فصل ۵

سیکلو آلکان‌ها

هدف‌های رفتاری: دانش آموز، پس از آموختن مفاهیم و روش‌های این فصل، باید بتواند :

۱ــ ساختار هیدروکربن‌های سیرشده‌ی حلقوی را رسم کند و روش نامگذاری و پیدایش ایزومری در آن‌ها را توضیح دهد.

۲ــ چگونگی تبدیل صنعتی آن‌ها را به هیدروکربن‌های آروماتیک بیان کند.

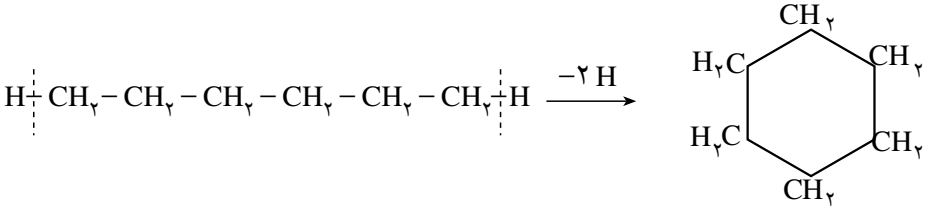
۳ــ علّت پایداری برخی از صورت‌بندی‌ها را در سیکلوآلکان‌ها توضیح دهد.

۴ــ علّت فعالیت شیمیایی غیرعادّی حلقه‌های کوچک را توصیف کند.

۵ــ واکنش‌های جانشینی این هیدروکربن‌ها را با واکنش‌های جانشینی آلکان‌ها مقایسه کند.

۱ــ۵ــ پیشگفتار

در هیدروکربن‌هایی که تا اینجا مطالعه کردیم، اتم‌های کربن به‌گونه‌ای به یکدیگر متّصل شده‌اند که **زنجیر** تشکیل می‌دهند. این هیدروکربن‌ها را **هیدروکربن‌های زنجیری** نامیدیم. امّا، در بسیاری از هیدروکربن‌ها، اتم‌های کربن به‌گونه‌ای به یکدیگر متّصل شده‌اند که **حلقه** تشکیل می‌دهند. این هیدروکربن‌ها را **هیدروکربن‌های حلقوی** می‌نامند. برای مثال، اگر در n ــ هگزان (هگزان نرمال)، از کربن‌های ابتدایی و انتهایی زنجیر، دو اتم هیدروژن جدا سازیم و کربن‌هایی را که در این حالت یک اتّصال آزاد دارند، به یکدیگر متّصل کنیم، یک هیدروکربن حلقوی که دارای شش اتم کربن و دوازده‌اتم هیدروژن است و ما آن را سیکلوهگزان می‌نامیم، به دست می‌آید :



n ــ هگزان　　سیکلو هگزان

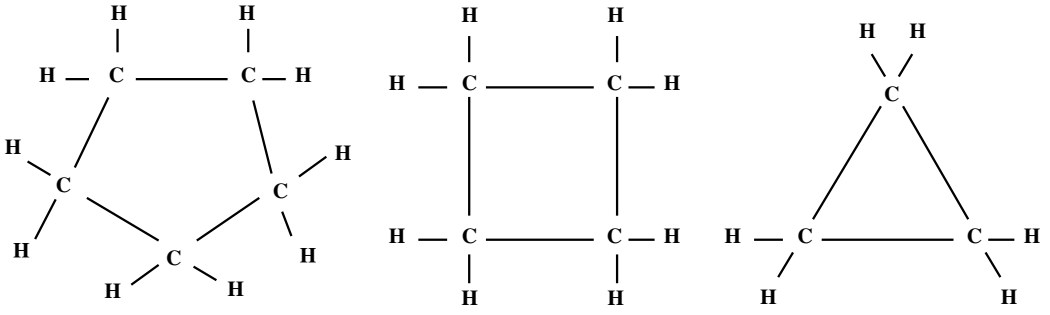
بنابراین، سیکلوآلکان‌ها، نسبت به هیدروکربن‌های زنجیری سیرشده با همان تعداد کربن، دو اتم هیدروژن کمتر دارند. به یاد دارید که آلکن‌ها نیز نسبت به هیدروکربن‌های سیر شده زنجیری هم ردیف خود (با همان تعداد اتم کربن) دو اتم هیدروژن کمتر دارند. از این رو، سیکلوآلکان‌ها و آلکن‌ها، هر دو دارای فرمول عمومی $C_nH_{۲n}$ می‌باشند. ولی باید توجّه داشت که بین آلکن‌ها و سیکلوآلکان‌های هم کربن، یک تفاوت عمده وجود دارد : در آلکن‌ها، دست‌کم دو اتم کربن با پیوند دوگانه به یکدیگر متّصل شده و بنابراین، سیر

نشده‌اند. در صورتی که در سیکلوآلکان‌ها، تمام اتم‌های کربن با پیوندهای یگانه به یکدیگر متّصل‌اند و در نتیجه، سیر شده به شمار می‌آیند.

هیدروکربن‌های حلقوی در اندازه‌های مختلف، از سه کربن در حلقه تا حلقه‌های بیست ضلعی یا بزرگتر وجود دارند. به علاوه، بسیاری از آن‌ها بیش از یک حلقه دارند و به طور گسترده در طبیعت، به‌ویژه در گیاهان، یافت می‌شوند.

