فصل ۳

پوشاک، نیازی پایان ناپذیر

یٰبَنِیٓ ءَادَمَ قَدْ أَنزَلْنَا عَلَيْكُمْ لِبَاسًا يُوَارِي سَوْاٰتِكُمْ وَ رِيشًا... (سورهٔ اعراف ـ آیهٔ ۲۶)

ای فرزندان آدم! لباسی برای شما فرو فرستادیم که شما را می‌پوشاند و مایهٔ زینت شماست و...

خداوند یکتا و آفریدگار هستی، جانوران را با پوشش‌هایی مانند پشم، پر، فلس و... آفریده است. انسان با بهره‌مندی از هوش و تجربه‌های برگرفته از طبیعت توانست نخستین پوشش خود را از پشم، مو و پوست جانوران تهیه کند. او با گذشت زمان از بافت‌های گیاهی نیز برای پوشش خود استفاده کرد. در گذر زمان با تشکیل جوامع بشری، پوشش انسان‌ها افزون بر پیشرفت و تبدیل شدن به صنعتی به نام پوشاک، دچار تنوع و گوناگونی شد، به‌طوری 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 می‌شوند؟ نقش دانش و فناوری در صنعت پوشاک چیست؟ ما را بر آن می‌دارد تا با بهره‌گیری از دانش شیمی در این فصل، درصدد یافتن پاسخ پرسش‌هایی از این دست باشیم.

نقش پوشاک در تمدن بشری را بنویسید؟

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، نشا دهندهٔ 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 ۱ـ برخی پوشش‌ها برای حفاظت بدن در برابر عوامل محیطی

با رشد 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 م دهد. 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 (ش ل ۲).

(الف) (ب) (پ)

شکل ۲ـ چند نمونه پوشاک، الف) لباس غواصی، ب) لباس فضانورد، 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 طوری‌که روش‌های سنتی تولید پوشاک دیگر پاسخگوی نیازهای جامعه نبود.

مواد طبیعی مورد نیاز برای ساخت پوشاک انسان را بنویسید؟

آیا می‌دانید

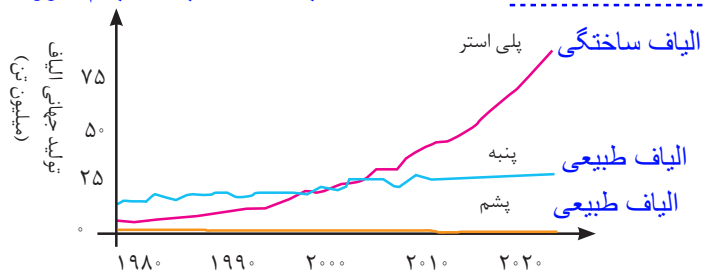
یافته‌های باستان‌شناسی نشان م دهد که پیشینهٔ ریسندگی و بافندگی از الیافی مانند پشم، ابریشم، پنبه و کتان به هزاران سال پیش برمی‌گردد. به دیگر سخن، نساجی از کهن‌ترین صنایع در تمدن بشری است که با دوک ن ریسی پا به عرصهٔ ظهور گذاشت.

آیا می‌دانید

سنگ‌نگاره‌ای با قدمتی حدود ۳۰۰۰ سال، تصویر یک زن عیلامی را در حال ن ریسی نشان م دهد که خدمتگزاری در حال باد زدن اوست.

ه‌همین 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**[1] 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 به‌کار 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 پایهٔ 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).

روند تولید الیاف در جهان : پلی استر > پنبه > پشم



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

خود را بیازمایید

در هریک از جاهای خالی یکی از واژه‌های «**نخ**[2]، **الیاف**، **دوزندگی**، **فراوری و بافندگی**» را قرار دهید.

الیاف

ریسندگی

...نخ...

بافندگی

پارچهٔ خام

دوزندگی

فرآوری

پارچهٔ آماده استفاده

۱ـ Fibers
۲ـ Reel

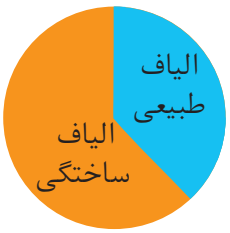
فرآوری
ماده خام ← فراورده
مواد خام و غیرقابل استفاده

الیاف چیست؟

آیا می‌دانید

الیاف جمع لیف است. لیف رشته‌های نازک، بلند و مومانندی 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.

انواع الیاف را نام ببرید؟



● میزان نسبی الیاف تولیدشده در جهان

الیاف ساختگی > الیاف طبیعی

آیا می‌دانید

● با وجود گسترش صنعت نساجی و پوشاک، تولید فر رده‌های دستی به دلیل بی‌نظیر، محدود و خاص بودن اهمیت و جایگاه ویژه‌ای در زندگی انسان‌ها دارند. کفش گیوهٔ اورامانات یکی از این موارد است. کفشی که دس وز بوده و همتایی ندارد. این پوشش بسیار انعطاف‌پذیر، سبک و محکم است و امکان جا ه‌جایی هوا دارد. این کفش در زبان محلی به کِلاش معروف است.

در میان تار نما ها

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

الیاف ساختگی چیست؟ مثال بزنید؟ و کار برد آن را بنویسید؟

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

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

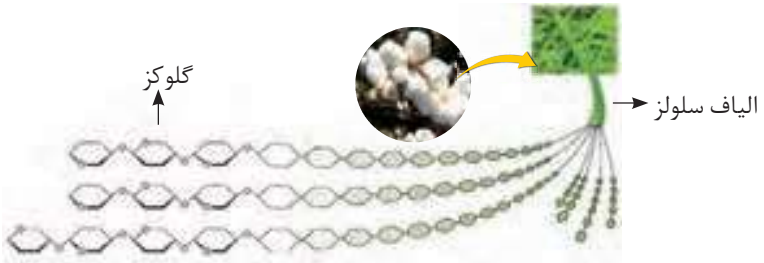
آیا می‌دانید

سلولز از اتصال حدود ۳۰۰۰ مولکول گلوکز به یکدیگر تشکیل می‌شود، از این‌رو فرمول مولکولی آن به تقریب $C_{۱۸۰۰۰}H_{۳۰۰۰۲}O_{۱۵۰۰۱}$ است. با این توصیف جرم مولی سلولز در حدود ۴۸۷۰۰۰ گرم است. توجه کنید هر مولکول سلولز هنوز آن‌قدر کوچک است که قابل دیدن نیست.

الیاف و درشت مولکول‌ها[۱]

اهمیت پنبه

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 رویهٔ مبل، 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 سازندهٔ هر مولکول سلولز، بسیار زیاد بوده و اندازهٔ مولکول آن بزرگ است.



شکل ۳ـ نمایی ساده از الیاف سلولز و مولکول‌های سازندهٔ آن در پنبه

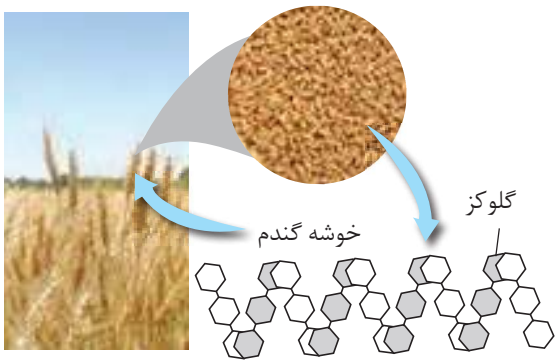
پنبه ← الیاف سلولز ← گلوکز

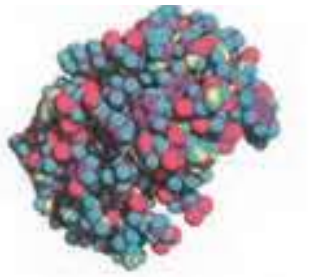
	درشت مولکول	واحد تکرار شونده
	$C_{18000}H_{30002}O_{15001}$	3000
	$487000\ g.mol^{-1}$	

۱ـ Macromolecules

با هم بیندیشیم

با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.





الف) جدول را کامل کنید.

نام ماده	اندازهٔ مولکول		جرم مولی		شمار اتم‌ها	
	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		■		■		■

$C_{57}H_{104}O_6$
884g/mol

ب) به دسته‌ای از ترکیب‌های جدول، درشت مولکول می‌گویند. این مفهوم را در یک سطر تعریف کنید.

