کتاب کار

بخش ۲: واکنش پلیمری‌شدن (بسپارش)

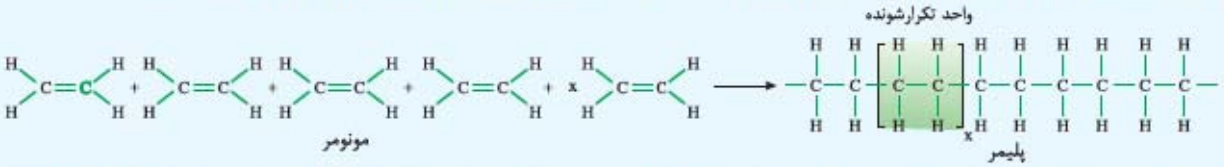
صفحهٔ ۱۰۲ تا ۱۰۷ کتاب درسی

این بخش شامل قسمت‌های زیر است:

- پلیمری‌شدن اتن
- ویژگی‌های ساختاری چند پلیمر و کاربردهای آن‌ها
- پلی‌اتن سبک و پلی‌اتن سنگین
- پلیمری‌شدن افزایشی (کارگاه حل مسئله)

پلیمری‌شدن اتن

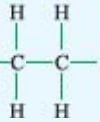
- **واکنش پلیمری‌شدن (بسپارش)**، واکنشی است که در آن تعداد زیادی مولکول‌های کوچک در شرایط مناسب به یکدیگر متصل شده و مولکول‌هایی با زنجیره‌های بلند و جرم مولی زیاد را می‌سازند. به واکنش‌دهنده‌ها در واکنش پلیمری‌شدن، **مونومر (تک‌پار)** می‌گویند.
- *در فصل اول دیدیم که* اتن **ساده‌ترین هیدروکربن سیرنشده** با فرمول مولکولی C_2H_4 است. هرگاه گاز اتن را **در فشار بالا گرما دهیم**، تعداد زیادی مولکول اتن با یکدیگر واکنش داده و پلیمری به نام **پلی‌اتن** ایجاد می‌شود که **جامدی سفیدرنگ** و **یک هیدروکربن سیرشده** است.

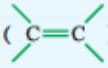


- تعیین تعداد دقیق مونومرهای شرکت‌کننده در یک واکنش پلیمری‌شدن ممکن نیست و تاکنون هیچ قاعده‌ای برای اتصال شمار مونومرها به یکدیگر ارائه نشده است؛ به همین دلیل **برای پلیمرها نمی‌توان فرمول مولکولی دقیق نوشت** و برای نمایش آن‌ها، واحد تکرارشونده را درون یک پرانتز *(کمانک)* یا کروشه نوشته و زیروند n را جلوی آن می‌نویسند. معادلهٔ نمادی واکنش تهیهٔ پلی‌اتن را به صورت زیر می‌نویسیم:

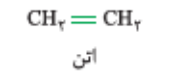
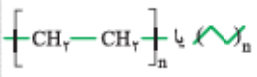
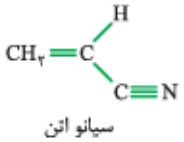
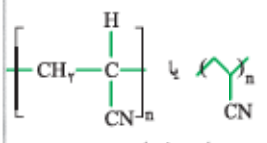
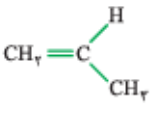
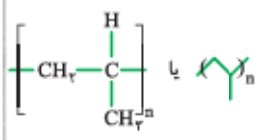
$$n\,CH_2{=}CH_2\,(g) \xrightarrow{\text{گرما و فشار}} -(CH_2CH_2)_n-\,(s)$$

اتن — پلی‌اتن

- *به عبارت دیگه،* در مولکول پلی‌اتن، هر واحد تکرارشونده یعنی  ، بسته به شرایط واکنش می‌تواند n مرتبه تکرار شود؛ بنابراین پلی‌اتن را به صورت نشان می‌دهند. *هواستون باشه که* مقدار n وابسته به شرایط واکنش و در نتیجه متغیر است؛ پس جرم مولی پلی‌اتن مقدار مشخصی ندارد[1] و *به فرمودهٔ کتاب درسی*، اغلب ده‌ها هزار گرم بر مول است.

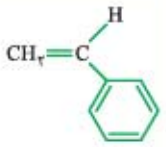
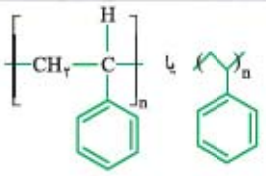
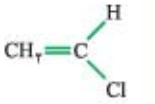
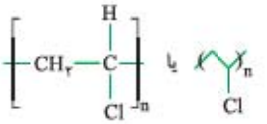
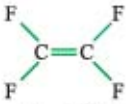
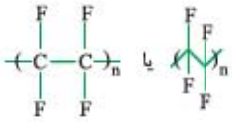
توجه هر ترکیب آلی که در ساختار خود پیوند دوگانهٔ کربن ـ کربن () در زنجیر کربنی داشته باشد، می‌تواند در این نوع واکنش پلیمری‌شدن[2] شرکت کند.

ویژگی‌های ساختاری چند پلیمر و کاربردهای آن‌ها

نام و ساختار مونومر	فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی مونومر	نام و ساختار پلیمر	کاربرد
 اتن	$C_2H_4(g)$	 پلی‌اتن	کیسهٔ پلاستیک موجود در مغازه‌ها و فروشگاه‌ها، لوله‌های پلاستیکی، دبه‌های آب و بطری کدر شیر
 سیانو اتن	$C_3H_3N(g)$	 پلی‌سیانو اتن	پتو
 پروپن	$C_3H_6(g)$	 پلی‌پروپن	سرنگ

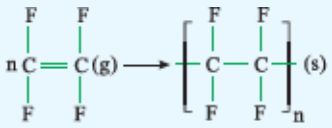
۱- در بازهٔ 10^4 تا 10^5 گرم بر مول است.

۲- پلیمری‌شدن افزایشی

نام و ساختار مونومر	فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی مونومر	نام و ساختار پلیمر	کاربرد
 استیرن	$C_8H_8(g)$	 پلی‌استیرن	ظروف یک‌بارمصرف
 وینیل کلرید (۱-کلرو اتن)	$C_2H_3Cl(g)$	 پلی‌وینیل کلرید	کیسهٔ خون
 تترافلوئورو اتن	$C_2F_4(g)$	 تفلون (پلی‌تترافلوئورو اتن)	نخ دندان

توجه پلیمرهای نشان داده شده در جدول بالا، **در دمای اتاق** به **حالت جامد** هستند.

■ **تفلون** نام تجاری پلیمری است که *شانسی‌شانسی!* توسط پلانکت کشف شد. پلانکت به همراه گروه پژوهشی‌اش، مشغول بررسی انواع سردکننده‌ها بود که متوجه شد پس از باز کردن شیر کپسول محتوی گاز تترافلوئورواتن (یکی از گازهایی که در مطالعهٔ خود مصرف می‌کردند)، گازی از آن خارج نمی‌شود. او پس از بررسی دقیق‌تر دریافت که گاز تترافلوئورو اتن به صورت لایهٔ نازکی از یک مادهٔ جامد (تفلون) ته کپسول تشکیل شده است. معادلهٔ نمادی این واکنش به صورت روبه‌رو است:

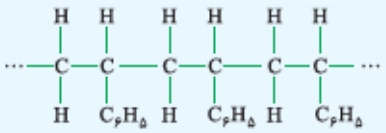


■ ویژگی‌های زیر دلیل کاربرد وسیع تفلون در صنعت و زندگی است:

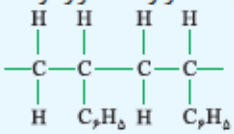
۱) نقطهٔ ذوب بالایی دارد. ۲) در برابر گرما مقاوم است. ۳) از نظر شیمیایی بی‌اثر است (با مواد شیمیایی واکنش نمی‌دهد).

۴) در حلال‌های آلی حل نمی‌شود. ۵) نچسب است.

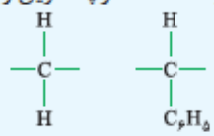
مثال **با توجه به ساختار پلیمر داده‌شده، ساختار واحد تکرارشونده و مونومر آن را رسم کنید.**



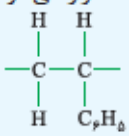
پاسخ برای رسم ساختار واحد تکرارشونده کافیست در ساختار پلیمر داده‌شده، کوچک‌ترین واحدی را پیدا کنیم که تکرار می‌شود:



انتخاب نادرست (کوچک‌ترین واحد نیست.)

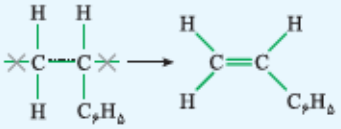


هر دو انتخاب نادرست (بخشی از کوچک‌ترین واحد هستند.)



