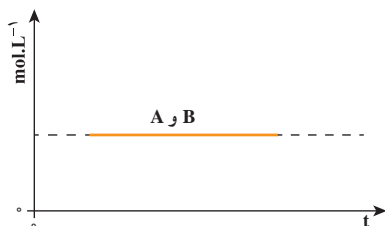
«غلظت-زمان» برای مواد  $A$  و  $B$  به شکل نمودار ۲ است.

بنابراین یکای سرعت متوسط مصرف یا تولید ماده جامد و

مایع خالص، «مول بر زمان» است نه «غلظت بر زمان».

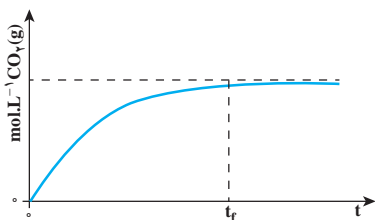


نمودار ۱- مول برحسب زمان برای مواد شرکت کننده

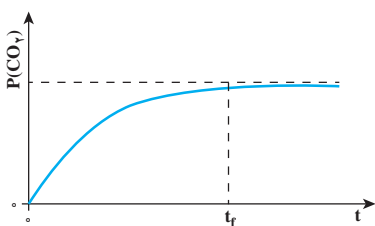


در این کتاب درسی فرض می‌شود همه واکنش‌ها تا مرز کامل شدن پیش می‌روند و یا مقدار A در پایان واکنش نزدیک به صفر خواهد شد (نه برابر با صفر). به چنین واکنش‌هایی، واکنش یک‌طرفه می‌گویند.

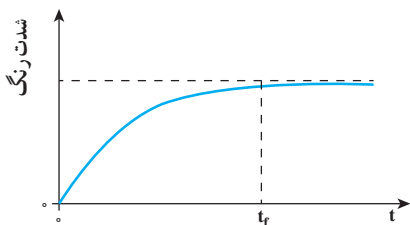
نمودار ۲- غلظت برحسب زمان برای مواد شرکت‌کننده - حالت جامد یا مایع



نمودار ۳- غلظت برحسب زمان برای فراورده

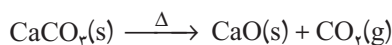


نمودار ۴- فشار گاز فراورده برحسب زمان



نمودار ۵- شدت رنگ سامانه برحسب زمان

چون برای هر ماده به حالت گاز یا محلول، حجم ظرف یا محلول اهمیت زیادی دارد، سرعت متوسط تولید یا مصرف چنین موادی را اغلب با یکای «غلظت مولی بر زمان» گزارش می‌دهند. بر این پایه نمودارهای «غلظت - زمان» برای گاز  $\text{CO}_2$  حاصل از تجزیه گرمایی کلسیم کربنات جامد (سنگ آهک) بر حسب «مول - زمان» و «غلظت - زمان» برای اجزای جامد این واکنش مانند نمودار ۳ است.



گاهی اندازه‌گیری غلظت مولی یک ماده در زمان انجام واکنش دشوار است. در این شرایط می‌توان کمیتی مانند حجم گاز، فشار گاز یا شدت رنگ سامانه را که وابسته به غلظت است، در زمان انجام واکنش اندازه‌گیری کرد. سپس به جای نمودار «غلظت - زمان»، نمودار «کمیت وابسته به غلظت - زمان» را برای آن رسم نمود. برای نمونه اگر سامانه واکنش در تجزیه گرمایی کلسیم کربنات مجهز به فشارسنج باشد، می‌توان فشار گاز  $\text{CO}_2$  را در زمان انجام واکنش اندازه‌گیری و نمودار «فشار - زمان» (نمودار ۴) را برای آن رسم کرد.

در واکنش تجزیه گرمایی دی‌نیتروژن تترااکسید،  $\text{N}_2\text{O}_4$  و  $\text{NO}_2$  به ترتیب بی‌رنگ و خرمایی‌رنگ هستند. بنابراین می‌توان در زمان‌های گوناگون شدت رنگ سامانه را به دلیل تولید  $\text{NO}_2$  خرمایی‌رنگ، با دستگاه رنگ‌سنج اندازه‌گیری و نمودار ۵ را رسم کرد.



## سرعت واکنش

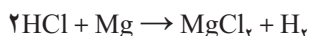
از صفحه ۸۸ تا ۹۳

## هدف‌های آموزشی

- با مواد نگهدارنده و نقش آنها در ماندگاری غذا آشنا شود.
- با گروه عاملی کربوکسیل آشنا شود.
- به کمک روابط ریاضی اثر سطح تماس بر سرعت واکنش‌ها را بررسی کند.
- به رابطه میان شیب نمودار مواد شرکت‌کننده با ضریب استوکیومتری آنها در واکنش موازنه شده پی ببرد.
- مفهوم بازدارنده را درک کند.
- با برخی از بازدارنده‌های طبیعی آشنا شود.
- با مفهوم رادیکال آشنا شود.
- به رابطه میزان مصرف مواد غذایی و ردپای کربن دی‌اکسید پی برده و در جهت مصرف مناسب آن احساس مسئولیت کند.
- رابطه میان اصول شیمی سبز و راه‌های پیشنهادی کاهش پسماند مواد غذایی را درک کند.

## روش تدریس پیشنهادی: مشارکتی، بارش فکری

- ۱ داده‌های زیر را در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید پس از تبادل نظر در گروه و انجام محاسبات لازم جدول را کامل کنند.
- در آزمایش فلز منیزیم را بر محلول حاوی ۵۴/۰۲ گرم هیدروکلریک اسید اثر داده و برخی نتایج به‌دست آمده با گذشت زمان در جدول زیر ثبت شده است.



جدول ۱

زمان	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰s
گرم جرم HCl	۵۴/۰۲	۲۹/۹۳	۱۳/۸۷			۰
گرم جرم لازم H	۰	۰/۶۶	۱/۱۰	۱/۳۲	۱/۴۳	۱/۴۸
مول HCl						
مول H <sub>۲</sub>						

جدول ۲

تغییرات زمان	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	۴۰-۵۰s
تغییرات مول H <sub>۲</sub>					
$\frac{\text{تغییرات مول H}_2}{\text{تغییرات زمان}}$					

جدول ۳

تغییرات زمان	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۴۰	۴۰-۵۰s
تغییرات مول HCl					
$\frac{\text{تغییرات مول HCl}}{\text{تغییرات زمان}}$					

۲ از گروه‌ها بخواهید جداول کامل شده را به تابلو کلاس منتقل و به سؤال‌های زیر پاسخ دهند.  
تغییرات مول HCl و H<sub>۲</sub> را در هر بازه زمانی با هم مقایسه کنند.

## بردانش خود بیفزایید

### اندازه‌گیری سرعت واکنش

برای اندازه‌گیری R باید غلظت واکنش‌دهنده یا فراورده را با زمان دنبال کرد. در روش شیمیایی، چند ظرف با ترکیب یا مخلوط آغازی یکسان را در حمام با دمای ثابت جای می‌دهند و در فاصله‌های زمانی

معین نمونه‌ها را از حمام درآورده و واکنش درون آنها را کند یا متوقف نموده و مخلوط را به سرعت تجزیه شیمیایی می‌کنند. روش‌های کند کردن می‌توانند سرد کردن، بیرون آوردن کاتالیزگر، رقیق کردن زیاد مخلوط واکنش یا افزودن گونه‌هایی که به سرعت با یک واکنش‌گر ترکیب می‌شوند، باشند. نمونه‌های گازی را بیشتر با یک طیف‌سنج جرمی یا یک کروماتوگراف گازی اندازه‌گیری می‌کنند.

روش‌های فیزیکی آسان‌تر و دقیق‌ترند. در این روش‌ها یک خاصیت فیزیکی سامانه در حال واکنش را به شکل تابعی از زمان اندازه می‌گیرند. این روش‌ها امکانی فراهم می‌کنند تا واکنش را همان‌گونه که پیش می‌روند، دنبال کنیم. برای یک واکنش گازی که با پیشرفت واکنش، در سامانه بسته، مول‌ها در آن تغییر می‌کنند می‌توان فشار کل را اندازه‌گیری کرد (به شرط آنکه واکنش جانبی رخ ندهد). اگر واکنشی با تولید فراورده گازی همراه باشد، می‌توان جرم مخلوط واکنش را در زمان‌های گوناگون در یک سامانه باز دنبال کرد (در کتاب درسی این روند مشاهده می‌شود). اگر یکی از گونه‌ها، فعال نوری باشد می‌توان چرخش نوری را بررسی کرد. برای واکنش‌های یونی در محلول‌ها می‌توان اندازه‌گیری رسانایی الکتریکی با تابعی از زمان را به کار برد.

بیشتر واکنش‌گرها در یک ظرف بسته، مخلوط و نگهداری می‌شوند که به آن روش ایستا می‌گویند. در روش جاری، واکنش‌گرها پیوسته به‌درون ظرف واکنش در دمای ثابت، جریان داشته و فراورده‌ها پیوسته بیرون می‌روند. اندکی پس از آغاز واکنش، سیستم به حالت پایا رسیده و غلظت‌های خروجی با زمان، ثابت می‌مانند. رابطه سرعت و ثابت سرعت با اندازه‌گیری غلظت‌های خروجی برای چند غلظت ورودی، با سرعت جریان‌های گوناگون به‌دست می‌آیند. سیستم‌های جاری در صنایع تولید مواد شیمیایی کاربرد گسترده‌ای دارند.

به روش‌های بالا، روش‌های سینتیکی کلاسیک می‌گویند و برای واکنش‌هایی با نیمه عمر دست‌کم چند ثانیه به کار می‌روند (نیمه عمر زمانی است که در آن غلظت یک واکنش‌دهنده نصف می‌شود). برای واکنش‌های سریع که نیمه عمری از یک تا  $10^{-11}$  ثانیه دارند مانند واکنش میان رادیکال‌های آزاد، واکنش‌های یونی در محلول‌های آبی و واکنش در سیستم‌های بیولوژیکی، روش‌های دیگری مانند روش آسایش به کار می‌رود.

### سرعت واکنش

می‌دانید که سرعت متوسط هر ماده، متناسب با ضریب استوکیومتری آن ماده در معادله واکنش است. بنابراین می‌توان به تعداد اجزای واکنش، سرعت متوسط محاسبه کرد. از آنجا که کار کردن با یک سرعت، آسان‌تر از کار کردن با سرعت‌های گوناگون است، سرعت متوسط هر جزء واکنش را به ضریب استوکیومتری

آن تقسیم می‌کنیم. نتیجه این تقسیم، یکسان بوده و به آن سرعت واکنش می‌گویند. مهم‌ترین ویژگی سرعت واکنش این است که به ضریب استوکیومتری اجزای واکنش بستگی ندارد.

بر این پایه برای واکنش  $aA + bB \rightarrow cC + dD$  می‌توان نوشت:

$$R(\text{واکنش}) = \frac{\bar{R}(A)}{a} = \frac{\bar{R}(B)}{b} = \frac{\bar{R}(C)}{c} = \frac{\bar{R}(D)}{d}$$

اگر بخواهیم سرعت واکنش را با یکای مول بر زمان گزارش کنیم، رابطه بالا به شکل زیر درمی‌آید:

$$R(\text{واکنش}) = -\frac{1}{a} \frac{\Delta n(A)}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \frac{\Delta n(B)}{\Delta t} = +\frac{1}{c} \frac{\Delta n(C)}{\Delta t} = +\frac{1}{d} \frac{\Delta n(D)}{\Delta t}$$

اما اگر بخواهیم سرعت واکنش همگنی (در فاز گاز یا فاز محلول) را با یکای غلظت مولی بر زمان گزارش کنیم، می‌توان نوشت:

$$R(\text{واکنش}) = -\frac{1}{a} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{1}{c} \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = +\frac{1}{d} \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

توجه کنید سرعت واکنش را نباید با واژه «سرعت متوسط واکنش» بیان کرد زیرا این کمیت می‌تواند به شکل زیر نیز ارائه شود:

$$R(\text{واکنش}) = -\frac{1}{a} \frac{dn(A)}{dt} = -\frac{1}{b} \frac{dn(B)}{dt} = +\frac{1}{c} \frac{dn(C)}{dt} = +\frac{1}{d} \frac{dn(D)}{dt}$$

## پاسخ پرسش‌های فصل دوم

## خود را بیازمایید صفحه ۵۱

سرانه مصرف (kg)		خوراکی
ایران	جهان	
۱۱۵	۲۵	نان
۳۷	۲۲	برنج
۱۲	۲۲	حبوبات
۱۰۰	۱۳۰	سبزیجات
۹۵	۱۴۵	میوه
۱۹	۳۷	گوشت قرمز
۹	۱۹	ماهی
۹	۲۴	تخم مرغ
۹۰	۳۰۰	شیر
۳۰	۵	شکر
۶	۳	نمک خوراکی
۱۹	۱۴	روغن

جدول روبه‌رو سرانه مصرف سالانه برخی مواد خوراکی را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید. (الف) دیابت بزرگسالی یکی از بیماری‌های شایع در ایران است. مصرف بی‌رویه کدام مواد در گسترش این بیماری نقش دارد؟

برنج - شکر - نان

(ب) گوشت قرمز و ماهی افزون بر پروتئین‌ها، محتوی انواع ویتامین‌ها و مواد معدنی هستند. چه پیشنهادهایی برای گنجاندن آنها در برنامه غذایی خانواده خود دارید؟

در هفته چند نوبت در رژیم غذایی قرار گیرد و پیشنهادهای دیگر دانش‌آموزان

(پ) شیر و فراورده‌های آن منبع مهمی برای تأمین پروتئین و به‌ویژه کلسیم هستند. کارشناسان تغذیه بر مصرف مناسب آنها برای پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان تأکید دارند. اگر شما یک مدیر تصمیم‌گیرنده در کشور باشید، چه راهکارهایی برای افزایش مصرف آنها ارائه می‌کنید؟

کاهش قیمت براساس پرداخت یارانه، توزیع آن در مدارس و محل کار کارمندان، فرهنگ‌سازی و تشویق خانواده‌ها به مصرف شیر با برنامه‌سازی و...

(ت) کارشناسان تغذیه بر مصرف حبوبات مانند نخود، لوبیا، عدس و... در برنامه غذایی تأکید دارند زیرا سرشار از مواد مغذی هستند. براساس برنامه غذایی خانواده خود چه پیشنهادی برای افزایش مصرف آنها دارید؟ استفاده آن همراه با مواد غذایی به‌طور مستمر و پیشنهادهای دیگر دانش‌آموزان

## باهم بیندیشیم صفحه ۵۵



A

B

۱ شکل روبه‌رو دو نمونه از هوای صاف شهر شما را با جرم یکسان نشان می‌دهد. با توجه به آن در هر مورد با خط زدن واژه نادرست، عبارت را کامل کنید.

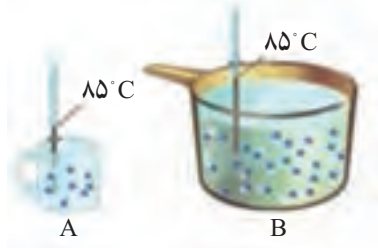
آ) شکل A، نمونه‌ای از هوا در  $\frac{\text{ظرف}}{\text{شب}}$  نشان می‌دهد.

ب) شکل B، نمونه‌ای از هوا را در یک روز  $\frac{\text{تابستانی}}{\text{زمستانی}}$  نشان می‌دهد.

پ) اگر مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک نمونه ماده هم‌ارز با انرژی گرمایی آن باشد، انرژی

گرمایی  $\frac{A}{B}$  بیشتر بوده زیرا  $\frac{\text{شمار مولکول‌های}}{\text{دمای}}$  آن بیشتر است.

۲ با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



آ) میانگین تندی مولکول‌های آب را در دو ظرف مقایسه کنید.

با هم برابر است چون دمای آب درون دو ظرف یکسان است.

ب) انرژی گرمایی آب موجود در کدام ظرف بیشتر است؟ چرا؟

چون مقدار ذرات بیشتری دارد و انرژی گرمایی یعنی مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده ماده بیشتر است.

با هم بیندیشیم صفحه ۵۷

با توجه به شکل‌های داده شده، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



آ) توضیح دهید چرا تخم مرغ در آب می‌پزد اما در روغن زیتون تغییر محسوسی نمی‌کند؟

طبق تصویر، برای افزایش دمای آب به میزان ۵۰ درجه سلسیوس، گرمای بیشتری جذب شده است

پس انرژی گرمایی ظرف محتوی آب بیشتر است و تخم مرغ انرژی گرمایی بیشتری دریافت می‌کند.

ب) می‌دانید که ظرفیت گرمایی ماده هم‌ارز با گرمای لازم برای افزایش دمای آن به اندازه یک درجهٔ سلسیوس است. با این توصیف ظرفیت گرمایی آب و روغن زیتون را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.

$$\text{ظرفیت گرمایی آب} = \frac{\text{انرژی}}{\text{دما}} = \frac{4180^\circ\text{J}}{5^\circ\text{C}} = 836 \text{ J}/^\circ\text{C}$$

$$\text{ظرفیت گرمایی روغن زیتون} = \frac{\text{انرژی}}{\text{دما}} = \frac{1970^\circ\text{J}}{5^\circ\text{C}} = 394 \text{ J}/^\circ\text{C}$$

پ) ظرفیت گرمایی یک ماده به چه عواملی بستگی دارد؟

به نوع و مقدار ماده

ت) در فیزیک دهم آموختید که ظرفیت گرمایی یک گرم ماده، ظرفیت گرمایی ویژه یا گرمای ویژه (c) آن ماده را نشان می‌دهد، مقدار این کمیت را برای آب و روغن زیتون حساب و با هم مقایسه کنید.

$$\text{ظرفیت گرمایی ویژه آب} = \frac{836 \text{ J}/^\circ\text{C}}{1^\circ\text{g}} = 418 \text{ J}/\text{g}^\circ\text{C}$$

$$\text{ظرفیت گرمایی ویژه روغن زیتون} = \frac{394 \text{ J}/^\circ\text{C}}{1^\circ\text{g}} = 394 \text{ J}/\text{g}^\circ\text{C}$$

ث) رابطه‌ای میان ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه یک ماده بیابید.

$$\text{ظرفیت گرمایی} = \text{جرم} \times \text{گرمای ویژه} \quad \text{ظرفیت گرمایی ویژه (گرمای ویژه)} = \frac{\text{انرژی}}{\text{جرم} \times \text{دما}}$$

خود را بیازمایید صفحه ۵۸

۱ یک استکان چای با دمای  $90^\circ\text{C}$  درون اتاقی با دمای  $25^\circ\text{C}$  قرار دارد. با گذشت زمان، دما و انرژی گرمایی آن چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

کاهش پیدا می‌کند – استکان چای انرژی از دست داده و در نهایت با هوای اتاق هم دما می‌شود در نتیجه، میانگین انرژی جنبشی ذرات و در پی آن انرژی گرمایی چای کاهش پیدا می‌کند.

۲ با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، عبارت زیر را کامل کنید.

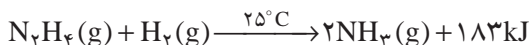
گرمای می‌توان هم‌ارز با آن مقدار انرژی گرمایی دانست که به دلیل تفاوت در انرژی گرمایی جاری می‌شود. دما

۲ تکه‌ای نان و تکه‌ای سیب‌زمینی، با جرم و سطح یکسان در دمای  $6^{\circ}\text{C}$  در نظر بگیرید. اگر آنها را هم‌زمان در محیطی با دمای  $20^{\circ}\text{C}$  قرار دهیم کدام یک زودتر با محیط هم‌دما می‌شود؟ درستی پاسخ خود را در منزل بررسی کنید.

نان و سیب‌زمینی هر دو تقریباً از نشاسته تشکیل شده‌اند بنابراین سرعت هم‌دما شدن با محیط به میزان آب موجود در آنها بستگی دارد. از آنجا که مقدار آب در نان کمتر است زودتر با محیط هم‌دما می‌شود.

### با هم بیندیشیم صفحه ۶۳

۱ با توجه به واکنش‌های زیر پاسخ دهید :



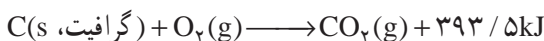
(آ) چرا گرمای آزاد شده در دو واکنش متفاوت است؟ توضیح دهید.

چون واکنش‌دهنده‌ها متفاوت هستند و محتوای انرژی یکسانی ندارند.

(ب) در کدام واکنش، مواد واکنش‌دهنده پایدارتر است؟ چرا؟

در واکنش اول. چون انرژی کمتری تولید کرده است پس سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها کمتر از فراورده‌ها است.

۲ گرافیت و الماس دو آلوتروپ کربن هستند که فراوردهٔ واکنش سوختن کامل آنها، گاز کربن‌دی‌اکسید است.



(آ) چرا گرمای حاصل سوختن یک مول گرافیت متفاوت از یک مول الماس است؟

زیرا در این دو آلوتروپ کربن، نحوه اتصال اتم‌ها متفاوت و در نتیجه ساختار متفاوت دارند پس رفتار و محتوای انرژی گرمایی آنها نیز یکسان نیست.

(ب) الماس پایدارتر است یا گرافیت؟ چرا؟

گرافیت، زیرا در اثر سوختن انرژی کمتری تولید کرده است به عبارت دیگر محتوای انرژی آن کمتر است.



ب) از سوختن کامل  $7/2$  g گرافیت، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

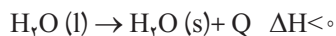
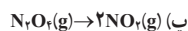
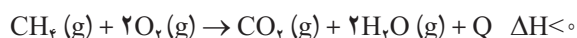
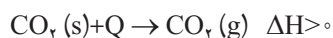
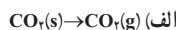
$$? \text{ kJ} = 7/2 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{12 \text{ g}} \times \frac{393/5 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} = 236/1 \text{ kJ}$$

۲ با توجه به واکنش  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 484 \text{ kJ}$ ، پیش‌بینی کنید گرمای واکنش

چرا؟  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  کدام است  $(+422 \text{ kJ}, -422 \text{ kJ}, -572 \text{ kJ}, +572 \text{ kJ})$ ؟  
این دو واکنش تنها در حالت فیزیکی آب تفاوت دارند و از آنجا که آب در حالت گازی مقدار انرژی آزاد شده  $484$  کیلوژول است برای حالت مایع که انرژی کمتری نسبت به حالت گازی دارد باید انرژی کمتری آزاد شود پس عدد  $-422$  صحیح است.

خود را بیازمایید صفحه ۶۴

۱ نماد  $Q$  را در هر معادله وارد کرده سپس علامت « $\Delta H$ » را در هر مورد مشخص کنید.



۲ اگر برای تولید یک مول گاز اوزون از گاز اکسیژن، آنتالپی به اندازه  $572\text{ kJ}$  افزایش یابد، آنتالپی واکنش  $3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{O}_3(\text{g})$  را در جهت رفت و در جهت برگشت حساب کنید.

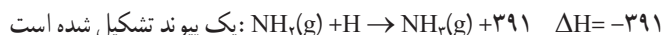
$$?\Delta\text{H}_{\text{O}_3} = 2\text{mol O}_3 \times \frac{572\text{ kJ}}{1\text{mol O}_3} = 1144\text{ kJ}$$

$$\Delta\text{H}_{\text{رفت}} = -1144$$

$$\Delta\text{H}_{\text{برگشت}} = +1144$$

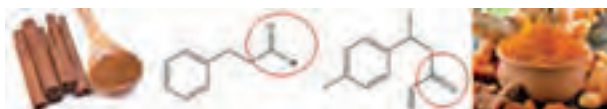
### خود را بیازمایید صفحه ۶۶

با استفاده از داده‌های جدول ۳، آنتالپی هر یک از واکنش‌های زیر را پیش‌بینی کنید.



### خود را بیازمایید صفحه ۶۸

۱ هر ساختار زیر یک ترکیب آلی موجود در آن ادویه را نشان می‌دهد. گروه‌های عاملی موجود در هر مولکول را مشخص کنید و نام آنها را بنویسید.

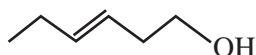
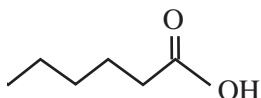


دارچین

زردچوبه

زردچوبه دارای عامل کتونی و دارچین دارای عامل آلدهیدی است.

۲ با توجه به ساختار ترکیب‌های آلی زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



(آ) شمار و نوع اتم‌های سازنده آنها را با یکدیگر مقایسه کنید.  
هر دو دارای شش اتم کربن و ۱۲ اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن هستند و فرمول مولکولی یکسان دارند.  $C_6H_{12}O$

(ب) آیا خواص فیزیکی و شیمیایی آنها یکسان است؟ چرا؟  
خیر یکسان نیست - زیرا فرمول ساختاری و گروه عاملی متفاوتی دارند.  
(پ) آیا محتوای انرژی آنها را یکسان پیش‌بینی می‌کنید؟ توضیح دهید.  
خیر یکسان نیست - زیرا نحوه اتصال اتم‌ها یکسان نیست. در واقع ساختار متفاوت و رفتار متفاوت دارند.

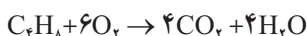
### خود را بیازمایید صفحه ۷۰

**۱** با توجه به جدول ۶ آنتالپی سوختن پروپان ( $C_3H_8$ ) و ۱- بوتن ( $C_4H_8$ ) را پیش‌بینی کرده سپس با مراجعه به منابع علمی معتبر درستی پیش‌بینی خود را بررسی کنید.



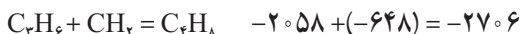
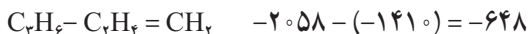
پیش‌بینی: اتان - متان = متیلن

اتان + متیلن = پروپان



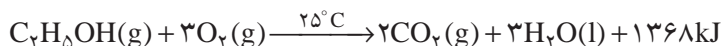
پروپن - اتن = متیلن

پروپن + متیلن = ۱- بوتن



منابع: سوختن پروپان: سوختن بوتان:

**۲** با توجه به معادله واکنش سوختن کامل اتان و اتانول به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



(آ) ارزش سوختی هر یک را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.  
گرمای حاصل از سوختن یک گرم اتان بیشتر از یک گرم اتانول است.

$$1\text{gC}_7\text{H}_6 \times \frac{1\text{mol}}{96\text{g}} \times \frac{312\text{kJ}}{2\text{mol}} = 1.6\text{kJ.g}^{-1}$$

$$1\text{gC}_7\text{H}_5\text{OH} \times \frac{1\text{mol}}{96\text{g}} \times \frac{1368\text{kJ}}{2\text{mol}} = 7.1\text{kJ.g}^{-1}$$

ب) جرم  $\text{CO}_2$  حاصل از سوختن یک گرم از هر یک را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.

جرم  $\text{CO}_2$  حاصل از یک گرم  $\text{C}_7\text{H}_6$  بیشتر از یک گرم  $\text{C}_7\text{H}_5\text{OH}$  است.

$$1\text{gC}_7\text{H}_6 \times \frac{1\text{mol}}{96\text{g}} \times \frac{2\text{molCO}_2}{2\text{mol}} \times \frac{44\text{gCO}_2}{1\text{molCO}_2} = 2.9\text{g}$$

$$1\text{gC}_7\text{H}_5\text{OH} \times \frac{1\text{mol}}{96\text{g}} \times \frac{2\text{molCO}_2}{2\text{mol}} \times \frac{44\text{gCO}_2}{1\text{molCO}_2} = 1.9\text{g}$$

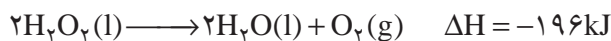
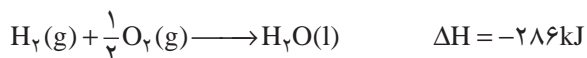
پ) توضیح دهید چرا اتانول سوخت سبز به شمار می‌رود؟

چون علاوه بر داشتن اکسیژن در فرمول ساختاری خود،  $\text{CO}_2$  کمتری به ازای یک گرم ماده سوختنی تولید می‌کند و اکسیژن کمتری مصرف می‌کند.

### خود را بیازمایید صفحه ۷۳

۱ هیدروژن پراکسید ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) ماده‌ای است که با نام تجاری آب اکسیژنه به فروش می‌رسد.

الف) با استفاده از واکنش‌های ترموشیمیایی زیر، آنتالپی واکنش  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$  را حساب کنید.



واکنش اول بدون تغییر و دومی را در  $\frac{1}{2}$  ضرب و واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها را جابه‌جا می‌کنیم.

$$\Delta H = \Delta H_1 + \left(-\frac{1}{2}\Delta H_2\right), \quad \text{پس:}$$

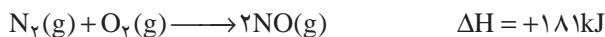
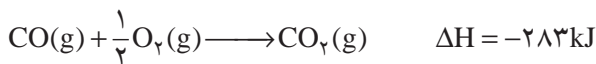
$$\Delta H = \left[-286 + \left(\frac{1}{2} \times (-196)\right)\right] = -188\text{kJ}$$

ب) توضیح دهید چرا تهیه این ماده از واکنش مستقیم گازهای هیدروژن و اکسیژن ممکن نیست؟ چون واکنش هیدروژن و اکسیژن، آب که پایدارتر است، تولید می‌کند. (با توجه به دلتا جها) از طرفی هیدروژن پراکسید ناپایدار بوده و به آب و اکسیژن تجزیه می‌شود.

۲ در شیمی دهم آموختید که گازهای آلاینده مانند NO و CO از آگروز خودروها به هوا کره وارد می‌شوند. شیمیدان‌های هوا کره انجام واکنش زیر را برای تبدیل این آلاینده‌ها به گازهای پایدارتر و با آلودگی کمتر، طراحی کرده‌اند.



