

## تعریف پلیمرها

### انواع مواد مولکولی

۱- ریزمولکولها: شمار اتم های سازنده آنها کم میباشد و در نتیجه جرم مولی کم و متوسط دارند. برای مثال ترکیبهایی مانند: کربن دی اکسید ( $\text{CO}_2$ )، آب ( $\text{H}_2\text{O}$ )، آمونیاک ( $\text{NH}_3$ )، متان ( $\text{CH}_4$ )، نفتالن ( $\text{C}_{10}\text{H}_8$ )، بنزن ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) و.....

۲- درشت مولکولها: دارای مولکولهای بسیار بزرگی هستند به طوری که شمار اتمهای آنها گاهی اوقات به دهها هزار میرسد. درشت مولکولها به دودسته زیر تقسیم میشوند:

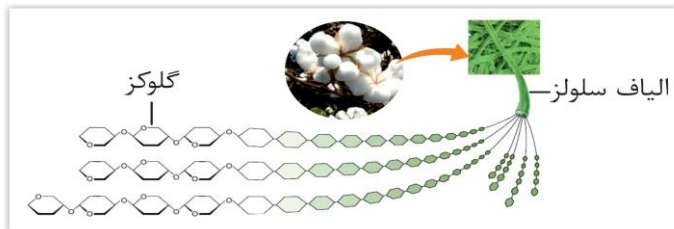
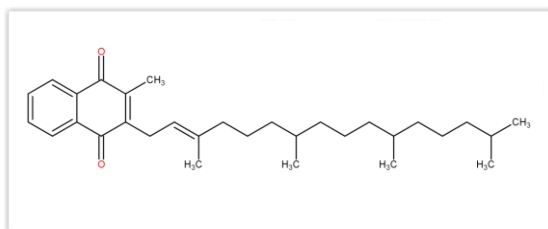
- طبیعی: مانند سلولز، نشاسته، پروتئینها، انسولین و ...
- ساختگی: مانند پلی اتن، پلی استرها، تفلون و ...

**نکته** قطعاً هرچه مولکولهای سازنده ی یک ترکیب مولکولی بزرگتر باشند، نیروی واندروالسی بین مولکولهای آن قوی تر بوده و نقطه ی ذوب و جوش بالاتری خواهد داشت:

ریز مولکولها > درشت مولکولها : نیروی واندروالسی و نقطه ذوب و جوش

### پلیمر (بسیار)

تعریف و شناسایی: دسته ای از درشت مولکولها که از اتصال تعداد بسیار زیادی مولکول (مونومر) پدید آمده اند را پلیمر می نامیم. برای تشخیص آن به دو شکل زیر دقت کنید.

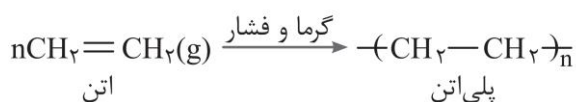
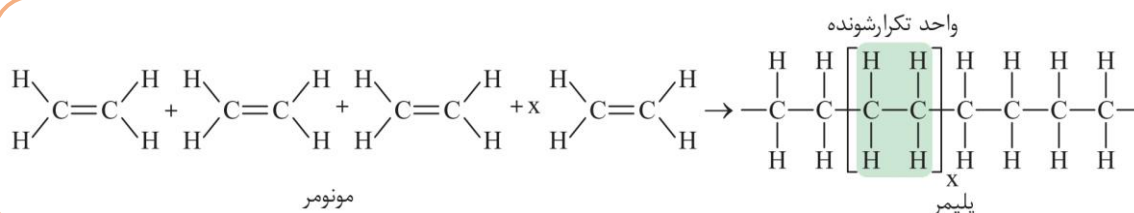
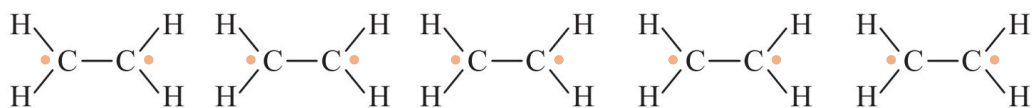
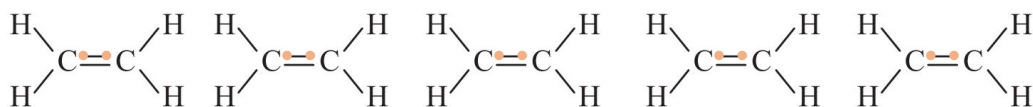


**مونومر:** مولکولی است که خود آن یا بخشی از آن واحد تکرارشونده یا سازنده ی یک پلیمر است.



پلیمرهایی که از مونومرهای دارای پیوند  $C = C$  تشکیل می‌شوند

## ۱- پلی‌اتن:



## تمرین


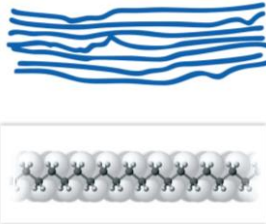
۱) ساختار مونومر پلیمر زیر را بدست آورید.



