

**نکته** می دانیم اندازه مولکول ها بر نیروی بین مولکولی تأثیر گذار است. به طوری که هر چه جرم و حجم مولکول بیشتر باشد، نیروی وان در والسی بین مولکول های آن قوی تر است. بنابراین درشت مولکول ها، چون جرم و حجم بسیار بسیار بیشتری دارند پس نیروی وان در والسی بین مولکول های آن ها بسیار قوی تر از نیروی وان در والسی بین ریز مولکول ها است.

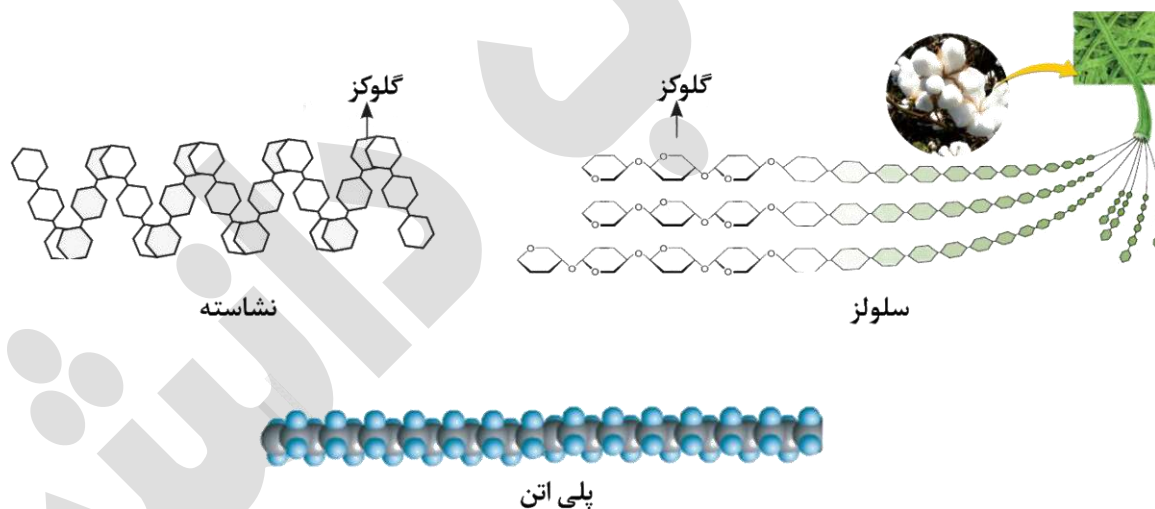
ریزمولکول ها > درشت مولکول ها : قدرت نیروی بین مولکولی

از آن جا که هر چه نیروی بین مولکولی قوی تر باشد، نقطه ی ذوب و جوش هم بیشتر است، نتیجه می گیریم که نقطه ذوب و جوش درشت مولکول ها نسبت به ریزمولکول ها بسیار بالاتر است.

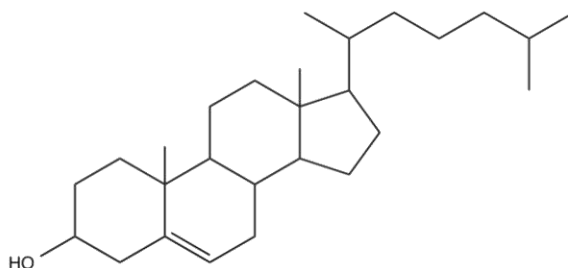
ریزمولکول ها > درشت مولکول ها : نقطه ذوب و جوش

درشت مولکول ها بر اساس واحدهای سازنده ی آن ها، به دو دسته زیر تقسیم بندی می شوند:

**① پلیمر (بسیار):** نوعی درشت مولکول است که از اتصال تعداد زیادی مولکول کوچک (مونومر یا تک پار) به وجود می آید. مونومرها، مولکول های سازنده ی پلیمر هستند که به صورت واحدهای تکرار شونده در سرتاسر پلیمر قابل مشاهده می باشند. ← بنابراین در ساختار پلیمر، واحدهای تکرار شونده وجود دارد. مانند : سلولز، نشاسته، پروتئین، انسولین، پلی اتن، نایلون، تفلون و...



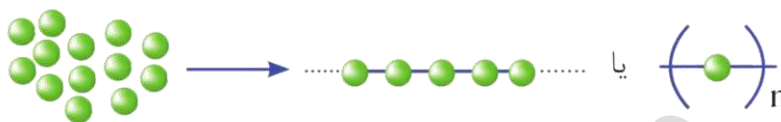
**② درشت مولکول فاقد واحد تکرار شونده :** نوعی درشت مولکول است که در ساختار آن ، واحد تکرار شونده وجود ندارد: یعنی تعداد زیادی اتم پشت سرهم قرار گرفته اند به طوری که واحد مولکولی مشابه، در میان آن ها وجود ندارد. مانند: کلسترول



حاشیه: واژه پلیمر از واژه یونانی polys، به معنای «بسیار» و meros به معنای «پاره» گرفته شده است.

## واکنش پلیمری شدن (بسپارش)

پلیمری شدن واکنشی است که در آن مولکول های کوچک (مونومرها) در شرایط مناسب به یکدیگر متصل می شوند و مولکول هایی با زنجیرهای بلند و جرم مولی زیاد (یعنی پلیمر) تولید می کنند.  
مانند الگوی زیر:



## انواع واکنش های پلیمری شدن ← ۱. پلیمری شدن افزایشی / ۲. پلیمری شدن تراکمی (در ادامه می خوانیم)

**واکنش پلیمری شدن افزایشی:** مولکول هایی در این نوع واکنش می توانند شرکت کنند که پیوند دوگانه کربن-کربن ( $\text{C}=\text{C}$ ) داشته باشند.

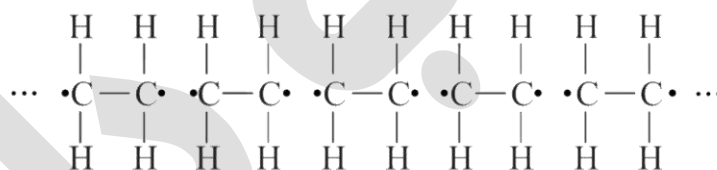
← در این واکنش، چند هزار مونومر (مانند اتن) به یکدیگر افزوده می شوند و پلیمر (مانند پلی اتن) را تولید می کنند.

▪ برای مثال فرض کنید چند هزار مولکول اتن کنار یکدیگر قرار دارند:



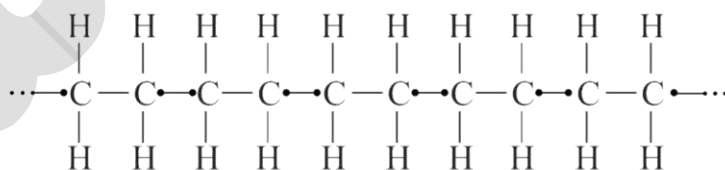
▪ برای انجام واکنش ابتدا با دادن گرما، یکی از پیوندهای دوگانه  $\text{C}=\text{C}$  در هر مونومر شکسته شده و هر اتم کربن دارای

یک الکترون منفرد می شود؛ به عبارت دیگر هر مونومر به رادیکالی با دو الکترون منفرد تبدیل می شود:

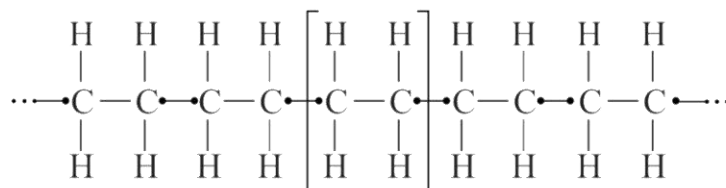


▪ سپس با ایجاد فشار، اتم های کربن مولکول های مجاور از سمت الکترون منفرد خود، به یکدیگر متصل شده و در

نهایت یک مولکول بسیار بزرگ با زنجیری بسیار طویل ایجاد می شود که به آن پلیمر با بسپار می گویند.

