

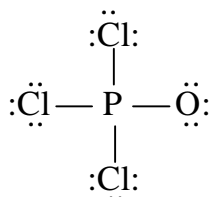
### ساختار لوویس یک ترکیب یا یون

ساختار لوویس یک فرمول ساختاری است که در آن هسته و الکترون‌های لایه‌های درونی را به وسیله نماد اتمی عنصر و پیوندهای کووالانسی را به وسیله جفت نقطه‌هایی در کنار نماد شیمیایی عنصر نمایش می‌دهند. به طور خلاصه ساختار لوویس نموداری است که آرایش الکترون‌های ظرفیت را پیرامون اتم‌های یک مولکول نشان می‌دهد.

بسته آموزشی بسیار مهم:

**تعیین تعداد پیوند داتیو:** یکی از مشکلات بیشتر داوطلبان عزیز تشخیص تعداد پیوند داتیو است. اما شما برای تعیین تعداد پیوندهای داتیو کافیست بار قراردادی اتم مرکزی را بدست آورید، در اینصورت **تعداد پیوند داتیو با تعداد بارهای مثبت یا منفی روی اتم مرکزی برابر است.** بطور مثال تعداد بار قراردادی اتم گوگرد در گوگرد تری اکسید برابر  $2+$  است، بنابراین این ترکیب دو پیوند داتیو دارد. یا در کنکور 91 تجربی تعداد پیوند داتیو در یونهای سولفات، فسفات و کلرات را با هم مقایسه کرده بودند که با توجه به ساختار لوویس این سه یون بارهای قراردادی گوگرد، فسفر و کلر به ترتیب برابر  $2+$ ،  $1+$  و  $3+$  است، بنابراین یونهای سولفات، فسفات و کلرات به ترتیب دارای  $2$ ،  $1$  و  $3$  پیوند داتیو هستند. (ساختار یونهای ذکر شده همگی در ادامه رسم شده اند.)

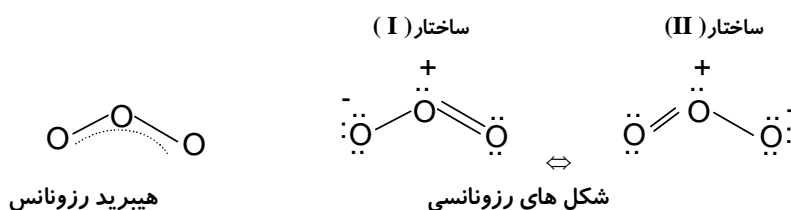
### رسم ساختار لوویس تعدادی از ترکیب‌ها و یون‌های مهم



مثال 1- رسم ساختار لوویس ( $\text{POCl}_3$ )

اطلاعات تکمیلی: قطبی - شکل هندسی چهار وجهی - زاویه پیوندی هرود  $109/5^\circ$  - دارای 1 پیوند داتیو

### مثال 2- رسم ساختار لوویس اوزون ( $\text{O}_3$ )

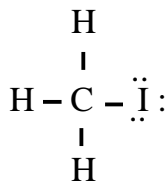


## ساختار لوویس، پیوند داتیو و شکل هندسی

هر دو ساختار، ساختار لوویس مولکول اوزون را نشان می‌دهند و هر دو نیز از قاعده هشتایی تبعیت می‌کنند. احتمال هر دو ساختار با یکدیگر برابر است اما هیچ کدام به تنهایی اعتبار ندارند. در ضمن هر دو ساختار قابل تبدیل به یکدیگرند و هیچ یک از ساختارهای رزونانسی شکل واقعی مولکول اوزون را نشان نمی‌دهند، بلکه حالت واقعی مولکول به صورت یک هیبرید رزونانس نشان داده می‌شود که میانگین دو شکل رزونانسی است. مرتبه هر دو پیوند برابر 1/5 است.

