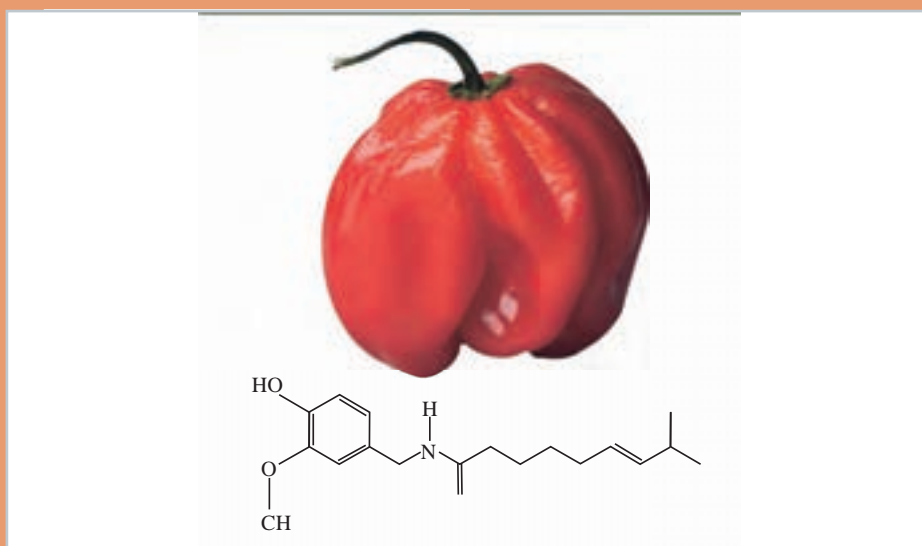


پودمان چهارم

به کارگیری ترکیبات آلی آروماتیک و اکسیژن دار



ترکیبات آلی در طبیعت به ویژه در گیاهان به طور گسترده موجودند. احساس سوزش در فلفل مربوط به ساختار ترکیبات آلی موجود در آن است.

هیدروکربن‌های آروماتیک

هیدروکربن‌های آروماتیک دسته وسیعی از ترکیبات آلی هستند که دارای ساختاری با یک حلقه شش کربنی یا بیشتر، با پیوندهای یگانه و دوگانه به صورت متناوب هستند.

بنزن (ساده‌ترین هیدروکربن حلقوی) مایعی بی‌رنگ، فرار با بوی نافذ است که در روغن‌های حاصل از تقطیر زغال سنگ وجود دارد. این ماده در صنایع داروسازی، رنگ‌سازی، عطرسازی، مواد منفجره و پلاستیک‌ها بسیار اهمیت دارد.

هیدروکربن‌هایی که شامل یک یا چند حلقه بنزنی است هیدروکربن‌های آروماتیک نامیده می‌شود. زیرا این ترکیبات را نخستین بار از ترکیباتی به دست آوردند که بوی مطبوعی داشت. برای مثال یکی از این مواد معطر از دانه‌های خردشده وانیل به دست می‌آید. به ساختار چند نمونه ترکیب آروماتیک در شکل ۱ توجه کنید.



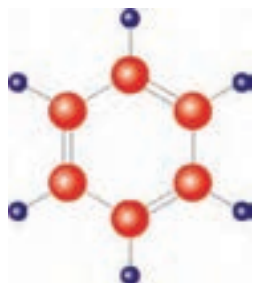
شکل ۱- ساختار چند نمونه ترکیب آروماتیک

امروزه، واژه آروماتیک کاربرد گسترده‌تری پیدا کرده است. به‌طور کلی، ترکیب‌هایی را که از نظر خواص مانند بنزن رفتار می‌کنند، حتی اگر بوی نامطبوعی داشته باشند، ترکیب آروماتیک به‌شمار می‌آورند. تعدادی از مجتمع‌های پتروشیمی ایران ظرفیت لازم را برای تولید بنزن دارند (شکل ۲).



شکل ۲- یکی از مجتمع‌های پتروشیمی - ایران

ساختار بنزن



هیدروکربنی را که امروزه با نام بنزن می‌شناسیم، برای نخستین بار در سال ۱۸۵۲ میلادی به وسیله مایکل فارادی^۱، دانشمند انگلیسی، از مایع روغنی شکل باقی مانده در استوانه‌های فولادی و پر شده با گاز روشنایی به دست آمد. فارادی نشان داد که این ترکیب فقط از اتم‌های کربن و هیدروژن تشکیل شده است و شمار اتم‌های کربن در آن با شمار اتم‌های هیدروژن برابر است.

در سال ۱۸۳۴، میچرلیخ^۲ با اندازه‌گیری چگالی بخار بنزن، برای آن فرمول مولکولی C_6H_6 را پیشنهاد کرد. در سال‌های بعد معلوم شد که بنزن سنگ زیرین بنای بسیاری از ترکیب‌های آلی است. یک آلکان شش کربنی (هگزان)، دارای فرمول مولکولی C_6H_{14} است. بنابراین، بنزن با فرمول مولکولی C_6H_6 ، یک هیدروکربن سیر نشده به شمار می‌آید و باید در مولکول خود چند پیوند دوگانه یا سه‌گانه داشته باشد.

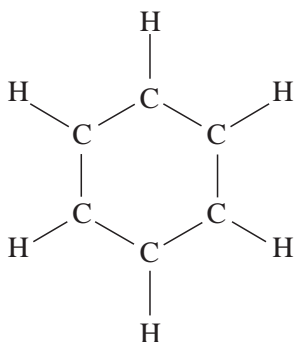


II

I

از طرف دیگر، همان‌طور که پیش از این دیدید، ترکیب‌هایی که دارای پیوندهای دوگانه یا سه‌گانه‌اند، در برابر بسیاری از واکنش‌گرها، فعالیت شدیدی از خود نشان می‌دهند. برای مثال، آلکن‌ها و آلکین‌ها، محلول قرمز رنگ برم در کربن تتراکلرید را در تاریکی بی‌رنگ می‌کنند و رنگ محلول پتاسیم پرمنگنات را از بین می‌برند. اما بنزن چنین خواصی از خود ظاهر نمی‌سازد. حتی سولفوریک اسید غلیظ در سرما بر آن تأثیر نمی‌گذارد. این ویژگی‌ها نمی‌تواند با ساختارهای I یا II سازگار باشد.

همان‌طور که در بالا اشاره شد، بنزن دارای فرمول مولکولی C_6H_6 است. یعنی در مولکول خود، شش اتم کربن و شش اتم هیدروژن دارد. پرسشی که مطرح می‌شود این است: این اتم‌ها چگونه به یکدیگر متصل شده‌اند؟



شکل ۳- ساختار شش ضلعی منتظم پیشنهادی ککوله برای بنزن

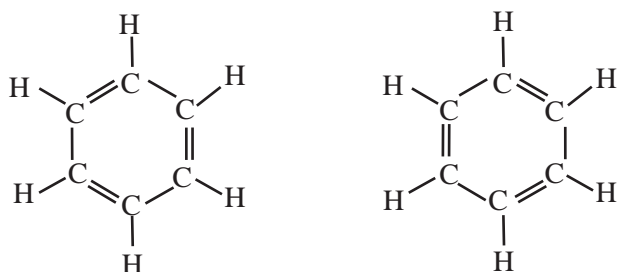
شیمی‌دان‌های قرن نوزدهم، برای تعیین ساختار مولکولی بنزن، کوشش‌های فراوانی به عمل آوردند، ولی معمای ساختار بنزن به مدت چهل سال همچنان حل نشده باقی بود تا اینکه در سال ۱۸۵۶، ککوله^۳ برای آن یک ساختار شش ضلعی منتظم پیشنهاد کرد. در ساختار پیشنهادی ککوله، شش اتم کربن در گوشه‌های یک شش ضلعی منتظم قرار می‌گیرند و هر کربن با یک هیدروژن پیوند دارد (شکل ۳).

۱- Michael Faraday

۲- Mitscherlich

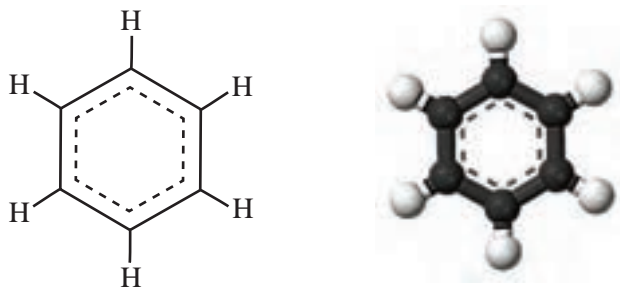
۳- August Kekule

اما این ساختار شش ضلعی، اصل چهار ظرفیتی بودن کربن را که توسط خود ککوله عنوان شده بود، زیر پا می‌گذاشت. برای تأمین ظرفیت چهارم اتم‌های کربن، ککوله آنها را به‌طور یک در میان با پیوندهای ساده و دوگانه به یکدیگر متصل کرد. به این ترتیب، ساختارهای زیر به‌دست آمدند که ما آنها را فرمول‌های ککوله می‌نامیم (شکل ۴).



شکل ۴- ساختار بنزن، با توجه به چهار ظرفیتی بودن کربن (فرمول‌های ککوله)

سایر دانشمندان به‌طور گسترده ساختار پیشنهادی ککوله برای بنزن را پذیرفتند و هنوز هم از آن استفاده می‌کنند. توجه به این واقعیت‌ها، شیمی‌دانان را به ساختار مولکولی بنزن به‌صورت شکل ۵ راهنمایی می‌کند.

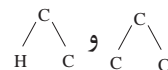


شکل ۵- ساختار مولکولی بنزن

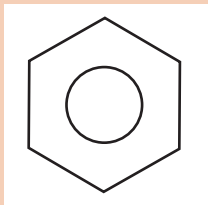
در واقع، به‌جای آنکه پیوندهای موجود بین اتم‌های کربن در مولکول بنزن به‌طور یک در میان، یگانه و دوگانه فرض شود، تمام پیوندهای کربن - کربن هم‌ارز و حد واسط بین یک پیوند یگانه و یک پیوند دوگانه (یک‌ونیم پیوند) در نظر گرفته می‌شود. این فرض، با واقعیت‌های تجربی سازگار است.

بررسی بلورهای بنزن توسط پرتوهای ایکس نشان می‌دهد که بنزن دارای ساختار یک شش ضلعی منتظم است. طول تمام پیوندهای کربن - کربن در آن، برابر $1/4^{\circ} \text{A}$ یعنی حد واسط بین طول پیوندهای یگانه کربن-کربن ($1/54^{\circ} \text{A}$) و طول پیوندهای دوگانه کربن - کربن ($1/34^{\circ} \text{A}$) است. افزون بر این، زوایای پیوندی

برابر 120° اندازه‌گیری شده‌اند.



نکته



امروزه برای ساده نویسی، توزیع یکنواخت پیوندها را بین اتم‌های کربن در حلقه بنزن با یک دایره در داخل حلقه شش ضلعی منتظم نشان می‌دهند و اغلب از نوشتن اتم‌های کربن و اتم‌های هیدروژن صرف نظر می‌کنند.



خواص فیزیکی بنزن، بیشتر شبیه خواص فیزیکی هیدروکربن‌های زنجیره‌ای با همان تعداد کربن است. برای مثال، بنزن مایعی بی‌رنگ و ناقطبی است، بنابراین در حلال‌های ناقطبی حل می‌شود اما در آب حل ناپذیر است.

