

پوشاک، نیازی پایان ناپذیر

فصل ۳



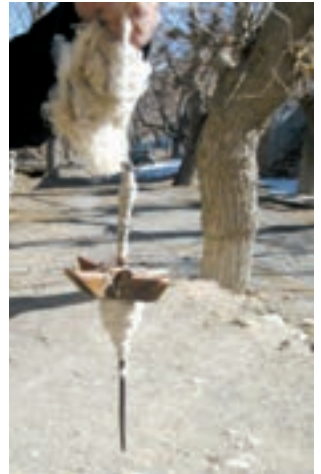
..... ● **يٰۤاٰدَمُ قَدْ اَنْزَلْنَا عَلَيْكَ لِبَاسًا يُّوَارِي سَوْآتِكَمْ وَرِيشًا...** (سوره اعراف- آیه ۲۶)

ای فرزندان آدم! لباسی برای شما فرو فرستادیم که شما را می پوشاند و مایه زینت شماست و...

خداوند یکتا و آفریدگار هستی، جانوران را با پوشش هایی مانند پشم، پر، فلس و... آفریده است. انسان با بهره مندی از هوش و تجربه های برگرفته از طبیعت توانست نخستین پوشش خود را از پشم، مو و پوست جانوران تهیه کند. او با گذشت زمان از بافت های گیاهی نیز برای پوشش خود استفاده کرد. در گذر زمان با تشکیل جوامع بشری، پوشش انسان ها افزون بر پیشرفت و تبدیل شدن به صنعتی به نام پوشاک، دچار تنوع و گوناگونی شد، به طوری که امروزه پوشاک به شرایط آب و هوایی، فرهنگ، آداب و رسوم، باورها و... در هر جامعه بستگی دارد. اما اینکه پوشاک از چه موادی و چگونه تهیه می شوند؟ نقش دانش و فناوری در صنعت پوشاک چیست؟ ما را بر آن می دارد تا با بهره گیری از دانش شیمی در این فصل، در صدد یافتن پاسخ پرسش هایی از این دست باشیم.

آیا می دانید

یافته‌های باستان‌شناسی نشان می‌دهد که پیشینهٔ ریسندگی و بافندگی از الیافی مانند پشم، ابریشم، پنبه و کتان به هزاران سال پیش برمی‌گردد. به دیگر سخن، نساجی از کهن‌ترین صنایع در تمدن بشری است که با دوک نخریسی پایه عرصهٔ ظهور گذاشت.



انسان در طول تاریخ، همواره به دنبال تهیهٔ پوشاک مناسب بوده است. پوشاک افزون بر پوشش بدن، در تمدن بشری نقش بزرگی داشته است آن‌چنان که نوع پوشاک در هر قوم، نشان‌دهندهٔ توانایی و مهارت دستی، هنر، تصویرگری، دانش، فناوری و نیز آداب و رسوم آن قوم است. پوشاک، بدن را در برابر عوامل محیطی گوناگون مانند سرما و گرما، نور خورشید، باران، تگرگ، گزند حشرات و... نیز محافظت می‌کند. برای مثال کلاه لبه‌دار، سر و صورت را در برابر تابش نور خورشید و آفتاب سوختگی و نیز پوشیدن کفش، پاها را در برابر خاک، سنگ، اشیای سخت، سردی و داغی زمین محافظت می‌کند (شکل ۱).



شکل ۱- برخی پوشش‌ها برای حفاظت بدن در برابر عوامل محیطی

بارش و گسترش دانش و فناوری در صنایع و ایجاد نیازهای جدید و خاص، پوشاک گوناگونی مانند انواع کلاه ایمنی، کفش پنجه فولادی، عینک ایمنی و... تولید شد. پوشش‌هایی که هر کدام ایمنی فیزیکی بدن را در شرایط دشوار و خطرناک به‌ویژه هنگام انجام فعالیت‌ها افزایش می‌دهد. به تازگی بشر با تکیه بر دانش و فناوری‌های نو توانسته است انواع تازه‌ای از پوشاک تولید کند که از بدن در برابر مواد شیمیایی مانند اسیدها، سموم، بخارهای سمی و غلیظ، پرتوها، آلودگی‌های عفونی، آتش، گلوله و... محافظت می‌کند (شکل ۲).

آیا می دانید

سنگ‌نگاره‌ای با قدمتی حدود ۳۰۰۰ سال، تصویر یک زن عیلامی را در حال نخریسی نشان می‌دهد که خدمتگزاری در حال باد زدن اوست.



(پ)

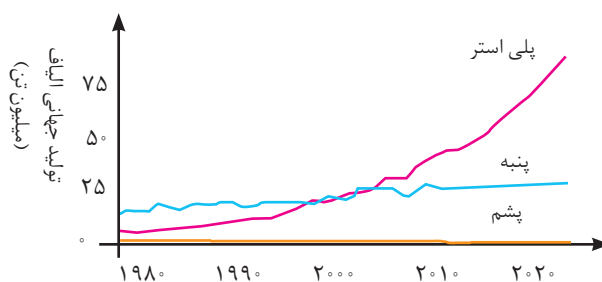
(ب)

(الف)

شکل ۲- چند نمونه پوشاک، (الف) لباس غواصی، (ب) لباس فضاورد، (پ) لباس آتش نشان

انسان در گذشته پوشاک خود را از مواد طبیعی مانند پشم گوسفند و شتر، پوست و چرم، پنبه و... تهیه می‌کرد. با رشد جمعیت جهان، مصرف پوشاک به میزان چشمگیری افزایش یافت، به طوری که روش‌های سنتی تولید پوشاک دیگر پاسخگوی نیازهای جامعه نبود.

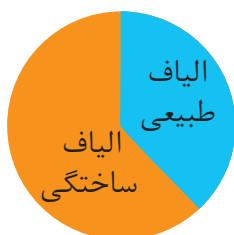
به همین دلیل صنعت نساجی به شکل صنعتی و امروزی پدیدار شد، صنعتی که با بهره‌گیری از فناوری‌های نو به تولید پوشاک پرداخت. اما موفقیت این صنعت در گرو تأمین الیاف^۱ مورد نیاز بود. از آنجا که منابع طبیعی محدود بود، الیاف تولید شده پاسخگوی نیاز صنایع نساجی و جامعه نبود. گویی زمان آن رسیده بود که شیمی‌دان‌ها طلای سیاه را به کار بگیرند و الیافی جدید تولید کرده و راهی شرکت‌های نساجی کنند. با گذشت زمان تلاش شیمی‌دان‌ها نتیجه داد و در طول چند دهه، انواع گوناگونی از الیاف ساختگی بر پایه نفت، شناسایی و تولید شد؛ الیافی که جایگزین الیاف طبیعی شد و امروزه بخش عمده پوشاک را تشکیل می‌دهد. آمارها نشان می‌دهند که در سال ۲۰۱۴ میلادی نزدیک به صد میلیون تن انواع الیاف در جهان تولید و مصرف شده است (نمودار ۱).



نمودار ۱- روند تولید الیاف پشمی، نخی و پلی استری در جهان.

آیا می‌دانید

الیاف جمع لیف است. لیف رشته‌های نازک، بلند و موماندی با استحکام و انعطاف‌پذیری مناسب است. از کنار هم قرار گرفتن این رشته‌ها، الیاف به دست می‌آید. در واقع با تنیدن لیف‌ها، الیاف را تولید می‌کنند.



● میزان نسبی الیاف تولید شده در جهان

آیا می‌دانید



● با وجود گسترش صنعت نساجی و پوشاک، تولید فرآورده‌های دستی به دلیل بی‌نظیر، محدود و خاص بودن اهمیت و جایگاه ویژه‌ای در زندگی انسان‌ها دارند. موارد کفش گیوه اورامانات یکی از این بوده و هم‌تایی ندارد. این پوشش بسیار انعطاف‌پذیر، سبک و محکم است و امکان جابه‌جایی هوا دارد. این کفش در زبان محلی به کِلاش معروف است.

خود را بیازمایید

در هریک از جاهای خالی یکی از واژه‌های «نخ^۲، الیاف، دوزندگی، فراوری و بافندگی» را قرار دهید.



۱- Fibers
۲- Reel

در میان تارنماها

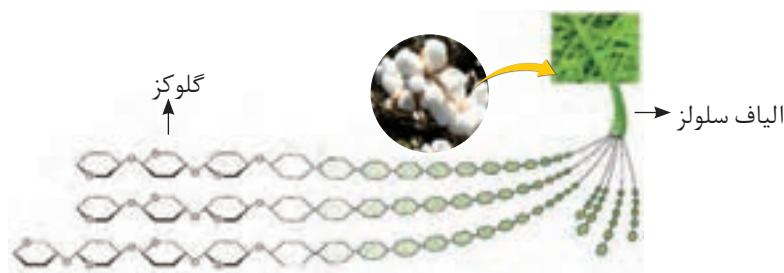
با مراجعه به منابع اینترنتی معتبر درباره نام و ویژگی‌های برخی پوشاک اقوام ایرانی اطلاعاتی جمع‌آوری و به کلاس گزارش کنید.

الیاف ساختگی، الیافی هستند که در طبیعت یافت نمی‌شود بلکه از واکنش بین مواد شیمیایی در شرکت‌های پتروشیمی تولید می‌شوند. در واقع اغلب فراورده‌های پتروشیمیایی برای تولید انواع گوناگون الیاف مانند پلی‌استر، نایلون و... به کار می‌روند. از این الیاف افزون بر تهیه پارچه و پوشاک، به طور گسترده‌ای در تهیه انواع پوشش‌ها، ظروف نجسب، یکبار مصرف و پلاستیکی، فرش، پرده و... استفاده می‌شود.

اکنون این پرسش‌ها مطرح می‌شوند که الیاف ساختگی چه موادی هستند؟ چه ساختاری دارند؟ چه رابطه‌ای بین ساختار و رفتار آنها وجود دارد؟ آیا شناخت ویژگی‌های ماده و به‌ویژه ترکیب‌های آلی می‌تواند به تولید الیاف جدید منجر شود؟ آیا می‌توان الیافی تهیه کرد که در پزشکی به کار آید؟ واکنش‌های شیمیایی تولید الیاف در چه شرایطی انجام می‌شوند؟ مولکول‌های سازنده الیاف چه ویژگی‌هایی دارند؟ برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها و پرسش‌هایی از این دست با ما همراه شوید.

الیاف و درشت مولکول‌ها

پنبه یکی از الیاف طبیعی است که در تولید پوشاک سهم قابل توجهی دارد. آمارها نشان می‌دهد که حدود نیمی از لباس‌های تولیدی در جهان از پنبه تهیه می‌شود. از پنبه افزون بر تولید پوشاک در تولید روبه‌مبل، پرده، تور ماهیگیری، گاز استریل و... استفاده می‌شود. می‌دانید که الیاف پنبه از سلولز تشکیل شده، زنجیری بسیار بلند که از اتصال شمار بسیار زیادی مولکول گلوکز به یکدیگر ساخته می‌شود (شکل ۳). با این توصیف شمار اتم‌های سازنده هر مولکول سلولز، بسیار زیاد بوده و اندازه مولکول آن بزرگ است.



