خرید کتاب های کنکور
با تخفیف ویژه
و
ارسال رایگان
Medabook.com

دریافت برنامه ریزی و مشاوره
از مشاوران رتبه برتر
موسسه کنکوری آیدی نوین
۰۲۱ ۲۸۴۲۵۴

به نام پروردگار مهربان

ویرایش جدید

شیمی آلی

دهم | یازدهم | دوازدهم

محمدحسین انوشه، وحید افشار

مدیر و ناظر علمی دپارتمان شیمی: محمدحسین انوشه

مهروماه

لقمه طلایی

فهرست

بخش ۱ شیمی آلی چیست؟ ۱۱

بخش ۲ هیدروکربن‌ها ۲۱

بخش ۳ سوخت‌های فسیلی و صنعت ۶۹

بخش ۴ اکسیژن و نیتروژن در شیمی آلی ۹۳

بخش ۵ شیمی زنده ۱۴۷

بخش ۶ بسپارش و پلیمرها ۱۹۱

بخش ۷ پلیمرها در زندگی ۲۲۵

بخش ۸ شیمی آلی دوازدهم در یک نگاه ۲۴۹

پیوست: جداول کاربردی ۲۶۵

قسمت دوم

کربن، پایهٔ شیمی آلی

گفتیم که در تمام مواد آلی، کربن وجود دارد. تعداد اتم‌های کربن در مولکول‌های مواد آلی مختلف می‌تواند یک یا چند عدد باشـــد. امروزه تعداد بســـیار زیادی ترکیب مختلف آلی شناســـایی 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؟!

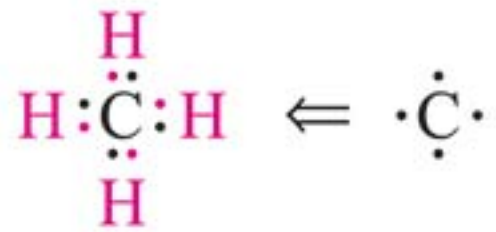
کربن با نماد شـــیمیایی C دارای عدد اتمی $Z = ۶$ بوده و در دورهٔ ۲ در رأس گـــروه ۱۴ جدول تناوبی قرار دارد. این عنصر دارای اتم‌هایی با ۶ پروتون درون هســـته اســـت و در حالت خنثی ۶ الکترون هم در اطراف این هسته وجود دارند. آرایش الکترونی کربن در حالت پایه به صورت روبه‌رو است: $_{۶}C : ۱s^{۲} ۲s^{۲} ۲p^{۲}$

به جایگاه عنصر کربن در جدول دوره‌ای عنصرها توجه کنید:

در آخریـــن لایهٔ الکترونی کربن ۴ الکترون وجـــود دارد. این موضوع باعث می‌شود تا تشکیل یون پایدار (مطابق قاعدهٔ اوکتت یا هشت‌تایی) برای کربن بســـیار دشوار باشد، زیرا باید به یون $C^{۴-}$ یا $C^{۴+}$ تبدیل شود و بار الکتریکی زیاد، باعث می‌شود این یون‌ها پایدار نباشند.

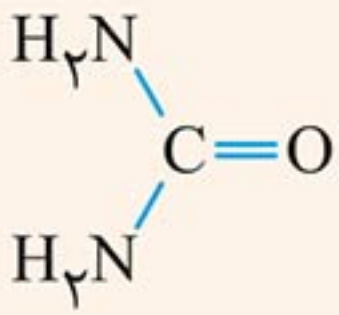
شیمی آلی چیست؟

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

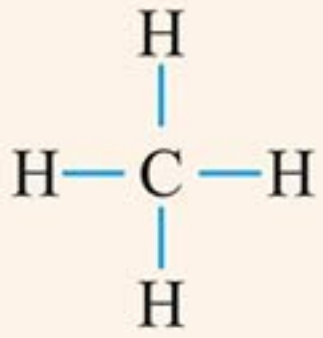


اتم کربن دارای ۴ الکترون در لایهٔ آخر است؛
پس با برقراری چهار پیوند، به پایداری می‌رسد.

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



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

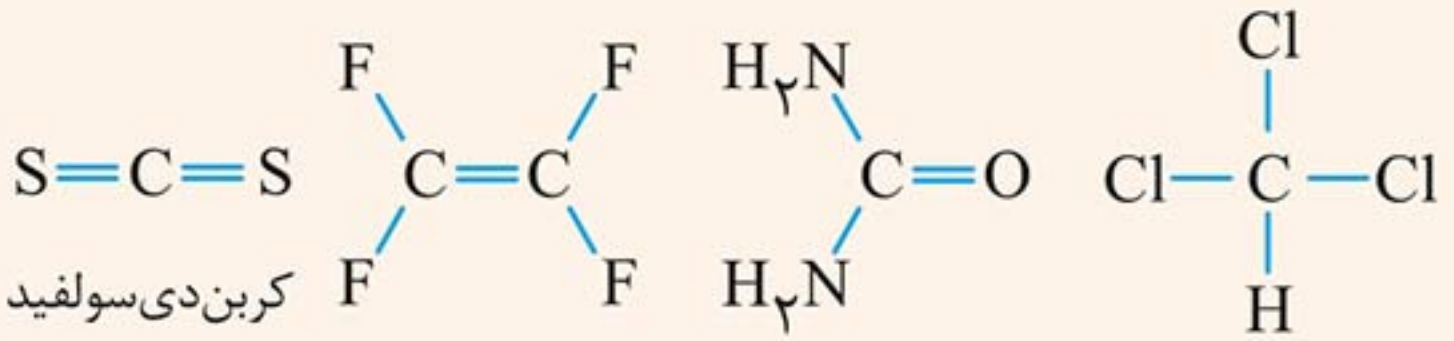


کربن ۴ پیوند یگانه دارد.

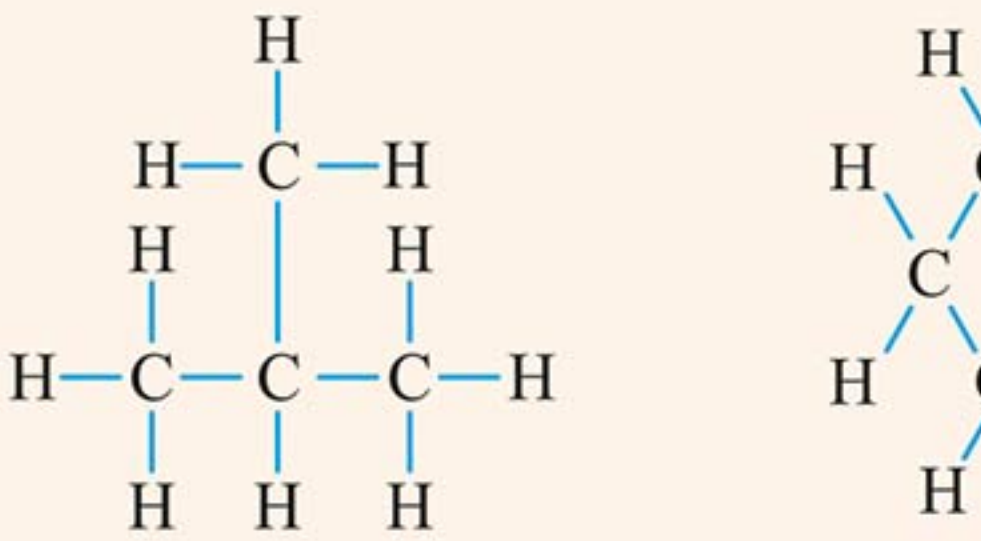
کربن ۲ پیوند
دوگانه تشکیل داده است.