نکته ایمنی

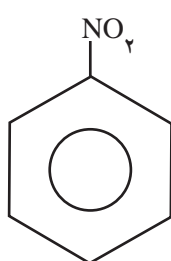


تنفس بخارهای بنزن، موجب گیجی و سردرد می‌شود. مقدار زیاد آن بیهوشی می‌آورد. بخار بنزن، چشم‌ها و اعضای مخاطی را تحریک می‌کند. بنزن مایع از راه پوست جذب می‌شود و ممکن است ایجاد مسمومیت کند. خوردن آن فوق‌العاده خطرناک است. تنفس بخارهای بنزن با غلظت کم ولی برای مدت طولانی، اثرهای نامطلوب از جمله بیماری‌های خونی و حتی مرگ به همراه دارد. ظرف‌های محتوی بنزن و تمام مواد شیمیایی سمی دیگر، باید دارای برچسب هشداردهنده «جمجمه و دو استخوان متقاطع» باشند.

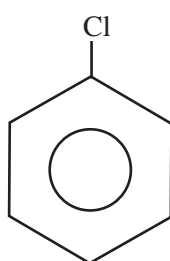


نام گذاری هیدروکربن‌های آروماتیک

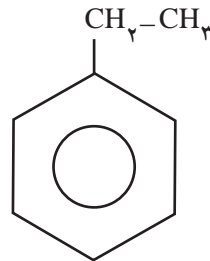
۱ در روش نام گذاری آیوپاک، ترکیب آروماتیک را به عنوان مشتق بنزن نام گذاری می‌کنند. یعنی، ابتدا نام گروه جانشین را می‌نویسند و سپس کلمه «بنزن» را به آن می‌افزایند. به نام گذاری‌های زیر توجه کنید:



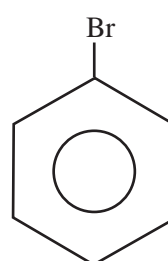
نیتروبنزن



کلروبنزن



اتیل بنزن



برومبنزن

چرا در نام گذاری بالا موقعیت گروه جانشین با شماره مشخص نشده است؟

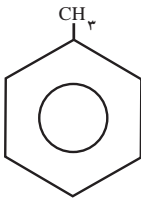
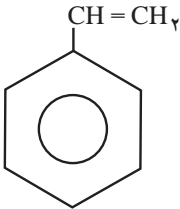
بحث گروهی





برخی از مشتق‌های بنزن، بیشتر با نام‌های متداول خود نامیده می‌شوند. این نام‌ها هیچ‌گونه اطلاعی در مورد نوع گروه جانشین و ساختار آن در اختیار نمی‌گذارند. به دلیل استفاده از این نام‌ها در اغلب کتاب‌های شیمی، لازم است با نام آنها آشنا باشید. برای مثال، نام آیوپاک و نام متداول چند مشتق بنزن را در جدول ۱ ملاحظه می‌کنید:

۱- نام آیوپاک و نام متداول چند مشتق بنزن

کاربرد	نام متداول	نام آیوپاک	ساختار
	تولوئن	متیل بنزن	
	استایرن ^۱	وینیل بنزن	

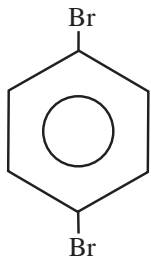
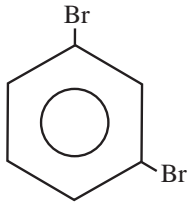
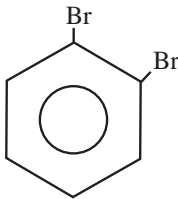
با مراجعه به منابع، کاربردهای تولوئن و استایرن را در جدول (۱) تکمیل کنید.

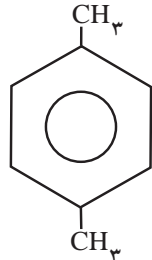
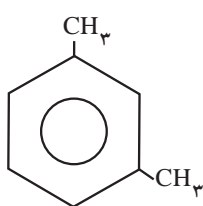
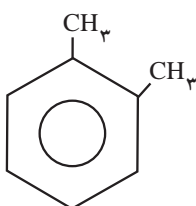
تحقیق کنید
۱



۲ اگر دو اتم یا دو گروه، جانشین دو هیدروژن حلقه بنزن شده باشند، افزون بر نام گروه‌ها باید موقعیت نسبی هر یک را نیز بر روی حلقه بنزن مشخص کنیم. برای مثال به منظور تعیین مواضع نسبی اتم‌های برم، می‌توان از پیشوندهای ارتو - (به جای شماره‌های ۱، ۲-)، متا - (به جای شماره‌های ۱، ۳-) و پارا - (به جای شماره‌های ۱، ۴-) استفاده کرد. به جدول ۲ توجه کنید:

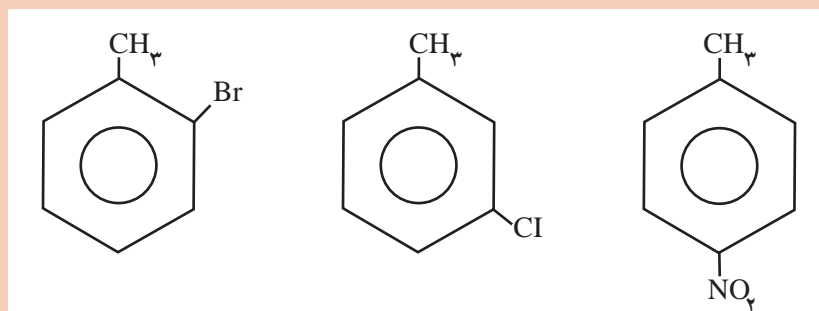
جدول ۲- نام آیوپاک و نام متداول مشتقات بنزن با دو گروه جانشین

			ساختار
۱، ۴- دی برموبنزن	۱، ۳- دی برموبنزن	۱، ۲- دی برموبنزن	نام آیوپاک
پارا- دی برموبنزن	متا- دی برموبنزن	ارتو - دی برموبنزن	نام متداول

			ساختار
۱، ۴- دی متیل بنزن	۱، ۳- دی متیل بنزن	۱، ۲- دی متیل بنزن	نام آیوپاک
پارا - زایلن	متا- زایلن	ارتو - زایلن	نام متداول

اگر یکی از دو گروه جانشین بر روی حلقه بنزن، دارای نام متداول باشد، ترکیب را به عنوان مشتقی از این نام قدیمی نام گذاری می کنند. برای مثال، ترکیب‌های زیر به عنوان مشتق تولوئن نام گذاری شده‌اند:

نکته

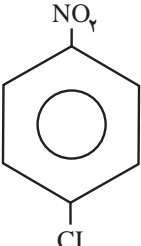
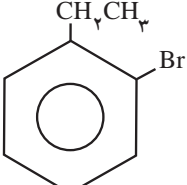


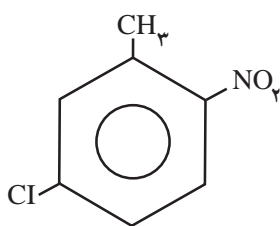
ارتو- برموتولوئن

متا- کلروتولوئن

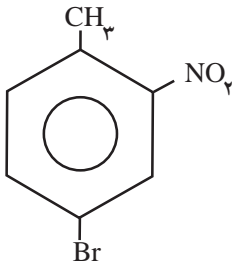
پارا - نیتروتولوئن

۲ وقتی دو گروه متفاوت بر روی حلقه جانشین شده باشند، شماره گذاری اتم‌های کربن حلقه از گروهی آغاز می‌شود که به ترتیب حروف الفبای لاتین دارای تقدم باشد. نام گروه‌های جانشین نیز به ترتیب حروف الفبای لاتین نوشته می‌شود. به مثال‌های زیر توجه کنید:

نام متداول	نام آیوپاک	ساختار
پارا - کلرونیترو بنزن	۱- کلرو - ۴- نیترو بنزن	
ارتو - برمواتیل بنزن	۱- برمواتیل بنزن	



۵- کلرو - ۲- نیترو تولوئن

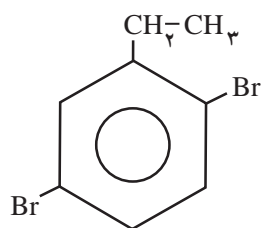


۴- برمواتیل بنزن

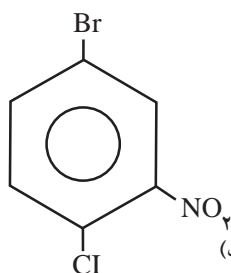
(این دو ترکیب، به‌عنوان مشتق تولوئن نام گذاری شده‌اند).

اگر بر روی حلقه بنزن، بیش از دو گروه جانشین وجود داشته باشد، برای مشخص کردن موقعیت‌های نسبی آنها، اتم‌های کربن حلقه به‌گونه‌ای شماره گذاری می‌شود که مجموع شماره‌های نسبت داده شده به گروه‌های جانشین کوچک‌ترین مقدار باشد (البته ترتیب حروف الفبای لاتین نیز باید رعایت شود).

نکته



(ب)



(الف)

نام ترکیب‌های زیر را به‌روش آیوپاک بنویسید.

تمرین ۱





۱ فرمول‌های ساختاری ترکیب‌های زیر را بنویسید:

الف) ۵- برم - ۲- نیترو تولوئن

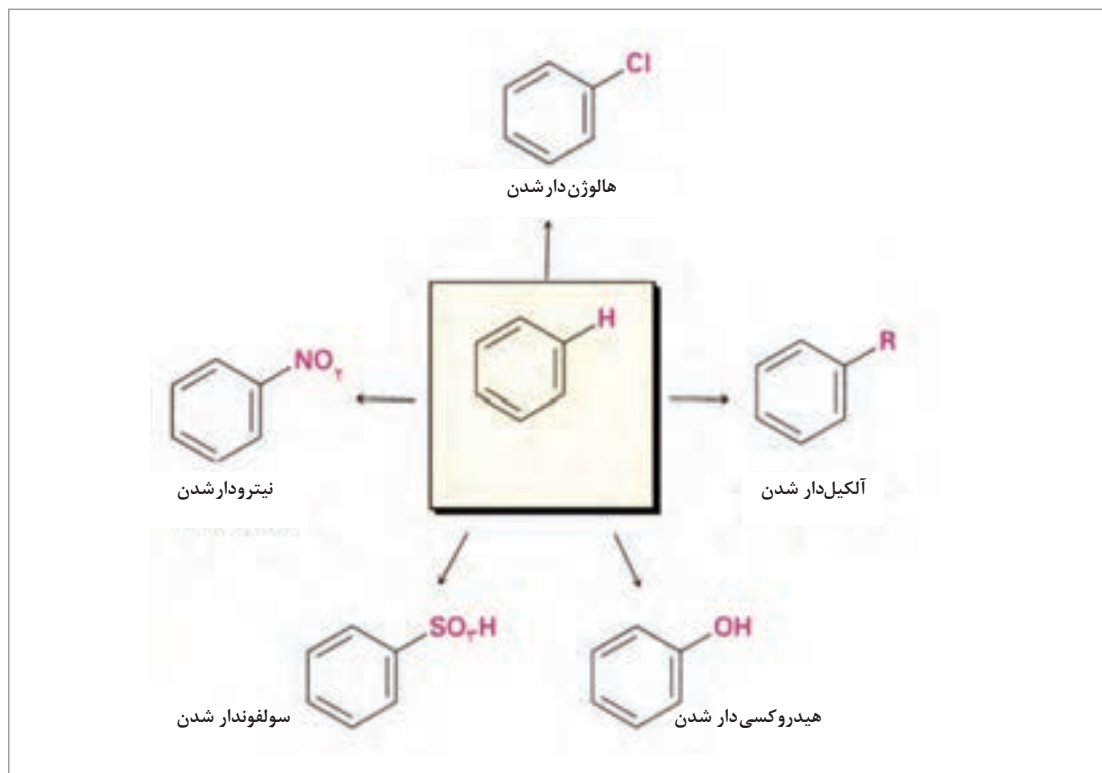
ب) ۱- برم - ۴- کلرو - ۲- نیترو بنزن

۲ چند ایزومر با فرمول مولکولی C_8H_{10} می‌شناسید که دارای حلقه بنزنی باشند؟ نام هر یک را بنویسید.