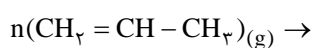
با توجه به شرایط حاکم بر واکنش دو نوع پلی‌اتن ممکن است تشکیل شود:

- **پلی‌اتن سبک:** این نوع پلی‌اتن شفاف است و چگالی کمی دارد. در این نوع پلی‌اتن زنجیرهای پلی‌اتن به صورت شاخه‌دار هستند و همین باعث می‌شود که برخی از کربن‌ها به سر کربن متصل باشند.
- **پلی‌اتن سنگین:** این نوع پلی‌اتن کدر بوده و چگالی بیش‌تری دارد. این نوع پلی‌تن به صورت راست زنجیر می‌باشد.



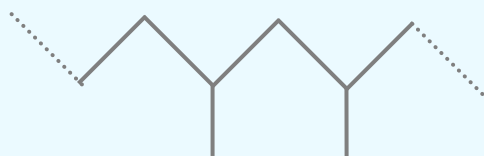
پلی اتن سنگین	پلی اتن سبک	
		شکل
بیش تر	کم تر	چگالی
بیش تر	کم تر	قدرت نیروی بین مولکولی
بیش تر	کم تر	نقطه ذوب و جوش و استحکام
کدر	شفاف	شفافیت
لوله پلاستیکی ، دبه های آب	کیسه پلاستیکی شفاف	کاربرد

۲) **پلی پروپن:** این پلیمر که در ساخت سرنگ کاربرد دارد از پروپن طی واکنش زیر ایجاد می شود.

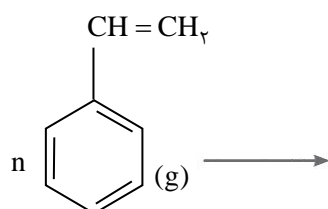


تمرین

۲) ساختار مونومر پلیمر زیر را بدست آورید.



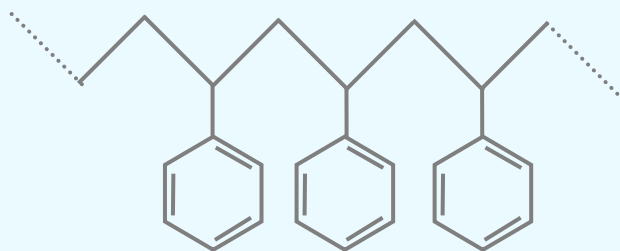
۳) **پلی استیرن:** این پلیمر در ساخت ظروف یکبار مصرف کاربرد دارد و از استیرن ( $\text{C}_8\text{H}_8$ ) طی واکنش زیر ایجاد می شود.



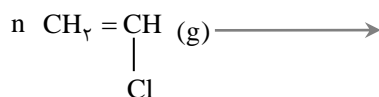


تمرین ۳

۳) ساختار مونومر پلیمر زیر را بدست آورید.

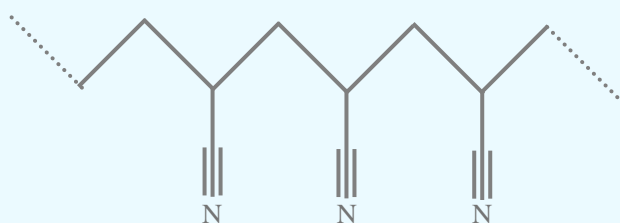


۴) پلی وینیل کلرید (P.V.C): این پلیمر در ساخت کیسه‌های خون کاربرد دارد و از واکنش مونومری با نام وینیل کلرید (  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$  ) به دست می‌آید.

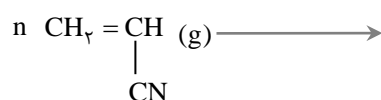


تمرین ۴

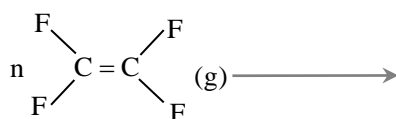
۴) ساختار مونومر پلیمر زیر را بدست آورید.



۵) پلی سیانواتن: از واکنش مونومری با نام سیانواتن طی واکنش زیر به دست می‌آید و در تهیه پتو کاربرد دارد.



