

چون ضریب H_2 در این واکنش برابر یک است پس سرعت متوسط مصرف هیدروژن با سرعت واکنش برابر است :

$$\Delta t = 20 \text{ min} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = \frac{1}{3} \text{ h}$$

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \bar{R}(H_2) = \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = \frac{0/1 \text{ mol.L}^{-1}}{\frac{1}{3} \text{ h}} = 0.3 \text{ mol.L}^{-1} \text{ h}^{-1}$$

$$\Delta n(H_2) = 0/3 \text{ mol} \quad \Delta[H_2] = \frac{0/3 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0/15 \text{ mol.L}^{-1}$$

پس از ۴۰ دقیقه

$$\Delta t = 40 \text{ min} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = \frac{2}{3} \text{ h}$$

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \bar{R}(H_2) = \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = \frac{0/15 \text{ mol.L}^{-1}}{\frac{2}{3} \text{ h}} = 0.225 \text{ mol.L}^{-1} \text{ h}^{-1}$$

(۷) ΔH واکنش $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$ را با استفاده از : الف) جدول ۲ و ۳ حساب کنید.

(مجموع آنتالپی‌های پیوند فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی‌های پیوند واکنش‌دهنده‌ها) = ΔH واکنش

$$\Delta H = (4 \text{ C-H} + 1 \text{ C}=\text{C} + 1 \text{ H-H}) - (6 \text{ C-H} + 1 \text{ C-C})$$

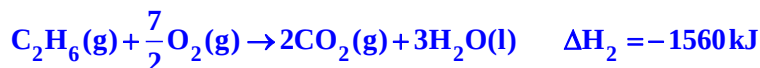
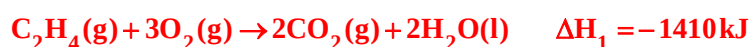
$$\Delta H = (4 \text{ mol} \times 415 \text{ kJ.mol}^{-1} + 1 \text{ mol} \times 614 \text{ kJ.mol}^{-1} + 1 \text{ mol} \times 436 \text{ kJ.mol}^{-1}) -$$

$$(6 \text{ mol} \times 415 \text{ kJ.mol}^{-1} + 1 \text{ mol} \times 348 \text{ kJ.mol}^{-1})$$

$$\Delta H = 3320 \text{ kJ} - 3274 \text{ kJ} \Rightarrow \Delta H = -128 \text{ kJ}$$

(ب) آنتالپی سوختن اتان، اتان و هیدروژن که به ترتیب برابر با -1410 ، -1560 و -286 کیلو ژول بر مول است، حساب کنید.

سوختن کامل این سه ماده به صورت زیر است :



برای رسیدن به واکنش تهیه اتان از اتان باید واکنش اول و سوم بدون تغییر و واکنش دوم برعکس شوند. بنابراین ΔH محاسبه شده از این روش برابر است با :

$$\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 + \Delta H_3 = -1410 + 1560 + (-286) = -86 \text{ kJ}$$

محاسبات نشان می‌دهد که مقدار ΔH محاسبه شده به روش آنتالپی پیوند با مقدار اندازه‌گیری شده به روش تجربی (سوختن) تفاوت دارد و با خطای بیشتری همراه است. لذا آنتالپی واکنش بر حسب واکنش سوختن که خطای کمتری دارد، انتخاب می‌شود.

بادم	سیب	برگه زردآلو	۱۰۰g خوراکی ارزش غذایی ماده غذایی
۵۷۹	۵۲	۲۴۱	چربی (گرم)
۴۹/۹۰	۰/۱۷	۰/۵۱	کربوهیدرات (گرم)
۲۵/۹۰	۲۴/۲۰	۷۸/۷۰	پروتئین (گرم)
۲۱/۲۰	۰/۲۶	۳/۳۹	

الف) اگر بدن فردی نیاز فوری و ضروری به تأمین انرژی داشته باشد، کدام خوراکی را پیشنهاد می‌کنید؟ چرا؟

برگه زردآلو، چون مقدار کربوهیدرات موجود در آن بیشتر است و زودتر تولید انرژی می‌کند.

ب) مصرف کدام خوراکی را برای فعالیت‌های فیزیکی که در مدت طولانی‌تری انجام می‌شوند، مناسب می‌دانید؟ توضیح دهید.

بادم، چون میزان چربی موجود در آن بیشتر است و چربی‌ها در مدت زمان طولانی‌تری در سوخت‌وساز شرکت می‌کنند و کم‌انرژی خود را از دست می‌دهند.

پ) اگر یک فرد 70 کیلوگرمی، 25 گرم بادم خورده باشد، برای مصرف انرژی حاصل از آن چه مدت باید پیاده‌روی کند؟ آهنگ مصرف

$$25 \text{ g} \times \frac{579 \text{ kcal}}{100 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ h}}{190 \text{ kcal}} = 0/76 \text{ h} \text{ or } 45/6 \text{ min}$$

انرژی در پیاده‌روی را 190 kcal.h^{-1} در نظر بگیرید.

فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان ناپذیر

مباحث عمده فصل: الیاف و درشت مولکولها، پلیمری شدن (پسپارش)، الکلها و اسیدها، پلی استرها، واکنش استری شدن، آب کافت استرها، پلی آمیدها، پلیمرها، ماندگار یا تخریب پذیر، پلیمر سبز

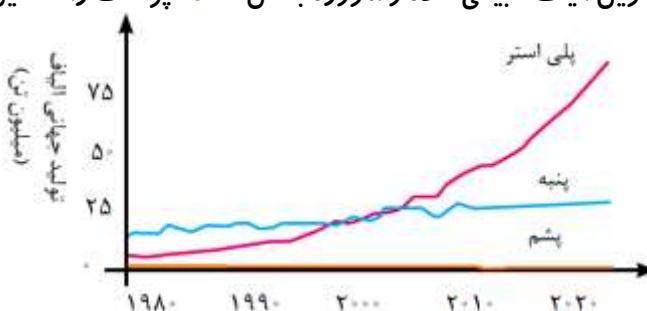
- ✓ جانوران گوناگون دارای پوششهایی مانند **پشم، پر، فلس** و ... برای حفظ **دما** و مراقبت از **اندامهای داخلی** خود هستند.
- ✓ انسان با بهره‌مندی از **هوش** و **تجربه‌های** برگرفته از طبیعت توانست نخستین پوشش خود را از **پشم، مو** و **پوست جانوران** تهیه کند.
- ✓ انسان با گذشت زمان علاوه بر پشم، مو و پوست جانوران از **بافت‌های گیاهی** نیز برای پوشش خود استفاده کرد.
- ✓ کم کم که جوامع بزرگ بشری تشکیل شد صنعتی به نام **پوشاک** بوجود آمد.
- ✓ امروزه پوشاک به **شرایط آب و هوایی، فرهنگ، آداب و رسوم، باورها** و ... در هر جامعه بستگی دارد.
- ✓ پوشاک علاوه بر **پوشش بدن** در **تمدن بشری** نقش داشته است به طوری که نوع پوشاک در هر **قوم**، نشان‌دهنده :
- ۱- **توانایی و مهارت دستی** ۲- **هنر** ۳- **تصویرگری** ۴- **دانش** ۵- **فناوری** ۶- **شرایط آب و هوایی** و ۷- **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 ... 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.
- ✓ 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، کلوله** و ... محافظت می‌کند. 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** افزایش می‌دهد.



- ✓ انسان در گذشته پوشاک خود را از مواد طبیعی مانند **پشم گوسفند و شتر، پوست، چرم، پنبه** و ... تهیه می‌کرد.
- ✓ با **رشد جمعیت** جهان، **مصرف پوشاک** به میزان چشم‌گیری **افزایش** پیدا کرد بطوری که روش‌های سنتی تولید پوشاک که مبتنی بر الیاف طبیعی بود جوابگو نبود به همین علت **صنعت نساجی** به شکل امروزی پدیدار شد. صنعتی که با بهره‌گیری از فناوری‌های نو به تولید پوشاک پرداخت.
- ✓ موفقیت صنعت نساجی در گرو تأمین **الیاف** است.
- ✓ الیاف‌ها از نظر منبع ساخت به دو دسته **طبیعی** و **مصنوعی** (ساختگی) تقسیم می‌شوند.
- ✓ از آنجا که منابع طبیعی **محدود** بود، شیمی‌دان‌ها، انواع گوناگونی از الیاف ساختگی را بر پایه **نفت (طلای سیاه)**، **شناسایی و تولید** کردند. الیافی که جایگزین الیاف طبیعی شده و امروزه بخش **عمده** پوشاک را تشکیل می‌دهد.



امیزان نسبی الیاف تولیدشده در جهان



✓ در حال حاضر بخش عمده الیاف مصرفی را الیاف **ساختگی** مانند **پلی استرها** تشکیل می دهند به طوری که در سال ۲۰۱۴ نزدیک به ۱۰۰ میلیون تن الیاف در جهان تولید و مصرف شده است.

✓ در سال ۲۰۱۴، الیاف مصنوعی **پلی استری** بیشتر از **نصف** کل الیاف تولید شده است.

✓ با توجه به نمودار، تولید **پشم** نزدیک به **صفر** است. تولید الیاف پنبه‌ای نیز از حدود ۱۵ میلیون تن در سال ۱۹۸۰ به حدود ۲۵ میلیون تن در سال ۲۰۲۰ رسیده که رشد تقریباً **یکنواخت** و کمی دارد. اما الیاف **پلی استری** از حدود ۷ میلیون تن در سال ۱۹۸۰ به ۷۰ میلیون تن در سال ۲۰۲۰ رسیده است.

✓ الیاف **ساختگی** (مانند پلی استر، نایلون و ...) الیافی هستند که در طبیعت یافت **نمی شوند** بلکه از واکنش بین مواد **شیمیایی** در شرکت‌های **پتروشیمی** تولید می شوند. از این الیاف علاوه بر تهیه **پارچه و پوشاک**، به طور گسترده‌ای در تهیه انواع **پوشش‌ها**، **ظروف نجسب**، **یکبار مصرف** و **پلاستیکی**، **فرش**، **پرده** و ... استفاده می شود.

خود را بیازمایید: صفحه ۹۹ کتاب درسی

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



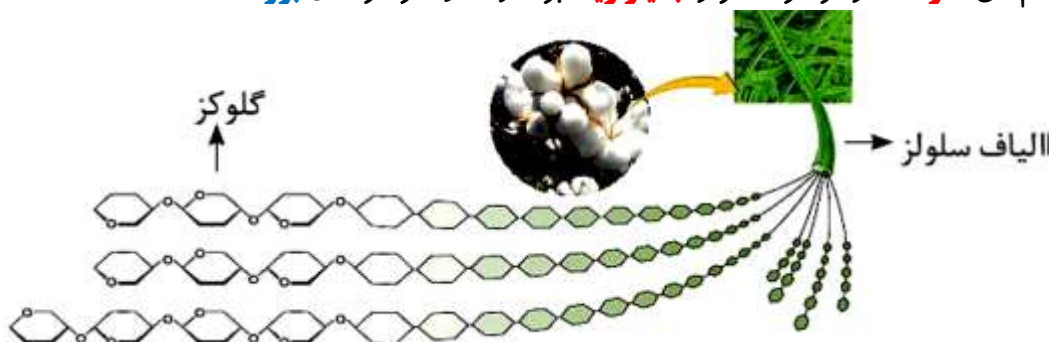
الیاف و درشت مولکول‌ها:

✓ **پنبه** یکی از الیاف **طبیعی** است که در تولید پوشاک سهم قابل توجهی دارد.

✓ آمارها نشان می دهد که حدود **نیمی** از لباس‌های تولیدی در جهان از **پنبه** تهیه می شود.

✓ از پنبه افزون بر تولید پوشاک در تولید **رویه مبل**، **پرده**، **تور ماهیگیری**، **گاز استریل** و ... استفاده می شود.

✓ پنبه از الیاف **سلولزی** تشکیل شده، **زنجیری** بسیار بلند که از **اتصال** شمار بسیار زیادی مولکول **گلوکز** به یکدیگر ساخته می شود. با این توصیف شمار اتم‌های **سازنده** هر مولکول سلولز، **بسیار زیاد** بوده و اندازه مولکول آن **بزرگ** است.



✓ در ساختار **سلولز**، بین دو حلقه یک اتم **O** قرار گرفته است و در داخل هر حلقه نیز یک اتم **O** وجود دارد.

✓ **ماده مولکولی**، ماده‌ای است که ذره‌های سازنده آن **مولکول‌ها** هستند.

✓ مولکول‌ها از نظر اندازه به **دو** دسته تقسیم می شوند، **ریز مولکول** و **درشت مولکول**

✓ ریز مولکول‌ها: 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 **کوچک‌اند** و شمار اتم‌های سازنده آن‌ها **کم**، در

نتیجه **جرم مولی** آن‌ها **کم** تا **متوسط** است.

- ✓ ترکیبات **سلولز**، **پنبه**، **نشاسته**، **انسولین**، **پروتئین** موجود در **ابریشم** و **پشم**، **نایلون**، **تفلون** و ترکیباتی که پیشوند **پلی** دارند جزو **درشت مولکولها** هستند بطوری که شمار اتمهای آنها به **دهها هزار** می‌رسد.
- ✓ هر چه مولکولها **درشت‌تر** شوند، نیروی بین مولکولی آنها **قوی‌تر** می‌شود، در نتیجه دمای جوش **بالا‌تر** می‌رود و جدا کردن مولکولها از یکدیگر به انرژی **بیشتری** نیاز دارد.
- ✓ برخی از درشت مولکولها مانند **پلی اتن**، **نایلون**، **تفلون** و ... که **ساختگی** هستند، از واکنش **پلیمری شدن** (**بسیارشدن**) تهیه می‌شوند.
- ✓ واژه **پلیمر** از واژه یونانی polys، به معنای « **بسیار** » و meros به معنای « **پاره** » گرفته شده است. به همین دلیل به پلیمر، **بسیار گفته می‌شود**.

با هم بیندیشیم :

با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



الف) جدول را کامل کنید.

جرم مولی برخی از مواد (g.mol^{-1})	شمار اتم‌ها		جرم مولی		اندازه مولکول		نام ماده
	بسیار زیاد	کم یا متوسط	بسیار زیاد	کم یا متوسط	بسیار بزرگ	کوچک یا متوسط	
۱۸		✓		✓		✓	آب
۴۶/۰۷		✓		✓		✓	اتانول
۲۸/۰۵		✓		✓		✓	اتن
۴۴		✓		✓		✓	پروپان
۱۲۸		✓		✓		✓	نفتالن
۱۰۴-۱۰۵	✓		✓		✓		پلی اتن
	✓		✓		✓		نشاسته گندم
۵۸۳۱/۶۵	✓		✓		✓		انسولین
	✓		✓		✓		سلولز
۱۰۴-۱۰۶	✓		✓		✓		نایلون
	✓		✓		✓		روغن زیتون

✓ خوشه گندم دارای **نشاسته** است و **نشاسته** (همانند **سلولز**) از مولکول‌های **گلوکز** تشکیل شده است.

✓ دلیل **تفاوت** خواص این دو ماده در نحوه **اتصال** متفاوت واحدهای گلوکز در دو ساختار می‌باشد به نحوی که **سلولز ساختاری خطی** و **نشاسته ساختاری مارپیچ** دارد.

(ب) به دسته‌ای از ترکیب‌های موجود در جدول درشت مولکول می‌گویند. آن‌ها را در یک سطر تعریف کنید.

مولکول‌هایی که اندازه مولکول‌های آن‌ها بزرگ، تعداد اتم‌های سازنده آن‌ها بسیار زیاد و جرم مولی آن‌ها بسیار زیاد است.

✓ درشت مولکول‌ها را می‌توان به **دو** دسته تقسیم کرد. در برخی از درشت مولکول‌ها مانند **روغن زیتون** واحد تکرار شونده وجود ندارد یعنی **واحد مولکولی مشابهی** در ساختار درشت مولکول‌ها وجود **ندارد**. اما در برخی از درشت مولکول‌ها مانند **نشاسته** واحدهای تکرار شونده وجود دارد یعنی **یک** یا **چند واحد** مولکولی در ساختار آن‌ها به طور **مرتب** تکرار می‌شود که به آن‌ها **پلیمر** می‌گویند.

