

## شیمی ۲

### پوشاک، نیازی پایان ناپذیر

فصل ۳



استاد: دکتر حسن پلویی

## صنعت پوشاک و نساجی

اجداد ما با استفاده از هوش و استعداد و البته با تجربه‌های برداشت شده از طبیعت، نخستین پوشش‌ها را از جنس پشم و مو و پوست جانوران تهیه کردند به تدریج از بافت‌های گیاهی مانند پنبه نیز برای پوشش استفاده کرده و کم کم با پیشرفت انسان‌ها صنعتی به نام «صنعت پوشاک» ایجاد شد. امروزه این صنعت به شرایط آب و هوایی، فرهنگ، آداب و رسوم و باورها و ... بستگی دارد.



(پ)



(ب)



(الف)

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



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

## نقش‌های پوشاک

- الف- پوشش بدن
- ب- نقش مؤثر در تمدن بشری: پوشاک هر قوم بیانگر توانایی و مهارت هنری و دستی هر قوم و نیز آداب و رسوم آنهاست.
- پ- محافظت از بدن در برابر عوامل محیطی مانند سرما و گرما، نور خورشید و ...
- ت- ایمنی فیزیکی در برابر عوامل خطرناک: مانند کلاه ایمنی و ...
- ث- ایمنی از بدن در برابر عوامل شیمیایی، مانند سم‌ها و اسیدها و ...

## مراحل تولید پوشاک (صنعت نساجی)

ریسندگی بافندگی فرآوری پارچه آماده برای استفاده ← دوزندگی پوشاک  
 الیاف ← نخ ← پارچه خام ← (رنگ کردن و...)



پارچه خام

بافتندگی



نخ

ریسندگی



الیاف

دوزندگی

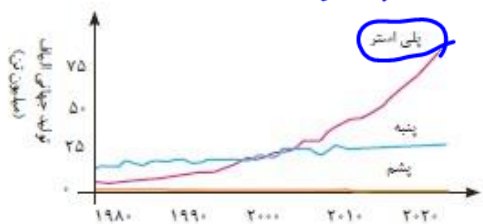


پارچه آماده استفاده



پوشاک  
پلیمرها  
(الیاف) پلی استر

### رشد فزآینده‌ی تولید و مصرف الیاف



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



میزان نسبی الیاف تولیدشده در جهان

با افزایش جمعیت و از طرفی تنوع و گسترش کاربرد پوشاک به تدریج ماده اولیه (الیاف) کافی برای تولید پوشاک به مشکل اصلی و گسترش صنعت پوشاک تبدیل شد. در نتیجه شیمی دان‌ها توانستند الیاف جدیدی را از نفت خام (طلای سیاه) و ترکیب‌های حاصله از آن تولید کنند که به این الیاف، «الیاف ساختگی» می‌گویند.

امروزه حدود  $\frac{2}{3}$  الیاف مورد نیاز پوشاک به طور ساختگی تهیه می‌شود (مانند پلی استرها) که سرعت تولید آن‌ها نیز با شیب بیشتر از سایر الیاف رو به افزایش است. مولکول‌ها را می‌توان به مولکول‌های کوچک ( $H_2$ )، متوسط و بزرگ (درشت مولکول) تقسیم کرد.

### درشت مولکول‌ها



ترکیبات مولکولی‌ای که اندازه مولکول‌های سازنده آن‌ها بسیار بزرگ باشد را درشت مولکول می‌گویند. به عبارتی تعداد اتم‌های تشکیل دهنده‌ی هر مولکول آن‌ها بسیار زیاد است و در نتیجه جرم مولی بسیار زیاد دارند.

۲- سلولز، نشاسته، پروتئین‌ها (مانند مولکول انسولین یا پروتئین‌های پشم و مو و ناخن و ...) ابریشم، نایلون، پلی اتن، چربی و روغن و ... از جمله درشت مولکول‌ها می‌باشند.

۳- در ترکیبات مولکولی هر چه جرم و حجم مولکول بیشتر باشد، نیروهای بین مولکولی قویتر بوده در نتیجه دمای ذوب و جوش بالاتر می‌شود. بنابراین دمای ذوب و جوش درشت مولکول‌ها به نسبت مولکول‌های کوچک و متوسط بیشتر بوده و در دمای اتاق معمولاً جامدند.

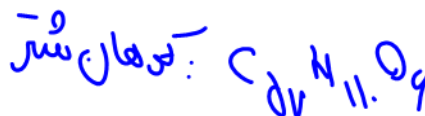
۴- درشت مولکول‌ها را می‌توان به دو دسته طبیعی (مانند نشاسته و انسولین و...) و ساختگی (مانند پلی اتن و...) تقسیم کرد.

۵- از طرفی درشت مولکول‌ها را می‌توان به دو دسته زیست تخریب پذیر یا زیست تخریب ناپذیر تقسیم کرد.

۶- از نظر ساختار و داشتن یا نداشتن «واحد تکرار شونده» نیز، درشت مولکول‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند: درشت مولکول‌های پلیمری و غیر پلیمری.

### (A) درشت مولکول‌های غیر پلیمری:

فاقد «قسمت تکرار شونده» می‌باشند. به عبارتی در مولکول آن‌ها نمی‌توان واحد مولکولی و قسمت‌هایی مشابه که در طول مولکول به تناوب تکرار می‌شوند، یافت. مانند روغن زیتون



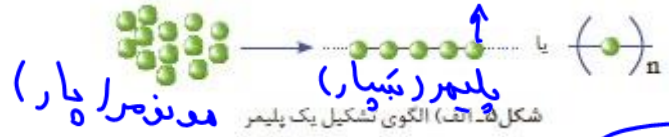
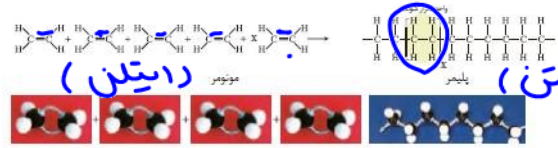
غیر پلیمری  
پلیمری

**B) درشت مولکول‌های پلیمری (بسیار):**

دارای واحد تکرار شونده (مجموعه ای از اتم‌ها) می‌باشند که بطور متوالی در درشت مولکول قابل ردیابی هستند.



انسولین

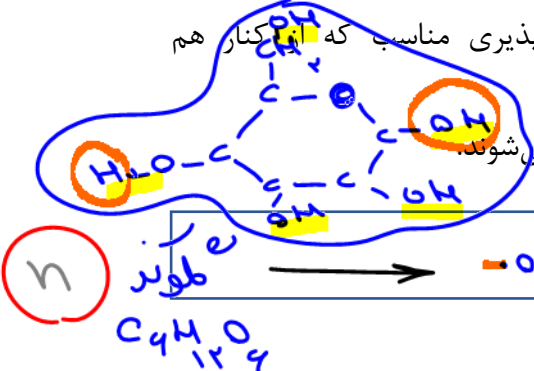


**چند اصطلاح رایج در مورد پلیمرها**

- ۱) واکنش پلیمر شدن (بسیارش): واکنشی که طی آن مولکول‌های کوچک (مونومر) در شرایط مناسب به یکدیگر متصل شده و مولکول‌هایی با زنجیره‌های بلند و جرم مولی زیاد به نام پلیمر را تولید می‌کنند.
- ۲) مونومر (تک پار): به مولکول‌های کوچک که از اتصال تعداد زیادی از آن‌ها، پلیمر تولید می‌شود، مونومر گویند.
- ۳) پلیمر (بسیار): به درشت مولکول‌هایی که از اتصال تعداد زیادی مولکول کوچک مونومر تولید شده اند، پلیمر گویند.

- ۴) واحد تکرار شونده: به مجموعه ای از اتم‌ها (مشابه مولکول‌های مونومر) که در طول مولکول پلیمر، تکرار می‌شوند
- ۵) لیف: رشته‌های نازک، بلند و مو ماندگی با استحکام و انعطاف پذیری مناسب که در کنار هم قرار گرفتن چندین مولکول پلیمر ایجاد می‌شود.

۶) الیاف: جمع لیف می‌باشد. به عبارتی با تنیده شدن لیف‌ها، الیاف ایجاد می‌شوند.

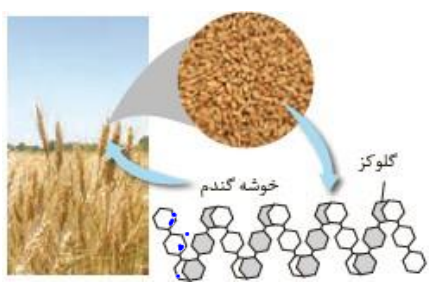


- ۱- یکی از الیاف طبیعی است (الیافی که در طبیعت یافت می‌شوند).
- ۲- حدود نیمی از لباس‌های تولیدی در جهان از پنبه تهیه می‌شوند.
- ۳- از پنبه علاوه بر پوشاک برای تهیه رویه مبلی، تور ماهیگیری، گاز استریل و ... هم استفاده می‌شود.
- ۴- پنبه از الیاف سلولز تشکیل شده است. سلولز درشت مولکول پلیمری است که از اتصال تعداد



بسیار زیادی گلوکز یعنی  $C_6H_{12}O_6$  (مونومر) ایجاد می‌شود. « $(C_6H_{10}O_5)_n$ »

**نکته ۱:** سلولز و نشاسته درشت مولکول‌های پلیمری هستند که مونومر هر دو گلوکز است. نحوه اتصال گلوکزها در سلولز به گونه ای است که مولکول سلولز حالت خطی است اما در نشاسته اتصال گلوکزها به شکلی متفاوت انجام می‌شود و باعث ایجاد حالت مارپیچی در نشاسته می‌شود.



**نکته ۲:** سلولز و نشاسته پلیمرهای تراکمی از نوع پلی ساکاریدها می‌باشند.

با هم ببیندیشیم

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

بلند  
کوتاه  
میکروب

$H_2O$

آب

خوشه گندم

گلوکز

$C_6H_{12}O_6$

پلی اتن

پروپان

$C_3H_8$

روغن زیتون

$C_{57}H_{104}O_2$

درشت مولکول  
عندپایه ۱

الف) جدول را کامل کنید.

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

$H_2O$

$C_2H_4$

$C_3H_8$

$C_6H_{12}O_6$

$C_{57}H_{104}O_2$

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

پ) درشت مولکول های جدول صفحه پیش را با هم مقایسه کنید. چه شباهت ها و تفاوت هایی دارند؟

ت) در کدام مولکول ها بخش هایی 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) پیش بینی کنید نیروی بین مولکولی در کدام دسته از مواد قوی تر است؟ چرا؟

درشت مولکول ها:

درشت بیای مولکولی: نرم

درشت بیای مولکولی: نرم

تست ۱: چه تعداد از مطالب زیر درست اند؟

- امروزه بیشتر الیاف لازم جهت تولید پوشاک از الیاف ساختگی است. ✓
- امروزه تولید الیاف ساختگی و طبیعی با شیب تقریباً برابر، رو به افزایش است. ✗
- امروزه حدود دو برابر الیاف طبیعی، از الیاف ساختگی برای تولید پلیمر استفاده می‌شود. ✗
- از الیاف ساختگی علاوه بر تهیه پوشاک، برای تهیه ظروف یکبار مصرف و نایلون و ... نیز استفاده می‌شود. ✓
- حدود نیمی از لباس‌های تولیدی در جهان، از پنبه تهیه می‌شوند. ✓

۵ (۴)      ۴ (۳)      ۳ (۲)      ۲ (۱)

تست ۲: کدام گزینه درست است؟

(۱) به مولکول‌های بزرگ با جرم مولی بسیار زیاد که از اتصال مولکول‌های کوچک ایجاد می‌شوند، درشت مولکول می‌گویند. →

(۲) سلولز، نشاسته و انسولین از نوع پلیمرهای طبیعی هستند. مانند مابقی پلیمرها در دمای معمولی جامدند.

(۳) پلی اتن، نشاسته، انسولین و روغن زیتون درشت مولکول بوده و دارای واحد تکرار شونده می‌باشند.

(۴) نیروی بین مولکولی و دمای ذوب پلیمرها بیشتر از مولکول‌های متوسط و کوچک است و تعداد عنصرهای آنها لزوماً بیشتر است. →

تست ۳: کدام گزینه نادرست است؟

(۱) شمار دقیق مونومرهای شرکت کننده در یک واکنش پلیمر شدن امکان پذیر نیست، بنابراین نمی‌توان فرمول مولکولی دقیق برای یک پلیمر بیان کرد.

(۲) پلیمر شدن واکنشی است که طی آن مولکول‌های سیر نشده با یکدیگر واکنش داده و پلیمر را ایجاد می‌کنند.

(۳) خواص مونومرهای یک پلیمر کاملاً متفاوت با آن پلیمر است.

(۴) مجموعه ای از اتم‌ها که در ساختار پلیمر تکرار می‌شوند را «واحد تکرار شونده» گویند.