ترکیباتی هستند که از اتصال تعداد بسیار زیادی اتم به یکدیگر تشکیل شده اند
اندازه این مولکول ها بزرگ بوده و جرم مولی زیادی دارند

آیا می‌دانید

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

آیا م دانید

نام ماده	جرم مولی ($g\,mol^{-1}$)
اتن	۲۸/۰۵
اتانول	۴۶/۰۷
انسولین	۵۸۳۱/۶۵
نایلون	۱۰۴-۱۰۶
پلی اتن	۱۰۴-۱۰۵

دارای منشاء آلی هستند
جرم مولی زیادی دارند
تعداد زیادی کربن دارند
واحد تکرار شونده از اتم کربن

واحد های سازنده و تکرار شونده متفاوتی دارند
اندازه های ساختاری آنها متفاوت است
جرم مولی در برخی زیاد و در برخی خیلی زیاد است

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؟

سلولز - نشاسته و پلی اتن

ث) سلولز و نشاسته، پلیمر (بسپار) اند، با توجه به ساختار آنها پلیمر را تعریف کنید.

درشت مولکول هایی هستند که از اتصال شمار زیادی واحد یکسان و تکرار شونده به یکدیگر ساخته شده اند

ج) پیش‌بینی کنید نیروی بین مولکولی در کدام دسته از مواد قوی‌تر است؟ چرا؟

هر چه جرم مولکولی(جرم مولی) یک ترکیب بیشتر باشد نیروی بین مولکولی در آن بیشتر بوده و نقطه ذوب و جوش بالاتری دارد

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

ماده یا ترکیب مولکولی چیست؟ و انواع آن؟

1- ترکیب مولکولی کوچک

2- ترکیب مولکولی بزرگ یا درشت مولکول

می‌دانید که مادهٔ مولکولی، ماده‌ای است که ذره‌های سازندهٔ آن مولکول‌ها هستند. برای مثال کربن دی اکسید(CO_2)، برم(Br_2)، متان(CH_4)، آب(H_2O)، آمونیاک (NH_3)، گوگرد تری اکسید(SO_3)، هیدروکربن‌ها و... نمونه‌هایی از این ترکیب‌ها هستند. این مولکول‌ها کوچک اند و شمار اتم‌های سازندهٔ آنها کم، در نتیجه جرم مولی آنها کم تا متوسط است.

درحالی‌که 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 (بسپارش) تهیه می‌شوند.

انواع درشت مولکول

1- درشت مولکول طبیعی

سلولز - نشاسته
پروئیین موجود درپشم و ابریشم

2- درشت مولکول ساختگی

در طبیعت وجود ندارند
پلی اتن- تفلون و نایلون

نکته
هر درشت مولکولی
که واحد تکرار شونده دارد پلیمر محسوب می شود

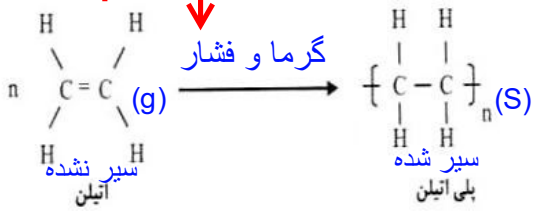
پلیمری شدن[2] (بسپارش) منظور از واکنش پلیمری شدن یا بسپارش چیست؟

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 می کنند. 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 شیمیایی انجام شده را توصیف می کند.

$$n\,CH_2=CH_2(g) \xrightarrow{\text{گرما و فشار}} -(CH_2-CH_2)_n-(s)$$

اتن یا اتیلن — پلی اتن یا پلی اتیلن

یا

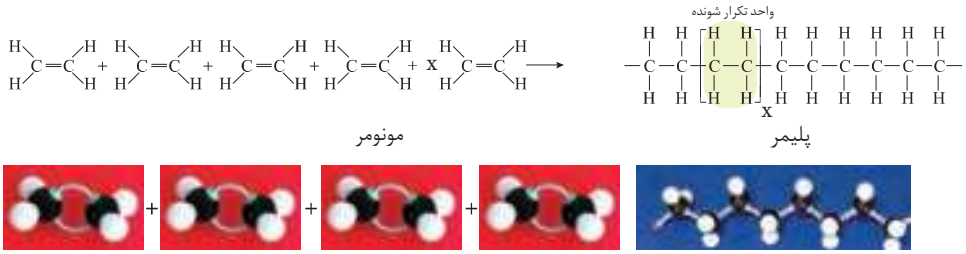


با دقت در ساختار پلی‌اتن (فراورده) در می‌یابید که هیدروکربنی سیر شده است زیرا هر اتم کربن در آن با چهار پیوند اشتراکی یگانه به چهار اتم دیگر متصل است، درحالی که در یک مولکول اتن هر اتم کربن به سه اتم دیگر متصل است. با این توصیف در طی این واکنش یکی

چرا پلی اتیلن سیر شده، اما اتیلن سیر نشده است؟

۱- Organic Chemistry ۲- Polymerization

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



شکل ۴ـ نمایی از واکنش تشکیل پلی اتن

مونومر یا تک پار چیست؟

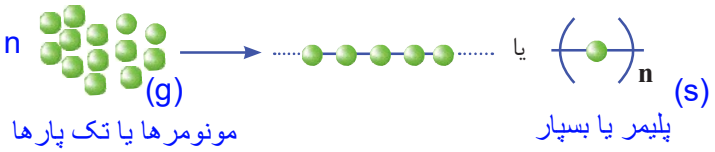
به واکنش‌دهنده‌ها در واکنش پلیمری شدن، **مونومر**[1] (تک‌پار) می‌گویند. در این واکنش‌ها شمار زیادی از مونومرها با یکدیگر واکنش می‌دهند و پلیمر را می‌سازند. مطابق شکل ۴

پلیمر یا بسپار چیست؟

نکته مونومرهای اتن به یکدیگر افزوده می‌شوند و پلی‌اتن را پدید می‌آورند. با دقت در ساختار پلی‌اتن در می‌یابید که این ترکیب از تکرار مجموعه ای از اتم‌های کربن و هیدروژن به نام واحد تکرارشونده پدید آمده است. توجه کنید که تعیین تعداد دقیق مونومرهای شرکت‌کننده 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.

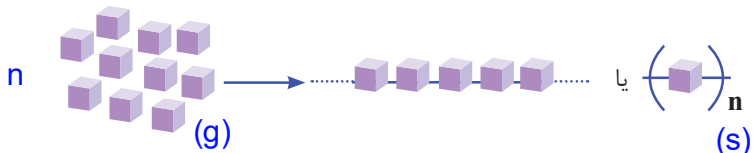
چرا برای پلیمرها نمی توان فرمول مولکولی دقیقی تعیین کرد؟

نکته شیمی‌دان‌ها برای نمایش آنها، واحد تکرار شونده را درون کمانک نوشته و زیروند **n** را جلوی آن می‌نویسند (شکل ۵ـ الف و ب).



شکل۵ـ الف) الگوی تشکیل یک پلیمر

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



شکل۵ـ ب) الگوی تشکیل یک پلیمر دیگر

پلیمرهای افزایشی

جرم مولی پلیمرهای افزایشی = n x جرم مولی مونومرها

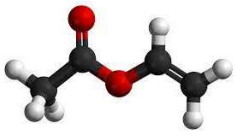
محصول جانبی مانند آب تولید نمی کند

آیا می‌دانید

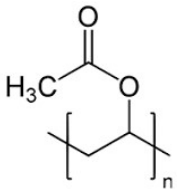
سالانه در حدود ۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ کیلوگرم پتروشیمی در سراسر دنیا تولید می‌شود، به طوری که سرانه آن به ازای هر نفر حدود ۱۵ کیلوگرم برآورد می‌شود.
تاکنون حدود ۶۰۰۰۰ نوع پلیمر ساختگی تولید شده است.

۱ـ Monomer

چه ترکیب آلی می تواند در واکنش پلیمری شدن شرکت کند؟



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



آیا می‌دانید

پلی‌وینیل‌استات پلیمری است که در تهیهٔ انواع پاستیل به‌کار می‌رود.