۶) تفلون: پلیمری است که از مونومر تترافلوئورواتن طی واکنش زیر تهیه می‌شود.








درباره‌ی تفلون باید بدانیم که:

- ۱) نقطه‌ی ذوب بالایی دارد و در برابر گرما مقاوم است.
- ۲) از نظر شیمیایی بی‌اثر است و با مواد شیمیایی وارد واکنش نمی‌شود.
- ۳) نجسب است و در حلال‌های آلی حل نمی‌شود.
- ۴) توسط دانشمندی به نام پلانکت تهیه شد.
- ۵) در تهیه‌ی ظروف نجسب، نخ دندان، کف اتو و نوار تفلون استفاده دارد.



نکته: مولکول‌هایی که به عنوان مونومر در پلیمرهای بالا استفاده شدند به صورت زیر ایجاد میشوند:

نام و ساختار مونومر	نام و ساختار پلیمر	کاربرد پلیمر
$\text{CH}_2=\text{C}\begin{matrix} \text{H} \\ \text{CN} \end{matrix}$ <p>سیانو اتن</p>	$\left[ \text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \text{H} \\ \text{CN} \end{matrix} \right]_n$ <p>پلی سیانو اتن</p>	 <p>پتو</p>
$\text{CH}_2=\text{C}\begin{matrix} \text{H} \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$ <p>پروپن</p>	$\left[ \text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \text{H} \\ \text{CH}_3 \end{matrix} \right]_n$ <p>پلی پروپن</p>	 <p>سرنگ</p>
$\text{CH}_2=\text{C}\begin{matrix} \text{H} \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{matrix}$ <p>استیرن</p>	$\left[ \text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \text{H} \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{matrix} \right]_n$ <p>پلی استیرن</p>	 <p>ظروف یکبار مصرف</p>
$\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$ <p>تترافلوئورو اتن</p>	$\left[ \text{CF}_2-\text{CF}_2 \right]_n$ <p>تفلون</p>	 <p>نخ دندان</p>
$\text{CH}_2=\text{C}\begin{matrix} \text{H} \\ \text{Cl} \end{matrix}$ <p>وینیل کلرید</p>	$\left[ \text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix} \text{H} \\ \text{Cl} \end{matrix} \right]_n$ <p>پلی وینیل کلرید</p>	 <p>کیسه خون</p>



### تمرین

۴) درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کنید.



شرکت کند.

ب- پلی اتن، جامد سفید رنگی است که از تحت فشار و گرما قرار گرفتن گاز اتن بدست میاید.

پ- در مونومر سازنده پلیمری که در تهیه پتو بکار میرود ۶ جفت الکترون پیوندی وجود دارد.

ت- فرمول مولکولی مونومر پلیمری که در ساخت ظروف یکبار مصرف کاربرد دارد  $C_8H_8$  است.

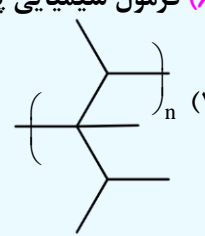
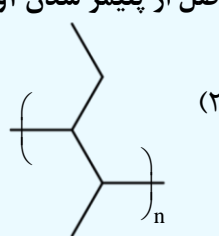
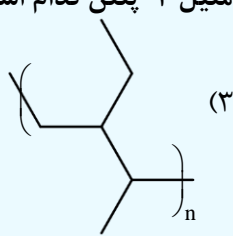
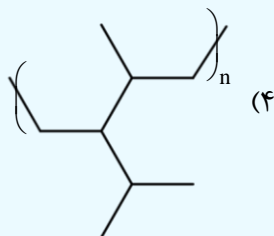
### تمرین

۵) چند مورد از ترکیبهای خطی زیر میتواند در نقش مونومر ظاهر شود؟



### تست

۶) فرمول شیمیایی پلیمر حاصل از پلیمر شدن ۳ و ۴-دی متیل ۲-پنتن کدام است؟



### تست

۷) جرم مولی نمونه‌ای از پلی اتن برابر  $344400 \text{ g.mol}^{-1}$  است. به طور میانگین در هر مولکول آن چند واحد تکرارشونده

وجود دارد؟ ( $C = 12, H = 1: \text{g.mol}^{-1}$ )

۱۸۵۰۰ (۴)

۱۵۸۰۰ (۳)

۱۲۳۰۰ (۲)

۱۳۲۰۰ (۱)



### تست ✓

۸) یک نمونه تفلون به جرم  $450$  گرم حاوی درشت مولکول‌هایی با حدود  $900$  واحد تکرارشونده است. این نمونه حاوی چند درشت مولکول است؟ ( $C = 12, F = 19$ )