❖ تقسیم بندی پلیمرها براساس نحوه واکنش پلیمر شدن: پلیمر افزایشی و پلیمر تراکمی

پلیمر

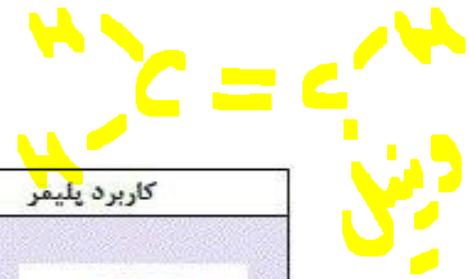
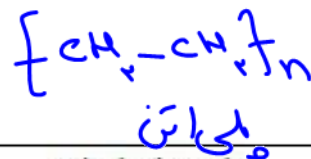
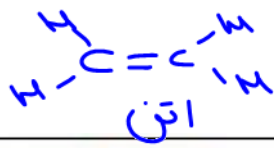
۱






پلی اتن: C و H

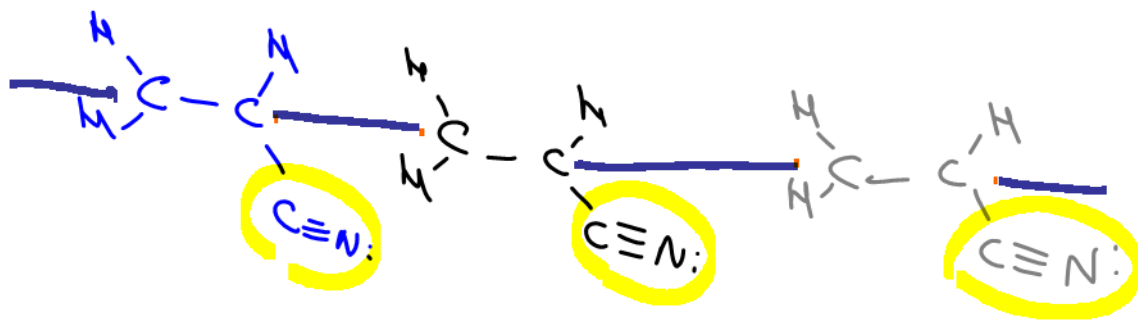
C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O  
تعدد



افزاسی  
مونومرها و پلیمرها تراکمی کتاب



نام و ساختار مونومر	نام و ساختار پلیمر	کاربرد پلیمر
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$ <p>سیانو اتن <math>\text{C}_3\text{H}_3\text{N}</math></p>	$\left[ \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 - \text{C} \\   \\ \text{CN} \end{array} \right]_n$ <p>پلی سیانو اتن</p>	 <p>پنبه</p>
$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 = \text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>پروپن <math>\text{C}_3\text{H}_6</math></p>	$\left[ \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 - \text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$ <p>پلی پروپن</p>	 <p>سرنج</p>
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$ <p>استیرن <math>\text{C}_8\text{H}_8</math></p>	$\left[ \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 - \text{C} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$ <p>پلی استیرن</p>	 <p>ظروف یکبار مصرف</p>
$\begin{array}{c} \text{F} & & \text{F} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{F} & & \text{F} \end{array}$ <p>تترافلورو اتن <math>\text{C}_2\text{F}_4</math></p>	$\left[ \begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\   &   \\ \text{C} - & \text{C} \\   &   \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right]_n$ <p>تفلون</p>	 <p>نخ دندان</p>
$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{Cl} \end{array}$ <p>کلرو اتن یا ویتیل کلرید <math>\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}</math></p>	$\left[ \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{CH}_2 - \text{C} \\   \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$ <p>پلی ویتیل کلرید</p>	

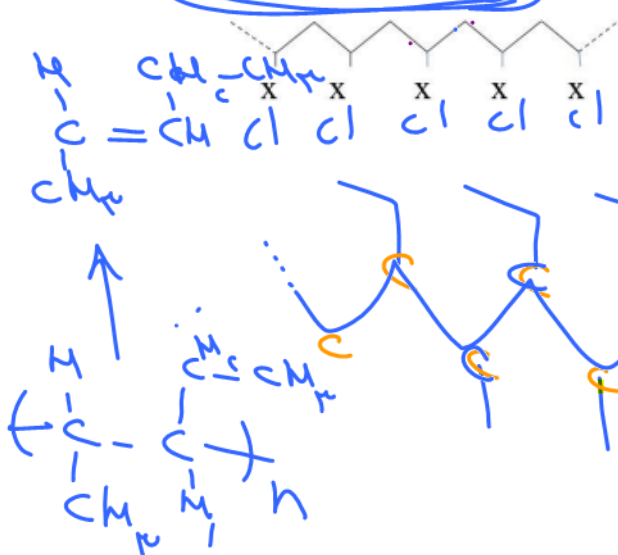
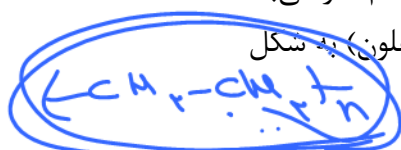


Dr. Hasan Pobei



چند نکته از پلیمرهای فوق

- ۱- پلی اتن، پلی پروپن، تفلون و پلی وینیل کلرید پلیمرهای سیر شده هستند.
- ۲- پلی سیانواتن به دلیل داشتن پیوند سه گانه  $C \equiv N$  سیر نشده بوده و هر واحد تکرار شونده آن دو پیوند سست (پای) دارد.
- ۳- پلی استیرن به دلیل داشتن حلقه بنزنی، در هر واحد تکرار شونده خود سه پیوند سست یا «پای» دارد.
- ۴- پلی اتن، پلی پروپن و پلی استیرن و مونومرهای سازنده آنها فاقد جفت الکترون ناپیوندی اند.
- ۵- هر «واحد تکرار شونده» پلی سیانو اتن یک جفت الکترون ناپیوندی روی اتم نیتروژن داراست.
- ۶- هر واحد تکرار شونده تفلون، ۱۲ جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتمهای فلورین دارد.
- ۷- هر واحد تکرار شونده P.V.C دارای ۳ جفت الکترون ناپیوندی روی اتم کلر می باشد.
- ۸- ساختار کلی پنج پلیمر افزایشی اشاره شده در کتاب درسی (غیر از تفلون) به شکل



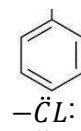
می باشد که:

H: بجای X در پلی اتن:

$-C \equiv N$ : در پلی سیانواتن:

$-CH_3$ : در پلی پروپن:

پلی استیرن:

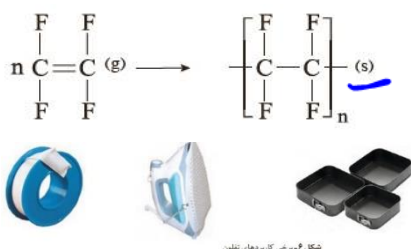


و در P.V.C:

قرار می گیرند.

- ۹- غیر از «استیرن» پنج مونومر دیگر در دمای اتاق گازی هستند، اما همه پلیمرها جامدند.

کشف تصادفی تفلون توسط پلانکت



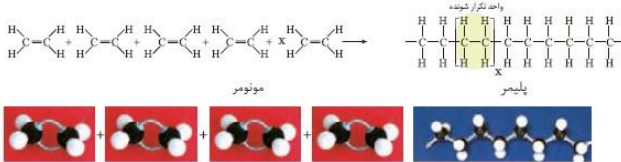
تترافلورو اتن گازی است که در سرد کننده‌ها کاربرد دارد. پلانکت که مشغول پژوهش بر روی سرد کننده‌ها بود متوجه شد که این گاز دمای اتاق و در فشار کپسول نگهداری آن، تبدیل به ماده ای جامد به نام پلی تترافلورو اتن و اتن یا همان تفلون می شود. این ماده دارای نقطه ذوب بالا و مقاوم در برابر گرماست.

از نظر شیمیایی بی اثر بوده و در حلال‌های آلی حل نشده و نجسب است. این ویژگی‌ها دلیل کاربرد وسیع این پلیمر در ظروف نجسب، آب بندی لوله‌ها، نخ دندان و... می باشد.

### پلی اتن سنگین و سبک



شکل ۷- برخی کاربردهای پلی اتن



می دانیم که از اتصال مولکول های اتن، پلیمری به نام پلی اتن تولید می شود. که جرم مولی  $10^4$  تا  $10^5$  دارد. جالب آنکه مولکول هایی اتن در شرایط گوناگون، نحوه اتصال متفاوت خواهند داشت و پلی اتن هایی با ساختار و ویژگی های متفاوت ایجاد می کنند که با توجه به چگالی، آن ها را به پلی اتن سبک و سنگین

دسته بندی می کنند. البته واکنش کلی تولید هر دو را به شکل زیر نمایش می دهند:

#### (A) پلی اتن سنگین:

اگر مولکول های اتن همگی به طور متوالی به یکدیگر متصل شوند و زنجیره پلیمر حاصل بدون شاخه باشد، به آن پلی اتن سنگین می گویند. زیرا چگالی بیشتری از پلی اتن سبک خواهد داشت.

#### (B) پلی اتن سبک:

در این پلی اتن، تعدادی از مولکول های اتن به شکل شاخه به زنجیره اصلی متصل می شوند و در نتیجه به دلیل ایجاد فضاهای خالی بین مولکول های پلی اتن، چگالی آن کمتر از پلی اتن سنگین می باشد:



**نکته ۱:** پلی اتن ها جامدی سفید رنگ هستند.

**نکته ۲:** با تغییر دما، فشار و کاتالیزهگر می توان پلی اتن مورد نظر را تولید کرد.

**نکته ۳:** در هر دو نوع پلی اتن همانند مابقی پلیمرها، نمی توان فرمول مولکولی مشخصی برای هر مولکول بیان کرد و  $n$  نشان دهنده تعداد متوسط واحد تکرار شونده هر مولکول است.

مقایسه ویژگی های پلی اتن سنگین و سبک		
سبک	سنگین	نوع پلی اتن
۰/۹۲	۰/۹۷	چگالی ( $\frac{g}{cm^3}$ )
شاخه دار	بدون شاخه	ساختار
برابر	برابر	درصد جرمی H, C
واندروالسی ضعیف تر	واندروالسی قوی تر	نیروهای بین مولکولی
کمتر	بیشتر	سختی و استحکام
شفاف	کدر	عبور نور
پایین تر	بالا تر	نقطه ذوب
بیشتر	کمتر	انعطاف پذیری
کیسه های پلاستیکی شفاف	لوله پلاستیکی، دبه آب و بطری شیر	کاربرد

خود را بیازمایید

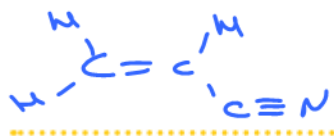
داده‌های تجربی نشان می‌دهد که چگالی پلی‌اتن‌های نشان داده شده در شکل ۸ برابر با ۰/۹۷ و ۰/۹۲ گرم بر سانتی متر مکعب است.

الف) کدام چگالی به کدام پلی‌اتن تعلق دارد؟ چرا؟

ب) کدام پلی‌اتن سبک و کدام سنگین است؟

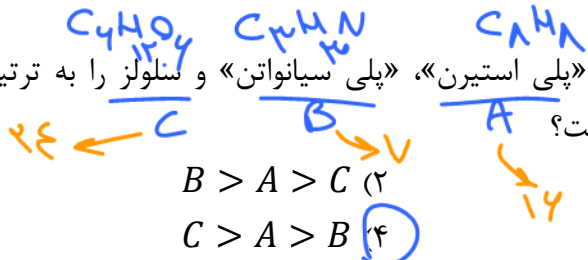
پ) نیروی بین مولکولی در پلی‌اتن چیست؟

ت) چرا استحکام پلی‌اتن سنگین از سبک بیشتر است؟



Handwritten notes: "سنگین", "اندروالی", "نیروی بین مولکولی قویتر در آن".

تست ۱: اگر تعداد اتم‌های مونومر پلیمرهای «پلی استیرن»، «پلی سیانواتن» و سلولز را به ترتیب C, B, A در نظر بگیریم، کدام مقایسه درست است؟



B > A > C (۲)

A > B > C (۱)

C > A > B (۴)

C > B > A (۳)

تست ۲: چه تعداد از مطالب زیر نادرست اند؟ (N = 14, H = 1, C = 12)

- یکی از تفاوت‌های مهم در درشت مولکول‌های مختلف، وجود یا عدم وجود واحد تکرار شونده است. ✓
• نوع اتم‌های سازنده پلیمرها بسیار زیاد است. X
• نوع اتم‌های سازنده پلیمرهایی که برای ساخت دبه آب، سرنگ، ظروف یکبار مصرف استفاده می‌شود یکسان است. ✓

نسبت جفت الکترون ناپیوندی به پیوندی در مونومر نخ دندان برابر ۲ می‌باشد. ✓
درصد جرمی نیتروژن در واحد تکرار شونده پلیمر پتو جودود ۲۶ درصد است. ✓

Handwritten calculations: (14/4 + 1/1 + 12/12) x 100 = 26

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

تست ۳: چه تعداد از مطالب زیر در مورد پلی استیرن درست است؟ (C = 12, H = 1)

- نسبت تعداد H به C در مونومر، پلیمر و واحد تکرار شونده، آن ۱ است. ✓
• مونومر آن دارای ۴۰ جفت الکترون پیوندی است. X
• اگر تعداد «واحد تکرار شونده» آن برابر با ۱۰۰۰ باشد (n)، جرم مولی آن ۱۰۴۰۰۰ گرم بر مول است. ✓
• حدود ۹۲٪ جرم آن را کربن تشکیل می‌دهد. ✓
• مانند پلی سیانواتن سیر نشده می‌باشد. ✓

۵ (۴)

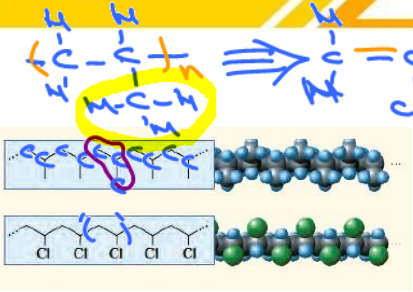
۴ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)

Handwritten formulas for calculating the number of double bonds (n) in a polymer chain based on the number of carbon atoms (C) and hydrogen atoms (H). Includes terms like 'تعداد پیوندهای دوگانه' and 'تعداد پیوندهای یگانه'.