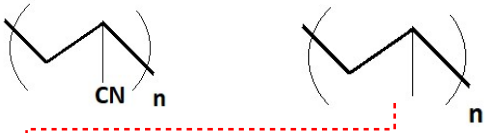
خود را بیازمایید

پلیمرهایی که بر پایه نفتی هستند

زیست تخریب ناپذیر هستند - پلیمر های افزایشی

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

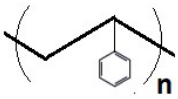
کاربرد پلیمر	نام و ساختار پلیمر (بسپار)	نام و ساختار مونومر (تک پار)	
پتو	پلی سیانو اتن	سیانو اتن	$C_3H_3N(g)$
سرنگ	پلی پروپن	پروپن	$C_3H_6(g)$
ظروف یکبار مصرف	پلی استیرن	استیرن	$C_8H_8(g)$
نخ دندان	تفلون	تترافلوئوروواتن	$C_2F_4(g)$
کیسهٔ خون	پلی وینیل کلرید	وینیل کلرید 1- کلرو اتن	$C_2H_3Cl(g)$

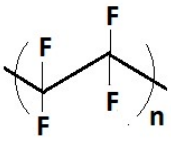


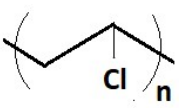
آیا می‌دانید

pvc

قراردادن لایه‌ای از پلی‌وینیل کلرید بین دو صفحهٔ شیشه‌ای مانع از فرو ریختن خرده‌های آن در اثر ضربه می‌شود.







PVC

پیوند با زندگی

«بخت، یار ذهن‌های آماده است»

plunkett

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 مطالعهٔ 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 هیچ‌چیز 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 نتیجهٔ 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. لایهٔ نازکی از یک مادهٔ جامد ته کپسول تشکیل شده بود. بررسی دقیق‌تر نشان داد که این مادهٔ جامد از پلیمری شدن تترافلوئورواتن به دست آمده است.

تترافلوئورواتن

$$n\,CF_2{=}CF_2\ (g) \longrightarrow -\left[CF_2-CF_2\right]_n\ (s)$$

پلی تترافلوئورواتن یا تفلون

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

نوار تفلون و نخ دندان

کف پوش اتو

ساخت ظروف نچسب

شکل ۶- برخی کاربردهای تفلون

ویژگی های تفلون را بنویسید؟

تفلون، نقطهٔ 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 نچسب است. این ویژگی‌ها دلیل کاربرد وسیع این پلیمر است.

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

آیا می‌دانید

یافتن روش مناسب و شرایط بهینه برای انجام واکنش‌های شیمیایی آن قدر مهم است که به مناسب‌ترین روش‌ها جایزهٔ نوبل اختصاص می‌دهند. یافتن روش مناسب برای تولید پلی اتن سنگین (بدون شاخه) سال‌ها طول کشید و در نهایت دو شیمی‌دان آلمانی و ایتالیایی به نام‌های کارل زیگلر (**Karl Ziegler**، ۱۸۹۸-۱۹۷۳) و گیولیو ناتا (**Giulio Natta**، ۱۹۰۳-۱۹۷۹) برندهٔ جایزهٔ نوبل شیمی شدند. آنها موفق شدند کاتالیزگری بیابند که واکنش پلیمری شدن اتن را بدون ایجاد شاخهٔ فرعی پیش می‌برد.

پیوند با صنعت

پلی اتن (پلی اتیلن) چیست؟ و چند کاربرد آن را بنویسید؟

پلی‌اتن یکی از مهم‌ترین پلیمرهای ساختگی است که سالانه میلیون‌ها تن از آن در شرکت‌های پتروشیمی تولید شده و برای ساخت وسایل گوناگون استفاده می‌شود (شکل ۷).

شکل ۷ـ برخی کاربردهای پلی‌اتن

همان‌طور که مشاهده می‌کنید کالاهای ساخته شده از پلی‌اتن ویژگی‌های گوناگونی دارند. برخی مانند کیسهٔ پلاستیک موجود در مغازه‌ها و فروشگاه‌ها شفاف بوده و کمی انعطاف‌پذیرند درحالی‌که برخی دیگر مانند لوله‌های پلاستیکی، دبه‌های آب یا بطری کدر شیر، سخت‌تر و محکم‌تر هستند. یک تفاوت آشکار دیگر بین آنها تفاوت در چگالی است. آیا می‌دانید چگونه ممکن است این مواد از یک نوع پلیمر با مونومرهای یکسان تولید شوند، اما ویژگی‌های متفاوت و گاهی متضاد داشته باشند؟ آیا ساختار مولکول‌های سازندهٔ این کالاها یکسان است؟

● پلی اتن مذاب را در دستگاهی با عمل دمیدن هوا به ورقهٔ نازک پلاستیکی تبدیل می‌کنند.

پلی اتن سبک و پلی اتن سنگین چیست؟

یافته‌های تجربی نشان داد که اتن در شرایط گوناگون، با انجام واکنش پلیمری شدن فر ورده‌هایی با ساختار متفاوت پدید می‌آورد. نوعی پلی‌اتن، چگالی کمتری داشته و شفاف است، از این‌رو به **پلی‌اتن سبک**[۱] معروف است درحالی که **پلی‌اتن سنگین**[۲]، چگالی بیشتری داشته و کدر است. شکل ۸ ساختار کلی این پلی اتن‌ها را نشان م دهد.

همان‌طور که در ش ل ۸ می‌بینید، مولکول‌های اتن م توانند به دو صورت به یکدیگر افزوده شوند و دو فراوردهٔ متفاوت ایجاد کنند.

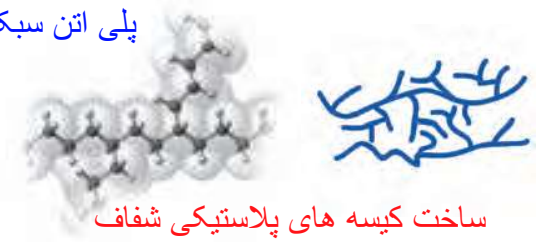
1- مولکول‌های اتن در شرایط معین پشت سرهم به یکدیگر متصل شده و زنجیرهای بلند و بدون شاخه ایجاد می‌شود. اما در پلی اتن سنگین

نحوه اتصال مولکول های اتن به یکدیگر و تشکیل پلی اتن ها سبک و سنگین را بنویسید؟

۱ـ Low Density Poly Ethene (LDPE)
۲ـ High Density Poly Ethene (HDPE)

شرایطی دیگر برخی 2- مولکول‌های اتن از کناره‌ها به یکدیگر افزوده شده و زنجیرهای شاخه‌دار تولید می‌شود. پلی اتن سبک

پلی اتن سبک و سنگین را با یکدیگر مقایسه کنید؟



ساخت کیسه های پلاستیکی شفاف

اسباب بازی- تانکرهای پلاستیکی- بطری آب ودبه های آب

پلی اتن شاخه‌دار

پلی اتن سبک

LDPE

شفاف و انعطاف پذیر

پلی اتن بدون شاخه

پلی اتن سنگین

HDPE

کدر- سخت و محکم

شکل ۸- ساختار دو نوع پلی‌اتن

چگالی 0.92

نیروی بین مولکولی وان در والس

استحکام کمتر

چگالی 0.97

نیروی بین مولکولی وان در والس قویتر از پلی اتن سبک

استحکام بیشتر

خود را بیازمایید

داده‌های تجربی نشان می‌دهد که چگالی پلی‌اتن‌های نشان داده شده در شکل ۸ برابر با ۰/۹۷ و ۰/۹۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.

سنگین سبک

الف) کدام چگالی به کدام پ ن تعلق دارد؟ چرا؟ در پلی اتن بدون شاخه در واحد حجم مولکو های بیشتر قرار می گیرد و جرم بیشتر خواهد بود

ب) کدام پلی اتن سبک و کدام سنگین است پلی اتن شاخه دار سبک و پلی اتن بدون شاخه سنگین است

پ)نیروی بین مولکولی در پلی‌اتن چیست؟ وان دروالس

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

چون پلی اتن سنگین شاخه ندارد و سطح تماس مولکول ها بیشتر است و نیروی جاذبه بین مولکولی آن بیشتر شده و استحکام مولکولی هم بیشتر می شود

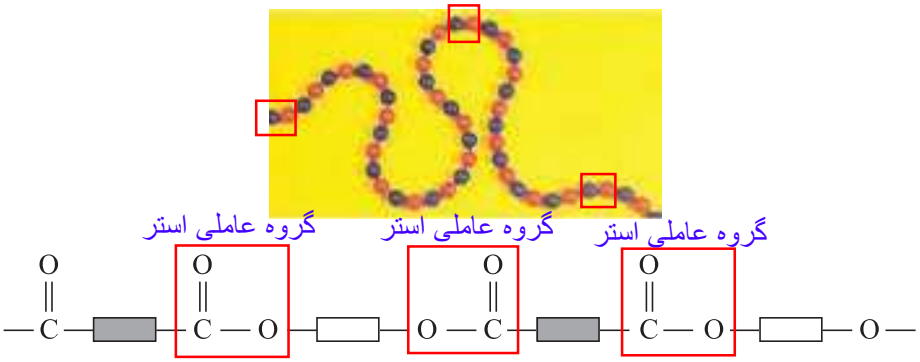
تاکنون با پلیمرهایی آشنا شدید که از واکنش مونومرهای دارای پیوند دوگانهٔ کربن-کربن در زنجیر کربنی به دست می‌آیند. افزون بر آنها در صنعت، پلیمرهای دیگری نیز ساخته شده است، پلیمرهایی که در ساختار آنها افزون بر اتم‌های کربن و هیدروژن، اتم‌های دیگری مانند اکسیژن، نیتروژن و... وجود دارند. در ادامه با تهیه،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

پلی استرها

نیاز به تولید پوشاک بیشتر و با کاربردهای گسترده‌تر، شیمی‌دان‌ها 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. پلی‌استرها دسته‌ای از آنها هستند که از اتم‌های **C**، **H** و **O** تشکیل شده‌اند. از این پلیمرها می‌توان الیاف، نخ و در

پلی استر

نهایت پارچه‌های پلی‌استری تولید کرد. شکل ۹ نمایی از ساختار کلی پلی استرها را نشان می‌دهد.