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

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

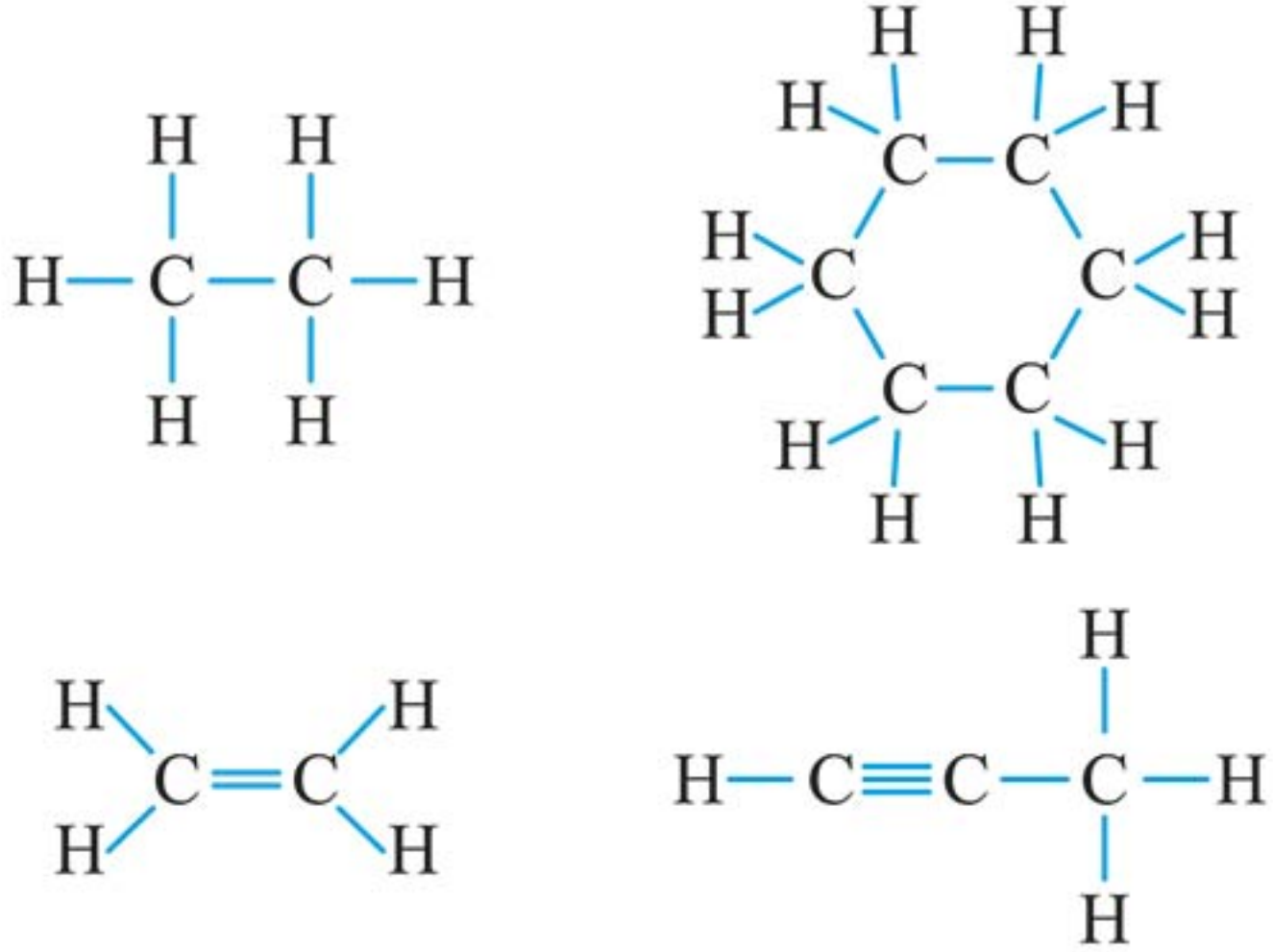


◂ نـــوع چیدمان اتم‌های کربن در مولکول‌های مختلف می‌تواند به شکل خط راست، زنجیر دارای شـــاخهٔ فرعی، حلقه یا ترکیبی از این‌ها باشد:



مقدمه

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



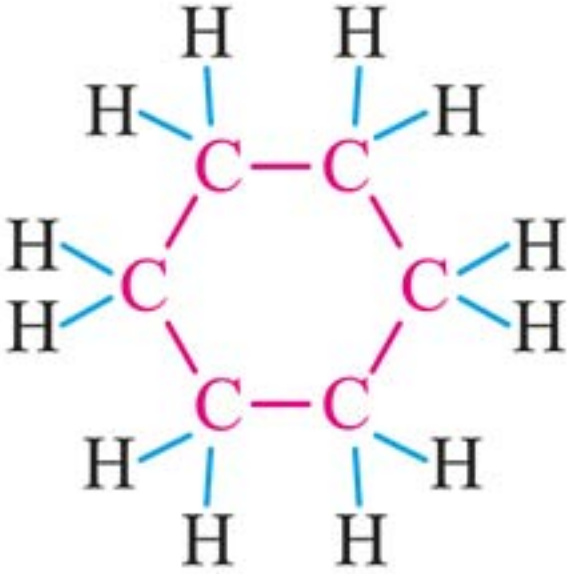
به‌دلیل تنوع بســـیار در ســـاختار مولکول هیدروکربن‌ها، آن‌ها را در گروه‌های جداگانه قرار می‌دهند و ما هم به ترتیب به بررسی ۵ دستهٔ زیر می‌پردازیم:

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

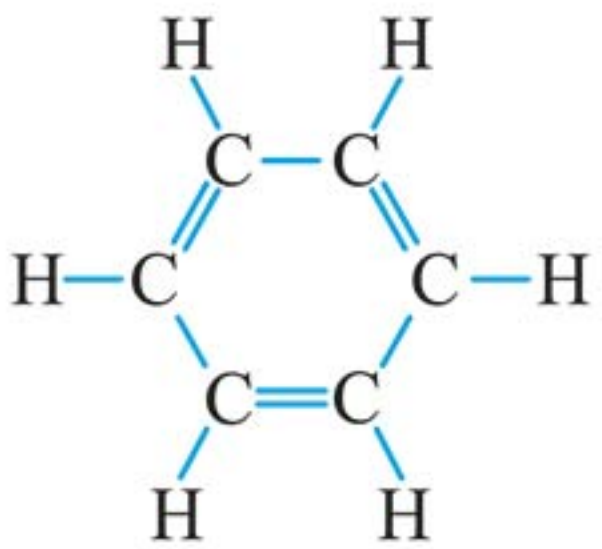
ملاک دسته‌بندی هیدروکربن‌ها به گروه‌های بالا، شیوهٔ اتصال اتم‌های کربن به یکدیگر است: در **آلکان‌ها** پیوند بین اتم‌های کربن فقط از نوع ساده یا یگانه است، یعنی به شکل $C-C$ و اتم‌های کربن به شکل زنجیروار به یکدیگر متصلند و حلقه‌ای هم تشکیل نشده است.

در **آلکِن‌ها** یک پیوند بین دو اتم کربن به شکل دوگانه است، یعنی به‌صورت $C=C$. در مولکول یک آلکین یک پیوند سه‌گانه 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:

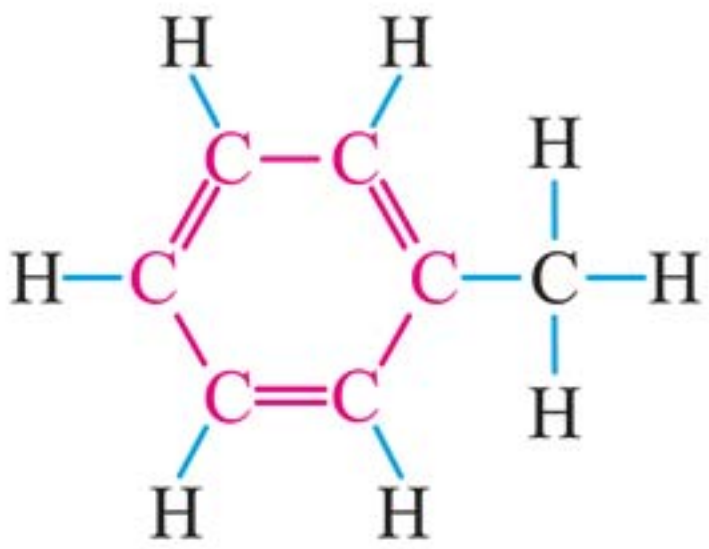


و در آخر می‌رسیم به هیدروکربن‌های **آروماتیک** که در مولکول خود دارای **حلقهٔ بنزن** هستند:



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 شیوهٔ 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:

C_4H_{10} C_4H_{10}

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 مرحلهٔ بعدی به سراغ مولکول یا مولکول‌هایی می‌رویم که زنجیر اصلی ۴ کربنی دارند (با ۱ شاخهٔ متیل):

A B

حالت دیگری وجود ندارد، چون شاخهٔ متیل روی کربن انتهای زنجیر نمی‌تواند قرار بگیرد. اما اگر اندکی توجه کنیم، متوجه می‌شویم که مولکول‌های A و B یکی هستند! بله، هردو مولکول «۲ـ متیل‌بوتان» 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 این‌جا ۲ حالت کلی ممکن است:

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

C D

همان‌طور که احتمالاً متوجه شده‌اید؛ مولکول C هم مولکولی غیر از A یا B نیســـت، زیرا در رســـم 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:** به‌جز به سراغ ایزومرهایی با تعداد اتم کربن کم‌تر در زنجیر اصلی می‌رویم:

با زنجیر اصلی ۵ کربنی:

با زنجیر اصلی ۴ کربنی:

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

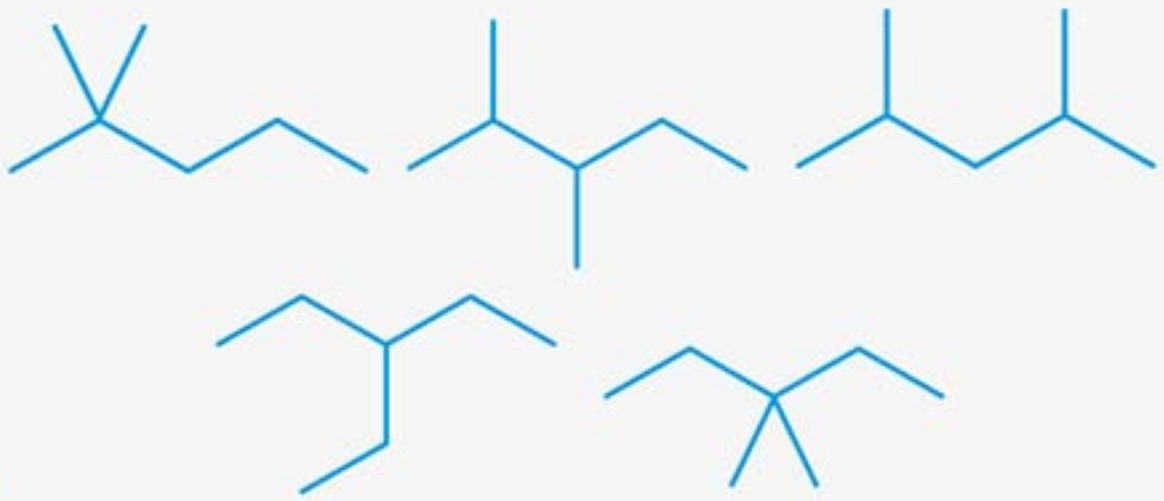
سؤال: چند مولکول مختلف فرمول C_7H_{16} دارند؟

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

با زنجیر اصلی ۷ کربنی:

با زنجیر اصلی ۶ کربنی:

با زنجیر اصلی ۵ کربنی:

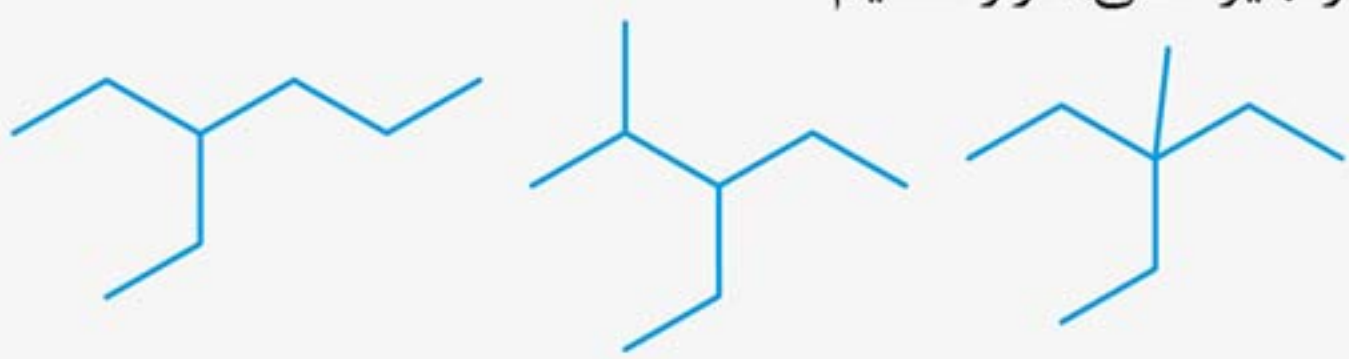


با زنجیر اصلی ۴ کربنی:

پس مجموعاً ۹ مولکول وجود دارد.

سؤال: چنـــد آلکان ۸ کربنی وجود دارد که در ســـاختار خود شاخهٔ جانبی اتیل دارند؟

■ **جواب:** باید حواسمان باشد که اولاً ـ حتماً در ساختارهایی که می‌کشیم، گروه اتیل به‌عنوان شاخهٔ فرعی حضور داشته باشد ثانیاً ـ مواظب باشیم که شاخهٔ 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، شاخهٔ 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!!

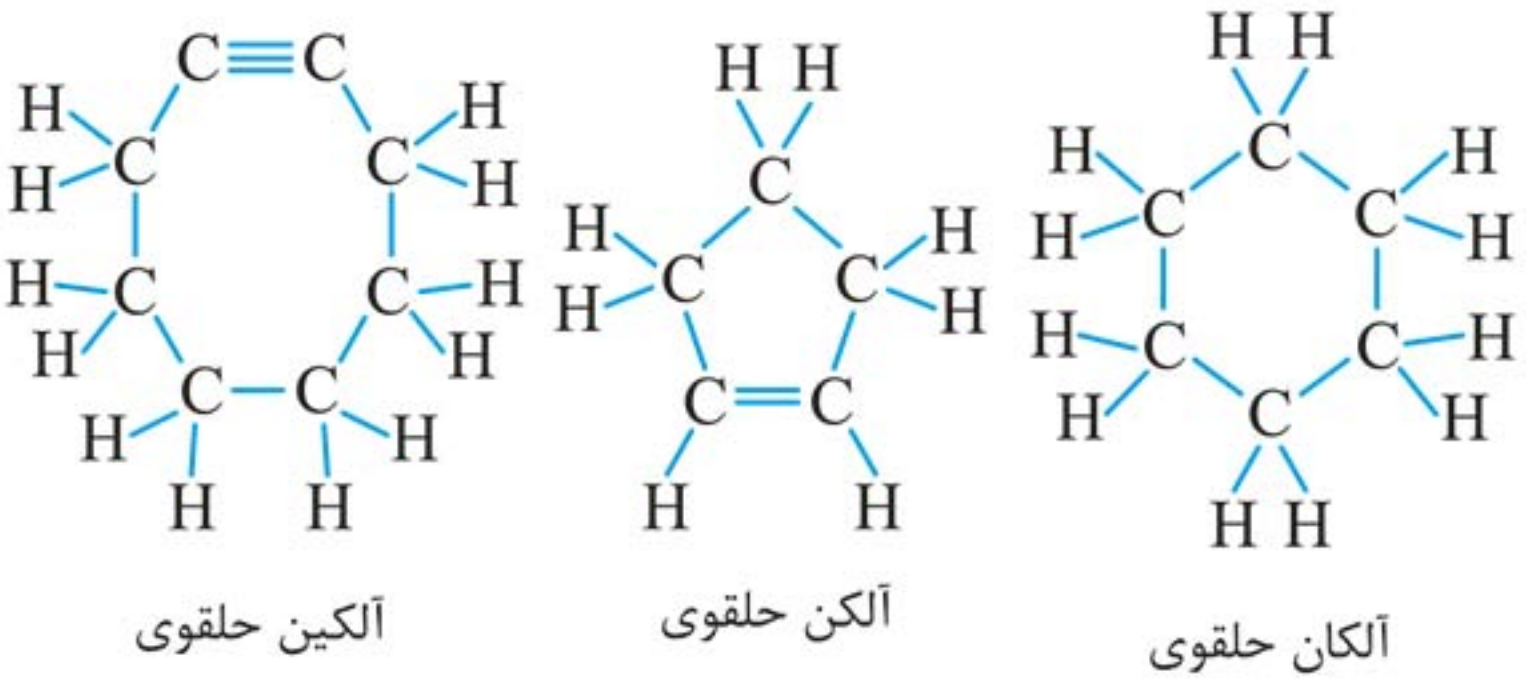
هیدروکربن‌های حلقوی

قسمت سوم

ترکیب‌های آلی بسیاری شناخته شده‌اند که در آن‌ها اتم‌های کربن طوری به یکدیگر متصل شده‌اند که ساختاری حلقوی به‌وجود آورده‌اند. دسته‌ای از این هیدروکربن‌ها مشابه آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها هستند؛ و دستهٔ 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:



آلکین حلقوی　　آلکن حلقوی　　آلکان حلقوی

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

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

شیمی‌دان‌ها، آنتالپی ســـوختن یک ماده را هم‌ارز با آنتالپی واکنشی می‌داننـــد که در آن یـــک مول ماده در اکســـیژن کافی به‌طور کامل می‌ســـوزد. جـــدول پایین، آنتالپی ســـوختن (برحســـب کیلوژول بر مـــول) برخی از ترکیب‌های آلی را در دمای $25^{\circ}C$ نشـــان می‌دهد:

تعداد کربن	آلکان		آلکن		آلکین	
	فرمول	آنتالپی سوختن	فرمول	آنتالپی سوختن	فرمول	آنتالپی سوختن
۱	$CH_4(g)$	−۸۹۰	-	-	-	-
۲	$C_2H_6(g)$	−۱۵۶۰	$C_2H_4(g)$	−۱۴۱۰	$C_2H_2(g)$	−۱۳۰۰
۳	-	-	$C_3H_6(g)$	−۲۰۵۸	$C_3H_4(g)$	−۱۹۳۸

قسمت پنجم تست‌های کنکور بخش‌های ۲ و ۳

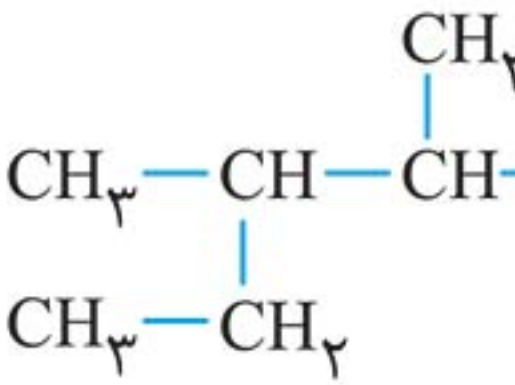
۱. نام آلکانی بـــا فرمول $C_۲H_۵-CH(CH_۳)-CH(CH_۳)-CH_۳$ کدام است؟

(سراسری ریاضی ۹۱)

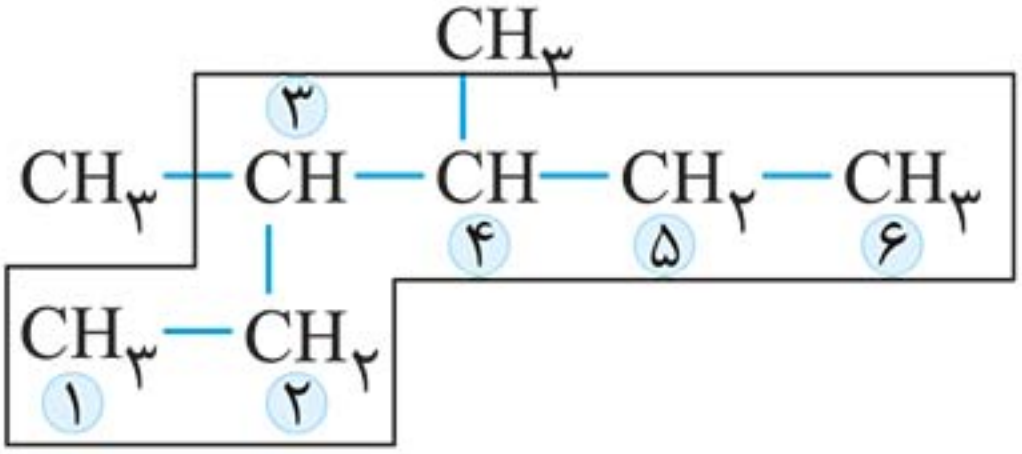
۱) ۲، ۲ ـ دی‌اتیل‌بوتان
۲) ۳، ۴ ـ دی‌متیل‌هگزان
۳) ۲، ۳ـ دی‌متیل‌هگزان
۴) ۲ ـ اتیل ـ ۳ ـ متیل‌پنتان

■ **پاسخ:** گزینهٔ «۲»

ابتدا ســـاختار مولکول را به شکلی رسم می‌کنیم که همهٔ کربن‌ها به شکل مجزا مشخص باشند:



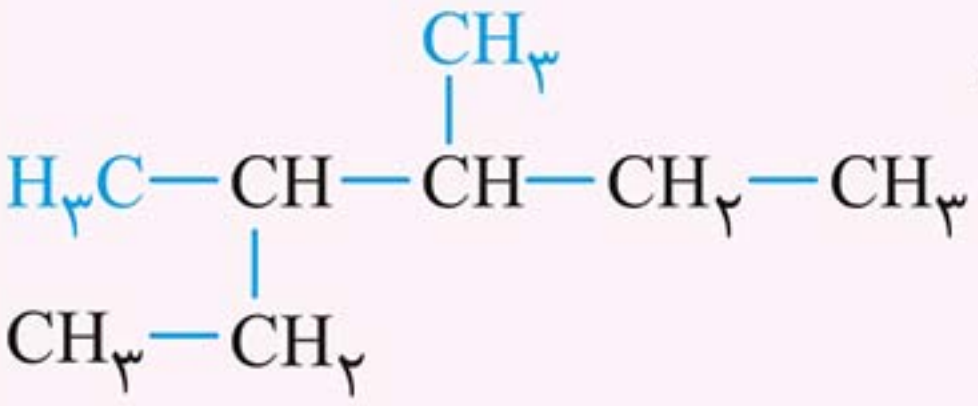
حالا بلندترین زنجیر کربنی را مشخص کرده و کربن‌های زنجیر اصلی را از سمتی که زودتر به شاخهٔ جانبی برسیم، شماره‌گذاری می‌کنیم:



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

نهایتاً نام‌گذاری مولکول با توجه به نام و محل قرارگیری شاخه‌های جانبی:

۳، ۴ ـ دی‌متیل‌هگزان

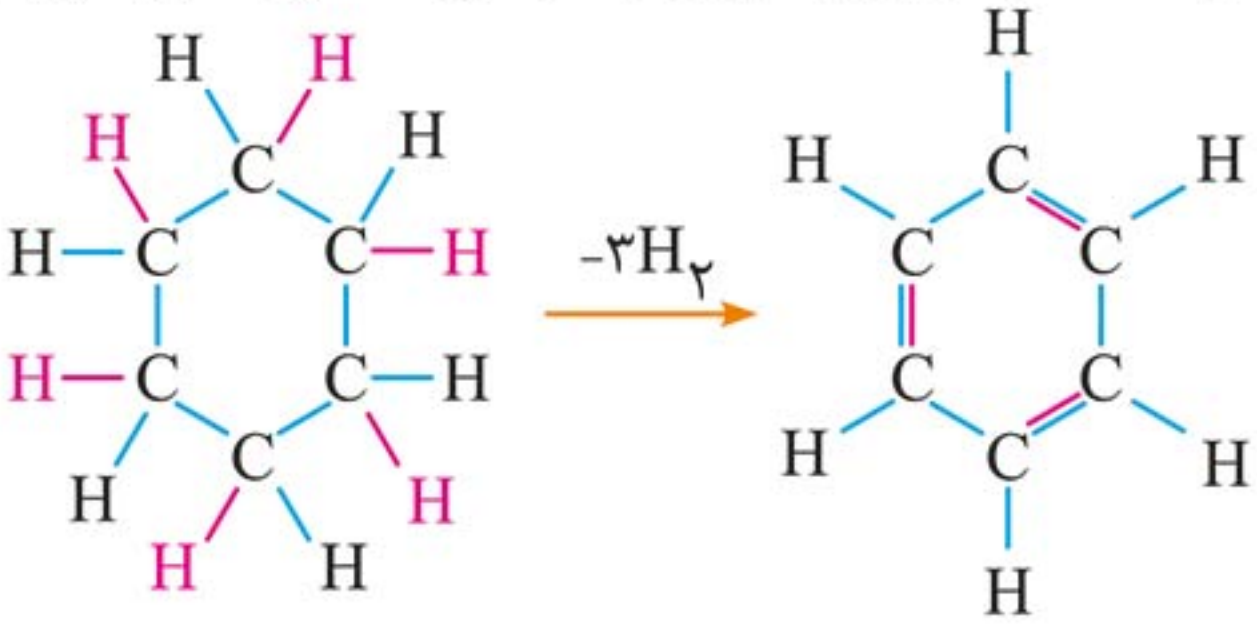


۲. اگر از مولکول سیکلوهگزان، سه مولکول هیدروژن حذف شود، به کدام مولکول تبدیل می‌شود؟ (سراسری ریاضی ۹۶)

۱) هگزین
۲) بنزن
۳) سیکلوهگزن
۴) سیکلوهگزین

■ **پاسخ:** گزینهٔ «۲»

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



C_6H_{12} (سیکلوهگزان)

C_6H_6 (بنزن)

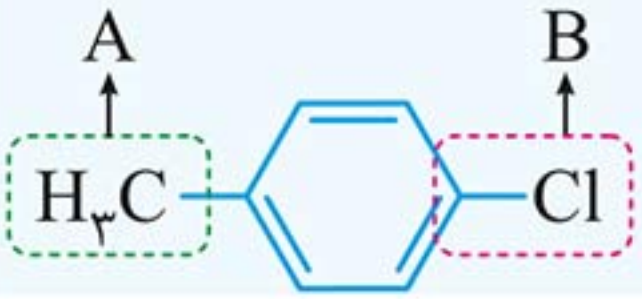
مقدمه

در بخش یک دیدیم که مواد آلی می‌توانند شامل اتم‌های عنصرهایی به‌جز 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 هردو حضور دارند.

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

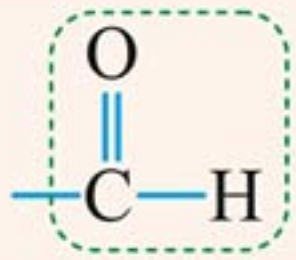
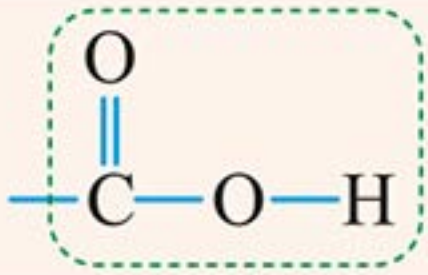
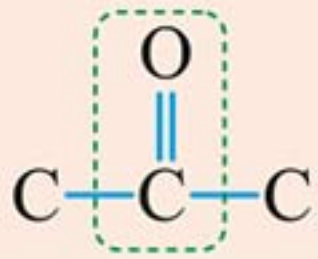
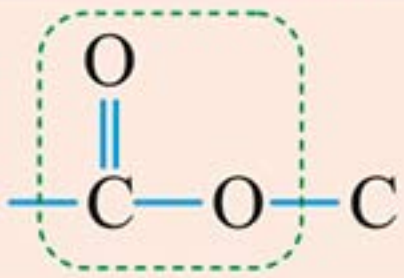
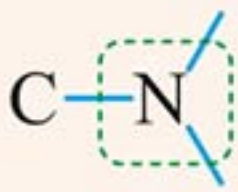
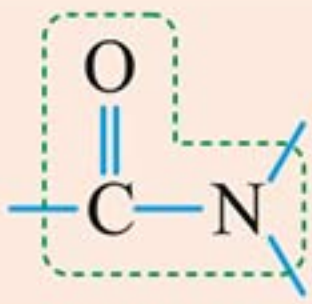
در این بخش ابتدا سراغ مولکول‌های دارای اتم اکسیژن می‌رویم و به ترتیب به آلدهیدها، کتون‌ها، اترها، الکل‌ها، اسیدها و استرها می‌پردازیم. سپس سراغ یک گروه از مواد آلی می‌رویم که در مولکول خود، اتم نیتروژن دارند؛ یعنی آمین‌ها. در نهایت نوبت به آمیدها می‌رسد که هم اتم اکسیژن و هم اتم نیتروژن را در ساختار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



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

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

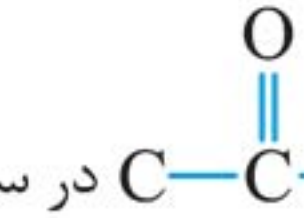
ترکیب آلی	ساختار گروه عاملی	ترکیب آلی	ساختار گروه عاملی
آلدهید		اسید آلی	
کتون		استر	
اتر		آمین	
الکل		آمید	

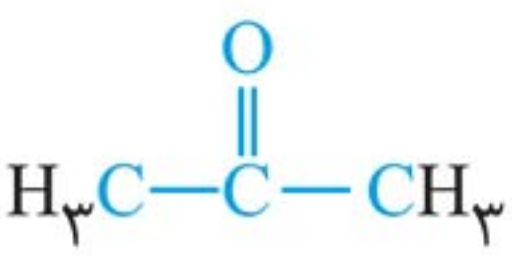
در ادامهٔ این بخش با این ۸ گروه آشنا می‌شویم.

ابتدا هم نوبت می‌رسد به آلدهیدها!

قسمت دوم

کتون‌ها

این دســـته از مواد آلی خیلی شبیه به آلدهیدها هستند. گروه عاملی کتونی به شـــکل  در ســـاختار مولکول این مواد حضور دارد. نکتـــهٔ قابل توجه در کتون‌ها، اتصال گروه عاملی **کربونیل** از هر **دو طرف به اتم‌های کربن** اســـت. ســـه تا از ساده‌ترین کتون‌ها را در زیر می‌بینید:

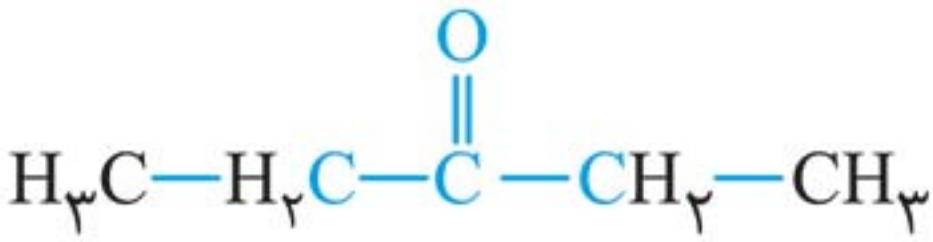


۲- پروپانون (استون)

C_3H_6O

۲- بوتانون

C_4H_8O



۳- پنتانون

$C_5H_{10}O$

نکته: باتوجه به نحوهٔ تعریف ســـاختار گـــروه عاملی کتونی و همان‌طور که در شـــکل‌های بالا می‌بینید؛ حداقل تعداد اتم کربن در کتون‌ها برابر ۳ است.

فرمول عمومی

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

$$\text{تعداد H} = (۲n+۲) - (۲\times \text{تعداد پیوند دوگانه}) - (۲\times \text{تعداد حلقه}) - (۴\times \text{تعداد پیوند سه‌گانه})$$

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

$$\text{تعداد H} = (۲n+۲) - (۲\times ۱) = ۲n$$

پس فرمول عمومی کتون‌ها به شکل $C_nH_{۲n}O$ است.

نکته: ◂ فرمول عمومی آلدهیدها و کتون‌ها دارای یک گروه عاملی و زنجیر هیدروکربنی سیرشده یکسان و به‌صورت $C_nH_{۲n}O$ 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 $۳n+۱$ پیوند اشتراکی وجود دارد.

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

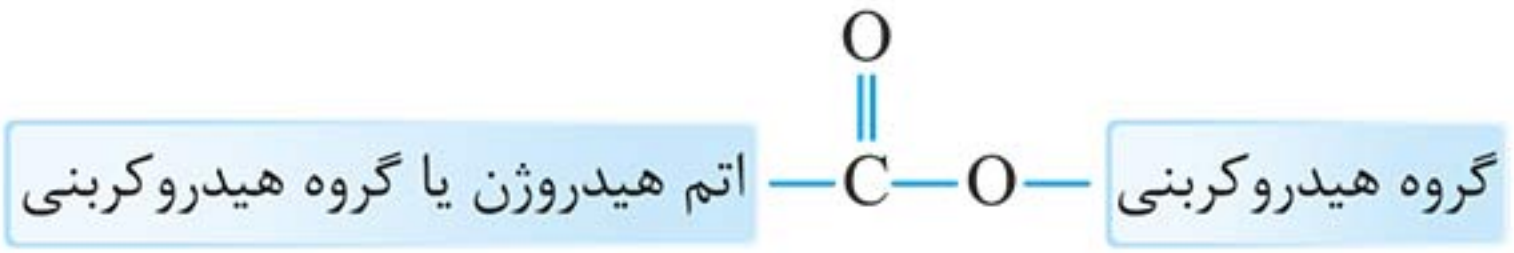
■ **جواب:** می‌دانیم حداقل تعداد اتم کربن در مولکول کتون‌ها برابر با ۳ است؛ پس داریم:

$$\text{تعداد پیوند اشتراکی} = (۳\times ۳)+۱ = ۱۰$$

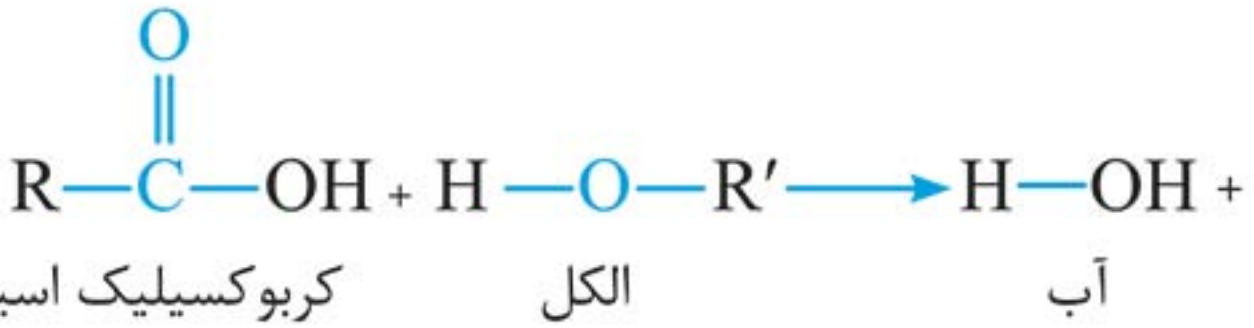
فرمول این کتون $C_۳H_۶O$ است و استون (پروپانون) نام دارد.

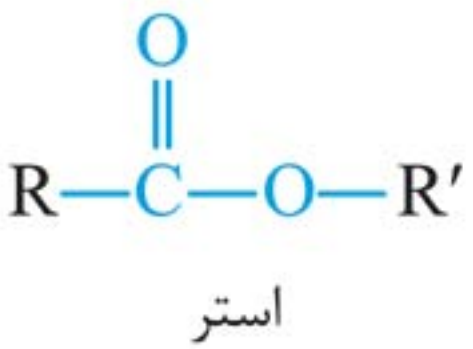
اِستِرها
قسمت ششم

استرها با گروه عاملی استری و ساختار شناخته می‌شـــوند. 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:



به‌خاطر دارید که استرها نتیجهٔ واکنش بین اسیدهای آلی و الکل‌ها هستند:





نکته: بعضی‌ها ســـاختار اســـیدهای آلی و اســـترها را این‌طور به‌خاطر می‌سپارند که «اسیدها کوه و استرها کور هستند.»!

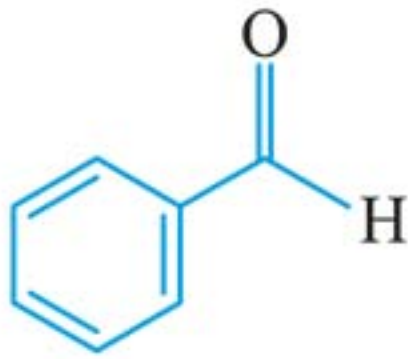
اسید: $R-COOH$ استر: $R-COOR$

گروه‌های عاملی در دنیای گیاهی و جانوری

قسمت اول

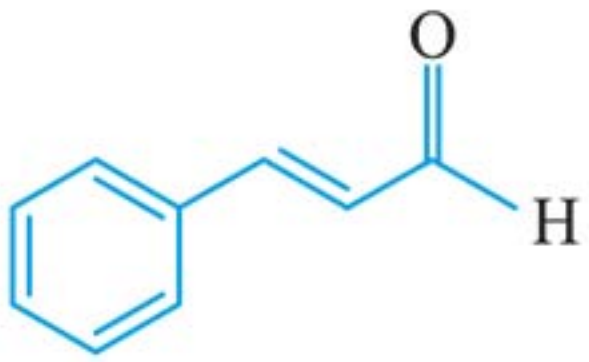
آلدهیدها

■ 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.



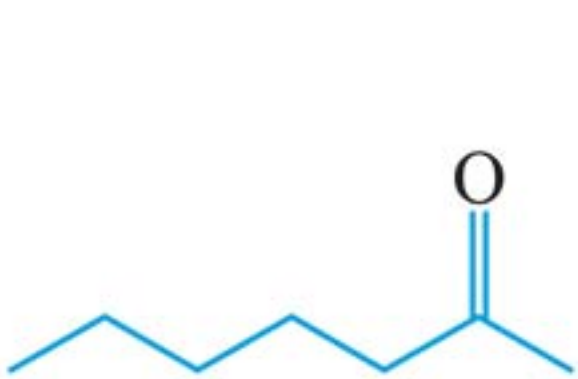
بنزآلدهید

■ عصارهٔ دارچین دارای یک آلدهید با ساختار زیر است. همان‌طور که می‌بینید، این مـــاده گروه عاملی آلکنی هم دارد. فرمول مولکولی آن C_9H_8O و تعداد پیوند کووالانسی در این مولکول ۲۳ عدد است.

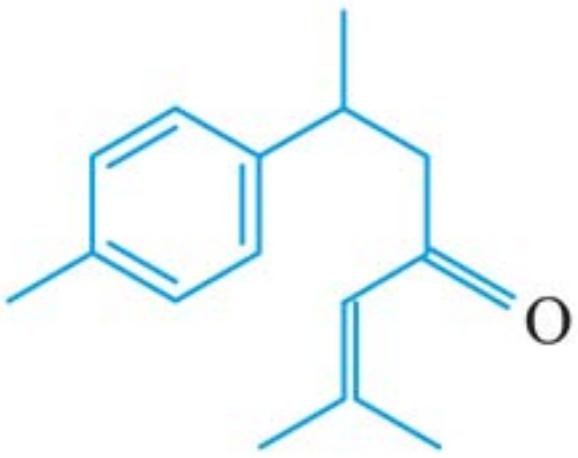


کتون‌ها

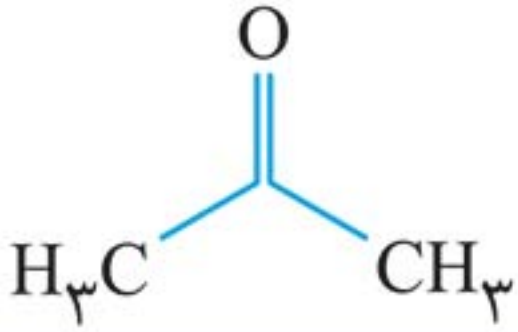
■ ۲ـ هپتانـــون، کتون موجود در میخک اســـت. این کتون با فرمول $C_۷H_{۱۴}O$ دارای ۲۲ پیوند کووالانسی در مولکول خود است.



■ زردچوبه هم دارای ترکیب‌های آلی متعددی است که یکی از آن‌ها، یک کتون سیرنشـــده با فرمول $C_{۱۵}H_{۲۰}O$ است. در این مولکول ۴۱ پیوند اشتراکی وجود دارد.



■ پروپانون یا اســـتون، ساده‌ترین و پرمصرف‌ترین کتون است. فرمول مولکولی آن $C_۳H_۶O$ اســـت و ۱۰ پیوند اشتراکی دارد. استون حلال چربی، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها است.

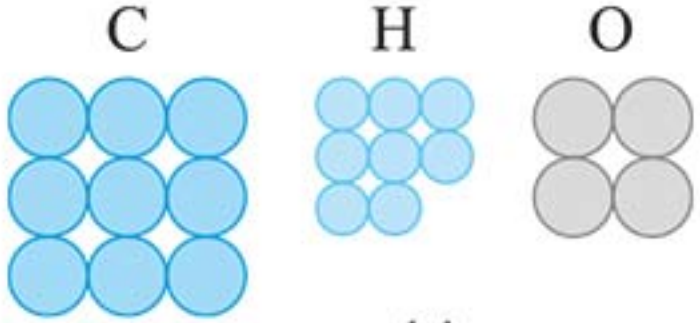


توجه: عطر و طعم ادویه‌ها و سبزیجات معطر به‌دلیل وجود ترکیبات آلی مختلف با گروه‌های عاملی متنوع است. این ترکیبات علاوه بر ایجاد رنگ، بو یا مزهٔ خاص، مصرف دارویی هم دارند و برای جلوگیری از گرسنگی، افزایش سوخت‌وساز، جلوگیری از التهاب و پیشگیری از سرطان به‌کار می‌روند.

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

$$(H = ۱ , C = ۱۲ , O = ۱۶ : g \cdot mol^{-۱})$$

(سراسری ریاضی ۹۷ ـ باتغییر)



- به مولکول بنزالدهید 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:** گزینهٔ «۲»

بررسی عبارت‌ها:

عبارت اول: فرمول مولکولی این ماده $C_۹H_۸O_۴$ است پس مربوط به بنزالدهید نیست. (نادرست)

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

عبارت سوم: (درست)

$$\text{درصدجرمی O} = \frac{\text{جرم اتم‌های O}}{\text{جرم مولکول}} \times ۱۰۰$$

$$= \frac{۴ \times ۱۶}{۱۸۰} \times ۱۰۰ \simeq ۳۵ / ۵۶٪$$

عبارت چهارم: (درست)

$$\frac{\text{جرم اتم‌های C}}{\text{جرم اتم‌های H}} = \frac{۹ \times ۱۲}{۸ \times ۱} = ۱۳ / ۵$$

شیمی آلی

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

۱) پرکاربردترین کربوکسیلیک اسید، است.

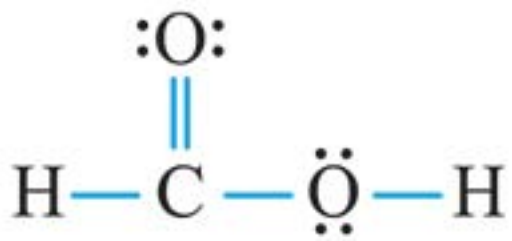
۲) با آب، پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهد.

۳) در ساختار آن، پنج جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۴) به‌صورت مصنوعی تهیه می‌شود و در طبیعت یافت نمی‌شود.

■ **پاسخ:** گزینه «۲»

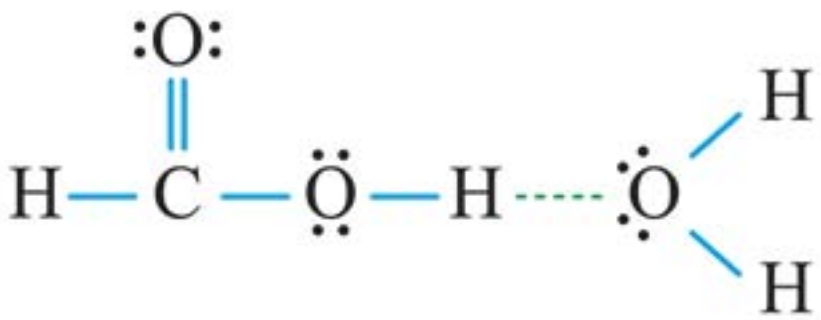
ساختار لوویس فورمیک‌اسید به‌صورت زیر است:



بررسی همهٔ گزینه‌ها:

۱) پرکاربردترین کربوکسیلیک‌اسید، استیک‌اسید است.

۲) فورمیک اسید، به‌دلیل وجود اتم هیدروژن متصل به اکسیژن می‌تواند با آب پیوند هیدروژنی برقرار کند.



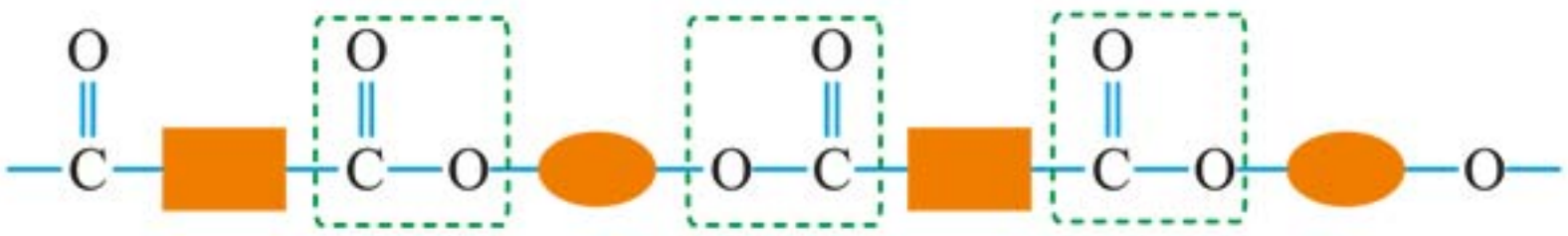
۳) در ساختار آن، ۴ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

۴) فورمیک اسید یا متانوییک‌اسید از تقطیر مورچهٔ سرخ به‌دست می‌آید. بنابراین، در طبیعت یافت می‌شود.

قسمت سوم

پلی اِسترها

شیمی‌دان‌ها 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:

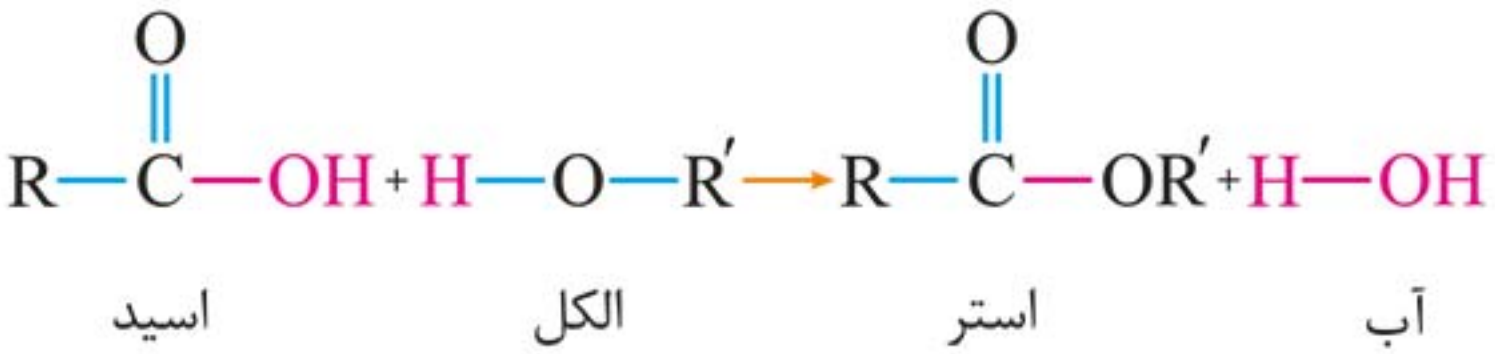


همان‌طور که مشخص است، در ساختار این پلیمرها **گروه عاملی استری** وجود دارد. می‌دانیم که استرها نتیجهٔ واکنش بین الکل‌ها و کربوکسیلیک‌اسیدها هستند. پس با استفاده از اسید آلی و الکل مناسب می‌توان یک پلی‌استر تولید کرد. در ادامه می‌خواهیم با چگونگی تولید شدن پلی‌استرها و برخی ویژگی‌های آن‌ها آشنا شویم.

با ما همراه باشید!

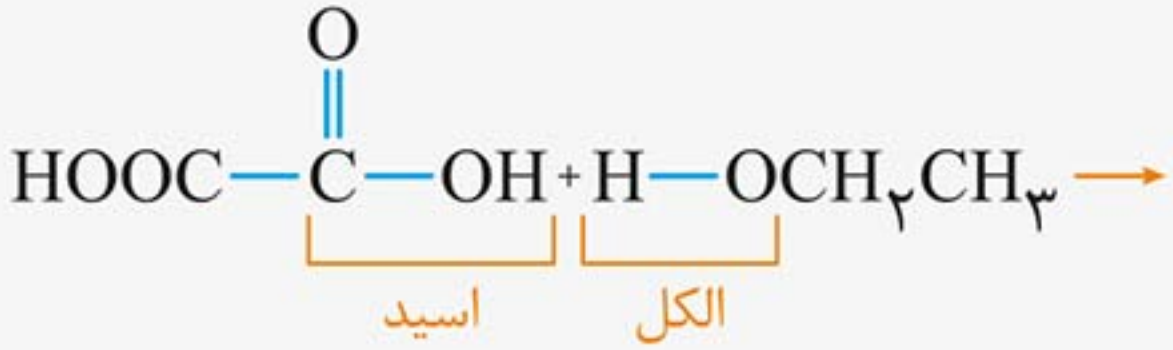
تولید پلی‌استرها

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

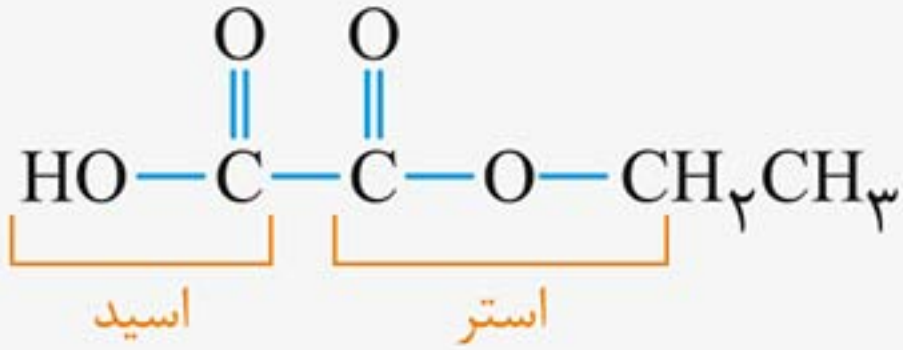


سؤال: از واکنش بین اگزالیک‌اسید ($HOOC-COOH$) و مقـــدار زیادی اتانول (CH_3CH_2OH) چه اســـتری تولید می‌شود؟

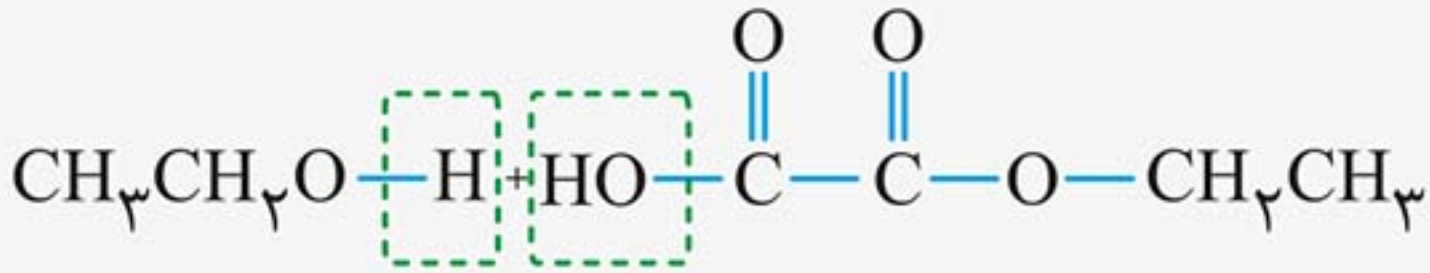
■ **جواب:** خب ما می‌دانیم از واکنش بین یک اسید و یک الکل باید استر تولید شود؛ پس آن را تولید می‌کنیم!

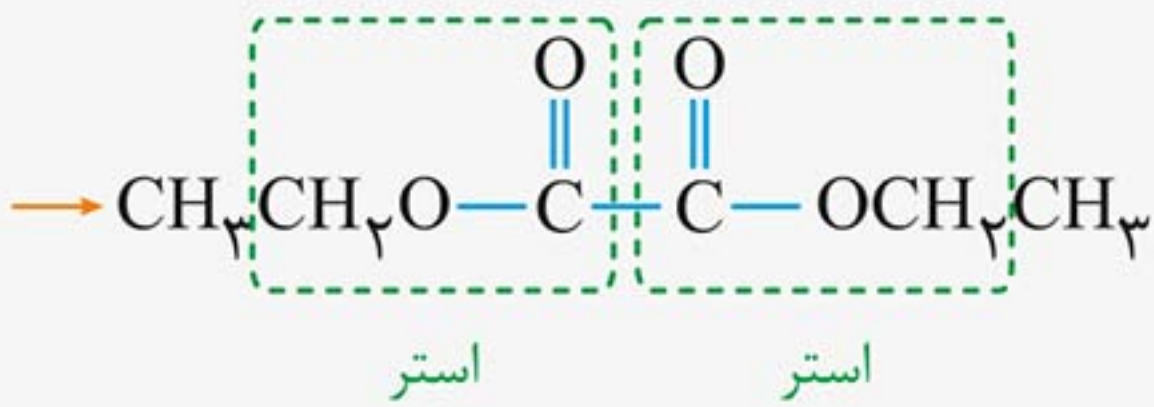


اما نکتهٔ مهم اینجاســـت که اگزالیک‌اســـید یک اسید دو عاملی یا اصطلاحاً یک دی‌اسید است؛ یعنی هر مولکول اگزالیک‌اسید دارای دو گروه کربوکســـیل اســـت. در واکنش بالا یکـــی از گروه‌ها وارد واکنش شـــده و استر تولید کرده است؛ اما گروه کربوکسیل بعدی، دست‌نخورده باقی مانده اســـت. اگر ساختار محصول را کامل رسم کنیم؛ متوجه می‌شویم که محصول، هم استر و هم اسید است!

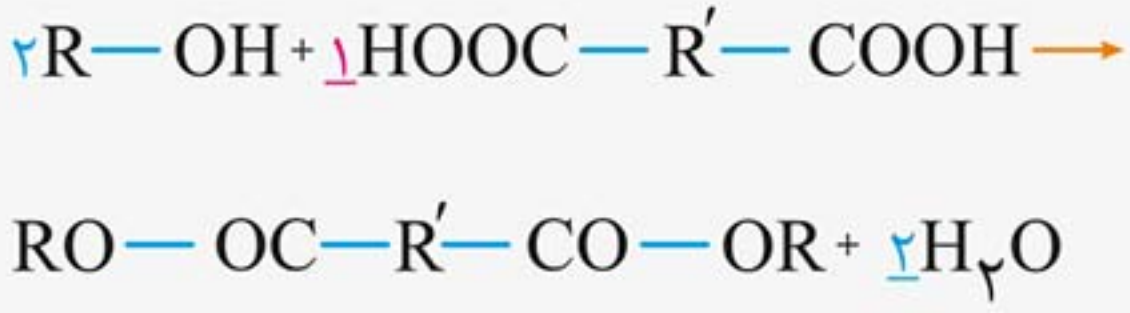


در صورت سؤال گفته شده که مقدار اتانول زیاد است؛ پس کماکان اتانول در ظرف واکنش داریم تا بتواند با گروه کربوکسیلِ باقی مانده در محصول، واکنش دهد:





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



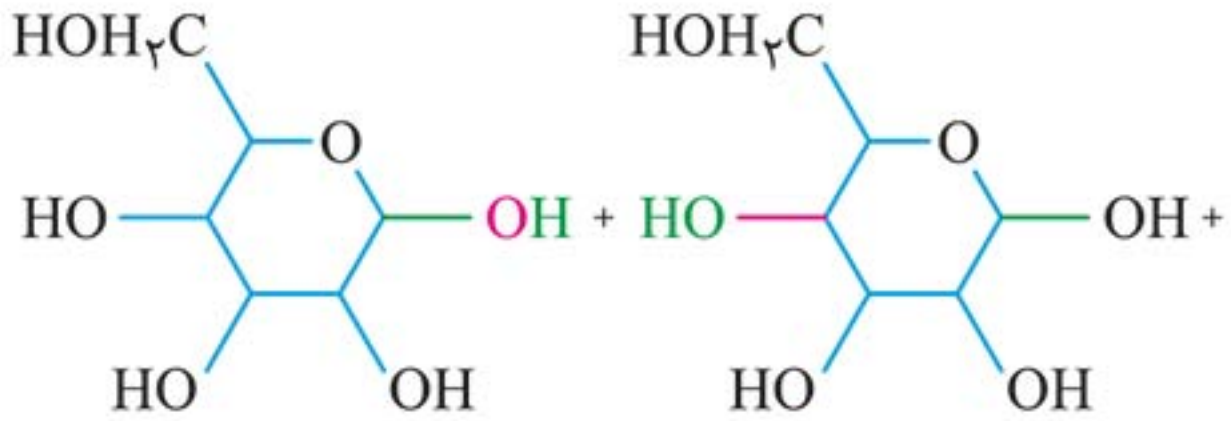
نکته: محصول واکنش بین ۱ مول اسید دو عاملی و ۱ مول الکل یک عاملی، مولکولی است که دارای گروه عاملی اسیدی و استری است.

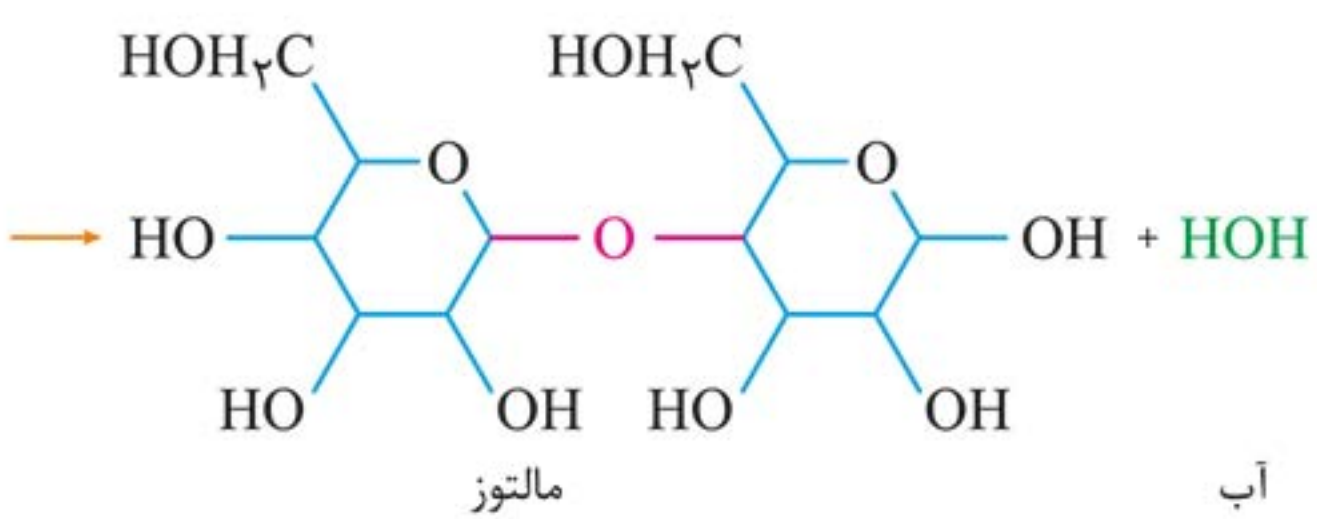
قسمت پنجم

نشاسته و سلولز

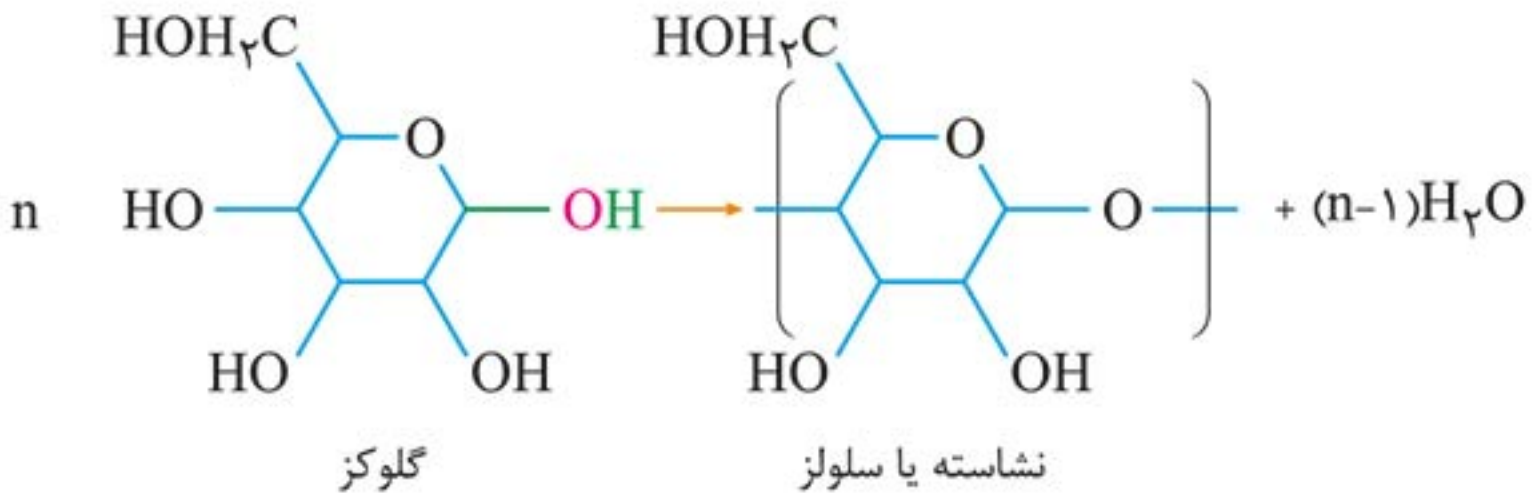
همان‌طور که در کتاب درسی سال یازدهم هم آمده، نشاسته و سلولز، هردو از مولکول‌های گلوکز ساخته شده‌اند. در واقع از بسپارش مولکول‌های گلوکز، نشاسته و یا سلولز تشکیل می‌شوند. (البتّه پلیمر دیگری به‌نام گلیکوژن هم از بسپارش گلوکز ساخته می‌شود).

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



خوب است بدانید — نشاسته یا سلولز؟!

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 $(C_6H_{10}O_5)_n$ هستند. در چنین مولکولی، n گروه عاملی اتری و $3n$ گروه عاملی هیدروکسیل وجود دارد.

تست‌های کنکور بخش ۸ — قسمت سوم

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

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

$(CH_3(CH_2)_{16}COOH = \text{استئاریک اسید})$

$(C_3H_5(OH)_3 = \text{گلیسرین})$

۱) ۳۹۶ ۲) ۴۱۴

۳) ۱۱۵۰ ۴) ۱۲۴۲

■ **پاسخ:** گزینهٔ «۲»

هر مول گلیسرین تری‌استئارات، ۱ مول گلیسرین تولید می‌کند:

$$\frac{4/45\times10^{3}\times\frac{90}{100}}{1\times890}=\frac{xg}{1\times92}=414g$$

۲. از اکسایش الکلی با ساختار RCH_2OH 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 ـ با تغییر)

۱) پنتانوییک ـ کمتر ۲) پنتانوییک ـ بیش‌تر

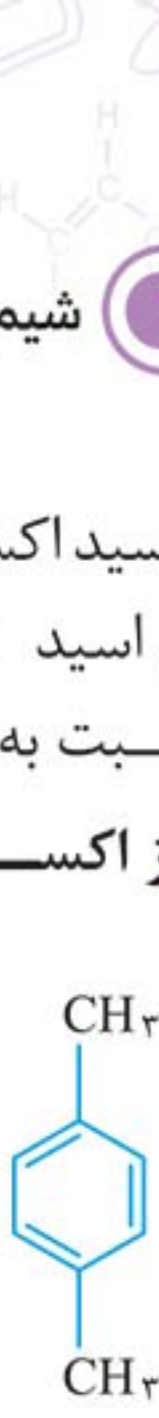
۳) بوتانوییک ـ کمتر ۴) بوتانوییک ـ بیش‌تر

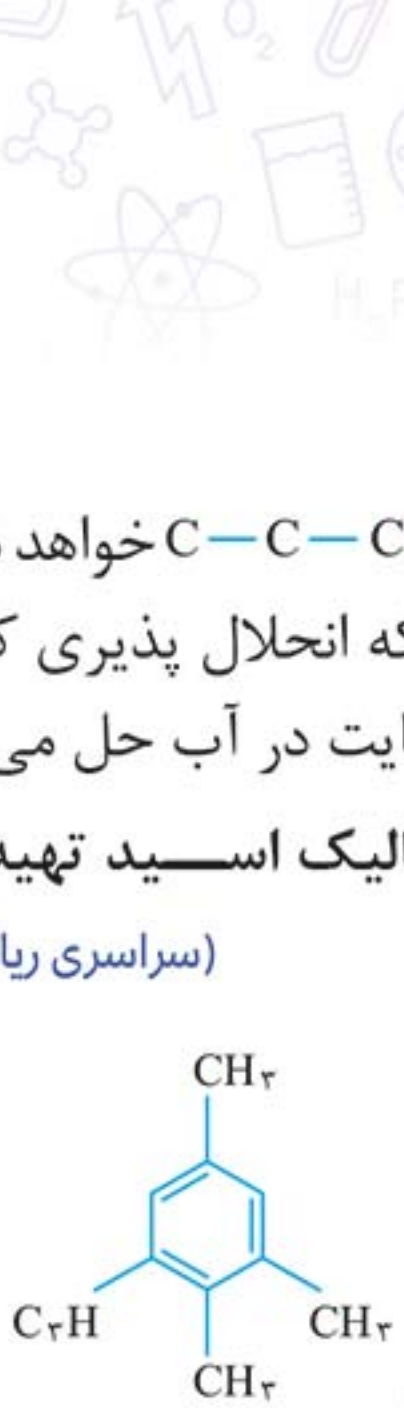
■ **پاسخ:** گزینهٔ «۱»

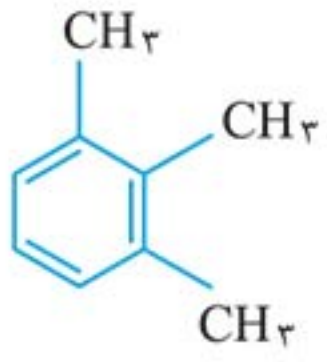
ساختار الکل به شکل $\underbrace{C-C-C-C}_{R}-C-OH$ است. اگر این الکل

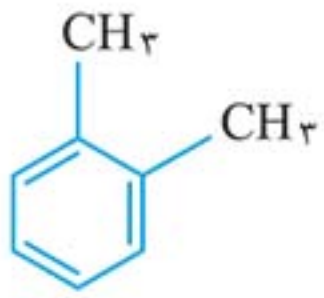
به اسید اکسید شود؛ ساختار $C-C-C-C-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$ خواهد داشت. این اسید ۵ کربنی پنتانوییک اسید است که انحلال پذیری کمتری نسبت به استون در آب دارد (استون بی‌نهایت در آب حل می‌شود).

۳. از اکسایش کدام ترکیب می‌توان ترفتالیک اسید تهیه کرد؟ (سراسری ریاضی ۹۸)

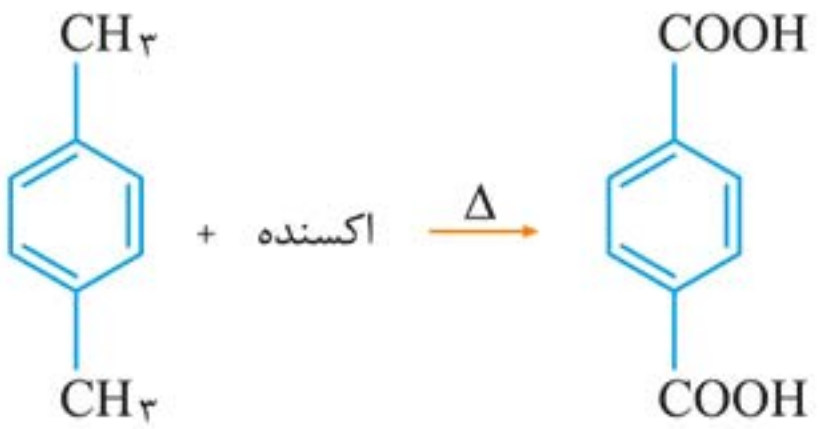
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

■ **پاسخ:** گزینهٔ «۱» در اثر اکسایش پارازایلن در حضور اکسنده و گرما، ترفتالیک‌اسید به‌دست می‌آید:



۴. کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟ (سراسری تجربی ۹۸)

آ) به‌گونهٔ معمول، بیشتر پلاستیک‌ها، زیست تخریب‌پذیرند.

ب) پلاستیک پلی‌اتیلن ترفتالات را می‌توان پس از مصرف، بازیافت کرد.

پ) دسترسی به پلاستیک‌ها، نمونه‌ای از نتایج خلاقیت بشر به‌شمار می‌آید.