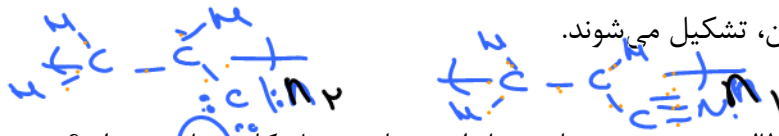
Handwritten formula: n = (2C - H) / 2



تست ۴: با توجه به ساختار دو پلیمر زیر، کدام گزینه نادرست است؟  
 (۱) این دو پلیمر به ترتیب برای تولید پتو و کیسه خون استفاده می‌شوند.  
 (۲) تفاوت جرم مولی واحد تکرار شونده‌ی هر دو کمتر از اندازه جرم مولی کلر است.  
 (۳) در پلیمر دوم اگر تعداد واحد تکرار شونده  $(n)$  برابر با ۵۰۰ باشد، هر مولکول ۳۰۰۰ الکترون ناپیوندی دارد.  
 (۴) مونومر اولی ناقطبی است و فاقد جفت الکترون ناپیوندی است.

تست ۵: کدام مورد درست است؟ (ریاضی ۱۴۰۲)

(۱) شمار واحدهای گلوکز در مولکول‌های سازنده الیاف پنبه، برابر است.  
 (۲) از دیدگاه جرم مولی، روغن زیتون را می‌توان به عنوان مرزی میان پلی اتن و انسولین در نظر گرفت.  
 (۳) در ساختار پلی سیانواتن، پلی تترافلوروواتن و پلی وینیل کلراید، جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.  
 (۴) پلیمرهای طبیعی، مانند پلیمرهای ساختگی، از طریق پیوند کووالانسی میان اتم‌های کربن مونومرهایشان، تشکیل می‌شوند.



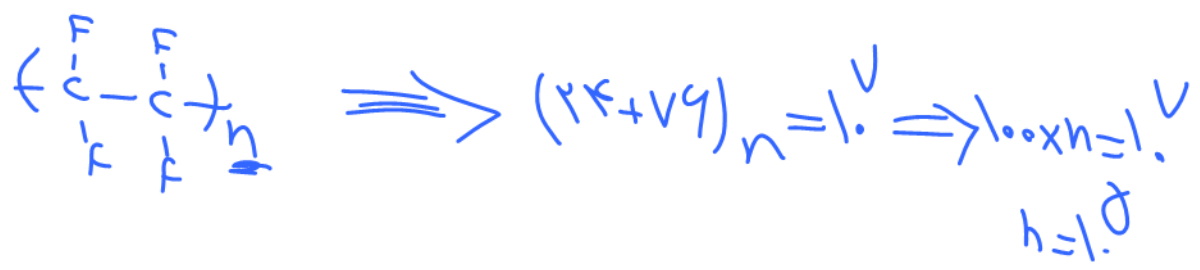
تست ۶: کدام مطالب زیر در مورد پلی سیانواتن و پلی وینیل کلراید نادرست اند؟  
 $(C = 12, H = 1, Cl = 35/5, N = 14)$

الف) فقط پلی سیانواتن سیر نشده است و تفاوت جرم مولی آن با پلی وینیل کلراید برابر با ۹/۵ گرم بر مول است.  $93.5n_2 - 53n_1$   
 ب) چنانچه تعداد واحد تکرار شونده  $(n)$  در هر دو یکسان باشد، هر مولکول پلی سیانواتن،  $n$  کربن بیشتر از پلی وینیل کلراید دارد.  $3n - 2n = n$   
 پ) چنانچه تعداد واحد تکرار شونده  $(n)$  در هر دو یکسان باشد، تعداد جفت الکترون پیوندی در پلی سیانواتن به اندازه  $3n$  بیشتر از پلی وینیل کلراید است.  $9n - 6n = 3n$   
 ت) در پلی وینیل کلراید نسبت جفت الکترون ناپیوندی به پیوندی در مونومر، واحد تکرار شونده و پلیمر حاصل متفاوت است.  $4 - 2 = 2$

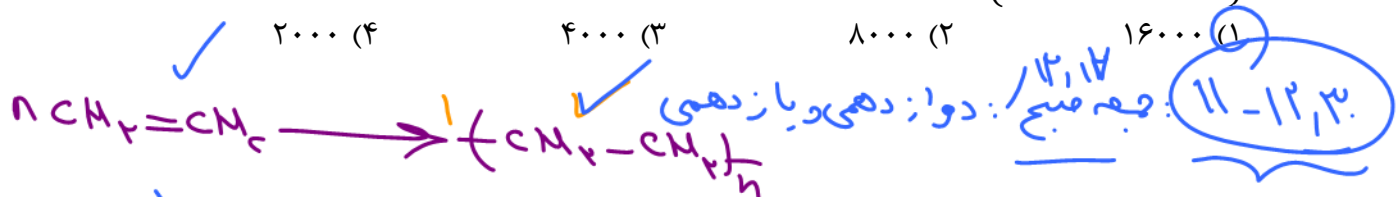
- (۱) الف، ت      (۲) الف، ب      (۳) ب، پ      (۴) پ، ت

تست ۷: اگر جرم مولی نمونه ای از تفلون  $10^7$  گرم بر مول باشد، تعداد واحد تکرار شونده آن چقدر است؟  
 $(C = 12, H = 1, F = 19)$

- (۱) ۱۰۰      (۲) ۱۰۰۰      (۳) ۱۰۰۰۰      (۴) ۱۰۰۰۰۰



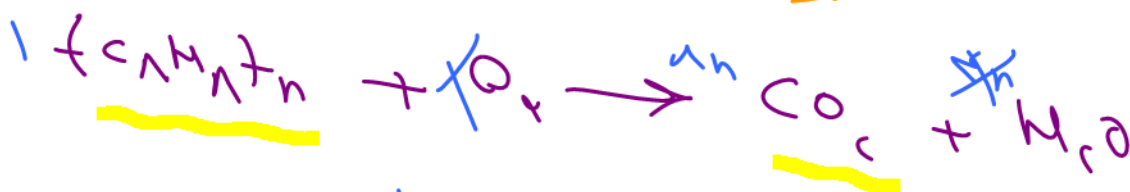
تست ۸: برای تهیه ۱۰ کیلوگرم پلی اتن ، به چند لیتر گاز اتیلن در شرایط STP نیاز است؟ (بازده ۵۰٪)  
 (C = 12, H = 1)



$$\frac{n \times 28,4}{n \times 28,4} = \frac{10000}{1 \times 28 \times n} \Rightarrow n = 14000$$

تست ۹: از سوزاندن کامل ۰/۱ مول ظرف یکبار مصرف، ۲۰ متر مکعب گاز CO<sub>2</sub> در شرایطی که حجم مولی ۲۵ لیتر بر مول است تولید شده است. تعداد متوسط واحد تکرار شونده (n) در این پلیمر کدام است؟

- ۵۰۰ (۱)      ۱۰۰۰ (۲)      ۲۰۰۰ (۳)      ۵۰۰۰ (۴)



$$\frac{1}{1} = \frac{\frac{10}{25000}}{1n \times 25} \rightarrow n = 1000$$

## ترکیبات آلی

ساده‌ترین مثال	نامگذاری	ساختار	فرمول عمومی	نام گروه	گروه عاملی	خانواده
متان $\text{CH}_4$	آلکان + ان	-	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	-	-	آلکان
$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ اتن	آلکن + بن	-	$\text{C}_n\text{H}_{2n}$	آلکنی	$\text{C} = \text{C}$	آلکن
$\text{CH} \equiv \text{CH}$ اتین	آلکین + بن	-	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$	آلکینی	$\text{C} \equiv \text{C}$	آلکین
 سیکلو پروپان	سیکلو آلکان	-	$\text{C}_n\text{H}_{2n}$	-	-	سیکلو آلکان
 بنزن	-	-	-	بنزنی		آروماتیک
$\text{CH}_2\text{OH}$ متانول	آلکان + ول	$\text{R} - \text{OH}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$	هیدروکسیل	$-\text{O} - \text{H}$	آلکل
$\text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2$ دی متیل اتر	آلکیل‌ها + اثر	$\text{R} - \text{O} - \text{R}'$	$\text{C}_n\text{H}_{2m+2}\text{O}$	اتری	$-\text{O}-$	اتر
 متانال	آلکان + ال		$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$	کربونیل		آلدهید
 پروپانون	آلکان + ون		$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$	کربونیل		کتون
 متانوئیک اسید	آلکان + ویبک اسید		$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$	کربوکسیل		اسید آلی
 متیل متانوآت	آلکیل آلکانوات		$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$	استری		استر
$\text{CH}_2 - \text{N} - \text{H}$ متیل آمین	آلکیل‌ها + آمین	$\text{R} - \text{N} - \text{H}$   H	-	آمینی	$-\text{N}-$   H	آمین
-	-	-	-	آمینی + کربوکسیل	$-\text{COOH}$ $-\text{N}-$   H	آمینواسید
-	-	-	-	آمیدی		آمید

الکل‌ها

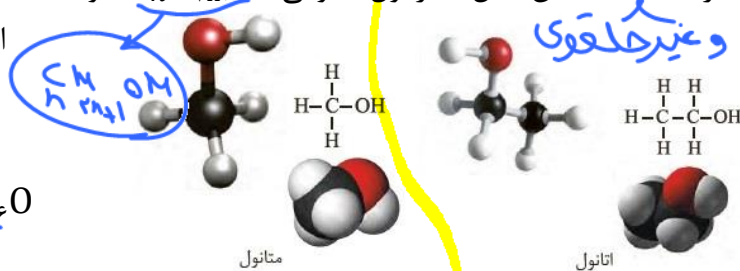
الکل

ترکیبات آلی اکسیژن دار هستند که دارای یک یا چند گروه هیدروکسیل ( $-O-H$ ) می باشد که با پیوند اشتراکی به زنجیره هیدروکربنی ( $R$ ) متصل می شوند.

**نکته:** در دسته‌ای از ترکیبات یونی به نام بازها، آنیون  $OH^-$  (هیدروکسید) وجود دارد که با گروه عاملی موجود در الکل‌ها کاملا متفاوت است:  
سدیم هیدروکسید:  $Na^+ OH^-$

**ساختار:** ساختار کلی الکل‌های یک عاملی به صورت  $R-O-H$  می باشد که چنانچه گروه آلکیل ( $R$ ) سیر شده باشد، این الکل‌ها فرمول عمومی  $C_n H_{2n+2} O$  خواهند داشت:

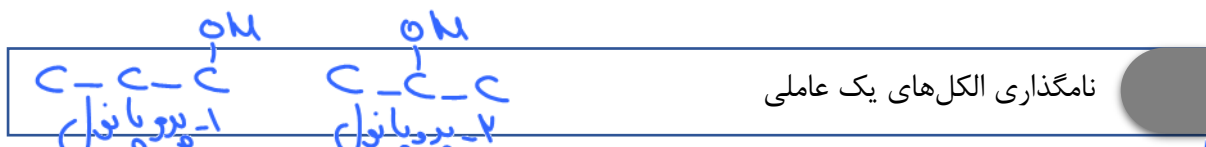
الکل چوب یا متانول، متیل الکل  
 $CH_3OH$  یا  $CH_4O$



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

$C_2H_5OH$  یا  $CH_3-CH_2OH$  یا  $C_2H_6O$

الکل میوه یا اتانول یا اتیل الکل



الکانول

الف) (طول‌ترین زنجیره کربنی که دارای گروه هیدروکسیل می باشد، انتخاب می نمایم.

ب) از طرفی که به گروه عاملی نزدیک‌تریم شماره گذاری می نمایم.

پ) ابتدا شماره و نام شاخه‌ها (در صورت وجود شاخه) را ذکر کرده و سپس شماره کربن گروه عاملی و در نهایت نام آلکان زنجیره اصلی را با پیشوند «ول» بیان می نمایم (آلکانول):

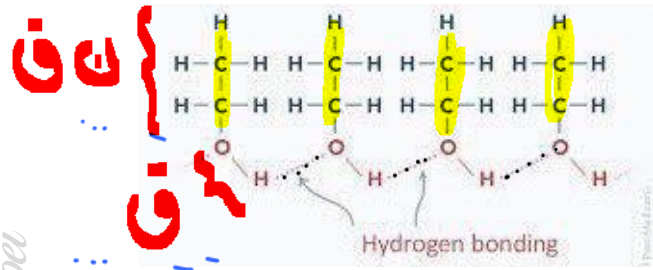
$CO_2$   $CO$



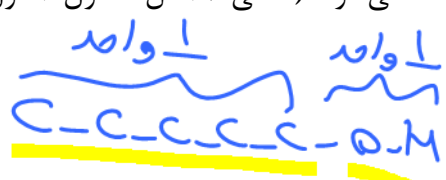
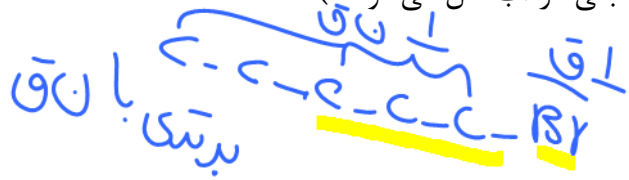
۱- بوتانول  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$

**نوع نیروی بین مولکولی:** زنجیره هیدروکربنی ( $R$ ) آن‌ها، بخش ناقطبی و گروه هیدروکسیل آن‌ها بخش قطبی مولکول الکل را تشکیل می دهد. بنابراین از قسمت ناقطبی امکان ایجاد نیروی واندروالسی با مولکول‌های مجاور را دارا هستند و از قسمت قطبی ( $O-H$ ) می توانند با مولکول‌های اطراف پیوند هیدروژنی ایجاد کنند.  
 $R-O-H \dots H-O-R$

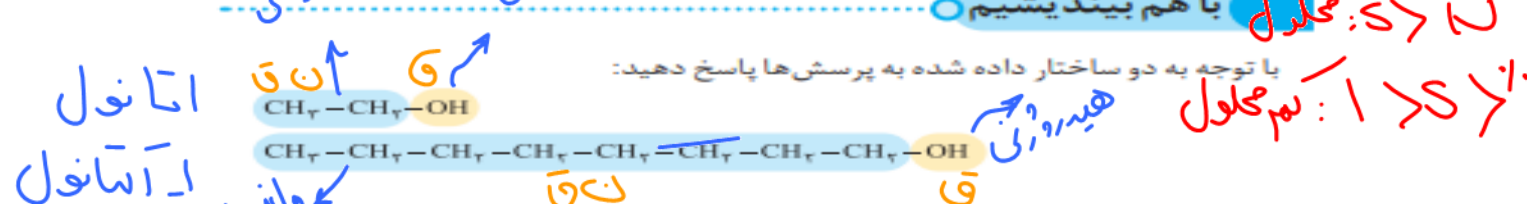
**نکته:** در الکل‌هایی کوچک (۱ تا ۵ کربنه)، بخش قطبی مولکول بر بخش ناقطبی غلبه دارد؛ به عبارتی پیوند هیدروژنی آن‌ها بر واندروالسی غلبه داشته و در نتیجه در حلال‌های قطبی مانند آب به خوبی حل می شوند. (حتی ۳ الکل متانول، اتانول، پروپانول به هر نسبتی در آب حل می شوند.)