- (۱)  $3/01 \times 10^{22}$  (۲)  $3/01 \times 10^{21}$  (۳)  $6/02 \times 10^{22}$  (۴)  $6/02 \times 10^{21}$

### تست ✓

۹) اگر در ساختار مونومرهای سازنده یک نمونه پلی وینیل کلرید،  $4/816 \times 10^{24}$  پیوند دوگانه دیده شود، جرم پلیمر تولید شده برابر چند گرم است؟ ( $C = 12, H = 1, Cl = 35/5 : g.mol^{-1}$ )

- (۱)  $500$  (۲)  $500$  (۳)  $200$  (۴)  $20$

### تست ✓

۱۰) یک کیسه پلی اتیلنی به جرم  $280$  گرم حاوی  $3/01 \times 10^{21}$  درشت مولکول است. شمار واحدهای تکرارشونده در درشت مولکول‌های این نمونه پلی اتن چند است؟ ( $C = 12, H = 1 : g.mol^{-1}$ )

- (۱)  $100$  (۲)  $200$  (۳)  $1000$  (۴)  $2000$

### تست ✓

۱۱) درصد مولی کربن در پلی استیرن به تقریب چه عددی است؟ ( $C = 12, H = 1 : g.mol^{-1}$ )

- (۱)  $82$  (۲)  $92$  (۳)  $8$  (۴)  $18$





## کربوکسیلیک اسید و استر

## کربوکسیلیک اسیدها

۱- آشنایی با کربوکسیلیک اسیدها:

- کربوکسیلیک اسیدها ترکیب‌هایی با گروه عاملی کربوکسیل ( $\text{O}=\text{C}-\text{O}-\text{H}$ ) هستند.

- فرم کلی کربوکسیلیک اسیدها به صورت  $\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$  می‌باشد.

- فرمول عمومی کربوکسیلیک اسیدهای راست زنجیر به صورت  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$  می‌باشد.

- کربوکسیلیک اسیدها ترش مزه هستند، به طوری که مزه‌ی ترش میوه‌هایی مانند ریواس، انگور، لیموترش، کیوی، گوجه سبز و ... ناشی از وجود انواع کربوکسیلیک اسیدها در آن‌ها است.

- کربوکسیلیک اسیدها دارای یک قسمت ناقطبی و یک قسمت قطبی مطابق شکل زیر می‌باشند.



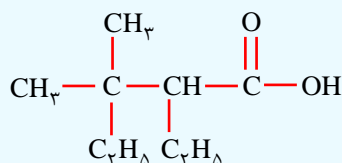
**اسید چرب:** اگر زنجیر هیدروکربنی (R) یک کربوکسیلیک اسید آنقدر بزرگ باشد که مولکول در آب حل نشود، به آن اسید چرب می‌گوییم.

۲- نحوه‌ی گفتن نام کربوکسیلیک اسیدها:

شماره و نام شاخه‌های فرعی + تعداد کربن زنجیر اصلی با لفظ آلکانوئیک اسید

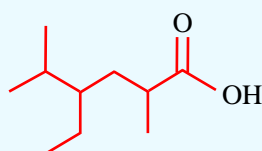
## تمرین

۱۲) نام ترکیب زیر را بنویسید.



## تمرین

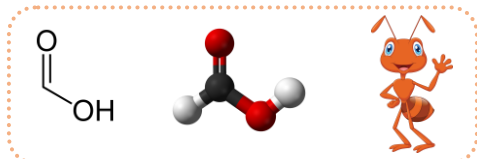
۱۳) نام ترکیب زیر را بنویسید.





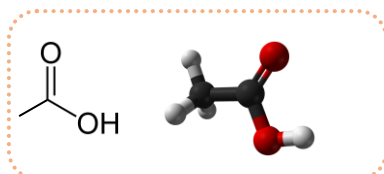
### ۳- معرفی اسیدهای مهم:

#### متانوئیک اسید ( $\text{HCOOH}$ )



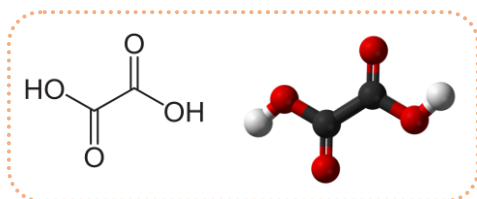
- نخستین و ساده‌ترین عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدها است.
- بر اثر گزش مورچه‌ی سرخ وارد بدن شده و باعث سوزش و خارش در محل گزیدگی می‌شود.
- از آن جایی که این اسید را از مورچه‌ی سرخ به دست می‌آورند، به آن فورمیک اسید یا جوهر مورچه نیز می‌گویند.

