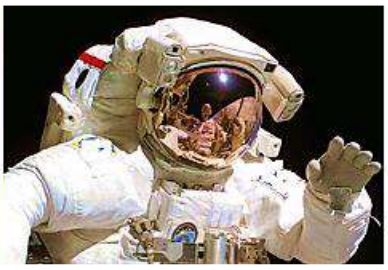
فصل سوم : پوشاک، نیازی پایان ناپذیر

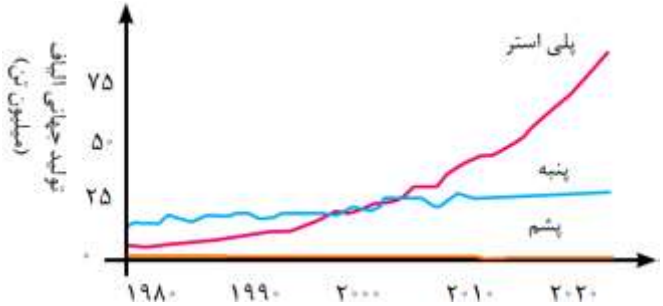
مباحث عمده فصل : الیاف و درشت مولکول‌ها ، پلیمری شدن (بسپارش) ، الکل‌ها و اسیدها ، پلی استرها ، واکنش استری شدن ، آب کافت استرها ، پلی آمیدها ، پلیمرها، ماندگار یا تخریب پذیر ، پلیمر سبز

- ✓ 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 مهارت‌دستی** 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**، **گلوله** و ... محافظت می‌کند. مانند **انواع کلاه ایمنی**، **کفش پنجه فولادی**، **عینک ایمنی** و ... تولید شد. پوشش‌هایی که هرکدام **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 پایهٔ **نفت** (*طلای سیاه*) ، **شناسایی** و **تولید** کردند. الیافی که جایگزین الیاف طبیعی شده و امروزه بخش **عمده** پوشاک را تشکیل می‌دهد.

میزان نسبی الیاف تولیدشده در جهان

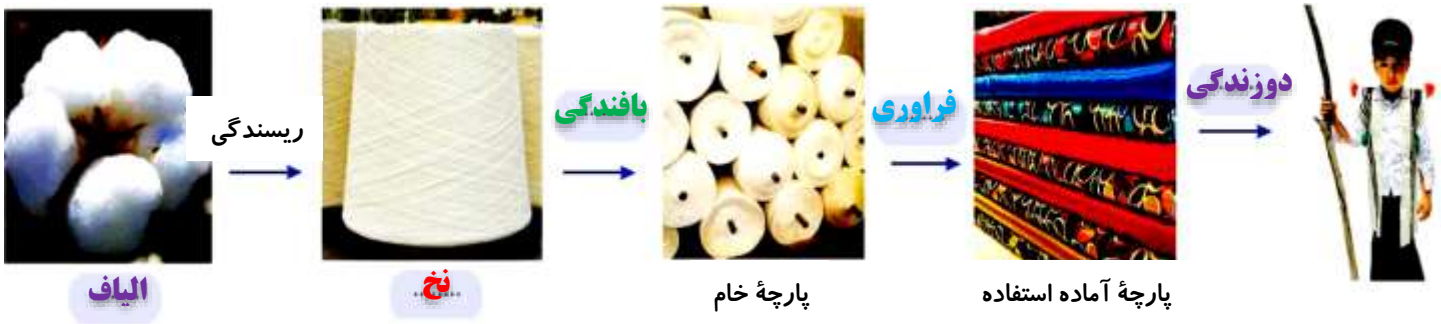


- در حال حاضر بخش **عمده** الیاف مصرفی را الیاف **ساختگی** مانند **پلی‌استرها** تشکیل می‌دهند به طوری که در سال **۲۰۱۴** نزدیک به **۱۰۰** میلیون تن الیاف در جهان تولید و مصرف شده است.
- در سال **۲۰۱۴**، الیاف مصنوعی **پلی‌استری** بیشتر از **نصف** کل الیاف تولید شده است.
- با توجه به نمودار، تولید **پشم** 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 **پلی‌استری** از حدود **۷** میلیون تن در سال **۱۹۸۰** به **۷۰** میلیون تن در سال **۲۰۲۰** رسیده است.

- الیاف **ساختگی** (مانند پلی‌استر، نایلون و ...) الیافی هستند که در طبیعت یافت **نمی‌شوند** بلکه از واکنش بین مواد **شیمیایی** در شرکت‌های **پتروشیمی** تولید می‌شوند. از این الیاف علاوه بر تهیهٔ **پارچه** و **پوشاک**، به طور گسترده‌ای در تهیهٔ انواع **پوشش‌ها**، **ظروف نچسب**، **یکبار مصرف** و **پلاستیکی**، **فرش**، **پرده** و ... استفاده می‌شود.

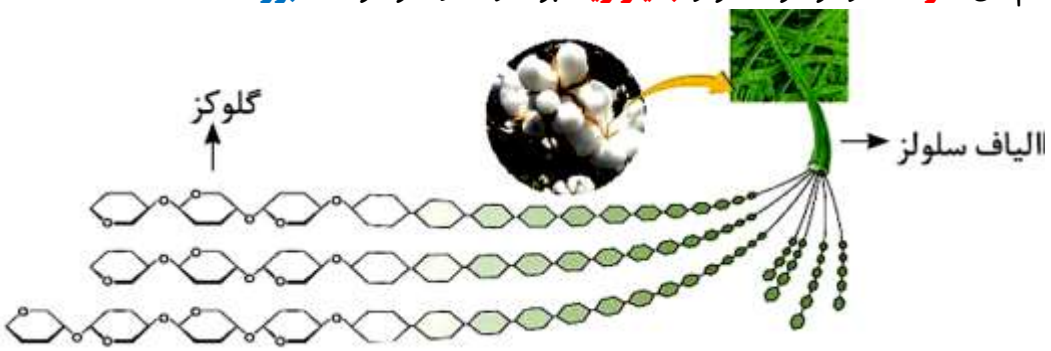
خود را بیازمایید : **صفحه ۹۹ کتاب درسی**

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 می‌دهد که حدود **نیمی** از لباس‌های تولیدی در جهان از **پنبه** تهیه می‌شود.
- از پنبه افزون بر تولید پوشاک در تولید **رویهٔ مبل**، **پرده**، **تور ماهیگیری**، **گاز استریل** و... استفاده می‌شود.
- پنبه از الیاف **سلولز** تشکیل شده، **زنجیری** بسیار بلند که از **اتصال** شمار بسیار زیادی مولکول **گلوکز** به یکدیگر ساخته می‌شود. با این توصیف شمار اتم‌های **سازندهٔ** هر مولکول سلولز، **بسیار زیاد** بوده و اندازهٔ 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.

- **مادهٔ مولکولی**، ماده‌ای است که ذره‌های سازندهٔ آن **مولکول‌ها** هستند.
- مولکول‌ها از نظر اندازه به **دو** دسته تقسیم می‌شوند، **ریز مولکول** و **درشت مولکول**
- ریز مولکول‌ها : برای مثال **کربن‌دی 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 سازندهٔ 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** (بسپارش)تهیه می‌شوند.
- واژهٔ **پلیمر** از واژهٔ یونانی polys، به معنای « **بسپار** » و meros به معنای « **پاره** » گرفته شده است. به همین دلیل به پلیمر، بسپار گفته می‌شود.

با هم بیندیشیم : **صفحه ۱۰۱ و ۱۰۲ کتاب درسی**

با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.

الف) جدول را کامل کنید.

نام ماده	اندازهٔ مولکول		جرم مولی		شمار اتم‌ها		جرم مولی برخی از مواد ($g.mol^{-1}$)
	کوچک یا متوسط	بسیار بزرگ	کم یا متوسط	بسیار زیاد	کم یا متوسط	بسیار زیاد	
آب	✓		✓		✓		۱۸
اتانول	✓		✓		✓		۴۶/۰۷
اتن	✓		✓		✓		۲۸/۰۵
پروپان	✓		✓		✓		۴۴
نفتالن	✓		✓		✓		۱۲۸
پلی اتن		✓		✓		✓	$۱۰^{۴}$-$۱۰^{۵}$
نشاسته گندم		✓		✓		✓	
انسولین		✓		✓		✓	۵۸۳۱/۶۵
سلولز		✓		✓		✓	
نایلون		✓		✓		✓	$۱۰^{۴}$-$۱۰^{۶}$
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.

✓ **همهٔ** 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؟

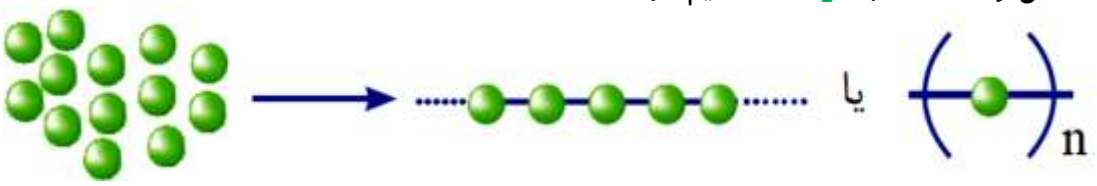
درشت مولکول‌ها، چون نیروهای بین مولکولی در آنها به دلیل زیاد بودن جرم مولکولی، قوی است.

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 :

الف) **پلیمری شدن افزایشی :**



پ) **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.

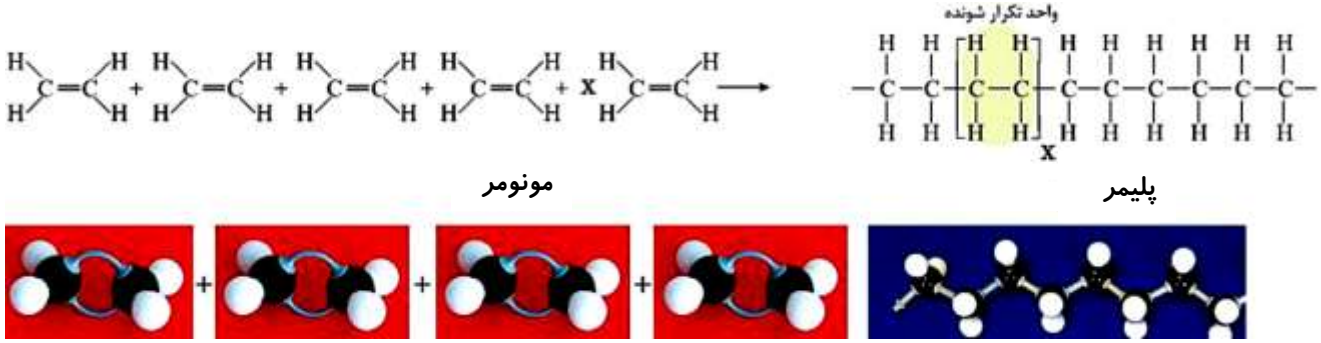
✓ معادلهٔ مقابل واکنش شیمیایی انجام شده را توصیف می‌کند.

$$n\,CH_2=CH_{2(g)} \xrightarrow{\text{گرما و فشار}} (-CH_2-CH_2-)_{n(S)}$$

اتن — پلی اتن

✓ **اتن** یک مولکول **سیرنشده** است در صورتی که در پلیمر شدن فراوردهٔ واکنش (**پلی‌اتن**)، هیدروکربنی **سیرشده** است زیرا هر اتم کربن در آن با **چهار** پیوند اشتراکی **یگانه** به چهار اتم دیگر متصل است.

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



✓ مولکول‌های اتن، در **دما** و **فشار اتاق**، **گازی** هستند؛ در حالی که در اثر واکنش پلیمری‌شدن، 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.

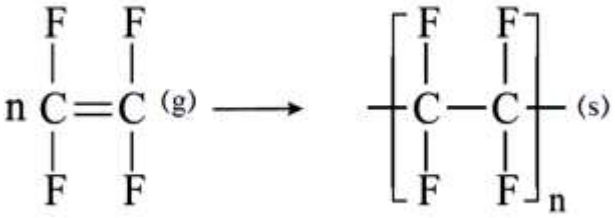
✓ به واکنش‌دهنده‌ها در واکنش پلیمری شدن، **مونومر** (**تک‌پار**) می‌گویند. در این واکنش‌ها شمار زیادی از **مونومرها** با یکدیگر واکنش می‌دهند و **پلیمر** را می‌سازند.

