

به نام پروردگار مهربان



# شیمی آسی

دهم | یازدهم | دوازدهم

محمد حسین انوشه، وحید افشار

مدیر و ناظر علمی دپارتمان شیمی: محمد حسین انوشه



لقمه طلایه



مهروماه

# فهرست

- |     |       |                              |
|-----|-------|------------------------------|
| ۱۱  | بخش ۱ | شیمی آلی چیست؟               |
| ۲۱  | بخش ۲ | هیدروکربن‌ها                 |
| ۶۹  | بخش ۳ | سوخت‌های فسیلی و صنعت        |
| ۹۳  | بخش ۴ | اکسیژن و نیتروژن در شیمی آلی |
| ۱۴۷ | بخش ۵ | شیمی زنده                    |
| ۱۹۱ | بخش ۶ | بسیارش و پلیمرها             |
| ۲۲۵ | بخش ۷ | پلیمرها در زندگی             |
| ۲۴۹ | بخش ۸ | شیمی آلی دوازدهم در یک نگاه  |
| ۲۶۵ |       | پیوست: جداول کاربردی         |

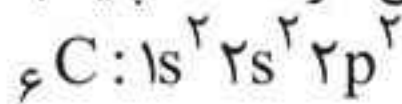


## کربن، پایه شیمی آلی

### قسمت دوم

گفتیم که در تمام مواد آلی، کربن وجود دارد. تعداد اتم‌های کربن در مولکول‌های مواد آلی مختلف می‌تواند یک یا چند عدد باشد. امروزه تعداد بسیار زیادی ترکیب مختلف آلی شناسایی و یا ساخته شده است و تعداد مواد آلی چند برابر مواد معدنی است! چه چیزی در اتم کربن وجود دارد که باعث این تنوع در مواد آلی شده است؟!

کربن با نماد شیمیایی C دارای عدد اتمی  $Z = 6$  بوده و در دوره ۲ در رأس گروه ۱۴ جدول تناوبی قرار دارد. این عنصر دارای اتم‌هایی با ۶ پروتون درون هسته است و در حالت خنثی ۶ الکترون هم در اطراف این هسته وجود دارند. آرایش الکترونی کربن در حالت پایه به صورت روبه‌رو است:

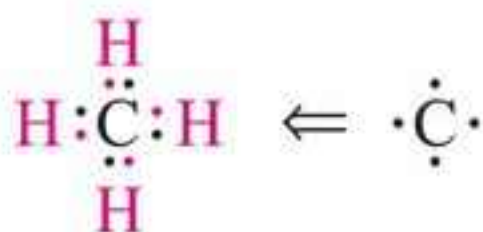


به جایگاه عنصر کربن در جدول دوره‌ای عناصرها توجه کنید:

۱	۲											۱۸																																															
۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸																																												
۱۹	۲۰											۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸	۳۹	۴۰																																				
۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	۴۵	۴۶	۴۷	۴۸	۴۹	۵۰	۵۱	۵۲	۵۳	۵۴	۵۵	۵۶	۵۷	۵۸	۵۹	۶۰	۶۱	۶۲	۶۳	۶۴	۶۵	۶۶	۶۷	۶۸	۶۹	۷۰	۷۱	۷۲	۷۳	۷۴	۷۵	۷۶	۷۷	۷۸	۷۹	۸۰	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳	۹۴	۹۵	۹۶	۹۷	۹۸	۹۹	۱۰۰

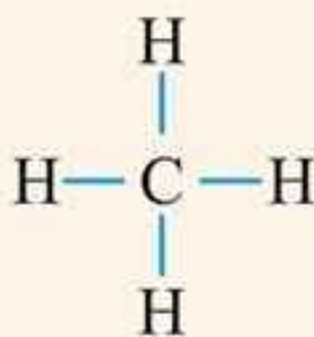
در آخرین لایه الکترونی کربن ۴ الکترون وجود دارد. این موضوع باعث می‌شود تا تشکیل یون پایدار (مطابق قاعده اوکتت یا هشت‌تایی) برای کربن بسیار دشوار باشد، زیرا باید به یون  $C^{4+}$  یا  $C^{4-}$  تبدیل شود و بار الکتریکی زیاد، باعث می‌شود این یون‌ها پایدار نباشند.

کربن برای رسیدن به آرایش گاز نجیب، دست به دامن پیوندهای اشتراکی می‌شود. این اتم در لایه آخر یا همان لایه ظرفیت خود چهار الکترون دارد و با برقراری چهار پیوند اشتراکی، به آرایش گاز نجیب می‌رسد:

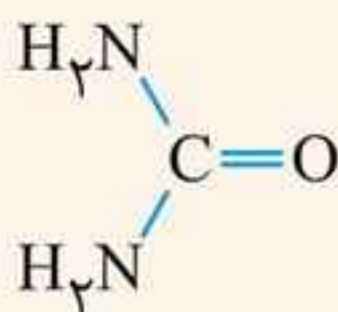


اتم کربن دارای ۴ الکترون در لایه آخر است؛ پس با برقراری چهار پیوند، به پایداری می‌رسد.

**نکته:** این که ۴ پیوند برای پایدار شدن اتم کربن، مورد نیاز است؛ یکی از مهم‌ترین مواردی است که باعث تنوع مواد آلی می‌شود. اتم کربن می‌تواند چهار پیوند را به شکل‌های مختلفی تشکیل دهد:



کربن ۴ پیوند یگانه دارد.



کربن ۱ پیوند دوگانه و ۲ پیوند یگانه تشکیل داده است.



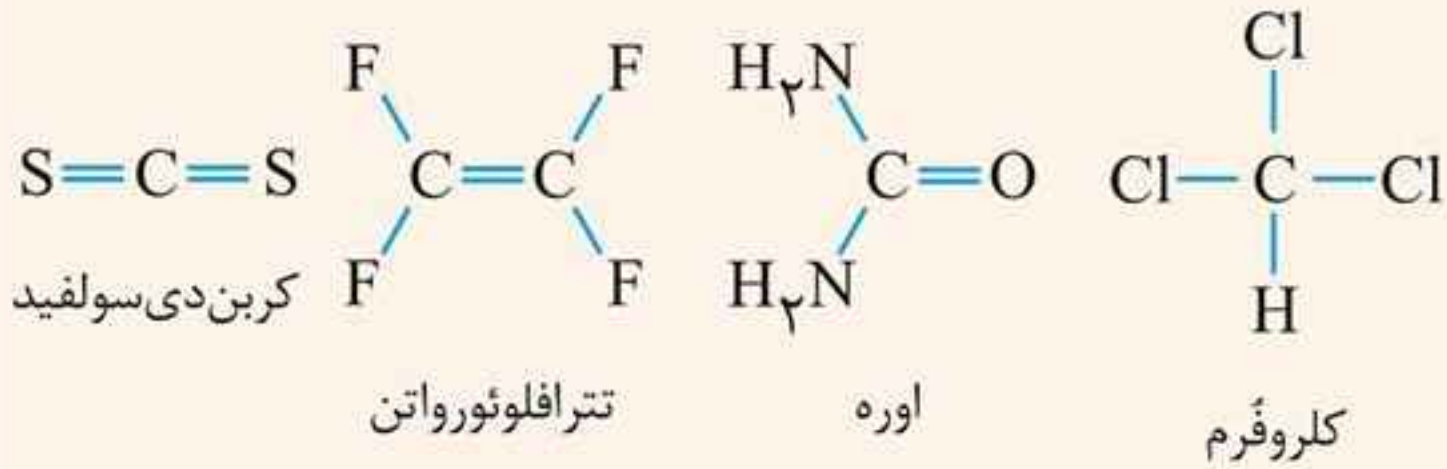
کربن ۲ پیوند دوگانه تشکیل داده است.



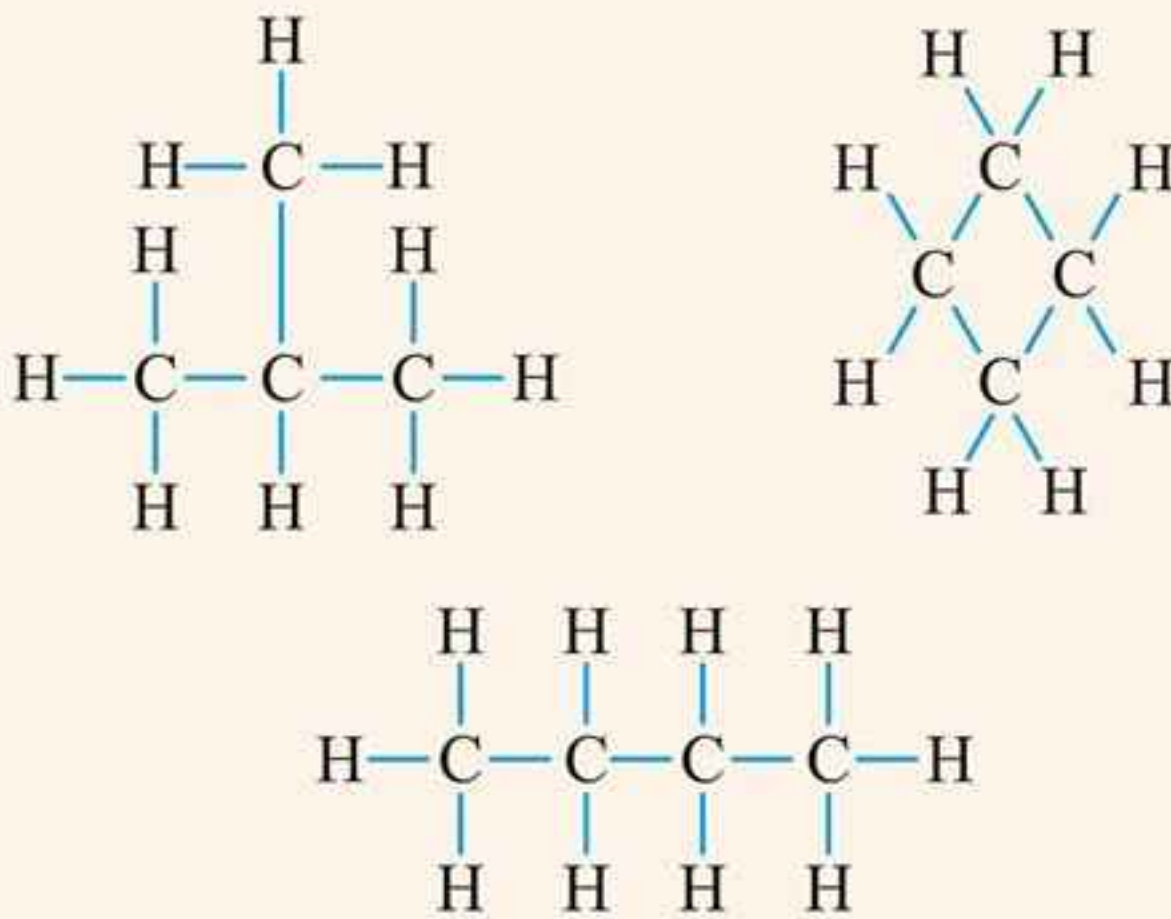
کربن ۱ پیوند یگانه و ۱ پیوند سه‌گانه تشکیل داده است.



اتم کربن می‌تواند پیوندهای مستحکمی با دیگر اتم‌های کربن، هیدروژن، هالوژن‌ها، اکسیژن، گوگرد و نیتروژن برقرار کند.