#### اتانوئیک اسید ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )



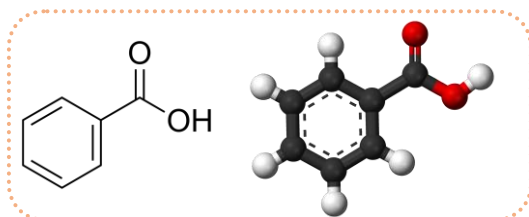
- آشناترین و یکی از پرکاربردترین کربوکسیلیک اسیدها است.
- چون حدود ۵ درصد جرمی در سرکه وجود دارد به آن استیک اسید یا جوهر سرکه نیز می‌گویند.

#### اتان دی اوئیک اسید ( $\text{COOH}-\text{COOH}$ )



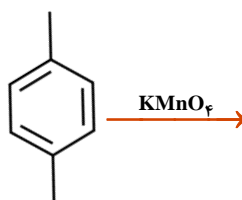
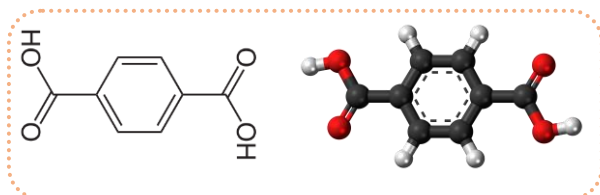
- یک اسید دوعاملی است که دارای دو گروه کربوکسیل می‌باشد.
- نام دیگر آن اگزالیک اسید است.

#### بنزوئیک اسید ( $\text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH}$ ):



- یک اسید کربوکسیلیک آروماتیک است.
- نوعی نگهدارنده است که در کنسروها کاربرد دارد.
- در تمشک و توت‌فرنگی یافت می‌شود.

#### ترفتالیک اسید ( $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ ):



📌 **نکته** اگر از اسیدها هیدروژن اسیدی‌شان را جدا کنیم، به صورت آنیون درمی‌آیند و به آن‌ها «آلکانوات» می‌گوییم.

#### آلکانوات ————— آلکانوئیک اسید







## استرها

## ۱- آشنایی با استرها:

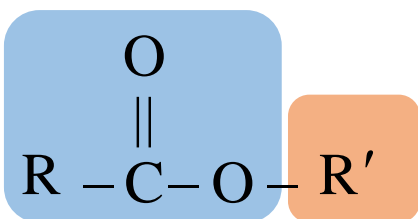
- استرها ترکیب‌هایی با گروه عاملی استری (  $\text{O}=\text{C}-\text{O}-$  ) هستند.

- فرم کلی استرها به صورت  $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}'$  می‌باشد.

📌 نکته در اترها و کتونها موقعیت  $\text{R}, \text{R}'$  یکی است ولی در استرها موقعیت آنها متفاوت است. برای مثال  $\text{R}$  میتواند  $\text{H}$  باشد ولی اگر  $\text{R}'$  هیدروژن باشد دیگر استر نداریم و اسید تشکیل میشود.

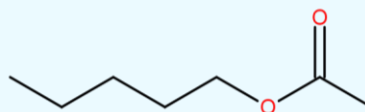
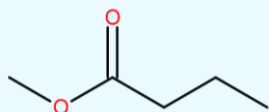
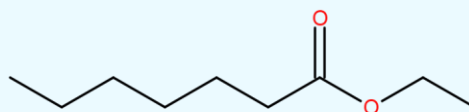
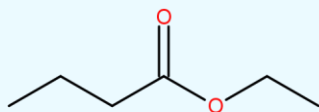
- فرمول عمومی استرهای راست زنجیر به صورت  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$  می‌باشد و در واقع با اسیدهای راست زنجیر ایزومر هستند.

## ۲- نامگذاری استرها:



## تمرین

۱۴) نام ترکیبهای زیر را بنویسید.

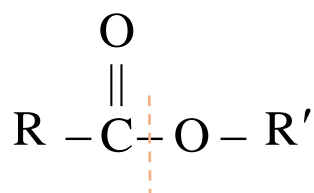


## ۳- واکنش استری شدن:



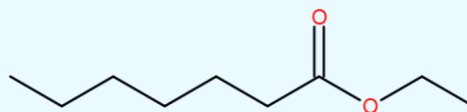
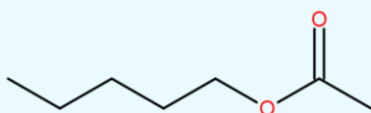


۴- تعیین اسید و الکل یک استر:



#### تمرین ۱۵

۱۵) اسید و الکل استرهای زیر را مشخص کنید.