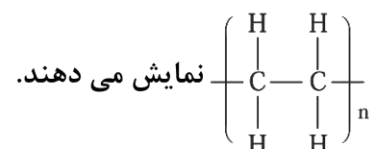


همان طور که مشاهده می شود در ساختار پلی اتن، فرمول  $\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ | & | \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ | & | \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$  به صورت واحد تکرار شونده قابل مشاهده است.

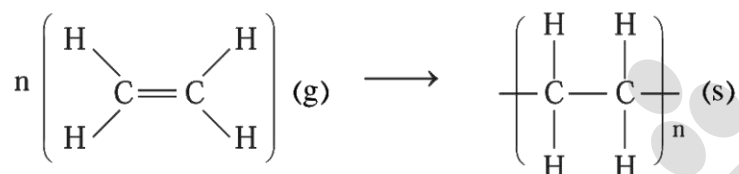


واحد تکرار شونده

چون در مولکول پلی اتن، واحد تکرار شونده  $n$  مرتبه (چند هزار بار) تکرار می شود، فرمول شیمیایی پلی اتن را به صورت



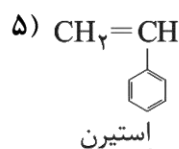
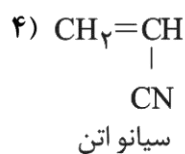
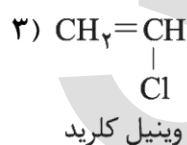
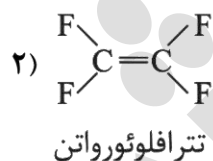
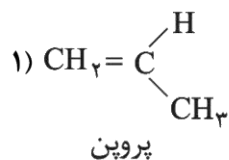
بنابراین به طور خلاصه، معادله واکنش پلیمری شدن اتن به صورت زیر است:

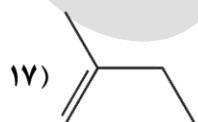
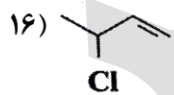
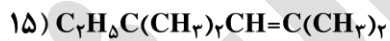
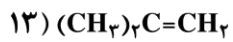
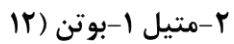
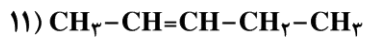
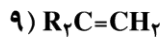
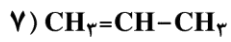
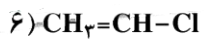


با توجه به معادله فوق باید بدانیم که:

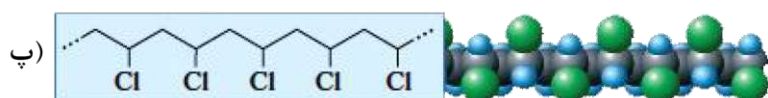
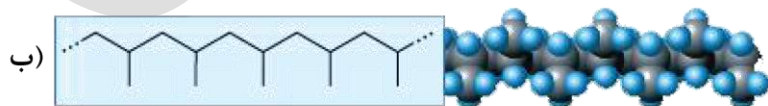
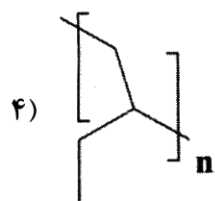
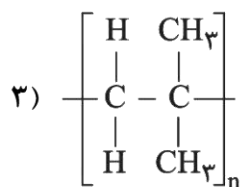
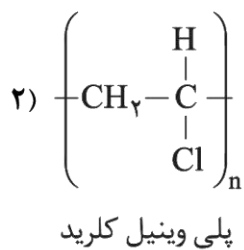
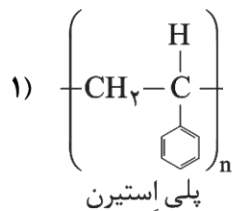
**نکته** در واکنش های پلیمری شدن (از نوع افزودنی)، مونومرها گازی اند، در حالی که پلیمر تشکیل شده، جامد است. در ضمن در این نوع واکنش ها، کاهش شدید حجم رخ می دهد؛ زیرا  $n$  مولکول مونومر به ۱ مولکول پلیمر تبدیل می شود.

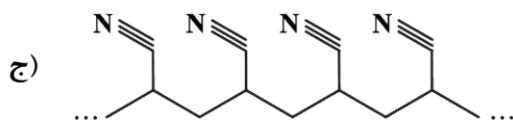
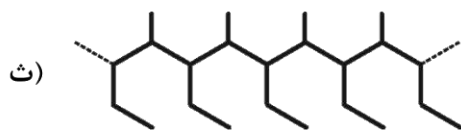
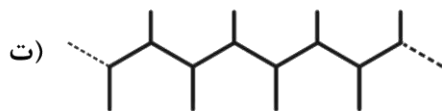
تمرین: واکنش پلیمری شدن را برای ترکیبات زیر بنویسید.





تمرین ۲: مونومرهای سازنده پلیمرهای زیر را تعیین کنید.

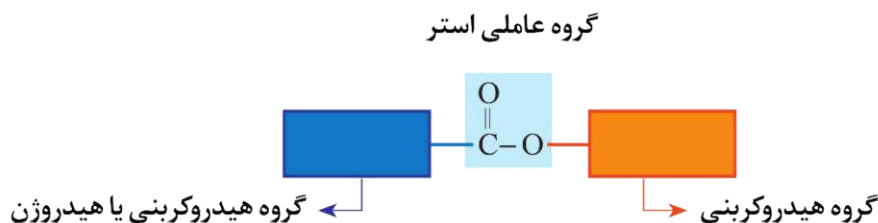




جدول زیر، پرگرفته از خود را پیازماید کتاب درسی است:

کاربرد پلیمر	نام و ساختار پلیمر	کاربرد پلیمر	نام و ساختار پلیمر
نخ دندان ظروف نجسب کف اتو نوار تفلون (برای درزگیری و آب بندی لوله ها)	$\left( \begin{array}{cc} \text{F} & \text{F} \\   &   \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\   &   \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right)_n$ تفلون	 پتو	$\left( \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\   \\ \text{CN} \end{array} \right)_n$ پلی سیانو اتن
 کیسه خون	$\left( \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\   \\ \text{Cl} \end{array} \right)_n$ پلی وینیل کلرید	 سرنج	$\left( \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right)_n$ پلی پروپن
کیسه های پلاستیک شفاف لوله های پلاستیکی دبه های آب بطری کدر شیر اسباب بازی	$\left( \begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\   &   \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\   &   \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right)_n$ پلی اتن	 ظروف یکبار مصرف	$\left( \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right)_n$ پلی استیرن

✓ شکل زیر، گروه عاملی استر را نشان می دهد:

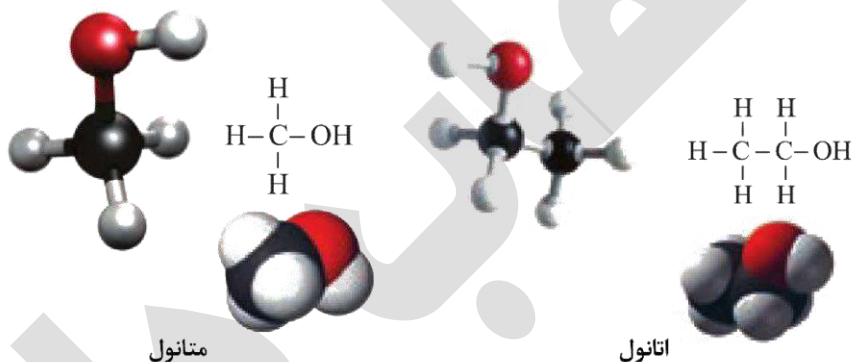


## الکل ها و اسیدها

✓ آموختید الکل ها ترکیب هایی هستند که در ساختار آنها یک یا چند گروه هیدروکسیل ( $-OH$ ) با یک پیوند اشتراکی به اتم کربن متصل است.

✓ متانول و اتانول دو عضو خانواده الکل های یک عاملی هستند.

← شکل زیر، فرمول ساختاری، مدل فضاپرکن و-گلوله میله برای متانول و اتانول را نشان می دهد:



✓ الکل های یک عاملی را می توان با فرمول  $ROH$ ، نشان داد که در آن،  $R$  یک زنجیر هیدروکربنی است.

✓ کربوکسیلیک اسید ها نیز دسته ای دیگر از ترکیب های آلی هستند که گروه عاملی کربوکسیل ( $-COOH$ ) دارند.

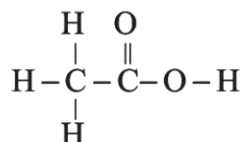
← این ترکیب ها مزه ترش دارند به طوری که مزه ترش میوه هایی مانند انگور، لیمو ترش، کیوی، گوجه سبز و... ناشی از وجود چنین مولکول هایی در آنهاست.

✓ متانوئیک (فورمیک) اسید،  $HCOOH$ ، اولین عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدهاست که بر اثر گزش مورچه سرخ

وارد بدن شده و باعث سوزش و خارش در محل گزیدگی می شود.

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

← شکل زیر، فرمول ساختاری استیک اسید را نشان می دهد:



✓ یکی از کاربردهای استیک اسید استفاده از آن در سرکه است (اسید سرکه).

✓ کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی را می توان با فرمول  $RCOOH$  یا  $R-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{OH}$  نشان داده که در آن  $R$ ، یک زنجیر

هیدروکربنی یا هیدروژن است.

## مولکول های دو شخصیتی

بعضی از ترکیب های آلی ، هم دارای بخش قطبی و هم دارای بخش ناقطبی هستند.  
به طور کلی باید بدانیم که:

➔ زنجیره ی هیدروکربنی همواره بخش ناقطبی است.

➔ و گروه های عاملی همواره بخش قطبی هستند.

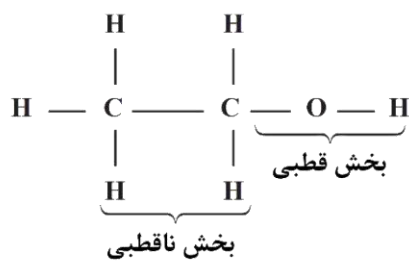
اینکه مولکول در کل قطبی باشد یا خیر ، بستگی به غلبه بخش قطبی بر بخش ناقطبی دارد.

## الکل ها

الکل ها نیز از جمله مولکول های دو شخصیتی هستند؛ یعنی هم دارای بخش قطبی و هم دارای بخش ناقطبی می باشند. مانند: اتانول و ۱-بوتانول

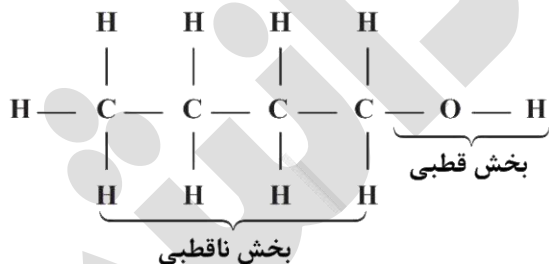
➔ در اتانول، بخش قطبی بر بخش ناقطبی غلبه شدیدی دارد.

به همین دلیل اتانول در آب که مولکول هایی قطبی دارد، حل می شود.



➔ در ۱-بوتانول، بخش بیشتری از مولکول نسبت به اتانول، ناقطبی است.

به همین دلیل، ۱-بوتانول در مقایسه با اتانول به مقدار کمتری در آب حل می شود.



نتیجه!:

هر چه بر طول زنجیر هیدروکربنی الکل های راست زنجیر افزوده شود، انحلال پذیری آن ها در آب کمتر می شود.

توجه: نمی توان با مقایسه ی اندازه ی بخش قطبی و بخش ناقطبی در مولکول ، تعیین کنیم که مولکول در کل قطبی است یا خیر! تعیین قطبیت یک مولکول دو شخصیتی همواره توسط شرایط آزمایشگاهی (تجربی) امکان پذیر است.

➔ برای مثال: اتانول و ۱-بوتانول هر دو محلول در آب هستند یعنی در هر دو، بخش قطبی بر بخش ناقطبی غلبه دارد، ولی انحلال پذیری ۱-بوتانول در آب نسبت به اتانول در آب کمتر است؛ زیرا بخش ناقطبی در ۱-بوتانول نسبت به اتانول بزرگ تر است.

## نیروهای بین مولکولی در الکل ها

یادآوری:

## انواع نیروهای جاذبه بین مولکولی:

- ۱- پیوند هیدروژنی: مولکول هایی که در ساختار خود، دارای پیوند کووالانسی  $H-F$ ،  $H-O$  یا  $H-N$  هستند، می توانند بین مولکول های خود پیوند هیدروژنی برقرار کنند.
- ۲- نیروی وان دروالس

می دانیم مولکول الکل ها ( $R-OH$ )، دو بخش قطبی و ناقطبی دارند.

گروه عاملی هیدروکسیل ( $-OH$ )، بخش قطبی و زنجیر هیدروکربنی ( $R$ )، بخش ناقطبی مولکول را تشکیل می دهد. بنابراین الکل ها، بین مولکول های خود دارای دو نوع نیروی بین مولکولی شامل پیوند هیدروژنی و نیروی وان دروالسی هستند. به بیانی دیگر، یک الکل می تواند از سر عامل هیدروکسیل ( $-OH$ ) پیوند هیدروژنی و از سر زنجیر هیدروکربنی خود ( $R$ ) نیروی وان دروالسی برقرار کند.

**نکته** با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در الکل ها، نیروی وان دروالسی بر پیوند هیدروژنی غلبه می کند و ویژگی ناقطبی الکل افزایش می یابد.

علت: می دانیم هر چه جرم و حجم مولکول یک ماده بیشتر باشد، نیروی وان در والسی بین مولکول های آن ماده قوی تر است. بنابراین در الکل ها با افزایش تعداد اتم های کربن، نیروی وان در والسی ایجاد شده به مرور قوی تر می شود تا آن جایی که حتی ممکن است بر پیوند هیدروژنی هم غلبه کند.