۳ برای هیدروکربنی با فرمول مولکولی C_9H_{12} ، در مجموع چند ایزومر می‌توانید رسم کنید که از بنزن مشتق شده باشند؟ نام هر یک را بنویسید.

واکنش‌های جانیشینی بنزن و مشتقات آن

همان‌طور که پیش از این اشاره شد، بنزن C_6H_6 ، یک مولکول سیرنشده است. با وجود این، برخلاف هیدروکربن‌های سیرنشده معمولی (آلکن‌ها و آلکین‌ها)، در برابر بسیاری از واکنش‌گرها برای شرکت در واکنش‌های افزایشی تمایل چندانی از خود نشان نمی‌دهد. اما، در دماهای بالاتر و در مجاورت کاتالیزگرهای مناسب، در واکنش‌های جانیشینی با بیشتر این واکنش‌گرها، شرکت می‌کند. شکل ۶ واکنش‌های جانیشینی بنزن را نشان می‌دهد و در ادامه تعدادی از آنها توضیح داده خواهد شد.

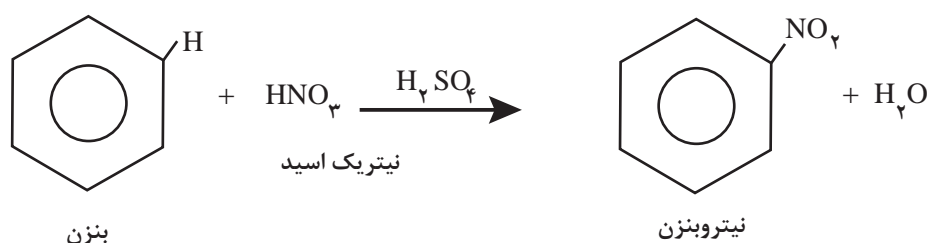


شکل ۶- واکنش‌های جانیشینی بنزن

■ نیترودار کردن بنزن^۱

نیترودار کردن بنزن، واکنش بسیار مهمی است و ترکیب‌های سودمندی را تولید می‌کند که دسترسی به آنها از راه‌های دیگر به آسانی امکان‌پذیر نیست. برای نیترودار کردن بنزن، معمولاً از مخلوط نیتریک‌اسید و سولفوریک‌اسید غلیظ استفاده می‌شود. مخلوط این دو اسید را «مخلوط سولفونیتریک» می‌نامند.

اگر بنزن را قطره قطره به مخلوط نیتریک‌اسید و سولفوریک‌اسید غلیظ بیفزاییم، مایعی روغنی شکل به رنگ زرد روشن با بوی بادام تلخ، معروف به نیتروبنزن، به وجود می‌آید. در این واکنش، یکی از هیدروژن‌های حلقه بنزن توسط گروه نیترو، NO_2^+ ، جانشین می‌شود. به این گونه واکنش‌ها، واکنش جانشینی الکترون دوستی^۲ گفته می‌شود.

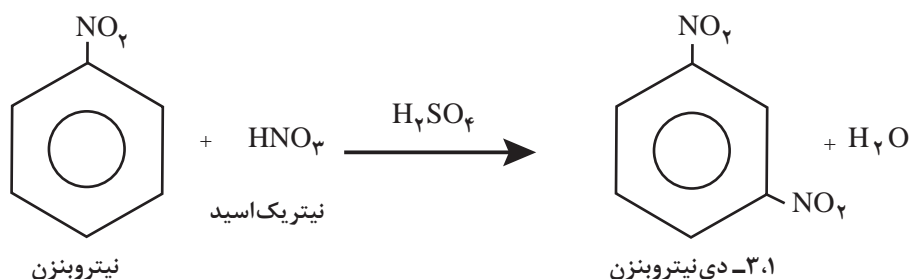


در این واکنش، سولفوریک‌اسید به عنوان کاتالیزگر عمل می‌کند.

این واکنش، گونه‌ای از واکنش‌های آلی است که طی آن یکی از اتم‌های متصل به حلقه آروماتیک (معمولاً هیدروژن) جای خود را با یک گروه الکترون دوست (واکنش‌گری که با پذیرفتن یک زوج الکترون پیوندی از یک گروه دیگر با آن تشکیل پیوند می‌دهد) عوض می‌کند.

از نیتروبنزن، برای معطر کردن صابون‌های ارزان قیمت و ساخت مواد آلی مهم دیگر مانند رنگینه‌ها و داروها استفاده می‌شود.

با ادامه عمل نیترودار کردن و جانشین شدن یکی دیگر از هیدروژن‌های حلقه بنزن توسط گروه نیترو، بلورهای ۳،۱-دی‌نیتروبنزن (متا-دی‌نیتروبنزن) به وجود می‌آیند. برای اجرای این مرحله از واکنش باید از شرایط سخت‌تر، یعنی اسیدهای غلیظ‌تر و دماهای بالاتر استفاده شود.

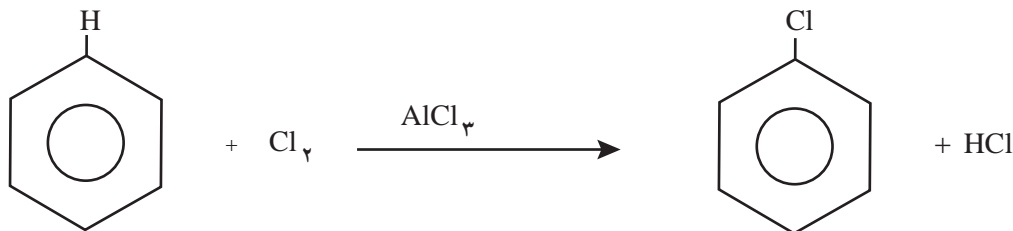


۱- Aromatic Nitration

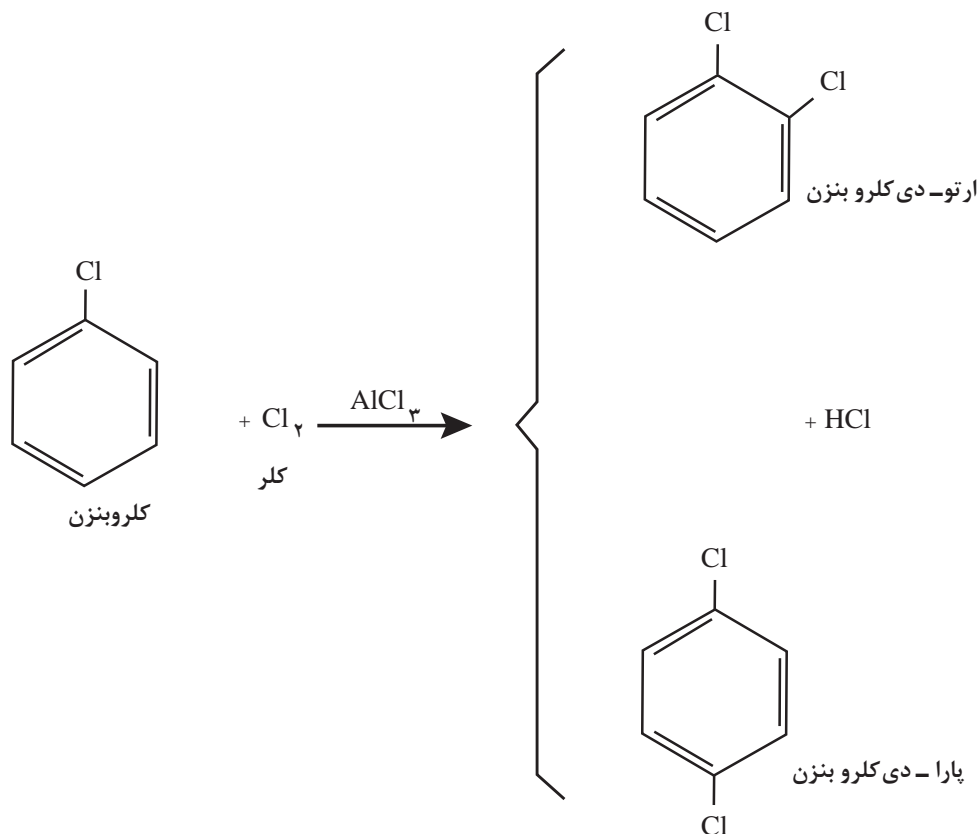
۲- Electrophilic Substitution Reaction

■ هالوژن دار کردن 'بنزن

هنگامی که بنزن را در تاریکی و در دمای معمولی با کلر مخلوط کنید، واکنشی صورت نمی گیرد، اما در مجاورت یک کاتالیزگر مناسب، واکنش جانشینی الکترون دوستی انجام می شود، در این واکنش افزون بر کلروبنزن، هیدروژن کلرید نیز به وجود آید.



در واکنش فوق، از آلومینیم کلرید AlCl_3 ، به عنوان کاتالیزگر استفاده شده است. نقش آلومینیم کلرید، قطبی کردن مولکول کلر است. با ادامه واکنش کلردار کردن، می توان سایر مشتق های کلردار بنزن مانند دی کلروبنزن و تری کلروبنزن را به دست آورد.



همان طور که نشان داده شده است، در کلردار کردن کلروبنزن، بیشتر مخلوطی از ارتو - و پارا - دی کلرو بنزن به دست می آید.

در برم دار کردن بنزن، به عنوان کاتالیزگر می توان از براده آهن استفاده کرد. در این واکنش، نخست برم با براده آهن واکنش می دهد و آهن (III) برمید، $FeBr_3$ ، به وجود می آید. آهن (III) برمید، مانند آلومینیم کلرید، با مولکول برم کمپلکس تشکیل می دهد و موجب قطبی شدن آن می شود.

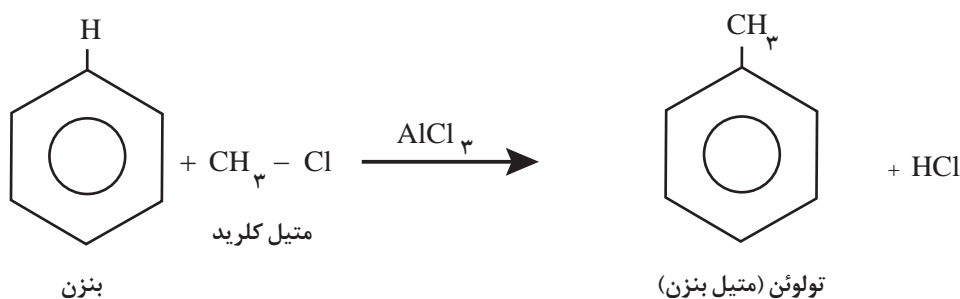
تمرین ۳



واکنش برم دار کردن بنزن را در مجاورت براده آهن با فرمول نشان دهید.

■ آلکیل دار کردن بنزن

متیل بنزن (تولوئن) و دی متیل بنزن ها (زایلن ها) را می توان از تقطیر نفت خام به دست آورد. با وجود این، هر وقت لازم باشد می توان یک گروه متیل (یا هر گروه آلکیل دیگر) را جانشین یکی از هیدروژن های حلقه بنزن کرد. برای این کار، از واکنش آلکیل دار کردن فریدل - کرافتس^۲ استفاده می شود. برای مثال، چنانچه متیل کلرید (کلرومتان، CH_3Cl) را در مجاورت کاتالیزگر آلومینیم کلرید بی آب، $(AlCl_3)$ ، با بنزن گرم کنند متیل بنزن و هیدروژن کلرید تشکیل می شود.



واکنش آلکیل دار کردن فریدال - کرافتس، از دیدگاه صنعتی اهمیت فراوان دارد.

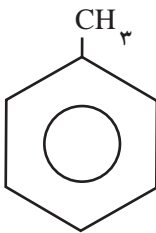
تمرین ۴



واکنش ایزوپروپیل کلرید $(CH_3)_2CH-Cl$ را در مجاورت آلومینیم کلرید بی آب، با بنزن بنویسید.

