

به نام خدا

# KONKUR.IN



**Forum.konkur.in**

**Club.konkur.in**

**Shop.konkur.in**

بسم الله الرحمن الرحيم

# شیخی مولر (دوم دبیرستان)

ویژه کنکور

مؤلف: محمد مشمولی

(عضو بنیاد ملی نخبگان کشور)

مولر: مسیر ویژه لحظه‌های رشد

آموزش مفاهیم + ترکیب مفاهیم + راهکارهای سرعتی = درصد بالای شیمی



گروه آموزشی مولر

Website: [www.MoleR.ir](http://www.MoleR.ir)

سروشناسه: مشمولی، محمد، ۱۳۶۶

عنوان و نام پدیدآور: آموزش و حل تست شیمی دوم دبیرستان، آموزش کامل شیمی دوم ویژه کنکور

مشخصات نشر: تهران، محمد مشمولی، ۱۳۹۵

مشخصات ظاهری: ۵۴۵ صفحه، مصور (بخشی رنگی)، جدول (بخشی رنگی)، نمودار (بخشی رنگی)، ۲۲ × ۲۹ س.م.

فروش: کتابهای شیمی مولر مشمولی

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۲۳۸-۰۴-۳

وضعیت فهرست نویسی: فیپای مختصر

یادداشت: فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی: <http://opac.nlai.ir> قابل دسترسی است.

شماره کتابشناسی ملی: ۴۴۵۴۱۱۹



## سری کتاب‌های کنکور

## گروه آموزشی مولر

- شیمی دوم دبیرستان
- تألیف: محمد مشمولی
- کارشناس علمی و مدیر امور فنی: حسن بگلری
- بازنگری علمی: عصمت ساویز
- طرح جلد: حسن علامه زاده - مهسا ولی زاده
- حروفچینی و طراحی اشکال: شبnum حسینی، فرشته کاوه
- تیراژ: ۲۰۰۰
- نوبت چاپ: اول
- قیمت: ۳۸۰۰۰ ریال
- شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۲۳۸-۰۴-۳

پست الکترونیکی: info@MoleR.com

شماره تلفن: (۰۲۱) ۸۸۹۹ ۱۰ ۷۶ - ۸۶

● مرکز پخش: تهران، خیابان قدس، کوچه شاهد، پلاک ۲۷

توجه:

به موجب ماده ۵ قانون حمایت از حقوق مؤلفان، کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب برای مجموعه آموزشی مولر و مؤلف محفوظ است و هر گونه کپی برداری از این اثر پیگرد قانونی دارد.

[www.MoleR.ir](http://www.MoleR.ir)

Website: [www.MoleR.ir](http://www.MoleR.ir)

## فصل اول: ساختار اتم

انسان‌ها از همان آغاز پیدایش، بر روی زمین به کنجدکاوی و جستجو در محیط پیرامون خود می‌پرداختند. آنها می‌پنداشتند که تمام آنچه که در پیرامون خود می‌بینند از عناصر خاصی تشکیل شده است. برای تعیین ساختار درونی هر آنچه که در کائنات هست نظریات مختلفی از سوی دانشمندان ارائه شده است که بسیاری از آنها بر اساس یافته‌های جدید، توسط دانشمندان بعد از خود رد و یا اصلاح می‌شدند. نظریه‌هایی که در طول تاریخ برای کشف ساختار مواد مطرح شده‌اند در این فصل به صورت کامل آورده شده است ولی قبل از آن در ک مفهوم عنصر، اتم، خواص فیزیکی، خواص شیمیایی و ... ضروری است.

**تعريف عنصر:** عنصر ماده‌ای را می‌گویند که فقط از یک نوع اتم تشکیل شده باشد (همه اتمهای یک عنصر عدد اتمی یکسانی دارند)، به عبارت بهتر مجموعه‌ای از اتمهای یکسان، یک عنصر را تشکیل می‌دهند. به عنوان مثال قطعه‌ای از آهن خالص ۱۰ کیلوگرمی یک عنصر است.

**تعريف اتم:** کوچکترین ذره یک عنصر را اتم می‌گویند. خواص فیزیکی و شیمیایی یک عنصر به ویژگی‌های اتم‌های آن بستگی دارد. خواص فیزیکی و شیمیایی قطعه آهن مثل سختی، رسانایی الکتریکی و گرمایی آن به خواص اتمهای آهن بستگی دارد. هرکسی یه سری خواص و ویژگی‌های داره که یا ظاهربین یعنی با همون نگاه اول مشخص می‌شون (مثل قد، وزن، رنگ، شکل مو و ...) و یا رفتارین، یعنی بایر با اون آدم دوستی و داد و ستد داشته باشی تا بینی مثل در مبارله کار و بار چه و آن‌شی از خودش نشون میده (مثلاً وقتی بفواز ایش پول قرض بگیری تازه می‌فهمی که مردم داره یا آدم فسیسیه!).

خواص فیزیکی مواد از ظاهر آنها مشخص می‌شود اما خواص شیمیایی از طریق رفتار مواد در هنگام مبادله الکترون مشخص می‌شوند. به عبارت بهتر خواص شیمیایی به چگونگی انجام واکنش‌های شیمیایی که مصدقی از تبادل الکترون است بستگی دارد.

**خواص فیزیکی:** خواصی نظیر چگالی، دمای ذوب و جوش، رنگ، بو، جذب و نشر نور و ... که مواد از خود نشان می‌دهند.

**خواص شیمیایی:** خواصی که به چگونگی واکنش شیمیایی و مبادله الکترونها در بین اتم‌ها مربوط است.

**تذکر:** هر نوع ماده شیمیایی هم دارای خواص فیزیکی است و هم خواص شیمیایی.

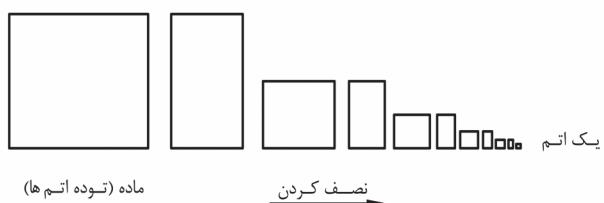
**فلورسانس:** فلورسانس از خواص فیزیکی برخی مواد شیمیایی است که این مواد، نوری با طول موج معینی را جذب می‌کنند و به جای آن نوری با طول موج بلندتر را منتشر می‌سازند و با قطع شدن منبع نور این تابش قطع می‌شود؛ مثل ZnS که در تولید لامپ تلویزیون و نمایشگرها کاربرد دارد. ماده‌ای که دارای خاصیت فلورسانس باشد را فلورسنن می‌نامند.

**فسفرسانس:** همانند فلورسانس یک خاصیت فیزیکی است که نوری با طول موج معین را جذب و به جای آن نوری با طول موج بلندتر را منتشر می‌سازد ولی با قطع شدن منبع نور، این تابش قطع نمی‌شود. مثل شب نما.

**گلکی ادگیری:** درسته که موضوع فلورسانس و فسفرسانس هیچ ربطی به عنصرهای F و P<sub>۹</sub> نداره ولی آنکه یه بوراین بفاییم پسیونیم به اینا، میکیم پون فلورکوپلولئه طاقت نمی‌اره و زود قطع میشه ولی فسفر بزرگ‌لو! و به انتشار نورش ارادمه میده.

در مباحث بعدی خواهیم دید که اساس خواص فلورسانس و فسفرسانس، ناشی از برانگیخته کردن الکترون به مدار بالاتر و بازگشت آن به حالت پایه است که در این حالت نور نشر می‌کند. اگر طول موج نور حاصل از بازگشت الکترون (از حالت برانگیخته به حالت پایه) در ناحیه مرئی (طول موج ۳۸۰ الی ۷۵۰ نانومتر) باشد چشم انسان می‌تواند این موج را به صورت رنگی مشاهده کند. درک عمیق این موضوع بعد از مطالعه مدل اتمی بور به راحتی امکان‌پذیر است.

## فصل اول: ساختار اتم



ماده (توده اتم‌ها)

نصف کردن

دیدگاه کلی در این فصل این است که اگر مواد موجود در طبیعت را مرحله به مرحله تجزیه و تقسیم کنیم کوچکترین ذره حاصل چیست و چه مشخصاتی دارد (مانند شکل روپرور) نظریات دانشمندان همین موضوع را بررسی می‌کنند.

در طول تاریخچه اتم، بعضی دانشمندان /ایده دادند، بعضی‌ها مدل ارائه کردند و برخی دیگر خدماتی جهت رسیدن به ایده و مدل ارائه نمودند:

**ایده:** در مورد اتم فرضیه و گمانه زنی‌هایی را ارائه می‌کردند که نقطه شروع و زمینه ساز مدل‌های اتمی بودند.

**مدل:** ساختار اتم را به چیزی شبیه می‌کردند که در جهت اثبات و توجیه مدل دلیل می‌آورند.

**خدمات:** در جهت ارائه ایده‌ها و مدل‌های بهتر، نظریاتی را ارائه می‌دادند.

**تذکر:** اینکه هر نظریه، ایده است یا مدل اتمی، در کنار اسم هر دانشمند قید شده است.

تا حال دیرین آدم از یک فیل برش بیار اونو تشییه می‌کنند به یه پیز عیب و غریب؟ مثلاً می‌که مُدشونکا، انکار شیه کوریله، یعنی از دیدگاه شاکی واسه اون مفتوح مدلی ارائه شد که شبیه کوریل هس.

قبل از اینکه وارد بحث اصلی شویم به یک داستان کوتاه در رابطه با شناخت فیل توجه کنید:

فیل موجود عظیم البته‌ای هست؛ قریماً آدم‌که می‌توانست به عظمت این موجود پن تفر (اوطلب می‌شنون تا پیش فیل بزن و از نزدیک بینن این موجود رو و بیان به مردم توصیف کنن که فیل چه بور موجودی هست. یک میرفت فقط دم فیل رو میدیر می‌ومد می‌گفت فیل یه موجود دم بزرگ هستش که نکو؛ بعدی میرفت فقط خرطومشو میدیر می‌ومد می‌گفت فیل یه فُرطوه که دست و پا در آورده؛ یک دیگه مثلاً پاشو میدیر می‌گفت فیل یه پاکنده‌ای هست و ... فلاحته اینکه هر کسی از دیدگاه خودش فیل رو به یه پیزی تشییه می‌کرد و مدلی رو ارائه می‌داد مثل همین تاریفه دانشمندان ما.

**۱- مدل اتمی تو پر (نظریه دالتون):** جهت ارائه این مدل دانشمندان زیر نقش داشتند:

ایده	خدمات	مدل
دموکریت	تالس، ارسسطو، بویل	دالتون

**تالس (یونانی) [۵۰۰ سال قبل از میلاد]:** آب را عنصر اصلی سازنده جهان هستی می‌دانست. در اینجا منظور از عنصر جوهره سازنده یا اصل سازنده یک ماده است.

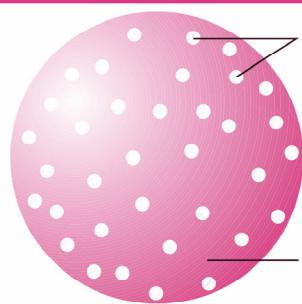
**دموکریت (یونانی) [۵۰۰ قبل از میلاد] (ایده تجزیه ناپذیری):** اولین بار ایده اتم (یعنی تجزیه ناپذیری) را مطرح کرد: همه مواد از ذرات بسیار کوچک و تجزیه ناپذیری بنام اتم ساخته شده‌اند، ولی نتوانست ایده خود را ثابت کند و توضیح دهد. دیدگاه دموکریت نقطه شروع علم شیمی محسوب می‌شود چرا که اولین ایده اتمی را مطرح کرد.

اما کن بود که به هر فش کوش بده واسه همین علم شیمی ۲۰۰۰ سال به لطف ارسسطو خان فوار بوده!

**ارسطو (یونانی) [۳۰۰ قبل از میلاد]:** هوا، خاک و آتش را به عنصر پیشنهادی تالس اضافه کرد. دیدگاه وی تا ۲۰۰۰ سال مورد پذیرش بود (طولانی‌ترین دیدگاه در تاریخچه دانشمندان می‌باشد). دیدگاه‌های ارسسطو و تالس بیشتر حالت فلسفی دارد و به صورت تجربی و آزمایشگاهی قابل اثبات نیستند.

یونانیان باستان به فلسفه باقی و سفسطه کاری معروف بودن واسه همین تالس و ارسسطو شیمی رو مثل ادبیات تفیلی میدونستن و فقط به مشاهده، انریشیدن و تئیه کیری بسنده می‌کردند، دیگه ابرای آزمایش و اینپور چیزا در کار نبود و از آنباشه که قدرت هم دست فلسفه دانا بود کسی برأه نمی‌کرد

## فصل اول: ساختار اتم



تعداد زیادی الکترون با بار منفی در اتم وجود دارد.

۳. ابر کروی جرمی ندارد و جرم اتم به تعداد الکترونها آن بستگی دارد. (نقض شده: چون جرم الکترون حدود  $2 \times 10^{-31}$  کیلوگرم متر مربع است).

۴. جرم زیاد اتم از وجود تعداد بسیار زیاد الکترونها است. (نقض شده).

فضای کروی ابرگونه با بار الکتریکی مشبّت

متاسفانه بعضی از مفاهیم تستهای این بخش با مدل اتمی بور ارتباط تنگاتنگی دارد که این موضوع بخاطر نامناسب بودن روند آموزشی کتاب درسی است. خلاصه اینکه اگر مفهوم بعضی توضیحات را عمیقاً درک نکرده باشید اصلاً جای نگرانی نیست. بعد از توضیحات مدل اتمی بور به طور کامل تفهیم خواهد شد.

**راابت میلیکان (فیزیکدان آمریکایی) [سال ۱۹۰۹]:** مقدار بار الکتریکی الکترون را محاسبه کرد ( $C = 1.6 \times 10^{-19}$ ) و با توجه به نسبت بار به جرمی که تامسون بدست آورده بود، جرم الکترون نیز ( $g = 9.1 \times 10^{-31}$ ) محاسبه شد.

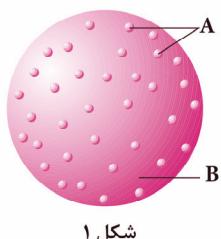
### تسنی ۴: کدام گزینه درست است؟

- ۱ مایکل فارادی با استفاده از الکتریسته مالشی نشان داد که اتم تجزیه پذیر است.
- ۲ تامسون با استفاده از لوله پرتوی کاتدی الکترون را کشف کرد و به عنوان یک ذره زیر اتمی معرفی کرد.
- ۳ اجرای آزمایش‌های بسیاری با الکتریسته مالشی مقدمه‌ای برای شناخت اتم بود.
- ۴ تامسون ثابت کرد که الکترون به عنوان یک ذره زیر اتمی برای تمامی اتم‌هاست و اتم تجزیه پذیر است.

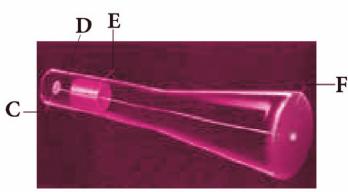
### تسنی ۵: کدام گزینه در مورد لوله پرتوی کاتدی درست است؟

- ۱ در لوله پرتوی کاتدی در دو انتهای قطعه‌ای از شیشه نصب شده است که الکترود نام دارد.
- ۲ پرتوهای کاتدی جزء امواج الکترومغناطیس است و از مواد پرتوزا خارج می‌شوند.
- ۳ انرژی پرتوهای کاتدی به جنس کاتد و ولتاژ اعمالی بستگی دارد.
- ۴ پرتوهای کاتدی سبز رنگ هستند و جرمی ندارند.

### تسنی ۶: با توجه به شکل‌های (۱) و (۲) چند مورد از عبارتهای زیر نادرست است؟



شکل ۱



شکل ۲

آ) شکل (۱) توسط تامسون به منظور نشان دادن تجزیه

پذیری اتم طراحی شده است.

ب) جنس ذرات A و D یکسان است.

پ) جنس قطعات C و E معمولاً از فلز می‌باشد ولی

اتصال این قطعات الزاماً باید توسط یک نارساناً صورت

بگیرد

ت) از دیدگاه تامسون ذرات B به صورت ابر کروی در همه قسمتهای اتم پراکنده شده است.

ث) ماده F سبز رنگ است و در اثر برخورد ذرات D به ماده F تغییر رنگ مشاهده خواهد شد.

۱ - ۱

۲ - ۲

۳ - ۳

۴ - ۴

## شیمی دوم مول

**تسنیع ۷:** با تعویض گاز درون لوله پرتوی کاتدی کدامیک از موارد زیر مشاهده نمی‌شود؟

- ۱- رنگ درخشش نور درون لوله تغییر می‌کند.
- ۲- فرکانس موج حاصل از بازگشت الکترون از حالت برانگیخته به حالت پایه تغییر می‌کند.
- ۳- میزان انرژی لازم برای جدا کردن الکترون از کاتد تغییر خواهد کرد.
- ۴- میزان انرژی مصرفی برای برانگیخته کردن الکترونهای گاز درون لوله تغییر خواهد کرد.

**تسنیع ۸:** کدام عبارتهای زیر درباره اولین ذره زیر اتمی شناسایی شده درست است؟

آ) مایکل فارادی به هنگام عبور جریان برق از یک محلول شیمیایی فلزدار به وجود آن در اتم پی برد و آن را الکترون نامید.

ب) از دیدگاه مدل تامسون، جرم یک اتم برابر با مجموع جرم‌های این ذره در اتم است.

پ) رابطه بین این ذره و اتم، توسط آزمایش لوله‌ی پرتوی کاتدی تامسون مشخص شد.

ت) برای اتمهایی که در میدان الکتریکی منحرف نمی‌شوند قطعاً مقدار بار اولین ذره زیر اتمی با مقدار بار مثبت برابر است.

ث) ایده وجود این ذره ۲۵۰۰ سال پیش توسط دموکریت ارائه شده بود.

- ۴- ب، پ، ث      ۳- آ، پ، ث      ۲- ب، پ، ت      ۱- آ، ب، ث

**۳- مدل اتمی هسته دار (مدل رادرفورد):** جهت ارائه این مدل دانشمندان زیر نقش داشتند:

مدل	خدمات	ایده
ارنست رادرفورد	رونتنگن، ماری‌کوری، موزلی، چادویک	هانری بکرل

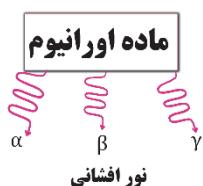
**ویلهلم رونتگن (فیزیکدان آلمانی):** پرتوهای X را کشف کرد. این پرتوها پرانرژی و از جنس نور (الکتروومغناطیس) هستند. توجه شود که منشأ پرتوهای X (همانند سایر امواج الکتروومغناطیسی) انتقال الکترون بین مدارها است (به مدل اتمی بور ارتباط دارد).

**هانری بکرل (فیزیکدان فرانسوی) [ایده پرتوزایی] (۱۸۱۹):** هنوز ماجراهی اولین ذره زیر اتمی (یعنی الکترون) تمام نشده بود و دانشمندان به وجود خاصیت فسفرسانس و فلورسانس برخی مواد پی بردند که فصل جدیدی از شیمی (فروپاشی هسته اتم) به طور تصادفی توسط هانری بکرل ورق خورد.

در آن زمان به تازگی اهمیت پرتوهای X (که در پزشکی و تصویربرداری از قسمتهای مختلف بدن کاربرد دارد) خودش را نشان داده بود، هانری قصد داشت با استفاده از خصلت فلورسانس و فسفرسانس پرتوی X تولید کند. او برای انجام این کار بلورهای موادی که خصلت فلورسانس و فسفرسانس داشتند را برای مدتی در برابر نور خورشید قرار داد (تا اینکه در اثر بازگشت الکترونهای این مواد برانگیخته شوند) و سپس این مواد را در جای تاریکی قرار می‌داد تا نورافشانی کنند (در اثر بازگشت الکترون از حالت برانگیخته به حالت پایه نور آزاد کنند). بدیهی است که در محیط تاریک با گذشت زمان نورافشانی کاهش می‌یابد. هانری برای مشاهده شدت نور افسانی مواد از یک فیلم خام عکاسی استفاده کرد و طبق معمول همیشه با گذشت زمان میزان وضوح تصویر کمتر می‌شد (طول موج نور نشر شده بیشتر و شدت آن کمتر می‌شد).

چیزی شیوه اینه که یه جسم آهنی رو روی شعله آتش بزاریش راغ میشه و سرخ میشه بعد که برش داری رفته شدت سرفی بسیار کم میشه.

## فصل اول: ساختار اتم



در ادامه آزمایشات، هانری به طور تصادفی ماده اورانیوم را به عنوان فسفرستنت انتخاب کرد و چون چند روزی هوا ابری بود (یعنی ایشان اورانیوم را نمی‌توانست در برابر خورشید قرار بدهد تا الکترونهای آن برانگیخته شود) ماده اورانیوم را به همراه فیلم خام عکاسی در کشوی میز خود (محیطی کاملاً تاریک) قرار داد؛ چند روز بعد یک دفعه به طور تصادفی تصمیم گرفت که فیلم وضوح اورانیوم را ظاهر کند تا اینکه ببیند واقع نور افشاری دارد یا خیر! چون اورانیوم چندین روز در محیط تاریک مانده است هانری انتظار داشت شدت نور افشاری آن خیلی کم باشد و حتی با گذشت زمان شدت نور افشاری کمتر و کمتر شود ولی بر خلاف انتظار با ظاهر کردن فیلم عکاسی مشاهده کرد که شدت وضوح تصویر خیلی بالا است؛ از این موضوع نتیجه گرفت که پدیده تازه‌ای کشف کرده است.

دلیل این موضوع این بوده است که چون اورانیوم ماده پرتوزا است علاوه بر امواج الکترومغناطیسی (که ناشی از برانگیختگی الکترون بین مدارهاست) پرتوهای  $\alpha$ ,  $\beta$  و  $\gamma$  تولید می‌کند و وجود این پرتوها شدت وضوح تصویر را بالا می‌برد. خلاصه اینکه پدیده پرتوزا (رادیواکتیوی) را اولین بار هانری بکرل کشف کرد (اما ایشان نام ننهاد).

جهت افزایش اطمینان به نتیجه آزمایش بکرل باید چندین بار این آزمایش تکرار شود، چرا که برای یک پدیده اتفاقی با انجام یک آزمایش نمی‌توان نتیجه قطعی و کافی گرفت.

**ماری کوری (دانشمند لهستانی):** خاصیتی را که هانری بکرل به آن پی برده بود ماری کوری آن را پرتوزا (یعنی ماده پرتوزا) نام نهاد و مواد دارای این خاصیت را مواد پرتوزا نامید. این دانشمند ثابت کرد که خاصیت پرتوزا مربوط به ساختار اتم است، یعنی یک پدیده اتمی است (به عبارت بهتر ناشی از اتفاقات درون اتمی است) که در برخی مواد دیده می‌شود.

کشف پرتوزا → هانری بکرل

نامگذاری پرتوزا و مواد پرتوزا → ماری کوری

تجزیه تحلیل پرتوهای  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ← ارنست رادرفورد

**ارنست رادرفورد (دانشمند نیوزلندی) [۱۹۱۲] (مدل اتمی هسته دار):** اوی فهمید تابشی که بکرل نخستین بار به وجود آن پی برده بود خود ترکیبی از سه تابش مختلف است که پرتوهای  $\alpha$  (آلfa),  $\beta$  (بتا) و  $\gamma$  (گاما) نام گرفتند:

کارهای مهمی که رادرفورد انجام داد عبارتنداز:

(۱) تجزیه و تحلیل پرتوهای  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  (بار، جنس، جرم، میزان انحراف، نفوذپذیری و ...)

(۲) بمباران ورقه نازک طلا با پرتوهای  $\alpha$

(۳) ارائه مدل اتمی هسته دار

(۴) کشف عدد اتمی

(۵) ایده کشف نوترون

در ادامه تک تک این موارد به طور مفصل بحث خواهد شد:

تجزیه تحلیل پرتوهای  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ : رادرفورد با وارد کردن این پرتوها به میدان الکتریکی متوجه شد که این پرتوها خود از سه نوع تابش مختلف است به نامهای  $\alpha$ ,  $\beta$  و  $\gamma$  طوری که تابش  $\alpha$  دارای بار مثبت است (چرا که به سمت قطب منفی میدان جذب شده است) تابش  $\beta$  دارای بار منفی است (چرا که به سمت قطب مثبت میدان جذب شده است) و تابش  $\gamma$  بدون بار است (

## شیمی دوم مول

- رادرفورد بعد از تلاش‌های بسیار فهمید تابشی که بکرل پرتوزایی نامگذاری کرده بود خود ترکیبی از سه نوع تابش مختلف است.
- مطالعه گستردۀ موژلی روی پرتوهای X تولید شده از عنصرهای مختلف زمینه ساز کشف پروتون به عنوان اولین ذره زیر اتمی شد.
- رادرفورد با تقسیم کردن بار الکتریکی پروتون بر بار مثبت هسته‌ای برخی اتم‌ها، به عده‌های صحیحی رسید و آن را عدد اتمی نامید.

۱ - ۰      ۲ - ۱      ۳ - ۴

### تست ۱۴: کدام گزینه در مورد آزمایشات و نتایج رادرفورد نادرست است؟

- ۱ بر اساس پرتوزایی، اتم  $M^{33}$  با تابش دو ذره  $\alpha$  و یک ذره  $\beta$  به  $M^{22}$  تبدیل می‌شود.
- ۲ پدیده پرتوزایی با مدل اتمی دالتون و با مدل اتمی تامسون مغایرت دارد.
- ۳ رادرفورد در آزمایش ورقه طلا مشاهده نمود که بیشتر ذره‌های  $\alpha$  با زاویه‌ای بیش از  $90^\circ$  درجه از مسیر اولیه منحرف می‌شدند.
- ۴ رادرفورد در بمباران ورقه طلا مشاهده کرد که تعداد زیادی از ذره‌های  $\alpha$  با زاویه اندکی از مسیر اولیه خود منحرف می‌شود.

### تست ۱۵: چه تعداد از عبارات زیر درست است؟

- اگر مدل اتمی تامسون درست بود باید همه ذرات  $\alpha$  توسط الکترونها جذب اتم می‌شدند و عبور نمی‌کردند.
- قدر مطلق عدد محاسبه شده برای بار الکترون توسط میلیکان (بر حسب کولن) بزرگتر از عدد نسبت بار به جرم الکترون (بر حسب کولن بر گرم) است که تامسون محاسبه کرد.
- بمباران ورقه نازک طلا با ذرات  $\alpha$  توسط رادرفورد مشخص کرد میدان الکتریکی قوی در اتم وجود دارد که باعث انحراف تعداد کمی از ذرات آلفا می‌شود.
- مدل اتمی رادرفورد در مورد نحوه قرارگیری الکترونها در داخل اتم و نیز انتقال الکترون بین مدارها هیچ اطلاعاتی ارائه نمی‌دهد.

۱ - ۰      ۲ - ۱      ۳ - ۴

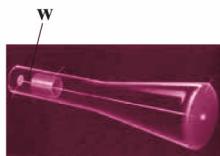
### تست ۱۶: کدام عبارتهای زیر در مورد جریانی از الکترونها پر انرژی درست است؟

- .آ) جریانی از ذره‌های بارداری است که جرم یکی از آنها حدوداً  $2 \times 10^{-20}$  برابر جرم یک نوترون است.
- ب) از ورقه کاغذی عبور می‌کنند و جذب ورقه آلومینیومی می‌شوند.
- پ) در آزمایشات رادرفورد در میدان الکتریکی بیشترین میزان انحراف و کمترین جرم را دارند.
- ت) این جریان الکترونی امواج الکترومغناطیسی است که ناشی از انتقال الکترون بین مدارها می‌باشد.
- ث) طی فرایند پرتوزایی با نشر این جریان الکترونی عدد جرمی تغییر نمی‌کند.

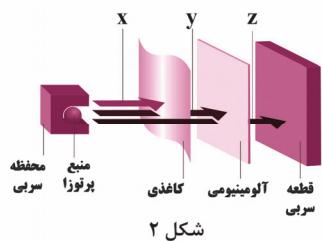
۱ - ث، ب      ۲ - آ، ب، پ      ۳ - آ، پ، ت      ۴ - ت، ث

### تست ۱۷: با توجه به دو شکل زیر چند تا از عبارتها نادرست است؟

## فصل اول: ساختار اتم



شکل ۱



شکل ۲

- موادی که توانایی نشر  $x$ ،  $y$  و  $z$  را دارند اولین بار توسط ماری کوری مواد رادیواکتیو نامگذاری شد و جنس ذرات  $w$  اولین بار توسط جورج استونی الکترون نامگذاری شده است.

- عناصری که در شکل (۲) به عنوان منبع پرتوزا استفاده می-

شود دارای شرط  $\frac{A-Z}{Z} \geq \frac{84}{5}$  یا  $A-Z \geq 84$  است.

- همه عنصرها می‌توانند به عنوان منبع پرتوزا شکل (۱) باشند.

