

# شیمی آلی ۲

درس بهمراه نمونه سوالات امتحانی

## ORGANIC CHEMISTRY 2

Cover Designed By IranPuyesh

# ایران پویش

سامانه علمی، پژوهشی، آموزشی و مشاوره ای

مرجع تالیف و گرد آوری محتوای آموزشی، جزوات  
و نمونه سؤالات دانشگاه های برتر کشور

ارائه دهنده خدمات پژوهشی به اساتید و دانشجویان

وبسایت: [iranpuyesh.ir](http://iranpuyesh.ir)

ایمیل: [support@iranpuyesh.ir](mailto:support@iranpuyesh.ir)

تلگرام پشتیبانی علمی: [@IranPuyesh\\_Support](https://t.me/IranPuyesh_Support)



شیمی آلی 2

---

Organic Chemistry 2

## فهرست

---

### فصل نهم

۲۷۱.....	ترکیبات آروماتیک
۲۷۹.....	بنزن
۲۹۴.....	آلکیل آریل‌ها
۳۰۳.....	سوالات پایان فصل نهم
	فصل دهم
۳۰۷.....	ترکیبات آروماتیک چندحلقه‌ای
۳۱۲.....	آتراسن
۳۱۳.....	آزولن
۳۱۴.....	سوالات فصل دهم

### فصل یازدهم

۳۱۶.....	فنل‌ها
۳۲۷.....	سوالات پایان فصل یازدهم

### فصل دوازدهم

۳۳۱.....	آمین‌ها
۳۴۶.....	سوالات پایان فصل دوازدهم

### فصل سیزدهم

۳۵۰.....	هتروسیکل‌ها
۳۶۷.....	سوالات پایان فصل سیزدهم

### فصل چهاردهم

۳۷۴.....	کربوهیدرات‌ها
۳۸۳.....	سوالات پایان فصل چهاردهم

### فصل پانزدهم

۳۸۶.....	پروتئین‌ها
----------	------------

**فصل شانزدهم**

۳۹۲..... شیمی فیزیک آلی

۴۴۰..... سوالات پایان فصل شانزدهم

**فصل هفدهم**

۴۵۳..... کاربرد طیف‌سنجی

۴۸۵..... سوالات پایان فصل هفدهم

# فصل نهم

## ترکیبات آروماتیک

### آروماتیک‌ها

ترکیبات آروماتیک ترکیباتی هستند که علیرغم درجه غیراشباعی بالا (منبع غنی از الکترون‌های  $\pi$ ) نسبت به واکنش افزایشی مقاومت زیادی انجام می‌دهند و بیشتر واکنش‌های جانشینی الکتروفیلی را انجام می‌دهند. سیستم‌های آروماتیک سیستم‌های پایداری هستند.

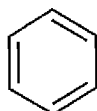
### خصلت آروماتیک

از نظر قواعد تئوری هوکل یک ترکیب آروماتیک ترکیبی است که ویژگی‌های زیر را داشته باشد:

۱- یک ترکیب پلی‌ان مزدوج حلقوی باشد که مسطح است و پیوندهای دوگانه آن رزونانس کامل دارند.

۲- تمام کربنهای آنها هیبرید  $sp^2$  دارد.

۳- تعداد الکترونهای رزونانس کننده از قاعده  $4n+2$  پیروی کند که در آن  $n=0,1,2,3,\dots$  است. مانند بنزن که 6 الکترون  $\pi$  مزدوج در حال رزونانس دارد.



$$6=4n+2 \rightarrow n=1$$

پس آروماتیک است.

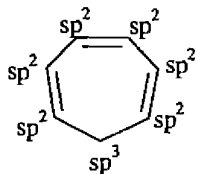
غیر از ترکیبات آروماتیک ترکیبات آنتی آروماتیک و غیرآروماتیک را نیز داریم.

آنتی آروماتیک‌ها تمام شرایط یک ترکیب آروماتیک را دارند ولی تعداد الکترون‌های سیستم  $\pi$  مزدوج آنها از قاعده  $4n$  پیروی

می‌کند که در آن  $n=1,2,3,\dots$  مانند ترکیب سیکلوتادین  $\square$  که دارای 4 الکترون  $\pi$  مزدوج است.

در نتیجه از قاعده  $4n=4 \Rightarrow n=1$  پیروی می‌کند.