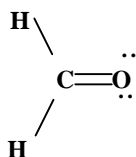
اطلاعات تکمیلی: دارای پیوند ناقطبی اما فور مولکول قطبی است - شکل هندسی خمیده - زاویه پیوندی  $120^\circ <$  - دارای 1 پیوند داتیو

**تذکر:** ساختار لوویس  $\text{SO}_2$  نیز مانند اوزون  $\text{O}_3$  است با این تفاوت که در  $\text{SO}_2$  اتم گوگرد اتم مرکزی است. مراحل رسم ساختار لوویس این ترکیب نیز مانند اوزون است در ضمن  $\text{SO}_2$  نیز مانند اوزون دارای دو شکل رزونانس و یک هیبرید رزونانس است.



مثال 3- رسم ساختار لوویس مولکول یدومتان ( $\text{CH}_3\text{I}$ )

اطلاعات تکمیلی: قطبی - شکل هندسی چهار وجهی نامنتظم - زاویه پیوندی هر دو  $109/5^\circ$  - پیوند داتیو ندارد



مثال 4- رسم ساختار لوویس فرمالدئید ( $\text{CH}_2\text{O}$ )

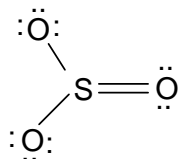
اطلاعات تکمیلی: قطبی - شکل هندسی مسطح مثلثی - زاویه پیوندی هر دو  $120^\circ$  - پیوند داتیو ندارد

مثال 5 - رسم ساختار لوویس هیدروژن سیانید ( $\text{HCN}$ )



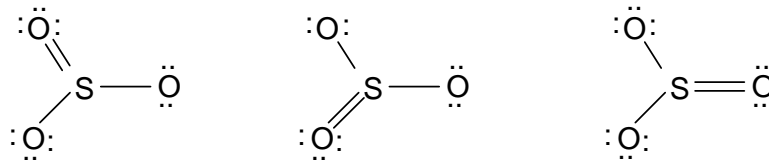
اطلاعات تکمیلی: قطبی - شکل هندسی خطی - زاویه پیوندی  $180^\circ$  - پیوند داتیو ندارد

مثال 6 - رسم ساختار لوویس گوگرد تری اکسید ( $\text{SO}_3$ )



این ترکیب مانند اوزون دارای شکلهای رزونانسی است با این تفاوت که 3 شکل رزونانسی دارد.

## ساختار لوویس، پیوند داتیو و شکل هندسی

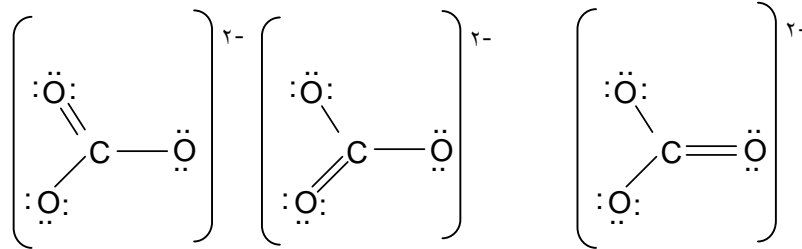


شکلهای رزونانسی (در این مولکول مرتبه پیوندی برابر  $\frac{1}{3}$  است.)

اطلاعات تکمیلی: ناقطبی - شکل هندسی مسطح مثلثی - زاویه پیوندی  $120^\circ$  - دارای 2 پیوند داتیو

**توجه:** مراحل رسم ساختار لوویس یون های کربنات و نیترات نیز مانند گوگرد تری اکسید است.

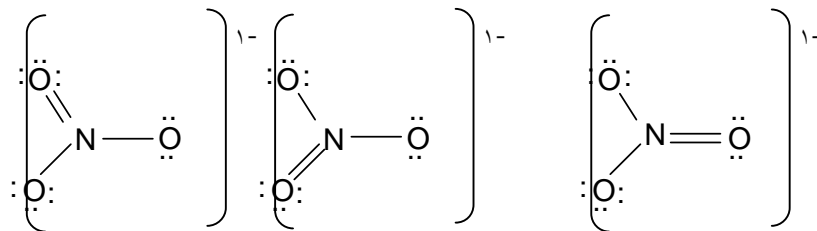
### مثال 7 - ساختار لوویس (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)



اطلاعات تکمیلی: شکل هندسی مسطح مثلثی - زاویه پیوندی  $120^\circ$  - پیوند داتیو ندارد.