شواهد تجربی نشان داده است که:

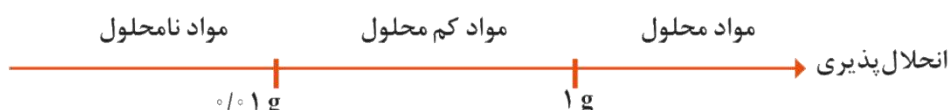
- الکل ها، حداکثر با ۵ اتم کربن در آب محلول اند (یعنی قطبی اند؛ به عبار دیگر، بخش قطبی بر بخش ناقطبی در آن ها غلبه می کند یا به بیانی دیگر، نیروی بین مولکولی غالب در آن ها از نوع هیدروژنی است).
- الکل ها با داشتن ۱، ۲ یا ۳ اتم کربن، به هر نسبتی در آب حل می شوند؛ به عبارت دیگر نمی توان از آن ها محلول سیر شده تهیه کرد (محلول آن ها در آب همواره سیر نشده است).

یادآوری:

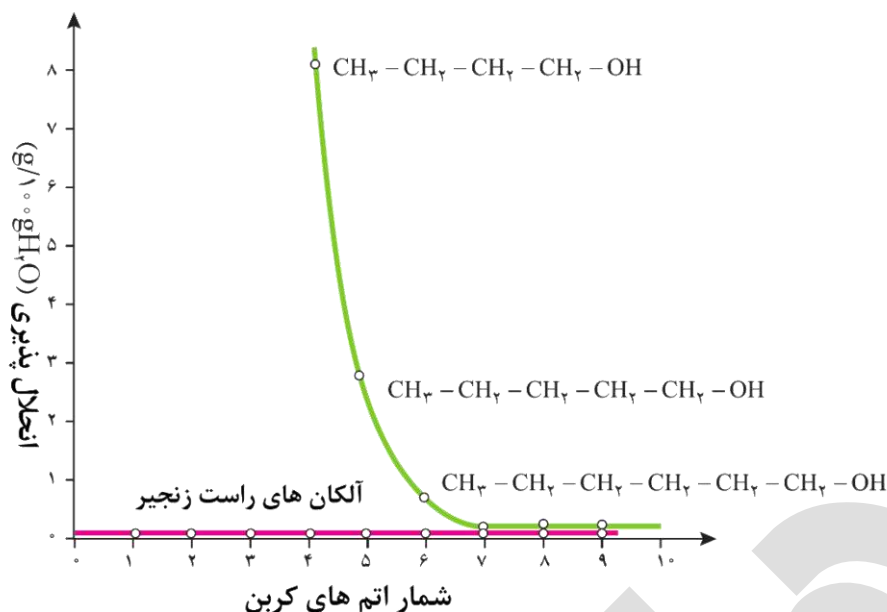
انحلال پذیری: بیشترین مقدار از یک حل شونده را که در ۱۰۰ گرم حلال و دمای معین حل می شود، انحلال پذیری آن ماده می نامند.

با توجه به تعریف انحلال پذیری، مواد را به سه دسته تقسیم می کنند:

- ① **مواد محلول:** انحلال پذیری آن ها از ۱ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب، بیشتر است.
- ② **مواد کم محلول:** انحلال پذیری آن ها بین ۰/۰۱ تا ۱ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب است.
- ③ **مواد نامحلول:** انحلال پذیری آن ها از ۰/۰۱ گرم حل شونده در ۱۰۰ گرم آب کمتر است.



## بررسی یک نمودار مهم



با توجه به این نمودار:

- ❖ این نمودار، نمودار انحلال پذیری الکل ها بر حسب شمار اتم های کربن است که نزولی می باشد؛ زیرا هر چه تعداد اتم های کربن در الکل های راست زنجیر افزوده شود، انحلال پذیری آن ها در آب کمتر می شود.
- ❖ در این نمودار اشاره ای به انحلال پذیری الکل های دارای ۱، ۲ و ۳ کربن نشده است؛ به عبارتی با توجه به نمودار، انحلال پذیری این الکل ها بی نهایت است ← این موضوع تایید می کند که این الکل ها به هر نسبتی در آب حل می شوند.
- ❖ براساس این نمودار، انحلال پذیری ۱-بوتانول و ۱-پنتانول، بیشتر از ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است بنابراین این دو الکل، ماده محلول محسوب می شوند.
- ❖ انحلال پذیری ۱-هگزانول، ۱-هپتانول و ۱-اوکتانول بین ۰/۱ تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، پس این الکل ها ماده کم محلول محسوب می گردند.
- ❖ می دانیم همه آلکان های راست زنجیر (مانند متان، اتان و...) همگی ناقطبی هستند بنابراین در آب نامحلول می باشند؛ به همین دلیل در این نمودار، انحلال پذیری آن ها به صورت یک خط افقی و نزدیک به صفر است.
- ❖ نمودار «انحلال پذیری-شمار اتم کربن» برای الکل ها به صورت منحنی است که با افزایش شمار اتم های کربن، شیب منحنی کاهش می یابد؛ این موضوع نشان دهنده دو مفهوم زیر است:
  - ۱- هر چه شمار اتم های کربن یک الکل بیشتر باشد، تفاوت انحلال پذیری آن الکل با الکل بعد از خود کمتر می شود.
  - ۲- هر چه شمار اتم های کربن یک الکل بیشتر باشد، تفاوت انحلال پذیری آن الکل با آلکان هم کربن خود نیز کمتر می گردد.

✓ به ترکیب هایی که در آب حل شده ولی در حلال های ناقطبی مانند چربی حل نمی شوند، «آب دوست» و «چربی گریز» می گویند. همچنین به ترکیب هایی که در حلال های ناقطبی مانند چربی حل شده ولی در آب حل نمی شوند، «چربی دوست» و «آب گریز» می گویند.

✓ می دانیم در الکل ها با افزایش شمار اتم کربن، بر طول زنجیر هیدروکربنی آن ها افزوده شده و در نتیجه میزان ناقطبی بودن آن ها افزایش می یابد و در حلال های ناقطبی بیشتر حل می شوند ولی در حلال های قطبی کمتر حل می گردند. بنابراین می توان گفت:

↪ با افزایش تعداد اتم های کربن در الکل ها، انحلال پذیری آن ها در چربی (حلال ناقطبی) زیاد و در آب (حلال قطبی) کم می شود. به عبارت دیگر، هر چه شمار اتم های کربن در الکل ها بیشتر شود، ویژگی چربی دوستی و آب گریزی آن ها زیاد و ویژگی آب دوستی و چربی گریزی آن ها کم می شود.

در الکل ها  $\Leftarrow$  تعداد کربن:  $\uparrow$  } میزان ناقطبی بودن:  $\uparrow$  چربی دوستی و آب گریزی:  $\uparrow$   
 میزان قطبی بودن:  $\downarrow$  آب دوستی و چربی گریزی:  $\downarrow$

متن کتاب.....  
 ✓ جدول زیر مربوط به خود را پیازما پید کتاب درسی است:

فرمول الکل	انحلال پذیری (g/100gH <sub>2</sub> O)
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -OH	به هر نسبتی حل می شود
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -OH	۰/۰۴۶

← در جدول فوق، با توجه به اینکه انحلال پذیری (اوکتانول پین ۰/۰۱ تا ۱ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، آن را ماده کم محلول در نظر می گیریم.