نوع چیدمان اتم‌های کربن در مولکول‌های مختلف می‌تواند به شکل خط راست، زنجیر دارای شاخه فرعی، حلقه یا ترکیبی از این‌ها باشد:

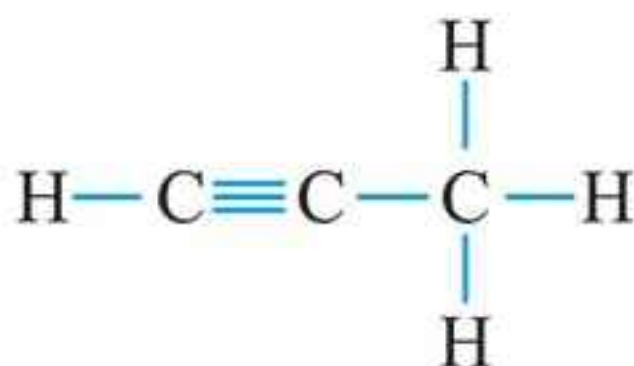
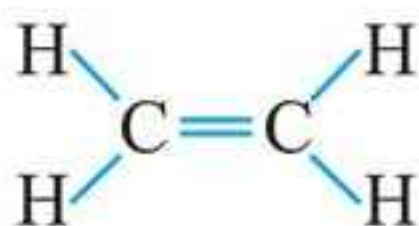
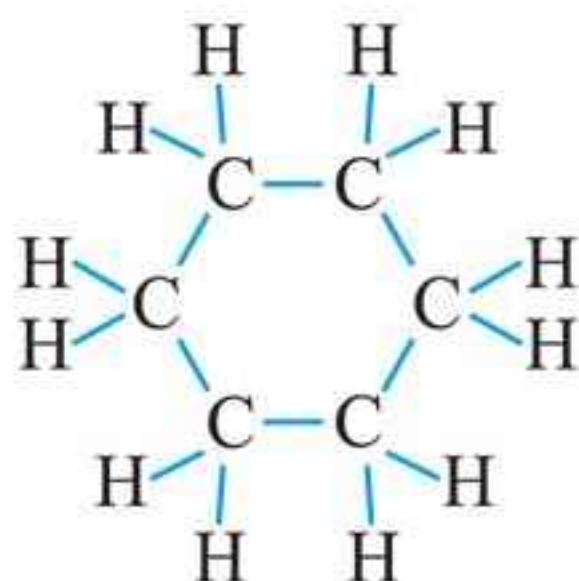




## مقدمه



در این بخش می‌خواهیم با انواع **هیدروکربن‌ها** آشنا شویم. این مواد فقط از عنصرهای **هیدروژن** و **کربن** تشکیل شده‌اند. چند نمونه از آن‌ها را در ادامه می‌بینید:



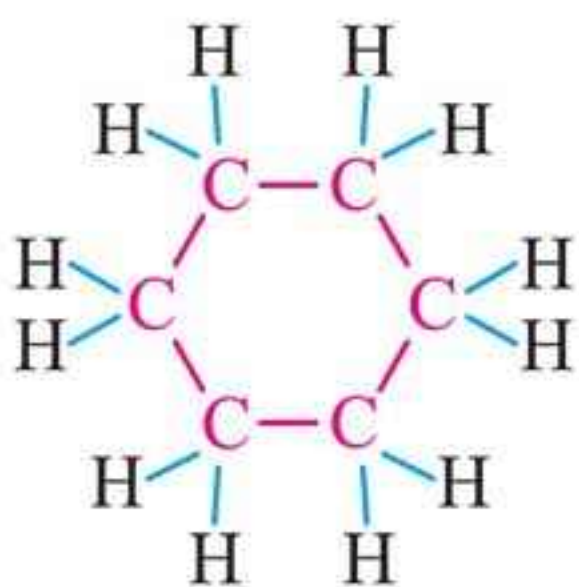
به دلیل تنوع بسیار در ساختار مولکول هیدروکربن‌ها، آن‌ها را در گروه‌های جداگانه قرار می‌دهند و ما هم به ترتیب به بررسی ۵ دسته زیر می‌پردازیم:

۱. آلکان‌ها	۲. آلکن‌ها
۳. آلکین‌ها	۴. هیدروکربن‌های حلقوی غیرآروماتیک
۵. هیدروکربن‌های حلقوی آروماتیک	

## هیدروکربن‌ها مهروماه

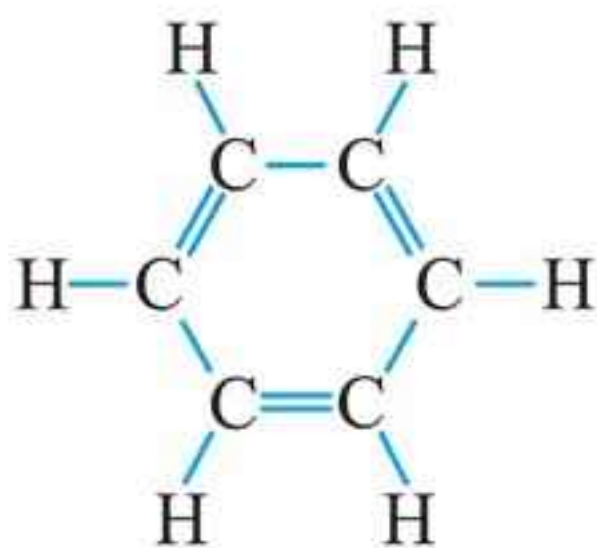
ملاک دسته‌بندی هیدروکربن‌ها به گروه‌های بالا، شیوهٔ اتصال اتم‌های کربن به یکدیگر است: در **آلکان‌ها** پیوند بین اتم‌های کربن فقط از نوع ساده یا یگانه است، یعنی به شکل  $C-C$  و اتم‌های کربن به شکل زنجیروار به یکدیگر متصلند و حلقه‌ای هم تشکیل نشده است.

در **آلکن‌ها** یک پیوند بین دو اتم کربن به شکل دو گانه است، یعنی به صورت  $C=C$ . در مولکول یک **آلکین** یک پیوند سه گانه بین دو اتم کربن برقرار است، به شکل  $C\equiv C$ .



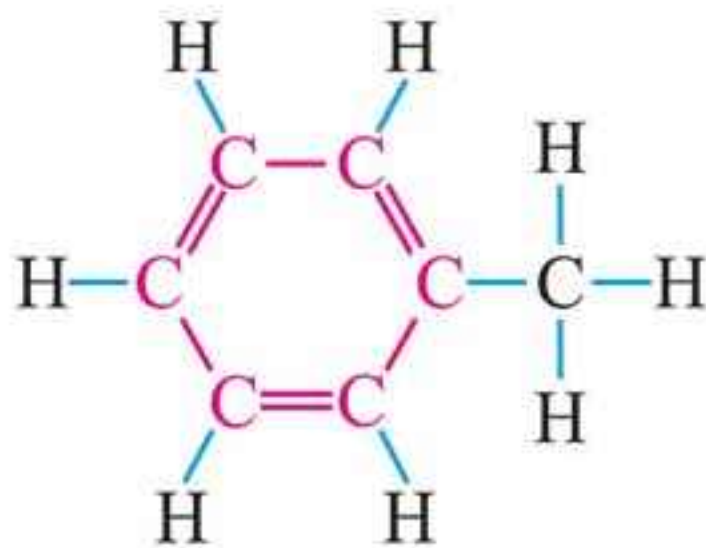
هیدروکربن‌های **حلقوی** آن‌هایی هستند که در مولکول‌شان، اتم‌های کربن آرایشی حلقوی به خود گرفته‌اند؛ یعنی نمی‌توان برای مولکول ابتدا و انتها تعیین کرد؛ مثل مولکول سیکلوهگزان (شکل روبه‌رو) که قبلاً با آن آشنا شده‌اید:

و در آخر می‌رسیم به هیدروکربن‌های **آروماتیک** که در مولکول خود دارای **حلقهٔ بنزن** هستند:



بنزن

سردستهٔ هیدروکربن‌های آروماتیک



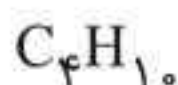
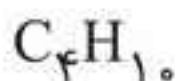
نمونهٔ یک هیدروکربن

آروماتیک

در ادامهٔ بخش به‌طور مفصل با هریک از این گروه‌ها آشنا می‌شوید.

### رسم ایزومری در آلکان‌ها

مولکول‌هایی وجود دارند که فرمول مولکولی یکسان دارند؛ اما شیوه اتصال اتم‌ها به یکدیگر در ساختارشان (فرمول ساختاری‌شان) متفاوت است؛ پس خواص مختلفی هم دارند. شیمی‌دان‌ها به مولکول‌های مختلف با فرمول مولکولی یکسان **ایزومر** یا **هم‌پار** می‌گویند. مثلاً دو مولکول زیر، ایزومر یکدیگرند:



حالا می‌خواهیم با بررسی انواع مولکول‌های دارای فرمول  $C_5H_{12}$  به **استراتژی رسم ایزومرها** پی ببریم:

■ قطعاً ۱ آلکان وجود دارد که راست‌زنجیر است و ۵ کربن دارد:



■ در مرحله بعدی به سراغ مولکول یا مولکول‌هایی می‌رویم که زنجیر اصلی ۴ کربنی دارند (با ۱ شاخه متیل):



A



B

حالت دیگری وجود ندارد، چون شاخه متیل روی کربن انتهایی زنجیر نمی‌تواند قرار بگیرد. اما اگر اندکی توجه کنیم، متوجه می‌شویم که مولکول‌های A و B یکی هستند! بله، هر دو مولکول «۲-متیل بوتان» هستند؛ پس در قرار دادن شاخه یا شاخه‌های جانبی باید حواسمان به این موضوع هم باشد.

■ حالا نوبت می‌رسد به مولکول‌هایی که زنجیر اصلی ۳ کربنی دارند. در این جا ۲ حالت کلی ممکن است:

اول اینکه ۱ شاخه اتیل داشته باشیم و دوم اینکه ۲ شاخه متیل داشته باشیم:





C



D

همان طور که احتمالاً متوجه شده‌اید؛ مولکول C هم مولکولی غیر از A یا B نیست، زیرا در رسم ایزومرها اتیل نباید روی دومین کربن زنجیر اصلی قرار داده شود. پس کلاً ۳ ساختار ممکن است.

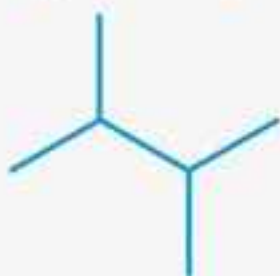


**سؤال:** چند مولکول با فرمول  $C_6H_{14}$  وجود دارد؟

**جواب:** به جز  به سراغ ایزومرهایی با تعداد اتم کربن کم‌تر در زنجیر اصلی می‌رویم:



با زنجیر اصلی ۵ کربنی:



با زنجیر اصلی ۴ کربنی:

هیدروکربنی با زنجیر اصلی ۳ کربنی نمی‌تواند فرمول  $C_6H_{14}$  داشته باشد، پس ۵ ساختار مختلف امکان‌پذیر است.