هیدروکربن های هم خانواده بنزن

یکی از هیدروکربن های هم خانواده بنزن، ترکیبی به نام متیل بنزن یا تولوئن است. تولوئن یک هیدروکربن آروماتیک است که منبع طبیعی آن نفت خام است. تولوئن در طول فرایند تولید بنزین و سوخت های دیگر از نفت خام، در ساخت کک از زغال سنگ و به عنوان یک محصول جانبی در تولید استایرن، به دست می آید.



تولوئن یک حلال بسیار خوب است، زیرا آب دوست نیست و می تواند بسیاری از ترکیبات آلی را حل کند. تولوئن دارای کاربردهای تجاری و صنعتی متعددی از جمله، حلال رنگ ها، لاک، تینر (رقیق کننده رنگ) و چسب است و در فرایندهای صنعت چاپ و صنعت چرم (دباغی چرم) از آن استفاده می شود. تولوئن می تواند به عنوان یک تقویت کننده عدد اکتان در سوخت های بنزینی و در موتورهای احتراق داخلی، استفاده شود. تولوئن به تنهایی می تواند به عنوان سوخت برای موتورها استفاده شود.

خواص فیزیکی تولوئن

خواص فیزیکی تولوئن، مانند خواص فیزیکی بنزن است. تولوئن مایعی بی رنگ و حل ناپذیر در آب است. اما در حلال های آلی حل می شود. مانند بنزن، حلال خوبی برای مواد آلی است و به عنوان حلال، کاربردش خیلی بیشتر از بنزن و سمیت آن نیز بسیار کمتر از بنزن است.

خواص شیمیایی تولوئن

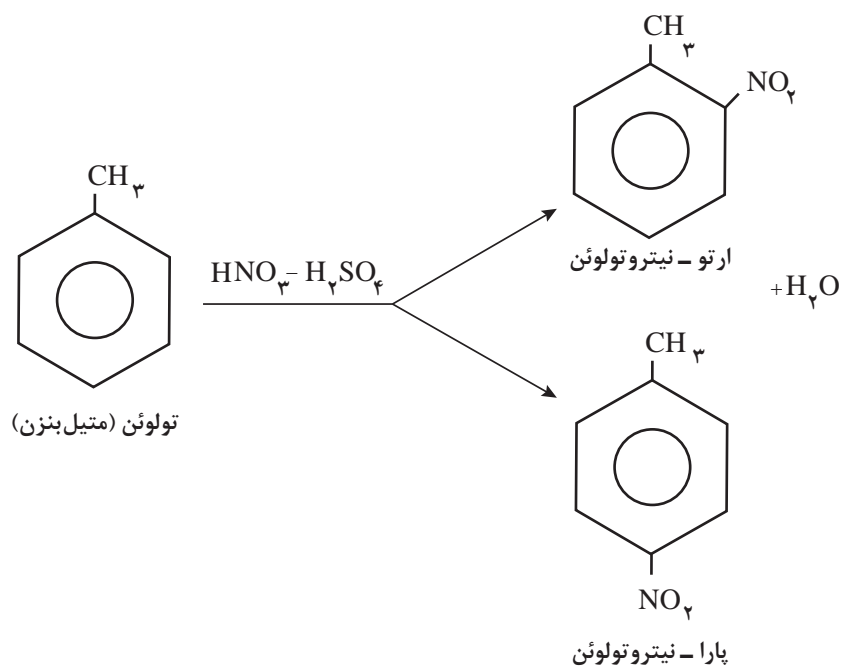
واکنش های شیمیایی تولوئن را می توان به دو دسته تقسیم بندی کرد:
الف) واکنش هایی که بر روی حلقه بنزن اجرا می شود.
ب) واکنش هایی که بر روی گروه متیل صورت می گیرد.

الف) واکنش های حلقه بنزن

تولوئن، در تمام واکنش های جانمایی الکترون دوستی، که پیش از این در مورد بنزن بیان شده است، شرکت می کند. برای مثال، تولوئن می تواند بر روی حلقه نیترودار، هالوژن دار، سولفودار و همچنین آلکیل دار شود. در تمام این واکنش ها، تولوئن فعال تر از بنزن عمل می کند و واکنش های آن سریع تر اجرا می شود.

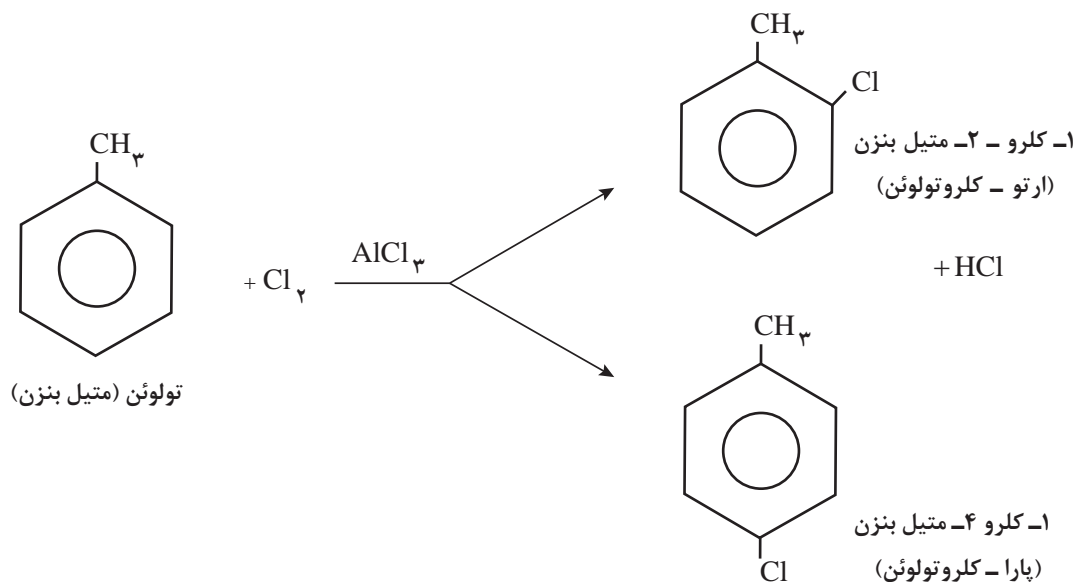
■ نیترودار کردن تولوئن

تولوئن را می توان به همان روشی که درباره بنزن بیان شد، با مخلوط نیتریک اسید و سولفوریک اسید غلیظ، نیترودار کرد. محصول این واکنش مخلوطی از دو ایزومر متیل نیتروبنزن (ارتو- و پارا- نیترو تولوئن) است.



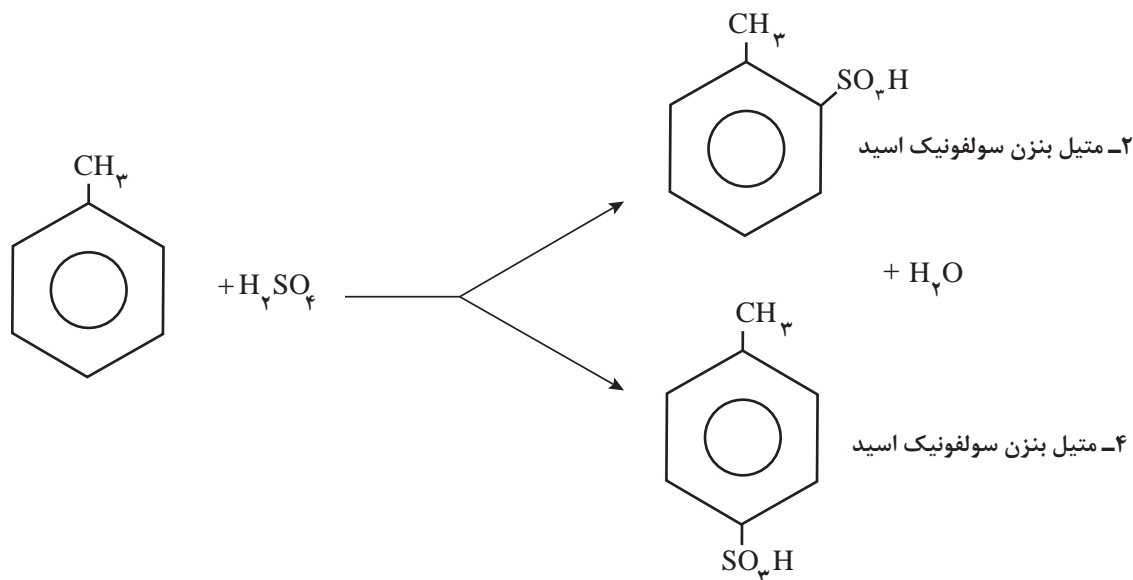
■ کلردار کردن تولوئن:

حلقه بنزن در تولوئن را می توان با عبور دادن گاز کلر از درون مایع آن، در مجاورت آلومینیم کلرید، AlCl_3 ، در تاریکی کلردار کرد. آلومینیم کلرید به عنوان کاتالیزگر عمل می کند. در این حالت مخلوطی از دو ایزومر کلرومتیل بنزن (ارتو - و پارا - کلروتولوئن) به دست می آید.



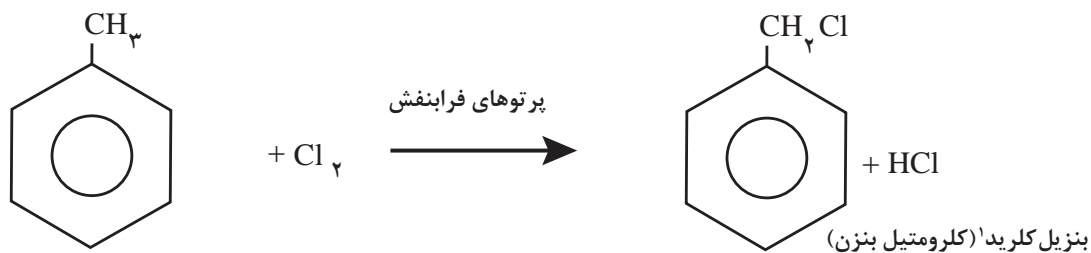
■ سولفودار کردن تولوئن

سولفودار کردن با سولفوریک اسید غلیظ نیز به مخلوطی از دو ایزومر (ارتو- و پارا- متیل بنزن سولفونیک اسیدها) منجر می شود:



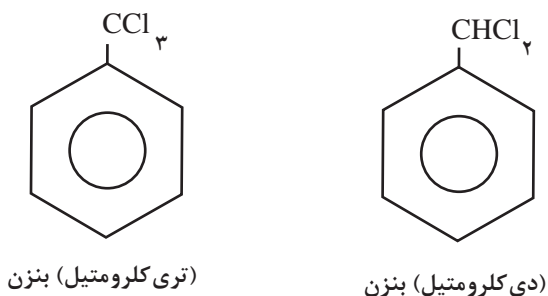
ب) واکنش های شاخه متیل

گروه متیل در تولوئن در بعضی از واکنش های اختصاصی آلکان ها شرکت می کند. این گروه همچنین در واکنش هایی که در آلکان ها مشاهده نمی شود، شرکت می کند. در این قسمت از هر نوع واکنش یک نمونه بررسی می شود. گروه متیل در تولوئن را می توان مانند آلکان ها از طریق رادیکالی، هالوژن دار کرد. برای اجرای این واکنش، گاز کلر را در برابر نور مستقیم خورشید یا در برابر پرتوهای فرابنفش از درون تولوئن جوشان عبور می دهند. توجه داشته باشید که هالوژن دار کردن حلقه بنزن در تولوئن به شرایط تجربی کاملاً متفاوتی نیاز دارد. کلردار کردن گروه متیل در تولوئن را می توان به صورت زیر نشان داد:



۱- گروه -CH₂- را گروه بنزید می نامند.