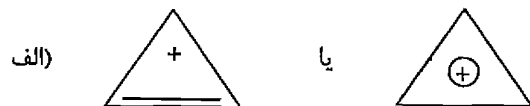
ترکیبات دیگری نیز وجود دارد به نام ترکیبات غیرآروماتیک که ممکن است تعداد الکترون‌های آن از قواعد  $4n$  یا  $4n+2$  پیروی کند. ولی در مقایسه با آروماتیک‌ها و آنتی آروماتیک‌ها پیوند  $\pi$  مستقر دارد و رزونانس در آن‌ها وجود ندارد و یا این‌که شرط مسطح بودن را ندارند. ترکیبات آروماتیک با افزایش اندازه حلقه به سمت غیرآروماتیک شدن پیش می‌رود و به نمودار زیر دقت کنید. یا این‌که یکی از کربن‌های آن‌ها  $sp^2$  نیست در نتیجه رزونانس برقرار نمی‌شود. مثال:



مثال : بعضی از ترکیب‌های آروماتیک در زیر آمده است.

دو الکترون  $\pi$  دارد.  $4n+2=2$

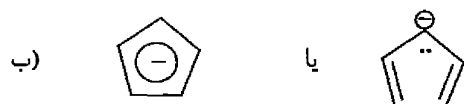
آروماتیک  $n=0 \Rightarrow$



ترکیبات زیر 6 الکترون در حال رزونانس دارند :

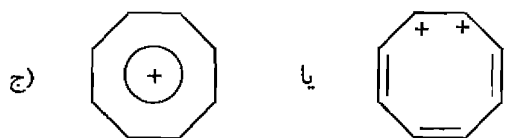
$4n+2=6$

آروماتیک  $n=1$



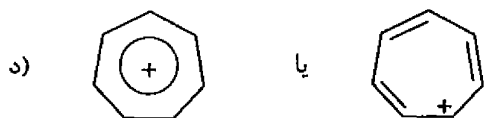
$4n+2=6$

آروماتیک  $n=1$

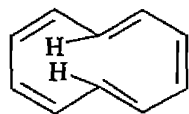


$4n+2=6$

آروماتیک  $n=1$

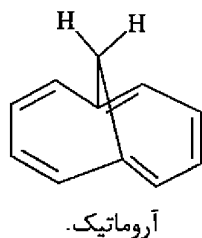


**نکته :** عدم مسطح بودن باعث می‌شود که رزونانس برقرار نشود و در نتیجه سیستم غیرآروماتیک شود. مثلاً در ترکیب زیر به علت ممانعت فضایی دو هیدروژن با هم و وجود دافعه واندروالسی سیستم از حالت مسطح خارج شده در نتیجه دیگر آروماتیک نیست. یعنی غیرآروماتیک است.



مسطح نیست و غیر آروماتیک است.

اگر این دو هیدروژن را بر داریم ترکیب آروماتیک می‌شود که این کار با قرار دادن پل انجام می‌شود. یعنی:



مثال : ترکیبات زیر ضدآروماتیک هستند :



یا



$= 4$  = تعداد الکترون در حال رزونانس

ضد آروماتیک

$$4n + 2 = 4 \quad n = 1$$



یا

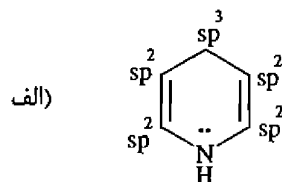


$= 4$  = تعداد الکترون در حال رزونانس

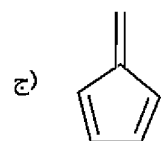
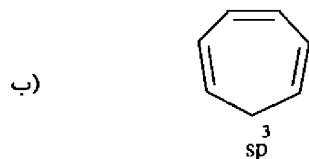
ضد آروماتیک

$$4n = 4 \quad n = 1$$

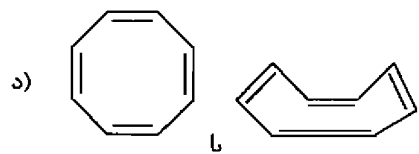
مثال : ترکیبات زیر غیرآروماتیک هستند.



یک کربن  $sp^3$  دارد و غیرآروماتیک است.



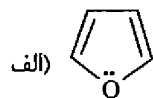
همه کربن‌ها  $sp^2$  هستند ولی پیوندهای دوگانه مزدوج در داخل حلقه قرار ندارند.



به دلیل فشار زاویه‌ای از حالت مسطح خارج شده و غیرآروماتیک است.

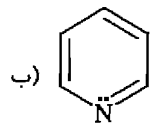
نکته : هتروسیکل‌ها نیز می‌توانند با مشارکت دادن جفت الکترون غیرپیوندی یا اوربیتال خالی در رزونانس حلقه، ترکیب آروماتیک یا

ضد آروماتیک ایجاد کنند. مثال :

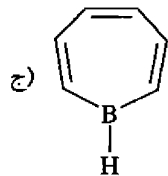




جفت الکترون غیرپیوندی اکسیژن در رزونانس حلقه مشارکت دارد.



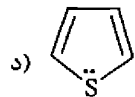
جفت الکترون غیرپیوندی نیتروژن در رزونانس حلقه مشارکت ندارد، ولی 6 الکترون  $\pi$  در سیستم رزونانس حضور دارد.