**سؤال:** چند مولکول مختلف فرمول  $C_7H_{16}$  دارند؟

**جواب:** از بلندترین زنجیر اصلی شروع می‌کنیم:

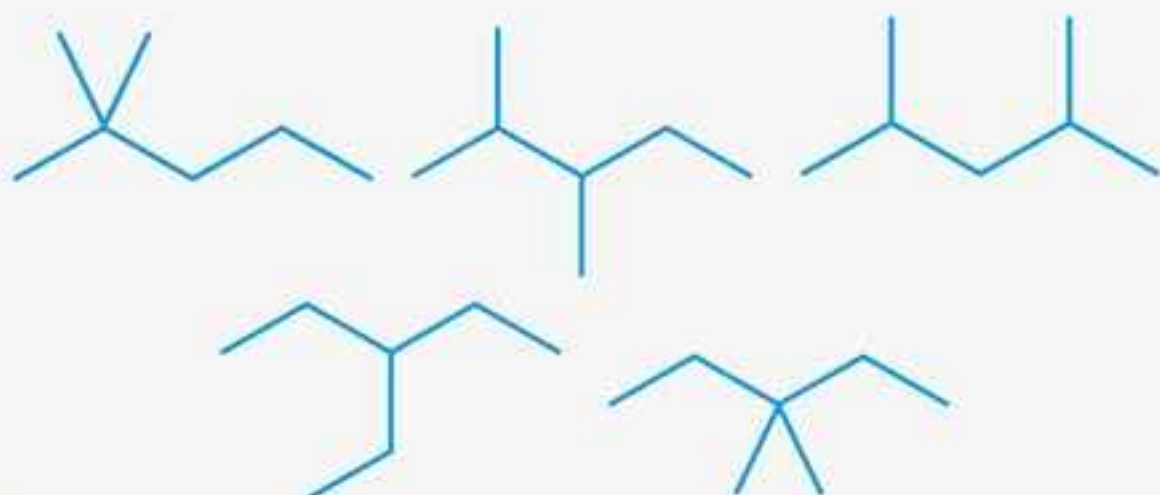


با زنجیر اصلی ۷ کربنی:



با زنجیر اصلی ۶ کربنی:

با زنجیر اصلی ۵ کربنی:



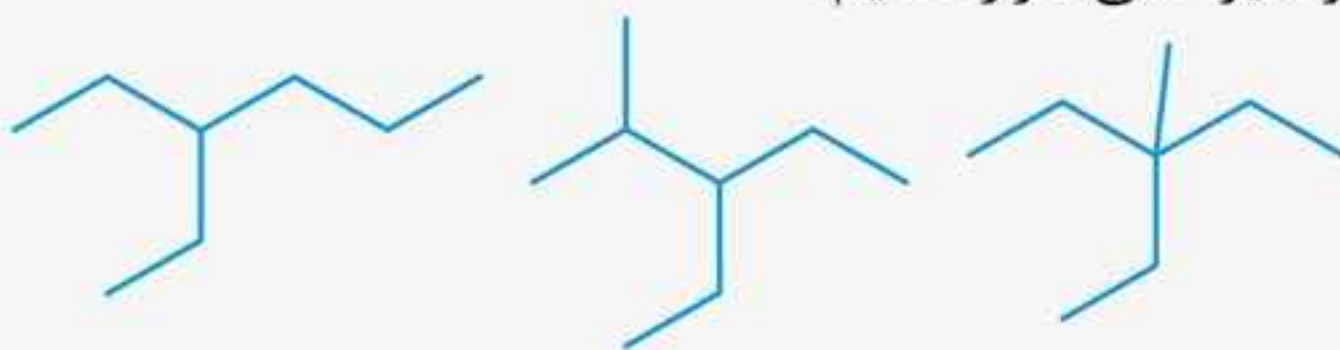
با زنجیر اصلی ۴ کربنی:



پس مجموعاً ۹ مولکول وجود دارد.

**سؤال:** چند آلکان ۸ کربنی وجود دارد که در ساختار خود شاخه جانبی اتیل دارند؟

**جواب:** باید حواسمان باشد که اولاً - حتماً در ساختارهایی که می‌کشیم، گروه اتیل به‌عنوان شاخه فرعی حضور داشته باشد ثانیاً - مواظب باشیم که شاخه اتیل را روی کربن اول یا دوم (از هریک از دو سر زنجیر اصلی) قرار ندهیم.

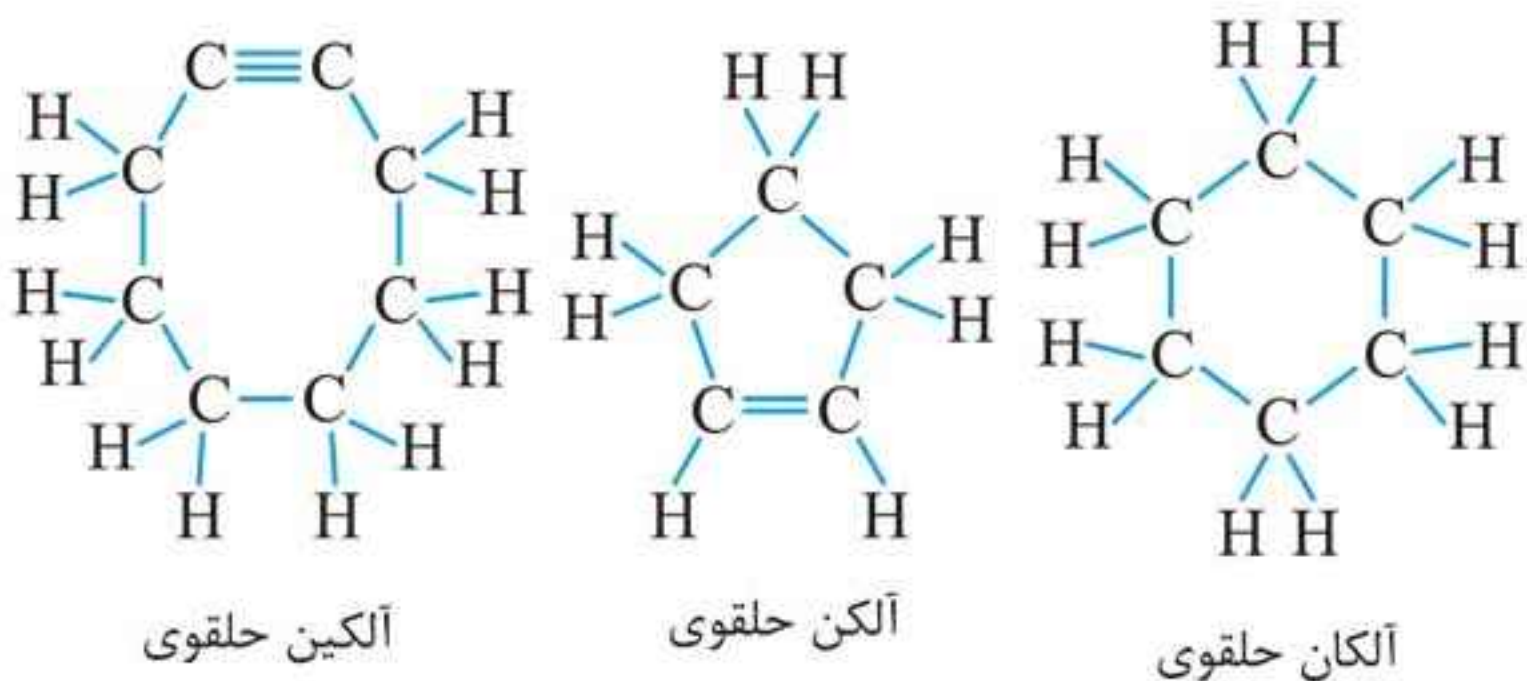


۳ آلکان ۸ کربنی داریم که در ساختار خود، شاخه فرعی اتیل دارند. جالب است بدانید اگر در صورت سؤال به‌جای اتیل گفته بود متیل، پاسخ می‌شد ۱۶ ترکیب! بی‌خود نیست که تعداد مولکول‌های آلی خیلی زیاده!!

ترکیب‌های آلی بسیاری شناخته شده‌اند که در آن‌ها اتم‌های کربن طوری به یکدیگر متصل شده‌اند که ساختاری حلقوی به وجود آورده‌اند. دسته‌ای از این هیدروکربن‌ها مشابه آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها هستند؛ و دسته دیگر را ترکیبات آروماتیک می‌گویند که در قسمت بعدی به آن‌ها می‌پردازیم.

### ساختار مولکولی

ویژگی اصلی در ساختار مولکول هیدروکربن‌های حلقوی این است که حداقل یک حلقه شامل تعدادی اتم کربن در آن‌ها وجود دارد. در شکل زیر مثالی از یک آلکان حلقوی، آلکن حلقوی و آلکین حلقوی را می‌بینید:



### فرمول عمومی

وجود حلقه در هیدروکربن‌های حلقوی، باعث می‌شود نسبت به هیدروکربن‌های غیرحلقوی و دارای تعداد کربن برابر، ۲ هیدروژن کم‌تر داشته باشند. مثال بعد، این موضوع را به وضوح نشان می‌دهد:



## قسمت چهارم گرمای سوختن هیدروکربن‌ها

دیدیم که هیدروکربن‌ها (آلکان، آلکن، آلکین و ترکیبات حلقوی) به خوبی در واکنش سوختن شرکت می‌کنند و یکی از ویژگی‌های اصلی این واکنش، آزاد شدن بخشی از انرژی شیمیایی موجود در این هیدروکربن‌ها به شکل گرما است.

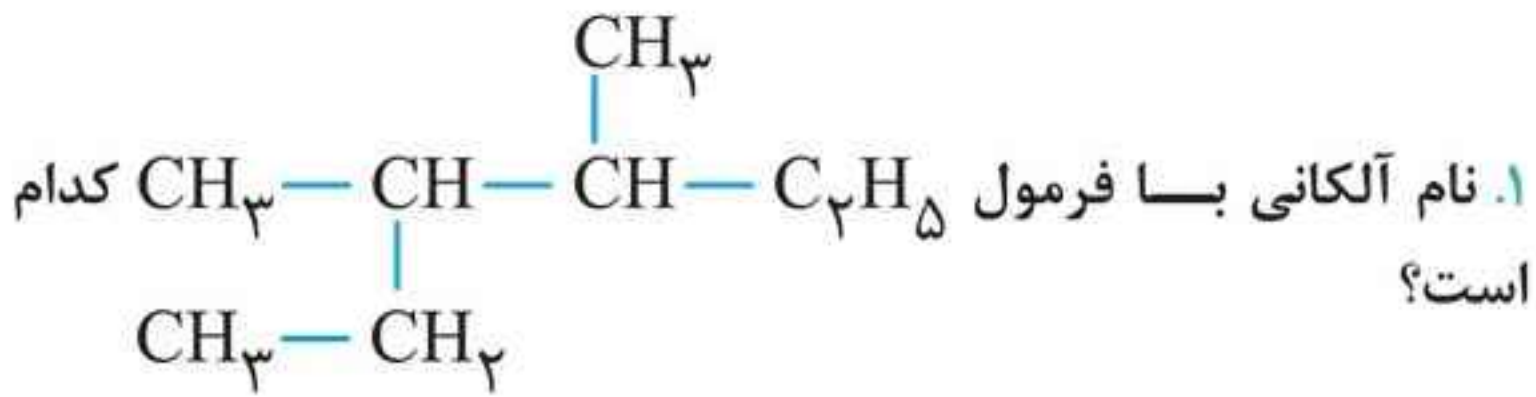
شیمی‌دان‌ها، آنتالپی سوختن یک ماده را هم‌ارز با آنتالپی واکنشی می‌دانند که در آن یک مول ماده در اکسیژن کافی به‌طور کامل می‌سوزد. جدول پایین، آنتالپی سوختن (برحسب کیلوژول بر مول) برخی از ترکیب‌های آلی را در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  نشان می‌دهد:

آلکین		آلکن		آلکان		تعداد کربن
آنتالپی سوختن	فرمول	آنتالپی سوختن	فرمول	آنتالپی سوختن	فرمول	
-	-	-	-	-۸۹۰	$\text{CH}_4(\text{g})$	۱
-۱۳۰۰	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$	-۱۴۱۰	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	-۱۵۶۰	$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$	۲
-۱۹۳۸	$\text{C}_3\text{H}_4(\text{g})$	-۲۰۵۸	$\text{C}_3\text{H}_6(\text{g})$	-	-	۳



## تست‌های کنکور بخش‌های ۲ و ۳

## قسمت پنجم



(سراسری ریاضی ۹۱)

(۲) ۴، ۳ - دی‌متیل‌هگزان

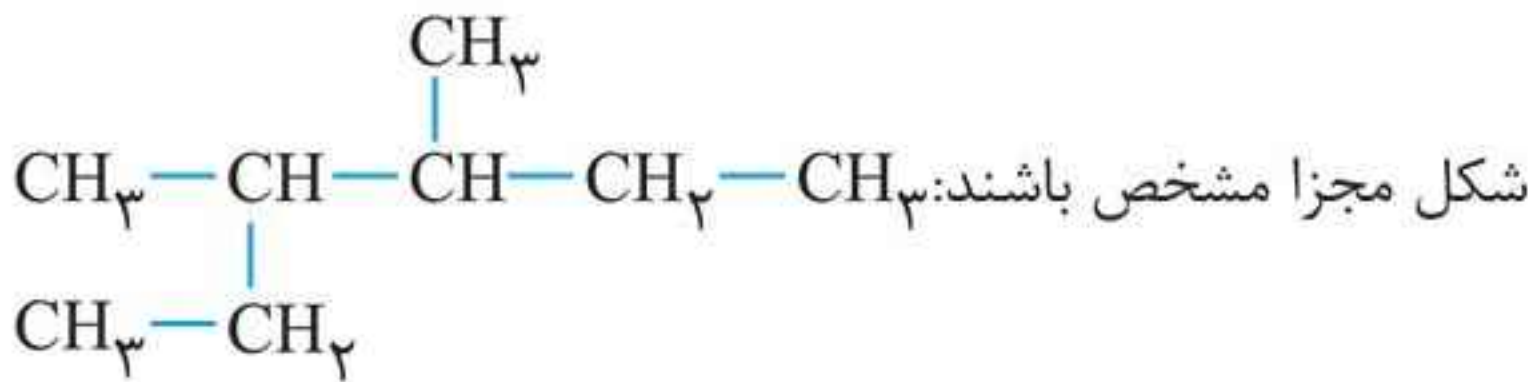
(۱) ۲، ۲ - دی‌اتیل‌بوتان

(۴) ۲ - اتیل - ۳ - متیل‌پنتان

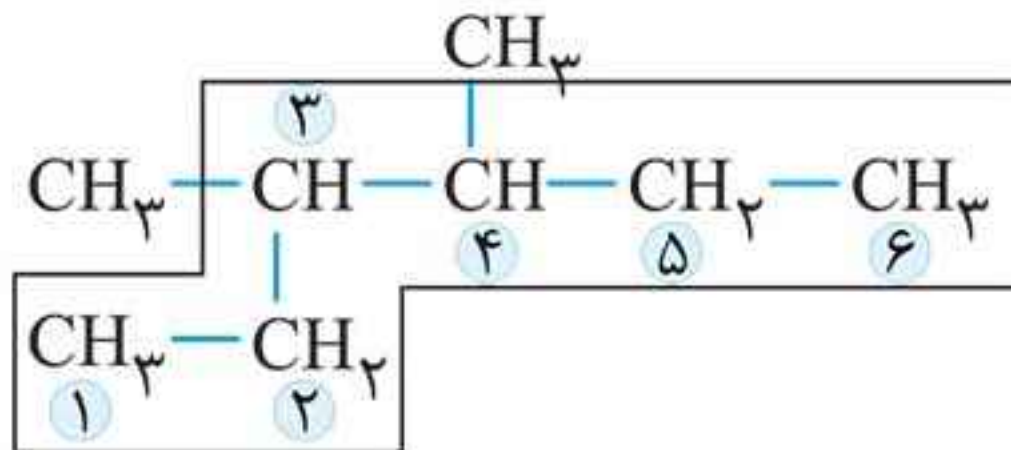
(۳) ۳، ۲ - دی‌متیل‌هگزان

■ پاسخ: گزینه «۲»

ابتدا ساختار مولکول را به شکلی رسم می‌کنیم که همه کربن‌ها به



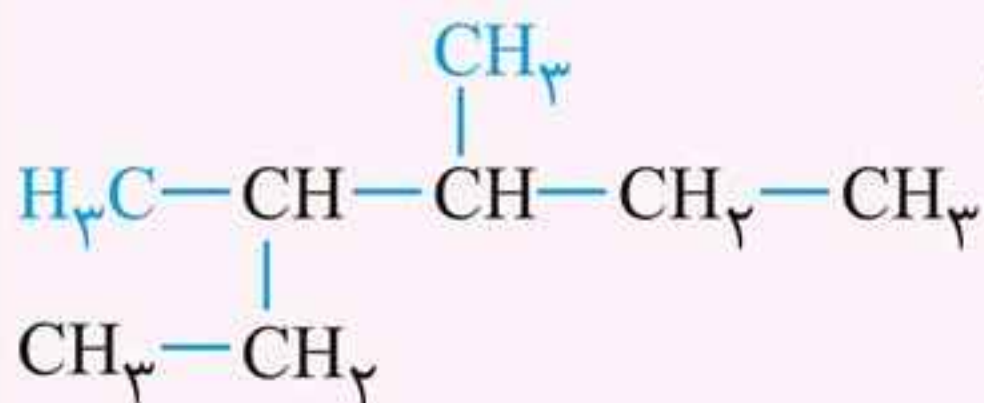
حالا بلندترین زنجیر کربنی را مشخص کرده و کربن‌های زنجیر اصلی را از سمتی که زودتر به شاخه جانبی برسیم، شماره گذاری می‌کنیم:



**⚠ توجه:** در این مولکول تفاوتی ندارد که شماره‌گذاری از کدام سمت انجام شود؛ چون مولکول متقارن است.

نهایتاً نام گذاری مولکول با توجه به نام و محل قرار گیری شاخه‌های جانبی:

۳، ۴ - دی‌متیل‌هگزان



۲. اگر از مولکول سیکلوهگزان، سه مولکول هیدروژن حذف شود، به کدام مولکول تبدیل می‌شود؟  
(سراسری ریاضی ۹۶)

(۲) بنزن

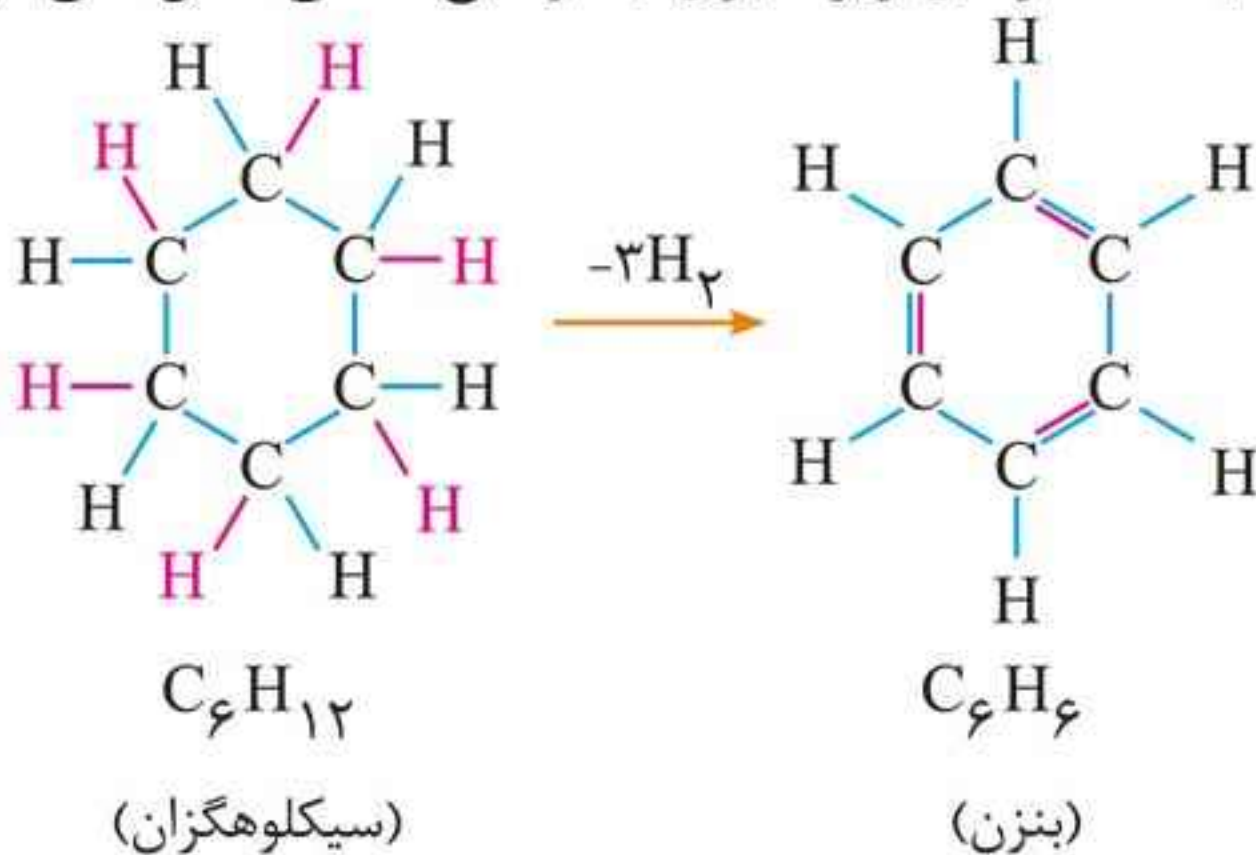
(۱) هگزين

(۴) سیکلوهگزين

(۳) سیکلوهگزن

■ پاسخ: گزینه «۲»

باتوجه به ساختارهای زیر، نیازی به توضیح اضافی حس نمی‌شود!!





## مقدمه



در بخش یک دیدیم که مواد آلی می‌توانند شامل اتم‌های عنصرهایی به جز کربن و هیدروژن هم باشند. در این بخش می‌خواهیم با خانواده‌هایی از ترکیب‌های آلی آشنا شویم که در مولکول خود، اتم‌های اکسیژن و یا نیتروژن دارند. در واقع در گروه عاملی این خانواده‌ها، اتم اکسیژن یا نیتروژن و یا هر دو حضور دارند.

**⚠ توجه:** گروه عاملی، آرایش منظمی از اتم‌ها است که به مولکول آلی دارای آن، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می‌بخشد.