همان‌طور که مشاهده می‌کنید، در این شرایط گاز کلر بر حلقه اثر ندارد. واکنش آن با گروه متیل مانند واکنش کلر با متان، یعنی از نوع جانشینی رادیکالی است. با ادامه واکنش هالوژن‌دار کردن، ترکیب‌های زیر نیز تشکیل می‌شوند:



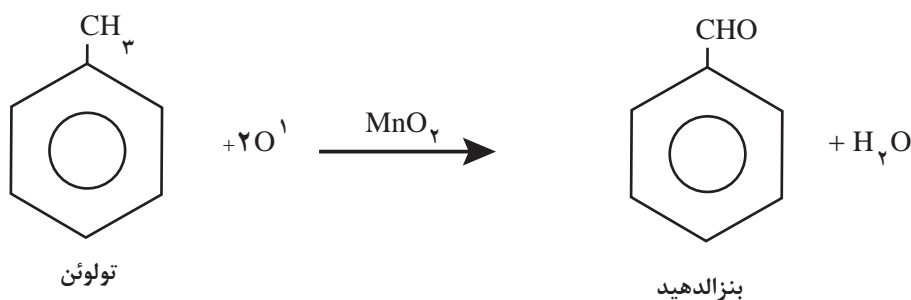
برم‌دار کردن تولوئن نیز، در شرایط مشابه انجام می‌شود و ترکیب‌های برم‌دار مربوط به دست می‌آید.

معادله شیمیایی برم‌دار کردن تولوئن را در برابر پرتوهای فرابنفش، با فرمول نشان دهید و نام ترکیب‌های به دست آمده را بنویسید.

تمرین ۵



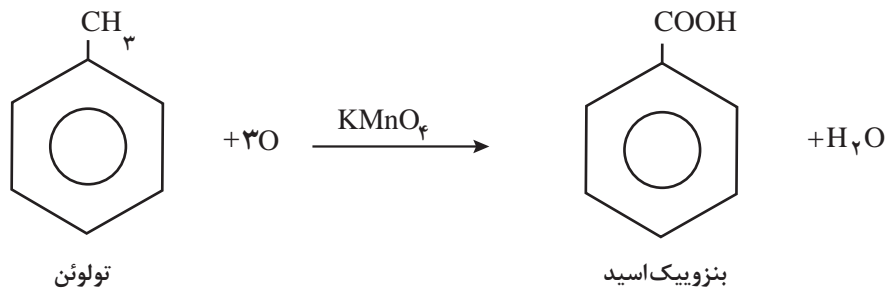
پیش از این دیدید که آلکان‌ها در برابر عوامل اکسیدکننده، حتی اکسیدکننده‌های قوی مانند پتاسیم پرمنگنات، مقاومت می‌کنند اما، شاخه متیل در تولوئن، حتی در برابر عوامل اکسیدکننده نسبتاً ملایم مانند منگنز دی‌اکسید (MnO_2)، اکسید می‌شود!



۱- علامت O نشانه اتم اکسیژنی است که به وسیله محلول MnO_2 (اکسیدکننده) در اختیار تولوئن (اکسیدشونده) قرار می‌گیرد.

بودمان چهارم: به کارگیری ترکیبات آلی آروماتیک و اکسیژن دار

در این واکنش اگر از یک اکسیدکننده قوی تر مانند پتاسیم پرمنگنات استفاده شود، عمل اکسایش پیشرفت می کند و بنزویک اسید به دست می آید:



شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران با دریافت فرآورده های نفتی (از قبیل بنزین، نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره و سوخت جت) از پالایشگاه ها و انتقال آنها به مخازن انبارهای متصل به خطوط لوله در سراسر کشور، تأمین سوخت مایع برخی از نیروگاه ها، فرودگاه ها و بخشی از خوراک صنعت پتروشیمی و در مجموع کنترل شبکه ای را با کارکرد انتقال سالانه بالغ بر ۱۲۳ میلیارد لیتر مواد نفتی از طریق حدود ۱۴ هزار کیلومتر خطوط لوله و ۲۹۳ ایستگاه مخابراتی برعهده دارد.

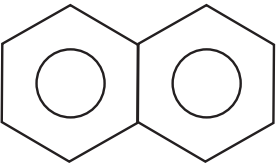
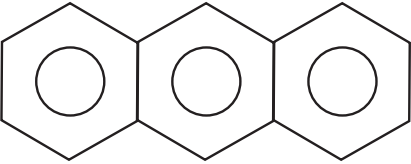
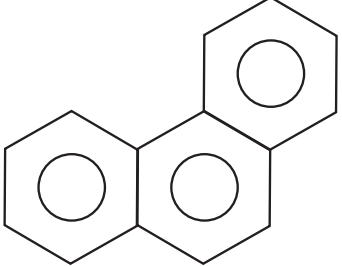
بیشتر بدانید



هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای

در بسیاری از هیدروکربن‌های آروماتیک، دو یا چند حلقه بنزنی به یکدیگر متصل شده‌اند. به عبارت دیگر، بین دو حلقه در اتم کربن اشتراک وجود دارد. در جدول ۳ چند نمونه از ساده‌ترین و مهم‌ترین هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای معرفی شده است.

جدول ۳- کاربرد مهم‌ترین هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای

فرمول ساختاری	نام	کاربرد
	نفتالن	آفت کش (ضد بید)
	آنتراسن	رنگینه‌ها
	فنانترن	رنگینه‌ها، مواد منفجره و ساخت داروها



شکل ۷- نفتالن

این سه هیدروکربن، از قطران زغال سنگ به دست می‌آید. نفتالن فراوان‌ترین (۵٪) جزء موجود در قطران زغال سنگ است. برای جلوگیری از بیدزدگی منسوجات پشمی، اغلب از نفتالن به عنوان ضدبید استفاده می‌شود.

غلظت مجاز نفتالن موجود در هوای محیط کار، ppm ۱۰ است.

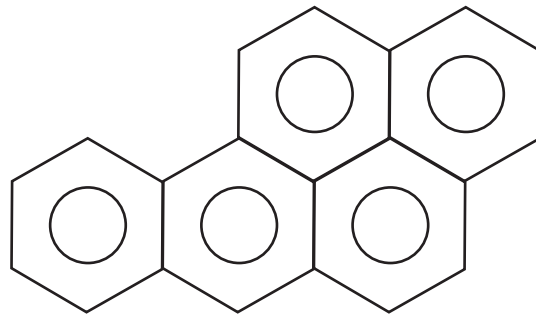
نکته زیست
محیطی



هیدروکربن‌های سرطان‌زا

شمار ترکیب‌هایی که در سال‌های اخیر به‌عنوان سرطان‌زا^۱، شناخته شده‌اند، به سرعت رو به افزایش است. در واقع معلوم شده است سرطان یک بیماری محیطی است، یعنی از محیطی که انسان در آن زندگی می‌کند، نشئت می‌گیرد. همان‌طور که با خشک کردن باتلاق‌ها و از میان بردن پشه‌ها می‌توان بیماری مالاریا و یا تب‌زرد را کنترل کرد، با دور کردن مواد سرطان‌زا از محیط زندگی نیز می‌توان احتمال مبتلا شدن به سرطان را کاهش داد.

بعضی از هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای از سرطان‌زاهای بسیار مؤثر به‌شمار می‌آیند. بنزوپیرن نمونه‌ای از این مواد است (شکل ۸).



شکل ۸- ساختار بنزوپیرن

این هیدروکربن فراورده سوخت ناقص مواد آلی مانند زغال‌سنگ، نفت و توتون است. از این رو، در محیط زندگی بسیار پراکنده است و می‌تواند یکی از علت‌های مهم مبتلا شدن انسان به سرطان باشد. بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه چگونگی اثرگذاری مواد سرطان‌زا، بر هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای متمرکز شده است.

هنگامی که یک جسم خارجی وارد بدن می‌شود بدن سعی می‌کند آن را بیرون براند. اگر حل‌پذیری جسم در آب کم باشد، بدن ابتدا آن را به موادی که حل‌پذیری آنها در آب زیاد است تبدیل می‌کند و سپس به دفع آن می‌پردازد. گمان می‌رود ترکیب‌های واسطه به‌وجودآمده از عملکرد هیدروکربن‌های چندحلقه‌ای آروماتیک سرطان‌زای واقعی باشند.

ترکیب‌های آلی اکسیژن دار

تعداد ترکیب‌های آلی بسیار زیاد است؛ از این رو مطالعه یک‌یک آنها ناممکن و بسیار دشوار است. برای سادگی مطالعه ترکیب‌های آلی، آنها را به خانواده‌های گوناگون طبقه‌بندی می‌کنند. اعضای هر خانواده دارای یک گروه ساختاری مشترک است. این گروه ساختاری را «گروه عاملی» می‌نامند. هر گروه عاملی، اتم یا مجموعه‌ای از اتم‌هاست که خواص معینی به مولکول می‌بخشد. ترکیب‌هایی که دارای یک نوع گروه عاملی هستند، در واکنش‌های شیمیایی به یک شکل رفتار می‌کنند. در اینجا چند خانواده مهم از ترکیب‌های آلی اکسیژن دار به اختصار معرفی می‌شود.

۱- Carcinogenic

جدول ۴، فرمول عمومی چند خانواده مهم از ترکیبات آلی اکسیژن دار و نیتروژن دار را نشان می دهد.

جدول ۴- دسته بندی ترکیب های آلی بر مبنای گروه های عاملی

کاربرد معمولی ترکیب	نام ترکیب	ترکیب نمونه	نام دسته	فرمول کلی اعضای دسته
حلال	دی کلرومتان (متیلن کلرید)	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	آلکیل هالید	R-X
حلال	متانول (الکل چوب)	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	الکل	R-OH
حفاظت کننده	متانال (فرمالدهید)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	آلدهید	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$
سرکه	اتانوئیک اسید (استیک اسید)	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	کربوکسیلیک اسید	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$
حلال	پروپانون (استون)	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	کتون	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{R}' \end{array}$
بیهوش کننده	دی اتیل اتر (اتیل اتر)	$\text{C}_2\text{H}_5-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$	اتر	R-O-R'
حلال در لاک ناخن	اتیل اتانوات (اتیل استات)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C} \end{array}-\text{CH}_3$	استر	$\text{R}-\text{O}-\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C} \end{array}-\text{R}'$
چرم سازی	متیل آمین	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{N} \\ \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	آمین	$\text{R}-\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{N} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H} \end{array}$
ماده نرم کننده پلاستیک ها	استامید	$\text{CH}_3-\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{C} \end{array}-\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{N} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H} \end{array}$	آمید	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{R}-\text{C}-\text{N}-\text{R}' \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H} \end{array}$

R نماینده یک H یا یک گروه هیدروکربن مانند CH_3 - یا C_2H_5 - موسوم به آلکیل است. R' گروه دیگر متفاوت یا یکسان با R است.