- عناصر پرتوزا با نشر دو تابش  $y$  و یک تابش  $x$  ماهیتشان تغییر نمی‌کند.

- پرتوهای  $w$  و  $y$  از نظر بار مشابه و نیز بار الکتریکی پرتوهای  $x$  دو برابر بار الکتریکی پرتوهای  $w$  است.

۳ -۴                  ۲ -۳                  ۱ -۲                  ۰ -۱

**تسنی ۱۸:** بر پایه نتایج به دست آمده از انجام آزمایش رادرفورد با ورقه نازک طلا، چند مورد از ویژگی‌های بیان شده برای اتم‌ها توسط تامسون، زیر سؤال رفت؟ (ریاضی ۹۵ خارج)

۴ -۴                  ۳ -۳                  ۲ -۲                  ۱ -۱

**تسنی ۱۹:** کدام گزینه درست است؟ (تجربی ۹۴ داخل)

- این دیدگاه که همه مواد از ذرات کوچک و تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده است، ۲۵۰۰ سال پیش از پیشنهاد آب، خاک، آتش و هوا به عنوان عنصر، مطرح شد.
- با توجه به وجود ذرات زیر اتمی، هنوز باور بر این است که اتم کوچکترین ذره هر عنصر است که خواص فیزیکی و شیمیایی عنصر یاد شده به ویژگی‌های آن بستگی دارد.
- بر پایه نظریه ارسسطو دانشمندان باید به پژوهش‌های عملی در کنار فعالیتهای نظری پردازنند.
- رابت بویل در کتاب خود به نام شیمیدان شکاک، درستی نظریه اتمی دالتون را زیر سوال برد.

**تسنی ۲۰:** کدام گزینه درست است؟ (تجربی ۹۴ خارج)

- نظریه «مواد از ذرات کوچک و تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده‌اند» نخستین بار توسط دالتون ارائه شد.
- دالتون ضمن معرفی شیمی به عنوان علمی تجربی، پژوهش‌های عملی رانیز به ابزارهای مطالعه طبیعت اضافه کرد.
- ارسطو، سه عنصر هوا، خاک، آتش را به عنصر آب افزود و این ۴ عنصر را سازنده کاینات اعلام کرد.
- فرآیند بر قکافت الکتروولیت‌ها، در قرن ۱۹ توسط فارادی کشف شد و ذرات حامل بار را الکترون نامید.

**تسنی ۲۱:** با توجه به ابعاد تقریبی اتم طلا و هسته آن در یک ردیف به طول یک نانومتر، به ترتیب از راست به چپ، به طور

فرضی چند اتم طلا و چند هسته اتم آن، جای می‌گیرد؟ (ریاضی خارج ۹۳)

۱۰۶، ۱۰۰ -۴                  ۱۰۵، ۱۰۰ -۳                  ۱۰۶، ۱۰ -۲                  ۱۰۵، ۱۰ -۱

## فصل اول: ساختار اتم



- ایزوتوب‌ها، مجموعه‌ای از اتمها هستند که عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی متفاوتی دارند.
  - ایزوتوبها، ترکیبات و یا عناصری هستند که خواص شیمیایی یکسان ولی خواص فیزیکی متفاوتی دارند.
- به نکات زیر در رابطه با ایزوتوبها توجه کنید:

**نکته ۱:** در ایزوتوبها نوع عنصر عوض نمی‌شود، چرا که تعداد پروتون (عدد اتمی) ثابت است.

**نکته ۲:** از آنجایی که ایزوتوبها جرم متفاوتی دارند پس فقط خواص فیزیکی وابسته به جرم آنها متفاوت است (مانند دمای جوش، چگالی و ...) اما رنگ که یکی دیگر از خواص فیزیکی است برای ایزوتوبها یکسان می‌باشد. مثلاً هر دو ایزوتوب کلر زرد رنگ هستند.

**نکته ۳:** خواص شیمیایی عناصر از روی مبادله الکترون تعیین می‌شود (که آن هم به جاذبه الکترونها و پروتونها بستگی دارد) و هیچ ربطی به تعداد نوترونها ندارد. با خاطر همین خواص شیمیایی ایزوتوبها یکسان است.

**نکته ۴:** هر چه ایزوتوبی سنگین‌تر باشد چگالی بیشتر و دمای جوش بالاتری خواهد داشت چرا که متراکم‌تر است.

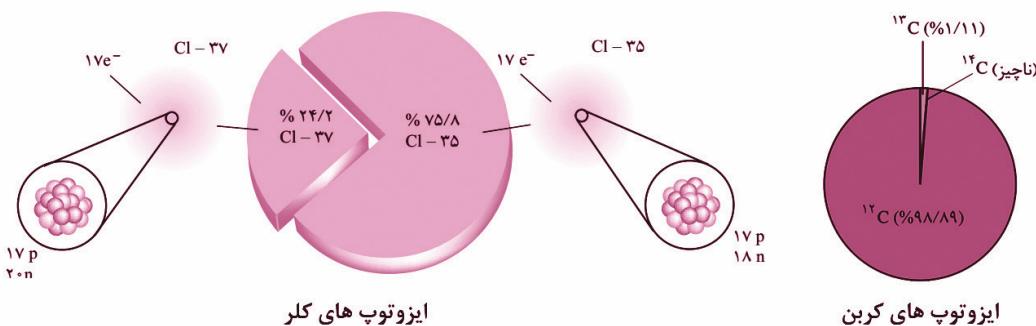
**نکته ۵:** تاکنون بیش از ۲۳۰۰ ایزوتوب (طبیعی و ساختگی) شناخته شده است که از میان آنها ۲۷۹ ایزوتوب پایدار (طبیعی) وجود دارد.

**تذکر:** منظور از ایزوتوب ساختگی این است که در آزمایشگاه و صنعت ساخته می‌شود، پایدار نبوده و پس از مدتی از بین می‌رود.

**نکته ۶:** برخی عناصر فقط یک ایزوتوب پایدار دارند؛ مثل فلور، فسفر و آلومینیم. برخی عناصر چندین ایزوتوب پایدار دارند؛ مثل قلع که ۱۰ ایزوتوب پایدار دارد.

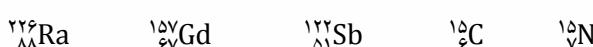
**تذکر:** با توجه به اینکه در جدول تناوبی ۱۱۸ عنصر وجود دارد. بنابراین می‌توان گفت، به طور متوسط (و تقریبی) به ازای هر عنصر جدول تناوبی  $\frac{۲۳۰۰}{۱۱۸} \approx ۲۰$  ایزوتوب ساختگی و طبیعی وجود دارد  $\frac{۲۰}{۱۱۸} \approx \frac{۲۷۹}{۱۱۸}$  یا ۳ ایزوتوب پایدار وجود دارد  $\frac{۳}{۱۱۸} \approx \frac{۱۰}{۱۱۸}$ .

**نکته ۷:** ایزوتوبها علاوه بر اینکه جرم متفاوتی دارند، فراوانی آنها در طبیعت نیز متفاوت است. کلر دو ایزوتوب دارد: کلر ۳۵ و کلر ۳۷ که درصد فراوانی آنها در طبیعت به ترتیب  $\frac{۷۵}{۸}$  و  $\frac{۲۴}{۲}$  می‌باشد (به ازای ۳ اتم  $^{۳۷}Cl$  در طبیعت ۱  $^{۳۷}Cl$  وجود دارد). کربن دارای سه ایزوتوب  $^{۱۲}C$ ،  $^{۱۳}C$  و  $^{۱۴}C$  که درصد فراوانی به ترتیب  $\frac{۹۸}{۸۹}$ ،  $\frac{۱}{۱۱}$  و  $\frac{۱}{۸۹}$  ناچیز است. گوگرد نیز دو ایزوتوب دارد. هیدروژن و اکسیژن هر یک ۳ ایزوتوب دارند.



**نکته ۸:** ایزوتوبهایی که  $\frac{N}{P} \geq 1/5$  و یا  $P \geq 84$  داشته باشد پرتوزا هستند.

**مثال:** شرط پرتوزایی را در مثالهای زیر بررسی کنید:



## شیمی دوم مول

**تذکرہ:** در ایزوتوپهای یک عنصر، ایزوتوپی که سبک‌تر است معمولاً فراوانی نسبی بیشتری دارد، چرا که جرم‌های سنگین‌تر رادیواکتیویت هستند.

**نکته ۹:** حالا یک جمله بی‌ربط صفحه ۱۲ کتاب درسی: غده تیروئید در جلوی گردن قرار دارد و هورمونهای تیروئیدی  $T_3$  و  $T_4$  را ترشح می‌کنند. این غده برای ساختن این هورمونها مقدار زیادی از ید موجود در مواد غذایی را در خود جمع می‌کند؛ از این رو رادیو ایزوتوپ ید-۱۳۱ برای تشخیص بیماری‌های غده تیروئید بکار می‌رود.

**تذکرہ:** استفاده از نمک یدار برای سالم ماندن غده تیروئید ضروری است.

**آب معمولی، آب سنگین، آب رادیواکتیو:**

در قسمت قبل دیدیم که هیدروژن دارای سه ایزوتوپ ( $H^1$ ،  $D^2$  و  $T^3$ )، و همینطور اکسیژن نیز دارای سه ایزوتوپ ( $O^{16}$ ،  $O^{17}$  و  $O^{18}$ ) است.

برای مولکول آب اگر از ایزوتوپهای  $H^1$  و  $O^{16}$  استفاده شود در اینصورت آب معمولی حاصل می‌شود ( $H_2O$ ).

برای مولکول آب اگر از ایزوتوپهای  $D^2$  و  $O^{16}$  استفاده شود در اینصورت آب سنگین حاصل می‌شود ( $D_2O$ ).

برای مولکول آب اگر از ایزوتوپهای  $T^3$  و  $O^{16}$  استفاده شود در اینصورت آب رادیواکتیو حاصل می‌شود ( $T_2O$ ).

در ارتباط با این موضوع به نکات زیر توجه کنید:

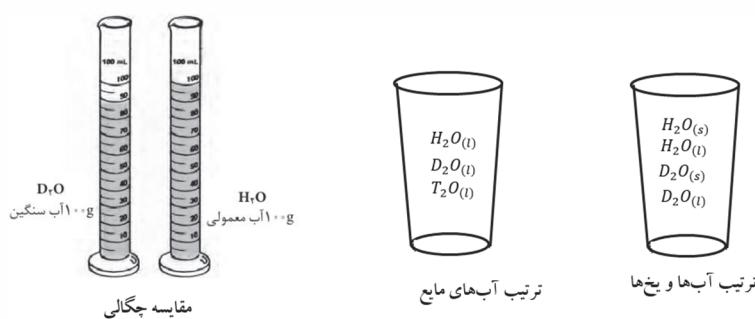
**نکته ۱:** در هر سه نوع مولکول آب (ممولی، سنگین و رادیواکتیو) از ایزوتوپ  $O^{16}$  استفاده شده است.

**نکته ۲:** چون در  $T_2O$  از ایزوتوپ تریتیوم استفاده شده است و در  $T^3$  نسبت تعداد نوترон به پروتون از  $1/5$  بیشتر است بنابراین  $T_2O$  رادیواکتیو است.

**نکته ۳:** با اینکه جرم  $T_2O$  (که برابر ۲۲ می‌باشد) بیشتر از جرم  $D_2O$  (که برابر ۲۰ است) می‌باشد ولی در عمل به آب سنگین می‌گویند، چرا که  $T_2O$  پرتوزا است و در طبیعت یافت نمی‌شود.

**نکته ۴:** ترتیب جرم و چگالی  $T_2O > D_2O > H_2O$  است، بنابراین اگر حالت‌های مایع هر سه نوع آب را به یک لیوان بریزیم در پایین و  $H_2O$  در بالا قرار می‌گیرد.

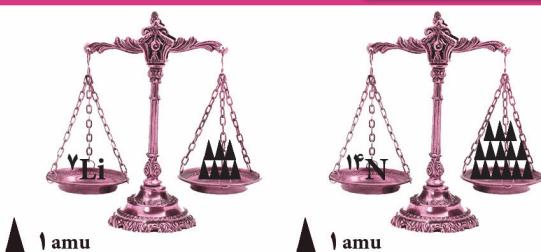
**نکته ۵:** از آنجایی که می‌دانیم آب هنگام یخ زدن اندازی افزایش حجم پیدا می‌کند. به عنوان مثال  $H_2O_{(s)}$  بر سطح  $H_2O_{(l)}$  قرار می‌گیرد و همینطور  $D_2O_{(l)}$  بر روی  $D_2O_{(s)}$  شناور است. حال سوال این است  $D_2O_{(s)}$  را در داخل  $H_2O_{(l)}$  بیاندازیم فرو می‌رود یا خیر؟



با اینکه در اثر یخ زدن اندازی افزایش حجم پیدا کرده است (یعنی چگالی اندازی کاهش یافته است) اما چون جرم دوتریم بیشتر از جرم پروتیوم است بنابراین در مجموع ایزوتوپ سنگین بودن ( $D_2O_{(s)}$ ) (امتیاز مثبت) بر افزایش حجم در اثر یخ زدن (امتیاز منفی) غلبه می‌کند (توجه شود که چگالی  $\rho = \frac{m}{V}$  است) بنابراین یخ  $D_2O_{(s)}$  در  $H_2O_{(l)}$  فرو می‌رود.

**نتیجه:** چگالی  $D_2O$  جامد از  $H_2O$  مایع بیشتر است، بنابراین  $D_2O$  جامد در  $H_2O$  مایع فرو می‌رود.

## فصل اول: ساختار اتم



و یا اگر بخواهیم جرم اتم  $^{14}N$  را اندازه‌گیری کنیم اگر در یک کفه ترازو یک اتم نیتروژن  $^{14}N$  قرار بدهیم در کفه دیگر باید  $^{14}\text{amu}$  بگذاریم. محتویات اتم  $^{14}N$  به صورت زیر است:

جرم و بار ذرات زیر اتمی به صورت جدول مقابل است:

جرم		بارالكتريكي نسبي	نماد	نام ذره
g	amu			
$9/1 \times 10^{-28}$	.00005	-1	$-^{\circ}e$	الكترون
$1/673 \times 10^{-24}$	1/0073	+1	$+^1p$	پروتون
$1/675 \times 10^{-24}$	1/0087	0	$+^1n$	نوترون

یادآوری می‌شود که در شیمی برای بیان بار نسبی اتمها، بار الکترون (۱-) را به عنوان مبنا در نظر می‌گیرند و برای بیان جرم نسبی اتمها جرم ۱ پروتون یا ۱ نوترون (که تقریباً برابر  $1 \text{ amu}$  است) به عنوان مبنا قرار داده می‌شود.

چنانچه می‌دانیم جرم  $2000$  الکترون تقریباً به اندازه یک پروتون است، و نیز می‌دانیم که هر  $\alpha$  هسته یک اتم هلیوم است که عدد جرمی  $4$  دارد که  $\frac{1}{\alpha}$  برابر  $1$  پروتون می‌شود، بنابراین در حالت کلی داریم:

$$1 \text{ amu} = \frac{1}{12} \text{ } ^{12}\text{C} = 1/861 \times 1 \cdot 10^{-24} \text{ g} \cong 1 \text{ p} \cong 1 \text{ N} \cong 1 \dots \text{ e} \cong -\frac{1}{e} \text{ a} \cong -\frac{1}{e} \text{ T} = \dots$$

چنانچه مشاهده می‌شود در برابری‌های بالا به جای علامت مساوی = از علامت تقریباً مساوی ≈ استفاده شده است، چرا که جرم یک نوترون اندکی بیشتر از جرم پروتون است و جرم یک پروتون هم اندکی از جرم  $1 \text{ amu}$  بیشتر است  $> 1N$ .

اما مشکل اساسی که وجود دارد این است که، حتی جرم  $1 \text{ amu}$  هم عدد بسیار بسیار کوچکی است. به عبارت بهتر چون جرم  $1 \text{ amu} = 10^{-24} \text{ gr}$  است درک و لمس چنین عددی در عمل مقدور نیست و حتی با قوی ترین و مسلح ترین میکروسکوپ های دنیا هم چنین جرمی قابل مشاهده نیست. به عنوان مثال وقتی می گوییم جرم اتمی  $12 \text{ amu}$  برابر است استفاده از حین، حمراء، آزمایشگاه و صنعت عملاً مقدور، نیست و اصلاً قابل مشاهده نیست.

در واقع یک اتم به قدری کوچک است که اگر جرم آن بر حسب گرم بیان شود عدد آن قابل درک نیست، بخاطر همین از یکای کوچک، به نام amu استفاده شده است.

فرض کن بفروای ۵ کرم؛ غدرون بفری؛ آیا معقوله به مغازه‌دار بکنی که  $ton^{-7} \times 5$ ؛ غدرون میفروام؟؟؟؟؟ قطعاً نه! هون مقدار فیلی کمه باید از یکای کوچکتری مانند کرم استفاده کنیم (نه تُن).

نتیجه اینکه یک اتم بسیار بسیار کوچک است و برای آن منطقی نیست که از گرم استفاده کنیم، بنابراین واحد کوچکتری به نام amu استفاده می‌شود.

برای حل این مشکل، آوگا درو پیشنهاد داد به جای استفاده از یک اتم، از یک مول اتم ( $10^{23} \times 0.22 / 6$  اتم) استفاده شود. به تعداد  $10^{23} \times 0.22 / 6$  ذره از هر شیء را یک مول از آن شیء می‌گویند.

$$۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳} = 1 mol$$

$$٦/٠٢٢ \times ١٠^{٢٣} = ١ mol$$

$$\text{خودکار} = 1 \text{ mol} / 6 \times 10^{23}$$

$$\text{مولکول} = 1 \text{ mol} = 6 \times 10^{23} \text{ مولکول}$$

حال چنانچه می‌بینید جرم یک اتم بسیار کوچک است و عدد آواگادرو هم عدد بسیار بزرگی است. اگر این دو عدد (جرم یک

## شیمی دوم مول

اتم و عدد آوگادرو) را به هم ضرب کنیم به اعداد معقول و قابل درک و ملموس می‌رسیم.

به عبارت بهتر جرم  $1\text{amu}$  برابر  $10^{-24}\text{gr}$  است و اگر به تعداد عدد آوگادرو  $\text{amu}$  داشته باشیم جرم آن از طریق یک تناسب ساده حاصل می‌شود؛

$1\text{amu}$	$1/661 \times 10^{-24}\text{gr}$
$6/022 \times 10^{23}\text{amu}$	?gr

با طرفین و سطین کردن تناسب بالا علامت سوال برابر  $1\text{gr}$  می‌باشد؛  $1\text{gr} = 10^{23} \times 6/022 \times 10^{-24} = 1/661$  یعنی یک مول واحد کربنی به اندازه یک گرم جرم دارد. توجه شود ۱ گرم قابل درک و ملموس است.

نتیجه اینکه با انتخاب یک مول از اتمها می‌توانیم به جای داشتن جرم اتمی بر حسب  $\text{amu}$  از جرم مولی بر حسب  $\text{gr}$  استفاده کنیم؛ به عبارت بهتر با داشتن عدد آوگادرو از دنیای بسیار ریز و توهمنی به دنیای واقعی، آزمایشگاهی و صنعتی می‌رسیم. شاهکار عدد آوگادرو در این است که اگر تعداد  $10^{23} \times 6/022$  (یعنی یک مول) از اتم هر عنصر را انتخاب کنیم در آن صورت جرم مولی بر حسب گرم همان عددی است که جرم اتمی بر حسب  $\text{amu}$  می‌باشد. یعنی جرم اتمی و جرم مولی از نظر عددی باهم برابرند.

به عنوان مثال جرم اتمی  $^{23}\text{Na}$ ، برابر  $23\text{amu}$  به ازای یک اتم است که بسیار بسیار ریز و غیر قابل درک است، در حالی که جرم مولی (جرم  $10^{23} \times 6/022$  تعداد سدیم)  $^{23}\text{Na}$  برابر  $23\text{gr}$  به ازای یک مول است.

**تذکر مهم:** عدد جرمی تقریباً همان جرم اتم بر حسب  $\text{amu}$  می‌باشد.

جمع بندی هر آنچه که دیدیم با مثال  $^{23}\text{Na}$ :

**عدد جرمی:** مجموع تعداد پروتونها و نوترونها یک اتم؛ عدد جرمی یک اتم سدیم ۲۳ است؛ همواره اعداد صحیح، قابل لمس.

**جرم اتمی:** مجموع جرم پروتونها و نوترونها و الکترونها یک اتم؛ جرم یک اتم سدیم  $23\text{amu}$  است؛ معمولاً اعشاری، غیر قابل لمس.

**جرم مولی:** مجموع جرم پروتونها و نوترونها و الکترونها یک مول اتم، جرم یک مول اتم سدیم  $23\text{gr}$  است، معمولاً اعشاری، قابل لمس.

**تذکر:** هر سه تعریف، از نظر مقدار عددی، با هم برابر است ولی مفهوم متفاوتی دارند.

### جرم اتمی متوسط

همانطور که در قسمت قبلی دیدیم بسیاری از عناصر، ایزوتوپ‌های مختلف با فراوانی متفاوت در طبیعت دارند بنابراین جرم اتمی، میانگینی از ایزوتوپها با در نظر گرفتن فراوانی آنها می‌باشد.

حالا به یک مثال میانگین گرفتن توجه کنید: فرض کنید دانش آموز رشته تجربی در دروس اختصاصی نمرات زیر را دارد و هر درس برای خود واحد مشخصی هم دارد.

درس	زیست	فیزیک	شیمی	ریاضی
نمره (M معادل جرم)	۱۹	۱۶	۱۵	۱۷
واحد (F معادل فراوانی)	۴	۲	۳	۱

معدل این دانش آموز در دروس اختصاصی، برابر است با:

## فصل اول: ساختار اتم



$$\text{میانگین} = \frac{۱۹ \times ۴ + ۱۶ \times ۲ + ۱۵ \times ۳ + ۱۷ \times ۱}{۴ + ۲ + ۳ + ۱} = ۱۷$$

در محاسبه جرم اتمی میانگین عناصر، جرم هر ایزوتوب همانند نمره (M) است و فراوانی هر ایزوتوب همانند تعداد واحد (F) می باشد:

$$\text{جرم اتمی میانگین} = \frac{M_1 \times F_1 + M_2 \times F_2 + M_3 \times F_3 + \dots}{F_1 + F_2 + F_3 + \dots}$$

**تذکر:** فراوانی ایزوتوبها را می توان به شکل های مختلف بیان کرد، جهت درک این موضوع فرض کنید در یک کلاس دانشگاهی آقا و آن خانم وجود داشته باشد، در هر مورد رابطه جرم اتمی و فراوانی دقت شود:

جرم اتمی میانگین	خانم	آقا	
$\frac{M_1 \times F_1 + M_2 \times F_2 + \dots}{F_1 + F_2 + \dots}$	۳	۷	فراوانی (تعداد) $F$
$\frac{M_1 \times f_1 + M_2 \times f_2 + \dots}{1}$	۰/۳	۰/۷	فراوانی نسبی $f$
$\frac{M_1 \times F_1 + M_2 \times F_2 + \dots}{100}$	۳۰	۷۰	درصد فراوانی
$\frac{M_1 \times F_1 + M_2 \times F_2 + \dots}{M_1 \times F_1 + M_2 \times F_2 + \dots}$ مجموع مخرج و صورت	$\frac{۷}{۳}$		نسبت فراوانی آقا به خانم
	$\frac{۳}{۷}$		نسبت فراوانی خانم به آقا

در تستها حالتهای مختلف بیان فراوانی ایزوتوبها را خواهیم دید. توصیه می شود که هیچ یک از روابط بالا را حفظ نکنید؛ هدف از این جدول فقط یادگیری روش های بیان فراوانی است. برای بیان هر نوع فراوانی می توانید از شکل، نمودار و یا اعداد استفاده کنند.



### تکنیک ماندگار مولر ۱: محاسبه جرم اتمی میانگین به روش سریع

**روش حرفه ای برای جرم میانگین:** در محاسبه جرم اتمی میانگین از روش سرعتی زیر استفاده کنید:

$$\dots + \text{فراوانی نسبی} \times \text{اختلاف با مبنا} + \text{فراوانی نسبی} \times \text{اختلاف با مبنا} + \text{کمترین} = \text{جمله اتمی میانگین}$$

توجه شود که  $M_1$  کمترین جرم، به عنوان مبنا است. حال در معدل نمرات دانش آموز، اگر ۱۵ را (کمترین نمره) به عنوان مبنا انتخاب شود، داریم؛

فراوانی نسبی (فیزیک)

فراوانی نسبی (ریاضی)

$$15 + 1 \times ۰/۲ + ۲ \times ۰/۱ + ۴ \times ۰/۴ = ۱۷$$

اختلاف با ۱۵

فراوانی نسبی (زیست)

کمترین نمره (شیمی)

**توجه:** اگر بزرگترین داده را به عنوان مبنا قرار دهید میانگین نمرات از بزرگترین داده کمتر است، یعنی:

$$\dots - \text{فراوانی نسبی} \times \text{اختلاف با مبنا} - \text{فراوانی نسبی} \times \text{اختلاف با مبنا} - \text{بزرگترین} = \text{جمله اتمی میانگین}$$

## فصل اول: ساختار اتم



بیانگنه پایین (سطح زمین دیگر میتواند اتم میمونه) آنکه از اون بالا بیاخته پایین انرژی خود را آزاد میکند و لی فوب در عوض دست و پاشم میشکنند، حالا خرض کن غضنفر رخته بالای یه ساختمنی (این ساختمنو ۷ طبقه هستش)، آنکه غضنفر رو از طبقه اول بندازیم پایین دست و پاش یه کم ازیت میشه؛ آنکه از طبقه چهارم بندازیم پایین دست و پاش قشنگ میشکنند، آنکه از طبقه ششم بندازیم پایین دیگه شناسنامه اشن سوراخ میشه و آنکه از طبقه هفتم بندازیم پایین دیگه باید با جارو و کارتک جمعش کنیم و ... یعنی هر چقدر فاصله بیشتر باشه مقدار انرژی آزاد شده بیشتر میشه. حالا سوال اینکه این غضنفر رو په بوری به طبقات بالا ببریم که از اونها بندازیمشن پایین؟ ... در ادامه متوبه فواهید شد

**را بر بونزن (شیمیدان آلمانی) (ایده مدارها):** بعد از کشف چراغ بونزن (که از نوآوری‌های به یاد ماندنی او است) وی موفق شد دستگاهی طراحی کند که سهم بسیار زیادی در پیشرفت علم شیمی داشت. او این دستگاه را طیف بین نامید.

هنگامی که بونزن مقداری از یک ترکیب مس دار مانند کات کبود (که آبی رنگ است) را در شعله چراغ این دستگاه قرار داد مشاهده کرد که رنگ آبی شعله به سبزی می‌گراید. جالب این است که افزودن مس به جرقه‌های آتش در آتش بازی هم رنگ سبز تولید می‌کند. بونزن اسم این آزمایش را آزمون شعله گذاشت؛

هدف از آزمون شعله شناسایی فلز موجود در یک ترکیب شیمیایی است (در ترکیبات شیمیایی نمکها، فلزات به صورت کاتیون می‌باشند). وقتی که محلول ترکیب شیمیایی فلز را روی چراغ بونزن قرار می‌دهیم شعله‌های چراغ، الکترونها اتم فلزی را برانگیخته می‌کنند و در اثر بازگشت الکترون برانگیخته به حالت پایه، نوری با رنگ مشخص به شعله‌های چراغ اضافه می‌شود. بر اساس آزمایش صفحه ۱۶ و ۱۷ کتاب درسی، جهت بررسی رنگ شعله فلزات، ابتدا محلول ترکیب شیمیایی فلزدار تهیه می‌شود و سپس گلوله‌های پنبه‌ای را به این محلول آغشته می‌کنیم و این گلوله‌های آغشته به محلول را با کمک یک گیره بوته‌ای برداشته و بر روی داغترین نقطه چراغ بونزن قرار می‌دهیم (روی شعله، یک شیشه ساعت گذاشته می‌شود، که در واقع نمونه را روی شیشه ساعت داغ می‌گذاریم) به این ترتیب رنگ شعله فلزات مشخص می‌شود.

**تذکر ۱:** به جای گلوله پنبه‌ای، شیشه ساعت و ... اگر یک افسانه دستی در اختیار داشته باشیم، محلول نمک‌های فلزدار را در اتانول تهیه می‌کنیم و با افساندن آن بر روی شعله‌های آتش، رنگ شعله تغییر می‌کند.

**تذکر ۲:** در آزمون شعله اگر نمک بکار برده شده خلوص بالای نداشته باشد، رنگ شعله همانند آنچه انتظار می‌رود نخواهد بود.

برای اتمهایی که به صورت گازی هستند از آزمون شعله نمی‌توان برای برانگیختگی الکترونها استفاده کرد (چرا که در اتانول محلول نیستند)؛ برای همین، جهت برانگیختگی الکترونها اتم‌های گازی شکل از **تخلیه الکتریکی** استفاده می‌شود.