شکل ۹ـ الگویی از ساختار پلی استرها

برای اینکه بدانید چنین پلیمرهایی از چه موادی تهیه می‌شوند، افزون بر گروه عاملی هیدروکسیل باید با گروه عاملی کربوکسیل و به‌ویژه گروه عاملی استر و برخی رفتار آنها بیشتر آشنا شوید.

آیا می‌دانید

بوی خوش گل یاسمن به دلیل وجود نوعی استر است.

استر چیست؟ و چگونه ساخته می شود؟ مثال بزنید؟

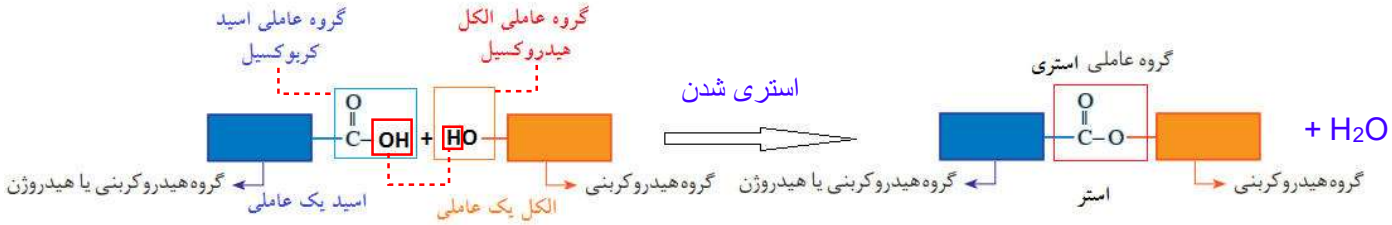
1- استرها دسته‌ای از مواد آلی هستند که منشأ بوی خوش شکوفه‌ها، گل‌ها، عطرها و نیز بو و طعم میوه‌ها هستند. برای نمونه، بو و طعم خوش آناناس به دلیل وجود اتیل بوتانوات در آن است (شکل ۱۰).

مثال

شکل ۱۰ـ فرمول ساختاری و مدل فضا پرکن اتیل بوتانوات

با دقت در ساختار مولکول استر در می‌یابید 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

2- یک الکل با یک کربوکسیلیک اسید ایجاد می‌شود (شکل ۱۱).



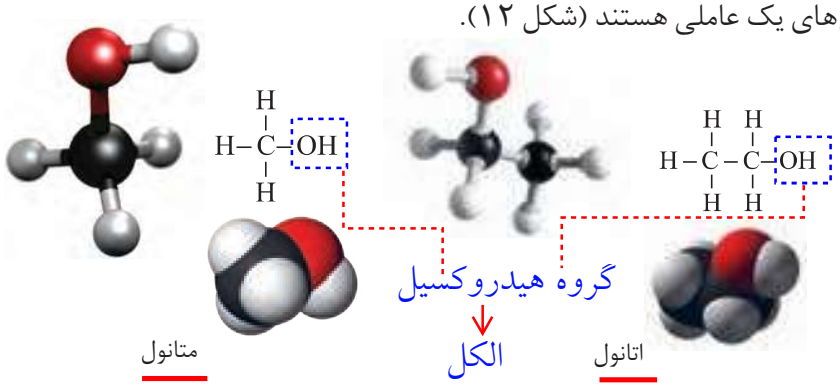
شکل ۱۱ـ نمایش گروه عاملی استر

آب + استر ⟵ الکل یک عاملی + اسید یک عاملی

الکل‌ها و اسیدها

الکل چیست؟ مثال بزنید؟

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 خانوادهٔ الکل‌های یک عاملی هستند (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ـ فرمول ساختاری، مدل فضاپرکن و گلوله ـ میله برای متانول و اتانول

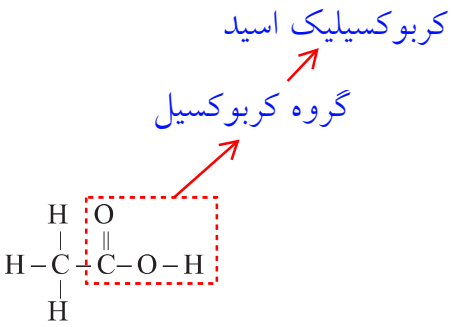
الکل‌های یک عاملی را می‌توان با فرمول **ROH** نشان داد که در آن، **R** یک زنجیر هیدروکربنی است.

اسید آلی یا کربوکسیلیک اسید چیست؟ مثال بزنید؟

کربوکسیلیک اسیدها نیز دسته‌ای دیگر از ترکیب‌های آلی هستند که گروه عاملی کربوکسیل (**COOH–**) دارند. این ترکیب‌ها مزهٔ ترش دارند به طوری که مزهٔ ترش میوه‌هایی مانند انگور، لیمو ترش، کیوی، گوجه سبز و... ناشی از وجود چنین مولکول‌هایی در آنهاست.

مثال متانوئیک (فورمیک) اسید، **HCOOH**، اولین عضو خانوادهٔ کربوکسیلیک اسیدهاست که بر اثر گزش مورچهٔ سرخ وارد بدن شده و باعث سوزش و خارش در محل گزیدگی می‌شود.

مثال اتانوئیک اسید (استیک اسید) یک اسید دو کربنی است که یکی از پرکاربردترین اسیدها در زندگی روزانه است (شکل ۱۳).



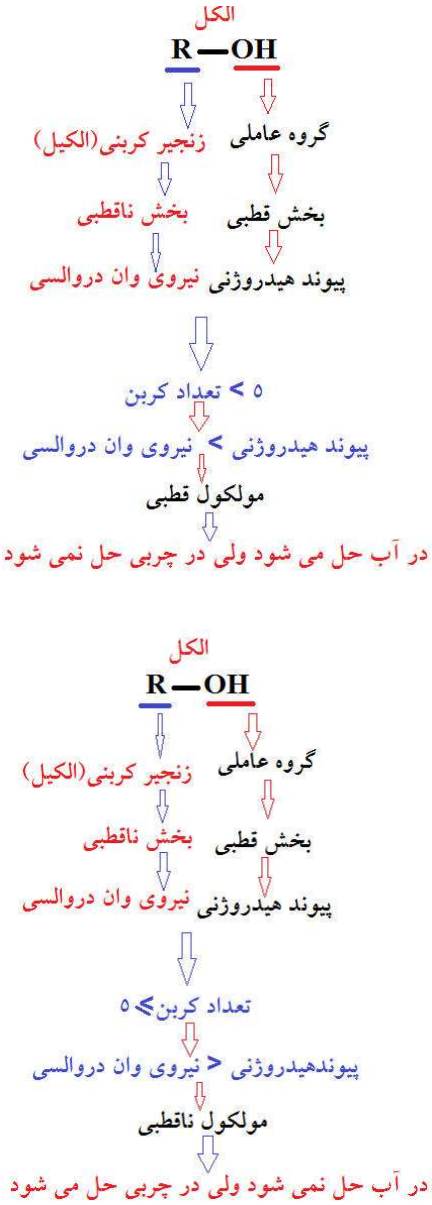
شکل ۱۳ـ فرمول ساختاری استیک اسید و کاربردی از آن

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

نکته گروه های عاملی بخش قطبی مولکول را تشکیل می دهند

آیا می‌دانید

متانوئیک‌اسید ساده‌ترین اسید آلی است که در سال ۱۶۷۰ کشف شد و چون از تقطیر مورچهٔ سرخ به‌دست 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:

ناقطبی — قطبی

۱) CH_3-CH_2-OH → مولکول قطبی → **در آب حل می شود**

۲) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ → مولکول ناقطبی → **در آب حل نمی شود**

ناقطبی — قطبی

الف) پیش‌بینی کنید چه نوع نیروهای بین مولکولی در این دو الکل وجود دارد؟

ب) مولکول این الکل‌ها دو بخش قطبی و ناقطبی دارند. با توجه به اینکه گشتاور دوقطبی هیدروکربن‌ها حدود صفر است، این دو بخش را در هر مولکول بالا مشخص کنید.