✓ با دقت در ساختار **پلی‌اتن** در می‌یابیم که از تکرار مجموعه‌ای از اتم های **کربن** و **هیدروژن** به نام **واحد تکرار شونده** به وجود آمده است.شیمی‌دان‌ها برای نمایش **پلیمرها**، **واحد تکرار شونده** را درون **کمانک** نوشته و زیروند n را برای آن می‌نویسند؛ زیرا تا کنون **هیچ قاعده‌ای** برای اتصال **شمار مونومرها** به یکدیگر ارائه **نشده** و **نمی‌توان** فرمول دقیقی برای آن‌ها 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 × n = **جرم مولی پلیمر افزایشی**

تعداد پیوند پلیمرهای افزایشی را می‌توان از رابطه روبرو بدست آورد: تعداد پیوند مونومر × n = **تعداد پیوند پلیمر افزایشی**



n نشان‌دهنده:

۱-**تعداد مونومرهای** به کار رفته برای تشکیل پلیمر

۲-تعداد **واحد تکرارشونده** در پلیمر

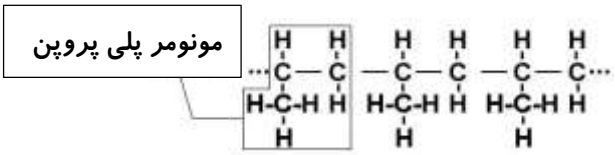
۳-**نسبت پیوندهای** پلیمر به پیوند مونومر

۴-**نسبت جرم مولی** پلیمر به جرم مولی مونومر

✓ در **همهٔ** واکنش‌های **پلیمری شدن**، تعداد بسیار زیادی پیوند **تشکیل** می‌شود از آنجا که تشکیل پیوند با **آزاد شدن** انرژی همراه است بنابراین واکنش پلیمری شدن **گرماده** است.

✓ مولکول **پروپن** هم به همین شیوه به **پلی پروپن** تبدیل می‌شود.

✓ 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 دوگانهٔ کربن-کربن (C=C) در **زنجیر کربنی** داشته باشد، می‌تواند در این نوع واکنش پلیمری شدن شرکت کند. بر همین اساس، ترکیب‌های **سیر نشده** و حاوی چنین پیوندی در زنجیر کربنی می‌توانند در صنایع **پتروشیمی** با **تأمین شرایط مناسب** واکنش داده و **پلیمرهای گوناگونی** تولید کنند.

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

($C = 12$ و $F=19 : g.mol^{-1}$)

۱) ۱۰۰۰ ۲- ۱۰۰۰۰ ۳- ۱۲۰۰۰ ۴- ۱۶۰۰۰

گزینه ۲ : $nC_2F_4\ (g) \rightarrow (-C_2F_4-)_n(s)$

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

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

۱- ۱ ۲- ۱/۵ ۳- ۲ ۴- ۳

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

جرم مولی پلی‌اتن = n × جرم مولی اتن = 28n

$$800LC_2H_4 \times \frac{1mol\ C_2H_4}{22/4LC_2H_4} \times \frac{1\ mol\ \text{پلی‌اتن}}{n\ mol\ C_2H_4} \times \frac{28\ n\ g\ \text{پلی‌اتن}}{1\ mol\ \text{پلی‌اتن}} \times \frac{1kg\ \text{پلی‌اتن}}{1000g\ \text{پلی‌اتن}} = 1kg\ \text{پلی‌اتن}$$

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

$$\text{جرم اتن مصرف شده : } 800LC_2H_4 \times \frac{1mol\ C_2H_4}{22/4LC_2H_4} \times \frac{28\ n\ g\ C_2H_4}{1\ mol\ C_2H_4} \times \frac{1kg\ C_2H_4}{1000g\ C_2H_4} = 1kg\ C_2H_4$$

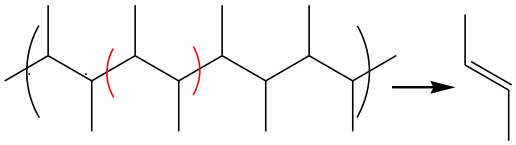
خود را بیازمایید : **صفحه ۱۰۴ کتاب درسی**

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

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

نخ دندان – ظروف نچسب – نوار تفلون– بدنهٔ اتو	$(-CF_2-CF_2-)_n$	تفلون	$CF_2=CF_2$	ترافلوئورواتن
کیسهٔ خون، نوارهای درز گیر و مواد ساختمانی	$\left(-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{\vert}{CH}}-\right)_n$	پلی وینیل کلرید P. V. C	$CH_2=\underset{\displaystyle Cl}{\underset{\vert}{CH}}$	کلرو اتن یا وینیل کلرید
کیسه– لوله–دبه– اسباب بازی–تانکر–درب ظروف بسته‌بندی	$(-CH_2-CH_2-)_n$	پلی اتن	$CH_2=CH_2$	اتن

✓ 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 **پلی‌سیانو اتن** و **پلی‌استیرن** برخلاف بقیه پلیمرهای بالا، همه پیوندها **یگانه نیستند**. در ساختار پلی‌سیانواتن در ($-C\equiv N$) یک پیوند **سه‌گانه** بین اتم‌های کربن و نیتروژن ($-C\equiv N$) وجود دارد. در ساختار پلی‌استیرن هم **سه** پیوند **دوگانه** در حلقه **بنزنی** وجود دارد.

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

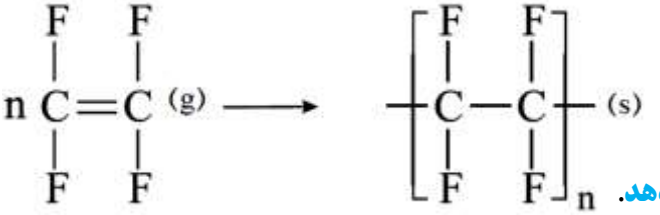
✓ از **پلی وینیل کلرید** (P. V. C) در **شیشهٔ خودرو** نیز استفاده می‌شود؛ به این صورت که لایهٔ نازکی از آن را بین دو صفحهٔ شیشه‌ای قرار می‌دهند بطوری که **مانع از فرو ریختن** خرده‌های آن در اثر ضربه می‌شود.

پیوند با زندگی : « **بخت، یار ذهن‌های آماده است** » **صفحه ۱۰۵ کتاب درسی**

تفلون و ویژگی‌های آن

۱. نام آن **پلی ترا فلوئورو اتن** (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 می‌کرد، کپسولی حاوی گاز **ترا فلوئورواتن** را که پر بود ولی **تخلیه** نمی‌شد را **برش** داد و با لایهٔ نازکی از یک **جامد** در ته کپسول مواجه شد که همان **تفلون** بود.



۳. نقطهٔ ذوب **بالایی** دارد.

۴. در برابر گرما **مقاوم** است.

۵. این پلیمر از نظر شیمیایی **بی اثر** است و با مواد شیمیایی واکنش **نمی‌دهد**.

۶. در حلال‌های آلی حل **نمی‌شود** و **نچسب** است.

۷. $nCF_2=CF_{2(g)} \xrightarrow{catalist,heat} (-CF_2-CF_2-)_{n(s)}$

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

پیوند با صنعت : **صفحه ۱۰۶ کتاب درسی**

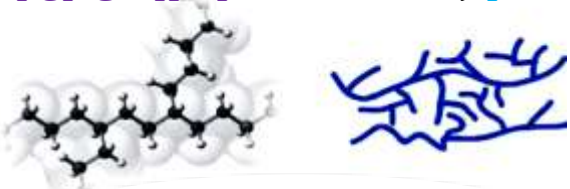
✓ پلی اتن یکی از مهم‌ترین پلیمرهای **ساختگی** است که در ساخت وسایل گوناگونی مانند **کیسه خرید**، **لولهٔ آب**، **بطری شیر**، **وسایل اسباب بازی**، **درب بطری**، **مخزن آب** و ... کاربرد دارد.

✓ در هنگام ساخت این وسایل دانه‌های **سفید** پلی اتن را **مذاب** کرده و در دستگاهی با **دمیدن هوا**، به ورقهٔ **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، **کِدِر**، **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 فراورده‌هایی 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 =**۰/۹۲** گرم بر سانتی‌متر مکعب) و **شفاف** است؛ در مقابل پلیمری که زنجیرهٔ جانبی **ندارد**، چگالی **بیشتری** داشته (**۰/۹۷** گرم بر سانتی‌متر مکعب)، **کدر** بوده و به دلیل نیروهای **واندروالسی قوی‌تر** استحکام **بالاتری** دارد.



پلی اتن شاخه‌دار **پلی اتن بدون شاخه**

خود را بیازمایید : **صفحه ۱۰۷ کتاب درسی**

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

الف) کدام چگالی به کدام پلی‌اتن تعلق دارد؟ چرا؟ **۰/۹۷ پلی اتن سنگین است زیرا در پلی اتن بدون شاخه در واحد حجم مولکول‌های بیشتری قرار می‌گیرند و جرم بیش تر خواهد بود و ۰/۹۲ پلی اتن سبک است.**

ب) کدام پلی اتن سبک و کدام سنگین است؟ **۰/۹۲ سبک (شاخه دار) و ۰/۹۷ سنگین (بدون شاخه) است.**

پ) نیروی بین مولکولی در پلی‌اتن چیست؟ **از نوع نیروهای واندروالس**

ت) چرا استحکام پلی‌اتن سنگین از سبک بیشتر است؟

زیرا با افزایش تعداد شاخه مولکول‌ها به دلیل ازدحام فضایی نمی‌توانند به هم نزدیک شوند اما در پلی‌اتن که شاخه فرعی وجود ندارد سطح تماس مولکول‌ها بیشتر است و در نتیجه نیروی جاذبه بین مولکولی بیشتر شده و استحکام مولکولی هم بیشتر می‌شود.

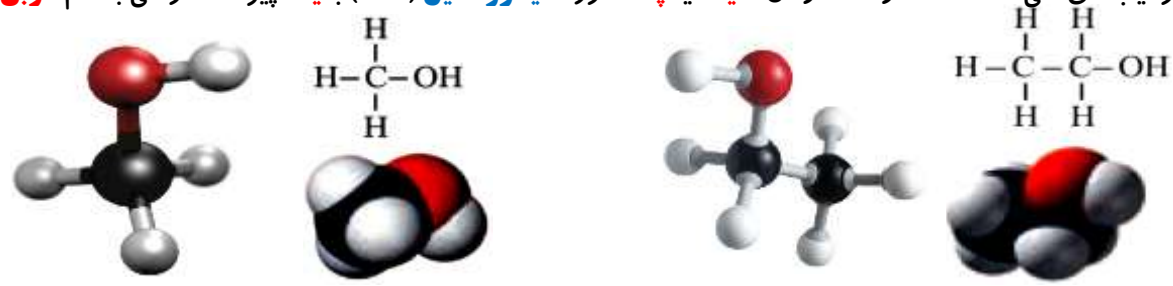
مقایسه پلی‌اتن سبک و سنگین:

ساختار	پلی‌اتن **سبک**، **شاخه‌دار**، ولی پلی‌اتن **سنگین**، **بدون شاخه** است.
چگالی	چگالی پلی‌اتن سبک، **کمتر** از پلی‌اتن سنگین است.
نیروی بین مولکولی	نیروی جاذبه هر دو، از نوع **واندروالسی** است، اما در پلی‌اتن سنگین، **قوی‌تر** از پلی‌اتن سبک است.
سختی و استحکام	پلی‌اتن **سنگین** نسبت به پلی‌اتن سبک، **سختی** و **استحکام** بیشتری دارد.
نقطه ذوب	پلی‌اتن **سنگین** نقطه ذوب **بالاتری** دارد.
شفاف یا کدر بودن	پلی‌اتن سبک، **شفاف**، ولی پلی‌اتن سنگین، **کدر** است.
کاربرد	پلی‌اتن سبک در ساخت **کیسه‌های پلاستیکی شفاف** و پلی‌اتن سنگین در ساخت **لوله‌های پلاستیکی**، **دبه‌های آب** یا **بطری کدر شیر** و **اسباب‌بازی کودکان** کاربرد دارد.