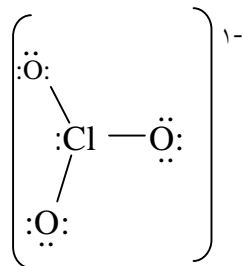
**توجه:** در مولکولهایی مانند اوزون و گوگرد تری اکسید یا در یونهایی مانند یون کربنات و نیترات مرتبه، طول و انرژی پیوندها برابر است.

### مثال 8 - ساختار لوویس (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)



اطلاعات تکمیلی: شکل هندسی مسطح مثلثی - زاویه پیوندی  $120^\circ$  - دارای 1 پیوند داتیو

### مثال 9 - ساختار لوویس یون کلرات (ClO<sub>3</sub><sup>-</sup>)



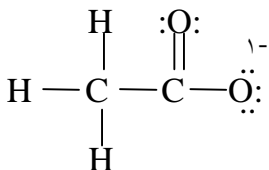
اطلاعات تکمیلی: شکل هندسی هرمی - زاویه پیوندی  $109/5^\circ <$  - دارای 2 پیوند داتیو

**تذکر:** ساختار لوویس IO<sub>3</sub><sup>-</sup> , BrO<sub>3</sub><sup>-</sup> و مراحل رسم آنها نیز مانند ساختار لوویس ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> است.

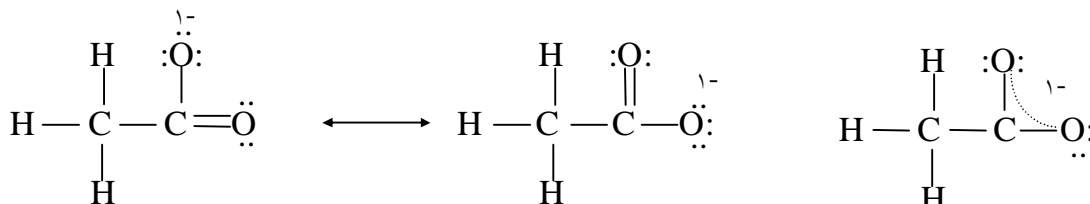
## ساختار لوویس، پیوند داتیو و شکل هندسی

مثال 10 - رسم ساختار لوویس یون استات ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$  یا  $\text{H}_3\text{CCOO}^-$ )

مرحله پنجم:



یون استات نیز مانند بسیاری از ترکیبات دارای شکل رزونانسی وهیبرید رزونانس است ومرتبه پیوندی در پیوندهای کربن واکسیژن برابر  $1\frac{1}{2}$  است.



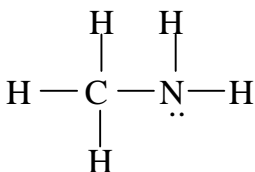
شکلهای رزونانسی

هیبرید رزونانس

اطلاعات تکمیلی: آرایش کربن سمت راست مسطح مثلثی و کربن سمت چپ چهاروجهی - زاویه پیوندی  $120^\circ$  و  $109/5^\circ$  و پیوند داتیو ندارد.

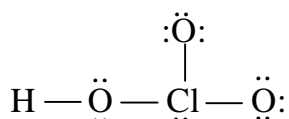
مثال 11 - رسم ساختار لوویس متیل آمین ( $\text{CH}_3\text{NH}_2$ )

در این ترکیب در مجموع 12 الکترون در بین اتمها به عنوان الکترونهای پیوندی و 2 الکترون در کنار اتم نیتروژن به عنوان زوج الکترون ناپیوندی (غیر مشترک) قرار گرفته و اتمها به هشتایی پایدار رسیدهاند.



اطلاعات تکمیلی: با مرکزیت نیتروژن شکل هندسی هرمی و زاویه پیوندی  $109/5^\circ <$  و با مرکزیت کربن شکل هندسی چهاروجهی و زاویه پیوندی  $109/5^\circ$  است. - پیوند داتیو ندارد.