Dr. Hasan Pobei

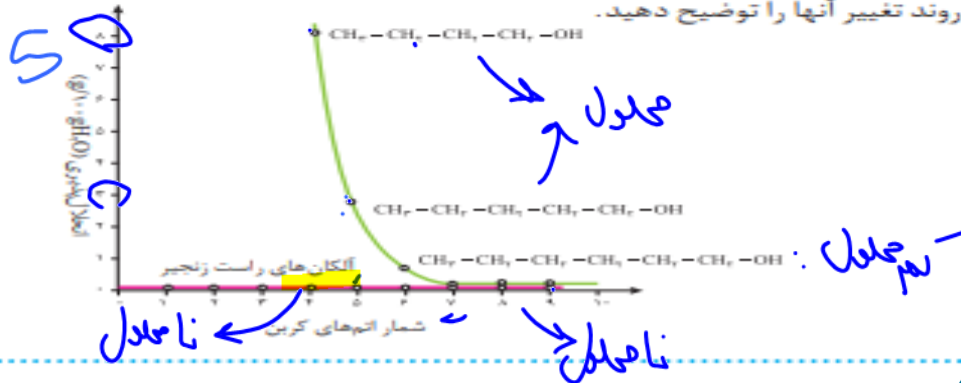


انحلال پذیری (S): ؟  
 در الکل های ۶ کربنه به بالا ، در کل نیروی واندروالسی بر هیدروژنی غالب بوده و در نتیجه این الکل ها در آب کم محلول یا نامحلول هستند ( آگریز ) ولی در مواد ناقطبی مانند چربی حل می شوند.  
 و  $0.1 < S < 1$ : نامحلول  
 و  $S > 1$ : محلول  
 و  $S > 10$ : نامحلول

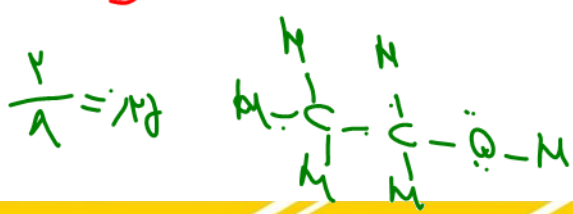


فرمول الکل	انحلال پذیری (g/100gH <sub>2</sub> O)
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	به هر نسبتی حل می شود
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	۰.۴۶

ث) درباره درستی جمله زیر گفت و گو کنید.  
 «با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در الکل ها، نیروی واندروالسی بر هیدروژنی غلبه می کند و ویژگی ناقطبی الکل افزایش می یابد.»  
 ج) نمودار زیر انحلال پذیری الکل ها را در مقایسه با هیدروکربن ها در آب نشان می دهد. روند تغییر آنها را توضیح دهید.



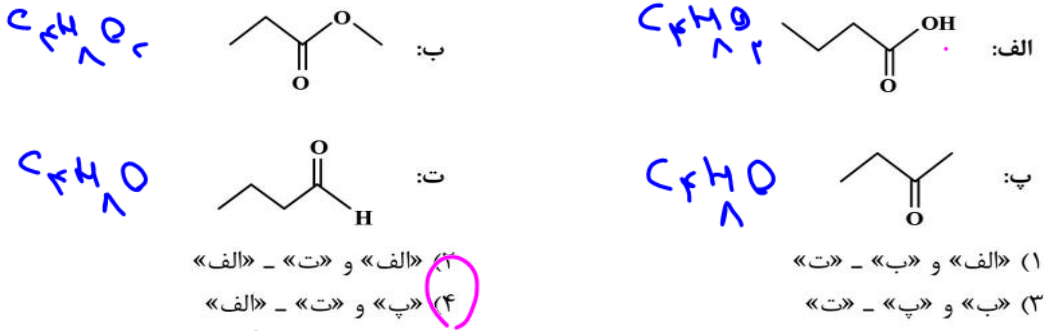
- تست ۱: چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟
- نسبت جفت الکترون ناپیوندی به پیوندی در مشهورترین الکل ۰/۴ می باشد. ✓
  - فرمول عمومی الکل ها  $C_n H_{2n+2} O$  می باشد. ✗
  - الکل های ۱ تا ۵ کربنه یک عاملی محلول سیر شده ایجاد نمی کنند. ✗
  - با افزایش جرم مولی الکل های یک عاملی، نیروی واندروالسی افزایش یافته و گشتاور دو قطبی و انحلال پذیری آنها در چربی افزایش می یابد. ✗
  - انحلال پذیری الکل نسبت به آلکان هم کربن در مواد ناقطبی بیشتر است. ✗
- ۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)



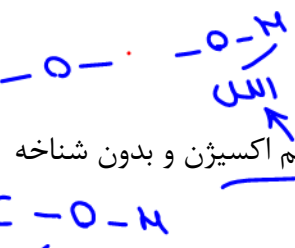
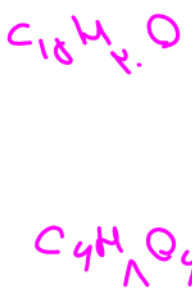
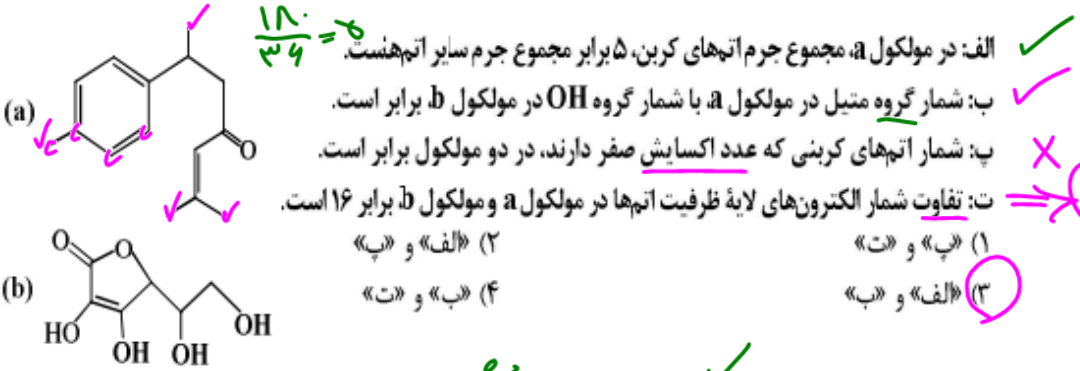
۱) تک عاملی  
 ۲) سیر شده  
 ۳) غیرهلقری



تست ۲: کدام دو ترکیب، ایزومر یکدیگرند و نقطیه جوش کدام ترکیب، بالاتر از ترکیب‌های دیگر است؟  
(ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۳)



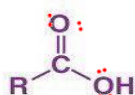
تست ۳: با توجه به ساختار دو ملوکول داده شده، کدام موارد زیر درباره آنها درست است؟  
(ریاضی تیر ۱۴۰۳)  $(H = 1, C = 12, O = 16 \text{ g.mol}^{-1})$



تست ۴: کدام مورد درباره یک ترکیب آلی سیر شده دارای ۵ اتم کربن و یک اتم اکسیژن و بدون شناخه فرعی، نادرست است؟ (تجربی تیر ۱۴۰۳)

- اگر اکسیژن با یک جفت الکترون پیوندی به یک کربن متصل باشد، مولکول به یقین الکل است. ✓
- اگر اکسیژن به هیدروژن متصل باشد، مولکول به یقین الکل است. ✓
- اگر اکسیژن فقط به یک کربن متصل باشد، مولکول به نقین کتون است. (۳)
- اگر اکسیژن به دو کربن متصل باشد، مولکول به یقین اتر است.

کربوکسیلیک اسیدها



ترکیبات آلی ای هستند که دارای یک یا چند گروه کربوکسیل (COOH) می باشند.

ساختار کلی کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی به صورت R -

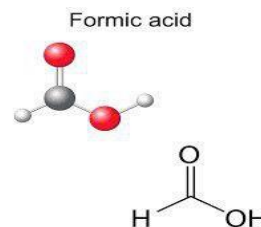
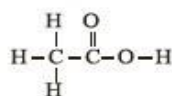
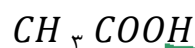
COOH می باشد که چنانچه R سیر شده باشد، فرمول عمومی  $C_n H_{2n} O_2$  خواهند داشت:

نکته ۱: این ترکیبات کم و بیش خاصیت خوردگی داشته و ترش مزه هستند. به طوری که مزه ترش میوه هایی مانند انگور، لیمو، کیوی، گوجه سبز و ... ناشی از وجود چنین مولکول هایی در آنهاست.

نکته ۲: فورمیک اسید (متانوئیک اسید)، اولین عضو این خانواده است که فاقد گروه R بوده و در اثر گزش مورچه وارد بدن شده و باعث سوزش و خارش موضعی می شود.

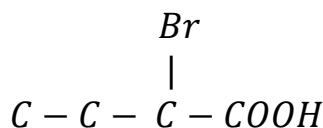


استیک اسید (اتانوئیک اسید)، مشهورترین و پرکاربردترین این اسیدها است:



شکل فرمول ساختاری استیک اسید و کاربردی از آن

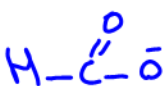
نامگذاری: نامگذاری آنها همانند الکلها است، با این تفاوت که در انتهای نام آلکان زنجیره اصلی پسوند «ویک اسید» ذکر می شود. (آلکانوئیک اسید)



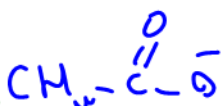
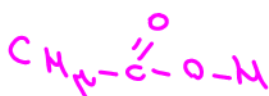
۲ - برومو بوتانوئیک اسید

نوع نیروی بین مولکولی: همانند الکلها از نوع هیدروژنی و واندروالسی می باشد. بنابراین همانند الکلها با افزایش تعداد کربن، انحلال پذیری آنها در آب کم و در مواد ناقطبی (مانند چربی) افزایش می یابد.

آلکانوات:



متانووات (فرمات)



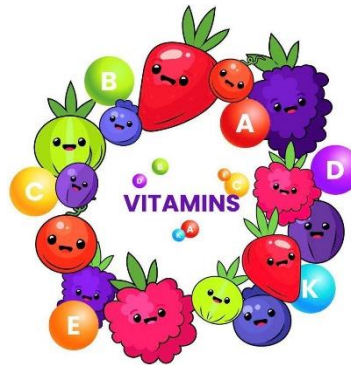
اتانووات (استات)



بنزووات



ویتامین‌ها، ترکیبات آلی سیر نشده با گروه‌های عاملی



ویتامین‌ها را بر اساس برتری بر هم کنش‌های بین مولکولی به دو دسته محلول در آب ( ویتامین C , B ) و محلول در چربی ( A , D , K , ... ) تقسیم می‌کنند.

**نکته ۱:** مصرف بیش از اندازه ویتامین‌های محلول در آب برای بدن مشکل خاصی ایجاد نمی‌کند. زیرا به راحتی در آب ( به خصوص ادرار ) دفع می‌شوند. اما در اثر مصرف بیش از حد ویتامین‌های محلول در چربی، چون مقدار اضافه آن، چندان امکان دفع شدن ندارد و در بافت چرب مانند مغز انباشته شده و ممکن است باعث مسمومیت شوند.

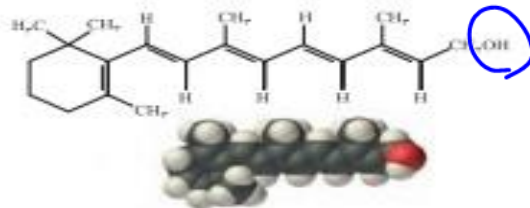
**نکته ۲:** بدیهی است جهت دریافت ویتامین‌های محلول در آب، می‌توان مواد غذایی آبدار ( مانند میوه‌ها، سبزیجات ) استفاده کرد. در صورتی که ویتامین‌های محلول در چربی، بیشتر در غذاهای چرب یافت می‌شوند.