گروه‌های عاملی (ادامه فصل دوم)

الکل‌ها :

✓ **الکل‌ها**، دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که در ساختار آن‌ها **یک** یا **چند** گروه **هیدروکسیل** (OH) با **یک** پیوند اشتراکی به اتم **کربن** متصل است.



✓ الکل‌های یک عاملی را می‌توان با فرمول **ROH** یا $C_nH_{2n+2}O$ نشان داد که در آن، **R** یک **زنجیر هیدروکربنی** است؛ **متانول** و **اتانول** دو عضو خانوادهٔ الکل‌های **یک عاملی** هستند.

برای نامگذاری الکل‌ها به دو روش عمل می‌کنیم :

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

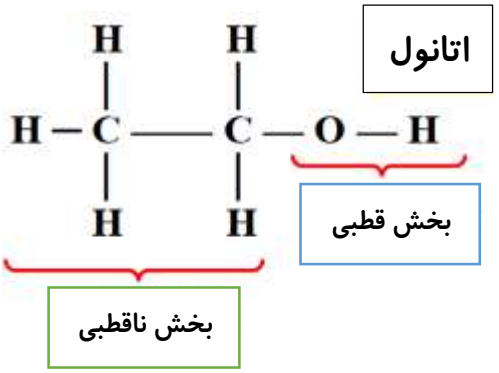
نام الکل	فرمول الکل	نام گروه هیدروکربنی	فرمول گروه هیدروکربنی	نام آلکان	فرمول آلکان
متیل الکل	CH_3-OH	متیل	CH_3-	متان	CH_4
اتیل الکل	CH_3-CH_2-OH	اتیل	C_2H_5-	اتان	C_2H_6
پروپیل الکل	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	پروپیل	C_3H_7-	پروپان	C_3H_8
ایزوپروپیل الکل	$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}}-OH$	ایزوپروپیل	$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}}-$		

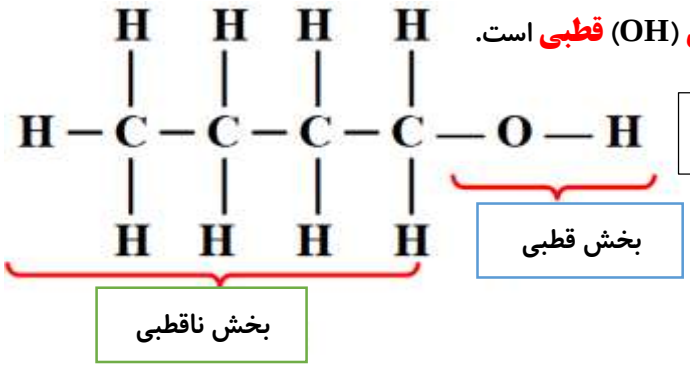
۲) نام آلکان هم کربن + اُل= نام الکل (نام آیوپاک)

نام الکل	فرمول الکل	آلکان	فرمول آلکان
متانول	CH_3-OH	متان	CH_4
اتانول	C_2H_5-OH	اتان	C_2H_6
۱–پروپانول	C_3H_7-OH	پروپان	C_3H_8
۲–پروپانول	$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-OH$		

ویژگی‌های الکل‌ها:

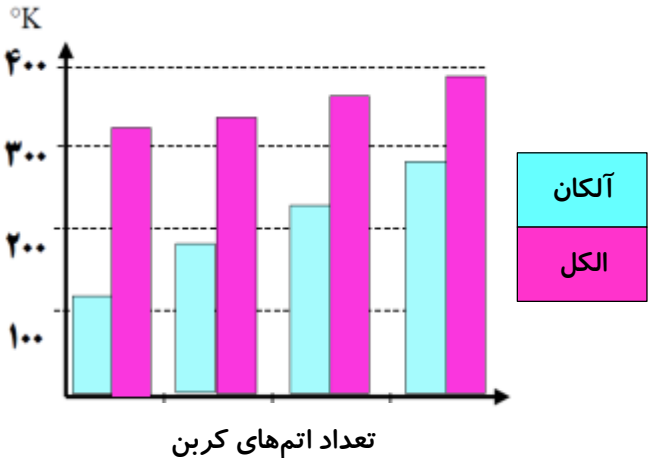
✓ مولکول الکل‌ها دو بخش **قطبی** و **ناقطبی** دارد. گشتاور دوقطبی بخش هیدروکربنی حدود **صفر** است پس **ناقطبی** است اما گروه **هیدروکسیل** (OH) **قطبی** است.





✓ الکل‌ها علاوه بر نیروی بین مولکولی **واندروالسی** به دلیل داشتن گروه **هیدروکسیل** (OH) قادر به تشکیل **پیوند هیدروژنی** نیز هستند. به همین دلیل نقطهٔ جوش آنها از آلکان‌های هم کربن **بیشتر** است.

✓ نمودار زیر اختلاف نقطهٔ 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 $\left(\frac{g}{100\ g\ H_2O}\right)$
متانول	CH_3-OH	به هر نسبتی در آب حل می‌شود.
اتانول	CH_3-CH_2-OH	به هر نسبتی در آب حل می‌شود.
۱– پروپانول	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	به هر نسبتی در آب حل می‌شود.
۱– بوتانول	$CH_3-(CH_2)_3-OH$	۸/۲۱
۱– پنتانول	$CH_3-(CH_2)_4-OH$	۲/۷
۱– هگزانول	$CH_3-(CH_2)_5-OH$	۰/۵۹
۱– اکتانول	$CH_3-(CH_2)_7-OH$	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-هپتانول و ۱-اُکتانول 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 **چربی‌ها** حل می‌شوند. از اینرو ویژگی **چربی‌دوستی** الکل‌ها با **افزایش** شمار اتم‌های کربن، **افزایش** می‌یابد. به بیان دیگر، هرچه شمار اتم‌های کربن در الکل‌ها بیشتر شود، ویژگی **آبگریزی** آن‌ها **افزایش** می‌یابد.
- الکل‌ها می‌توانند **چند عاملی** باشند یعنی بیش از یک گروه **هیدروکسیل** داشته باشند. **اتیلن گلیکول** (ضد یخ) و **گلیسیرین** نمونه‌ای از الکل‌های چند عاملی هستند.

اتان دی اُل (اتیلن گلیکول) $CH_2(OH)-CH_2(OH)$ و **پروپان تری اُل(گلیسیرین)** $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$

- الکل‌های **چند عاملی** در تهیهٔ **پلی استرها** نقش بسزایی دارند.
- الکل‌ها 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 C_2H_6O دو ساختار می‌توان رسم نمود. CH_3-O-CH_3 و C_2H_5-OH

با هم بیندیشیم : **صفحه ۱۱۰ کتاب درسی**

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

CH_3-CH_2-OH

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$

آ) پیش‌بینی کنید چه نوع نیروهای بین مولکولی در این دو الکل وجود دارد؟ **نیروی جاذبه واندروالس و پیوند هیدروژنی**

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

پ) پیش‌بینی کنید در شرایط یکسان انحلال‌پذیری کدام الکل در آب بیشتر است؟ **انحلال‌پذیری 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 می‌کند. به همین جهت اکتانول در آب حل نمی‌شود اما اتانول با ایجاد پیوندهای هیدروژنی در آب حل می‌شود.**

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

همانطور که در جدول مشاهده می‌شود، اتانول به هر نسبتی در آب حل می‌شود اما ۱- اکتانول انحلال‌پذیری کمی در آب دارد.

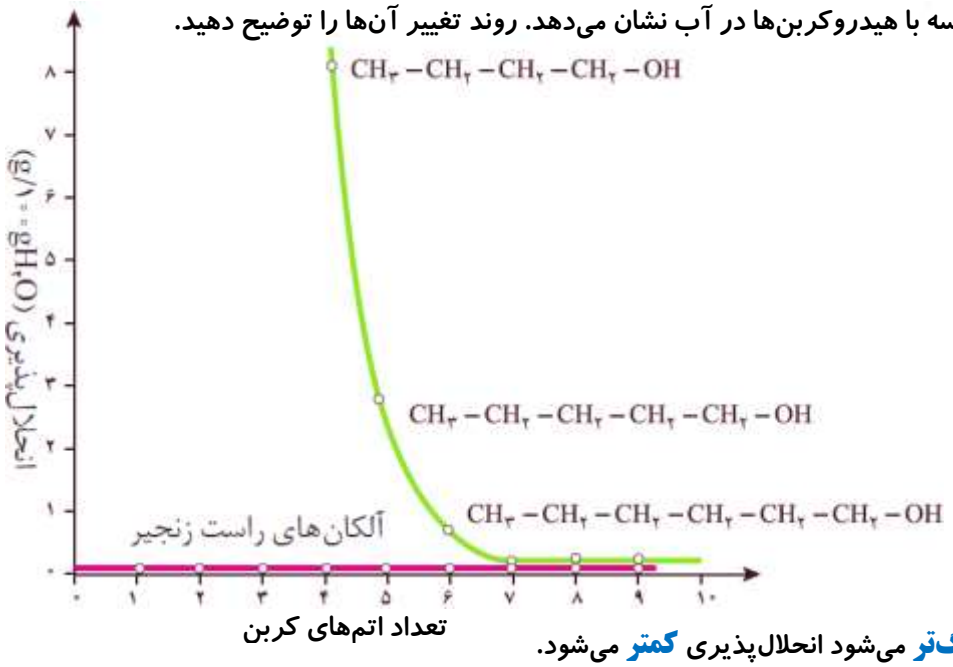
فرمول ساختاری الکل	انحلال‌پذیری $\left(\frac{g}{100\ g\ H_2O}\right)$
CH_3-CH_2-OH	به هر نسبتی در آب حل می‌شود.
$CH_3-(CH_2)_7-OH$	۰/۰۴۶

ث) درباره درستی جمله زیر گفت‌وگو کنید.

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

جمله درست است زیرا در الکل‌ها 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 واندروالس که از سمت زنجیره کربنی وجود دارد. هرچه زنجیره کربنی بزرگ‌تر باشد نیروی واندروالسی قوی‌تر شده و بر پیوند هیدروژنی غلبه می‌کند و ویژگی ناقطبی الکل زیاد می‌شود.

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



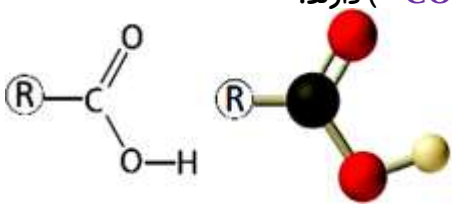
- ✓ هرچه بخش **ناقطبی** یا هیدروکربنی **بزرگ‌تر** می‌شود انحلال‌پذیری **کمتر** می‌شود.
- ✓ الکل‌های تا **پنج** کربن در آب **محلول** هستند یعنی تا پنج کربن، بخش **قطبی** بر **ناقطبی** غلبه دارد. (*پیوند هیدروژنی غالب است.*)
- ✓ ۱-هگزانول، ۱-هپتانول و ۱-اُکتانول در آب **کم محلول** هستند.
- ✓ در صورتی که 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 $R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$ و فرمول عمومی $C_nH_{2n}O_2$ هستند.
- ✓ این ترکیبات مزهٔ **ترش** دارند به طوری که مزهٔ 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 نقطهٔ 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 می‌کنند.

نامگذاری کربوکسیلیک اسیدها :

برای نامگذاری کربوکسیلیک اسیدها دو روش وجود دارد :

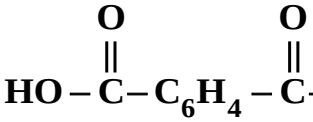
۱) نام متداول : فورمیک اسید چون از تقطیر مورچه که در لاتین فورمیکا نامیده می‌شود گرفته شده و استیک اسید از استوم به معنای سرکه گرفته شده است و ... .