شکل ۳- نمایی ساده از الیاف سلولز و مولکول‌های سازنده آن در پنبه

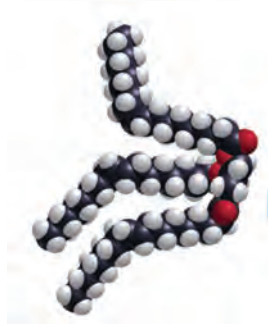
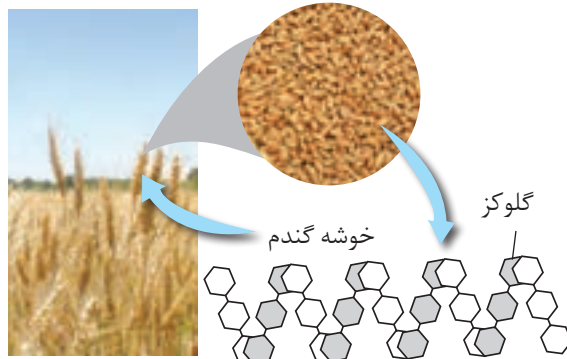
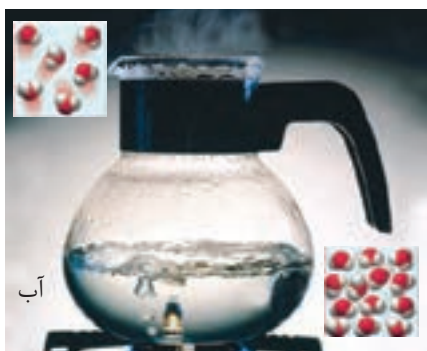
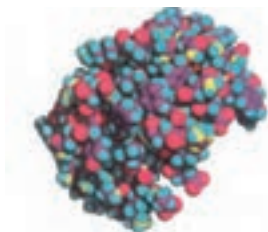
آیا می‌دانید

سلولز از اتصال حدود ۳۰۰۰ مولکول گلوکز به یکدیگر تشکیل می‌شود، از این رو فرمول مولکولی آن به تقریب $C_{18000}H_{36000}O_{18000}$ است. با این توصیف جرم مولی سلولز در حدود ۴۸۷۰۰۰ گرم است. توجه کنید هر مولکول سلولز هنوز آن قدر کوچک است که قابل دیدن نیست.

آیا می دانید

انسولین، هورمون تنظیم کننده قند خون است. شکل زیر نمایی از ساختار این هورمون را نشان می دهد.

با توجه به شکل های زیر به پرسش ها پاسخ دهید.



الف) جدول را کامل کنید.

آیا می دانید

نام ماده	جرم مولی (g mol ⁻¹)
آب	۲۸/۰۵
پلی اتن	۴۶/۰۷
پروپان	۵۸۳/۱۶۵
نشاسته گندم	۱۰۴ - ۱۰۶
انسولین	۱۰۴ - ۱۰۵
سلولز	
روغن زیتون	

نام ماده	اندازه مولکول		جرم مولی		شمار اتم ها	
	کوچک یا متوسط	بسیار بزرگ	کم یا متوسط	بسیار زیاد	کم یا متوسط	بسیار زیاد
آب						
پلی اتن						
پروپان						
نشاسته گندم						
انسولین		*		*		*
سلولز						
روغن زیتون						

ب) به دسته ای از ترکیب های جدول، درشت مولکول می گویند. این مفهوم را در یک سطر

تعریف کنید.

پ) درشت مولکول‌های جدول صفحهٔ پیش را با هم مقایسه کنید. چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی دارند؟

ت) در کدام مولکول‌ها بخش‌هایی هست که در سرتاسر مولکول تکرار شده است؟
ث) سلولز و نشاسته، پلیمر (بسیار) اند، با توجه به ساختار آنها پلیمر را تعریف کنید.
ج) پیش‌بینی کنید نیروی بین مولکولی در کدام دسته از مواد قوی‌تر است؟ چرا؟

● واژهٔ پلیمر از واژهٔ یونانی polys، به معنای «بسیار» و meros به معنای «پاره» گرفته شده است.

آیا می‌دانید

می‌دانید که مادهٔ مولکولی، ماده‌ای است که ذره‌های سازندهٔ آن مولکول‌ها هستند. برای مثال کربن دی‌اکسید (CO₂)، برم (Br₂)، متان (CH₄)، آب (H₂O)، آمونیاک (NH₃)، گوگرد تری‌اکسید (SO₃)، هیدروکربن‌ها و... نمونه‌هایی از این ترکیب‌ها هستند. این مولکول‌ها کوچک‌اند و شمار اتم‌های سازندهٔ آنها کم، در نتیجه جرم مولی آنها کم تا متوسط است. در حالی که مولکول برخی ترکیب‌ها مانند سلولز، نشاسته و پروتئین موجود در پشم، ابریشم و... بسیار بزرگ است به طوری که شمار اتم‌های آنها به ده‌ها هزار می‌رسد، از این رو به درشت مولکول معروف‌اند. درشت مولکول‌های دیگری مانند پلی‌اتن، نایلون، تفلون و... نیز وجود دارند که در طبیعت یافت نمی‌شوند و ساختگی هستند. این مواد از واکنش پلیمری شدن (بسیارش) تهیه می‌شوند.

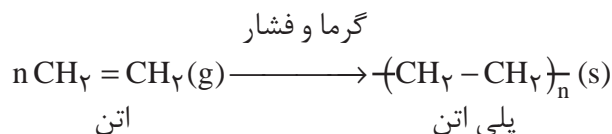
مولکول‌های گاز اتن در دمای ۵۰۰°C و فشار ۱۰۰۰ atm و در حضور کاتالیزگر مناسب با یکدیگر واکنش داده و به پلی‌اتن تبدیل می‌شوند.

آیا می‌دانید

پلیمری شدن^۲ (بسیارش)

پلیمری شدن واکنشی است که در آن مولکول‌های کوچک در شرایط مناسب به یکدیگر متصل می‌شوند و مولکول‌هایی با زنجیرهای بلند و جرم مولی زیاد تولید می‌کنند. برای نمونه هرگاه گاز اتن را در فشار بالا گرما دهیم، جامد سفیدرنگی به دست می‌آید. بررسی‌ها نشان می‌دهد که جرم مولی این فراورده، اغلب ده‌ها هزار گرم بر مول است. زیاد بودن جرم مولی بیانگر این است که در ساختار هر مولکول آن هزاران اتم کربن و هیدروژن وجود دارد. معادلهٔ زیر واکنش شیمیایی انجام شده را توصیف می‌کند.

شیمی آلی^۱ به مطالعهٔ ساختار، خواص، ترکیب‌ها، واکنش‌ها و تهیهٔ مواد کربن‌داری می‌پردازد که نه تنها شامل هیدروکربن‌ها می‌شود بلکه در ساختار این مواد، اتم عنصرهای دیگری مانند اکسیژن، نیتروژن، هالوژن، فسفر و گوگرد نیز وجود دارد. این شاخه از علم شیمی در آغاز محدود به ترکیب‌های تولیدشده توسط موجودات زنده بود اما امروزه مواد ساختهٔ بشر همانند انواع پلاستیک‌ها نیز گسترش یافته است.

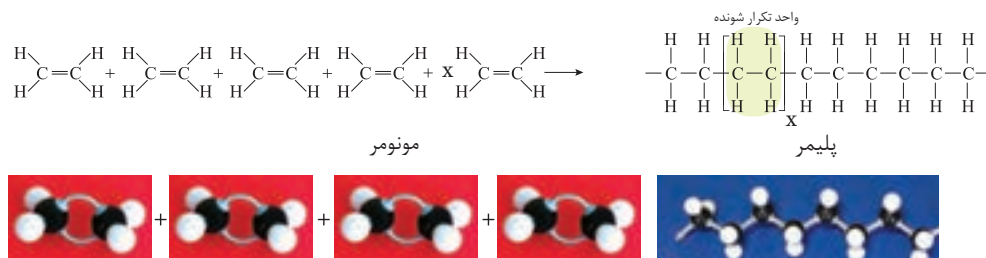


با دقت در ساختار پلی‌اتن (فراورده) درمی‌یابید که هیدروکربنی سیر شده است زیرا هر اتم کربن در آن با چهار پیوند اشتراکی یگانه به چهار اتم دیگر متصل است، در حالی که در یک مولکول اتن هر اتم کربن به سه اتم دیگر متصل است. با این توصیف در طی این واکنش یکی

آیا می دانید

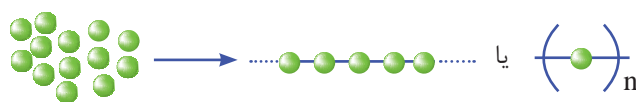
سالانه در حدود ۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ کیلوگرم بسیار در شرکت‌های پتروشیمی در سراسر دنیا تولید می‌شود، به طوری که سرانه آن به ازای هر نفر حدود ۱۵ کیلوگرم برآورد می‌شود. تاکنون حدود ۶۰۰۰۰ نوع پلیمر ساختگی تولید شده است.

از پیوندهای دوگانه در اتن شکسته شده و مولکول‌های اتن از سوی اتم‌های کربن به یکدیگر متصل می‌شوند. با ادامه این روند، شمار زیادی از مولکول‌های اتن به یکدیگر افزوده شده و مولکول‌هایی با زنجیر کربنی بلند ایجاد می‌شوند (شکل ۴).



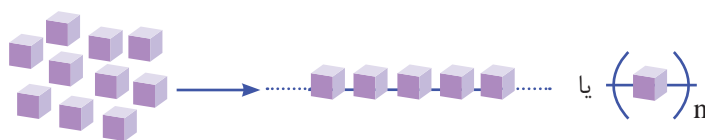
شکل ۴- نمایی از واکنش تشکیل پلی اتن

به واکنش دهنده‌ها در واکنش پلیمری شدن، **مونومر**^۱ (تک‌پار) می‌گویند. در این واکنش‌ها شمار زیادی از مونومرها با یکدیگر واکنش می‌دهند و پلیمر را می‌سازند. مطابق شکل ۴ مونومرهای اتن به یکدیگر افزوده می‌شوند و پلی اتن را پدید می‌آورند. با دقت در ساختار پلی اتن در می‌یابید که این ترکیب از تکرار مجموعه‌ای از اتم‌های کربن و هیدروژن به نام واحد تکرار شونده پدید آمده است. توجه کنید که تعیین تعداد دقیق مونومرهای شرکت کننده در یک واکنش پلیمری شدن ممکن نیست و تاکنون هیچ قاعده‌ای برای اتصال شمار مونومرها به یکدیگر ارائه نشده است. به همین دلیل برای پلیمرها نمی‌توان فرمول مولکولی دقیقی نوشت. شیمی دان‌ها برای نمایش آنها، واحد تکرار شونده را درون کمانک نوشته و زیروند n را جلوی آن می‌نویسند (شکل ۵- الف و ب).



شکل ۵- الف) الگوی تشکیل یک پلیمر

بدیهی است که براساس الگوی بالا با تغییر مونومر، پلیمری جدید با ساختار و خواص متفاوت می‌توان تهیه کرد (شکل ۵- ب).



شکل ۵- ب) الگوی تشکیل یک پلیمر دیگر

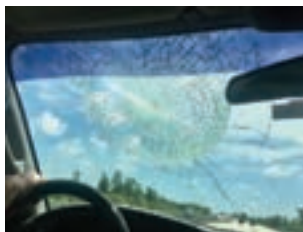
آیا می دانید

پلی وینیل استات پلیمری است که در تهیه انواع پاستیل به کار می رود.



آیا می دانید





قرار دادن لایه ای از پلی وینیل کلرید بین دو صفحه شیشه ای مانع از فرو ریختن خرده های آن در اثر ضربه می شود.