وان دروالسی و هیدروژنی

پ) پیش بینی کنید در شرایط یکسان انحلال‌پذیری کدام الـ در آب بیشتر است؟ **شماره یک**

ت) درستی پیش‌بینی خود را با توجه به داده‌های جدول زیر بررسی کنید.

فرمول الکل	انحلال پذیری ($g/100gH_2O$)
CH_3CH_2OH (اتانول)	به هر نسبتی حل می‌شود
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2OH$ (اوکتانول)	۰/۰۴۶

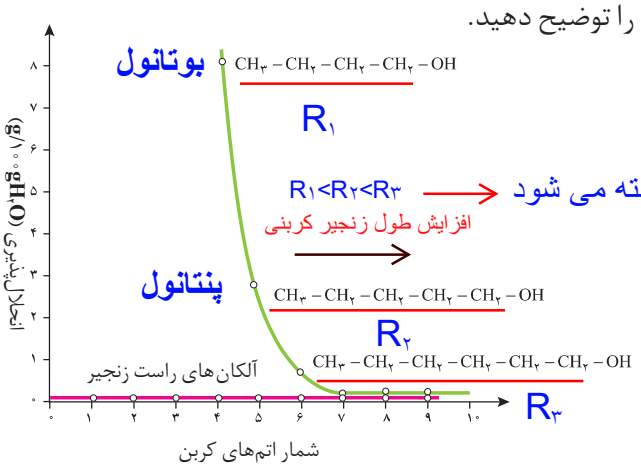
ث) دربارهٔ درستی جمله زیر گفت‌وگو کنید.

«**با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در الکل‌ها، نیروی وان‌دروالس بر هیدروژنی غلبه می‌کند و ویژگی ناقطبی الکل افزایش می‌یابد.**»

بخش هیدروکربنی ناقطبی است و با افزایش طول آن بخش ناقطبی بر بخش قطبی غلبه پیدا می کند و مولکول ناقطبی می شود

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

روند تغییر آنها را توضیح دهید.



انحلال پذیری الکل به انحلال پذیری آلکان راست زنجیر می رسد

انحلال پذیری کاسته می شود

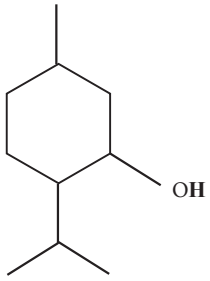
دریافتید که مولکول الکل‌ها دو بخش قطبی و ناقطبی دارد. زنجیر هیدروکربنی، بخش ناقطبی مولکول و گروه عاملی هیدروکسیل، بخش قطبی مولکول را تشکیل می‌دهد. بنابراین

در حاشیه کتاب ص ۱۰۹ توضیح داد شد

در الکل‌ها دو نوع نیروی بین مولکولی هیدروژنی و وان‌دروالسی 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 به‌خوبی 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.

آیا می‌دانید

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



خود را بیازمایید

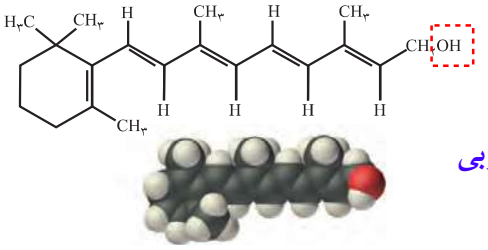
۱ـ کدام ویتامین‌های زیر در آب و کدام‌ها در چربی حل می‌شود؟ چرا؟

الف) ویتامین آ (A)

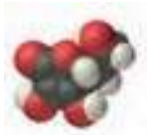
بخش قطبی < بخش ناقطبی

ناقطبی

محلول در چربی



ب) ویتامین ث (C)



بخش ناقطبی > بخش قطبی ← قطبی

محلول در آب

پ) ویتامین دی (D)

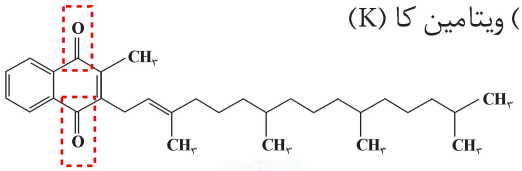
بخش قطبی > بخش ناقطبی ← ناقطبی

محلول در چربی

شاید تاکنون با افردی روبه‌رو شد اید 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 مادهٔ آلی هستند. یکی از ترکیب‌های آلی موجود در برخی از آنها منتول است.

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.

ت) ویتامین کا (K)



بخش قطبی > بخش ناقطبی ← ناقطبی

محلول در چربی

۲ـ مصرف بیش از اندازهٔ کدام دسته از ویتامین‌ها برای بدن مشکل خاصی ایجاد نمی‌کند؟ چرا؟ محلول در آب چون در آب حل می شود و اضافی آن از طریق ادرار دفع می شود

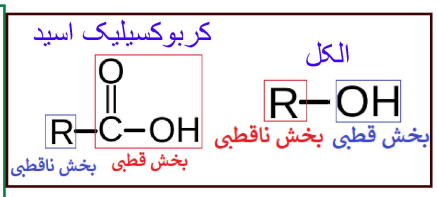
۳ـ گروه‌های عاملی موجود در هر یک از ترکیب‌های بالا را مشخص کنید.

۴ـ عبارت زیر را با خط زدن واژهٔ 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 ~~قطبی~~ ناقطبی بزرگ‌تر می‌شود، قطبیت مولکول کاهش ~~افزایش~~ می‌یابد و انحلال‌پذیری آن در آب ~~بیشتر~~ کمتر می‌شود.

نکته بسیار مهم

کربوکسیلیک اسید — الکل



1 واکنش استری شدن چیست؟ مثال بزنید؟

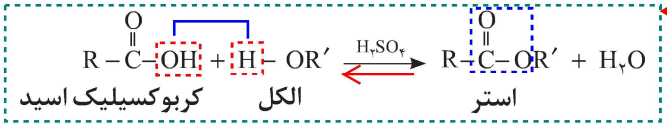
H_2SO_4

واکنش استری شدن: آب + استر ⇌ الکل یک عاملی + کربوکسیلیک اسید یک عاملی

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.

معادلهٔ زیر واکنش شیمیایی انجام شده را توصیف می‌کند.

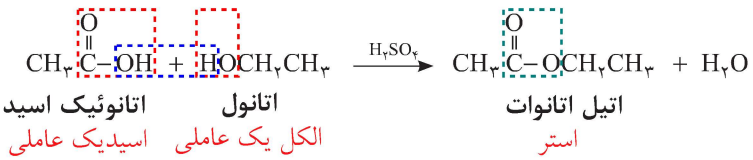
2 واکنش کلی



با این توصیف از واکنش استیک اسید با اتانول، طبق معادلهٔ زیر اتیل‌استات به دست می‌آید.

اتانوییک اسید — اتیل اتانوات

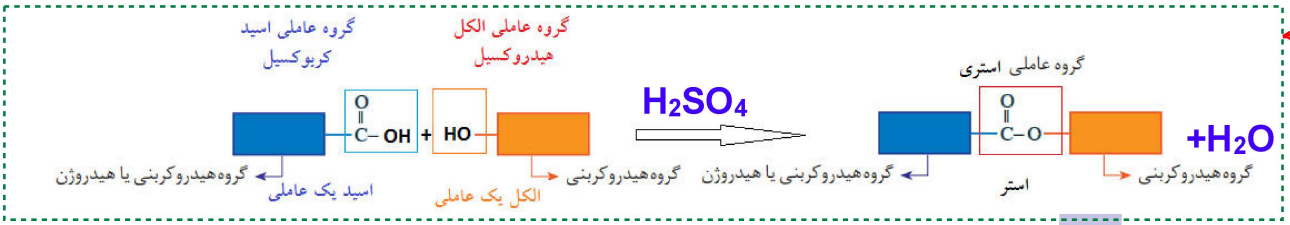
مثال



آیا می‌دانید

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

3



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

واکنش تولید اتیل بوتانوات را بنویسید؟ و کاربرد آن را ذکر کنید؟

$$CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + HO-CH_2CH_3 \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2CH_2\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_3 + H_2O$$

بوتانوئیک اسید	اتانول	اتیل بوتانوات
اسیدیک عاملی	الکل یک عاملی	استر

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	HO پنتانول	OH اتانوییک اسید	پنتیل اتانوات
سیب	CH_3OH متانول	OH بوتانوئیک اسید	متیل بوتانوات
انگور	OH اتانول	OH هپتانوئیک اسید	اتیل هپتانوات

بسیار مهم

پلی استر چیست؟

اکنون با توجه به واکنش استری شدن، می‌توان نتیجه گرفت که از واکنش یک کربوکسیلیک‌اسید دوعاملی با یک الکل دو عاملی در شرایط مناسب، یک پلی‌استر تولید می‌شود. در مرحلهٔ نخست این واکنش، یکی از گروه‌های هیدروکسیل موجود در الکل با یکی از گروه‌های کربوکسیل موجود در اسید ترکیب شده و با از دست دادن آب، گروه عاملی استری را ایجاد می‌کند (شکل ۱۴ـ الف).