**تخلیه الکتریکی:** از اتصال غیر مستقیم دو رسانا، با اعمال ولتاژ بالا، جریانی از الکترونها از کاتد به سمت آند حرکت می‌کنند. اگر اتمهای گازی شکل رقیق بین کاتد و آند قرار داده شود، الکترونها اتم‌های گاز، در اثر انرژی که ناشی از جریان الکترونها (پرتوهای کاتدی) است برانگیخته خواهد شد.

**تذکر ۱:** اگر گاز درون لوله به صورت مولکول باشد ولتاژ اعمالی باید به حدی زیاد باشد که مولکولهای گازی شکل به اتم‌های گازی شکل تبدیل شوند؛ 
$$\text{در اثر ولتاژ بالا} \\ \text{گازی شکل تبدیل شوند;} \quad 2\text{H}_{(g)} \longrightarrow \text{Dräger}$$

**تذکر ۲:** گاز نئون به طور گستردگی در ساخت تابلوهای تبلیغاتی استفاده می‌شود. در این تابلوها، یک جریان الکتریکی از درون لوله‌ای که دارای گاز نئون (با فشار پایین) است عبور می‌دهند، در نتیجه برقراری جریان برق، حرکت سریع الکترونها موجب می‌شود که الکترون اتم‌های نئون به تراز بالاتر برانگیخته شوند. بر اثر بازگشت الکترونها برانگیخته به تراز پایین‌تر، نور قرمز مایل به نارنجی تولید می‌شود.

نتیجه اینکه هرگونه اعمال انرژی (که از روش‌های آزمون شعله، تخلیه الکتریکی، نورخورشید، جرقه‌های آتش، انفجار باروت و ... تأمین می‌شود) به الکترونها یک اتم، می‌تواند الکترونها را به مدارهای بالاتر برانگیخته کند. در حالت کلی برانگیختگی فلزات از آزمون شعله و برای گازها از تخلیه الکتریکی استفاده می‌شود. در جدول زیر این موارد به صورت خلاصه آورده شده

نوع برانگیختگی	عنصر	رتبه
نارنجی	آهن	انفجار باروت
سبر	مس	حرقهای آتش
صورتی	هیدروژن	
قرمز مایل به نارنجی	نئون	تخلیه الکتریکی

رابرت بونزن با عبور دادن نور حاصل از آزمون شعله (یا تخلیه الکتریکی) از منشوری که در دستگاه تعییه شده است الگویی بدست آورد که طیف نشری خطی نام دارد. او با انجام آزمایش برای چندین عنصر مختلف مشاهده کرد که از هر عنصری طیف نشری خطی خاصی حاصل می‌شود که درست همانند اثر انگشت هر انسان، خطهای طیف نشری هر عنصر نیز فاصله‌های مختص به خود را دارند. جهت اینکه طیف را بیشتر و بهتر متوجه شویم به مثال‌های زیر توجه کنید:

**مثال (۱):** معدل دانشآموزان یک مدرسه می‌تواند از ۰ تا ۲۰ باشد، یعنی معدل دانشآموزان یک گستره و بازه‌ای از ۰ تا ۲۰ است که طیف معدل را نشان می‌دهد.

در این مثال طیف معدل، طیفی پیوسته است؛ به عبارت بهتر معدل دانش آموزان می‌تواند اعشاری و یا صحیح باشد. مانند ۱۴/۳۷ یا ۱۸/۷۹ و ...

**مثال (۲):** تعداد دانش آموزان یک مدرسه می‌تواند از ۱۰ الی ۸۰۰ نفر باشد. یعنی تعداد دانشآموزان مدرسه یک گستره و بازه‌ای از ۱۰ الی ۸۰۰ است که طیف تعداد را نشان می‌دهد.

در این مثال، طیف تعداد دانش آموزان طیفی گستته است؛ به عبارت بهتر تعداد دانش آموزان نمی‌تواند اعشاری باشد؛ مثلاً ۱۵۴ نفر داریم یا ۲۷۶ و ... (نمی‌توان گفت تعداد دانش آموزان کوانتمی است (کوانتم یعنی مقادیر مشخص و پیمانه‌ای)).

طیف امواج الکترومغناطیس، طیفی پیوسته است چرا که همه طول موج‌های  $10^{-12}$  الی  $10^0$  متر را شامل می‌شود (مثلاً  $10^{-327}$  متر) اما طیف نشری خطی طیفی گستته است چرا که انتقالات الکترونی بین مدارها سبب ایجاد نورهایی با طول موج خاص می‌شود و هر طول موج به صورت خطی در طیف مشاهده می‌شود. چون هنگام انتقال الکترون از حالت برانگیخته به حالت پایه نور نشر می‌شود و طول موج این نور نشان شده روی طیف ثبت خواهد شد بنابراین به آن طیف نشری خطی می‌گویند. توجه شود که وظیفه اصلی چراغ بونزن، تأمین انرژی لازم برای برانگیخته کردن الکترون است و وظیفه طیف نشری خطی، ثبت رنگ و طول نورهای نشان شده است.

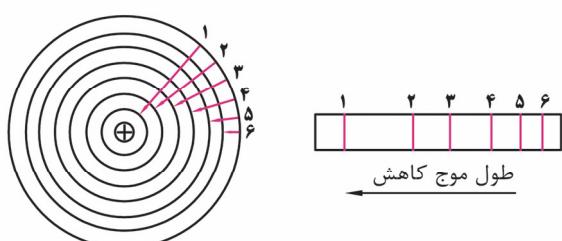
جهت درک طیف نشری خطی، دوباره به مثال اندختن غصنفر بر می‌گردیم:

## فصل اول: ساختار اتم



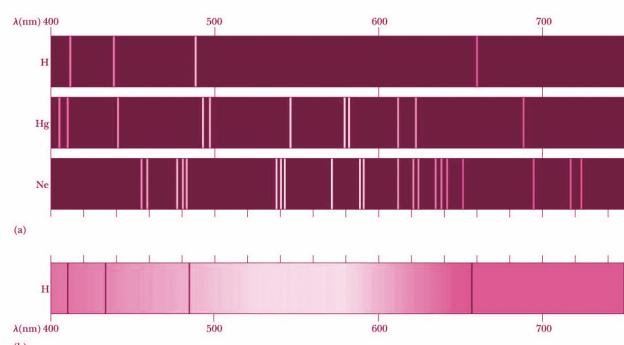
کفایم که هرچند غضنفر از طبقه بالاتر بندازیم پایین، غضنفر بیشتر تیله میشه و انرژی بیشتری آزاد میکنه، پراکه هر چنین احتلاف از سطح زمین بیشتر باشه انرژی آزاد شده بیشتر و ضربه شدیدتر میشه.

هر اتم دارای تعدادی سطح انرژی یا مدار (همانند طبقات ساختمان) است و دارای هسته‌ای با بار مثبت (همانند سطح زمین)، اگر در اتم ۷ مدار تصور کنیم و فرض شود که الکترونها به تراز هفتم برانگیخته شده باشند (با استفاده از تخلیه الکتریکی، آزمون شعله و...) این الکترون برانگیخته می‌تواند به چندین صورت به سطح انرژی پایین منتقل شود، صورتهای مختلف انتقال عبارتنداز: (۷ به ۶)، (۷ به ۵)، (۷ به ۴)، (۷ به ۳)، (۷ به ۲) و (۷ به ۱). از آنجایی که فاصله انتقالات باهم متفاوت است بنابراین انرژی نور نشر شده در هر انتقال، متفاوت و نهایتاً طول موج هر انتقال، مختص خود می‌باشد.



اگر بر روی طیف الکترومغناطیس (۷ به ۶) را مشخص کنیم مشاهده خواهیم کرد در سمت راست طیف (طول موج‌های بیشتر) قرار می‌گیرد و اگر انتقال (۷ به ۱) را مشخص کنیم خواهیم دید که در سمت چپ طیف (طول موج‌های کمتر) قرار می‌گیرد. در شکل روبرو حالت‌های مختلف بازگشت الکترون برانگیخته از مدار هفتم به مدارهای پایین‌تر نشان داده شده است.

دیدیم که الکترونی که از مدار هفتم به حالت پایه برگردید ۶ طول موج مختلف می‌تواند نشر کند. با تصور اینکه اگر الکترون از مدار ششم به حالت پایه برگردید ۵ طول موج مختلف نشر می‌کند و همینطور برانگیختگی از مدارهای ۵، ۴، ۳، ۲ به ترتیب ۴، ۳، ۲ و ۱ نوع طول موج ایجاد می‌کند. علاوه بر این، در اتم-



هایی که بیش از یک الکترون داشته باشند چندین الکترون می‌توانند برانگیخته شود. با این تفسیر می‌توان تصور کرد که در طیف نشري خطی هر عنصر تعداد زیادی خطوط نشري وجود خواهد داشت.

توجه شود که از بین انتقالات الکترونی، فقط آن دسته از امواج نشري قابل رویت است که طول موج آنها در ناحیه مرئی باشد.

**نتیجه کلی:** هر چه اختلاف بین مدارها بیشتر، انرژی نور نشر شده بیشتر، طول موج کمتر، فرکانس بیشتر، شکست نور هنگام عبور از منشور بیشتر، به گاما نزدیک‌تر، اگر در ناحیه مرئی باشد رنگ نور به بنفش نزدیک‌تر است.

↑ فاصله      ↑ انرژی      ↓ طول موج      ↑ فرکانس      ↑ شکست

**سوال ۱:** با اینکه در همه اتم‌ها ۷ مدار الکترونی وجود دارد، پس چرا طیف نشري خطی هر عنصر مختص خود می‌باشد؟

از آنجایی که هسته هر عنصری دارای تعداد پروتون مختص به خود است و نیز هر اتمی تعداد الکترون‌های مشخصی در مدار خود دارد، چون توانایی هسته‌ها در جذب مدارهای الکترونی و نیز دافعه بین الکترونها در مدارها، نسبت به هم متفاوت است پس فاصله بین مدارهای هر عنصر مختص خود است و نهایتاً در انتقالات الکترونی بین مدارها، طول موج نور نشري متفاوت خواهد بود تا اینکه هر عنصر طیف نشري خطی مختص به خود را داشته باشد (درست مثل فاصله‌های اثر انگشت).

**سوال ۲:** آیا می‌توان گفت تنها منع تولید پرتوهای گاما، انتقال الکtron بین مدارهایی با اختلاف انرژی زیاد است؟

خیر. از پرتوزایی (فروپاشی هسته) هم پرتوی گاما تولید می‌شود.

**سوال ۳:** در هنگام دادن انرژی به اتم‌ها، جهت برانگیخته کردن الکترونها، اگر انرژی خیلی بیشتری به الکترون داده شود چه اتفاقی

می‌افتد؟

اگر به الکترونها به قدری انرژی بدهیم که الکترون از مدار هفتم بالاتر برود در آن صورت الکترون از قید هسته خارج می‌شود و دیگر در انتقالات الکترونی بین مدارها شرکت نمی‌کند؛ به عبارت بهتر هرگاه به تراز بالاتر از هفتم منتقل شود می‌گویند الکترون روی مدار بی‌نهایت است ( $n = \infty$ ) و چون از قید هسته به طور کامل خارج شده است، به این فرایند یونش می‌گویند.

در لوله پرتو کاتدی، به کاتد به اندازه‌ای ولتاژ اعمال می‌شود که الکترونها به تراز بی‌نهایت منتقل شوند.

از روی طیف نشری خطی می‌توان به نوع عنصر پی‌برد. از آنجایی که در منابع علمی، طیف نشری خطی تمام عنصرها موجود است (طیف مرجع)، اگر یک عنصر مجهول داشته باشیم که نمی‌دانیم متعلق به کدام عنصر است، یک طیف نشری خطی از آن عنصر تهیه می‌شود و با طیفهای مرجع مقایسه می‌شود و با هر کدام که مطابقت داشت یعنی با آن عنصر هم نوع است.

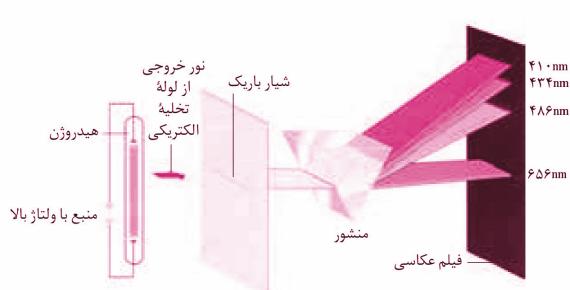
کاربرد طیفهای نشری خطی از برخی جنبه‌ها مانند خط نمادها (barcode) روی جعبه‌ها یا بسته بندی مواد غذایی است. هر نوع کالایی خط نماد خاص خودش را دارد و با خواندن خط نماد به کمک دستگاه لیزری که به رایانه وصل شده است نوع و قیمت بر روی صفحه نمایشگر ظاهر می‌شود. یعنی از بارکد محصول به نوع و قیمت محصول پی‌می‌برند.

**جمع بندی هر آنچه پرتو دیدیم:**

نوع پرتو	جنس	منشاء	گستره
کاتدی	الکترون	خروج کامل الکترون از اتم	همه مواد
الکترومغناطیس	نور	انتقال الکtron (بین مدارها)	همه مواد
پرتوزایی	نور	فروپاشی هسته	$\frac{N}{P} \geq 1/5$ یا $84 \geq P$

توجه شود چون ذرات آلفا و بتا و همینطور پرتوهای کاتدی ذره هستند (نه موج) بنابراین طول موج و فرکانس ندارند.

## ۵- طیف نشری خطی هیدروژن



بر اثر تخلیه الکتریکی در درون لوله‌ای که حاوی گاز هیدروژن با فشار کم است درون لوله به رنگ صورتی می‌درخشد. توجه شود که ولتاژ اعمالی باید به اندازه‌ای باشد که ابتدا مولکولهای  $H_2$  به اتمهای هیدروژن تبدیل شوند (یعنی پیوند کووالانسی شکسته شود) و سپس الکترون اتم هیدروژن را به ترازهای بالاتر برانگیخته کند. در اثر بازگشت الکترون، نوری نشر می‌شود که با عبور دادن نور نشر شده از یک منشور، مشاهده می‌شود که اتم هیدروژن در ناحیه مرئی ۴ خط نشری دارد که رنگهای قرمز، سبز، آبی و بنفش (مخفف کلمه قساب) بر روی فیلم عکاسی ظاهر می‌شود.

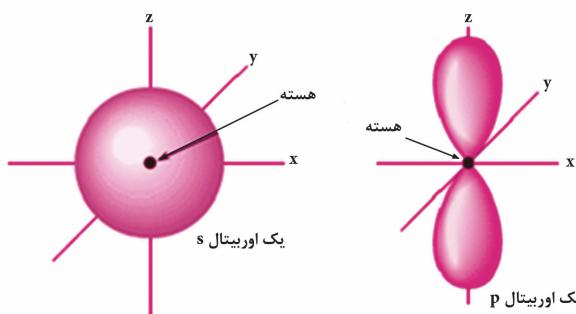
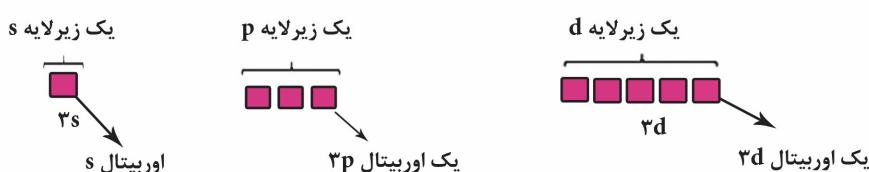
## شیمی دوم مولر

دارای سه زیر لایه  $3s, 3p, 3d$  است). زیر لایه ها با اعداد کوانتموی اوربیتالی مشخص می شوند که نماد آن ۱ است. عدد کوانتموی اوربیتالی می تواند از ۰ تا  $n - 1$  را داشته باشد. این عدد کوانتموی، شکل اوربیتال و تعداد اوربیتال (تعداد اوربیتالهای هر زیر لایه از رابطه  $1 + 2l$  حاصل می شود) را مشخص می کند:

$l =$	+	۱	۲	۳
نوع اوربیتال	s	p	d	f
شکل	کروی	دبلي	-	-
تعداد اوربیتال $1 + 2l$	۱	۳	۵	۷

**زیر لایه:** به مجموعه ای از اوربیتالهای هم نوع و هم انرژی، یک زیر لایه می گویند.

چنانچه از شکل زیر معلوم است لایه سوم دارای سه زیر لایه  $3s, 3p, 3d$  است که به ترتیب دارای ۱، ۳ و ۵ اوربیتال هستند:



مجموعی از اوربیتالهایی با ۱ یکسان، تشکیل یک زیر لایه می دهد.

مجموعی از زیر لایه هایی با  $n$  یکسان، تشکیل یک لایه می دهد.

در محدوده کنکور فقط شکل اوربیتالهای p و s لازم است که به صورت روبرو می باشد.

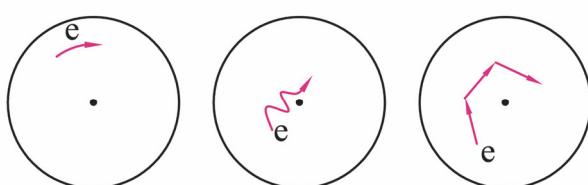
► همپوشانی اوربیتال s جهت دار نیست (چون کروی است و کره جهت خاصی ندارد) ولی p دارای همپوشانی جهت دار است.

► شکل اوربیتالها در حقیقت نمودار ریاضی معادلات شرودینگر در سه بعد می باشند که این شکل ها از حل معادلات پیچیده ریاضی بدست می آید. همانطور که از حل و رسم نمودار معادله ساده  $x^2 + y^2 = z^2$  شکل سه‌می حاصل می شود و یا از رسم معادله  $x^2 + y^2 = z^2$  شکل گله مانند حاصل می شود از رسم نمودار معادلات شرودینگر هم کره، دمبل و ... بدست می آیند. همانطور که قبلا هم دیدیم اوربیتالها به صورت موج هستند که این موج ناشی از سرعت حرکت بسیار زیاد الکترون است. معادلات ریاضی مرز خارجی و یا شکل حرکت موجی الکترون را تعیین می کند.

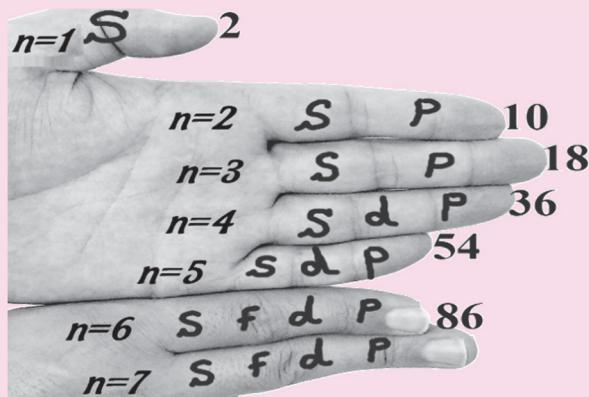
► حتی با قوی ترین میکروسکوپ های دنیا هم نمی توان شکل اوربیتال را تعیین کرد.

**سؤال:** شکل اوربیتال s کروی می باشد. آیا می توان گفت مسیر حرکت الکترون در این اوربیتال کروی شکل است؟

برخلاف مدل اتمی بور، از آنجایی که در اثر گردش سریع الکترون، شکل سه بعدی به نام اوربیتال ایجاد می شود و مرز خارجی این فضای سه بعدی، شکل اوربیتال را مشخص می کند اما مسیر حرکت الکترون در داخل این فضای سه بعدی مشخص نیست بلکه فقط شکل خارجی اوربیتال، کروی است. مثلا در اوربیتال کروی s، در داخل اوربیتال مسیر و نحوه حرکت الکترون ممکن است به شکل های مختلف روبرو باشد:



## فصل اول: ساختار اتم

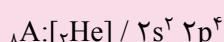


## چگونگی رسم آرایش اوربیتالی الکترونی استفاده از گاز نجیب:

با توجه به شکل بالا هر ردیف را به یک انگشت دستمان نسبت می‌دهیم و عدد آخر هر ردیف یا انگشت، همان عدهای اتمی گازهای نجیب هستند و با استفاده از قاعده کلی به صورت زیر عمل می‌کنیم:

۱. اگر عدد اتمی عنصری ۳ تا ۱۰ باشد: ابتدا هلیم را می-

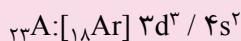
نویسیم و بعد  $n$  را برابر با ۲ قرار می‌دهیم (چون شماره انگشت بعد از هلیم ۲ است یا به عبارت دیگر شماره ردیف بعدی ۲ است) و سپس با استفاده از قاعده کلی بدیهی است که  $d$  و  $f$  مطرح نیست، پس فقط  $s$  و  $p$  را داریم.



۲. اگر عدد اتمی عنصری ۱۱ تا ۱۸ باشد در داخل کروشه گاز نجیب نئون را نوشته (چون شماره انگشت بعد از نئون ۳ است پس  $n = 3$ ) با استفاده از قاعده کلی بدیهی است که  $d$  و  $f$  مطرح نیست، پس در انگشت سوم فقط  $s$  و  $p$  داریم و ابتدا  ${}_{\text{3}}^{\text{s}}$  و سپس  ${}_{\text{3}}^{\text{p}}$  را پر می‌کنیم.

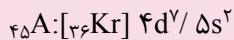


۳. اگر عدد اتمی عنصری ۱۹ تا ۳۶ باشد در داخل کروشه گاز نجیب آرگون را می‌نویسیم (چون شماره انگشت بعد از آرگون ۴ است پس  $n = 4$ ) با استفاده از قاعده کلی بدیهی است که  $f$  مطرح نیست و در انگشت چهارم فقط  $d$ ,  $s$  و  $p$  داریم پس  ${}_{\text{4}}^{\text{s}}$  بعد  ${}_{\text{3}}^{\text{d}}$  و بعد  ${}_{\text{4}}^{\text{p}}$  را پر می‌کنیم.

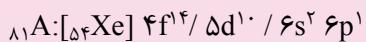


**تذکرہ:** در نوشتمن زیر لایه‌های  $d$  و  $f$  چون شماره لایه‌های اصلی آن از شماره زیر لایه‌های  $s$  و  $p$  کوچکتر است پس به هسته نزدیکتر هستند، برای همین با یک " / " زیر لایه‌های  $d$  و  $f$  را زودتر (نزدیکتر به هسته) می‌نویسیم، این موضوع فقط به امتحان مدرسه می‌افزوند.

۴. اگر عدد اتمی عنصری ۳۷ تا ۵۴ باشد در داخل کروشه گاز نجیب کریپتون را می‌نویسیم (چون شماره انگشت بعد از کریپتون، ۵ است پس  $n = 5$ ). با استفاده از قاعده کلی بدیهی است که  $f$  باز هم مطرح نیست و ابتدا  ${}_{\text{5}}^{\text{s}}$  و سپس  ${}_{\text{4}}^{\text{d}}$  و بعد  ${}_{\text{5}}^{\text{p}}$  را پر می‌کنیم.



۵. اگر عدد اتمی عنصری ۵۵ تا ۸۶ باشد در داخل کروشه گاز نجیب زنون را می‌نویسیم (چون شماره انگشت بعد از زنون ۶ است پس  $n = 6$ ). با استفاده از قاعده کلی بدیهی است که هر چهار زیر لایه مطرح است و ابتدا  ${}_{\text{6}}^{\text{s}}$  و سپس  ${}_{\text{4}}^{\text{f}}$  و بعد  ${}_{\text{5}}^{\text{d}}$  و نهایتاً  ${}_{\text{6}}^{\text{p}}$  را پر می‌کنیم.

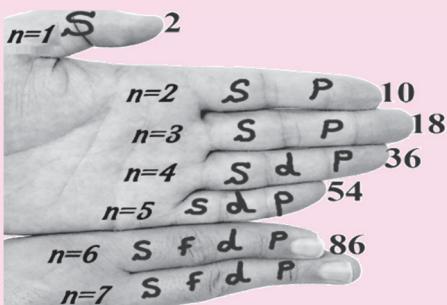


۶. اگر عدد اتمی عنصری ۸۷ تا ۱۱۸ باشد در داخل کروشه گاز نجیب رادون را می‌نویسیم (چون شماره انگشت بعد از رادون، ۷ است پس  $n = 7$ ). با استفاده از قاعده کلی بدیهی است که باز هم هر چهار زیر لایه مطرح است، ابتدا  ${}_{\text{7}}^{\text{s}}$  و سپس  ${}_{\text{5}}^{\text{f}}$  و بعد  ${}_{\text{6}}^{\text{d}}$  و نهایتاً  ${}_{\text{7}}^{\text{p}}$  را پر می‌کنیم.

## شیمی دوم مولر

 $1.5A:[_{\text{Rn}}] \Delta f^{14} / \Delta d^3 / \Delta s^2$ 

**توجه ویژه:** از آنجایی که رسم آرایش الکترونی وقت گیر می‌باشد و نیز تحلیل اعداد کوانتموی از روی آرایش‌های الکترونی به خصوص در عده‌های اتمی بالا خیلی وقت گیر و نیز دقت کمی دارد از این به بعد  $\approx 80\%$  تستها با آخرین شبیه سازی انجام شده حل خواهد شد که با این تکنیک سخت‌ترین تست‌های این فصل در کمتر از ۲۰ ثانیه جواب داده خواهد شد. با حل تست‌های بیشتر تسلط بهتری به شبیه سازی بر روی انگشتان، خواهیم داشت.



جهت درک حرفه‌ای و کنکوری شبیه سازی نحوه پر شدن الکترونها با انگشتان دست، به سوالات زیر در مورد اتم  $X$  توجه کنید:

قبل از اینکه به سوالات جواب بدھیم یکبار دیگر، زیر لایه‌ها را بر روی انگشتان خودتان تصور کنید:

(۱) چند الکترون در لایه چهارم قرار گرفته است؟

جواب ۶: از آنجایی که عدد اتمی عنصر، ۳۴ است بنابراین روی انگشت چهارم قرار دارد. حال اگر انگشت چهارم را به صورت  $4p^4 3s^2 3d^1$  تصور کنیم، چون عدد اتمی ۳۶ به  $4p^6$  ختم شده است بنابراین عدد اتمی ۳۴ به  $4p^4$  ختم می‌شود؛ یعنی  $4p^4 3s^2 3d^1$  است. بدیهی است که لایه چهارم فقط  $4s$  و  $4p^4$  است که مجموعاً دارای ۶ الکترون می‌باشد، انگشت چهارم را می‌توان به صورت مقابل تصور کرد:

**تذکر:** اگر بخواهیم زیر لایه‌های هر انگشت را تصور کنیم بهتر است بعد از اتمام هر زیر لایه یک خط عمود قرار دهیم؛ مثلاً بعد از زیر لایه  $4s$ ، تعداد کل الکترونها ۲۰ می‌باشد، بنابراین بعد از  $4s$  عدد ۲۰ را می‌نویسیم (توجه شود که انتهای انگشت سوم ۱۸ است).

(۲) چند الکترون دارای  $l = 1$  است؟

جواب ۱۶: می‌دانیم که  $l = 1$  زیر لایه‌های  $p$  خواهد بود و چون روی انگشت اول، زیر لایه  $p$  نداریم و در اتم  $X$  روی انگشتان دوم و سوم زیر لایه  $p$  کاملاً پر است (هر کدام ۶ الکترون) و نیز در انگشت چهارم زیر لایه  $p$  دارای ۶ الکترون است پس مجموعاً ۱۶ الکترون در زیر لایه  $p$  وجود دارد.

**تذکر:** بر اساس اصل آفبا، تا وقتی که زیر لایه قبلی کاملاً پر نشده باشد به زیر لایه بعدی الکترون نخواهد رفت؛ مثلاً در این مثال در انگشتان دوم و سوم قطعاً زیر لایه‌های  $2p$  و  $3p$  کاملاً پر هستند.

(۳) چند اوربیتال کاملاً پر شده است؟

جواب ۱۶: با توجه به اصل آفبا روی انگشتان، اگر تا انتهای انگشت چهارم، همه زیر لایه‌ها کاملاً پر شود (یعنی ۳۶ الکترون) در آن صورت ۱۸ اوربیتال کاملاً پر خواهیم داشت (هر اوربیتال پر ۲ الکترون می‌گیرد) اما چون اتم  $X$  به  $4p^4$  ختم شده است، یعنی زیر لایه  $p$  به صورت  $1^1 2^1 3^1 4^1$  است، بنابراین دو اوربیتال نیمه‌پر وجود دارد و مجموعاً ۱۶ اوربیتال کاملاً پر داریم.

(۴) چه تعداد الکترون دارای  $m_l = 1 = l$  دارد؟

جواب ۵: می‌دانیم که  $m_l = 1$  در زیر لایه  $p$ ، وسط هر زیر لایه می‌باشد  $1^1 2^1 3^1 4^1$ ، چون در انگشتان دوم و سوم وسط زیر لایه  $p$  پر است (مجموعاً ۶ الکترون دارند) و نیز بر روی انگشت چهارم هم وسط زیر لایه  $p$  فقط یک الکترون دارد که مجموعاً ۳ الکترون می‌باشد.