✓ **همه پلیمرها درشت مولکول** هستند ولی همه درشت مولکول‌ها، **پلیمر** نیستند. مانند **روغن زیتون**

(پ) درشت مولکول‌های بالا را با هم مقایسه کنید. چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی دارند؟

شباهت‌ها: از تعداد اتم‌های زیادی تشکیل شده‌اند، اتم‌های آن‌ها به وسیله پیوند کووالانسی به یکدیگر متصل هستند، جرم مولی بسیار زیادی دارند و مولکول‌های درشتی هستند.

تفاوت‌ها: ساختار متفاوت دارند در نتیجه رفتار آن‌ها یعنی خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند، برخی، طبیعی و برخی ساختگی هستند.

(ت) در کدام مولکول‌ها بخش‌هایی وجود دارد که در سراسر مولکول تکرار شده است؟

درشت مولکول‌های پلی اتن، نشاسته، سلولز، انسولین و نایلون

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

پلیمرها درشت مولکول‌هایی هستند که در ساختار آن‌ها، بخش‌هایی در سراسر مولکول تکرار می‌شود.

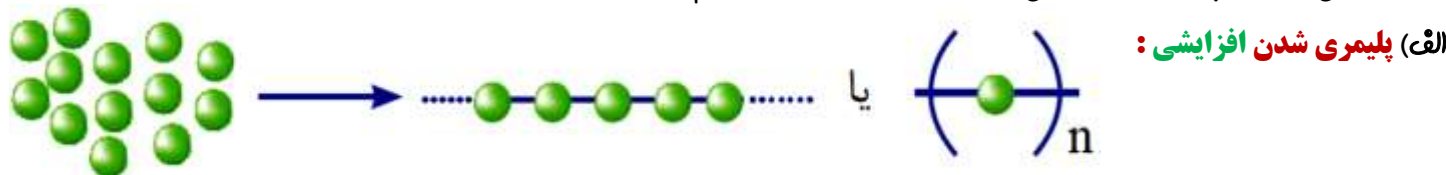
(ج) پیش‌بینی کنید نیروی بین مولکولی در کدام دسته از مولکول‌ها قوی‌تر است؟ چرا؟

درشت مولکول‌ها، چون نیروهای بین مولکولی در آنها به دلیل زیاد بودن جرم مولکولی، قوی است.

پلیمری شدن (بسپارش):

✓ **پلیمری شدن** واکنشی است که در آن **مولکول‌های کوچک** در شرایط مناسب به یکدیگر متصل می‌شوند و مولکول‌هایی با **زنجیرهای بلند** و **جرم مولی زیاد** تولید می‌کنند.

برای بررسی آسان‌تر پلیمری شدن‌ها می‌توان آن‌ها را به **دو** دسته تقسیم کرد:



(ب) **پلیمری شدن تراکمی:**



(الف) **پلیمری شدن افزایشی:** در این نوع پلیمری شدن از اتصال تعداد زیادی **مونومر** (بسته به شرایط) یک محصول به نام **پلیمر** تشکیل می‌شود. برای مثال پلیمری شدن **اتن** را بررسی می‌کنیم:

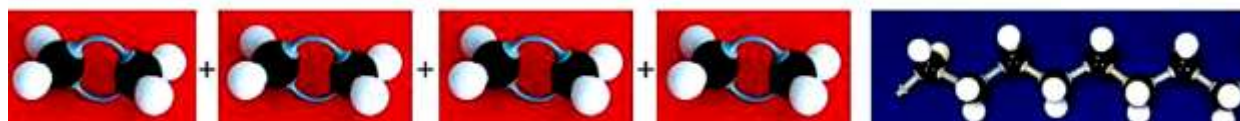
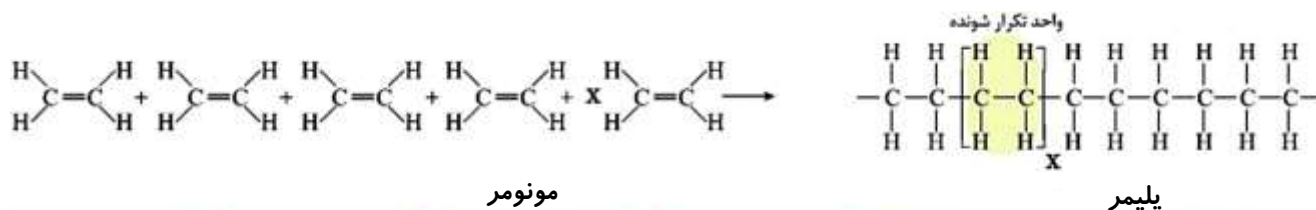
✓ هرگاه **گاز اتن** را در **فشار بالا گرما** دهیم، **جامد سفید رنگی** بدست می‌آید که جرم مولی **ده‌ها هزار گرم بر مول** است یعنی در ساختار هر مولکول آن **هزاران اتم کربن و هیدروژن** وجود دارد.

✓ معادلهٔ مقابل واکنش شیمیایی انجام شده را توصیف می‌کند.

$$n \text{CH}_2 = \text{CH}_2(g) \xrightarrow{\text{گرما و فشار}} (-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -)_n(s)$$

✓ **اتن** یک مولکول **سیر نشده** است در صورتی که در پلیمر شدن فرآورده واکنش (**پلی اتن**)، هیدروکربنی **سیر شده** است زیرا هر اتم کربن در آن با **چهار** پیوند اشتراکی **یکانه** به چهار اتم دیگر متصل است.

✓ در اثر پلیمر شدن، یکی از پیوندهای **دوگانه** در اتن شکسته شده و مولکول‌های اتن از سوی اتم‌های **کربن** به این ساختار متصل می‌شوند؛ با ادامه این روند **زنجیر کربنی** بلندی ایجاد می‌شود.



مولکول‌های اتن، در **دما و فشار اتاق، گازی** هستند؛ در حالی که در اثر واکنش پلیمری شدن، به پلی‌اتن با حالت فیزیکی **جامد** تبدیل می‌شوند. در واقع این واکنش با یک **کاهش شدید حجم** همراه است؛ زیرا مولکول‌های اتن گازی به مولکول جامد پلی‌اتن تبدیل می‌شود.

♥ به واکنش دهنده‌ها در واکنش پلیمری شدن، **مونومر** (تک‌پار) می‌گویند. در این واکنش‌ها شمار زیادی از **مونومرها** با یکدیگر واکنش می‌دهند و **پلیمر** را می‌سازند.

با دقت در ساختار **پلی اتن** در می یابیم که از تکرار مجموعه ای از اتم های **کربن** و **هیدروژن** به نام **واحد تکرار شونده** به وجود آمده است. شیمی دان ها برای نمایش **پلیمر ها**، **واحد تکرار شونده** را درون **کمانک** نوشته و زیروند **n** را برای آن می نویسند؛ زیرا تا کنون **هیچ قاعده ای** برای اتصال **شمار مونومر ها** به یکدیگر ارائه نشده و **نمی توان** فرمول دقیقی برای آن ها نوشت.

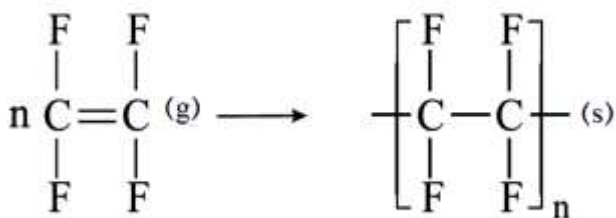
✓ **واحد تکرار شونده** دارای یک پیوند **دوگانه** است و برای نوشتن معادله واکنش قبل از واحد تکرار شونده **n** قرار می‌دهیم ولی برای نوشتن فرمول **پلیمر** به جای پیوند **دوگانه** از **سه پیوند ساده** قبل، وسط و بعد از واحد تکرار شونده درون یک پرانتز استفاده می‌کنیم و **n** را به صورت زیروند جلوی آن می‌نویسیم.

جرم مولی پلیمرهای افزایشی را می‌توان به تقریب از رابطه روبرو بدست آورد:

جرم مولی مونومر $\times n$ = جرم مولی پلیمر افزایشی

تعداد پیوند پلیمرهای افزایشی را می‌توان از رابطه روبرو بدست آورد:

تعداد پیوند = $n \times$ **تعداد پیوند** مونومر



- ۱- **تعداد مونومرهای** به کار رفته برای تشکیل پلیمر
 - ۲- **تعداد واحد تکرار شونده** در پلیمر
 - ۳- **نسبت پیوندهای** پلیمر به پیوند مونومر
 - ۴- **نسبت جرم مولی** پلیمر به جرم مولی مونومر

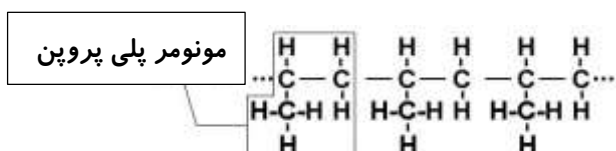
n نشان دهنده:

✓ در همه واکنش‌های پلیمری شدن، تعداد بسیار زیادی پیوند تشکیل می‌شود از آنجا که تشکیل پیوند با آزاد شدن انرژی همراه است. بنابراین واکنش پلیمری شدن گرما ده است.

✓ مولکول پروپن هم به همین شیوه به پلی پروپن تبدیل می شود.

✓ بدیهی است براساس الگوی تشکیل پلی اتن و با تغییر ساختار مونومر

می‌توان **پلیمری جدید** با خواص **متفاوت** تهیه کرد.



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

مثال: اگر جرم مولی نمونه ای از پلیمر تفلون برابر با 10^6 g.mol^{-1} باشد، تعداد واحد تکرار شونده (n) در این پلیمر، کدام است؟

$(F=19 \text{ و } C=12: \text{g.mol}^{-1})$ ۱-۱۰۰۰ ۲-۱۰۰۰۰ ۳-۱۲۰۰۰ ۴-۱۶۰۰۰



$10^6 = n \times [2(12) + 4(19)] \Rightarrow n = \frac{10^6}{100} = 10000$ **جرم مولی تفلون = $n \times C_2F_4$**

مثال: با مصرف ۸۰۰ لیتر گاز اتن در شرایط STP، چند کیلوگرم پلی اتن می توان تهیه کرد؟ ($C=12, H=1: \text{g.mol}^{-1}$)

۱-۱ ۲-۱/۵ ۳-۲ ۴-۳

پاسخ: گزینه ۱- با توجه به واکنش تهیه پلی اتن خواهیم داشت:

$28n = \text{جرم مولی اتن} \times n = \text{جرم مولی پلی اتن}$

$800L C_2H_4 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_4}{22/4L C_2H_4} \times \frac{1 \text{ mol پلی اتن}}{n \text{ mol } C_2H_4} \times \frac{28 \text{ g پلی اتن}}{1 \text{ mol پلی اتن}} \times \frac{1 \text{ kg پلی اتن}}{1000 \text{ g پلی اتن}} = 1 \text{ kg پلی اتن}$

در واکنش پلیمری شدن اتن، تنها فراورده واکنش، پلی اتن است؛ بنابراین طبق قانون پایستگی جرم، جرم پلی اتن تولید شده با جرم اتن مصرف شده برابر است؛ پس کافی است جرم اتن مصرف شده را حساب کنیم:

$800L C_2H_4 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_4}{22/4L C_2H_4} \times \frac{28 \text{ g } C_2H_4}{1 \text{ mol } C_2H_4} \times \frac{1 \text{ kg } C_2H_4}{1000 \text{ g } C_2H_4} = 1 \text{ kg } C_2H_4$ **جرم اتن مصرف شده**

صفحه ۱۰۴ کتاب درسی

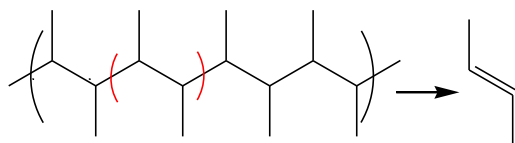
خود را بیازمایید:

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

کاربرد پلیمر	ساختار پلیمر	نام پلیمر	ساختار مونومر	نام مونومر
پتو 	$\left(-CH_2 - \underset{\substack{ \\ CN}}{CH} - \right)_n$	پلی سیانو اتن	$CH_2 = \underset{\substack{ \\ CN}}{CH}$	سیانو اتن
سرنگ - تجهیزات آزمایشگاهی 	$\left(-CH_2 - \underset{\substack{ \\ CH_3}}{CH} - \right)_n$	پلی پروپن	$CH_2 = \underset{\substack{ \\ CH_3}}{CH}$	پروپن
ظروف یکبار مصرف 	$\left(-CH_2 - \underset{\substack{ \\ C_6H_5}}{CH} - \right)_n$	پلی استیرن	$-CH_2 = \underset{\substack{ \\ C_6H_5}}{CH} -$	استیرن یا وینیل بنزن

تترافلوئورواتن	$\text{CF}_2 = \text{CF}_2$	تفلون	$(-\text{CF}_2 - \text{CF}_2 -)_n$	 نخ دندان - ظروف نجسب - نوار تفلون - بدنه اتو
کلرواتن یا وینیل کلرید	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	پلی وینیل کلرید P. V. C	$\left(\begin{array}{c} -\text{CH}_2 - \text{CH}- \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right)_n$	 کیسه خون، نوارهای درز گیر و مواد ساختمانی
اتن	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	پلی اتن	$(-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -)_n$	کیسه - لوله - دبه - اسباب بازی - تانکر - درب ظروف بسته بندی

✓ برای تشخیص ساختار **مونومر** در یک مولکول پلیمری، کافی است، **دو کربن پشت سرهم** را از بقیه جدا نمود و بین آنها **پیوند دوگانه** قرار داد.



✓ در ساختار **پلی سیانواتن** و **پلی استیرن** برخلاف بقیه پلیمرهای بالا، همه پیوندها **یگانه نیستند**. در ساختار پلی سیانواتن در $(-\text{CN})$ یک پیوند **سه گانه** بین اتم های کربن و نیتروژن $(-\text{C} \equiv \text{N})$ وجود دارد. در ساختار پلی استیرن هم **سه** پیوند **دوگانه** در حلقه **بنزنی** وجود دارد.

✓ در **تفلون** برخلاف بقیه این پلیمرها، اتم **هیدروژن** وجود ندارد.

✓ از **پلی وینیل کلرید** (P. V. C) در **شیشه خودرو** نیز استفاده می شود؛ به این صورت که لایه نازکی از آن را بین دو صفحه شیشه ای قرار می دهند بطوری که **مانع از فرو ریختن** خرده های آن در اثر ضربه می شود.

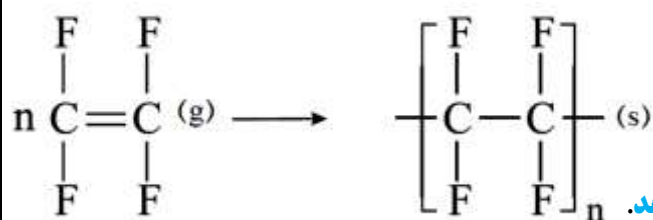
صفحه ۱۰۵ کتاب درسی

« بخت، یار ذهن های آماده است »

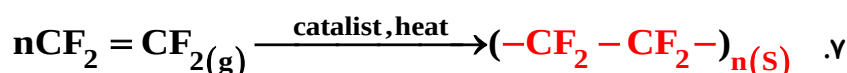
پیوند با زندگی :

تفلون و ویژگی های آن

۱. نام آن **پلی تترافلوئورواتن** (با نام تجاری **تفلون**) است.
۲. کشف این پلیمر بصورت **اتفاقی** توسط **پلانکت** انجام گرفت و او را به شهرت و ثروت رساند؛ زمانی که او بر روی **گازهای سرد کننده** یخچال کار می کرد، کپسولی حاوی گاز **تترافلوئورواتن** را که پر بود ولی **تخلیه** نمی شد را **برش** داد و با لایه نازکی از یک **جامد** در ته کپسول مواجه شد که همان **تفلون** بود.



۳. نقطه ذوب **بالایی** دارد.
۴. در برابر گرما **مقاوم** است.
۵. این پلیمر از نظر شیمیایی **بی اثر** است و با مواد شیمیایی واکنش **نمی دهد**.
۶. در حلال های آلی حل **نمی شود** و **نجسب** است.



✓ این ویژگی‌ها سبب شده است که تفلون علاوه بر **فخ دندان** در ساخت **نوار آب بندی**، **ظروف آشپزخانه** و **کفی اتو** کاربرد پیدا کند.