۱

۱) $HOOC-\square-COOH + HO-\square-OH \xrightarrow{\triangle} HOOC-\square-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-\square-OH + H_2O$

شکل ۱۴ـ الف) الگویی از واکنش استری شدن بین کربوکسیلیک‌اسید و الکل دو عاملی

همان‌طور که در شکل ۱۴ـ الف می‌بینید در ساختار فراورده، همچنان یک گروه عاملی هیدروکسیل و یک گروه عاملی کربوکسیل وجود دارد. این ساختار نوید می‌دهد که واکنش استری شدن می‌تواند ادامه پیدا کند، آن‌چنان که از یک سو با عامل اسیدی و از سوی دیگر با عامل الکلی در واکنش شرکت می‌کند. با ادامهٔ این روند مولکول‌های بیشتر و بیشتری با یکدیگر واکنش می‌دهند و سرانجام مولکول‌هایی با زنجیر بلند و شمار زیادی عامل استری تشکیل می‌شود. فراورده‌ای که **پلی‌استر**[1] نامیده می‌شود (شکل ۱۴ـ ب).

۲

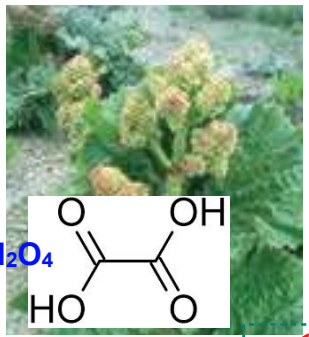
$$HO-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\square-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + HO-\square-OH \xrightarrow{\text{استری شدن}} \left[-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\square-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-\square-O-\right]_n + H_2O$$

اسید دوعاملی — الکل دوعاملی — پلی استر

آب + پلی استر ← (استری شدن) ← الکل دوعاملی + اسید دو عاملی

آیا می‌دانید

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



$C_2H_2O_4$

اسید دو عاملی HOOCCOOH

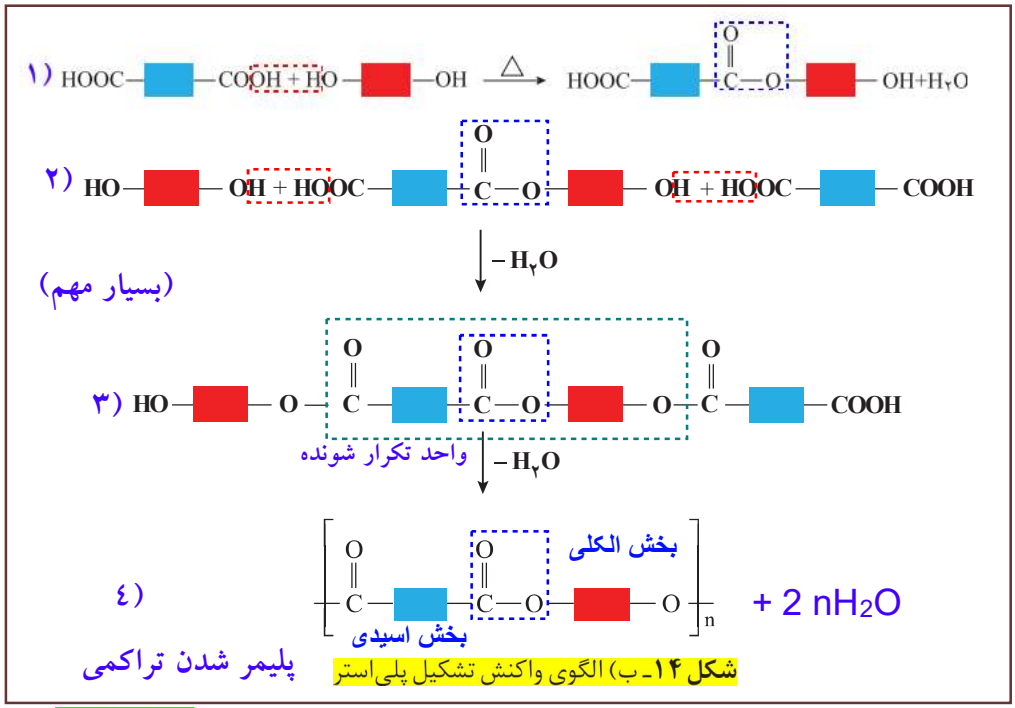
یون اگزالات $C_2O_4^{2-}$

اسید دو عاملی

$$\begin{array}{l} HO-CHCOOH \\ | \\ HO-CHCOOH \end{array}$$

$C_4H_6O_6$

مراحل تولید پلی استر را با رسم شکل نشان دهید؟

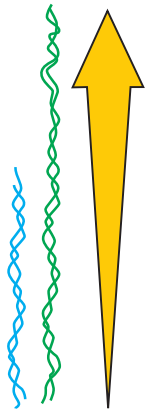


شکل ۱۴ـ ب) الگوی واکنش تشکیل پلی‌استر

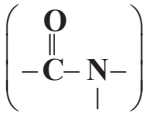
آیا می‌دانید

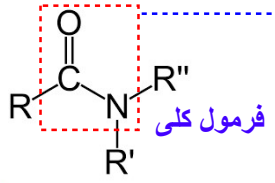
نخ‌های خیاطی از جنس پلی استر هستند. هر چه مولکول سازنده پلی استر طولانی‌تر باشد، نیروی بین آنها قوی‌تر و استحکام نخ آن بیشتر است.

می‌دانید که رفتار و ویژگی‌های مواد به ساختار آنها بستگی دارد. بنابراین با استفاده از کربوکسیلیک اسیدها و الکل‌های دوعاملی گوناگون، پلی‌استرهایی 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 شیمی‌دان‌های بیشتری به بررسی واکنش پلیمری‌شدن علاقه‌مند شوند. نتیجهٔ این بررسی‌ها شناسایی دستهٔ تازه‌ای از پلیمرها بود.

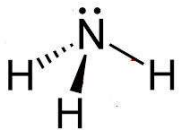


پلی آمیدها

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 در طول  زنجیر کربنی تکرار شده است (شکل ۱۵).

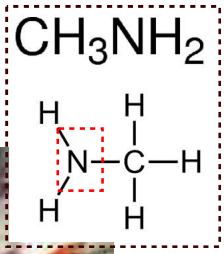


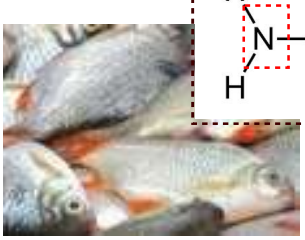
فرمول کلی



آمونیاک

شکل ۱۵ـ نمونه‌هایی از پلیمرهای طبیعی





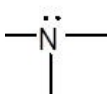
بوی ماهی به دلیل وجود متیل آمین و برخی آمین‌های دیگر است.

