

## آلکین‌ها

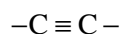
### هیدروکربن‌های استیلنی

هدف‌های رفتاری فصل (۴): دانش‌آموز، پس از آموختن مفاهیم و روش‌های این فصل، باید بتواند:

- ۱- ساختار هیدروکربن‌هایی را که پیوند سه گانه کربن-کربن دارند، رسم کند و نام آن‌ها را به طور صحیح بنویسد.
- ۲- واکنش‌های مهم این هیدروکربن‌ها را که بیشتر از نوع افزایشی است، توضیح دهد.
- ۳- روش‌های صنعتی مهم تهیه استیلن را بیان کند.
- ۴- کاربردهای این هیدروکربن‌ها، به ویژه استیلن را در زندگی روزمره و به عنوان ماده اولیه در صنایع پلیمر بیان کند.
- ۵- با استفاده از خواص شیمیایی، این هیدروکربن‌ها را از سایر هیدروکربن‌ها تشخیص دهد.

### ۴-۱- پیشگفتار

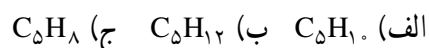
پیش از این، با دو نوع پیوند کربن-کربن آشنا شده‌اید: پیوند یگانه‌ی کربن-کربن (در آلکان‌ها) و پیوند دوگانه‌ی کربن-کربن (در آلکن‌ها). اکنون می‌خواهیم شما را با نوعی دیگر از پیوند کربن-کربن آشنا کنیم. در بعضی از هیدروکربن‌ها، دو اتم کربن با پیوند سه گانه به یکدیگر متصل شده‌اند. این هیدروکربن‌ها را آلکین<sup>۱</sup> می‌نامند.



پیوند سه گانه کربن-کربن در آلکین‌ها

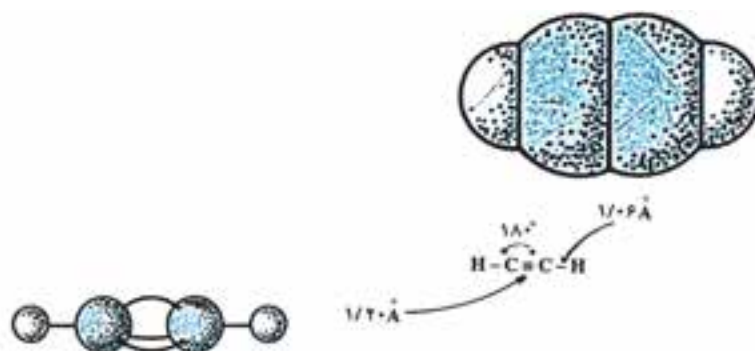
تعداد هیدروژن‌ها در این هیدروکربن‌ها، دو اتم کمتر از آلکن‌های هم‌ردیف، یعنی آلکن‌هایی است که همان تعداد کربن دارند. به یاد دارید که فرمول عمومی آلکن‌ها، به صورت  $C_nH_{2n}$  است. بنابراین، فرمول عمومی آلکین‌ها باید به صورت  $C_nH_{2n-2}$  نوشته شود.

**تمرین ۱-۴:** هیدروکربن‌های زیر را به عنوان آلکان، آلکن یا آلکین شناسایی کنید:



ساده‌ترین عضو خانواده‌ی آلکین‌ها، استیلن،  $C_2H_2$ ، است که دو اتم هیدروژن و دو اتم کربن دارد. از این رو، آلکین‌ها را هیدروکربن‌های استیلنی نیز می‌نامند.

فرمول ساختاری استیلن، یعنی چگونگی پیوند اتم‌های کربن و هیدروژن به یکدیگر در شکل ۴-۱ نشان داده شده است.



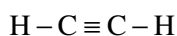
شکل ۴-۱- نمایش فرمول ساختاری مولکول خطی استیلن

همان‌طور که می‌بینید، استیلن یک مولکول خطی است. یعنی، دو اتم کربن و دو اتم هیدروژن، همگی در یک راستا قرار گرفته‌اند.

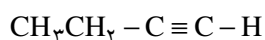
## ۴-۲- نام‌گذاری آلکین‌ها

آلکین‌ها نیز، مانند آلکان‌ها و آلکن‌ها، یک سری هومولوگ تشکیل می‌دهند. یعنی هر ترکیب با ترکیب قبلی یا بعد از خود، در یک گروه -CH<sub>2</sub>- (گروه متیلن) تفاوت دارد.

آلکین‌ها را به دو روش نام‌گذاری می‌کنند: روش معمولی و روش آیوپاک. در روش معمولی، آلکین را به عنوان مشتق ساده‌ترین عضو این خانواده، یعنی استیلن، نام‌گذاری می‌کنند. در این مورد، فرض می‌شود که یک یا هر دو هیدروژن در مولکول استیلن به وسیله‌ی گروه‌های آلکیل جانشین (استخلاف) شده است. برای مثال، به نام‌گذاری آلکین‌های زیر توجه کنید:

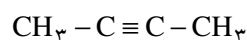


استیلن



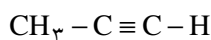
اتیل استیلن

(یک استیلن یک استخلافی)



دی‌متیل استیلن

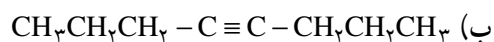
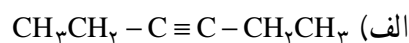
(یک استیلن دو استخلافی)



متیل استیلن

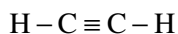
(یک استیلن یک استخلافی)