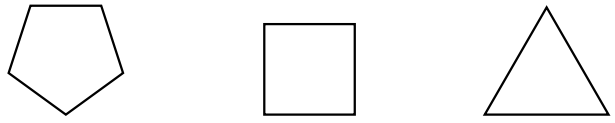
۲ــ۵ــ نامگذاری

برای نامگذاری هیدروکربن‌های سیرشده‌ی حلقوی به روش آیوپاک، پیشوند «سیکلو ــ Cyclo»را که به معنی «حلقوی» است، به نام هیدروکربن سیر شده‌ی زنجیری با همان تعداد کربن، می‌افزایند. به مثال‌های زیر توجّه کنید :



سیکلو پروپان　　سیکلو بوتان　　سیکلو پنتان

رسم فرمول سیکلوآلکان‌ها به این صورت، وقت‌گیر و خسته کننده است. برای آسان کردن کار، اغلب از نوشتن اتم‌های کربن و اتم‌های هیدروژن صرف‌نظر می‌شود. بنابراین، فرمول‌های ساختاری هیدروکربن‌های حلقوی بالا را می‌توان به صورت خلاصه شده‌ی زیر نمایش داد :



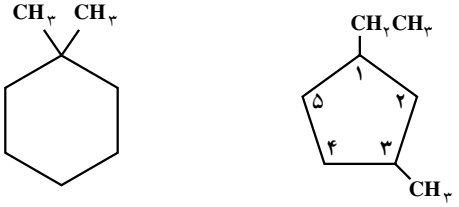
سیکلو پروپان　　سیکلو بوتان　　سیکلو پنتان

با وجود این، نباید فراموش کرد که در هر گوشه از این شکل‌های هندسی، یک اتم کربن و دو اتم هیدروژن متّصل به آن وجود دارد.

هیدروکربن‌های حلقوی، ممکن است دارای یک یا چند شاخه‌ی جانبی نیز باشند. اگر تنها یک شاخه جانبی وجود داشته باشد، ابتدا نام شاخه و سپس نام هیدروکربن حلقوی را می‌نویسیم. در این مورد، برای مشخص کردن موضع شاخه‌ی جانبی بر روی حلقه، به شماره‌گذاری نیازی نیست، زیرا تمام مواضع حلقه یکسان هستند. به مثال‌های زیر توجّه کنید :

متیل سیکلو پنتان　　اتیل سیکلو بوتان

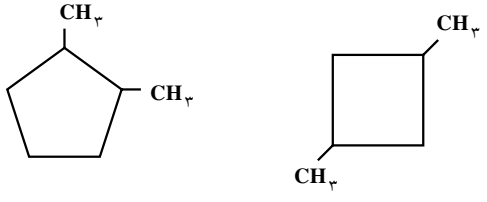
ولی اگر تعداد شاخه‌های جانبی، دو یا بیشتر باشد، باید موضع آن‌ها را بر روی حلقه با شماره‌های مناسب مشخّص کنیم. شماره‌گذاری اتم‌های کربن تشکیل دهنده‌ی حلقه از جهتی انجام می‌شود که مجموع اعداد نسبت داده شده به آن‌ها کوچک‌ترین مقدار باشد. نام شاخه‌ها را به ترتیب حروف الفبای لاتین، ذکر می‌کنیم. برای مثال، به نامگذاری هیدروکربن‌های زیر توجّه کنید :



۱ــاتیل ــ۳ــمتیل سیکلو پنتان ۱،۱ــ دی‌متیل سیکلوهگزان

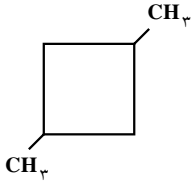
(۱ــاتیل ــ۴ــمتیل سیکلوپنتان درست نیست.)

تمرین ۱ــ۵: هیدروکربن‌های زیر را به روش آیوپاک نامگذاری کنید :



ب) الف)

حل: الف) در این هیدروکربن، چهار اتم کربن یک حلقه‌ی چهارضلعی تشکیل داده‌اند (سیکلو بوتان). در گوشه‌های ۱ و ۳ دو شاخه متیل وجود دارد. بنابراین، نام این هیدروکربن، به روش آیوپاک، به صورت زیر است :



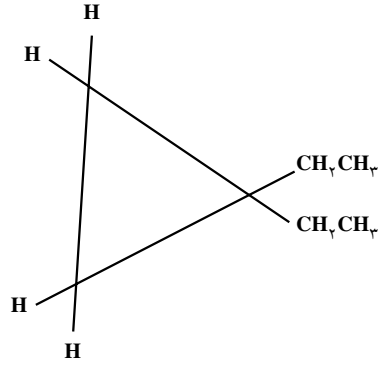
۳،۱ــدی متیل سیکلو بوتان

(بند دیگر این تمرین را خودتان حل کنید.)