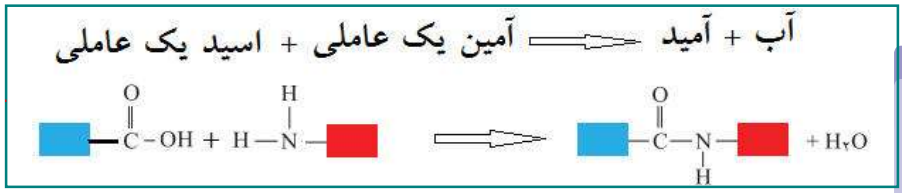
آمید چیست؟

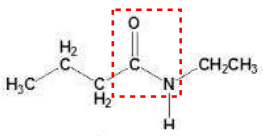
عامل آمیدی از واکنش اسید آلی با آمین به دست می‌آید. آمین، ترکیبی آلی است که در ساختار آنها اتم‌های **C**، **H** و **N** وجود دارد. متیل آمین، ساده‌ترین آمین است. وجود اتم نیتروژن، خواص شیمیایی و فیزیکی منحصر به فردی به آمین‌ها داده است (شکل ۱۶). به

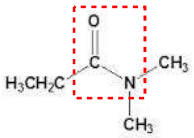
آمین چیست؟ مثال بزنید؟

۱ ترکیباتی هستند که دارای گروه عاملی آمینی هستند

۲ 







این ترکیبات جهت آشنایی است
لازم به یادگیر نام و فرمول آن ها نیست

آمید ها

$CH_3 - N - H$ (H)

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

نکته 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 می‌دهد (شکل ۱۷ـ الف).

مراحل تولید یک پلی امید را با رسم شکل نشان دهید؟

۱) $HOOC-R-COOH + H_2N-R-NH_2 \xrightarrow{\triangle} HOOC-R-CO-NH-R-NH_2 + H_2O$

دی اسید — دی آمین

شکل۱۷ـ الف) تشکیل گروه آمیدی

با ادامهٔ واکنش، گروه‌های آمیدی بیشتری تشکیل شده و سرانجام **پلی‌آمید**[1] تولید می‌شود (شکل ۱۷ـ ب).

۲) $H_2N-R-NH_2 + COOH-R-CO-NH-R-NH_2 + HOOC-R-COOH \xrightarrow{-H_2O}$

بسیار مهم

۳) $H_2N-R-NH-CO-R-CO-NH-R-NH-CO-R-COOH \xrightarrow{-H_2O}$

واحد تکرار شونده

۴) $[-CO-R-CO-NH-R-NH-]_n + 2nH_2O$

بخش آمینی — بخش اسیدی

پلیمر تراکمی

شکل ۱۷ـ ب) الگوی واکنش تشکیل پلی‌آمید

نکته پلی‌آمیدهای ساختگی را در صنایع پتروشیمی از واکنش دی‌آمین‌ها با دی اسیدها تولید می‌کنند. **کولار**[2] یکی از معروف‌ترین پلی‌آمیدها است. این پلیمر از فولاد هم جرم خود پنج برابر مقاوم‌تر است. از کولار در تهیهٔ تایر اتومبیل، قایق بادبانی، لباس‌های مخصوص مسابقهٔ موتورسواری و جلیقه‌های ضدگلوله استفاده می‌شود (شکل ۱۸).

کولار چیست؟
ویژگی های آن را بنویسید؟

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

آب + پلی آمید ⟸ آمین دو عاملی + اسید دو عاملی
(دی آمین ها) (دی اسیدها)

پلی آمید چیست؟
دسته ای از پلیمرها هستند که گروه عاملی آمیدی در طول زنجیر کربنی تکرار شده است و از واکنش مقابل بدست می آید

گروه عاملی آمیدی $-C(=O)-N(H)-$

۲- Kevlar

شکل ۱۸ـ برخی کاربردهای کولار

پلیمرها، ماندگار یا تخریب پذیر

نشاسته چیست؟

آیا نان یا سیب زمینی مز ای شیرین دارد؟ نان و سیب‌زمینی از نشاسته غنی هستند. نشاسته، پلی‌ساکاریدی است که از اتصال مولکول‌های گلوکز به یکدیگر تشکیل شده است.

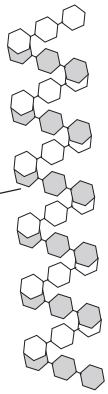
اینک پاسخ شما به پرسش بالا چیست؟ واقعیت این است که اگر نان را برای مدت طولانی‌تری در دهان بجَوید، مزه‌ای شیرین احساس خواهید کرد. سیب زمینی پخته نیز اندکی مزهٔ شیرین دارد. این مزهٔ شیرین ناشی از چیست؟

مولکول های نشاسته در چه شرایطی به مونومرهای سازنده خود تجزیه می شوند؟

شیمی‌دان‌ها بر اساس یافته‌های تجربی دریافته‌اند که مولکول‌های نشاسته در شرایط مناسب مانند[۱] محیط مرطوب با کاتالیزگر یا[۲] محیط گرم و مرطوب به آرامی به مونومرهای سازنده (گلوکز) تبدیل می‌شوند و مزهٔ شیرین ایجاد می‌کنند. نشاسته هنگام گوارش (که از دهان آغاز می‌شود) به گلوکز تبدیل م گردد. در واقع گوارش نشاسته شامل واکنش شیمیایی تبدیل آن است که به کمک آنزیم‌ها تسریع می‌شود (شکل ۱۹).

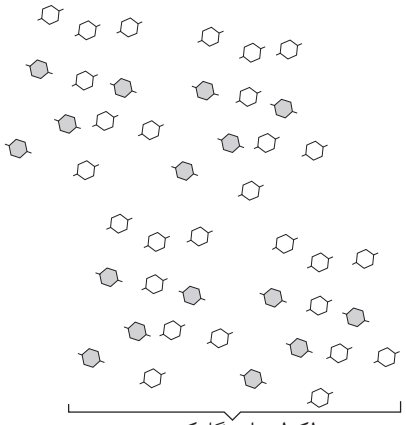
آیا می‌دانید

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



مولکول نشاسته

پلیمر طبیعی



مولکول‌های گلوکز

مونومر

شکل ۱۹ـ الگوی تبدیل نشاسته به مونومرهای سازندهٔ آن

واکنش آب کافت یا هیدرولیز استرها چیست؟

استرها نیز در شرایط مناسب با آب واکنش می‌دهند و به الکل و اسید آلی سازنده تبدیل می‌شوند. این واکنش به آب‌کافت استرها معروف است. برای نمونه معادلهٔ زیر آب‌کافت

$$\text{استر} + \text{آب} \xrightarrow{H_2SO_4} \text{اسیدیک عاملی} + \text{الکل یک عاملی}$$

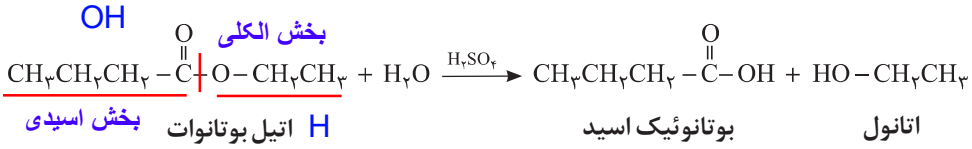
واکنش آب کافت یا هیدرولیز آمیدها چیست؟

آمید ها نیز در شرایط مناسب با آب واکنش می دهند و به آمین و اسید سازنده تبدیل می شوند. این واکنش به آب کافت آمید ها معروف است

آمین یک عاملی + اسید یک عاملی ⟵ آب + آمید

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

مثال آبکافت استر ها



نکته

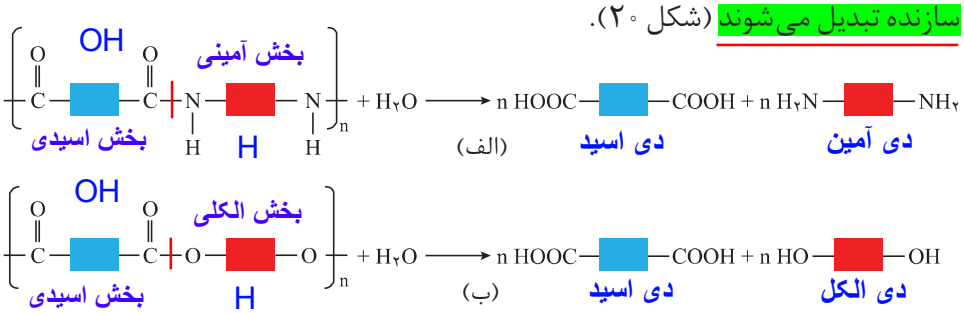
پلی‌آمیدها و پلی‌استرها نیز در شرایط مناسب با آب واکنش می‌دهند و به مونومرهای سازنده تبدیل می‌شوند (شکل ۲۰).

آب کافت یا هیدرولیز

پلیمرهای تراکمی

پلی آمید ها

پلی استر ها



شکل ۲۰ـ الف) نمایی کلی از واکنش‌های تجزیه پلی‌آمید و ب) تجزیه پلی‌استر

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 سازندهٔ 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. **نکته**

چرا پس از مدتی تارو پود لباس ها سست و پوسیده می شود؟

- 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 زیست‌تخریب‌پذیرند.