**نکته ۳:** همه ویتامین‌ها سیر نشده هستند.

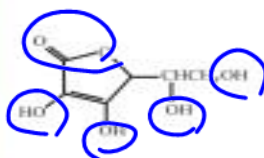
ویژگی / ویتامین	نوع انحلال	گروه عاملی
A	چربی	یک گروه OH ( الکی )
C	آب	چهار گروه OH ( الکی )، یک گروه استری
D	چربی	یک گروه OH ( الکی )
K	چربی	دو گروه کربونیل ( کتونی )

خود را بیازمایید

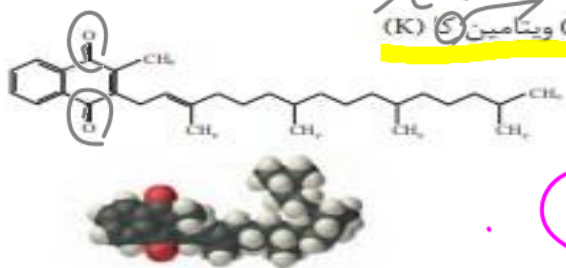
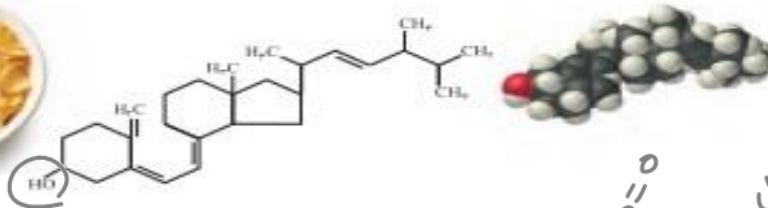
۱- کدام ویتامین‌های زیر در آب و کدام‌ها در چربی حل می‌شود؟ چرا؟  
(الف) ویتامین آ (A)



(ب) ویتامین ث (C)



(پ) ویتامین دی (D)



B<sub>1</sub>

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

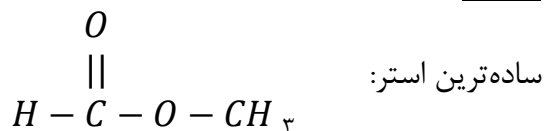
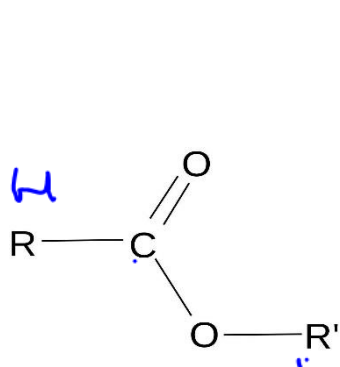
۳- گروه‌های عاملی موجود در هر یک از ترکیب‌های بالا را مشخص کنید.

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 **ناقطبی** بزرگ‌تر می‌شود، قطبیت مولکول **کاهش** می‌یابد و انحلال‌پذیری آن در آب **بیشتر** می‌شود. **کمتر** افزایش

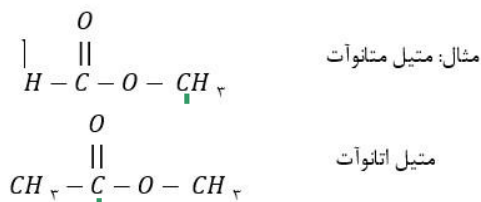
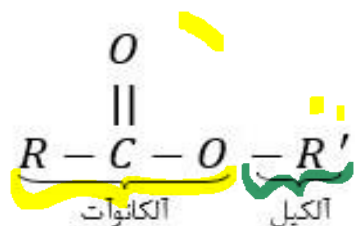
استرها

دسته‌ای از ترکیبات آلی هستند که دارای یک یا چند گروه استری می باشند .  
 ساختار: شبیه کربوکسیلیک اسیدها بوده، فقط به جای H گروه کربوکسیل، گروه آلکیل (R') قرار می گیرد:



فرمول عمومی استر یک عاملی با آلکیل‌های سیر شده، همانند کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی  $C_nH_{2n}O_2$  می باشد.

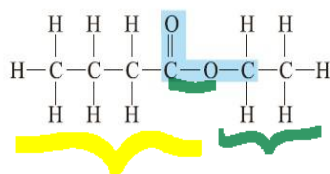
➤ **نامگذاری:** ابتدا نام گروه R' را به شکل « آلکیل » و سپس نام مابقی استر ( ) را به شکل « آلکانوات » بیان می کنیم. ( آلکیل آلکانوات ):



**نکته:** منشا بوی خوش شکوفه‌ها، گل‌ها، عطرها و یا بو و طعم میوه‌ها، استرها هستند. به عنوان مثال بو و طعم آناناس:



بوی خوش گل یاسمن به دلیل وجود نوعی استر است.

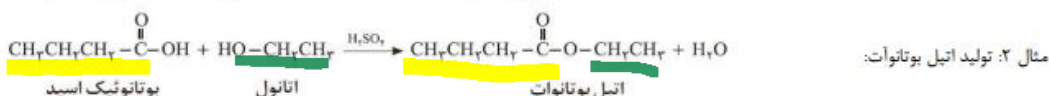
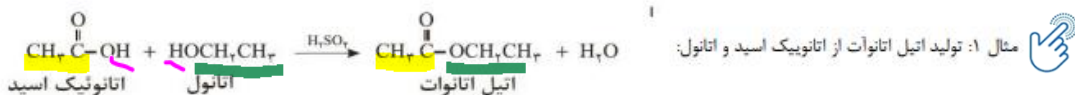
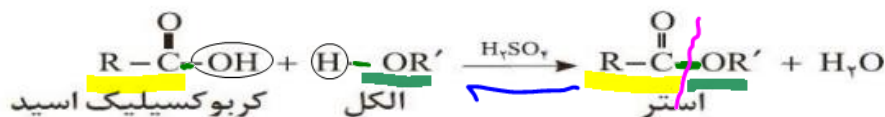


شکل ۱- فرمول ساختاری و مدل فضا پرکن اتیل بوتانوات

تولید استر ( واکنش استری شدن )

در اثر واکنش کربوکسیلیک اسید و الکل، تولید استر و آب می‌شود.

۱- گروه R' استر، هم کربن با الکل سازنده آن و قسمت آلکانوات آن، هم کربن با اسید کربوکسیلیک سازنده است. به عبارت دیگر تعداد کربن آلکیل یک استر برابر با تعداد کربن الکل سازنده آن و تعداد کربن آلکانوات یک استر، هم کربن با اسید سازنده آن است.



- ۲- این واکنش برگشت پذیر بوده و در اثر واکنش برگشت ( آبکافت استر )، پیوند درون گروه استری توسط آب شکسته شده و مجدد اسید و الکل تولید می‌شود. هر دو واکنش رفت و برگشت آهسته می‌باشند.
- ۳- کاتالیزگر واکنش استری شدن و آبکافت استر، سولفوریک اسید است.
- ۴- استر سازنده ی چند میوه

اسید سازنده	الکل سازنده	استر	میوه
بوتانویک اسید	متانول	متیل بوتانوات	سیب
بوتانویک اسید	اتانول	اتیل بوتانوات	آناناس
اتانویک اسید	۱-پنتانول	پنتیل اتانوات	موز
هپتانویک اسید	اتانول	اتیل هپتانوات	انگور

نام میوه	ساختار الکل سازنده	ساختار اسید سازنده	ساختار استر
موز			
سیب	CH <sub>3</sub> OH		
انگور			

تست ۱: اگر به جای اتم هیدروژن گروه کربوکسیل اسید استیک، در گروه متیل قرار گیرد، چه تعداد از

مطالب زیر در مورد ترکیب حاصل درست است؟ ( C = ۱۲ ، H = ۱ ، O = ۱۶ )

- عضوی از خانواده استر به نام متیل پروپانوات می‌باشد.
- جرم مولی آن ۱۵ گرم بر مول افزایش می‌یابد.
- درصد جرمی کربن در آن حدود ۴۸٪ می‌باشد.
- الکل سازنده ی آن با الکل سازنده ی استر سیب یکسان است.
- شش اتم هیدروژن کمتر از استر آناناس دارد.

۳ ( ۴ )

۲ ( ۳ )

۱ ( ۲ )

۰ ( ۱ )

تست ۲: کدام گزینه در مورد استری با فرمول  $C_7H_4O_7$  نادرست است؟

- ۱) بر خلاف ایزومر اسیدی خود، امکان تشکیل پیوند هیدروژنی نداشته و دمای جوش کمتری دارد.
- ۲) تعداد جفت الکترون ناپیوندی آن با تعداد جفت الکترون ناپیوندی اسید سازنده خود برابر است.
- ۳) هیدروژن آن برابر با تعداد کربن اسید سازنده استر آناناس است.
- ۴) از واکنش اتانویک اسید و متانول می‌توان آن را تولید کرد.

تست ۳: اگر از آبکافت استری با فرمول مولکولی  $C_7H_9O_2$ ، بوتانول تشکیل شود، فرمول شیمیایی کربوکسیلیک اسید تشکیل شده کدام است و برای تشکیل ۲۹ گرم از این اسید، چند گرم از این استر باید در شرایط مناسب آبکافت شود؟ ( $C = 12, H = 1, O = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) (ریاضی ۱۴۰۱)

- |                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| ۳۸، $C_5H_{11}COOH$ (۲) | ۳۸، $C_4H_9COOH$ (۱) |
| ۴۳، $C_5H_{11}COOH$ (۴) | ۴۳، $C_3H_9COOH$ (۳) |

تست ۴: کدام مورد، نادرست است؟

- ۱) نخ دندان و پتو به ترتیب از تفلون و پلی سیانواتن تهیه می‌شوند.
- ۲) تفاوت شمار پیوند دوگانه در مولکول استیرن و مولکول وینیل کلرید، برابر ۳ است.
- ۳) مولکول‌های الکل دارای حداکثر ۳ کربن به هر نسبتی در آب حل می‌شوند و نیروی بین مولکولی غالب، از نوع پیوند هیدروژنی است.
- ۴) تفاوت شمار اتم‌ها در ساختار اسید دارای ۴ کربن و الکل دارای یک کربن سازنده استر یک عاملی موجود در سیب، برابر ۹ است.

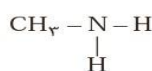


آمین‌ها

ترکیبات آلی نیتروژن دار که دارای گروه عاملی  $\cdot\ddot{N}\cdot$  بوده که ۱، ۲ یا ۳ گروه R به آن متصل می‌شود.



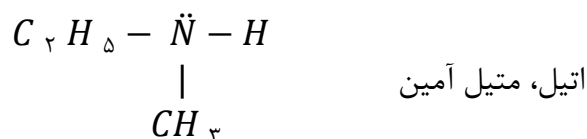
غیر از آمین نوع سوم، مابقی آمین‌ها امکان تشکیل پیوند هیدروژنی را دارند.  
ساده‌ترین آمین: متیل آمین



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

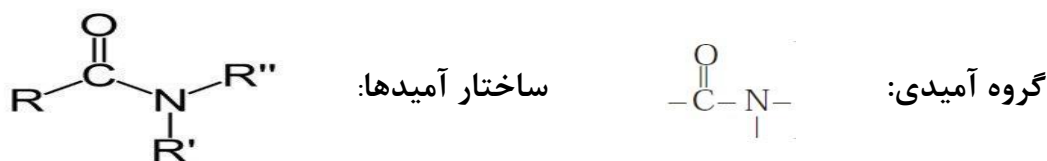
فرمول ساختاری، مدل گلوله - میله و فضا پرکن متیل آمین

➤ **نامگذاری:** ابتدا نام گروه (های) R را به شکل « آکیل » ذکر کرده و در انتها پسوند « آمین » بیان می‌کنیم.



آمیدها

ترکیبات آلی که علاوه بر C, H دارای O, N نیز هستند. گروه عاملی آن‌ها:



به جای R, R', R'' می‌تواند اتم‌های H یا آکیل قرار بگیرند.

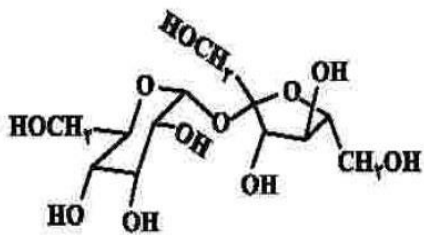
تولید آمید: از واکنش کربوکسیلیک اسید (اسید آلی) و آمین نوع ۱ و ۲، (( آمید )) تولید می‌شود. این واکنش نیز همانند واکنش استری شدن برگشت پذیر است.



تست ۱: کدام گزینه نادرست است؟

- ۱) استر و آمید، به ترتیب از واکنش الکل و آمین با اسید آلی تولید می‌شود.
- ۲) فورمیک اسید، متانول و متیل آمین به ترتیب ساده‌ترین اسید آلی، الکل و آمین می‌باشند.
- ۳) اگر به جای گروه OH در مشهورترین اسید آلی، گروه  $NH_2$  قرار گیرد، یک آمید تولید می‌شود.
- ۴) از نظر تعداد اتم‌ها در گروه عاملی: الکل > کتون > استر > آمید > اسید آلی

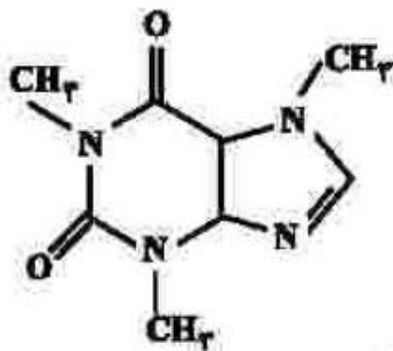
تست ۲: با توجه به فرمول ساختاری ترکیب داده شده، چند مورد از مطالب زیر درست است؟  
( $C = 12, H = 1, O = 16 \text{ g. mol}^{-1}$ ) (ریاضی ۱۴۰۱)



- انحلال‌پذیری آن در آب بیشتر از انحلال‌پذیری آن در بنزن است.
- شمار اتم‌های کربن در آن، دو برابر شمار گروه‌های هیدروکسیل است.
- ترکیبی سیر شده با دو حلقه شش اتمی است که با یک اتم اکسیژن به هم متصل‌اند.
- اگر به جای گروه‌های عاملی الکی در آن، گروه‌های متیل قرار بگیرد، جرم مولی آن، ۱۶ واحد کاهش می‌یابد.