تمرین ۲ــ۵: فرمول‌های ساختاری هیدروکربن‌های زیر را بنویسید :

الف) ۱،۱ــدی اتیل سیکلو پروپان ب) n – پروپیل سیکلوپنتان

حل: الف) در این ترکیب، هیدروکربن اصلی سیکلو پروپان است که در یکی از گوشه‌های آن، دو گروه اتیل جای دو اتم هیدروژن را گرفته‌اند. بنابراین، فرمول ساختاری این هیدروکربن، به صورت روبه‌رو رسم می‌شود :



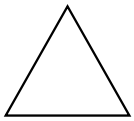
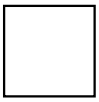
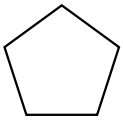
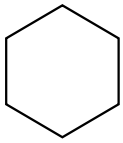
۱،۱ــ دی‌اتیل سیکلو پروپان

(بند دیگر این تمرین را خودتان حل کنید.)

۳ــ۵ــ خواص فیزیکی

دمای ذوب و جوش سیکلو آلکان‌ها، کمی بالاتر از دمای ذوب و جوش آلکان‌های زنجیری با همان تعداد اتم کربن است زیرا حرکات نوسانی اتم‌ها در مولکول سیکلوآلکان‌ها به‌علت تشکیل حلقه، تا حدودی محدود شده است و درنتیجه، مولکول‌های آن‌ها بیشتر می‌توانند به یکدیگر نزدیک شوند (نیروهای جاذبه بین آن ها بیشتر است) درنتیجه جدا کردن آن‌ها از یکدیگر به انرژی بیشتری نیاز دارد. به داده‌های جدول ۱ــ۵ توجه کنید.

جدول ۱ــ۵ــ مقایسه دمای ذوب و جوش n ــ آلکان‌ها و سیکلو آلکان‌ها

n ــ آلکان و سیکلو آلکان	فرمول	دمای ذوب، °C	دمای جوش، °C
پروپان	$CH_3CH_2CH_3$	ـ۱۸۷	ـ۴۲
سیکلو پروپان		ـ۱۲۷	ـ۳۳
n ــ بوتان	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	ـ۱۳۵	ـ۰/۵
سیکلو بوتان		ـ۹۰	۱۳
n ــ پنتان	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	ـ۱۳۰	۳۶
سیکلو پنتان		ـ۹۴	۴۹
n ــ هگزان	$CH_3(CH_2)_4CH_3$	ـ۹۵	۶۹
سیکلوهگزان		۷	۸۱

تمرین ۳ــ۵: هیدروکربن‌های زیر را به ترتیب کاهش دمای جوش، از چپ به راست منظّم کنید. (هیدروکربنی را که دارای دمای جوش بالاتر است، در سمت چپ بنویسید.) برای انتخاب خود، چه دلیلی ارائه می‌دهید؟

الف) سیکلو پنتان　　ب) n ــ پنتان　　ج) ایزوبوتان

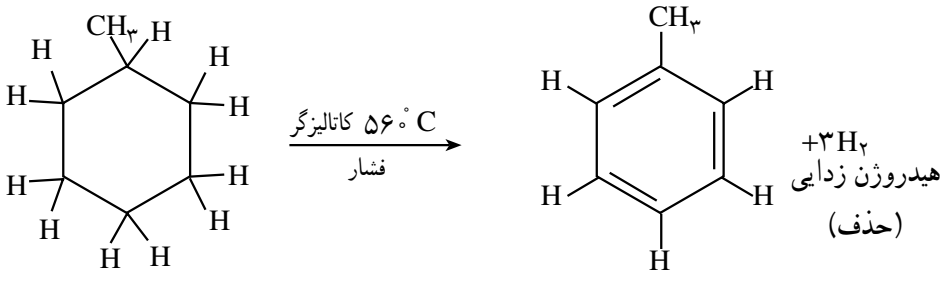
۴ــ۵ــ منبع صنعتی

نفت بعضی از مناطق جهان (به‌ویژه نفت کالیفرنیا در امریکا)، غنی از سیکلوآلکان‌ها است. در صنعت نفت، این هیدروکربن‌ها را **نفتن**[۱] می‌نامند. سیکلوهگزان، متیل سیکلو هگزان، متیل سیکلو پنتان و ۱،۲ــدی متیل سیکلوپنتان از این‌جمله‌اند.

سیکلوآلکان‌ها را از طریق **ریفرمینگ کاتالیزی**[۲] به هیدروکربن‌های آروماتیک تبدیل می‌کنند.

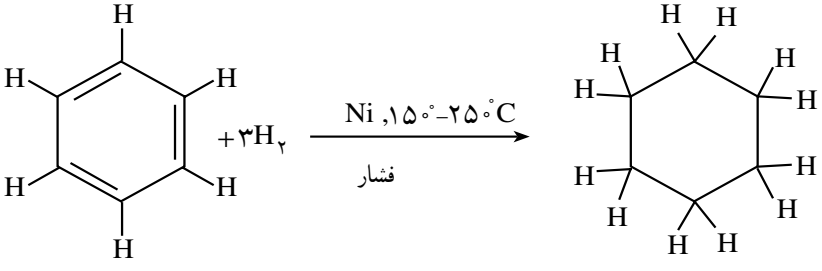
۱ــ Naphtene　　۲ــ Catalytic Reforming

به این ترتیب، سیکلو آلکان‌ها، یکی از منابع اصلی این ترکیب‌های مهم به شمار می‌آیند. در این واکنش، از مولکول‌های سیکلوآلکان، هیدروژن حذف می‌شود. برای مثال :



متیل سیکلو هگزان　　تولوئن (متیل بنزن)

درست همان‌گونه که حذف هیدروژن از هیدروکربن‌های سیر شده‌ی حلقوی، هیدروکربن‌های **آروماتیک**[1] را به وجود می‌آورد، افزایش هیدروژن به هیدروکربن‌های آروماتیک، در مجاورت کاتالیگر، هیدروکربن‌های سیر شده‌ی‌حلقوی، به‌ویژه مشتق‌های سیکلوهگزان را به دست می‌دهد. یک مثال مهم از این نوع واکنش، هیدروژن‌دار کردن بنزن و تولید سیکلوهگزان خالص است.



بنزن　　سیکلو هگزان

سیکلو هگزان، یک ماده‌ی مهم اوّلیه در ساخت نایلون است.

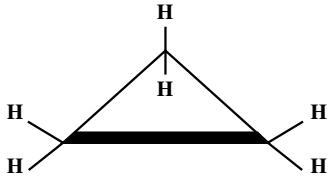
۵ــ۵ــ صورت‌بندی (یا کنفورماسیون[2]) سیکلو آلکان‌ها

در قرن نوزدهم، تصوّر می‌شد که اسکلت کربنی سیکلوآلکان‌ها، مسطّح است. یعنی، تمام اتم‌های کربن حلقه بر روی یک صفحه قرار دارند. اکنون می‌دانیم که این تصوّر در مورد هیدروکربن‌های‌حلقوی با حلقه های‌کوچک تقریباً درست است. امّا، در مورد هیدروکربن‌های حلقوی با حلقه‌های بزرگ چنین نیست.

الف) سیکلو پروپان، سیکلو بوتان و سیکلو پنتان : در سیکلو پروپان، تمام اتم‌های کربن، بر روی یک صفحه قرار دارند.

۱ــ در فصل آینده، با هیدروکربن‌های آروماتیک بیشتر آشنا خواهید شد.

۲ــ Conformation



سیکلو پروپان

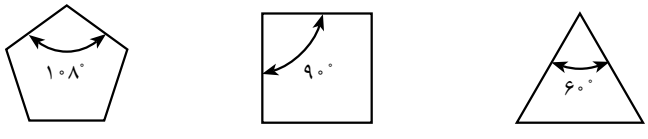
(گازی که به عنوان هوش‌بر عمومی از راه تنفّس کاربرد دارد.) دمای جوش $-33^{\circ}C$

همان‌طور که در ساختار مولکولی سیکلو پروپان نشان داده شده است، سه اتم هیدروژن در بالای صفحه حلقه سه ضلعی و سه اتم هیدروژن در پایین آن قرار می‌گیرند. پیش از این، دیدید که وقتی کربن با چهار اتم دیگر پیوند داشته باشد (مثلاً در متان)، زوایای پیوندی آن باید $109^{\circ}28'$ (۱۰۹ درجه و ۲۸ دقیقه) باشند. این زاویه را، همان‌طور که می‌دانید، **زاویه‌ی چهار وجهی** می‌نامند. اما، زوایای پیوندی اتم‌های کربن در سیکلو پروپان ظاهراً تا 60° کوچک شده‌اند. در واقع، ساختار سیکلو پروپان به یک مثلث متساوی‌الاضلاع شباهت دارد.

انحراف زوایای پیوندی در سیکلو پروپان، نسبتاً زیاد است (فشار زاویه‌ای) که موجب می‌شود این هیدروکربن، ناپایدارتر از هیدروکربن‌های زنجیری و سیکلوآلکان‌های بزرگ‌تر باشد.

انحراف زوایای پیوندی در سیکلو بوتان کمتر از سیکلو پروپان است، زیرا اتم‌های کربن، در آن یک چهار ضلعی تقریباً منتظم تشکیل می‌دهند. بنابراین، سیکلو بوتان نیز به طور نسبی ناپایدارتر از هیدروکربن‌های زنجیری و سیکلوآلکان‌های بزرگتر است.

انحراف زوایای پیوندی در سیکلوپنتان، تقریباً به صفر می‌رسد. زیرا زوایای یک پنج ضلعی منتظم برابر 108° و در نتیجه، خیلی نزدیک به زاویه چهار وجهی است. از این رو، سیکلوپنتان را می‌توان یکی از پایدارترین هیدروکربن‌های حلقوی، به شمار آورد.

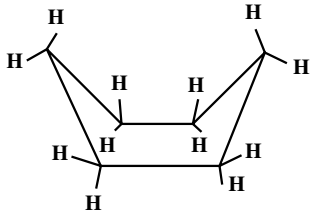


سیکلو پنتان　　سیکلو بوتان　　سیکلو پروپان

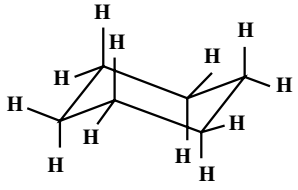
ب) سیکلوهگزان: در ترکیب‌های آلی موجود در طبیعت، حلقه‌های شش ضلعی بیش از سایر حلقه‌ها مشاهده می‌شوند. درنتیجه، حلقه‌ی سیکلوهگزان و صورت‌بندی‌های (کنفورماسیون‌های) آن بیشتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

همان‌طور که از بحث پیشین در مورد سیکلوپروپان، سیکلو بوتان و سیکلوپنتان انتظار می‌رود، حلقه‌ی سیکلوهگزان نمی‌تواند مسطّح باشد، زیرا هر یک از زوایای یک شش ضلعی منتظم، برابر 120° است (در این مورد، زوایای پیوندی از زاویه‌ی چهار وجهی بزرگ‌تر شده‌اند). در واقع، حلقه‌ی سیکلوهگزان مسطّح نیست، بلکه مولکول آن از بعضی از نقاط خمیدگی پیدا می‌کند و شکل غیرمسطّح به خود می‌گیرد. در این حالت، هر یک از زوایای پیوندی آن، برابر زاویه‌ی چهار وجهی است. برای سیکلو هگزان، می‌توان دو صورت‌بندی زیر را درنظر گرفت : **صورت‌بندی صندلی**[1] که پایدارترین صورت‌بندی است و صورت‌بندی قایقی[2] که ناپایدارتر می‌باشد.

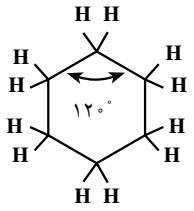
۱ــ Chair Conformation　　۲ــ Boat Conformation



سیکلو هگزان در صورت‌بندی قایقی (ناپایدارتر)

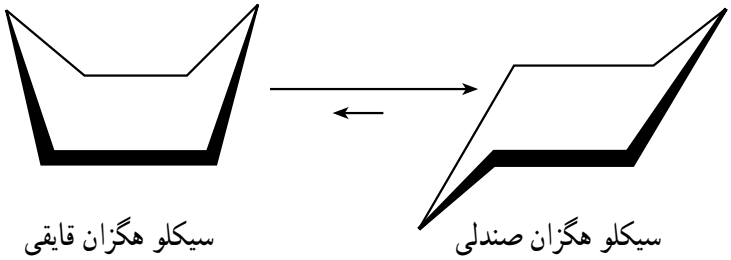


سیکلو هگزان در صورت‌بندی صندلی (پایدارتر)



سیکلو هگزان مسطح بسیار ناپایدار

این دو صورت‌بندی سیکلوهگزان می‌توانند با سرعت به یکدیگر تبدیل شوند. ولی، همان‌طور که اشاره کردیم، صورت‌بندی صندلی خیلی پایدارتر از صورت‌بندی قایقی است ؛ به طوری که در یک نمونه از سیکلوهگزان، تقریباً تمام مولکول‌های آن با صورت‌بندی صندلی وجود دارند.



سیکلو هگزان قایقی　　سیکلو هگزان صندلی

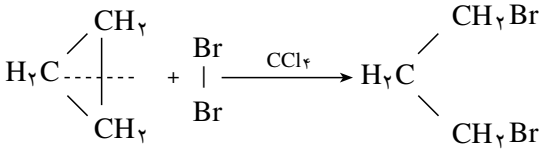
تبدیل متقابل صورت‌بندیهای صندلی و قایقی سیکلو هگزان

۶ــ۵ــ خواصّ شیمیایی سیکلو آلکان‌ها

پیش از این اشاره کردیم که انحراف زاویه از ′۲۸ ,°۱۰۹ در حلقه‌های کوچک، موجب ناپایداری آن‌ها می‌شود. بنابراین، به طور منطقی می‌توان انتظار داشت که خواصّ شیمیایی سیکلوآلکان‌ها، تحت تأثیر بزرگی و کوچکی حلقه‌ی آن‌ها باشد. سیکلوپروپان و سیکلو بوتان، واکنش‌پذیرتر از هیدروکربن‌های سیر شده‌ی زنجیری هم‌ردیف خود (با همان تعداد کربن) می‌باشند. به طور کلّی، خواصّ شیمیایی سیکلوآلکان‌های کوچک، شبیه خواصّ شیمیایی هیدروکربن‌هایی است که دارای پیوند دوگانه‌ی کربن ــ کربن می‌باشند. برای مثال، اثر برم در کربن تتراکلرید را در برابر پروپن، $CH_3-CH=CH_2$ ، و سیکلوپروپان مقایسه می‌کنیم :

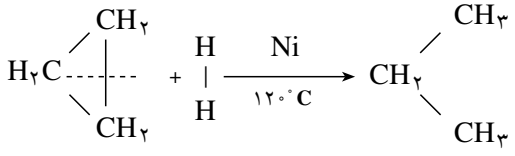
$$CH_3-CH=CH_2 + Br-Br \xrightarrow{CCl_4} CH_3-\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}-CH_2Br$$

پروپن　　برم　　۲،۱ــ دی‌برمو پروپان



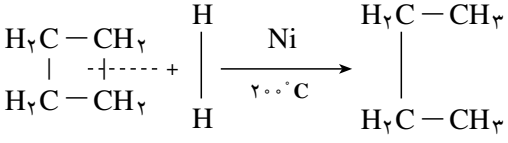
سیکلو پروپان　　برم　　۳،۱ــ دی‌برمو پروپان

همان طور که می‌بینید، در این واکنش افزایشی، حلقه‌ی سیکلوپروپان باز می‌شود و ۳،۱ــدی برموپروپان به دست می‌آید.
سیکلو پروپان با هیدروژن، در مجاورت کاتالیزگر، در $120^\circ C$، واکنش می‌دهد.



سیکلو پروپان هیدروژن پروپان

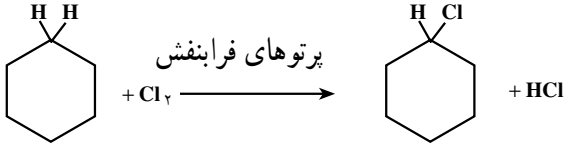
در حالی‌که افزایش هیدروژن به سیکلو بوتان، تنها در $200^\circ C$ امکان پذیر است :



سیکلوبوتان n ــ بوتان

تمرین ۴ــ۵: معادله‌ی واکنش افزایشی هیدروژن برمید، $H-Br$، را با سیکلوپروپان بنویسید.

سیکلوپنتان و سیکلو آلکان‌های بالاتر با کلر در برابر نور فرابنفش، در واکنش جانشینی رادیکالی شرکت می‌کنند. این واکنش‌ها، پیچیدگی واکنش‌های جانشینی رادیکالی هیدروکربن‌های سیرشده‌ی زنجیری را ندارند، زیرا امکان تشکیل فرآورده‌های ایزومر کمتر است. برای مثال، از کلردار کردن رادیکالی سیکلوهگزان در برابر پرتوهای فرابنفش، تنها یک مشتق مونوکلروسیکلوهگزان به دست می‌آید، زیرا تمام هیدروژن‌های سیکلوهگزان یکسان هستند. در حالی‌که با n ــ هگزان، در همین شرایط، سه مشتق مونوکلروهگزان تشکیل می‌شود :



سیکلوهگزان مونوکلروسیکلوهگزان

پرتوهای فرابنفش

$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{پرتوهای فرابنفش}}$$

n ــ هگزان

$$HCl + \begin{cases} CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2Cl & \text{۱ــ کلروهگزان} \\ CH_3CH_2CH_2CH_2\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}HCH_3 & \text{۲ــ کلرو هگزان} \\ CH_3CH_2CH_2\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}HCH_2CH_3 & \text{۳ــ کلرو هگزان} \end{cases}$$

می‌دانید که از دیدگاه عملی، جدا کردن ایزومرهای مختلف، وقت‌گیر و پرهزینه است.

تمرین ۵ــ۵: از کلردار کردن n ــ پنتان و سیکلوپنتان، در برابر پرتوهای فرابنفش، به طوری که تنها یک اتم کلر جانشین یک اتم هیدروژن شود، در هر مورد چند ایزومر مونوکلرو به دست می‌آید؟

حل: n ــ پنتان دارای ساختار زیر است :

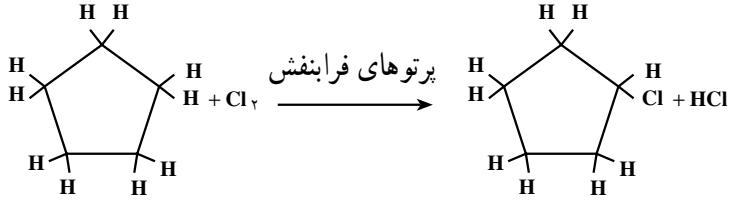
$$CH_3\overset{\downarrow}{C}H_2\overset{\downarrow}{C}H_2\overset{\downarrow}{C}H_3$$

همان‌طور که نشان داده شده است، در مولکول این هیدروکربن، سه موضع متفاوت وجود دارد و کلر می‌تواند جای یکی از هیدروژن‌ها را در این مواضع بگیرد. بنابراین، از کلردار کردن آن، سه ایزومر مونو کلرو به شرح زیر به دست می‌آید :

$$\underset{\text{n ــ پنتان}}{CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3} + Cl_2 \xrightarrow{\text{پرتوهای فرابنفش}}$$

$$HCl + \begin{cases} CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2Cl & \text{۱ــ کلروپنتان} \\ CH_3CH_2CH_2\underset{Cl}{\underset{|}{C}}HCH_3 & \text{۲ــ کلرو پنتان} \\ CH_3CH_2\underset{Cl}{\underset{|}{C}}HCH_2CH_3 & \text{۳ــ کلروپنتان} \end{cases}$$

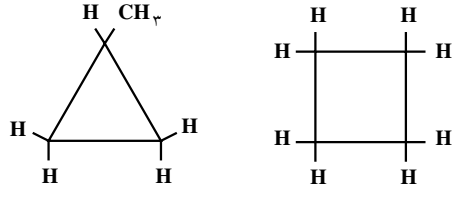
ولی در سیکلوپنتان، تمام مواضع یکسان هستند و هر کدام از هیدروژن‌ها که به وسیله‌ی کلر جانشین شود، تنها یک مشتق مونو کلرو سیکلوپنتان به دست می‌آید.



سیکلو پنتان　　کلرو سیکلو پنتان

۷ــ۵ــ ایزومری ساختاری در سیکلو آلکان‌ها

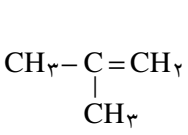
سیکلوآلکان‌ها نیز، مانند آلکان‌ها می‌توانند ایزومری ساختاری داشته باشند. برای مثال، سیکلوبوتان و متیل سیکلوپروپان، هر دو دارای فرمول مولکولی C_4H_8 می باشند و بنابراین، ایزومر ساختاری یکدیگر به شمار می‌آیند.



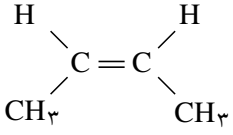
متیل سیکلو پروپان　　سیکلو بوتان

همان‌طور که پیش از این اشاره کردیم، فرمول عمومی هیدروکربن‌های حلقوی سیر شده (سیکلوآلکان‌ها) و هیدروکربن‌های

اتیلنی (آلکن‌ها) هر دو به صورت C_nH_{2n} نوشته می‌شود و بنابراین، اعضای این دو خانواده از هیدروکربن‌ها می‌توانند ایزومر یکدیگر باشند. در مثال بالا، علاوه بر سیکلوبوتان و متیل سیکلوپروپان، برای هیدروکربنی با فرمول مولکولی C_4H_8 ، ایزومرهای زیر را نیز می‌توان درنظر گرفت :

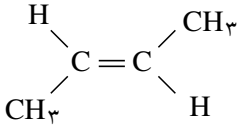


متیل پروپن



سیس ـ ۲ ـ بوتن

۱ ـ بوتن

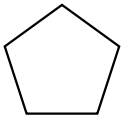


ترانس ـ ۲ ـ بوتن

در واقع، هیدروکربنی با فرمول C_4H_8 ، دارای دو ایزومر حلقوی، دو ایزومر زنجیری و دو ایزومر هندسی (یا سیس و ترانس)است.

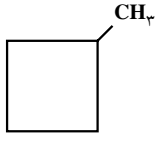
تمرین ۶ ــ ۵: ساختار ایزومرهای حلقوی هیدروکربنی با فرمول مولکولی C_5H_{10} و نام هر یک را به روش آیوپاک بنویسید.

حل: برای پیدا کردن ایزومرهای حلقوی هیدروکربنی با فرمول C_5H_{10} ، ابتدا فرض می‌کنیم که پنج اتم کربن موجود در این هیدروکربن، می‌توانند یک حلقه‌ی پنج ضلعی (سیکلو پنتان) تشکیل دهند.



سیکلو پنتان

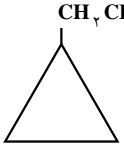
سپس، با چهار اتم کربن یک حلقه‌ی چهار ضلعی (سیکلو بوتان) تشکیل می‌دهیم و کربن پنجم را، به عنوان شاخه به این حلقه‌ی چهار ضلعی متصل می‌کنیم. در این صورت، متیل سیکلوبوتان به دست می‌آید.



متیل سیکلو بوتان

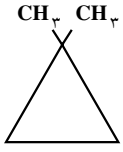
به همین ترتیب، با سه کربن یک حلقه سه ضلعی (سیکلو پروپان) بنا می‌کنیم و دو کربن باقیمانده را به عنوان شاخه درنظر می‌گیریم که با چند حالت روبرو می‌شویم :

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



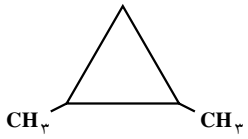
اتیل سیکلو پروپان

۲ــ دو کربن باقیمانده را به صورت دو شاخه‌ی متیل، $-CH_3$ ، به جای دو اتم هیدروژن در یکی از گوشه‌های حلقه سیکلو پروپان قرار می‌دهیم. در این حالت، ۱، ۱ــ دی متیل سیکلو پروپان به دست می‌آوریم.



۱، ۱ــ دی متیل سیکلو پروپان

۳ــ دو شاخه متیل را در دو گوشه‌ی مختلف، جانشین هیدروژن‌های حلقه سیکلوپروپان می‌کنیم. در این حالت، به ۱، ۲ــ دی‌متیل سیکلوپروپان دست می‌یابیم :

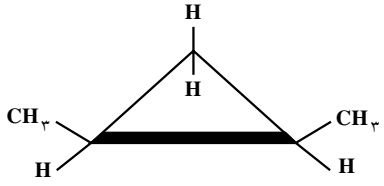


۱، ۲ــ دی‌متیل سیکلو پروپان

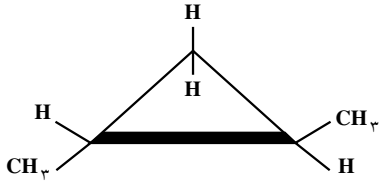
۸ــ۵ــ ایزومری هندسی (سیس ــ ترانس) در سیکلو آلکان‌ها

علاوه بر هیدروکربن‌هایی که در تمرین بالا نام بردیم، برای هیدروکربنی با فرمول مولکولی C_5H_{10} ، ایزومرهای دیگری نیز می‌شناسیم. این ایزومرها، در واقع، مشتق ۱، ۲ــ دی متیل سیکلو پروپان به شمار می‌آیند.

برای روشن شدن مطلب، اگر حلقه سیکلو پروپان را که مسطّح است، بر روی سطح افق نمایش بدهیم، در یک ایزومر گروه‌های متیل، متّصل به مواضع ۱ و ۲، هر دو می‌توانند در بالای (یا هر دو در پایین)سطح حلقه قرار داشته باشند. این ایزومر را سیس ــ ۱، ۲ــ دی متیل سیکلوپروپان می‌نامند. در ایزومر دیگر، یکی از گروه‌های متیل در بالا و دیگری در پایین سطح حلقه قرار می‌گیرد. این ایزومر، ترانس ــ ۱، ۲ ــ دی‌متیل سیکلو پروپان نامیده می‌شود.