**تمرین ۴-۲:** نام معمولی هیدروکربن‌های استیلنی زیر را بنویسید:

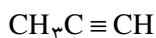


در مورد آلکین‌های پیچیده‌تر، از روش نام‌گذاری آیوپاک استفاده می‌شود. قواعد نام‌گذاری آلکین‌ها به روش آیوپاک، کاملاً شبیه قواعد نام‌گذاری آلکن‌هاست. با این تفاوت که به جای پسوند «-ان ene» از پسوند «-ین yne» استفاده می‌شود. به مثال‌های

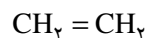
زیر توجه کنید :



اتین



پروپین



اتن



پروپن

قواعد نام گذاری آلکین ها را می توان به صورت زیر خلاصه کرد :

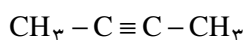
۱- طولی ترین زنجیر کربنی را که شامل پیوند سه گانه باشد، مشخص کنید.

۲- این زنجیر کربنی را از جهتی که به پیوند سه گانه نزدیک تر باشد، شماره بگذارید.

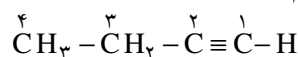
۳- موضع نخستین کربن پیوند سه گانه و موضع گروه های آلکیل را که به صورت شاخه بر روی زنجیر طولی قرار دارند، با

شماره های مناسب مشخص کنید.

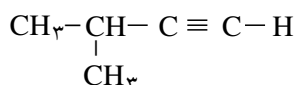
برای مثال، به نام گذاری هیدروکربن های استیلنی زیر و چگونگی نوشتن نام آیوپاک آن ها توجه کنید.



۲- بوتین

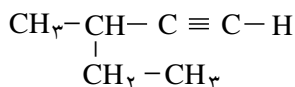


۱- بوتین



۳- متیل - ۱- بوتین

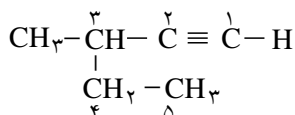
**تمرین ۳-۴:** نام آیوپاک هیدروکربن زیر را بنویسید :



**حل:** همان طور که می بینید، طولی ترین زنجیر کربنی در این هیدروکربن، پنج اتم کربن دارد. این زنجیر را از سمت راست

شماره می گذاریم، چون به نخستین کربن پیوند سه گانه نزدیک تر است. گروه متیل، به عنوان شاخه بر روی کربن شماره ۳ قرار دارد.

بنابراین، نام کامل این هیدروکربن، به روش آیوپاک، ۳- متیل - ۱- پنتین خواهد بود :



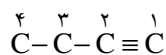
۳- متیل - ۱- پنتین

**تمرین ۴-۴:** چرا در نام گذاری آلکینی که سه اتم کربن دارد، به شماره گذاری نیازی نیست؟

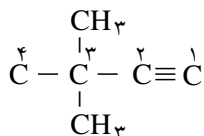
**تمرین ۴-۵:** فرمول ساختاری آلکینی را که نام آیوپاک آن ۳، ۳- دی متیل - ۱- بوتین است، بنویسید.

**حل:** ۱- بوتین، یعنی آلکینی که دارای چهار اتم کربن است و پیوند سه گانه در آن بین کربن های ۱ و ۲ قرار دارد. اگر موقتاً

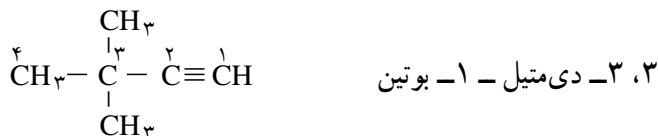
از قرار دادن هیدروژن ها صرف نظر کنیم، خواهیم داشت :



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:



### ۳-۴- ایزومری در آلکین‌ها

عواملی که در آلکین‌ها موجب به وجود آمدن ایزومری می‌شوند، تقریباً همان عواملی هستند که در آلکن‌ها ایجاد ایزومری می‌کنند:

۱- تغییر موضع پیوند سه‌گانه (ایزومری موضعی)

۲- تغییر زنجیربندی اتم‌های کربن (ایزومری زنجیری)

برای مثال، به نمونه‌های زیر توجه کنید:

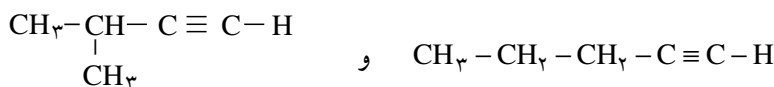
ایزومری موضعی:



۲- بوتین

۱- بوتین

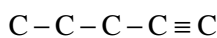
ایزومری زنجیری:



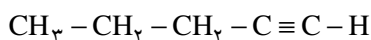
۳- متیل - ۱- بوتین

۱- پنتین

**تمرین ۶-۴:** با توجه به یک ظرفیتی بودن هیدروژن و چهار ظرفیتی بودن کربن، برای هیدروکربنی به فرمول  $\text{C}_5\text{H}_8$ ، چند ایزومر ساختاری می‌توان رسم کرد که دارای پیوند سه‌گانه کربن-کربن باشند؟ نام هر یک را به روش آیوپاک بنویسید.  
حل: نخست، پنج اتم کربن را پشت سرهم می‌نویسیم و پیوند سه‌گانه را بین کربن‌های اول و دوم قرار می‌دهیم.

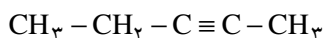


بعد، هیدروژن‌های لازم را اضافه می‌کنیم. ساختار زیر به دست می‌آید که به روش آیوپاک ۱- پنتین نامیده می‌شود.