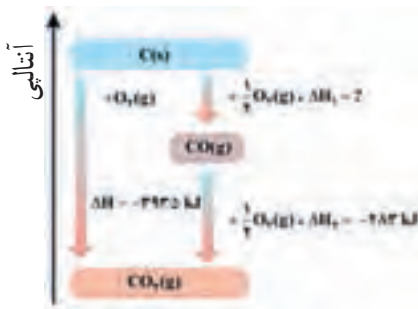
آنتالپی واکنش بالا را با استفاده از واکنش‌های ترموشیمیایی زیر حساب کنید.



واکنش اولی را در ۲ ضرب می‌کنیم و واکنش دوم را جابه‌جا می‌کنیم.

$$\Delta H = 2\Delta H_1 + (-\Delta H_2) = 2(-283) + (-181) = -747\text{kJ}$$

۳ واکنش سوختن کامل گرافیت را می‌توان مجموعه‌ای از دو واکنش پی‌درپی مطابق نمودار زیر دانست.

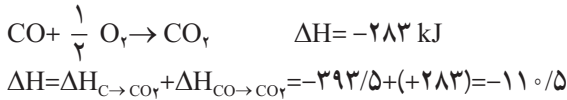


آ) شواهد نشان می‌دهد که  $\Delta H$  واکنش تولید  $\text{CO(g)}$  را نمی‌توان به روش تجربی تعیین کرد. درباره علت آن گفت‌وگو کنید.

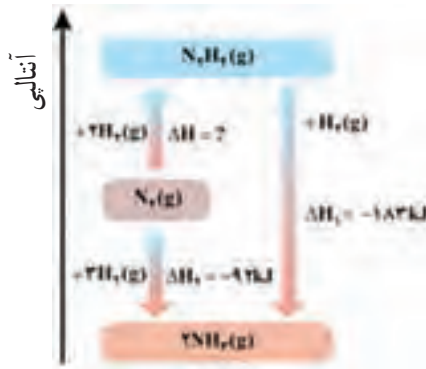
چون در این فرایند از طریق یک واکنش معین نمی‌توان تنها CO تولید کرد و همواره همراه آن مواد دیگری نیز تولید می‌شود. از طرفی طبق نمودار، تبدیل کربن به کربن دی‌اکسید وضعیت پایدارتری از کربن منوآکسید دارد و فراورده اصلی خواهد بود.

ب)  $\Delta H$  واکنش تولید  $\text{CO(g)}$  را از گرافیت و گاز اکسیژن حساب کنید.

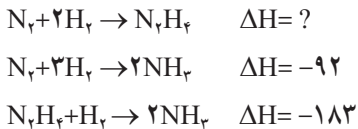
اولی بدون تغییر و دومی جابه‌جا شود به خواسته سؤال می‌رسیم.



۴ شواهد تجربی نشان می‌دهند که تهیه آمونیاک به روش هابر از گازهای نیتروژن و هیدروژن مطابق نمودار زیر یک واکنش دو مرحله‌ای است.



آ) در شرایط یکسان، هیدرازین پایدارتر است یا آمونیاک؟ چرا؟  
 آمونیاک پایدارتر است. چون تبدیل هیدرازین به آمونیاک گرماده است پس هیدرازین سطح انرژی بیشتری داشته و ناپایدارتر است (طبق نمودار سطح انرژی آمونیاک پایین‌تر از هیدرازین است).  
 ب) آنتالپی واکنش تولید هیدرازین را حساب کنید.  
 اولی بدون تغییر و دومی فراورده و واکنش‌دهنده جابه‌جا شود.



پس خواهیم داشت :

$$\Delta H = \Delta H_1 + (-\Delta H_2) = -92 + (+183) = +91 \text{ kJ}$$

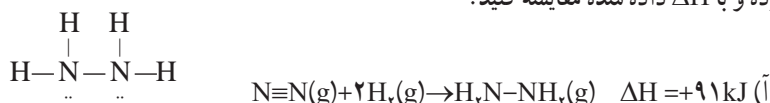
خود را بیازمایید صفحه ۷۵

۱ دانش‌آموزی برای تعیین آنتالپی یک واکنش گازی از رابطه زیر استفاده کرده است، درستی این رابطه را بررسی کنید.

$$\Delta H (\text{واکنش}) = \left[ \begin{array}{c} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در مواد واکنش دهنده} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{c} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در مواد فراورده} \end{array} \right]$$

چون در واکنش مواد واکنش دهنده باید پیوندشان شکسته شود و شکستن پیوند گرماگیر است و علامت  $\Delta H$  مثبت خواهد بود. در فراورده‌ها، پیوند تشکیل می‌شود و انرژی ده است. علامت  $\Delta H$  منفی خواهد بود لذا عبارت مربوط به آنتالپی به درستی نوشته شده است.

۲ با استفاده از جدول میانگین آنتالپی پیوندها،  $\Delta H$  هر یک از واکنش‌های ترموشیمیایی زیر را حساب نموده و با  $\Delta H$  داده شده مقایسه کنید.



$$\Delta H = (\text{N} \equiv \text{N} + 2\text{H}-\text{H}) - (4\text{N}-\text{H} + \text{N}-\text{N})$$

$$\Delta H = (945 + 2 \times 436) - (4 \times 391 + 163)$$

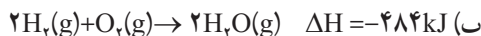
$$\Delta H = +90 \text{ kJ}$$



$$\Delta H = (8\text{C}-\text{H}) - (6\text{C}-\text{H} + \text{C}-\text{C} + \text{H}-\text{H})$$

$$\Delta H = (8 \times 415) - (6 \times 415 + 348 + 436)$$

$$\Delta H = +46 \text{ kJ}$$



$$\Delta H = (2\text{H}-\text{H} + \text{O}=\text{O}) - (4\text{O}-\text{H})$$

$$\Delta H = (2 \times 436 + 495) - (4 \times 463)$$

$$\Delta H = -485 \text{ kJ}$$

در ترکیبات پیچیده‌تر بین آنتالپی تجربی و محاسبه شده از طریق آنتالپی پیوند اختلاف بیشتری وجود دارد. اما در ترکیب‌های ساده، اختلاف کمتری مشاهده می‌شود.

## خود را بیازمایید صفحه ۷۷

۱ هر یک از موارد زیر نقش چه عاملی را در سرعت واکنش نشان می دهد؛ توضیح دهید.



الف

الف) برای نگهداری طولانی مدت فراورده های گوشتی و پروتئینی، آنها را به حالت منجمد ذخیره می کنند.

با کاهش دما، سرعت واکنش هایی که سبب فساد مواد غذایی می شود، کم شده در نتیجه مدت ماندگاری افزایش می یابد.



ب

ب) روغن های مایع که در ظرف مات و کدر بسته بندی شده اند، زمان ماندگاری بیشتری دارند.

زیرا نور و امواج الکترومغناطیس دارای انرژی بوده و اثر مخرب بر ساختار مولکول های روغن دارند اما ظروف جداره کدر مانع از رسیدن این امواج به روغن می شوند لذا ماندگاری بیشتری خواهند داشت.



پ

پ) قاووت گردی مغذی و تهیه شده از مغز آفتابگردان، پسته و... است. این سوغات کرمان زودتر از مغز این خوراکی ها فاسد می شود. چون به حالت پودر، سطح تماس مواد غذایی با هوا بیشتر شده و سرعت انجام واکنش هایی که سبب فساد آن می شود نیز بیشتر است در نتیجه ماندگاری قاووت از مغز آن کمتر است.

## خود را بیازمایید صفحه ۸۰

در هر یک از موارد زیر با توجه به شکل، علت اختلاف در سرعت واکنش را توضیح دهید.



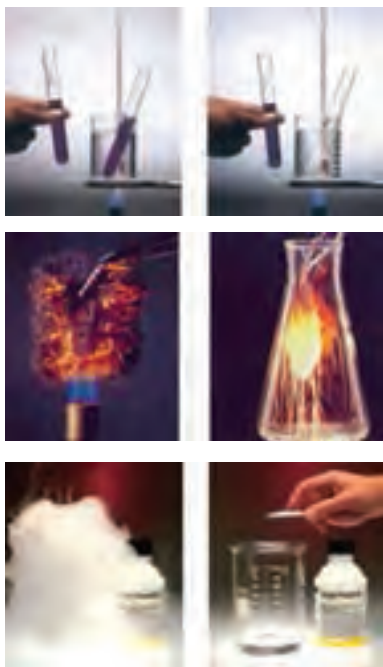
الف) فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم در شرایط یکسان با آب سرد به شدت واکنش می دهند. اما سرعت واکنش ها متفاوت است.



ماهیت واکنش دهنده ها متفاوت بوده و واکنش پذیری متفاوتی نیز دارند. به عبارت دیگر واکنش پذیری پتاسیم از سدیم بیشتر است بنابراین شدت واکنش آن و در نتیجه سرعت واکنش آن با آب نیز بیشتر است.

ب) شعله آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ





و سرخ می‌کند؛ در حالی که پاشیدن و پخش کردن گرد آهن بر روی شعله، سبب سوختن آن می‌شود.

سطح تماس گرد آهن با شعله و اکسیژن هنگامی که بر روی شعله پاشیده می‌شود، بیشتر از زمانی است که در کیسول قرار دارد. افزایش سطح تماس موجب افزایش سرعت واکنش می‌شود.

ب) محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می‌دهد، اما با گرم شدن، محلول به سرعت بی‌رنگ می‌شود.

با افزایش دما سرعت واکنش بیشتر می‌شود.

ت) الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی‌سوزد، در حالی که همان مقدار الیاف آهن داغ و سرخ شده در یک ارلن پر از اکسیژن می‌سوزد.

غلظت اکسیژن در ارلن بیشتر است. معمولاً با افزایش غلظت واکنش دهنده‌ها، سرعت واکنش نیز بیشتر خواهد شد.

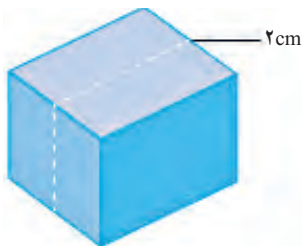
ث) محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق به کندی

تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می‌کند، در حالی که افزودن دو قطره از محلول پتاسیم یدید، سرعت واکنش را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد.

پتاسیم یدید نقش کاتالیزگر داشته سبب افزایش سرعت واکنش خواهد شد. با افزایش سرعت تجزیه هیدروژن پراکسید، سرعت تولید گاز اکسیژن نیز بیشتر می‌شود.

### پیوند با ریاضی صفحه ۸۳

یک تکه زغال چوب به شکل مکعب با طول ضلع  $2\text{ cm}$  در نظر بگیرید. حجم این تکه زغال برابر با  $8\text{ cm}^3$ ، در حالی که مساحت جانبی آن برابر با  $24\text{ cm}^2$  است (چرا؟).

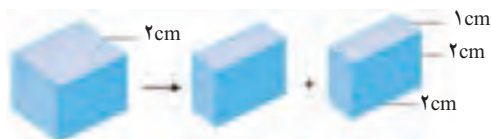


۱ کدام کمیت (حجم یا مساحت جانبی)، سطح تماس این تکه زغال را با شعله هنگام سوختن نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.

سطح تماس، سطح جانبی است که در تماس با شعله و اکسیژن قرار می‌گیرد.

۲ اگر این مکعب از وسط یک ضلع برش بخورد و به دو مکعب مستطیل تقسیم شود، حساب کنید حجم زغال و سطح تماس آن چه

تغییری می‌کند؟



حجم تغییر نمی کند

$$V = a^3 = 2^3 = 8 \text{ cm}^3 \quad V = V_1 + V_2 = 2V_1 = 2 \times (2 \times 2 \times 1) = 8 \text{ cm}^3$$

دو سطح جانبی نسبت به حالت اول اضافه شده است لذا  $8 \text{ cm}^3$  نسبت به حالت قبل بیشتر است.

$$S = 2[2 \times 2] = 8$$

۲ براساس تحلیل خود از پرسش‌های بالا، علت تفاوت در سرعت واکنش سوختن تکه زغال با گرد آن را توضیح دهید.

هر چه سطح تماس بیشتر شود و به حالت پودری نزدیک باشد سرعت واکنش بیشتر خواهد شد.

خود را بیازمایید صفحه ۸۴

۱ براساس شکل ۱۴، آهنگ مصرف رنگ غذا را برحسب مول بر دقیقه ( $\text{mol min}^{-1}$ ) حساب کنید.



شکل ۱۴- واکنش محلول سفیدکننده با ۰/۰۵ مول نوعی رنگ غذا

$$R = \frac{\text{مول}}{\text{دقیقه}} = \frac{0.05 \text{ mol}}{5 \text{ min}} = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

۲ دانش‌آموزی درون یک محلول محتوی ۰/۰۳ مول مس (II) سولفات، تیغه‌ای از جنس روی قرار داده است. شکل زیر پیشرفت واکنش  $\text{Zn(s)}$  با  $\text{CuSO}_4(\text{aq})$  را در این آزمایش نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.



الف) واکنش پذیری فلز روی را با مس مقایسه کنید.

واکنش پذیری فلز روی بیشتر از مس است چون فلز روی توانسته جایگزین مس در ترکیب آن شود.

ب) با گذشت زمان مقدار  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  و  $\text{Cu}(\text{s})$  چه تغییری می کند؟ چرا؟

مقدار  $\text{Cu}^{2+}$  کاهش پیدا می کند چون رنگ محلول که حاوی  $\text{Cu}^{2+}$  است کمرنگ می شود و مقدار  $\text{Cu}$  افزایش می یابد چون مقدار رسوب مس قرمز روی تیغه افزایش پیدا می کند.

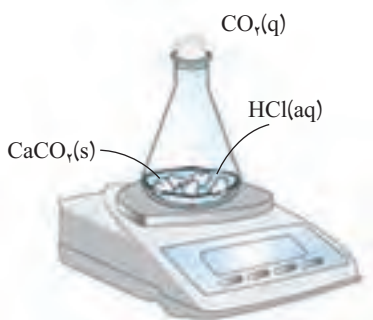
پ) اگر شمار مول های مصرف شده از هر واکنش دهنده در واحد زمان بیانگر سرعت مصرف آن باشد سرعت مصرف  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  را بر حسب  $\text{mol min}^{-1}$  حساب کنید.

$$? \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1} = \frac{0.03 \text{ mol}}{120 \text{ min}} = 2.5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$? \text{ min} = 2 \text{ h} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 120 \text{ min}$$

### باهم ببیندیشیم صفحه ۸۵

واکنش کلسیم کربنات را با محلول هیدروکلریک اسید در دما و فشار اتاق مطابق شکل زیر در نظر بگیرید.



جدول زیر، جرم مخلوط این واکنش را بر حسب زمان برای این آزمایش نشان می دهد. با توجه به داده های جدول، به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید :

زمان (ثانیه)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	۶۵/۹۸	۶۵/۳۲	۶۴/۸۸	۶۴/۶۶	۶۴/۵۵	۶۴/۵۰	۶۴/۵۰
جرم کربن دی اکسید (گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱۰	۱/۳۲	۱/۴۳	۱/۴۸	۱/۴۸

الف) چرا با گذشت زمان از جرم مخلوط واکنش کاسته می شود؟  
چون با گذشت زمان مقدار  $\text{CO}_2$  تولید شده از داخل ظرف خارج می شود.

ب) جدول را کامل کنید.

ب) با گذشت زمان جرم گاز آزاد شده چه تغییری می کند؟ چرا؟  
زیاد می شود زیرا واکنش دهنده ها با گذشت زمان کمتر شده و فراورده بیشتری تولید می کند که یکی از فراورده ها  $\text{CO}_2$  است.

ت) در چه زمانی واکنش به پایان می رسد؟ چرا؟

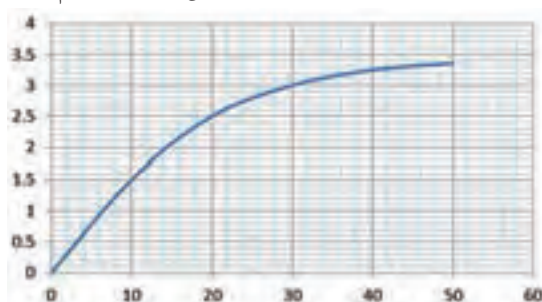
در ثانیه ۵۰ چون از آن به بعد مقدار مواد تغییر نمی کند.

ث) جدول زیر را کامل کنید. ( $1 \text{ mol CO}_2 = 44 \text{ g}$ )

زمان (s)	$n(\text{CO}_2)$ , (mol)	$\Delta n(\text{CO}_2)$ , (mol)	$\bar{R}(\text{CO}_2) = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{\Delta t}$ , ( $\text{mols}^{-1}$ )
۰	۰	$1/50 \times 10^{-2}$	$1/50 \times 10^{-2}$
۱۰	$1/50 \times 10^{-2}$	$1/50 \times 10^{-2}$	$1/50 \times 10^{-2}$
۲۰	$2/50 \times 10^{-2}$	.....	.....
۳۰	$3/50 \times 10^{-2}$	.....	.....
۴۰	.....	.....	.....
۵۰	.....	.....	.....

زمان	$n \text{ CO}_2$	$\Delta n \text{ CO}_2$	—
۳۰	$3 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-2}$	$5 \times 10^{-2}$
۴۰	$3/25 \times 10^{-2}$	$2/5 \times 10^{-2}$	$2/5 \times 10^{-2}$
۵۰	$3/36 \times 10^{-2}$	$1/1 \times 10^{-2}$	$1/1 \times 10^{-2}$

ج) نمودار مول – زمان را برای گاز  $\text{CO}_2$  بر روی کاغذ میلی متری زیر رسم کنید.



چ) سرعت متوسط تولید  $\text{CO}_2$  با گذشت زمان چه تغییری می‌کند؟ چرا؟  
کاهش پیدا می‌کند - زیرا تغییرات غلظت  $\text{CO}_2$  کم می‌شود.

ح) آزمایش نشان می‌دهد که نمودار مول - زمان برای هر سه فراورده در واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید از هر لحاظ یکسان است. چرا؟  
چون ضرایب واکنش هر سه فراورده یکسان است یعنی میزان سرعت متوسط تولید هر سه برابر است.

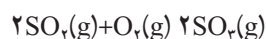
### خود را بیازمایید صفحه ۸۸

۱) در واکنش  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  با  $\text{HCl}(\text{aq})$ ، چه رابطه‌ای بین سرعت متوسط مصرف این دو ماده وجود دارد؟ این رابطه را بنویسید.

چون ضریب  $\text{HCl}$  در واکنش برابر ۲ است پس سرعت متوسط مصرف  $\text{HCl}$  باید دو برابر سرعت مصرف  $\text{CaCO}_3$  باشد.

$$\overline{R}_{\text{HCl}} = 2 \overline{R}_{\text{CaCO}_3}$$

۲) یکی از آلاینده‌های هوا که باعث تولید باران اسیدی می‌شود، گاز گوگردتری اکسید است که مطابق واکنش زیر تولید می‌شود:

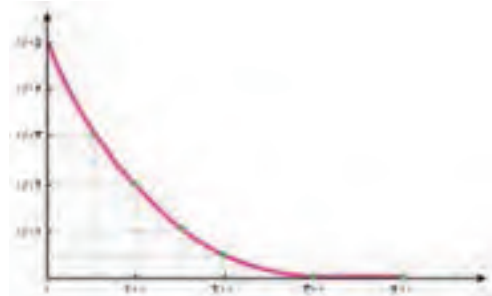


اگر در شرایط معین  $\overline{R}(\text{O}_2) = 0.01 \text{ mol s}^{-1}$  باشد،  $\overline{R}(\text{SO}_2)$  و  $\overline{R}(\text{SO}_3)$  را بر حسب  $\text{mol min}^{-1}$  حساب کنید.

$$\overline{R}_{\text{O}_2} = 0.01 \text{ mol.s}^{-1} \Rightarrow \overline{R}_{\text{O}_2} = 0.01 \text{ mol.s}^{-1} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 0.6 \text{ mol.min}^{-1}$$

$$\overline{R}_{\text{SO}_2} = \overline{R}_{\text{SO}_3} = 2 \overline{R}_{\text{O}_2} \Rightarrow 2 \times 0.6 \text{ mol.min}^{-1} = 1.2 \text{ mol.min}^{-1}$$

۳) با توجه به نمودار زیر که تغییر مول‌های نوعی رنگ غذا در واکنش با یک محلول سفیدکننده را نشان می‌دهد، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



الف) مول‌های واکنش دهنده (رنگ غذا) با گذشت زمان چه تغییری می‌کند؟ چرا؟  
کاهش پیدا می‌کند زیرا طبق نمودار با گذشت زمان مقدار مول آن رو به کاهش است.

ب) شیب نمودار مول – زمان چه علامتی دارد؟ چرا؟

علامت منفی، چون منحنی مربوط به آن نزولی است.  $n_1 > n_2$   $\Delta n = n_2 - n_1 < 0$

پ) توضیح دهید چرا علامت منفی در رابطه زیر نوشته می‌شود.

$$\bar{R} \text{ (واکنش دهنده)} = - \frac{\Delta n \text{ (واکنش دهنده)}}{\Delta t}$$

چون سرعت متوسط یک واکنش شیمیایی برای واکنش دهنده‌ها یک مقدار عددی مثبت باشد جلوی کسر یک علامت منفی قرار می‌گیرد تا هنگام محاسبه  $\Delta n$  که یک مقدار منفی می‌شود عدد حاصل مثبت شود.

ت) سرعت متوسط مصرف رنگ غذا را برحسب مول بر دقیقه حساب کنید.

نمودار محور عمودی برحسب مول و محور افقی بر حسب ثانیه است.

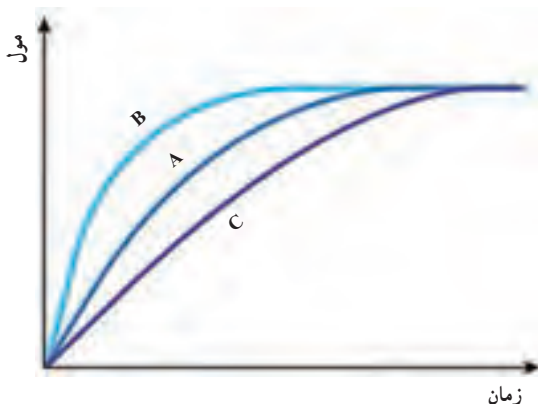
$$30.0 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 0.5 \text{ min}$$

$$R = \frac{-(0.0 - 0.05)}{0.5 \text{ min}} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

خود را بیازمایید صفحه ۹۰

در نمودار داده شده، منحنی A نشان دهنده تغییر مول‌های یکی از مواد فراورده در واکنش فرضی است. با دلیل مشخص کنید کدام منحنی (B یا C) نشان دهنده افزودن بازدارنده و کدام یک نشان دهنده افزودن کاتالیزگر به سامانه واکنش است؟

B نشان دهنده افزودن کاتالیزگر به سامانه است. زیرا منحنی واکنش زودتر به وضعیت مول پایان واکنش رسیده است.



C نشان‌دهنده افزودن بازدارنده است زیرا زمان انجام واکنش تا رسیدن به مول پایانی بیشتر به طول انجامیده است.

### باهم بیندیشیم صفحه ۹۰

۱ سرعت متوسط تولید گاز آمونیاک در شرایط معینی براساس معادله واکنش زیر در گستره زمانی معینی برابر با  $4 \times 10^2 \text{ mol.s}^{-1}$  است.  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$   
الف) سرعت متوسط مصرف  $\text{N}_2(\text{g})$  و  $\text{H}_2(\text{g})$  را در این گستره زمانی حساب کنید.

$$\bar{R}_{\text{N}_2} = \frac{1}{3} \bar{R}_{\text{NH}_3} \Rightarrow \bar{R}_{\text{N}_2} = \frac{1}{3} (4 \times 10^2 \text{ mol.s}^{-1}) = 2 \times 10^2 \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{H}_2} = \frac{3}{2} \bar{R}_{\text{NH}_3} \Rightarrow \bar{R}_{\text{H}_2} = \frac{3}{2} (4 \times 10^2 \text{ mol.s}^{-1}) = 6 \times 10^2 \text{ mol.s}^{-1}$$

ب) سرعت متوسط تولید یا مصرف هر شرکت‌کننده را به ضریب استوکیومتری آن تقسیم کنید. از حاصل این تقسیم‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

اگر سرعت متوسط هر یک از مواد شرکت‌کننده در واکنش را بر ضریب استوکیومتری آن تقسیم کنیم مقدار عدد به دست آمده برای تمام آنها یکسان خواهد بود.

$$\text{NH}_3 \rightarrow \frac{4 \times 10^2 \text{ mol.s}^{-1}}{2} = 2 \times 10^2 \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\text{N}_2 \rightarrow 2 \times 10^2 \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\text{H}_2 \rightarrow \frac{6 \times 10^2 \text{ mol.s}^{-1}}{3} = 2 \times 10^2 \text{ mol.s}^{-1}$$

پ) حاصل تقسیم در قسمت ب، سرعت واکنش نام دارد. برای این واکنش با استفاده از سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد شرکت‌کننده، رابطه سرعت واکنش را بنویسید.

$$\text{سرعت واکنش} = -\frac{\Delta[\text{N}_2]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[\text{H}_2]}{3\Delta t} = \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{2\Delta t}$$

$$\text{سرعت واکنش} = \bar{R}_{\text{N}_2} = \frac{1}{3} \bar{R}_{\text{H}_2} = \frac{1}{2} \bar{R}_{\text{NH}_3}$$

ت) ارتباط معادله شیمیایی موازنه شده واکنش را با رابطه زیر توضیح دهید.

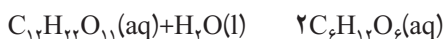
تغییرات غلظت مواد شرکت‌کننده در واکنش بخش بر حاصل ضرب تغییرات زمان انجام واکنش در ضریب استوکیومتری آن برابر با سرعت واکنش خواهد بود.

ث) سرعت متوسط کدام ماده با سرعت واکنش برابر است؟ توضیح دهید.

$$\overline{R} \text{ (واکنش)} = + \frac{\Delta n(\text{NH}_3)}{2\Delta t} = - \frac{\Delta n(\text{H}_2)}{3\Delta t} = - \frac{\Delta n(\text{N}_2)}{\Delta t}$$

$\text{N}_2$  زیرا ضرب آن در معادله برابر یک است.

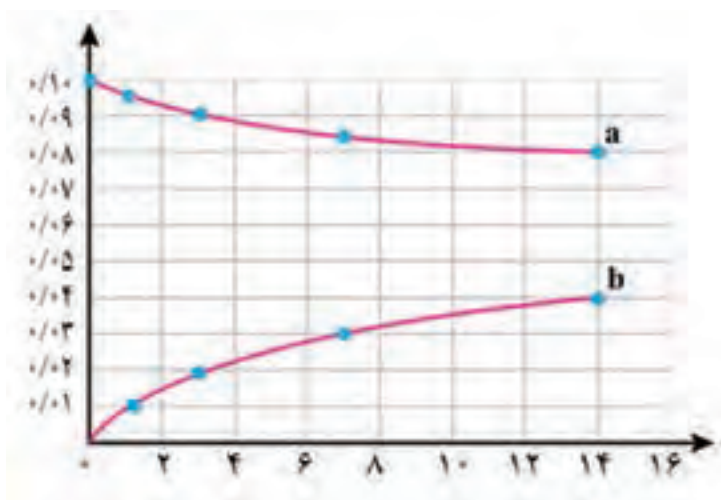
۲) قند موجود در جوانه گندم (مالتوز) مطابق واکنش زیر به گلوکز تبدیل می شود.



این واکنش در دمای ثابت و شرایط معین بررسی شده و جدول زیر داده های تجربی آن را نشان می دهد.

→ با توجه به آن و نمودار داده شده، به پرسش های زیر پاسخ دهید.

زمان (دقیقه)		غلظت مولی ( $\text{mol.L}^{-1}$ )				
۱۴	۷	۲	۱	۰		
۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱	۰	$[\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6]$	
۰/۰۸	۰/۰۸۵	۰/۰۹	۰/۰۹۵	۰/۱۰	$[\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}]$	





الف) در سه دقیقه نخست، (گلوکز)  $\bar{R}$  و (مالتوز)  $\bar{R}$  را برحسب  $\text{mol L}^{-1}\text{S}^{-1}$  حساب کنید.

$$3 \text{ min} \times \frac{6^\circ\text{S}}{1 \text{ min}} = 18^\circ\text{S}$$

$$\bar{R}_{\text{گلوکز}} = 2 \bar{R}_{\text{مالتوز}} \Rightarrow \bar{R}_{\text{گلوکز}} = \frac{-(0/0.9 - 0/1)}{18^\circ} = 5/5 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{مالتوز}} = 2 \times 5/5 \times 10^{-5} = 1/1 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

ب) سرعت واکنش را در هفت دقیقه نخست و هفت دقیقه دوم حساب کنید. کدام یک بیشتر است؟ چرا؟

۷ دقیقه نخست

$$\bar{R}_{\text{گلوکز}} = \frac{-(0/0.85 - 0/1)}{7 \text{ min}} = 2/14 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

۷ دقیقه دوم

$$\bar{R}_{\text{گلوکز}} = \frac{-(0/0.8 - 0/0.85)}{7 \text{ min}} = 7/14 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

در ۷ دقیقه نخست زیرا غلظت واکنش دهنده‌ها بیشتر است در نتیجه تغییر غلظت بیشتری نیز دارد.

پ) هر یک از منحنی‌های a و b مربوط به کدام ماده شرکت کننده است؟ توضیح دهید.

پ) a واکنش دهنده چون با گذشت زمان مقدار آن کم می‌شود و b فرآورده چون مقدار آن افزایش می‌یابد.