انتخاب درست

برای رسم ساختار مونومر، کافیست دو پیوند کناری متصل به دو اتم کربن در واحد تکرارشونده را برداشته و پیوند یگانهٔ بین این دو اتم را به پیوند دوگانه تبدیل کنیم:



پلی‌اتن سبک و پلی‌اتن سنگین

■ **اگر مونومرهای اتن در شرایط متفاوت، واکنش پلیمری‌شدن را انجام دهند، پلی‌اتن‌هایی با ساختار و ویژگی‌های متفاوت به دست می‌آید.** دسته‌بندی پلی‌اتن‌ها بر مبنای چگالی آن‌ها صورت می‌گیرد:

● **پلی‌اتن سبک** چگالی کم‌تری داشته و شفاف است. این پلی‌اتن، شاخه‌دار است؛ زیرا در فرایند تهیهٔ آن برخی مولکول‌های اتن از کناره‌ها به یکدیگر

کتاب کار

اضافه شده و زنجیرهای شاخه‌دار تولید می‌کنند:

پلی‌اتن شاخه‌دار

پلی‌اتن بدون شاخه

■ **پلی‌اتن سنگین** چگالی بیشتری داشته و کدر است. در فرایند تهیهٔ پلی‌اتن سنگین، مولکول‌های اتن پشت سر هم به یکدیگر متصل شده و زنجیرهای بلند و بدون شاخه ایجاد می‌کنند.

■ در جدول زیر شباهت‌ها و تفاوت‌های این دو نوع پلی‌اتن رو *یک‌جا براتون آوردیم!*

شباهت‌ها	■ هر دو از یک نوع مونومر (اتن) تشکیل شده‌اند؛ در نتیجه درصد جرمی کربن و هیدروژن در این دو نوع پلی‌اتن با هم برابر است. ■ هر دو نوع پلی‌اتن، تنها از اتم‌های کربن و هیدروژن تشکیل شده‌اند؛ بنابراین هر دو ناقطبی بوده و نیروهای بین مولکولی آن‌ها از نوع وان‌درووالسی است.
تفاوت‌ها	■ شرایط تهیهٔ این دو نوع پلی‌اتن با هم فرق دارد. ■ پلی‌اتن سبک، شاخه‌دار و پلی‌اتن سنگین، بدون شاخه است. ■ چگالی پلی‌اتن سبک، کم‌تر از پلی‌اتن سنگین است. ■ پلی‌اتن سبک، شفاف و پلی‌اتن سنگین، کدر است. ■ از آن‌جا که زنجیره‌های بدون شاخهٔ پلی‌اتن سنگین بهتر از زنجیره‌های شاخه‌دار پلی‌اتن سبک می‌توانند کنار هم قرار بگیرند، نیروهای بین مولکولی در پلی‌اتن سنگین قوی‌تر است. *این موضوع دو پیامد داره:* ۱) پلی‌اتن سنگین ساختار منظم‌تری دارد و استحکام آن نسبت به پلی‌اتن سبک، بیشتر است؛ در نتیجه انعطاف‌پذیری پلی‌اتن سبک از پلی‌اتن سنگین، *بیشتره!* ۲) نقطهٔ ذوب پلی‌اتن سنگین از پلی‌اتن سبک، بیشتر است.

■ به علت شفاف‌بودن و انعطاف‌پذیری پلی‌اتن سبک (نسبت به پلی‌اتن سنگین)، از آن در تولید کیسهٔ پلاستیک موجود در مغازه‌ها و فروشگاه‌ها استفاده می‌شود. *در طرف مقابل!* به دلیل کدربودن و استحکام بیشتر پلی‌اتن سنگین، از آن در ساخت لوله‌های پلاستیکی، دبه‌های آب یا بطری کدر شیر *بهره‌ها می‌برند!*

کارگاه حل مسئله

پلیمری‌شدن افزایشی

■ به واکنش‌های پلیمری‌شدن اتن، سیانواتن، پروپن و ... که در آن‌ها جرم مولی پلیمر حاصل برابر با مجموع جرم مولی مونومرهای سازنده است، واکنش‌های **پلیمری‌شدن افزایشی** می‌گویند.

جرم مولی پلیمر = n × جرم مولی مونومر ؛ n: تعداد واحد تکرارشونده

توجه در حل این مسائل، از واحدهای انتهایی (X و Y در ساختار زیر) و جرم آن‌ها صرف‌نظر می‌شود.

ساختار پلی‌اتن: $\text{X}-\text{CH}_2(\text{CH}_2)_{2n-2}\text{CH}_2-\text{Y} \longrightarrow +\text{CH}_2\text{CH}_2+_n$

■ در ساختار هر مولکول از این پلیمرها، n واحد تکرارشونده وجود دارد و به کمک آن می‌توان تعداد اتم‌ها را در هر مولکول به دست آورد؛ برای مثال در ساختار تفلون $+\text{CF}_2\text{CF}_2+_n$، ۲n اتم کربن و ۴n اتم فلوئور وجود دارد.

مثال **اگر در ساختار یک نوع پلی‌اتن، ۳۵۰۰ واحد تکرارشونده وجود داشته باشد، تعداد اتم‌های کربن و هیدروژن در یک مولکول از این پلیمر و جرم مولی این پلی‌اتن را حساب کنید.** $(\text{C}=12, \text{H}=1 : \text{g.mol}^{-1})$

پاسخ ابتدا ساختار پلی‌اتن را رسم می‌کنیم:

$+\text{CH}_2\text{CH}_2+_n$

$n = 3500 \Rightarrow$ تعداد اتم‌های کربن $= 2n = 2\times3500 = 7000$ ، تعداد اتم‌های هیدروژن $= 4n = 4\times3500 = 14000$

جرم مولی پلی‌اتن $= n \times$ جرم مولی اتن $= 3500 \times (2\times12 + 4\times1) = 98000\ \text{g.mol}^{-1}$

پرسش‌نامه

۱ در هر مورد، از بین دو واژهٔ داده‌شده، واژهٔ مناسب را انتخاب کنید.

آ) به واکنش‌دهنده‌ها در واکنش پلیمری‌شدن، (واحد تکرارشونده / مونومر) می‌گویند.

ب) (نایلون / تفلون)، نام تجاری پلیمری است که بِلانکت هنگام بررسی و مطالعهٔ انواع سردکننده‌ها موفق به کشف آن شد.

پ) شمار اتم‌های کربن و هیدروژن در ساختار مونومر (پلی‌پروپن / پلی‌استیرن)، یکسان است.

ت) در ساختار پلیمر به کار رفته در ظروف یک‌بارمصرف، (پیوند دوگانه / اتم هالوژن) وجود ندارد.

۲ با توجه به واژه‌های داخل کادر، کلمهٔ مناسب برای تکمیل هر عبارت را بنویسید. توجه کنید که ممکن است از برخی موارد، بیش از یک بار استفاده شود و البته برخی از آن‌ها هم *سیاهی لشکرند!*

سنگین ـ پلی‌اتن ـ سرنگ ـ سبک ـ پروپن ـ شفاف ـ اتن ـ نخ دندان ـ کدر

آ) در ساختار پلیمر به کار رفته در ....., اتم هالوژن وجود دارد.

ب) وینیل کلرید از جایگزین‌کردن یکی از اتم‌های هیدروژن در مولکول ....., با یک اتم کلر به دست می‌آید.

پ) پلی‌اتن شاخه‌دار، به پلی‌اتن ..... معروف است و کالای ساخته‌شده از آن ..... می‌باشد.

۳ درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را تعیین کرده و در صورت نادرست‌بودن، شکل درست آن را بنویسید.

آ) هرگاه گاز اتان را در فشار بالا گرما دهیم، جامد سفیدرنگی به دست می‌آید.

ب) در واکنش پلیمری‌شدن، با تغییر مونومر می‌توان پلیمری جدید، با ساختار و خواص متفاوت تهیه کرد.

پ) تعیین تعداد دقیق مونومرهای شرکت‌کننده در یک واکنش پلیمری‌شدن ممکن نیست و تاکنون هیچ قاعده‌ای برای اتصال شمار مونومرها به یکدیگر ارائه نشده است.

ت) شمار پیوندهای اشتراکی در واحد تکرارشوندهٔ پلی‌سیانو اتن و پلی‌پروپن، یکسان است.

ث) اگر به جای گروه متیل در پروپن، حلقهٔ بنزن قرار بگیرد، پلیمر حاصل از این مونومر، پلی‌استیرن نام دارد.

۴ هر یک از موارد زیر را تعریف کنید.

آ) پلیمری‌شدن (بسپارش):

ب) مونومر (تک‌پار):

۵ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) معادلهٔ نمادی واکنش شیمیایی تهیهٔ پلی‌اتن از اتن را بنویسید.