## فصل اول: ساختار اتم

(۵) چند لایه کاملاً پر شده است؟

جواب ۳: با تصور روی انگشت چهارم، عنصر  $X_{24}$  به صورت  $4p^4 \ 3d^{10} \ 4s^2$  است و چون زیر لایه  $4p$  ناقص است و همانطور زیر لایه‌های  $4d$  (که روی انگشت پنجم است) و  $4f$  (که روی انگشت ششم است) خالی است؛ بنابراین لایه چهارم کاملاً پر نیست. اما لایه سوم که شامل  $3s, 3p, 3d$  است و هر سه زیر لایه کاملاً پر شده است.

**تذکر:** باز تأکید می‌شود که هر انگشت، یک لایه را نشان نمی‌دهد.

(۶) چه تعداد الکترون دارای  $l = 0$  است؟

جواب ۴: زیر لایه  $0 = l$  یعنی  $s$  می‌باشد. از آنجایی که در هر چهار انگشت، زیر لایه  $s$  کاملاً پر است بنابراین ۸ الکترون دارای  $0 = l$  است.

(۷) چند بار از اصل هوند استفاده شده است؟

جواب ۴: اصل هوند برای زیرلایه‌هایی که بیش از یک اوربیتال داشته باشد کاربرد دارد (یعنی برای زیر لایه  $s$  کاربرد ندارد) از آنجایی که تا انتهای انگشت چهارم ۸ زیر لایه داریم و ۴ زیر لایه مربوط به  $s$  است، بنابراین در چهار زیر لایه دیگر اصل هوند استفاده شده است.

(۸) چند زیر لایه اشغال شده است؟

جواب ۴: همانطور که گفته‌یم هری، هر  $p$ ، هر  $d$  و ... یک زیر لایه است بنابراین تا انتهای انگشت چهارم ۸ زیر لایه داریم که اشغال شده است.

(۹) چه تعداد الکترون دارای  $\frac{1}{2}, m_s = -\frac{1}{2}$  است؟

جواب ۵: می‌دانیم که  $l = 2$  یعنی زیر لایه  $d$  و چون در اتم  $X_{24}$  زیر لایه  $d$  فقط روی انگشت چهارم است که به صورت  $3d^{10}$  کاملاً پر شده است، ۵ الکترون آن اسپین رو به بالا و ۵ الکترون دیگر اسپین رو به پایین یعنی  $\frac{1}{2}, m_s = -\frac{1}{2}$  را دارد؛ یعنی به صورت  $\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$  است.

(۱۰) مجموع  $m_l$  کل الکترونها چقدر است؟

جواب ۱:- اتم  $X_{24}$  به  $4p^4 \ 3d^{10} \ 4s^2$  ختم می‌شود که آخرین زیر لایه به صورت  $\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$  است. مجموع  $m_l$  الکترونها برابر ۱- می‌شود، چرا که در زیر لایه‌های پر و نیمه پر،  $m_l$  الکترونها همدیگر را خنثی می‌کند.

**تذکر:** هر زیر لایه‌ای که کاملاً پر یا نیمه پر شود مجموع  $m_l$  الکترونها آن قطعاً صفر است، چرا که شماره اوربیتال‌های  $m_l$  را نشان می‌دهد از  $-l$  تا  $+l$  است که اگر زیر لایه، کاملاً پر و یا دقیقاً نیمه پر باشد در آن صورت مجموع  $m_l$  ها همدیگر را خنثی می‌کنند. در چنین سوالاتی فقط به زیر لایه در حال پر شدن توجه می‌کنیم.

(۱۱) مجموع  $m_s$  کل الکترونها چقدر است؟

جواب ۱: هر زیر لایه‌ای که کاملاً پر باشد مجموع  $m_s$  الکترونها برابر صفر می‌شود، چرا که اسپین‌های رو به بالا با اسپین‌های رو به پایین همدیگر را خنثی می‌کنند. از آنجایی که اتم  $X_{24}$  به صورت  $\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$  ختم شده است بنابراین فقط دو الکترون منفرد دارد و مجموع  $m_s$  آنها برابر ۱ می‌شود  $1 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$

**تذکر:** در هیچ‌atmi، به هیچ وجه مجموع  $m_s$  الکترونها مثبت نمی‌شود (چرا که از سمت  $-l$  شروع می‌شود) و نیز در هیچ‌atmi به هیچ وجه مجموع  $m_s$  الکترونها منفی نمی‌شود (چرا که ابتدا  $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$  ها را فرار می‌دهیم).

(۱۲) مجموع عدد کواتومی اصلی الکترونها زیر لایه  $d$ ، چند برابر تعداد الکترونها  $1 = 3, l = n$  است؟

## پاسخنامه تشریحی فصل اول

$$\begin{array}{c|c} \frac{1}{\text{هر الکترون}} & \frac{9 \times 10^{-28} \text{ gr}}{10^{-4} \text{ gr}} \\ \hline ? & ? = \frac{10^{-4}}{9 \times 10^{-28}} = \frac{1}{9} \times 10^{24} = 1/1 \times 10^{23} \end{array}$$

بدیهی است که  $\frac{1}{9}$  از  $1/10$  بیشتر است یعنی  $1/10$  می‌شود.

جهت پیدا کردن میزان بار الکتریکی این تعداد الکترون یک تناسب دیگر می‌بندیم:

$$\begin{array}{c|c} \frac{1}{\text{هر الکترون}} & \frac{1/6 \times 10^{-19} \text{ C}}{? \text{ C}} \\ \hline \frac{1}{1/1 \times 10^{23}} & ? = 1/1 \times 10^{23} \times 1/6 \times 10^{-19} = 1/76 \times 10^4 \end{array}$$

با توجه به گزینه‌ها و بدون انجام ضرب هم بدیهی است که جواب از  $1/6$  بیشتر است یعنی گزینه ۲ نمی‌تواند درست باشد.

**۶۰- گزینه‌ی ۲:** ابتدا جرم اتمی میانگین A و X را پیدا می‌کنیم و سپس جرم مولکولی  $A_2X_3$  را حساب می‌کنیم:

$$\begin{cases} A : 45 + 2 \times 0 / 9 = 46 / 8 \\ X : 35 + 2 \times 0 / 8 = 36 / 6 \end{cases}$$

$$2 \times 46 / 8 + 3 \times 36 / 6 = 20.3 / 4$$

حال جرم مولی  $A_2X_3$  داریم:

**۶۱- گزینه‌ی ۲:** با استفاده از روش حرفه‌ای جرم اتمی میانگین داریم، (فراوانی نسبی ایزوتوپ دوم و سوم را به ترتیب X و Y در نظر گرفتیم):

$$86 / 4 = 84 + 2X + 4Y \rightarrow 2X + 4Y = 2 / 4 \rightarrow X + 2Y = 1 / 2$$

از طرفی مجموع فراوانی نسبی برابر ۱ است:  $0 / 2 + X + Y = 1 / 2$

حال با حل معادله دو مجهولی:

$$\begin{cases} X + 2Y = 1 / 2 \\ X + Y = 0 / 2 \end{cases} \rightarrow Y = 0 / 4, X = 0 / 4$$

**۶۲- گزینه‌ی ۱:** از همان ابتدا الکترونها را کنار می‌گذاریم (چرا که جرم بسیار ناچیزی دارند). یک اتم تریتیم دارای یک پروتون و ۲ نوترون است که در مجموع برابر ۳ amu می‌شود.

$$3 \text{ amu} \times \frac{1/66 \times 10^{-24} \text{ gr}}{1 \text{ amu}} = 4/96 \times 10^{-24}$$

**۶۳- گزینه‌ی ۲:** با توجه به صوت سوال و اینکه  $Z=18$  است اطلاعات زیر قابل درک است. (با توجه به گزینه‌ها بدیهی است که داده مجهول بیشترین داده است، چرا که همه گزینه‌ها بیشتر از ۲۰ است).

	نوترونها	جمله	فراوانی نسبی
ایزوتوپ اول	۱۸	۳۶	۰ / ۷
ایزوتوپ دوم	۲۰	۳۸	۰ / ۲

$$36/8 = 36 + 2 \times 0 / 2 + 9 \times 0 / 1 \rightarrow 9 = 9$$

یعنی اختلاف ایزوتوب سنگین با مبنا ۴ واحد است، چون مبنا ۱۸ نوترنون دارد. پس ایزوتوب سنگین ۲۲ نوترنون خواهد داشت.

**۶۴- گزینه‌ی ۳:** اتم  $Z^2 A$  درای Z الکترون و Z پروتون است و جرم اتم، همان عدد جرمی آن است. چون جرم هر پروتون هم ۲۰۰ برابر جرم هر الکترون است، داریم؛

$$\frac{Z}{Y \times Z \times \dots} = \frac{1}{4 \dots}$$

**۶۵- گزینه‌ی ۳:** هر چند که کشف طیف نشري خطی از آن را برت بونزن است، ولی توجیه طیف نشري خطی و مدل کوانتومی انرژی الکترون و اینکه هر خط در طیف نشري خطی مربوط به انتقال الکترون بین کدامین مدارهای الکترونی است از آن بور ممی‌باشد و نیز اندازه‌گیری طول موج این خطها از آن آنگسترم ممی‌باشد.

گزینه ۱: بور به بررسی طول موج‌های الکترومغناطیسی (که ناشی از انتقال الکترون بین مدارهای الکترونی است) نتیجه گرفت که مدل رادرفورد نارسا است، (نه اینکه طول موج‌های  $\gamma$ ,  $\beta$  و  $\alpha$ , این پرتوها از فروپاشی هسته است نه از انتقال الکترون بین مدارها).

گزینه ۲ کاملاً برعکس؛ الکترون در حالت پایه پایدار است و با دادن انرژی و یا حرارت به حالت بر انگیخته می‌رسد و ناپایدارتر می‌شود.

گزینه ۴: یونش الکترون زمانی اتفاق می‌افتد که الکترون از اتم به طور کامل خارج شود و در قید هسته نباشد، یعنی به تراز بی‌نهایت منتقل شود.

**۶۶- گزینه‌ی ۳:** در آزمون شعله، محلول فلزات (نمک فلزات) در اتانول را به روی شعله می‌افشانند و چون شعله، الکترونها را کاتیون فلز را برانگیخته می‌کند با بازگشت دوباره الکترونها به حالت پایه، بسته به فاصله مدارها در هر فلز، مقدار انرژی خاصی با طول موج خاص مشاهده می‌شود. در محدوده مرئی، هر طول موج، رنگ مخصوص به خود را دارد.

گزینه ۱: رابرт بونزن در آزمون شعله فقط طیف را مشاهده کرد. یافتن ۴ خط هیدروژن کار آنگستروم بود.

گزینه ۴: بونزن طیف نشری خطی را کشف کرد ولی نمی‌دانست که دلیل وجود طیف نشری خطی، وجود فاصله‌های منحصر به فرد در اتم‌ها است، بعدها بور با ارائه مدل سیاره‌ای خود توانست ارتباط بین طیف نشری خطی و فاصله بین مدارها را توجیه کند.

**٦٧- گزینه‌ی ۳:** تامسون یا تعویض کاتد به این نتیجه رسید که الکترون از ساختار تمامی مواد خارج می‌شود.

گزینه ۱: هانری بکرل اولین بار خاصیت پرتوزایی را متوجه شد و ماری کوری این ایده را روی چندین اتم پرتوزا امتحان کرد و به این نتیجه رسید که خصلت پرتوزایی دارد، اینها محمد دارد که او آنها را مهداد نامید.

گزینه ۲: طبق مدارک تامسون ابرکوهی، مشیت (نه منق) حم نداد و حم اته از محمد تعداد باد الکترونها است.

گزینه ۴: اولاً آنگست م خط طف نشی، بافت و ثانیاً ده، اتم تعداد مدارهای الکترون، محدود است و ۷ مدار می‌باشد.

تحلیل آ (نادرست است): در هنگام تخلیه الکتریکی اتم‌های  $H$  تولید می‌شود (نه  $H^+$  یا  $H^-$ ).

تحلیل ب (درست است): هر چه طول موج کمتر، در هنگام عبور از منشور، شکست بیشتر است.

تحلیل پ (نادرست است): کمترین انرژی بیشترین طول موج را دارد. یعنی ۶۵۶ کمترین انرژی را دارد.

تحلیل ت (نادرست است): گاز درون لوله باید رقیق باشد (غلیظ باشد مانع حرکت پرتوهای کاتدی می‌شود).

تحلیل ث (درست است): با توجه به طیف نشری (صفحه ۱۹ کتاب درسی)، فاصله خطوط در طول موج‌های بیشتر، زیادتر است.

**۶۹- گزینه‌ی ۴:** طول موج کمتر و  $x$  طول موج بیشتری دارد، بنابراین در انتقال  $z$  اختلاف بین مدارها بیشتر از  $D$  و در انتقال  $y$  فاصله بین مدارها کمتر از  $D$  است.

**۷۰- گزینه‌ی ۲:** هر چه فاصله بین دو تراز انرژی بیشتر باشد انرژی انتقال بین آن دو تراز بیشتر است، بنابراین انرژی انتقال الکترون از سطح انرژی  $n_1 \rightarrow n_4$  بیشتر از  $n_2 \rightarrow n_3$  است.

گزینه ۱: فاصله بین دو مدار متواالی در نزدیکی هسته بیشتر است، بنابراین در انتقال الکترون بین دو مدار در نزدیکی هسته، انرژی بیشتری مبادله می‌شود؛ یعنی طول موج انتقال  $n_2 \rightarrow n_3$  کمتر از  $n_4 \rightarrow n_3$  خواهد بود.

گزینه ۳: هر چه فاصله بین دو مدار بیشتر باشد، طول موج انتقال الکترون کمتر می‌شود. اگر در ناحیه مرئی (بین ۳۸۰ تا ۷۵۰ نانومتر قرار داشته باشد) رنگ موج به بنفس نزدیکتر باشد، هر چه فاصله بین دو مدار کمتر شود طول موج بیشتر و رنگ موج به قرمز نزدیکتر است؛ بنابراین اگر نور حاصل از انتقال  $n_2 \rightarrow n_6$  به نفس باشد رنگ نور انتقال  $n_2 \rightarrow n_4$  می‌تواند سبز رنگ باشد.

گزینه ۴: در نزدیکی هسته، فاصله بین مدارهای متواالی زیاد است، بنابراین انرژی انتقال بیشتر و فرکانس بیشتر و طول موج کمتر خواهد بود.

**۷۱- گزینه‌ی ۳:**

تحلیل ب (نادرست است): در ناحیه مرئی کمترین طول موج از آن بنفس است.

تحلیل ث (نادرست است): طیف الکترومغناطیس بر اساس طول موج می‌باشد (نه قدرت نفوذ).

**۷۲- گزینه‌ی ۱:** ابتدا به الکترون اتم هیدروژن، انرژی می‌دهیم تا از حالت پایه (مدار اول) به تراز پنجم برسد و سپس مقداری انرژی هم صرف یونش الکترون (جدا شدن کامل الکترون از قید هسته) می‌شود، بدیهی است که وقتی الکترون در مدار پنجم قرار بگیرد (نسبت به حالتی که در  $n=1$  قرار بگیرد) انرژی یونش کمتری خواهد داشت.

گزینه ۲: الکترون، هرچقدر از هسته دورتر می‌شود، انرژی آن‌ها بیشتر می‌شود. بنابراین  $n=5$  انرژی بیشتری نسبت به  $n=1$  دارد.

گزینه ۳: بازگشت الکترونی از  $n=5$  به  $n=1$  انرژی بیشتر و طول موج کمتری نسبت به بازگشت از  $n=5$  به  $n=2$  می‌باشد (افتادن از طبقه پنجم به طبقه اول، انرژی بیشتری را آزاد می‌کند).

گزینه ۴: انرژی یونش هر اتمی (از جمله هیدروژن) به انرژی لازم برای جدا کردن الکترون از حالت پایه تا  $n=\infty$  تعریف

می‌شود (نه از حالت  $n = 5$  تا  $n = \infty$ ).

### ۷۳- گزینه‌ی ۳:

تعیین نسبت بار به جرم از آن تامسون بوده است (نه ملیکان).

گزینه ۱: پرتوهای گاما نسبت به پرتوهای X و فرابنفش طول موج کمتر، فرکانس بیشتر و نهایتاً انرژی بیشتری دارد.

گزینه ۲: در تخلیه الکتریکی (مثل لوله پرنوی کاتدی) دو رسانا بدون اتصال مستقیم در ولتاژ بالا، الکترونها را از کاتد به سمت آند به جریان می‌اندازند.

گزینه ۴: با افزایش قطر ورقه، هسته‌های بیشتری بر روی یکدیگر قرار می‌گیرد در نتیجه ذرات آلفا منحرف شده بیشتر خواهد شد.

### ۷۴- گزینه‌ی ۲:

براده‌های منیزیم در اثر برانگیختگی نور سفید خیره کننده تولید می‌کند (نه نور نارنجی)

بدون وجود منشور، نور سفید از هم جدا نمی‌شود و تک تک خطوط قابل مشاهده نمی‌شود.

### ۷۵- گزینه‌ی ۱:

دستگاه طیف بین از آن را برت بونزن است که طیف نشری خطی (نه رنگی) می‌باشد

پرتوهای X از جنس الکترومغناطیس است در حالی که پرتوهای β از جنس الکترون می‌باشد.

**تذکرہ:** طیف نشری الزاماً رنگی نیست مگر اینکه در ناحیه مرئی باشد.

### ۷۶- گزینه‌ی ۲:

طیف نشری خطی می‌تواند از رادیویی تا گاما قرار بگیرد و الزاماً در ناحیه مرئی نیست.

**۷۷- گزینه‌ی ۲:** چون صورت سوال کاشف عدد اتمی (نه کاشف پروتون) را پرسیده است پس جواب رادرفورد است، چرا که کشف عدد اتمی از روی محاسبات رادرفورد بوده است. اصولاً کشف پروتون می‌تواند متعلق به موزلی باشد. چادویک نوترون را کشف کرد و بور مدارهای الکترونی را کشف کرده بود.

**۷۸- گزینه‌ی ۲:** با توجه به صفحه ۲۴ کتاب درسی، تک الکترون اتم هیدروژن می‌تواند  $m_s$  برابر با  $\frac{1}{3}^+$  و یا  $\frac{1}{3}^-$  داشته باشد.

اوربیتال نک الکترونی، جاذبه مغناطیسی ندارد. با اینکه در اثر چرخش و حرکتهای خود یک میدان مغناطیسی در اطراف خود ایجاد می‌کند ولی چون در بیرون میدان مغناطیسی وجود ندارد بنابراین برای تک الکترون اصلًاً مهم نیست که به کدام جهت بچرخد. یعنی هر دو نوع  $m_s$  را می‌تواند داشته باشد.

گزینه ۱: چهارمین عدد کوانتمویی که همان عدد کوانتمویی مغناطیسی اسپینی می‌باشد جهت برقراری تعادل بین دو الکترون در یک اوربیتال صحبت می‌کند؛ یعنی دو الکترون درون یک اوربیتال در خلاف جهت هم به دور خود (نه هسته) می‌چرخند تا جاذبه مغناطیسی با دافعه الکتریکی به تعادل برسد.

گزینه ۳: طبق اصل طرد پائولی الکترونها در یک اوربیتال (نه زیر لایه) باید جهت‌گیری مخالفی نسبت به هم داشته باشند.

گزینه ۴: اصل هوند برای زیر لایه‌هایی صادق است که بیش از یک اوربیتال داشته باشند مانند p و d. یعنی برای زیرلایه s اصل هوند معنی ندارد.

**۷۹- گزینه‌ی ۲:** حرکت اسپینی، حرکت به دور خود است نه حرکت به دور هسته، بقیه گزینه‌ها طبق توضیحات درسنامه درست است.

## پاسخنامه تشریحی فصل اول



**-۸۰- گزینه‌ی ۳:** عدد کوانتومی اصلی می‌تواند موارد زیر را تعیین کند: اندازه لایه، اندازه اوربیتالها، تعداد زیر لایه‌های هر لایه، تعداد اوربیتالهای هر لایه، حداکثر تعداد الکترونها هر لایه.

گزینه ۱: عدد کوانتومی اصلی نمی‌تواند تعداد لایه‌های موجود در یک اتم را تعیین کند چرا که  $n$  شماره هر لایه را مشخص می‌کند نه تعداد لایه‌ها را (مثلا وقتی  $n = 5$  است یعنی ۵ لایه داریم؟؟ قطعاً نه!). عدد کوانتومی فرعی نوع زیر لایه، شکل اوربیتالها و تعداد اوربیتالها در هر زیر لایه را تعیین می‌کند.

گزینه ۲: اوربیتال  $s$  کروی شکل و اوربیتال (نه زیر لایه)  $p$  دمبلی شکل است. در مورد  $s$  زیر لایه و اوربیتال هم معنی است.

گزینه ۴: وقتی  $m_l$  یکسانی است یک اوربیتال (نه زیر لایه) داریم، و نیز اوربیتالهایی که ۱ یکسانی دارند تشکیل یک زیر لایه الکترونی (نه یک لایه) را می‌دهند. مثلاً زیر لایه  $p$  سه اوربیتال دارد. هر سه اوربیتال  $1 = 1$  دارند، هر اوربیتال برای خود عدد کوانتومی مغناطیسی ( $m_l$ ) مخصوص به خود دارد.

## -۸۱- گزینه‌ی ۱:

تحلیل ۱ (نادرست است): آنگستروم نخستین بار چهار خط طیف نشري هیدروژن را یافت ولی علت ایجاد آن را بور بیان کرد.

تحلیل ۲ (نادرست است): شرودینگر، با تأکید بر رفتار موجی (نه ذره‌ای) الکترون، مدلی برای اتم پیشنهاد داد و با سه عدد کوانتومی  $n$ ،  $l$  و  $m_l$  اوربیتال‌های اتمی را مشخص کرد.

تحلیل ۳ (نادرست است): دموکریت، نخستین بار عنوان کرد که همه‌ی مواد از ذره‌های کوچک و تجزیه‌ناپذیری به نام اتم ساخته شده‌اند ولی هیچ اطلاعی از جرم و خواص شیمیابی اتم نداشت.

تحلیل ۴ (درست است): تامسون معتقد بود، جرم زیاد اتم به خاطر وجود شمار بسیار زیاد الکترون‌ها در آن است و از لوله پرتوی کاتدی توانست نسبت بار به جرم الکترون را  $\frac{C}{g} \times 10^8 / 1/76$  به دست آورد.

تحلیل ۵ (نادرست است): ماری کوری پرتوزایی را نامگذاری کرد ولی میزان انحراف و نفوذپذیری پرتوهای  $\gamma\beta\alpha$  را رادرفورد مقایسه کرد.

تحلیل ۶ (نادرست است): رونتگن پرتوهای  $X$  را کشف کرد – در حالیکه رابطه بین فرکانس  $X$  و بار هسته اتم را موزلی تعیین کرد.

**-۸۲- گزینه‌ی ۲:** با توجه به داده‌های سوال  $4f^1$ ، عدد کوانتومی اصلی  $4$  و عدد کوانتومی اوربیتالی (یعنی  $l$ ) برابر  $3$  می‌باشد و نیز  $m_l$  برای زیر لایه  $f$  از  $-3$  تا  $+3$  می‌باشد ولی الکترون مشخص شده در اوربیتال  $m_l$  برابر  $-2$  می‌باشد و  $m_s$  برابر  $\frac{1}{2}$  می‌باشد چرا که جهت الکترون رو به پایین است.

**-۸۳- گزینه‌ی ۲:** چون شکل مربوط به لایه چهارم است و نیز بدیهی است که محل طلاقی محورها هسته می‌باشد و شکل اوربیتال دمبلی است یعنی یک اوربیتال  $p$  است حال جهت اوربیتالهای  $p$  می‌تواند  $x,y,z$  باشد؛ یعنی عدد کوانتومی مغناطیسی  $+1, 0, -1$  می‌باشد، بنابراین  $m_l$  برابر صفر می‌باشد.

گزینه ۱ و ۳: اوربیتال‌های  $s$  متحdalمرکز هستند و دارای مرکزیت هسته می‌باشند و اندازه اوربیتال  $1s$  بزرگتر از اوربیتال  $2s$  می‌باشد.

گزینه ۴: مفهوم زیر لایه و اوربیتال با هم فرق می‌کند و شکل یک اوربیتال  $p$  را نشان می‌هد نه زیر لایه  $p$ .

## شیمی دوم مول

**- ۸۴- گزینه‌ی ۴:** اتم را به یک ساختمان ۷ طبقه تشبیه کنیم، طبقه اول یکپارچه می‌باشد یعنی دارای یک واحد است و طبقه دوم دارای دو واحد است و همین طور طبقه سوم سه واحد و طبقه چهارم چهار واحد و ... طبقه دوم دو واحد دارد و عمار طوری طراحی کرده که واحد = ۱ کروی شکل باشد، ولی واحد = ۱ دمبلی شکل طراحی شده است، و نیز واحد = ۱ یکپارچه است در حالی که واحد = ۱ دارای ۳ اتاق می‌باشد، و نیز اتاق‌ها هم با اعداد  $m$  شماره گذاری شده است که از  $l$ -تا  $l$ + می‌باشدو نهایتاً در داخل هر اتاق دو تخت وجود دارد که بر روی هر تخت یک نفر (الکترون) قرار دارد و این نفرات خلاف جهت هم قرار گرفتند.

حال در این تست در طبقه سوم واحد = ۱ (واحد سوم) باید ۵ اتاق (اوربیتال) داشته باشد. پس D نادرست است.

**- ۸۵- گزینه‌ی ۳:** با توجه به داده‌های سوال و شبیه‌سازی گفته شده است که اگر در طبقه ۶ باشیم می‌توانیم شش واحد با شماره‌های ۰ تا ۵ داشته باشیم؛ بنابراین عدد کوانتموی اوربیتالی یعنی  $z$  در تمامی گزینه‌ها درست است. ولی در واحد = ۱ شماره اتاق‌ها (اوربیتال‌ها) از  $1 - l + m$  می‌باشد. یعنی  $3$  اتاق داریم و اتاقی با شماره  $2 - l$  وجود ندارد.

### - گزینه‌ی ۲:

گزینه ۱:  $l$  حداقل باید یک واحد از  $n$  کمتر باشد، چرا که محدوده  $l$  از  $0 - n - 1$  است. بنابراین  $2 = l$  اشتباه است.

گزینه ۳: عدد کوانتموی مغناطیسی  $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$  است، پس نمی‌تواند  $1 + l$  باشد.

گزینه ۴: محدود  $m$  از  $1 - l + m$  است، یعنی وقتی که  $0 = l$  است  $m$  نمی‌تواند  $1 + l$  باشد.

**- ۸۶- گزینه‌ی ۳:** با توجه به شکل، در هسته  $4$  پروتون و در مدارها دو الکترون داریم، بنابراین شکل مربوط به گونه  $A^{2+}$  است؛ و نیز چون اوربیتال‌ها متحدم‌المرکز می‌باشند و در اندازه با هم اختلاف دارند بنابراین یکی از اوربیتال‌ها  $1s$  و دیگری  $2s$  می‌باشد.

گزینه ۱: چون اندازه دو اوربیتال  $s$  متفاوت است بنابراین متعلق به یک لایه اصلی نیستند و عدد کوانتموی اصلی متفاوتی دارند.

گزینه ۲: اوربیتال‌های  $p$  دمبلی شکل هستند، (نه کره‌های متحدم‌المرکز).

گزینه ۴: اندازه دو اوربیتال  $1s$  و  $2s$  نمی‌تواند در فضا یکسان باشد.

### - گزینه‌ی ۳:

عبارت اول (قابل توجیه است): نشر نور، ناشی از انتقال الکترونی از حالت برانگیخته به حالت پایدار است که بور وجود مدارها و نیز برانگیختگی و بازگشت الکترون را توجیه می‌کرد.

عبارت دوم (قابل توجیه نیست): وجود زیرلایه‌ها در داخل یک لایه در مدل کوانتم (شروع‌دینگر) می‌باشد. بور قادر به تحلیل آن نبود.

عبارت سوم (قابل توجیه است): کاهش انرژی یونش فلزات (یا عناصر) یک گروه از بالا به پایین، بخاطر افزایش تعداد مدارهای اصلی (در یک گروه از بالا به پایین) و دوری الکترون از هسته می‌باشد که بور مدارهای اصلی را توجیه می‌کرد.

عبارت چهارم (قابل توجیه نیست): وجود زیرلایه و اوربیتال و نهایتاً جهت‌گیری اوربیتال‌ها در مدار شروع‌دینگر می‌باشد و بور قادر به توجیه نیست.