### خود را بیازمایید صفحه ۹۳

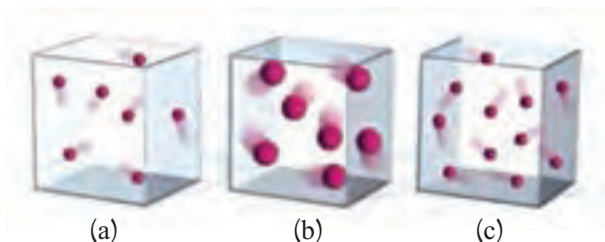
ستون سمت راست در جدول زیر چهار الگو برای کاهش ردپای غذا را نشان می‌دهد.

مشخص کنید هر بیانی از اصل شیمی سبز در ستون سمت چپ با کدام الگو همخوانی دارد؟

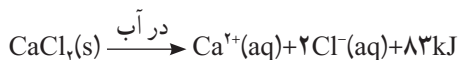
الگوی کاهش ردپای غذا	بیانی از اصل شیمی سبز
خرید به اندازه نیاز	کاهش مصرف انرژی
کاهش مصرف گوشت و لبنیات	طراحی مواد و فرآورده‌های شیمیایی سالم‌تر
استفاده از غذاهای بومی و فصلی	کاهش تولید زباله و پسماند
کاهش مصرف غذاهای فرآوری شده	کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط زیست

## تمرین‌های دوره‌ای صفحه ۹۴

۱ هر یک از سامانه‌ها در شکل زیر محتوی یک نمونه گاز نجیب در دمای اتاق است. با توجه به آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



(آ) در کدام ظرف‌ها هلیوم و در کدام ظرف آرگون وجود دارد؟ چرا؟  
در ظرف‌های a و c هلیوم و ظرف b آرگون است. در جدول دوره‌ای عناصر، آرگون پایین‌تر و تعداد لایه الکترونی بیشتری دارد پس حجم و اندازه آرگون بزرگ‌تر است.  
(ب) انرژی گرمایی سامانه a و b را با یکدیگر مقایسه کنید.  
انرژی گرمایی دو ظرف یکسان است زیرا انرژی جنبشی (دما) و تعداد اتم‌های گازی در دو ظرف یکسان است.  
(پ) انرژی گرمایی سامانه a و c را با یکدیگر مقایسه کنید.  
انرژی گرمایی گاز در ظرف c بیشتر است زیرا تعداد ذرات گازی و در نتیجه جرم آن بیشتر است.  
(ت) اگر گازهای موجود در این سامانه‌ها بدون داد و ستد انرژی با محیط پیرامون مخلوط شوند، کدام کمیت (دما – انرژی گرمایی) تغییر می‌کند؟ توضیح دهید.  
در ظرف جدید دما ثابت می‌ماند چون میانگین انرژی جنبشی ذرات در سه سامانه یکسان است. اما انرژی گرمایی سامانه جدید بیشتر می‌شود چون مقدار گاز و جرم سامانه جدید بیشتر می‌شود.  
۲ اغلب ورزشکاران برای درمان آسیب دیدگی‌های خود از بسته‌هایی استفاده می‌کنند که به سرعت گرما را انتقال می‌دهند. اساس کار این بسته‌ها، انحلال برخی ترکیب‌های یونی در آب است. با توجه به معادله‌های ترموشیمیایی زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید :



آ) کدام فرایند انحلال برای سرد کردن محل آسیب دیدگی مناسب است؟ چرا؟  
واکنش اول چون گرماگیر است و با جذب گرما از محل آسیب دیده آن را سرد می کند.  
ب) از انحلال کامل ۲/۲۲g کلسیم کلرید خشک در آب چند کیلوژول گرما آزاد می شود؟

$$? \text{ kJ} = 2 / 22 \text{ g CaCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{111 \text{ g CaCl}_2} \times \frac{83 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CaCl}_2} = 1 / 66 \text{ kJ}$$

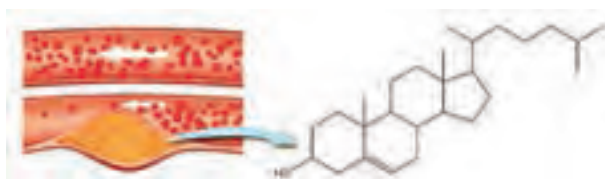
۳ چربی ذخیره شده در کوهان شتر هنگام اکسایش افزون بر آب مورد نیاز، انرژی لازم برای فعالیت های جانور را نیز تأمین می کند. واکنش ترموشیمیایی آن به صورت زیر است :



حساب کنید از اکسایش هر کیلو گرم چربی، چند کیلوژول انرژی آزاد می شود؟

$$? \text{ kJ} = 1 \text{ kg} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6}{890 \text{ g C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6} \times \frac{7552^\circ \text{ kJ}}{2 \text{ mol C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6} = 424260.97 \text{ kJ}$$

۴ کلسترول، یکی از مواد آلی موجود در غذاهای جانوری است که مقدار اضافی آن در دیواره رگ ها رسوب می کند، فرایندی که منجر به گرفتگی رگ ها و سکنه می شود. با توجه به ساختار آن به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.

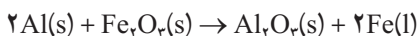


آ) توضیح دهید چرا شیمی دان ها آن را یک الکل سیر نشده می دانند؟  
چون در ساختار این مولکول، علاوه بر عامل الکلی (گروه هیدروکسیل، OH) یک پیوند دوگانه کربن-کربن وجود دارد.

ب) با توجه به جدول شماره ۳، در شرایط یکسان کدام پیوندهای اشتراکی یگانه در ساختار کلسترول آسان تر شکسته می شود؟ چرا؟

با توجه به مقادیر آنتالپی پیوند در جدول شماره ۳، پیوند کربن-کربن ساده (C-C) مقدار انرژی کمتری برای شکسته شدن نیاز دارد و آسان تر شکسته می شود.

۵ از مصرف هر گرم آلومینیم در واکنش ترمیت،  $۱۵/۲۴ \text{ kJ}$  گرما آزاد می شود.



(آ) این مقدار گرما، دمای صد گرم آب خالص را چند درجه سلسیوس افزایش می دهد؟

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$۱۵/۲۴ \text{ kJ} \times \frac{۱۰۰۰ \text{ J}}{۱ \text{ kJ}} = ۱۰۰ \text{ g} \times ۴/۱۸۴ \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = ۳۶/۴۲^\circ\text{C}$$

(ب)  $\Delta H$  واکنش ترمیت را حساب کنید.

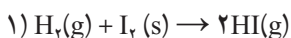
$$۲ \text{ mol Al} \times \frac{۲۷ \text{ g Al}}{۱ \text{ mol Al}} \times \frac{۱۵/۲۴ \text{ kJ}}{۱ \text{ g Al}} = ۸۲۲/۹۶ \text{ kJ}$$

۶ با توجه به واکنش ترموشیمیایی:  $\text{H}_2\text{(g)} + \text{I}_2\text{(s)} + ۵۳ \text{ kJ} \rightarrow ۲\text{HI(g)}$  آنتالپی واکنش

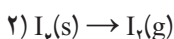
$\text{H}_2\text{(g)} + \text{I}_2\text{(s)} \rightarrow ۲\text{HI(g)}$  را حساب کنید. راهنمایی: آنتالپی فرازش (تصعید)  $\text{I}_2$  را  $۶۲/۵ \text{ kJ mol}^{-1}$

در نظر بگیرید.

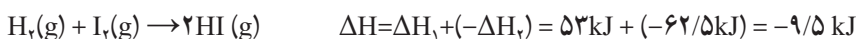
طبق قانون هس خواهیم داشت :



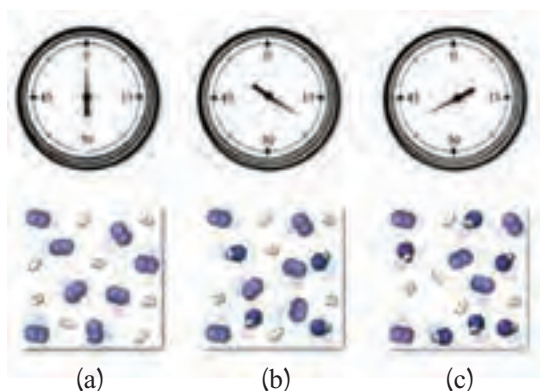
$\Delta H_1 = ۵۳ \text{ kJ}$  واکنش بدون تغییر می ماند



$\Delta H_2 = ۶۲/۵ \text{ kJ}$  این واکنش را در (-۱) ضرب می کنیم



۷ شکل زیر واکنش میان گاز هیدروژن و بخار بنفش رنگ  $\text{I}_2$  را در دمای معینی نشان می دهد.



اگر هر ذره هم‌ارز با  $1/^\circ$  مول از ماده و سامانه دو لیتری باشد، سرعت واکنش را پس از  $2^\circ$  دقیقه (b) و پس از  $4^\circ$  دقیقه (c) بر حسب  $\text{mol L}^{-1}\text{h}^{-1}$  حساب و با یکدیگر مقایسه کنید.

در  $2^\circ$  دقیقه نخست واکنش، دو مولکول هیدروژن مصرف شده است. پس تغییر مول هیدروژن برابر است با:

$$2^\circ \rightarrow \Delta n(\text{H}_2) = 2^\circ \text{ mol} \rightarrow \Delta[\text{H}_2] = \frac{2^\circ \text{ mol}}{2\text{L}} = 1^\circ \text{ mol L}^{-1}$$

چون ضریب  $\text{H}_2$  در این واکنش برابر یک است پس سرعت متوسط مصرف هیدروژن با سرعت واکنش برابر است:

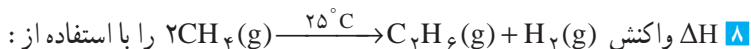
$$\Delta t = 2^\circ \text{ min} \times \frac{1\text{h}}{60^\circ \text{ min}} = \frac{1}{3}\text{h}$$

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \bar{R}(\text{H}_2) = \frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t} = \frac{1^\circ \text{ mol L}^{-1}}{\frac{1}{3}\text{h}} = 3^\circ \text{ mol L}^{-1}\text{h}^{-1}$$

$$4^\circ \rightarrow \Delta n(\text{H}_2) = 3^\circ \text{ mol} \rightarrow \Delta[\text{H}_2] = \frac{3^\circ \text{ mol}}{2\text{L}} = 1.5^\circ \text{ mol L}^{-1}$$

$$\Delta t = 4^\circ \text{ min} \times \frac{1\text{h}}{60^\circ \text{ min}} = \frac{2}{3}\text{h}$$

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \bar{R} = \frac{\Delta[\text{H}_2]}{\Delta t} = \frac{1.5^\circ \text{ mol L}^{-1}}{\frac{2}{3}\text{h}} = 2.25^\circ \text{ mol L}^{-1}\text{h}^{-1}$$



(آ) جدول ۲ و ۳ حساب کنید.

(مجموع آنتالپی های پیوندی فراورده ها) - (مجموع آنتالپی های پیوندی واکنش دهنده ها) =  $\Delta H_{\text{واکنش}}$

$$\Delta H = (2 \times 4 \text{ C-H}) - (6 \text{ C-H} + 1 \text{ C-C} + 1 \text{ H-H})$$

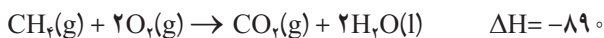
$$\Delta H = (8 \text{ mol} \times 415 \text{ kJ mol}^{-1}) - (6 \text{ mol} \times 415 \text{ kJ mol}^{-1} + 1 \text{ mol} \times 348 \text{ kJ mol}^{-1} + 1 \text{ mol} \times 436 \text{ kJ mol}^{-1})$$

$$\Delta H = 332^\circ \text{ kJ} - 3274^\circ \text{ kJ} \Rightarrow \Delta H = +46^\circ \text{ kJ}$$

(ب) آنتالپی سوختن متان، اتان و هیدروژن که به ترتیب برابر با  $-89^\circ$ ،  $-156^\circ$  و  $-286^\circ$  کیلوژول بر مول است، حساب کنید.

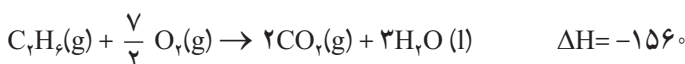
چون آنتالپی سوختن به ازای یک مول است پس معادله سوختن این مواد را به ازای یک مول واکنش آنها

با مقدار کافی اکسیژن می نویسیم.



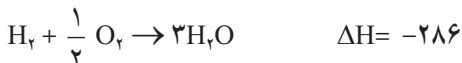
$$\Delta H_{\text{واکنش}} = (4\text{C}-\text{H} + 2\text{O}=\text{O}) - (2\text{C}=\text{O} + 4\text{O}-\text{H})$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = (4 \times 415 + 2 \times 495) - (2 \times 799 + 4 \times 363) = -800$$



$$\Delta H_{\text{واکنش}} = (6\text{C}-\text{H} + \text{C}-\text{C} + \text{O}=\text{O}) - (4\text{C}=\text{O} + 6\text{O}-\text{H})$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = (6 \times 415 + 348 + \frac{7}{2} \times 495) - (4 \times 799 + 6 \times 363) = -1403.5$$



$$\Delta H_{\text{واکنش}} = (\text{H}-\text{H} + \frac{1}{2}\text{O}=\text{O}) - 2\text{O}-\text{H}$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = (436 + \frac{1}{2} \times 495) - 2 \times 463 = -242.5$$

ب)  $\Delta H$  محاسبه شده از کدام قسمت را برای یک گزارش علمی انتخاب می کنید؟ توضیح دهید.  
سوختن هیدروژن را چون اختلاف بین محاسبه شده و مشاهده شده (اندازه گیری شده) کمتر است.  
همچنین مواد پیچیده کمتری در معادله واکنش شرکت دارد.  
۹ با توجه به جدول زیر به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.

بادام	سیب	برگه زردآلو	۱۰۰g خوراکی
۵۷۹	۵۲	۲۴۱	ارزش غذایی (kcal)
۴۹/۹۰	۰/۱۷	۰/۵۱	ماده غذایی
—	—	—	چربی (گرم)
—	—	—	کلسترول (میلی گرم)
۲۵/۹۰	۲۴/۲۰	۷۸/۷۰	کربوهیدرات (گرم)
۲۱/۲۰	۰/۲۶	۳/۳۹	پروتئین (گرم)

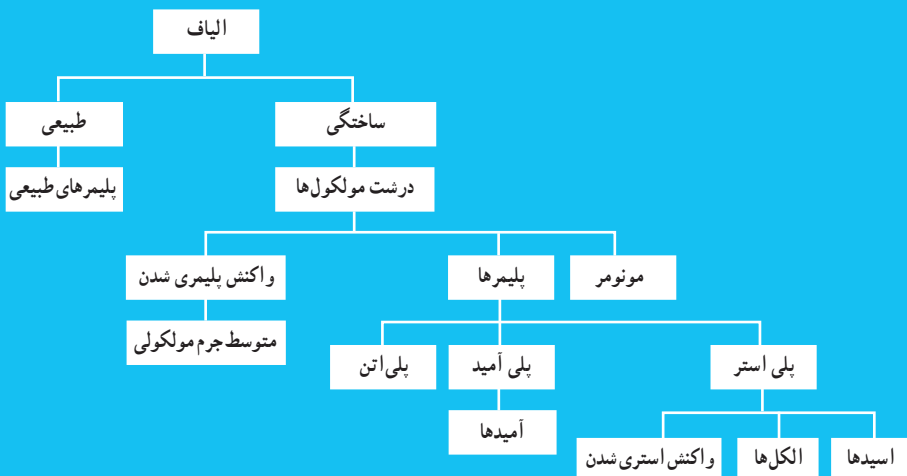
آ) اگر بدن فردی نیاز فوری و ضروری به تأمین انرژی داشته باشد، کدام خوراکی را پیشنهاد می‌کنید؟ چرا؟ برگه زردآلو. چون مقدار کربوهیدرات موجود در آن بیشتر است و زودتر تولید انرژی می‌کند.  
 ب) مصرف کدام خوراکی را برای فعالیت‌های فیزیکی که در مدت طولانی‌تری انجام می‌شوند، مناسب می‌دانید؟ توضیح دهید.

بادام زمینی. چون میزان چربی موجود در آن بیشتر است و چربی‌ها در مدت زمان طولانی‌تری در سوخت‌وساز شرکت می‌کنند و کم‌کم انرژی خود را از دست می‌دهند.  
 ب) اگر یک فرد ۷۰ کیلوگرمی، ۲۵ گرم بادام خورده باشد، برای مصرف انرژی حاصل از آنها چه مدت باید پیاده‌روی کند؟  
 آهنگ مصرف انرژی در پیاده‌روی را  $190 \text{ kcal h}^{-1}$  در نظر بگیرید.

$$25 \text{ g} \times \frac{579 \text{ kcal}}{100 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ h}}{190 \text{ kcal}} = 0.76 \text{ h} \text{ یا } 45/6 \text{ دقیقه}$$

## فصل سوم

### پوشاک، نیازی پایان ناپذیر





## پوشاک، نیازی پایان ناپذیر

از صفحه ۹۷-۱۰۲

### هدف‌های آموزشی

- ۱ به اهمیت علم شیمی در رفع نیازهای روزمره انسان پی ببرد.
- ۲ با برخی از الیاف‌های طبیعی و ساختگی آشنا شود.
- ۳ با ساختار الیاف و لزوم تولید آن آشنا شود.
- ۴ مفهوم درشت مولکول، مونومر و... را درک کند.
- ۵ تفاوت‌ها و شباهت‌های درشت مولکول‌ها را تشخیص دهد و مقایسه کند.

### روش تدریس پیشنهادی: پرسش و پاسخ، مشارکتی

پیشنهاد می‌شود که با بیان مسئله زیر توجه دانش‌آموزان را جلب و انگیزه آموزشی ایجاد گردد، از دانش‌آموزان بخواهید تا در گروه‌های خود بحث کنند که در صورتی که در یک جزیره دور افتاده‌ای بدون امکانات بودند برای رفع هریک از موارد زیر چه اقدامی انجام می‌دادند.

محافظت سروصورت در برابر تابش نور خورشید محافظت از گزند حشرات، باران و تگرگ و حفظ پاها در برابر صخره و سنگ و ... نظرهای دانش‌آموزان را بشنوید و در صورت نیاز بحث را کامل کنید، سپس از دانش‌آموزان بخواهید تصاویر صفحه ۹۸ و یا تصاویری که از قبل توسط ویدئوپروژکتور آماده کردید مشاهده کنند و به سؤال‌های طرح شده پاسخ دهند.

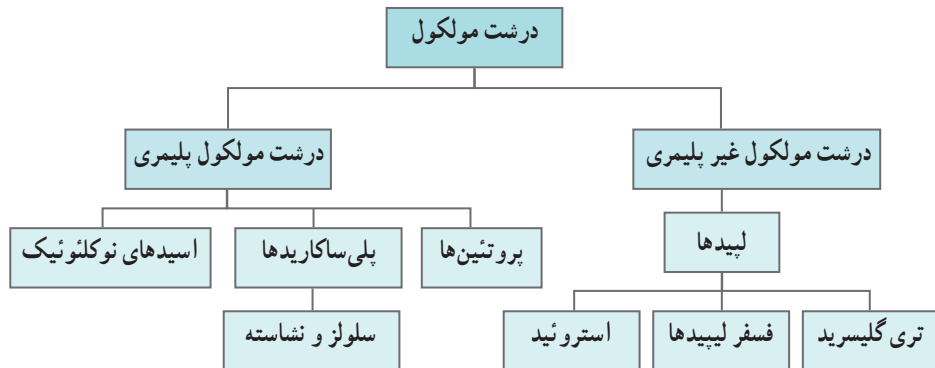
- ۱ در گذشته انسان‌ها نیازهای پوشاک خود را چگونه برطرف می‌ساختند؟
- ۲ اهمیت پوشاک چیست؟ کیفیت پوشاک چه تأثیری بر ارزش‌های حاکم بر فرهنگ یک جامعه دارد؟
- ۳ از چه زمانی و چگونه صنعت نساجی گسترش پیدا کرده است؟ و موفقیت این صنعت به چه عاملی وابسته است؟

۴ نیاز به تولید الیاف ساختگی برای صنعت نساجی تا چه حد دارای اهمیت است؟ و نقش شیمی‌دان‌ها در این زمینه چیست؟

دانش‌آموزان باید به صورت گروهی پاسخ پرسش‌ها را بنویسند و پس از تکمیل، از گروه‌ها بخواهید خلاصه مطالب بحث شده را نماینده هریک، در کلاس ارائه دهند، با نتیجه‌گیری از این بحث‌ها و با مشارکت دانش‌آموزان خود را بیازمایید صفحه ۹۹ را حل کنید تا دانش‌آموزان مفاهیم، نخ، ریسندگی، بافندگی و ... به خوبی درک کنند. و از آنها بخواهید با مراجعه به منابع اینترنتی معتبر درباره نام و ویژگی‌های

برخی پوشاک اقوام ایرانی اطلاعاتی جمع آوری و جلسه بعدی به کلاس گزارش کنید. سپس بیان کنید که اکنون این پرسش ها مطرح می شوند که الیاف ساختگی چه موادی هستند؟ مولکول های سازنده الیاف چه ویژگی هایی دارند؟

روند نما زیر (شکل ۱) با تکثیر، نمایش یا رسم در وایت برد در اختیار گروه های دانش آموزی قرار دهید و از آنها بخواهید استنباط خود را بیان نمایند.



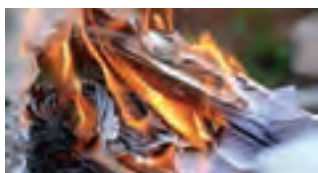
شکل ۱

پس از شنیدن نظرات دانش آموزان، مفهوم درشت مولکول ها را با معرفی یک درشت مولکول غیر پلیمری و الیاف گیاهی (سلولز) و مقایسه آن با یک مولکول عادی و همچنین با پرداختن به «باهم بیاندیشیم صفحه ۱۰۱» به صورت پرسش و پاسخ تعاملی مباحث مربوط را پیش ببرید. حال به گروه ها، کاربرگ زیر را از قبل تهیه و تکثیر کرده اید، بدهید و از آنها بخواهید به پرسش ها پاسخ دهند.

کاربرگ کلاسی	
نام و نام خانوادگی اعضای :	تاریخ :
موضوع درس :	
<p>۱- الیاف به طور کلی به دو دسته طبیعی و ساختگی (مصنوعی) یا بشر ساخت، تقسیم بندی می شوند با توجه به تصاویر هریک از الیاف زیر را در گروه های طبیعی و ساختگی (مصنوعی) دسته بندی کنید.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>طناب</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>پنبه</p> </div> </div>	

۲- گاهی الیاف طبیعی را به سه گروه گیاهی، حیوانی و معدنی طبقه‌بندی می‌کنند، آیا می‌توانید یک نمونه از هر کدام را نام ببرید.

۳- اگر تکه‌ای پارچه از جنس پنبه را بسوزانیم همانند کاغذ پس از شعله‌ور شدن، خاکستر برجا گذاشته و بویی شبیه کاغذ سوخته دارد.

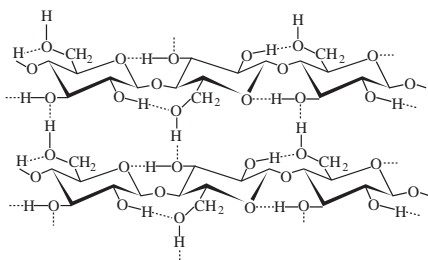


اگر بدانیم مواد اولیه کاغذ سلولز است، با توجه به آزمایش بالا در مورد ساختار شیمیایی پنبه در گروه خود بحث کنید.

۴- سلولز از نظر شیمیایی جزء چندقندی‌ها (پلی‌ساکاریدها) می‌باشد و فرمول شیمیایی آن به صورت  $(C_6H_{10}O_5)_n$  نوشته می‌شود و ساختار آن به صورت زیر است.

(آ) نیروی بین مولکولی آن از چه نوعی است؟ واحدهای سازنده آن چیست؟

(ب) به نظر شما علت سخت بودن سلولز که به عنوان دیواره سلولی گیاهان هم کاربرد دارد. چیست؟

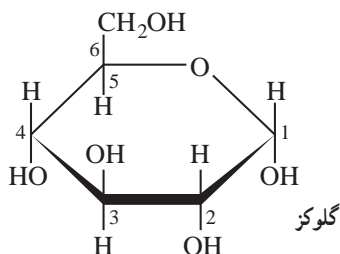


۵- اگر سلولز را با آب در محیط اسیدی آبکافت کنیم تولید گلوکز می‌کند،

(آ) با توجه به دو ساختار خطی و حلقوی آن گروه عاملی الکلی و آلدهیدی را در آن مشخص کنید.

(ب) با توجه به ساختار حلقوی در فرایند اتصال

مولکول‌های گلوکز پیوند از طریق کربن‌های ۱ و ۴ صورت می‌پذیرد شکل مولکولی دوقندی حاصل از آن را بنویسید.



## بر دانش خود بیفزایید



شکل ۲

در هر جامعه‌ای نوع و کیفیت لباس زنان و مردان (شکل ۲)، علاوه بر آنکه تابع شرایط اقتصادی و اجتماعی و اقلیمی آن جامعه است، تابع جهان‌بینی و ارزش‌های حاکم بر فرهنگ آن جامعه نیز می‌باشد. امام علی علیه السلام فرمود: لباس تمیز، غم و ناراحتی را برطرف کرده و برای نماز یک نوع پاکیزگی است. (وسائل، ج ۳، ص ۳۴۶) بنابراین یکی از عوامل نشاط و شادابی روانی پوشیدن لباس تمیز است.

هر یک از مناطق مختلف کشور مادارای ویژگی‌های قومی برجسته‌ای می‌باشند (شکل ۳). هر کدام از این مناطق تن‌پوش ویژه‌ای دارند که معرف قومیت، زبان و سایر مشخصات فرهنگی آنان است. همان‌طور که می‌دانید پوشاک در هر منطقه، زمینه بسیار مناسبی جهت تأثیرگذاری فرهنگی است. بنابراین در شکل‌گیری و ترکیب پوشاک محلی هر قومی، عوامل مذهبی، شرایط و عوامل طبیعی، نوع معیشت و فعالیت‌های جنبی و تولید و موقعیت اجتماعی را می‌توان مؤثر دانست.



شکل ۳

شواهد باستان‌شناسی نشان می‌دهند که انسان همواره به دنبال نحوه پوشش و نجات خود از سرما بوده است. مصریان باستان از ۵۵۰۰ سال پیش هنر ریسندگی و بافندگی پنبه را آموختند و چینی‌ها با پرورش کرم ابریشم در حدود ۳۶۰۰ سال پیش مشکلات پوشش خود را حل کردند. ایرانیان از بیش از ۱۰ هزار سال پیش دارای تمدن بوده‌اند. از این‌رو،

ریشه بسیاری از دستاوردهای بشر را در این تمدن می‌توان یافت. برای مثال، نخستین ابزار ریسندگی و بافندگی در غار کمر بند، نزدیک بهشهر، یافت شده است که به ۷ هزار سال پیش از میلاد مسیح بازمی‌گردد. به علاوه، در قدیمی‌ترین بخش‌های شهر باستانی شوش، که در خوزستان قرار دارد، سوزن‌های سوراخ‌دار پیدا شده است. ایرانیان باستان لباس‌های از جنس کتان (پنبه) می‌پوشیدند و جز باز گذاشتن دو دست بقیه اندام‌ها را



شکل ۴

می‌پوشاندند و غیر آن را خلاف ادب می‌دانستند، از این رو سرتاپای مرد و زن ایرانی با سربند و کلاه و جبه و ردا و پاپوش پوشیده می‌شد (شکل ۴) که طبق نوشته‌های کتاب تاریخ تمدن (ویل دورانت) نقش پوشش و حجاب زنان در ایران باستان بسیار برجسته بوده به‌طوری که می‌توان ایران را منشاء اصلی پراکندن حجاب در جهان دانست. تاریخ چند هزار ساله ایران در هیچ کجای خود زنان و مردان را با ظاهری برهنه یا نیمه‌عریان ندیده است مگر آنجا که دستان بیگانگان تلاش نموده این ملت را از تمدن و فرهنگش جدا کند.

این تاریخچه نمایانگر این مطلب است که ایرانیان از قدیمی‌ترین مردمانی بودند که به پوشاک اهمیت داده و بافتن پارچه را آغاز کرده‌اند همچنان که پوشاک در دوره صفوی از مهم‌ترین فراورده‌های صادراتی ایران بود.



شکل ۵

در گذشته مواد طبیعی و حیوانات نیازهای روزانه انسان‌ها را برطرف می‌ساختند (شکل ۵). آنها از پشم و پوست حیوانات و از الیاف گیاهان پوشاک خود را تهیه می‌کردند و از خاکی به رنگ قرمز و زرد به نام اُخرا، برای رنگ کردن و از دندان حیوانات و صدف و... برای تزئین لباس خود استفاده می‌کردند.

با گذشت زمان و افزایش جمعیت و نیاز انسان به پوشاک بیشتر سبب شد زمین‌های زیادی زیر کشت گیاهانی مانند پنبه و کتان پرود از طرفی استفاده از الیاف حیوانی برای تولید پارچه و پوشاک، سبب گسترش دامداری شد، اما با توجه به کمبود زمین‌های مستعد برای کشت پنبه و... و همچنین کمبود مراتع برای دام‌ها، انسان‌ها را وادار به استفاده از الیاف ساختگی که به روش‌های شیمیایی به‌ویژه از مواد نفتی، کرد. زیرا روش‌های سنتی تولید پوشاک دیگر پاسخگوی نیازهای جامعه نبود (شکل ۶).