به یاد داشته باشید هر ترکیب آلی که در ساختار خود پیوند دوگانه کربن-کربن ($C=C$) در زنجیر کربنی داشته باشد، می تواند در این نوع واکنش پلیمری شدن شرکت کند. بر همین اساس، ترکیب های سیر نشده و حاوی چنین پیوندی در زنجیر کربنی می توانند در صنایع پتروشیمی با تأمین شرایط مناسب واکنش داده و پلیمرهای گوناگونی تولید کنند.

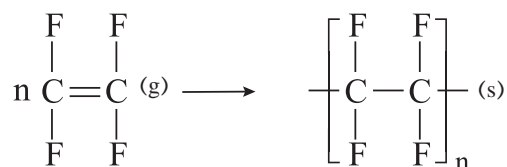
خود را بیازمایید

در جدول زیر هر یک از جاهای خالی را پر کنید.

نام و ساختار مونومر	نام و ساختار پلیمر	کاربرد پلیمر
.....	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 - \text{C} \\ \\ \text{CN} \end{array} \right]_n$ <p>پلی سیانواتن</p>	 پتو
$\text{CH}_2 = \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>پروپن</p> پلی پروپن	 سرنگ
..... استیرن	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 - \text{C} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$	 ظروف یکبار مصرف
$\begin{array}{c} \text{F} & & \text{F} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{F} & & \text{F} \end{array}$ <p>تترافلورو اتن</p> تفلون	 نخ دندان
.....	$\left[\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 - \text{C} \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$ <p>پلی وینیل کلرید</p>	 کیسه خون

«بخت، یار ذهن‌های آماده است»

تفلون نام تجاری پلیمری است که کشف اتفاقی آن، پلانکت را به شهرت و ثروت رساند. ماجرا در دهه ۱۹۳۰ میلادی اتفاق افتاد. پلانکت و گروه پژوهشی او در حال بررسی و مطالعه انواع سردکننده‌ها بودند. یکی از گازهایی که آنها مصرف می‌کردند، تترافلوئورواتن بود. یک روز هنگامی که پلانکت شیر کپسول گاز را باز کرد، متوجه شد که گاز خارج نمی‌شود. او تصور کرد که مسیر خروج گاز بسته است، از این‌رو تلاش کرد تا مسیر را باز کند، اما هیچ چیز نبود و او تعجب کرد. کنجکاوی وی سبب شد موضوع را بیشتر پیگیری کند. پلانکت برای یافتن دلیل آن، جرم کپسول را اندازه‌گیری کرد و با نتیجه غیرمنتظره‌ای روبه‌رو شد. جرم کپسول مورد نظر با کپسول پر از گاز برابر بود! پافشاری وی برای حل مسئله، باعث شد تا او کپسول را برش دهد و داخل آن را مشاهده کند. او پس از برش کپسول با منظره تازه‌ای روبه‌رو شد. لایه نازکی از یک ماده جامد ته کپسول تشکیل شده بود. بررسی دقیق‌تر نشان داد که این ماده جامد از پلیمری شدن تترافلوئورواتن به دست آمده است.



ناخودآگاه توفیق بزرگی نصیب پلانکت شده بود زیرا تفلون در مدت کوتاهی کاربردهای گسترده‌ای در صنعت و زندگی یافت (شکل ۶).



شکل ۶- برخی کاربردهای تفلون

تفلون، نقطه ذوب بالایی دارد و در برابر گرما مقاوم است. این پلیمر از نظر شیمیایی بی‌اثر است و با مواد شیمیایی واکنش نمی‌دهد، در حلال‌های آلی حل نمی‌شود و نجسب است. این ویژگی‌ها دلیل کاربرد وسیع این پلیمر است.

به نظر شما شانس و اتفاق تا چه اندازه در پیشبرد علم سهم دارند؟

پلی اتن یکی از مهم ترین پلیمرهای ساختگی است که سالانه میلیون ها تن از آن در شرکت های پتروشیمی تولید شده و برای ساخت وسایل گوناگون استفاده می شود (شکل ۷).



شکل ۷- برخی کاربردهای پلی اتن

همان طور که مشاهده می کنید کالاهای ساخته شده از پلی اتن ویژگی های گوناگونی دارند. برخی مانند کیسه پلاستیک موجود در مغازه ها و فروشگاه ها شفاف بوده و کمی انعطاف پذیرند در حالی که برخی دیگر مانند لوله های پلاستیکی، دبه های آب یا بطری کدر شیر، سخت تر و محکم تر هستند. یک تفاوت آشکار دیگر بین آنها تفاوت در چگالی است. آیا می دانید چگونه ممکن است این مواد از یک نوع پلیمر با مونومرهای یکسان تولید شوند، اما ویژگی های متفاوت و گاهی متضاد داشته باشند؟ آیا ساختار مولکول های سازنده این کالاها یکسان است؟

یافته های تجربی نشان داد که اتن در شرایط گوناگون، با انجام واکنش پلیمری شدن فراورده هایی با ساختار متفاوت پدید می آید. نوعی پلی اتن، چگالی کمتری داشته و شفاف است، از این رو به پلی اتن سبک^۱ معروف است در حالی که پلی اتن سنگین^۲، چگالی بیشتری داشته و کدر است. شکل ۸ ساختار کلی این پلی اتن ها را نشان می دهد.

همان طور که در شکل ۸ می بینید، مولکول های اتن می توانند به دو صورت به یکدیگر افزوده شوند و دو فراورده متفاوت ایجاد کنند. مولکول های اتن در شرایط معین پشت سرهم به یکدیگر متصل شده و زنجیرهای بلند و بدون شاخه ایجاد می شود. اما در شرایطی دیگر برخی مولکول های اتن از کنارها به یکدیگر افزوده شده و زنجیرهای شاخه دار تولید می شود.

یافتن روش مناسب و شرایط بهینه برای انجام واکنش های شیمیایی آن قدر مهم است که به مناسب ترین روش ها جایزه نوبل اختصاص می دهند. یافتن روش مناسب برای تولید پلی اتن سنگین (بدون شاخه) سال ها طول کشید و در نهایت دو شیمی دان آلمانی و ایتالیایی به نام های کارل زیگلر (Karl Ziegler، ۱۹۷۳-۱۸۹۸) و گیولیو ناتا (Giulio Natta، ۱۹۷۹-۱۹۰۳) برنده جایزه نوبل شیمی شدند. آنها موفق شدند کاتالیزگری بیابند که واکنش پلیمری شدن اتن را بدون ایجاد شاخه فرعی پیش می برد.



● پلی اتن مذاب را در دستگاهی با عمل دمیدن هوا به ورقه نازک پلاستیکی تبدیل می کنند.

۱- Low Density Poly Ethene (LDPE)

۲- High Density Poly Ethene (HDPE)



پلی اتن بدون شاخه

پلی اتن شاخه‌دار

شکل ۸- ساختار دو نوع پلی اتن

خود را بیازمایید

داده‌های تجربی نشان می‌دهد که چگالی پلی اتن‌های نشان داده شده در شکل ۸ برابر با 0.97 و 0.92 گرم بر سانتی‌متر مکعب است.

الف) کدام چگالی به کدام پلی اتن تعلق دارد؟ چرا؟

ب) کدام پلی اتن سبک و کدام سنگین است؟

پ) نیروی بین مولکولی در پلی اتن چیست؟

ت) چرا استحکام پلی اتن سنگین از سبک بیشتر است؟

تاکنون با پلیمرهایی آشنا شدید که از واکنش مونومرهای دارای پیوند دوگانه کربن-کربن در زنجیر کربنی به دست می‌آیند. افزون بر آنها در صنعت، پلیمرهای دیگری نیز ساخته شده است، پلیمرهایی که در ساختار آنها افزون بر اتم‌های کربن و هیدروژن، اتم‌های دیگری مانند اکسیژن، نیتروژن و... وجود دارند. در ادامه با تهیه، ساختار و کاربرد این پلیمرها آشنا می‌شوید.

پلی استرها

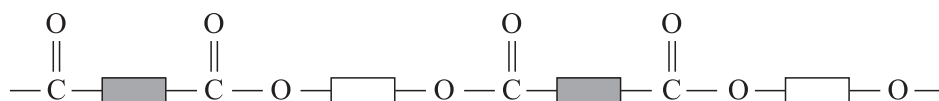
نیاز به تولید پوشاک بیشتر و با کاربردهای گسترده‌تر، شیمی دان‌ها را برای یافتن پلیمرهای جدید تشویق می‌کرد. آنها با بررسی رفتار انواع مواد آلی، موفق به تهیه و ساخت پلیمرهایی شدند که در ساختار آنها اتم‌های اکسیژن و نیتروژن نیز وجود داشت. پلی استرها دسته‌ای از آنها هستند که از اتم‌های C، H و O تشکیل شده‌اند. از این پلیمرها می‌توان الیاف، نخ و

آیا می دانید

بوی خوش گل یاسمن به دلیل وجود نوعی استر است.

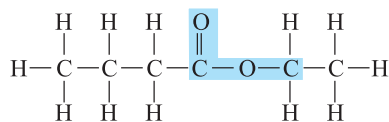


در نهایت پارچه های پلی استری تولید کرد. شکل ۹ نمایی از ساختار کلی پلی استرها را نشان می دهد.



شکل ۹- الگویی از ساختار پلی استرها

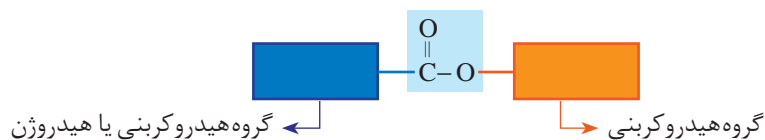
برای اینکه بدانید چنین پلیمرهایی از چه موادی تهیه می شوند، افزون بر گروه عاملی هیدروکسیل باید با گروه عاملی کربوکسیل و به ویژه گروه عاملی استر و برخی رفتار آنها بیشتر آشنا شوید. استرها دسته ای از مواد آلی هستند که منشأ بوی خوش شکوفه ها، گل ها، عطرها و نیز بو و طعم میوه ها هستند. برای نمونه، بو و طعم خوش آناناس به دلیل وجود اتیل بوتانوات در آن است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- فرمول ساختاری و مدل فضا پرکن اتیل بوتانوات

با دقت در ساختار مولکول استر در می یابید که به گروه عاملی آن دو بخش یا دو زنجیر هیدروکربنی متصل است. در یک سوی آن گروه هیدروکربنی به اتم اکسیژن و در سوی دیگر آن به اتم کربن این گروه متصل است. در ادامه خواهید دید که گروه عاملی استری از واکنش یک الکل با یک کربوکسیلیک اسید ایجاد می شود (شکل ۱۱).

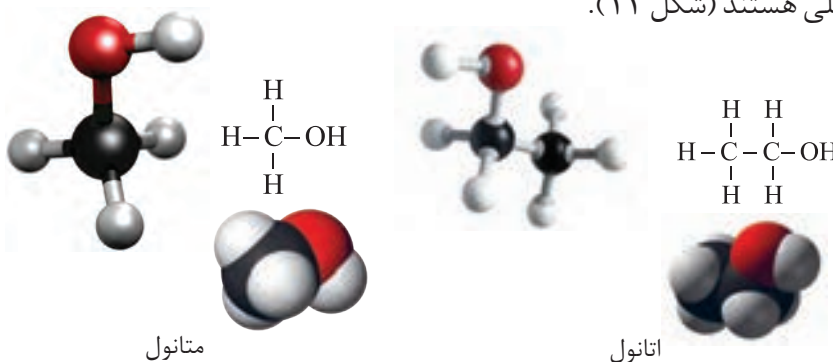
گروه عاملی استر



شکل ۱۱- نمایش گروه عاملی استر

الکل‌ها و اسیدها

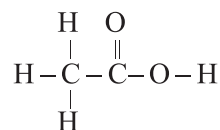
آموختید الکل‌ها، ترکیب‌هایی هستند که در ساختار آنها یک یا چند گروه هیدروکسیل (-OH) با یک پیوند اشتراکی به اتم کربن متصل است. متانول و اتانول دو عضو خانواده الکل‌های یک عاملی هستند (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- فرمول ساختاری، مدل فضاپرکن و گلوله-مبله برای متانول و اتانول

الکل‌های یک عاملی را می‌توان با فرمول ROH نشان داد که در آن، R یک زنجیر هیدروکربنی است.