مثال 12 - رسم ساختار لوویس کلریک اسید ( $\text{HClO}_3$ )



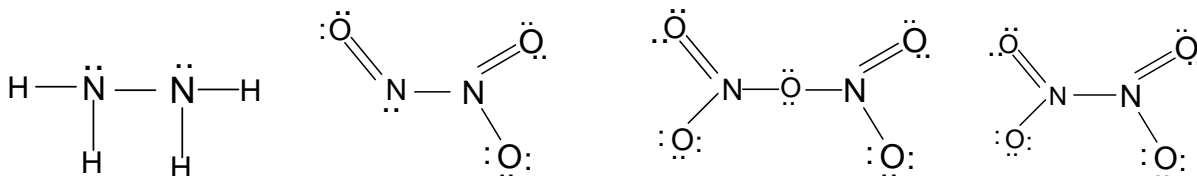
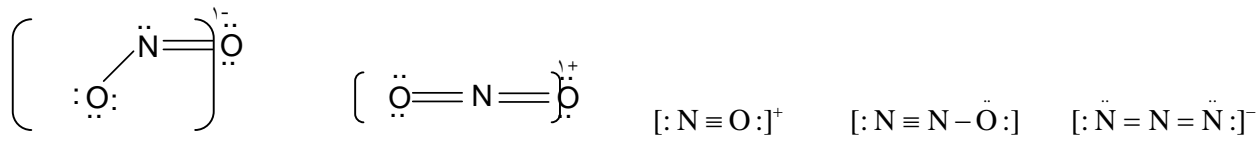
از مجموع 26 الکترون 8 الکترون به عنوان الکترونهای پیوندی در بین اتمها قرار گرفته و 18 الکترون به عنوان الکترونهای ناپیوندی در اطراف اتمها قرار گرفتهاند تا اتمها به هشتایی پایدار برسند.

اطلاعات تکمیلی: قطبی است - با مرکزیت کلر شکل هندسی هرمی و زاویه پیوندی  $109/5^\circ <$  و 2 پیوند داتیو دارد.

## ساختار لوویس، پیوند داتیو و شکل هندسی

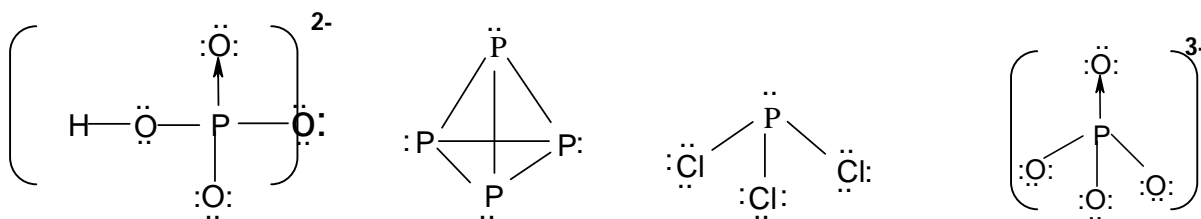
مثال 13 - رسم ساختار لوویس ترکیبات مربوط به اتم های **کربن، نیتروژن، هالوژن ها، فسفر** و چند ترکیب آشنای دیگر به قرار زیر:

رسم ساختار لوویس تعدادی از ترکیبات نیتروژن:  $\text{NO}_2^-$  و  $\text{NO}_2^+$  ،  $\text{N}_2\text{O}$  ،  $\text{N}_3^-$  ،  $\text{N}_2\text{H}_4$  ،  $\text{N}_2\text{O}_5$  ،  $\text{N}_2\text{O}_3$  ،  $\text{N}_2\text{O}_4$



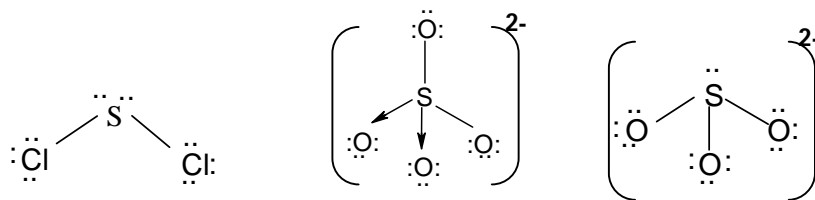
تمرین: شکل هندسی، زاویه پیوندی و تعداد پیوند داتیو هر یک از گونه های فوق را مشخص کنید.