شکل ۶

صنعت نساجی با توجه به نیازهای انسان رشد چشمگیری آغاز کرد و با رشد و گسترش دانش و فناوری در صنایع و ایجاد نیازهای جدید و خاص، پوشاک گوناگونی بستگی به شرایط و محل استفاده آن تولید شد، مانند انواع کلاه ایمنی، کفش پنجه فولادی، عینک ایمنی و... پوشش‌هایی که هر کدام ایمنی فیزیکی بدن را در شرایط دشوار و خطرناک به‌ویژه هنگام انجام فعالیت‌ها افزایش می‌دهد، بشر با تکیه بر دانش و فناوری‌های نو توانسته است انواعی از پوشاک را تولید کند که از بدن در برابر مواد شیمیایی مانند اسیدها، سموم، بخارهای سمی و غلیظ، پرتوها، آلودگی‌های عفونی، آتش، گلوله و... محافظت می‌کند، در آینده نزدیک رایانه‌های پوشیدنی روانه بازار خواهد شد که با قطعات کوچک الکترونیکی اطلاعات خاصی از بدن فرد را جهت نظارت بر سلامتی در اختیار کاربر قرار می‌دهند این لباسی‌ها به جی، پی، اس حسگر ژیرسکوپ، قطب‌نما، دماسنج و فشارسنج هوا، میکروفون، بلندگو، کنترل‌کننده تناسب اندام، حسگر فعالیت‌های مغز و... نیز تجهیز خواهند شد (شکل ۷).

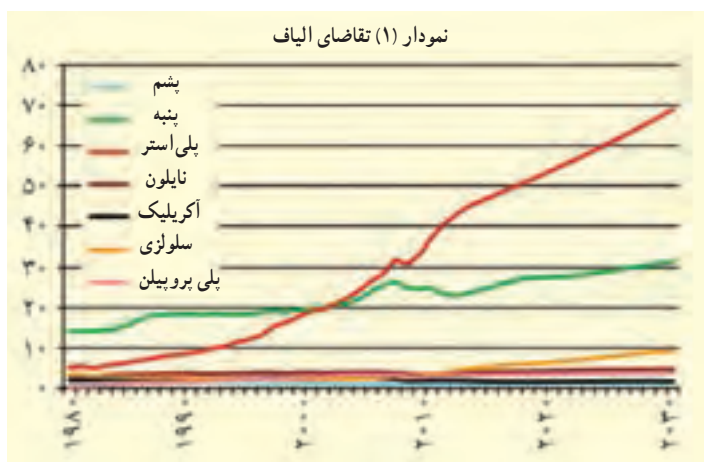


شکل ۷

**الیاف :** الیاف جمع کلمه لیف است. به طور کلی لیف یک رشته نازک با طول مناسب است که دارای قابلیت انحناء و استحکام کافی برای ریسندگی می باشد و به عنوان مواد اولیه برای تهیه انواع نخ ها و پارچه ها مورد استفاده قرار می گیرد.

الیافی مانند پنبه، پشم و... که منشأ طبیعی دارند و از مواد شیمیایی در تولید آنها استفاده نمی شود الیاف طبیعی می گویند الیاف طبیعی ممکن است منشأ گیاهی (پنبه، کتان و کنف) حیوانی (پشم و مو، ابریشم) یا معدنی (پنبه نسوز) داشته باشد.

**الیاف مصنوعی** مجموعه ای از مولکول های زنجیره ای خطی و طویل (درشت مولکول) است که تا حدود زیادی به موازات یکدیگر در محور طولی لیف قرار دارند و میزان آرایش یافتگی آنها در الیاف مصنوعی قابل کنترل است و به همین خاطر میزان مقاومت و سایر خصوصیات آن را می توان تغییر داد. این محصولات باید از جنسی باشند که میزان جذب رطوبت قابل کنترل بوده و قابلیت شست و شو داشته باشند و همچنین بو نگیرند و مهم تر اینکه بهداشتی و ضد آلرژی باشند، لذا برای تهیه الیاف از منشأ شیمیایی خاصی می توان استفاده کرد، که از آن جمله می توان به پلی استر، پلی آمید، پلی پروپیلن، پلی اتیلن، اکریلیک و... می توان اشاره کرد.



نمودار (۱) تاریخچه تقاضای الیاف را در جهان برحسب میلیون تن نشان می دهد همان طور که ملاحظه می کنید تقاضای پلی استر از پنبه از سال ۲۰۰۲ به میزان قابل توجهی افزایش یافته و همچنان به سرعت خود نسبت به سایر الیاف ادامه می دهد. الیاف طبیعی به علت محدودیت در تولید، کارایی پایین تر، پاسخ گویی نیازهای جدید صنایع نبوده و بنابراین استفاده از الیاف ساختگی نقش غالب به خود گرفتند و در این راستا نقش شیمی در تولید انواع گوناگونی از الیاف بر پایه نفتی برجسته تر شد.

**تولید نخ از الیاف :** در علم نساجی به گردآمدن الیاف در کنار هم نخ می‌گویند، الیاف مواد اولیه نخ هستند که به صورت کوتاه و بلند موجودند، الیاف کوتاه در مراحل ریسندگی تبدیل به نخ می‌شوند تا مقاومت لازم را به دست آورند، مثل : پشم و پنبه. در حالی که الیاف بلند و یکسره، لیفی با طول نامعین است که باید تاییده شود تا نخ با حجم مورد نظر به دست آید مثل : ابریشم.

به طور کلی می‌توان گفت یک نخ از الیاف غیر ممتد و تاب خورده و یا از چندین الیاف ممتد تشکیل شده است، در نتیجه نخ حاصل از الیاف غیر ممتد و ممتد سطح مقطع‌های مختلفی داشته و تعداد الیاف موجود در واحد طول نخ نیز متفاوت خواهند بود. این اختلاف‌ها عوامل مؤثر در درجه بندی نخ‌ها می‌باشد.



شکل ۸

**بافندگی :** به تیدن درهم یا به هم پیچیدن الیاف، بافندگی گفته می‌شود که از طریق دست (شکل ۸) و یا ماشین به سبک‌ها و مدل‌های گوناگون انجام می‌شود، برای مثال : با بافتن نخ پارچه تهیه می‌شود. متأسفانه به خاطر اینکه بافته‌ها در گذر زمان به راحتی از بین می‌روند، تعیین قدمت این هنر برای باستان‌شناسان امری دشوار است. به نظر

می‌رسد که خاستگاه این هنر خاورمیانه بوده و بافتنی پس از جنگ‌های صلیبی به غرب برده شده است. ماشین بافندگی که در دوران سلطنت ملکه الیزابت اول توسط «ویلیام لی» اختراع شد، مسیر صنعت پوشاک و نساجی را تغییر داد. این اختراع، بافتنی با دست را تبدیل به یک کار غیر حرفه‌ای و فعالیتی تفریحی بدل کرد.



شکل ۹

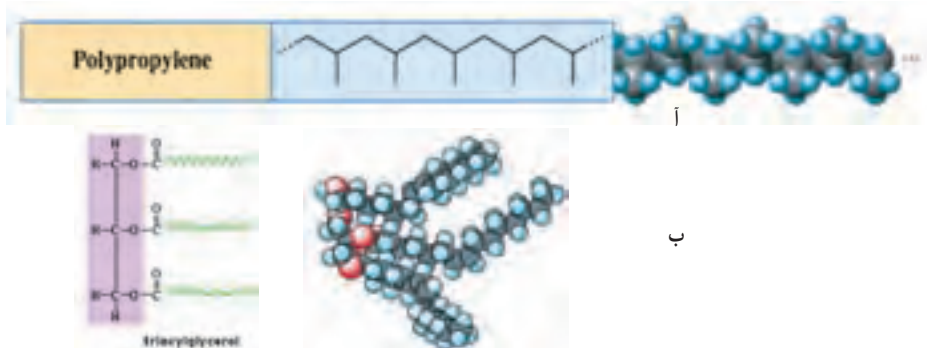
**دوزندگی :** دوزندگی از هنرهای باستانی و پدیده آمده از دوران پارینه‌سنگی است که مردمان عصر حجر در آسیا و اروپا به وسیله سوزن‌هایی از جنس استخوان و نخ‌هایی از اندام‌های بدن حیوانات برای دوختن استفاده می‌کردند. در طی انقلاب صنعتی چرخ خیاطی (شکل ۹) جهت سرعت بخشیدن به دوزندگی اختراع شد و با اختراع آن تغییرات بسیار زیادی در صنعت دوخت و تهیه لباس صورت گرفت.

### درشت مولکول‌ها (macromolecules)

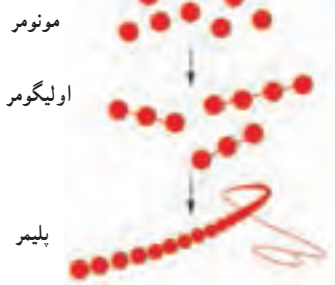
مولکول‌هایی که از تعداد بسیار زیادی اتم ساخته شده‌اند و دارای جرم مولکولی بسیار بزرگی هستند، درشت مولکول می‌گویند، جرم یک مول از درشت مولکول بیش از ۱۰۰۰ گرم است.

پلیمرها دسته‌ای از درشت مولکول‌ها هستند که از واحدهای تکراری (مونومرها) تشکیل شده‌اند. مثل سلولز، پلی اتن و... شکل ۱۰ (آ) در حالی که در درشت مولکول‌های غیر پلیمری واحدهای تکرار شونده وجود ندارد، مثل تری گلیسیریدها، هموگلوبین و... شکل ۱۰ (ب).



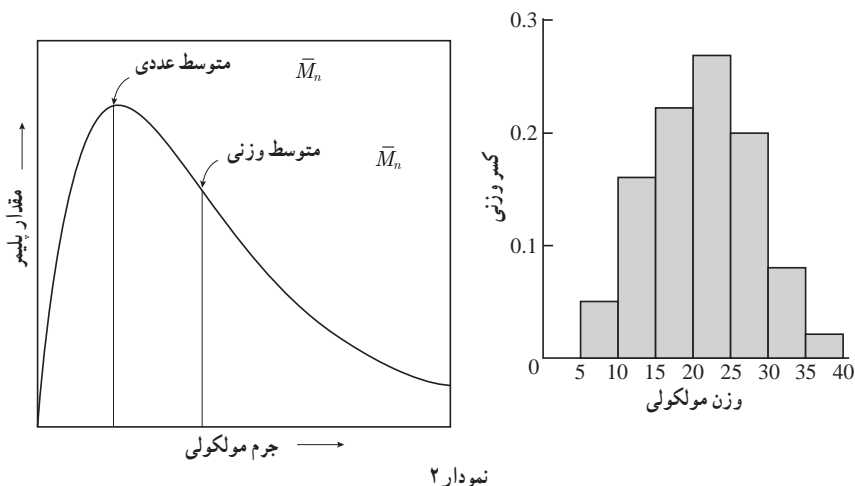


شکل ۱۰



شکل ۱۱

برای اینکه نام پلیمر به یک ماده اطلاق شود باید بیش از ۱۰۰ واحد مونومر داشته باشد در غیر این صورت به آن الیگومر یا پیش پلیمر می گویند، در درشت مولکول های غیر پلیمری جرم مولی مولکول ها یکسان است ولی مولکول های یک پلیمر جرم مولی گوناگونی دارند، زیرا اندازه مولکول های پلیمر یکسان نیست، به همین خاطر تعداد مولکول های یک پلیمر را به صورت  $n$  (نمایش می دهند که  $n$  تعداد مونومرهای یک مولکول را نشان می دهد، شکل ۱۱ حقیقت این است که هرگز نمی توان پلیمری یافت که تمام زنجیرها تعداد ( $n$ ) مونومر برابری داشته باشند، برخی از زنجیرها پلیمری بسیار بزرگ، برخی کوچک و تعدادی متوسط اند، معمولاً یک پراکندگی به صورت نمودار زنگوله ای دارند. (نمودار ۲)



نمودار ۲



بنابراین وقتی دربارهٔ پلیمرها صحبت می‌کنیم ناچار به بیان متوسط جرم مولکولی هستیم که به روش‌های گوناگون قابل محاسبه است.

### وزن مولکولی متوسط عددی $M_n$

وزن مولکولی متوسط عددی، عبارت است از مجموع وزن کل مولکول‌های پلیمر موجود در یک نمونه، تقسیم بر تعداد کل مولکول‌های پلیمر نمونه که از رابطه زیر محاسبه می‌شود. که در آن ...

$$\bar{M}_n = \text{وزن مولکولی متوسط عددی}$$

$$X_i = \text{کسر عددی} \quad M_i = \text{وزن مولکولی}$$

$$\bar{M}_n = \sum X_i M_i$$

### وزن مولکولی متوسط وزنی $M_w$

متوسط وزنی، بر این مفهوم استوار است که یک مولکول بزرگتر نسبت به یک مولکول کوچک‌تر، سهم بیشتری در جرم کل نمونه پلیمری دارد و از رابطه زیر به دست می‌آید. که در آن ...

$$\bar{M}_w = \text{وزن مولکولی متوسط وزنی}$$

$$w_i = \text{کسر وزنی} \quad M_i = \text{وزن مولکولی}$$

$$\bar{M}_w = \sum w_i M_i$$

برای درک بهتر فرض کنید وزن ده نفر از دانش‌آموزان یک کلاس مطابق جدول زیر است، می‌خواهیم میانگین وزنی دانش‌آموزان این کلاس را در دو حالت زیر حساب کنیم.

آ) براساس متوسط عددی

ب) براساس متوسط وزنی

۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	دانش‌آموز
۹۶	۶۵	۶۳	۶۱	۵۸	۵۷	۵۴	۵۱	۵۰	۴۶	وزن (kg)

جدول ۱

ابتدا به صورت زیر دسته‌بندی می‌کنیم

محدوده وزنی (kg)	تعداد دانش‌آموز $N_i$	متوسط $M_i$	حاصل ضرب $N_i \times M_i$	کسر عددی $X_i = \frac{N_i}{\sum N_i}$	کسر وزنی $W_i = \frac{N_i M_i}{\sum N_i M_i}$
۵۰-۴۱	۲	۴۸	۹۶	۰/۲	۰/۱۶۰
۶۰-۵۱	۴	۵۵	۲۲۰	۰/۴	۰/۳۶۶

جدول ۲

۰/۳۱۴	۰/۳	۱۸۹	۶۳	۳	۷۰-۶۱
-	-	-	-	۰	۸۰-۷۱
-	-	-	-	۰	۹۰-۸۱
۰/۱۶۰	۰/۱	۹۶	۹۶	۱	۱۰۰-۹۱
		۶۰۱		۱۰	جمع

برحسب متوسط عددی خواهیم داشت.

$$\overline{M}_n = \sum X_i M_i = 0/2 \times 48 + 0/4 \times 55 + 0/3 \times 63 + 0/1 \times 96 = 60/1$$

برحسب متوسط وزنی خواهیم داشت

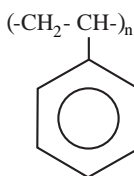
$$\overline{M}_w = \sum W_i M_i = 0/16 \times 48 + 0/366 \times 55 + 0/314 \times 63 + 0/16 \times 96 = 62/95$$

درجه پلیمری شدن : تعداد مونومرها یا اندازه طول ملکول پلیمر را مشخص می کند. و از روی وزن مولکولی قابل توصیف است. بنابراین به دو صورت می توان بیان کرد.

$$n_n = \frac{\overline{M}_n}{m} \quad \text{۱- درجه پلیمری شدن عددی}$$

$$n_w = \frac{\overline{M}_w}{m} \quad \text{۲- درجه پلیمری شدن وزنی}$$

که در آن  $\overline{m}$  وزن مولکولی یک مونومر است. و  $n_n$  و  $n_w$  به ترتیب درجه پلیمری شدن عددی و وزنی است. مثلاً: اگر پلی استایرن (شکل ۱۲) با درجه پلیمری شدن بالاتر از ۱۰۰۰ باشد که در این حالت جامد است یعنی افزایش طول زنجیره کربنی خواص ماده را تحت تأثیر قرار می دهد در حالی که با درجه پلیمری ۱۰ نرم است، هرچه درجه پلیمری شدن بالاتر باشد گرانروی افزایش می یابد.



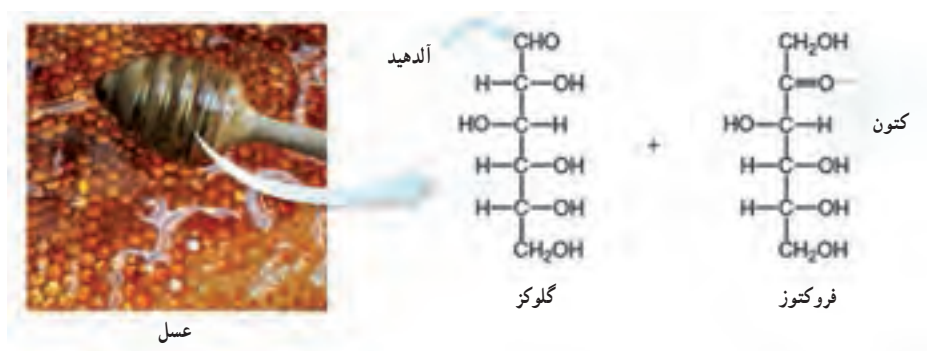
شکل ۱۲

**پلیمرهای طبیعی:** همان طور که می دانید بیشتر مواد مصنوعی مفید پلیمر هستند، بنابراین نباید تعجب آور باشد که بگوئیم بیشتر مواد مهم و اساسی طبیعی نیز پلیمر هستند همچون نشاسته، مو، چوب، کتین، سیلیکات ها (رشته هایی از خاک)، ابریشم، پنبه، لاستیک خام (کائوچو) و رزین ها که در موجودات زنده یافت می شود (شکل ۱۳) و از پلیمرهای طبیعی هستند.



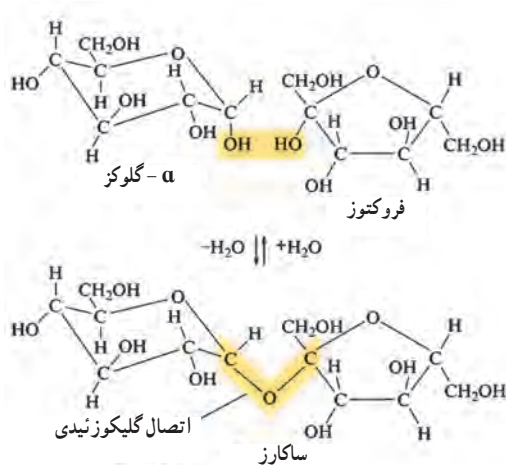
شکل ۱۳

کربوهیدرات‌ها با فرمول تجربی  $\text{CH}_2\text{O}$  مولکول‌های مهم زیست شناختی را تشکیل می‌دهند. آنها به عنوان یک منبع غذایی برای اکثر موجودات و به عنوان یک ماده ساختاری برای گیاهان عمل می‌کنند، مهم‌ترین کربوهیدرات‌ها، مانند نشاسته و سلولز به صورت پلیمر هستند که از مونومرهای مونوساکارید یا مشتقات ساده تشکیل شده است. مونوساکاریدها از پلی هیدروکسی کتون و آلدئیدها هستند که حاوی پنج اتم کربن (پنتوزها) یا شش اتم کربن (هگزوز) می‌باشند، دو هگزوز اصلی سازنده شکر موجود در عسل فروکتوز قند کتونی و گلوکز قند آلدیدی به صورت ساختارهای (شکل ۱۴) هستند.



شکل ۱۴- مونوساکاریدهای متداول

کربوهیدرات‌های پیچیده‌تر با ترکیب مونوساکاریدها شکل می‌گیرند. برای مثال: ساکارز، شکر قهوه معمولی، یک دی ساکارید disaccharide است که از گلوکز و فروکتوز با حذف آب و ایجاد پیوند  $\text{C}-\text{O}-\text{C}$  بین حلقه، تشکیل شده است که به پیوند گلیکوزید معروف است (شکل ۱۵).



شکل ۱۵

هنگامی که ساکارز در غذا مصرف می شود، واکنش بالا معکوس می شود یک آنزیم در بزاق تجزیه آن را تسهیل می کند.

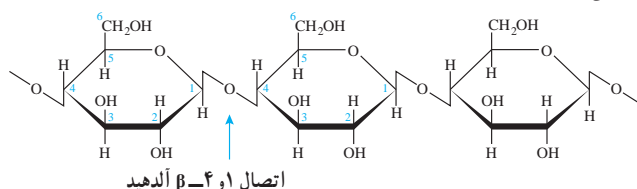
پلیمرهای بزرگ تر متشکل از تعداد زیادی از واحدهای مونوساکارید، به نام پلی ساکارید هستند و هنگامی که هر حلقه دو پیوند گلیکوزید ایجاد می کند، شکل می گیرند، سه تا از مشهورترین این پلیمرها نشاسته، سلولز و گلیکوژن است که همه این مواد از گلوکز ساخته شده اند و تفاوت آنها در نحوه اتصال گلیکوزیدی، وجود شاخه و جرم مولکولی می باشد.

الیاف پنبه از سلولز است (شکل ۱۶). مولکول های سلولز از پلیمرهای خطی که حاوی گلوکز می باشند تشکیل شده اند. وزن مولکولی نمونه ای از سلولز به ۴۰۰۰۰۰ g/mol می رسد و این نشان دهنده این است که هر مولکول سلولز حدود ۲۲۰۰ واحد گلوکز را شامل می شود، پلیمرهای خطی تا ۵۰۰۰ واحد گلوکز را می توانند دارا باشند.



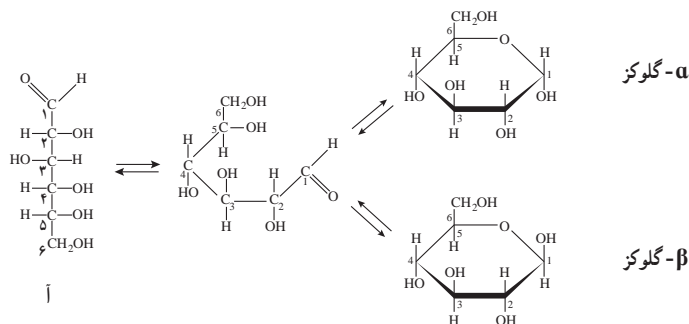
شکل ۱۶

پلیمرهای خطی سلولوز از مولکول‌های  $\beta$ -گلوکز تشکیل شده است که به هنگام اتصال بین دو مولکول  $\beta$ -گلوکز از OH متصل به کربن ۴ یک مولکول و OH کربن شماره ۱ مولکول بعدی یک مولکول آب جدا می‌شود و پل اکسیژنی برقرار می‌گردد (شکل ۱۷).

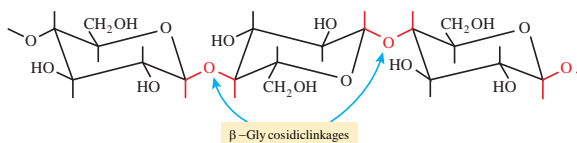


شکل ۱۷

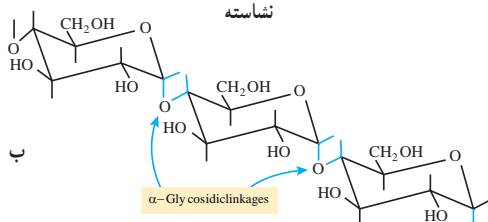
در اثر حلقوی شدن قندها از محل کربن آلدیدی یا کتونی، این کربن نامتقارن می‌شود که به آن کربن آنومری می‌گویند، در نتیجه اگر OH کربن آنومر نسبت به گروه جانبی ( $\text{CH}_2\text{OH}$ ) در یک سو قرار بگیرند ایزومری بتا و اگر مخالف جهت هم باشند ایزومری آلفا نامیده می‌شود شکل ۱۸ (آ). بنابراین ایزومری  $\alpha$  و  $\beta$  مربوط به کربن اول در آلدوزها و کربن دوم کتوزها در شکل حلقوی می‌باشد.



سلولز



نشاسته



شکل ۱۸

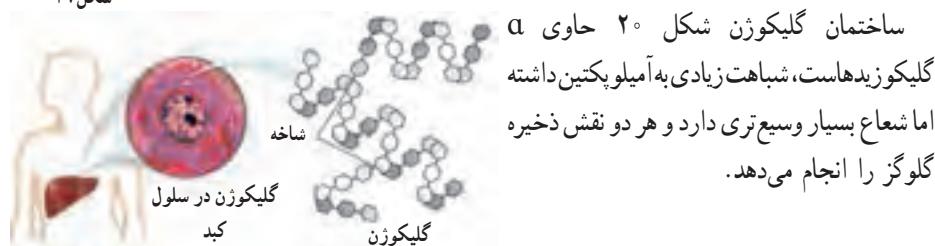
همان طور که در شکل ۱۸ (ب) ملاحظه می کنید تفاوت نشاسته و سلولز تنها در نحوه اتصال مونومرها و ساختمان فضای آنهاست. ساختار فضایی سلولز موجب قرار گرفتن پلیمرها کنار هم و همچنین عامل پیوندهای هیدروژنی باعث سختی و استحکام سلولز می شود که در چوب و فیبر موجوداند، بدن انسان آنزیم



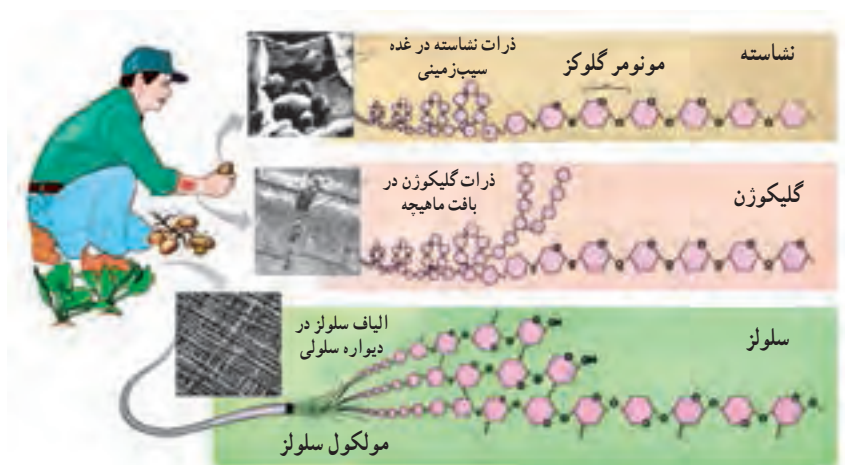
هضم سلولز را ندارد به همین خاطر وقتی ما از مواد حامل فیبر استفاده کنیم مستقیماً دفع خواهند شد. مولکول های نشاسته شکل ۱۹ حالت ماریچی دارد و به دو شکل یافت می شود:

۱- آمیلوز : رشته ماریچی آمیلوز بدون شاخه و انشعاب است.

۲- آمیلوپکتین : که دارای انشعاب است.



در شکل ۲۱ ساختار و منبع این سه پلیمر را مشاهده می کنید. شکل ۲۰



شکل ۲۱

## پلیمری شدن (بسپارش)

از صفحه ۱۰۲-۱۰۵

## هدف‌های آموزشی

- ۱ با فرایند پلیمری شدن (بسپارش) آشنا شود.
- ۲ ویژگی و عوامل مؤثر بر فرایند پلیمری شدن را درک کند.
- ۳ واحدهای سازنده پلیمرها را تشخیص دهد.
- ۴ به اهمیت پلیمرها و کاربرد آنها در زندگی پی ببرد.

## روش تدریس پیشنهادی

جهت آموزش واکنش پلیمری شدن روش‌های زیر پیشنهاد می‌شود:

- ۱ با آوردن برخی وسایل کمک آموزشی مثل مدل مولکولی، گیره کاغذ، زنجیر با حلقه‌های رنگی و یا طناب‌هایی با رنگ‌های مختلف و ... برای فهم نحوه تشکیل پلیمر و فرایند پلیمری شدن و ایجاد گره‌هایی در طول طناب به عنوان پیوند بین مونومرها را می‌شود معرفی کرد.
- مثال: چند عدد گیره کاغذ را به دانش‌آموزان نشان دهید و از آنها یک زنجیر بسازید (شکل ۲۲). از دانش‌آموزان بخواهید با توجه به این نمایش مفهوم مونومر و پلیمر را در این مورد بیان کنند و با دوستان خود در گروه به بحث بگذارند.




مونومر

پلیمر

شکل ۲۲

تعدادی از گیره‌ها را در اختیار دانش‌آموزان قرار دهید و از آنها بخواهید در زمان مشخص زنجیری بسازند، حال زنجیرهای ساخته شده را با هم مقایسه کنید و درباره رابطه بین مونومر و زنجیر ساخته شده، جرم پلیمر و تعداد مونومر به کار رفته از دانش‌آموزان سؤال کنید (تعداد گیره‌ها و طول زنجیر ساخته شده توسط دانش‌آموزان متفاوت خواهد بود) و پس از ارائه پاسخ‌ها توسط دانش‌آموزان مفهوم جرم مولی متوسط را بیان کرده و مطلب را کامل کنید.

سپس با حل خود را بیازماید صفحه ۱۰۴ مفاهیم را تثبیت کنید، حال به گروه‌ها کاربرگ زیر را که از قبل تهیه و تکثیر کرده‌اید بدهید و از آنها بخواهید در گروه‌های خود به پرسش‌ها پاسخ دهند.