ب) حالت فیزیکی اتن و پلی‌اتن چیست؟

پ) کدام‌یک از موارد روبه‌رو، جزء شرایط مناسب انجام این واکنش محسوب نمی‌شود؟

فشار بالا ـ دمای پایین

ت) کدام‌یک از موارد زیر، جزء ویژگی‌های پلی‌اتن نیست؟

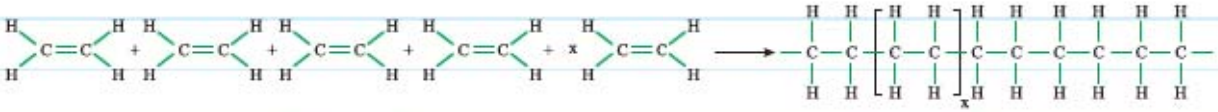
جرم مولی بالا ـ پلیمر طبیعی ـ درشت‌مولکول ـ دارای نیروی بین مولکولی قوی ـ دارای واحد تکرارشونده

۶ *با اندکی تامل!* **در ساختار پلی‌اتن، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.**

آ) پلی‌اتن، چه نوع هیدروکربنی (سیرشده یا سیرنشده) است؟

ب) در ساختار پلی‌اتن با فرمول $-(CH_2CH_2)_n-$، چند اتم هیدروژن وجود دارد؟ (پاسخ خود را برحسب n بنویسید.)

۷ **با توجه به شکل زیر که فرایند تولید پلی‌اتن را نشان می‌دهد، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.**

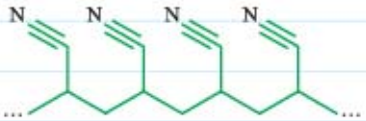


آ) واژه‌های «واحد تکرارشونده» و «مونومر» را در جاهای خالی مناسب بنویسید.

ب) جدول زیر را کامل کنید.

	تعداد اتم‌ها	تعداد پیوندهای اشتراکی
واحد تکرارشونده	.....	.....
مونومر	.....	.....

۸ **با توجه به ساختار پلیمر نشان داده شده، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.**



آ) نام این پلیمر چیست؟

ب) ساختار واحد تکرارشوندهٔ این پلیمر را رسم کنید.

پ) نسبت شمار پیوندهای اشتراکی یگانه به پیوندهای اشتراکی چندگانه را در ساختار مونومر این پلیمر *بیابید!*

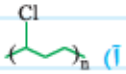
۹ **به نظر شما آیا عبارت زیر همواره درست است؟** *با پرخ‌زدن در اینترنت یا کمک‌گرفتن از معلمتان!* **پاسخ خود را توضیح دهید.**

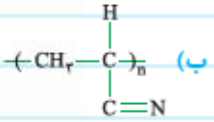
«هر ترکیبی که در ساختار خود پیوند دوگانه داشته باشد، می‌تواند در واکنش پلیمری‌شدن شرکت کند.»

۱۰ **کدام‌یک از ترکیب‌های زیر می‌توانند در شرایط مناسب، در واکنش پلیمری‌شدن شرکت کنند؟ چرا؟**

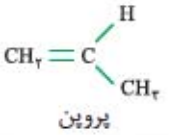
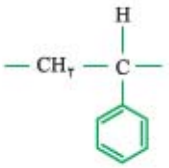
آ) $CH_2=CHCl$ ب) $CH_3-CH_2-CH_3$ پ) $CH_2=CH-CH=CH_2$

۱۱ **دانش‌آموزی ساختار پلی‌وینیل کلرید و پلی‌سیانو اتن را به صورت زیر رسم کرده است. در هر مورد چه اشتباه‌هایی وجود دارد؟ آن‌ها را اصلاح کنید.**

آ) 

ب) 

۱۲ جدول زیر را کامل کنید.

کاربرد	ساختار واحد تکرارشونده	نام و ساختار مونومر	نام پلیمر
.....		 پروپن	.....
.....		.....	پلی‌سیانو اتن
.....		.....	.....
نخ دندان		.....	.....
.....		.....	پلی‌وینیل کلرید

۱۳ به پرسش‌های زیر دربارهٔ پلی‌تترافلوئورو اتن، پاسخ دهید.

آ) نام تجاری آن را بنویسید.

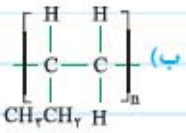
ب) معادلهٔ واکنش تولید این پلیمر از مونومر سازنده‌اش را بنویسید.

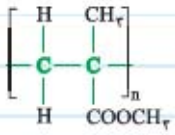
پ) کدام‌یک از موارد داخل کادر، جزء ویژگی‌های این پلیمر به شمار نمی‌رود؟

نچسب ـ مقاومت در برابر گرما ـ بی‌اثر بودن از نظر شیمیایی ـ محلول در حلال‌های آلی ـ نقطهٔ ذوب پایین

۱۴ در هریک از موارد زیر، ساختار پلیمر یا مونومر خواسته‌شده را مشخص کنید.

آ)

ب) 

پ) 

۱۵ در هر مورد از بین واژه‌های داخل پرانتز، واژهٔ مناسب را انتخاب کنید.

آ) تعداد اتم‌های مونومر کدام پلیمر، با تعداد اتم‌های مونومر سازندهٔ تفلون یکسان است؟ (پلی‌پروپن ـ پلی‌استیرن ـ پلی‌وینیل کلرید)

ب) در ساختار کدام پلیمر، اتم هیدروژن وجود ندارد؟ (پلی‌وینیل کلرید ـ پلی‌استیرن ـ تفلون)

پ) در ساختار کدام پلیمر، پیوند چندگانه وجود ندارد؟ (پلی‌سیانو اتن ـ تفلون ـ پلی‌استیرن)

ت) در ساختار کدام پلیمر، افزون بر اتم‌های کربن و هیدروژن، اتم دیگری وجود ندارد؟ (تفلون ـ پلی‌استیرن ـ پلی‌سیانو اتن)

ث) در ساختار مونومر کدام پلیمر، هر سه پیوند یگانه، دوگانه و سه‌گانه وجود دارد؟ (پلی‌استیرن ـ پلی‌سیانو اتن ـ تفلون)

۱۶ هر یک از ویژگی‌های داده‌شده را برای پلیمرهای داخل کادر، مقایسه کنید.

پلی‌اتن ـ پلی‌پروپن ـ پلی‌استیرن

آ) تعداد اتم‌های هیدروژن در واحد تکرارشوندهٔ پلیمر: ☐ < ☐ < ☐

ب) تعداد پیوندهای اشتراکی یگانه در مونومر سازندهٔ پلیمر: ☐ < ☐ < ☐

پ) تعداد واحدهای تکرارشونده در یک کیلوگرم از پلیمر *(کافیه فرمول واحدهای تکرارشونده رو با هم مقایسه کنین!)*: ☐ < ☐ < ☐

۱۷ به نظر شما آیا عبارت زیر درست است؟ با ذکر یک مثال *ناقابل!* پاسخ خود را توضیح دهید.

«موادی که از یک نوع پلیمر با مونومرهای یکسان تولید شوند، ممکن است ویژگی‌های متفاوت و گاهی متضاد داشته باشند.»

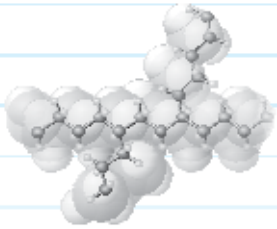
۱۸ *با تقلب از شکل زیر بگین که* ورقه‌های نازک پلاستیکی از جنس پلی‌اتن، چگونه ساخته می‌شوند؟

۱۹ با توجه به ساختارهای زیر که مربوط به دو نوع پلی‌اتن هستند، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.

(۱)

آ) در فرایند تولید هر یک از این دو نوع پلی‌اتن، مولکول‌های اتن چگونه به یکدیگر اضافه می‌شوند؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

ب) کدام ساختار به پلی‌اتن سبک و کدام‌یک به پلی‌اتن سنگین مربوط است؟



(۲)

پ) نیروی بین مولکولی در این ساختارها از چه نوعی است؟

ت) هر یک از ویژگی‌های زیر را برای این دو نوع پلی‌اتن، با هم مقایسه کنید.

استحکام: ☐ > ☐ ، نیروی بین مولکولی: ☐ > ☐

چگالی: ☐ > ☐

ث) *با تقلب از پاسخ قسمت قبلی توضیح دهید که* چرا نقطهٔ ذوب پلی‌اتن سنگین از پلی‌اتن سبک، بیشتر است؟

۲۰ دو قطعهٔ A و B از جنس پلی‌اتن هستند. با توجه به اطلاعات داده‌شده در جدول، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

	قطعهٔ A	قطعهٔ B
حجم (cm^3)	۶	۸
جرم (g)	۵/۸۲	۷/۳۶

آ) در ساخت کدام قطعه، از پلی‌اتن بدون شاخه استفاده شده است؟

ب) کدام قطعه، شفاف است؟

پ) از پلی‌اتن به کار رفته در قطعهٔ A، در ساخت کدام‌یک از کالاهای زیر می‌توان استفاده کرد؟

لوله‌های پلاستیکی ـ کیسهٔ پلاستیک موجود در مغازه‌ها و فروشگاه‌ها ـ بطری کدر شیر ـ دبه‌های آب

ت) کدام‌یک از موارد زیر، برای دو نوع پلی‌اتن به کار رفته در قطعه‌های A و B یکسان است؟

شرایط انجام واکنش تهیهٔ آن‌ها ـ مونومر سازنده ـ انعطاف‌پذیری

بریم سراغ چندتا مسئله از این بخش!