#### تمرین ۱۶

۱۶) تمام ایزومرهای ترکیب  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$  را رسم کنید.

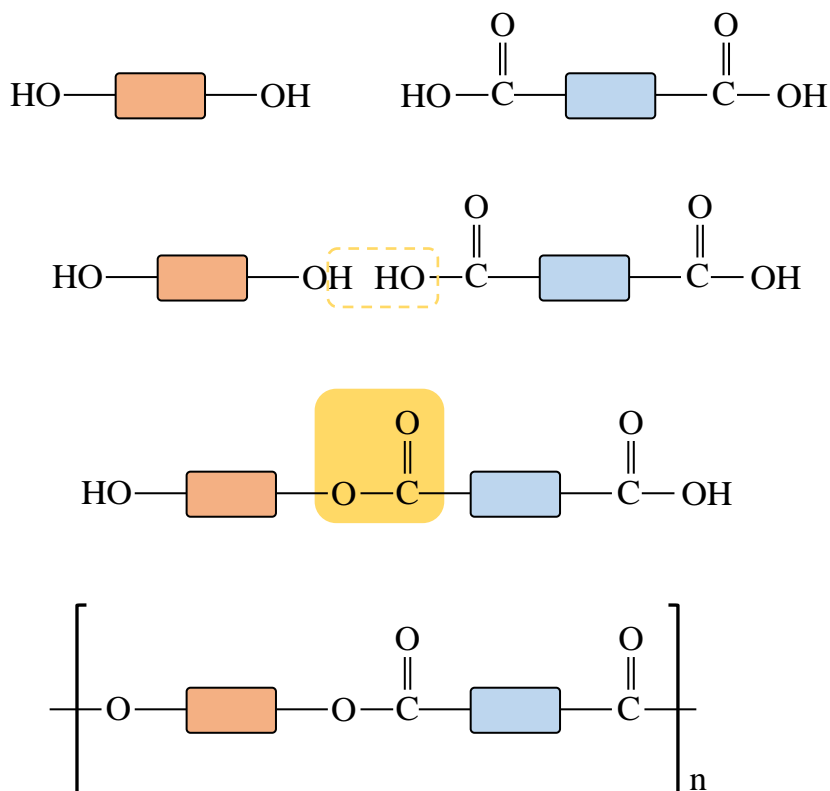
نقطه جوش کربوکسیلیک اسیدها از نقطه جوش استرهای هم کربن با آنها بالاتر است و این موضوع به علت وجود پیوند هیدروژنی در اسیدها است.





## پلی استرها

اگر در واکنش استری شدن اسیدها و الکلها را دو عاملی تصور کنیم اتفاق زیر می افتد:



محاسبه تعداد مولکولهای آب تولیدی

= پلی استری که از  $n$  مونومر تشکیل شده است

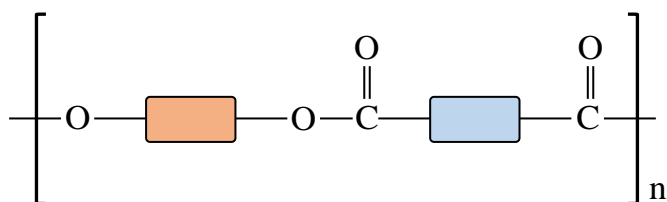
= پلی استری که از  $n$  الکل و  $n$  اسید تشکیل شده است

**نکته** در پلی استرها برخلاف استرهای پلیمر شدن  $\text{C}=\text{C}$  به دست می آیند جرم پلیمر تشکیل شده کمتر از جمع جرم مونومرهای تشکیل دهنده است؛ زیرا همان طور که دیدید مولکولهای آب از محیط خارج می شوند.