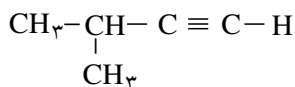
۱- پنتین

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



۲- پنتین

سرانجام، چهار اتم کربن را پشت سر هم در یک ردیف می‌نویسیم و پیوند سه‌گانه 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

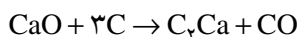
**تمرین ۷-۴:** آیا در پرسش بالا می‌توانیم پنج اتم کربن را پشت سر هم در یک ردیف بنویسیم و پیوند سه‌گانه را بین کربن‌های سوم و چهارم قرار بدهیم؟ نام آیوپاک این ترکیب چه خواهد بود؟

می‌دانید که بعضی از آلکن‌ها می‌توانند ایزومری هندسی (ایزومری سیس و ترانس) داشته باشند (کدام آلکن‌ها؟). در آلکن‌ها ایزومری هندسی مشاهده نمی‌شود.

**تمرین ۸-۴:** چرا در بعضی آلکن‌ها ایزومری هندسی مشاهده می‌شود، ولی در آلکن‌ها مشاهده نمی‌شود؟ توضیح دهید.  
**تمرین ۹-۴:** ایزومرهای استیلنی هیدروکربنی به فرمول  $\text{C}_6\text{H}_{10}$  را رسم کنید و نام هر یک را به روش آیوپاک بنویسید.  
**تمرین ۱۰-۴:** آیا در تمرین بالا، 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.

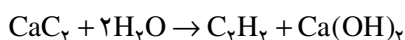
## ۴-۴- استیلن

همان‌طور که پیش از این اشاره کردیم، استیلن، ساده‌ترین عضو خانواده‌ی آلکن‌هاست. از نظر صنعتی اهمیت فراوان دارد. ساده‌ترین راه برای تهیه استیلن، افزودن آب به کلسیم کربید است. در آزمایشگاه، استیلن را به این روش تهیه می‌کنند. برای تهیه کلسیم کربید، زغال کُک را که یکی از فرآورده‌های به دست آمده از تقطیر زغال‌سنگ است، مخلوط با آهک، در کوره الکتریکی، تا حدود  $2000^\circ\text{C}$  گرم می‌کنند. واکنش زیر روی می‌دهد:



کربن مونوکسید کلسیم کربید کک آهک

سپس، از واکنش آب با کلسیم کربید استیلن به دست می‌آید:



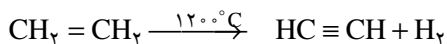
کلسیم کربید                      استیلن

در این فرآیند، از مواد اولیه‌ای استفاده می‌شود (زغال کک، آهک و آب) که فراوان و نسبتاً ارزان هستند. استیلنی که از هیدرولیز کلسیم کربید به دست می‌آید، بویی شبیه به بوی سیر دارد. این بو از ناخالصی‌های موجود در آن، مانند  $\text{H}_2\text{S}$ ، به ویژه  $\text{PH}_3$  است.

امروزه، برای تهیه استیلن، از روش دیگری که ارزان‌تر است و بر ترکیب‌های نفتی تکیه دارد، استفاده می‌شود. در این روش، متان را در دمای بالا، در مجاورت مقدار کمی اکسیژن، تا  $1500^\circ\text{C}$  گرم می‌کنند:



فرآیند صنعتی دیگر برای تهیه استیلن، کراکینگ گرمایی اتیلن در دماهای بالاتر از  $1200^\circ\text{C}$  است. در این فرآیند، استیلن و هیدروژن تشکیل می‌شود.

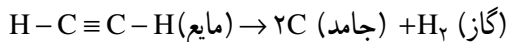


اتیلن                          هیدروژن                          استیلن

انتخاب یکی از این فرایندها، برای تهیه استیلن، به نوسان بهای انرژی (فرآیند کلسیم کربید به الکتریسیته بیشتری نیاز دارد)، در دسترس بودن مواد اولیه (اتیلن و زغال) و میزان سرمایه‌گذاری برای ایجاد تأسیسات مناسب، بستگی دارد. استیلن، به طور نسبی، گران‌تر از اتیلن تهیه می‌شود. از این رو، بیشتر موادی را که در گذشته از استیلن تهیه می‌کردند، امروزه از اتیلن تهیه می‌کنند. اتیلن از کراکینگ مواد نفتی به دست می‌آید. برای تهیه بعضی از ترکیب‌هایی که در ساخت پلیمر کاربرد دارند، هنوز از استیلن استفاده می‌شود.

## ۴-۵- خواص فیزیکی استیلن

استیلن خالص، گازی بی‌رنگ و دارای بویی شبیه به بوی اتر. در دمای صفر درجه و فشار ۲۶ اتمسفر به مایع تبدیل می‌شود. استیلن را نمی‌توان بدون رعایت مسایل ایمنی، به مایع تبدیل کرد. استیلن مایع، به طور انفجاری به عنصرهای سازنده‌ی آن (کربن و هیدروژن) تجزیه می‌شود.



استیلن                          کربن                          هیدروژن

$$\Delta H = -54 \text{ k.cal}$$

استیلن کمی در آب و الکل حل می‌شود، ولی در استون بسیار انحلال‌پذیر است. در دمای  $15^\circ\text{C}$  و در فشار معمولی، ۲۵ برابر و در ۱۲ اتمسفر تا  $40^\circ$  برابر حجم خود در استون حل می‌شود. برای حمل و نقل استیلن از مخزن‌های فولادی استفاده می‌کنند. در این مخزن‌ها، ورقه‌هایی از پنبه‌ی نسوز که به استون مرطوب آغشته شده‌اند، قرار می‌دهند. استیلن را با فشار نسبتاً کم، حدود ۱۲ اتمسفر، در این مخزن‌ها ذخیره می‌کنند. وقتی شیر مخزن را باز کنند، گاز استیلن، همراه با کمی استون، بیرون می‌آید. با استفاده از این تکنیک، از حوادث ناشی از انفجار استیلن که زمانی بسیار متداول بود، جلوگیری می‌شود.