کربوکسیلیک اسیدها نیز دسته‌ای دیگر از ترکیب‌های آلی هستند که گروه عاملی کربوکسیل (-COOH) دارند. این ترکیب‌ها مزه ترش دارند به طوری که مزه ترش میوه‌هایی مانند انگور، لیمو ترش، کیوی، گوجه سبز و... ناشی از وجود چنین مولکول‌هایی در آنهاست. متانوئیک (فورمیک) اسید، HCOOH ، اولین عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدهاست که بر اثر گزش مورچه سرخ وارد بدن شده و باعث سوزش و خارش در محل گزیدگی می‌شود. اتانوئیک اسید (استیک اسید) یک اسید دو کربنی است که یکی از پرکاربردترین اسیدها در زندگی روزانه است (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- فرمول ساختاری استیک اسید و کاربردی از آن

کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی را می‌توان با فرمول RCOOH یا $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ نشان داد که در آن R ، یک زنجیر هیدروکربنی یا هیدروژن است.

آیا می‌دانید

متانوئیک اسید ساده‌ترین اسید آلی است که در سال ۱۶۷۰ کشف شد و چون از تقطیر مورچه سرخ به دست می‌آمد، نام فورمیک اسید یا جوهر مورچه بر آن نهادند. در زبان لاتین به مورچه فورمیکا می‌گویند.

با هم بیندیشیم

با توجه به دو ساختار داده شده به پرسش‌ها پاسخ دهید:



- الف) پیش‌بینی کنید چه نوع نیروهای بین‌مولکولی در این دو الکل وجود دارد؟
 ب) مولکول این الکل‌ها دو بخش قطبی و ناقطبی دارند. با توجه به اینکه گشتاور دو قطبی هیدروکربن‌ها حدود صفر است، این دو بخش را در هر مولکول بالا مشخص کنید.
 پ) پیش‌بینی کنید در شرایط یکسان انحلال‌پذیری کدام الکل در آب بیشتر است؟
 ت) درستی پیش‌بینی خود را با توجه به داده‌های جدول زیر بررسی کنید.

فرمول الکل	انحلال‌پذیری (g/100gH ₂ O)
CH ₃ CH ₂ OH	به هر نسبتی حل می‌شود
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	۰/۰۴۶

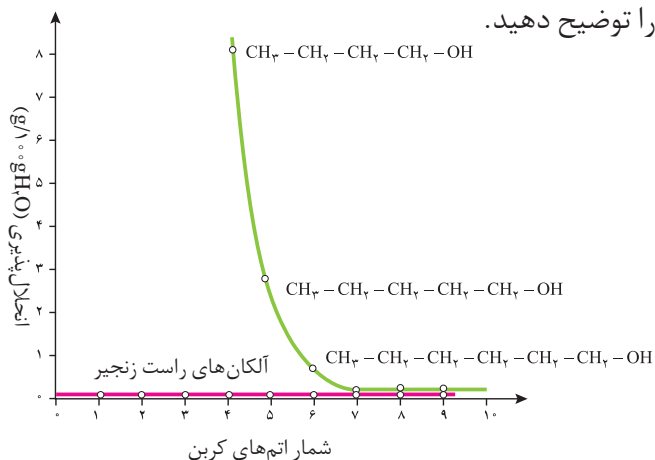
ث) درباره‌ی درستی جمله زیر گفت‌وگو کنید.

«با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در الکل‌ها، نیروی وان‌دروالس بر هیدروژنی غلبه

می‌کند و ویژگی ناقطبی الکل افزایش می‌یابد.»

ج) نمودار زیر انحلال‌پذیری الکل‌ها را در مقایسه با هیدروکربن‌ها در آب نشان می‌دهد.

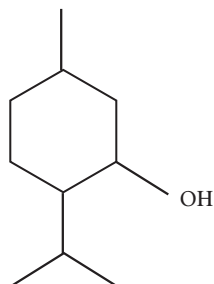
روند تغییر آنها را توضیح دهید.



دریافتید که مولکول الکل‌ها دو بخش قطبی و ناقطبی دارد. زنجیر هیدروکربنی، بخش ناقطبی مولکول و گروه عاملی هیدروکسیل، بخش قطبی مولکول را تشکیل می‌دهد. بنابراین

آیا می دانید

منتول الکی با فرمول ساختاری زیر است که بوی نعناع و سوسنبر ناشی از آن است. از منتول در تهیه برخی آدامس‌ها، آب‌نبات‌ها و داروها استفاده می‌شود.



در الکل‌ها دو نوع نیروی بین مولکولی هیدروژنی و وان دروالسی وجود دارد. به طوری که در الکل‌های کوچک و تا پنج کربن، بخش قطبی بر ناقطبی غلبه دارد و الکل در آب محلول است. به دیگر سخن، نیروی بین مولکولی غالب در الکل‌ها تا پنج کربن از نوع هیدروژنی بوده و به همین دلیل به خوبی در آب حل می‌شوند. اما با افزایش شمار اتم‌های کربن، بخش ناقطبی مولکول بزرگ‌تر شده و میزان قطبیت مولکول کاهش می‌یابد. این روند سبب می‌شود که الکل‌های بزرگ‌تر در آب حل نشوند بلکه در چربی حل شوند. از این رو ویژگی چربی دوستی الکل‌ها با افزایش شمار اتم‌های کربن، افزایش می‌یابد. به بیان دیگر، هرچه شمار اتم‌های کربن الکل‌ها بیشتر شود، ویژگی آب‌گریزی آنها افزایش می‌یابد.

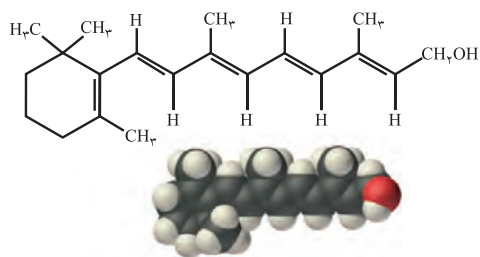
خود را بیازمایید

۱- کدام ویتامین‌های زیر در آب و کدام‌ها در چربی حل می‌شود؟ چرا؟

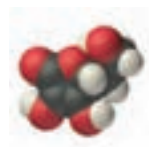
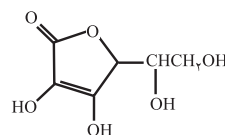
(الف) ویتامین آ (A)



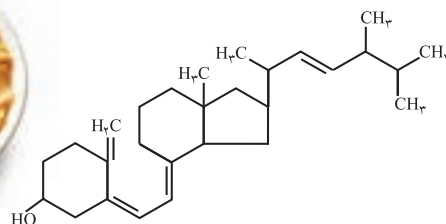
شاید تاکنون با افرادی روبه‌رو شده‌اید که از گرفتگی عضلات، کمردرد، دردهای عضلانی و درد مفاصل رنج می‌برند. این افراد برای کاهش درد خود از پمادهای موضعی گوناگونی استفاده می‌کنند که دارای چندین ماده آلی هستند. یکی از ترکیب‌های آلی موجود در برخی از آنها منتول است.

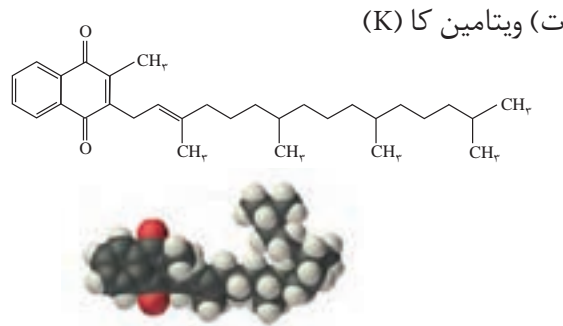


(ب) ویتامین ث (C)



(پ) ویتامین دی (D)





حفظ کردن فرمول شیمیایی مواد آلی و ارزشیابی از آنها، جزو اهداف کتاب نیست و نباید در آزمون‌های نهایی و کنکور سراسری مورد ارزیابی قرار گیرد.

۲- مصرف بیش از اندازه کدام دسته از ویتامین‌ها برای بدن مشکل خاصی ایجاد نمی‌کند؟ چرا؟

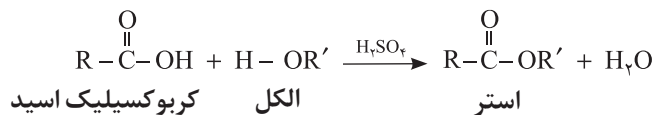
۳- گروه‌های عاملی موجود در هر یک از ترکیب‌های بالا را مشخص کنید.

۴- عبارت زیر را با خط زدن واژه نادرست در هر مورد کامل کنید.

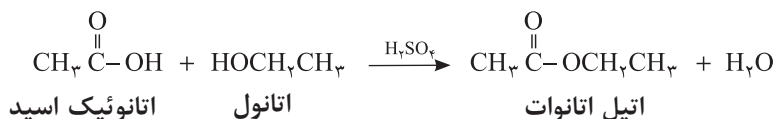
در ترکیب‌های آلی مانند الکل‌ها و کربوکسیلیک اسیدها که دو بخش قطبی و ناقطبی دارند، با افزایش طول زنجیر کربنی بخش $\frac{\text{ناقطبی}}{\text{قطبی}}$ بزرگ‌تر می‌شود، قطبیت مولکول $\frac{\text{کاهش}}{\text{افزایش}}$ می‌یابد و انحلال‌پذیری آن در آب $\frac{\text{بیشتر}}{\text{کمتر}}$ می‌شود.

واکنش استری شدن

یکی از ویژگی‌های مهم و کاربردی کربوکسیلیک اسیدها و الکل‌ها، واکنش میان آنهاست. این مواد در شرایط مناسب واکنش می‌دهند و با از دست دادن آب، به استر تبدیل می‌شوند. معادله زیر واکنش شیمیایی انجام شده را توصیف می‌کند.



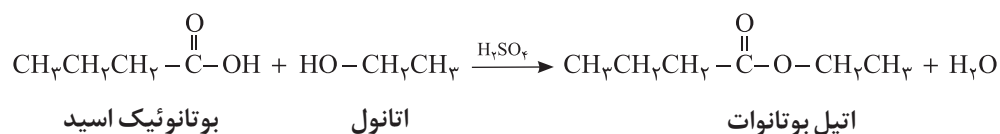
با این توصیف از واکنش استیک اسید با اتانول، طبق معادله زیر اتیل استات به دست می‌آید.