## فصل دوم: جدول تناوبی عناصر

### ۱- مقدمه و سرگذشت جدول تناوبی

در فصل اول دیدیم که اتم متشکل از ذرات زیر اتمی الکترون، پروتون و نوترون است طوری که پروتون و نوترون در هسته و الکترون‌ها در لایه‌های الکترونی قرار گرفته‌اند. نحوه چیدمان الکترون‌ها در اتم براساس اصل آفبا صورت می‌گیرد طوری که اگر از اتم هیدروژن شروع کنیم و به ترتیب یک پروتون به هسته و یک الکtron به لایه‌ها اضافه کنیم عناصر مختلف حاصل می‌شود. حال سؤال این است که این عناصرهای مختلف را بر چه اساسی کnar هم قرار دهیم؟ آیا عناصرهای مختلف را می‌توان براساس یک الگوی خاص طبقه‌بندی کرد؟

به عنوان مثال، اگر افراد یک جامعه (مثلًا یک شهر) را به خانواده‌های مختلف طبقه‌بندی کنیم افراد یک خانواده، خواص ظاهری و رفتاری مشابهی خواهند داشت؛ به عنوان مثال قد و قیافه دو فرد که از یک خانواده هستند مشابه هم می‌باشد. در قرن نوزدهم عناصرهای بسیار زیادی شناخته شده بودند و شیمی‌دانان اطلاعات زیادی (از جمله جرم اتمی، چگالی، دمای ذوب، دمای جوش، فرم اکسیدی و ...) از این عناصر را اندازه‌گیری کرده بودند و تلاش می‌کردند این عناصر را طبقه‌بندی کنند طوری که عناصری که خواص مشابهی داشته باشند در یک گروه کnar هم قرار بگیرند. خواص عناصرها تغییرات گسترده‌ای را نشان می‌دهد. این تغییرات تصادفی و بی‌نظم نیستند بلکه خواص عناصرها با نظم و ترتیب خاصی تغییر می‌کند. از این رو می‌توان عناصرها را در چند خانواده گروه‌بندی کرد به طوری که در هر خانواده خواص عناصرهای موجود مشابه یکدیگر باشند و تنها تغییر مختصراً در خواص آنها روی می‌دهد.

### جدول مندلیف

اگرچه تا پیش از سال ۱۸۷۱ شماری از شیمی‌دانان (از جمله لوتارمی یر، جان نیولندز و ...) دسته‌بندی‌های ویژه‌ای را برای عناصر پیشنهاد کرده بودند اما گستردگی خصلت تناوبی در بین همه‌ی عناصر در این سال توسط مندلیف شناخته شد. در واقع مندلیف به وجود خصلت تناوبی میان عناصر به شیوه‌ای که امروزه می‌شناسیم پی برد.

مندلیف برای نظم دادن به چیدمان عناصر نام هر عنصر را به همراه خواص (جرم اتمی، چگالی، دمای ذوب، فرم اکسیدی و ...) آن، روی کارت‌های مختلف نوشت و سپس متوجه شد که اگر این عناصرها را بر حسب افزایش تدریجی جرم اتمی کnar هم قرار دهد خواص فیزیکی و شیمیایی به طور تناوبی تکرار می‌شود. به عبارت بهتر اگر کارت‌ها را به ترتیب جرم اتمی در یک ردیف کnar هم قرار دهیم طوری که عناصری با خواص فیزیکی و شیمیایی یکسان زیر هم قرار بگیرد، مشاهده می‌شود که کارت‌ها هشت تا هشت تا تکرار می‌شوند.

کارت ۱	کارت ۲	کارت ۳	کارت ۴	کارت ۵	کارت ۶	کارت ۷	کارت ۸
کارت ۹	کارت ۱۰	...					

در ادامه چون کارت ۹ خواص فیزیکی و شیمیایی مشابهی با کارت ۱ دارد بنابراین کارت ۹ زیر کارت ۱ قرار می‌گیرد.

نتیجه اینکه اگر عناصر را در یک ردیف، براساس جرم اتمی و در یک ستون (گروه) براساس خواص فیزیکی و شیمیایی کnar هم قرار بدھیم جدول زیر حاصل می‌شود:

در ارتباط با جدول اولیه مندلیف به موارد زیر توجه شود:

## فصل دوم: جدول تناوبی عنصرها

**پاسخ:** عناصری که در یک گروه جدول تناوبی هستند خصلت شیمیایی مشابهی دارند، بنابراین عنصر باید از گروه ۱۷ جدول تناوبی باشد. بدینه است که ۵۳ از گروه ۱۷ جدول تناوبی است چرا که عدد اتمی ۵۴ گروه ۱۸ است؛ بنابراین ۵۳ از گروه ۱۷ می‌باشد.

حال که شبیه‌سازی جدول تناوبی بر روی انگشتان دست را یاد گرفتیم، به جزئیات بیشتر در مورد جدول تناوبی عناصر توجه کنید:

(۱) این جدول دارای ۷ ردیف افقی و ۱۸ گروه عمودی می‌باشد و بر حسب افزایش عدد اتمی در یک دوره و بر اساس خواص فیزیکی و شیمیایی مشابه، در یک گروه کنار هم قرار گرفته است.

(۲) اتم‌های عنصرهای یک دوره، دارای تعداد لایه‌های الکترونی یکسانی هستند. مثلاً عناصر  $^{21}\text{Na}$ ,  $^{12}\text{Mg}$ ,  $^{13}\text{Al}$  و ... که در ردیف سوم هستند دارای سه لایه الکترونی اشغال شده هستند.

(۳) اتم‌های عنصرهای یک گروه، دارای آرایش الکترونی لایه ظرفیت مشابهی هستند. مثلاً همه گروه‌اول به  $^1\text{ns}$  و همه گروه دوم به  $^2\text{ns}$  ختم می‌شود و یا همه گروه ۱۵ به  $^3\text{ns}$  ختم می‌شود.

**تذکر:** در گروه ۱۸ آرایش الکترونی هلیم با سایر گازهای نجیب متفاوت است (هلیم به  $^1\text{s}$  و بقیه گازهای نجیب به  $^0\text{np}$  ختم می‌شود).

(۴) انتهای هر تناوب به گاز نجیب ختم می‌شود (البته به جز تناوب هفتم).

(۵) هر گروه با یک نافلز شروع می‌شود (به جز گروه دوم که با فلز شروع می‌شود و گروه سوم با شبکه‌فلز شروع می‌شود).

(۶) حدود ۹۱ عنصر (از ۱۱۸ عنصر جدول) در طبیعت یافت می‌شود و به سه دسته فلز، نافلز و شبکه‌فلز دسته‌بندی می‌شود.

(۷) ۸۰ درصد عناصر جدول فلز هستند (از جمله فلزهای قلیایی، قلیایی خاکی، دسته  $\text{d}$  و دسته  $\text{f}$  و برخی دسته  $\text{p}$ ) و ویژگی عمومی فلزات دارا بودن سطح برآقی، رسانای خوب گرما و برق، قابلیت چکش خواری و شکل پذیری است.

اگه به سیم مسی (فلز) برق وصل کنی دست بزنی همومنا آدمو فشک می‌کنه (رسانای فلزات) و یا اینکه به یک قطعه فلزی ضربه بزنی فم می‌شه و نمی‌شکنه (پاش فواری فلزات).

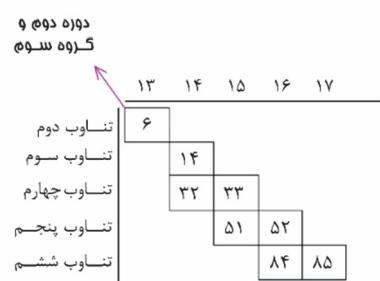
(۸) از بین ۱۱۸ عنصر جدول تناوبی ۱۷ عنصر نافلز وجود دارد. عبارتنداز؛ ( $\text{H}$ ,  $\text{Se}_{16}$ ,  $\text{S}_{16}$ ,  $\text{O}_{16}$ ,  $\text{P}_{15}$ ,  $\text{N}_{15}$ ,  $\text{C}_{15}$ ,  $\text{Br}_{35}$ ,  $\text{I}_{35}$ ,  $\text{Se}_{34}$ ,  $\text{S}_{34}$ ,  $\text{P}_{34}$ ,  $\text{C}_{34}$ ,  $\text{F}_{19}$ ,  $\text{Cl}_{18}$ , ...).

هر چی نافلزی داریم که آخرش زن داره به صورت مولکول دو اتمی هستش مثل نیتروژن  $\text{N}_2$ ، اکسیژن  $\text{O}_2$ ، هیدروژن  $\text{H}_2$ ، هالوژن (...).

(۹) از بین ۱۱۸ عنصر جدول تناوبی ۸ عنصر شبکه‌فلز وجود دارد که این عنصرها برخی از خواص فلزی و برخی از خواص نافلزی را دارد. به عنوان مثال سیلیسیم مانند فلزها در خشان است و مانند نافلزها شکننده است و نیز سیلیسیم نیمه رسانا است.

واسه اینکه بتونین موقعیت شبکه‌فلزها رو تو بخول داشته باشین، پنج پله رسم کنین زیر پله های اوّل و آفرمای هستند و بقیه پله‌ها زیرشون یه پله هم دارن، توجه شود که پله اوّل ردیف ۲ و گروه ۱۳ هستند. در ادامه کاربرد اینو بیشتر متوجه می‌شینیم.

عنصرهای شبکه‌فلز  $\text{B}$ ,  $\text{Ge}_{14}$ ,  $\text{Si}_{14}$ ,  $\text{As}_{15}$ ,  $\text{Sb}_{15}$ ,  $\text{Te}_{15}$ ,  $\text{Po}_{18}$ ,  $\text{At}_{18}$  می‌باشد. لازم به ذکر است که حفظ کردن این عناصر لازم نیست فقط کافی است ۵ پله تصور کنید که زیرپله های اوّل و آخر خالی است.



## شیمی دوم مولر

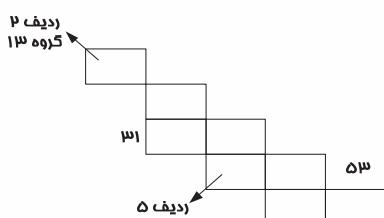
به عنوان مثال در گروه ۱۴ چند عنصر شبکه‌فلز وجود دارد؟ چون اولین پله گروه ۱۳ است که زیر آن خالی است پس در گروه ۱۴ قطعاً ۲ پله داریم (چرا که زیرگروه‌های ۱۴، ۱۵ و ۱۶ هر کدام یک پله دارند).

در دوره پنجم چند شبکه‌فلز داریم؟ چون اولین پله در ردیف ۲ است با تصور پله‌ها بدیهی است که ردیف ۲ و ردیف ۳ هر کدام یک شبکه‌فلز دارد ولی بقیه ردیف‌ها ۲ عنصر شبکه‌فلز دارد.

**سؤال:** آیا عدد اتمی  $\text{Xe}$  شبکه‌فلز است؟ عدد اتمی  $\text{U}$  چطور؟

با تصور پله‌ها و تکنیک شبیه‌سازی روی انگشتان بدیهی است که عدد اتمی ۵۳ روی انگشت شماره ۵ و گروه ۱۷ قرار گرفته است حال با تصور پله‌ها معلوم است که عدد اتمی ۵۳ جزو پله‌ها نیست و چون سمت راست پله‌ها افتاده است پس نافلز است.

عدد اتمی ۳۱ در ردیف چهارم و گروه ۱۳ است که چون سمت چپ پله‌ها است پس فلز می‌باشد.



**تذکر:** فراوان‌ترین عنصر در پوسته زمین اکسیژن (نافلز) است و سپس سیلیسیم (شبکه‌فلز) و سپس آلومینیم (فلز).

(۱۰) بر اساس اصل آفبا و با تصور جدول تناوبی، روی انگشتان چون در  $n=6$  و  $n=7$  زیرلایه f هم وارد می‌شود؛ بنابراین دوره ششم و هفتم بیشترین تعداد عنصر را دارد.

(۱۱) در پنجاه و هفتمنی عنصر آخرین الکترون به  $4f^1$  وارد می‌شود (چرا که در روی انگشت ششم بعد از  $4s$  نوبت  $4f$  می‌شود) و تا عدد اتمی ۷۰، زیرلایه  $4f$  در حال پرشدن است؛ بنابراین به عدد اتمی‌های ۵۷ الی ۷۰ لانتانیدها می‌گویند.

(۱۲) در هشتاد و نهمین عنصر، آخرین الکترون به  $5f^1$  وارد می‌شود (چرا که انتهای انگشت ششم ۸۶ است و پس از  $7s$  الکترون به  $5f$  وارد می‌شود) و تا عدد اتمی ۱۰۲ زیرلایه  $5f$  در حال پرشدن است بنابراین به عدد اتمی ۸۹ الی ۱۰۲ اکتینیدها می‌گویند.

**تذکر ۱:** براساس تغییرات جدید کتاب درسی،  $\text{La}$  و  $\text{Ac}$  به ترتیب جزء لانتانیدها و اکتینیدها می‌باشد.

**تذکر ۲:** عناصر دسته f بین گروه ۲ و ۳ قرار گرفته است.

(۱۳) یاد گرفتیم که اساس اصل آفبا  $f$  و  $d$  الکترون به واسطه زیرلایه ns به زیرلایه‌های  $d$  و  $f$  (ن-۱) و  $f$  (ن-۲) وارد می‌شود بخاطر همین به عناصر دسته d و f عناصر واسطه می‌گویند.

(۱۴) در عناصر دسته d، آخرین زیرلایه ns را رد می‌کند و به زیرلایه  $d$  (ن-۱) وارد می‌شود ولی در عناصر دسته f الکترون دو زیرلایه  $d$  (ن-۱) و  $f$  (ن-۲) را رد می‌کند و به زیرلایه  $f$  (ن-۲) وارد می‌شود؛ پس دسته f نسبت به دسته d داخلی‌تر است. به عنوان مثال در عنصر  $\text{C}_{\text{Pr}}$  الکترون پس از  $4s$  به  $3d$  وارد می‌شود ولی در عنصر  $\text{Pr}$  الکترون پس از  $4s$  به  $4f$  وارد می‌شود.

اگر الکترون از  $5s$  یه کانال میزنه تا بررسه به  $3d$  و یا در  $5p$  از  $6s$  یه کانال عمیق میزنه تا بررسه به  $4f$  که فیلی رافلن تر هستش.

(۱۵) در شرایط ۱ اتمسفر و دمای  $0^{\circ}\text{C}$  (دمای اتاق) دو عنصر جیوه و برم مایع است و نیز عنصر گالیم در کف دست (دمای  $0^{\circ}\text{C}^{36}$ ) مایع است.

(۱۶) آرایش الکترونی لایه ظرفیت عناصر گروه‌های اصلی (دسته p و s) به صورت زیر است. توجه شود که آرایش الکترونی عناصر یک گروه در بسیاری از موارد مشابه هم هستند.

**کلک یادگیری:** در عناصر دسته p الکترونها لایه ظرفیت برابر مجموع الکترونها p<sub>s</sub> که همان عدد یکان شماره گروه است از آنجایی که s دو الکtron می‌گیرد بقیه الکترونها به p داده می‌شود.

## فصل دوم: جدول تناوبی عنصرها

۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
ns <sup>1</sup>	ns <sup>2</sup>	ns <sup>2</sup> np <sup>1</sup>	ns <sup>2</sup> np <sup>2</sup>	ns <sup>2</sup> np <sup>3</sup>	ns <sup>2</sup> np <sup>4</sup>	ns <sup>2</sup> np <sup>5</sup>	ns <sup>2</sup> np <sup>6</sup>

(۱۷) تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت هر گروه برابر عدد یکان شماره گروه است؛ مثلاً عنصر Fe که در گروه ۶ قرار دارد دارای الکترون‌های لایه ظرفیت ۶ است.

(۱۸) با توجه به شبیه‌سازی جدول بر روی انگشتان دست، روی ۴ انگشت زیرلایه d وجود دارد (روی انگشتان ۴، ۵، ۶، ۷) که مجموعاً ۴۰ عنصر دسته d یا همان واسطه خارجی وجود دارد. روی ۲ انگشت زیرلایه f وجود دارد (انگشتان ۶ و ۷) که مجموعاً ۲۸ عنصر دسته f یا همان عناصر واسطه داخلی وجود دارند. روی ۵ انگشت دسته p موجود است که در مجموع ۳۰ عنصر دسته p وجود دارد و از این ۳۰ عنصر، ۸ عنصر شبکه‌فلز، ۷ عنصر فلز و بقیه نافلز است (عناصر دسته p روی انگشت هفتم ماهیت مشخص ندارند چون ساختگی هستند) و نیز ۱۴ عنصر دسته s وجود دارد (روی تمام انگشتان) که دو تا از این عناصر دسته s نافلز هستند (H، He). حال ترتیب تعداد عناصر به صورت زیر است:

شبکه‌فلزات > نافلزات > فلزات اصلی > فلزات واسطه داخلی > فلزات واسطه خارجی

۴۰ > ۲۸ > ۱۹ > ۱۷ > ۸

(۱۹) فرم هیدریدی و کلریدی و نیز فرم اکسیدی (بالاترین فرم و پایدارترین فرم) عناصر اصلی جدول به صورت زیر است. توجه شود که فرم هیدریدی و کلریدی عناصر با هم یکسان است و نیز در بالاترین فرم اکسیدی، بار هر عنصر را برابر عدد یکان شماره گروه در نظر می‌گیریم.

شماره گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
آرایش لایه ظرفیت	ns <sup>1</sup>	ns <sup>2</sup>	ns <sup>2</sup> np <sup>1</sup>	ns <sup>2</sup> np <sup>2</sup>	ns <sup>2</sup> np <sup>3</sup>	ns <sup>2</sup> np <sup>4</sup>	ns <sup>2</sup> np <sup>5</sup>
فرمول هیدرید و مثال	MH	MH <sub>۲</sub>	MH <sub>۳</sub>	MH <sub>۴</sub>	MH <sub>۵</sub>	MH <sub>۶</sub>	MH
	LiH	BeH <sub>۲</sub>	BH <sub>۳</sub>	CH <sub>۴</sub>	NH <sub>۳</sub>	H <sub>۲</sub> O	HF
فرمول کلرید و مثال	MCl	MCl <sub>۲</sub>	MCl <sub>۳</sub>	MCl <sub>۴</sub>	MCl <sub>۵</sub>	MCl <sub>۶</sub>	MCl
	LiCl	BeCl <sub>۲</sub>	BCl <sub>۳</sub>	CCl <sub>۴</sub>	NCl <sub>۳</sub>	Cl <sub>۲</sub> O	ClF
فرمول اکسید پایدار و مثال	M <sub>۲</sub> O	MO	M <sub>۲</sub> O <sub>۲</sub>	MO <sub>۲</sub>	M <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	MO <sub>۲</sub>	M <sub>۲</sub> O
	Na <sub>۲</sub> O	MgO	Al <sub>۲</sub> O <sub>۲</sub>	CO <sub>۲</sub>	N <sub>۲</sub> O <sub>۳</sub>	SO <sub>۲</sub>	Cl <sub>۲</sub> O
فرمول اکسید با بالاترین اکسایش و مثال	M <sub>۲</sub> O	MO	M <sub>۲</sub> O <sub>۲</sub>	MO <sub>۲</sub>	M <sub>۲</sub> O <sub>۵</sub>	MO <sub>۲</sub>	M <sub>۲</sub> O <sub>۷</sub>
	Na <sub>۲</sub> O	MgO	Al <sub>۲</sub> O <sub>۲</sub>	CO <sub>۲</sub>	N <sub>۲</sub> O <sub>۵</sub>	SO <sub>۲</sub>	Cl <sub>۲</sub> O <sub>۷</sub>
ظرفیت	۱	۲	۳	۴	۳	۲	۱

**تذکرہ:** جهت یادگیری فرم هیدریدی هر گروه، معروف‌ترین گروه را یاد بگیرید مثلاً چون نیتروژن به صورت NH<sub>۳</sub> است پس عدد اتمی ۵۱ هم به صورت XH<sub>۳</sub> است.

**مثال:** عدد اتمی عنصر x برابر ۲۵ است. فرمول اکسید آن با بالاترین عدد اکسیداسیون چگونه است؟

**پاسخ:** عدد اتمی ۲۵ روی انگشت چهارم قرار دارد و چون انتهای انگشت سوم ۱۸ است، با کم کردن ۲۵ از ۱۸ شماره گروه بدست می‌آید، که در گروه ۷ قرار گرفته است و فرم اکسیدی آن X<sub>۲</sub>O<sub>۷</sub> می‌باشد.


 شیمی دوم مولیر

(۲۰) عناصر گروههای ۱۳، ۲، ۱ معمولاً با از دست دادن الکترون و عناصر گروههای ۱۷، ۱۶، ۱۵ با گرفتن الکترون به آرایش گاز نجیب می‌رسد. عناصر گروه ۱۴ الکترون را به اشتراک می‌گذارند.

**تذکرہ:** یون‌هایی با بار بیشتر از  $+3$  یا  $-3$  در حالت معمولی پایدار نیستند چرا که چگالی بار روی یون خیلی بیشتر است و یون ناپایدارتر می‌شود.

(۲۱) در عناصر دسته p از بالا به پایین جدول تناوبی، تعداد عناصرهای جامد بیشتر می‌شود، چرا که عناصری که در پایین جدول قرار گرفته‌اند جرم و حجم بیشتری دارند، پس نیروی واندروالسی قوی‌تری خواهند داشت و نهایتاً جامد می‌شوند مثلًاً  $I_2$  جامدات  $Br_2$  مایع ولی  $Cl_2$  گاز می‌باشد.

(۲۲) در گروههای ۱۷، ۱۶، ۱۵، ۱۴، ۱۳ عنصر شبه‌فلز وجود دارد (گفتیم که برای درک موقعیت شبه‌فلزها، ۵ پله رسم کنید)

(۲۳) گروههای ۱۴ و ۱۵ دارای فلز، نافلز و شبه‌فلز.

(۲۴) گروه ۱۷ دارای تمام حالت‌های فیزیکی جامد، مایع و گاز است (در دمای اتاق).

(۲۵) در بین گروههای عناصر اصلی فقط آرایش الکترونی لایه ظرفیت هلیم با هم گروهی‌های خود متفاوت است.

(۲۶) هیدروژن با اینکه نافلزی گازی شکل است ولی در گروه فلزات قرار گرفته است.

(۲۷) با کم کردن عدد اتمی از شماره گاز نجیب قبلی، شماره گروه هر عنصر سریع بدست می‌آید:

- تا انتهای انگشت سوم:

۱۰ + شماره گاز نجیب قبلی - عدد اتمی = شماره گروه

- تا انتهای انگشت پنجم:

شماره گاز نجیب قبلی - عدد اتمی = شماره گروه

- تا انتهای انگشت هفتم:

۱۴ - شماره گاز نجیب قبلی - عدد اتمی = شماره گروه

مثلًاً در عنصر  $X_{47}$  کافی است بگوییم ۴۷ منهای ۳۶ برابر ۱۱ که شماره گروه آن ۱۱ است و یا در عنصر ۵۱ کافی است بگوییم ۵۱ منهای ۳۶ برابر ۱۵ است یعنی در گروه ۱۵ می‌باشد.

**تذکرہ:** عده‌های اتمی ۵۷ الی ۷۰ (لانتانیدها) و نیز ۸۹ الی ۱۰۲ (اکتینیدها) از اصول بالا تبعیت نمی‌کند چرا که بین گروه ۲ و ۳ قرار گرفته‌اند.

(۲۸) عناصری که روی انگشتان ۷ و ۶ باشد و دسته f را رد کنند (خود دسته f، بین گروه ۲ و ۳ است) عدد اتمی عنصر مورد نظر منهای ۱۴ می‌کنیم و سپس منهای شماره گاز نجیب قبل خود می‌کنیم (چرا که به تعداد عناصر f هر دوره باید کم کنیم) مثلًاً در عنصر  $X_{78}$  که در روی انگشت ششم قرار گرفته است و گاز نجیب قبلی (یعنی انتهای انگشت پنجم) برابر ۵۴ است؛ پس داریم:  $78 - 14 - 54 = 10$

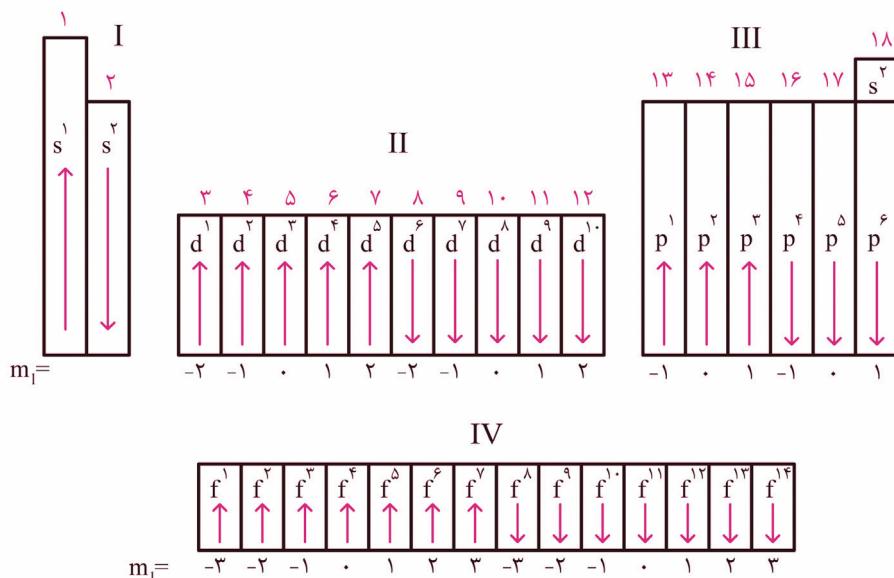
و یا در عنصر  $X_{106}$  که در انگشت هفتم قرار گرفته است داریم:  $106 - 14 - 86 = 6$   $106 - 14 - 86 = 6$

**تذکر مهم:** همواره برای تمامی گروههای جدول، عدد اتمی‌های زوج در شماره گروههای زوج قرار گرفته است و عدد اتمی‌های فرد در شماره گروههای فرد قرار گرفته است؛ مثلًاً شماره گروه ۷۸ قطعاً عدد زوج است.

(۲۹) به طور کلی جهت برقراری ارتباط بین جدول تناوبی و اعداد کوانتومی با استفاده از شبیه‌سازی روی انگشتان، آرایش

## فصل دوم: جدول تناوبی عنصرها

الکترونی آخرین الکترون هر عنصر جدول تناوبی به صورت زیر است:



در قسمت I آخرین الکترون هر اتم به s وارد می شود و به  $s^1$  و  $s^2$  ختم می شود (دسته s). شماره گروه را منهای گاز نجیب قبل از خود می کنیم و عدد بدست آمده را به s می دهیم.

در قسمت III آخرین الکترون هر اتم به p وارد می شود و از  $p^1$  تا  $p^6$  ختم می شود (دسته p). از عدد یکان شماره گروه ۲ تا به s می دهیم و بقیه را به p می دهیم.

در قسمت II آخرین الکترون هر اتم به d وارد می شود و از  $d^1$  تا  $d^{10}$  ختم می شود (دسته d) یا واسطه خارجی). از شماره گروه ۲ تا به s می دهیم و بقیه را به d می دهیم.

در قسمت IV آخرین الکترون هر اتم به f وارد می شود و از  $f^1$  تا  $f^{14}$  ختم می شود (دسته f) یا واسطه داخلی). عدد اتمی را منهای گاز نجیب می کنیم و از عدد حاصل ۲ تا به s می دهیم و بقیه را به d می دهیم.

**تذکر:** عناصر دسته d و f همگی فلز هستند به جز هیدروژن و هلیوم.

۳۰ با یادگیری شبیه سازی جدول تناوبی و اصل آفبا بر روی انگشتان دست، با داشتن عدد اتمی، بدون نیاز به رسم آرایش الکترونی عناصر موارد زیر را می توان یافت.

دوره، گروه، الکترون های لایه ظرفیت، موقعیت اوربیتال های f, d, p, s، نوع عنصر، فرم هیدریدی، فرم اکسیدی، مشخصات اعداد کوانتومی، روندهای تناوبی، حتی ساختارهای لوویس و ...

**تسنیع:** کدام گزینه در مورد جدول تناوبی امروزی درست است؟

- ۱ جدول تناوبی دارای ۶ عنصر شبه فلز است که سنگین ترین آن Xe است.
- ۲ بیشتر عناصر جدول تناوبی نافلز هستند و جامد می باشند.
- ۳ حدود ۹۱ عنصر از عناصر جدول تناوبی در طبیعت یافت می شود که به سه دسته تقسیم شده است.
- ۴ سیلیسیم به عنوان یک شبه فلز با اینکه قابلیت چکش خواری دارد ولی فاقد سطح برآق است.