صفحه ۱۰۶ کتاب درسی

پیوند با صنعت:

✓ پلی اتن یکی از مهم‌ترین پلیمرهای **ساختگی** است که در ساخت وسایل گوناگونی مانند **کیسه خرید**، **لوله آب**، **بطری شیر**، **وسایل اسباب**



بازی، **درب بطری**، **مخزن آب**

و ... کاربرد دارد.



✓ در هنگام ساخت این وسایل دانه‌های **سفید** پلی اتن را **مذاب** کرده و در دستگاهی با **دمیدن هوا**، به ورقه **نازک** پلاستیکی تبدیل می‌کنند.

✓ همانطور که مشاهده می‌کنید کالاهای ساخته شده از پلی اتن ویژگی‌های **گوناگونی** دارند. برخی مانند کیسه موجود در مغازه‌ها **شفاف**

بوده و کمی **انعطاف پذیرند** در حالی که لوله‌های پلاستیکی، دبه‌های آب یا بطری شیر، **کدر**، **سخت‌تر** و **محکم‌تر** و با **چگالی** بالاتر هستند. اما چگونه است که از یک مونومر یکسان پلیمرهایی با خواص گوناگون تشکیل می‌شود؟

✓ یافته‌های **تجربی** نشان می‌دهد که اتن در **شرایط گوناگون**، با انجام واکنش پلیمری شدن فرآورده‌هایی با **ساختار متفاوت** پدید می‌آورد.

نوعی پلی اتن، **چگالی کمتری** داشته و **شفاف** است، از این رو به **پلی اتن سبک** معروف است در حالی که **پلی اتن سنگین**، **چگالی بیشتری** داشته و **کدر** است.

✓ پلی اتنی که در حال تشکیل **زنجیر اصلی**، **شاخه‌های جانبی** نیز تشکیل دهد، **پلی اتن سبک** بوده (چگالی **کمتری** دارد 0.92 گرم بر سانتی‌متر مکعب) و **شفاف** است؛ در مقابل پلیمری که زنجیره جانبی **ندارد**، چگالی **بیشتری** داشته (0.97 گرم بر سانتی‌متر مکعب)، **کدر** بوده و به دلیل نیروهای **واندروالسی قوی‌تر** استحکام **بالاتری** دارد.

ساختار پلی اتن سبک (پلی اتن سبک) و پلی اتن سنگین (پلی اتن سنگین) را در ادامه خواهیم دید.



پلی اتن بدون شاخه



پلی اتن شاخه‌دار

صفحه ۱۰۷ کتاب درسی

خود را بیازمایید:

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

الف) کدام چگالی به کدام پلی اتن تعلق دارد؟ چرا؟ 0.97 **پلی اتن سنگین است زیرا در پلی اتن بدون شاخه در واحد حجم مولکول‌های**

بیشتری قرار می‌گیرند و جرم بیش‌تر خواهد بود و 0.92 پلی اتن سبک است.

ب) کدام پلی اتن سبک و کدام سنگین است؟ $0/92$ سبک (شاخه دار) و $0/97$ سنگین (بدون شاخه) است.

پ) نیروی بین مولکولی در پلی اتن چیست؟ از نوع نیروهای واندروالس

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

زیرا با افزایش تعداد شاخه مولکول ها به دلیل ازدحام فضایی نمی توانند به هم نزدیک شوند اما در پلی اتن که شاخه فرعی وجود ندارد سطح تماس مولکول ها بیشتر است و در نتیجه نیروی جاذبه بین مولکولی بیشتر شده و استحکام مولکولی هم بیشتر می شود.

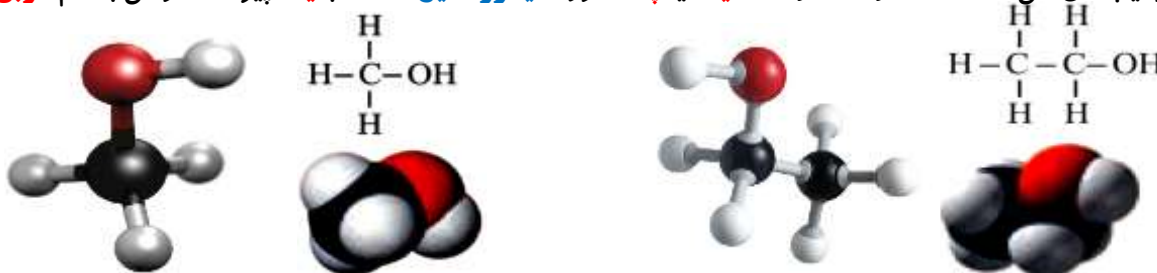
مقایسه پلی اتن سبک و سنگین:

ساختار	پلی اتن سبک، شاخه دار، ولی پلی اتن سنگین، بدون شاخه است.
چگالی	چگالی پلی اتن سبک، کمتر از پلی اتن سنگین است.
نیروی بین مولکولی	نیروی جاذبه هر دو، از نوع واندروالس است، اما در پلی اتن سنگین، قوی تر از پلی اتن سبک است.
سختی و استحکام	پلی اتن سنگین نسبت به پلی اتن سبک، سختی و استحکام بیشتری دارد.
نقطه ذوب	پلی اتن سنگین نقطه ذوب بالاتری دارد.
شفاف یا کدر بودن	پلی اتن سبک، شفاف، ولی پلی اتن سنگین، کدر است.
کاربرد	پلی اتن سبک در ساخت کیسه های پلاستیکی شفاف و پلی اتن سنگین در ساخت لوله های پلاستیکی، دبه های آب یا بطری کدر شیر و اسباب بازی کودکان کاربرد دارد.

گروه های عاملی (ادامه فصل دوم)

الکل ها:

✓ **الکل ها**، دسته ای از ترکیب های آلی هستند که در ساختار آن ها یک یا چند گروه هیدروکسیل (OH) با یک پیوند اشتراکی به اتم کربن متصل است.



✓ الکل های یک عاملی را می توان با فرمول ROH یا $C_nH_{2n+2}O$ نشان داد که در آن، R یک زنجیر هیدروکربنی است؛ متانول و اتانول دو عضو خانواده الکل های یک عاملی هستند.

برای نامگذاری الکل ها به دو روش عمل می کنیم:

(۱) نام گروه هیدروکربنی (R) + الکل = نام الکل (نام متداول)

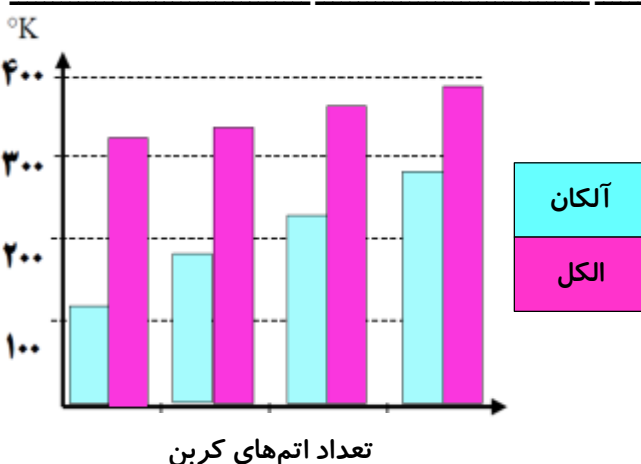
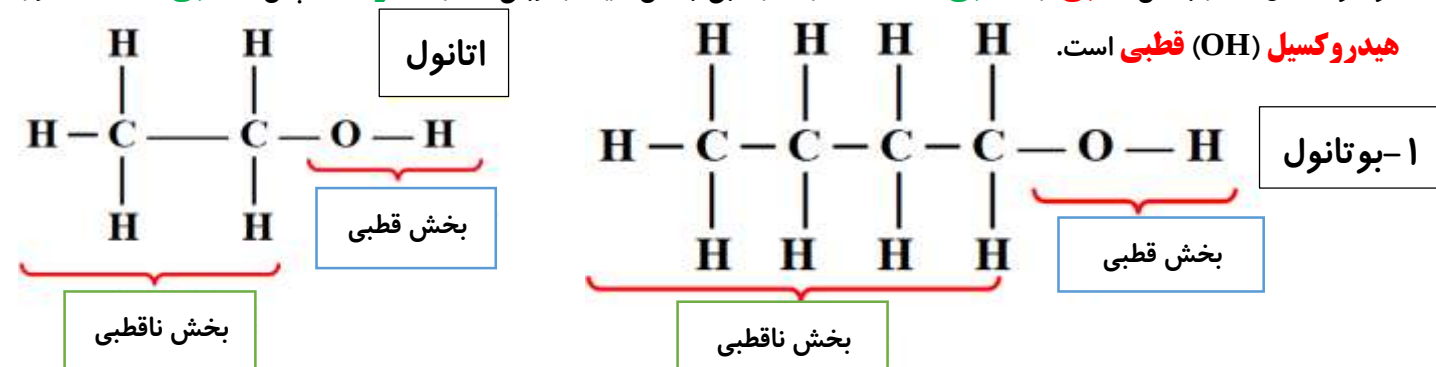
نام الکل	فرمول الکل	نام گروه هیدروکربنی	فرمول گروه هیدروکربنی	نام آلکان	فرمول آلکان
متیل الکل	$CH_3 - OH$	متیل	$CH_3 -$	متان	CH_4
اتیل الکل	$CH_3 - CH_2 - OH$	اتیل	$C_2H_5 -$	اتان	C_2H_6
پروپیل الکل	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$	پروپیل	$C_3H_7 -$	پروپان	C_3H_8
ایزوپروپیل الکل	$CH_3 - CH - OH$ CH_3	ایزوپروپیل	$CH_3 - CH -$ CH_3		

۲) نام آلکان هم کربن + ال = نام الکل (نام آیوپاک)

نام الکل	فرمول الکل	آلکان	فرمول آلکان
متانول	$\text{CH}_3 - \text{OH}$	متان	CH_4
اتانول	$\text{C}_2\text{H}_5 - \text{OH}$	اتان	C_2H_6
۱-پروپانول	$\text{C}_3\text{H}_7 - \text{OH}$	پروپان	C_3H_8
۲-پروپانول	$\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_3$		

ویژگی‌های الکل‌ها:

✓ مولکول الکل‌ها دو بخش **قطبی** و **ناقطبی** دارد. گشتاور دوقطبی بخش هیدروکربنی حدود **صفر** است پس **ناقطبی** است اما گروه



✓ الکل‌ها علاوه بر نیروی بین مولکولی **واندروالسی** به دلیل داشتن گروه

هیدروکسیل (OH) قادر به تشکیل **پیوند هیدروژنی** نیز هستند. به

همین دلیل نقطه جوش آنها از آلکان‌های هم کربن **بیشتر** است.

✓ نمودار زیر اختلاف نقطه جوش آلکان و الکل هم کربن را نشان می‌دهد.

✓ **الکل‌های کوچک** به هر نسبتی در آب حل می‌شوند، زیرا:

(۱) بخش **قطبی** بر بخش **ناقطبی** الکل غلبه دارد.

(۲) **پیوند هیدروژنی** بین **الکل و آب** از پیوند هیدروژنی الکل-الکل و پیوند هیدروژنی آب-آب **قوی‌تر** است.

داده‌های جدول زیر انحلال‌پذیری الکل‌ها را با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی نشان می‌دهد.

نام الکل	فرمول ساختاری الکل	انحلال‌پذیری $\left(\frac{\text{g}}{100 \text{ g H}_2\text{O}}\right)$
متانول	$\text{CH}_3 - \text{OH}$	به هر نسبتی در آب حل می‌شود.
اتانول	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	به هر نسبتی در آب حل می‌شود.
۱-پروپانول	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	به هر نسبتی در آب حل می‌شود.
۱-بوتانول	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{OH}$	۸/۲۱
۱-پنتانول	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{OH}$	۲/۷
۱-هگزانول	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \text{OH}$	۰/۵۹
۱-اکتانول	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{OH}$	۰/۰۴۶

- ✓ الکلهای تا پنج کربن در آب محلول هستند یعنی تا پنج کربن، بخش قطبی بر ناقطبی غلبه دارد. (پیوند هیدروژنی غالب است).
- ✓ ۱-هگزانول، ۱-پنتانول و ۱-اکتانول در آب کم محلول هستند.
- ✓ در صورتی که تعداد کربنها در الکل یک عاملی بیشتر از ۸ تا باشد الکل مورد نظر نامحلول خواهد بود.
- ✓ با افزایش شمار اتمهای کربن، بخش ناقطبی مولکول بزرگتر شده و میزان قطبیت مولکول کاهش مییابد. بنابراین الکلهای بزرگتر در جریها حل میشوند. از اینرو ویژگی جری دوستی الکلهای با افزایش شمار اتمهای کربن، افزایش مییابد. به بیان دیگر، هرچه شمار اتمهای کربن در الکلهای بیشتر شود، ویژگی آبگریزی آنها افزایش مییابد.
- ✓ الکلهای می توانند چند عاملی باشند یعنی بیش از یک گروه هیدروکسیل داشته باشند. اتیلن گلیکول (ضد یخ) و گلیسرین نمونه ای از الکلهای چند عاملی هستند.

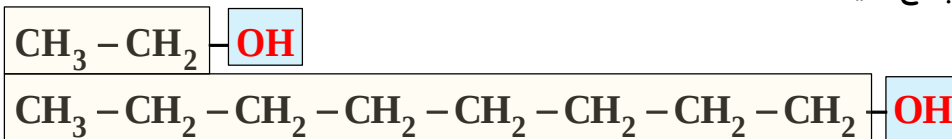


- ✓ الکلهای چند عاملی در تهیه پلی استرها نقش بسزایی دارند.
- ✓ الکلهای با اترها (با تعداد کربن، هیدروژن و اکسیژن برابر) ایزومر هستند با این تفاوت که در اترها اتم اکسیژن بین اتمهای کربن قرار دارد و قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی نیست.

مثلاً برای ترکیبی به فرمول $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ دو ساختار می توان رسم نمود. $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$ و $\text{C}_2\text{H}_5 - \text{OH}$

با هم بیندیشیم : صفحه ۱۱۰ کتاب درسی

(۱) با توجه به دو ساختار داده شده به پرسشها پاسخ دهید:



(آ) پیش بینی کنید چه نوع نیروهای بین مولکولی در این دو الکل وجود دارد؟ نیروی جاذبه واندروالسی و پیوند هیدروژنی

(ب) مولکول این الکلهای 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.

(پ) پیش بینی کنید در شرایط یکسان انحلال پذیری کدام الکل در آب بیشتر است؟ انحلال پذیری اتانول در آب بیشتر است. هنگامی که بخش ناقطبی یک مولکول، بزرگتر از بخش قطبی آن باشد خواص ناقطبی مولکول بر خواص قطبی آن غلبه می کند. به همین جهت اکتانول در آب حل نمی شود اما اتانول با ایجاد پیوندهای هیدروژنی در آب حل می شود.

فرمول ساختاری الکل	انحلال پذیری $\left(\frac{\text{g}}{100 \text{ g H}_2\text{O}} \right)$
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	به هر نسبتی در آب حل می شود.
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{OH}$	۰/۰۴۶

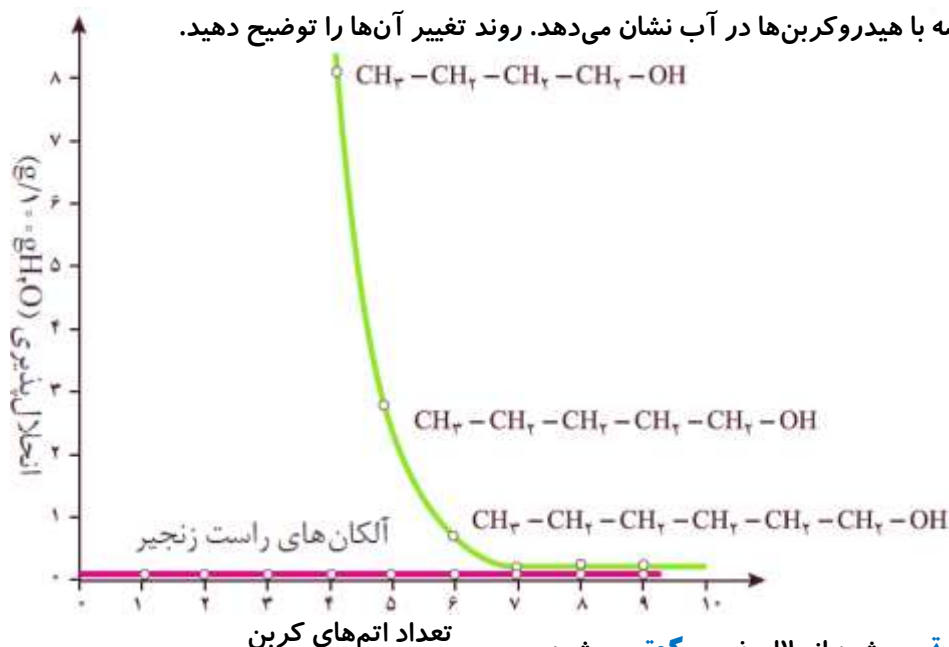
(ت) درستی پیش بینی خود را با توجه به داده های جدول زیر بررسی کنید. همانطور که در جدول مشاهده می شود، اتانول به هر نسبتی در آب حل می شود اما ۱- اکتانول انحلال پذیری کمی در آب دارد.