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

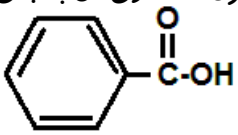
نام متداول	نام آیوپاک	فرمول اسید	نام آلکان	فرمول آلکان
فرمیک اسید	متانوئیک اسید	$HCOOH$	متان	CH_4
استیک اسید	اتانوئیک اسید	CH_3COOH	اتان	C_2H_6

✓ اسیدها می‌توانند چند عاملی باشند مانند **اتان‌دی اوئیک اسید** (**اگزالیک اسید**) :

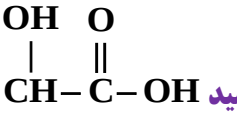
ترفتالیک اسید :



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



✓ برخی از ترکیبات علاوه بر عامل اسیدی دارای عامل **الکلی** نیز هستند. مانند **لاکتیک اسید**



تارتاریک اسید

✓ فرمول مولکولی عمومی **استرها** و **کربوکسیلیک‌اسیدهای** یک عاملی با **زنجیر هیدروکربنی سیر شده** ($C_nH_{2n}O_2$) است. اگرتعداد **کربن** کربوکسیلیک‌اسید و استر (زنجیر هیدروکربنی سیرشده و یک عاملی) **یکسان** باشد، این دوترکیب **ایزومر** هم خواهند بود. مثلا ترکیبی به فرمول $C_2H_4O_2$ دارای دو ساختار زیر است. CH_3COOH و $HCOOCH_3$ که یکی ساختار **اسید** و دیگری ساختار **استر** می‌باشد.

✓ **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 موردِ دو ترکیبِ اتانول و اکتانول، کدام گزینه درست است؟

۱) واکنش‌پذیری اوکتانول از اتانول بیشتر است.

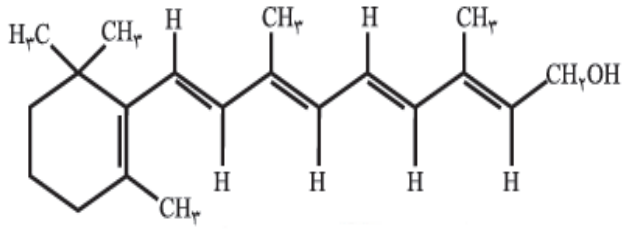
۲) در هر دو ترکیب، ۲ جفت الکترونِ ناپیوندی وجود دارد.

۳) نیروی بینِ مولکولی در اوکتانول از نوعِ هیدروژنی و در اتانول از نوعِ وان‌درووالسی است.

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

گزینه ۱: انحلال‌پذیریِ اتانول بیشتر است. گزینه ۳: عکس آن درست است. گزینه ۴ : در اوکتانول ۲۶ و در اتانول، ۸ جفت

مثال۲- کدام مورد، درباره‌ی ترکیبِ زیر نادرست است؟



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

۲) نامحلول در آب است.

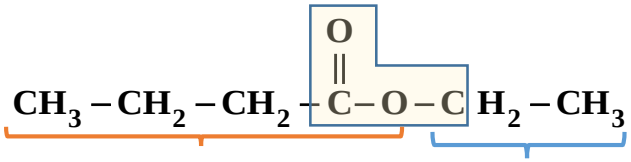
۳) دارای ۳۱ پیوندِ کووالانسی است.

۴) عاملِ هیدروکسیل در آن وجود دارد.

گزینه ۳ ، تعدادِ پیوندِ کووالانسی ۵۰ می‌باشد.

استرها :

- ✓ استرها از مشتقات **کربوکسیلیک‌اسیدها** 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.

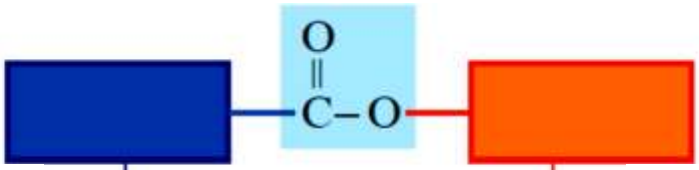


آلکانوات — آلکیل

- ✓ 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.

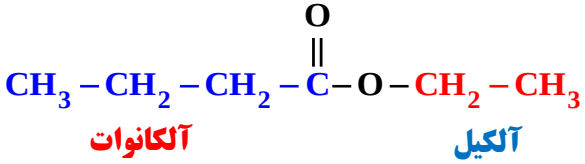
- ✓ گروه عاملی استری از واکنش یک **الکل** با یک **کربوکسیلیک‌اسید** ایجاد می‌شود.



گروه هیدروکربنی یا هیدروژن — گروه هیدروکربنی

نامگذاری استرها :

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



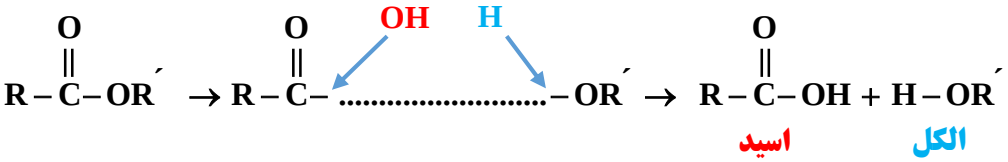
آلکانوات — آلکیل

- ✓ 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** سازندهٔ آن را مشخص کرد. نام کلی استرها به این صورت است :

آلکیل آلکانوآت — **نام الکل** بر وزن : آلکانول — **نام اسید** بر وزن : آلکانوئیک اسید

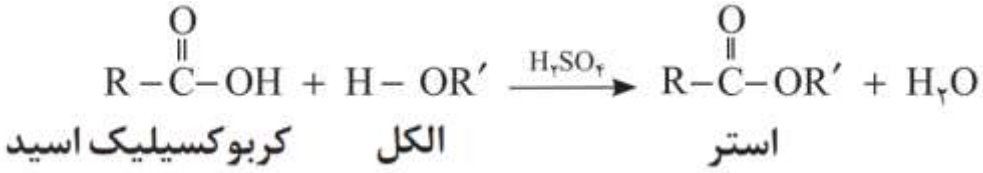
- ✓ برای به دست آوردن **اسید** و **الکل** سازندهٔ یک استر کافی است بین گروه **کربونیل** و **اکسیژن**، فاصله ایجاد کنیم و گروه **هیدروکسیل** را به **کربونیل** و **هیدروژن** را به **اکسیژن** متصل نماییم.



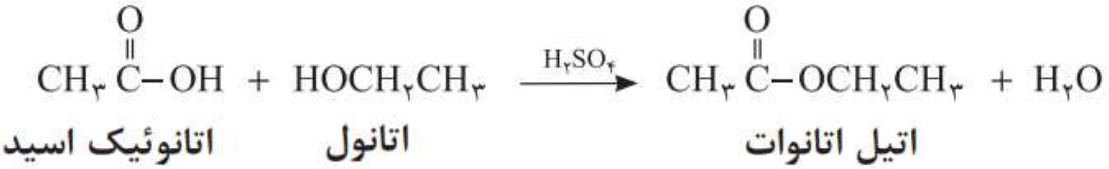
واکنش استری شدن و آبکافت استرها :

✓ یکی از ویژگی‌های مهم و کاربردی **کربوکسیلیک‌اسیدها** و **الکل‌ها**، واکنش میان آن‌هاست. این مواد در شرایط مناسب واکنش می‌دهند و با از دست دادن **آب**، به **استر** تبدیل می‌شوند.

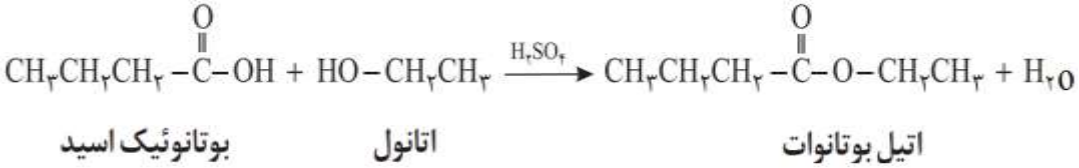
✓ در واکنش استری شدن **OH** از اسید و **H** از الکل، **آب** تولید می‌کند و فراورده دیگر نیز **استر** است.



مثال ۱ : از واکنش **اتانوئیک اسید** (استیک‌اسید) با **اتانول**، طبق معادلهٔ زیر **اتیل اتانوات** (اتیل‌استات) بدست می‌آید.

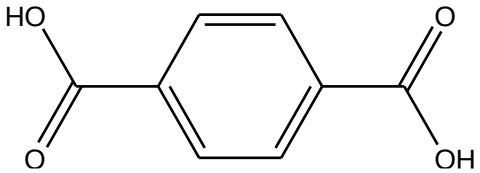


مثال ۲ : می‌توان **اتیل بوتانوات** را در مقیاس صنعتی از واکنش **بوتانوئیک اسید** و **اتانول**، تولید و از آن برای تولید شوینده با بوی **آناناس** استفاده کرد.

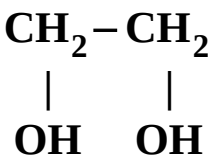


مثال ۳ : **ترفتالیک‌اسید** و **اتیلن‌گلیکول** برای تهیه **پلی اتیلن ترفتالات** برای تولید **بطری آب** استفاده می‌شود (**PET**).

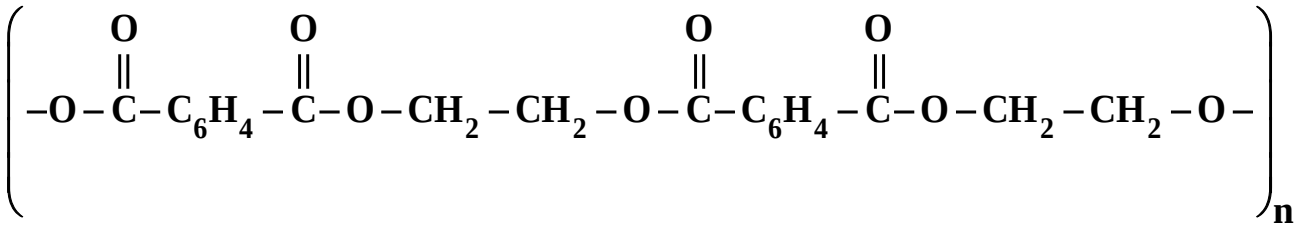
ترفتالیک اسید :



اتیلن گلیکول :



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



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

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

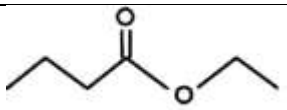
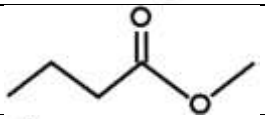
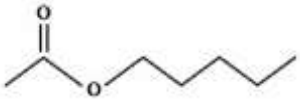
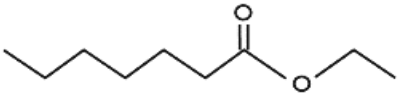
✓ **آبکافت استرها :** با توجه به اینکه واکنش **استری شدن** بصورت **برگشت‌پذیر** انجام می‌شود، **استرها** در شرایط مناسب (**حضور اسید** و

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

$$RCOOR' + H_2O \rightleftharpoons RCOOH + R'OH$$

$$CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OCH_2-CH_3 + H_2O \underset{}{\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}} CH_3-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + H-OCH_2-CH_3$$

استـــرهـــای مـــعـــروف :

نـام اسـتـر	فرمول شیمیایی	ساختار استر	الکل سازنده	اسید سازنده	عامل بو در
اتیل بوتانوات	$C_3H_7COOC_2H_5$		اتانول C_2H_5OH	بوتانوئیک اسید C_3H_7COOH	آنـانـاس
متیل بوتانوات	$C_3H_7COOCH_3$		متانول CH_3OH	بوتانوئیک اسید C_3H_7COOH	سـیـب
پنتیل اتانوات	$CH_3COOC_5H_{11}$		پنتانول $C_5H_{11}OH$	اتانوئیک اسید CH_3COOH	مـوز
اتیل هپتانوات	$C_6H_{13}COOC_2H_5$		اتانول C_2H_5OH	هپتانوئیک اسید $C_6H_{13}COOH$	انـگـور

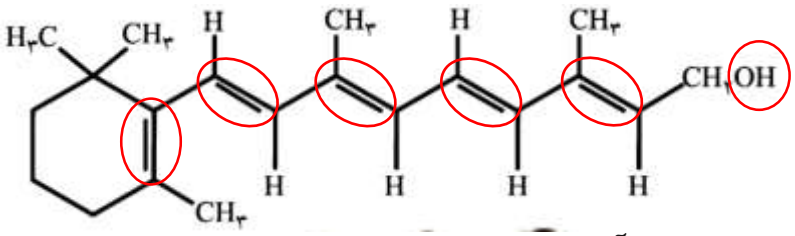
رمز استرهای معروف : آســـمـــــان « آنـانـاس – سـیـب – مـــوز – انگور »

خود را بیازمایید : ویتامین‌ها **صفحه ۱۱۱و 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.
- ✓ رمزِ گذاری : ویتامین‌های دَکِه (DAKE) محلول در **چربی** هستند.