تاریخ:	نام و نام خانوادگی اعضای : موضوع درس :	کاربرگ کلاسی	
		<p>۱- با توجه به اینکه می‌دانید استیلن (اتین) یک ترکیب سیر نشده است، واکنش زیر را به صورت نمادی بنویسید.</p> <p>PVC → وینیل کلرید → اتین</p> <p>۲- برخی از پلیمرهای سازنده یک بطری آب معدنی را در شکل زیر مشاهده می‌کنید.</p> <p>الف) ساختار مونومر هر یک از پلیمرها را بنویسید.</p> <p>ب) کدام یک از پلیمرها سازنده اصلی بدنه بطری است؟</p>	
		$\left( \begin{array}{cc} \text{H} & \text{Cl} \\   &   \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right)_n$	
		$\left[ \text{O}=\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2 \right]_n$	$\left( \begin{array}{cc} \text{F} & \text{F} \\   &   \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\   &   \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right)_n$
		$\left[ \text{H}-\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{N}-\text{C}(=\text{O})-(\text{CH}_2)_6-\text{C}(=\text{O}) \right]_n$	

و سپس با بحث در رابطه با آنها در صورت لزوم پاسخ‌ها را تأیید یا اصلاح نمایید و در ادامه با بیان این سؤال که به نظر شما شانس و اتفاق تا چه اندازه در پیشبرد علم سهم دارند؟ به پیوند با زندگی بیردازد و محتوا را جمع‌بندی نمایید.

۲- با اجرای روش ایفای نقش و با کمک دانش‌آموزان به عنوان مونومر مفهوم پلیمر را توضیح دهید، سپس با پرسش و پاسخ تدریس را ادامه دهید.

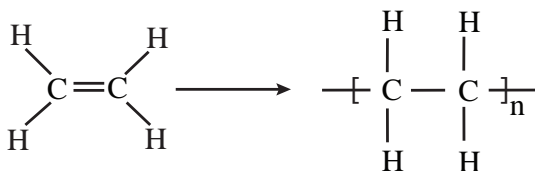


## بر دانش خود بیفزایید

پلیمری شدن (بسیارش): پلیمری شدن واکنشی است که طی آن مولکول‌های کوچک در شرایط مناسب به یکدیگر متصل می‌شوند و مولکول‌هایی با زنجیرهای بلند و جرم مولی زیاد تولید می‌کنند. به مولکول‌های کوچک اولیه مونومر می‌گویند. مونومرها، از راه‌های مختلف به هم متصل می‌شوند.

### روش‌های پلیمری شدن

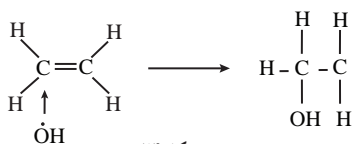
پلیمری شدن افزایشی: در پلیمری شدن افزایشی مونومرهای به هم افزوده شده و تمام بخش‌های یک مونومر، قسمتی از یک پلیمر را تشکیل می‌دهد؛ برای مثال در پلیمری شدن اتن شکل ۲۳، مولکول اتن با همه اتم‌هایش به ساختار پلیمر اضافه شده و جزئی از پلیمر را تشکیل می‌دهد. به واکنش زیر توجه نمایید.



شکل ۲۳

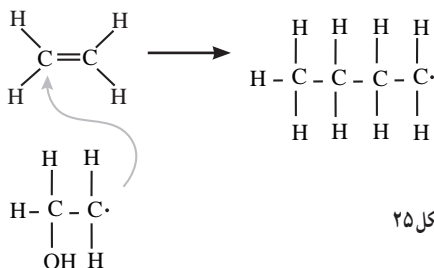
اتیلن دو کربن و چهار هیدروژن دارد، واحد تکراری پلی اتیلن نیز دو اتم کربن و چهار اتم هیدروژن دارد. نه چیزی داده و نه چیزی گرفته.

آغازگر واکنش پلیمری شدن یک رادیکال آزاد است (یک گونه با یک الکترون تنها) مانند هیدروکسیل، رادیکال هیدروکسیل پیوند پای را باز کرده و یک رادیکال جدید ایجاد می‌کند (شکل ۲۴).



شکل ۲۴

این روند هزاران بار تکرار می‌شود تا یک زنجیره بلند پلیمری ایجاد شود، زمانی واکنش به پایان می‌رسد که دو رادیکال بدون تولید رادیکال دیگر باهم واکنش دهند (شکل ۲۵).



شکل ۲۵

لاستیک طبیعی شکل ۲۷ که از شیوه درختان صمغی بیرون می‌جکد را می‌توان از واکنش پلیمری شدن افزایشی ایزوپرن به دست می‌آید. (شکل ۲۶)



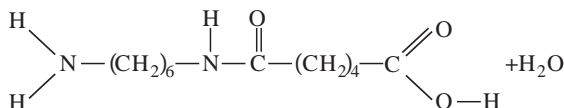
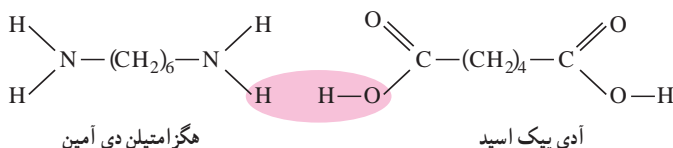
شکل ۲۶



شکل ۲۷

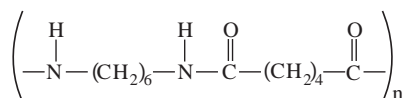
این پلیمر چون از هیدورکربن تشکیل شده خاصیت ضد آب دارد هر مولکول آن به طور میانگین ۵۰۰۰ واحد ایزوپرنی دارد. پلیمری شدن تراکمی: پلیمری شدن تراکمی، نوعی واکنش پلیمری شدن است که وقتی مونومر به هم متصل می‌شود، قسمتی از مونومر جدا می‌شود. معمولاً این قسمت جدا شده، یک مولکول کوچک مثل آب یا گاز HCl است. آشناترین تراکم تولید نایلون است، نایلون یک هم‌بسیار (copolymer) است چون دو

نوع مختلف از مونومرها برای تشکیل زنجیره ترکیب می‌شوند بسیاری که فقط از یک نوع مونومر تشکیل شده‌اند، جوربسیار (Homopolymer) گاهی لفظ ترپلیمر (Terpolymer) نیز برای محصولات حاصل از بسیاری سه تک‌پار (مونومر) به کار می‌رود. در عین حال، در مورد محصولاتی که با بیش از سه تک‌پار بسیاری شده‌اند، لفظ ناجور بسیار (Heteropolymer) رایج است. یکی از رایج‌ترین شکل‌های نایلون وقتی ایجاد می‌شود که هگزامتیلن دی‌آمین و آدی پیک اسید با هم واکنش داده و با تشکیل پیوند C-N یک مولکول آب خارج می‌شود (شکل ۲۸).



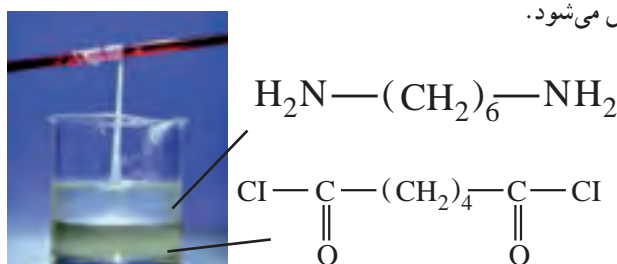
شکل ۲۸

مولکول تشکیل شده را دایمر (دو مونومر پیوسته) می‌نامند، ولی از آنجایی که یک گروه آمین در یک انتها و گروه کربوکسیل در یک انتهای دیگر دارد بنابراین هر دو آنها آزاد هستند که با مونومرهای دیگر واکنش دهند، تکرار این واکنش منجر به تولید زنجیره بلندتر می‌شود (شکل ۲۹).



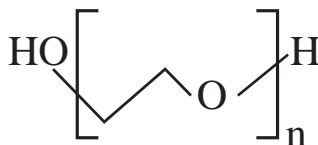
شکل ۲۹

این ساختار اصلی نایلون است که با تغییر تعداد کربن‌های آمین و اسید، نایلون با خواص متفاوت سنتز می‌شود. یک واکنش جالب و نمایشی، تهیه نایلون از دو مایع امتزاج‌ناپذیر در یک بشر است (مطابق شکل ۳۰)، لایه پایینی شامل آدی پویل کلراید محلول در  $\text{CCl}_4$  است و لایه بالایی شامل هگزا متیلن دی آمین محلول در آب است که طی واکنش اتم‌های کلر آدی پویل کلراید با یک اتم هیدروژن آمین، به‌صورت گاز  $\text{HCl}$  جدا شده و بیوندد  $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}$  تشکیل می‌شود.



شکل ۳۰

در پلیمر شدن تراکمی محصول جانبی ایجاد می‌شود در حالی که در پلیمر شدن افزایشی این‌طور نیست. پلی اتیلن گلیکول (PEG): پلی اتیلن گلیکول از مونومرهای اتیلن گلیکول (اتان ۱ و ۲-دی‌آل)، ماده اصلی ضد یخ، ساخته شده است. فرمول مولکولی پلی اتیلن گلیکول  $\text{H}(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OH}$  است، که n نشان‌دهنده تعداد واحدهای اتیلن گلیکول موجود در پلیمر است.



شکل ۳۱

هنگامی که اتیلن گلیکول پلیمریزه می‌شود، محصولات متنوعی را که حاوی مقادیر مختلف اتیلن گلیکول هستند تولید می‌کند. این محصولات همگی PEG نامیده می‌شوند و دارای بسیاری از کاربردهای صنعتی، غذایی و دارویی هستند (شکل ۳۱).

## انواع پلی اتیلن گلیکول

وزن مولکولی PEG ها یا تعداد واحدهای اتیلن گلیکول در هر پلیمر PEG، از ۳۰۰ گرم به ازای هر مول تا ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰ گرم در هر مول متفاوت است. وزن مولکولی به نوبه خود ویژگی‌های هر نوع از PEG را تعیین می‌کند. PEG های با وزن مولکولی کم، حاوی دو تا چهار واحد اتیلن گلیکول در هر پلیمر مثل آب روان هستند. پلی اتیلن گلیکول ها حاوی ۷۰۰ واحد اتیلن گلیکول در هر محصول پلیمری مایعی غلیظ هستند. با داشتن ۱۰۰۰ واحد یا بیشتر اتیلن گلیکول در هر محصول پلیمری جامد مومی می‌باشند.

این پلیمرها غیر سمی، بی بو، بی رنگ و غیر اشتعال هستند و به راحتی تبخیر نمی شوند. PEG ها با مواد دیگر واکنش نشان نمی دهند و بی اثر در نظر گرفته می شود، PEG در بسیاری از حلال های آلی محلول هستند. تمام PEG ها به راحتی در آب حل می شوند و رنگ، بو و طعم آب را تغییر نمی دهند.

کاربرد پلی اتیلن گلیکول در پزشکی : خصوصیات خاص پلی اتیلن گلیکول ها، آنها را مواد عالی مناسب برای استفاده در مواد اولیه صنایع دارویی می کند. PEG ها به عنوان روان کننده ها مورد استفاده قرار می گیرند و در انواع محصولات دارویی به عنوان حلال ها، پماد ها، مایع های تحویل دارو، پرکننده های قرص ها به عنوان پایگاه های شفاف، در چشم پزشکی و به عنوان درمان برای یبوست استفاده می شود. PEG ها در محصولات دامپزشکی نیز استفاده می شود.

## انواع یلیمرها

پلیمرها را به روش‌های مختلفی دسته‌بندی می‌کنند همان‌طور که در شکل ۳۲ ملاحظه کردید براساس منشأ تولید می‌توان به پلیمرهای طبیعی و ساختگی دسته‌بندی کرد، سالانه در حدود صدها میلیارد کیلوگرم پلیمر در شرکت‌های پتروشیمی در سراسر دنیا تولید می‌شود، تاکنون حدود ۶۰۰۰۰ نوع پلیمر ساختگی تولید شده است که در صنایع مختلفی به کار گرفته می‌شوند.

پلیمرها را براساس شکل پذیری آنها می توان به طور کلی، به سه گروه اصلی گرم نرم ها یا ترموپلاستیک ها، گرم سخت ها یا ترموست ها و الاستومرها دسته بندی کرد. گروه ترموپلاستیک ها با افزایش دما نرم شده و ذوب و روان می شوند که با خنک شدن به سختی اولیه برمی گردند،

با این قابلیت شکل‌های جدید از آنها را می‌توان تهیه و قالب‌گیری کرد زیرا در حالت ذوب مولکول‌ها به آسانی به یکدیگر متصل می‌شوند. مثل: پلی‌اتن، پی‌وی سی. و... (شکل ۳۳).



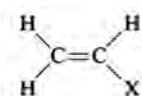
شکل ۳۲



شکل ۳۳

گروه گرما سخت (ترموستها) در اثر گرما سخت می‌شوند، این مواد توسط کاتالیزورها یا گرم شدن تحت فشار با یک واکنش شیمیایی به یک شکل دائمی و محکم‌تری تبدیل می‌شوند زیرا در اثر اعمال حرارت در آنها پیوندهای عرضی ایجاد می‌شود و در نتیجه وزن مولکولی متوسط آنها بالا رفته و به حالت یکپارچه صلب درمی‌آیند. مثل پلی فنل فرمالدئید (باکلیت : دسته قابل‌لمه) رزین اپوکسی، پلی اورتان و... این پلیمرها را تنها هنگامی که برای اولین بار تهیه می‌شوند، می‌توان قالب‌گیری کرد، زیرا پس از سرد شدن سخت شده و با گرم کردن هم به حالت قبل بر نمی‌گردند.

دسته سوم الاستومرها هستند که نظیر رابرها می‌توانند بدون پاره شدن و گسستن در برابر تغییر شکل مقاومت کنند و در دمای اتاق حالت کشسان و جهشی دارند. مثل : ایزوپرن، کائوچو و... پلیمرهای اتنی یا پلی اولفین‌ها : همه این ترموپلاستیک‌ها به طور مشترک دارای مونومر اتنی ( $\text{HXC}=\text{CH}_2$ ) هستند که به پلیمرهای وینیلی نیز معروف‌اند.



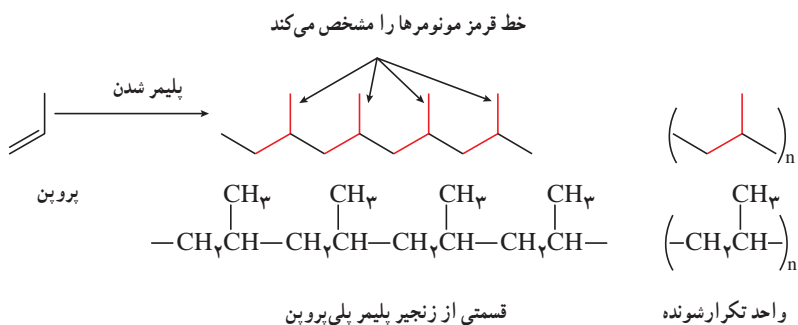
با تغییر X محصولات متنوعی از آن تولید می‌شود. در جدول ۳ زیر برخی از پلیمرهای وینیلی را مشاهده می‌کنید.

نام پلیمر	پلیمر	نام مونومر	مونومر
پلی‌تن	$[-\text{CH}_2\text{CH}_2-]_n$	اتن	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$
پلی پروپن	$\left[ \begin{array}{c} -\text{CH}_2\text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	پروپن	$\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$
پلی اکریلونیتریل	$\left[ \begin{array}{c} -\text{CH}_2\text{CH}- \\   \\ \text{CN} \end{array} \right]_n$	اکریلونیتریل	$\text{CH}_2=\text{CHCN}$

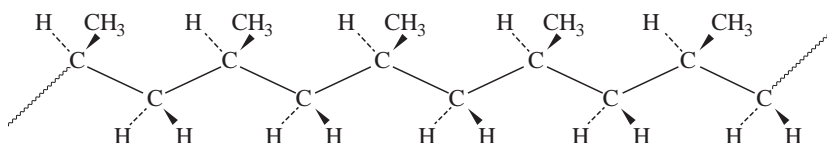
جدول ۳

$\text{CH}_2 = \text{C} \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$	متیل متا اکریلات	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ -\text{CH}_2 - \text{C} - \\   \\ \text{COOCH}_3 \end{array} \right]_n$	پلی (متیل متا اکریلات)
$\text{CH}_2 = \text{CH} \begin{array}{c}   \\ \text{OCCH}_2 \\    \\ \text{O} \end{array}$	وینیل استات	$\left[ \begin{array}{c} -\text{CH}_2 - \text{CH} - \\   \\ \text{OCCH}_2 \\    \\ \text{O} \end{array} \right]_n$	پلی وینیل استات
$\text{CH}_2 = \text{CHCl}$	وینیل کلرید	$\left[ \begin{array}{c} -\text{CH}_2 - \text{CH} - \\   \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$	پلی وینیل کلرید
$\text{CH}_2 = \text{CH} \begin{array}{c}   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	استایرن	$\left[ \begin{array}{c} -\text{CH}_2 - \text{CH} - \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$	پلی استایرن
$\text{CF}_2 = \text{CF}_2$	تترا فلور اتن	$[-\text{CF}_2\text{CF}_2-]_n$	پلی تترافلور اتن

پلیمر شدن مونومرهای پروپن به صورت زیر است

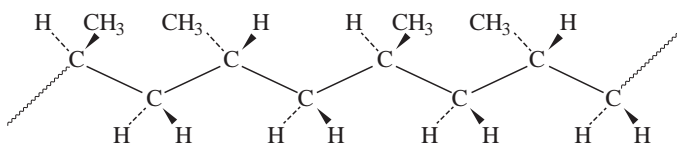


ترتیب و نحوه آرایش مونومرها اثر قابل توجهی بر خواص پلیمرها دارند، گروه‌های متیل در پلیمر می‌توانند در یک طرف زنجیر به صورت زیر آرایش یابند که به آن (ایزوتاکتیک) (شکل ۳۴) می‌گویند.



شکل ۳۴

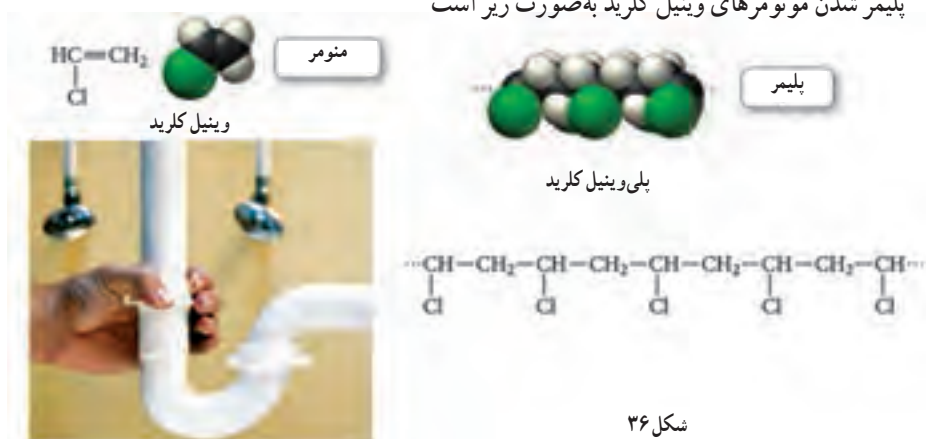
و می‌توانند به طور متناوب در طرفین زنجیر آرایش یابند که به آن (سندو تاکتیک) (شکل ۳۵) می‌گویند.



شکل ۳۵

و یا می‌توانند به صورت نامنظم شکل بگیرند که به آن (اتکتیک) می‌گویند. با توجه به اینکه زنجیرهای ایزوتاکتیک پلی پروپن بهتر می‌توانند به هم نزدیک شوند. بیشتر بلوری هستند و در نتیجه پلی پروپن قوی‌تر و سخت‌تر از پلی اتن است و این عامل عمده استفاده از پلی پروپن برای قطعات قالب‌گیری و بسته‌بندی است و برای لباس‌های ورزشی هم مفید است چون مثل پنبه آب را جذب نمی‌کند و رطوبت در سطح آن مانده و تبخیر می‌شود.

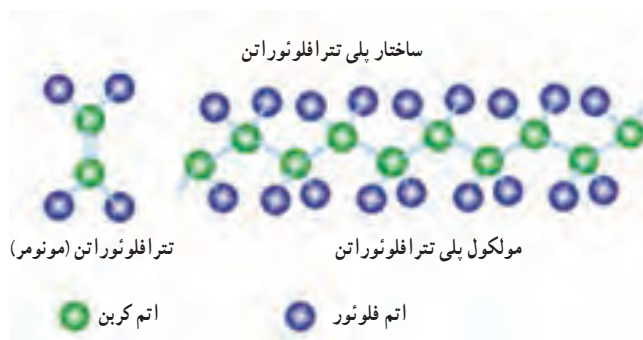
پلیمر شدن مونومرهای وینیل کلرید به صورت زیر است



شکل ۳۶

اگر همه هیدروژن‌های اتن با اتم F جایگزین شود مونومر پلی تترافلورو اتن (PTFE) به دست می‌آید که تحت نام تجاری تفلون شناخته شده است.




پلی تترافلورواتن (PTFE) : این پلیمر (شکل ۳۷) در سال ۱۹۳۸ به طور تصادفی توسط plunkett کشف شد. وی در حالی که در حال تلاش برای ساختن و تولید یک خنک کننده CFC بود، این پلیمر در دستگاه فشار گاز آزمایشگاه پلانکت پلیمرسازی شد (در این واکنش آهن جداری ظرف به عنوان کاتالیزور عمل کرد). در سال ۱۹۴۱ این پلیمر ثبت شد و سه سال بعد با نام تجاری تفلون ثبت گردید. پلی تترا فلوئورواتن به دلیل خواص ویژه‌ای از جمله دمای کاری گسترده، خاصیت خودروانکاری و مقاومت شیمیایی خیلی خوب کاربرد گسترده‌ای در صنعت دارد. تفلون نام‌های دیگری نیز از جمله آلوگوفلون (Algoflon)، اریفلون (Eriflon)، فلوئن (Fluen)، هالون (Halon)، هاستافلون (Hostaflon) دارد. تفلون در هیچ حلالی حل نمی‌شود و دمای ذوب آن در حدود ۳۳۵ درجه سانتی گراد است. از طرف دیگر تفلون خواص خود را در دماهای بسیار پایین نیز حفظ می‌نماید؛ از این رو در صنایع مهمی از جمله هوافضا و صنایعی که نیاز به کار در دمای پایین دارند مانند آب‌بندی مخازن نیتروژن مایع در دمای ۱۹۶- درجه و هیدروژن مایع ۲۵۳- درجه کاربردهای فراوانی دارد. یکی از علل مورد توجه قرار گرفتن تفلون اصطکاک پایین آن است. PTFE مقاومت بسیار خوبی در برابر اشعه UV دارد و به مرور زمان خواص خود را از دست نمی‌دهد. تفلون نسبت به رطوبت هوا حساسیتی ندارد و دارای مقاومت الکتریکی بالایی است. حتی در دماهای کم تفلون دارای خواص ضربه‌پذیری خوبی است و مقاومت خوبی در برابر ضربه دارد. یکی از مشکلات عمده این پلیمر خستگی ناشی از سیکل‌های حرارتی به واسطه تکرار انبساط و انقباض در یک دوره زمانی در دماهای بالاتر از مرز بیان شده است. با توجه به تخریب آنها، یکی از دلایل زوال فلوروکربن‌ها جذب مواد شیمیایی و به دنبال آن واکنش با اجزای دیگر در ترموپلاستیک است (شکل ۳۸). هنگامی که این پدیده اتفاق می‌افتد، منجر به دفرمه شدن سطح، نظیر حبایی شدن می‌شود. این مواد دارای محدوده دمایی معینی هستند و از افزایش دما باید اجتناب شود زیرا گاز حاصل از سوختن تفلون در دمای بالاتر از ۴۰۰ درجه سانتی گراد بسیار سمی و خطرناک می‌باشد.



شکل ۳۷



جدول ۴- ویژگی برخی از پلیمرها

پلیمر	ساختار مونومر	خواص	کاربرد	کد شناسایی جهت بازیافت	کاربردهای پلیمر بازیافتی
LDPE پلی اتن سبک	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	نرم، انعطاف پذیر، مستحکم، مقاوم در برابر اسید و باز	اسباب بازی، عایق سازی، سیم، کیسه پلاستیکی، کیسه زباله		کیسه زباله، بسته بندی، کاشت گیاهان
HDPE پلی اتن سنگین	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	سفت و سخت؛ محکم، انعطاف پذیری کم	بطری های کدر شیر، سس، شامپو، کیسه فریزر		لوله آب کشاورزی، سطل زباله، مبل
PVC پلی وینیل کلرید	$\text{CH}_2=\text{CHCl}$	براق و صاف، مقاوم در برابر اسید، روغن و اغلب مواد شیمیایی	لوله کشی، پرده حمام، چکمه ها ضد آب		بطری شوینده، تهیه لوله
PP پلی پروپیلن	$\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$	نقطه ذوب بالا، کدر (مات)، مقاوم در برابر روغن، بسیار محکم	ظروف بسته بندی، ماست، خامه، کیسه چپیس، نی، مبلمان، فرش		سطل زباله، کارخانه پرورش کرم
PS پلی استایرن	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$	تأحدی شکننده، محلول در حلال های آلی	جعبه CD، ظروف یکبار مصرف بسته بندی		جعبه سی دی، گیره لباس
PET پلی اتیلن ترفتالات	$\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 	شفاف، مقاوم و محکم در برابر خرد شدن، نشسته ناپذیر نسبت به هوا و اسید	بطری نوشابه های گازدار، بطری شوینده ها، الیاف فرش		بسته بندی، الیاف فرش، بطری شوینده

نام پلیمر	پلیمر	نام مونومر	مونومر
پلی اتیلن اکسید	$[-CH_2CH_2O-]_n$	اتیلن اکسید	<chem>C1CO1</chem>
پلی پروپیولاکتون	$\left[ -OCH_2CH_2C(=O)- \right]_n$	پروپیولاکتون	<chem>O=C1OCCC1</chem>
پلی اتیلن ترفتالات	$\left[ -CH_2CH_2OC(=O)-C_6H_4-C(=O)- \right]_n$	اتیلن گلیکول	<chem>OCCO</chem>
		ترفتالیک اسید	<chem>O=C(O)c1ccc(cc1)C(=O)O</chem>
پلی کاپرولاکتوم (نایلون ۶)	$\left[ -NH(CH_2)_5C(=O)- \right]_n$	کاپرولاکتوم	<chem>O=C1NCCCCC1</chem>
پلی هگزا متیلن سباسات (نایلون ۶۸)	$\left[ -NH(CH_2)_6NHC(=O)(CH_2)_6C(=O)- \right]_n$	هگزا متیلن دی آمین سباسیک اسید	$H_2N(CH_2)_6NH_2$ + $HOOC(CH_2)_6COOH$

جدول ۵- برخی از پلیمرهای غیر وینیلی



شکل ۳۸

## پلی اتن و پلی استر

از صفحه ۱۰۶ تا ۱۰۸

## هدف‌های آموزشی

- ۱ با ویژگی‌های متفاوت پلاستیک آشنا شود و نحوه تغییر این ویژگی‌ها را بداند.
- ۲ اثر تغییر تعداد مونومرها بر ویژگی‌های پلیمر را درک کند.
- ۳ مفهوم جمله «تغییر ساختار موجب تغییر رفتار مولکول‌ها می‌شود» را درک کند.
- ۴ با پلیمر پلی استر به عنوان مهم‌ترین ماده اولیه الیاف مصنوعی آشنا شود.
- ۵ با گروه‌های عاملی در ترکیب‌های آلی (به‌خصوص گروه استری) آشنا شود.
- ۶ با خصوصیات استرها که داشتن طعم و بوی خوش است از طریق آشنایی با استرهای موجود در میوه‌ها آشنا شود.

## روش تدریس پیشنهادی: روش کاوشگری هدایت شده

برای تدریس این مبحث، روش کاوشگری هدایت شده پیشنهاد می‌شود کاربرگ‌های شبیه کاربرگ زیر را از قبل تکثیر کرده و در اختیار گروه‌ها قرار دهید و از آنها بخواهید با بررسی و مطالعه مطالب آن، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهند. به دانش‌آموزان فرصت کافی دهید تا کاربرگ‌ها را مطالعه و بررسی کنند. در حین انجام کار، بر فعالیت دانش‌آموزان نظارت و در صورت نیاز، گروه‌ها را راهنمایی کنید.

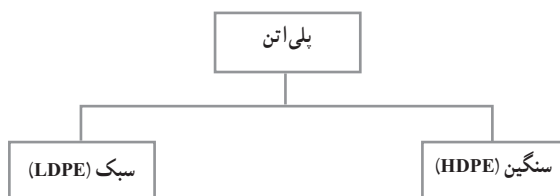
## کاربرگ کلاسی

تاریخ:

نام و نام خانوادگی اعضای:

موضوع درس:

یادآوری: پلی اتن یکی از مهم‌ترین پلیمرهای ساختگی است که با ویژگی‌های گوناگونی عرضه می‌شود که نمونه‌ای از آن مطابق شکل زیر عرضه می‌شود.



پرسش :

- ۱ به نظر شما جنس کیسه پلاستیک و بطری شیر یکی است؟
- ۲ با توجه به مونومرهای اتن به نظر شما مولکول‌ها به چه روش‌هایی می‌توانند به هم متصل شوند؟
- ۳ مولکول‌های اتن می‌توانند به دو صورت به یکدیگر افزوده شوند به نظر شما ساختار مولکول‌ها می‌تواند در خواص آنها اثر بگذارد.
- ۴ احتمالاً شما به ساختار زیر دست یافتید.



نامی مناسب برای هر یک بنویسید.

چگالی کدام پلیمر بیشتر است؟

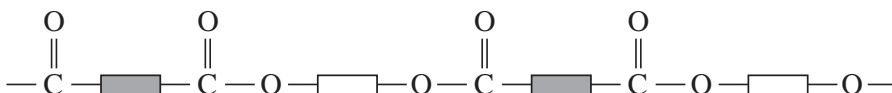
نیروهای بین مولکولی در کدام بیشتر است؟

به نظر شما برای ساختن هر یک از مواد زیر از کدام نوع پلیمر استفاده می‌کنند؟

لوله‌های فاضلاب – کیسه زباله – طناب – دبه‌های آب

توجه : نوع مونومرها مهم‌ترین عامل تعیین خواص پلیمرند.