۲۱ درصد جرمی کربن را در هر یک از پلیمرهای زیر به دست آورید. $(Cl = ۳۵/۵, F = ۱۹, C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-1})$

آ) پلی‌استیرن:

ب) تفلون:

پ) پلی‌وینیل کلرید:

۲۲ برای تولید ۱/۱۰۰ کیلوگرم پلی‌اتن، چند لیتر گاز اتن در شرایط STP نیاز است؟ *(تقلب! در حل این مسئله نیازی به دونستن تعداد واحد تکرارشونده ندارین!)* $(C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-1})$

۲۳ اگر در واکنش تهیهٔ پلی‌پروپن، $n = ۱۰۰۰$ باشد، فراوردهٔ حاصل، حداقل دارای چند پیوند اشتراکی خواهد بود؟

۲۴ اگر در ساختار یک مولکول پلی‌سیانو اتن، ۲۷۰۰ اتم کربن وجود داشته باشد، عدد n را در واکنش پلیمری‌شدن این پلیمر به دست آورید.

۲۵ اگر در ساختار یک درشت‌مولکول پلی‌استیرنی ۱۲۰۰ پیوند دوگانه وجود داشته باشد، تعداد واحدهای تکرارشونده و جرم مولی آن را حساب کنید. $(C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-1})$

۲۶ اگر در ساختار پلیمر به کار رفته در نوعی کیسهٔ خون، ۵۰۰۰ اتم کلر وجود داشته باشد، جرم مولی این پلیمر را برحسب $g.mol^{-1}$ حساب کنید. $(Cl = ۳۵/۵, C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-1})$

۲۷ در ساختار نوعی تفلون با جرم مولی $۱۰^۵ g.mol^{-1}$، چند واحد تکرارشونده وجود دارد؟ $(F = ۱۹, C = ۱۲ : g.mol^{-1})$

۲۸ در ساختار پلیمر به کار رفته در سرنگی به جرم ۸/۴ گرم، به طور تقریبی چند اتم هیدروژن وجود دارد؟ $(C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-1})$

۲۹ در ساختار نوعی پلیمر ۵۰۰ واحد تکرارشونده وجود دارد. اگر جرم مولی این پلیمر ۵۲۰۰۰ باشد، کدام‌یک از موارد زیر ساختار مونومر سازندهٔ این پلیمر را به درستی نشان می‌دهد؟ $(N = ۱۴, C = ۱۲, H = ۱ : g.mol^{-1})$

آ) $CH_۲=CH-CN$

ب) $CH_۲=C(H)-CH_۳$

پ) $H_۲C=CH$ (حلقهٔ بنزنی)

ت) $CH_۳$ (حلقهٔ بنزنی)

بخش ۳: پلی‌استرها

صفحهٔ ۱۰۷ تا ۱۱۴ کتاب درسی

این بخش شامل قسمت‌های زیر است:

- الکل‌ها
- ویتامین‌های محلول در آب و چربی
- کربوکسیلیک اسیدها
- استرها و واکنش استری‌شدن
- پلی‌استرها

الکل‌ها

- الکل‌ها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که یک یا چند **گروه عاملی هیدروکسیل** (—OH) دارند که با پیوند اشتراکی به اتم‌های کربن متصل است.

مثال ساختارهای (۱) و (۲) به ترتیب یک الکل یک‌عاملی (اتانول) و یک الکل دوعاملی را نشان می‌دهند:

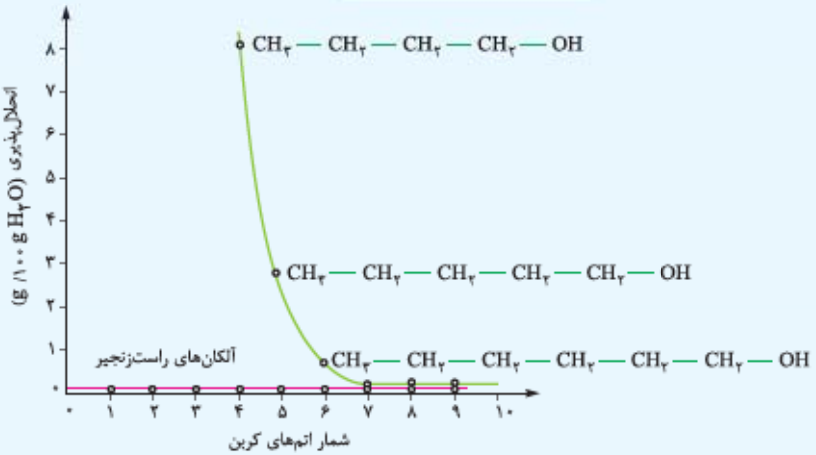
CH_3CH_2OH (۱)

$CH_2(OH)CH(OH)CH_3$ (۲)

- فرمول عمومی الکل‌های یک‌عاملی که در آن، R یک گروه هیدروکربنی است، $C_nH_{2n+1}OH$ (یا $C_nH_{2n+2}O$) می‌باشد.
- مولکول الکل‌ها از دو بخش **قطبی** (گروه عاملی هیدروکسیل) و **ناقطبی** (گروه هیدروکربنی) تشکیل شده است. در بین مولکول‌های الکل، به دلیل وجود گروه عاملی (—OH)، **نیروی بین مولکولی هیدروژنی** و *به یمن مضور!* گروه هیدروکربنی، **نیروی بین مولکولی وان‌دروالسی** وجود دارد. هر چه طول زنجیر هیدروکربنی الکل‌ها بیشتر شود، بخش ناقطبی در مقایسه با بخش قطبی، قوی‌تر شده و در نتیجه میزان قطبیت مولکول کاهش می‌یابد.

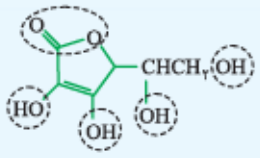
افزایش تعداد اتم کربن در زنجیر هیدروکربنی الکل‌ها
← کاهش انحلال‌پذیری الکل‌ها درآب (افزایش ویژگی آب‌گریزی)
← افزایش انحلال‌پذیری الکل‌ها درچربی‌ها (افزایش ویژگی چربی‌دوستی)

- **در الکل‌های کوچک تا پنج اتم کربن (یعنی از متانول تا پنتانول)، بخش قطبی بر ناقطبی غلبه دارد و الکل در آب محلول است.** به این ترتیب نیروی بین مولکولی غالب در این پنج الکل، از نوع **هیدروژنی** است؛ در نتیجه این الکل‌ها به خوبی در آب حل می‌شوند، اما با افزایش شمار اتم‌های کربن، بخش ناقطبی مولکول بزرگ‌تر شده و میزان قطبیت مولکول کاهش می‌یابد. در واقع سهم نیروی بین مولکولی وان‌دروالسی بر هیدروژنی *می‌چربد!* و این الکل‌ها در آب حل نمی‌شوند، *اما در عوض!* در چربی‌ها که ترکیب‌هایی ناقطبی هستند، به خوبی حل می‌شوند.

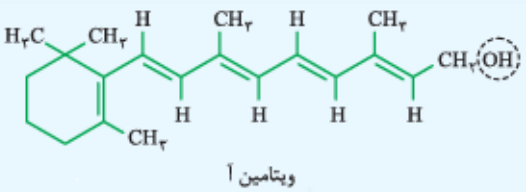


- *با توجه به نمودار روبه‌رو می‌توان کشف کرد!* **که سه عضو نخست خانوادهٔ الکل‌ها (یعنی متانول، اتانول و ۱- پروپانول) به هر نسبتی در آب حل می‌شوند:** به همین خاطر *قابل نمایش!* نبودند.
- ***با زوم‌شدن در نمودار بالا درمی‌یابیم که*** **انحلال‌پذیری الکل‌هایی با ۷ اتم کربن یا بیشتر، در آب بسیار ناچیز بوده و تنها اندکی از انحلال‌پذیری آلکان‌های راست‌زنجیرِ هم‌کربن آن‌ها بیشتر است.**

ویتامین‌های محلول در آب و چربی

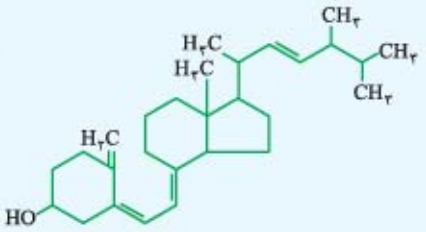

ویتامین ث

- در ساختار **ویتامین ث** با فرمول مولکولی $C_6H_8O_6$، چهار گروه عاملی هیدروکسیل (—OH) و یک گروه عاملی استری ($-C(=O)-O-$) وجود دارد؛ بنابراین بخش زیادی از مولکول (قسمت‌های مشخص‌شده در شکل) قطبی است. پس بخش قطبی مولکول *به رغم هر چه تمام‌تر!* بر بخش ناقطبی غلبه می‌کند؛ در نتیجه **ویتامین ث در آب حل می‌شود، ولی در چربی‌ها نامحلول است.**


ویتامین آ

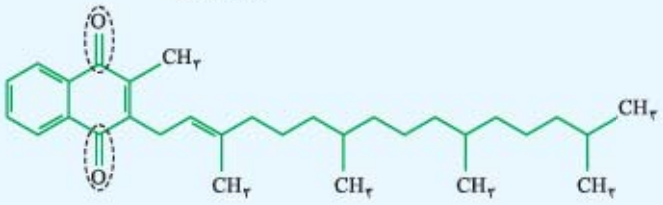
- در ساختار **ویتامین آ** با فرمول مولکولی $C_{20}H_{30}O$، فقط گروه عاملی الکلی (—OH) قطبی بوده و بقیهٔ مولکول ناقطبی است؛ در نتیجه در این مولکول **نیروی بین مولکولی وان‌دروالسی بر هیدروژنی غلبه دارد** و این ویتامین در آب نامحلول بوده، ولی در چربی‌ها حل می‌شود.