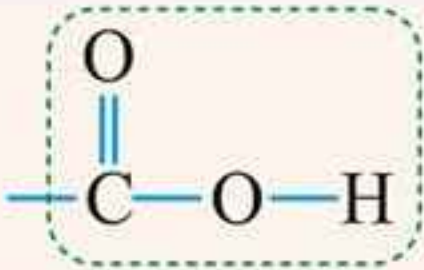
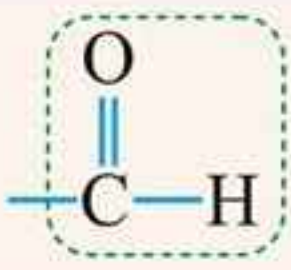
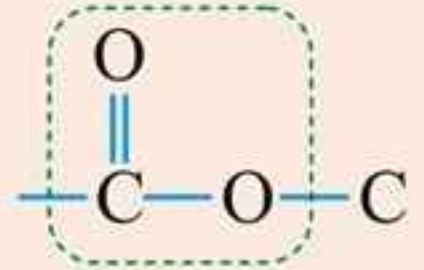
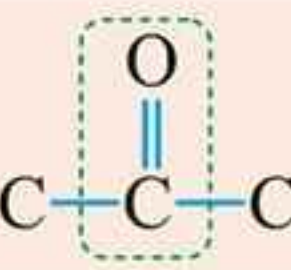
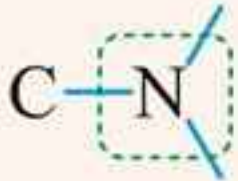
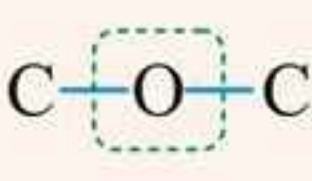
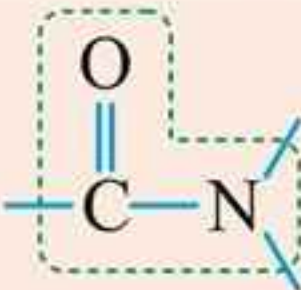
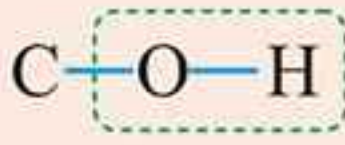
در این بخش ابتدا سراغ مولکول‌های دارای اتم اکسیژن می‌رویم و به ترتیب به آلدهیدها، کتون‌ها، اترها، الکل‌ها، اسیدها و استرها می‌پردازیم. سپس سراغ یک گروه از مواد آلی می‌رویم که در مولکول خود، اتم نیتروژن دارند؛ یعنی آمین‌ها. در نهایت نوبت به آمیدها می‌رسد که هم اتم اکسیژن و هم اتم نیتروژن را در ساختار گروه عاملی مولکول خود دارند.

**📌 نکته:** با حضور اتمی غیر از کربن و هیدروژن در مولکول ترکیب آلی، آن مولکول یک مولکول **قطبی** خواهد بود. پس گروه‌های عاملی تمام خانواده‌های مواد آلی که در این بخش کتاب مطالعه خواهیم کرد؛ بخش قطبی مولکول‌های آلی را تشکیل می‌دهند.



به طور مثال بخش B به دلیل پیوند C—Cl **قطبی** است. ولی بخش A **ناقطبی** است.

قبل از شروع به بررسی هریک از این خانواده‌ها، در جدول زیر، به ساختار گروه عاملی هریک از خانواده‌های ذکر شده توجه کنید:

ساختار گروه عاملی	ترکیب آلی	ساختار گروه عاملی	ترکیب آلی
	اسید آلی		آلدهید
	استر		کتون
	آمین		اتر
	آمید		الکل

در ادامه این بخش با این ۸ گروه آشنا می‌شویم. ابتدا هم نوبت می‌رسد به آلدهیدها!

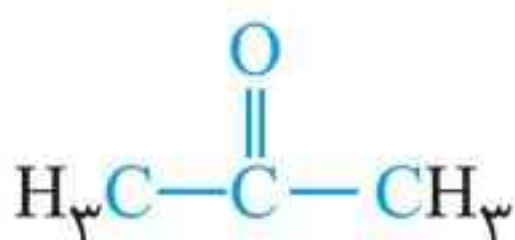


قسمت دوم

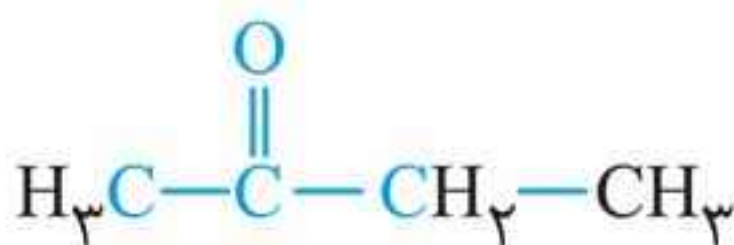
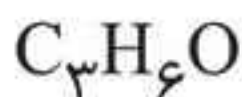
کتونها

این دسته از مواد آلی خیلی شبیه به آلدهیدها هستند. گروه عاملی

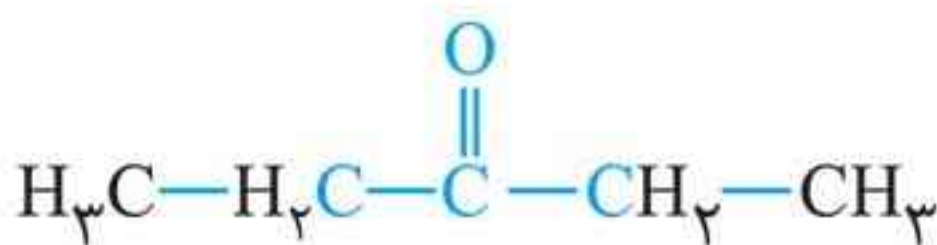
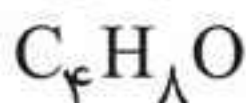
کتونی به شکل  $C-C(=O)-C$  در ساختار مولکول این مواد حضور دارد. نکته قابل توجه در کتون‌ها، اتصال گروه عاملی **کربونیل** از هر دو طرف به اتم‌های کربن است. سه تا از ساده‌ترین کتون‌ها را در زیر می‌بینید:



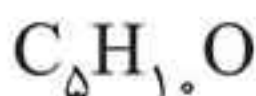
۲- پروپانون (استون)



۲- بوتانون



۳- پنتانون



**نکته:** باتوجه به نحوه تعریف ساختار گروه عاملی کتونی و همان‌طور که در شکل‌های بالا می‌بینید؛ حداقل تعداد اتم کربن در کتون‌ها برابر ۳ است.

### فرمول عمومی

مطابق با آنچه در بررسی آلدهیدها یاد گرفتیم، با کمک رابطه زیر می‌توانیم بین تعداد اتم کربن ( $n$ )، سایر ویژگی‌های مولکول و تعداد اتم هیدروژن رابطه برقرار کنیم:

$$\text{تعداد پیوند دوگانه} \times 2 - (2n + 2) = \text{تعداد H}$$

$$\text{تعداد حلقه} \times 2 - (\text{تعداد پیوند سه‌گانه} \times 4) -$$

و در مورد کتون‌های غیرحلقوی و با زنجیر اشباع هیدروکربنی، داریم:

$$\text{تعداد H} = (2n + 2) - (2 \times 1) = 2n$$

پس فرمول عمومی کتون‌ها به شکل  $C_nH_{2n}O$  است.

**نکته:** فرمول عمومی آلدهیدها و کتون‌ها دارای یک گروه عاملی و زنجیر هیدروکربنی سیرشده یکسان و به صورت  $C_nH_{2n}O$  است؛ پس آلدهیدها و کتون‌ها با تعداد کربن برابر، ایزومر هم هستند.

تعداد پیوند کووالانسی درون مولکول یک کتون هم مثل آلدهیدها است؛ یعنی با توجه به شرایط کلی گفته شده (زنجیر سیرشده و غیرحلقوی) در مولکول یک کتون تعداد  $3n + 1$  پیوند اشتراکی وجود دارد.

**سؤال:** ساده‌ترین کتون چند پیوند اشتراکی در ساختار مولکول خود دارد؟

**جواب:** می‌دانیم حداقل تعداد اتم کربن در مولکول کتون‌ها برابر با ۳ است؛ پس داریم:

$$10 = (3 \times 3) + 1 = \text{تعداد پیوند اشتراکی}$$

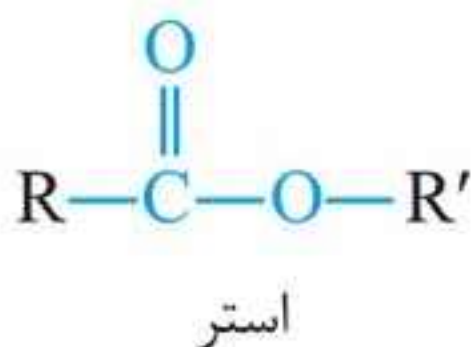
فرمول این کتون  $C_3H_6O$  است و استون (پروپانون) نام دارد.

قسمت ششم **اِستِرها**

استرها با گروه عاملی استری و ساختار  $R-C(=O)-O-R'$  شناخته می‌شوند. در این دسته از مواد، گروه استری از سمت اکسیژن حتماً به اتم کربن متصل است و از سمت اتم کربن، با اتم هیدروژن یا کربن پیوند برقرار کرده است:



به خاطر دارید که استرها نتیجه واکنش بین اسیدهای آلی و الکل‌ها هستند:



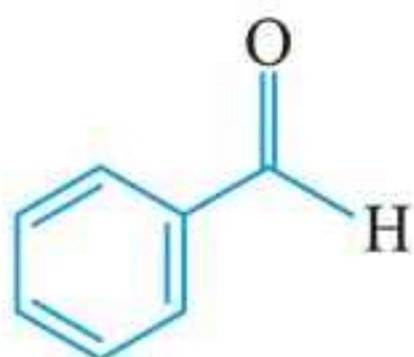
**نکته:** بعضی‌ها ساختار اسیدهای آلی و استرها را این‌طور به خاطر می‌سپارند که «اسیدها کوه و استرها کور هستند»!

اسید:  $R-COOH$                       استر:  $R-COOR$

## گروه‌های عاملی در دنیای گیاهی و جانوری

### آلدهیدها

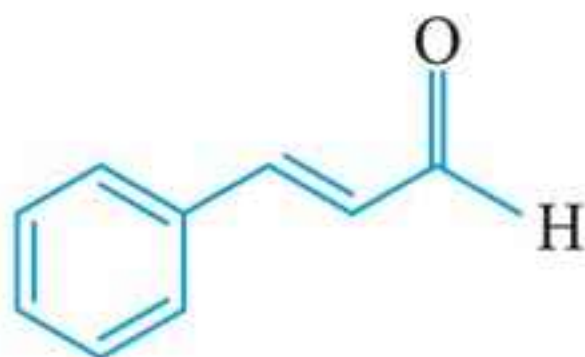
■ بنزآلدهید یک آلدهید است که در مغز بادام وجود دارد و بخشی از طعم و بوی آن، به دلیل وجود همین مولکول است. فرمول مولکولی این ترکیب  $C_7H_6O$  است و در مولکول آن ۱۸ پیوند اشتراکی وجود دارد.



بنزآلدهید



■ عصاره دارچین دارای یک آلدهید با ساختار زیر است. همان طور که می‌بینید، این ماده گروه عاملی آلکنی هم دارد. فرمول مولکولی آن  $C_9H_8O$  و تعداد پیوند کووالانسی در این مولکول ۲۳ عدد است.