مواد زیست تخریب پذیر چیست؟

خود را بیازمایید

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

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

چون با جذب گرما و رطوبت به مونومرهای سازنده خود تبدیل می شوند

۲ـ چرا استفادهٔ بی رویه از شوینده‌ها در شستن لباس‌ها سبب پوسیده شدن سریع‌تر آنها می‌شود؟

شوینده ها با پلیمرهای موجود در لباس ها واکنش می دهند و سبب از هم گسیختگی ساختار مولکولی این لباس ها شده و استحکام الیاف را از بین می برند

۳ـ اگر لباس‌ها را برای مدت طولانی در محلول آب و شوینده قرار دهید، بوی بد و نافذی پیدا می‌کنند. توضیح دهید چه رخ می‌دهد؟

اغلب لباس ها از جنس پلی استر است و وقتی داخل شوینده ها قرار می گیرند به الکل و اسید آلی تجزیه می شوند که هر دو بوی بد می دهند

۴ـ 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

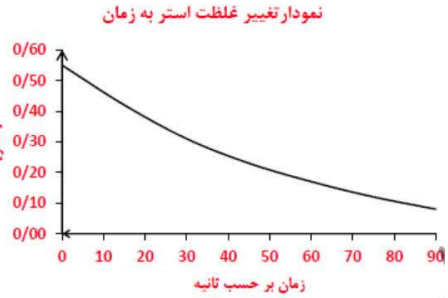
هنگامی که سفید کننده ها و شوینده ها را در آب می ریزیم رقیق تر شده و قدرت پاک کنندگی شیمیایی خود را تا حد زیادی از دست می دهند

محسوسی در رنگ لباس ایجا نمی‌شود. چرا؟

نکته

۵- لباس‌های پلی‌استری در اثر عوامل محیطی در طول زمان پوسیده می‌شوند. این پوسیده شدن به معنی شکستن پیوندهای استری و سست شدن تار و پود لباس است. جدول زیر اده‌های مربوط به واکنش آبکافت یک نوع استر را در حضور اسید نشان می‌دهد. با توجه آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید:

[استر]	۰/۵۵	۰/۴۲	۰/۳۱	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۰۸
زمان (s)	۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰	۷۵	۹۰



الف) نمودار تغییر غلظت استر برحسب زمان را رسم کنید.

$t_1=0\ s$
$t_2=30s$ $\rightarrow \Delta t = 30\ s$

ب) سرعت متوسط آبکافت استر در بازهٔ زمانی صفر تا ۳۰ ثانیه چند مول بر لیتر بر ثانیه است؟

$\Delta[\text{استر}] = 0/31-0/55=-0/24\ mol/L$ $\quad R=-\frac{-0/24mol}{30L.s}=0/008\ mol/L.s$

پ) سرعت واکنش در کدام بازه زمانی بیشتر است؟ چرا؟

صفر تا ۲۰ ثانیه ۶۰ تا ۹۰ ثانیه

در ابتدای واکنش غلظت واکنش دهنده ها بیشتر است و سرعت واکنش بیشتر می باشد و با گذشت زمان غلظت واکنش دهنده ها و سرعت واکنش کاهش می یابد

هرچند پلی‌استرها و پلی‌آمیدها شکسته می‌شوند، اما آهنگ این واکنش‌ها به ساختار مونومرهای سازنده بستگی دارد. بنابراین جنس لباس، در مدت زمان استفاده از آن مؤثر است. تجربه نشان می‌دهد که به‌طور کلی واکنش آبکافت پلی‌استرها و پلی‌آمیدها بسیار کند است. به همین دلیل لباس‌های تهیه شده از این نوع پارچه‌ها برای مدت‌های طولانی قابل استفاده است زیرا استحکام خود را حفظ می کنند. این در حالی است که پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های سیرنشده، به انجام واکنش تمایلی ندارند و از این رو پوشاک و پوشش‌های تهیه شده از این مواد در طبیعت تجزیه نمی‌شوند و برای سالیان طولانی دست نخورده باقی می‌مانند. در واقع پلیمرهای ماندگارند. علت این است که این پلیمرها، ساختاری شبیه به آلکان‌ها دارند و سیر شده هستند. هر چند استفاده از این پلیمرها صرفهٔ اقتصادی دارد، اما از نگاه پیشرفت پایدار، تولید و استفاده از این پلیمرها الگوی مصرف مطلوبی نیست زیرا ماندگاری دراز مدت این مواد در طبیعت سبب ایجاد مشکلات فراوانی مانند تبدیل م یط‌زیست به گورستان زباله، کثیف شدن چهرهٔ شهرها و محیط‌زیست، آسیب زدن به زندگی جانداران و... می‌شود که هزی ه‌های تحمیل شده به اقتصاد یک جامعه را خیلی بالا می‌برد. بدیهی است بازیافت این مواد یکی از راهکارهای عملی است که به حفظ و بهره‌برداری بهینه از منابع منجر خواهد شد. به منظور آسان‌سازی و افزایش کارایی بازیافت و افزایش کیفیت فراورده‌های حاصل از بازیافت، برای هر پلیمر نشانه‌ای در نظر گرفته‌اند که بر روی کالاها حک می‌شود.

نام پلیمر	نشانه پلیمر
پلی اتیلن ترفتالات	۱ PET
پلی اتن سنگین	۲ HDPE
پلی وینیل کلرید	۳ PVC ,or V
پلی اتن سبک	۴ LDPE
پلی پروپن	۵ PP
پلی استیرن	۶ PS

چرا برای هر پلیمر نشانه یا عددی در نظر می گیرند وآن را روی کالا حک می کنند؟

پلیمرها

طبیعی ← ۱۱۸ زیست تخریب پذیرند ← مثل سلولز- نشاسته- پروتئین- پنبه و غیره

ساختگی
1- پلی استر و پلی آمید ها ← زیست تخریب ناپذیرند ← تجزیه بسیار کند دارند
2- پلیمرهای حاصل از هیدروکربن های سیرنشده(مثل پلی اتن) ماندگارند و زیست تخریب ناپذیرند در طبیعت تجزیه نمی شوند

روش های حفظ و بهره برداری بهتر از منابع

1- بازیافت برای راحتی و افزایش کارایی بازیافت و افزایش کیفیت فراورده های حاصل از بازیافت نشانه ای بر روی کالا ها حک می کنند

2- جایگزینی پلیمرهای ساختگی با پایه ی نفتی با پلیمرهای سبز و زیست تخریب پذیر

این نشانه شامل عددی است که درون یک مثلث قرار دارد. از این رو انتظار م رود که این نشانه روی همهٔ کالاهای ایرانی نیز حک شود تا فرایند بازیافت آنها آسان‌تر شود.

جایگزینی پلیمرهای ساختگی با پایهٔ نفتی با پلیمرهای زیست تخریب پذیر، راهکار دیگری است که در دو دهه اخیر مورد توجه همهٔ جهانیان قرار گرفته است.

پلیمر سبز[1]

پلیمر سبز چیست؟ مثال بزنید؟ و کار برد و ویژگی آن را بنویسید؟

شیر ترش‌شده دارای لاکتیک اسید است. **نکته**

شیمی‌دان‌ها 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 دی اکسید تبدیل می‌شوند. به همین دلیل به پلیمرهای دوستدار محیط زیست یا پلیمرهای سبز معروف هستند.

این پلیمرها را از فراورده‌های کشاورزی مانند سیب‌زمینی، ذرت و نیشکر تهیه می‌کنند. به‌طوری که نخست نشاستهٔ موجود در این مواد را به لاکتیک اسید تبدیل کرده، سپس از واکنش پلیمری شدن آن در شرایط مناسب **پلی لاکتیک اسید**[2] تولید می‌کنند.

مثال و کاربرد

از پلی‌لاکتیک اسید انواع ظرف‌های پلاستیکی یکبار مصرف مانند وسایل آشپزخانه، سفره، سطل زباله، کیسهٔ 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 محیط‌زیست برجای می‌گذارند.

سیب زمینی / ذرت و نیشکر ⇦ نشاسته ⇦ لاکتیک اسید ⇦ پلی لاکتیک اسید

آیا می‌دانید

از پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر برای بخیه زدن استفاده می‌شود. **نکته**

در میان تارنما ها

شیمی‌دان‌ها 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 دربارهٔ آنها اطلاعات جمع‌آوری و در کلاس ارائه کنید.

۱ـ Green Polymer

۲ـ Poly Lactic Acid (PLA)