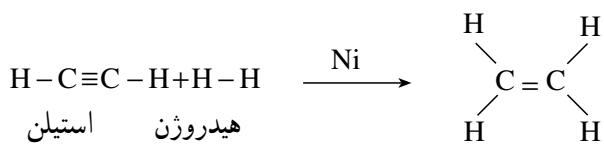
## ۴-۶- خواص شیمیایی استیلن و سایر آلکین‌ها

پیوند سه‌گانه‌ی کربن-کربن در استیلن و سایر آلکین‌ها از یک پیوند نسبتاً محکم سیگما ( $\sigma$ ) و دو پیوند ضعیف‌تر پی ( $\pi$ ) تشکیل شده است. بنابراین، آلکین‌ها سیر نشده هستند و می‌توانند، مانند اتیلن، در واکنش‌های افزایشی شرکت کنند. در این واکنش‌ها، پیوندهای ضعیف  $\pi$  می‌شکنند و به جای آن پیوندهای نسبتاً محکم  $\sigma$  تشکیل می‌شوند.

**۱-۴-۶- افزایش هیدروژن:** دو گاز هیدروژن و استیلن را می‌توان در دمای معمولی با یکدیگر مخلوط کرد، بدون آن که

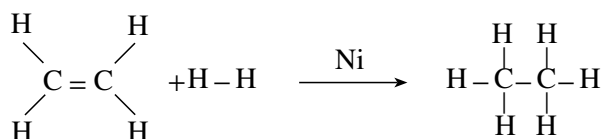
۱- برش‌های سنگین نفتی (مانند مازوت یا نفت کوره) را که از مولکول‌های بزرگ تشکیل شده و مصرف چندانی ندارند، در مجاورت کاتالیزگر یا بدون کاتالیزگر، به شدت گرم می‌کنند تا مولکول‌های بزرگ شکسته شوند و به مولکول‌های کوچک‌تر که مصرف فراوان دارند، تبدیل شوند. این عمل را کراکینگ Cracking می‌نامند.

بین آن‌ها واکنشی روی دهد. ولی در مجاورت کاتالیزگرهای مناسب (مثلاً ذرات بسیار ریز نیکل، پلاتین یا پالادیم) بین آن‌ها یک واکنش افزایشی روی می‌دهد. این واکنش در دو مرحله صورت می‌گیرد. در مرحله‌ی نخست، یک مولکول هیدروژن به استیلن افزوده می‌شود و اتیلن به دست می‌آید.



اتیلن

در مرحله‌ی بعد، با افزایش مولکول دوم هیدروژن به اتیلن، فرآورده‌ی نهایی واکنش، یعنی اتان، تشکیل می‌شود.



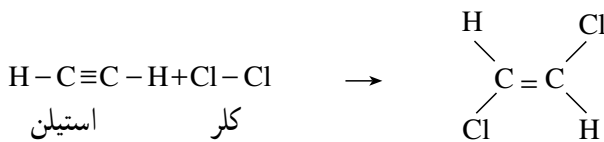
اتیلن                      هیدروژن

اتان

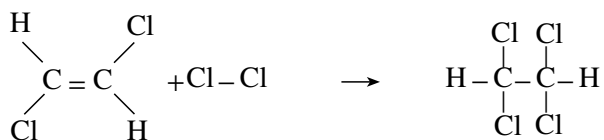
اگر در این واکنش، به جای کاتالیزگر نیکل از کاتالیزگر ویژه‌ای موسوم به کاتالیزگر لیندلار<sup>۱</sup> استفاده کنیم، فقط مرحله‌ی نخست هیدروژن‌دار شدن، یعنی تبدیل استیلن به اتیلن انجام می‌شود. کاتالیزگر لیندلار، پالادیم مسموم شده به وسیله‌ی ترکیب‌های گوگرددار است که فعالیت آن کاهش یافته است. از واکنش هیدروژن‌دار کردن در مجاورت کاتالیزگر لیندلار، اغلب برای تهیه آلکن‌ها از آلکین‌ها استفاده می‌شود.

**۲-۶-۴ افزایش هالوژن‌ها:** واکنش کلر با استیلن بسیار شدید است. ولی، مانند افزایش هیدروژن به استیلن، در دو

مرحله انجام می‌شود. در مرحله‌ی نخست، ۱، ۲- دی کلرواتن و در پایان ۱، ۱، ۲، ۲- تراکلرواتان به دست می‌آید.