آیا می‌دانید


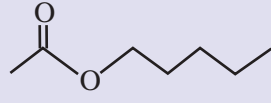

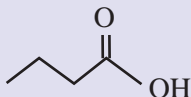

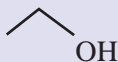
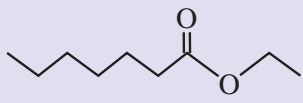
طعم یک ماده غذایی و میوه از کنار هم قرار گرفتن شمار زیادی از ترکیب‌های شیمیایی ایجاد می‌شود. برای مثال، پرتقال دارای ۲۵۰ نوع ماده شیمیایی است که با هم طعم آن را می‌سازند. استرها از مواد اصلی سازنده طعم و بوی مواد غذایی هستند. شیمی‌دان‌ها با شناسایی اجزای سازنده طعم‌های گوناگون، آنها را در آزمایشگاه و صنعت تهیه و تولید می‌کنند.

به همین ترتیب می توان اتیل بوتانوات را در مقیاس صنعتی تولید و از آن برای تولید شوینده با بوی آناناس استفاده کرد.



خود را بیازمایید

با رسم ساختار الکل و اسید سازنده برای هر استر، جدول زیر را کامل کنید.

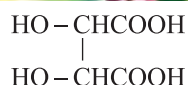
نام میوه	ساختار الکل سازنده	ساختار اسید سازنده	ساختار استر
 موز			
 سیب	CH_3OH		
 انگور			

آیا می دانید

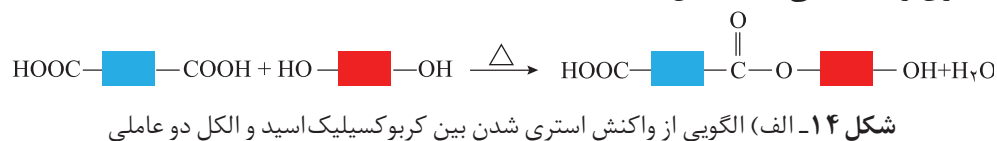
اسیدهای موجود در انگور و ریواس به ترتیب تارتاریک اسید و اگزالیک اسید نام دارند.



HOOCCOOH



اکنون با توجه به واکنش استری شدن، می توان نتیجه گرفت که از واکنش یک کربوکسیلیک اسید دو عاملی با یک الکل دو عاملی در شرایط مناسب، یک پلی استر تولید می شود. در مرحله نخست این واکنش، یکی از گروه های هیدروکسیل موجود در الکل با یکی از گروه های کربوکسیل موجود در اسید ترکیب شده و با از دست دادن آب، گروه عاملی استری را ایجاد می کند (شکل ۱۴-الف).

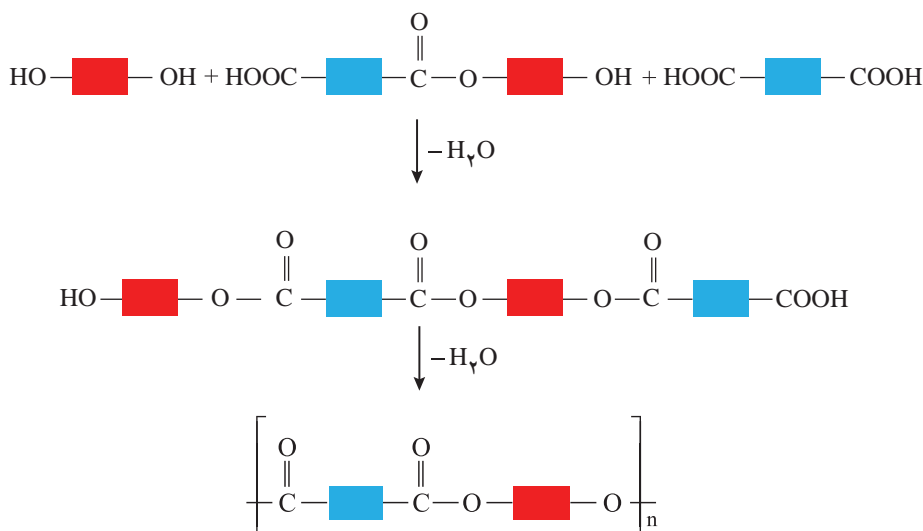


همان طور که در شکل ۱۴-الف می بینید در ساختار فرآورده، همچنان یک گروه عاملی هیدروکسیل و یک گروه عاملی کربوکسیل وجود دارد. این ساختار نوید می دهد که واکنش استری شدن می تواند ادامه پیدا کند، آن چنان که از یک سو با عامل اسیدی و از سوی دیگر با عامل الکی در واکنش شرکت می کند. با ادامه این روند مولکول های بیشتر و بیشتری با یکدیگر واکنش می دهند و سرانجام مولکول هایی با زنجیر بلند و شمار زیادی عامل استری تشکیل می شود. فرآورده ای که پلی استر^۱ نامیده می شود (شکل ۱۴-ب).

^۱ Polyester

آیا می دانید

نخ‌های خیاطی از جنس پلی استر هستند. هر چه مولکول سازنده پلی استر طولانی‌تر باشد، نیروی بین آنها قوی‌تر و استحکام نخ آن بیشتر است.



شکل ۱۴- ب) الگوی واکنش تشکیل پلی استر

می‌دانید که رفتار و ویژگی‌های مواد به ساختار آنها بستگی دارد. بنابراین با استفاده از کربوکسیلیک اسیدها و الکل‌های دو عاملی گوناگون، پلی استرهایی با ساختار متفاوت و گوناگون می‌توان تهیه کرد. پلیمرهایی که به دلیل داشتن خواص معین و منحصر به فرد، کاربردهای ویژه‌ای دارند. گوناگونی رفتار پلیمرها سبب شد تا شیمی دان‌های بیشتری به بررسی واکنش پلیمری شدن علاقه‌مند شوند. نتیجه این بررسی‌ها شناسایی دسته تازه‌ای از پلیمرها بود.

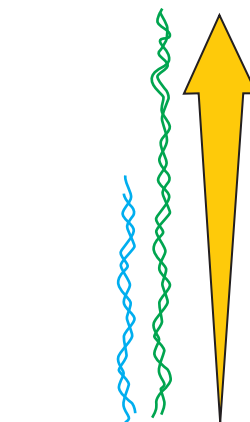
پلی آمیدها

پلیمرهای طبیعی زیادی شناسایی شده است که در ساختار آنها اتم‌های C، H، O و N وجود دارد. مو، ناخن، پوست بدن ما همچنین شاخ حیوانات و پشم گوسفند نمونه‌ای از این پلیمرهای طبیعی هستند. در این دسته از پلیمرها گروه عاملی آمید $\left(\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{N}- \\ | \end{array} \right)$ در طول زنجیر کربنی تکرار شده است (شکل ۱۵).

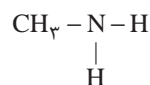
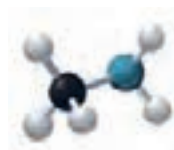


شکل ۱۵- نمونه‌هایی از پلیمرهای طبیعی

عامل آمیدی از واکنش اسید آلی با آمین به دست می‌آید. آمین، ترکیبی آلی است که در ساختار آنها اتم‌های C، H و N وجود دارد. متیل آمین، ساده‌ترین آمین است. وجود اتم نیتروژن، خواص شیمیایی و فیزیکی منحصر به فردی به آمین‌ها داده است (شکل ۱۶). به طوری که بوی ماهی ناشی از آمین‌های موجود در آن است.

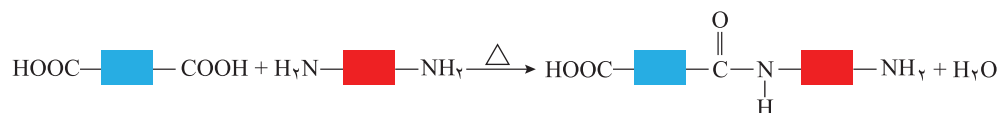


● بوی ماهی به دلیل وجود متیل آمین و برخی آمین‌های دیگر است.



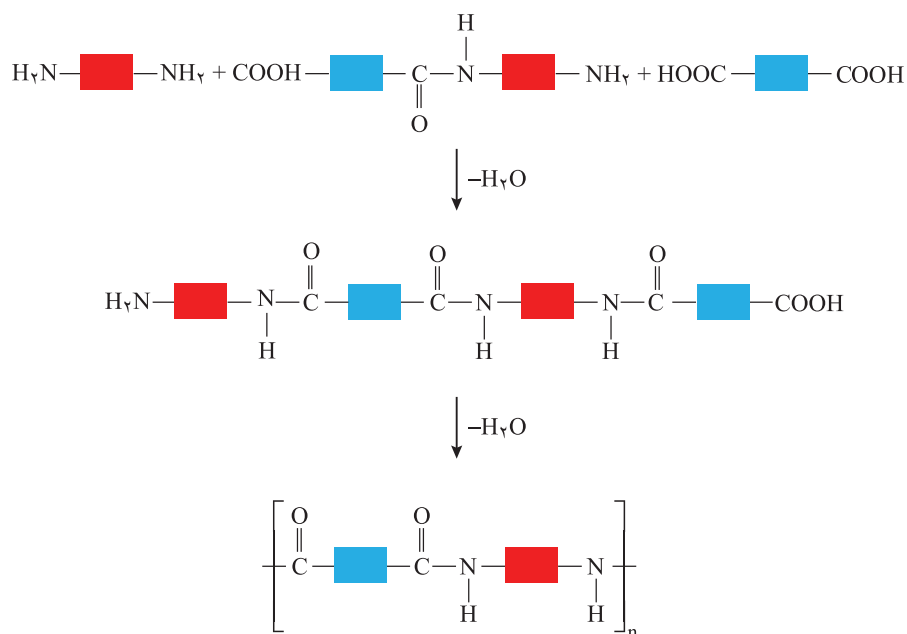
شکل ۱۶- فرمول ساختاری، مدل گلوله-میله و فضا پرکن متیل آمین

واکنش تولید پلی آمید شبیه به تولید پلی استر است با این تفاوت که به جای گروه عاملی الکل، گروه عاملی آمین با گروه کربوکسیل واکنش می دهد (شکل ۱۷- الف).



شکل ۱۷- الف) تشکیل گروه آمیدی

با ادامه واکنش، گروه های آمیدی بیشتری تشکیل شده و سرانجام پلی آمید^۱ تولید می شود (شکل ۱۷- ب).



شکل ۱۷- ب) الگوی واکنش تشکیل پلی آمید



● پوشاک دوخته شده از کولار سبک و بسیار محکم بوده و در برابر ضربه، خراش و بریدگی مقاوم است. این پلیمر تاکنون جان میلیون ها انسان را در حوادث گوناگون نجات داده است.

پلی آمیدهای ساختگی را در صنایع پتروشیمی از واکنش دی آمین ها با دی اسیدها تولید می کنند. کولار^۲ یکی از معروفترین پلی آمیدها است. این پلیمر از فولاد هم جرم خود پنج برابر مقاوم تر است. از کولار در تهیه تیر اتومبیل، قایق بادبانی، لباس های مخصوص مسابقه موتورسواری و جلیقه های ضد گلوله استفاده می شود (شکل ۱۸).