- ۱ حال اگر ساختار پلیمری که برای تهیه الیاف نخ و پارچه استفاده می‌شود به صورت زیر باشد.



تفاوت این پلیمر با پلی‌اتن در چیست؟

عامل اتصال آنها چه اتمی است؟

نیروهای بین مولکولی این پلیمر را با پلی‌اتن مقایسه کنید.

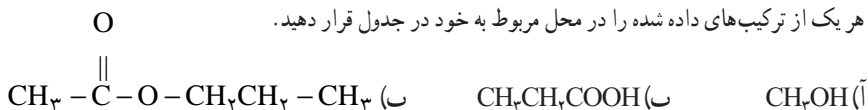
به نظر شما از نظر استحکام با پلی‌اتن چه تفاوتی دارد؟

به عامل اتصال چه گروه عاملی می‌توانید اطلاق کنید؟

اگر بدانید این مواد عامل بوی خوش میوه و گل‌ها هستند و ساختاری شبیه این دارند چند نمونه نام ببرید؟

این نوع پلیمر را چه می‌نامید؟

- ۲ هر یک از ترکیب‌های داده شده را در محل مربوط به خود در جدول قرار دهید.



اسید آلی	الکل	استر

- (آ) براساس چه ویژگی این ترکیب‌ها را در جدول قرار دادید؟  
 (ب) فرمول بسته هر یک از این ترکیب‌ها را بنویسید.  
 (پ) بوی گلایی به علت وجود یکی از این ترکیب‌ها در آن است به نظر شما آن ترکیب کدام است؟ چرا؟

پس از فعالیت دانش‌آموزان کاربرگ‌ها را جمع‌آوری کنید. به منظور جمع‌بندی مطالب، از بین دانش‌آموزان چند نفر را برای پاسخ دادن به پرسش‌های کاربرگ انتخاب کنید و پس از بررسی پاسخ هر یک از دانش‌آموزان جواب نهایی را تأیید کنید. در این جلسه نمره کاربرگ را می‌توانید به عنوان ارزشیابی مستمر منظور کنید.

### بر دانش خود بیفزایید

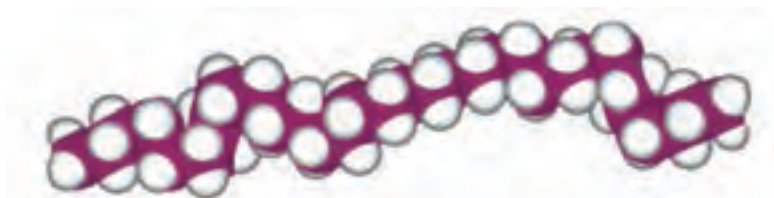
پلی‌اتن : پلی اتیلن‌ها از خانواده بزرگ پلی اولفین‌ها هستند که به لحاظ تولید و مصرفشان به سه نوع اصلی تقسیم می‌شوند :

۱ پلی‌اتن سنگین (HDPE)

۲ پلی‌اتن سبک خطی (LLDPE)

۳ پلی‌اتن سبک (LDPE)

اولین محصول پلی اتیلن در سال ۱۹۴۰ از نفت خام یا گاز طبیعی تهیه شده است که بسته به ساختار مولکولی از نوعی به نوع دیگر متفاوت است و با تغییر وزن مولکولی (طول زنجیر)، تبلور (وضعیت زنجیر) و خواص شاخه آن (پیوند شیمیایی بین زنجیرهای مجاور) می‌توان محصولات متنوعی تولید کرد. جدول ۶.



شکل ۳۹- ساختار مولکولی پلی اتیلن

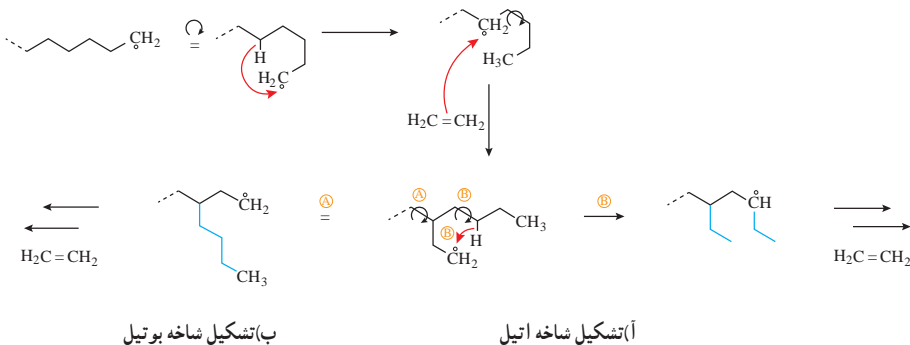
جدول ۶- خواص فیزیکی و مکانیکی انواع پلی اتیلن ها

خواص	HDPE	LLDPE	LDPE
چگالی gr/cm <sup>۳</sup>	۰/۹۴۵ تا ۰/۹۶۰	۰/۹۱۸ تا ۰/۹۳۶	۰/۹۱۷ تا ۰/۹۲۲
جرم مولکولی × ۱۰ <sup>۳</sup>	۵۰۰ تا ۹۶	۹۶ تا ۵۰۰	۲۸ تا ۸۷
استحکام کششی نقطه تسلیم Kg/Cm <sup>۲</sup>	۱۷۲/۳ تا ۲۲۳/۴	۷۵/۹ تا ۲۱۸	۶۴/۳ تا ۱۴۲
استحکام ضربه kg.cm	۵۱/۷ تا ۰/۱	۵۴/۴ تا ۲۴/۵	۴۴/۶ تا ۳۵/۹
سختی	۷۱ تا ۵۹	۶۲ تا ۴۹	۵۶ تا ۴۰

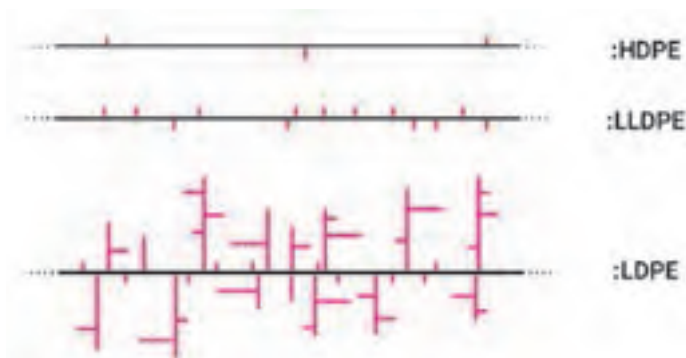
نقطه تسلیم : تغییر فرم پلاستیک

در صنعت با تغییر در روش پلیمری شدن و با استفاده از کاتالیزورهای مناسب وزن مولکولی، درجه شاخه‌ای شدن، چگالی و... را می‌توانند کنترل کنند و ساختارهای متفاوتی از پلی اتیلن را تولید کنند، ساختار مولکولی پلی اتیلن بر رفتار آنها مؤثر است و با کاهش شاخه‌ای شدن زنجیره‌های پلیمری و جرم مولکولی، بلورینگی افزایش می‌یابد و چگالی با بلورینگی رابطه مستقیم دارد.

۱ پلی اتن سبک (LDPE): از پلیمر شدن اتن با استفاده از آغازگر پراکسید در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد و فشار ۱۰۰۰ atm یک پلیمر سخت و شفاف به دست می آید که به پلی اتن سبک معروف است، در سطح مولکولی هم زمان با پلیمری شدن شاخه های زنجیر نیز شکل می گیرد. این شاخه ها از طریق واکنش های انتقال زنجیر بوتیل یا اتیل به درون مولکول شکل می گیرند به شکل ۴۰ زیر توجه کنید.



شکل ۴۰



شکل ۴۱- ساختار انواع پلی اتیلن

لوله کردن ورقه نازک LDPE



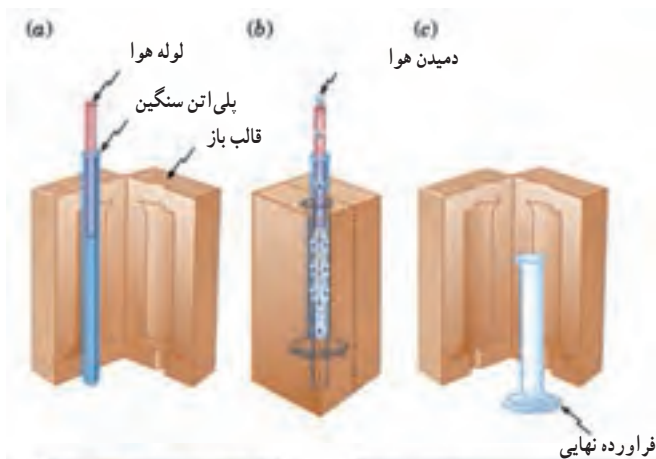
به علت شاخه‌ای شدن، مولکول‌های خوب کنار هم قرار نمی‌گیرند و دارای نیروی بین مولکولی ضعیفی هستند، در نتیجه این نوع پلیمر نرم بوده و در دمای ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود، این به این معنی است که از این پلیمر برای محصولات که در معرض آب جوش قرار می‌گیرند نمی‌شود استفاده کرد. امروزه تقریباً ۶۵٪ از پلی‌اتن سبک برای تولید ورقه نازک جهت تولید کیسه و بسته‌بندی مواد غذایی استفاده می‌شود (شکل ۴۲).

۲ پلی اتیلن سنگین (HDPE): این نوع پلیمری شدن توسط کاتالیزگر زیگلر-ناتا انجام می‌شود، در این نوع پلیمری شدن، مولکول‌های پلیمر فاقد شاخه زنجیر هستند به همین علت مولکول‌ها به خوبی کنار هم قرار می‌گیرند و در نتیجه نیروی بین مولکولی قوی‌تری نسبت به LDPE دارد و همچنین چگالی بالاتری دارد و به این نوع پلیمر پلی‌اتن سنگین می‌گویند.



شکل ۴۳- پلی‌اتن خطی (چگالی زیاد)

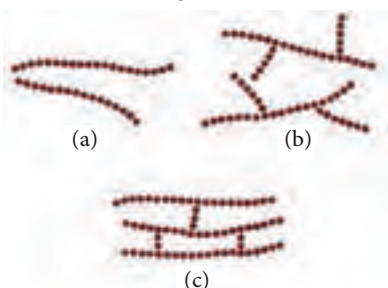
HDPE دمای ذوب بالاتری داشته و سه تا ۱۰ مرتبه از LDPE سخت‌تر است. حدود ۴۵٪ از پلی‌اتن سنگین برای تهیه بطری شیر، ظروف و کیسه‌های بسته‌بندی به کار می‌رود (شکل ۴۴).



ساختار مولکول HDPE (خطی)



ساختار مولکول LDPE (شاخه‌ای)

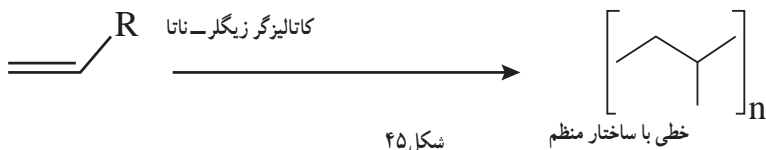


شکل ۴۴

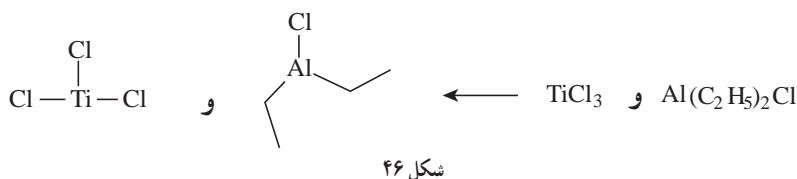
همان‌طور که ملاحظه کردید تنوع ساختار پلیمرها به شرایط و نحوه پلیمری شدن آنها بستگی دارد، پلیمرهای خطی و شاخه‌دار اغلب در حلال‌هایی مانند کلروفرم، بنزن، تولوئن، دی متیل سولفوکسید و تتراهیدروفوران حل می‌شوند.

**پلیمریزاسیون زیگلر - ناتا :** یکی از روش‌های پلیمریزاسیون وینیلی است. این فرایند، از آنجایی که ساخت پلیمرهایی با روش مشخص را برای ما میسر می‌سازد، اهمیت زیادی دارد. این روش توسط دو دانشمند در سال ۱۹۵۰ کارل زیگلر شیمی‌دان آلمانی و گیولیو ناتا شیمی‌دان ایتالیایی کشف شد، روش زیگلر-ناتا بسیار مفید است، زیرا می‌تواند پلیمرهایی را بسازد که با هیچ روش دیگر قابل ساخت نیستند، مانند پلی اتیلن خطی بدون شاخه و پلی پروپیلن ایزوتاکنیک (شکل ۴۵).

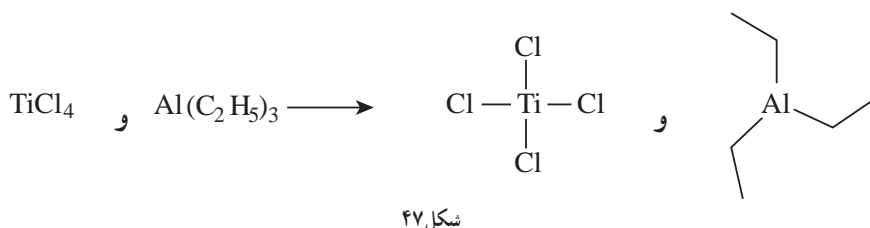




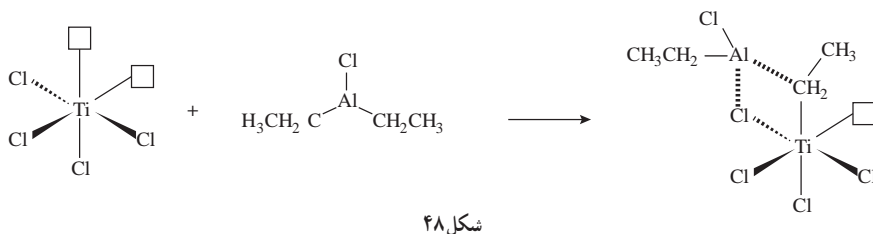
روش زیگلر-ناتا، شامل کاتالیزورهای فلزهای واسطه نظیر  $\text{TiCl}_4$  و کمک کاتالیزورهایی مبتنی بر فلزهای گروه ۱۳ مثل آلومینیوم می‌باشند.



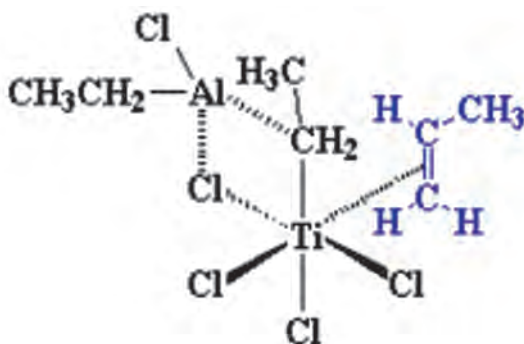
اینها دو دسته از سیستم‌های کاتالیزور/ کمک کاتالیزور زیگلر-ناتا هستند. در هر دو مورد، چهار اتم کلر داریم.



این سیستم‌ها در کنار هم دارای یک اوربیتال خالی به صورت شکل ۴۸ هستند.

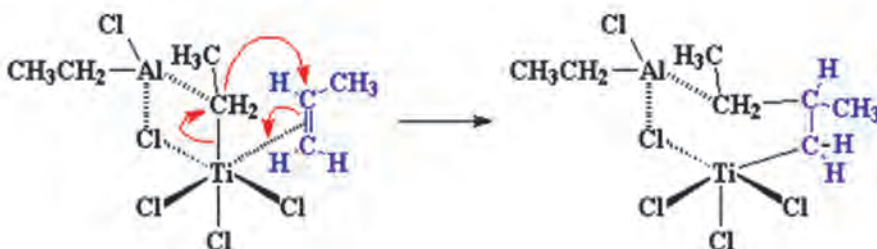


در هنگام پلیمری شدن مونومر وینیلی دارای دو الکترون در سیستم  $\pi$  پیوند دوگانه کربن-کربن است این الکترون‌ها می‌توانند اوربیتال خالی تیتانیوم را پر کنند و یک کمپلکس تشکیل دهند.

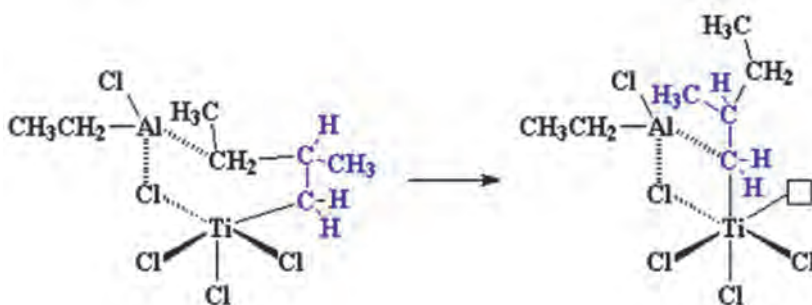


شکل ۴۹

کمپلکس با تغییر آرایش مطابق شکل زیر یک پیوند کربن - تیتانیوم تشکیل داده و یک پیوند بین گروه اتیل و کربن متیل دار مونومر پروپیلن تشکیل می دهد.

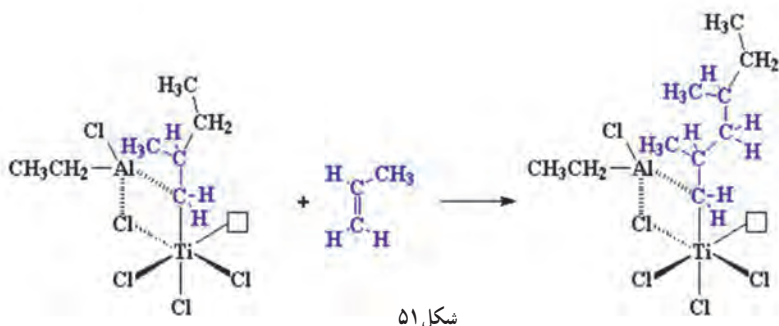


سپس نوآرایی صورت گرفته و به ساختار زیر می رسیم



شکل ۵۰

همان طور که ملاحظه می کنید تیتانیوم باز هم به حالت آغازین خود بازگشته و دارای یک اوربیتال خالی است که می تواند پذیرنده الکترون باشد پس وقتی یک مولکول دیگر پروپیلن وارد می شود تمام فرایند بالا از اول دوباره تکرار می شود.



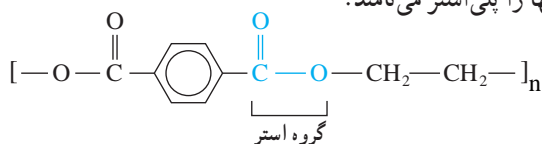
و البته، مولکول‌های پروپیلن بیشتر و بیشتری واکنش داده و زنجیر مرتباً رشد می‌کند. اگر نگاهی به تصویر بیندازید، می‌بینید که همهٔ گروه‌های متیل پلیمر در حال رشد، در یک طرف زنجیر قرار دارند. با این مکانیسم، پلی پروپیلن ایزوتاکتیک به دست می‌آید.



فراورده نهایی پلیمر: پس از تولید پلیمرها با استفاده از اکسترودر (مخلوط‌گر) فراورده را شکل‌دهی و به بازار عرضه می‌کنند. نمایی از اکسترودر را در شکل ۵۲ مشاهده می‌کنید.

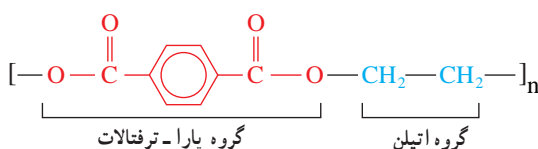
شکل ۵۲- اکسترودر و اجزای مختلف آن

پلی استر: پلی استرها، به علت خواص فیزیکی و شیمیایی مناسب، از مهم‌ترین پلیمرهای تشکیل‌دهندهٔ الیاف مصنوعی به‌شمار می‌روند. پلی استرها، زنجیرهای هیدروکربنی دارند که حاوی اتصالات استری است، به همین خاطر آنها را پلی استر می‌نامند.



شکل ۵۳

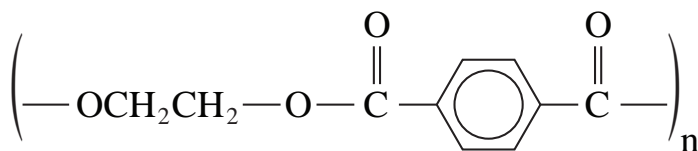
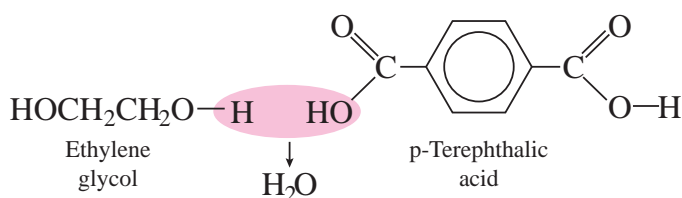
همان‌طور که مشاهده می‌کنید پلی اتیلن ترفتالات یا به اختصار PET از گروه‌های اتیلن و پارا- ترفتالات ساخته شده است که دارای اتصالات اتری است.



شکل ۵۴

همچنین داکرون Dacron یک کوپلیمر تراکمی است که از واکنش اتیلن گلیکول (دی الکل) و پارا - ترفتالیک اسید (دی کربوکسیلیک اسید) با اتصالات استری ایجاد می شود.

گروه های استری در زنجیر پلی استر، قطبی هستند، بدین صورت که اتم اکسیژن کربونیل تا حدی دارای بار منفی است و اتم کربن کربونیل هم مقدار کمی بار مثبت دارد. بارهای مثبت و منفی متعلق به گروه های استری مختلف، یکدیگر را جذب می کنند. این پدیده به گروه های استری زنجیرهای نزدیک به هم اجازه می دهد که به صورت بلور به خط شوند، و به همین خاطر است که پلی استرها می توانند الیاف محکمی تشکیل دهند.



شکل ۵۵

این دسته از پلیمرها از پرمصرف ترین الیاف مصنوعی در صنایع نساجی و پوشاک هستند و تنهایی یا به صورت مخلوط با الیاف پنبه و پشم مورد استفاده قرار می گیرند، پارچه پلی استر با نام های مختلف ساخته و ریسیده می شود مثل : تریلن انگلستان، ترویرا آلمان، ترگال فرانسه، ترییتال ایتالیا، تترون ژاپن، داکرون امریکا، از جمله کاربردهای این محصول می توان به موارد ذیل اشاره کرد.



بارانی



زیرتختی



بادبان



نخ دوخت



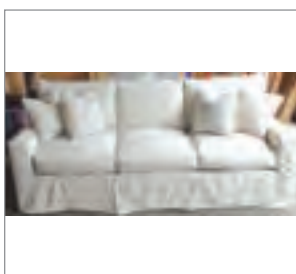
لباس ورزشی



پرده



کمر بند ایمنی

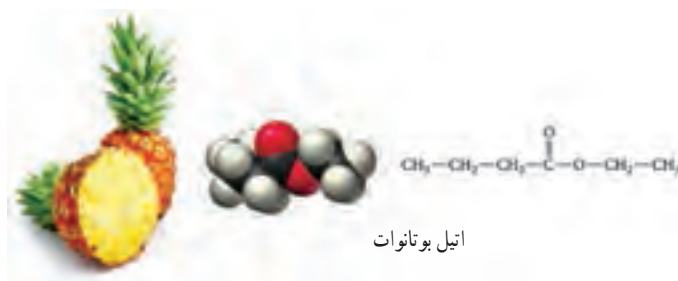


رومبلی



طناب

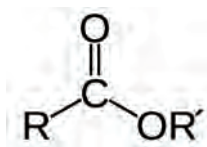
همان‌طور که مشاهده می‌نمایید این محصولات باید از جنسی باشد که رطوبت را به خود جذب نکند، و در برخی موارد باید از موادی استفاده کرد که قابلیت شست‌وشو داشته باشد و بو نگیرد، همچنین بهداشتی و ضد حساسیت باشد که تمامی این موارد جز ویژگی‌های بارز الیاف پلی‌استر است.



اتیل بوتانات

شکل ۵۷

استرها: اغلب استرها ترکیب‌های آلی فرار و معطر هستند، بوی شکوفه انواع گل‌ها و میوه‌ها مثل بوی موز (ایزوپنتیل استات)، بوی سیب (ایزوپنتیل والرات) بوی نیشکر (ایزوبوتیل پروپیونات)، بوی آناناس (اتیل بوتانات) استر است. از این مواد برای تهیه مواد خوشبو، مواد اولیه پلاستیک‌ها و پلی‌استرها و نیز به‌عنوان حلال در صنعت استفاده می‌کنند. چربی‌های حیوانی و روغن‌های گیاهی استرهای اسیدهای



کربوکسیلیک بلند زنجیر با گلیسرین هستند. اسیدهای شرکت کننده در ساختار استرها می توانند سیر شده یا سیر نشده باشند.

فرمول استرها به صورت  $RCOOR'$  که در واقع شبیه اسیدهای کربوکسیلیکی هستند و هیدروژن آن با یک گروه  $R'$  آلکیل یا آریل (آروماتیک) جانشین شده است.

استرها و اسیدهای ایزومر ساختاری همدیگر هستند و فرمول عمومی آنها به صورت  $C_nH_{2n}O_2$  می باشد استرها ترکیباتی قطبی هستند که قابلیت تشکیل پیوند هیدروژنی با همدیگر را ندارند، اما با مولکول های دیگری مثل آب می توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند. بنابراین استرها شبیه اترها یا آلدهیدها و کتون ها هستند. قطبیت استرها از اترها بیشتر اما از الکل ها کمتر است.

## الکل ها و اسیدها و واکنش استری شدن

از صفحه ۱۰۹-۱۱۴

## هدف های آموزشی

- ۱ ساختار الکل و اسیدهای کربوکسیلیک را بشناسد.
- ۲ با ویژگی های کربوکسیلیک اسیدها آشنا شود.
- ۳ خواص فیزیکی و شیمیایی الکل ها و اسیدها را توصیف کند.
- ۴ ساختار مولکول های دویخی و برهمکنش نیروهای بین مولکولی آنها را توجیه کند.
- ۵ واکنش استری شدن را توصیف و اجزای تشکیل دهنده استر را تشخیص دهد.
- ۶ الکل ها و اسیدهای دو عاملی را بشناسد و توانایی آنها را برای تولید پلی استر درک کند.
- ۷ اجزای تشکیل دهنده ساختار پلی استر را تشخیص دهد.
- ۸ کاربردهایی را برای پلی استر و اهمیت آنها در زندگی بیان کند.



## روش تدریس پیشنهادی

پیشنهاد می شود که از گروه ها بخواهید موادی همچون: آدامس هایی (با طعم های مختلف، موز، آناناس و...)، کره ترش شده یا سرکه تهیه کرده و به کلاس بیاورند. در ابتدای کلاس با انجام یک فعالیت مثل تشخیص بوی هر نوع طعم بدون نگاه کردن از روی پخش بوی آنها، که برای دانش آموزان ملموس تر است توجه آنها را به ماده موجود در آدامس جلب کنید و سپس با توضیح مفهوم گروه عاملی از آنها بخواهید تا کاربرگ زیر را که از قبل آماده کرده اید تکمیل کنند.

کاربرگ کلاسی			
نام و نام خانوادگی اعضا :		تاریخ :	
موضوع درس :			
نام ماده خوراکی	فرمول گروه عاملی	نام گروه عاملی	نام خانواده
بوی گل رُز			الکل
لیمو ترش			کربوکسیلیک اسید
بوی نعناع			الکل
بوی کره ترش شده			کربوکسیلیک اسید
بوی سیب – آناناس			استر

در پایان از دانش‌آموزان بخواهید خود را بنامید صفحه ۱۱۳ را حل کنند و این سؤال را به بحث بگذارید که به نظر شما چرا دانشمندان از الیاف پلی استری در جراحی زانو استفاده می‌کنند؟

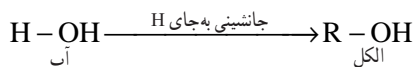
---

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ 



## گلستروں

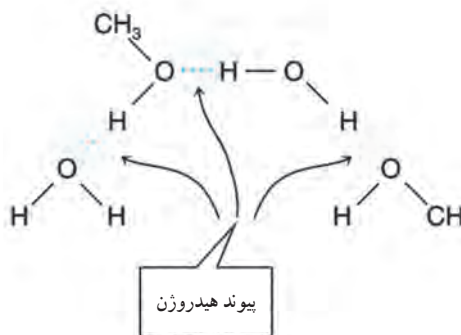


الکل را می‌توان مشتقی از آب دانست که به جای هیدروژن یک گروه آلکیل قرار گرفته است.



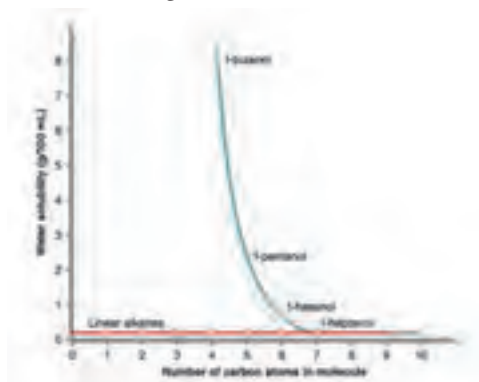
شکل ۵۹

جایگزینی H آب با یک گروه آلی باعث نمی‌شود که تمام خواص آب را دارا باشند، الکل‌های سبک مثل متانول، اتانول و پروپیل به راحتی در آب حل می‌شوند که به علت تشکیلات پیوند هیدروژنی در الکل‌هاست.