بور هیبرید  $sp^2$  دارد که یک اوربیتال p خالی بر صفحه مسطح هیبرید  $sp^2$  عمود است و مشارکت آن در رزونانس باعث کامل شدن رزونانس با 6 الکترون می‌شود و ترکیب آروماتیک است.

$$4n + 2 = 6$$

$$n = 1$$



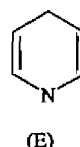
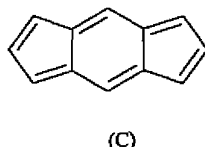
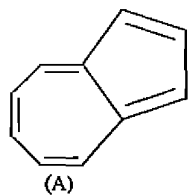
جفت الکترون غیرپیوندی گوگرد در رزونانس مشارکت می‌کند و باعث کامل شدن آن با 6 الکترون می‌شود.

$$4n + 2 = 6$$

$$n = 1$$

(ورودی ۶۹)

تمرین : کدامیک از ترکیبات زیر آروماتیک هستند؟



(۴) A و C و E

(۳) A و C و D و E

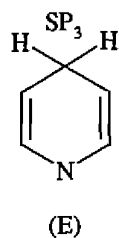
(۲) A و B و D

(۱) A و B و C و D و E

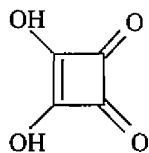
حل : گزینه ۲ صحیح می‌باشد.

ترکیب A با داشتن 10 الکترون از قاعده  $(4n + 2)$  و سایر شرطها پیروی می‌کند پس آروماتیک است. ترکیب B با داشتن 2 الکترون و ترکیب D نیز با داشتن 6 الکترون آروماتیک است.

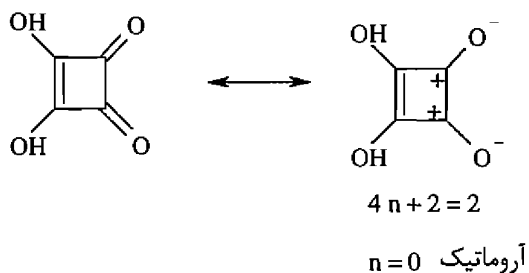
ترکیب C 12 الکترون دارد و ضد آروماتیک است. ترکیب E نیز یک کربن  $sp^3$  دارد و غیر آروماتیک است.



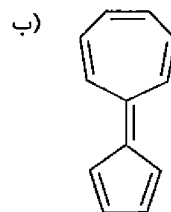
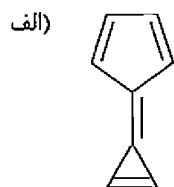
تمرین : قدرت اسیدی ترکیب زیر قابل مقایسه با سولفوریک اسید است. چرا؟



حل : زیرا این ترکیب دارای فرم رزونانسی است که در آن حلقه آروماتیک می‌شود و سبب تبادل  $H^+$  بین اکسیژن‌ها و در نتیجه قدرت اسیدی بالای این ترکیب می‌شود.

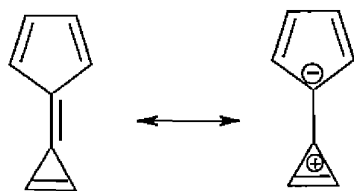


تمرین : در دو ترکیب زیر جهت ممان دو قطبی به کدام سمت است؟

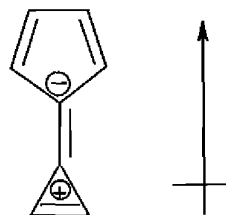


حل : هر یک از این دو ترکیب فرم رزونانسی دارد که در آن هر دو حلقه ترکیب آروماتیک می‌شود.

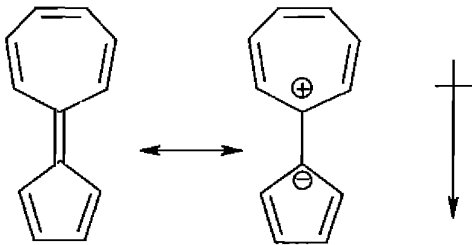
این فرم رزونانسی برای ترکیب الف به صورت:



است که حلقه بالایی با 6 الکترون و حلقه پایینی با 2 الکترون آروماتیک است. پس ممان دو قطبی به صورت زیر می‌باشد.



برای ترکیب (ب) نیز با توجه به توضیحات داده شده، فرم رزونانسی وجود دارد که هر دو حلقه آروماتیک است. بنابراین ممان دوقطبی به صورت زیر است:

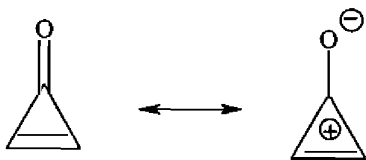


تذکر : در هر دو این ترکیب‌ها به دلیل فرم رزونانسی آروماتیک، پیوند دوگانه متصل کننده دو حلقه تا حدودی خصلت پیوند ساده را دارد.