## شیمی دوم مولر

**تسنیع ۴۷:** اگر تفاوت شمارنوترون‌ها و الکترون‌ها در یون تک اتمی  $A^{4+}$ <sup>۱۱۹</sup>، برابر ۲۳ باشد، عنصر A در کدام گروه و کدام دوره‌ی جدول تناوبی جای دارد؟  
 (تجربی خارج ۸۸ با کمی تغییر)

۱ - ۱۴- چهارم      ۲ - ۱۵- پنجم      ۳ - ۱۶- چهارم      ۴ - ۱۴- پنجم

**تسنیع ۴۸:** اگر تفاوت شمار الکترون‌ها با شمار نوترون‌ها در یون تک اتمی  $(g) X^{5+}$ <sup>۹۳</sup> برابر ۱۶ باشد، عدد اتمی این عنصر، کدام است و در کدام تناوب جای دارد؟  
 (تجربی داخل ۸۸)

۱ - ۵۱- ششم      ۲ - ۵۲- هفتم      ۳ - ۴۱- پنجم      ۴ - ۴۳- پنجم

**تسنیع ۴۹:** اگر یون تک اتمی عنصر X (با آرایش الکترونی گاز نجیب) دارای ۳۶ الکtron باشد، عنصر X می‌تواند در تناوب و گروه ..... جای داشته و با اکسیژن، اکسیدی با فرمول ..... تشکیل دهد.

(تجربی داخل ۸۷ با کمی تغییر)

۱ - چهارم- ۱۶- XO<sub>۴</sub>      ۲ - چهارم- ۱۴- XO<sub>۳</sub>- ۱۶- پنجم      ۳ - چهارم- ۱۷- X<sub>۲</sub>O<sub>۳</sub>

### ۳- ویژگی‌های گروهی عناصر

#### ۱- گروه اول- فلزهای قلیایی

همانطور که دیدیم عناصر دسته ۸ در گروه‌های ۲ و ۱ قرار دارند (البته به جز هلیم). به عناصری که فلز هستند و در گروه اول قرار گرفتند فلزات قلیایی می‌گویند. با توجه به توضیحات و جدول صفحه ۳۴ کتاب درسی به موارد زیر توجه شود:  
 (۱) عنصرهای این گروه،  $Li, Na, K, Rb, Cs, Fr$ <sup>۸۷</sup> می‌باشد که عدد اتمی آنها با اضافه کردن یک واحد به عدد اتمی گازهای نجیب قبل از خود، حاصل می‌شود.

**تذکرہ:** همه‌ی عناصر گروه اول فلز قلیایی نیستند چرا که هیدروژن جزء نافلز است.

(۲) چون  $Fr$ <sup>۸۷</sup> پرتوزا است و در طبیعت یافت نمی‌شود و بیشتر در واکنش‌های هسته‌ای (مبادله پروتون و نوترون) شرکت می‌کند بنابراین خواص فیزیکی و شیمیایی (مبادله الکترون) آن بررسی نمی‌شود.

(۳) فلزات قلیایی آنچنان نرم هستند که حتی با چاقو هم بریده می‌شود.

(۴) آرایش الکترونی عناصر این گروه به  $ns^1$  ختم می‌شود و با از دست دادن یک الکترون به آرایش گاز نجیب پایدار قبل از خود می‌رسند و چون از دست دادن یک الکترون آسان است این فلزات به راحتی یک الکترون خود را از دست می‌دهند یعنی به شدت واکنش‌پذیر هستند.

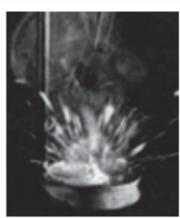
(۵) به علت واکنش‌پذیری بالای این عناصر، سطح براق فلزات این گروه، با اکسیژن و رطوبت واکنش می‌دهد و تیره می‌شود. در آزمایشگاه این عناصر را زیر نفت نگهداری می‌کنند تا از تماس مستقیم هوا و رطوبت در امان بمانند.

(۶) در این گروه واکنش‌پذیری از بالا به پایین افزایش می‌یابد (با افزایش تعداد لایه‌ها، فاصله آخرین الکترون تا هسته زیاد می‌شود و آزاد شدن بیرونی ترین الکترون، آسان‌تر است). یک نشانه خوب برای مقایسه واکنش‌پذیری و فعالیت شیمیایی فلزات قلیایی، شدت واکنش با آب است، بدیهی است که شدت واکنش با آب از بالا به پایین بیشتر می‌شود. شدت واکنش با آب  $.Cs > Rb > K > Na > Li$

## فصل دوم: جدول تناوبی عنصرها



٢



سندھ

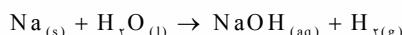


تاسیس

اکر لیتیم رو دافل آب بیندازی یه تس میکنه و تموم  
میشه، سدیم را بیندازی دافل آب یه بم بم میکنه، پتابسیم  
رو دافل آب بیندازی با مب میکنه، بیدیم بندازی دافل  
آب! فورت هم میری رو هوا ... در از هون شما!

۷) محصول حاصل از واکنش فلزات قلیایی با

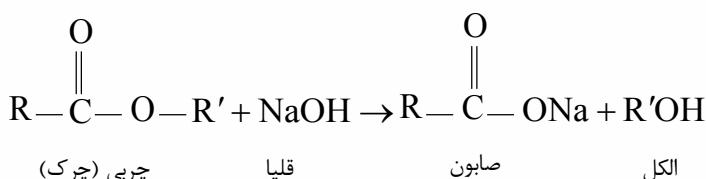
آب به صورت  $M_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow MOH_{(aq)} + H_{(g)}$  است. این واکنش جانشینی یگانه است و فرآورده واکنش محلول قلیایی (بازی) و گاز هیدروژن است. به عنوان مثال:



**(۸)** گاز هیدروژن تولید شده (از واکنش فلز قلیایی با آب) با اکسیژن هوا در حضور جرقه می‌سوزد به عبارت بهتر واکنش سوختن  $H_{\tau(g)} + O_{\tau(g)} \rightarrow H_{(1)} O$  صورت می‌گیرد. چنانچه در فصل تعادل خواهیم دید واکنش سوختن گاز هیدروژن از نظر ترمودینامیکی، پیشرفت بسیار خوبی دارد و اگر انرژی فعال سازی (جرقه) آن تأمین شود واکنش انفجاری پیش می‌رود.

حال اگر به لوله حاوی گاز  $H_2$ ، کبریت روشن (جرقه) نزدیک کنیم صدای انفجار خفیفی به گوش می‌رسد که دلیلی بر واکنش سوختن گاز  $H_2$  است.

<sup>۹</sup> می‌دانیم که ساختار چوب شامل ترکیب آلی C, H به همراه یون‌های  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^{2+}$  و ... (که آز آوندهای چوبی وارد می‌شود) است. حال اگر چوب بسوزد محصولات  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$  و ... تولید می‌کند. اکسیدهای فلز  $\text{K}_2\text{O}$  و  $\text{Na}_2\text{O}$  جامد هستند و اگر وارد آب بشوند خاصیت بازی (قلیایی) دارند. در فصل سوم شیمی پیش دانشگاهی خواهیم دید که چربی‌ها (که نوعی استر هستند) در حضور قلیا به صابون تبدیل می‌شوند.



نتیجه اینکه، خاکستر باقی مانده از سوختن چوب ( $\text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O}$ ) در حضور آب، قلیا ( $\text{NaOH}$ ) تولید می‌کند و چربی‌ها در حضم، قلیا به صایه: تدبیا، م. شمد. س. خاکست، خاصت شه بندگ دارد.

(۱۰) در فلزات قلیایی، از بالا به پایین: تعداد لایه‌ها؛ باد ممکن شود، بنابراین: شعاع اتم، و شعاع یونی، از بالا به پایین؛ زیاد ممکن شود.

(۱۱) در گروه فلزات قلیایی، نقطه ذوب و جوش و سختی کاهش می‌یابد. توجه شود که در دمای ذوب و جوش اتم‌های فلزی در اثر حرارت به ترتیب، به مایع و گاز تبدیل می‌شود ولی سختی مقاومت در برابر خواشیدگی است.

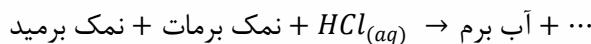
وآسه اینکه قشیک درک کنی، فرض کن دو نوع بتن داریم یکی از شن و ماسه ریز تشكیل شده و اون یکی از شن و ماسه درشت. کلومش مقاماتر و سفت‌تر هست؟! روی بتن ریز به این راهنمای نمیشه خط و فراشی انداخت یعنی سقنه بالایی داره و نیز ذرات بتن ریز رو نمیشه به این راهنمایها از هم جدا کنیم یعنی دمای ذوب و هوش بالایی دارن.

(۱۲) در فلزات قلیایی از بالا به پایین انرژی نخستین یونش کاهش می‌یابد. چرا که از بالا به پایین، لایه جدید اضافه شده است و آخرين الکترون از هسته دورتر می‌شود و جدا کردن آن راحت‌تر است. یعنی با مصرف انرژی کمتری، آخرین الکترون جدا می‌شود.

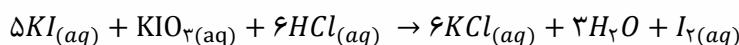
<sup>۱۳</sup>) در فلزات قلیایی از بالا به پایین خواص فلزی زیاد می‌شود. خواص فلزی به معنای تمایل برای از دست دادن الکترون است

## فصل دوم: جدول تناوبی عنصرها

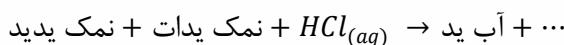
یا:



۳. برای تهییه آب یدید از اثر پتاسیم یدید (KI) و پتاسیم یدات (KIO<sub>3</sub>) بر هیدروکلریک اسید استفاده می‌شود.



یا:



**مثال:** کدامیک از موارد زیر انجام شدنی است؟

(۱) کلر می‌تواند برم را از حالت ترکیب خارج کند؟

(۲) هالوژن ید با ترکیب یون NaCl واکنش می‌دهد؟

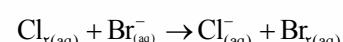
(۳) یون‌های یدید بر آب فلوئور تاثیری دارد؟

(۴) واکنش برم و نمک پتاسیم کلرید چگونه است؟

(۵) هالوژن با شعاع بزرگتر می‌تواند هالیدی با شعاع کوچکتر واکنش دهد؟

جواب‌ها:

(۱) واکنش  $\text{Cl}_r + \text{Br}^- \rightarrow$  انجام پذیر است چرا که Cl هالوژنی بالاتر از Br می‌باشد و کلر، برم را از حالت ترکیب خارج می‌کند.



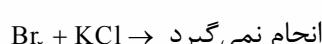
(۲) ید نمی‌تواند کلر را از حالت ترکیب خارج کند. یعنی واکنش زیر انجام پذیر نیست:



(۳) یون‌های یدید در آب فلوئور (یعنی F<sub>(aq)</sub>)، از حالت ترکیب خارج می‌شوند؛ یعنی یدید به هالوژن ید تبدیل می‌شود.



(۴) برم هالوژنی ضعیفتر از کلر است، بنابراین واکنش هالوژن برم با نمک پتاسیم کلرید انجام ناپذیر است:



(۵) همیشه هالوژنی که شعاع بزرگتری دارد ضعیفتر است، بنابراین هالوژن شعاع بزرگ‌تر نمی‌تواند با هالید شعاع کوچکتر واکنش بدهد.

**غازهای نجیب - گروه ۱۸:** این عناصر از بالا به پایین به ترتیب He, Xe, Kr, Ar, Ne, Rn هستند که در شبیه‌سازی روی انگشتان، انتهای هر انگشت می‌باشند. در ارتباط با این گروه به موارد زیر توجه شود:

(۱) آخرین زیر لایه‌های این عناصر (s و p) پر هستند؛ به عبارتی زیر لایه‌های p و s در بیرونی‌ترین لایه الکترون (لایه ظرفیت) پر می‌باشد، اتم هلیم به ۲<sup>۰</sup> ختم می‌شود ولی در بقیه گازهای نجیب به ۱<sup>۰</sup> ns<sup>۰</sup> np<sup>۰</sup> ختم می‌شود. به دلیل واکنش‌پذیری کم گازهای نجیب می‌توان نتیجه گرفت که پایداری آنها نتیجه داشتن چنین آرایش الکترونی است.

(۲) در گذشته گازهای نجیب به گازهای بی‌اثر معروف بودند. این عناصر را از آن جهت بی‌اثر می‌نامیدند که تا مدت‌ها تصور می‌شد در هیچ واکنش شیمیایی شرکت نمی‌کنند.

## شیمی دوم مولر

(۳) تاکنون هیچ ترکیب شیمیایی پایداری از عنصرهای هلیم، نئون و آرگون شناخته نشده است (حتی به صورت مصنوعی هم تولید نمی‌شوند).

(۴) عنصرهای  $Kr$ ,  $Xe$ ,  $Rn$  واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند که در سال‌های اخیر چند ترکیب شیمیایی از آنها در آزمایشگاه و صنعت ساخته شده است (مانند  $XeF_4$ ,  $XeF_6$ ) دلیل اینکه این سه گاز نجیب اندکی واکنش‌پذیر است به بزرگتر بودن شعاع اتمی آنها مربوط می‌شود، چرا که هر چه شعاع اتمی بزرگتر باشد فاصله آخرین الکترون تا هسته بیشتر می‌شود بنابراین جفت الکترونهای اوربیتالهای گاز نجیب (که به صورت  $ns^{np}$  است) با اعمال زور قابل برانگیخته شدن است تا اینکه مبادله الکترون و یا به اشتراک گذاشتن الکترون صورت می‌گیرد که این به معنای انجام واکنش است.

(۵) علی‌رغم واکنش‌پذیری کم گازهای نجیب، این عنصرها با اینکه تک اتمی هستند ولی کاربرد بسیار وسیعی دارند. برای مثال از نئون در تابلوهای روشنایی تبلیغاتی و لیزرهای گازی استفاده می‌شود.

(۶) هنگامی که در یک واکنش شیمیایی، اتم یک عنصر فلزی یا نافلزی یک یا چند الکترون از دست می‌دهد و یا بدست می‌آورد آرایش الکترونی یون حاصل، مشابه یک گاز نجیب می‌شود.

آرایش الکترونی گونه‌هایی که به گاز نجیب می‌رسند به صورت زیر است:

- اگر به  $np^6$  ختم شود این آرایش می‌تواند متعلق به یک گاز نجیب، کاتیون فلزات اصلی، کاتیون فلزات واسطه از گروه ۳ فرعی و یا آنیون نافلزات باشد (مانند  $Ne$ ,  $Na^+$ ,  $Sc^{3+}$ ,  $F^-$  و...).
- اگر به  $ns^2$  ختم شود می‌تواند  $H^-$ ,  $He$ ,  $Li^+$  و ... باشد.
- اگر به  $nd$  ختم شود قطعاً مربوط به آرایش الکترونی کاتیون از فلزات واسطه است (مانند  $Fe^{3+}$  که به  $3d^5$  ختم می‌شود).

**تذکرہ:** یونهای منفی پایدار حتماً به آرایش گاز نجیب می‌رسند.

**تسنیم ۶۱:** کدام گزینه در مورد هالوژنها درست است؟

- ۱ واکنش‌پذیرترین عنصرها هستند.
- ۲ با فلزات گروه اول واکنش می‌دهند و نمک خوراکی را تولید می‌کنند.
- ۳ گاز کلر سمی و خورنده است و در طبیعت به صورت مولکول  $Cl_2$  می‌باشد.
- ۴ فعالیت شیمیایی این گروه برخلاف فلزات از بالا به پایین کاهش می‌یابد.

**تسنیم ۶۲:** کدام گزینه درست است؟

- ۱ تعداد عناصر واسطه داخلی ۱۴ می‌باشد.
- ۲ در گروه ۱۳ و ۱۴ دو تا عنصر شبه فلز وجود دارد.
- ۳ در میان عناصر جدول تناوبی ۳ عنصر در شرایط اتفاق به صورت مایع هستند.
- ۴ هالوژنها دو اتمی هستند و همه حالت‌های فیزیکی در بین آنها وجود دارد.

**تسنیم ۶۳:** چند مورد از عبارتهای زیر درست است؟

- (۱) یک شبه فلز است که در تناوب چهارم و گروه ۱۶ قرار گرفته است.

**Website:** www.MoleR.ir

## فصل دوم: جدول تناوبی عنصرها



(۲) تعداد عناصر دسته d از تعداد عناصر فلزات اصلی و یا عناصر دسته f بیشتر است.

(۳) عناصر دسته p شامل فلزات، نافلزات و شبه فلزات است و نیز تمامی حالت‌های فیزیکی در دسته p وجود دارد.

(۴) تمامی عناصر دسته s و d و نیز برخی عناصر p و f به صورت فلز و جامد هستند.

(۵) در عنصری با عدد اتمی ۷۸ ساختار هسته نسبت به آرایش الکترونی از اهمیت بیشتری برخوردار است.

۴ -۴

۳ -۳

۲ -۲

۱ -۱

**تسنیت ۶۵:** در اثر افزایش نمک خواراکی به کدامیک از موارد زیر آب کلر تولید می‌شود.

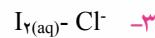
I<sup>-</sup> -۴

I<sub>۲</sub> -۳

Br<sub>۲</sub> -۲

F<sub>۲</sub> -۱

**تسنیت ۶۶:** مقادیر ۲۰ میلی لیتر مایع سفید کننده NaClO را با ۱۵۰ میلی لیتر HCl غلیظ مخلوط می‌کنیم و پس از مدتی ۱۰ میلی لیتر از محلول بدست آمده را به ۱۰۰ میلی لیتر محلول KI اضافه می‌کنیم. در پایان کدام دو ماده زیر در محیط حاصل می‌شود؟ (غلظت تمام گونه‌ها در محلول با هم برابر است و واکنشها کامل‌اند)



**تسنیت ۶۷:** در مرحله اول آزمایشی مقداری از محلول  $\text{KIO}_3$  را در یک بشر می‌ریزیم و سپس ۵ قطره KI به آن اضافه می‌کنیم. در مرحله دوم ۲۰ میلی لیتر از محلول حاصل را در یک بشر دیگر به محلول آب نمک کلر اضافه می‌کنیم. کدامیک از موارد زیر درست است؟



-۲ در مرحله اول واکنش انجام پذیر است و محلول  $\text{I}^-$  حاصل می‌شود.

-۳ در مرحله دوم در اثر حضور یونهای  $\text{I}^-$  آب کلر  $\text{Cl}_2$  حاصل می‌شود.

-۴ در مرحله دوم هیچ واکنشی صورت نمی‌گیرد.

**تسنیت ۶۸:** کدام گزینه درست است؟

-۱ واکنش  $\text{X}_2 + \text{NaY} \longrightarrow$  زمانی انجام پذیر است که فعالیت شیمیایی Y بیشتر از X باشد.

-۲ کلر می‌تواند برم را از حالت ترکیب خارج کند ولی برای نمک فلوئور بی‌تأثیر است.

-۳ در حالت کلی فلوئور بر محلول نمک سایر هالوژنها بی‌تأثیر است.

-۴ به این دلیل برم با محلول نمک ید واکنش می‌دهد که  $\text{I}^-$  تمایل بیشتری به واکنش دارد.

**تسنیت ۶۹:** هالوژن X بر محلول نمک هالوژن Y بی‌تأثیر است ولی هالوژن X می‌تواند هالوژن Z را از حالت ترکیب آزاد کند و مولکول Z<sub>2</sub> را تولید کند. X, Y, Z, می‌توانند به ترتیب....

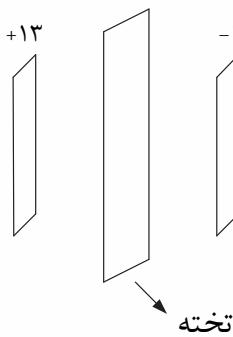
Cl, F, Br -۴

F, I, Cl -۳

I, F, Br -۲

F, Br, I -۱

## شیمی دوم مولر



فرض کنید بین دو صفحه یک تخته چوبی قرار داده شود. مقدار باری که صفحه منفی از طرف صفحه مثبت احساس می کند فقطاً کمتر از  $+13$  خواهد بود، اگر فضای بین دو صفحه را با تخته چوبی به طور کامل پوشش دهیم صفحه منفی از طرف صفحه مثبت هیچ باری را احساس نخواهد کرد.

اگر این دو صفحه باردار مثل دو دوست غوب میمون و همیگاه رو دوست دارن و همیگاه رو بذب میکنن، آله کس بیار فورشو بین این دو دوست ها بزنه مسلماً رابطه این دو دوست سردر میشه!!!

اما اینکه این داستانها چه ربطی به اتم دارد در ادامه متوجه خواهیم شد. در اتم  $^{+13}\text{Al}$  که هسته اتم دارای بار  $+13$  است، نیروی جاذبه هسته با آخرین الکترون را در نظر می گیرند (در اتم  $^{+13}\text{Al}$ ، آخرین الکترون  $3p^1$  است)، برای بررسی خواص شیمیایی اتم همواره آخرین الکترون را مطالعه می کنند چرا که هنگام مبادله الکترون و یا تشکیل پیوند، قطعاً آخرین الکترون درگیر می شود، حال اگر  $q_1$  بار هسته و  $q_2$  بار آخرین الکترون باشد:  $q_1=Ze$  و  $q_2=e$ .

بنابراین برای اتمی که در هسته خود  $^{+13}$  پروتون داشته باشد نیروی جاذبه هسته با آخرین الکترون برابر است با قانون کولن.

اگر بین هسته و آخرین الکترون هیچ مانع وجود نداشته باشد (مدارهای درونی تر مانند حایل عمل می کنند) در این صورت آخرین الکترون  $^{+13}\text{Al}$  بار  $+13$  را (که بار واقعی هسته است) به طور کامل احساس می کند ولی وجود مدارهای درونی (لایه های داخلی)، در مقابل جاذبه به عنوان مانع عمل می کنند و آخرین الکترون، مقدار بار مثبت کمتری را احساس می کند. به عبارت بهتر وجود لایه های درونی سبب می شود آخرین الکترون نتواند مقدار بار واقعی هسته را حساس کند. مقدار باری که آخرین الکترون از طرف هسته دریافت می کند بار مؤثر هسته می گویند.

در اثر حضور پوشش الکترون های درونی، مقدار بار مؤثر هسته به اندازه اثر پوشش الکترون ها از بار واقعی هسته کمتر است، یعنی

اثر پوشش الکترون ها – بار واقعی هسته = بار مؤثر هسته

**تذکر:** منظور از بار واقعی هسته، یعنی تعداد پروتون های موجود در هسته که همان عدد اتمی است.

جهت درک بهتر این مفاهیم، بار مؤثر هسته را یکبار در گروه و یکبار هم در دوره بررسی می کنیم.

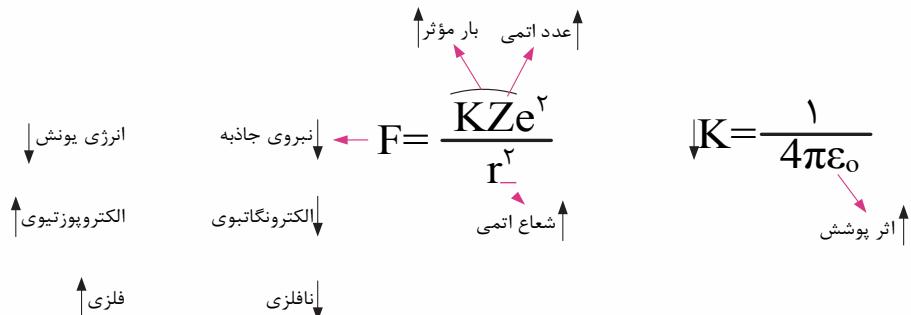
$^{+3}\text{Li})$	$1 = 3 - 2$
$^{+11}\text{Na})$ )	$4 = 11 - 7$
$^{+19}\text{K})$ )	$7 = 19 - 12$
$^{+37}\text{Rb})$ )	$12 = 37 - 25$
$^{+55}\text{Cs})$ )	$20 = 55 - 35$

می دانیم که در گروه اول، از بالا به پایین به تعداد لایه های الکترونی اضافه می شود و تعداد الکترون های بیشتری بین هسته و آخرین الکترون قرار می گیرد یعنی اثر پوشش الکترون های داخلی زیاد می شود و نیز چون بار واقعی هسته (عدد اتمی)، از بالا به پایین زیاد می شود، بنابراین بار مؤثر هسته برای گروه اول جدول تناوبی به صورت زیر می باشد.

چنانچه بدیهی است، هرچند که از بالا به پایین اثر پوشش الکترون های درونی زیاد می شود ولی چون عدد اتمی بیشتر زیاد می شود بنابراین افزایش عدد اتمی ( $Z$ ) بر افزایش اثر پوشش الکترون های درونی ( $E$ ) غلبه می کند ونهایتاً بار مؤثر هسته از بالا به پایین زیاد می شود. اثر پوشش  $E$  است که در قانون جاذبه

## فصل دوم: جدول تناوبی عنصرها

کولن به صورت K نشان داده می‌شود. در واقع بار مؤثر هسته تأثیر همزمان Z و K (که معکوس  $\epsilon$  است) می‌باشد و در قانون کولن KZ را بار مؤثر هسته می‌گویند. بنابراین در یک گروه از بالا به پایین داریم:



به تحلیل فلش  $\uparrow$  و  $\downarrow$  بالا توجه کنید، در یک گروه از بالا به پایین:

- ✓ شعاع اتمی زیاد می‌شود، چرا که تعداد لایه‌های الکترونی زیاد می‌شود.
- ✓ اثر پوشش الکترونی زیاد می‌شود چرا که تعداد لایه‌های درونی زیاد می‌شود.
- ✓ بار مؤثر هسته زیاد می‌شود چرا که بار مؤثر هسته KZ است و افزایش عدد اتمی بر کاهش K (که همان افزایش  $\epsilon$ ) غلبه می‌کند بنابراین KZ در کل زیاد می‌شود.
- ✓ نیروی جاذبه هسته با آخرین الکترون (F) کم می‌شود چرا که در مخرج شعاع با توان ۲ زیاد می‌شود.
- ✓ انرژی نخستین یونش کم می‌شود چرا که نیروی جاذبه هسته کاهش می‌یابد و جدا کردن الکترون راحت‌تر است.
- ✓ الکترونگاتیوی کاهش می‌یابد چرا که تمایل هسته به جذب الکترون کمتر است.
- ✓ خصلت فلزی زیاد می‌شود چرا که هسته توانایی جذب الکترون‌ها را ندارد و الکترون‌ها به راحتی از دست داده می‌شود.
- ✓ خصلت الکتروپوزیتیوی نقطه مقابله الکترونگاتیوی است و خصلت نافلزی نقطه مقابله خصلت فلزی است.

در یک دوره از چپ به راست، تعداد لایه‌های الکترونی ثابت است و اثر پوشش الکترون‌های داخلی اندکی کاهش می‌یابد و چون بار واقعی هسته در حال افزایش است، پس بار مؤثر هسته از چپ به راست قطعاً افزایش می‌یابد. (برای اثر پوشش اعداد داده شده فرضی می‌باشد)

$$\text{اثر پوشش الکترونها} - \text{بار واقعی هسته} = \text{بار مؤثر هسته}$$

$$_{11}\text{Na} \left( \right) \left( \right) \quad 4 = 11 - 7$$

$$_{12}\text{Mg} \left( \right) \left( \right) \quad 6 = 12 - 6$$

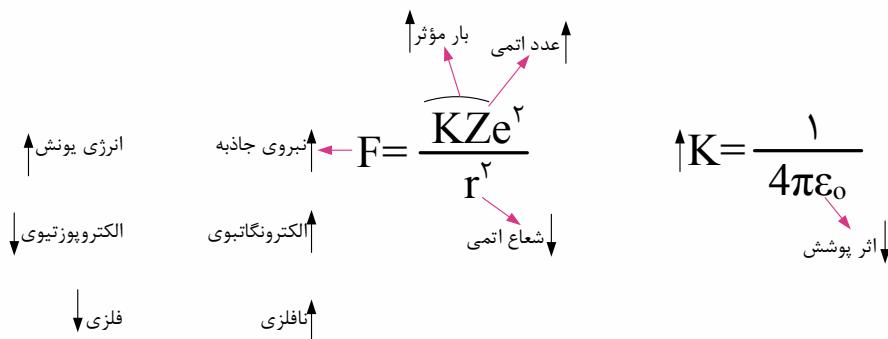
$$_{13}\text{Al} \left( \right) \left( \right) \quad 8 = 13 - 5$$

$$_{14}\text{Si} \left( \right) \left( \right) \quad 9/5 = 14 - 4/5$$

$$_{15}\text{P} \left( \right) \left( \right) \quad 10/8 = 15 - 4/2$$

## شیمی دوم مولر

از چپ به راست اثر پوشش الکترون‌ها  $\rightarrow$  کاهش و بار واقعی هسته  $Z$ ، افزایش و نهایتاً بار مؤثر هسته  $KZ$  قطعاً افزایش می‌یابد:



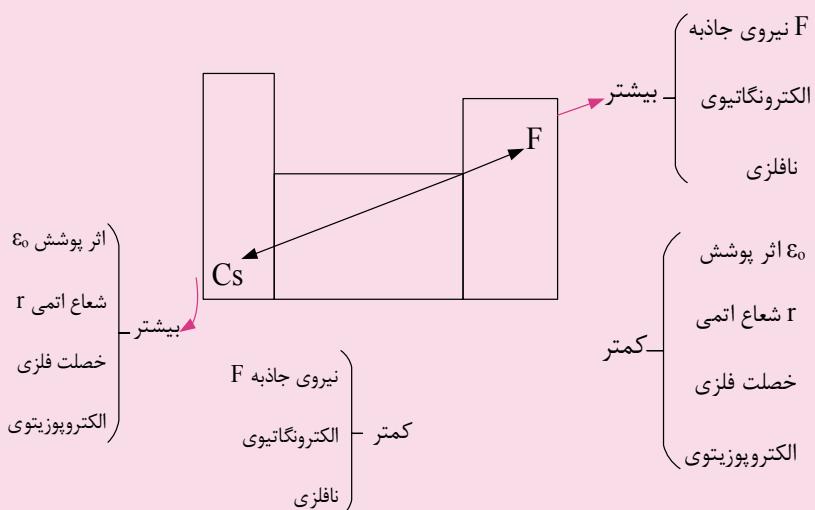
نتیجه اینکه، در موقعیت یک عنصر، هرچه شماره دوره کمتر و شماره گروه بیشتر باشد یعنی به فلور نزدیک‌تر باشد خواصی مانند نیروی جاذبه هسته با آخرين الکترون، انرژي نخستین یونش، الکترونگاتیوی و نافلزی بیشتر می‌شود و خواصی مانند اثر پوشش الکترونهای درونی، شعاع اتمی، الکتروپوزیتوی و خصلت فلزی کمتر می‌شود.