■ در ساختار **ویتامین دی**[1] با فرمول مولکولی $C_{۲۸}H_{۴۴}O$، مانند ویتامین آ، همهٔ بخش‌ها به‌جز گروه هیدروکسیل (—OH) ناقطبی هستند؛ بنابراین این ویتامین هم **مشابه ویتامین آ در آب نامحلول بوده، ولی در چربی‌ها حل می‌گردد.**



ویتامین دی

■ **ویتامین کا**با فرمول مولکولی $C_{۳۱}H_{۴۶}O_۲$، جزء **ترکیبات آروماتیک** است و همهٔ بخش‌ها به‌جز دو گروه عاملی کتونی، ناقطبی هستند؛ بنابراین این مولکول نیز **در آب نامحلول بوده و در چربی‌ها حل می‌شود.**



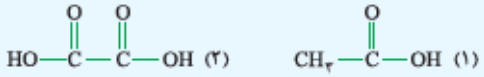
ویتامین کا

■ مصرف بیش از اندازهٔ ویتامین‌های محلول در آب (مانند ویتامین ث) برای بدن مشکلی ایجاد نمی‌کند؛ زیرا این ویتامین‌ها به راحتی و *بدون هیچ دردسری!* به همراه آب از بدن دفع می‌شوند، اما مقدار بیش از اندازهٔ لازم از ویتامین‌های محلول در چربی (مانند ویتامین‌های آ، دی و کا)، در بافت‌های چربی بدن ذخیره شده و *مشکل‌ساز می‌شود!*

کربوکسیلیک اسیدها

■ کربوکسیلیک اسیدها، دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که در ساختارشان یک یا چند **گروه عاملی کربوکسیل** (—COOH یا $-C(=O)-OH$) وجود دارد. کربوکسیلیک اسیدها مزهٔ ترش دارند و pH محلول آبی آن‌ها کم‌تر از ۷ است. **متانوئیک (فورمیک) اسید** با فرمول HCOOH، اولین عضو خانوادهٔ کربوکسیلیک اسیدها است که *سوزش و قرمز شدن گزیدگی مورچهٔ سرخ ناشی از اوست!*

مثال ساختارهای (۱) و (۲) به ترتیب یک کربوکسیلیک اسید یک‌عاملی (اتانوئیک اسید *یا همون استیک اسید که در زندگی روزانه کلی کاربرد داره*) و یک کربوکسیلیک اسید دوعاملی را نشان می‌دهند:



■ فرمول عمومی کربوکسیلیک اسیدهای یک‌عاملی با زنجیر هیدروکربنی سیرشده، $C_{n-۱}H_{۲n-۱}COOH$ یا $C_nH_{۲n}O_۲$ است.

■ مشابه الکل‌ها، با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در کربوکسیلیک اسیدها، نیروی بین مولکولی وان‌دروالسی بر هیدروژنی غلبه کرده و خصلت ناقطبی کربوکسیلیک اسیدها افزایش می‌یابد؛ در نتیجه **انحلال‌پذیری کربوکسیلیک اسیدها در آب، با افزایش تعداد اتم‌های کربن زنجیر هیدروکربنی، کاهش پیدا می‌کند.** *(برعکس! ویژگی آب‌گریزی و چربی‌دوستی‌شون افزایش پیدا میکنه!)*

استرها و واکنش استری شدن

■ استرها دسته‌ای از مواد آلی هستند که در ساختار آن‌ها حداقل یک **گروه عاملی استری** ($-C(=O)-O-$) وجود دارد. *در واقع!* اگر به جای اتم هیدروژن گروه عاملی کربوکسیل در کربوکسیلیک اسیدها (RCOOH)، یک زنجیر هیدروکربنی (R′) قرار گیرد، یک استر با ساختار کلی $R-C(=O)-O-R'$ به دست می‌آید. استرها منشأ بوی خوش شکوفه‌ها، گل‌ها، عطرها و نیز بو و طعم میوه‌ها هستند.

مثال ساختارهای (۱) و (۲) به ترتیب دو استرِ اتیل متانوآت و متیل اتانوآت را نشان می‌دهند:

توجه *به یُمن حضور* هیدروژن متصل به اکسیژن در ساختار کربوکسیلیک اسیدها ($R-C(=O)-O-H$)، علاوه بر نیروی بین‌مولکولی وان‌دروالسی، نیروی بین مولکولی هیدروژنی نیز در این ترکیب‌ها وجود دارد، اما وضعیت در مورد استرها *متفاوته!* **نیروی بین مولکولی استرها فقط از نوع وان‌دروالسی است؛ بنابراین نقطهٔ جوش کربوکسیلیک اسیدها از نقطهٔ جوش استرهایی با فرمول شیمیایی مشابه[2] (با جرم یکسان) بیشتر است.**

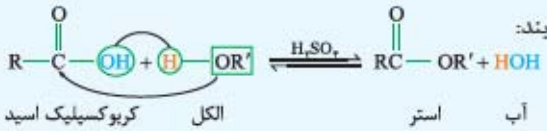
۱- *مواستون باشه که* ساختار ویتامین دی در صفحهٔ ۱۱۱ کتاب درسی *اشتباهه!*

۲- کربوکسیلیک اسیدها و استرها با فرمول شیمیایی یکسان، ایزومر یکدیگر می‌باشند.

کتاب کار

ـ واکنش استری‌شدن ـ

■ استرها از واکنش کربوکسیلیک اسیدها با الکل‌ها در شرایط مناسب به دست می‌آیند:



ـ چند نکته دربارهٔ واکنش استری‌شدن ـ

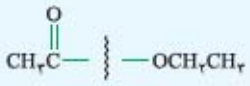
■ **واکنش استری‌شدن، یک واکنش برگشت‌پذیر است**؛ به همین خاطر علاوه بر تبدیل واکنش‌دهنده‌ها (اسید و الکل) به فراورده‌ها (استر و آب)، فراورده‌ها نیز می‌توانند به واکنش‌دهنده‌ها تبدیل شوند.

■ **سرعت واکنش استری‌شدن کم است**، اما این واکنش در محیط اسیدی، برای مثال در حضور سولفوریک اسید، به خوبی انجام می‌شود؛ در واقع **H_2SO_4 نقش کاتالیزگر را ایفا می‌کند.**

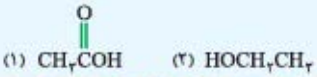
■ در واکنش استری‌شدن، برای تشکیل آب به عنوان فراورده، همواره **OH از اسید و H از الکل** جدا شده و مولکول آب (H_2O) تولید می‌شود.

مثال **استری با فرمول $CH_3C(=O)-OCH_2CH_3$ را از واکنش کدام اسید و الکل می‌توان تهیه کرد؟**

پاسخ ابتدا پیوند بین کربونیل و اکسیژن را می‌شکنیم:



هالاکافیه به عامل کربونیل $(-C(=O)-)$، OH اضافه کنیم تا کربوکسیلیک اسید اولیه (ساختار (۱)) به دست آید و به اکسیژن $(-O-)$، یک H اضافه کنیم تا الکل اولیه (ساختار (۲)) حاصل شود:



بریم سراغ یه مسئله از واکنش استری‌شدن!