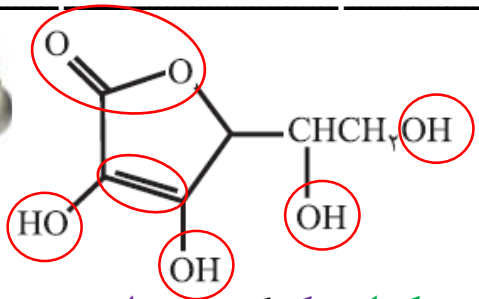
۱) کدام ویتامین‌های زیر در آب و کدام‌ها در چربی حل می‌شود؟ چرا؟

ویتامین آ (A) :



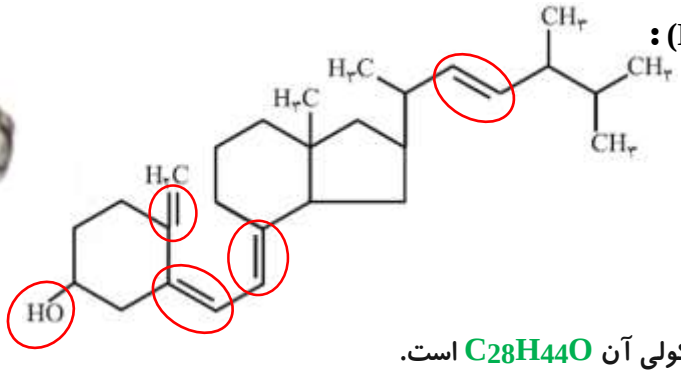
- ✓ فرمول مولکولی آن $C_{20}H_{30}O$ است.
- ✓ دارای یک گروه عاملی **هیدروکسیل** (قطبی) بوده اما قسمت عمده آن **هیدروکربنی** بوده و **ناقطبی** است، پس محلول در **چربی** است.

ویتامین ث (C) :



- ✓ فرمول مولکولی آن $C_6H_8O_6$ است.
- ✓ این مولکول دارای **۴** گروه عاملی **هیدروکسیل** و **یک** گروه عاملی **استِری** است (قسمت‌های **قطبی**)، در مقابل سایر قسمت‌های هیدروکربنی **ناقطبی** هستند و به دلیل غلبهٔ قسمت‌های **قطبی** بر **ناقطبی**، این ویتامین محلول در **آب** است.

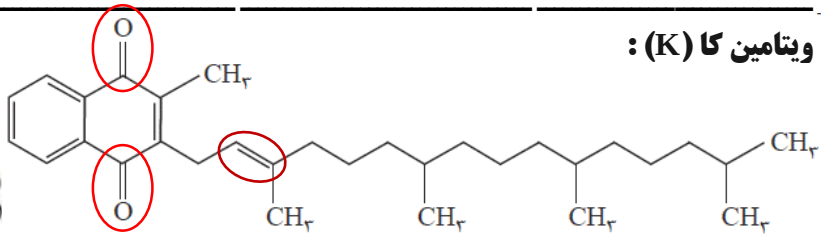
ویتامین دی (D) :



✓ 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 اندازهٔ 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 واژهٔ نادرست در هر مورد کامل کنید.

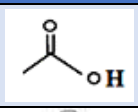
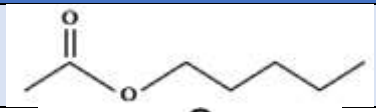
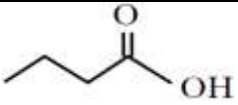
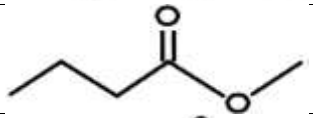
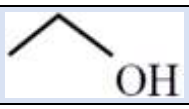
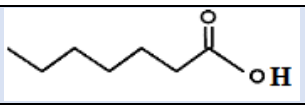
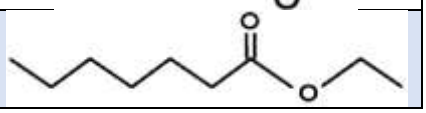
در ترکیب‌های آلی مانند الکل‌ها و کربوکسیلیک‌اسیدها که دو بخش قطبی و ناقطبی دارند، با افزایش طول زنجیر کربنی بخش (**ناقطبی** / قطبی) بزرگ‌تر می‌شود، قطبیت مولکول (**کاهش** / افزایش) می‌یابد و انحلال‌پذیری آن در آب (بیشتر / **کمتر**) می‌شود.

✓ 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	$C_{20}H_{30}O$	الکلی – آلکنی
ویتامین ث	پرتقال	آب	$C_6H_8O_6$	استری – الکلی – آلکنی
ویتامین دی	چربی ماهی	چربی	$C_{28}H_{44}O$	آلکنی – الکلی
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			

پلی‌استرها :

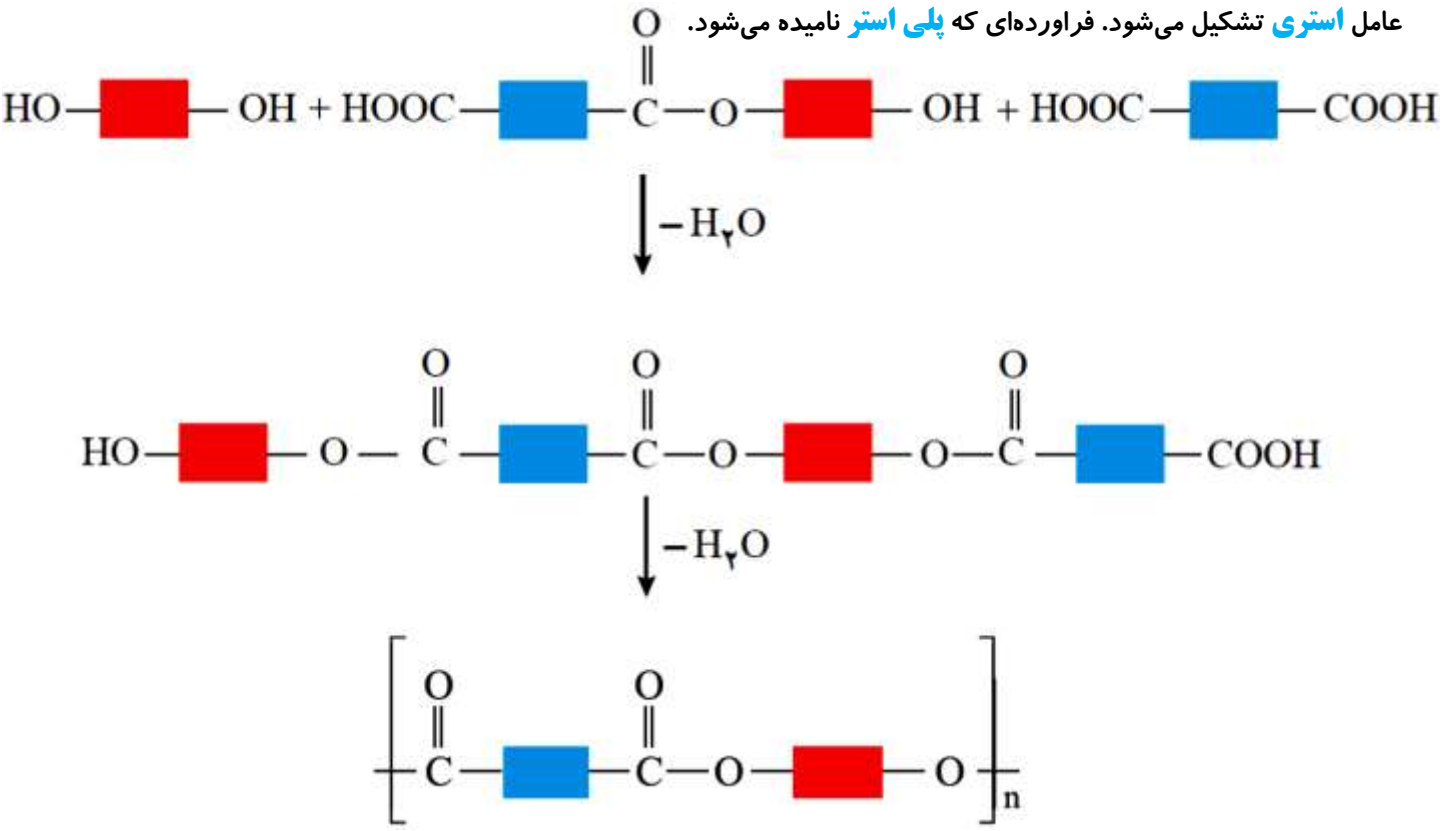
✓ نیاز به پوشاک بیشتر و با کاربردهای **گسترده‌تر**، شیمی‌دان‌ها را برای یافتن پلیمرهای جدید تشویق کرد. در طی این تلاش پلیمرهایی ساخته شد که علاوه بر H و C دارای N و O در ساختار خود بودند. **پلی‌آمیدها** و **پلی‌استرها** از جملهٔ این پلیمرها هستند.

پ) **پلیمری شدن تراکمی :** در این نوع پلیمری شدن، با اتصال **مونومرها** به هم علاوه بر پلیمر، مولکول‌های **کوچک‌تری** نیز تشکیل می‌شود. (مشابه این پلیمر شدن در سنتز آب‌دهی درس زیست‌شناسی وجود دارد.)

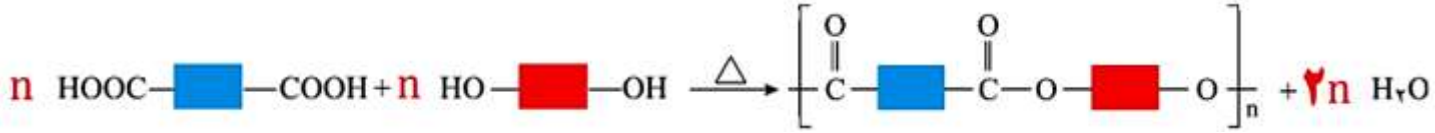
✓ پلی‌استرها دسته‌ای از پلیمرها هستند که از اتم‌های H ، C و O تشکیل شده‌اند. از این پلیمرها می‌توان **الیاف**، **نخ** و در نهایت **پارچه** تهیه نمود.

✓ با توجه به واکنش **استری شدن**، می‌توان نتیجه گرفت که از واکنش یک **کربوکسیلیک‌اسید دوعاملی** با یک **الکل دوعاملی** در شرایط مناسب، یک **پلی استر** تولید می‌شود. در مرحلهٔ **نخست** این واکنش، یکی از گروه‌های **هیدروکسیل** موجود در **الکل** با یکی از گروه‌های **کربوکسیل** موجود در **اسید** ترکیب شده و با از دست دادن **آب**، گروه عاملی **استری** را ایجاد می‌کند. باقیماندهٔ دو مونومر نیز به هم متصل می‌شوند.