۲، ۱- دی کلرواتن



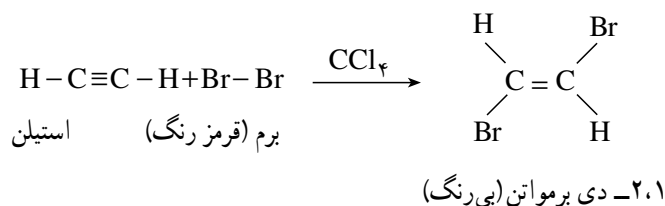
کلر                      ۲، ۱- دی کلرواتن

۱، ۱، ۲، ۲- تراکلرواتان

واکنش برم با استیلن، مانند واکنش کلر با استیلن ولی ملایم‌تر است. با آب برم یا محلول برم در کربن تتراکلرید، واکنش فقط تا مرحله‌ی نخست پیشرفت می‌کند، ولی با برم مایع، مرحله‌ی دوم افزایش نیز انجام می‌شود و ۱، ۱، ۲، ۲- ترابرمواتان به دست می‌آید. از این واکنش، برای شناسایی ترکیب‌های سیر نشده، یعنی بی‌بردن به وجود پیوندهای دوگانه یا سه‌گانه‌ی کربن-کربن در یک

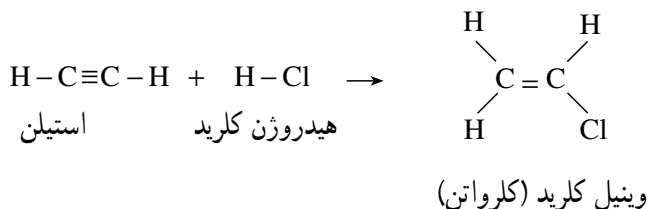
<sup>۱</sup> Lindlar

ترکیب، استفاده می‌شود. برای این منظور، کمی محلول برم در کربن تتراکلرید (CCl<sub>4</sub>) را که قرمز رنگ است، به ترکیب مورد نظر می‌افزایند، با تکان دادن، رنگ قرمز برم به سرعت ناپدید می‌شود. زیرا فرآورده‌ای که در این واکنش به وجود می‌آید، بی‌رنگ است.

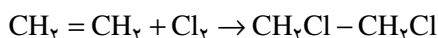


**تمرین ۱۱-۴:** در یک آزمایشگاه متروک، دو شیشه دارو، بدون برچسب، پیدا شده، ولی در نزدیکی‌های این شیشه‌ها، دو برچسب بر زمین افتاده است. بر روی یکی از برچسب‌ها ۱- هگزین و بر روی برچسب دیگر n- هگزان نوشته شده است. این شیشه‌ها دارای مایعاتی شفاف و بی‌رنگ‌اند. چگونه می‌توانید معلوم کنید که هر برچسب متعلق به کدام شیشه است؟ چه کار باید بکنید و چه می‌بینید؟ توضیح دهید.

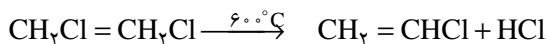
**۳-۶-۴- افزایش هیدروژن هالیدها:** واکنش هیدروژن هالیدها، مثلاً هیدروژن کلرید، HCl، با استیلن، مانند واکنش آن‌ها با اتیلن است. این واکنش خود به خود انجام می‌شود و نیازی به کاتالیزگر ندارد. ولی چون استیلن، دارای دو پیوند π است، می‌تواند با یک مولکول هیدروژن هالید یا با دو مولکول از آن واکنش بدهد. بر اثر افزایش یک مول هیدروژن کلرید به استیلن، ترکیبی موسوم به وینیل کلرید (یا کلرواتن) تشکیل می‌شود.



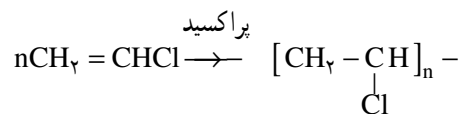
وینیل کلرید یکی از مواد اولیه بسیار مهم صنعتی است. زیرا از پلیمر کردن آن، پلی‌وینیل کلرید که به طور خلاصه پی.وی.سی<sup>۱</sup> (P.V.C) نامیده می‌شود، به دست می‌آید. پی.وی.سی یکی از پلاستیک‌های ارزنده است و کاربردهای فراوان دارد. امروزه در صنعت، وینیل کلرید را بیشتر از اثر گاز کلر بر اتیلن، در دمای بالا، تهیه می‌کنند. همان‌طور که پیش از این اشاره کردیم، اتیلن، به عنوان محصول فرعی، از کراکینگ مواد نفتی، آسان به دست می‌آید.



۲،۱- دی کلرواتان                      اتیلن



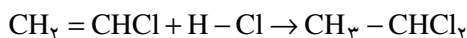
وینیل کلرید                      ۲،۱- دی کلرواتان



پلی وینیل کلرید (P.V.C)                      وینیل کلرید



اگر مقدار هیدروژن کلرید زیاد باشد، دو مولکول از آن، به طور پیاپی، به پیوند سه‌گانه‌ی کربن - کربن افزوده می‌شوند. واکنش افزایشی در مرحله‌ی دوم - همان طور که می‌دانید - از قاعده‌ی مارکونیکف پیروی می‌کند. یعنی، پروتون هیدروژن کلرید به کربنی متصل می‌شود که هیدروژن بیشتری داشته باشد.



۱،۱-دی‌کلرواتان      هیدروژن کلرید      وینیل کلرید

افزایش هیدروژن کلرید به وینیل کلرید بر طبق قاعده‌ی مارکونیکف

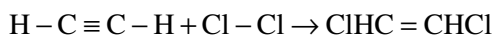
واکنش هیدروژن برمید و هیدروژن یدید (HI, HBr) نیز، مانند واکنش هیدروژن کلرید با استیلن و سایر آلکین‌هاست.

**تمرین ۱۲-۴:** چگونه می‌توانید از استیلن آغاز کنید و ترکیب‌های زیر را بسازید؟ از هر واکنش‌گری که لازم باشد، می‌توانید

استفاده کنید:

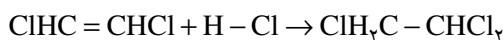
الف) ۲،۱-دی‌کلرواتان      ب) ۲،۱،۱-تری‌کلرواتان

حل: الف) معادل یک مولکول کلر به یک مولکول استیلن بیفزایید.



۲،۱-دی‌کلرواتان      کلر      استیلن

ب) به فرآورده‌ی بند الف)، معادل یک مولکول هیدروژن کلرید اضافه کنید.



۲،۱،۱-تری‌کلرواتان      ۲،۱-دی‌کلرواتان

**تمرین ۱۳-۴:** معادله‌ی شیمیایی مراحل افزایش دو مولکول هیدروژن برمید را به پروپین بنویسید. در هر مرحله چه ترکیبی

تشکیل می‌شود؟ نام هر یک را به روش آیوپاک بنویسید.

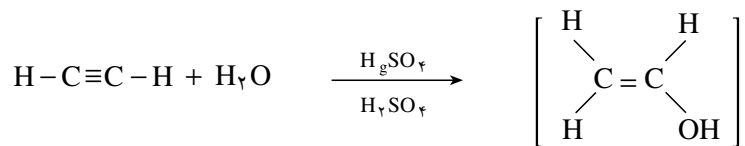
**۴-۶-۴- افزایش آب به استیلن و سایر آلکین‌ها:** در مقایسه با افزایش آب به پیوند دوگانه‌ی کربن - کربن در آلکن‌ها،

انتظار داریم که افزایش آب به پیوند سه‌گانه‌ی کربن - کربن نیز، یک الکل به وجود آورد. ولی، الکی که بر اثر افزایش آب به یک

آلکین تشکیل می‌شود، الکی است که در آن گروه هیدروکسیل (-OH) به کربن پیوند دوگانه متصل است. این نوع الکل را 'انول'

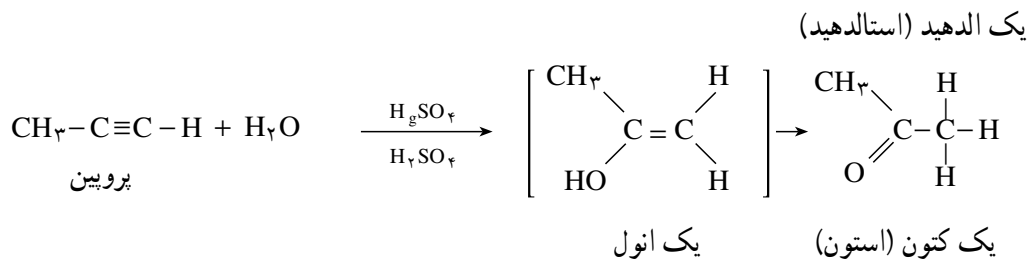
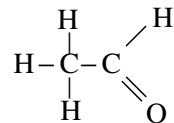
می‌نامند (ان برای پیوند دوگانه و ول برای الکل). یکی از ویژگی‌های مهم انول‌ها، ناپایداری آن‌هاست. یعنی با سرعت به الدهید یا

کتون<sup>۲</sup> مربوط تبدیل می‌شوند.



استیلن

یک انول (وینیل الکل)



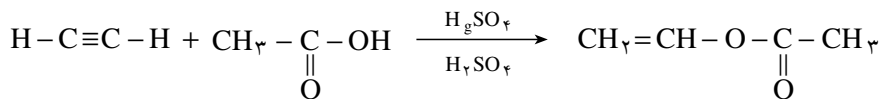
یک الدهید (استالدهید)

در این واکنش، به عنوان کاتالیزگر، از مخلوط جیوه (II) سولفات و سولفوریک اسید استفاده می‌شود. همان طور که در بالا نشان داده شده است، واکنش افزایشی آب به آلکین‌های نامتقارن (مانند پروپین) بر طبق قاعده‌ی مارکونیکف اجرا می‌شود. بنابراین، استیلن تنها آلکینی است که الدهید تولید می‌کند. سایر آلکین‌ها، کتون به وجود می‌آورند.

**تمرین ۱۴-۴:** فرمول ساختاری کتونی را که بر اثر افزایش آب به ۲- بوتین تشکیل می‌شود، بنویسید. ساختار انول واسطه چگونه است؟ آیا این واکنش بر طبق قاعده‌ی مارکونیکف اجرا شده است؟ توضیح دهید. در گذشته، استالدهید را در مقیاس گسترده، از افزایش آب به استیلن تهیه می‌کردند. در روش‌های پیشرفته‌ی امروزی، استالدهید را از اکسایش اتیلن که اقتصادی‌تر است، تهیه می‌کنند.

استیک اسید ( $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ ) نیز در مجاورت جیوه (II) سولفات و سولفوریک اسید، به استیلن افزوده می‌شود. در

این واکنش، ترکیبی موسوم به وینیل استات به دست می‌آید که در صنایع پلیمر ارزش فراوان دارد.



استیلن

استیک اسید

وینیل استات

بر اثر پلیمر شدن وینیل استات، پلیمری موسوم به پلی وینیل استات به دست می‌آید. از این پلیمر در تهیه‌ی الیاف مصنوعی استفاده می‌شود.

**۵-۶-۴- سوختن استیلن:** استیلن نیز، مانند هر هیدروکربن دیگر، در برابر هوا یا اکسیژن خالص می‌سوزد و کربن دی‌اکسید

و آب تولید می کند.