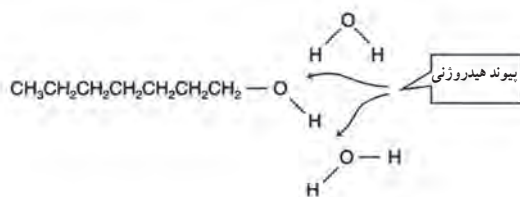
شکل ۶۰

اما با افزایش زنجیره کربنی از شباهت خواص به آب کاسته شده و به شباهت خواص با آلکیل افزوده می‌شود و با افزایش طول زنجیره میزان انحلال‌پذیری در آب کاهش یافته و میزان انحلال‌پذیری آنها در حلال‌های ناقطبی مثل بنزن، کربن تتراکلرید و اتر افزایش می‌یابد.



نمودار ۳

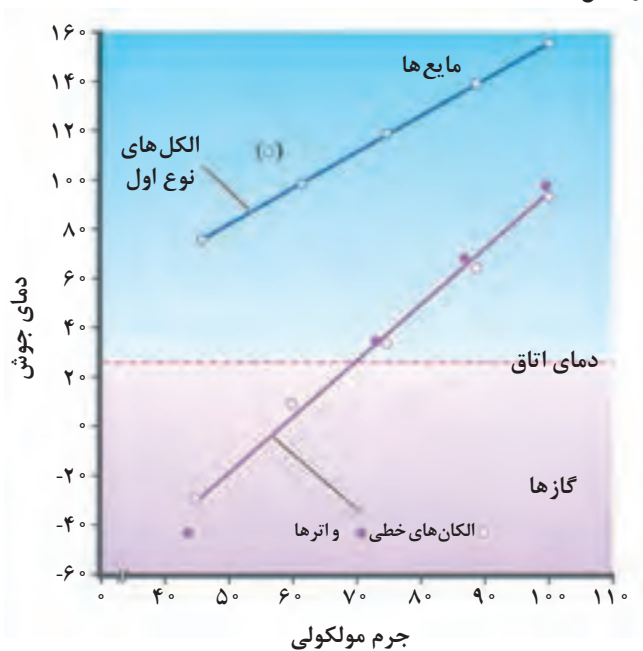
زنجیره‌های کربنی با آب پیوند هیدروژنی نمی‌دهند و مولکول‌های آب فقط با بخشی که گروه OH قرار دارد برهمکنش هیدروژنی دارند و از آنجایی که بخش اعظم مولکول هیدروکربن است در آب حل نشده و نامحلول می‌باشد.



در هپتانول آب فقط با بخش OH برهم کنش دارد.

شکل ۶۱

الکل ها دمای جوش بالاتری نسبت به هیدروکربن های هم جرم مولکولی خود دارند که به علت تشکیل پیوند هیدروژنی در الکل هاست.

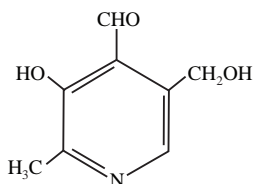


نمودار ۴

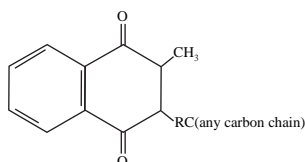
ویتامین ها : ویتامین ها گروهی از ترکیب های آلی هستند که مقدار اندکی از آنها برای عملکرد بدن نیاز است و باید از منابع غذایی حاصل شود زیرا بدن نمی تواند آنها را سنتز کند. یکی از موارد مهم در مورد ویتامین ها، جنبه های تغذیه ای آنها است. ۱۳ نوع ویتامین شناخته شده است که براساس حلالیت به دو دسته ۱- محلول در آب ۲- محلول در چربی دسته بندی می شوند.

ویتامین های محلول در آب دارای بخش های قطبی می باشد که با آب برهمکنش دارند ولی ویتامین های

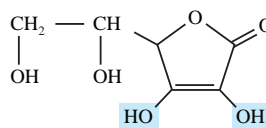
محلول در چربی به علت داشتن بخش زیاد هیدروکربنی برهمکنش کمی با آب دارند به ساختار ویتامین‌های زیر توجه کنید.



ویتامین B<sub>6</sub>



ویتامین K



اسکوربیک اسید

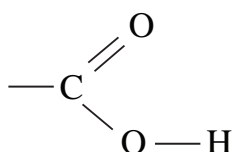
شکل ۶۲

ویتامین محلول در آب	ویتامین محلول در چربی
تیامین	ویتامین A
ریبوفلاوین	ویتامین D
نیاسین	ویتامین E
ویتامین B <sub>6</sub> (شناور)	ویتامین K
ویتامین B <sub>12</sub>	
پنتانوتیک اسید	
بیوتین	
ویتامین C	

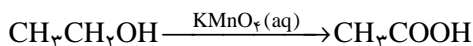
جدول ۷

ویتامین‌های محلول در آب از لحاظ تغذیه مشکلی در بدن ایجاد نمی‌کنند چون از طریق ادرار دفع می‌شوند اما ویتامین‌های محلول در چربی هنگامی که در دوزهای غیرعادی مصرف شود به وسیله پروتئین‌های خون حمل شده و در چربی‌ها ذخیره می‌شود که در صورت بیش از حد نیاز بودن به صورت سمی عمل می‌کند.

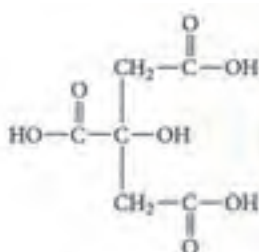
اسیدهای آلی: کربوکسیلیک اسیدها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که شامل گروه عاملی کربوکسیل ( $\text{COOH}$ ) بوده و محلول آبی آنها اسیدهای ضعیفی می‌باشند.



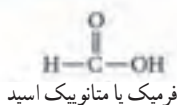
اسیدهای آلی با توجه به ریشه کربنی و با افزودن «ویک اسید» به آخر نام آلکان هم کربن نام گذاری می شوند، برای مثال استیک اسید را اتانویک اسید می نامند که هم کربن با اتان است. بسیاری از کربوکسیلیک اسیدها از اکسایش الکل های نوع اول با یک اکسند قوی مثل پتاسیم پرمنگنات تهیه می شوند.



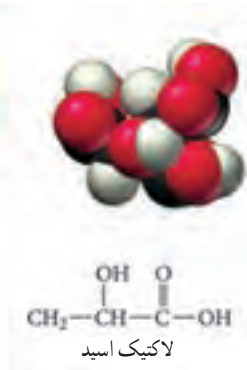
کربوکسیلیک اسیدها مانند تمام اسیدها مزه تند دارند آشناترین آن استیک اسید در سرکه است. سیتریک اسید در لیمو و پرتقال و همچنین فورمیک اسید ناشی از نیش مورچه و لاکتیک اسید که پس از تمرین شدید در ماهیچه ها تولید می شود، نمونه هایی از کربوکسیلیک اسیدها هستند.



سیتریک اسید



شکل ۶۳



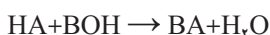
لاکتیک اسید



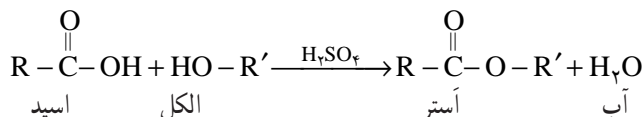
شکل ۶۴

اگزالیک اسید نوعی کربوکسیلیک اسید است که در ریواس و اسفناج به فراوانی یافت می شود.

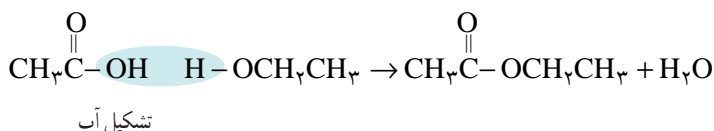
واکنش استری شدن : در حضور کاتالیزور از واکنش اسیدهای آلی با الکل ها استر به دست می آید که این واکنش شبیه واکنش اسید و باز است. ولی در واقع بسیار متفاوت است.



واکنش‌های اسید و باز، واکنش یک‌طرفه و بسیار سریع است. درحالی‌که تشکیل استر، واکنشی کند و برگشت‌پذیر می‌باشد و به کمک کاتالیزور سولفوریک اسید غلیظ انجام می‌شود.

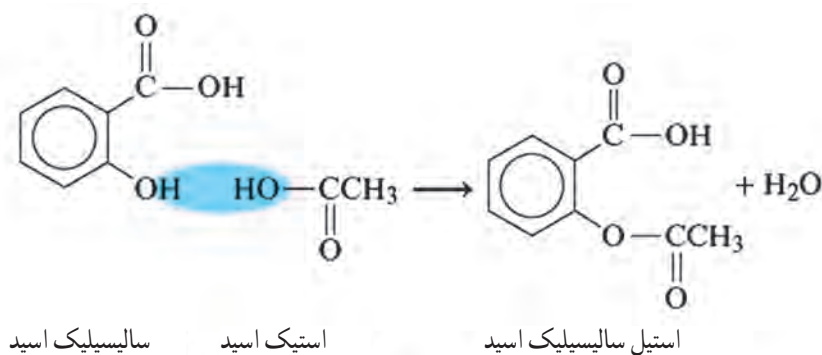


همچنین باید توجه داشت که در واکنش استری شدن، H از مولکول الکل و OH از مولکول اسید در تشکیل آب شرکت می‌کنند. این موضوع با روش تحقیقاتی به اثبات رسیده است. به این روش سنتز استرها، واکنش فیشر می‌گویند.



برای نام‌گذاری استرها ابتدا نام گروه آلکیل الکل را آورده و سپس از نام اسید «ویک اسید» را به وات تبدیل می‌کنند، برای مثال n-اوکتیل استات را n-اوکتیل اتانوات می‌نامند زیرا از اسید اتانویک اسید مشتق شده است.

یکی از مهم‌ترین استرها از واکنش سالیسیلیک اسید با استیک اسید به صورت زیر شکل می‌گیرد.



شکل ۶۵

این فراورده را که به عنوان آسپرین می‌شناسند به طور گسترده‌ای به عنوان مسکن و رقیق‌کننده خون استفاده می‌شود.



شکل ۶۶

## پلی آمیدها، پلیمرهای ماندگار یا تخریب پذیر

از صفحه ۱۱۴-۱۱۹

واحد  
یادگیری ۵

### هدف‌های آموزشی

- ۱ با پلی آمیدها به عنوان یکی از پلیمرهای تشکیل دهنده مواد طبیعی آشنا شود.
- ۲ گروه عاملی آمید را تشخیص دهد و اجزای تشکیل دهنده آن را بشناسد.
- ۳ اجزای تشکیل دهنده ساختار و مونوها پلی آمید را تشخیص دهد.
- ۴ کاربردهایی برای پلی آمید معرفی کند.
- ۵ با نحوه تجزیه پلیمرها آشنا شود، و بتواند فراورده تجزیه آنها را پیش بینی کند.
- ۶ با پلیمرهای ماندگار و زیست تخریب پذیر آشنا شود و اهمیت آنها را بداند.
- ۷ مواد ماندگار و زیست تخریب پذیر را با هم مقایسه کند.
- ۸ علل تمایل برای تهیه پلیمر سبز را برشمارد.

### روش تدریس پیشنهادی: روش پرسش و پاسخ، روش آموزش آزمایشگاهی

پیشنهاد می شود با دانش آموزان در مورد پلیمرها و انواع آنها گفت و گو کنید. ساختار پلی استر را رسم کنید حال از دانش آموزان بخواهید اگر به جای الکل در تشکیل پیوند استری از آمین استفاده کنیم پیوند بین مونومرها چگونه خواهد بود؟ اجازه دهید پاسخ خود را با دلیل ارائه دهند سپس جهت تکمیل مطلب از دانش آموزان سؤال کنید می دانید بعضی ها ماهی را به خاطر بوی بدش دوست ندارند؟ چگونه می توانیم بوی بد ماهی را از بین ببریم؟ پاسخ دانش آموزان را بشنوید.

بعد توضیح دهید که برای از بین بردن بوی بد ماهی از لیموترش استفاده می کنید؟ می دانید چه اتفاقی می افتد؟

توضیح دهید که آمین موجود در ماهی با اسید لیمو واکنش داده و آمید حاصل می شود. حال با کمک دانش آموزان و پاسخ هایی که ارائه دادند واکنش تولید پلی آمید را بنویسید و آن را با استر مقایسه کنید. کاربردهایی از پلی آمید از جمله کولار را به دانش آموزان توضیح دهید علت استحکام آن را به بحث بگذارید.

پیشنهاد می شود در ادامه مباحث درس را به دو بخش (پلیمرهای نفتی و تخریب پذیر) تقسیم کنید و از گروه ها بخواهید در خصوص ویژگی ها و معایب و مزایای آنها با انجام آزمایش های زیر بحث کنند.

نمونه‌هایی از پلیمرهای نفتی (مثل طناب، کیسه، فوم و...) و پلیمرهای تخریب‌پذیر (نشاسته – سلولز – الیاف چوب و...) به کلاس آورده شود و آن را به دو گروه تقسیم کنید که هر گروه ویژگی‌های هر یک از دسته‌ها را با توجه به موارد زیر بررسی کنند:

نمونه شفاف است یا کدر؟

انعطاف‌پذیر است یا خیر؟

خاصیت کشسانی دارد؟

سخت است یا نرم؟

حدود دانسیته آن چقدر است؟

نمونه در برابر حرارت ذوب می‌شود؟

در اثر تماس با آب جذب آب می‌شود؟

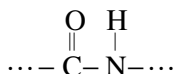
هنگام ذوب شدن بو می‌دهد؟

آیا می‌سوزد؟ چگونه؟

سپس نتایج را در کلاس ارائه و به بررسی مفاهیم: تخریب‌پذیر، بازیافت و... پرداخته شود. در انتهای کلاس از دانش‌آموزان خواسته شود در خصوص در میان تارنماهای صفحه ۱۱۹ مطالب جمع‌آوری و برای جلسه بعد در کلاس بحث کنند.

## بر دانش خود بیفزایید

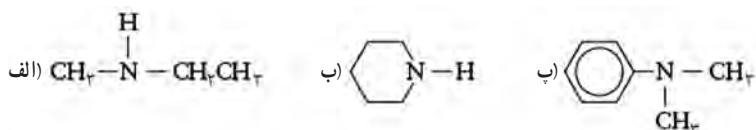
پروتئین‌ها، پلیمرهای طبیعی هستند که حدود ۱۵ درصد از بدن ما را تشکیل می‌دهند، جرم مولکولی (جرم مولی) آنها در محدوده ۶۰۰۰ تا بیش از ۱۰۰۰۰۰۰ گرم در هر مول است. پروتئین‌ها نقش بسیاری را در بدن موجودات انجام می‌دهند، پروتئین پوست، عضله، غضروف، مو، پشم و... در این دسته از پلیمرها عامل امید در طول زنجیر کربنی تکرار شده است.



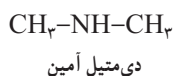
عامل آمیدی از واکنش اسیدآلی با آمین به دست می‌آید، آمین‌ها مشتقات آلی آمونیاک ( $\text{NH}_3$ ) هستند که یکی یا بیشتر هیدروژن آن توسط گروه (R) آلکیل یا آریل جایگزین شده است، آمین‌ها مثل الکل‌ها براساس شمارش تعداد گروه R متصل به نیتروژن به نوع اول، دوم و سوم دسته‌بندی می‌شوند.

دسته بندی مشتقات آمین		
مثال	فرمول عمومی	مشتق
$\text{CH}_3 - \text{N} - \text{H}$   $\text{H}$	$\text{R} - \text{N} - \text{H}$   $\text{H}$	نوع اول
$\text{CH}_3 - \text{N} - \text{CH}_3$   $\text{H}$	$\text{R} - \text{N} - \text{R}'$   $\text{H}$	نوع دوم
$\text{CH}_3 - \text{N} - \text{CH}_3$   $\text{CH}_3$	$\text{R} - \text{N} - \text{R}'$   $\text{R}''$	نوع سوم

سؤال : آمین های زیر را برحسب نوع اول، دوم و سوم دسته بندی کنید.



در یک روش نام گذاری آمین ها، نام گروه های (R) متصل به نیتروژن را برحسب الفبای لاتین آورده و در آخر کلمه آمین اضافه می کنند و در صورت تکرار گروه (R) از پیشوند دی، تری استفاده می شود.



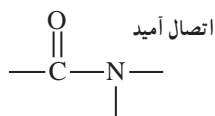
بوی بد ماهی به علت وجود متیل آمین و آمین های دیگر در ماهی است که با افزودن لیمو، اسید موجود در آن با آمین واکنش داده و بوی بد آن حذف می شود.



شکل ۶۷



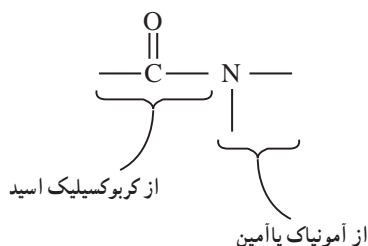
آمین‌ها با اسیدهای آلی، کلرید اسیدها و انیدریدها واکنش داده و گروه عاملی آمید را تشکیل می‌دهند که مشخصه آن یک گروه کربونیل متصل به نیتروژن است.



گروه عاملی آمیدی

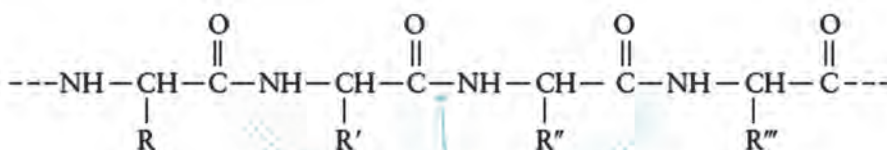
شکل ۶۸

گروه کربنیل از یک کربوکسیلیک اسید و اتم نیتروژن از آمین یا آمونیاک مشتق شده است.



شکل ۶۹

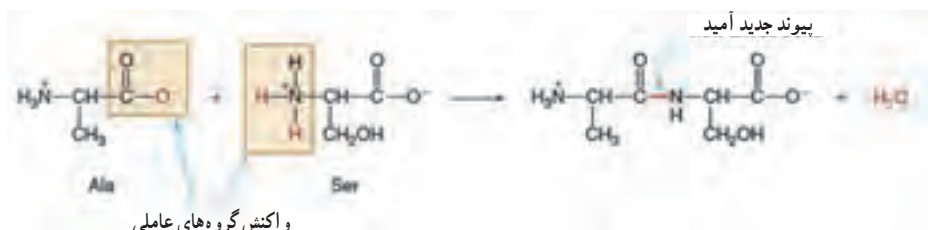
ابریشم، پشم، پلی‌آمیدهای طبیعی از دسته پروتئین‌ها هستند که با اتصالات آمیدی مونومر آنها به هم متصل‌اند.



اتصالات آمیدی

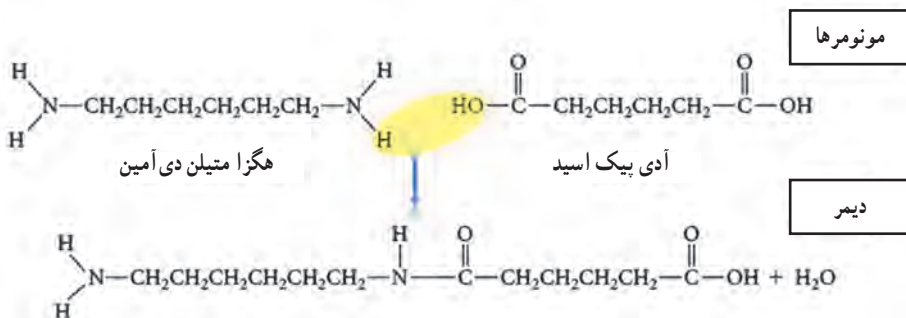
شکل ۷۰

مونومرهای سازنده تمام پروتئین‌ها اسید آمینه‌ها هستند، این مولکول‌ها به علت داشتن گروه عاملی آمین ( $\text{NH}_2$ ) و گروه کربوکسیل ( $\text{CO}_2\text{H}$ )، اسید آمینه نامیده می‌شوند، پلیمر پروتئین توسط واکنش تراکم بین اسیدهای آمینه ساخته شده است.



شکل ۷۱

یکی از پلی آمیدهای معروف کوپلیمر نایلون است که از تراکم هگزا متیل دی آمین و آدی بیک اسید به صورت زیر تشکیل می شود

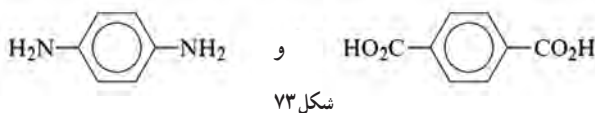


شکل ۷۲

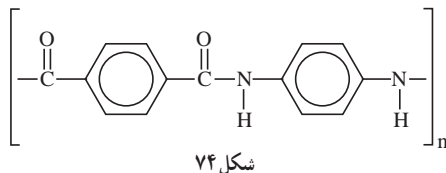
محصول حاصل دایمر نامیده می شود، با افزوده شدن مونومرهای دیگر پلیمر نایلون به دست می آید که برای تهیه الیاف مصرفی در تولید فرش، تور ماهیگیری، شیلنگ تنفس و... استفاده می شود.

کولار یکی دیگر از پلی آمیدها است که در سال ۱۹۷۰ معرفی شد، این پلیمر به علت استحکام کششی زیاد، وزن کم، ازدیاد طول کم در پارگی، پایداری ابعاد، هدایت الکتریکی پایین، مقاومت پارگی بالا، مقاومت شیمیایی زیاد، مقاوم به شعله و خود خاموش کن، حفظ خواص در دماهای بسیار بالا کاربردهای فراوانی در صنعت دارد از آن برای تهیه بادبان های مسابقه ای، جلیقه های ضد گلوله، تایرها، لنت های ترمز، قایق های مسابقه ای، کابل نوری، تخته های اسکی، کلاه های ایمنی و... استفاده می شود.

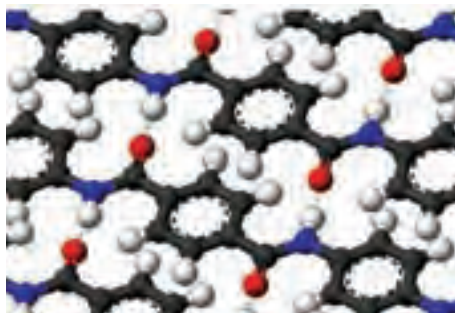
مونومرهای سازنده کولار یک دی اسید (۱،۴- دی بنزن دی کربوکسیلیک اسید) و یک دی آمین (۱،۴- دی آمینو بنزن) به صورت زیر است.



در اثر پلیمر شدن تراکمی بین این دو مونومر پلیمر کولار با ساختار زیر تشکیل می شود.



وجود حلقه های مسطح بنزنی به کولار ساختار مسطح می دهد و سبب می شود که مولکول های پلیمر تا حد ممکن روی هم فشرده شده و به هم نزدیک تر شوند.



شکل ۷۵

بین مولکول‌های فشرده شده پیوند هیدروژنی قوی‌تری برقرار می‌شود که سبب استحکام زیاد پلیمر کولار می‌شود. در این ساختار حلقه‌های مسطح بنزنی به سادگی خمیده نمی‌شوند و از انعطاف‌پذیری کمتری برخوردار هستند در نتیجه این پلیمر به شدت صلب و انعطاف‌ناپذیر است، کولار دمای ذوب بالایی دارد و به آسانی در حلال‌ها حل نمی‌شود کولار فقط در سولفوریک اسید غلیظ حل می‌شود.



شکل ۷۶

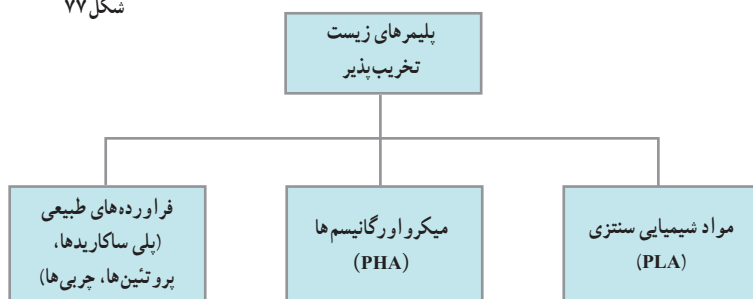
پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر: پلاستیک‌ها به‌عنوان یکی از عمده‌ترین آلاینده‌های محیط‌زیست از طرف سازمان جهانی محیط‌زیست معرفی شده‌اند، هر ساله در کل جهان حدود ۵۰۰ میلیارد تا یک تریلیون کیسه پلاستیکی تولید می‌شود، بیش از یک میلیون کیسه در دقیقه دور ریخته می‌شود که این حجم از آلاینده‌ها خطر تکان‌دهنده‌ای برای نسل آینده و محیط‌زیست می‌باشد، با عنایت به گزارش بازیافت توسط آژانس محیط‌زیست تنها در خوش‌بینانه‌ترین حالت زیر ۱۵ درصد از کل کیسه‌های پلاستیکی بازیافت می‌شوند، به همین دلیل، در چند سال اخیر بیشتر کشورهای توسعه یافته و نیز در حال توسعه تولید کیسه‌های تخریب‌پذیر را آغاز کرده و به‌عنوان جایگزین کیسه‌های پلاستیکی معرفی کرده‌اند.

پلیمرهای طبیعی، موادی هستند که به سادگی توسط فعالیت میکرواورگانیسم‌ها مانند قارچ‌ها، باکتری‌ها و جلبک‌ها به واحدهای کوچک‌تر تجزیه می‌شوند، ساخت فراورده‌های پلیمری زیست تخریب‌پذیر همانند



شکل ۷۷

پلیمرهای طبیعی با هدف کاهش مشکلات زیست محیطی، ایمنی و سلامت مورد توجه بسیار قرار گرفته است. این پلیمرها در پزشکی و دارورسانی نیز به دلیل حذف آخرین مرحله جراحی برای برداشت آنها پس از عملکرد درمانی توسعه یافته اند.



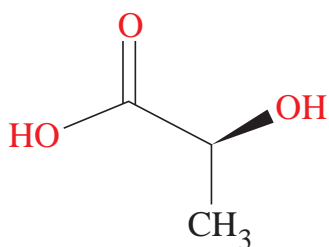
شکل ۷۸

در سال ۲۰۱۲ مهم ترین پلیمرهای زیست تخریب پذیر تجاری پلی لاکتیک اسید (PLA) و پلیمرهایی بر پایه نشاسته (PHA) بودند که به ترتیب ۴۶٪ و ۳۹٪ بازار مصرف پلیمرهای زیست تخریب پذیر را به خود اختصاص دادند. دیگر پلیمرهای زیست تخریب پذیر شامل پلی استرهای چون کوپلی استرهای آلیفاتیک/آروماتیک و پلی کاپرولاکتون، مشتقات سلولزی و پلی هیدروکسی آلکانوات ها می باشند، که عمده مصرف پلیمرهای زیست تخریب پذیر، کاربردهایی در بسته بندی و تهیه ظروف مواد غذایی، کیسه های دورریز و فیلم ها، فوم، پوشش های کاغذی و ... می باشد، اکنون دانش تولید پلیمرهای زیست تخریب پذیر در ایران نیز موجود می باشد که پلیمرهای ساختگی در حضور اکسیژن و مجاورت هوا و هم در شرایط دفن در خاک قابلیت تجزیه شدن دارند.



شکل ۷۹

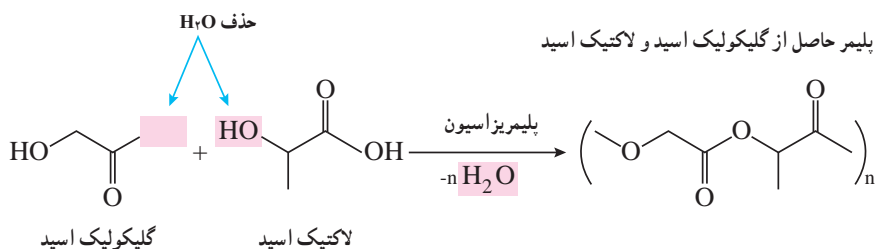
پلی لاکتیدها (PLA): این پلاستیک از نشاسته تهیه می‌شود، نشاسته به‌عنوان منبع ذخیره انرژی در گیاهان عمل می‌کند این ماده در غلات و گیاهان علفی به مقدار فراوان وجود دارد. نشاسته را می‌توان یک زیست پلاستیک در نظر گرفت اما به دلیل انحلال در آب مواد ساخته شده از آن در برابر رطوبت تغییر شکل می‌دهد از این رو کاربرهای آن محدود است، این مشکل را می‌توان با تغییر در ساختار نشاسته و تبدیل آن به یک پلیمر متفاوت برطرف کرد. برای این کار نخست نشاسته را به وسیله موجودات زنده ذره‌بینی به لاکتیک اسید تبدیل می‌کنند، سرانجام لاکتیک اسید به‌عنوان یک مونومر در جریان واکنش پلیمری شدن به پلی لاکتیک تبدیل می‌شود.



شکل ۸۰

سؤال: با توجه به اینکه ساختار لاکتیک اسید به‌صورت روبه‌رو است، فرمول ساختار پلیمری آن را رسم کنید.