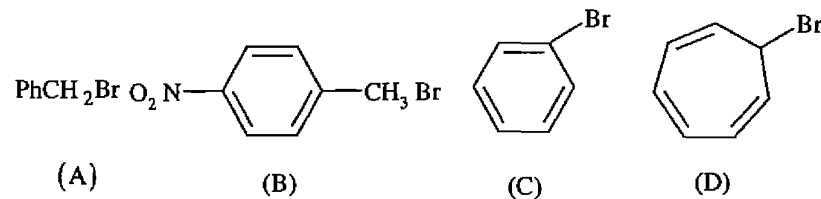
تمرین : در ترکیب زیر پیوند کربونیل تا حد زیادی خصلت پیوند ساده را دارد. ضمن اینکه ممان قطبی گروه کربونیل بیشتر از معمول به سمت اکسیژن است. چرا ؟



حل : به دلیل فرم رزونانسی زیر که در این فرم حلقه به صورت آروماتیک در می‌آید:



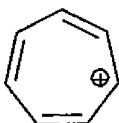
تمرین : کدام ترکیب در آب حل می‌شود و جریان الکتریسیته در آب را افزایش می‌دهد؟ (ورودی ۷۴)



(۲) A      (۳) D      (۴) B      (۱) C

حل : گزینه ۳ صحیح می‌باشد.

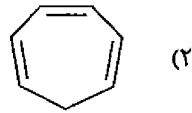
این ترکیب با از دست دادن  $\text{Br}^\ominus$  کاتیون تریپیلیوم را تولید می‌کند که با داشتن  $6e^-$  آروماتیک است.



آروماتیک  $4n + 2 = 6$

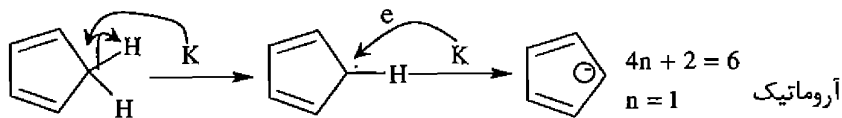
$n = 1$

(ورودی ۷۸)

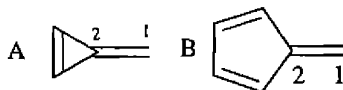
تمرین: از ترکیبات زیر کدام یک با پتاسیم (k) در  $C_6H_6$  واکنش می‌دهد؟

حل: گزینه ۱ صحیح می‌باشد.

این ترکیب در اثر واکنش با پتاسیم آنیون سیکلوپنتادی‌انیل که آروماتیک و پایدار است را تولید می‌کند.



(ورودی ۸۵)

تمرین: محل افزایش  $H^+$  در دو ترکیب A و B کدام است؟

(۱) در ترکیب A به محل 2 و در ترکیب B به محل 1

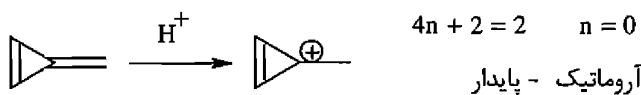
(۲) در هر دو ترکیب A و B به محل 2

(۳) در هر دو ترکیب A و B به محل 1

(۴) در ترکیب A به محل 1 و در ترکیب B به محل 2

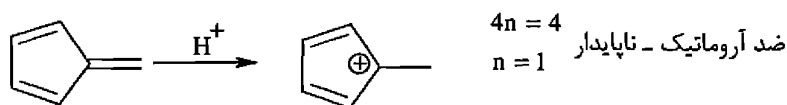
حل: گزینه ۴ صحیح می‌باشد.

برای ترکیب A به محل 1 افزوده می‌شود زیرا کربوکاتیون پایدار حاصل می‌شود.

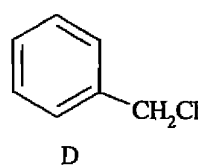
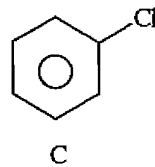
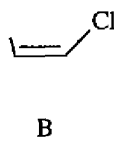
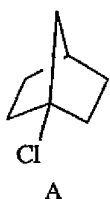


ولی برای ترکیب B اگر به محل 1 افزوده شود کربوکاتیون ناپایدار حاصل می‌شود پس به این محل افزوده نمی‌شود. (به محل 2

اضافه می‌شود.)



تمرین: از ترکیب‌های زیر کدام یک به تست نیترات نقره جواب مثبت می‌دهد؟



A

B

C

D

D (۴)

C (۳)

B (۲)

A (۱)