مثال **از واکنش ۱۵ گرم استیک اسید با درصد خلوص ۸۰٪ با مقدار کافی متانول در شرایط مناسب، چند گرم استر به دست می‌آید؟ (بازده درصدی واکنش را ۷۵٪ در نظر بگیرید.)** $(O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

پاسخ ابتدا واکنش تولید استر را می‌نویسیم:

$$CH_3COOH + CH_3OH \underset{}{\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}} CH_3COOCH_3 + H_2O$$

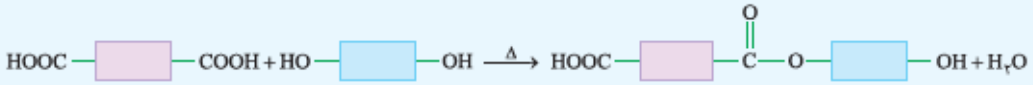
جرم مولی متیل استات $= 3(12)+2(16)+6(1)=74\ g.mol^{-1}$ ، جرم مولی استیک اسید $= 2(12)+2(16)+4(1)=60\ g.mol^{-1}$

$$\text{استر؟g} = 15\,\text{g}\ \text{استیک اسید ناخالص} \times \frac{80\,\text{g}\ \text{استیک اسید خالص}}{100\,\text{g}\ \text{استیک اسید ناخالص}} \times \frac{1\,\text{mol}\ \text{استیک اسید}}{60\,\text{g}\ \text{استیک اسید}} \times \frac{1\,\text{mol}\ \text{استر}}{1\,\text{mol}\ \text{استیک اسید}} \times \frac{74\,\text{g}\ \text{استر}}{1\,\text{mol}\ \text{استر}} \times \frac{75}{100} = 11/1\,\text{g}\ \text{استر}$$

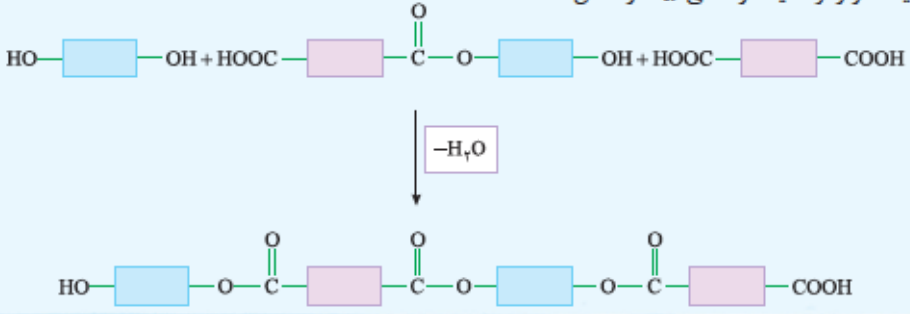
(جرم استیک اسید خالص) (بازده درصدی واکنش)

پلی‌استرها

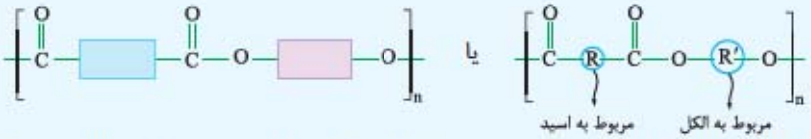
■ پلی‌استرها دسته‌ای از پلیمرها هستند که از **دو نوع مونومر سازندهٔ متفاوت شامل کربوکسیلیک اسید دوعاملی (دی‌اسید) و الکل دوعاملی (دی‌الکل) تهیه می‌شوند** و از آن‌ها می‌توان الیاف، نخ و در نهایت پارچه‌های پلی‌استری تولید کرد. مطابق شکل زیر، از واکنش یک کربوکسیلیک اسید دوعاملی با یک الکل دوعاملی، یک گروه عاملی استری تشکیل می‌شود:



• در ساختار فراوردهٔ بالا، هم‌چنان یک گروه عاملی هیدروکسیل و یک گروه عاملی کربوکسیل وجود دارد؛ بنابراین واکنش استری‌شدن می‌تواند ادامه پیدا کند. فراوردهٔ واکنش، از سمتی که گروه $(-COOH)$ قرار دارد، می‌تواند با یک مونومر الکل دوعاملی دیگر و از سمتی که گروه $(-OH)$ قرار دارد، می‌تواند با یک مونومر اسید دوعاملی *دیگه!* واکنش دهد:

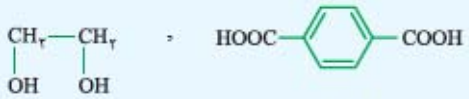


• با ادامهٔ این روند، مولکول‌های *بیشتر و بیشتری!* با یکدیگر واکنش می‌دهند و سرانجام مولکول‌هایی با زنجیر بلند که شامل تعداد بسیار زیادی گروه عاملی استری است، تشکیل می‌شود. فراوردهٔ این واکنش **پلی‌استر** نام دارد و فرمول عمومی آن را به صورت‌های زیر نمایش می‌دهند:

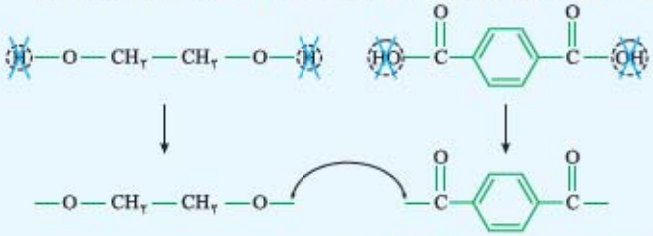


■ با استفاده از اسیدها و الکل‌های دوعاملی گوناگون (با تغییر زنجیرهای کربنی R و R′) می‌توان پلی‌استرهایی با ویژگی‌های متفاوت تهیه کرد.

مثال| فرمول کلی پلی‌استر تهیه‌شده از دو مونومر روبه‌رو را بنویسید.



پاسخ| ابتدا H موجود در گروه‌های عاملی الکلی و (OH—) موجود در گروه عاملی اسیدی را برمی‌داریم:



حالا کافیه با اتصال دو بخش به دست آمده، گروه عاملی استری ایجاد کنیم:

هواستون باشه که دو ساختار بالا یکی‌اند!

توجه در واکنش تهیهٔ پلی‌استرها، پس از واکنش مونومرها با یکدیگر، مولکول‌های آب (H_2O) خارج می‌گردد؛ بنابراین **جرم مولی پلیمر، از مجموع جرم مولی مونومرهای سازندهٔ آن‌ها کم‌تر است.**

بیشتر یه کم طولانی شد!

پرسش‌نامه

۱ در هر مورد، از بین دو واژهٔ داده‌شده، واژهٔ مناسب را انتخاب کنید.

آ) گشتاور دوقطبی الکل‌ها از آلکان‌های هم‌کربن خود (بیشتر / کم‌تر) است.

ب) ویژگی چربی‌دوستی الکل‌ها، با افزایش شمار اتم‌های کربن، (افزایش / کاهش) می‌یابد.

پ) تعداد اتم‌های هیدروژن در مولکول (پروپانول / اتانول)، سه برابر تعداد اتم‌های کربن در این مولکول است.

ت) نیروی بین مولکولی الکل‌ها تا (چهار / پنج) کربن از نوع (وان‌درووالسی / هیدروژنی) بوده؛ به همین دلیل (به خوبی / به هر نسبتی) در آب حل می‌شوند.

ث) ویتامین (دی / کا)، جزء ترکیب‌های آروماتیک به شمار می‌رود.

ج) از واکنش اتانول با استیک اسید در محیط (بازی / اسیدی)، استری با (سه / چهار) اتم کربن به دست می‌آید.

۲ با توجه به واژه‌های داخل کادر، کلمهٔ مناسب برای تکمیل هر عبارت را بنویسید. توجه کنید که ممکن است از برخی موارد، بیش از یک بار استفاده شود و البته برخی از آن‌ها هم *سیاهی لشکرند!*

فورمیک اسید ـ دو ـ هیدروژنی ـ نامحلول ـ قطبی ـ اتانول ـ اتیل متانوآت ـ استیک اسید ـ ناقطبی ـ محلول ـ متانول ـ متیل اتانوآت ـ ث ـ یک ـ وان‌درووالسی ـ دی

آ) ....., سبک‌ترین عضو خانوادهٔ الکل‌ها است.

ب) با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در الکل‌ها، نیروی ..... بر ..... غلبه می‌کند و ویژگی ..... الکل افزایش می‌یابد.

پ) ویتامین ..... در آب و ویتامین ..... در چربی انحلال‌پذیر است.

ت) ....., یک کربوکسیلیک اسید ..... کربنی است و یکی از پرکاربردترین اسیدهای آلی در زندگی روزانه می‌باشد.

ث) نام استر حاصل از استیک اسید و متانول ..... است.

۳ درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را تعیین کرده و در صورت نادرست‌بودن، شکل درست آن را بنویسید.

آ) انحلال‌پذیری ۱- اوکتانول در آب، کم‌تر از یک گرم در ۱۰۰ g آب است.

ب) با افزایش طول زنجیر هیدروکربن‌های راست‌زنجیر، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب، به طور تقریبی ثابت باقی می‌ماند.

پ) برخلاف گروه عاملی اسیدی، به گروه استری دو بخش یا دو زنجیر هیدروکربنی می‌تواند متصل شود.

ت) در ویتامین آ برخلاف ویتامین کا، نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی از نوع وان‌درووالسی است.

ث) از محصول واکنش اتانول با استیک اسید، برای تولید شوینده با بوی آناناس استفاده می‌شود.

۴ هر یک از عبارت‌های داده‌شده در ستون A با یک مورد از ستون B ارتباط دارد. آن را پیدا کرده و حرف مربوطه را داخل کادر بنویسید. *(برخی از موارد ستون B پیلوری هستن!)*

A	B
آ) این الکل، به هر نسبتی در آب حل می‌شود. ☐	a) الکل‌ها
ب) بدن انسان نمی‌تواند مقدار بیش از اندازهٔ لازم از این ویتامین را دفع کند. ☐	b) ۱- پروپانول
پ) دسته‌ای از مواد هستند که بوی خوش شکوفه‌ها، گل‌ها و عطرها به دلیل وجود این مواد در آن‌هاست. ☐	c) اتیل بوتانوآت
ت) ترکیب‌های دارای این گروه عاملی، مزهٔ ترش دارند. ☐	d) ویتامین ث
ث) از این مواد می‌توان الیاف و نخ تهیه نمود و از آن در تولید پارچه استفاده کرد. ☐	e) هیدروکسیل
ج) استری با ۶ اتم کربن که به اتم اکسیژن گروه استری آن، چهار اتم کربن متصل است. ☐	f) پلی‌استرها
	g) کربوکسیل
	h) ویتامین کا
	i) استرها
	j) بوتیل اتانوآت
	k) ۱- پنتانول

۵ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. $(O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

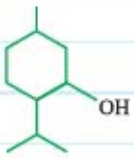
آ) ساختار اتانول و بوتانول را رسم کنید.