## کتونها

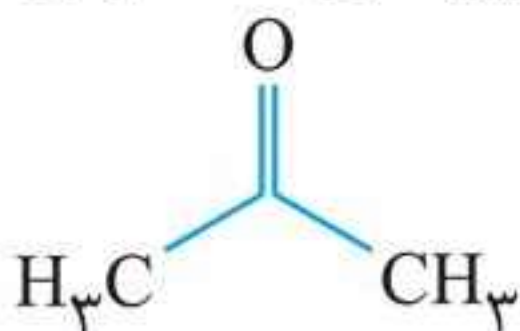
۲- هپتانون، کتون موجود در میخک است. این کتون با فرمول  $C_7H_{14}O$  دارای ۲۲ پیوند کووالانسی در مولکول خود است.



زردچوبه هم دارای ترکیب‌های آلی متعددی است که یکی از آنها، یک کتون سیرنشده با فرمول  $C_{15}H_{20}O$  است. در این مولکول ۴۱ پیوند اشتراکی وجود دارد.



۳- پروپانون یا استون، ساده‌ترین و پرمصرف‌ترین کتون است. فرمول



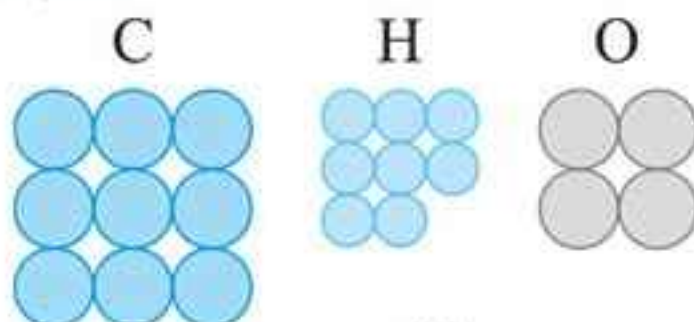
مولکولی آن  $C_3H_6O$  است و ۱۰ پیوند اشتراکی دارد. استون حلال چربی، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها است.

**⚠ توجه:** عطر و طعم ادویه‌ها و سبزیجات معطر به دلیل وجود ترکیبات آلی مختلف با گروه‌های عاملی متنوع است. این ترکیبات علاوه بر ایجاد رنگ، بو یا مزه خاص، مصرف دارویی هم دارند و برای جلوگیری از گرسنگی، افزایش سوخت‌وساز، جلوگیری از التهاب و پیشگیری از سرطان به کار می‌روند.

۲۶. با توجه به شمار اتم‌های تشکیل دهنده یک مولکول از یک ماده شیمیایی (مطابق شکل)، چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

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

(سراسری ریاضی ۹۷ - باتغییر)



- به مولکول بنزآلدهید مربوط است.
- یک ترکیب زنجیری سیرشده است.
- به تقریب ۳۵ / ۵۶ درصد جرم آن را اکسیژن تشکیل می‌دهد.
- نسبت جرم اتم‌های کربن به جرم اتم‌های هیدروژن در آن، برابر ۱۳ / ۵ است.

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

■ پاسخ: گزینه «۲»

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: فرمول مولکولی این ماده  $C_9H_8O_4$  است پس مربوط به بنزآلدهید نیست. (نادرست)

عبارت دوم: در این صورت باید ۲۰ اتم هیدروژن داشته باشد. (نادرست)

عبارت سوم: (درست)  $\text{درصد جرمی O} = \frac{\text{جرم اتم‌های O}}{\text{جرم مولکول}} \times 100$

$$= \frac{4 \times 16}{180} \times 100 \simeq 35 / 56\%$$

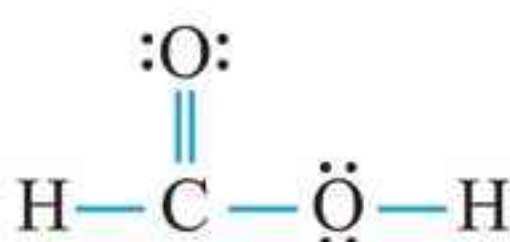
عبارت چهارم: (درست)  $\frac{\text{جرم اتم‌های C}}{\text{جرم اتم‌های H}} = \frac{9 \times 12}{8 \times 1} = 13 / 5$

۲۷. کدام مطلب، دربارهٔ فورمیک اسید، درست است؟ (سراسری ریاضی ۹۸)

- (۱) پرکاربردترین کربوکسیلیک اسید، است.
- (۲) با آب، پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد.
- (۳) در ساختار آن، پنج جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.
- (۴) به صورت مصنوعی تهیه می‌شود و در طبیعت یافت نمی‌شود.

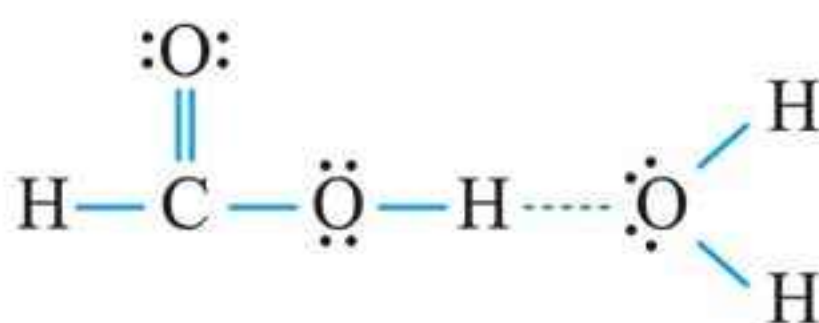
■ پاسخ: گزینه «۲»

ساختار لوویس فورمیک اسید به صورت زیر است:



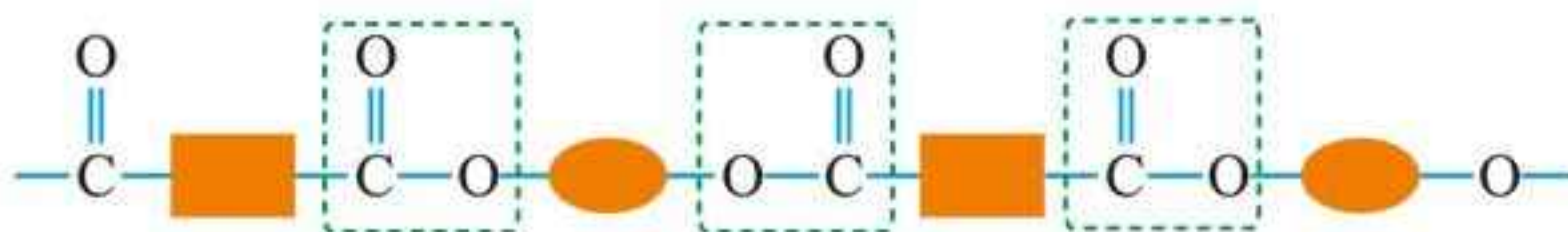
بررسی همهٔ گزینه‌ها:

- (۱) پرکاربردترین کربوکسیلیک اسید، استیک اسید است.
- (۲) فورمیک اسید، به دلیل وجود اتم هیدروژن متصل به اکسیژن می‌تواند با آب پیوند هیدروژنی برقرار کند.



- (۳) در ساختار آن، ۴ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.
- (۴) فورمیک اسید یا متانوئیک اسید از تقطیر مورچهٔ سرخ به دست می‌آید. بنابراین، در طبیعت یافت می‌شود.

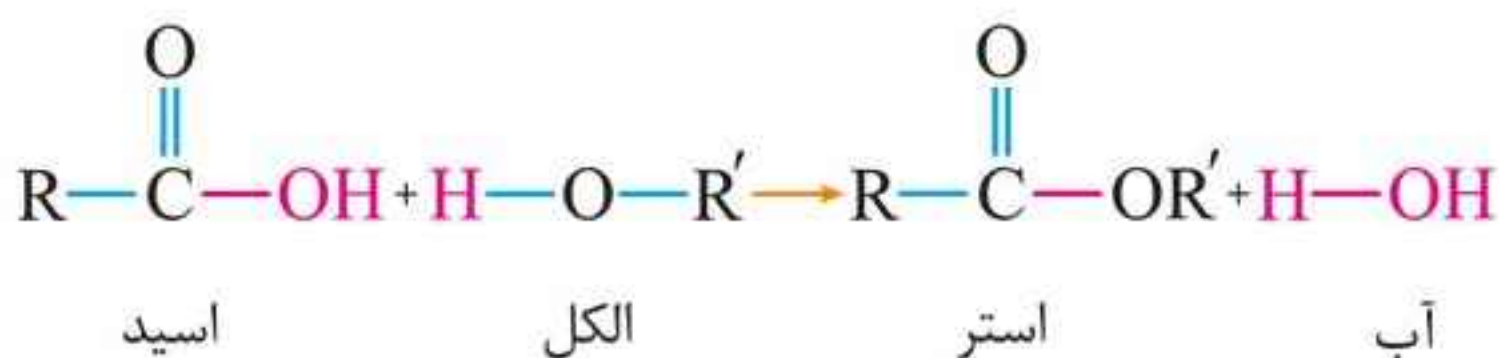
شیمی دان‌ها دسته‌ای از پلیمرها را تولید کرده‌اند که در ساختارشان اتم‌های اکسیژن، کربن و هیدروژن وجود دارد؛ در مولکول‌های این پلیمرها، گروه‌های عاملی استری به چشم می‌خورد. می‌توان یک پلی‌استر را به‌طور نمادین، به شکل زیر نشان داد:



همان‌طور که مشخص است، در ساختار این پلیمرها گروه عاملی استری وجود دارد. می‌دانیم که استرها نتیجه واکنش بین الکل‌ها و کربوکسیلیک‌اسیدها هستند. پس با استفاده از اسید آلی و الکل مناسب می‌توان یک پلی‌استر تولید کرد. در ادامه می‌خواهیم با چگونگی تولید شدن پلی‌استرها و برخی ویژگی‌های آن‌ها آشنا شویم. با ما همراه باشید!

### تولید پلی‌استرها

در بخش ۴ دیدیم که از واکنش بین یک اسید آلی و یک الکل، استر تولید می‌شود:

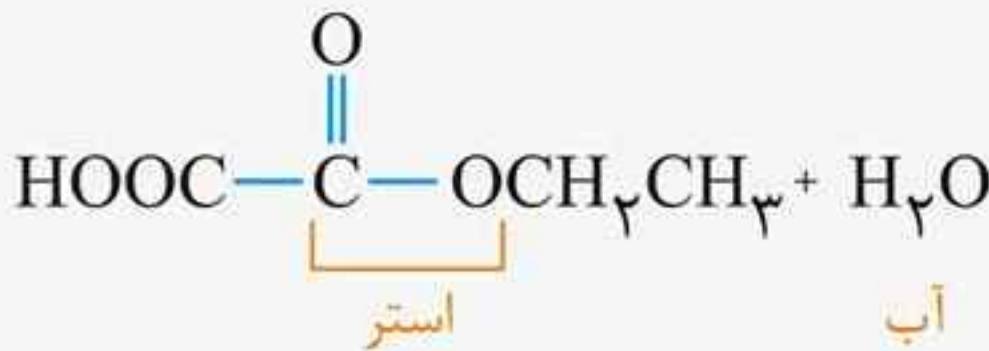
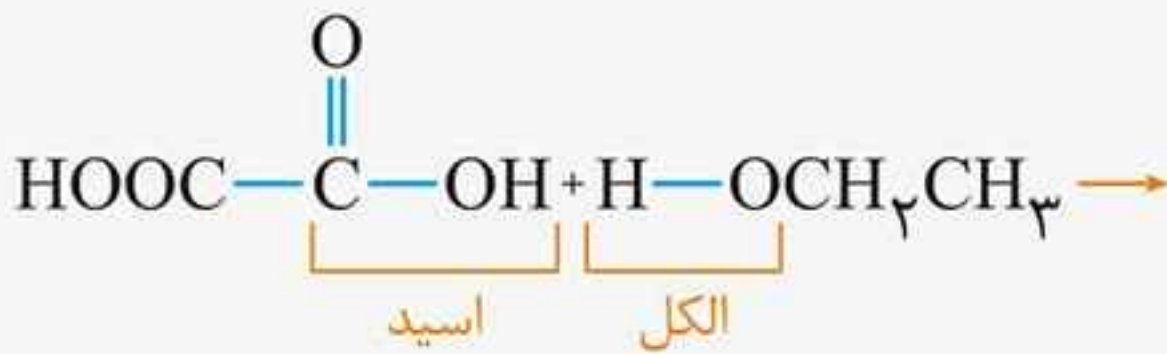