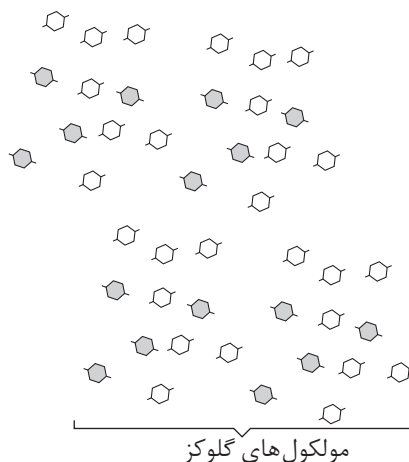
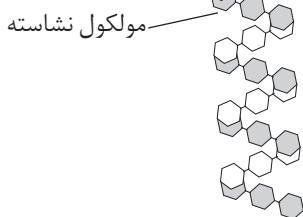


شکل ۱۸- برخی کاربردهای کولار

پلیمرها، ماندگار یا تخریب پذیر

آیا نان یا سیب زمینی مزه‌ای شیرین دارد؟ نان و سیب زمینی از نشاسته غنی هستند. نشاسته، پلی ساکاریدی است که از اتصال مولکول‌های گلوکز به یکدیگر تشکیل شده است. اینک پاسخ شما به پرسش بالا چیست؟ واقعیت این است که اگر نان را برای مدت طولانی‌تری در دهان بجوید، مزه‌ای شیرین احساس خواهید کرد. سیب زمینی پخته نیز اندکی مزه شیرین دارد. این مزه شیرین ناشی از چیست؟

شیمی دان‌ها بر اساس یافته‌های تجربی دریافته‌اند که مولکول‌های نشاسته در شرایط مناسب مانند محیط مرطوب با کاتالیزگر یا محیط گرم و مرطوب به آرامی به مونومرهای سازنده (گلوکز) تبدیل می‌شوند و مزه شیرین ایجاد می‌کنند. نشاسته هنگام گوارش (که از دهان آغاز می‌شود) به گلوکز تبدیل می‌گردد. در واقع گوارش نشاسته شامل واکنش شیمیایی تبدیل آن است که به کمک آنزیم‌ها تسریع می‌شود (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- الگوی تبدیل نشاسته به مونومرهای سازنده آن

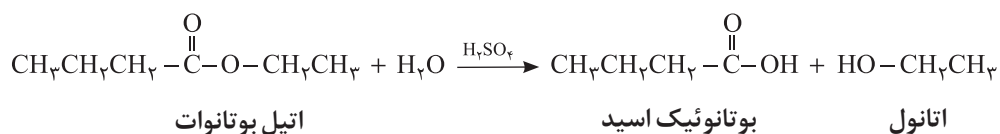
استرها نیز در شرایط مناسب با آب واکنش می‌دهند و به الکل و اسید آلی سازنده تبدیل می‌شوند. این واکنش به آب کافت استرها معروف است. برای نمونه معادله صفحه بعد آب کافت

آیا می‌دانید

برخی میوه‌های کال و نارس نشاسته دارند. این نشاسته هم‌زمان با رسیدن میوه به گلوکز تبدیل می‌شود و مزه شیرین آن را ایجاد می‌کند. البته شیرینی میوه‌ها به دلیل وجود دیگر قندهای ساده از جمله فروکتوز نیز هست.

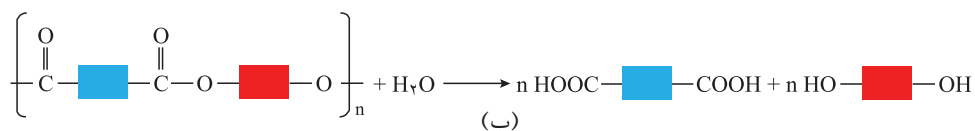
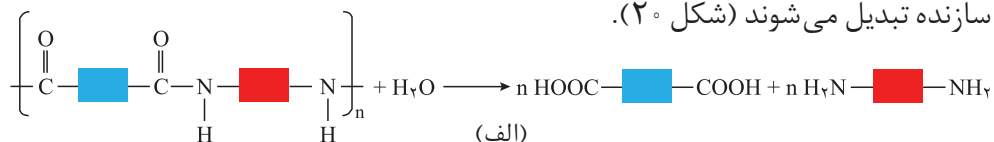


اتیل بوتانوات را نشان می‌دهد که اتانول و بوتانوئیک اسید را تولید می‌کند.



پلی آمیدها و پلی استرها نیز در شرایط مناسب با آب واکنش می‌دهند و به مونومرهای

سازنده تبدیل می‌شوند (شکل ۲°).



شکل ۲°- الف) نمایی کلی از واکنش‌های تجزیه پلی آمید و ب) تجزیه پلی استر

با توجه به اینکه هر نوع پوشاک تاریخ مصرفی دارد می‌توان گفت پس از مدتی تار و پود آنها سست و پوسیده می‌شوند زیرا مولکول‌های پلیمر سازنده آنها با مولکول‌های موجود در محیط پیرامون واکنش می‌دهند و برخی از پیوندهای موجود در ساختار آنها مانند پیوند استری یا آمیدی شکسته می‌شوند. با شکستن این پیوندها، استحکام الیاف پارچه کم شده و تار و پود آن به سادگی گسسته می‌شود. بدیهی است که هرچه آهنگ شکستن این پیوندها سریع‌تر باشد، فرایند پوسیده شدن پارچه سریع‌تر رخ می‌دهد.

● مواد زیست تخریب‌پذیر موادی هستند که در طبیعت توسط جانداران ذره‌بینی به مولکول‌های ساده و کوچک مانند کربن دی‌اکسید، متان، آب و... تبدیل می‌شوند. پلیمرهای طبیعی زیست تخریب‌پذیرند.

خود را بیازمایید

۱- در کدام شرایط زیر لباس‌های نخی زودتر پوسیده می‌شوند؟ چرا؟

الف) محیط سرد و خشک ب) محیط گرم و مرطوب

۲- چرا استفاده بی‌رویه از شوینده‌ها در شستن لباس‌ها سبب پوسیده شدن سریع‌تر آنها

می‌شود؟

۳- اگر لباس‌ها را برای مدت طولانی در محلول آب و شوینده قرار دهید، بوی بد و نافذی

پیدا می‌کنند. توضیح دهید چه رخ می‌دهد؟

۴- برای شستن تمیزتر لباس‌ها از شوینده‌ها و سفیدکننده‌ها استفاده می‌کنند. اگر

سفیدکننده‌ها را به‌طور مستقیم روی لباس بریزند، رنگ لباس در محل تماس به سرعت از بین می‌رود. اما اگر سفیدکننده را در آب بریزید سپس لباس را درون محلول فرو ببرید، تغییر

این نشانه شامل عددی است که درون یک مثلث قرار دارد. از این رو انتظار می‌رود که این نشانه روی همه کالاهای ایرانی نیز حک شود تا فرایند بازیافت آنها آسان‌تر شود. جایگزینی پلیمرهای ساختگی با پایه نفتی با پلیمرهای زیست تخریب پذیر، راهکار دیگری است که در دو دهه اخیر مورد توجه همه جهانیان قرار گرفته است.

پلیمر سبز^۱

شیمی دان‌ها با انجام پژوهش‌های گسترده، موفق به ساخت دسته‌ای از پلیمرها شدند که توسط جانداران ذره‌بینی تجزیه می‌شوند. هرگاه این پلیمرها و کالاهای ساخته شده از آنها در طبیعت رها شوند، پس از چند ماه به مولکول‌های ساده مانند آب و کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شوند. چنین پلیمرهایی دوستدار محیط زیست بوده و به پلیمرهای سبز معروف هستند. این پلیمرها را از فراورده‌های کشاورزی مانند سیب‌زمینی، ذرت و نیشکر تهیه می‌کنند. به طوری که نخست نشاسته موجود در این مواد را به لاکتیک اسید تبدیل کرده سپس از واکنش پلیمری شدن آن در شرایط مناسب، پلی لاکتیک اسید^۲ تولید می‌کنند. از پلی لاکتیک اسید انواع ظرف‌های پلاستیکی یکبار مصرف مانند وسایل آشپزخانه، سفره، سطل زباله، کیسه پلاستیکی و... تولید شده و کاربرد آنها رو به گسترش است. این پلاستیک‌ها امکان تبدیل شدن به کود را دارند به همین دلیل ردپای کوچک‌تری در محیط زیست برجای می‌گذارند.



● شیر ترش شده دارای لاکتیک اسید است.

آیا می‌دانید

از پلیمرهای زیست تخریب پذیر برای بخیه زدن استفاده می‌شود.



در میان تارنماها

شیمی دان‌ها همچنان در جستجوی پلیمرهای جدید با کاربردهای ویژه‌ای هستند. برخی

از آنها عبارت‌اند از:

- مواد پرکننده دندان
- آستر نرم برای دندان مصنوعی
- پوشاک ضد آب
- پلاستیک‌های رسانا
- نخ بخیه هوشمند

با مراجعه به منابع اینترنتی معتبر درباره آنها اطلاعات جمع‌آوری و در کلاس ارائه کنید.

۱- Green Polymer

۲- Poly Lactic Acid (PLA)

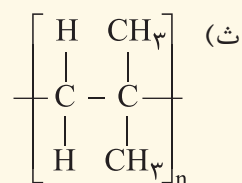
۱- در هر یک از موارد زیر ساختار پلیمر یا مونومر خواسته شده را مشخص کنید.



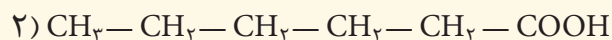
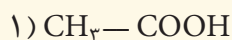
(الف)



(ب)



۲- در شرایط یکسان انحلال پذیری کدام کربوکسیلیک اسید در آب بیشتر است؟ چرا؟



۳- برای استری با فرمول $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$:

(الف) ساختار آن را رسم کنید.

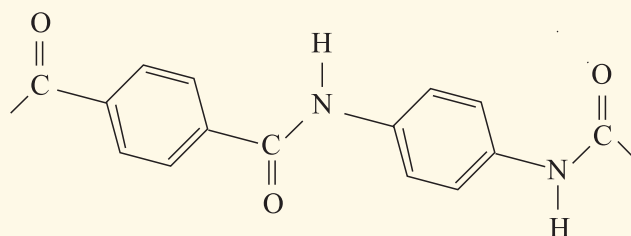
(ب) ساختار الکل و اسید سازنده آن را رسم کنید.

(پ) نیروی بین مولکولی را مشخص کنید.

(ت) جرم مولی را حساب کنید.

(ث) نقطه جوش آن را با بیان دلیل با اتانویک اسید مقایسه کنید.

۴- بخشی از ساختار مولکول سازنده یک پلیمر در شکل زیر ارائه شده است. با توجه به آن:



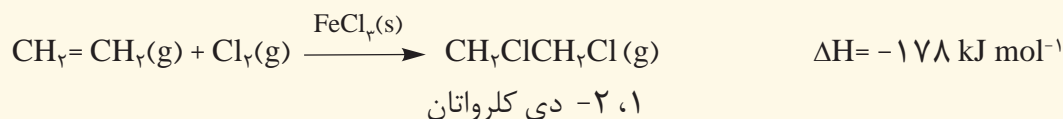
الف) این پلیمر به کدام دسته از پلیمرها تعلق دارد؟

ب) نیروی بین مولکول‌های این پلیمر از چه نوعی است؟

پ) واحدهای سازنده این پلیمر کدام گروه از مواد زیر است؟

- دی‌آمین و دی‌اسید ● دی‌الکل و دی‌اسید ● آمین و اسید

۵- با توجه به معادله واکنش زیر به پرسش‌های خواسته شده پاسخ دهید.



الف) ساختار لوویس فرآورده را رسم کنید.

ب) نمودار آنتالپی واکنش را رسم کنید.