ب) تفاوت جرم مولی اتانول را با نخستین عضو خانوادهٔ الکل‌ها به دست آورید.

پ) شمار پیوندهای «C — H» و «C — C» را در بوتانول به دست آورید.

ت) چند درصد از جرم اتانول را اکسیژن تشکیل داده است؟

۶ با توجه به شکل روبه‌رو که ساختار منتول را نشان می‌دهد، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.



آ) فرمول مولکولی این الکل را بنویسید.

ب) این الکل جزء کدام‌یک از ترکیب‌های آلی سیرشده یا سیرنشده دسته‌بندی می‌شود؟

پ) اگر به جای گروه متیل در این مولکول، یک گروه عاملی هیدروکسیل قرار بگیرد، ساختار الکل دوعاملی حاصل را رسم کرده و فرمول مولکولی آن را بنویسید.

۷ به پرسش‌های زیر دربارهٔ الکل‌ها، پاسخ دهید.

آ) دو نوع نیروی بین مولکولی در الکل‌ها را نام ببرید.

ب) در هر یک از الکل‌های زیر، نیروی بین مولکولی غالب از چه نوعی است؟

الکل	$CH_3CH_2CH_2OH$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2OH$	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2OH$
نیروی بین مولکولی غالب			

پ) چرا ویژگی چربی‌دوستی الکل‌ها با افزایش شمار اتم‌های کربن، افزایش می‌یابد؟

۸ به پرسش‌های زیر دربارهٔ دو مولکول اتانول و ۱- اوکتانول، پاسخ دهید.

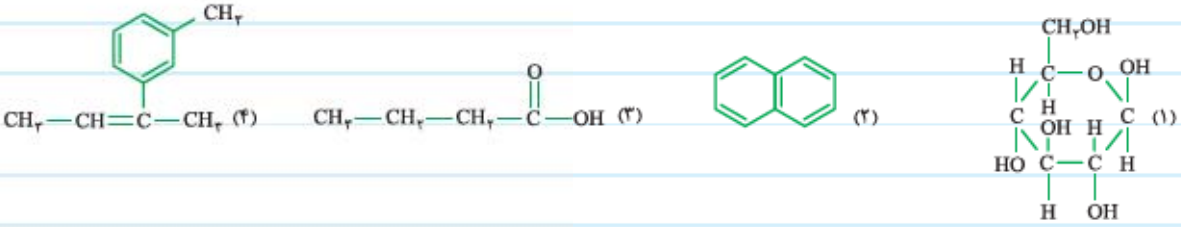
آ) با رسم ساختار این الکل‌ها، بخش‌های قطبی و ناقطبی را در هر یک از این دو مولکول مشخص کنید.

ب) هر یک از ویژگی‌های زیر را برای این دو الکل با هم مقایسه کنید.

ویژگی آب‌گریزی: ☐ > ☐ ، ویژگی چربی‌دوستی: ☐ > ☐ ، گشتاور دوقطبی: ☐ > ☐

پ) تفاوت جرم مولی این دو الکل را *بیابید!* $(O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۹ با توجه به ساختارهای داده‌شده، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



آ) مولکول‌های دوبخشی (دارای بخش قطبی و بخش ناقطبی) را مشخص کرده و قسمت‌های قطبی این مولکول‌ها را روی شکل نشان دهید.

ب) *به کمک قاطرانتون از شیمی دهم و هلال‌های قطبی و ناقطبی!* پیش‌بینی کنید که کدام‌یک از ترکیب‌های نشان داده شده، در هگزان حل می‌شوند؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

۱۰ به پرسش‌های زیر در مورد الکل‌های روبه‌رو، پاسخ دهید.

بوتانول ـ اتانول ـ ۱- اوکتانول

آ) در شرایط یکسان، انحلال‌پذیری این الکل‌ها را در آب با هم مقایسه کنید.

انحلال‌پذیری در آب: ☐ > ☐ > ☐

ب) در کدام‌یک از این الکل‌ها، نیروی بین مولکولی غالب، از نوع هیدروژنی است؟

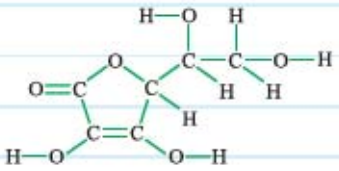
پ) میزان اختلاف انحلال‌پذیری کدام‌یک از این الکل‌ها در آب، با انحلال‌پذیری آلکان هم‌کربنش، کم‌تر است؟

۱۱ در بین الکل‌های یک‌عاملی با فرمول عمومی $C_nH_{2n+2}O$، انحلال‌پذیری چند الکل در آب، از یک گرم در ۱۰۰ گرم آب، بیشتر است؟

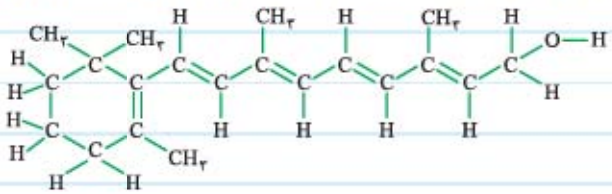
۱۲ اگر ساختارهای نشان داده شده مربوط به ویتامین آ و ویتامین ث باشند، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

کتاب کار

۱۲ اگر ساختارهای نشان داده شده مربوط به ویتامین آ و ویتامین ث باشند، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



(۱)



(۲)

آ) کدام ساختار مربوط به ویتامین آ و کدام‌یک مربوط به ویتامین ث است؟

ب) قسمت‌های قطبی هر مولکول را روی شکل نشان دهید.

پ) کدام ویتامین در آب و کدام‌یک در چربی حل می‌شود؟ چرا؟

ت) گروه‌های عاملی موجود در هر ویتامین را مشخص کرده و نام آن‌ها را بنویسید.

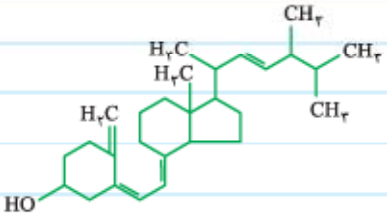
ث) با توجه به ساختارهای داده شده، فرمول مولکولی این دو ویتامین را بنویسید.

ج) *بدون انجام محاسبه!* درصد جرمی کربن را در این دو ویتامین با هم مقایسه کنید. درصد جرمی کربن: [ ] > [ ]

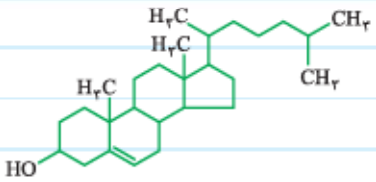
چ) با توجه به ساختارهای داده‌شده، در هر یک از دو ویتامین چند پیوند اشتراکی یگانه و چند پیوند اشتراکی دوگانه وجود دارد؟

ح) مصرف بیش از اندازهٔ لازم از کدام ویتامین، برای بدن مشکل ایجاد می‌کند؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

۱۳ با توجه به شکل‌های زیر، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.



(۱)



(۲)

آ) کدام ساختار مربوط به ویتامین دی است؟ فرمول مولکولی آن را بنویسید.

ب) قسمت‌های ناقطبی هر مولکول را روی شکل مربوطه نشان دهید.

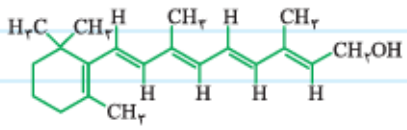
پ) نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به شمار اتم‌های کربن را در هر یک از این دو مولکول به دست آورید.

مولکول (۱): $\frac{\text{تعداد اتم‌های هیدروژن}}{\text{تعداد اتم‌های کربن}} = \frac{\text{.....}}{\text{.....}} = \text{.....}$

مولکول (۲): $\frac{\text{تعداد اتم‌های هیدروژن}}{\text{تعداد اتم‌های کربن}} = \frac{\text{.....}}{\text{.....}} = \text{.....}$

۱۴ با توجه به ساختار نشان داده شده در شکل زیر، حساب کنید در ۷۱/۵ گرم ویتامین آ، چند اتم هیدروژن وجود دارد؟

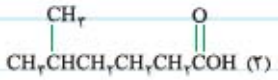
$(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$



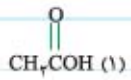
۱۵ به پرسش‌های زیر دربارهٔ کربوکسیلیک اسیدها، پاسخ دهید.

آ) فرمول شیمیایی ساده‌ترین کربوکسیلیک اسید را بنویسید.