در موقعیت یک عنصر، هرچه شماره دوره بیشتر و شماره گروه کمتری داشته باشد (به سزیم نزدیک‌تر باشد) خواصی مانند اثر پوشش الکترونهای درونی، شعاع اتمی، الکتروپوزیتوی و خصلت فلزی بیشتر می‌شود و خواصی مانند نیروی جاذبه هسته با آخرين الکترون، الکترونگاتیوی و نافلزی کاهش می‌یابد، در ادامه همه این مفاهیم را با تکنیک خصلت‌سنج یاد می‌گیریم.



### تکنیک ماندگار مولر ۲: تکنیک خصلت‌سنج

همانطور که دیدیم موقعیت عناصر در جدول تناوبی را، بر روی انگشتان دست، شبیه‌سازی کردیم و نیز، دیدیم که هر چه عنصری به فلور نزدیک‌تر باشد خصلت‌هایی مانند نیروی جاذبه هسته با آخرين الکترون، الکترونگاتیوی و خصلت نافلزی افزایش می‌یابد و خصلت‌هایی مانند اثر پوشش الکترونهای داخلی، شعاع اتمی، خصلت فلزی و الکتروپوزیتوی کمتر می‌شود. هر چه موقعیت عنصری به سزیم نزدیک‌تر باشد همه این خصلت‌ها بر عکس می‌شوند (البته به جز بار مؤثر هسته، عدد اتمی و چگالی فلزات).



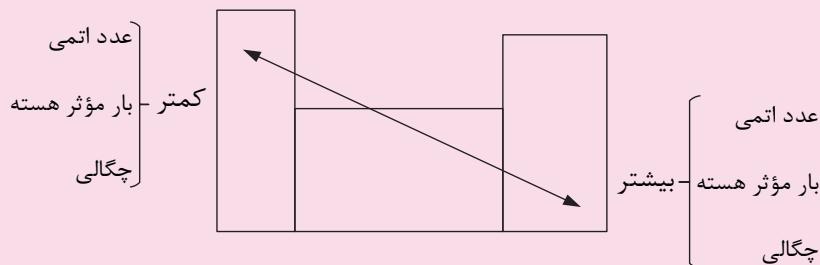
با توجه به اصول گفته شده می‌توان نتیجه گرفت که سوالات کنکور در بحث روندهای تناوبی از فلور به سمت سزیم (یا بر عکس) طراحی می‌شود (البته به جز عدد اتمی، بار مؤثر هسته و چگالی فلزات). به عنوان مثال هر چه از سزیم دورتر و به سمت فلور نزدیک‌تر شویم شعاع اتمی کاهش می‌یابد و یا هر چه از فلور دورتر و به سزیم نزدیک‌تر شویم خصلت

## فصل دوم: جدول تناوبی عنصرها



فلزی بیشتر می‌شود؛ یعنی قلق طراحی سؤالات از فلئور به سوی سزیم و یا بر عکس می‌باشد.

در مورد عدد اتمی، بار مؤثر هسته و چگالی فلزات حداقل و حداً کثر این خصلت‌ها به صورت زیر است:



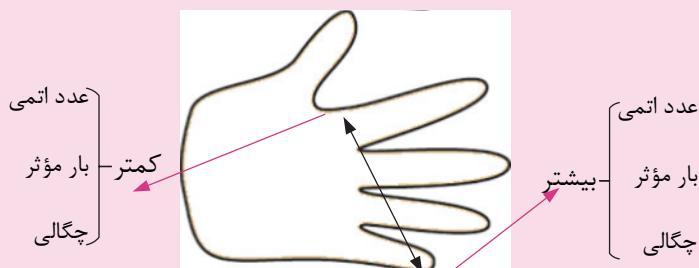
حال بر روی انگشتان دست داریم:



**تذکر:** خصلت‌های فلئور انگار دقیقاً بر عکس سزیم است:



برای سه خصلت عدد اتمی، بار مؤثر هسته و چگالی فلزات داریم:



جهت یادگیری و تسلط بر روی این روندها لازم نیست اینها را حفظ کنید بلکه فقط کافی است که روی دو رابطه  $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$

و  $F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$  اند کی تأمل کنید و ارتباط بین روندها را برقرار کنید. با توجه به اینکه روندهای شعاع اتمی، شعاع یونی، انرژی نخستین یونش و الکترونگاتیوی جزئیات بیشتری دارند هر کدام در یک بخش جداگانه بررسی خواهد شد.

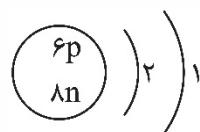
**اثر پوشش الکترون‌های درونی:** همان‌طور که در مثال صفحات میدان الکتریکی دیدیم هر چقدر بین هسته و آخرین الکترون لایه‌های بیشتری قرار بگیرد اثر پوشش الکترون‌های درونی زیاد می‌شود بنابراین از بالا به پایین اثر پوشش الکترون‌های درونی

## فصل دوم: جدول تناوبی عنصرها

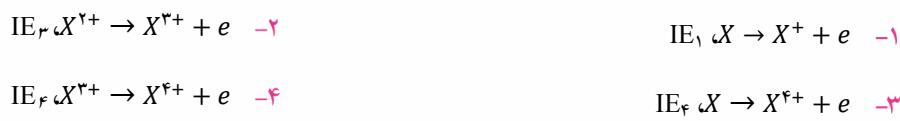


**تسنیت ۹۴:** اگر اولین جهش بزرگ در یونش‌های متواالی اتم  $X$  در  $\text{IE}_1$  مشاهده شود دوره و گروه آن عنصر کدام گزینه می‌تواند باشد؟

- ۱ گروه ۱۵، دوره ۲      -۲ گروه ۱۶، دوره ۳      -۳ گروه ۱۷، دوره ۲      -۴ گروه ۱۴، دوره ۴



**تسنیت ۹۵:** اگر بخواهیم از گونه زیر یک الکترون جدا کنیم کدام معادله این فرآیند را درست نشان می‌دهد و انرژی چندمین یونش محسوب می‌شود؟



**تسنیت ۹۶:** در کدام مورد زیر بین انرژی اولین یونیزاسیون دو عنصر تفاوت کمتری وجود دارد؟

- ۴ Be, ۵B      -۳  $^{21}\text{Sc}$ ,  $^{20}\text{Ca}$       -۲  $^{21}\text{Sc}$ ,  $^{22}\text{Ti}$       -۱  $^{19}\text{K}$ ,  $^{20}\text{Ca}$

**تسنیت ۹۷:** کدام آرایش الکترونی به لایه ظرفیت اتمی مربوط است که کمترین انرژی نخستین یونش را دارد؟

- ۴  $5p^5$       -۳  $5s^1$       -۲  $4p^5$       -۱  $4s^1$

**تسنیت ۹۸:** در کدام گزینه، ترتیب افزایش انرژی نخستین یونش عنصرها درست است؟ (تجربی خارج ۹۱)

- ۱  $^{14}\text{N} > ^{12}\text{C} > ^{10}\text{O} > ^{9}\text{B}$       -۲  $^{18}\text{Ar} > ^{17}\text{Cl} > ^{16}\text{S} > ^{15}\text{P}$       -۳  $^7\text{Li} > ^4\text{Be} > ^5\text{B} > ^6\text{C}$       -۴  $^{14}\text{N} > ^{10}\text{O} > ^{12}\text{C} > ^{9}\text{B}$

**تسنیت ۹۹:** انرژی نخستین یونش کدام عنصر، از انرژی نخستین یونش عنصر قبل و نیز از انرژی نخستین یونش عنصر بعد از (تجربی داخل ۸۷) خودش کمتر است؟

- ۴ منیزیم ( $^{12}\text{Mg}$ )      -۳ کلر ( $^{17}\text{Cl}$ )      -۲ فسفر ( $^{15}\text{P}$ )      -۱ گوگرد ( $^{16}\text{S}$ )

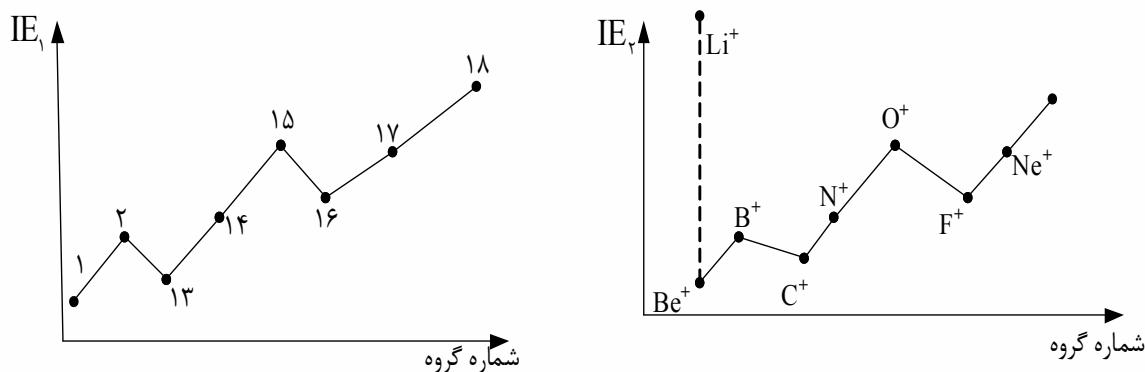
### ۴-۴- انرژی دومین یونش

مقدار انرژی لازم برای کندن یک الکترون از یون یک بار مثبت گازی شکل و تبدیل آن به یون دو بار مثبت گازی شکل را می‌گویند.

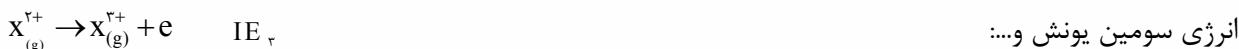
$$X_{(g)}^+ \rightarrow X_{(g)}^{2+} + e^- \quad \text{IE}_2$$

می‌دانیم که هر گروه جدول تناوبی با از دست دادن یک الکترون، از نظر آرایش الکترونی همانند گروه قبل از خود می‌باشد. به عنوان مثال  $^4\text{Be}$  به  $^2\text{S}^1$  ختم شده است اگر یک الکترون خود را از دست بدهد همانند  $^3\text{Li}$  به آرایش  $^2\text{S}^1$  ختم می‌شود؛ یعنی انرژی دومین یونش گروه دوم همانند انرژی اولین یونش گروه اول است. یا انرژی دومین یونش گروه ۱۶ همانند انرژی نخستین یونش گروه ۱۵ است.

## شیمی دوم مولیر



چنانچه مشاهده می‌شود در انرژی دومین یونش، هر عنصر یک واحد به سمت چپ جابجا می‌شود بنابراین انرژی دومین یونش گروه‌های ۱۷ و ۱۴ و ۲ نسبت به عنصرهای قبل و بعد خود کمتر است و نیز IE<sub>2</sub> ای عنصرهای گروه ۱ و ۱۶ و ۱۳ از عنصرهای قبل و بعد خود بیشتر است. توجه شود که اگر یک واحد به ماکزیمم‌ها و مینیمم‌ها اضافه شود ماکزیمم‌ها و مینیمم‌ها IE<sub>2</sub> حاصل می‌شود.



به عنوان مثال انرژی سومین یونش  $^{12}\text{Mg}$  (که در گروه ۲ است) روی گازهای نجیب می‌افتد؛ به عبارت اگر بخواهیم سومین الکترون منیزیم را جدا کنیم انگار از گاز نجیب  $\text{Ne}$  الکترون جدا می‌کنیم (یعنی  $2p^6$  آن جدا می‌شود). یامثلاً چهارمین یونش  $^{15}\text{P}$  روی گروه ۲ می‌باشد چرا که اگر بخواهیم چهارمین الکترون  $^{15}\text{P}$  را جدا کنیم انگار از اتم  $3s^3$  (یعنی مثل  $IE_1$  است) الکترون جدا می‌کنیم.

**نکته ۱:** در یونش‌های هر عنصری که به گاز نجیب برسیم مقدار آن یونش بیشتر خواهد بود.

**نکته ۲:** در یونش‌های عنصری که تمام گونه‌ها هم الکترونی باشد، گونه‌ای (یونی) که عدد اتمی بیشتری داشته باشد انرژی یونش آن بیشتر است.

**مثال:** انرژی دومین یونش منیزیم بیشتر است یا چهارمین یونش آلومینیوم؟

دومین یونش  $^{12}\text{Mg}$  روی گروه اول است ولی چهارمین یونش  $^{13}\text{Al}$  روی گاز نجیب نئون است بنابراین چهارمین یونش  $^{13}\text{Al}$  بیشتر از دومین یونش  $^{12}\text{Mg}$  است.

**تست ۱۰۰:** برای عناصر ( $\text{N}_7$ ) و اکسیژن ( $\text{O}_8$ ) کدام مقایسه به لحاظ انرژی یونش درست است؟

$$E_1(\text{O}) < E_1(\text{N}) \quad -2$$

$$E_1(\text{O}) > E_1(\text{N}) \quad -4$$

$$E_1(\text{O}) = E_1(\text{N}) \quad -1$$

$$E_1(\text{O}) > E_1(\text{N}) \quad -3$$

۱	۲
A	
B	C

**تست ۱۰۱:** عناصر A، B و C به صورت زیر در گروه‌های ۱ و ۲ جدول تناوبی قرار دارند. کدام مقایسه زیر در مورد انرژی‌های یونش آنها درست است؟

$$E_1\text{C} < E_1\text{B} \quad -4$$

$$E_1\text{A} < E_1\text{B} \quad -3$$

$$E_1\text{C} > E_1\text{B} \quad -2$$

$$E_1\text{B} < E_1\text{C} \quad -1$$

**تست ۱۰۲:** اختلاف اولین یونش با سومین یونش در کدامیک از عنصرهای زیر تفاوت بیشتری دارد؟

$$^{14}\text{Si} \quad -4$$

$$^{15}\text{P} \quad -3$$

$$^{13}\text{Al} \quad -2$$

$$^{12}\text{Mg} \quad -1$$

## فصل سوم: پیوند یونی و ترکیب‌های یونی

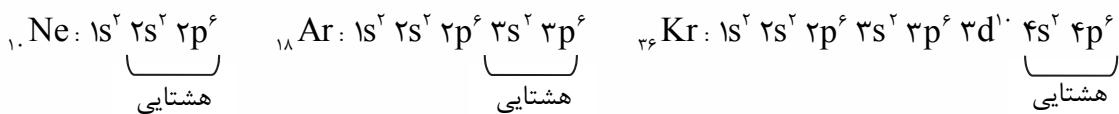
### ۱- مقدمه و زمینه سازی

در فصل اول، ساختار اتم و موقعیت قرارگیری ذرات زیراتمی را یاد گرفتیم و نیز آرایش الکترونی اتم‌ها (ترتیب پر شدن الکترون‌ها یا همان اصل آفبا) را بر روی انگشتان دست شبیه‌سازی کردیم. در فصل دوم انواع عنصرها به عبارت بهتر جدول تناوبی را مطالعه کردیم و ترتیب عناصر در جدول تناوبی را بر روی انگشتان دست شبیه‌سازی نمودیم و دیدیم که عناصر می‌توانند فلز، نافلز و یا شبیه‌فلز (همان ۵ پله‌ای که زیرپله‌های وسطی پایه داشتیم) باشد. انتهای هر تناوب جدول (انتهای هر انگشت) به یک گاز نجیب ختم می‌شود که از نظر شیمیایی بی‌اثرند و یا میل ترکیبی کمی دارند چرا که بیرونی ترین زیر لایه‌ها (که همان p و s است) دارای ۸ الکترون می‌باشند. البته به جز He که چون زیر لایه p ندارد بیرونی ترین لایه فقط دارای ۲ الکترون است.

**تذکر:** چنانچه در فصل‌های قبل دیدیم، زیر لایه‌های p و متقارن پایداری بیشتری دارند، بنابراین گازهای نجیب ساختار الکترونی پایداری دارند و تمایل برای مبادله الکترونی ندارند.

چون آرایش الکترونی گازهای نجیب، پایداری بیشتری دارند بنابراین فلزات تمایل دارند الکترون از دست بدنه‌ند و نافلزات تمایل دارند الکترون بگیرند تا به آرایش الکترونی گاز نجیب برسند. توجه شود که نافلزی الکترون نخواهد گرفت مگر اینکه فلزی الکترون از دست داده باشد؛ به عبارت بهتر، فلز الکترون‌های خود را به نافلز می‌دهد که طی این مبادله الکترون، فلز به یون‌های خود (کاتیون) و نافلز به یون‌های خود (آنیون) تبدیل می‌شود و چون هر بار مثبتی با بار منفی اطراف خود نیروی جاذبه الکتریکی دارد بنابراین کاتیون‌ها و آنیون‌ها با نیروی جاذبه الکترواستاتیکی کنار هم قرار می‌گیرد. به این نیروی جاذبه‌ای که میان یون‌هایی با بار ناهمنام برقرار است پیوند یونی می‌گویند.

**قاعده هشتایی و واکنش‌پذیری اتم‌ها:** به دلیل پایداری گازهای نجیب (که ۸ الکترون در لایه آخر خود دارند) رسیدن به آرایش هشتایی و دستیابی به آرایش گاز نجیب، مبنایی برای سنجش پایداری اتم‌ها و در واقع میزان واکنش‌پذیری آنها است که به این اصل، قاعده اکتت یا هشتایی می‌گویند.



**تذکر:** توجه شود با اینکه زیر لایه ۴s بعد از زیر لایه ۳d پر می‌شود (با تصور انگشت چهارم) ولی ۳d زیر لایه آخر محسوب نمی‌شود آخرین زیر لایه‌ها ۴p و ۴s می‌باشد.

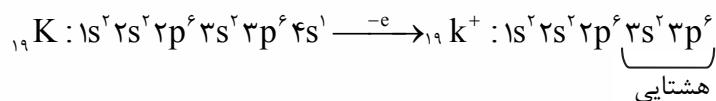
در رابطه با اکتت و پایداری یون‌ها به موارد زیر توجه کنید:

- (۱) انجام شدنی ترین واکنش‌ها آنها یی هستند که طی آنها اتم‌ها به آرایش هشتایی برسد.
- (۲) وقتی اتمی به آرایش هشتایی می‌رسد از واکنش‌پذیری آن کاسته می‌شود و دیگر تمایلی به تشکیل پیوندهای بیشتر و یا مبادله الکترون از خود نشان نمی‌دهد.
- (۳) اتم‌هایی که در زیر لایه‌های p و s بیرونی ترین لایه الکترونی خود کمتر از ۸ الکترون دارند واکنش‌پذیر هستند. البته اتم‌های Li, H و ... که به آرایش گاز نجیب هلیم می‌رسند (یعنی به اکتت نمی‌رسند).
- (۴) فلزات با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب دوره قبل از خود می‌رسند و به این صورت به کاتیون خود تبدیل

### فصل سوم: پیوند یونی و ترکیب‌های یونی

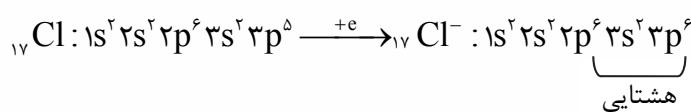


می‌شوند تا به هشتایی برسند. به عنوان مثال از مقایسه آرایش الکترونی  $K_{19}$  با آرایش الکترونی گاز نجیب  $Ar_{18}$  متوجه می‌شویم که آرایش  $K_{19}$  یک الکترون در  $4s^1$  بیشتر دارد که با از دست دادن الکترون  $4s^1$  خود به آرایش گاز نجیب می‌رسد.



با تصور انگشت چهارم  $K_{19}$  در ابتدای انگشت چهارم قرار دارد و با از دست دادن یک الکترون به انتهای انگشت سوم یعنی گاز نجیب  $Ar_{18}$  می‌رسد.

(۵) نافلزات با گرفتن الکترون به آرایش گاز نجیب هم دوره خود می‌رسند و به این صورت به آنیون خود تبدیل می‌شوند تا به هشتایی برسند. به عنوان مثال با مقایسه آرایش الکترونی  $Cl_{17}$  با آرایش الکترونی  $Ar_{18}$  متوجه می‌شویم که آرایش، تنها یک الکترون کمتر از  $Ar_{18}$  دارد. از این رو کلر می‌تواند با گرفتن یک الکترون به آرایش گاز نجیب هم دوره خود برسد؛ یعنی اتم  $Cl_{17}$  برای رسیدن به آرایش الکترون هشتایی تمایل دارد از طریق انجام واکنش‌های شیمیایی (مبادله الکترون)، کمبود الکترون خود را جبران کند.



(۶) تمایل‌ها برای رسیدن به آرایش الکترونی گاز نجیب، راهی مناسب برای سنجش میزان واکنش‌پذیری اتمهاست.

(۷) به طور کلی فلزات گروه ۱، ۲ و ۱۳ (البته از گروه سیزده فقط  $Al$ ) به ترتیب با از دست دادن ۱، ۲ و ۳ الکترون به آرایش گاز نجیب دوره قبل خود می‌رسند. با تصور انگشتان، فلز با از دست دادن الکترون به انتهای انگشت قبلی ختم می‌شود.

(آرایش  $Al_{13}$ )  $Al_{13} \xrightarrow{-3e} Al^{3+}$  را دارد و انتهای انگشت دوم است)

(آرایش  $Ar_{18}$ )  $Ar_{18} \xrightarrow{-2e} Ca^{2+}$  را دارد و در انتهای انگشت سوم است)

(آرایش  $Rb_{37}$ )  $Rb_{37} \xrightarrow{-e} Rb^+$  را دارد و انتهای انگشت چهارم است)

(آرایش  $Ne_{10}$ )  $Ne_{10} \xrightarrow{+3e} N_7^{3-}$  را دارد و انتهای انگشت دوم است)

(آرایش  $Ar_{18}$ )  $Ar_{18} \xrightarrow{+2e} S^{2-}_{16}$  را دارد و در انتهای انگشت سوم است)

(آرایش  $Xe_{54}$ )  $Xe_{54} \xrightarrow{+e} I^-_{53}$  را دارد و انتهای انگشت پنجم است)

(۹) عناصر گروه ۱۴ عموماً یون پایدار تشکیل نمی‌دهند، چرا که بار مؤثر هسته اجازه خروج ۴ الکترون را نمی‌دهد و نیز بار مؤثر هسته توانایی جذب ۴ الکترون را هم ندارد:

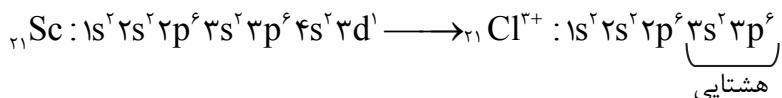
(۱۰) فلزات واسطه بدون اینکه به آرایش الکترونی گاز نجیب برسند، یون پایدار تشکیل می‌دهند مثلاً آهن به صورت  $Fe^{3+}$  یافت می‌شود در حالی که آرایش این یون‌ها به گاز نجیب ختم نمی‌شود بلکه به  $d$  ختم شده است.

$Fe_{16} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^6 \xrightarrow{-2e} Fe^{3+}_{14} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$  به  $d$  ختم شده است

**تذکر:** منظور از یون پایدار، یونی است که به راحتی در طبیعت یافت می‌شود.

## شیمی دوم مولر

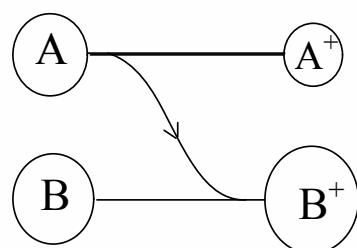
(۱۱) از بین فلزات واسطه، فقط گروه ۳ به آرایش گاز نجیب می‌رسد:



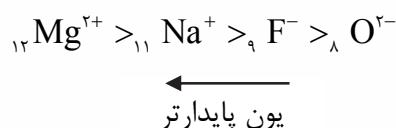
(۱۲) یون‌های همه فلزات اصلی به آرایش اکتت نمی‌رسد. به عنوان مثال یون‌های  $\text{Li}^+$  به آرایش اکتت نمی‌رسد، بلکه فقط به گاز نجیب می‌رسد. آرایش  $\text{He}^+$  گاز نجیب است ولی اکتت نیست.

**تذکر:** از بین فلزات دسته p می‌تواند به آرایش اکتت می‌رسد بقیه فلزات اصلی دسته p مانند  $\text{Sn}$ ،  $\text{Ga}$ ،  $\text{Pb}$  و  $\text{Hg}$  به کاتیون تبدیل می‌شوند نه به آرایش گاز نجیب می‌رسند و نه به اکتت می‌رسند.

(۱۳) وقتی فلزی به کاتیون خود تبدیل می‌شود شعاع آن کوچک‌تر می‌شود؛ وقتی نافلزی به آنیون خود تبدیل می‌شود شعاع آن بزرگ‌تر می‌شود. اگر A فلز و B نافلز فرض شود:

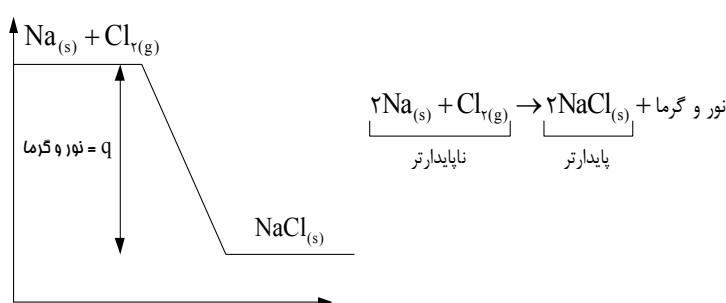
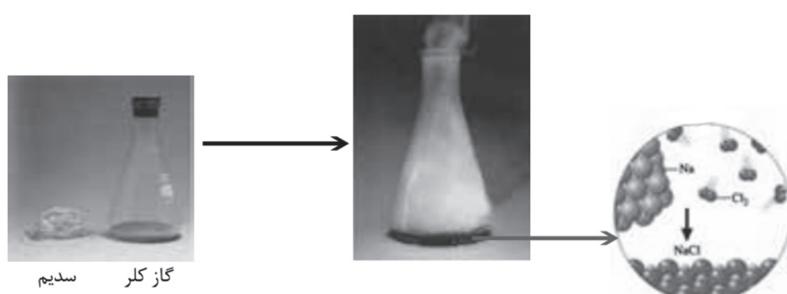


(۱۴) اگر چندین کاتیون و آنیون، هم الکترون باشند (یعنی به یک گاز نجیب ختم شوند) یونی پایدارتر است که عدد اتمی آن بیشتر باشد، چرا که یونی که عدد اتمی آن بالا باشده قطعاً بار مثبت آن بیشتر است و جدا کردن الکترون سخت‌تر و انرژی یونش آن بالاتر و یون پایدارتر است.



(۱۵) هر ماده‌ای که سطح انرژی بالایی داشته باشد ناپایدارتر است (انداختن غفنفر در فصل ۱) به عنوان مثال  $\text{Na}$  (فلزی نرم و بسیار واکنش‌پذیر) و  $\text{Cl}_2$  (گازی سمی، خورنده و بسیار واکنش‌پذیر) هر دو ناپایدار هستند و سطح انرژی بالایی دارند ولی هنگامی

که  $\text{Na}$  الکترون از دست می‌دهد و  $\text{Cl}_2$  الکترون می‌گیرد سطح انرژی آنها شدیداً کاهش پیدا می‌کند و این کاهش سطح انرژی به صورت نور و گرما آزاد می‌شود، چرا که به آرایش گاز نجیب پایدار رسیدند و پیوندهای محکم‌تری ایجاد شده است.