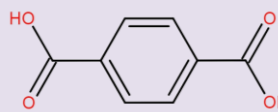
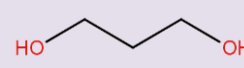
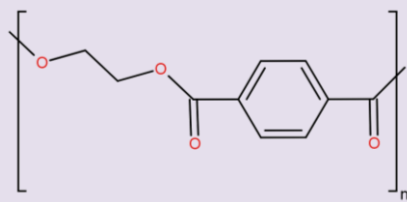
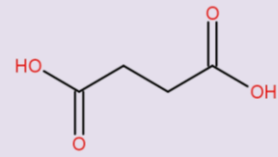
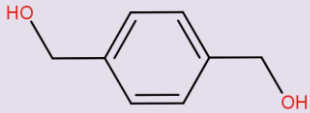
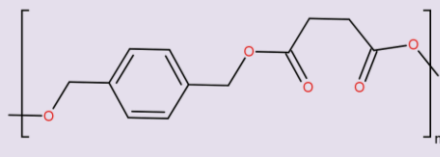
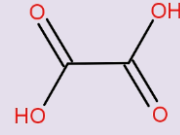
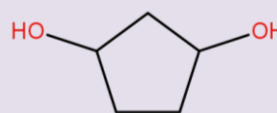
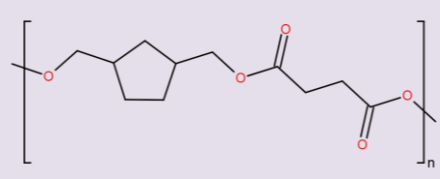
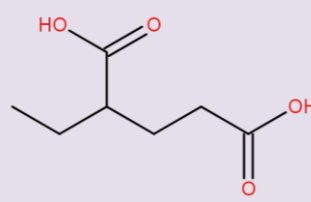
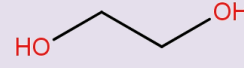
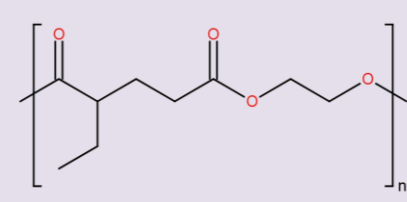
## چگونه مونومرهای سازنده‌ی یک پلی استر را تشخیص دهیم

به فرم کلی پلی استرها دقت کنید:

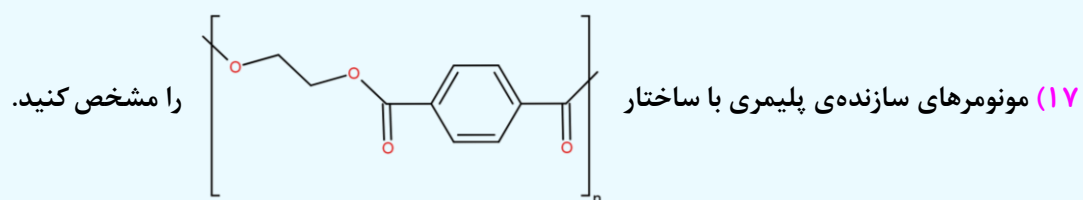


### تمرین ✓

(۱۷) در کدام ردیف از جدول زیر، فرمول اسید و الکل با فرمول پلی استر مربوطه مطابقت دارد؟

شماره‌ی ردیف	کربوکسیلیک اسید	الکل	پلی استر
۱			
۲			
۳			
۴			

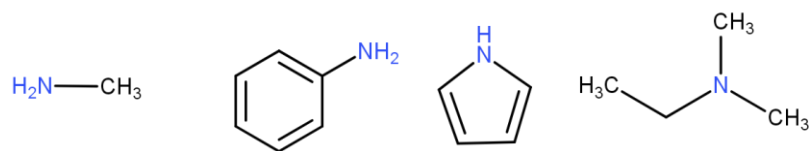




## آمین و آمید

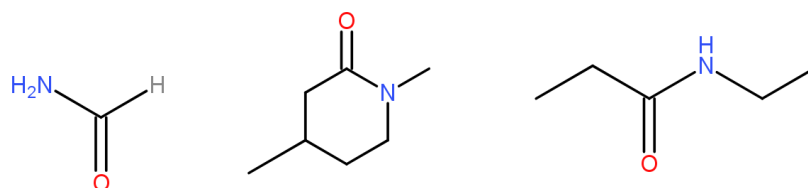
### آمین ها

مشتقات آمونیاک هستند که بجای یک ، دو و یا سه هیدروژن آنها گروه‌های کربنی قرار گرفته است.