سیس ــ ۱، ۲ ــ دی متیل سیکلو پروپان



ترانس ــ ۱،۲ــ دی‌متیل سیکلو پروپان

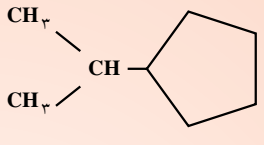
تمرین ۷ــ۵: فرمول‌های ساختاری دی‌متیل سیکلوبوتان‌ها را رسم کنید ونام آیوپاک هر یک را بنویسید ؛ به طوری که موضع گروه‌های متیل با شماره‌های مناسب مشخص باشد. کدام ایزومرهای دی‌متیل سیکلوبوتان می‌توانند ایزومرهای هندسی (سیس ــ ترانس) داشته باشند؟ ساختار هر یک را نشان دهید و آرایش فضایی آن‌ها را با استفاده از پیشوندهای سیس یا ترانس مشخّص کنید.

تمرین ۸ــ۵: ساختار ایزومرهای زنجیری C_5H_{10} را رسم کنید و نام هر یک را به روش آیوپاک بنویسید. کدام ساختارها می‌توانند ایزومری هندسی نشان دهند؟ آرایش فضایی هر یک را با استفاده از پیشوندهای سیس یا ترانس مشخّص کنید.

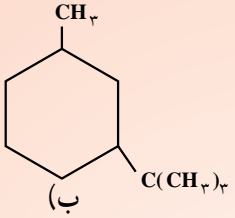
پرسش و تمرین

۱ــفرمول ساختاری متیل‌سیکلوپروپان را بنویسید. کربن‌های این هیدروکربن را به عنوان کربن نوع اوّل، کربن نوع دوم و کربن نوع سوم مشخّص کنید.

۲ــنام آیوپاک هیدروکربن‌های زیر را به روش آیوپاک بنویسید :



الف)



ب)

۳ــفرمول‌های ساختاری هر یک از هیدروکربن‌های زیر را بنویسید :

الف) ۱ــاتیل ــ۴ــمتیل سیکلوهگزان　　ب)۱ــاتیل ــ۱ــمتیل‌سیکلو پروپان

۴ــفرمول‌های ساختاری هیدروکربن‌های زیر را رسم کنید. اگر هیدروکربن موردنظر، دارای ایزومرهای هندسی است، ساختار آن‌ها را با استفاده از پیشوندهای سیس یا ترانس مشخّص کنید.

الف)سیکلوپنتان　　ب) ۱ــاتیل‌ــ۲ــمتیل سیکلوپنتان

ج)۱، ۱ــدی‌متیل سیکلوبوتان　　د)۱ــاتیل‌ــ۳ــ متیل سیکلو بوتان

هـ)۴ــکلرو‌ــ۱،۱ــدی‌متیل سیکلو پنتان　　و) دی‌کلرو سیکلو پروپان‌ها

۵ــایزومرهای یک ترکیب را اغلب می‌توان با تکیه بر تعداد مشتق‌های مونوبرمویی که تشکیل می‌دهند، شناسایی کرد. ترکیب A یک مشتق مونوبرمو تشکیل می‌دهد. سیکلوپنتان است یا متیل سیکلوبوتان؟

۶ــآرایش فضایی ترکیب‌های زیر را به روشنی نشان دهید :

الف) سیس ــ۲،۱ــدی‌کلرو سیکلو پروپان

ب)ترانس‌ــ۱ــاتیل ــ۲ــایزوپروپیل سیکلو بوتان

ج) سیس ــ۳،۱ــدی‌اتیل سیکلوبوتان

د) ترانس ــ۱ــ برمو‌ــ ۳ــکلروسیکلوپنتان

۷ــمعادله‌ی واکنش سوختن یک مول سیکلو پنتان را در هوا بنویسید. به نظر شما، از سوختن یک مول سیکلوپنتان بیشتر گرما تولید می‌شود یا یک مول n‌ــپنتان ؟ توضیح دهید.

۸ــ فرمول‌های ساختاری تمام ایزومرهای هیدروکربنی با فرمول مولکولی C_5H_{10} را بنویسید و آن‌ها را به روش آیوپاک نامگذاری کنید.

۹ــ کدام هیدروکربن‌های زیر محلول برم در کربن تتراکلرید را در تاریکی بی‌رنگ می‌کنند؟

الف) ۲ــ بوتن　　ب) ۲ــ بوتین　　ج) ۳ــ متیل‌پنتان

د) متیل سیکلوبوتان　　هـ) ۲، ۳ــ دی متیل ــ ۲ــ بوتن

۱۰ــ کدام یک از ایزومرهای فرمول مولکولی C_4H_8 تنها یک مشتق مونوبرمو تولید می‌کند؟ کدام یک دو ایزومر مونوبرمو تولید می‌کند؟ نام آیوپاک آن‌ها را بنویسید.(ایزومرهای نوری مورد نظر نیستند.)