✓ دریافتید که مولکول الکل ها دو بخش قطبی و ناقطبی دارد:

↪ زنجیر هیدروکربنی، بخش ناقطبی مولکول

↪ و گروه عاملی هیدروکسیل، بخش قطبی مولکول را تشکیل می دهد.

↔ بنابراین در الکل ها دو نوع نیروی بین مولکولی هیدروژنی و وان دروالسی وجود دارد.

✓ در الکل های کوچک و تا پنج کربن، بخش قطبی بر ناقطبی غلبه دارد و الکل در آب محلول است:

❖ به دیگر سخن، نیروی بین مولکولی غالب در الکل ها تا پنج کربن از نوع هیدروژنی بوده و به همین دلیل به خوبی در آب حل می شوند.

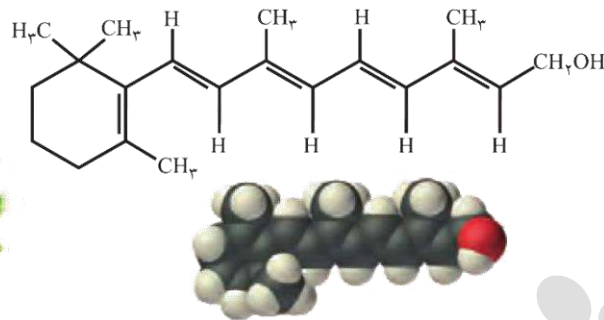
❖ اما با افزایش شمار اتم های کربن در الکل ها، بخش ناقطبی مولکول بزرگ تر شده و میزان قطبیت مولکول

کاهش می یابد.  $\Leftarrow$  این روند سبب می شود که الکل های بزرگ تر در آب حل نشوند بلکه در چربی حل شوند:

↪ از این رو ویژگی چربی دوستی الکل ها با افزایش شمار اتم های کربن، افزایش می یابد.

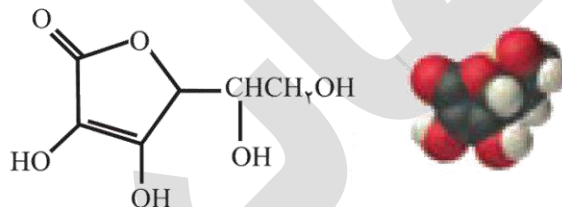
↪ به بیان دیگر، هر چه شمار اتم های کربن الکل ها بیشتر شود، ویژگی آب گریزی آنها افزایش می یابد.

الف) ویتامین آ (A)



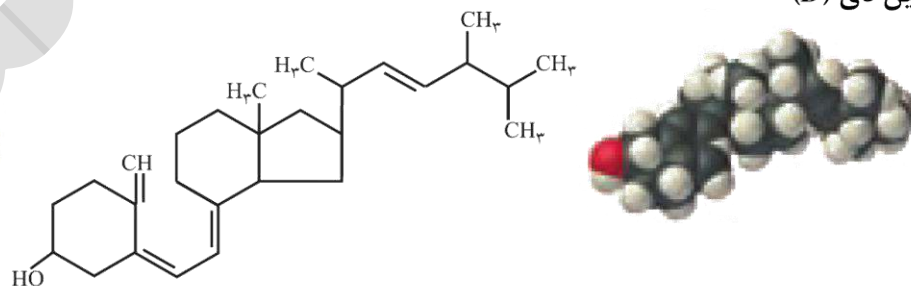
پاسخ: در ویتامین A بخش ناقطبی پر بخش قطبی غلبه می کند (در کل، ناقطبی است)  $\Rightarrow$  ویتامین A در آب (حلال قطبی) حل نمی شود در حالی که در چربی (حلال ناقطبی) حل می شود.

ب) ویتامین ث (C)



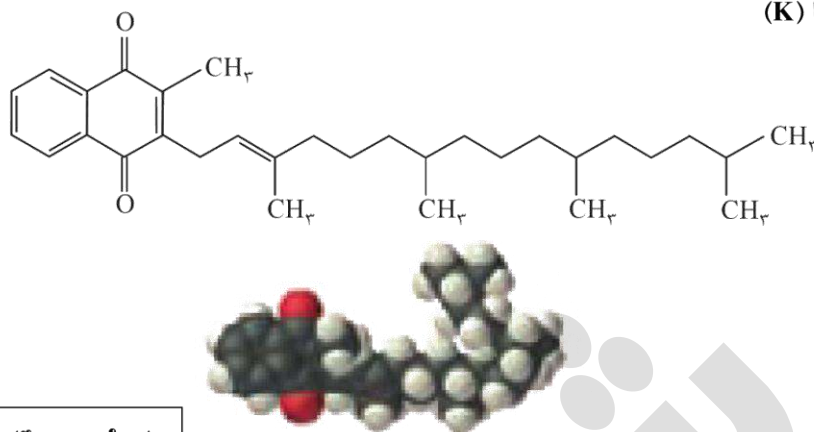
پاسخ: در ویتامین C بخش قطبی پر بخش ناقطبی غلبه می کند (در کل، قطبی است)  $\Rightarrow$  ویتامین C در آب (حلال قطبی) حل می شود در حالی که در چربی (حلال ناقطبی) حل نمی شود.

پ) ویتامین دی (D)



پاسخ: در ویتامین D بخش ناقطبی پر بخش قطبی غلبه می کند (در کل، ناقطبی است)  $\Rightarrow$  ویتامین D در آب (حلال قطبی) حل نمی شود در حالی که در چربی (حلال ناقطبی) حل می شود.

ت) ویتامین کا (K)



پاسخ: در ویتامین K بخش ناقطبی بر بخش قطبی غلبه می کند (در کل، ناقطبی است)  $\Rightarrow$  ویتامین K در آب (محال قطبی) حل نمی شود در حالی که در چربی (محال ناقطبی) حل می شود.

۲- مصرف بیش از اندازه کدام دسته از ویتامین ها برای بدن مشکل خاصی ایجاد نمی کند؟ چرا؟

پاسخ: مصرف بیش از اندازه لازم ویتامین C برای بدن مشکلی ایجاد نمی کند. زیرا این ویتامین در آب بدن حل شده و به راحتی به همراه آب از بدن دفع می شود.

نکات زیر مربوط به پرسش ۴ خود را پیازماید کتاب درسی است:

✓ در کربوکسیلیک اسیدها ( $R-COOH$ ) نیز مانند الکل ها، یک بخش قطبی و یک بخش ناقطبی وجود دارد.

➔ بخش قطبی همان عامل کربوکسیل ( $-COOH$ ) و بخش ناقطبی همان زنجیر هیدروکربنی ( $R$ ) است.

✓ در کربوکسیلیک اسیدها نیز با افزایش شمار اتم کربن بر طول زنجیر هیدروکربنی آن ها افزوده شده و در نتیجه بخش ناقطبی بزرگ تر شده در نتیجه قطبیت مولکول کم تر می شود.

$\Rightarrow$  بنابراین هر چه بر طول زنجیر هیدروکربنی کربوکسیلیک اسیدها افزوده شود انحلال پذیری آن ها در آب کمتر می شود.