الکها

بحث گروهی ۲

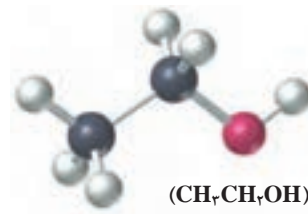
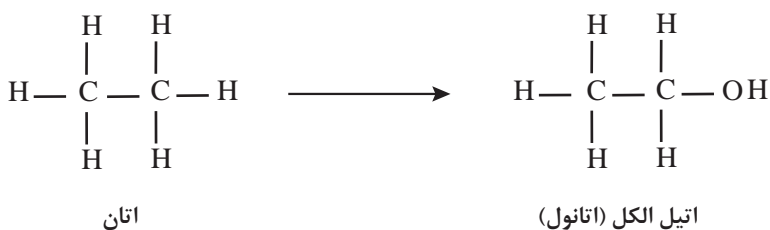
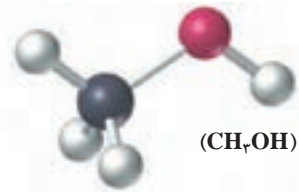
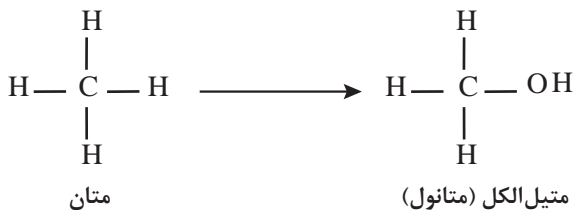


چرا از اتانول به عنوان یک حلال، در عطرها استفاده می شود؟



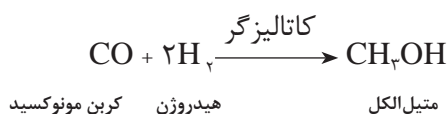
اگر یکی از هیدروژن های هیدروکربن سیرشده، برای مثال متان، CH_4 ، یا اتان، C_2H_6 ، به وسیله یک گروه هیدروکسیل (-OH) جانشین شود، الکل به دست می آید. گروه -OH را که در تمام الکل ها وجود دارد، «عامل الکی» می نامند.

متیل الکل، ($\text{CH}_3\text{-OH}$) و اتیل الکل ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-OH}$) هر دو دارای گروه عاملی -OH هستند. این گروه عاملی را می توان در الکل های دیگر نیز مشاهده کرد. بنابراین وجه تشابه تمام الکل ها گروه عاملی -OH است.



تفاوت الکل‌های گوناگون با یکدیگر در بنیان هیدروکربنی آنها است. بنیان هیدروکربنی در متیل‌الکل گروه متیل (CH_3-)، و در اتیل‌الکل گروه اتیل، (CH_3CH_2-) است. اگر الکل به خصوصی در نظر نباشد، می‌توان گروه هیدروکربنی را با R- نشان داد. در این صورت، آن را «گروه آلکیل» می‌نامیم. برای اساس، فرمول عمومی الکل‌ها به صورت R-OH نوشته می‌شود که از دو بخش «گروه عاملی -OH » و «بنیان هیدروکربنی R- » تشکیل شده است.

متانول (متیل‌الکل) ساده‌ترین الکل است که آن را «الکل چوب» نیز می‌نامند. زیرا در گذشته متیل‌الکل را از گرما دادن چوب، در ظرف‌های سربسته، تا دمای 300°C به دست می‌آوردند. امروزه متیل‌الکل را از واکنش کربن مونوکسید CO با هیدروژن H_2 در مجاورت کاتالیزگرهای مناسب تهیه می‌کنند.

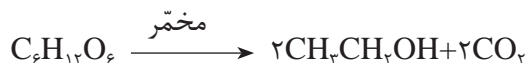


نکته ایمنی

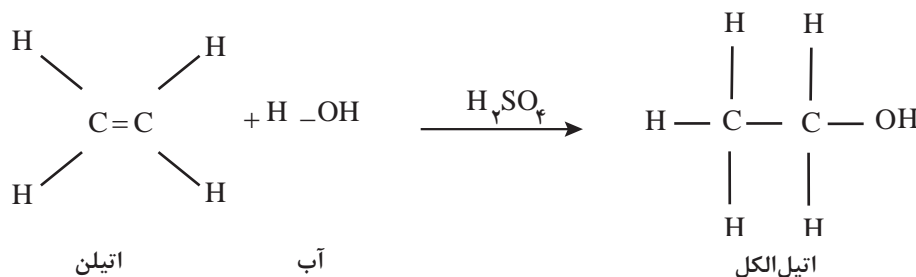


متیل‌الکل، بسیار سمی است. اگر خورده شود، موجب کوری و حتی مرگ می‌شود.

اتانول (اتیل‌الکل): چند هزار سال است که این الکل را از تخمیر مواد قندی (مانند آب انگور و نشاسته) تهیه می‌کنند. هم‌اکنون نیز بخش بزرگی از اتیل‌الکل مصرفی از این راه تهیه می‌شود. در این روش، گلوکز حاصل از مواد قندی به کمک مخمر، به اتیل‌الکل و کربن دی‌اکسید CO_2 تجزیه می‌شود.



اتانول مصرفی صنعت را معمولاً از واکنش افزایشی آب با اتیلن در مجاورت کاتالیزگرهای اسیدی، مانند سولفوریک اسید H_2SO_4 تهیه می‌کنند.



الکل طبی در حدود ۵٪ آب دارد. این الکل در کارهای پزشکی و آزمایشگاهی کاربرد دارد. در کارهای صنعتی، حدود ۵٪ متیل‌الکل (سمی)، ۵٪ پیریدین (یک ماده سمی و بدبو) و یک ماده رنگی مانند بنفش متیل، را به اتیل‌الکل می‌افزایند تا با الکل طبی تفاوت داشته باشد و به آسانی تشخیص داده شود. الکل صنعتی

بسیار ارزان تر از الکل طبی است. همان گونه که اشاره شد، متیل الکل و پیریدین بسیار سمی هستند و با تقطیر ساده نمی توان آنها را از اتیل الکل جدا کرد. بعضی از الکل ها دارای دو یا چند عامل الکی هستند. «گلیکول» یک الکل دو عاملی است و در رادیاتور خودروها به عنوان ضدیخ مصرف می شود. محلول ۵۰٪ آن در آب در 34°C - منجمد می شود. گلیسرول یا گلیسرین دارای سه عامل الکی است و از آبکافت چربی ها به دست می آید. این الکل در تهیه مواد آرایشی، ماده منفجره «نیتروگلیسرین» و مواد پلاستیکی کاربرد دارد.

بیشتر بدانید



رازی، ابوبکر محمد بن زکریا

رازی، شیمیدان، داروساز، داروشناس، پزشک، فیزیکدان و فیلسوف ایرانی در ری زاده شد. وی پدرش را در جوانی از دست داد. پس به شغل زرگری روی آورد و پس از زمان کوتاهی توانست شیمیدان، داروساز و داروشناس ماهری شود.

رازی علم کیمیا را پیش از تحصیل در پزشکی فرا گرفت. او یکی از کیمیاگرانی است که به بحث های نظری و عملی پرداخته است. رساله های شیمیایی او در واقع، نخستین کتاب های علمی شیمی به شمار می روند. طبقه بندی مواد توسط وی از دیدگاه علم شیمی و نه از دیدگاه کیمیا، کار پرارزشی بوده است.



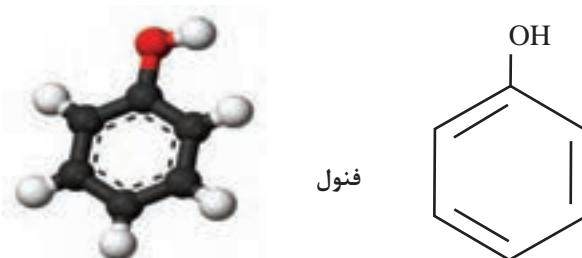
کتاب سراسر از مهم ترین کتاب های رازی است. وی در این کتاب، شیمی را به زبان کیمیاگران بیان کرده است. به طور کلی، سراسر کتابی در شیمی و شناخت داروهاست که به چندین زبان ترجمه شده است. رازی برای نخستین بار هیدروکلریک اسید را از گرما دادن نشادر (آمونیم کلرید) به دست آورد و آن را جوهر نمک نامید. همچنین برای نخستین بار الکل (اتانول) را از تقطیر شراب به دست آورد و آن را «الکُهل» نامید.

بیشتر بدانید



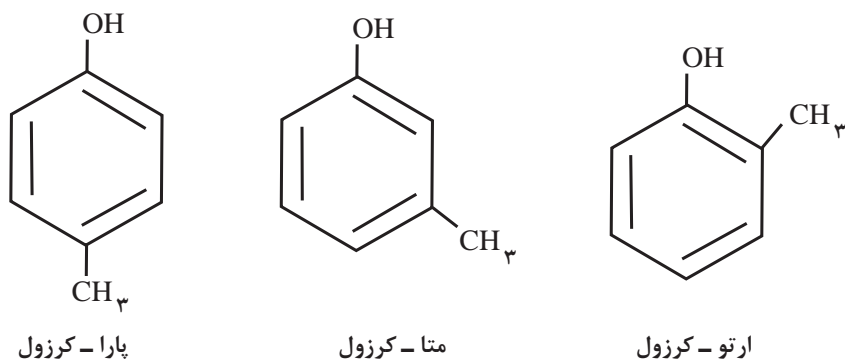
در کشورهای پیشرفته برای تولید اتانول، ذرت را به طور گسترده ای کشت می کنند و از آن برای سوخت خودرو استفاده می کنند. سوخت ساخته شده از مواد گیاهی، با استفاده از مخمر یا باکتری، «سوخت زیستی» نامیده می شود.

فنول‌ها



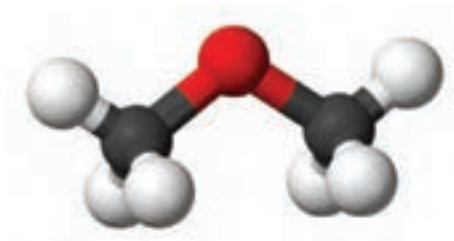
اگر یکی از هیدروژن‌های حلقه بنزن با گروه هیدروکسیل (-OH) جانشین شود، «فنول» به دست می‌آید. فنول معمولی یک جامد بلوری و ضدعفونی‌کننده و میکروب‌کش است، اما به پوست آسیب می‌رساند و سوختگی‌های شدید ایجاد می‌کند.

در صنایع شیمیایی فنول به عنوان ماده اولیه برای تهیه رنگینه، دارو و مواد پلاستیک کاربرد دارد. از جمله فنول‌های دیگر کرزول‌ها^۱ (متیل فنول‌ها) هستند که به عنوان ضدعفونی‌کننده مصرف می‌شوند:



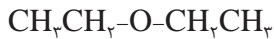
اترها

اگر در مولکول آب، هر دو اتم هیدروژن با بنیان‌های هیدروکربنی برای مثال گروه متیل (-CH_3) یا گروه اتیل ($\text{-CH}_2\text{CH}_3$) جانشین شود، «اتر» به دست می‌آید. در اترها یک اتم اکسیژن به دو اتم کربن پیوند

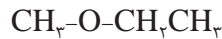


بودمان چهارم: به کارگیری ترکیبات آلی آروماتیک و اکسیژن دار

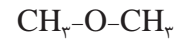
خورده است. به مثال‌های زیر توجه کنید:



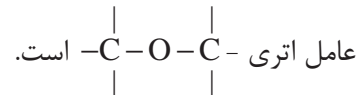
دی‌اتیل اتر



اتیل‌متیل اتر

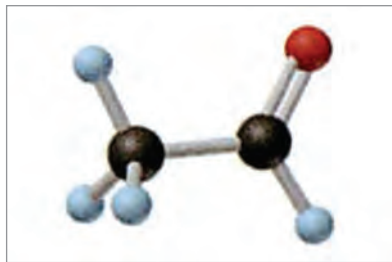
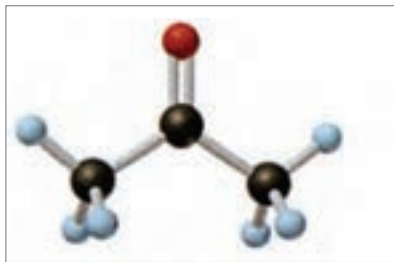


دی‌متیل اتر

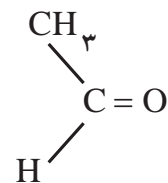


دی‌اتیل‌اتر یا اتر معمولی متداول‌ترین اترهاست. در گذشته از آن به‌عنوان ماده هوش‌بر (بی‌هوش‌کننده) استفاده می‌شده است.