✓ در ساختار فراورده، همچنان یک گروه عاملی **هیدروکسیل** و یک گروه عاملی **کربوکسیل** وجود دارد. این ساختار نوید می‌دهد که واکنش استری شدن می‌تواند ادامه پیدا کند، آن‌چنان که از یک سو با عامل **اسیدی** و از سوی دیگر با عامل **الکلی** در واکنش شرکت می‌کند. با ادامهٔ این روند مولکول‌های بیشتر و بیشتری با یکدیگر واکنش می‌دهند و سرانجام مولکول‌هایی با **زنجیر بلند** و شمار زیادی عامل **استری** تشکیل می‌شود. فراورده‌ای که **پلی استر** نامیده می‌شود.



واکنش کلی تشکیل یک پلی‌استر در زیر آمده است :



✓ از واکنش n مولکول دی‌اسید و n مولکول دی الکل، 2n-1 مولکول **آب** و 2n-1 گروه عاملی **استری** تولید می‌شود.

✓ **رفتار** و **ویژگی‌های** مواد به **ساختار** آنها بستگی دارد؛ بنابراین با **کربوکسیلیک‌اسیدها** و **الکل‌های دو عاملی** گوناگون، پلی‌استرهایی با ساختار **متفاوت** تهیه کرد.

انواع روش‌های پلیمری شدن

- **پلیمر شدن افزایشی**
  - **تشکیل پلیمرهای (پلی‌اتن–تفلون–پلی‌پروپن)**
  - **مونومر دارای پیوند دوگانه است. با شکستن پیوند دوگانه و بدون از دست دادن مولکول مونومرها به هم متصل می‌شوند.**
- **پلیمری شدن تراکمی**
  - **پلی استر (اسید آلی و الکل)**
  - **پلی آمیدها (اسید آلی+آمین ها) 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** (NH_3) 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 :

آمونیاک (NH_3)

a- CH_3-NH_2 ⇐ **متیل آمین** ⇐ (آمین نوع ۱)

b- $CH_3-NH-CH_3$ ⇐ **دی متیل آمین** ⇐ (آمین نوع ۲)

c- $N-(CH_3)_3$ ⇐ **تری متیل آمین** ⇐ (آمین نوع ۳)

✓ برای نام‌گذاری آمین کافیست، نام گروه **هیدروکربنی** را به کلمه **آمین** اضافه نماییم. متیل آمین CH_3NH_2 ، اتیل آمین $C_2H_5NH_2$

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

دی متیل آمین : $(CH_3)_2NH$ **تری اتیل آمین :** $(C_2H_5)_3N$

✓ اگر گروه‌های هیدروکربنی متفاوت باشند، **ابتدا** نام گروه‌های هیدروکربنی بر حسب حروف الفبای **لاتین** و سپس کلمه **آمین** آورده می‌شود. مثال : **اتیل، متیل آمین**

$$C_2H_5-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{NH}}$$

✓ **متیل‌آمین** 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 پلی‌آمیدی :

✓ پلیمرهای **طبیعی** زیادی شناسایی شده است که در ساختار آن‌ها اتم‌های **C** ، **H** ، **O** و **N** وجود دارد.

✓ **مو**، **ناخن**، **پوست بدن** ما همچنین **شاخ حیوانات** و **پشم گوسفند** نمونه‌ای از این پلیمرهای طبیعی هستند.

✓ در این دسته از پلیمرها گروه عاملی **آمید** $\left(-\overset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle ||}{C}}-\underset{\displaystyle |}{N}-\right)$ در طول زنجیر کربنی تکرار شده است.

✓ 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.

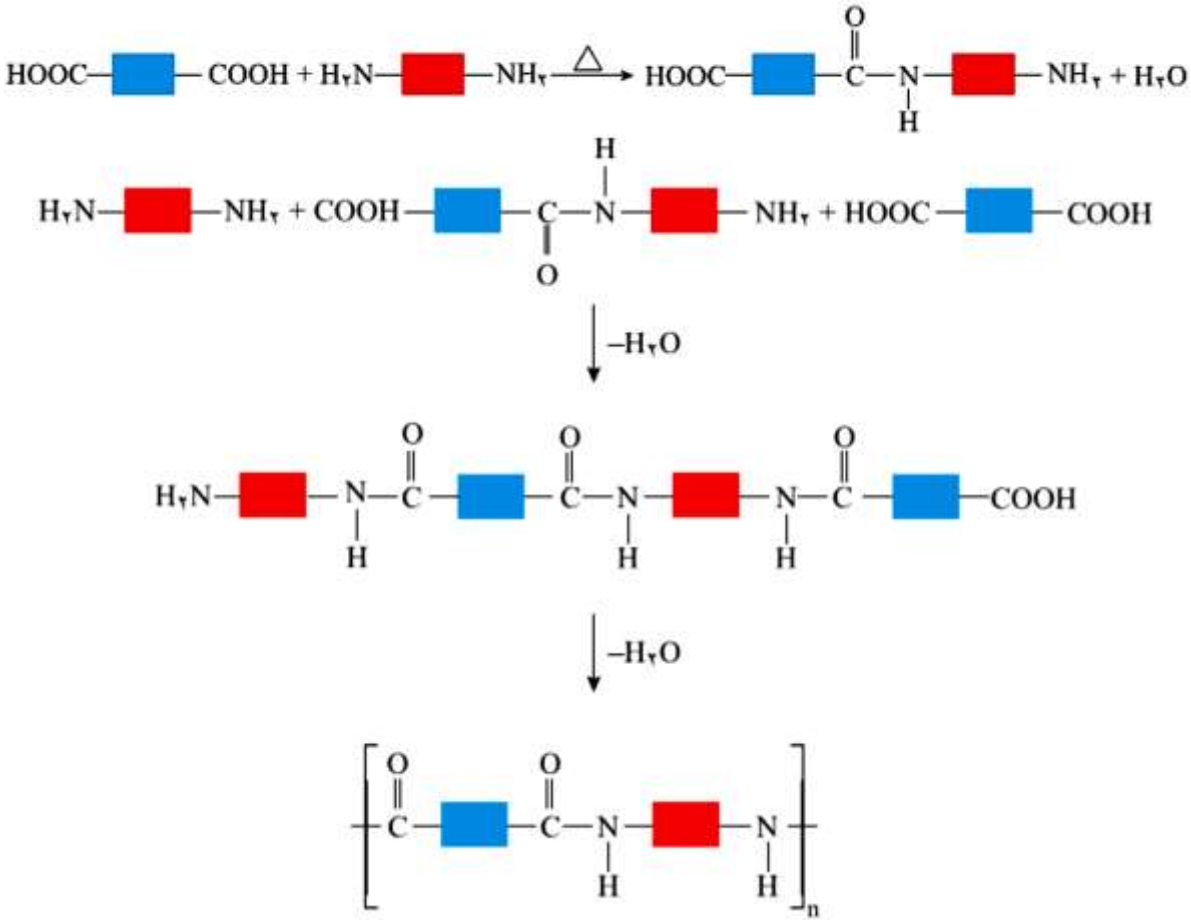
✓ در این واکنش، آمین بایستی حداقل یک **هیدروژن** داشته باشد که بتواند با **OH−** اسید، آب تشکیل دهد. (آمین نوع **سوم** نباشد.)

✓ واکنش تولید **پلی‌آمید** شبیه تولید **پلی‌استر** 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 **کربوکسیلیک‌اسید دوعاملی** با یک آمین **دو عاملی در شرایط مناسب**، یک **پلی‌آمید** تولید می‌شود.

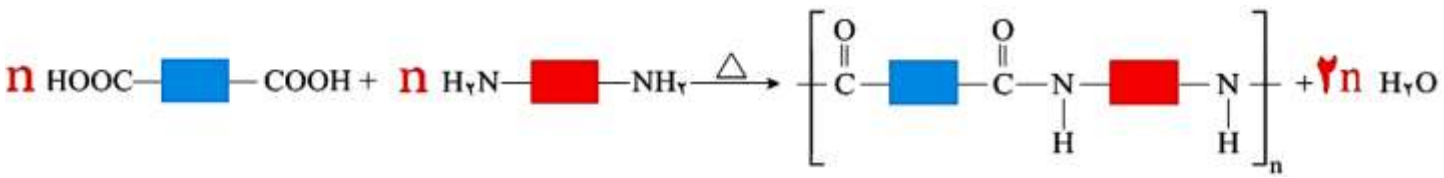
✓ در مرحلهٔ نخست این واکنش، یکی از گروه‌های **$-NH_2$** موجود درآمین با یکی از گروه‌های **کربوکسیل** موجود در اسید ترکیب شده و با از دست دادن **آب**، گروه عاملی **آمیدی** را ایجاد می‌کند.

✓ در ساختار فراورده همچنان **یک** گروه عاملی **$-NH_2$** و **یک** گروه عاملی **کربوکسیل** وجود دارد. این ساختار نوید می‌دهد که واکنش آمیدی شدن **ادامه** پیدا می‌کند، به این ترتیب که از یک سو با عامل **اسیدی** و از سوی دیگر با عامل **آمینی** در واکنش شرکت می‌کند.

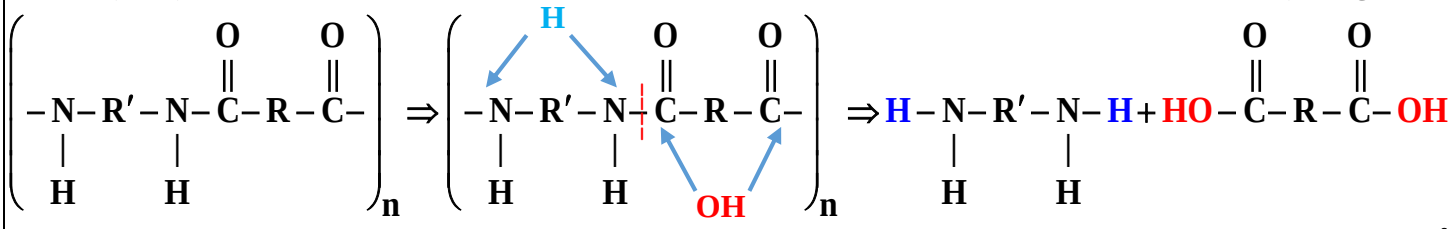


✓ با ادامه واکنش، گروه‌های آمیدی بیشتری تشکیل شده و سرانجام **پلی‌آمید** تولید می‌شود.

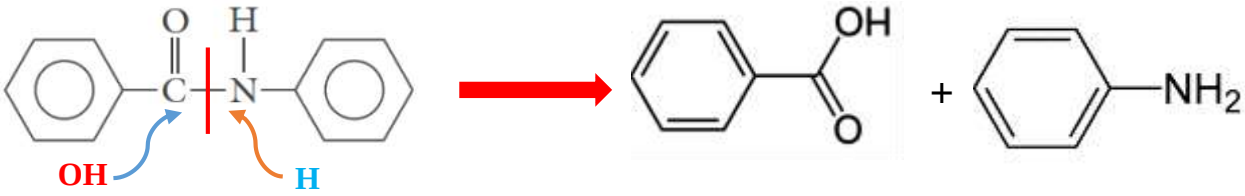
✓ از واکنش **n** مول **دی‌اسید** و **n** مول **دی‌آمین**، **2n-1** مول **آب** تولید می‌شود.



✓ برای بدست آوردن **دی‌اسید** و **دی‌آمین** سازنده یک **پلی‌آمید** کافی است پیوند **C-N** موجود در واحد تکرارشونده را بشکنیم و به نیتروژن‌ها ، اتم **H** و به کربن‌ها،گروه **OH** را اضافه کنیم :

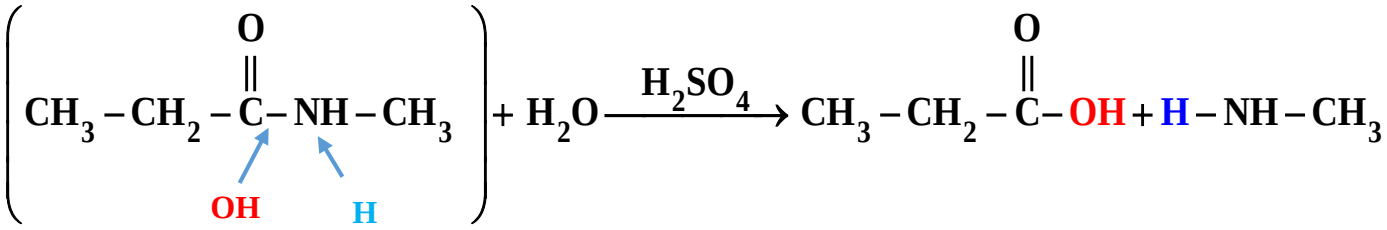


مثال : مونومرهای تشکیل دهنده آمید زیر را بنویسید.