رسم ساختار لوویس تعدادی از ترکیبات فسفر:  $\text{PCl}_3$  ،  $\text{P}_4$  ،  $\text{HPO}_4^{2-}$  ،  $\text{PO}_4^{3-}$



تمرین: شکل هندسی - زاویه پیوندی و تعداد پیوند داتیو هر یک از گونه های فوق را مشخص کنید.

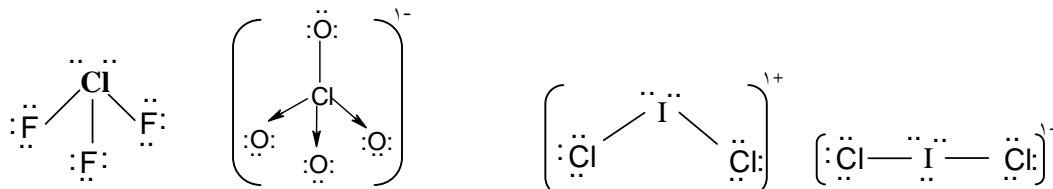
رسم ساختار لوویس تعدادی از ترکیبات گوگرد:  $\text{SO}_4^{2-}$  ،  $\text{SO}_3^{2-}$  ،  $\text{SCl}_2$



تمرین: شکل هندسی - زاویه پیوندی و تعداد پیوند داتیو هر یک از گونه های فوق را مشخص کنید.

رسم ساختار لوویس تعدادی از ترکیبات هالوژن ها با همدیگر یا با سایر اتمها:  $\text{BrF}_3$  ،  $\text{ICl}_2^+$  ،  $\text{ICl}_2^-$  ،  $\text{ClO}_4^-$

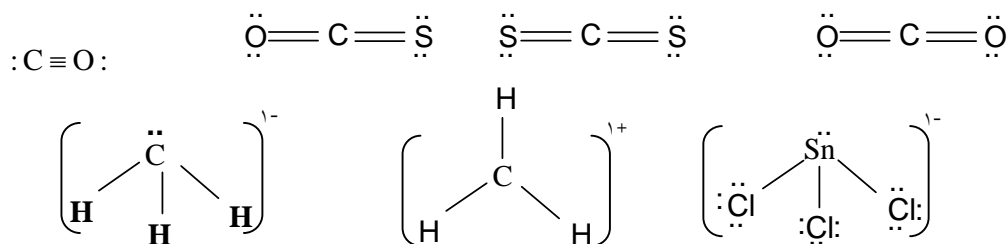
وقتی دو هالوژن باهم ترکیب می شوند بین دو اتم هالوژن تنها پیوند ساده تشکیل می شود مثلاً در  $\text{ClF}_3$  یک اتم کلر که 7 الکترون در لایه ظرفیت دارد از 3 الکترون خود برای پیوند با سه اتم فلوئور استفاده می کند.



توجه: از بین  $\text{ClO}_4^-$  ،  $\text{ICl}_2^-$  ،  $\text{ICl}_2^+$  ،  $\text{BrF}_3$  ، در گونه های  $\text{ClF}_3$  و  $\text{ICl}_2^-$  اتم مرکزی از قاعده هشتایی پیروی نمی کند.

## ساختار لوویس، پیوند داتیو و شکل هندسی

رسم ساختار لوویس تعدادی از ترکیب های اتم کربن و قلع:  $(CS_2, OCS, CO_2, CO, SnCl_3^-, CH_3^-, CH_3^+)$  ❑



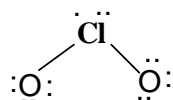
تمرین: شکل هندسی - زاویه پیوندی و تعداد پیوند داتیو هر یک از گونه های فوق را مشخص کنید.