- ۱) یک      ۲) دو      ۳) سه      ۴) چهار

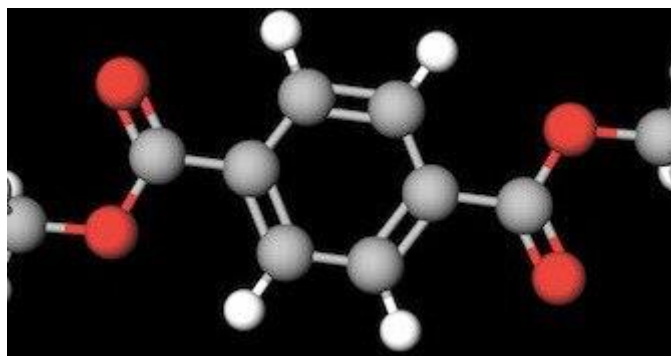
تست ۳: با توجه به ساختار مولکول کافئین که در شکل زیر نشان داده شده است، چند مورد از مطالب زیر، درباره آن درست است؟ ( $C = 12, H = 1, O = 16 \text{ g. mol}^{-1}$ ) (ریاضی ۱۴۰۱)



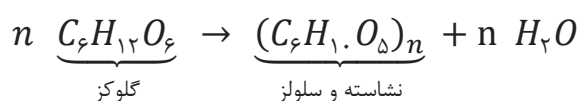
- جرم  $0.2$  مول از آن برابر  $39/2$  گرم است.
- دارای سه گروه آمیدی و سه گروه آمینی است.
- تفاوت شمار پیوندهای  $C-H$ ، با شمار پیوندهای  $C-N$ ، در مولکول آن، برابر ۲ است.
- نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در آن، برابر  $3/75$  است.

- ۱) یک      ۲) دو      ۳) سه      ۴) چهار

پلیمر تراکمی



۱ - این پلیمرها در اثر جدا شدن H و OH از مونومرها و اتصال مونومرها به یکدیگر تولید می‌شوند. به عنوان مثال تولید نشاسته یا سلولز از گلوکز:



۲ - مونومرها می‌توانند سیر شده یا نشده باشند.

۳ - جرم مولی پلیمر حاصل کمتر از مجموع جرم مولی مونومرها است، زیرا فرآورده‌های تولیدی هم پلیمر و هم آب است.

۴ - می‌توانند طبیعی یا ساختگی باشند مانند پروتئین‌ها، پلی ساکاریدها، پلی استرها، پلی لاکتیک اسید .

۵ - پلیمرهای تراکمی به طور کلی زیست تخریب پذیر هستند. هرچند سرعت تجزیه آنها بسیار متفاوت است.

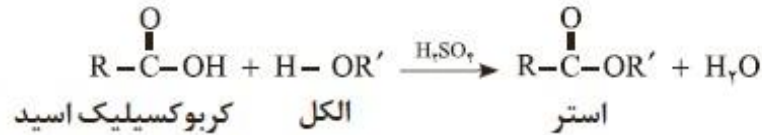
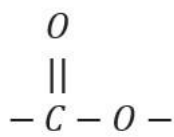
۶ - پلیمرهای تراکمی ممکن است از یک نوع مونومر (مانند نشاسته و سلولز و پلی لاکتیک اسید) و یا از دو یا چند نوع مونومر ساخته می‌شوند. (مانند پروتئین‌ها)

۷ - برخلاف پلیمرهای افزایشی، در این پلیمرها تعداد اتم‌ها و جرم واحد تکرار شونده برابر با تعداد اتم و جرم مونومر (ها) نیست.

۸ - دو دسته مهم این پلیمرها شامل پلی استرها و پلی آمیدها می‌باشند.

پلی استرها

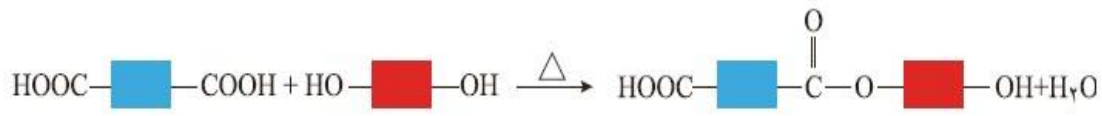
ابر مولکول‌های پلیمری هستند که دارای تعداد زیادی گروه استری می‌باشند:  
 به یاد داریم که در واکنش استری شدن در اثر واکنش اسید آلی و الکل تولید استر و آب می‌شود:



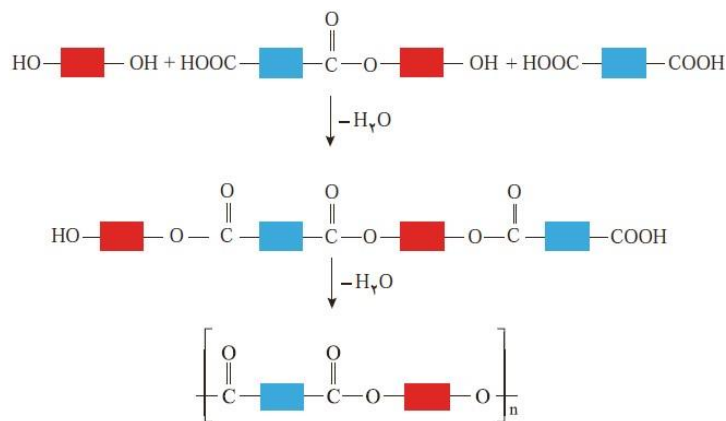
حال چنانچه اسیدهای آلی دارای دو گروه کربوکسیل (دی اسید) با الکل‌هایی که دارای دو گروه هیدروکسیل (دی الکل) با یکدیگر واکنش دهند، « پلی استر » و آب تولید می‌شود؛



**مراحل تولید پلی استر:** ابتدا یک مولکول دی اسید و یک مولکول دی الکل به ترتیب با از دست دادن OH و H با یکدیگر واکنش داده و مولکولی تولید می‌کنند که دارای یک گروه استری، یک کربوکسیل و یک هیدروکسیل می‌باشد.

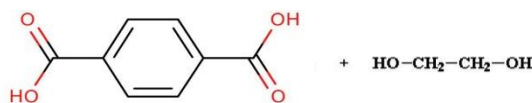


با قرار گرفتن یک مولکول دی الکل دیگر و یک مولکول دی اسید دیگر در طرفین مولکول تولید شده در شکل

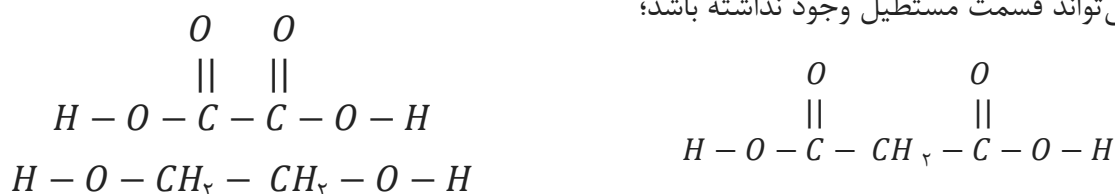


بالا، مجدد H و OH ها جدا شده و مولکولی بزرگتر با سه گروه استری و یک گروه الکی و یک گروه کربوکسیل تولید می‌شود. با ادامه این واکنش‌های زنجیره‌ای، ابر مولکولی با تعداد زیادی گروه استری تولید می‌شود که به آن پلی استر می‌گویند.

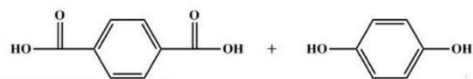
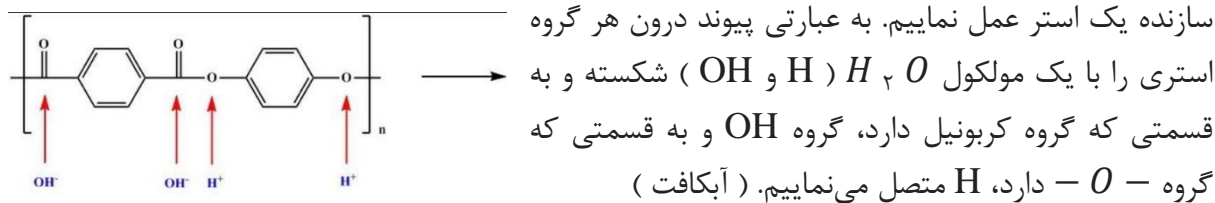
**مثال:** شکل پلی استر حاصل از واکنش روبه‌رو؛



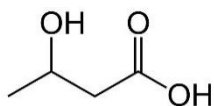
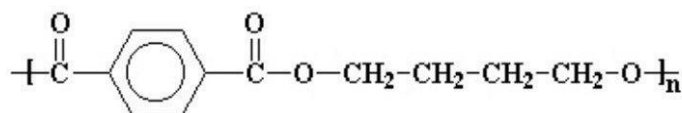
**نکته ۱:** منظور از شکل مستطیل در مونومرها، یک قسمت آلی مثلاً هیدروکربنی است. البته در دی اسید می تواند قسمت مستطیل وجود نداشته باشد؛



**نکته ۲:** برای تشخیص دی الکل و دی اسید سازنده یک پلی استر کافیست همانند تشخیص الکل و اسید



مثال:



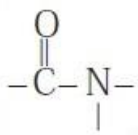
**نکته ۳:** برای تولید پلی استر می توان از یک نوع مونومر نیز استفاده کرده به شرطی که مونومر هر دو گروه هیدروکسیل و کربوکسیل را دارا باشد: ( در این صورت واحد تکرار شونده پلی استر فقط یک گروه استری خواهد داشت. )



**نکته ۴:** از پلی استرها بلا برای تولید نخ و پارچه های پلی استری، پلاستیک و . . . استفاده می شود.



## پلی آمیدها



ابر مولکول های پلیمری هستند که دارای تعداد زیادی گروه آمیدی می باشند؛

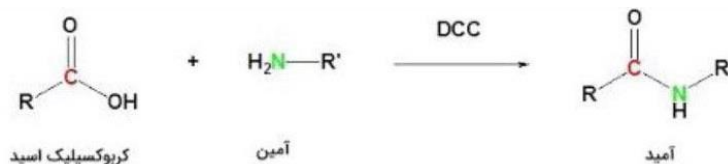
\* پلی آمید ها همانند پلی استر ها می توانند طبیعی یا ساختگی باشند. پلیمرهای طبیعی زیادی وجود دارند



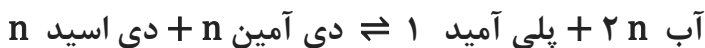
که در ساختار آنها گروه آمیدی وجود دارند. مانند مو، ناخن، پوست بدن ما، شاخ حیوانات، پشم گوسفند و .. از پلی آمیدهای مصنوعی نیز برای ساخت نخ و پارچه و پلاستیک می توان استفاده کرد.

## تولید پلی آمید

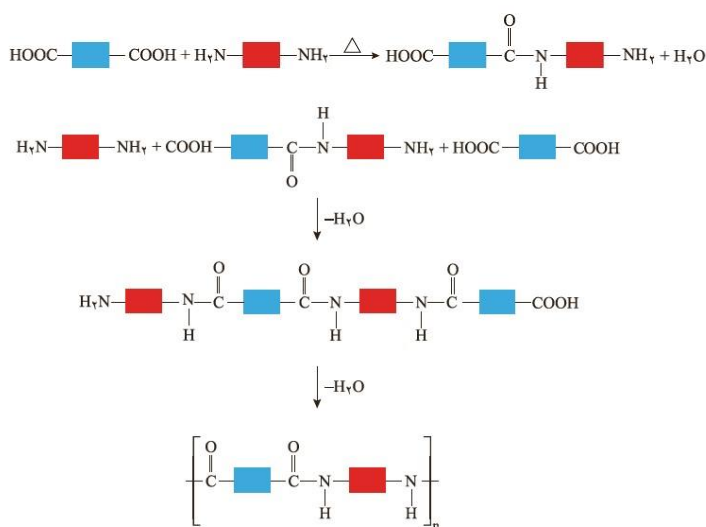
به یاد داریم که در واکنش آمیدی شدن ( تولید آمید )، در اثر واکنش اسید آلی و آمین تولید آمید و آب می شود:



حال چنانچه اسید آلی ۲ عاملی ( دی اسید ) و آمین نیز دو عاملی ( دی آمین ) باشد، در اثر واکنش آنها پلی آمید تولید می شود:



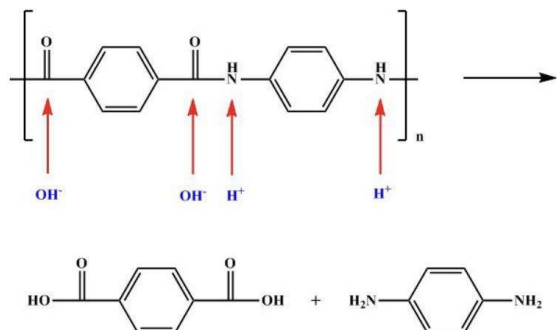
**مراحل تولید پلی آمید:** ابتدا یک مولکول دی اسید و یک مولکول دی آمین با یکدیگر واکنش داده و به ترتیب از آنها OH و H جدا شده و با اتصال باقی مانده مولکول آنها به یکدیگر، مولکولی تولید می شود که یک



گروه آمیدی، یک کربوکسیل و یک آمینی است:

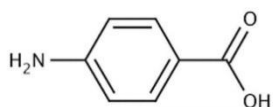
با قرار گرفتن یک مولکول دی اسید و یک مولکول دی آمین دیگر در طرفین مولکول تولید شده در مرحله اول، مجدد به ترتیب OH و H جدا شده و مولکولی با ۳ گروه آمیدی، ۱ گروه کربوکسیل و ۱ گروه آمینی ایجاد می شود. با ادامه این واکنش های زنجیره ای، ابر مولکولی با تعداد زیادی گروه آمیدی به نام « پلی آمید » تولید می شود.