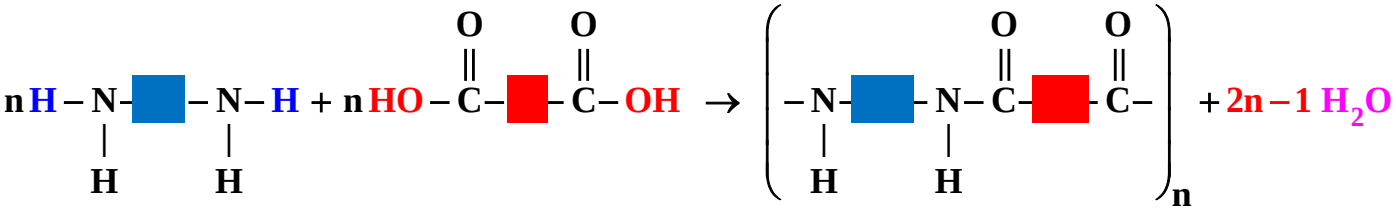


آبکافت آمیدها :

- ✓ هنگامی که یک ماده با **آب** واکنش داده و **تجزیه** می‌شود به این واکنش **آبکافت** گفته می‌شود.
- ✓ **پلی‌آمیدها** همانند **پلی‌استرها** با آب واکنش داده و به مونومرهای سازنده‌شان **تجزیه** می‌شوند.



- ✓ برای نوشتن فرمول پلی‌آمید حاصل از واکنش دی‌آمین و دی‌اسید کافی است **H** را از **دی‌آمین‌ها** و گروه **OH** را از **دی‌اسیدها** حذف کرده و بقیه مولکول را به هم وصل کنیم.



- ✓ نیروی بین مولکولی در **پلی‌آمیدها** از نوع پیوند **هیدروژنی** است، چون در ساختار پلی‌آمید اتم هیدروژنی وجود دارد که به اتم **N** متصل است. به همین علت پلی‌آمیدها از پلی‌استرها **مستحکم‌تر** هستند.

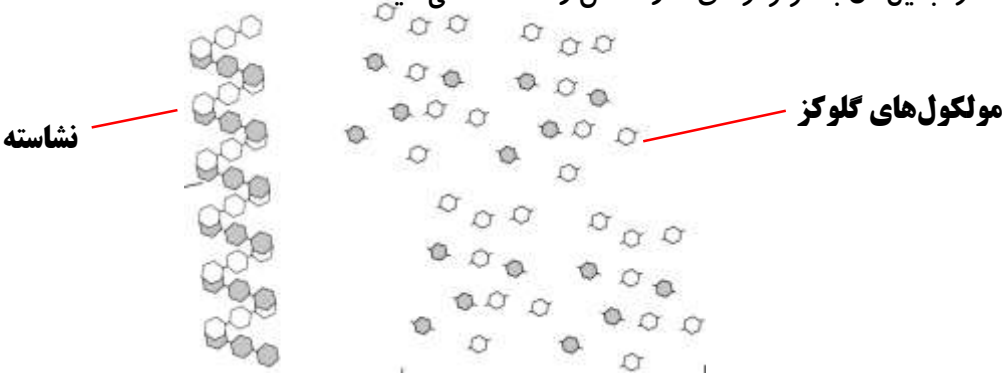
- ✓ پلی‌آمیدهای **ساختگی** را در صنایع پتروشیمی از واکنش **دی‌آمین‌ها** با **دی‌اسیدها** تولید می‌کنند.
- ✓ **کِولار** یکی از معروف‌ترین **پلی‌آمیدها**ست.
- ✓ **کِولار** از **فولاد** هم **جرم** خود **پنج** برابر **مقاوم‌تر** است.
- ✓ از **کِولار** در تهیه **تایر اتومبیل**، **قایق بادبانی**، *لباس‌های مخصوص مسابقه موتورسواری* و *جلیقه های ضد گلوله* استفاده می‌شود.
- ✓ پوشاک ساخته شده از **کِولار سبک** و **بسیار محکم** بوده و در برابر **ضربه**، **خراش** و **بریدگی** مقاوم است. از اینرو این پلیمر تاکنون جان میلیون‌ها 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 $C_nH_{2n+2}O$	R-OH
اتر	-O-	اتری	$C_nH_{2n+2}O$	R-O-R´
آلدهید	-CHO یا $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$	آلدهیدی	$C_nH_{2n}O$	R-CHO
کتون	– CO - یا $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-$	کتونی	$C_nH_{2n}O$	R-CO-R´
اسید (کربوکسیلیک اسید)	-COOH یا $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$	کربوکسیل	$C_nH_{2n}O_2$	R-COOH
استر	–COO- یا $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-$	کربوکسیلات	$C_nH_{2n}O_2$	R-COO-R´
آمین	-NH-	آمینی	$C_nH_{2n+3}N$	R-NH-R´
آمید	$-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-NH_2$	آمیدی	$C_nH_{2n+1}ON$	R-CO-NH- R´

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 طولانی‌تری 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 مزهٔ **شیرین** ایجاد می‌کنند.
- نشاسته هنگام **گوارش** (که از دهان آغاز می‌شود) به گلوکز تبدیل می‌گردد. در واقع گوارش نشاسته شامل واکنش شیمیایی تجزیهٔ 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 سازندهٔ آن‌ها با مولکول‌های موجود در محیط پیرامون واکنش می‌دهند و برخی از پیوندهای موجود در ساختار آن‌ها مانند پیوند **استری** یا **آمیدی** شکسته می‌شوند. با شکستن این پیوندها، **استحکام** الیاف پارچه **کم** شده و تار و پود آن به سادگی **گسسته** می‌شود.

✓ 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) درکدام 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 بی رویه از شوینده‌ها در شستن لباس ها 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؟

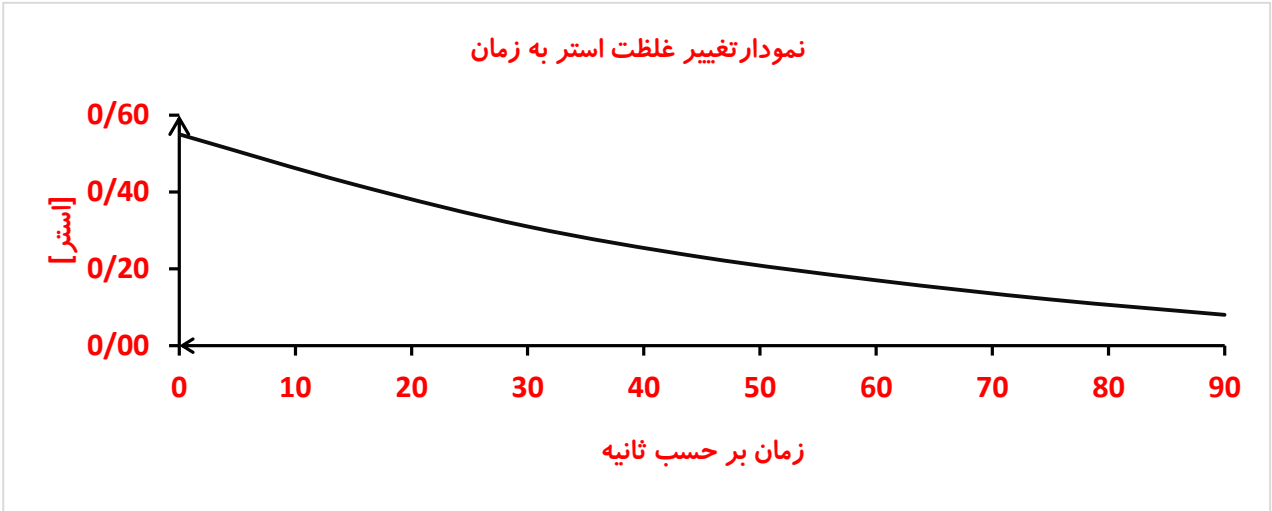
هنگامی که سفیدکننده مستقیماً روی لباس ریخته می‌شود به دلیل غلظت بالا سرعت واکنش انجام شده بیشتر است.

---

۵) لباس‌های پلی استری 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.

[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 تجزیه استر در بازه زمانی صفر تا ۳۰ ثانیه چند مول بر لیتر بر ثانیه است؟

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

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 تجزیهٔ پلی‌استر و پلی‌آمید به **ساختار مونومرهای سازنده** بستگی دارد. بنابراین بسته به **جنس لباس**، زمان استفاده از لباس‌ها متفاوت است.
- ✓ تجزیهٔ 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 سیرنشده** مانند پلی‌اتن سنگین و سبک، پلی‌استیرن، پلی وینیل کلرید، پلی پروپن، 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 **سیرنشده** ساختاری **شبیه** به **آلکان‌ها** دارند و **سیرشده** هستند.

مشکلات استفاده از پلیمرهای ماندگار :

۱) این مواد به مدت **طولانی** در طبیعت **دست نخورده** باقی می‌مانند.

۲) هر چند استفاده از این پلیمرها صرفهٔ **اقتصادی** دارد، اما از نگاه **پیشرفت پایدار**، **تولید** و **استفاده** از این پلیمرها الگوی مصرف مطلوبی **نیست**. **ماندگاری دراز مدت** پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های **سیرنشده** در طبیعت سبب ایجاد مشکلات فراوانی مانند تبدیل محیط زیست به گورستان زباله، کثیف شدن چهرهٔ 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 چهرهٔ شهرها و محیط زیست توسط پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های سیرنشده :

۱. بازیافت پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های سیرنشده

۲. جایگزینی پلیمرهای ساختگی با پایهٔ 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** فراورده‌های 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.

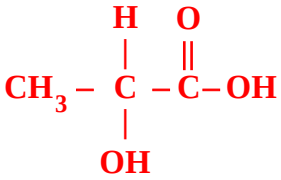
نام پلیمر	پلی اتیلن ترفتالات	پلی اتن سنگین	پلی وینیل کلرید	پلی اتن سبک	پلی پروپن	پلی استیرن
نشانه پلیمر	۱ PET	۲ HDPE	۳ PVC ,or V	۴ LDPE	۵ PP	۶ PS

انواع پلیمرها :

۱) تخریب پذیر (زیست تخریب پذیر)
(در طبیعت تجزیه می‌شوند.)
- **a) پلیمرهای طبیعی مثل نشاسته و سلولز**
- **b) پلیمرهای ساختگی مثل پلی‌استرها و پلی‌آمیدها**

۲) ماندگار (زیست تخریب ناپذیر)
(در طبیعت تجزیه نمی‌شوند.)
⇐ **پلیمرهای ساختگی مثل پلیمرهای افزایشی که ساختار آن‌ها شبیه آلکان‌هاست مانند پلی‌اتن، پلی‌استیرن، پلی‌پروپن و...**

پلیمر سبز :

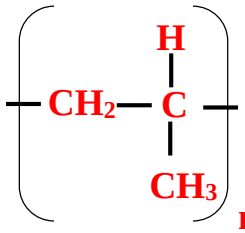
- ✓ پلیمرهایی که توسط جانداران **ذره‌بینی** تجزیه می‌شوند. هرگاه این پلیمرها و کالاهای ساخته شده از آن‌ها در طبیعت رها شوند، پس از چند ماه به مولکول‌های ساده مانند **آب** و **کربن‌دی اکسید** تبدیل می‌شوند.
- ✓ چنین پلیمرهایی **دوستدار** محیط زیست بوده و به **پلیمرهای سبز** معروف هستند.
- ✓ این پلیمرها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

تمرین‌های دوره‌ای : **صفحه ۱۲۰ و ۱۲۱ کتاب درسی**

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

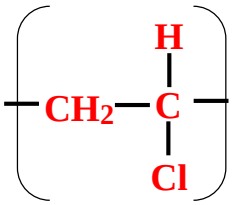
الف)

پلیمر است و مونومر آن پروپن است.