اگر مقدار اکسیژن کافی نباشد، استیلن، به علت بالا بودن نسبت درصد کربن به هیدروژن در آن، با شعله دودزایی می سوزد. ولی اگر فشار و نسبت گاز استیلن و اکسیژن به دقت تنظیم شود، شعله ای پر نور و درخشنده خواهد داشت. از این رو، در گذشته، یعنی پیش از اختراع لامپ برق، برای ایجاد روشنایی، از چراغ های استیلنی استفاده می شد.

شکل ۲-۴- چراغ استیلنی روی کلاه کارگران معدن زغال سنگ

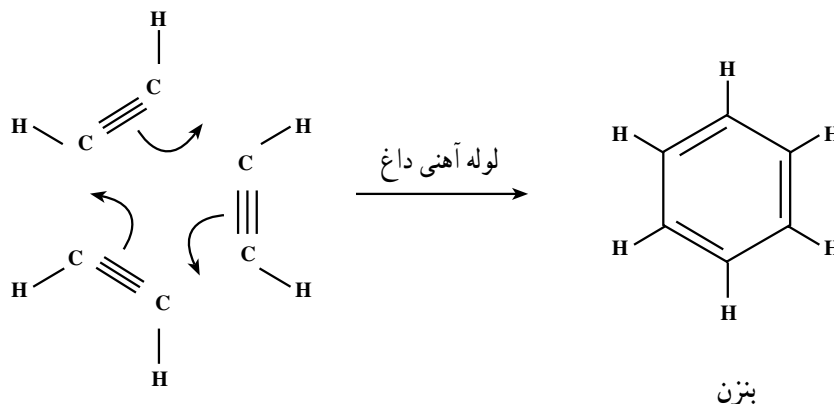
از سوختن استیلن، در مقایسه با سوختن اتان و اتیلن، گرمای کمتری تولید می شود.

**تمرین ۱۵-۴:** گرمای حاصل از سوختن یک مول استیلن ( $\Delta H = -317 \text{ k cal}$ )، در اکسیژن خالص، کمتر از گرمای سوختن یک مول اتیلن ( $\Delta H = -337 \text{ k cal}$ ) و اتان ( $\Delta H = -373 \text{ k cal}$ ) است. معادله های سوختن این سه هیدروکربن را با اکسیژن بنویسید و بگویید چرا گرمای سوختن استیلن کمتر از گرمای سوختن دو هیدروکربن دیگر است؟ با وجود این، برای جوشکاری و بریدن قطعات فلزی، بیشتر از مشعل های اوکسی استیلن استفاده می شود. زیرا دمای شعله ای سوختن استیلن، در مقایسه با اتیلن و اتان، بالاتر است. علت را می توان در کمتر بودن تعداد مول های گازی، حاصل از سوختن یک مول استیلن، جستجو کرد. این گازها برای رسیدن به دمای شعله، گرمای کمتری جذب می کنند و در نتیجه، دما بالاتر می رود.

**تمرین ۱۶-۴:** دمای شعله ای سوختن یک حجم استیلن با بیست حجم هوا بالاتر است یا با پنج حجم اکسیژن خالص؟ معادله های واکنش را در هر دو حالت بنویسید و درباره ی پاسخ خود توضیح دهید (راهنمایی: یک پنجم حجم هوا، اکسیژن و چهار پنجم آن، نیتروژن است).

**۶-۶-۴- پلیمر شدن استیلن:** اگر گاز استیلن را از درون یک لوله ی آهنی داغ عبور دهند، مقداری از آن به بنزن تبدیل

می شود.

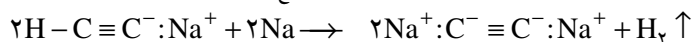


سه مولکول استیلن



هیدروژن استیلنی دوم را نیز می توان، با تکرار فرآیند بالا، به وسیله ی سدیم جانشین کرد :

آمونیاک مایع



هیدروژن سدیم استیلید      فلز سدیم      سدیم هیدروژن استیلید

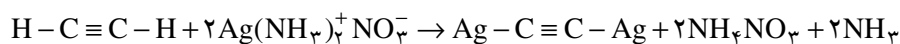
اگر استیلن را از درون محلول آمونیاکی مس (I) کلرید که فرمول آن به صورت:  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}^{-}$  نوشته می شود، عبور دهند، رسوب قرمز رنگ مس (I) استیلید تشکیل می شود :



مس (I) استیلید      محلول آمونیاکی مس (I) کلرید      استیلن

(رسوب قرمز رنگ)

بین استیلن و محلول آمونیاکی نقره نیترات نیز، واکنش مشابهی روی می دهد. در این واکنش، رسوب سفید رنگ نقره استیلید تشکیل می شود.

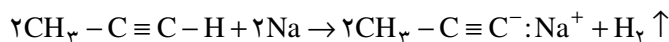


نقره استیلید      محلول آمونیاکی نقره نیترات      استیلن

(رسوب سفید رنگ)

استیلیدهای مس (I) و نقره، وقتی خشک باشند، در برابر ضربه حساسند و با شدت منفجر می شوند.

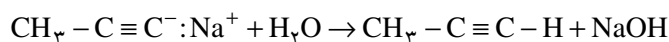
**۱- آلکین ها** (یعنی آلکین هایی که در آن ها پیوند سه گانه در ابتدای زنجیر هیدروکربنی قرار دارد) نیز، مانند استیلن، با فلزهای فعال مانند سدیم و پتاسیم، و با محلول آمونیاکی مس (I) کلرید و محلول آمونیاکی نقره نیترات، استیلید (آلکیلید) تشکیل می دهند.