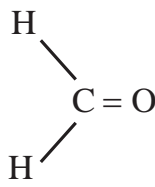
آلدهیدها و کتون‌ها



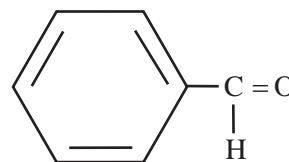
گروه عاملی در آلدهیدها و کتون‌ها گروه کربنیل است. گروه کربنیل $\text{C}=\text{O}$ در آلدهیدها به اتم هیدروژن و یک بنیان هیدروکربنی (مثلاً گروه متیل $-\text{CH}_3$) متصل است (در فرمالدهید، دو اتم هیدروژن با گروه کربنیل پیوند دارند).



استالدهید (اتانال)



فرمالدهید (متانال)



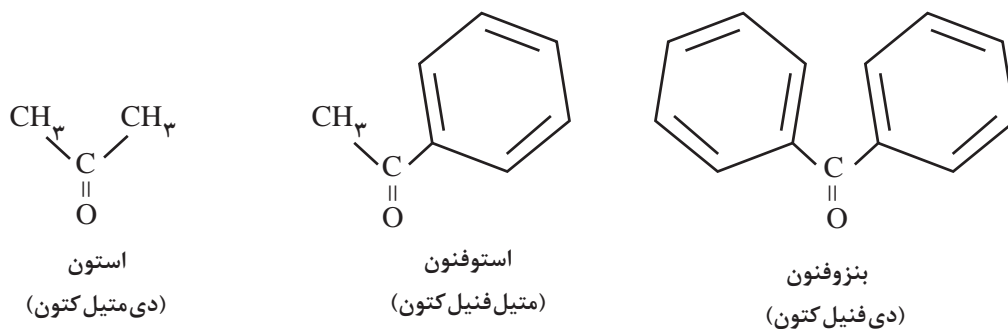
بنزالدهید

فرمالدهید یکی از متداول‌ترین آلدهیدهاست که بوی تند و نافذ دارد. محلول ۴۰٪ فرمالدهید در آب را «فرمالین» می‌نامند. از این محلول برای نگهداری اعضای بدن در آزمایشگاه یا نگهداری جانوران کوچک در موزه‌ها استفاده می‌شود، زیرا از رشد باکتری‌ها جلوگیری می‌کند. در تهیه مواد پلاستیک و چسب نیز کاربرد دارد.



در مورد نکات ایمنی کار با فرمالین گزارشی تهیه کنید و آن را در کلاس ارائه دهید.

گروه عاملی در کتون‌ها نیز مانند آلدهیدها گروه کربنیل است، با این تفاوت که به دو بنیان هیدروکربنی (مانند دو گروه متیل) متصل است. به این مثال‌ها توجه کنید:



استون یا دی‌متیل‌کتون یکی از متداول‌ترین کتون‌هاست که حلال چربی‌ها، بعضی از مواد پلاستیکی و بسیاری از مواد آلی دیگر هست.



زمانی که بدن شما قادر نباشد انرژی کافی را از قندها به‌دست آورد و از چربی‌ها برای تأمین انرژی مورد نیاز خود استفاده کند، ماده‌ای به نام کتون ساخته می‌شود. هنگامی که انسولین کافی برای ورود گلوکز (قند) به‌درون سلول‌ها وجود نداشته باشد، بدن به اجبار چربی‌ها را می‌شکند و از آنها به عنوان منبع انرژی خود استفاده می‌کند. با آزاد شدن چربی‌ها مواد کتونی در کبد تولید و وارد جریان خون می‌شود. این مواد که سمی هستند، در خون بالا رفته و در ادرار دفع می‌شوند. مقادیر بالای مواد کتونی به پیدایش وضعیت بیماری خطرناکی منجر می‌شود که به آن «کتواسیدوز» گفته می‌شود.



با اطلاعاتی که تاکنون از ساختار یک ترکیب آلی به‌دست آورده‌اید، دربارهٔ ترکیب آلی موجود در چاشنی دارچین گزارشی تهیه کنید و آن را در کلاس ارائه دهید.

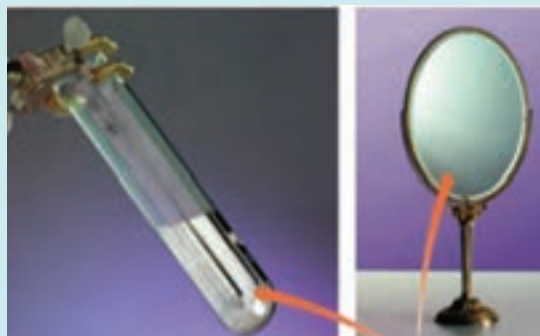
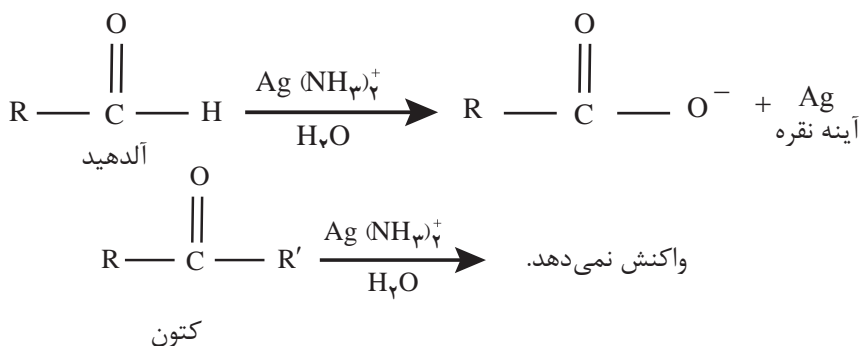




تشخیص آلدهیدها از کتون‌ها

آزمون تولن (آزمون آینه نقره)^۱

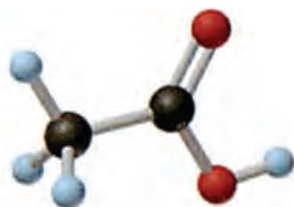
در آزمایشگاه، از این آزمون برای تشخیص آلدهید و کتون استفاده می‌شود. واکنشگر تولن محلولی از Ag^+ ($AgNO_3$) و آمونیاک است که آلدهیدها (و نه کتون‌ها) را اکسید می‌کند. یون‌های نقره به نقره به نقره فلزی کاهش می‌یابد و بر روی دیواره داخلی ظرف، لایه‌ای موسوم به «آینه نقره» تشکیل می‌دهد.



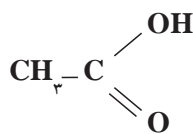
آزمون تولن برای تشخیص آلدهیدها از کتون‌ها استفاده می‌شود. کتون‌ها به واکنش‌گر تولن پاسخ مثبت نمی‌دهند.

اسیدهای آلی

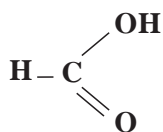
گروه عاملی در اسیدهای آلی گروه کربوکسیل است که به صورت $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{C} \\ || \\ \text{O} \end{array}$ یا COOH نشان داده می‌شود. مزه ترش بسیاری از میوه‌ها ناشی از وجود کربوکسیلیک اسید در آنهاست. برای مثال، پرتقال، لیموترش و نارنگی دارای سیتریک اسید (جوهر لیمو) هستند. به مثال‌های شکل ۹ و جدول ۵ توجه کنید..



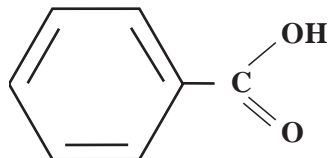
۱- Tollens' Test (Silver Mirror Test)



استیک اسید



فرمیک اسید



بنزوئیک اسید



شکل ۹- چند نمونه اسید آلی

جدول ۵- ساختار چند اسید آلی و نقطه جوش آنها

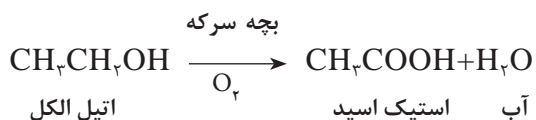
نام اسید	متانوئیک اسید	اتانوئیک اسید	پروپانوئیک اسید	بوتانوئیک اسید
فرمول	HCOOH	CH ₃ COOH	C ₂ H ₅ COOH	C ₃ H ₇ COOH
فرمول ساختاری	$\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{OH} \end{array}$	$\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{OH} \\ \\ \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{OH} \\ \\ \text{H} \\ \\ \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$
تعداد اتم‌های کربن	۱	۲	۳	۴
نقطه جوش (°C)	۱۰۱	۱۱۸	۱۴۱	۱۶۴

فرمیک اسید

ساده‌ترین اسید آلی است که در آن گروه کربوکسیل به یک اتم هیدروژن متصل شده است. این اسید در نیش مورچه و در بعضی حشرات دیگر وجود دارد و بخشی از ماده التهاب‌آوری است که هنگام نیش‌زدن این حشرات موجب خارش در بدن می‌شود.

استیک اسید

متداول‌ترین اسید آلی است. ترشی سرکه ناشی از وجود استیک اسید در آن است. از این رو استیک اسید را «جوهر سرکه» می‌نامند. سرکه را از اکسایش محلول‌های رقیق الکلی در مجاورت نوعی باکتری موسوم به «بچه سرکه» تهیه می‌کنند. در این عمل اتیل الکل به استیک اسید اکسید می‌شود:



تحقیق کنید
۴

در مورد خواص و کاربرد بنزوئیک اسید گزارشی تهیه کنید و آن را در کلاس ارائه دهید؟



بعضی از اسیدهای آلی در زنجیره هیدروکربنی خود ۱۶ یا ۱۸ اتم کربن دارند. این اسیدها را «اسید چرب» می نامند، زیرا در ساختار روغن ها و چربی های نباتی و جانوری وجود دارند (شکل ۱۰).



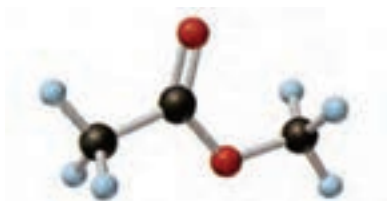
شکل ۱۰- چند نمونه اسید چرب

فکر کنید ۱

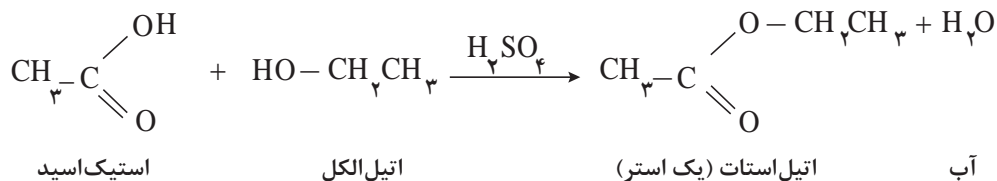
با بررسی فرمول اسیدهای چرب شکل ۱۰، در هر کدام مشخص کنید اسید چرب سیرشده است یا سیرنشده؟



استرها



عامل شیمیایی در استرها به صورت $\begin{matrix} \text{OR} \\ \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{O} \end{matrix}$ نشان داده می شود. برای تهیه استرها می توان از واکنش یک اسید آلی (مانند استیک اسید) با یک الکل (اتیل الکل) در مجاورت کاتالیزگرهای اسیدی (سولفوریک اسید) استفاده کرد:









این واکنش را «استری شدن» می نامند.



بوی خوشایند بسیاری از میوه‌ها و گل‌ها ناشی از وجود نوعی استر در آنهاست.

برای نمونه بو و طعم سیب مربوط به استرهای طبیعی است، در حالی که در شامپوها از استر مصنوعی استفاده می‌شود.