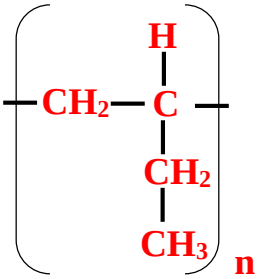
ب)

پلیمر است و مونومر آن کلرو اتن است.



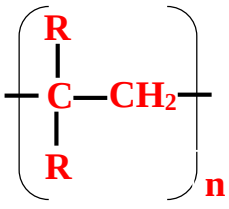
پ) $CH_3-CH_2-CH=CH_2$

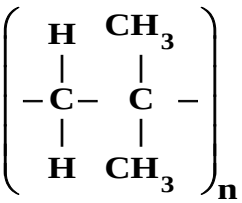
مونومر است و پلیمر آن به صورت مقابل است.



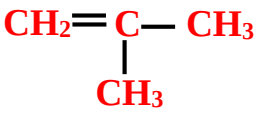
ت) $R_2C=CH_2$

مونومر است و پلیمر آن به صورت مقابل است.



ث) 

پلیمر است و مونومر آن متیل پروپن است.



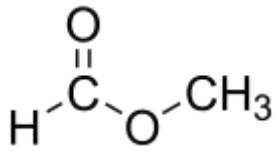
۲) در شرایط یکسان انحلال‌پذیری کدام کربوکسیلیک‌اسید در آب بیشتر است؟ چرا؟

۱) $CH_3\text{-}COOH$ ۲) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH$

اتانوئیک اسید (ترکیب ۱). زیرا بخش ناقطبی یعنی زنجیره کربنی آن کوچک‌تر است در حالی که در هگزانوئیک اسید (ترکیب ۲) زنجیره کربنی بزرگ‌تر است ونیروهای واندروالسی بر پیوند هیدروژنی غلبه نموده و در آب که دارای پیوند هیدروژنی است حل نمی‌شود.

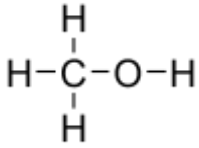
۳) برای استری با فرمول $C_2H_4O_2$:

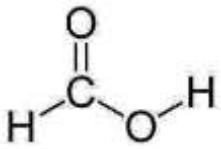
الف) ساختار آن را رسم کنید.



متیل متانوات

ب) ساختار الکل و اسید سازندهٔ آن را رسم کنید.

متانول 

متانوئیک اسید 

پ) نیروی بین مولکولی را مشخص کنید. **نیروهای بین مولکولی واندروالس از نوع دوقطبی – دوقطبی**

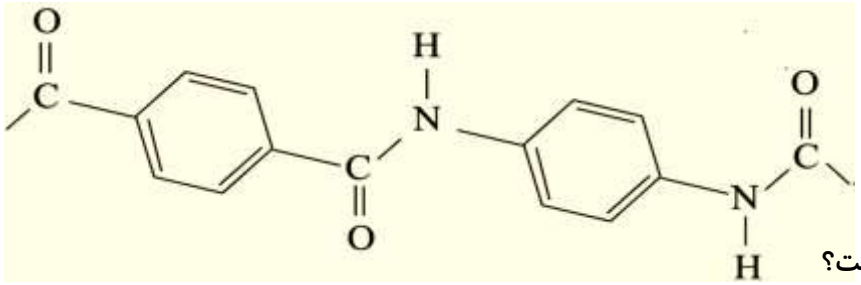
ت) جرم مولی را حساب کنید. $M = (2\times12) + (4\times1) + (2\times16) = 60\ g/mol$

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

اتانوئیک اسید و متیل‌متانوات با هم ایزومر هستند پس جرم مولی برابری دارند اما در اتانوئیک اسید نیروهای جاذبه از نوع پیوندهای هیدروژنی است و در متیل متانوات از نوع واندروالس. لذا انتظار می‌رود اتانوئیک اسید دمای جوش بالاتری داشته باشد.

دمای جوش متیل متانوات : 31.8 °C **دمای جوش اتانوئیک اسید : 118.1 °C**

۴) بخشی از ساختار مولکول سازندهٔ یک پلیمر در شکل زیر ارائه شده است با توجه به آن :



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

جزو دسته پلی‌آمیدهاست.

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

پیوند هیدروژنی

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

۱) دی‌آمین‌ها و دی‌اسیدها ۲) دی‌الکل‌ها و دی‌اسیدها ۳) آمین و اسید

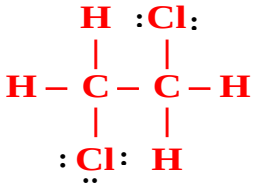
واحد سازنده آن دی‌آمین‌ها و دی‌اسیدهاست.

۵) با توجه به معادلهٔ واکنش زیر به پرسش‌های خواسته شده پاسخ دهید :

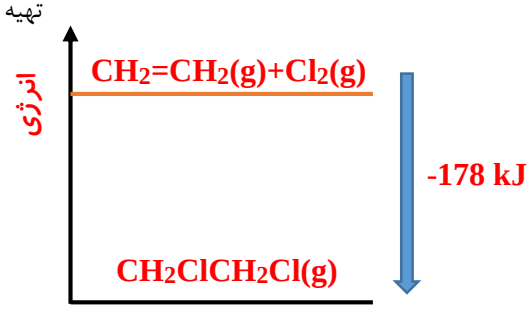
$$CH_2=CH_2(g)+Cl_2(g) \xrightarrow{FeCl_{3(s)}} CH_2ClCH_2Cl(g) \qquad \Delta H=-178\ kJ.mol^{-1}$$

۲،۱– دی کلرواتان

الف) ساختار لوویس فراورده (۱و۲– 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؟

$$Q = 42\,g\,C_2H_4 \times \frac{1\,mol\,C_2H_4}{28\,g\,C_2H_4} \times \frac{178\,kJ}{1\,mol\,C_2H_4} = 267\,kJ$$

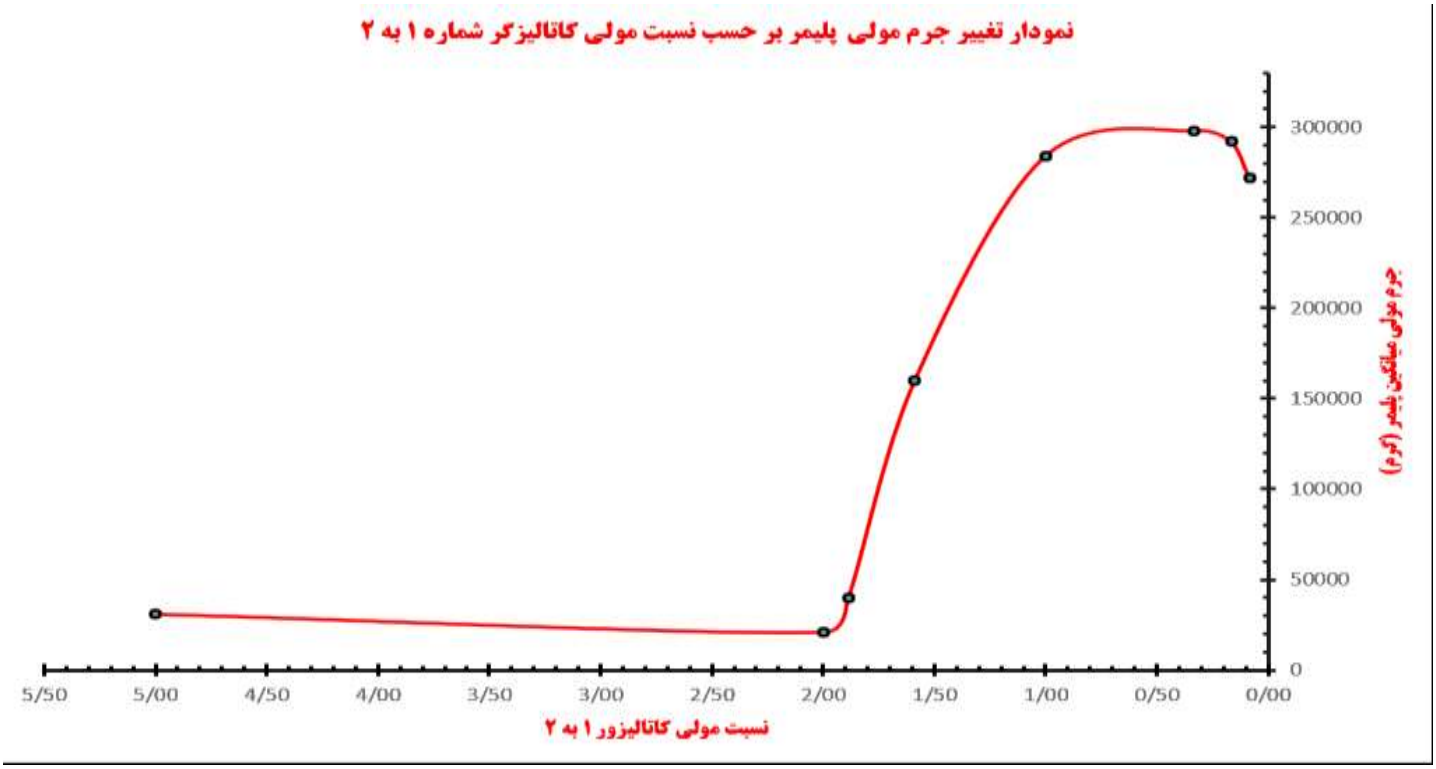
۶) واکنش پلیمری شدن اتن در شرایط گوناگونی به تولید پلی‌اتن‌هایی با جرم مولی میانگین متفاوت منجر می‌شود. تجربه نشان می‌دهد که جرم مولی میانگین به مقدار کاتالیزگرهای واکنش بستگی دارد. در جدول زیر نتایج یک پژوهش تجربی در این مورد داده شده است.

شمار مول‌های کاتالیزگر محتوی تیتانیم (شماره۱)	شمار مول‌های کاتالیزگر محتوی آلومینیم (شماره ۲)	جرم مولی میانگین پلیمر (گرم)	نسبت کاتالیزگر ۱ به ۲
۱	۱۲	۲۷۲۰۰۰	۰/۰۸
۱	۶	۲۹۲۰۰۰	۰/۱۷
۱	۳	۲۹۸۰۰۰	۰/۳۳
۱	۱	۲۸۴۰۰۰	۱
۱	۰/۶۳	۱۶۰۰۰۰	۱/۵۹
۱	۰/۵۳	۴۰۰۰۰	۱/۸۹
۱	۰/۵۰	۲۱۰۰۰	۲
۱	۰/۲۰	۳۱۰۰۰	۵

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 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.

در محور ایکس نمودار $\frac{1}{8} = 0/125$ 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																	18
1 H 1.008	2					Meysam Ahmadvand Chemistry						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	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	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																	
H^+ هیدروژن H^- هیدرید	2					Meysam_ Ahmadvand Chemistry						13	14	15	16	17	
Li^+ لیتیم														N^{3-} نیترید	O^{2-} اکسید	F^- فلوئورید	
Na^+ سدیم	Mg^{2+} منیزیم	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	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+} تیتانیم(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^+ روبیدیم	Sr^{2+} استرانسیم		Ti^{4+} تیتانیم(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 آن ها را حفظ باشیم.

فسفات	PO_4^{3-}	کلرات	ClO_3^-	نیترات	NO_3^-	هیدروژن فسفات	HPO_4^{2-}
سیانید	CN^-	یون آمونیوم	NH_4^+	نیتریت	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^-
اگزالات	$C_2O_4^{2-}$	استات (اتانوات)	$CH_3CO_2^-$	فرمات(متانوات)	HCO_2^-	بنزوات	$C_6H_5CO_2^-$