(ث) درباره درستی جمله زیر گفت و گو کنید.

«با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در الکلهای، نیروی واندروالسی بر هیدروژنی غلبه می کند و ویژگی های ناقطبی الکل افزایش می یابد.»

جمله درست است زیرا در الکلهای دو نوع نیروی بین مولکولی وجود دارد: پیوند هیدروژنی در یک سر مولکول به دلیل پیوند بین اتم اکسیژن و هیدروژن وجود دارد و نیروی واندروالسی که از سمت زنجیره کربنی وجود دارد. هرچه زنجیره کربنی بزرگتر باشد نیروی واندروالسی قوی تر شده و بر پیوند هیدروژنی غلبه می کند و ویژگی ناقطبی الکل زیاد می شود.

ج) نمودار زیر انحلال پذیری الکل‌ها را در مقایسه با هیدروکربن‌ها در آب نشان می‌دهد. روند تغییر آن‌ها را توضیح دهید.



✓ هرچه بخش **ناقطبی** یا هیدروکربنی **بزرگ‌تر** می‌شود انحلال‌پذیری **کمتر** می‌شود.

✓ الکل‌های تا **پنج** کربن در آب **محلول** هستند یعنی تا پنج کربن، بخش **قطبی** بر **ناقطبی** غلبه دارد. (پیوند هیدروژنی غالب است).

✓ ۱-هگزانول، ۱-هپتانول و ۱-اکتانول در آب **کم محلول** هستند.

✓ در صورتی که تعداد کربن‌ها در الکل **یک عاملی** بیشتر از **۸** تا باشد الکل مورد نظر **نامحلول** خواهد بود.

جمع‌بندی:

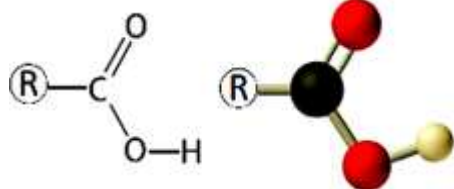
↑ **کربن الکل‌ها** = ↓ **انحلال‌پذیری در آب** (↑ **افزایش آب‌گریزی**) = ↑ **انحلال‌پذیری در چربی** (↑ **افزایش چربی دوستی**)

کربوکسیلیک اسیدها:

✓ دسته‌ای از ترکیب‌های **آلی** که در ساختار خود حداقل یک گروه عاملی **کربوکسیل** (COOH) دارند.

✓ ساختار عمومی **کربوکسیلیک اسیدهای** تک عاملی را در شکل مقابل مشاهده می‌کنید.

(گروه **R** که در شکل وجود دارد، می‌تواند **هیدروژن** یا یک **زنجیر هیدروکربنی** باشد).



✓ اسیدهای یک عاملی دارای فرمول RCOOH یا $\text{R}-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$ و فرمول عمومی $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ هستند.

✓ این ترکیبات مزه **ترش** دارند به طوری که مزه ترش میوه‌هایی مانند **ریواس، انگور، لیمو ترش، کیوی، گوجه سبز** و ... ناشی از وجود چنین مولکول‌هایی در آن‌هاست.

✓ **متانوئیک اسید** HCOOH (فورمیک اسید) که **اولین** و **ساده‌ترین** عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدها و **اتانوئیک اسید** (استیک اسید) دومین عضو خانواده اسیدهای آلی است.

✓ **فورمیک اسید** که بر اثر گزش **مورچه سرخ** وارد بدن شده و باعث **سوزش** و **خارش** در محل گزیدگی می‌شود و **استیک اسید** که **آشنا‌ترین** عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدها است در **سرکه** یافت می‌شود.

✓ مولکول‌های **کربوکسیلیک اسید** نیز مانند **الکل‌ها** دو بخش **قطبی** و **ناقطبی** دارند. گشتاور دوقطبی بخش هیدروکربنی حدود **صفر** است پس **ناقطبی** است اما گروه کربوکسیل (COOH) **قطبی** است.

✓ با **افزایش** طول زنجیر کربنی از انحلال‌پذیری کربوکسیلیک اسیدها در آب **کاسته** می‌شود، زیرا با افزایش تعداد اتم‌های کربن، زنجیر **هیدروکربنی** که بخش **ناقطبی** کربوکسیلیک اسید به حساب می‌آید **بزرگ‌تر** شده و بر بخش قطبی آن (COOH) غلبه می‌کند. بنابراین مولکول در مجموع خاصیت **ناقطبی** گرفته و انحلال‌پذیری آن در آب **کاهش** می‌یابد.

✓ پیوند هیدروژنی اسیدها از الکل‌های هم کربن **قوی‌تر** است، بنابراین نقطه جوش **کربوکسیلیک اسید** بیشتر از الکل‌های هم کربن است.

✓ **کربوکسیلیک اسیدهای تا ۵ کربن در آب محلول هستند، یعنی تا ۵ کربن، بخش قطبی بر ناقطبی غلبه دارد.**

✓ **اسیدهای چند عاملی در تولید پلی استر نقش مهمی ایفا می کنند.**

نامگذاری کربوکسیلیک اسیدها :

برای نامگذاری کربوکسیلیک اسیدها دو روش وجود دارد :

(۱) **نام متداول :** فورمیک اسید چون از تقطیر **مورچه** که در لاتین فورمیکا نامیده می شود گرفته شده و استیک اسید از **استوم** به معنای **سرکه** گرفته شده است و ...

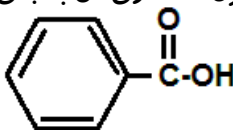
(۲) **نام آیوپاک :** نام آلکان هم کربن + وئیک اسید = نام اسید

نام متداول	نام آیوپاک	فرمول اسید	نام آلکان	فرمول آلکان
فرمیک اسید	متانوئیک اسید	HCOOH	متان	CH ₄
استیک اسید	اتانوئیک اسید	CH ₃ COOH	اتان	C ₂ H ₆

✓ اسیدها می توانند چند عاملی باشند مانند **اتان دی اوئیک اسید (اکزالیک اسید) :** $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$

ترفتالیک اسید : $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{C}_6\text{H}_4-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$

✓ **بنزوئیک اسید** یک کربوکسیلیک اسید یک عاملی است که در فرمول ساختاری آن به جای گروه **R**، یک **حلقه بنزی** قرار گرفته بنابراین یک کربوکسیلیک اسید **آروماتیک** است.



✓ برخی از ترکیبات علاوه بر عامل اسیدی دارای عامل **الکلی** نیز هستند. مانند **لاکتیک اسید** $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$

تارتاریک اسید $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$

✓ فرمول مولکولی عمومی **استرها و کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی با زنجیر هیدروکربنی سیر شده** ($\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$) است. اگر تعداد **کربن** کربوکسیلیک اسید و استر (زنجیر هیدروکربنی سیر شده و یک عاملی) **یکسان** باشد، این دو ترکیب **ایزومر** هم خواهند بود. مثلاً ترکیبی به فرمول $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ دارای دو ساختار زیر است. CH_3COOH و HCOOCH_3 که یکی ساختار **اسید** و دیگری ساختار **استر** می باشد.

✓ **استرها** به دلیل نداشتن هیدروژن متصل به اکسیژن قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی **نیستند**.

✓ گروه عاملی اسیدها، **کربوکسیلیک اسید** ولی برای استرها، **کربوکسیلات** است.

مثال ۱- در مورد دو ترکیب اتانول و اکتانول، کدام گزینه درست است؟

(۱) واکنش پذیری اکتانول از اتانول بیشتر است.

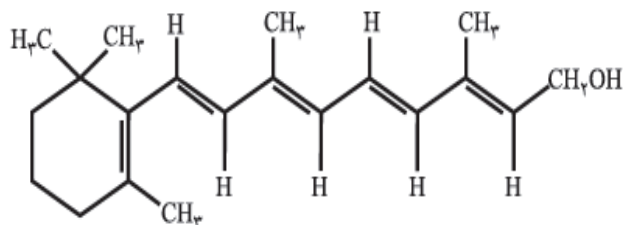
(۲) در هر دو ترکیب، ۲ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

(۳) نیروی بین مولکولی در اکتانول از نوع هیدروژنی و در اتانول از نوع وان دروالسی است.

(۴) در اکتانول، ۲۵ جفت الکترون پیوندی و در اتانول ۷ جفت الکترون پیوندی وجود دارد.

گزینه ۱: انحلال پذیری اتانول بیشتر است. گزینه ۳: عکس آن درست است. گزینه ۴: در اکتانول ۲۶ و در اتانول، ۸ جفت

مثال ۲- کدام مورد، درباره‌ی ترکیب زیر نادرست است؟



(۱) فرمول مولکولی آن، $C_{20}H_{30}O$ می‌باشد.

(۲) نامحلول در آب است.

(۳) دارای ۳۱ پیوند کووالانسی است.

(۴) عامل هیدروکسیل در آن وجود دارد.

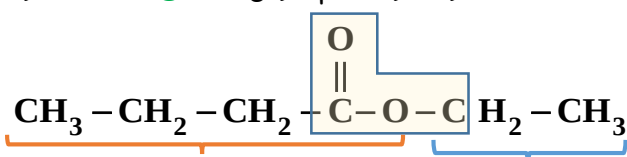
گزینه ۳، تعداد پیوند کووالانسی ۵۰ می‌باشد.

استرها :

✓ استرها از مشتقات **کربوکسیلیک اسیدها** هستند که از جایگزین کردن **هیدروژن** گروه کربوکسیل با یک گروه **آلکیل** تشکیل شده‌اند.

✓ **استرها** دسته‌ای از مواد **آلی** هستند که در ساختار خود گروه عاملی استری ($-COO-$) گروه عاملی **کربوکسیلات** دارند.

✓ **استرها** منشأ بوی خوش **شکوفه‌ها، گل‌ها، عطرها** و نیز بو و طعم **میوه‌ها** هستند. برای نمونه، بو و طعم خوش **آناناس** به دلیل وجود



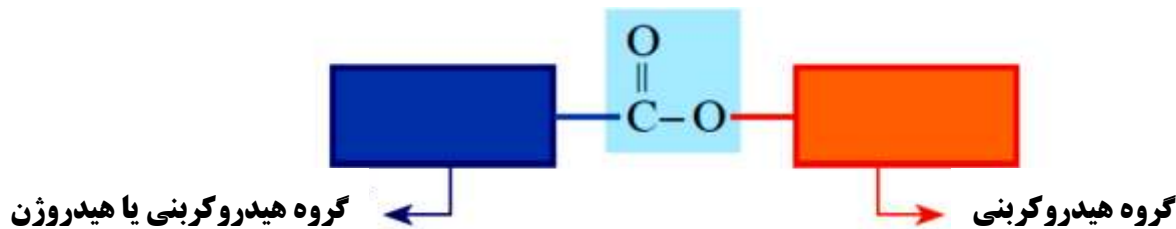
اتیل بوتانوات در آن است.

✓ ساختار کلی استرها به صورت $RCOOR'$ است که در آن R می‌تواند H یا گروه **آلکیل** باشد، اما R' حتماً باید گروه **کربن‌دار** باشد.

با دقت در ساختار مولکول استر در می‌یابیم که به گروه عاملی آن **دو بخش** یا دو زنجیر هیدروکربنی متصل است. در یک سوی آن

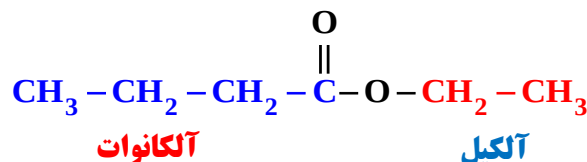
گروه هیدروکربنی به اتم اکسیژن و در سوی دیگر آن به اتم کربن این گروه متصل است.

✓ گروه عاملی استری از واکنش یک **الکل** با یک **کربوکسیلیک اسید** ایجاد می‌شود.



نامگذاری استرها :

✓ برای نامگذاری استرها، آن را به **دو بخش** تقسیم می‌کنیم برای طرف گروه کربونیل ($R-C=O$) شماره کربن را با پسوند «وات» جمع می‌بندیم (بر وزن **آلکانوات**) و طرف اکسیژن ($-OR$) را بر وزن آلکیل (نام گروه هیدروکربنی) می‌نویسیم :



✓ بخش **آلکیل** دو کربن دارد و **اتیل** نامیده می‌شود و بخش **آلکانوات** چهار کربن دارد پس می‌شود **بوتانوات** و در مجموع نام ترکیب

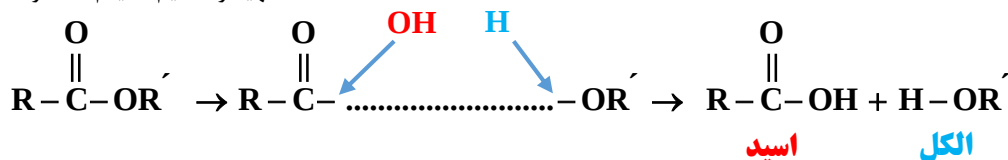
اتیل بوتانوات خواهد بود.

✓ از نام هر استر باید بتوان **الکل** و **اسید** سازنده آن را مشخص کرد. نام کلی استرها به این صورت است :

آلکیل آلکانوات نام الکل بر وزن : آلکانول نام اسید بر وزن : آلکانوئیک اسید

✓ برای به دست آوردن **اسید** و **الکل** سازنده یک استر کافی است بین گروه **کربونیل** و **اکسیژن**، فاصله ایجاد کنیم و گروه **هیدروکسیل**

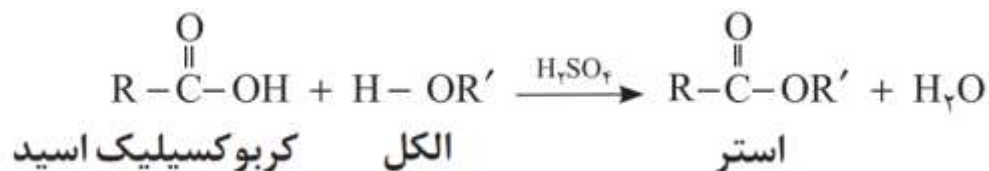
را به **کربونیل** و **هیدروژن** را به **اکسیژن** متصل نماییم.



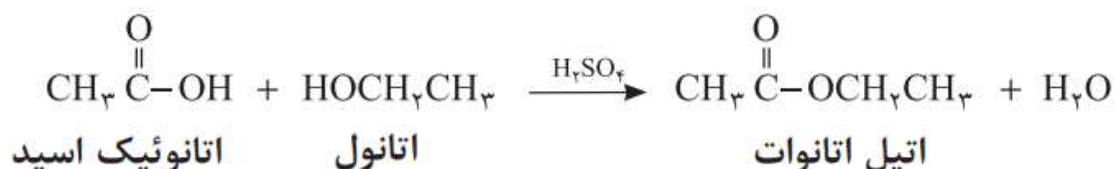
واکنش استری شدن و آبکافت استرها:

✓ 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.

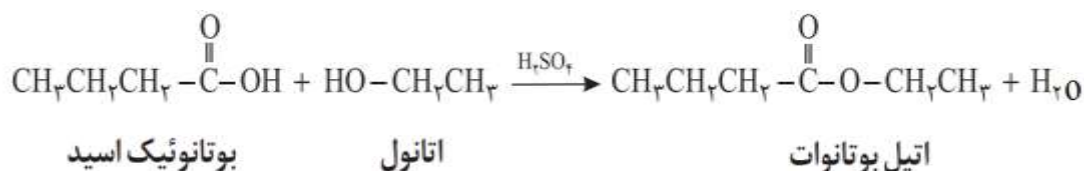
✓ در واکنش استری شدن **OH** از اسید و **H** از الکل، **آب** تولید می‌کند و فراورده دیگر نیز **استر** است.