جدول ۶- بعضی از الکل‌ها، اسیدها و استرهای حاصل از آنها

بوی استر	استر	اسید	الکل
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2 - \text{O} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ <p>ایزوپنتیل استات</p>	CH_3COOH <p>استیک اسید</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>ایزوپنتیل الکل</p>
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{O} - \text{C} - (\text{CH}_2)_3\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ <p>ایزوپنتیل پنتانوات</p>	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$ <p>پنتانوئیک اسید</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>ایزوپنتیل الکل</p>
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3(\text{CH}_2)_7 - \text{O} - \text{C} - (\text{CH}_2)_7\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ <p>بوتیل بونانوات</p>	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ <p>بوتانوئیک اسید</p>	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{OH}$ <p>n- بوتیل الکل</p>
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2 - \text{O} - \text{C} - \text{CH}_2\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ <p>ایزوبوتیل پروپیونات</p>	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ <p>پروپیونیک اسید</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>ایزوبوتیل الکل</p>
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3) - \text{O} - \text{C} - \text{H} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ <p>ایزوبوتیل فرمات</p>	HCOOH <p>فرمیک اسید</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ <p>ایزوبوتیل الکل</p>
	$\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{C} - \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O}$ <p>بنزیل بوتانوات</p>	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ <p>بوتانوئیک اسید</p>	$\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ <p>بنزیل الکل</p>

بودمان چهارم: به کارگیری ترکیبات آلی آروماتیک و اکسیژن دار

روغن‌ها و چربی‌های نباتی و جانوری نیز استر هستند. این استرها از واکنش اسیدهای چرب (اسیدهایی که در مولکول خود ۱۶ یا ۱۸ اتم کربن دارند) با گلیسرین (الکل سه‌عاملی) به وجود آمده‌اند. اسیدهای چرب ممکن است سیرشده یا سیرنشده باشند. اگر اسیدچرب موجود در مولکول استر سیرنشده باشد، استر مربوط را «روغن» می‌نامند. روغن‌ها (استرهای سیرنشده) زودتر از چربی‌ها (استرهای سیرشده) در برابر هوا فاسد می‌شوند، از این رو، روغن‌ها را در برابر کاتالیزگر نیکل با هیدروژن واکنش می‌دهند تا دوام بیشتری داشته باشد.

نکته

هنگامی که از چربی‌های سیرشده یا سیرنشده برای پختن استفاده می‌شود، دما نباید به حد نقطهٔ دود آنها برسد، زیرا در چنین شرایطی مواد سمی تولید می‌شود.



اگر روغن‌ها و چربی‌ها را با محلول سدیم‌هیدروکسید گرم کنند، به صابون (نمک سدیم اسیدهای چرب) و گلیسرول (گلیسرین) تبدیل می‌شود. این عمل را «صابونی شدن» می‌نامند.

تحقیق کنید
۵

معادلهٔ واکنش صابونی شدن را با جست‌وجو در منابع قابل دسترس بنویسید.



پرسش

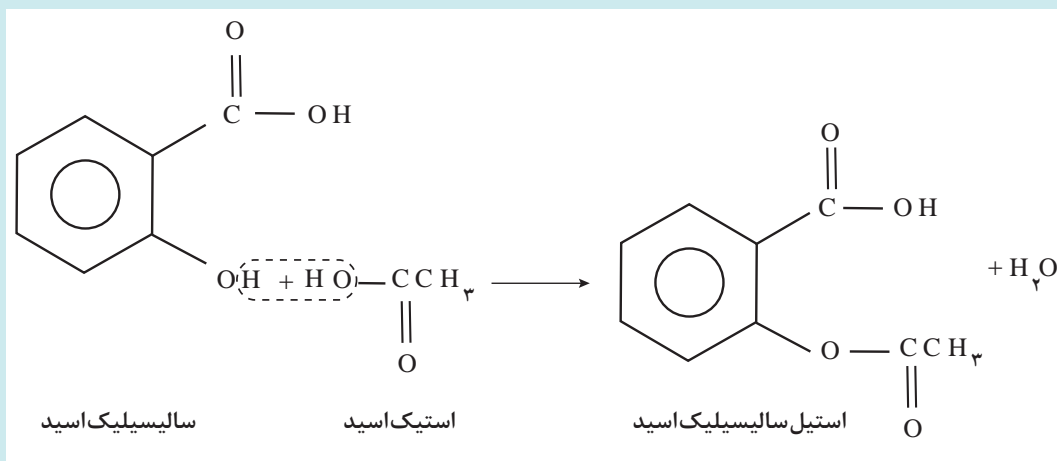
روغن زیتون و سرکه چه ساختاری دارند؟



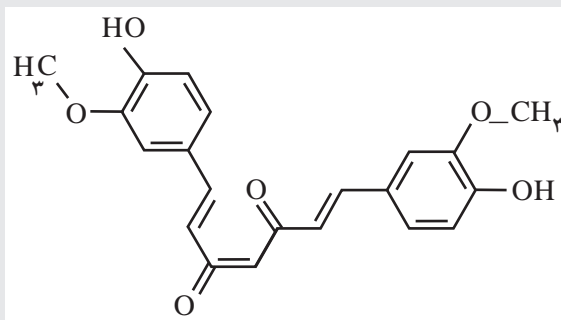
شیمی آلی در میز غذا



آسپرین، یک استر بسیار مهم است که از واکنش عامل الکلی سالیسیلیک اسید و استیک اسید حاصل می شود و آن را در بسیاری موارد به عنوان ضد درد مصرف می کنند.



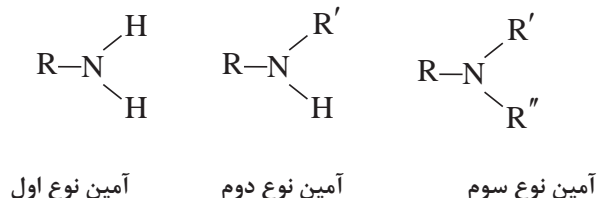
کورکومین^۱ یا دی فرولوئیل متان جزء فعال ادویه زردچوبه و خواص ضدالتهابی دارد. همچنین یک پاداکسنده^۲ قوی است و خاصیت ضدسرطانی دارد. با توجه به تصویر چه بخش هایی از ساختار آن را می شناسید؟




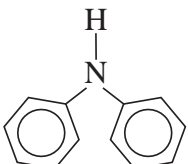
- ۱- Curcumin
- ۲- Antioxidant

آمین‌ها

هرگاه به جای یک هیدروژن آمونیاک، یک بنیان آلی قرار گیرد، «آمین نوع اول» و هرگاه به جای دو یا سه هیدروژن آمونیاک، دو یا سه بنیان آلی قرار گیرد، «آمین نوع دوم یا سوم» نامیده می‌شود که در آن R' ، R'' و R''' گروه‌های مختلف هیدروکربنی هستند.



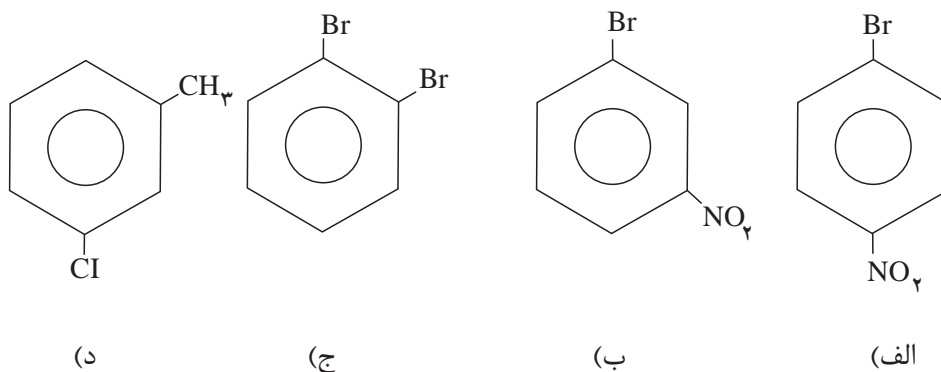
جدول ۷- چند نمونه آمین

فرمول	نام متداول	نوع
CH_3NH_2	متیل آمین	اول
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	اتیل آمین	اول
$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	دی‌متیل آمین	دوم
$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	تری‌متیل آمین	سوم
	آنیلین	اول
	دی‌فنیل آمین	دوم

آمین‌ها در تولید دارو و رنگینه‌هایی که از آنها به‌طور گسترده در صنعت رنگرزی استفاده می‌شود، کاربرد دارند. همچنین در صنایع به‌منظور حذف گازهایی مانند کربن دی‌اکسید و هیدروژن سولفید استفاده می‌شوند.

پرسش‌های پایانی

۱ نام ترکیب‌های زیر را بنویسید.



۲ فرمول‌های ساختاری ترکیب‌های زیر را رسم کنید.

(الف) ۲، ۴، ۶-تری‌نیتروتولوئن

(ب) ۴-کلرو - ۳ - نیتروتولوئن

(پ) پارا - کلرونیتروبنزن

(ت) ۱-برمو - ۳ - کلرو - ۵-یدو بنزن

(ث) ۴-ایزوپروپیل تولوئن

(ج) ۱-فلوئورو - ۲، ۴ - دی‌نیتروبنزن

۳ ایزومرهای ممکن برای ترکیب‌های زیر را رسم کنید و نام هریک را بنویسید:

(الف) تری‌نیتروبنزن (ب) برمونیتروتولوئن

۴ نام تمام ترکیب‌های آروماتیکی (مشتق شده از بنزن) را که دارای فرمول مولکولی C_8H_8Br و C_7H_7Br هستند، را بنویسید.

۵ متیل‌الکل را متانول و اتیل‌الکل را اتانول نیز می‌نامند. از پروپان چه الکی مشتق می‌شود؟ آیا از این هیدروکربن تنها یک الکل مشتق می‌شود: نام الکی یا الکل‌های مشتق شده از پروپان را بنویسید.

۶ استیک اسید یک اسید ضعیف است. با وجود این، در بسیاری از واکنش‌های خود مانند اسیدهای معمولی عمل می‌کند. معادله واکنش استیک اسید را با سدیم کربنات و سدیم هیدروکسید بنویسید.

۷ چرا روغن‌ها را باید در ظرف‌های دربسته نگه داشت تا فاسد نشوند؟

بودمان چهارم: به کارگیری ترکیبات آلی آروماتیک و اکسیژن دار

۸ کدام یک از فرمول‌های ساختاری زیر فرمول یک الکل، یک کربوکسیلیک اسید و یک آلدهید است؟



۹ استئاریک اسید یک اسید سیرشده زنجیری با ۱۸ اتم کربن است، که در شمع سازی (شمع بی‌اشک) از آن استفاده می‌شود. ساختار استئاریک اسید را رسم کنید.

جدول ارزشیابی پودمان به کارگیری ترکیبات آروماتیک و آلی اکسیژن دار

نمره	استاندارد (شاخص ها، داوری، نمره دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی ها)	عنوان پودمان
۳	<ul style="list-style-type: none"> ■ آروماتیک های چند حلقه را شرح دهد. ■ ساختار چربی ها و واکنش صابونی شدن را بنویسد. 	بالاتر از حد انتظار	ترکیبات آروماتیک، ترکیبات آلی اکسیژن دار و آمین ها را از روی ساختار و خواص آنها تشخیص دهد.	به کارگیری ترکیبات آروماتیک	ترکیبات آلی آروماتیک و اکسیژن دار
۲	<ul style="list-style-type: none"> ■ ساختار بنزن و مشتق های ساده آن را بررسی کند. ■ گروه های عاملی رادر ترکیبات اکسیژن دار و نیتروژن دار تشخیص دهد. ■ روش تهیه و کاربرد چند ترکیب اکسیژن دار نمونه را شرح دهد. 	در حدانتظار		به کارگیری ترکیبات آلی اکسیژن دار و نیتروژن دار	
۱	موارد بالا را با بیش از یک اشتباه انجام دهد.	پایین تر از حدانتظار			
				نمره مستمر از ۵	
				نمره شایستگی پودمان از ۳	
				نمره پودمان از ۲۰	