ب) چه نوع نیروهای بین مولکولی در هر یک از کربوکسیلیک اسیدهای زیر، وجود دارد؟



(۲)

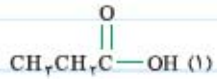


(۱)

پ) عبارت زیر را با خط‌زدن واژه‌های نادرست، کامل کنید.

«در ترکیب‌های آلی مانند کربوکسیلیک اسیدها که دو بخش قطبی و ناقطبی دارند، با افزایش طول زنجیر کربنی، بخش (قطبی / ناقطبی) بزرگ‌تر شده، قطبیت مولکول (کاهش / افزایش) می‌یابد و ویژگی آب‌گریزی این ترکیب‌ها (کم‌تر / بیشتر) می‌شود.»

۱۶ هر یک از ویژگی‌های داده‌شده را برای دو ساختار زیر مقایسه کنید.



(۱)

(۲)

آ) ویژگی چربی‌دوستی: (۲) ☐ (۱)

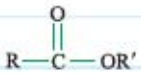
ب) گشتاور دوقطبی: (۲) ☐ (۱)

پ) جاذبهٔ بین هر یک از این مولکول‌ها با مولکول‌های آب: (۲) ☐ (۱)

ت) انحلال‌پذیری در آب: (۲) ☐ (۱)

۱۷ اگر در ساختار استیک اسید و بوتانوئیک اسید، به جای هیدروژن متصل به اکسیژن، گروه اتیل (CH_2CH_3) قرار دهیم، ساختار استرهای حاصل را رسم کرده و آن‌ها را نام‌گذاری کنید.

۱۸ با توجه به شکل زیر که ساختار کلی استرها را نشان می‌دهد، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.



آ) کدام‌یک از گروه‌های R و R' می‌توانند هیدروژن باشند؟

ب) ساختار استری را که تنها دو اتم کربن دارد، رسم کرده و نام آن را بنویسید.

پ) اگر به جای گروه‌های R و R' به ترتیب گروه‌های اتیل و پروپیل قرار بگیرند، نام استر حاصل را بنویسید.

ت) در ساختار اتیل استات، تعداد اتم‌های هیدروژن گروه R' چند برابر تعداد اتم‌های هیدروژن گروه R است؟

۱۹ به نظر شما آیا عبارت زیر درست است؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

«نقطهٔ جوش استری با فرمول $C_2H_4O_2$، از نقطهٔ جوش اتانوئیک اسید، بیشتر است.»

۲۰ در هر مورد، محصول واکنش استری‌شدن را بنویسید.

آ) اتانوئیک اسید + بوتانول: .....

ب) پروپانوئیک اسید + پروپانول: .....

۲۱ به نظر شما آیا عبارت زیر درست است؟ *با کمک گرفتن از معلمتان!* **پاسخ خود را توضیح دهید.**

«در واکنش استری‌شدن، از واکنش OH الکل با H کربوکسیلیک اسید، آب تولید می‌شود.»

۲۲ با توجه به شکل روبه‌رو که مربوط به استری است که بو و طعم آناناس ناشی از آن می‌باشد، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.

آ) فرمول ساختاری این استر را رسم کنید.

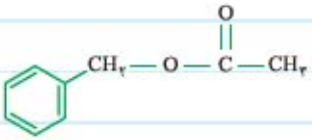
ب) نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به شمار اتم‌های کربن را در این ترکیب به دست آورید.

پ) *بدون انجام محاسبه بگویید که* درصد جرمی کربن در این استر، با درصد جرمی کربن در کدام‌یک از ترکیب‌های زیر برابر نیست؟

بوتیل اتانوآت ـ هگزانوئیک اسید ـ هگزانول

ت) در صنعت، این استر را از واکنش کدام الکل و اسید تهیه می‌کنند؟ معادلهٔ واکنش مربوطه را بنویسید.

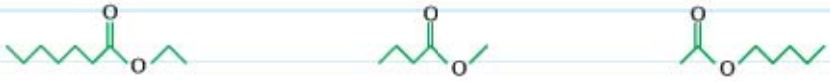
۲۳ بوی گل یاسمن به دلیل وجود بنزیل استات است. با توجه به شکل زیر که ساختار گستردهٔ این استر را نشان می‌دهد، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.



آ) نسبت شمار پیوندهای اشتراکی دوگانه به شمار پیوندهای اشتراکی را در این ترکیب به دست آورید.

ب) این استر را از واکنش کدام الکل و اسید می‌توان تهیه کرد؟ معادلهٔ واکنش مربوطه را بنویسید.

۲۴ با توجه به ساختار استرهای زیر، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.



(۱) (۲) (۳)

آ) هر یک از این استرها در کدام‌یک از میوه‌های زیر یافت می‌شود؟

سیب: استر شمارهٔ ..... انگور: استر شمارهٔ ..... موز: استر شمارهٔ .....

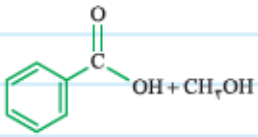
ب) ویژگی آب‌گریزی اسید سازندهٔ کدام استر بیشتر است؟

پ) الکل سازندهٔ کدام استر(ها) به هر نسبتی در آب حل می‌شود(ند)؟

ت) *بدون انجام محاسبه بگویید که* درصد جرمی کربن در مولکول کدام استر بیشتر است؟

۲۵ در واکنش‌های استری‌شدن زیر، جاهای خالی را با ساختار مناسب پر کنید.

آ) ..... + ... $\underset{}{\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}}$ $CH_3CH_2CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3$ + ...



ب) $\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}$ ..... + ...

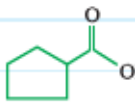
پ) ..... + ... $\overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}$ $CH_3CH_2CH_2-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$ + ...

ت) $CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH + CH_3\underset{OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 \overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons}$ ..... + ...

۲۶ استری با فرمول مولکول $C_7H_{14}O_2$ را به کمک کدام‌یک از واکنش‌های زیر نمی‌توان تهیه کرد؟

آ) $CH_3(CH_2)_2OH + CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}OH \rightarrow$ .....

ب) $CH_3CH_2\underset{OH}{\underset{|}{C}}HCH_3 + CH_3CH_2\overset{\overset{O}{\|}}{C}OH \rightarrow$ .....

پ)  .....

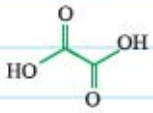
با دو تا مسئله از استرها چطورین؟

۲۷ **A یک الکل راست‌زنجیر سیرشده است. اگر بر اثر واکنش این الکل با استیک اسید در شرایط مناسب، استری با جرم مولی $158\ g.mol^{-1}$ تولید شود، تعداد اتم‌های کربن را در زنجیرهٔ هیدروکربنی این الکل به دست آورید. $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$**

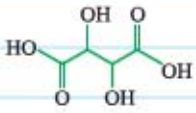
۲۸ **بر اثر واکنش ۲۵۰ گرم بوتانوئیک اسید با درصد خلوص ۸۸٪ با مقدار کافی اتانول، ۳۶ میلی‌لیتر آب با چگالی $1\ g.mL^{-1}$ به دست می‌آید. بازده درصدی این واکنش را حساب کنید. $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$**

۲۹ **با توجه به ساختار تارتاریک اسید و اگزالیک اسید که به ترتیب اسیدهای موجود در انگور و ریواس هستند، درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را تعیین کرده و در صورت نادرست‌بودن، شکل درست آن را بنویسید. $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$**

آ) تارتاریک اسید یک کربوکسیلیک اسید دوعاملی است که دو گروه عاملی الکلی دارد.



اگزالیک اسید

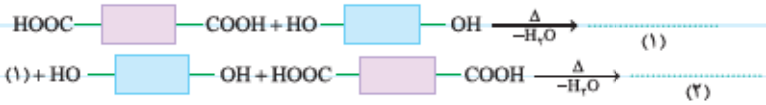


تارتاریک اسید

ب) درصد جرمی کربن در مولکول اگزالیک اسید، از مولکول تارتاریک اسید بیشتر است.

پ) برخلاف اگزالیک اسید، از تارتاریک اسید نمی‌توان در تهیهٔ پلی‌استرها استفاده کرد.

۳۰ **با توجه به شکل زیر که الگویی برای واکنش استری‌شدن بین یک کربوکسیلیک اسید دوعاملی و یک الکل دوعاملی را نشان می‌دهد، به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.**



آ) ساختار ترکیب‌های (۱) و (۲) را رسم کنید.

ب) به نظر شما آیا عبارت زیر درست است؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

«در ساختار فراوردهٔ هر مرحله از واکنش تولید پلی‌استر، هم‌چنان یک گروه عاملی الکلی و یک گروه عاملی کربوکسیل وجود دارد.»

پ) برای تولید یک مول از ترکیب (۲)، در مجموع چند مول آب آزاد می‌شود؟

۳۱ **کدام‌یک از شکل‌های زیر، ساختار پلی‌استر تولیدشده از یک کربوکسیلیک اسید دوعاملی با یک الکل دوعاملی را می‌تواند به درستی نشان دهد؟ پاسخ خود را توضیح دهید.**