هیدروژن      سدیم پروپیلید      فلز سدیم      پروپین

**تمرین ۱۸-۴:** معادله ی شیمیایی واکنش ۱- بوتین را با محلول نقره نیترات آمونیاکی بنویسید.

در پایان یادآور می شویم که استیلیدهای فلزات قلیایی، بر اثر آب تجزیه می شوند. در این واکنش، هیدروکربن استیلنی اولیه، دوباره آزاد می شود.



پروپین      سدیم پروپیلید

آلکین هایی که در آن ها پیوند سه گانه در ابتدای زنجیر قرار نگرفته است (آلکین های میانی)، هیدروژن متصل به کربن استیلنی ندارند؛ در نتیجه، از خود خاصیت اسیدی نشان نمی دهند و نمی توانند در این نوع واکنش ها شرکت کنند. از این خاصیت، می توان برای شناسایی و جداسازی ۱- آلکین ها از سایر هیدروکربن ها استفاده کرد.

**تمرین ۱۹-۴:** چگونه می توانید ۱- بوتین را از ۲- بوتین تشخیص دهید؟ واکنش های لازم را بنویسید.

## ۸-۴- شناسایی آلکین‌ها

همان طور که پیش از این ملاحظه کردید، بیشتر خواص آلکین‌ها شبیه خواص آلکن‌هاست: رنگ محلول برم در کربن تتراکلرید (قرمز) را با سرعت از بین می‌برند. محلول سرد و رقیق پتاسیم پرمنگنات را بی‌رنگ می‌کنند. با وجود این، آلکین‌ها سیرنشده‌تر از آلکن‌ها هستند (چرا؟).

**تمرین ۲۰-۴:** در هیدروژن‌دار کردن اتیلن و استیلن، در مجاورت کاتالیزگر نیکل، کدام یک هیدروژن بیشتری جذب می‌کنند؟

شناسایی ۱- آلکین‌ها، آسان‌تر است. همان طور که دیدیم، این هیدروکربن‌ها، در مجاورت محلول آمونیاکی مس (I) کلرید، یا محلول آمونیاکی نقره نترات، رسوب تشکیل می‌دهند. آلکن‌ها و آلکین‌های میانی، چنین خاصیتی از خود ظاهر نمی‌سازند.



## پرسش و تمرین

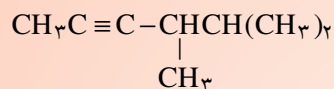
۱- نام آیوپاک هر یک از آلکین‌های زیر را بنویسید :



(الف)



(ب)



(ج)

۲- فرمول ساختاری هر یک از آلکین‌های زیر را بنویسید :

(الف) ۱- اکتین

(ب) ۲- اکتین

(ج) ۲، ۵- دی‌متیل-۳- هگزین

(د) ۴- اتیل-۱- هگزین

(ه) ۳- اتیل-۴- متیل-۱- بنتین

۳- کدام یک از آلکین‌های تمرین ۲، آلکین ابتدایی و کدام یک، آلکین میانی است؟ آن‌ها را مشخص کنید.

۴- ساختار فرآورده‌ی اصلی 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)

(د) محلول آبی سولفوریک اسید و جیوه (II) سولفات.

۵- ساختار فرآورده‌ی اصلی به دست آمده از واکنش ۳- هگزین را با واکنش‌گرهای زیر بنویسید :

(الف) هیدروژن (دو مول)، پلاتین

(ب) هیدروژن کلرید (دو مول)

۶- ترکیب A، دو مول برم جذب می‌کند و به  $\text{C}_5\text{H}_8\text{Br}_4$  تبدیل می‌شود. با محلول آمونیاکی  $\text{AgNO}_3$  رسوب

سفید تشکیل می‌دهد. در مجاورت جیوه (II) سولفات و سولفوریک اسید، آب جذب می‌کند و یک کتون به وجود می‌آورد.

فرمول ساختاری و نام آیوپاک ترکیب A را بنویسید.

۷- فرمول ساختاری آلکین‌هایی را که وزن مولکولی آن‌ها ۵۴ است، بنویسید.

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

(الف) ۲- بوتین و بوتان

(ب) ۱- بوتین و ۲- بوتین

(ج) ۱- بوتین و ۱- بوتن

(د) ۲- بوتن و بوتان

ه) ۲- بوتین و ۲- بوتن

و) ۱- هگزین و ۲- هگزین

ز) ۱- هگزن و ۱- هگزین

۹- از هیدروژن دار کردن هیدروکربن A، به فرمول  $C_6H_{10}$ ، در مجاورت فلز نیکل، ۲- متیل پنتان به دست می‌آید. هنگامی که هیدروکربن A را با محلول آبی سولفوریک اسید و جیوه (II) سولفات مجاور می‌کنند، به  $C_6H_{12}O$  تبدیل می‌شود. هیدروکربن A با محلول آمونیاکی  $CuCl$  یا فلز سدیم واکنش نمی‌دهد. فرمول ساختاری A را بنویسید.

۱۰- هنگامی که یک لیتر استیلن را در شرایط استاندارد، در مجاورت جیوه (II) سولفات و سولفوریک اسید، با آب ترکیب می‌کنند،  $1/32$  گرم استالدهید،  $CH_3CHO$ ، به دست می‌آید. بازده واکنش چه قدر بوده است؟

۱۱- چند آلکین با فرمول مولکولی  $C_6H_{10}$  می‌شناسید که دارای یک شاخه متیل باشند؟

۱۲-  $10/25$  گرم از آلکین A در مجاورت کاتالیزگر، در شرایط متعارفی  $5/6$  لیتر هیدروژن جذب می‌کند.

فرمول مولکولی A را به دست آورید.