✓ کربوکسیلیک اسیدها نیز بین مولکول های خود دارای دو نوع نیروی بین مولکولی شامل پیوند هیدروژنی و نیروی وان دروالسی هستند.

➔ به بیانی دیگر، یک کربوکسیلیک اسید می تواند از سر عامل کربوکسیل ( $-COOH$ ) پیوند هیدروژنی و از سر زنجیر هیدروکربنی خود ( $R$ ) نیروی وان دروالسی برقرار کند.

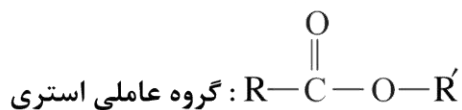
مشابه نکته ای که برای الکل ها گفته بودیم، برای کربوکسیلیک اسیدها نیز می توانیم بگوییم:

✓ با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در کربوکسیلیک اسید ها، نیروی وان دروالسی بر پیوند هیدروژنی غلبه می کند و ویژگی ناقطبی کربوکسیلیک اسید افزایش می یابد.

مثنی کتاب: در ترکیب های آلی مانند الکل ها و کربوکسیلیک اسید ها که دو بخش قطبی و ناقطبی دارند، با افزایش طول زنجیر کربنی بخش ناقطبی بزرگ تر می شود، قطبیت مولکول کاهش می یابد و انحلال پذیری آن در آب کمتر می شود.

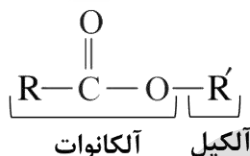
## واکنش استری شدن

یادآوری:

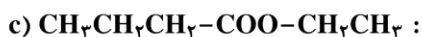


❖ نام گذاری استرها ← آلکیل آلکانوات

ابتدا نام آلکیل متصل به اکسیژن را گفته، سپس تعداد اتم های کربن زنجیر اصلی (RCOO-) را بر وزن آلکانوات می گوئیم:



تمرین ۱: نام گذاری کنید.

❖ فرمول عمومی استرها ←  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ 

تمرین ۲: فرمول شیمیایی ترکیبات زیر را بنویسید.

پ) اتیل بوتانوات

ب) متیل اتانوات

آ) متیل متانوات

ج) متیل بوتانوات

ث) پنتیل اتانوات

ت) اتیل اتانوات

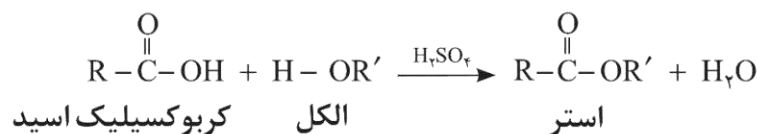
ج) اتیل هپتانوات

❑ یکی از ویژگی های مهم و کاربردی کربوکسیلیک اسیدها و الکل ها، واکنش میان آنهاست.

← این مواد (کربوکسیلیک اسید و الکل) در شرایط مناسب واکنش می دهند و با از دست دادن آب، به استر تبدیل می شوند.

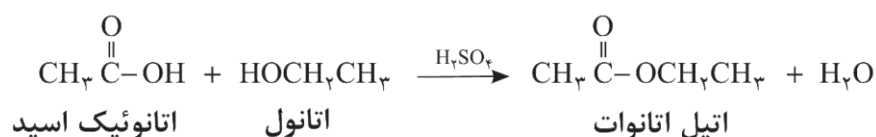
✅ بنابراین استرها را می توان از واکنش کربوکسیلیک اسید با الکل تهیه کرد. به این واکنش، واکنش استری شدن می گوئیم.

← معادله زیر، واکنش شیمیایی انجام شده را توصیف می کند.

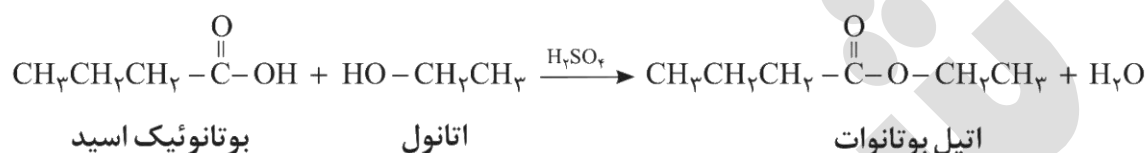


✅ در واکنش استری شدن، H از الکل و OH از اسید، تشکیل آب می دهند.

مثال: از واکنش استیک اسید با اتانول، طبق معادله زیر، اتیل استات به دست می آید.



مثال ۲: به همین ترتیب می توان اتیل بوتانوات را در مقیاس صنعتی تولید و از آن برای تولید شوینده با بوی آناناس استفاده کرد.

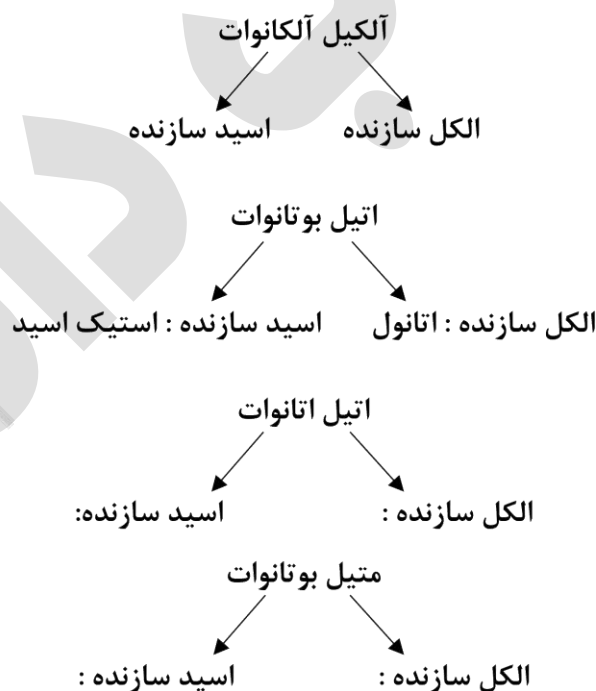


تمرین: جای خالی زیر را پر کنید.

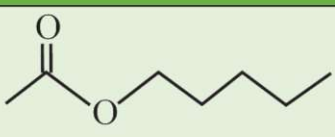
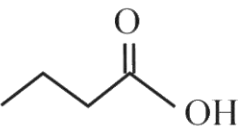
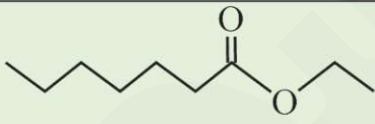
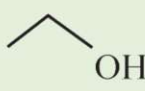


یادآوری نکته: در واکنش استری شدن، H از الکل و OH از اسید، تشکیل آب می دهند.

### تشخیص سریع و تستی اسید و الکل سازنده يك استر:



با رسم ساختار الکل و اسید سازنده برای هر یک از استرهای داده شده در جدول زیر، آن را کامل کنید.

بو میوه	ساختار استر	ساختار الکل سازنده	ساختار اسید سازنده
بوی موز			
بوی سیب		$\text{CH}_3\text{OH}$	
بوی انگور			

نتیجه درس: هر ترکیبی که دارای کربوکسیل ( $-\text{COOH}$ ) باشد می تواند با هیدروکسیل ( $-\text{OH}$ ) یک ترکیب دیگر واکنش دهد تا با از دست دادن آب، یک عامل استری ایجاد شود.