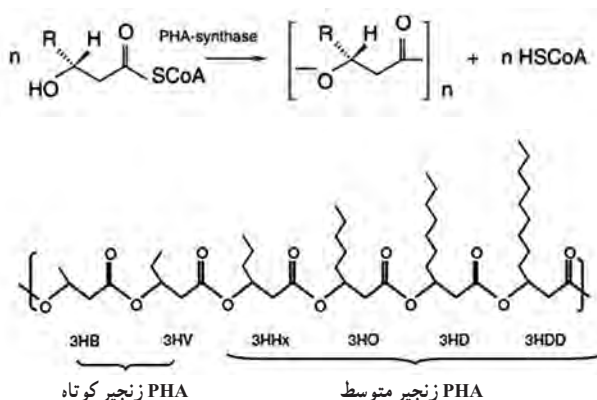
پلیمرهایی که خود تحلیل می‌روند! با گسترش فناوری در پزشکی تقاضا برای پلیمرهای ساختگی که پس از استفاده در بدن جذب می‌شوند بیشتر شده است. در جراحی سنتی پس از بهبود باید بخیه‌ها برداشته شود ولی در این روش که از پلیمر لاکتومر زیست سازگار و زیست تخریب پذیر استفاده می‌شود به مرور زمان و با بهبود زخم بخیه‌ها هیدرولیز شده و از بین می‌روند و متابولیسم بدن اسیدهای گلیکولیک و لاکتیک را دفع می‌کند. واکنش تهیه این پلیمر به‌صورت زیر است.



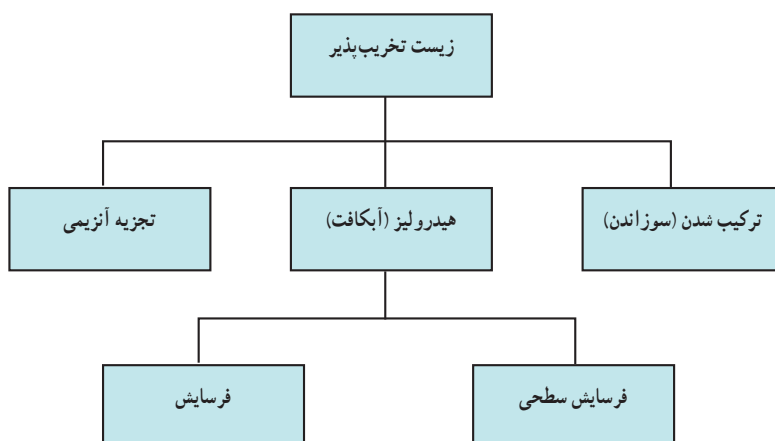
شکل ۸۱

پلی هیدروکسی آلکانوات‌ها (PHA): پلی هیدروکسی آلکانوات‌ها پلی استرهای خطی هستند که در طبیعت توسط باکتری‌های تخمیری، از شکر و چربی تولید می‌شوند بیش از ۱۰۰ مونومر مختلف می‌توانند با این گروه ترکیب شده، مواد با خواص مختلف ایجاد کنند، برای مثال نوع پلی هیدروکسی آلکانوات‌ها

به نام پلی بتا هیدروکسی بوتیرات که شبیه پلی پروپیلن است ولی نسبت به آن انعطاف ناپذیر و بسیار شکننده است، نوعی دیگر به نام پلی هیدروکسی بوتیرات - والرات انعطاف پذیر و نرم تر است و برای بسته بندی مواد مورد استفاده قرار می گیرد. این پلیمر در صورتی که در شرایط هوازی قرار گیرد به طور عادی به کربن دی اکسید و آب تجزیه می شود بدون وجود اکسیژن عمل تجزیه سریع تر صورت گرفته و متان تولید می شود این بسیار در محیط های غیر فعال زیست شناختی مانند محیط کشت استریلیزه تجزیه نمی شود.



شکل ۸۳- سازوکار تجزیه پلیمرهای زیست تخریب پذیر



## پاسخ پرسش‌های فصل سوم

خود را بیازمایید صفحه ۹۹

در هریک از جاهای خالی یکی از واژه‌های «نخ، الیاف، دوزندگی، فراوری و بافندگی» را قرار دهید.



باهم بیندیشیم صفحه ۱۰۱

با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



الف) جدول را کامل کنید.

نام ماده	اندازه مولکول		جرم مولی		شمار اتم ها	
	کوچک یا متوسط	خیلی بزرگ	کم یا متوسط	خیلی زیاد	کم یا متوسط	خیلی زیاد
آب	*		*		*	
پلی اتن		*		*		*
پروپان	*		*		*	
نشاسته گندم		*		*		*
انسولین		*		*		*
سلولز		*		*		*

ب) به دسته ای از ترکیب های موجود در جدول درشت مولکول می گویند. آنها را در یک سطر تعریف کنید.

مولکول هایی که اندازه مولکول های آنها بزرگ، تعداد اتم های سازنده آنها بسیار زیاد و جرم مولی آنها بسیار زیاد است.

ب) درشت مولکول های بالا را با هم مقایسه کنید. چه شباهت ها و تفاوت هایی دارند؟  
 شباهت : از تعداد اتم های زیادی تشکیل شده اند، اتم های آنها به وسیله پیوند کووالانسی به یکدیگر متصل هستند، جرم مولی بسیار بزرگی دارند و مولکول هایی درشت هستند.

تفاوت : ساختار متفاوت دارند در نتیجه رفتار آنها یعنی خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت دارند، برخی، طبیعی و برخی ساختگی هستند.

ت) در کدام مولکول ها بخش هایی وجود دارد که در سراسر مولکول تکرار شده است؟  
 درشت مولکول های پلی اتن، نشاسته و سلولز

ث) سلولز و نشاسته پلیمر (بسیار) اند، با توجه به ساختار آنها پلیمر را تعریف کنید.

پلیمرها درشت مولکول هایی هستند که در ساختار آنها، بخش هایی در سراسر مولکول تکرار می شود.


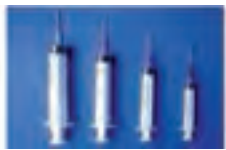



ج) پیش بینی کنید نیروی بین مولکولی در کدام دسته از مولکول ها قوی تر است؟ چرا؟

درشت مولکول ها، چون نیروهای بین مولکولی در آنها به دلیل زیاد بودن جرم مولکولی، قوی است.



خود را بیازمایید صفحه ۱۰۴

در جدول زیر چند پلیمر، مونومر و کاربردهای آنها نشان داده شده است. جاهای خالی را کامل کنید.

نام و ساختار مونومر		نام و ساختار پلیمر	کاربرد پلیمر
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} \\   \\ \text{CN} \end{array}$ <p>سیانواتن</p>		$\left( \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2 - \text{C}- \\   \\ \text{CN} \end{array} \right)_n$ <p>پلی سیانواتن</p>	 <p>بتو</p>
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 = \text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>پروپن</p>	→	$\left( \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2 - \text{C}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right)_n$ <p>پلی پروپن</p>	 <p>سرنگ</p>
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ <p>استیرن</p>		$\left( \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2 - \text{C}- \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right)_n$ <p>پلی استیرن</p>	 <p>ظروف یکبار مصرف</p>
$\begin{array}{c} \text{F} & & \text{F} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{F} & & \text{F} \end{array}$ <p>تترافلوئورواتن</p>	→	$\left( \begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\   &   \\ -\text{C} - & \text{C}- \\   &   \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right)_n$ <p>تفلون</p>	 <p>نخ دندان</p>
$\text{CH}_2 = \text{CHCl}$ <p>وینیل کلرید (کلرواتن)</p>	→	$\left( \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2 - \text{C}- \\   \\ \text{Cl} \end{array} \right)_n$ <p>پلی وینیل کلرید</p>	 <p>کیسه خون</p>

خود را بیازماید صفحه ۱۰۷

داده‌های تجربی نشان می‌دهد که چگالی پلی‌اتن‌های بالا برابر با  $97\%$  و  $92\%$  گرم بر سانتی‌متر مکعب است.

الف) کدام چگالی به کدام پلی اتن تعلق دارد؟ چرا؟

۹۲٪ پلی اتن شاخه دار و ۹۷٪ پلی اتن بدون شاخه. زیرا در پلی اتن شاخه دار به علت وجود شاخه،

فاصله میان زنجیرها بیشتر بوده و جرم واحد آن کمتر است. همچنین می‌توان گفت در جرم برابر، حجم پلی‌اتن شاخه‌دار بیشتر و بنابراین چگالی آن کمتر است.

(ب) کدام پلی اتن سبک و کدام سنگین است؟

پلی اتن شاخه دار : سبک  
پلی اتن بدون شاخه : سنگین

(ت) نیروی بین مولکولی در پلی اتن چیست؟

واندروالس

(ث) چرا استحکام پلی اتن سنگین از سبک بیشتر است؟

چون رشته‌های مربوط به پلی اتن بدون شاخه به یکدیگر نزدیک تراند، لذا نیروی مولکولی قوی تر است.

در پلی اتن شاخه دار، وجود شاخه ها، از نزدیکی و تماس زنجیرهای پلیمری کم کرده و نیروی واندروالس ضعیف تر می شود.

با هم بیندیشیم صفحه ۱۱۰

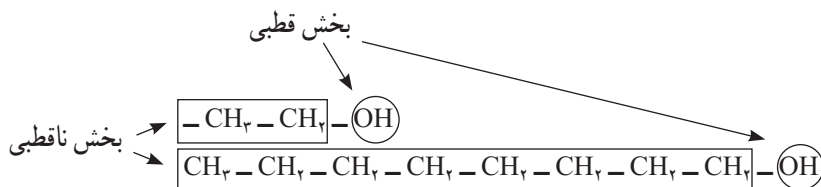
۱- با توجه به دو ساختار داده شده به پرسش‌ها پاسخ دهید:



الف) پیش‌بینی کنید چه نوع نیروهای بین مولکولی در این دو الکل وجود دارد؟

از طرف گروه هیدروکسیل ( $-OH$ ) الکل‌ها، پیوند هیدروژنی و از طرف زنجیر کربنی، می‌تواند جاذبه روالسی ایجاد شود.

(ب) مولکول الکلی ها دو بخش قطبی و ناقطبی دارند. با توجه به اینکه گشتاور دو قطبی هیدروکربن ها در صفر است. این دو بخش را در دو مولکول بالا مشخص کنید.



ب) پیش‌بینی کنید انحلال‌پذیری کدام الکل در آب بیشتر است؟  
الکلی با دو کربن. چون بخش ناقطبی آن کوچک‌تر پس تأثیر بخش قطبی بیشتر است  
به عبارت دیگر بخش قطبی مولکول بر بخش ناقطبی کوچک غلبه می‌کند و با توجه به آنکه آب هم دارای  
مولکول‌های قطبی است، بنابراین در آب بهتر حل می‌شود.  
ت) درستی پیش‌بینی خود را با توجه به داده‌های جدول زیر بررسی کنید.

فرمول الکل
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

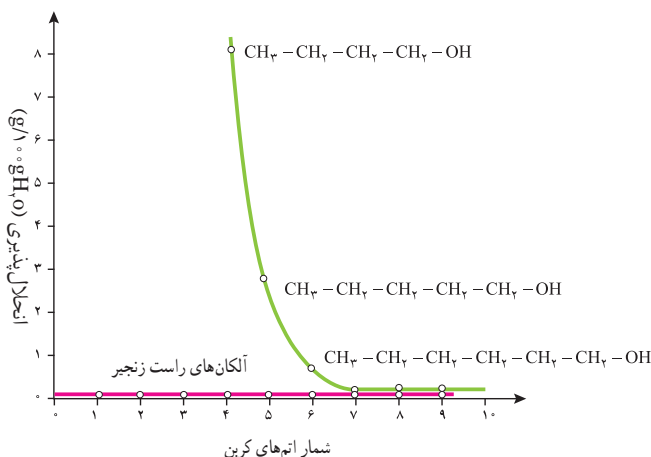
همان‌طور که در جدول نیز دیده می‌شود با بزرگ‌تر شدن بخش ناقطبی مولکول (بخش هیدروکربنی)،  
انحلال‌پذیری الکل در آب، کم می‌شود. به عبارت دیگر در این مولکول‌ها، تأثیر بخش ناقطبی از بخش قطبی  
بیشتر بوده است.

ث) درباره درستی جمله زیر گفت‌وگو کنید.

«افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در الکل‌ها، نیروی واندروالسی بر هیدروژنی غلبه می‌کند و خصلت  
ناقطبی الکل افزایش می‌یابد.»

درست است، طبق جدول قسمت «ت» افزایش تعداد کربن میزان انحلال‌پذیری آن را در حلال قطبی  
آب به میزان زیادی کاهش داده است. این شواهد نشان می‌دهد که با افزایش بخش هیدروکربنی، نیروی  
واندروالسی بر پیوند غلبه می‌کند.

ج) نمودار زیر انحلال‌پذیری الکل‌ها و هیدروکربن‌ها را در آب نشان می‌دهد. روند تغییرات را توضیح  
دهید.



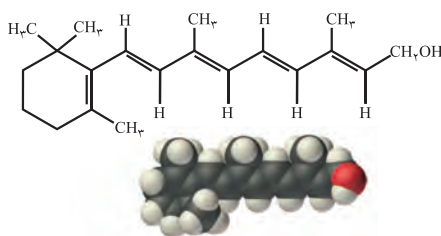
در آلکان‌ها با افزایش تعداد کربن تغییری در انحلال‌پذیری مشاهده نمی‌شود چون گشتاور دو قطبی آنها صفر و مولکول آنها ناقطبی و نیروهای بین‌مولکولی از نوع واندروالس است بنابراین جرم آنها تأثیری بر انحلال‌پذیری ندارد.

اما الکل‌ها دارای بخشی با گشتاور دو قطبی صفر و بخشی قطبی هستند، در الکل‌های سبک که بخش ناقطبی کوچک است نیروی بین‌مولکولی غالب، از نوع پیوند هیدروژنی است و بنابراین به‌خوبی در آب حل نمی‌شوند. با افزایش تعداد کربن در زنجیر هیدروکربنی، اثربخش ناقطبی بیشتر شده، نیروی غالب از نوع واندوالس بوده و انحلال‌پذیری کاهش می‌یابد.

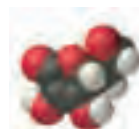
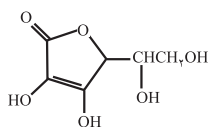
## خود را بیازمایید صفحه ۱۱۱

۱ کدام ترکیب‌های زیر در آب و کدام در چربی حل می‌شوند. چرا؟

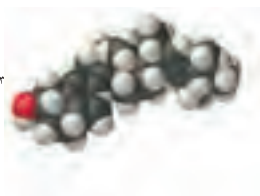
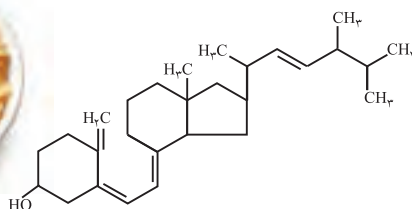
الف) ویتامین آ



ب) ویتامین ث

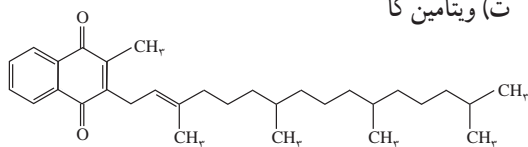


پ) ویتامین دی

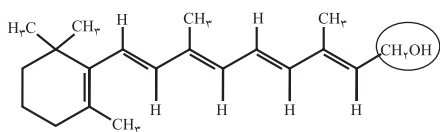




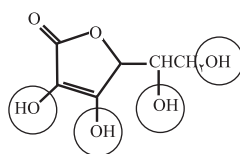
ت) ویتامین کا



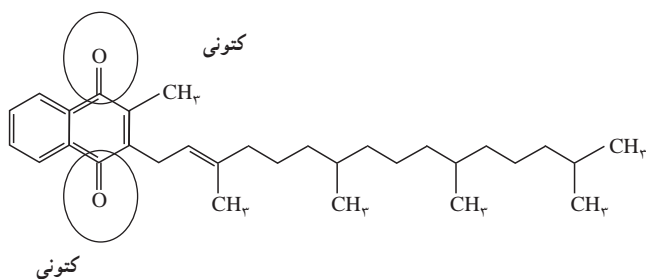
ویتامین های A، D و K چون بخش ناقطبی آنها بزرگ تر است و اثر بیشتری دارند در آب حل نمی شوند و انحلال پذیری آنها در چربی که ناقطبی است طبق قاعده شبیه، شبیه را حل می کند بیشتر است. ویتامین C به دلیل داشتن بخش های قطبی بیشتر، انحلال پذیری بیشتری در آب خواهند داشت. ۲ مصرف بیش از اندازه کدام دسته از ویتامین ها برای بدن مشکل خاصی ایجاد نمی کند؟ چرا؟ ویتامین C و یا ویتامین های که در آب محلولند، چون مقدار اضافی آن با حل شدن در آب و از طریق ادرار دفع می شوند. ۲ گروه عاملی هر یک از ترکیب های بالا را مشخص کنید.



هیدروکسیل (الکلی)



هیدروکسیل (الکلی)






کتونی

۴ عبارت زیر را با انتخاب واژه‌های مناسب کامل کنید.

در ترکیب‌های آلی مانند الکل‌ها و کربوکسیلیک اسیدها  
 با افزایش طول زنجیر کربنی بخش <sup>ناقطبی</sup> ~~قطبی~~  
<sup>کاهش</sup> می‌یابد و انحلال‌پذیری آن در آب ~~بیشتر~~ <sup>کمتر</sup> می‌شود.

### خود را بیازمایی صفحه ۱۱۳

بارسم ساختار الکل و اسید سازنده برای هر یک از استرهای داده شده در جدول زیر، آن را کامل کنید.

نام میوه	ساختار الکل سازنده	ساختار اسید سازنده	ساختار استر
 موز	<chem>HOCH2CH2CH2CH2CH2CH2CH2OH</chem>	<chem>CH3COOH</chem>	<chem>CH3COOCH2CH2CH2CH2CH2CH2CH2OH</chem>
 سیب	<chem>HOCH2CH2CH2CH2CH2CH2CH2OH</chem>	<chem>CH3CH2COOH</chem>	<chem>CH3CH2COOCH2CH2CH2CH2CH2CH2CH2OH</chem>
 انگور	<chem>HOCH2CH2CH2CH2CH2CH2CH2OH</chem>	<chem>CH3CH2CH2CH2CH2COOH</chem>	<chem>CH3CH2CH2CH2CH2COOCH2CH2CH2CH2CH2CH2CH2OH</chem>

### خود را بیازماید صفحه ۱۱۷

۱ در کدام شرایط زیر لباس‌های نخی زودتر پوسیده می‌شوند. چرا؟

(آ) محیط سرد و خشک

(ب) محیط گرم و مرطوب

گرم و مرطوب – چون ساختار مولکولی آن توسط آب شکسته شده و به مونومرهای سازنده تبدیل می‌شود.

۲ چرا استفاده بی‌رویه از شوینده‌ها در شستن لباس‌ها سبب پوسیده شدن سریع‌تر آنها می‌شود؟

مواد موجود در شوینده‌ها می‌تواند نقش کاتالیزگر را داشته باشند و در نتیجه سرعت شکسته شدن پلیمرهای سازنده را بیشتر کنند.

۲ اگر لباس‌ها را برای مدت طولانی در محلول آب و شوینده قرار دهید، بوی بد و نافذی پیدا می‌کنند توضیح دهید چه رخ می‌دهد؟

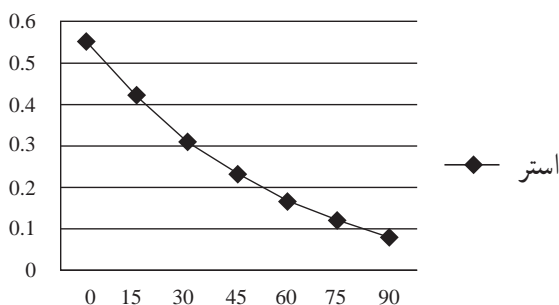
پلیمر سازنده الیاف لباس شرایط مناسبی را برای شکسته شدن به مونومرها پیدا کنند و بوی حاصل به دلیل مونومرهای اولیه سازنده پلیمر الیاف است.

۴ برای شستن تمیزتر لباس‌ها از شوینده‌ها و سفیدکننده‌ها استفاده می‌کنند اگر سفیدکننده‌ها را به‌طور مستقیم روی لباس بрызند، رنگ لباس در محل تماس به سرعت از بین می‌رود. اما اگر سفیدکننده را در آب بрызید سپس لباس را درون محلول فروبرند تغییر محسوس در رنگ لباس ایجاد نمی‌شود. چرا؟

۵ لباس‌های پلی‌استری در اثر عوامل محیطی در طول زمان پوسیده می‌شود. این پوسیده شدن به معنی شکستن پیوندهای استری سست شدن تاروپود لباس است. جدول زیر داده‌های مربوط به واکنش تجزیه یک نوع استر را در حضور اسید نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید :

هنگامی که شوینده یا سفیدکننده مستقیماً بر روی لباس بрызیم به علت غلظت زیاد آن سرعت واکنش بیشتری داشته و در نتیجه به سرعت اثر آنها ظاهر می‌شود اما وقتی ابتدا در آب می‌ریزیم غلظت آن‌ها کاهش می‌یابد و به این ترتیب سرعت انجام واکنش کاهش پیدا می‌کند و اثر آنها به سرعت ظاهر نمی‌شود.

°/۳۱	°/۴۲	°/۵۵	[استر]
۳۰	۱۵	۰	زمان (s)



الف) نمودار تغییر غلظت استر برحسب زمان

ب) سرعت متوسط تجزیه استر در بازه زمانی صفر تا ۳۰ ثانیه چند مول بر لیتر بر ثانیه است؟

$$\bar{R} = \frac{0/55 - 0/31}{30} = \frac{0/24}{30}$$

ب) سرعت واکنش در کدام بازه زمانی بیشتر است؟ چرا؟

صفر تا ۲۰ ثانیه      ۶۰ تا ۹۰ ثانیه

صفر تا ۲۰ ثانیه چون غلظت مواد بیشتر است.

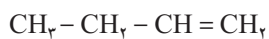
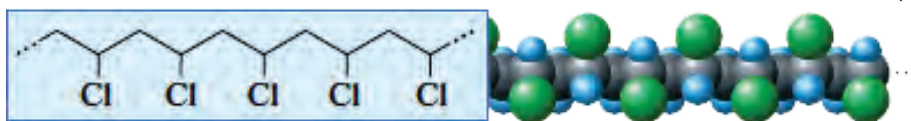
## تمرین‌های دروه‌ای ص ۱۲۰

۱ در هر یک از موارد زیر ساختار پلیمر یا مونومر خواسته شده را مشخص کنید.

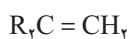
(الف)



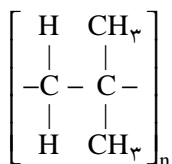
(ب)



(پ)



(ت)

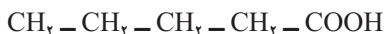


(ث)

$\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} \\   \\ \text{Cl} \end{array} \quad (\text{ب})$	$\text{CH}_2\text{CH} = \text{CH}_2 \quad (\text{آ})$
$\left[ \begin{array}{cc} \text{R} & \text{H} \\   &   \\ -\text{C} - & \text{C}- \\   &   \\ \text{R} & \text{H} \end{array} \right]_n \quad (\text{ت})$	$\left[ \begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ -\text{C} - & \text{C}- \\   &   \\ \text{C}_2\text{H}_5 & \text{H} \end{array} \right]_n \quad (\text{پ})$
$\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3)_2 \quad (\text{ث})$	



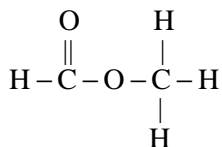
۲ در شرایط یکسان انحلال پذیری کدام کربوکسیلیک اسید در آب بیشتر است؟ چرا؟



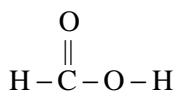
کربوکسیلیک اسید شماره ۱ چون قسمت ناقطبی آن تعداد کربن کمتری دارد در نتیجه اثر عامل قطبی در آن بیشتر بوده انحلال پذیری بیشتر خواهد بود.

۳ استری با فرمول  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  در اختیار داریم.

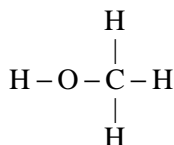
الف) ساختار آن را رسم کنید.



ب) ساختار الکل و اسید سازنده آن را رسم کنید.



اسید



الکل

پ) نیروی بین مولکولی در آن از چه نوعی است؟  
واندروالسی

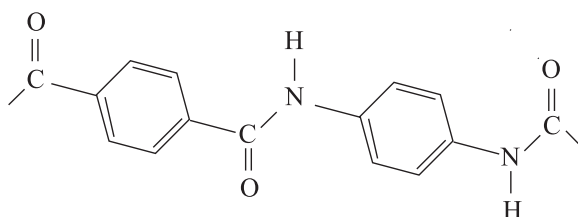
پ) جرم مولی آن را حساب کنید.

$$M = (2 \times 12 + 2 \times 16 + 4 \times 1) = 60 \text{ g/mol}^{-1}$$

ت) نقطه جوش این استر بیشتر است یا اتانویک اسید؟ توضیح دهید.

اتانویک اسید دارای فرمول  $\text{CH}_3\text{COOH}$  است که به دلیل عامل کربوکسیلیک  $\text{COOH}$  - و داشتن  $\text{OH}$  - در ساختار آن می تواند پیوند هیدروژنی تشکیل دهد لذا نقطه جوش آن نسبت به استر مورد نظر که جاذبه واندروالسی دارد بیشتر خواهد بود.

۴ ساختار مولکول‌های سازنده یک پلیمر در شکل زیر ارائه شده است. با توجه به آن :



الف) این پلیمر به کدام دسته از پلیمرها تعلق دارد؟

پلی آمیدها

ب) نیروی بین مولکول‌های این پلیمر از چه نوعی است؟

هیدروژنی به علت وجود عامل N-H

پ) واحدهای سازنده این پلیمر کدام گروه از مواد زیر هستند؟

دی آمین‌ها و دی اسیدها

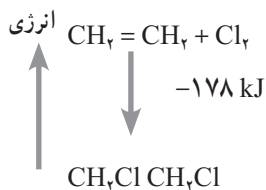
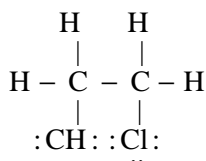
دی الکل‌ها و دی اسیدها

آمین‌ها و اسیدها

۵ با توجه به معادله واکنش زیر به پرسش‌های خواسته شده پاسخ دهید.



الف) ساختار لوویس فراورده (۱، ۲- دی کلروتان) را رسم کنید.



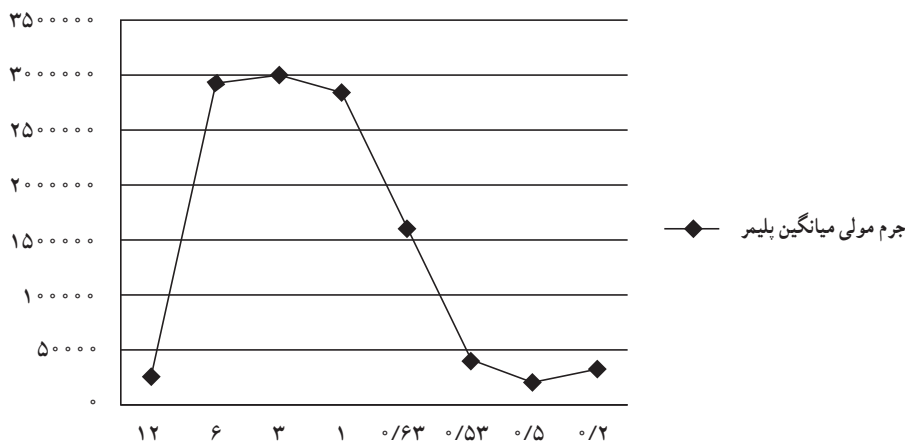
ب) نمودار آنتالی واکنش را رسم کنید

ب) حساب کنید از واکنش ۴۲ گرم گاز اتن با مقدار کافی از گاز کلر، چند کیلو ژول گرما مبادله می‌شود؟

$$۴۲\text{g CH}_2 = \text{CH}_2 \times \frac{1\text{mol CH}_2 = \text{CH}_2}{۲۸\text{g CH}_2 = \text{CH}_2} = ۲۷۸\text{kJ}$$

۶ واکنش پلیمری شدن اتن در شرایط گوناگونی به تولید پلی‌اتن‌هایی با جرم مولی میانگین متفاوت منجر می‌شود. تجربه نشان می‌دهد که جرم مولی میانگین به مقدار کاتالیزگرهای واکنش بستگی دارد. در جدول زیر نتایج یک پژوهش تجربی در این مورد داده شده است.

جرم مولی میانگین پلیمر (گرم)	مقدار کاتالیزگر محتوی آلومینیوم (شماره ۲) (مول)	مقدار کاتالیزگر محتوی تیتان (شماره ۱) (مول)
۲۷۰۰۰	۱۲	۱
۲۹۲۰۰۰	۶	۱
۲۹۸۰۰۰	۳	۱
۲۸۴۰۰۰	۱	۱
۱۶۰۰۰۰	۰/۶۳	۱
۴۰۰۰۰	۰/۵۳	۱
۲۱۰۰۰	۰/۵۰	۱
۳۱۰۰۰	۰/۲۰	۱



الف) در چه نسبت مولی از این دو کاتالیزگر پلی اتن با بیشترین جرم مولی تولید می‌شود؟  
در نسبت ۳ به ۱

ب) تغییر جرم مولی پلیمر را برحسب نسبت مولی کاتالیزگر شماره ۲ به ۱ رسم کنید.

پ) در نسبت مولی ۱ به ۸ از این کاتالیزگرها جرم مولی را پیش‌بینی کنید.

حدود ۱۹۰,۰۰۰ جرم مولی میانگین خواهد بود

ت) تحلیل خود از داده‌های جدول و نمودار رسم شده را بیان کنید.

برای رسیدن به پلیمر با جرم میانگین بیشتر بهترین نسبت ۳ به ۱ است و اگر نسبت‌ها غیر از این باشد پلیمر با

جرم میانگین کمتر به دست می‌آید.