مثال: ساختار پلی آمید حاصل از واکنش دو مونومر روبه‌رو را ترسیم کنید:



**نکته ۱:** برای تشخیص دی آمین و دی اسید سازنده یک پلی آمید کافیت ( همانند تشخیص آمین و اسید سازنده یک آمید )، پیوند درون گروه آمیدی را با یک مولکول آب ( H و OH ) شکسته و به گروه کربنیل آن گروه OH و به گروه آمینی آن، اتم H متصل کنیم ( آبکافت پلی آمید ):

**نکته ۲:** برای تولید پلی آمید می‌توان از یک نوع مونومر نیز استفاده کرد. به شرطی که مونومر هر دو گروه آمینی و کربوکسیل را دارا باشد. ( در این صورت واحد تکرار شونده پلی‌آمید فقط یک گروه آمیدی خواهد داشت. ):



**کولار:** از معروف‌ترین پلی آمیدهای ساختگی است که ۵ برابر بیشتر از فولاد هم جرم، مقاوم‌تر است. از کولار برای تهیه تیر اتومبیل، قایق بادبانی، لباس‌های مخصوص مسابقه موتور سواری و جلیقه‌های ضد گلوله استفاده می‌شود.



برخی کاربردهای کولار



• 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.

**تست ۱:** چه تعداد از مطالب زیر نادرست‌اند؟

- پلی آمیدها بر خلاف آمیدها حداقل از چهار عنصر تشکیل شده‌اند.
- پلی آمیدها، پلی استرها و پلی ساکاریدها در ساختار خود تعداد زیادی گروه کربونیل دارند.
- همه پلی استرها توانایی ایجاد پیوند هیدروژنی و نیز واندر والسی دارند.
- از واکنش تعداد زیادی استیک اسید و متیل آمین می‌توان پلی آمید تولید کرد.
- از انواعی از پلی استرها، پلی آمیدها و آمین‌ها برای تولید نخ و پوشاک استفاده می‌شود.

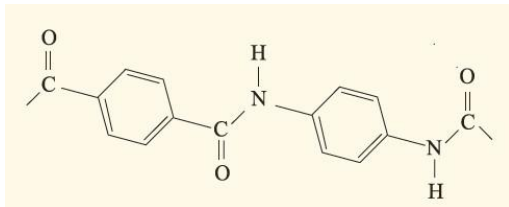
۵ ( ۴ )

۴ ( ۳ )

۳ ( ۲ )

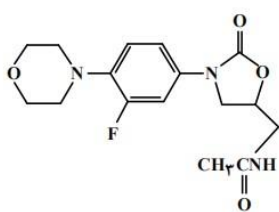
۲ ( ۱ )





تست ۲: با توجه به شکل مقابل کدام گزینه درست است؟

- ۱) واحد تکرار شونده یک پلی آمید است.
- ۲) دی آمین سازنده آن ۲ اتم هیدروژن بیشتر و ۲ اتم کربن و ۲ اتم اکسیژن کمتر از دی اسید سازنده آن دارد.
- ۳) هر واحد تکرار شونده آن دارای ۱۲ الکترون ناپیوندی است.
- ۴) اگر تعداد واحد تکرار شونده آن (n) برابر ۲۰۰ باشد، برای آبکافت کامل هر مولکول آن، ۲۰۰ عدد مولکول آب مصرف می‌شود.



تست ۳: درباره ساختار مولکول نشان داده شده، کدام موارد زیر درست است؟

(تجربی - ۱۴۰۲)

- الف) ۵ اتم کربن به اتم‌های غیر از اتم هیدروژن متصل‌اند.
  - ب) مجموع شمار پیوندهای یگانه بین اتم‌ها، ۸/۲ برابر شمار سایر پیوندهای میان آنهاست.
  - پ) می‌تواند در واکنش تشکیل پلی آمید شرکت کند و امکان تشکیل پیوند هیدروژنی را دارد.
  - ت) شمار اتم‌های کربن متصل به اتم اکسیژن با شمار اتم‌های کربن متصل به اتم نیتروژن، برابر است.
- ۱) «الف» و «ب»    ۲) «الف» و «ت»    ۳) «ب» و «پ»    ۴) «پ» و «ت»

تست ۴: کدام مورد درست است؟ (  $H = 1, C = 12, N = 14, O = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  )

- ۱) اگر شمار اتم‌های کربن در مولکول الکل و مولکول کربوکسیلیک اسید (هر دو یک عاملی)، برابر باشد، جرم مولی الکل، از جرم مولی اسید است.
- ۲) اگر شمار اتم‌های کربن در مولکول دی آمین و مولکول دی اسید برابر باشد، جرم مولی دی اسید، کمتر از جرم مولی دی آمین است.
- ۳) در ساختار هر پلی آمید، حداقل یک گروه هیدروکربنی با دو گروه عاملی آمید، احاطه شده است.
- ۴) در ساختار هر استر، تنها یک اتم هیدروژن وجود دارد که به اتم اکسیژن متصل است.

## پلیمرها، ماندگار یا تخریب پذیر

پلیمرها را بر اساس تجزیه شدن یا نشدن در طبیعت به دو دسته تقسیم می کنند؛  
الف) پلیمرهای ماندگار (تخریب ناپذیر): پلیمرهایی که در طبیعت تجزیه نمی شوند.

۱) پلیمرهای افزایشی حاصل از مواد نفتی مانند اتن و مشتقات آنها (به این دلیل که ساختاری شبیه آلکانها دارند). میل به واکنش با مواد شیمیایی نداشته و در نتیجه در طبیعت تجزیه نمی شوند. البته دسته ای از پلیمرهای تراکمی نیز که بر پایه مواد نفتی هستند نیز در این دسته قرار می گیرند. (مانند PET)



۲) عمر زیاد این مواد و از طرفی صرفه اقتصادی آنها از یک سو مفید است اما از جنبه دیگر می توانند مشکلات زیست محیطی به دلیل زباله های پلاستیکی و آسیب به طبیعت و جانداران را باعث شوند. برای کاهش این مشکلات می توان پلیمرهای تخریب پذیر را جایگزین آنها کرد و یا این پلیمرها را بازیافت کرد.

نام پلیمر	نشانه پلیمر
پلی اتیلن ترفتالات	
پلی اتن سنگین	
پلی وینیل کلرید	

۳) برای آسان کردن و افزایش کارایی عمل بازیافت و نیز افزایش کیفیت فرآورده های حاصل از بازیافت، برای هر پلیمر نشانه ای در نظر می گیرند که روی کالا حک می شود. این نشانه شامل عددی است که درون یک مثلث قرار داده می شود عدد داخل مثلث نشان دهنده نوع پلیمر به کار رفته می باشد.

## ب) پلیمرهای غیرماندگار (تخریب پذیر):

۱- به پلیمرهایی که در طبیعت به مونومرها یا حتی به مولکول های ساده و کوچکتر مانند متان، آب و کربن دی اکسید تبدیل می شوند، پلیمر تخریب پذیر می گویند.

مانند پلی استرها، پلی آمیدها، پلی ساکاریدها (چوب، مو، ناخن، شاخ و پشم حیوانات)

۲- همه پلیمرهای طبیعی تخریب پذیرند. همچنین بسیاری از پلیمرهای تراکمی مصنوعی.

## پلی ساکاریدها و تجزیه آنها

۱- نشاسته و سلولز از جمله پلی ساکاریدهایی هستند که از اتصال مولکول های گلوکز به یکدیگر ایجاد می شوند.

۲- نشاسته در موادی مانند نان، سیب زمینی، گندم و... وجود دارد.

۳- مزه شیرینی که با خوردن موادی مانند نان و سیب

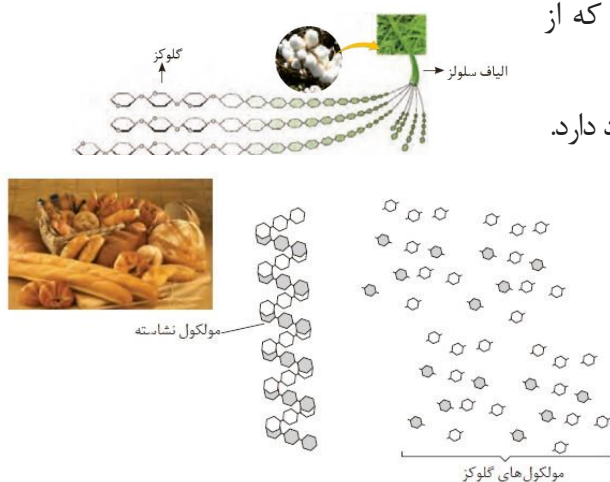
زمینی حس می کنیم به دلیل تجزیه نشاسته به

مونومرهای آن (گلوکز) می باشد. محیط مرطوب و گرم

و وجود کاتالیزگر (آنزیم) این روند (آبکافت نشاسته) را

تسریع می کنند. به عبارتی فرایند گوارش نشاسته شامل

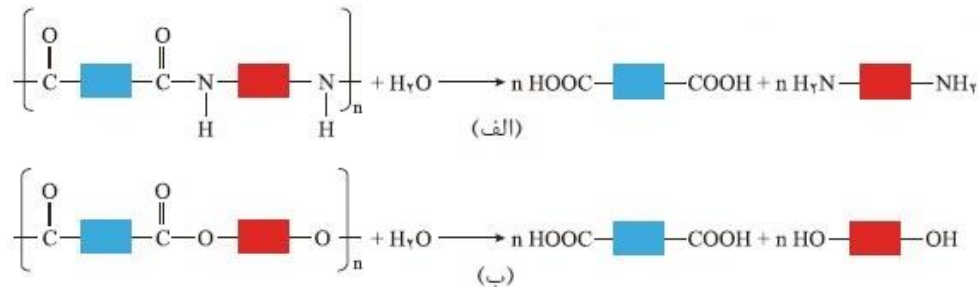
واکنشهایی است که از دهان شروع می شود:



شکل ۱۹- الگوی تبدیل نشاسته به مونومرهای سازنده آن

پلی استرها و پلی آمیدهای ساختگی و تجزیه آنها

۱ - پلی استرهای ساختگی و پلی آمیدهای ساختگی می توانند با آب و در شرایط مناسب واکنش داده (آبکافت)، تجزیه شده و به مونومرهای سازنده تبدیل شوند:



دی الکل + n دی اسید → n آب + ۲ پلی استر ۱

دی الکل + n دی آمید → n آب + ۲ پلی آمید ۱

۲ - سرعت آبکافت این پلیمرها کند بوده و به ساختار مونومرها و نوع مونومرها بستگی دارد؛ بنابراین بسته به نوع لباس و پوشاک، طول عمر لباسها متفاوت است.

۳ - پلیمرهای سازنده لباس و پوشاک اغلب از نوع پلی آمید و پلی استر می باشند و با توجه به سرعت آبکافت (تاریخ انقضا) متفاوتند. زیرا با توجه به تفاوت سرعت آبکافت آنها، سرعت پوسیده شدن و کاهش استحکام الیاف آنها تفاوت دارد.

۴ - لباسهای نخ (دارای پلی استر و پلی آمید) در محیط گرم و مرطوب، نسبت به محیط خشک و سرد سریع تر آبکافت و تجزیه و پوسیده می شوند. همچنین استفاده از شویندهها باعث افزایش سرعت آبکافت لباس می شود زیرا اسید و باز موجود در شوینده نیز با پلیمرهای لباس واکنش داده و آنها را تبدیل به مونومرهای سازنده می کنند. هرچه غلظت شویندهها و سفید کنندهها بیشتر باشد، سرعت واکنش آنها با پلیمرها بیشتر خواهد بود.

۵ - بوی بد و نافذی که در اثر پوسیده شدن لباس و پوشاک ایجاد می شود به دلیل تولید مونومرهای حاصل از آبکافت این پلیمرها است. به عبارتی مونومرهای تولید بدبو بوده و در فضا پخش می شوند و به مشام ما می رسند. (اسید آلی، الکل و آمین)

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 محسوسی در رنگ لباس ایجاد نمی‌شود. چرا؟
- 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 داده‌های مربوط به واکنش آبکافت یک نوع استر را در حضور اسید نشان می‌دهد. با توجه به 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.
- ب) سرعت متوسط آبکافت استر در بازه زمانی صفر تا ۳۰ ثانیه چند مول بر لیتر بر ثانیه است؟
- پ) سرعت واکنش در کدام بازه زمانی بیشتر است؟ چرا؟  
صفر تا ۲۰ ثانیه      ۶۰ تا ۹۰ ثانیه

پلیمرهای سبز



- ۱- پلیمرهایی هستند که توسط جانداران ذره بینی تجزیه شده و بعد از چند ماه به مولکول‌های ساده مانند  $H_2O$  و  $CO_2$  و  $CH_4$  تبدیل می‌شوند. به عبارتی زیست تخریب پذیر و دوستدار محیط زیست هستند.
- ۲- این پلیمرهای ساختگی از فرآورده‌های کشاورزی مانند سیب زمینی، ذرت و نیشکر تهیه می‌شوند.