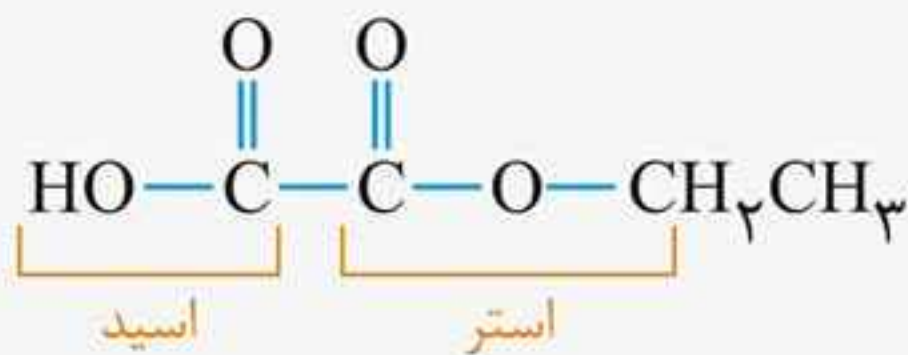


**سؤال:** از واکنش بین اگزالییک اسید ( $\text{HOOC} - \text{COOH}$ ) و مقدار زیادی اتانول ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) چه استری تولید می شود؟

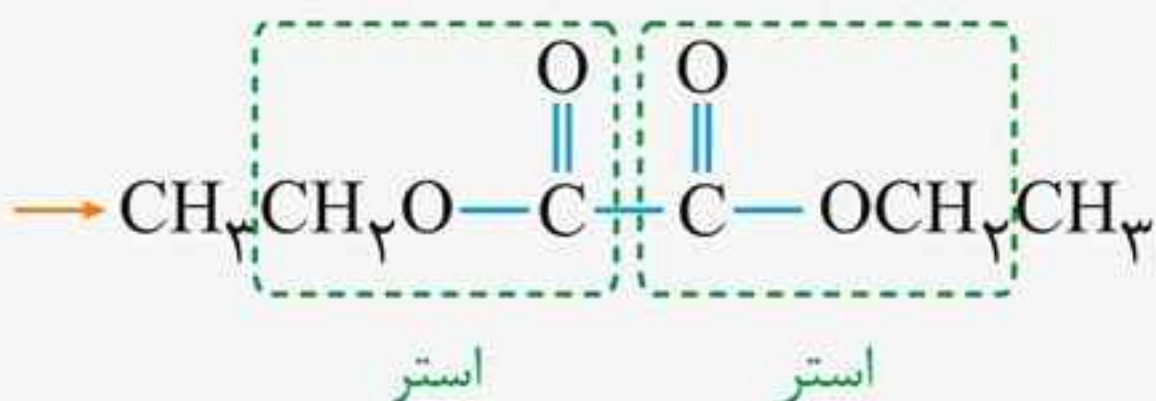
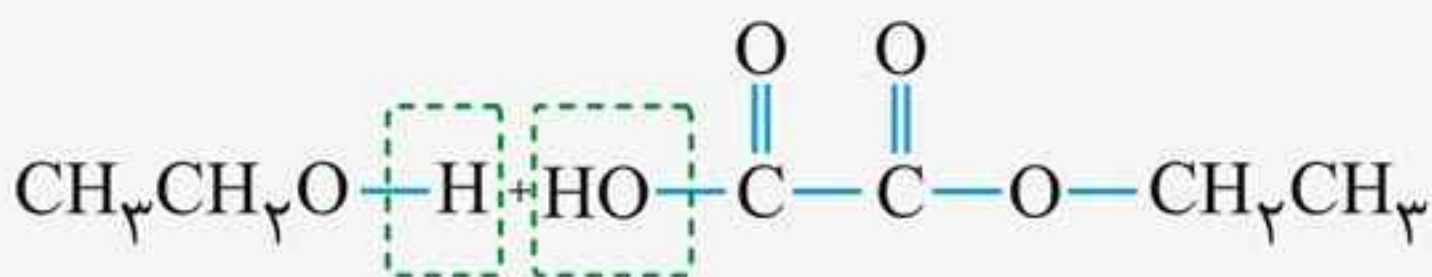
**جواب:** خب ما می دانیم از واکنش بین یک اسید و یک الکل باید استر تولید شود؛ پس آن را تولید می کنیم!



اما نکته مهم اینجاست که اگزالییک اسید یک اسید دو عاملی یا اصطلاحاً یک دی اسید است؛ یعنی هر مولکول اگزالییک اسید دارای دو گروه کربوکسیل است. در واکنش بالا یکی از گروه ها وارد واکنش شده و استر تولید کرده است؛ اما گروه کربوکسیل بعدی، دست نخورده باقی مانده است. اگر ساختار محصول را کامل رسم کنیم؛ متوجه می شویم که محصول، هم استر و هم اسید است!



در صورت سؤال گفته شده که مقدار اتانول زیاد است؛ پس کماکان اتانول در ظرف واکنش داریم تا بتواند با گروه کربوکسیلِ باقی مانده در محصول، واکنش دهد:



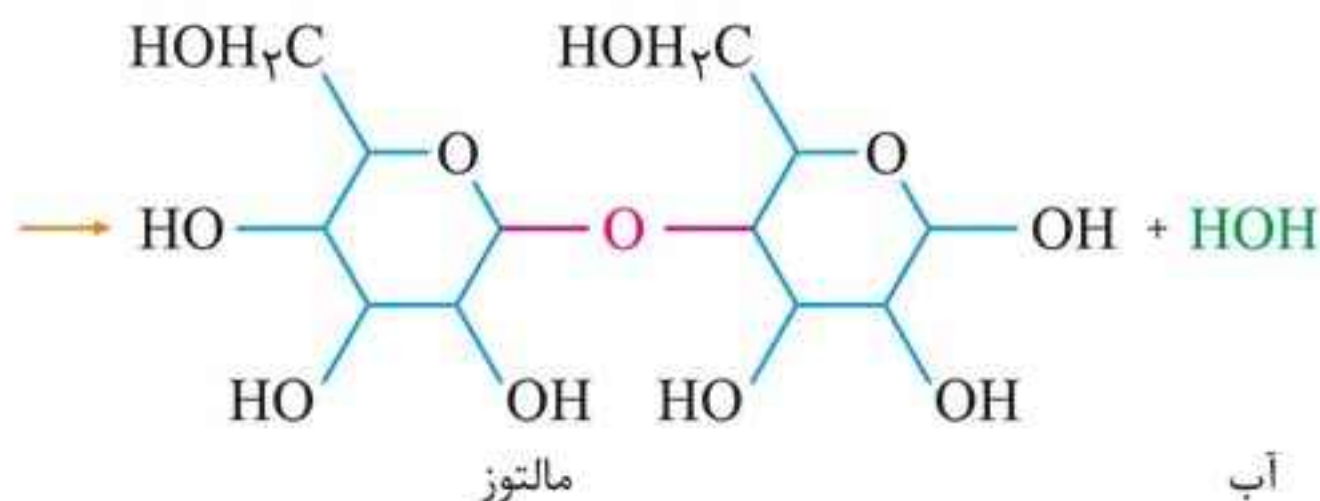
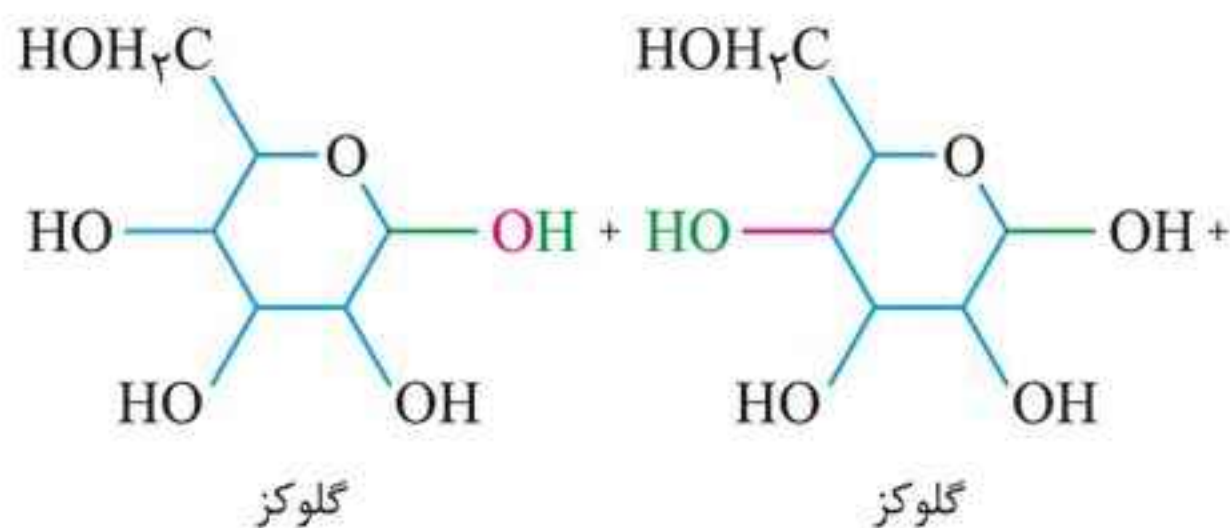
در محصول نهایی واکنش دو گروه عاملی استری تشکیل شده است. پس می‌توان معادله واکنش بین اسید **دو** عاملی و الکل **یک** عاملی را به شکل زیر نوشت:



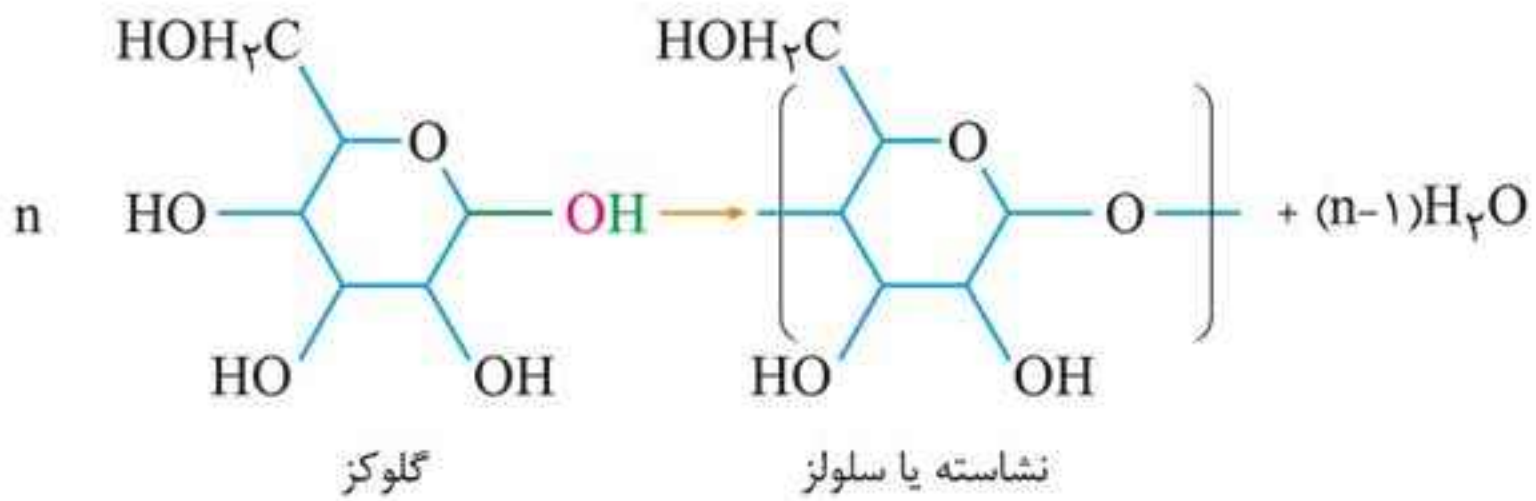
**نکته:** محصول واکنش بین ۱ مول اسید دو عاملی و ۱ مول الکل یک عاملی، مولکولی است که دارای گروه عاملی اسیدی و استری است.