پ) حساب کنید از واکنش ۴۲ گرم گاز اتن با مقدار کافی از گاز کلر، چند کیلوژول گرما مبادله می‌شود؟

۶- واکنش پلیمری شدن اتن در شرایط گوناگونی به تولید پلی اتن‌هایی 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)	شمار مول‌های کاتالیزگر محتوی آلومینیم (شماره ۲)	شمار مول‌های کاتالیزگر محتوی تیتانیوم (شماره ۱)
۲۷۲۰۰۰	۱۲	۱
۲۹۲۰۰۰	۶	۱
۲۹۸۰۰۰	۳	۱
۲۸۴۰۰۰	۱	۱
۱۶۰۰۰۰	۰/۶۳	۱
۴۰۰۰۰۰	۰/۵۳	۱
۲۱۰۰۰۰	۰/۵۰	۱
۳۱۰۰۰۰	۰/۲۰	۱

الف) در چه نسبت مولی از این دو کاتالیزگر پلی اتن با بیشترین جرم مولی تولید می‌شود؟

ب) تغییر جرم مولی پلیمر را بر حسب نسبت مولی کاتالیزگر شماره ۱ به ۲ رسم کنید.

پ) در نسبت مولی ۸ به ۱ از این کاتالیزگرها جرم مولی را پیش‌بینی کنید.

ت) تحلیل خود از داده‌های جدول و نمودار رسم شده را بیان کنید.

.....واژه‌نامه.....

خانواده‌ای از هیدروکربن‌های سیر شده که میل ترکیبی زیادی ندارند و به فراوانی در نفت خام یافت می‌شوند.	۳۲	Alkane	آلکان
آلکانی که هر اتم کربن در ساختار آن به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل است.	۳۲	Straight – Chain Alkane	آلکان راست زنجیر
آلکانی که در ساختار آنها یک یا چند اتم کربن با سه یا چهار اتم کربن دیگر پیوند داشته باشد.	۳۲	Branched Alkane	آلکان شاخه‌دار
هیدروکربن سیر نشده‌ای که دو اتم کربن آن با پیوند کووالانسی دو گانه به هم متصل شده‌اند.	۳۹	Alkene	آلکن
هیدروکربن سیر نشده‌ای که دو اتم کربن آن با پیوند کووالانسی سه گانه به هم متصل شده‌اند.	۴۱	Alkyne	آلکین
مقاومت یک سیال (شاره) را در برابر جاری شدن نشان می‌دهد.	۳۴	Viscosity	گران روی
کمیتی که نشان می‌دهد یک واکنش شیمیایی در چه گستره‌ای از زمان انجام می‌شود.	۷۷	Reaction Rate	آهنگ واکنش
مولکول بزرگی که از به هم پیوستن یک صد تا چند هزار تک پار به وجود می‌آید.	۱۰۲	Polymer	بَسپار یا پلیمر
فرآیندی که در آن اجزای نفت خام را از یکدیگر جدا می‌کند.	۴۴	Refine	پالایش
مولکول ساده‌ای که از به هم پیوستن آنها بَسپار (پلیمر) به وجود می‌آید.	۱۰۳	Monomer	تک پار
روش‌ی برای جداسازی اجزای مخلوط چند مایع که دارای نقطه جوش متفاوت هستند.	۴۴	Fractional Distillation	تقطیر جزء به جزء
موادی که در محیط زیست به کمک باکتری‌ها به مواد ساده‌تری تجزیه می‌شوند.	۱۱۷	Biodegradable	زیست تخریب پذیر
ماده‌ای سوختنی است که تنها برای تأمین انرژی سوزانده می‌شود.	۴	Fuel	سوخت
موادی مانند زغال سنگ، نفت خام و گاز طبیعی که طی میلیون‌ها سال از تجزیه گیاهان و جانوران به وجود می‌آیند.	۴	Fossil Fuel	سوخت فسیلی
واکنش اکسایشی که سریع روی می‌دهد و با ایجاد شعله و آزاد کردن مقدار زیادی انرژی همراه است.	۶۲	Combustion Reaction	واکنش سوختن
به مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک نمونه ماده گفته می‌شود.	۵۵	Thermal Energy	انرژی گرمایی
ترکیب‌ها و مواد آلی گوناگون که از نفت یا گاز طبیعی تهیه می‌شوند.	۴۰	Petrochemical Products	فراورده‌های پتروشیمیایی
سوختن یک ترکیب آلی در حضور اکسیژن کافی که کربن دی‌اکسید و آب تولید می‌کند.	۶۲	Complete Combustion	سوختن کامل

شبه فلز	۶	Metalloide	عنصری که برخی خواص فیزیکی آن شبیه فلزها اما خواص شیمیایی آنها شبیه نافلزهاست.
شیمی آلی	۱۰۲	Organic Chemistry	شاخه‌ای از شیمی که به بررسی ترکیب‌های آلی می‌پردازد و به آن شیمی ترکیب‌های کربن نیز گفته می‌شود.
طلای سیاه	۲۹	Black Gold	عنوانی که به نفت خام نسبت می‌دهند و ارزش اقتصادی آن را یادآور می‌شود.
فلز	۱۲	Metal	عنصری با جلای فلزی و خاصیت چکش‌خواری که اغلب نقطه ذوب و جوش بالایی دارد و جریان برق و گرما را از خود عبور می‌دهد.
فلزهای قلیایی	۱۲	Alkali Metals	فلزهای گروه اول جدول دوره‌ای عنصرها که شامل Fr و Cs ، Rb ، K ، Na ، Li است.
فتوسنتز	۶۴	Photosynthesis	واکنشی که در آن گیاه از کربن دی‌اکسید، آب و نور خورشید، گلوکز و اکسیژن می‌سازد.
رادیکال	۸۹	Radical	گونه پرنرژی و ناپایدار که در ساختار خود الکترون جفت نشده دارد.
هالوژن	۱۳	Halogen	به هر یک از عنصرهای گروه ۱۷ جدول دوره‌ای شامل فلوئور، کلر، برم، ید و استاتین گفته می‌شود.
کاتالیزگر	۸۹	Catalyst	ماده‌ای که سرعت واکنش شیمیایی را افزایش می‌دهد.
فلز واسطه	۱۶	Transition Metal	همان فلزهای دسته d هستند که در اتم آنها زیر لایه d در حال پر شدن است.
واکنش ترمیت	۲۴	Thermite Reaction	واکنشی بسیار گرماده میان فلز آلومینیم و آهن (III) اکسید که از آهن مذاب تولید شده در آن برای جوشکاری خطوط راه آهن استفاده می‌شود.
منبع تجدیدپذیر	۲۷	Renewable Resource	منبعی که از طریق فرایندهای طبیعی تشکیل یا از نو تولید می‌شوند.
منبع تجدیدناپذیر	۲۷	Nonrenewable Resource	منبعی که تشکیل و جایگزین شدن آن از طریق فرایندهای طبیعی عملی نیست یا سرعت آنها بسیار کم است.
نفت خام	۲۸	Petroleum	مایعی غلیظ، سیاه‌رنگ یا قهوه‌ای مایل به سبز که مخلوطی طبیعی از صدها هیدروکربن و ترکیب آلی است.
واکنش‌پذیری شیمیایی	۱۱	Chemical Reactivity	به تمایل برای انجام واکنش شیمیایی می‌گویند.
همپار	۷۰	Isomer	موادی که فرمول مولکولی یکسان اما فرمول ساختاری متفاوتی دارند.
هیدروکربن	۲۸	Hydrocarbon	ترکیب‌هایی که از دو عنصر کربن و هیدروژن تشکیل شده‌اند.
هیدروکربن سیرشده	۴۰	Saturated Hydrocarbon	هیدروکربنی که در آن اتم کربن با چهار پیوند کووالانسی به چهار اتم دیگر متصل شده است.
هیدروکربن سیرنشده	۴۱	Unsaturated Hydrocarbon	هیدروکربنی که در آن بین اتم‌های کربن پیوند دو یا سه‌گانه وجود دارد.
هیدروکربن حلقوی	۴۲	Cyclic Hydrocarbon	هیدروکربن با بیش از سه اتم کربن که ساختاری حلقوی دارد.

گروه آلکیل	۳۷ Alkyl Group	گونه‌ای که با برداشتن یک اتم هیدروژن از یک مولکول آلکان به دست می‌آید.
گروه عاملی	۶۸ Functional Group	اتم یا گروهی از اتم‌ها که وجود آنها در مولکول‌های اعضای یک خانواده از مواد آلی، خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه و منحصر به فردی به آنها می‌بخشد.
نیروهای وان در والس	۱۱۱ Van der Waals Forces	نوعی نیروی جاذبه بین مولکولی که در میان همه مولکول‌ها وجود دارد.
پلیمر شدن	۱۰۲ Polymerization	مجموعه‌ای از واکنش‌ها که در آن شمار بسیاری مولکول کوچک با یکدیگر ترکیب می‌شوند و درشت مولکول‌هایی به نام پلیمر یا بسپار تولید می‌کنند.
مقدار نظری	۲۲ Theoretical Yield	مقدار فراورده مورد انتظار که از محاسبه‌های استوکیومتری به دست می‌آید.
مقدار عملی	۲۲ Actual Yield	مقدار فراورده‌ای که در عمل تولید می‌شود.
بازده درصدی	۲۳ Percent Yield	نسبت مقدار عملی فراورده یک واکنش به مقدار نظری آن است که به صورت درصد بیان می‌شود.
گرماشیمی	۶۰ Thermochemistry	شاخه‌ای از علم شیمی که به مطالعه کمی و کیفی انرژی گرمایی مبادله شده در واکنش‌های شیمیایی می‌پردازد.
گرما	۵۶ Heat	انرژی گرمایی که به دلیل اختلاف دما جاری می‌شود.
ظرفیت گرمایی	۵۷ Heat Capacity	مقدار گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای ماده به اندازه یک درجه سلسیوس را نشان می‌دهد.
گرمای ویژه	۵۷ Specific Heat	مقدار گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک گرم ماده به اندازه یک درجه سلسیوس را نشان می‌دهد.
سامانه	۵۹ System	بخشی از جهان که برای مطالعه انتخاب می‌شود.
محیط	۵۹ Surrounding	هر چیزی که در پیرامون سامانه باشد، محیط نامیده می‌شود.
آنتالپی واکنش	۶۴ Reaction Enthalpy	به تغییر محتوای انرژی یک سامانه شیمیایی در فشار ثابت، آنتالپی واکنش گفته می‌شود.
آنتالپی سوختن	۷۰ Enthalpy of Combustion	گرمای آزاد شده در فشار ثابت هنگام سوختن یک مول از ماده در مقدار کافی اکسیژن را نشان می‌دهد.
آنتالپی تبخیر	۶۳ Enthalpy of Vaporization	گرمای مصرف شده در فشار ثابت هنگام تبدیل یک مول مایع به بخار را در دمای معین نشان می‌دهد.
آنتالپی تصعید	۹۵ Enthalpy of Sublimation	تغییر آنتالپی هنگام تصعید شدن یک مول ماده جامد را نشان می‌دهد.
آنتالپی پیوند	۶۵ Bond Enthalpy	مقدار انرژی مصرف شده در فشار ثابت هنگام شکستن یک مول پیوند بین دو اتم گازی و تبدیل آنها به اتم‌های گازی جدا از یکدیگر.
گرماسنجی	۷۲ Calorimetry	روش تجربی برای اندازه‌گیری گرمای آزاد یا جذب شده در یک فرایند است.
گرماسنج لیوانی	۷۲ Coffee - Cup Calorimeter	دستگاهی که برای اندازه‌گیری گرمای یک واکنش در فشار ثابت به کار می‌رود.