• شیر ترش شده دارای لاکتیک اسید است.

• مواد زیست تخریب پذیر هستند که در طبیعت توسط جانداران ذره بینی به مولکول‌های ساده و کوچک مانند کربن دی اکسید، متان، آب و... تبدیل می‌شوند. پلیمرهای طبیعی زیست تخریب پذیرند.

از پلیمرهای زیست تخریب پذیر برای بخیه زدن استفاده می‌شود.



به طوری که ابتدا نشاسته آنها تبدیل به لاکتیک اسید تبدیل می‌شوند و سپس از واکنش پلیمر شدن آنها پلی لاکتیک اسید تولید می‌شود.

- ۳- از پلی لاکتیک اسید انواع ظرف‌های پلاستیکی یکبار مصرف مانند وسایل آشپزخانه، سفره، سطل زباله، کیسه پلاستیکی، نخ بخیه تولید شده که کاربرد آنها رو به افزایش است.
- ۴- این پلیمرها امکان تبدیل به کود را داشته و در نتیجه رد پای کوچک تری در محیط زیست بر جای می‌گذارند.

تست ۱: چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟ (  $O = ۱۶$  و  $H = ۱$  )

- گوارش نشاسته شامل واکنش‌های شیمیایی است که توسط آنزیم‌ها آهنگ آن افزایش می‌یابد و از دهان این گوارش شروع می‌شود.
- نشاسته و سلولز پلیمرهای طبیعی از دسته پلی استرها هستند که از یک نوع مونومر ساخته شده‌اند.
- هر واحد سازنده در نشاسته و سلولز، یک مولکول آب کمتر از گلوکز دارد.
- اگر تعداد واحد تکرار شونده یک مولکول سلولز (  $n$  ) برابر ۲۰۰۰ باشد، برای تشکیل یک عدد از آن حدود ۳۶۰۰۰ گرم آب تولید می‌شود.
- همه پلیمرهای طبیعی زیست تخریب پذیرند در صورتی که پلیمرهای افزایشی همگی ماندگارند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

تست ۲: چه تعداد از پلیمرهای زیر تخریب ناپذیر هستند؟

« سلولز - پلی وینیل کلرید - تفلون - پلی اتن سنگین - شاخ حیوانات - پلی آمید - پلی لاکتیک اسید »

۲ (۱)                      ۳ (۲)                      ۴ (۳)                      ۵ (۴)

تست ۳: کدام موارد زیر درست‌اند؟

الف) از لاکتیک اسید برای تولید ظروف و کیسه‌های پلاستیکی و نخ بخیه زیست تخریب پذیر استفاده می‌شود.

ب) از نظر آهنگ تجزیه پلیمرها، پلی استیرن > شاخ حیوانات > پلی لاکتیک اسید  
پ) پلیمرهایی مانند پلی پروپن و پلی استر از موادی بر پایه مواد نفتی تولید شده و همانند آلکانها موادی پایدارند.

ت) در اثر سوختن ۱/۰ مول از پلی آمید با ساختار  $(C_5H_{11}O_2N)_n$ ، ۵۰۰ مول آب تولید می‌شود.

۱) الف، ب، ت                      ۲) ب، ت                      ۳) ب، پ، ت                      ۴) پ، ت

تست ۴: کدام مورد درست است؟ (تجربی - ۱۴۰۲)

۱) فرمول مولکولی واحد تکرار شونده در پلی اتن و پلی استر، با فرمول مولکولی مونومر تشکیل دهنده آنها یکسان است.

۲) در ساختار هر استر، یک اتم کربن به دو اتم اکسیژن و یک اتم کربن متصل است.

۳) عامل بوی خوش میوه‌های آناناس و موز، استری با ساختار مشابه است.

۴) در ساختار هر استر، دو اتم کربن به دو اتم اکسیژن متصل است.

تست ۵: هرگاه یک مول الکل دو عاملی با یک مول کربوکسیلیک اسید دو عاملی واکنش دهد، فرآورده آلی

حاصل، ..... (تجربی - ۱۴۰۰)

۱) دارای دو گروه عاملی استری خواهد شد.

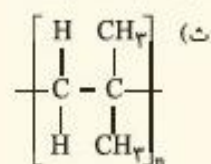
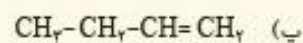
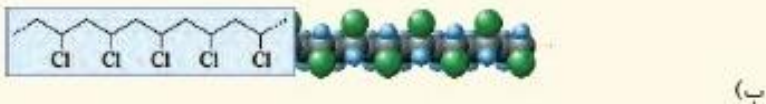
۲) تمایلی به واکنش با الکل یا کربوکسیلیک اسید دیگر، نخواهد داشت.

۳) همچنان دارای گروه‌های عاملی هیدروکسیل و کربوکسیل خواهد بود.

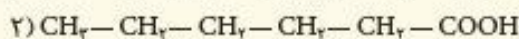
۴) در حلال‌های قطبی، انحلال پذیری بیشتری نسبت به اجزای سازنده خود خواهد داشت.

## تمرین‌های دوره‌ای

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



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



۳- برای استری با فرمول  $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$ :

(الف) ساختار آن را رسم کنید.

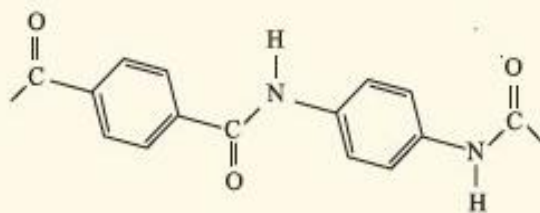
(ب) ساختار الکل و اسید سازنده آن را رسم کنید.

(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:



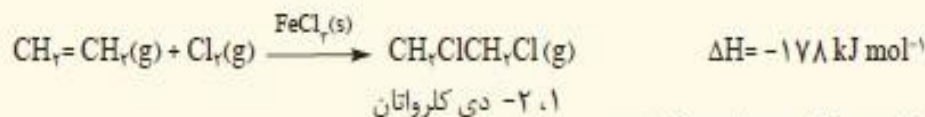
الف) این پلیمر به کدام دسته از پلیمرها تعلق دارد؟

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 تیتانیم (شماره ۱)
۲۷۲۰۰۰	۱۲	۱
۲۹۲۰۰۰	۶	۱
۲۹۸۰۰۰	۳	۱
۲۸۴۰۰۰	۱	۱
۱۶۰۰۰۰	۰/۶۳	۱
۴۰۰۰۰	۰/۵۲	۱
۲۱۰۰۰	۰/۵۰	۱
۳۱۰۰۰	۰/۲۰	۱

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

ب) تغییر جرم مولی پلیمر را برحسب 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.



تست جامع فصل

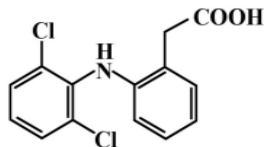


تست‌های (اردیبهشت - تیر) ریاضی و تجربی سال ۱۴۰۳

تست ۱:

با توجه به ساختار مولکول داده شده، چند مورد درست است؟

( $H = 1, C = 12, N = 14, O = 16, Cl = 35.5 : g.mol^{-1}$ )



- شمار پیوندهای C-H، ۵ برابر شمار پیوندهای C-N است.
- به تقریب، ۱۵ درصد جرم مولی ترکیب را اکسیژن تشکیل می‌دهد.
- تفاوت شمار پیوندهای دوگانه بین اتم‌ها و شمار پیوندهای C-H، برابر شمار اتم‌های کلر است.
- شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی روی اتم‌ها،  $2/75$  برابر شمار اتم‌های کربنی است که عدد اکسایش +۱ دارند.

۱ (۴)

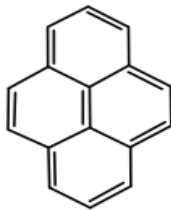
۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

تست ۲:

با توجه به ساختار مولکول داده شده، چند مورد از موارد زیر، نادرست است؟ ( $H = 1, C = 12, O = 16 : g.mol^{-1}$ )



- شمار اتم‌های هیدروژن، با شمار پیوندهای دوگانه برابر است.
- شمار اتم‌های هیدروژن، با شمار اتم‌های هیدروژن در مولکول بنزالدهید برابر است.
- اگر اتم‌های هیدروژن آن با گروه عاملی هیدروکسیل جایگزین شود، جرم مولی آن، به تقریب، ۵۰ درصد افزایش می‌یابد.
- شمار اتم‌های کربن با عدد اکسایش منفی، ۳ برابر شمار اتم‌های کربن با عدد اکسایش منفی در مولکول اتیل اتانوات است.

۱ (۴)

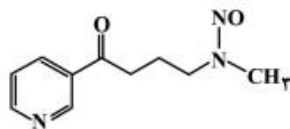
۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

تست ۳:

با توجه به ساختار مولکول داده شده، کدام موارد درست است؟



- الف: دارای یک گروه عاملی کربونیلی و سه گروه عاملی آمینی است.
- ب: جمع جبری عدد اکسایش اتم‌های نیتروژن و اتم‌های کربن حلقه، برابر ۴- است.
- پ: تفاوت شمار اتم‌های کربن و هیدروژن، برابر شمار اتم‌های اکسیژن است.
- ت: تفاوت شمار پیوندهای دوگانه میان اتم‌ها با شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی روی اتم‌ها برابر ۲ است.

۱ «الف» و «پ» (۴) «ب» و «پ»

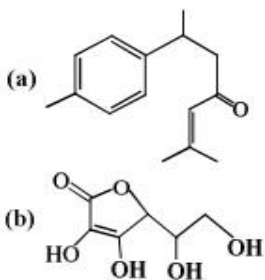
۲ «الف» و «ت» (۳) «ب» و «ت»

۳ «الف» و «ب» (۲) «الف» و «ت»

۴ «الف» و «پ» (۱) «ب» و «پ»

تست ۴:

با توجه به ساختار دو مولکول داده‌شده، کدام موارد زیر دربارهٔ آنها درست است؟ ( $H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1}$ )



- الف: در مولکول a، مجموع جرم اتمهای کربن، ۵ برابر مجموع جرم سایر اتم‌هاست.  
 ب: شمار گروه متیل در مولکول a، با شمار گروه OH در مولکول b برابر است.  
 پ: شمار اتمهای کربنی که عدد اکسایش صفر دارند، در دو مولکول برابر است.  
 ت: تفاوت شمار الکترون‌های لایه ظرفیت آنها در مولکول a و مولکول b، برابر ۱۶ است.
- (۱) «پ» و «ت»  
 (۲) «الف» و «پ»  
 (۳) «الف» و «ب»  
 (۴) «ب» و «ت»

تست ۵:

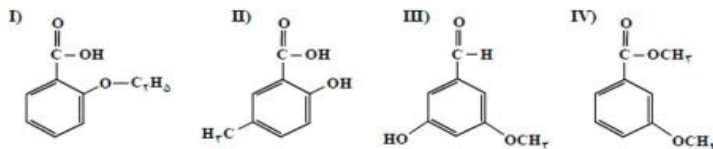
در چند مورد، تفاوت شمار اتمها در مولکول‌های داده‌شده، برابر ۱ است؟

- استیرن ، یونانول
- سیانواتن ، وینیل کلرید
- جوهر مورچه ، تترافلئورواتن
- استون ، پروپن

۴ (۱)      ۳ (۲)      ۲ (۳)      ۱ (۴)

تست ۶:

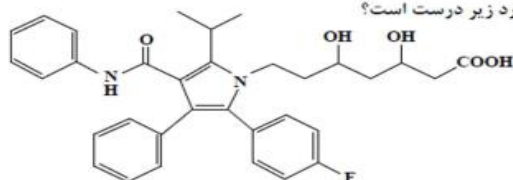
با توجه به ساختار ترکیب‌های داده‌شده، کدام مورد، نادرست است؟ ( $H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1}$ )



- (۱) I و IV، با یکدیگر و II و III، با یکدیگر همپارند.  
 (۲) در دو ترکیب، ساختار کربوکسیلیک اسید آروماتیک وجود دارد.  
 (۳) تفاوت جرم مولی III با جرم مولی IV، برابر ۲/۱۶ جرم مولی پنتن است.  
 (۴) تفاوت جرم مولی II با جرم مولی استیک اسید، برابر جرم مولی هیتین است.

تست ۷:

دربارهٔ ساختار مولکول نشان داده‌شده، کدام موارد زیر درست است؟



- الف: شمار پیوندهای دوگانهٔ بین اتم‌ها، ۶ برابر شمار گروه‌های متیل در ساختار آن است.  
 ب: می‌تواند هم در واکنش تشکیل استر و هم در واکنش تشکیل پلی‌استر، با دو نقش متفاوت شرکت کند.  
 پ: همهٔ اتمهای کربن دارای عدد اکسایش بزرگ‌تر از صفر، دست‌کم به یک اتم دارای جفت الکترون ناپیوندی متصل‌اند.  
 ت: شمار اتمهای کربنی که به اتم‌های غیر از هیدروژن متصل‌اند، برابر با شمار اتمهای کربن در مونومر سازندهٔ ظروف یکبارمصرف است.
- (۱) «الف» و «ت»      (۲) «الف» و «پ»      (۳) «ب» و «پ»      (۴) «ب» و «ت»