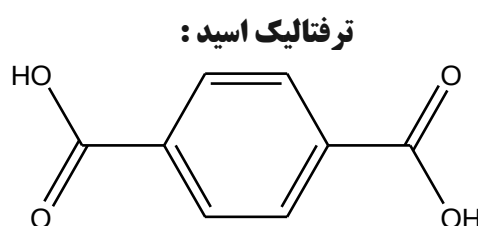
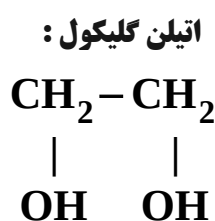
مثال ۱: از واکنش **اتانویک اسید** (استیک اسید) با **اتانول**، طبق معادله زیر **اتیل اتانوات** (اتیل استات) بدست می‌آید.



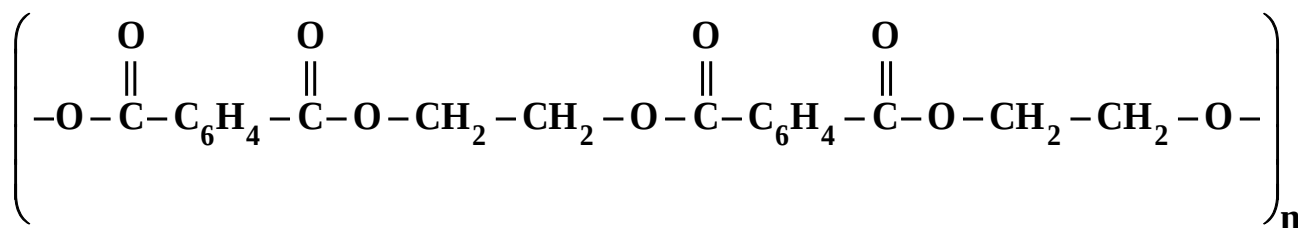
مثال ۲: می‌توان **اتیل بوتانوات** را در مقیاس صنعتی از واکنش **بوتانویک اسید** و **اتانول**، تولید و از آن برای تولید شوینده با بوی **آناناس** استفاده کرد.



مثال ۳: **ترفتالیک اسید** و **اتیلن گلیکول** برای تهیه **پلی اتیلن ترفتالات** برای تولید **بطری آب** استفاده می‌شود (PET).



ساختار **پلی اتیلن ترفتالات** (PET) به صورت زیر در می‌آید:

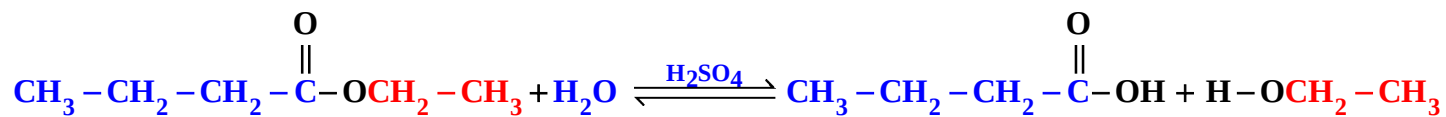
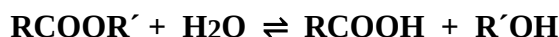


✓ می‌توان با استفاده از **کربوکسیلیک اسیدها** و **الکل‌های دوعاملی** گوناگون، پلی‌استرهایی با ساختار متفاوت و گوناگون، تهیه کرد.

✓ به ازای هر **n** مول اسید و **n** مول الکل، **2n** مول **آب** تولید می‌شود.

✓ **آبکافت استرها**: با توجه به اینکه واکنش **استری شدن** بصورت **برگشت پذیر** انجام می‌شود، **استرها** در شرایط مناسب (**حضور اسید** و

رطوبت و گرما با **آب** واکنش داده و به **کربوکسیلیک اسید** و **الکل** اولیه تبدیل می‌شوند این واکنش به **آبکافت استرها** معروف است.



استرهای معروف :

نام استر	فرمول شیمیایی	ساختار استر	الکل سازنده	اسید سازنده	عامل بو در
اتیل بوتانوات	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOC}_2\text{H}_5$		اتانول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	بوتانویک اسید $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	آناناس
متیل بوتانوات	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOCH}_3$		متانول CH_3OH	بوتانویک اسید $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	سیب
پنتیل اتانوات	$\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$		پنتانول $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	اتانویک اسید CH_3COOH	موز
اتیل هپتانوات	$\text{C}_6\text{H}_{13}\text{COOC}_2\text{H}_5$		اتانول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	هپتانویک اسید $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{COOH}$	انگور

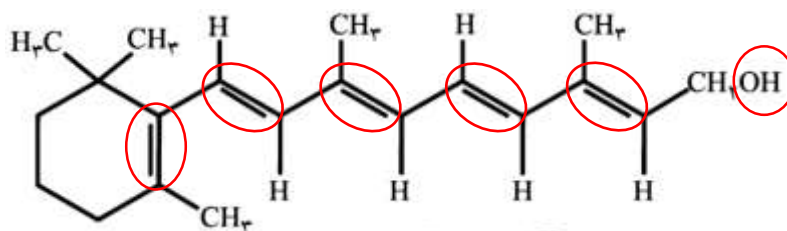
رمز استرهای معروف : **آ-س-م-ان** « **آناناس** - **سیب** - **موز** - **انگور** »

خود را بیازماید : ویتامین‌ها صفحه ۱۱۱ و ۱۱۲ کتاب درسی

- ✓ قسمت‌های **هیدروکربنی** ترکیبات آلی بخش **ناقطبی** مولکول‌ها را می‌سازند و قسمت **چربی‌دوست** یا **آب‌گریز** می‌باشند.
- ✓ **گروه‌های عاملی** (در ویتامین‌های زیر، بخش‌های **اکسیژن‌دار**)، بخش **قطبی** مولکول هستند و قسمت **آب‌دوست** را تشکیل می‌دهند.
- ✓ اگر قسمت **قطبی** مولکول بر قسمت **ناقطبی** آن غلبه داشته باشد، ویتامین یا مولکول محلول در **آب** و اگر قسمت **ناقطبی** مولکول بر قسمت **قطبی** آن غلبه کند، ویتامین یا مولکول محلول در **چربی** است.
- ✓ رمز گذاری : ویتامین‌های دک (DAKE) محلول در **چربی** هستند.

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

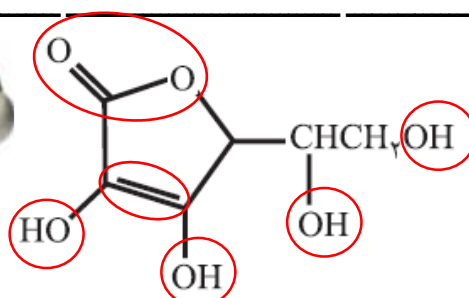
ویتامین آ (A) :



✓ فرمول مولکولی آن $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}$ است.

✓ دارای یک گروه عاملی **هیدروکسیل** (**قطبی**) بوده اما قسمت عمده آن **هیدروکربنی** بوده و **ناقطبی** است، پس محلول در **چربی** است.

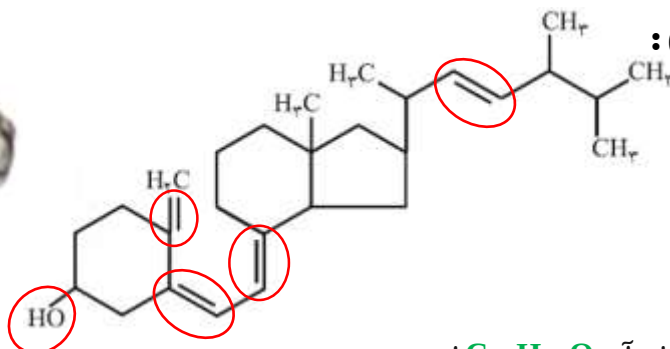
ویتامین ث (C) :



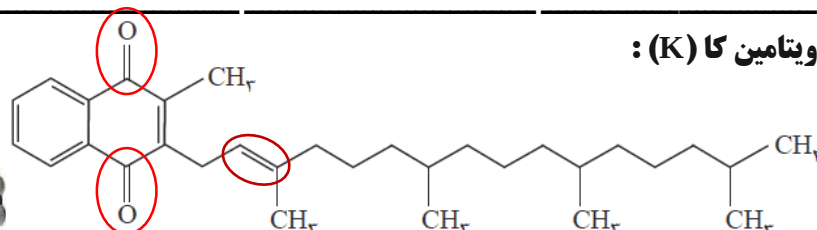
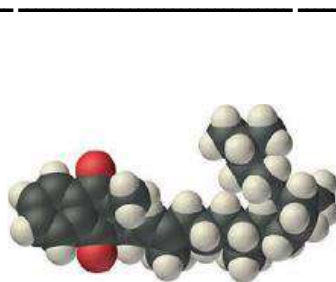
✓ فرمول مولکولی آن $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ است.

✓ این مولکول دارای ۴ گروه عاملی **هیدروکسیل** و یک گروه عاملی **استری** است (قسمت‌های **قطبی**)، در مقابل سایر قسمت‌های **هیدروکربنی** **ناقطبی** هستند و به دلیل غلبه قسمت‌های **قطبی** بر **ناقطبی**، این ویتامین محلول در **آب** است.

ویتامین دی (D) :

✓ فرمول مولکولی آن $C_{28}H_{44}O$ است.✓ دارای یک گروه عاملی **هیدروکسیل (قطبی)** بوده اما قسمت عمده آن **هیدروکربنی** بوده و **ناقطبی** است، پس محلول در **چربی** است.

ویتامین کا (K) :

✓ فرمول مولکولی آن $C_{31}H_{46}O_2$ است.✓ این مولکول دارای ۲ گروه عاملی **کربونیل (قطبی)** و سایر قسمت‌های آن **ناقطبی** است؛ پس محلول در **چربی** است.

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

ویتامین‌هایی مثل ویتامین ث که بخش قطبی بزرگی داشته باشند و در نتیجه در آب محلول باشند مشکلی ایجاد نمی‌کنند زیرا مقدار اضافی این ویتامین‌ها در بدن از طریق ادرار دفع می‌شود.

(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 کربوکسیلیک‌اسیدها که دو بخش قطبی و ناقطبی دارند، با افزایش طول زنجیر کربنی بخش (**ناقطبی** / قطبی) بزرگ‌تر می‌شود، قطبیت مولکول (**کاهش** / افزایش) می‌یابد و انحلال‌پذیری آن در آب (بیشتر / کمتر) می‌شود.

✓ فرمول و ساختار برخی از ویتامین‌ها به همراه انحلال‌پذیری آن‌ها در جدول زیر خلاصه شده است.

نام ویتامین	منبع	حلال	فرمول مولکولی	گروه عاملی
ویتامین آ	هویج	چربی	$C_{20}H_{30}O$	الکی - آلکنی
ویتامین ث	پرتقال	آب	$C_6H_8O_6$	استری - الکی - آلکنی
ویتامین دی	چربی ماهی	چربی	$C_{28}H_{44}O$	آلکنی - الکی
ویتامین کا	انواع کلم	چربی	$C_{31}H_{46}O_2$	بنزنی - کربونیلی - آلکنی

خود را بیازمایید :

صفحه ۱۱۳ کتاب درسی

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

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

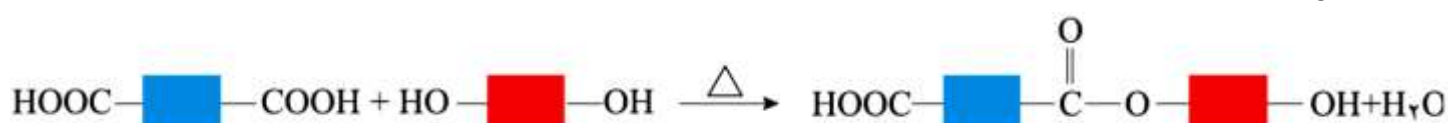
پلی استرها :

✓ نیاز به پوشاک بیشتر و با کاربردهای **گسترده تر**، شیمی دان ها را برای یافتن پلیمرهای جدید تشویق کرد. در طی این تلاش پلیمرهایی ساخته شد که علاوه بر **H** و **C** دارای **N** و **O** در ساختار خود بودند. **پلی آمیدها** و **پلی استرها** از جمله این پلیمرها هستند.

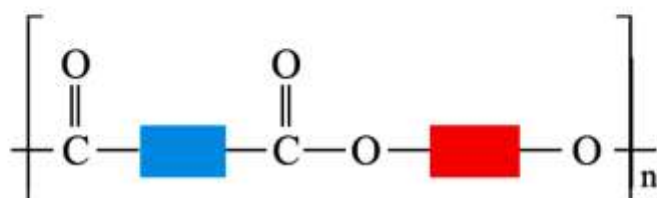
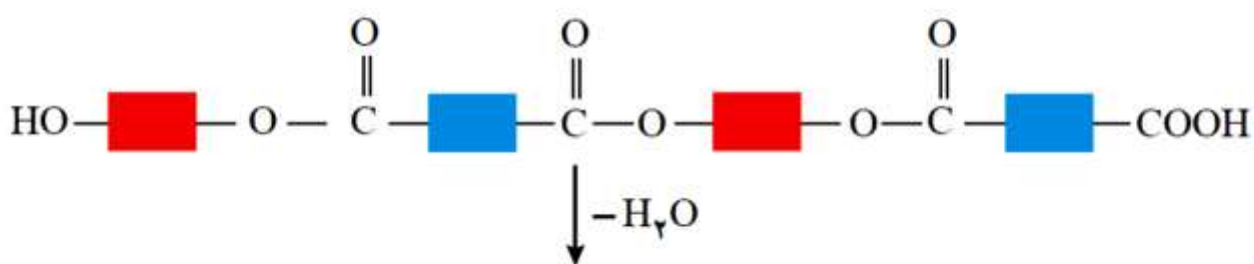
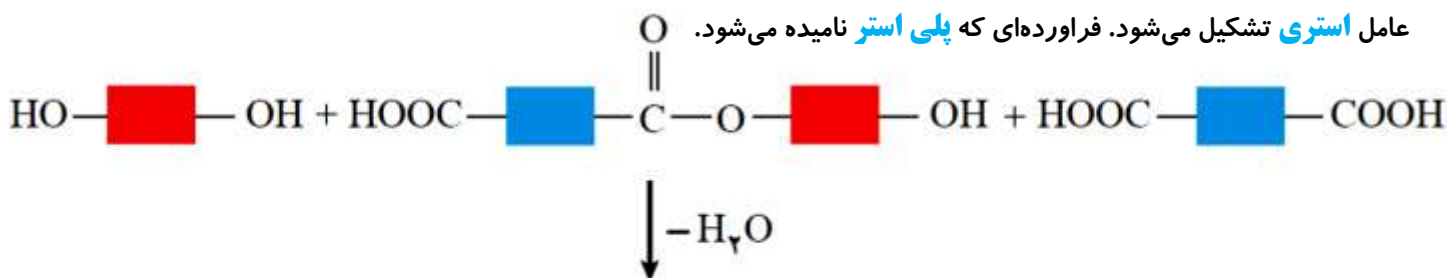
(ب) **پلیمری شدن تراکمی** : در این نوع پلیمری شدن، با اتصال **مونومرها** به هم علاوه بر پلیمر، مولکولهای **کوچکتری** نیز تشکیل می شود. (مشابه این پلیمر شدن در سنتز آب دهی درس زیست شناسی وجود دارد).

✓ پلی استرها دسته ای از پلیمرها هستند که از اتم های **H**، **C** و **O** تشکیل شده اند. از این پلیمرها می توان **الیاف**، **نخ** و در نهایت **پارچه** تهیه نمود.