دستگاهی که برای اندازه‌گیری دقیق گرمای سوختن یک ماده به کار می‌رود.	۷۱ Bomb Calorimeter	گرماسنج بمبی
ΔH یک واکنش را می‌توان از جمع جبری ΔH چند واکنش دیگر به دست آورد.	۷۲ Hess's Law	قانون هس
فرایندی که در آن گرما آزاد می‌شود و آنتالپی سامانه کاهش می‌یابد.	۵۹ Exothermic Process	فرایند گرماده
فرایندی که در آن گرما جذب می‌شود و آنتالپی سامانه افزایش می‌یابد.	۵۹ Endothermic Process	فرایند گرماگیر
ویتامین ث؛ جامد سفید رنگ و بلوری که به خوبی در آب حل می‌شود.	۷۹ Ascorbic Acid	آسکوربیک اسید
کمیتی تجربی که برای یک واکنش شیمیایی نسبت تغییر ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری واکنش دهنده (ها) یا فراورده (ها) را به زمان نشان می‌دهد.	۷۷ Reaction Rate	سرعت واکنش
شاخه‌ای از علم شیمی که دربارهٔ سرعت واکنش‌های شیمیایی، عوامل مؤثر بر سرعت و نحوهٔ انجام آنها گفت‌وگو می‌کند.	۸۳ Chemical Kinetics	سینتیک شیمیایی

منابع و مآخذ

- 1- Silberberg, M. S. , Principles of General Chemistry , Mc GrawHill, 2007.
- 2- Reager, D. L. ,Goode, S. R. Ball, D.W., Chemistry, Brooks/Cole, 2010.
- 3- Kotz, John C. ; Treichel, Paul M.; Weaver, Gabriela C., Chemistry & Chemical Reactivity , 2006,Thomson - Brooks/Cole.
- 4- Ebbing, Darrell D.; Gammon, Steven D., General Chemistry, 2009, Brooks/Cole.
- 5- Tro, Nivaldo J., Principles of Chemistry, A Molecular Approach, 2010, Pearson.
- 6- Russo, S.; Silver, M., Introductory Chemistry, 2011, Prentice Hall.
- 7- Phillips, J.S.; Strozak, V.S.; Wistrom, C.; Zike, D. Chemistry, Concepts and Applications, 2009, Glencoe McGraw- will.
- 8- Gilbert, T.R.; kirss, R.V., Foster, N.; Davies, Chemistry, the science context, 2009, W.W. Norton & Company.
- 9- Middlecamp Catherine H. [et al.] Chemistry In Context: Applying Chemistry To Society, 2012.
- 10- Seager Spencer L., Slabaugh Micheal R., Chemistry for Today General, Organic, and Biochemistry, 2014.
- 11- Tro Nivaldi J., Chemistry in Focus, A Molecular View of Our World, 2009.
- 12- Chang Raymond, Chemistry. 2010.



جدول دوره‌های عنصرها

				۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
				۵ B بور ۱۰,۸۰	۶ C کربن ۱۲,۰۱	۷ N نیتروژن ۱۴,۰۱	۸ O اکسیژن ۱۶,۰۰	۹ F فلوئور ۱۹,۰۰	۱۰ Ne نئون ۲۰,۱۸
				۱۳ Al آلومینیم ۲۶,۹۸	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸,۰۹	۱۵ P فسفر ۳۰,۹۷	۱۶ S گوگرد ۳۲,۰۷	۱۷ Cl کلر ۳۵,۴۵	۱۸ Ar آرگون ۳۹,۹۵
۱۰	۱۱	۱۲							
۲۸ Ni نیکل ۵۸,۶۹	۲۹ Cu مس ۶۳,۵۵	۳۰ Zn روی ۶۵,۳۹	۳۱ Ga گالیم ۶۹,۷۲	۳۲ Ge ژرمانیم ۷۲,۶۴	۳۳ As آرسنیک ۷۴,۹۲	۳۴ Se سلنیم ۷۸,۹۶	۳۵ Br برم ۷۹,۹۰	۳۶ Kr کریپتون ۸۳,۸۰	
۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶,۴۰	۴۷ Ag نقره ۱۰۷,۹۰	۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲,۴۰	۴۹ In ایندیم ۱۱۴,۸۰	۵۰ Sn قلع ۱۱۸,۷۰	۵۱ Sb آنتیموان ۱۲۱,۸۰	۵۲ Te تلوریم ۱۲۷,۶۰	۵۳ I ید ۱۲۶,۹۰	۵۴ Xe زنون ۱۳۱,۳۰	
۷۸ Pt پلاتین ۱۹۵,۱	۷۹ Au طلا ۱۹۷,۰۰	۸۰ Hg جیوه ۲۰۰,۶۰	۸۱ Tl تالیم ۲۰۴,۳۰	۸۲ Pb سرب ۲۰۷,۲۰	۸۳ Bi بیسموت ۲۰۹,۰۰	۸۴ Po پولونیم [۲۰۹]	۸۵ At استاتین [۲۱۰]	۸۶ Rn رادون [۲۲۲]	
۱۱۰ Ds دارمشتاتیم [۲۸۱]	۱۱۱ Rg روننگیم [۲۸۰]	۱۱۲ Cn کوپرنسیم [۲۷۷]	۱۱۳ Nh نیهونیم [۲۸۴]	۱۱۴ Fl فلرویم [۲۸۹]	۱۱۵ Mc مسکوویم [۲۸۸]	۱۱۶ Lv لیورموریم [۲۹۳]	۱۱۷ Ts تنسینه [۲۹۶]	۱۱۸ Og اوگانسون [۲۹۴]	

۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲,۰۰	۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷,۳۰	۶۵ Tb تربیم ۱۵۸,۹۰	۶۶ Dy دیسپروزیم ۱۶۲,۵۰	۶۷ Ho هولیمیم ۱۶۴,۹۰	۶۸ Er اربیم ۱۶۷,۳۰	۶۹ Tm تولیم ۱۶۸,۹۰	۷۰ Yb ایتربیم ۱۷۳,۰۰
۹۵ Am امریسیم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es اینشتینیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مندلیم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیم [۲۵۹]

عدد اتمی — ۱
 نام — هیدروژن
 نماد شیمیایی — H
 جرم اتمی میانگین — ۱/۰۰۸

۱	۱ H هیدروژن ۱,۰۰۸	۲							
۲	۳ Li لیتیم ۶,۹۴	۴ Be بریلیم ۹,۰۱							
۳	۱۱ Na سدیم ۲۲,۹۹	۱۲ Mg منیزیم ۲۴,۳۱							
۴	۱۹ K پتاسیم ۳۹,۱۰	۲۰ Ca کلسیم ۴۰,۰۸	۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴,۹۶	۲۲ Ti تیتانیوم ۴۷,۸۷	۲۳ V وانادیم ۵۰,۹۴	۲۴ Cr کروم ۵۲,۰۰	۲۵ Mn منگنز ۵۴,۹۴	۲۶ Fe آهن ۵۵,۸۵	۲۷ Co کبالت ۵۸,۹۳
۵	۳۷ Rb روبیدیم ۸۵,۴۷	۳۸ Sr استرانسیم ۸۷,۶۲	۳۹ Y ایتریوم ۸۸,۹۱	۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱,۲۲	۴۱ Nb نیوبیم ۹۲,۹۱	۴۲ Mo مولیبدن ۹۵,۹۴	۴۳ Tc تکنسیم -	۴۴ Ru روتنیم ۱۰۱,۱	۴۵ Rh رودیوم ۱۰۲,۹۰
۶	۵۵ Cs سزیم ۱۳۲,۹	۵۶ Ba باریم ۱۳۷,۳	۷۱ Lu لوتسیم ۱۷۵,۰۰	۷۲ Hf هافنیم ۱۷۸,۵	۷۳ Ta تانتال ۱۸۰,۹۰	۷۴ W تنگستن ۱۸۳,۸۰	۷۵ Re رنیم ۱۸۶,۲۰	۷۶ Os اسمیم ۱۹۰,۲۰	۷۷ Ir ایریدیوم ۱۹۲,۲۰
۷	۸۷ Fr فرانسیم [۲۲۳]	۸۸ Ra رادیوم [۲۲۶]	۱۰۳ Lr لورنسیم [۲۶۲]	۱۰۴ Rf رادرفوردیم [۲۶۷]	۱۰۵ Db دابلیوم [۲۶۸]	۱۰۶ Sg سیبورگیوم [۲۷۱]	۱۰۷ Bh بوریم [۲۷۲]	۱۰۸ Hs هاسیم [۲۷۷]	۱۰۹ Mt مایتنیم [۲۷۶]

۵۷ La لانتان ۱۳۸,۹۰	۵۸ Ce سریوم ۱۴۰,۱۰	۵۹ Pr پراسئودیمیم ۱۴۰,۹۰	۶۰ Nd نئودیمیم ۱۴۴,۲۰	۶۱ Pm پرومتیم [۱۴۵]	۶۲ Sm ساماریوم ۱۵۰,۴۰
۸۹ Ac اکتینیم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم ۲۳۲,۰۰	۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱,۰۰	۹۲ U اورانیم ۲۳۸,۰۰	۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیم [۲۴۴]

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی، دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

کتاب شیمی ۲- کد ۱۱۱۲۱۰

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	سوسن نادری	مرکزی	۲۶	علی مویدی	شهرستانهای تهران
۲	فاطمه رنجینه خجسته	آذربایجان شرقی	۲۷	مریم قربانی	خراسان شمالی
۳	هما غفاری	کردستان	۲۸	حسن کاشی	اصفهان
۴	شمسی حیدری	کرمانشاه	۲۹	فاطمه شفاهی	سمنان
۵	منور احمدی	قزوین	۳۰	رقيه پور قبادی	لرستان
۶	طوبی زارع	مازندران	۳۱	کامیار کامل شیخ رجه	مازندران
۷	افسانه آیین	بوشهر	۳۲	مژگان حسین پور	گیلان
۸	آریتا معصوم پور	سمنان	۳۳	سمانه حبیب الهی	شهر تهران
۹	فریبا مرسلی	آذربایجان شرقی	۳۴	علیرضا رضایی	همدان
۱۰	ژیلا توتونچی	آذربایجان شرقی	۳۵	عبدالمجید منتیان	ایلام
۱۱	لیلا فانی	یزد	۳۶	امیر خلیل زاده	آذربایجان غربی
۱۲	صباح شیری	ایلام	۳۷	فرزین خرسندی	البرز
۱۳	هادی نجار زاده	قزوین	۳۸	امید رضوانی راد	سیستان و بلوچستان
۱۴	مهناز خراشادی زاده	خراسان جنوبی	۳۹	مسعود اشتری	شهر تهران
۱۵	حسین کاووسی	خراسان جنوبی	۴۰	سید فیروز عسگری ارجنکی	چهارمحال و بختیاری
۱۶	طاهره پالیزدار	البرز	۴۱	مهدی شیری	خراسان رضوی
۱۷	مهری طاهری	هرمزگان	۴۲	عزیز گرمودی	خراسان رضوی
۱۸	اورنگ باقی	گیلان	۴۳	نادر منصوری	خراسان شمالی
۱۹	شهلا مهدوی	اصفهان	۴۴	مسعود راستیانی منش	کهگیلویه و بویراحمد
۲۰	منوچهر اسماعیل زاده	کرمان	۴۵	عباسعلی صمدی	گلستان
۲۱	رضا همتی	آذربایجان غربی	۴۶	ناصر بالکانه	کردستان
۲۲	زهره شمالی	زنجان	۴۷	محمد قادر پناه	لرستان
۲۳	فریده سلطانی اصل	شهرستانهای تهران	۴۸	محمد سعید همایونی	فارس
۲۴	مژگان مصلحیون	همدان	۴۹	فرهاد سیاوشی فر	اردبیل
۲۵	محمدعلی اسلامی نیا	کرمان			