الکون می فوایم با نوع دوم واکنش های پلیمری شدن یعنی «واکنش پلیمری شدن تراکمی» آشنا شویم. تفاوت این نوع از واکنش های پلیمری شدن، با نوع قبلی که در ابتدای فصل بررسی کرده بودیم این است که: در سری قبلی (یعنی پلیمری شدن افزایشی) شرط تشکیل پلیمر، وجود پیوند دوگانه کربن-کربن در مونومرها بود. در واقع پیوندهای دوگانه کربن-کربن می شکست تا پلیمر ایجاد شود. مانند تشکیل پلی اتن، پلی سیانواتن، پلی پروپن، پلی استیرن، تفلون و پلی وینیل کلرید.

اما در واکنش پلیمری شدن تراکمی که اکنون می فوایم با آن ها آشنا شویم، شرط تشکیل پلیمر، وجود گروه های عاملی در مونومرهاست. مانند تشکیل پلی استر، تشکیل پلی آمید و تشکیل پلی یورتان توضیح کامل تر:

در سری قبلی (یعنی پلیمری شدن افزایشی) پلیمرها از یک نوع مونومر تشکیل می شدند و در اثر متصل شدن مونومرها به یکدیگر، هیچ اتمی حذف نمی شد.

اما در واکنش پلیمری شدن تراکمی (که اکنون می فوایم)، پلیمرها به طور کلی از بیش از یک نوع مونومر تشکیل می شوند و در اثر اتصال مونومرها به یکدیگر، برخی از اتم ها حذف می شوند.

پند مورد از این واکنش ها (پلیمری شدن تراکمی) که در کتاب درسی بررسی می کنیم عبارتند از: تشکیل پلی استر و تشکیل پلی آمید.

## تشکیل پلی استر

اول از همه بهتر است بدانیم پلی استر چیست؟

پلی استر پلیمری با زنجیر بسیار بلند است که شامل تعداد بسیار زیادی گروه عاملی استری می باشد.

از درس قبل آموختیم هر ترکیبی که دارای کربوکسیل ( $\text{COOH}$ ) باشد می تواند با هیدروکسیل ( $\text{OH}$ ) یک ترکیب دیگر واکنش دهد تا با از دست دادن آب، یک عامل استری ایجاد شود.

اما اینجا قرار است هزاران هزار عامل استری ایجاد شود!

قاعده:

برای تولید یک پلی استر، دو نوع مونومر نیاز است ← کربوکسیلیک اسید دو عاملی (دی اسید) و الکل دو عاملی (دی الکل)

فرم کلی «دی اسید» و «دی الکل» به صورت زیر است:



## مراحل به وجود آمدن پلی استر

در **مرحله ۱ نخست**، یکی از عامل های هیدروکسیل ( $\text{OH}$ ) موجود در «دی الکل»، با یکی از عامل های کربوکسیل ( $\text{COOH}$ ) موجود در «دی اسید» با هم ترکیب شده و با از دست دادن آب، یک عامل استری ایجاد می شود.

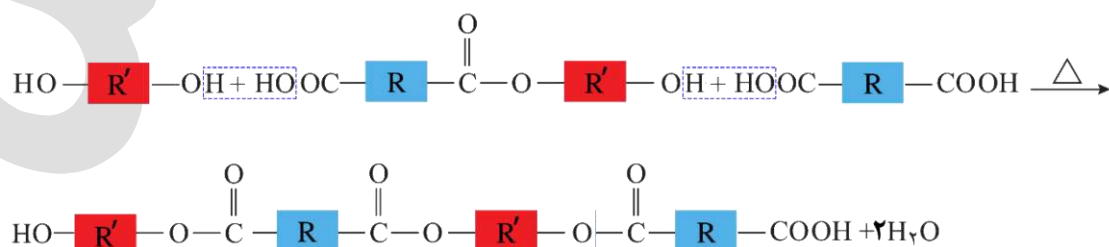


همان طور که در شکل بالا می بینید در دو طرف ساختار فرآورده بالا (استر به دست آمده)، همچنان یک عامل هیدروکسیل ( $\text{OH}$ ) و یک عامل کربوکسیل ( $\text{COOH}$ ) وجود دارد.

پس واکنش استری شدن می تواند ادامه پیدا کند.

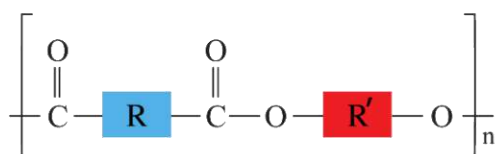
یعنی در **مرحله دوم**، این استر از سمتی که دارای  $\text{COOH}$  است با یک «دی الکل» دیگر واکنش می دهد و از سمتی که دارای  $\text{OH}$  است با یک «دی اسید» دیگر واکنش می دهد.

در اثر این واکنش ها، دو مولکول آب دیگر آزاد شده و دو عامل استری جدید ایجاد می شود:



همان طور که مشاهده می شود، فرآورده واکنش بالا علاوه بر سه عامل استری، همچنان دارای یک عامل هیدروکسیل ( $\text{OH}$ ) و یک عامل کربوکسیل ( $\text{COOH}$ ) در دو طرف خود است.

پس باز هم در **مراحل بعدی**، واکنش استری شدن می تواند از دو طرف فراورده پیدا کند تا جایی که مولکولی با زنجیر بسیار بلند است که شامل تعداد بسیار زیادی گروه عاملی استری است، تشکیل شود. به این مولکول غول پیکر، پلی استر گفته می شود.



«نمایشی از فرمول عمومی پلی استر»

✓ می دانید که رفتار و ویژگی های مواد به ساختار آنها بستگی دارد.

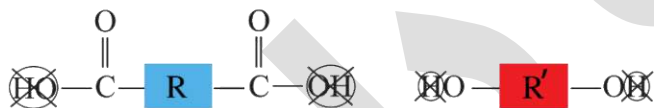
بنابراین با استفاده از کربوکسیلیک اسیدها و الکل های دو عاملی گوناگون، پلی استرهایی با ساختار متفاوت و گوناگون می توان تهیه کرد. پلیمرهایی که به دلیل داشتن خواص معین و منحصر به فرد، کاربردهای ویژه ای دارند.

✓ گوناگونی رفتار پلیمرها سبب شد تا شیمی دان های بیشتری به بررسی واکنش پلیمری شدن علاقه مند شوند. نتیجه این بررسی ها شناسایی دسته تازه ای از پلیمرها بود.