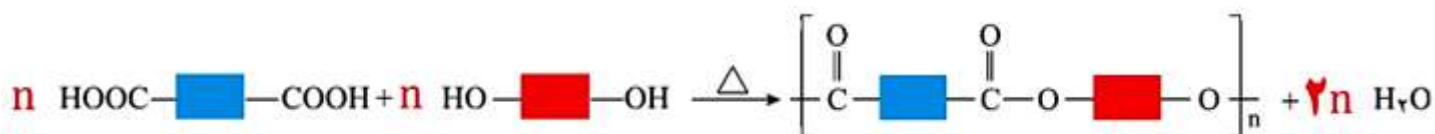
✓ با توجه به واکنش **استری شدن**، می توان نتیجه گرفت که از واکنش یک **کربوکسیلیک اسید دو عاملی** با یک **الکل دو عاملی** در شرایط مناسب، یک **پلی استر** تولید می شود. در مرحله **نخست** این واکنش، یکی از گروه های **هیدروکسیل** موجود در **الکل** با یکی از گروه های **کربوکسیل** موجود در **اسید** ترکیب شده و با از دست دادن **آب**، گروه عاملی **استری** را ایجاد می کند. باقیمانده دو مونومر نیز به هم متصل می شوند.



✓ در ساختار فراورده، همچنان یک گروه عاملی **هیدروکسیل** و یک گروه عاملی **کربوکسیل** وجود دارد. این ساختار نوید می دهد که واکنش استری شدن می تواند ادامه پیدا کند، آن چنان که از یک سو با عامل **اسیدی** و از سوی دیگر با عامل **الکی** در واکنش شرکت می کند. با ادامه این روند مولکول های بیشتر و بیشتری با یکدیگر واکنش می دهند و سرانجام مولکول هایی با **زنجیر بلند** و شمار زیادی عامل **استری** تشکیل می شود. فراورده ای که **پلی استر** نامیده می شود.



واکنش کلی تشکیل یک پلی استر در زیر آمده است :



✓ از واکنش **n** مولکول دی اسید و **n** مولکول دی الکل، **2n-1** مولکول **آب** و **2n-1** گروه عاملی **استری** تولید می شود.

✓ **رفتار و ویژگی‌های مواد به ساختار آنها بستگی دارد؛ بنابراین با کربوکسیلیک اسیدها و الکل‌های دو عاملی** گوناگون، پلی استرهایی با ساختار متفاوت تهیه کرد.

تشکیل پلیمرهای (پلی اتن-تفلون-پلی پروپن)

مونومر دارای پیوند دوگانه است. با شکستن پیوند دوگانه و بدون از دست دادن مولکول مونومرها به هم متصل می‌شوند.

پلیمر شدن افزایشی

انواع روش‌های پلیمری شدن

پلی استر (اسید آلی و الکل)

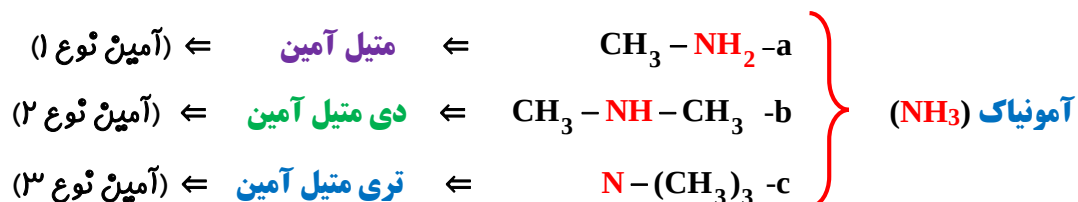
پلیمری شدن تراکمی

پلی آمیدها (اسید آلی + آمین‌ها) کولار-پروتئین‌ها

آمین‌ها و آمیدها :

✓ **آمین‌ها :** دسته‌ای از ترکیبات آلی هستند که در ساختار آن‌ها اتم‌های **C**، **N** و **H** وجود دارد. به عبارتی اگر در ساختار **آمونیاک (NH₃)** به جای اتم‌های **هیدروژن** گروه **آلکیل (R)** قرار دهیم **آمین** حاصل می‌شود.

✓ انواع آمین‌ها در صورتی که یک، دو یا سه هیدروژن مولکول آمونیاک با گروه آلکیل جانشین شود به صورت زیر است :



✓ برای نام‌گذاری آمین کافیست، نام گروه **هیدروکربنی** را به کلمه **آمین** اضافه نماییم. متیل آمین **CH₃NH₂**، اتیل آمین **C₂H₅NH₂**

✓ اگر تعداد گروه‌های هیدروکربنی مشابه، اطراف نیتروژن بیش از یک باشد از پیشوند تعداد به صورت **رومی** استفاده می‌شود.



✓ اگر گروه‌های هیدروکربنی متفاوت باشند، **ابتدا** نام گروه‌های هیدروکربنی بر حسب حروف الفبای **لاتین** و سپس کلمه **آمین** آورده



✓ **متیل آمین** ساده‌ترین آمین است.

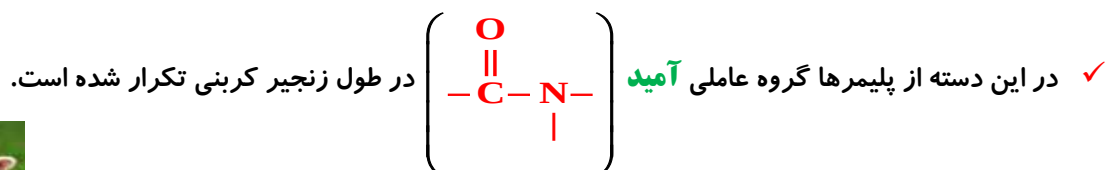
✓ وجود اتم **نیتروژن**، خواص **شیمیایی** و **فیزیکی** منحصر به فردی به **آمین‌ها** داده است.

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

نحوه تشکیل پلیمرهای پلی آمیدی :

✓ 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.

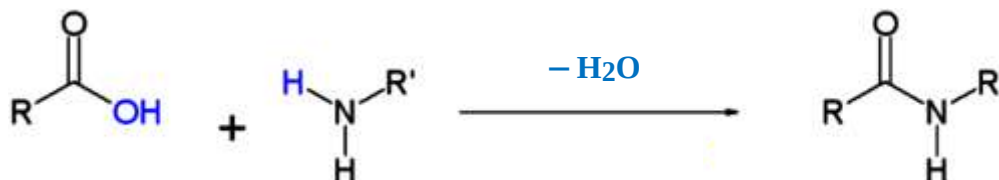


✓ به دو طرف گروه عاملی آمیدی می‌تواند گروه‌های **هیدروکربنی** و یا **هیدروژن** متصل باشد.

✓ عامل **آمیدی** از واکنش **اسید آلی** با **آمین** به دست می‌آید.



✓ در این واکنش، آمین بایستی حداقل یک **هیدروژن** داشته باشد که بتواند با **OH-اسید**، آب تشکیل دهد. (آمین نوع **سوم** نباشد).

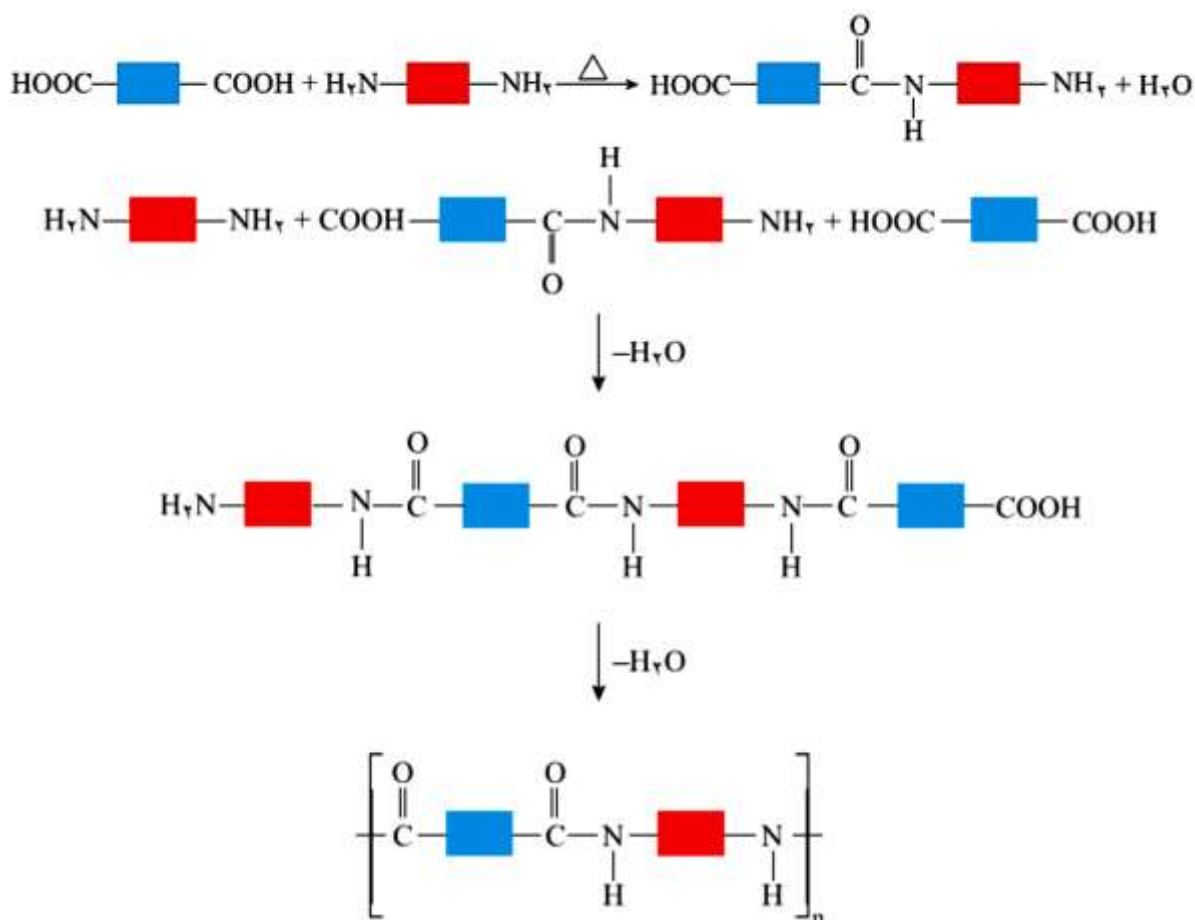


✓ واکنش تولید **پلی آمید** شبیه تولید **پلی استر** است، با این تفاوت که به جای الکل دو عاملی، **آمین دو عاملی** داریم. مانند واکنش تشکیل آمید در اینجا نیز گروه **آمینی اولیه** بایستی حداقل یک **H** متصل به **N** داشته باشد.

✓ از واکنش یک **کربوکسیلیک اسید دو عاملی** با یک آمین **دو عاملی در شرایط مناسب**، یک **پلی آمید** تولید می شود.

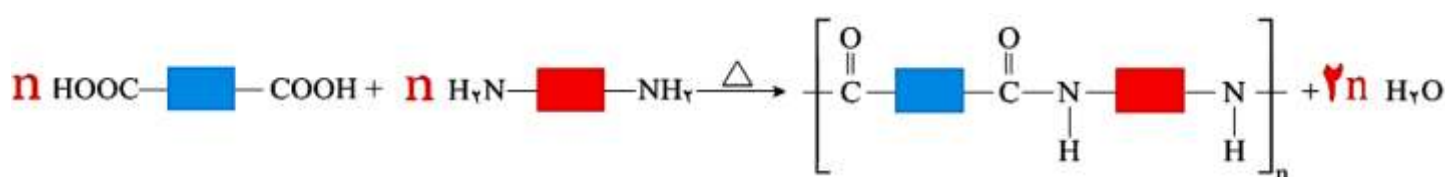
✓ در مرحله نخست این واکنش، یکی از گروه های **NH₂-** موجود در آمین با یکی از گروه های **کربوکسیل** موجود در اسید ترکیب شده و با از دست دادن **آب**، گروه عاملی **آمیدی** را ایجاد می کند.

✓ در ساختار فراورده همچنان یک گروه عاملی **NH₂-** و یک گروه عاملی **کربوکسیل** وجود دارد. این ساختار نوید می دهد که واکنش آمیدی شدن **ادامه** پیدا می کند، به این ترتیب که از یک سو با عامل **اسیدی** و از سوی دیگر با عامل **آمینی** در واکنش شرکت می کند.

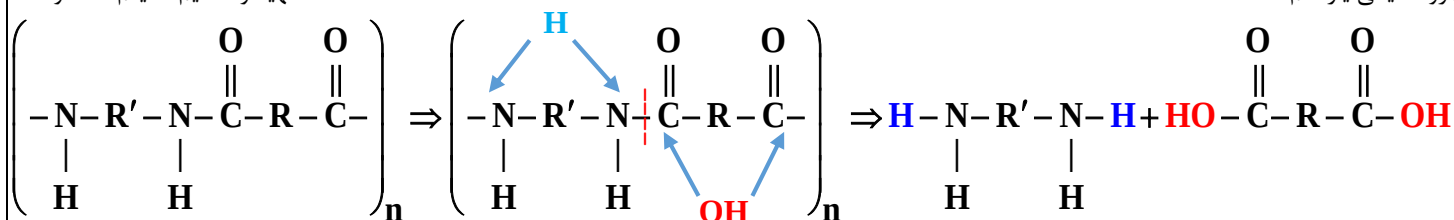


✓ با ادامه واکنش، گروه های آمیدی بیشتری تشکیل شده و سرانجام **پلی آمید** تولید می شود.

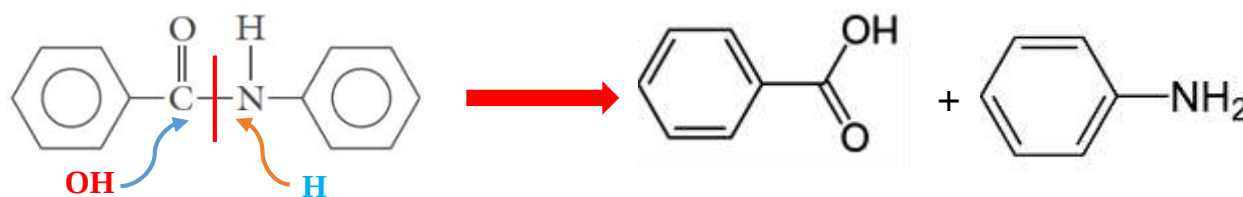
✓ از واکنش **n** مول **دی اسید** و **n** مول **دی آمین**، **1-n** مول **آب** تولید می شود.



✓ برای بدست آوردن **دی اسید** و **دی آمین** سازنده یک **پلی آمید** کافی است پیوند **C-N** موجود در واحد تکرارشونده را بشکنیم و به نیتروژن ها، اتم **H** و به کربن ها، گروه **OH** را اضافه کنیم :



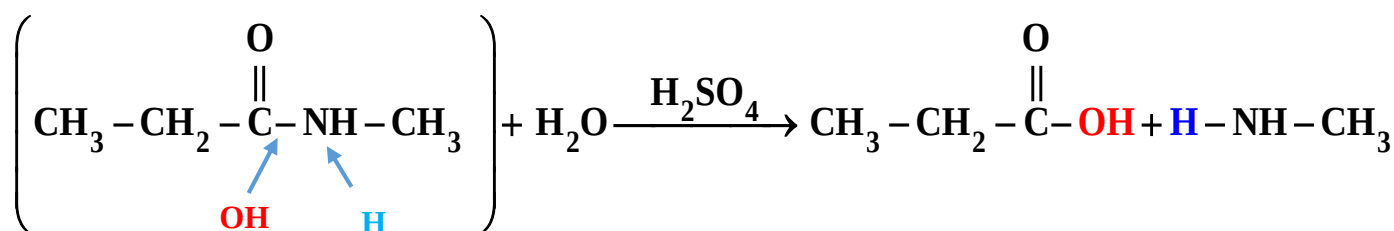
مثال : مونومرهای تشکیل دهنده آمید زیر را بنویسید.



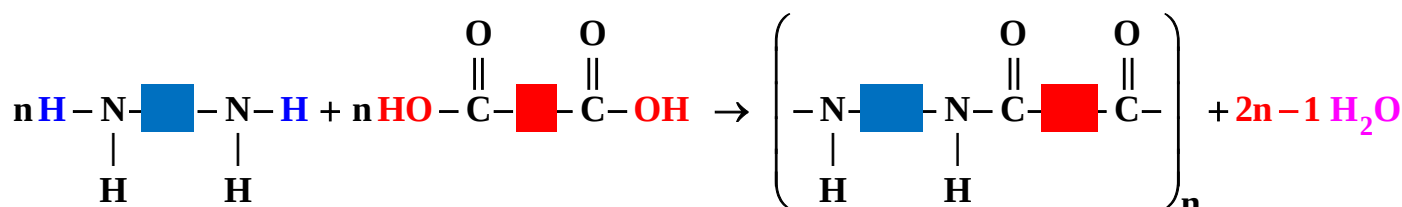
آبکافت آمیدها :

✓ هنگامی که یک ماده با آب واکنش داده و تجزیه می شود به این واکنش آبکافت گفته می شود.

✓ پلی آمیدها همانند پلی استرها با آب واکنش داده و به مونومرهای سازنده شان تجزیه می شوند.



✓ برای نوشتن فرمول پلی آمید حاصل از واکنش دی آمین و دی اسید کافی است H را از دی آمین ها و گروه OH را از دی اسیدها حذف کرده و بقیه مولکول را به هم وصل کنیم.



✓ نیروی بین مولکولی در پلی آمیدها از نوع پیوند هیدروژنی است، چون در ساختار پلی آمید اتم هیدروژنی وجود دارد که به اتم N متصل است. به همین علت پلی آمیدها از پلی استرها مستحکم تر هستند.

✓ پلی آمیدهای ساختگی را در صنایع پتروشیمی از واکنش دی آمین ها با دی اسیدها تولید می کنند.

✓ کولار یکی از معروف ترین پلی آمیدهاست.

✓ کولار از فولاد هم جرم خود پنج برابر مقاوم تر است.

✓ از کولار در تهیه تایر اتومبیل، قایق بادبانی، لباس های مخصوص مسابقه موتورسواری و چلیقه های ضد گلوله استفاده می شود.

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

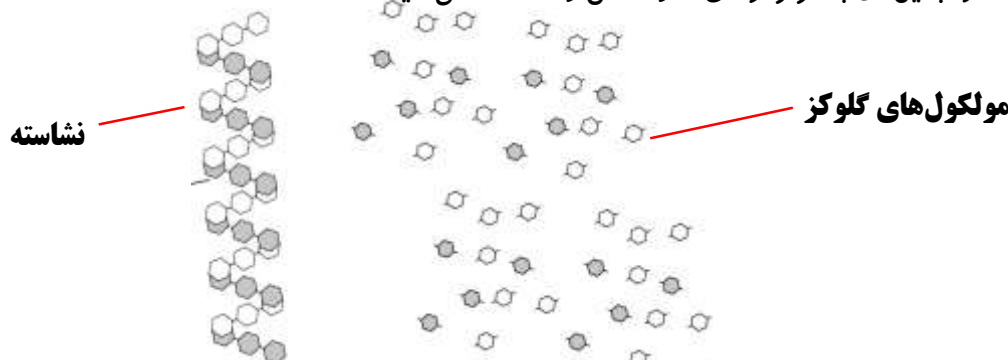


در جدول زیر خلاصه گروه‌های عاملی آورده شده است :

نام خانواده دارای گروه عاملی	فرمول گروه عاملی	نام گروه عاملی	فرمول مولکولی داری بخش هیدروکربنی سیر شده
الکل	-OH	هیدروکسیل	$C_nH_{2n+1}OH$ یا $C_nH_{2n+2}O$
اتر	-O-	اتری	$C_nH_{2n+2}O$
آلدهید	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-H \end{array}$ یا -CHO	آلدهیدی	$C_nH_{2n}O$
کتون	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \end{array}$ یا -CO-	کتونی	$C_nH_{2n}O$
اسید (کربوکسیلیک اسید)	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-OH \end{array}$ یا -COOH	کربوکسیل	$C_nH_{2n}O_2$
استر	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-O- \end{array}$ یا -COO-	کربوکسیلات	$C_nH_{2n}O_2$
آمین	-NH-	آمینی	$C_nH_{2n+3}N$
آمید	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-NH_2 \end{array}$	آمیدی	$C_nH_{2n+1}ON$

پلیمرها، ماندگار یا تخریب‌پذیر :

- ✓ نان و سیب زمینی غنی از **نشاسته** است.
- ✓ **نشاسته**، **پلی‌ساکاریدی** (پلیمری طبیعی) است که از اتصال مولکول‌های **گلوکز** به یکدیگر تشکیل شده است. حال اگر نان را برای مدت طولانی تری در دهان خود بجوید مزه‌ای **شیرین** احساس خواهید کرد.
- ✓ پلی‌ساکاریدها، قندهای پیچیده‌ای هستند که از اتصال مونوساکاریدها (مانند گلوکز) به هم ساخته شده‌اند. سلولز و نشاسته از مهم‌ترین پلی‌ساکاریدها هستند. به همین دلیل ظروف یک بار مصرف را بر پایه نشاسته تولید می‌کنند.
- ✓ شیمی‌دان‌ها بصورت **تجربی** دریافته‌اند که مولکول‌های **نشاسته** در محیط مناسب مانند محیط **مرطوب** با **کاتالیزگر** یا محیط **گرم** و **مرطوب** به **آرامی** به مونومرهای سازنده (**گلوکز**) تجزیه می‌شوند و مزه **شیرین** ایجاد می‌کنند.
- ✓ **نشاسته** هنگام **گوارش** (که از دهان آغاز می‌شود) به گلوکز تبدیل می‌گردد. در واقع گوارش نشاسته شامل واکنش شیمیایی تجزیه آن است که به کمک **آنزیم‌ها** تسریع می‌شود.
- ✓ در تصویر زیر واکنش تجزیه نشاسته و تبدیل آن به مونومرهای سازنده‌اش را مشاهده می‌کنید.



- ✓ هر نوع پوشاک تاریخ مصرفی دارد و پس از مدتی **تار** و **پود** آن‌ها سست و پوسیده می‌شوند زیرا مولکول‌های پلیمر سازنده آن‌ها با مولکول‌های موجود در محیط پیرامون واکنش می‌دهند و برخی از پیوندهای موجود در ساختار آن‌ها مانند پیوند **استری** یا **آمیدی** شکسته می‌شوند. با شکستن این پیوندها، **استحکام** الیاف پارچه **کم** شده و تار و پود آن به سادگی **گسسته** می‌شود.
- ✓ هرچه **آهنگ** شکستن پیوندهای **استری** و **آمیدی** سریع‌تر باشد فرایند **پوسیده شدن** پارچه **سریع‌تر** رخ می‌دهد.
- ✓ مواد **زیست‌تخریب‌پذیر** موادی هستند که در **طبیعت** توسط جانداران **ذره‌بینی** به مولکول‌های **ساده** و **کوچک** مانند **کربن‌دی‌اکسید**، **متان**، **آب** و ... تبدیل می‌شوند. پلیمرهای **طبیعی** زیست‌تخریب‌پذیرند.

خود را بیازمایید:

صفحه ۱۱۷ و ۱۱۸ کتاب درسی

- (۱) در کدام شرایط زیر لباس‌های نخی زودتر پوسیده می‌شوند؟ چرا؟ (الف) محیط سرد و خشک (ب) محیط گرم و مرطوب
- پلی‌آمیدها و پلی‌استرها در محیط گرم و مرطوب با آب واکنش می‌دهند و به مونومرهای سازنده تبدیل می‌شوند. با شکستن این پیوندها، استحکام الیاف پارچه کم شده و تار و پود آن‌ها به سادگی گسسته می‌شود.**

(۲) چرا استفاده بی‌رویه از شوینده‌ها در شستن لباس‌ها سبب پوسیده شدن سریع‌تر آن‌ها می‌شود؟

اسیدها و بازهای موجود در شوینده‌ها مانند کاتالیزگر عمل نموده و باعث افزایش سرعت آبکافت می‌شوند.

(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؟

به دلیل ایجاد شدن اسید و الکل حاصل از آبکافت بوی بد ایجاد می‌شود.

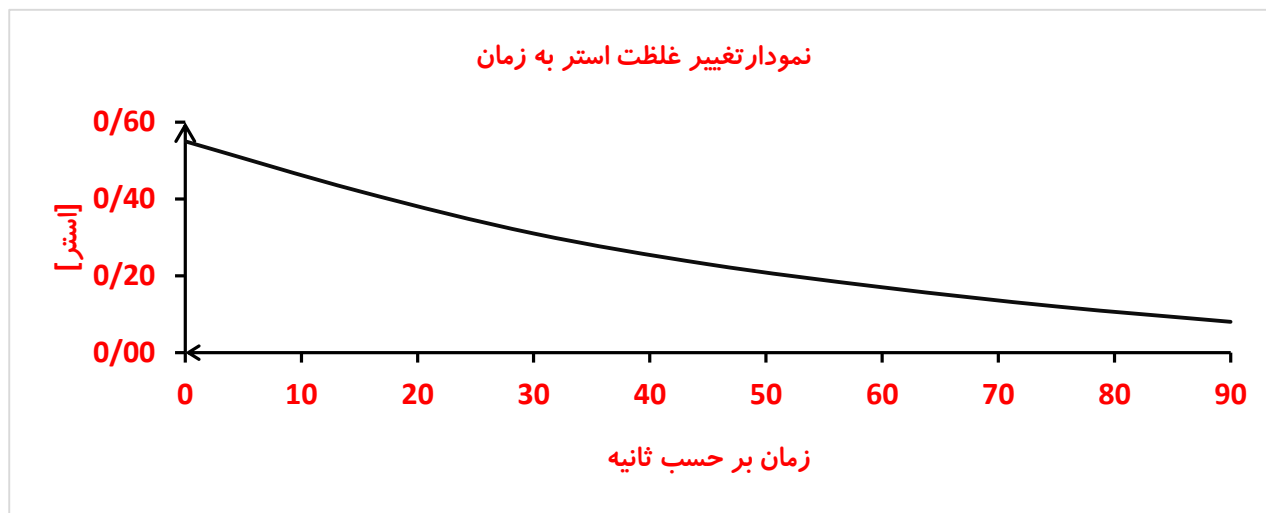
(۴) برای شستن تمیزتر لباس‌ها از شوینده‌ها و سفیدکننده‌ها استفاده می‌کنند. اگر سفیدکننده‌ها را به طور مستقیم روی لباس بریزند، رنگ لباس در محل تماس به سرعت از بین می‌رود. اما اگر سفیدکننده را در آب بریزید سپس لباس را درون محلول فرو ببرید، تغییر محسوسی در رنگ لباس ایجاد نمی‌شود. چرا؟

هنگامی که سفیدکننده مستقیماً روی لباس ریخته می‌شود به دلیل غلظت بالا سرعت واکنش انجام شده بیشتر است.

(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 تجزیه یک نوع استر را در حضور اسید نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

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

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



(ب) سرعت متوسط تجزیه استر در بازه زمانی صفر تا ۳۰ ثانیه چند مول بر لیتر بر ثانیه است؟

$$\Delta n = 0/31 - 0/55 = -0/24 \text{ mol} \quad \Rightarrow \quad \bar{R} = -\frac{-0/24 \text{ mol}}{30 \text{ L.s}} = 0/008 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

پ) سرعت واکنش در کدام بازه زمانی بیشتر است؟ چرا؟ **صفر تا ۲۰ ثانیه** **۶۰ تا ۷۰ ثانیه**

صفر تا ۲۰ ثانیه، در این بازه شیب نمودار بیشتر است. در اغلب واکنش‌ها ابتدا که غلظت واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است سرعت بیشتر است و با گذشت زمان از غلظت مواد واکنش‌دهنده کاسته شده و در نتیجه سرعت واکنش کم می‌شود.

✓ آهنگ تجزیه پلی‌استر و پلی‌آمید به **ساختار مونومرهای سازنده** بستگی دارد. بنابراین بسته به **جنس لباس**، زمان استفاده از لباس‌ها متفاوت است.

✓ تجزیه 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 می‌کنند.

✓ پلیمرهای حاصل از **هیدروکربن‌های سیر نشده** مانند پلی‌اتن سنگین و سبک، پلی‌استیرن، پلی‌وینیل کلرید، پلی‌پروپن، تفلون و پلی‌اتیلن ترفتالات تمایلی به انجام واکنش **ندارند**، از اینرو پوشاک و پوشش‌های تهیه شده از این مواد در طبیعت تجزیه **نمی‌شوند** و برای سالیان طولانی **دست‌نخورده** باقی می‌مانند. در واقع پلیمرهای **ماندگارند**.

✓ پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های **سیر نشده** ساختاری **شبيه** به **آلکان‌ها** دارند و **سیر شده** هستند.

مشکلات استفاده از پلیمرهای ماندگار :

(۱) این مواد به مدت **طولانی** در طبیعت **دست‌نخورده** باقی می‌مانند.

(۲) هر چند استفاده از این پلیمرها صرفه **اقتصادی** دارد، اما از نگاه **پیشرفت پایدار**، **تولید** و **استفاده** از این پلیمرها الگوی مصرف مطلوبی **نیست**. **ماندگاری دراز مدت** پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های **سیر نشده** در طبیعت سبب ایجاد مشکلات فراوانی مانند تبدیل محیط زیست به گورستان زباله، کثیف شدن چهره شهرها و محیط زیست، آسیب زدن به زندگی جانداران و ... می‌شود که هزینه‌های تحمیل شده به اقتصاد یک جامعه را خیلی بالا می‌برد.

راهکارهای جلوگیری از کثیف شدن چهره شهرها و محیط زیست توسط پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های سیر نشده :

۱. **بازیافت** پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های **سیر نشده**

۲. **جایگزینی** پلیمرهای ساختگی با پایه نفتی با پلیمرهای **زیست تخریب پذیر**

✓ **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** فرآورده‌های حاصل از بازیافت، برای هر پلیمر **نشانه‌ای** در نظر گرفته‌اند که بر روی کالاها **حک** می‌شود. این نشانه شامل عددی است که درون یک مثلث قرار دارد.

نام پلیمر	پلی اتیلن ترفتالات	پلی اتن سنگین	پلی وینیل کلرید	پلی اتن سبک	پلی پروپن	پلی استیرن
نشانه پلیمر						
	PET	HDPE	PVC, or V	LDPE	PP	PS

(a) **پلیمرهای طبیعی مثل نشاسته و سلولز**

(b) **پلیمرهای ساختگی مثل پلی‌استرها و پلی‌آمیدها**

(۱) **تخریب پذیر (زیست تخریب پذیر)**

(در طبیعت تجزیه می‌شوند.)

انواع پلیمرها :

(۲) **ماندگار (زیست تخریب ناپذیر)**

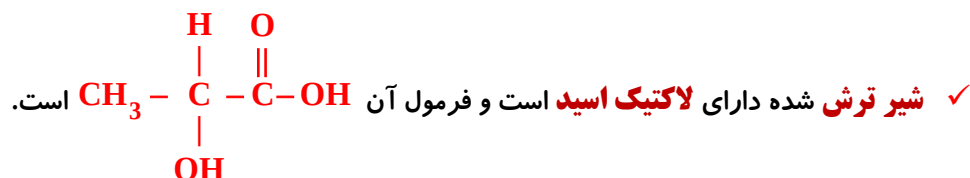
(در طبیعت تجزیه نمی‌شوند.)

پلیمرهای ساختگی مثل پلیمرهای افزایشی که ساختار آن‌ها

شبه آلکان‌هاست مانند **پلی‌اتن، پلی‌استیرن، پلی‌پروپن** و ...

پلیمر سبز :

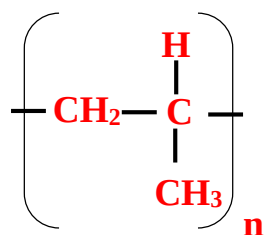
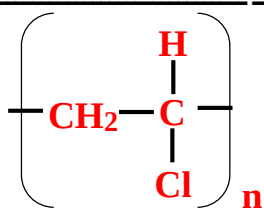
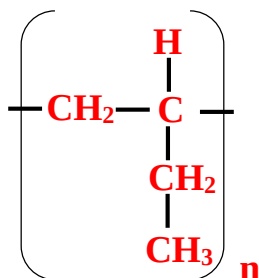
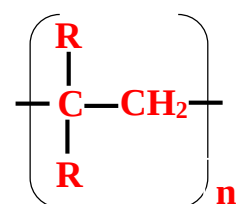
- ✓ پلیمرهایی که توسط جانداران **ذره‌بینی** تجزیه می‌شوند. هرگاه این پلیمرها و کالاهای ساخته شده از آنها در طبیعت رها شوند، پس از چند ماه به مولکول‌های ساده مانند **آب** و **کربن دی اکسید** تبدیل می‌شوند.
- ✓ چنین پلیمرهایی **دوستدار** محیط زیست بوده و به **پلیمرهای سبز** معروف هستند.
- ✓ این پلیمرها را از فراورده‌های کشاورزی مانند **سیب زمینی، ذرت و نیشکر** تهیه می‌کنند.
- ✓ **پلی لاکتیک اسید**، پلیمری است که از فراورده‌های کشاورزی مانند **سیب زمینی، ذرت و نیشکر** تهیه می‌شود. بطوری که نخست **نشاسته** موجود در این مواد را به **لاکتیک اسید** تبدیل کرده، سپس از واکنش **پلیمری** شدن آن در **شرایط مناسب** به **پلی لاکتیک اسید** تبدیل می‌کنند.
- ✓ از **پلی لاکتیک اسید** انواع ظرف‌های پلاستیکی یکبار مصرف مانند **وسایل آشپزخانه، سفره، سطل زباله، کیسه پلاستیکی** و ... تولید می‌شود.
- ✓ ظرف‌های پلاستیکی تولید شده از **پلی لاکتیک اسید** امکان تبدیل شدن به **کود** را دارند به همین دلیل ردپای **کوچک‌تری** در محیط زیست برجای می‌گذارند.

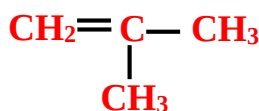


صفحه ۱۲۰ و ۱۲۱ کتاب درسی

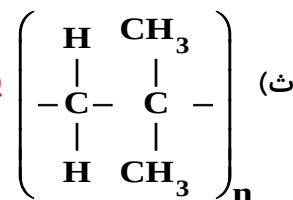
تمرین‌های دوره‌ای :

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

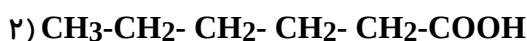
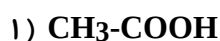
**پلیمر است و مونومر آن پروپن است.****پلیمر است و مونومر آن کلرو اتن است.**پ ($\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$)**مونومر است و پلیمر آن به صورت مقابل است.**ت ($\text{R}_2\text{C} = \text{CH}_2$)**مونومر است و پلیمر آن به صورت مقابل است.**



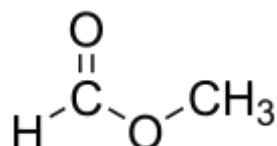
پلیمر است و مونومر آن متیل پروپن است.



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



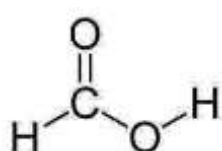
اتانویک اسید (ترکیب ۱). زیرا بخش ناقطبی یعنی زنجیره کربنی آن کوچکتر است در حالی که در هگزانویک اسید (ترکیب ۲) زنجیره کربنی بزرگتر است و نیروهای واندروالسی بر پیوند هیدروژنی غلبه نموده و در آب که دارای پیوند هیدروژنی است حل نمی شود.



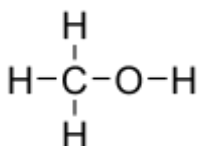
(۳) برای استری با فرمول $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$:

(الف) ساختار آن را رسم کنید.

متیل متانوات



متانویک اسید



متانول

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

(پ) نیروی بین مولکولی را مشخص کنید. نیروهای بین مولکولی واندروالسی از نوع دوقطبی - دوقطبی

$$M = (2 \times 12) + (4 \times 1) + (2 \times 16) = 60 \text{ g/mol}$$

(ت) جرم مولی را حساب کنید.

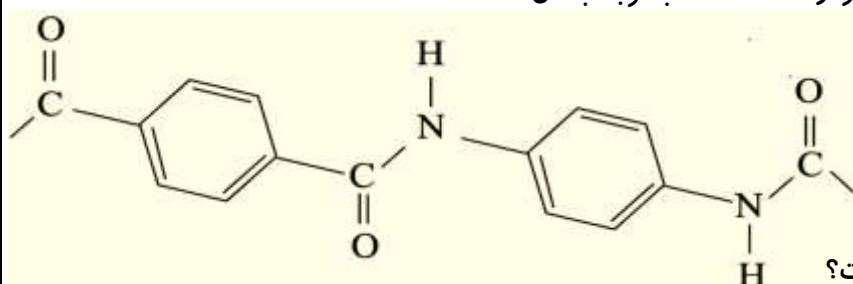
(ث) نقطه جوش آن را با بیان دلیل با اتانویک اسید مقایسه کنید.

اتانویک اسید و متیل متانوات با هم ایزومر هستند پس جرم مولی برابر دارند اما در اتانویک اسید نیروهای جاذبه از نوع پیوندهای هیدروژنی است و در متیل متانوات از نوع واندروالسی. لذا انتظار می رود اتانویک اسید دمای جوش بالاتری داشته باشد.

دمای جوش اتانویک اسید : 118.1°C

دمای جوش متیل متانوات : 31.8°C

(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؟

جزو دسته پلی آمیدهاست.

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

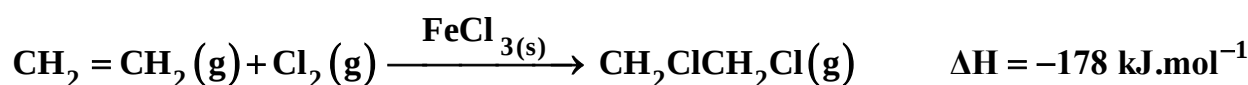
پیوند هیدروژنی

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

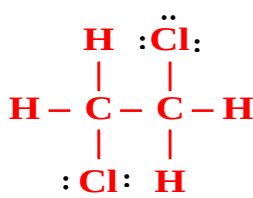
(۱) دی آمین ها و دی اسیدها (۲) دی الکل ها و دی اسیدها (۳) آمین و اسید

واحد سازنده آن دی آمین ها و دی اسیدهاست.

(۵) با توجه به معادله واکنش زیر به پرسش های خواسته شده پاسخ دهید :

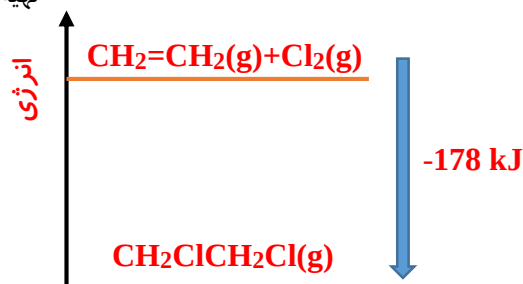


۲،۱- دی کلرواتان



(الف) ساختار لوویس فراورده (۱ و ۲- دی کلرواتان) را رسم کنید.

ب) نمودار آنتالپی واکنش را رسم کنید.



پ) حساب کنید از واکنش ۴۲ گرم گاز اتن با گاز کلر، چند کیلو ژول گرما مبادله می‌شود؟

$$Q = 42 \text{ g C}_2\text{H}_4 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_4}{28 \text{ g C}_2\text{H}_4} \times \frac{178 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_4} = 267 \text{ kJ}$$

۶) واکنش پلیمری شدن اتن در شرایط گوناگونی به تولید پلی‌اتن‌هایی با جرم مولی میانگین متفاوت منجر می‌شود. تجربه نشان می‌دهد که جرم مولی میانگین به مقدار کاتالیزگرهای واکنش بستگی دارد. در جدول زیر نتایج یک پژوهش تجربی در این مورد داده شده است.

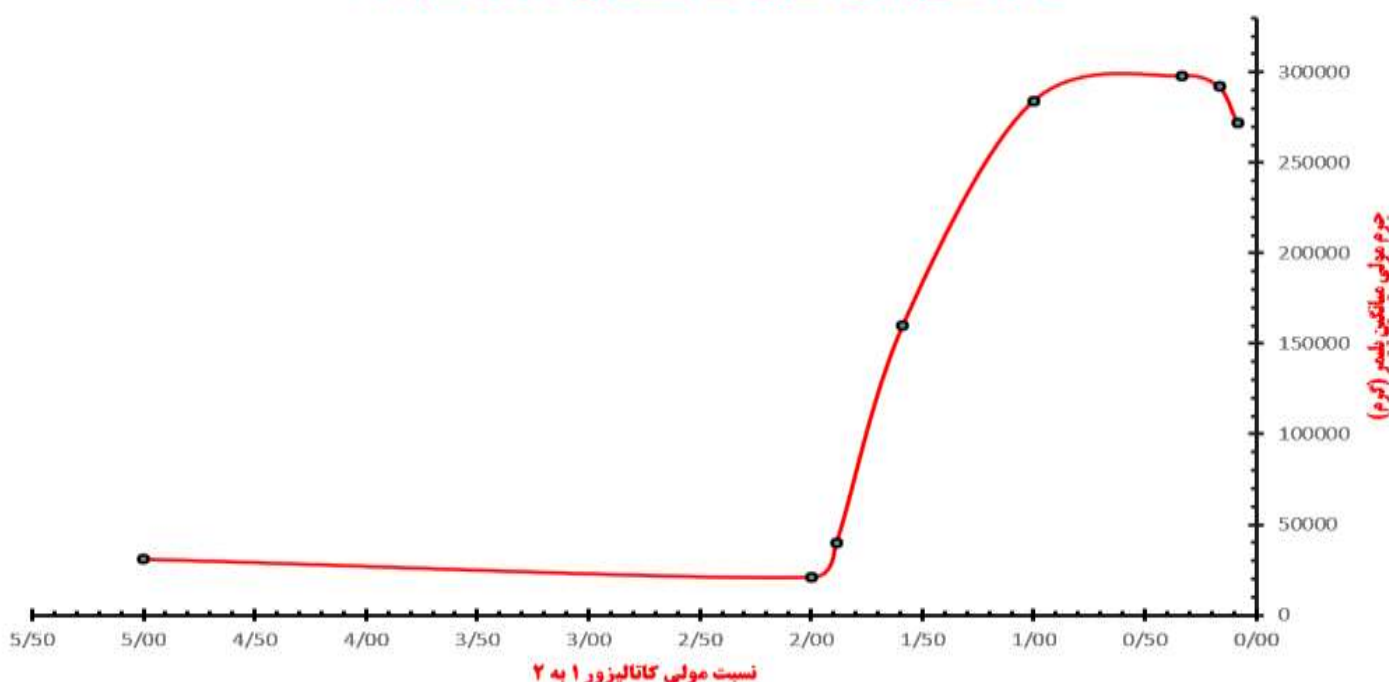
نسبت کاتالیزگر ۱ به ۲	جرم مولی میانگین پلیمر (گرم)	شمار مول‌های کاتالیزگر محتوی آلومینیم (شماره ۲)	شمار مول‌های کاتالیزگر محتوی تیتانیم (شماره ۱)
۰/۰۸	۲۷۲۰۰۰	۱۲	۱
۰/۱۷	۲۹۲۰۰۰	۶	۱
۰/۳۳	۲۹۸۰۰۰	۳	۱
۱	۲۸۴۰۰۰	۱	۱
۱/۵۹	۱۶۰۰۰۰	۰/۶۳	۱
۱/۸۹	۴۰۰۰۰	۰/۵۳	۱
۲	۲۱۰۰۰	۰/۵۰	۱
۵	۳۱۰۰۰	۰/۲۰	۱

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

اگر نسبت مولی کاتالیزگر ۳ به ۱ برابر سه به یک باشد پلی‌اتن بیشترین جرم مولی را خواهد داشت.

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

نمودار تغییر جرم مولی پلیمر بر حسب نسبت مولی کاتالیزگر شماره ۱ به ۲



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

در محور ایکس نمودار $0/125 = \frac{1}{8}$ برابر با ۲۸۵ کیلوگرم است.

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

گاهی می‌توان از مخلوط کاتالیزگرها کارایی بهتری دریافت نمود و نوع و مقدار کاتالیزگرها اهمیت دارند و باید بهترین شرایط برای تهیه پلیمر را پیدا نمود.

1	Meysam Ahmadvand Chemistry																18
1 H 1.008	2											13	14	15	16	17	2 He 4.03
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.80	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc —	44 Ru 101.1	45 Rh 102.90	46 Pd 106.40	47 Ag 107.90	48 Cd 112.40	49 In 114.80	50 Sn 118.70	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.30
55 Cs 132.91	56 Ba 137.3	71 Lu 175	72 Hf 178.5	73 Ta 180.90	74 W 183.80	75 Re 186.20	76 Os 190.2	77 Ir 192.20	78 Pt 195.1	79 Au 197.00	80 Hg 200.60	81 Tl 204.30	82 Pb 207.20	83 Bi 209.00	84 Po (209)	85 As (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	103 Lr (262)	104 Rf (267)	105 Db (268)	106 Sg (271)	107 Bh (272)	108 Hs (277)	109 Mt (276)	110 Ds (281)	111 Rg (280)	112 Cn (277)	113 Nh (284)	114 Fl (289)	115 Mc (288)	116 Lv (293)	117 Ts (296)	118 Og (294)

57 La 138.90	58 Ce 140.10	59 Pr 140.90	60 Nd 144.20	61 Pm (145)	62 Sm 150.40	63 Eu 152.00	64 Gd 157.30	65 Tb 158.90	66 Dy 162.50	67 Ho 164.90	68 Er 167.30	69 Tm 168.90	70 Yb 173.00
89 Ac (227)	90 Th 232.00	91 Pa 231.00	92 U 238.00	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)

1	Meysam_ Ahmadvand Chemistry															
H ⁺ هیدروژن H ⁻ هیدرید	2											13	14	15	16	17
Li ⁺ لیتیم														N ³⁻ نیتريد	O ²⁻ اکسید	F ⁻ فلوئورید
Na ⁺ سدیم	Mg ²⁺ منیزیم											Al ³⁺ آلومینیم	Sn ²⁺ قلع (II)	P ³⁻ فسفید	S ²⁻ سولفید	Cl ⁻ کلرید
K ⁺ پتاسیم	Ca ²⁺ کلسیم	Sc ³⁺ اسکاندیم	Ti ²⁺ تیتانیوم (II)	V ²⁺ وانادیم (II)	Cr ²⁺ کروم (II)	Mn ²⁺ منگنز (II)	Fe ²⁺ آهن (II)	Co ²⁺ کبالت (II)	Ni ²⁺ نیکل (II)	Cu ⁺ مس (I)	Zn ²⁺ روی	Ga ³⁺ گالیم	Sn ⁴⁺ قلع (IV)	As ³⁻ آرسنید	Se ²⁻ سلنید	Br ⁻ برمید
Rb ⁺ روبییدیم	Sr ²⁺ استرانسیم		Ti ⁴⁺ تیتانیوم (IV)	V ³⁺ وانادیم (III)	Cr ³⁺ کروم (III)	Mn ³⁺ منگنز (III)	Fe ³⁺ آهن (III)	Co ³⁺ کبالت (III)	Ni ³⁺ نیکل (III)	Cu ²⁺ مس (II)	Cd ²⁺ کادمیم		Pb ²⁺ سرب (II)			I ⁻ یدید
Cs ⁺ سزیم	Ba ²⁺ باریم									Ag ⁺ نقره	Hg ²⁺ جیوه		Pb ⁴⁺ سرب (IV)			

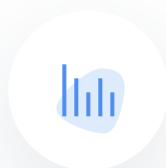
یون‌های چند اتمی مهم که باید آن‌ها را حفظ باشیم.

فسفات	PO_4^{3-}	کلرات	ClO_3^-	نیتрат	NO_3^-	هیدروژن فسفات	HPO_4^{2-}
سیانید	CN^-	یون آمونیوم	NH_4^+	نیتريت	NO_2^-	دی هیدروژن فسفات	H_2PO_4^-
هیدروکسید	OH^-	کربنات	CO_3^{2-}	سیلیکات	SiO_4^{4-}	هیدروژن سولفات	HSO_4^-
سولفات	SO_4^{2-}	پراکسید	O_2^{2-}	پرمنگنات	MnO_4^-	هیدروژن کربنات	HCO_3^-
اکزالات	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	استات (اتانوات)	CH_3CO_2^-	فرمات (متانوات)	HCO_2^-	بنزوات	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^-$



اپلیکیشن درسی همیار

برنامه رایگان درسی همیار



تمام پایه ها

جواب کتاب ، تدریس و نمونه سوال



همیشه رایگان

برنامه همیار کاملا رایگان میباشد