### استثنای در مورد قاعده هشتایی

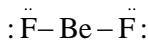
1- قاعده ذکر شده برای رسم ساختار لوویس ترکیبات، برای ترکیبات  $NO_2$  و  $NO$  صدق نمی کند. اما برای  $NO_2^-$  صدق می کند. زیرا در  $NO_2$  و  $NO$  مجموع الکترون های لایه ظرفیت اتمها فرد است و به ترتیب برابر 17 و 11 الکترون می باشد. اتم نیتروژن در این دو ترکیب به جای 8 الکترون دارای 7 الکترون است. اما در مورد  $NO_2^-$  مجموع الکترون های ظرفیت در بین اتمها و اطراف آنها برابر 18 الکترون است. ساختار لوویس این ترکیبات را می توان به این صورت رسم کرد.



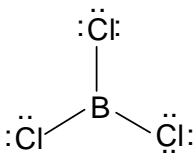
2- در  $ClO_2$  مجموع الکترون های لایه ظرفیت اتمها فرد است. (19e). بنابراین در این مولکول یک الکترون جفت نشده وجود دارد و ساختار لوویس آن به صورت زیر می باشد.



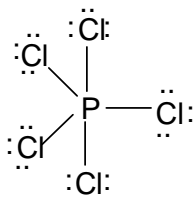
3- بیشتر ترکیب های بریلیم از قاعده هشتایی پیروی نمی کنند. زیرا این اتم در لایه ظرفیت خود 2 الکترون دارد و همیشه به جای 4 جفت الکترون با دو جفت الکترون احاطه می شود. مانند مولکول  $BeF_2$  که اتمهای فلورین به هشتایی رسیده اند. اما اتم بریلیم به هشتایی پایدار نرسیده است.



4- ترکیب های بور نیز مانند ترکیب های بریلیم از قاعده هشتایی پیروی نمی کنند. چون در اطراف اتم بور در اغلب ترکیبات فقط سه جفت الکترون وجود دارد، اما اتم بور به هشتایی پایدار نرسیده است.



5- در برخی از مولکولها بیش از چهار جفت الکترون در اطراف اتم مرکزی وجود دارد. مانند  $PCl_5$  که اتم فسفر در این مولکول پنج پیوند کووالانسی با پنج اتم کلر تشکیل داده است. اتم فسفر در اطراف خود پنج جفت الکترون (ده الکترون) داشته باشد. یعنی اتم فسفر 2 الکترون بیشتر از هشتایی پایدار دارد.

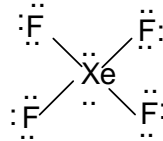


## ساختار لوویس، پیوند داتیو و شکل هندسی

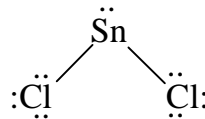
6- در برخی از مولکولها مانند  $\text{SF}_4$  و  $\text{SF}_6$  اتم گوگرد به ترتیب شش و چهار پیوند با شش و چهار اتم فلوئور تشکیل داده است که در اطراف اتم گوگرد به ترتیب شش جفت الکترون (12 الکترون) و 5 جفت الکترون (10 الکترون) قرار دارد. یعنی اتم گوگرد 4 یا 2 الکترون بیشتر از هشتایی پایدار دارد.



7- در  $\text{XeF}_4$  در لایه ظرفیت زنون (Xe) 12 الکترون وجود دارد و ساختار لوویس آن به صورت زیر است.



8- در  $\text{SnCl}_2$  اتم قلع به آرایش هشتایی پایدار نمی‌رسد.



**توجه (1):** در مثال 15 که در قالب گروهی ساختارهایی از ترکیبات عناصر مختلف را رسم کردم، می‌توانید برخی از گونه‌ها را که در لایه ظرفیت اتم مرکزی در آنها کمتر یا بیشتر از 8 الکترون وجود دارد، انتخاب کنید که این گونه‌ها از هشتایی پایدار پیروی نمی‌کنند.

**توجه (2):** داوطلبان عزیز باید دقت کنید که در دوره دبیرستان در رسم ساختار لوویس ترکیبات مختلف محدودیتی از لحاظ تعداد قلمرو وجود ندارد اما برای پیش‌گویی شکل هندسی فقط تا 4 قلمرو در دوره دبیرستان مطرح است.