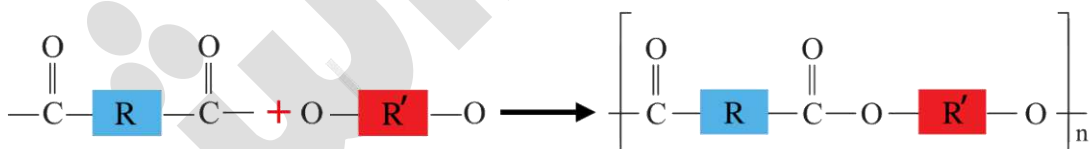
## دو تکنیک بسیار مهم در مبحث پلی استر:

### ① طریقه یافتن فرمول عمومی پلی استر از روی مونومرهای سازنده:

برای رسم فرمول عمومی پلی استر کافی است ابتدا اتم های H موجود در گروه عاملی الکلی و OH موجود در گروه عاملی اسیدی را حذف کنیم،

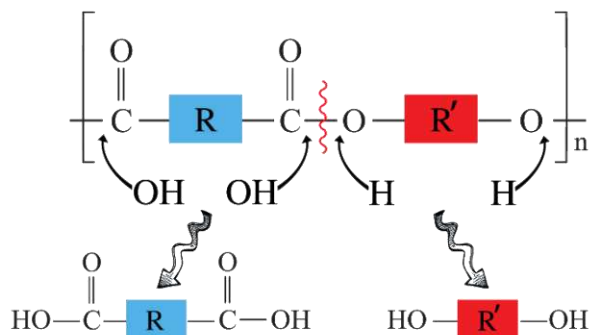


سپس دو مونومر را از دو سر به هم متصل نماییم:



### ② طریقه یافتن ساختار مونومرها از روی فرمول عمومی پلی استر:

برعکس قبلی رفتار می کنیم! یعنی برای این کار کافی است مطابق الگوی زیر، پیوند پیوند یگانه کربن-اکسیژن (C-O) را بشکنیم و سپس به اکسیژن ها و کربن ها به ترتیب H و OH اضافه کنیم:



مثال آموزشی:

شهاب دانش

شهاب دانش

شهاب دانش

## تشکیل پلی آمید

اول از همه بهتر است بدانیم پلی آمید چیست؟

پلی آمید پلیمری با زنجیر بسیار بلند است که شامل تعداد بسیار زیادی گروه عاملی آمیدی می باشد.

از درس قبل آموختیم هر ترکیبی که دارای کربوکسیل ( $\text{COOH}$ ) باشد می تواند با آمین ( $\text{NH}_2$ ) یک ترکیب دیگر واکنش دهد تا با از دست دادن آب، یک عامل آمیدی ایجاد شود.

اما اینجا قرار است هزاران هزار عامل آمیدی ایجاد شود!

قاعده:

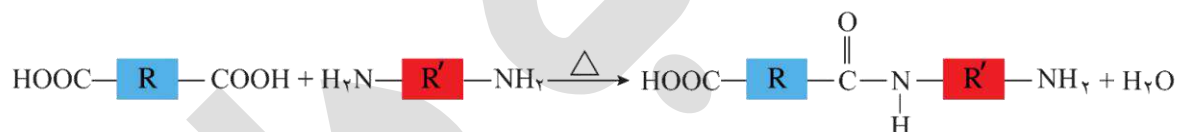
برای تولید یک پلی آمید، دو نوع مونومر نیاز است ← کربوکسیلیک اسید دو عاملی (دی اسید) و آمین دو عاملی (دی آمین)

فرم کلی «دی اسید» و «دی آمین» به صورت زیر است:



## مراحل به وجود آمدن پلی آمید

در **مرحله ۱ نخست**، یکی از عامل های آمینی ( $\text{NH}_2$ ) موجود در «دی آمین»، با یکی از عامل های کربوکسیل ( $\text{COOH}$ ) موجود در «دی اسید» با هم ترکیب شده و با از دست دادن آب، یک عامل آمیدی ایجاد می شود.

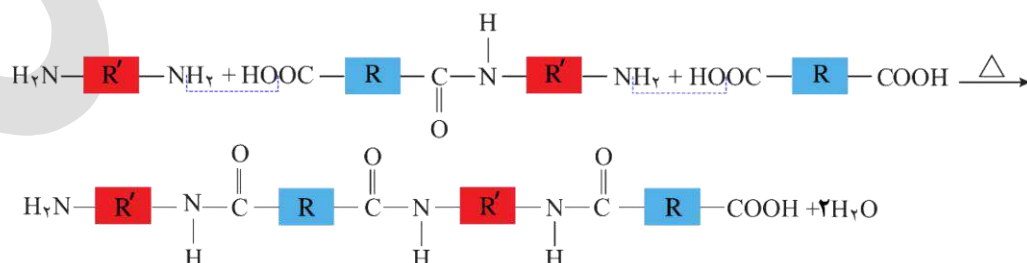


همان طور که در شکل بالا مشاهده می کنید در دو طرف ساختار فرآورده بالا (آمید به دست آمده)، همچنان یک عامل آمینی ( $\text{NH}_2$ ) و یک عامل کربوکسیل ( $\text{COOH}$ ) وجود دارد.

پس واکنش آمیدی شدن می تواند ادامه پیدا کند.

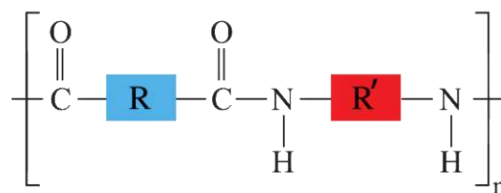
یعنی در **مرحله دوم**، این آمید از سمتی که دارای  $\text{COOH}$  است با یک «دی آمین» دیگر واکنش می دهد و از سمتی که دارای  $\text{NH}_2$  است با یک «دی اسید» دیگر واکنش می دهد.

در اثر این واکنش ها، دو مولکول آب دیگر آزاد شده و دو عامل آمیدی جدید ایجاد می شود:



همان طور که مشاهده می شود، فرآورده واکنش بالا علاوه بر سه عامل آمینی، همچنان دارای یک عامل آمینی ( $\text{NH}_2$ ) و یک عامل کربوکسیل ( $\text{COOH}$ ) در دو طرف خود است.

پس باز هم در **مراحل بعدی**، واکنش آمیدی شدن می تواند از دو طرف فراورده ادامه پیدا کند تا جایی که مولکولی با زنجیر بسیار بلند است که شامل تعداد بسیار زیادی گروه عاملی آمیدی است، تشکیل شود. به این مولکول غول پیکر، پلی آمید گفته می شود.



«نمایشی از فرمول عمومی پلی آمید»

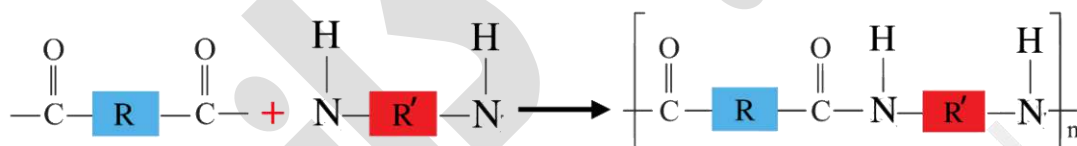
## دو تکنیک بسیار مهم در مبحث پلی آمید:

### ① طریقه یافتن فرمول عمومی پلی آمید از روی مونومرهای سازنده:

برای رسم فرمول عمومی پلی آمید کافی است ابتدا اتم های H موجود در گروه عاملی آمینی و OH موجود در گروه عاملی اسیدی را حذف کنیم،



سپس دو مونومر را از دو سر به هم متصل نماییم:



### ② طریقه یافتن ساختار مونومرها از روی فرمول عمومی پلی آمید:

برعکس قبلی رفتار می کنیم! یعنی برای این کار کافی است مطابق الگوی زیر، پیوند نیتروژن با کربونیل را بشکنیم و سپس به نیتروژن ها و کربونیل ها به ترتیب H و OH اضافه کنیم:

