

## فصل ۳

### به کارگیری هیدروکربن های آلیفاتیک



جلسه	فعالیت های یادگیری ساخت یافته
جلسه اول	روش مهم تهیه اتیلن در صنعت با نمایش تصویر و فیلم بیان شود.
	نام گذاری آلکن ها و نوشتن فرمول آنها با مثال و تمرین توضیح داده شود.
	ایزومرهای ممکن برای یک آلکن نوشته و نام گذاری آن با کمک تصویر و تمرین شرح داده شود.
جلسه دوم	مفهوم ایزومری سیس - ترانس با کمک تصویر و ذکر یک مثال بیان شود.
	با در اختیار داشتن یک هیدروکربن مجهول، راه و روشی برای تشخیص آلکان یا آلکن بودن آن، پیشنهاد کند.
	چگونگی واکنش افزایشی در آلکن ها با ذکر یک مثال توضیح داده شود.
جلسه سوم	نقش برخی آلکن ها در زندگی روزمره و صنعت با مثال و نمایش فیلم بیان شود.
	پلیمر و مونومر را با ذکر مثال و تصویر تعریف کند.
	پلاستیک گرما نرم و پلاستیک گرماسخت را با ذکر مثال و نمایش تصویر و فیلم توضیح دهد.
جلسه چهارم	ساختار هیدروکربن هایی را که پیوند سه گانه کربن - کربن دارند، رسم کرده و نام آنها را به طور صحیح بنویسد.
	هیدروکربن های با پیوند سه گانه کربن - کربن را نام گذاری کند.
	واکنش های مهم هیدروکربن های استیلنی را توضیح دهد.
جلسه پنجم	روش های صنعتی مهم تهیه استیلن را با کمک فرمول واکنش و نمایش فیلم بیان کند.
	کاربردهای هیدروکربن های استیلنی را با نمایش تصویر و فیلم بیان کند.
	با استفاده از خواص شیمیایی، هیدروکربن های استیلنی را از سایر هیدروکربن ها تشخیص دهد.
جلسه ششم	ساختار هیدروکربن های سیر شده حلقوی را رسم کند.
	روش نام گذاری و پیدایش ایزومری در هیدروکربن های سیر شده حلقوی را بررسی کند.
	خواص سیکلوآلکان ها را با هیدروکربن های سیر شده زنجیری مقایسه کند.
جلسه هفتم	ارزشیابی

در این فصل هنرجویان با کاربرد الکن‌ها، آلکین‌ها و سیکلوآلکان‌ها آشنا می‌شوند. آموزش این پودمان به صورت تدریس نظری پیش‌بینی شده است. لازم است که هنرآموزان محترم با آموزش و راهنمایی هنرجویان، به طور مستقیم در فرایند یاددهی و یادگیری مشارکت مؤثر داشته باشند. همچنین هنرآموزان گرامی توجه داشته باشند که در فرصت‌های یادگیری پیش‌بینی شده به شایستگی‌های غیرفنی این واحد یادگیری مانند اخلاق حرفه‌ای (وقت‌شناسی، حضور منظم و به موقع، انجام وظایف و کارهای محول، پیروی از قوانین و غیره)، کار گروهی (مانند بحث گروهی و تحقیق کنید) توجه ویژه داشته باشند.

## آلکن‌ها

### فکر کنید ۱:

آیا تاکنون فکر کرده‌اید که قرمز شدن گوجه فرنگی به چه دلیل می‌باشد؟



### پاسخ:

اتیلن، نوعی هورمون گیاهی است که باعث رسیدن میوه‌ها، باز شدن شکوفه‌ها و گل‌ها و همچنین ریزش برگ‌ها در پاییز می‌شود. به دلیل این خاصیت در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای جلوگیری از خراب شدن میوه‌هایی مانند سیب، گلابی و موز، در حمل و نقل یا انبار، آنها را کمی نارس می‌چینند و قبل از وارد کردن به بازار، تحت تأثیر اتیلن قرار می‌دهند تا رسیده شود.

### خواص فیزیکی آلکن‌ها

به طور کلی، خواص فیزیکی آلکن‌ها مشابه آلکان‌هاست. آلکن‌ها در حلال‌های غیرقطبی مانند اتر، کلروفرم و دی‌کلرو متان محلول، ولی در آب نامحلول هستند و از آب نیز سبک‌ترند. نقطه جوش آلکن‌ها با افزایش تعداد کربن‌ها افزایش می‌یابد. به جز آلکن‌های کوچک، نقطه جوش آلکن‌ها به ازای افزایش یک اتم کربن بین ۲۰ تا ۳۰ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد. مانند آلکان‌ها، شاخه‌دار شدن آلکن‌ها موجب کاهش نقطه جوش می‌شود.

آلکن‌ها اندکی قطبی‌تر از آلکان‌ها هستند این قطبیت اندک در اثر خصلت الکترون‌دهی و الکترون‌گیری گروه‌ها ایجاد می‌گردد. وقتی روی آلکن‌ها، گروه‌های القایی با قدرت بیشتر قرار می‌گیرد، ممان دو قطبی اندکی افزایش می‌یابد.

ترکیب	۱- بوتن	پروپان	اتان
فرمول	$C_4H_8$	$C_3H_8$	$C_2H_6$
ساختار مولکولی			
تعداد	۴	۳	۲
نقطه جوش (°C)	-۶/۵	-۴۷	-۱۰۲

### تحقیق کنید ۱:

چرا می‌گویند انبه را نزدیک میوه‌های دیگر نگهداری نکنید؟

### پاسخ:

انبه جزو میوه‌هایی است که اگر کنار میوه‌هایی مانند سیب یا هلو قرار بگیرد، به سرعت گاز اتیلن از خود متصاعد می‌کند و خراب می‌شود. به همین خاطر انبه را باید جدا از میوه‌ها و سبزی‌های دیگر داخل یخچالی با دمای معمولی نگهداری کرد.

گاز خالص اتیلن



### تحقیق کنید ۲:

درباره نکات ایمنی گاز اتیلن تحقیق کنید و در کلاس ارائه کنید.

### پاسخ:

- در زمان آتش‌سوزی ابتدا منبع نشت گاز اتیلن را ببندید، سپس آتش را خاموش کنید.
- در هنگام کار کردن با گاز اتیلن حتماً از عینک محافظ استفاده گردد.
- از ضربه زدن به سیلندر اتیلن جداً خودداری شود.
- جهت حمل و نقل سیلندره‌ای اتیلن حتماً از چرخ دستی استفاده شود.
- با دست روغنی، دستکش روغنی و یا لباس روغنی کپسول گاز اتیلن را جابه‌جا نکنید.
- سیلندر گاز اتیلن همیشه به صورت عمودی قرار گیرد.
- سیلندر گاز اتیلن در محیط خشک، خنک و همراه با تهویه مناسب قرار گیرد.



## ساختار مولکول اتیلن

برای رسیدن به فرمول مولکولی، همچنین فرمول ساختاری و کیفیت پیوندهای یک ماده آلی، باید مراحل متعددی از روش علم را طی کرد. مطابق این روش، داده‌ها و واقعیت‌های جمع‌آوری شده درباره خواص ماده مورد نظر را کنار یکدیگر می‌گذاریم، آن‌گاه از طریق مقایسه و استدلال و کشف روابط علت و معلولی، نوعی فرضیه برای توجیه مشاهده‌های خود ارائه می‌دهیم. برای انجام این‌گونه پژوهش‌ها، چه در آزمایشگاه و چه در زندگی، راه و روش‌های فراوانی وجود دارد. در این‌جا یک روش مناسب برای کشف فرمول و ساختار اتیلن را در این سطح تحصیلی، ارائه می‌دهیم تا هم علم بیاموزیم و هم روش علم را تجزیه کنیم.

آزمایش نشان می‌دهد که وزن یک لیتر گاز اتیلن در دما و فشار استاندارد (فشار ۱ atm و  $^{\circ}\text{C}$  برابر ۱۲۵ گرم است. بنابراین، چگالی این گاز،  $d = 1/25 \text{ g/l}$  است. وزن مولکولی این گاز نیز، برابر وزن  $22/4$  لیتر آن در شرایط مذکور است.

$$M = 22/4 \times 1/25 = 28 \text{ g}$$

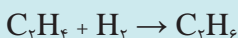
حال از خود می‌پرسیم که این مولکول، چند اتم کربن و چند اتم هیدروژن دارد؟

پاسخ این پرسش برای این مولکول کوچک آسان است. با توجه به این که وزن اتمی کربن ۱۲ گرم است، این مولکول نمی‌تواند یک اتم کربن داشته باشد، چون در این صورت باید ۱۶ گرم و به عبارتی ۱۶ اتم هیدروژن داشته باشد، و این ناممکن است. در مرحله دوم، فرض می‌کنیم که این مولکول دو اتم کربن دارد، در نتیجه، ۴ اتم هیدروژن خواهد داشت. چرا؟ این فرض به ظاهر معقول را می‌پذیریم، زیرا نمی‌توان سه اتم کربن برای این مولکول در نظر گرفت. چرا؟ بنابراین، فرمول مولکولی اتیلن  $\text{C}_2\text{H}_4$  است.

اتیلن: ابتدا داده‌های در دسترس را مرور می‌کنیم.

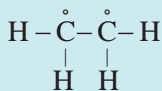
الف) اتیلن در شرایط عادی پایدار است.

ب) آزمایش نشان می‌دهد که یک مولکول اتیلن در مجاورت کاتالیزگر مناسب، با یک مولکول هیدروژن واکنش می‌دهد و سیر می‌شود و دقیقاً یک مولکول گاز اتان، که فرمول آن برای ما شناخته شده است، پدید می‌آورد.



در گام نخست، می‌توان تصوّر کرد که اتیلن مانند اتان، یک پیوند کربن - کربن داشته باشد. با رعایت اصل چهارظرفیتی بودن کربن و یک‌ظرفیتی بودن هیدروژن، دو اتم هیدروژن به هر یک از اتم‌های کربن متصل می‌کنیم

و به تصویر زیر می‌رسیم.

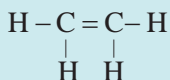


در این جا با یک اشکال روبه‌رو می‌شویم:

«اصول ظرفیت را به‌درستی رعایت نکرده‌ایم. اتم کربن، در یک ترکیب پایدار باید به‌وسیله ۴ جفت الکترون احاطه شود (قاعده هشتایی<sup>۱</sup> یا اُکت).

پرسش: در این فرمول پیشنهادی، چند الکترون پیرامون هر اتم کربن در سطح ظرفیت آن وجود دارد؟

برای رفع اشکال مزبور، این فرضیه را پیشنهاد می‌کنیم که دو الکترون فرد موجود در دو اتم کربن مجاور، با یکدیگر یک جفت الکترون مشترک اضافی تشکیل می‌دهند.



بنابراین، مطابق فرضیه پیشنهادی، در فرمول ساختاری اتیلن باید دو جفت الکترون مشترک و به عبارتی یک «پیوند دوگانه» میان اتم‌های کربن وجود داشته باشد. یک فرضیه موقعی پذیرفته می‌شود که دارای توجیه خواص شناخته شده را داشته باشد و گاهی بتواند پیشگویی‌هایی درباره برخی خواص ناشناخته نیز ارائه دهد.

در مبحث بعدی و هنگام مطالعه خواص شیمیایی اتیلن، خواهیم دید که فرضیه وجود این پیوند دوگانه، چنین توانایی‌های ارزشمندی را دارد.

## فکر کنید ۲:

از آنجا که فرمول عمومی هیدروکربن‌های آلکانی  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  است، فرمول عمومی خانواده آلکن‌هایی که یک پیوند دوگانه دارند، به چه صورت درمی‌آید؟

## پاسخ:

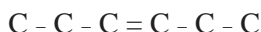
به صورت  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  درمی‌آید.

۱- منظور از قاعده هشتایی یا اُکت، پر شدن اوربیتال S و P سطح ظرفیت عنصر کربن و سایر نافلزها، هنگام تشکیل مولکول پایدار با عنصرهای دیگر است. این اوربیتال‌های چهارگانه جمعاً با ۸ الکترون پر می‌شوند. octa به معنی هشت است.

## نام گذاری آلکن ها به روش آیوپاک<sup>۱</sup>

### تمرین ۱:

فرمول های زیر را نام گذاری کنید.



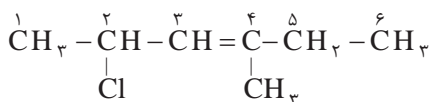
### پاسخ:

۳- هگزن

۱- پنتن

### پرسش ۱:

چرا در مثال ۲ شماره گذاری را از سمت چپ زنجیر اصلی آغاز کردید؟ چرا نام شاخه کلرو، مقدم بر شاخه متیل است؟



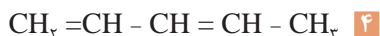
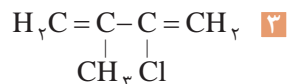
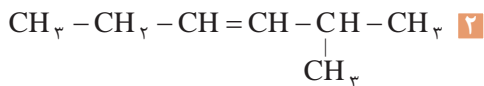
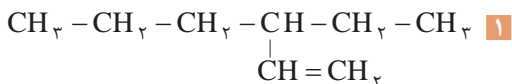
۲- کلرو-۴- متیل-۳- هگزن

### پاسخ:

زیرا شماره گذاری از سمت چپ، عدد کمتری به کربن پیوند دوگانه داده می شود. همچنین در ترتیب حروف الفبایی، کلرو بر متیل تقدم دارد.

### تمرین ۲:

ترکیب های زیر را نام گذاری کنید.



<sup>۱</sup> - International Union of Pure and Applied Chemistry

پاسخ:

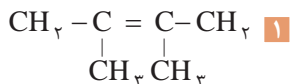
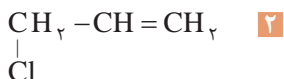
- ۱ ۳- اتیل - ۱- هگزن  
۲ ۲- متیل - ۳- هگزن  
۳ ۲- کلرو - ۳- متیل - ۱، ۳- بوتادی‌ان  
۴ ۳، ۱- پنتادی‌ان

تمرین ۳:

فرمول‌های ساختاری مواد زیر را رسم کنید.

- ۱ ۲، ۳- دی متیل - ۲- بوتن  
۲ ۳- کلرو پروپن  
۳ ۳- برومو - ۱- بوتن

پاسخ:



بحث گروهی ۱:

به کمک دوستان خود بگویید آیا: ۱- بوتن می‌تواند ایزومرهای هندسی (سیس و ترانس) داشته باشد؟ چرا؟

پاسخ:

با رسم ساختار: ۱- بوتن مشاهده خواهید کرد که نمی‌توان برای آن ایزومرهای هندسی (سیس و ترانس) رسم کرد.

تحقیق کنید ۳

چرا دمای جوش ایزومرهای سیس و ترانس -۲- بوتن متفاوت است؟

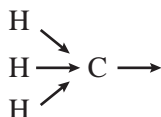
پاسخ:

آزمایش نشان می‌دهد که مولکول سیس - ۲ بوتن که دو گروه متیل آن در یک سوی پیوند دوگانه قرار دارند، اندکی خواص قطبی دارد. در صورتی که مولکول ترانس - ۲- بوتن، که دو گروه متیل آن در دوسوی پیوند دوگانه هستند، کاملاً

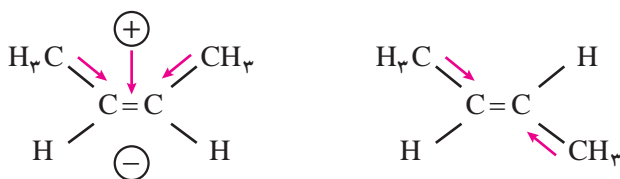
غیرقطبی است.

بدیهی است که جاذبه میان مولکول‌های قطبی، از جاذبه میان مولکول‌های غیرقطبی که فرمول یکسان دارند، بیشتر است. در نتیجه، جداکردن مولکول‌های آن از یکدیگر مشکل‌تر و دمای جوش مایع آن بالاتر است.

علت قطبی‌شدن سیس ۲- بوتن را می‌توان به این ترتیب توضیح داد که چون الکترونگاتیوی کربن از هیدروژن بیشتر است (الکترونگاتیوی کربن ۲/۵ و الکترونگاتیوی هیدروژن ۲/۱ است)، الکترون‌های پیوندهای C-H در گروه متیل بیشتر به سمت کربن کشیده می‌شوند و در نتیجه، اتم کربن برای حفظ تعادل الکترونی خود، الکترون‌ها را از سوی دیگر از خود دور می‌سازد. بدین جهت گروه متیل را یک گروه الکترون‌دهنده، به‌شمار می‌آورند.

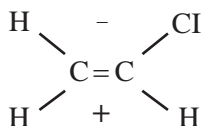
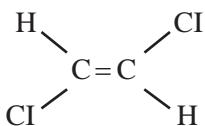


از آنجا که ابر الکترونی پیوند  $\pi$ ، نسبتاً غیرمستقر و سست است، گروه الکترون‌دهنده متیل به نسبت بیشتری می‌تواند روی آن اثر کند ( $\text{CH}_3 \rightarrow \text{C}=\text{C}$ ) و توزیع چگالی الکترونی آن‌را به نفع یک‌سو و به زیان سوی دیگر تغییر دهد. در سیس-۲-بوتن، اثر هر دو گروه متیل در جابه‌جایی ابر الکترونی در یک‌سو می‌باشد، اما در ترانس-۲-بوتن، برخلاف جهت یکدیگر است (شکل ۳-۵).



شکل ۳-۵

چون میزان قطبی‌شدن مولکول چندان زیاد نیست، در نتیجه، اختلاف دمای جوش دو ایزومر سیس و ترانس نیز کم است (در حدود ۳ درجه). اگر فرضیه فوق صحیح باشد، پیش‌بینی می‌شود که در مولکول‌های مشابه - در صورتی که میزان قطبی‌بودن بیشتر باشد اختلاف دمای جوش نیز زیادتر می‌شود. برای امتحان فرضیه فوق، دو ایزومر ۲،۱- دی‌کلرواتیلن را بررسی می‌کنیم. به فرمول ساختاری و الگوهای گلوله - فنر و فشرده‌ی آنها، مطابق شکل ۳-۶، توجه کنید.



فرمول‌های ساختاری و الگوهای گلوله - فنر و فشرده ۲،۱- دی کلرواتیلن

در این مورد، چون الکترونگاتیوی کلر از کربن بیشتر است، بخشی از مولکول که دو اتم کلر در آن قرار دارد به نسبت بیشتری منفی و بخش دیگر مثبت خواهد شد. در این مورد، میزان قطبی بودن مولکول بیشتر است و انتظار می‌رود که اختلاف دمای جوش دو ایزومر، به اندازه قابل ملاحظه‌ای زیاد باشد. آزمایش، این پیشگویی را تأیید می‌کند؛ به طوری که دمای جوش سیس - ۱، ۲- دی کلرواتیلن، برابر  $60^{\circ}\text{C}$ ، و دمای جوش ترانس - ۱، ۲- دی کلرواتیلن، برابر  $48^{\circ}\text{C}$  است.

## تهیه اتیلن و هیدروکربن‌های اتیلنی

### فکر کنید ۳:

چرا هیدروکربن‌های اتیلنی از نظر شیمیایی (واکنش پذیری) فعال هستند؟

### پاسخ:

به علت وجود پیوند دوگانه در هیدروکربن‌های اتیلنی، این ترکیب‌ها از نظر شیمیایی فعال هستند.

### تمرین ۴:

عبارت زیر را با انتخاب کلمه‌های مناسب، کامل کنید.  
واکنش هیدروژن زدایی از اتان گرماگیر، و واکنش افزایش هیدروژن به اتیلن گرماده است.

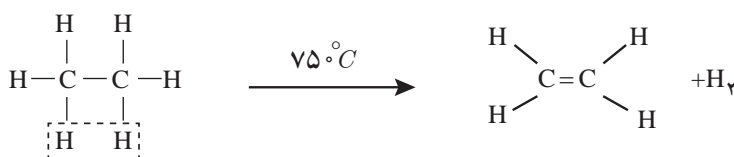
### تمرین ۵:

مطابق اصل لوشاتلیه، پیش‌بینی کنید که هرگاه:

■ دما را افزایش دهیم، واکنش تعادلی تبدیل اتان به اتیلن به کدام سو جابه‌جا می‌شود، و نسبت کدام ماده در مخلوط تعادلی، افزایش می‌یابد؟

### پاسخ:

در واکنش تعادلی تبدیل اتان به اتیلن بر اثر افزایش دما مطابق اصل لوشاتلیه به سمت واکنش گرماگیر و اتیلن پیش می‌رود و مقدار اتیلن افزایش پیدا می‌کند.

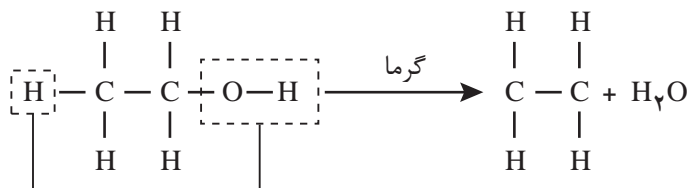


■ فشار را بر مخلوط تعادلی افزایش می‌دهیم، واکنش تعادلی به کدام سو جابه‌جا می‌شود؟

### پاسخ:

در واکنش تعادلی تبدیل اتان به اتیلن بر اثر افزایش فشار مطابق اصل لوشاتلیه به سمت کاهش تعداد مولکول‌های گازی (تولید اتان) پیش می‌رود.

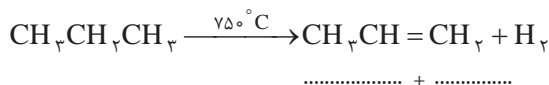
تهیه گاز اتیلن در آزمایشگاه: یک راه آسان برای تهیه گاز اتیلن در آزمایشگاه، مخلوط کردن الکل معمولی (اتیل الکل  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) با سولفوریک اسید غلیظ و گرم کردن محتاطانه مخلوط است.



آب حاصل، جذب سولفوریک اسید می‌شود. عکس این روش، یعنی ترکیب آب با گاز اتیلن، از مهم‌ترین روش‌های تولید الکل در صنایع پتروشیمی است. بنابراین، در اینجا نیز با یک واکنش برگشت‌پذیر روبه‌رو هستیم، که با تغییر شرایط می‌توان آن را به‌سوی تولید الکل یا اتیلن بیشتر سوق داد.

## پرسش ۲:

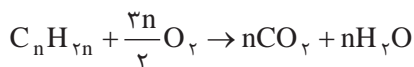
واکنش زیر را کامل کنید:



## واکنش‌های شیمیایی آلکن‌ها

### تمرین ۶:

آلکن‌های دیگر نیز در هوا می‌سوزند. فرمول عمومی سوختن آنها را بنویسید.



پاسخ:

### فکر کنید ۴:

به چه علت از اتیلن گلیکول به عنوان ضدیخ استفاده می‌شود؟

پاسخ:

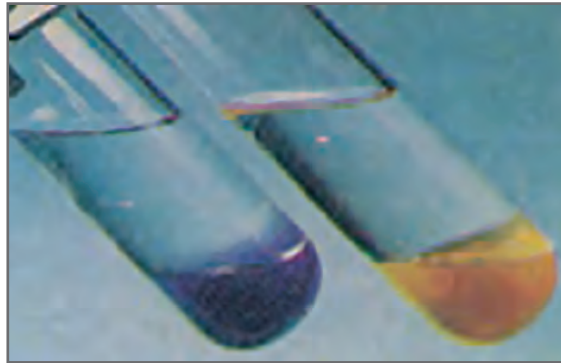
اتیلن گلیکول، مایعی است دیرجوش (دمای جوش آن در حدود  $197^\circ\text{C}$  است)، دمای انجماد آن نیز پایین است ( $-13/5^\circ\text{C}$ ). در آب به خوبی حل می‌شود. این ویژگی موجب می‌شود که از آن به عنوان ضدیخ استفاده شود.

۱ مقاومت محلول اتیلن گلیکول در آب در مقابل انجماد به قرار زیر است:

درصد ضدیخ	درصد آب	درجه انجماد محلول $^\circ\text{C}$
٪۱۰	٪۹۰	-۲
٪۱۷	٪۸۳	-۷
٪۲۵	٪۷۵	-۱۱
٪۳۳	٪۶۷	-۱۸
٪۵۰	٪۵۰	-۳۷

### فعالیت عملی ۱:

شکل زیر دو لوله آزمایش را نشان می‌دهد که یکی مایع  $n$  - هگزان و دیگری مایع ۱ - هگزن دارد. بر روی هردوی آنها محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات ریخته‌ایم. به نظر شما، کدام یک آلکن است؟



آزمایش تشخیص آلکن از آلکان

### پاسخ:

پیشنهاد می‌شود با انجام آزمایش، فرصت مشاهده تغییر رنگ و تفکر درباره علت آن را برای هنجرو فراهم آورد و سپس پاسخ صحیح را ارائه دهید.

### تحقیق کنید ۴:

با مراجعه به منابع اینترنتی معتبر، درباره خواص اتیلن گلیکول و کاربرد آن اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و در کلاس ارائه دهید.

### راهنمایی:

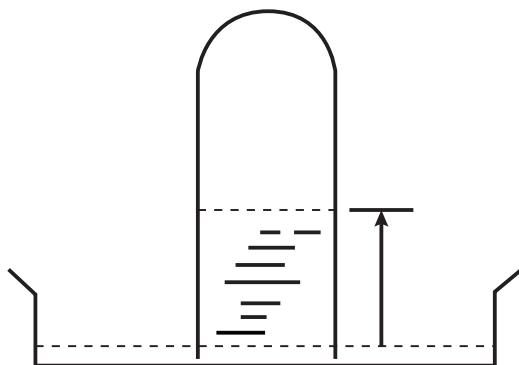
هنرجویان را به استفاده از منابع علمی و جست‌وجو در منابع اینترنتی با کمک کلیدواژه‌ها، تشویق نمایید.

## واکنش‌های افزایشی اتیلن

### فعالیت عملی ۳:

گازهای کلر و اتیلن را در یک لوله آزمایش وارد کنید و بر روی تشتکی که از

محلول سیرشدهٔ نمک طعام پرشده است، واژگون سازید (شکل زیر)، پس از مدتی، سطح آب نمک در لوله بالا می‌رود. بالارفتن سطح آب نمک، نشانهٔ آن است که واکنش بین گاز کلر و گاز اتیلن با کم شدن حجم همراه است.



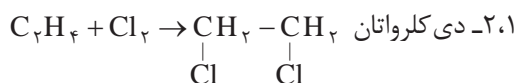
واکنش کلر با اتیلن روی سطح آب نمک

می‌توان نتیجه گرفت که بین اتیلن و کلر نوعی «واکنش افزایشی» صورت گرفته است (مانند واکنش افزایشی قبلی برم با اتیلن).

### تمرین ۷:

معادله واکنش را بنویسید و محصول را نام گذاری کنید.

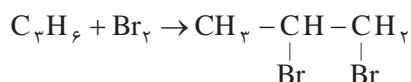
پاسخ:



### تمرین ۸:

معادله واکنش برم را با پروپیلن بنویسید و محصول عمل را نام گذاری کنید.

پاسخ:



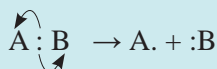
۱، ۲-دی برموپروپان



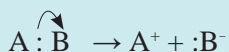
**نگاهی عمیق‌تر به واکنش افزایشی HBr با اتیلن:** پیش از این، با مکانیسم جانشینی رادیکالی آشنا شدید که از ویژگی‌های هیدروکربن‌های سیر شده است. حال بجاست با مکانیسم واکنش افزایشی نیز آشنا شوید که از ویژگی‌های مهم هیدروکربن‌های سیر نشده است. تفاوت مهم این دو واکنش، آن است که واکنش جانشینی رادیکالی، از طریق تشکیل رادیکال‌های آزاد انجام می‌گیرد و هر ذره آن یک الکترون فرد دارد. در صورتی که واکنش افزایشی، در بسیاری از موارد از طریق تشکیل یون‌های مثبت و منفی انجام می‌گیرد.

ابتدا دو روش شکسته‌شدن یک پیوند کووالانسی را که می‌توانند در یک مولکول  $\text{Br:HBr}$  یا  $\text{H:Br}$  و یا به‌طور کلی  $\text{A:B}$  وجود داشته باشند، مرور می‌کنیم. می‌دانیم که همهٔ واکنش‌های شیمیایی شامل شکسته‌شدن پیوندها و تشکیل آن‌هاست. بنابراین، هرگاه مولکول  $\text{A:B}$  در یک واکنش شرکت کند، پیوند آن به یکی از دو روش زیر می‌شکند.

**شکستن رادیکالی پیوند:** این شکستن، متقارن است. یک الکترون، روی هر ذره قرار می‌گیرد.



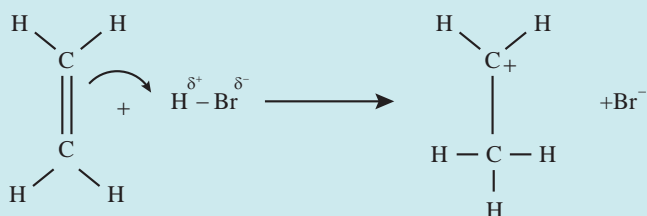
**شکستن یونی پیوند:** این شکستن، نامتقارن است. هر دو الکترون مشترک روی یک ذره قرار می‌گیرند.



چون اتم B افزون بر الکترون خود، یک الکترون از اتم A می‌گیرد، به‌صورت یک یون منفی (آنیون) درمی‌آید. و چون یک الکترون از اتم A کاسته می‌شود، پس این اتم به‌صورت یک یون مثبت (کاتیون) درمی‌آید. حال اگر اتم A کربن باشد، مانند سایر یون‌های مثبت، **یون کربونیوم** یا **کربوکاتیون** پدید می‌آید. با از دست‌رفتن یک جفت الکترون از اتم کربن، سه جفت الکترون برای کربوکاتیون باقی می‌ماند؛ به‌عبارت دیگر، یک اوربیتال از چهار اوربیتال سطح ظرفیت آن خالی می‌شود. پس از این مقدمه، با آسانی بیشتری، می‌توان به مکانیسم واکنش افزایشی و چگونگی شکستن و تشکیل پیوندهای جدید در آن پرداخت.

### مرحله اول:

برخورد مولکول  $\text{HBr}$  با پیوند  $\pi$  و تشکیل کربوکاتیون ناپایدار: در نخستین مرحله مولکول  $\text{Br}^{\delta-} : \text{H}^{\delta+}$  در یک برخورد ممکن است از سر هیدروژنی خود، به جفت الکترون سست پیوند  $\pi$  نزدیک شود. چون سر هیدروژنی مثبت و الکترون دوست (الکتروفیل<sup>۱</sup>) است، از این رو، از جزء منفی برم دور می شود و با استفاده از جفت الکترون پیوند  $\pi$ ، یک پیوند جدید  $\text{C:H}$  با یک اتم کربن (اتم بالایی در فرمول ساختاری ترسیم شده)، تشکیل می دهد.

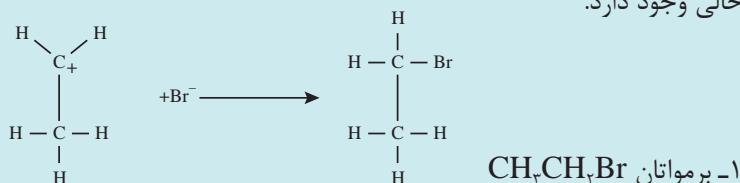


اتم کربن دیگر (اتم پایینی) به علت جدا شدن جفت الکترون پیوندی از آن، یک اوربیتال خالی پیدا می کند؛ از آنجا که سهم این اتم کربن در جفت الکترون  $\pi$  از دست رفته، فقط یک الکترون بوده است، از این رو یک بار مثبت روی این اتم پدید می آید.

نتیجه آن که، مجموعه حاصل به صورت یون مثبت کربوکاتیون درمی آید که بسیار ناپایدار است، و پس از تشکیل فوراً مصرف می شود. به همین دلیل، این گونه کربوکاتیون ها نوعی ترکیب واسطه محسوب می شوند و در فرمول نویسی معمولاً آنها را در میان براکت می نویسیم.

### مرحله دوم:

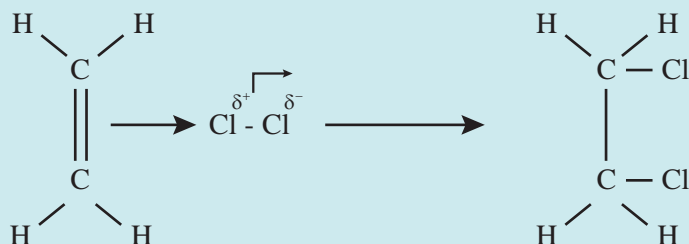
از آنجا که یون برمید  $\text{Br}^-$  دارای چهار جفت الکترون است و پس از جدا شدن پروتون ( $\text{H}^+$ ) از آن، هم چنان در محیط واکنش وجود دارد، بنابراین، احتمال برخورد آن با اتم مثبت کربن و تشکیل پیوند  $\text{C:Br}$  در محل اوربیتال خالی وجود دارد.



۱- ELECTROPHILE ذره الکتروفیل یا الکترون دوست، ذره ای است که پذیرای جفت الکترون است. یون های مثبت که کمبود الکترونی دارند، معمولاً ذره الکتروفیل شمرده می شوند، که بهترین مثال آنها پروتون ( $\text{H}^+$ ) است.

**یادآوری ۱:** باید توجه داشت که در مرحله اول، جفت الکترون  $\pi$  به سوی سر مثبت  $\text{H}^{\delta+} : \text{Br}^{\delta-}$  کشیده می شود و پروتون با یکی از اتم های کربن پیوند کووالانسی تشکیل می دهد. در مرحله دوم، یون برمید،  $\text{Br}^-$  که یک ذره هسته دوست است، با اتم کربن حامل بار مثبت، پیوند برقرار می کند. ذره هسته دوست را ذره **نوکلئوفیل**<sup>۱</sup> می نامند. ذره نوکلئوفیل مانند یون  $\text{Br}^-$  به یون مثبت (کربوکاتیون) حمله نوکلئوفیلی می کند و جفت الکترون خود را در اختیار آن می گذارد و با آن پیوند کووالانسی تشکیل می دهد.

**واکنش افزایشی  $\text{Cl}_2$  با اتیلن:** واکنش افزایشی  $\text{Cl}_2$  (یا  $\text{Br}_2$ ) با اتیلن، مانند واکنش  $\text{HBr}$  با این آلکن است. هنگامی که مولکول  $\text{Cl}_2$  به پیوند  $\pi$  مولکول اتیلن نزدیک می شود، می تواند ابر الکترونی سست گونه این پیوند را اندکی به سوی خود بکشد. همین جابه جا شدن الکترون ها از مولکول اتیلن به سمت مولکول کلر، موجب می شود که پیوند  $\text{Cl} - \text{Cl}$  که در حالت عادی غیر قطبی است، مطابق شکل اندکی قطبی می شود:



در نتیجه، اتم کلری که در نزدیکی پیوند  $\pi$  قرار گرفته است، دارای مقداری بار مثبت و اتم کلر دورتر، دارای مقداری بار منفی می گردد. پس از قطبی شدن مولکول کلر، مراحل واکنش افزایشی، مانند آنچه که در مورد مولکول قطبی  $\text{HBr}$  دیده شد، انجام می گیرد و مولکول ۱،۱-دی کلرواتان پدید می آید.



## بحث گروهی ۲:

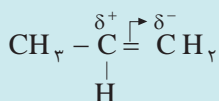
چرا روغن مایع برای سلامتی بهتر از روغن جامد است؟

**راهنمایی:** سعی شود اکثر هنرجویان در بحث شرکت کنند و دلایل آنها در جمع بیان شود. سپس پاسخ های نزدیک و مرتبط دسته بندی و در نهایت به پاسخ صحیح راهنمایی شوند.



### توجیه علمی قاعده مارکونیکف

می‌دانید، گروه متیل ( $\text{CH}_3$ ) می‌تواند الکترون‌های پیوندی را از خود دور سازد. با استفاده از این مفهوم، می‌توان قاعده مارکونیکف را به صورت زیر توجیه کرد:



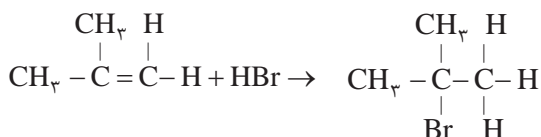
همان‌طور که نشان داده شده است، وقتی در پروپن، گروه متیل الکترون‌های پیوندی را به سمت کربن میانی براند، الکترون‌های  $\pi$  در پیوند دوگانه (که خیلی سست هستند)، به سمت کربن انتهایی (اتم کربن سمت راست در شکل) رانده می‌شوند، و در نتیجه، پیوند دوگانه به صورتی که نشان داده شده است، قطبی می‌شود. یعنی اتم کربن میانی، حامل مقدار کمی بار مثبت و اتم کربن انتهایی، حامل مقدار کمی بار منفی خواهد بود. می‌توان پذیرفت که در واکنش افزایشی  $\text{HBr}$  با پروپن، هیدروژن (که حامل مقداری بار مثبت است)، بر روی کربنی که حامل مقداری بار منفی است می‌نشیند، و برم (که حامل مقداری بار منفی است)، به کربنی که حامل مقداری بار مثبت است، افزوده می‌شود.

### تمرین ۹:

معادله واکنش  $\text{HBr}$  را با ۲- متیل پروپیل بنویسید، و ماده حاصل را نام گذاری کنید.

### پاسخ:

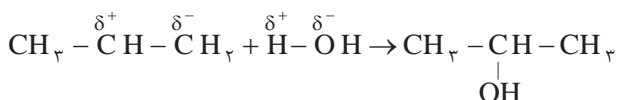
۲- برم - ۲- متیل پروپان



### تمرین ۱۰:

می‌توان فرمول آب را به صورت  $\text{H}^{\delta+}-\text{O}^{\delta-}\text{H}$  نوشت و قطبی بودن مولکول آن را نشان داد. معادله واکنش آب را با پروپن بنویسید (نام ترکیب حاصل که نوعی الکل است، هیدروکسی پروپان است).

### پاسخ:



## بسپارش آلکن‌ها

### بحث گروهی ۳:

در مورد تصاویر زیر با دوستان خود گفت‌وگو کنید:



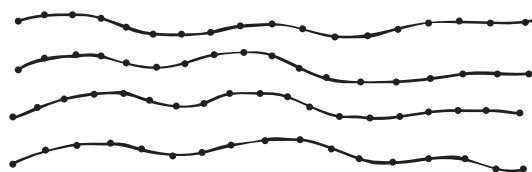
راهنمایی: از هنجریان خواسته شود اطلاعات خود را در مورد کاربرد و همچنین مواد اولیه ساخت این وسایل بیان کنند و در نهایت به اهمیت و ارزش بسپارها در زندگی امروز پی ببرند و انگیزه لازم برای شناخت بسپارها را پیدا کنند.

### خواص و کاربردهای پلی‌استیک پلی‌اتیلن (پلی‌تن)

(الف) پلی‌اتیلن سفت (پلی‌تن سخت):

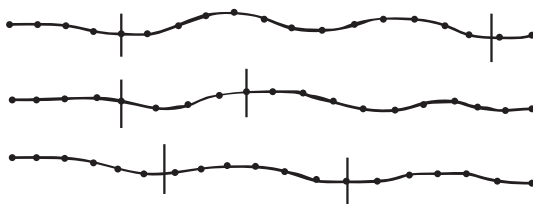
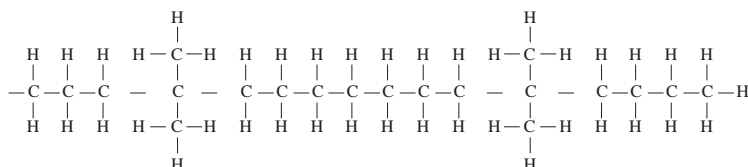
هرگاه شرایط واکنش طوری کنترل شود که فقط زنجیرهای بلند بدون شاخه تشکیل شود، پلی‌استیک حاصل دارای چگالی بیشتر است و دمای نرم‌شدگی آن

بالاست؛ زیرا زنجیرهای ماکرومولکولی آن، مطابق شکل زیر، به یکدیگر نزدیک می‌شوند و نیروهای جاذبه الکتروستاتیک بیشتری میان آنها برقرار می‌گردد. از این نوع پلی‌اتیلن، برای ساختن اشیای نسبتاً سخت مانند اسباب‌بازی و ظروف آشپزخانه استفاده می‌شود.



نمایشی برای پلی‌اتیلن سخت

(ب) **پلی‌اتیلن نرم:** هرگاه هنگام تهیه پلاستیک پلی‌اتیلن، اندکی از آلکن‌های شاخه‌دار مانند متیل پروپن ( $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ )، قبل از پلیمر شدن به اتیلن افزوده شود، زنجیرهای اتیلن با تعدادی مونومرهای شاخه‌دار همراه خواهد بود (شکل زیر)<sup>۱</sup>.



نمایشی برای پلی‌اتیلن نرم

بنیان‌های متیل، مانع نزدیک شدن زیاد زنجیرها به یکدیگر می‌شوند و پلاستیک حاصل دارای چگالی کمتر و دمای نرم‌شوندگی پایین‌تری خواهد بود. از چنین

۱- درصدد به‌خاطر سپردن فرمول پیچیده بالای شکل نباشید.

پلاستیک‌های نرمی برای ساختن شیلنگ آب، کیسه زباله و ورقه‌های نازک استفاده می‌شود. افزون بر این، پلی اتیلن کاربرد فراوانی در عایق‌بندی سیم و وسایل الکتریکی دارد. چون این نوع پلاستیک، نسبت به آب و گاز نفوذ ناپذیر است، برای بسته‌بندی مواد غذایی، ابزار و سایر وسایل به کار می‌رود. از ورقه‌های نازک و شفاف آن، برای پوشانیدن بوته‌های سبزیجات و میوه و جلوگیری از سرمازدگی آنها استفاده می‌شود. و بالاخره به علت پایداری در مقابل مواد شیمیایی، برای ساختن بشکه‌های مواد شیمیایی و حمل و نقل آنها کاربرد دارد. باید به خاطر سپرد که اغلب انواع پلی اتیلن، در دمای  $130^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$  نرم می‌شوند و شکل اولیه خود را از دست می‌دهند. شکل ۱۵-۳، دو نوع ظرف پلاستیکی از جنس پلی اتیلن را نشان می‌دهد که یکی بر اثر فشار دست، فرورفته و دیگری تغییر شکل نداده است.

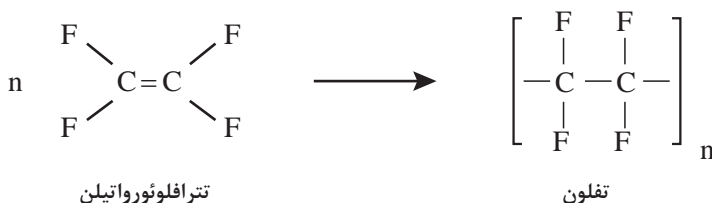


دو ظرف پلی اتیلن سفت و نرم

### ■ خواص و کاربردهای پلاستیک پلی پروپیلن

این نوع پلاستیک، سفید شیری‌رنگ است که بر اثر گرما نرم می‌شود. از نظر شیمیایی پایدار است. دمای نرم‌شوندگی آن بالاتر از پلی اتیلن است ( $160^{\circ} - 170^{\circ}$ ) و استحکام آن بیشتر است. برای ساختن عایق‌های الکتریکی محکم‌تر، کابل برق، لوله و وسایل آزمایشگاهی به کار می‌رود.

**پلاستیک تفلون:** تفلون از پلیمر شدن مولکول‌های اتیلنی فراهم می‌شود که هر چهار اتم هیدروژن آنها به وسیله چهار اتم فلوئور جایگزین شده باشند.



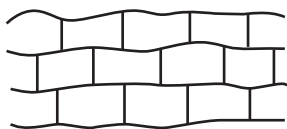
تفلون نمی‌سوزد، تا دماهای  $250^{\circ}\text{C}$  و  $250^{\circ}\text{C}$ - مقاوم است. این پلیمر بسیار لغزنده است. در حلال‌های گوناگون حل نمی‌شود. از این رو، ظرف‌های آشپزخانه و همچنین سینی‌های شیرینی‌پزی را با ورقه‌های نازکی از تفلون می‌پوشانند تا از چسبیدن مواد غذایی به ته ظرف جلوگیری شود (ظرف نجسب).



ماهی تابه تفلون

طبقه‌بندی پلیمرهای پلاستیکی از نظر رفتار آنها در گرما و سرما : از این نظر پلاستیک‌ها را به دو دسته تقسیم می‌کنند:

**الف) پلیمرهای ترموپلاستیک<sup>۱</sup> (پلیمرهای گرما نرم):** مثال آنها پلی‌اتیلن، پلاستیک معروف به P.V.C و نایلون که بر اثر گرما نرم می‌شوند. این نوع پلاستیک‌ها، شامل زنجیرهای بلند هستند که مطابق شکل اتصالات جانبی میان رشته‌ای ندارند. دمای ذوب این نوع پلاستیک‌ها، نسبتاً پایین است. بر اثر گرما، بدون این که تجزیه شوند، نرم و ذوب می‌شوند.



ب) گرماسخت



الف) گرما نرم

نمایش طرح ساختاری پلاستیک

**ب) پلیمرهای ترموست<sup>۲</sup> (گرما سخت):** مثال این پلیمرها، پلاستیک‌های معروف به باکلیت (مانند پلاستیک به‌کاررفته در کلید برق و دستگاه تلفن) و ملامین است که بر اثر گرما نرم نمی‌شوند. این پلاستیک‌ها شامل زنجیرهای بلند با اتصالات میان‌رشته‌ای هستند. معمولاً سخت و محکم‌اند. دمای ذوب آنها نسبتاً بالاست و بر اثر گرمای ملایم تجزیه نمی‌شوند.

۱- PLASTIC به معنی نرم شدن است. THERMOPLASTIC به معنی نرم شدن به وسیله گرما است.

۲- THERMOSETTING PLASTIC به معنی پلاستیک سخت‌شونده بر اثر گرما است.

## آلکین‌ها

### بحث گروهی ۴:

#### تمرین ۱۱:

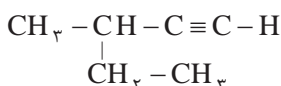
تعیین کنید هر یک از هیدروکربن‌های زیر به کدام گروه (آلکان، آلکن، آلکین) تعلق دارند؟

الف)  $C_5H_{10}$       ب)  $C_8H_{12}$       ج)  $C_5H_8$

#### پاسخ:

الف) آلکن      ب) آلکان      ج) آلکین

#### تمرین ۱۲:

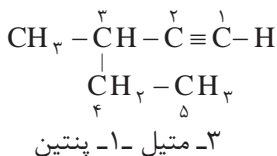


الف) نام آیوپاک هیدروکربن داده شده را بنویسید.

ب) چرا در نام‌گذاری آلکینی که سه اتم کربن دارد، به شماره‌گذاری نیازی نیست؟  
ج) فرمول ساختاری آلکینی را که نام آیوپاک آن ۳،۳-دی‌متیل - ۱-بوتین است، بنویسید.

#### پاسخ:

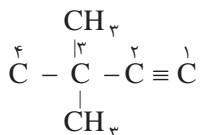
الف) همان‌طور که می‌بینید، طول‌ترین زنجیر کربنی در این هیدروکربن، پنج اتم کربن دارد. این زنجیر را از سمت راست شماره‌گذاری می‌کنیم، چون به نخستین کربن پیوند سه‌گانه نزدیک‌تر است. گروه متیل، به‌عنوان شاخه بر روی کربن شماره ۳ قرار دارد. بنابراین، نام کامل این هیدروکربن، به روش آیوپاک، ۳-متیل - ۱-پنتین خواهد بود:



ج) ۱-بوتین، یعنی آلکینی که دارای چهار اتم کربن است و پیوند سه‌گانه در آن بین کربن‌های ۱ و ۲ قرار دارد. اگر موقتاً از قرار دادن هیدروژن‌ها صرف‌نظر کنیم، خواهیم داشت:



افزون بر این، بر روی کربن شماره ۳، دو گروه متیل، به عنوان شاخه وجود دارد.



بنابراین بعد از قرار دادن هیدروژن‌های لازم، فرمول ساختاری کامل این آلکین، به صورت زیر نوشته می‌شود:



### تمرین ۱۳:

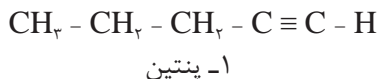
**الف)** با توجه به یک ظرفیتی بودن هیدروژن و چهار ظرفیتی بودن کربن، برای هیدروکربنی به فرمول  $\text{C}_8\text{H}_{14}$ ، چند ایزومر ساختاری می‌توان رسم کرد که دارای پیوند سه گانه کربن - کربن باشند؟ نام هر یک را به روش آیوپاک بنویسید.

### پاسخ:

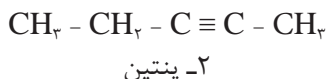
**الف)** نخست، پنج اتم کربن را پشت سر هم می‌نویسیم و پیوند سه گانه را بین کربن‌های اول و دوم قرار می‌دهیم.



بعد هیدروژن‌های لازم را اضافه می‌کنیم. ساختار زیر به دست می‌آید که به روش آیوپاک ۱- پنتین نامیده می‌شود.

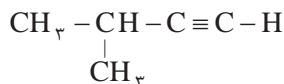


به همین ترتیب، برای به دست آوردن ساختار دوم، پیوند سه گانه را بین کربن‌های دوم و سوم قرار می‌دهیم. نام آیوپاک این ساختار ۲- پنتین است.



سرانجام چهار اتم کربن را پشت سر هم در یک ردیف می‌نویسیم و پیوند سه گانه را بین کربن‌های اول و دوم قرار می‌دهیم. کربن پنجم را به عنوان شاخه، به کربن

شماره ۳ متصل می‌کنیم. بعد از اضافه کردن هیدروژن‌های لازم، به ساختار زیر دست می‌یابیم که به روش آیوپاک، ۳-متیل -۱-بوتین نامیده می‌شود:



۳-متیل -۱-بوتین

ب) آیا در پرسش بالا می‌توان پنج اتم کربن را پشت سر هم در یک ردیف نوشت و پیوند سه‌گانه را بین کربن‌های سوم و چهارم قرار داد؟ نام آیوپاک این ترکیب چه خواهد بود؟

**پاسخ:**

این ترکیب همان ۲-پنتین است.

ج) چرا در بعضی آلکن‌ها ایزومری هندسی مشاهده می‌شود، ولی در آلکین‌ها مشاهده نمی‌شود؟ توضیح دهید؟

**پاسخ:**

زیرا پیوند سه‌گانه، خطی است.

د) ایزومرهای استیلنی هیدروکربنی به فرمول  $\text{C}_6\text{H}_{10}$  را رسم کنید و نام هر یک را به روش آیوپاک بنویسید.

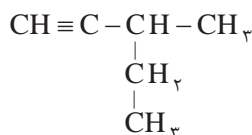
**پاسخ:**



ر) آیا در تمرین د، ایزومری داشته‌اید که نام آیوپاک آن ۳-اتیل - ۱- بوتین باشد؟ ساختار این ایزومر را رسم کنید. چه اشکالی در نام‌گذاری آن وجود دارد؟ توضیح دهید.

**پاسخ:**

نام آن ۳- متیل - ۱- پنتین است و نام ۳- اتیل - ۱ بوتین اشتباه می‌باشد زیرا در نام‌گذاری بلندترین زنجیر دارای پیوند سه‌گانه در نظر گرفته می‌شود.



## خواص شیمیایی استیلن و سایر آلکین‌ها

### فعالیت عملی ۴:

در یک آزمایشگاه دو شیشه دارو بدون برچسب پیدا شده، ولی در نزدیکی‌های این شیشه‌ها، دو برچسب بر زمین افتاده است. بر روی یکی از برچسب‌ها ۱- هگزین و بر روی برچسب دیگر n- هگزان نوشته شده است. این شیشه‌ها دارای مایعاتی شفاف و بی‌رنگ‌اند. چگونه می‌توانید معلوم کنید که هر برچسب متعلق به کدام شیشه است؟ توضیح دهید.

**پاسخ:**

مقدار کمی از هریک را در یک لوله آزمایش ریخته و با افزودن برم و تغییر رنگ آن می‌توان به پاسخ رسید. مایع لوله‌ای که تغییر رنگ نداده است n- هگزن است.

### تحقیق کنید ۵:

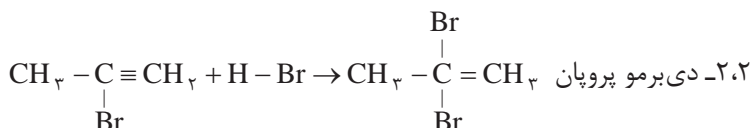
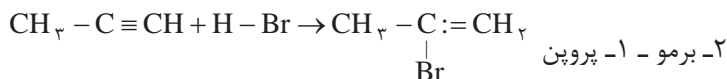
در مورد کابردهای پلی‌وینیل کلرید اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و در کلاس گزارش دهید.

**راهنمایی:** پیشنهاد می‌شود پس از اینکه هنرجویان گزارش‌های خود را به اطلاع هم‌کلاسی‌های خود رساندند، از هنرجویان بخواهید اهمیت بسیار پلی‌وینیل کلرید در صنعت را نتیجه‌گیری نمایند.

### تمرین ۱۴:

معادله شیمیایی مراحل افزایش دو مولکول هیدروژن برمید را به پروپین بنویسید. در هر مرحله چه ترکیبی تشکیل می‌شود؟ نام هر یک را بنویسید.

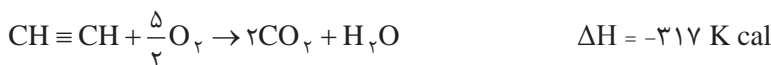
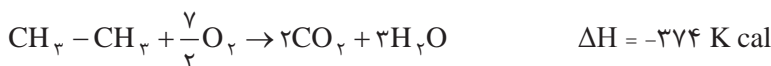
پاسخ:



تمرین ۱۵:

گرمای حاصل از سوختن یک مول اتین ( $\Delta H = -317 \text{ Kcal}$ ) در اکسیژن خالص کمتر از گرمای سوختن یک مول اتن ( $\Delta H = -337 \text{ Kcal}$ ) و اتان ( $\Delta H = -374 \text{ Kcal}$ ) است. واکنش‌های سوختن این سه هیدروکربن را با اکسیژن بنویسید و بگویید چرا گرمای سوختن اتین کمتر از گرمای سوختن دو هیدروکربن دیگر است؟

پاسخ:



تمرین ۱۶:

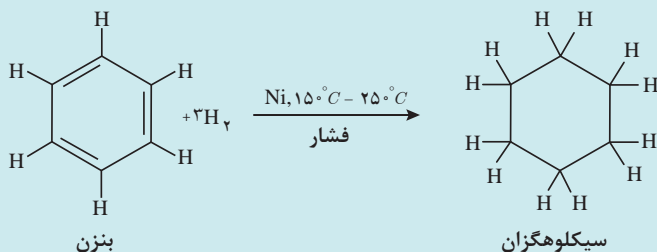
دمای شعله سوختن یک حجم استیلن با بیست حجم هوا بالاتر است یا با پنج حجم اکسیژن خالص؟ معادله‌های واکنش را در هر دو حالت بنویسید و درباره پاسخ خود توضیح دهید (راهنمایی: یک پنجم حجم هوا، اکسیژن و چهار پنجم آن، نیتروژن است).

پاسخ:





هیدروکربن‌های آروماتیک، در مجاورت کاتالیزگر، هیدروکربن‌های سیرشده حلقوی، به ویژه مشتق‌های سیکلوهگزان را به دست می‌دهد. یک مثال مهم از نوع واکنش، هیدروژن‌دار کردن بنزن و تولید سیکلوهگزان خالص است.



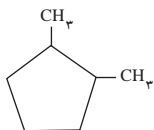
سیکلوهگزان یک ماده مهم اولیه در ساخت نایلون است.

### تمرین ۱۷:

۱- هیدروکربن داده شده را نام‌گذاری کنید:

### پاسخ:

۱، ۲- دی متیل سیکلو پنتان



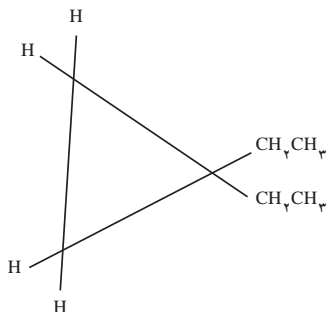
۲- فرمول‌های ساختاری هیدروکربن‌های زیر را بنویسید:

الف) ۱، ۱- دی اتیل سیکلو پروپان

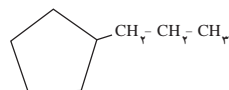
ب) n - پروپیل سیکلوپنتان

### پاسخ:

الف)



ب) n - پروپیل سیکلوپنتان

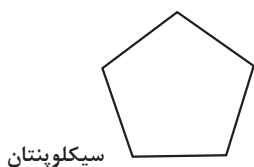


### تمرین اضافی:

ساختار ایزومرهای حلقوی هیدروکربنی با فرمول مولکولی،  $C_5H_{10}$  و نام هر یک را به روش آیوپاک بنویسید.

### پاسخ:

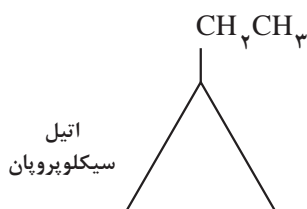
برای پیدا کردن ایزومرهای حلقوی هیدروکربنی با فرمول  $C_5H_{10}$ ، ابتدا فرض می‌کنیم که پنج اتم کربن موجود در این هیدروکربن، می‌تواند یک حلقه پنج‌ضلعی (سیکلوپنتان) تشکیل دهد.



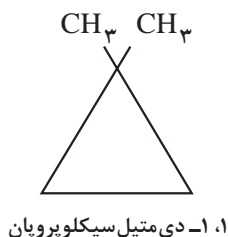
سپس با چهار اتم کربن یک حلقه چهارضلعی (سیکلوپنتان) تشکیل می‌دهیم و کربن پنجم را، به عنوان شاخه به این حلقه چهارضلعی متصل می‌کنیم. در این صورت، متیل‌سیکلوپنتان به دست می‌آید.



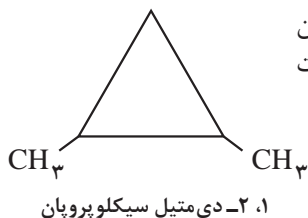
به همین ترتیب، با سه کربن یک حلقه سه‌ضلعی (سیکلوپروپان) بنا می‌کنیم و دو کربن باقیمانده را به عنوان شاخه در نظر می‌گیریم که با چند حالت روبه‌رو می‌شویم:



۱ دو کربن باقی‌مانده را به صورت یک شاخه اتیل،  $-CH_2CH_3$ ، به حلقه سیکلوپروپان متصل می‌کنیم. در این حالت، اتیل‌سیکلوپروپان خواهیم داشت:



۲ دو کربن باقی‌مانده را به صورت دو شاخه متیل،  $-CH_3$ ، به جای دو اتم هیدروژن در یکی از گوشه‌های حلقه سیکلوپروپان قرار می‌دهیم. در این حالت، ۱، ۱-دی‌متیل‌سیکلوپروپان به دست می‌آوریم.



۳ دو شاخه متیل را در دو گوشه مختلف، جانشین هیدروژن های حلقه سیکلو پروپان می کنیم. در این حالت به ۱، ۲-دی متیل سیکلو پروپان دست می یابیم:

### تمرین ۱۸:

هیدروکربن های زیر را به ترتیب کاهش دمای جوش، از چپ به راست منظم کنید (هیدروکربنی را که دارای دمای جوش بالاتر است، در سمت چپ بنویسید). برای انتخاب خود، چه دلیلی ارائه می دهید؟  
الف) سیکلو پنتان      ب) n-پنتان      ج) ایزوبوتان

### پاسخ:

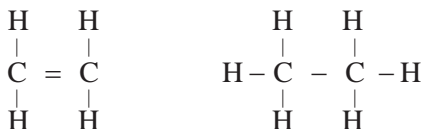
ایزوبوتان > n - پنتان > سیکلوپنتان

## پرسش های پایانی

۱ مولکول اتن را با مولکول اتان، در موارد زیر مقایسه کنید.

- الف) تعداد یون های میان اتم ها  
ب) تعداد جفت الکترون های پیرامون هر اتم  
ج) ظرفیت کربن

### پاسخ:



- الف) تعداد پیوندها در مولکول اتان ۷ و در مولکول اتن ۶ است.  
ب) چهار جفت الکترون پیرامون اتم کربن و یک جفت الکترون اطراف هیدروژن وجود دارد.  
ج) ظرفیت کربن در هر دو مولکول مساوی ۴ است.

۲ کدام یک از ترکیب‌های زیر دارای ایزومرهای سیس و ترانس است؟

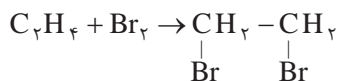


فرمول ساختاری ایزومرهای احتمالی را رسم کنید.

۳ با عبور دادن اتیلن از آبی برم، وزن محلول ۱۴ گرم افزایش یافت، حجم اتیلن

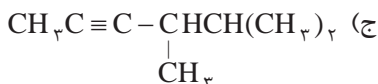
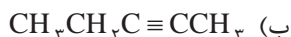
جذب شده در شرایط دما و فشار استاندارد چه قدر بوده است؟

پاسخ:



$$V_{\text{C}_2\text{H}_4}(\text{L}) = 14\text{g} \times \frac{22/4\text{L}}{28\text{g}} = 11/2\text{L}$$

۴ نام آیوپاک هر یک از آلکین‌های زیر را بنویسید:



پاسخ:

الف) ۱- پنتین      ب) ۲- پنتین      ج) ۵،۴- دی‌متیل ۲- هگزین

۵ ساختار فرآورده عملی به دست آمده از واکنش ۱- هگزین را با واکنش‌گرهای

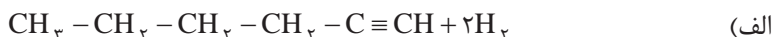
زیر بنویسید:

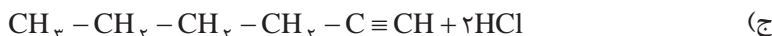
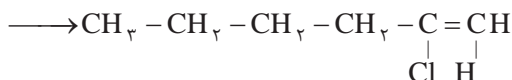
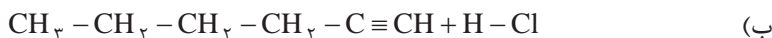
الف) هیدروژن (دو مول)، پلاتین

ب) هیدروژن کلرید (یک مول)

ج) هیدروژن کلرید (دو مول)

پاسخ:





۶ چگونه می‌توان با یک آزمایش ساده، هیدروکربن‌های زیر را از یکدیگر تشخیص داد؟

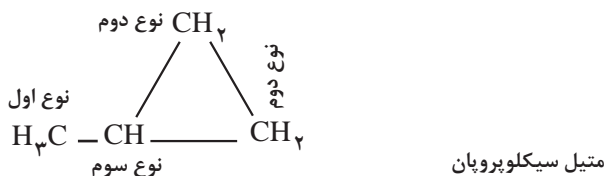
(الف) ۲- بوتین و بوتان      (ب) ۱- بوتین و ۱- بوتن      (ج) ۲- بوتین و بوتان

**پاسخ:**

(الف) با افزودن گاز کلر و ... ۲- بوتین واکنش می‌دهد ولی بوتان تغییر نمی‌کند.  
(ب) با افزودن برم مایع به هر دو، وجود پیوند سه‌گانه و دوگانه تشخیص داده می‌شود.  
(ج) ۲- بوتن به علت وجود پیوند دوگانه با گاز کلر و محلول برم و ... واکنش می‌دهد درحالی‌که بوتان ترکیب نمی‌شود.

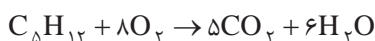
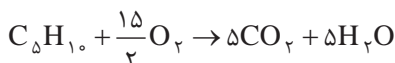
۷ فرمول ساختاری متیل سیکلوپروپان را بنویسید. کربن‌های این هیدروکربن را به عنوان کربن نوع اول، کربن نوع دوم و کربن نوع سوم مشخص کنید.

**پاسخ:**



۸ معادلهٔ واکنش سوختن یک مول سیکلوپنتان را در هوا بنویسید. به نظر شما، از سوختن یک مول سیکلوپنتان بیشتر گرما تولید می‌شود یا یک مول n- پنتان؟ توضیح دهید.

**پاسخ:**



## جدول ارزشیابی فصل به کارگیری هیدروکربن‌های آلیفاتیک

عنوان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
هیدروکربن‌های آلیفاتیک	کاربرد آلکن‌ها	رسم ساختار و نام‌گذاری و رسم ایزومرهای ممکن آلکن‌ها و آلکین‌ها و سیکلوآلکان‌ها را انجام دهد. کاربرد هیدروکربن‌های آلیفاتیک را توضیح دهد.	بالاتر از حد انتظار	چگونگی واکنش‌های آلکن‌ها و آلکین‌ها را شرح دهد.	۳
	کاربرد آلکین‌ها و سیکلوآلکان‌ها		در حد انتظار	ساختار سیکلوآلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها را رسم و آنها را نام‌گذاری کند. ایزومرهای آلکن‌ها و آلکین‌های اولیه را رسم کند. پلیمری و خواص آن را بیان کند. روش تهیه اتیلن و استیلن را شرح دهد.	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	موارد بالا را با بیش از یک اشتباه انجام دهد.	۱
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی فصل از ۳					
نمره فصل از ۲۰					