همان طور که در کتاب درسی سال یازدهم هم آمده، نشاسته و سلولز، هردو از مولکول‌های گلوکز ساخته شده‌اند. در واقع از بسپارش مولکول‌های گلوکز، نشاسته و یا سلولز تشکیل می‌شوند. (البته پلیمر دیگری به نام گلیکوژن هم از بسپارش گلوکز ساخته می‌شود).

بسپارش مولکول‌های گلوکز از نوع تراکمی است. در این بسپارش، از اتصال دو مولکول گلوکز به یک‌دیگر، یک مولکول آب تولید می‌شود و مولکول‌های گلوکز با پیوند اتری به هم متصل می‌گردند:



با ادامه روند اتصال مولکول‌های گلوکز به یک‌دیگر، زنجیرهای نشاسته و سلولز با ساختار کلی نشان داده شده در صفحه بعدی ساخته می‌شود:



### نشاسته یا سلولز؟!؟

### خوب است بدانید

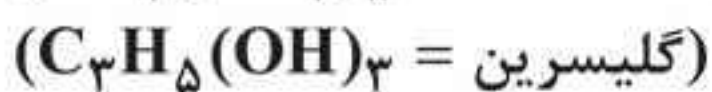
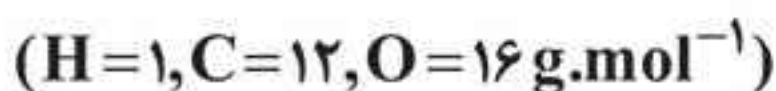
محصول اتصال حلقه‌های گلوکز به یکدیگر، می‌تواند در فضا، ساختارهای سه بعدی متفاوتی داشته باشد. تفاوت سلولز و نشاسته از همین نوع است.

**نکته:** نشاسته یا سلولز دارای فرمول  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$  هستند. در چنین مولکولی،  $n$  گروه عاملی اتتری و  $3n$  گروه عاملی هیدروکسیل وجود دارد.

قسمت سوم

تست‌های کنکور بخش ۸

۱. از آبکافت ۴ / ۴۵ کیلوگرم چربی (گلیسرین تری‌استئارات) با بازدهی ۹۰ درصد، چند گرم گلیسرین به دست می‌آید؟ (سراسری تجربی ۹۷)



(۲) ۴۱۴

(۱) ۳۹۶

(۴) ۱۲۴۲

(۳) ۱۱۵۰

■ پاسخ: گزینه «۲»

هر مول گلیسرین تری‌استئارات، ۱ مول گلیسرین تولید می‌کند:

$$\frac{4/45 \times 10^3 \times \frac{90}{100}}{1 \times 1890} = \frac{x \text{ g}}{1 \times 92} = 414 \text{ g}$$

۲. از اکسایش الکلی با ساختار  $\text{RCH}_2\text{OH}$  که در آن، R شامل ۴ اتم کربن و راست زنجیر و سیر شده است؛ ..... اسید به دست می‌آید که انحلال پذیری آن در آب از استون ..... است.

(سراسری تجربی ۹۷ - با تغییر)

(۲) پنتانویک - بیش تر

(۱) پنتانویک - کمتر

(۴) بوتانویک - بیش تر

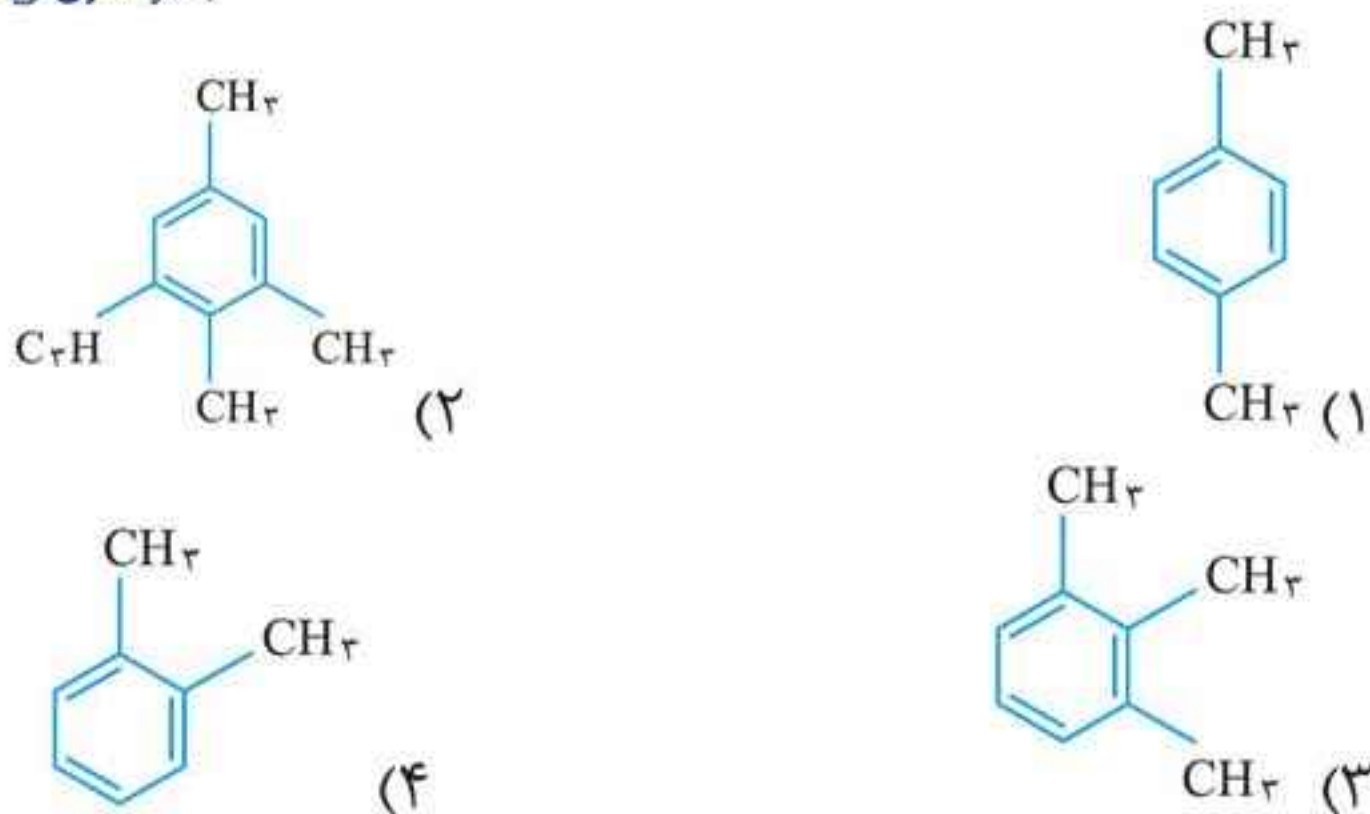
(۳) بوتانویک - کمتر

■ پاسخ: گزینه «۱»

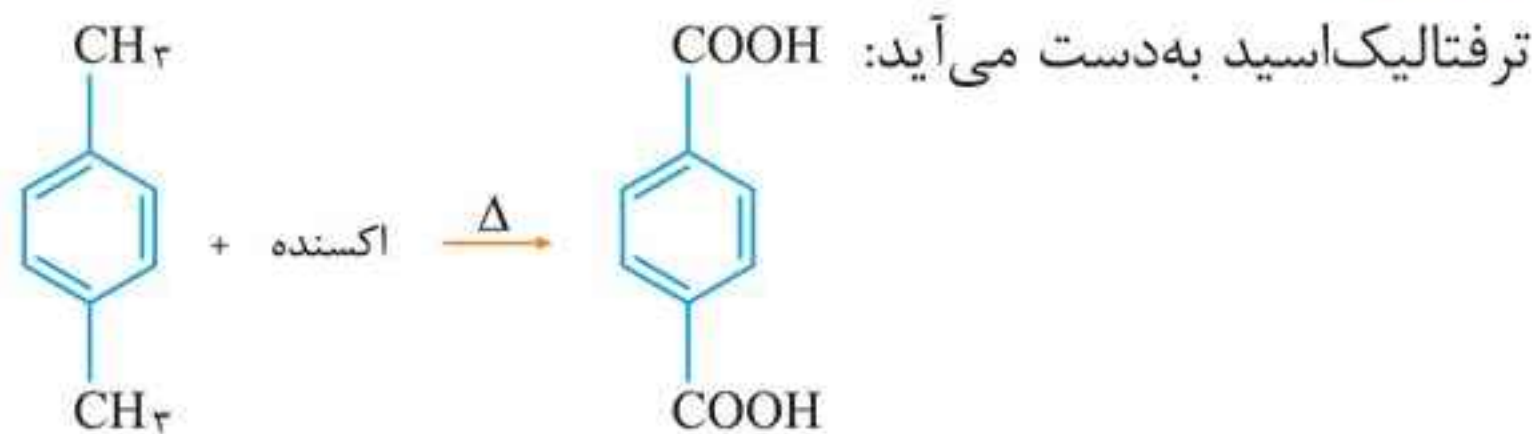
ساختار الکل به شکل  $\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH}$  است. اگر این الکل

به اسید اکسید شود؛ ساختار  $C-C-C-C-C(=O)OH$  خواهد داشت. این اسید ۵ کربنی پنتانویک اسید است که انحلال پذیری کمتری نسبت به استون در آب دارد (استون بی نهایت در آب حل می شود).  
**۲. از اکسایش کدام ترکیب می توان ترفتالیک اسید تهیه کرد؟**

(سراسری ریاضی ۹۸)



■ **پاسخ:** گزینه « ۱ » در اثر اکسایش پارازیلن در حضور اکسنده و گرما، ترفتالیک اسید به دست می آید:



**۴. کدام موارد از مطالب زیر، درست اند؟** (سراسری تجربی ۹۸)

- (آ) به گونه معمول، بیشتر پلاستیک ها، زیست تخریب پذیرند.  
 (ب) پلاستیک پلی اتیلن ترفتالات را می توان پس از مصرف، بازیافت کرد.  
 (پ) دسترسی به پلاستیک ها، نمونه ای از نتایج خلاقیت بشر به شمار می آید.