### آمیدها

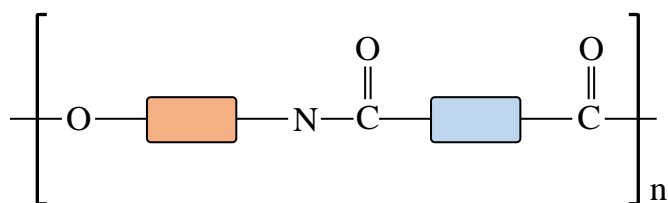
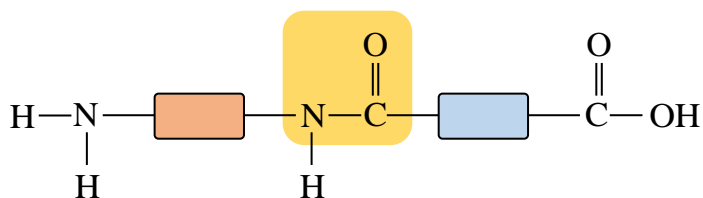
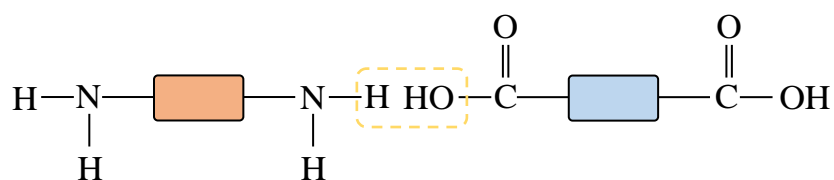
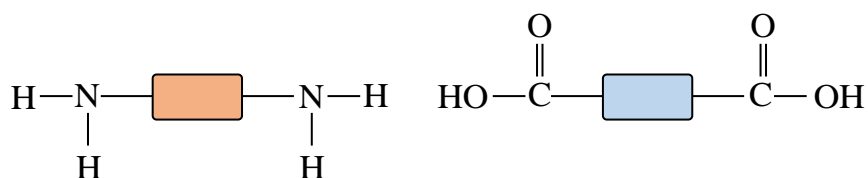
ترکیب هایی هستند که دارای گروه عاملی آمیدی میباشند.





## پلی آمیدها

اگر اسید دوعاملی و آمین هم دو عاملی باشد، اتفاقاتی که برای پلیمر شدن استرها اینجا نیز صادق است. به ساختار کلی آمین ها و اسیدهای دوعاملی و سپس واکنش میان آنها دقت کنید:

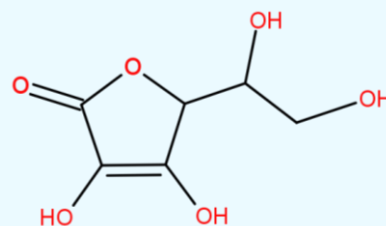
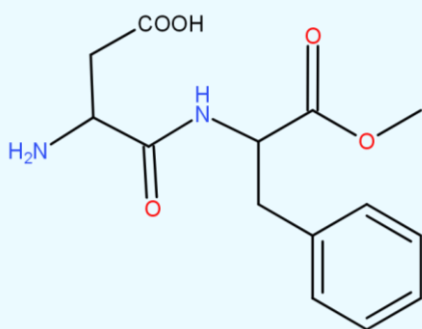


= پلی آمیدیکه از  $n$  مونومر تشکیل شده است

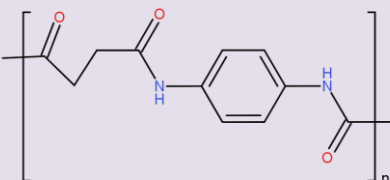
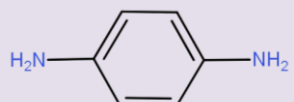
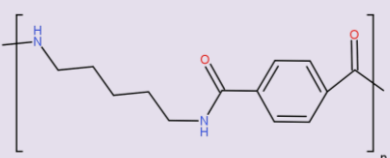
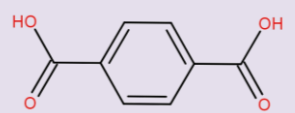
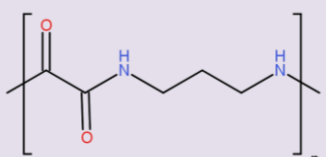
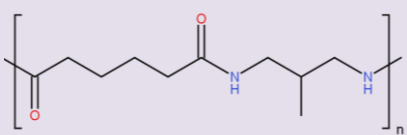
= پلی آمیدی که از  $n$  آمین و  $n$  اسید تشکیل شده است



۱۸) گروه های عاملی را در ترکیبهای زیر مشخص کنید.



۱۹) در چند ردیف از جدول زیر فرمول شیمیایی پلی آمید با فرمول شیمیایی اسید و آمین مربوطه مطابقت دارد؟

پلی آمید	آمین	کربوکسیلیک اسید	
		$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$	۱
	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\text{NH}_2$		۲
	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$	$\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	۳
	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{NH}_2$	$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_6-\text{COOH}$	۴



۲۰) اگر فرمول شیمیایی پلی آمیدی به صورت  $\left[ \text{NH} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{NH} - \text{C}(=\text{O}) - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C}(=\text{O}) \right]_n$  باشد، اسید و آمین سازندهی این پلی آمید را مشخص کنید.