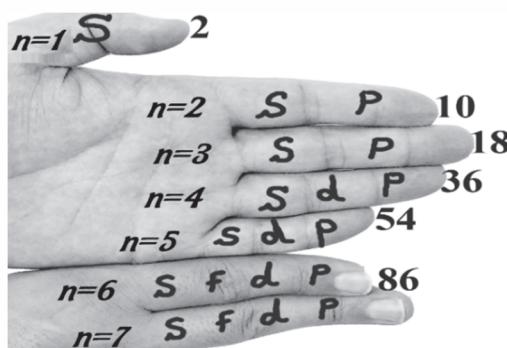
## فصل سوم: پیوند یونی و ترکیب‌های یونی

**تذکر:** سدیم کلر ۶٪ در پلاسما خون را می‌سازد.

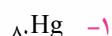
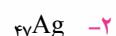
(۱۶) پس از مبادله‌ی الکترون بین فلز و نافلز، کاتیون حاصل هیچ خصلت فلزی نخواهد داشت و آنیون حاصل هم هیچ خصلت نافلزی نخواهد داشت. مثلاً  $\text{Na}^+$  اصلاً خصلت فلزی ندارد و  $\text{Cl}^-$  هم اصلاً خصلت نافلزی ندارد.

به دلیل اهمیت شبیه‌سازی جدول تناوبی، روی انگشتان دست، دوباره بر این موضوع مروری داشته باشیم:

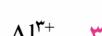
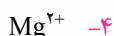
شماره ردیف (n)	عدد اتمی شروع هر دوره	ترتیب زیر لایه‌ها در هر دوره	عدد اتمی پایان هر دوره
۱	۱	s	۲
۲	۳	s, p	۱۰
۳	۱۱	s, p	۱۸
۴	۱۹	s, d, p	۳۶
۵	۳۷	s, d, p	۵۴
۶	۵۵	s, f, d, p	۸۶
۷	۸۷	s, f, d, p	۱۱۸



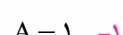
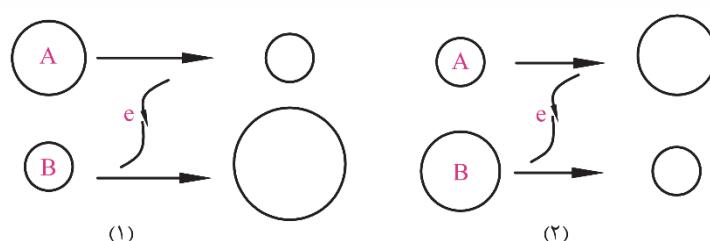
تسنی ۱: کدامیک از اتمهای زیر با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب می‌رسند؟



تسنی ۲: ترتیب پایداری کدام گونه بیشتر است؟



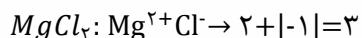
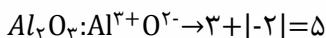
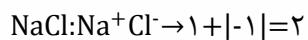
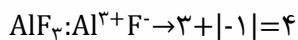
تسنی ۳: با توجه به اینکه اتم A به آرایش الکترونی  $3\text{S}^3$  ختم می‌شود و اتم B از گروه ۱۷ و دوره ۳ جدول تناوبی می‌باشد کدام شکل درست نشان داده شده است؟ کدام یک از عنصرها بدون اینکه به یون تبدیل شوند پایداری بیشتری دارند؟



## شیمی دوم مولر

**تذکر:** انرژی شبکه می‌تواند معیار خوبی برای اندازه‌گیری قدرت پیوند در ترکیب‌های یونی باشد.

در مقایسه انرژی شبکه دو ترکیب یونی، بار کاتیون را با قدر مطلق بار آنیون جمع می‌کنیم. هر کدام که مجموع بار بیشتری داشته باشد انرژی شبکه بیشتر خواهد بود



در صورتی که مجموع بار کاتیون و آنیون (همیشه توجه شود که قدر مطلق بار آنیون را با بار کاتیون جمع می‌کنیم) برابر باشد در آن صورت سراغ مقایسه شعاع یون‌ها می‌رویم، ترکیبی که شعاع کاتیون و یا شعاع آنیون (و یا هر دو) کوچکتر باشد انرژی شبکه آن بیشتر است.



←  
انرژی شبکه

جهت درک بهتر عوامل موثر بر انرژی شبکه به دو جدول زیر توجه کنید:

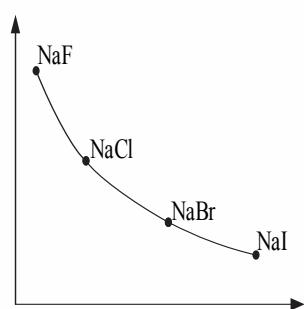
آنیون \ کاتیون	F	O <sup>2-</sup>
Na	۹۲۳	۲۴۸۱
Mg <sup>2+</sup>	۲۹۵۷	۳۷۹۱
Al <sup>3+</sup>	۵۴۹۲	۱۵۹۱۶

یون هالید \ یون فلز قلیایی	F	Cl	Br	I
Li	۱۳۶	۸۵۳	۸۷	۷۵۷
Na	۹۲۳	۷۸۷	۷۴۷	۷۴
K	۸۲۱	۷۱۵	۶۸۲	۶۴۹
Rb	۷۸۵	۶۸۹	۶۶	۶۳
Cs	۷۴	۶۵۹	۶۳۱	۶۴

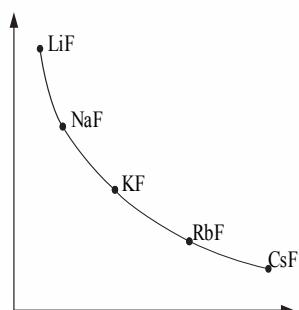
**تذکر ۱:** وقتی که مجموع بار کاتیون و آنیون برای دو ترکیب یونی یکسان باشد، اگر شعاع کاتیون کوچکتر باشد اصولاً شعاع آنیون هم باید کوچکتر باشد تا انرژی شبکه آن بیشتر باشد و گرنه طراح تست نقص فنی دارد. مثلاً مقایسه انرژی شبکه زیر منطقی نیست: NaCl و KF

**تذکر ۲:** در مقایسه انرژی شبکه اولویت مقایسه با بار یون‌ها می‌باشد، اگر مجموع بار یون‌ها برابر باشد سراغ شعاع یون‌ها می‌رویم.

**تذکر ۳:** انرژی شبکه هالیدهای سدیم از بالا به پایین کاهش می‌یابد.

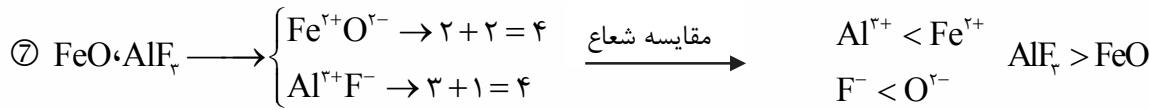
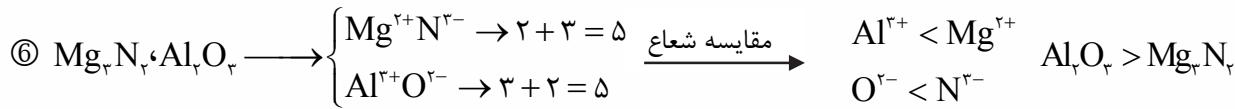
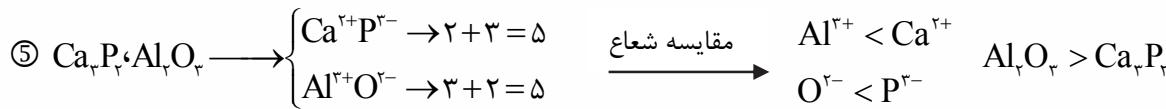
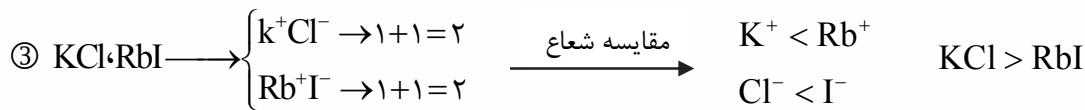
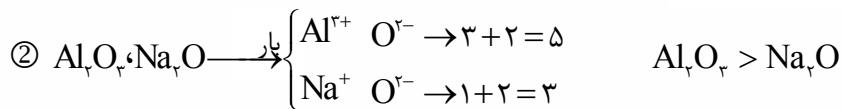
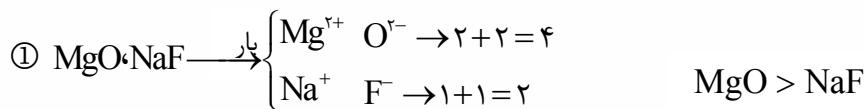


**تذکر ۴:** انرژی شبکه فلورید فلزات قلیایی از بالا به پایین کاهش می‌یابد.



## فصل سوم: پیوند یونی و ترکیب‌های یونی

انرژی شبکه ترکیب‌های زیر را مقایسه کنید:



اگر میلیاردها میلیارد کاتیون و آنیون کنار هم قرار بگیرند ترکیب یونی خواص ویژه‌ای (از جمله دمای ذوب، جوش، رسانایی الکتریکی، سختی، شکنندگی و ...) به خود می‌گیرد که این خواص ویژه را می‌توان به ذره‌های سازنده ترکیبات یونی نسبت داد. قبل از بررسی این خواص، لازم است نگاهی نزدیک‌تر به ساختار یونی بیاندازیم.



## تکنیک ماندگار مولر ۱: همه چیز درباره ترکیبات یونی

جهت درک عمیق‌تر، جزئیات ترکیبات یونی را با در نظر گرفتن نمک‌های  $\text{CaCl}_2$  و  $\text{NaCl}$  بررسی می‌کنیم.

۱- در یک ترکیب یونی، چه تعداد یون وجود دارد؟ آیا فقط یک کاتیون و یک آنیون وجود دارد؟

آنیون  
○  
کاتیون  
○



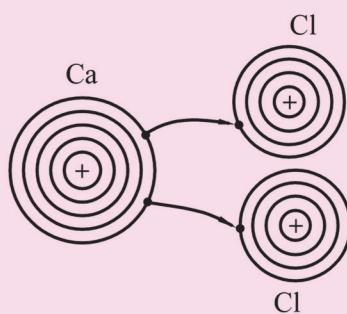
وقتی فلزها به کاتیون خود و نافلزها به آنیون خود تبدیل شدند در اثر نیروی جاذبه یون‌ها میلیاردها و میلیارد یون با الگویی همانند زیر کنار هم قرار می‌گیرد:

۲- به ازای هر کاتیون چند یون مخالف وجود دارد؟ آیا نسبت کاتیون به آنیون الزاماً یک به یک است؟

بستگی به بار یون‌ها دارد در ترکیب  $\text{NaCl}$  یک به یک و در ترکیبی مانند  $\text{CaCl}_2$  به ازای هر کاتیون ۲ آنیون وجود دارد. یعنی نسبت کاتیون به آنیون ۱ به ۲ است.

در ترکیبی مثل  $\text{CaCl}_2$  که کلسیم دو الکترون باید از دست بدهد و کلر یک الکترون بدست آورد.

## شیمی دوم مولر



**۳-** هر یون توسط چند یون نیروی جاذبه دارد؟ آیا نیروی جاذبه هر کاتیون محدود به یک آنیون می‌شود؟

وقتی در یک بلور میلیاردها کاتیون وجود دارد هر آنیون با تمام کاتیون‌هایی که در بلور وجود دارد نیروی جاذبه خواهد داشت. به عبارت بهتر میان همه یون‌های ناهمنام در فواصل مختلف نیروی جاذبه وجود دارد.

**۴-** مجموع بار کاتیون با مجموع بار آنیون چه رابطه‌ای دارد؟ آیا می‌توان گفت بار کاتیون و آنیون برابر است؟ آیا می‌توان گفت اندیس کاتیون با اندیس آنیون برابر است؟

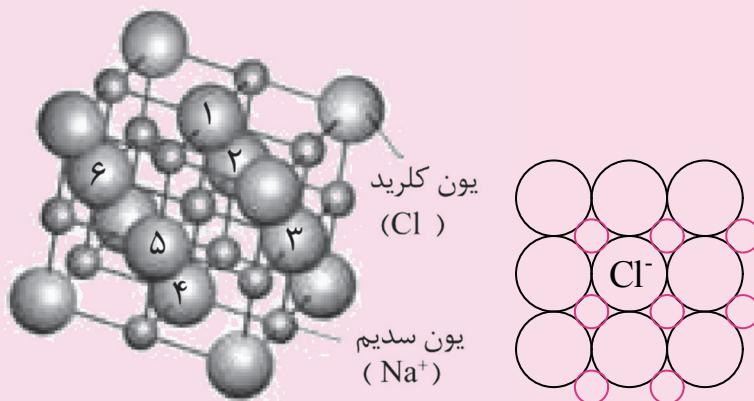
ترکیب یونی خنثی است؛ یعنی مجموع کل الکترونی که فلز از دست می‌دهد با مجموع کل الکترونی که نافلز می‌گیرد برابر است و این یعنی مجموع بار کاتیون و آنیون برابر است ولی بار کاتیون و آنیون ممکن است برابر نباشد (مثل  $\text{Cl}^-$  و  $\text{Ca}^{2+}$ )؛ و یا ممکن است اندیس کاتیون با اندیس آنیون برابر نباشد (مثل  $\text{CaCl}_2$ ).

نتیجه اینکه در ترکیبات یونی (اندیس × بار) کاتیون و آنیون الزاماً برابر است ولی اندیس‌ها و یا بارها الزاماً با هم برابر نیستند.

**۵-** هر یون، به چند یون مخالف به طور مستقیم متصل شده است؟

با تصور شکل بلوری مثلاً  $\text{NaCl}$  می‌توان گفت هر یون  $\text{Cl}^-$  توسط ۶ یون  $\text{Na}^+$  احاطه شده است (۴ تا در صفحه و ۲ تا جلو و پشت صفحه) بنابراین در  $\text{NaCl}$  هر یون به طور مستقیم به ۶ یون مخالف وصل شده است یعنی عدد کثوردیناسیون  $\text{NaCl}$  برابر ۶ می‌باشد.

**عدد کثوردیناسیون:** به تعداد نزدیکترین یون‌های ناهمنام موجود پیرامون هر یون را می‌گویند.



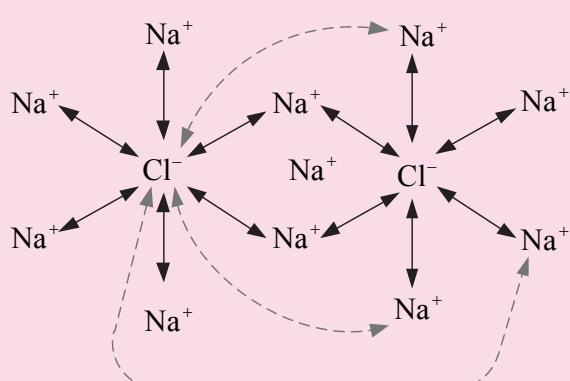
**۶-** به هر یون از چند جهت نیروی جاذبه وارد می‌شود؟ آیا می‌توان گفت در  $\text{NaCl}$  به هر یون از ۶ جهت (به تعداد عدد کثوردیناسیون) نیروی جاذبه وارد می‌شود؟

اگر شبکه بلوری  $\text{NaCl}$  را به صورت زیر در نظر بگیریم که هر یون  $\text{Cl}^-$  به ۶ یون  $\text{Na}^+$  به طور مستقیم متصل باشد (فلش‌های ممتد) یعنی  $\text{Cl}^-$  با ۶ یون  $\text{Na}^+$  که به طور مستقیم متصل است نیروی جاذبه بیشتری دارد ولی  $\text{Na}^+$ ‌هایی که در فاصله دورتر قرار دارد (فلش‌های خط چین) باز با  $\text{Cl}^-$  نیروی جاذبه دارد ولی مقدار آن کمتر است. طبق قانون کولن  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

### فصل سوم: پیوند یونی و ترکیب‌های یونی



در فاصله‌های بیشتر ذره‌های باردار هم نیروی جاذبه وجود دارد ولی مقدار آن کمتر است.



بنابراین به هر  $\text{Cl}^-$  از تمام جهات از طرف یون‌های مخالف خود نیروی جاذبه وارد می‌شود. این نیروهای جاذبه‌ای که در تمامی جهات وجود دارد اوّلًا باعث می‌شود در ترکیبات یونی، همه یون‌ها با هم در ارتباط باشند یا به عبارت بهتر شبکه یونی تشکیل شود، ثانیًا نیروهای جاذبه بیشتر تقویت می‌شود. به همین دلیل یون‌ها، تشکیل شبکه بلوری را (نسبت به یک جفت کاتیون و آنیون تنها) ترجیح می‌دهند.

۷- نیروهای جاذبه هر یون با یون مخالف خود، در داخل شبکه بلوری تقویت می‌شود یا تضعیف؟

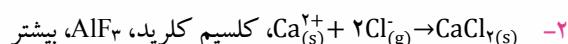
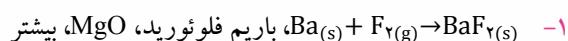
با توجه به شکل بالا و توضیحات مربوطه، چون در داخل شبکه بلوری، یون‌ها علاوه بر عدد کوئردیناسیون خود با یون‌های دورتر هم، نیروی جاذبه دارند بنابراین به خاطر گستردگی اثر نیروهای جاذبه در تمامی جهات، محاسبات نشان می‌دهد که نیروهای جاذبه در داخل شبکه یک جفت کاتیون و آنیون تنها است.

آنکار هم پقد مرتب بشن و یه آکیپ بزرگ درست کنن علاوه بر اینکه شبکه قوی میشه تک تک شون هم قوی میشن.

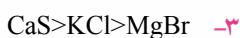
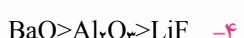
۸- شبکه بلور ترکیب یونی در چند بعد گسترش می‌یابد؟ آیا می‌توان گفت شبکه بلوری در بی‌نهایت بعده گسترش می‌یابد؟ می‌دانید که فضا و طبیعت دارای سه بعد طول، عرض و ارتفاع است بنابراین شبکه بلوری در سه بعد گسترش دارد ولی در تمامی جهات‌ها نیروی جاذبه دارد.

۹- آرایش یون‌ها در داخل شبکه بلوری برچه اساسی است؟ اساس شبکه بلوری اندازه نسبی یون‌ها است. طوری که یون‌های بزرگتر (معمولًاً آنیون) شبکه بلور را می‌سازد و یون‌های کوچکتر در داخل حفرات قرار می‌گیرد طوری که یون‌هایی با بار ناهمنام در مجاورت یکدیگر و یون‌هایی با بار همنام تا حد امکان از هم فاصله داشته باشد تا نیروهای جاذبه یون‌های ناهمنام خیلی بیشتر از نیروهای دافعه بین یون‌های همنام باشد.

**تسنیت ۵۵:** گرمای مبادله شده در معادلهی ..... ارزی شبکه بلور ..... را نشان می‌دهد که از ارزی شبکه بلور است.....



**تسنیت ۵۶:** کدام مقایسه برای ارزی شبکه درست است؟



**سؤال:** دو ترکیب مانند  $\text{Na}_3\text{N}$  و  $\text{MgO}$  را در نظر بگیرید. ارزی شبکه کدامیک بیشتر است؟

شعاع  $\text{Mg}^{2+}$  کمتر از  $\text{Na}^+$  است و نیز شعاع  $\text{O}^{2-}$  کمتر از  $\text{N}^{3-}$  است بنابراین  $\text{MgO}$  ارزی شبکه بیشتری نسبت به  $\text{Na}_3\text{N}$  دارد.

## شیمی دوم مولر

**تسنی ۴۶:** کدامیک در مورد مولکول  $SF_6$  نادرست است؟

-۱ تعداد الکترونهای لایه ظرفیت آن ۲۰ است.

-۲ فاقد الکترون ناپیوندی در اطراف اتم مرکزی است.

-۳ همه اتمها از قاعده اکت پیروی می‌کنند.

-۴ دارای ۲ پیوند کووالانسی است.

### ۱-۵- اکسی اسیدها و بنیان آنها

قبل از اینکه نحوه رسم لوویس این نوع ساختارها را یاد بگیریم لازم است بدانیم که اکسی اسیدها و بنیان آنها چیست؟ اسیدهایی مانند  $H_2CO_3$ ,  $H_3PO_4$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $HClO_4$  و ...

اکسی اسیدها همان اسیدهای اکسیژن دار هستند و اگر از این اسیدها H را برداریم (و به جای آن بار منفی قرار دهیم) بنیان آنها به ترتیب  $CO_3^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $ClO_4^-$  و ... حاصل می‌شود.

**تذکر:** برای رسم اکسی اسیدها، H آنها را بر می‌داریم (یعنی اکسی اسید را به بنیان خودش تبدیل می‌کنیم) و به جای آن بار منفی قرار می‌دهیم.

مثالاً برای رسم  $CO_3^{2-}$ ، دو اتم H را بر می‌داریم و به ساختار  $CO_3^{2-}$  تبدیل می‌شود و برای  $CO_3^{2-}$  رسم می‌کنیم و در انتهای به جای منفی، یک H متصل می‌کنیم.

می‌دانیم که در روش‌های معمولی، بار منفی را به اتم الکترونگاتیو می‌دهند، بنابراین در رسم ساختار لوویس بنیان اسیدها به تعداد بار منفی به اکسیژن‌ها الکترون می‌دهیم (به هر اکسیژن حداقل یک الکترون می‌دهیم) و سپس با رعایت اصل اول یگانه بعد دوگانه بعد داتیو ساختار لوویس را رسم می‌کنیم.

توجه شود وقتی که اکسیژن بار منفی می‌گیرد از نظر الکترون‌های لایه ظرفیت همانند هالوژن‌ها می‌باشد.  $\ddot{O}^-$ : مانند: به عبارت بهتر همانند هالوژن‌ها فقط به یک الکترونی نیاز دارد. پس ابتدا هر  $O^-$  را با پیوند یگانه به اتم مرکزی متصل می‌کنیم (اول یگانه) و سپس اتم مرکزی نگاه می‌کنیم اگر هنوز نیازمند باشد (مثل کربن در  $CO_3^{2-}$ ) با پیوند دوگانه به اتم مرکزی وصل می‌شوند و اگر اتم مرکزی بی‌نیاز باشد ولی اتم کناری نیازمند باشد پیوند داتیو می‌دهیم.

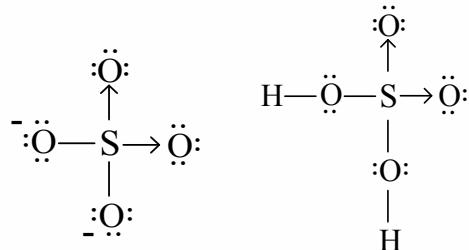
فرمول شیمیایی	الکترون نقطه‌ای	اصل روش (اول یگانه، بعد دوگانه، بعد داتیو)		
		اول یگانه	بعد دوگانه	بعد داتیو
$CO_3^{2-}$	$\ddot{O}^-$ $\ddot{O}^-$ $\ddot{O}^-$	$\ddot{O}^-$ $\ddot{O}^-$ $\ddot{O}^-$	$\ddot{O}^-$ $\ddot{O}^-$ $\ddot{O}^-$	$\ddot{O}^-$ $\ddot{O}^-$ $\ddot{O}^-$
$SiO_3^{2-}$	$\ddot{O}^-$ $\ddot{O}^-$ $\ddot{O}^-$	$\ddot{O}^-$ $\ddot{O}^-$ $\ddot{O}^-$	$\ddot{O}^-$ $\ddot{O}^-$ $\ddot{O}^-$	$\ddot{O}^-$ $\ddot{O}^-$ $\ddot{O}^-$

## فصل چهارم: پیوند کوالانسی



$\text{NO}_2$	$\ddot{\text{O}}\cdot \ddot{\text{N}}\cdot \ddot{\text{O}}$	$\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{N}}-\ddot{\text{O}}$	$\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{N}}=\ddot{\text{O}}$	—
$\text{NO}_3^-$	$\ddot{\text{O}}:$ $\ddot{\text{O}}\cdot \ddot{\text{N}}\cdot \ddot{\text{O}}$	$\ddot{\text{O}}:$ $\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{N}}-\ddot{\text{O}}$	$\ddot{\text{O}}:$ $\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{N}}=\ddot{\text{O}}$	$\ddot{\text{O}}:$ $\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{N}}=\ddot{\text{O}}$
$\text{SO}_4^{2-}$	$\ddot{\text{O}}:$ $\ddot{\text{O}}\cdot \ddot{\text{S}}\cdot \ddot{\text{O}}$ $\ddot{\text{O}}:$	$\ddot{\text{O}}:$ $\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{S}}-\ddot{\text{O}}$ $\ddot{\text{O}}:$	—	$\ddot{\text{O}}:$ $\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{S}}-\ddot{\text{O}}$ $\ddot{\text{O}}:$
$\text{PO}_4^{3-}$	$\ddot{\text{O}}:$ $\ddot{\text{O}}\cdot \ddot{\text{P}}\cdot \ddot{\text{O}}^-$ $\ddot{\text{O}}:$	$\ddot{\text{O}}:$ $\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{P}}-\ddot{\text{O}}^-$ $\ddot{\text{O}}:$	—	$\ddot{\text{O}}:$ $\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{P}}-\ddot{\text{O}}^-$ $\ddot{\text{O}}:$
$\text{ClO}_2$	$\ddot{\text{O}}\cdot \ddot{\text{Cl}}\cdot \ddot{\text{O}}^-$	$\ddot{\text{O}}\cdot \ddot{\text{Cl}}-\ddot{\text{O}}^-$	—	$\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{Cl}}-\ddot{\text{O}}^-$
$\text{ClO}_3^-$	$\ddot{\text{O}}\cdot \ddot{\text{Cl}}\cdot \ddot{\text{O}}^-$ $\ddot{\text{O}}:$	$\ddot{\text{O}}\cdot \ddot{\text{Cl}}-\ddot{\text{O}}^-$ $\ddot{\text{O}}:$	—	$\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{Cl}}-\ddot{\text{O}}^-$ $\ddot{\text{O}}:$
$\text{ClO}_4^-$	$\ddot{\text{O}}\cdot \ddot{\text{Cl}}\cdot \ddot{\text{O}}^-$ $\ddot{\text{O}}:$	$\ddot{\text{O}}\cdot \ddot{\text{Cl}}-\ddot{\text{O}}^-$ $\ddot{\text{O}}:$	—	$\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{Cl}}-\ddot{\text{O}}^-$ $\ddot{\text{O}}:$

با توجه به جدول بالا اگر در هر مورد به جای بار منفی اکسیژن، اتم H را متصل کنیم ساختار اکسی اسید حاصل می‌شود. به عنوان مثال ساختار  $\text{H}_2\text{SO}_4^-$  و  $\text{HClO}_4^-$  به صورت زیر است:

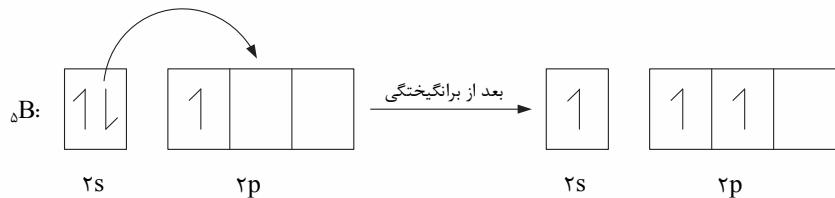


## ۵-۲- فرضیه برانگیختگی یا ارتقاء الکترون

همانطور که قبلاً دیدیم اگر اتمی به هنگام تشکیل پیوند کوالانسی به تعداد کافی اوربیتال تک الکترونی نداشته باشد الکترون‌های جفت شده خود را به زیر لایه‌های بالاتر برانگیخته می‌کند. به عنوان مثال، در مولکول  $\text{BH}_3$  که آرایش الکترونی  $\text{B}^3/2s^2p^1$  به صورت زیر است:

## شیمی دوم مولر

همانطور که مشاهده می‌شود B در لایه ظرفیت خود ( $2s^2 p$ ) تنها یک الکترون منفرد دارد ولی از ساختار  $BH_3$  مشخص است که ۳ اتم هیدروژن به B متصل شده است، لابد اتم بور الکترون‌های جفت شده زیر لایه  $2s$  را برانگیخته کرده است و یکی از آنها به زیر لایه  $p$  منتقل می‌شود تا اینکه ۳ اوربیتال منفرد حاصل شود.



بدیهی است که هر اتم H با یکی از اوربیتال‌های منفرد الکترون به اشتراک می‌گذارد.

و اما مثالی دیگر، می‌دانیم که Cl و F هر دو تنها به یک الکترون نیاز دارند تا به آرایش گاز نجیب برسند. با اشتراک‌گذاری اوربیتال‌های منفرد خود، مولکول  $Cl-F$  حاصل می‌شود.

حال سؤال این است که مولکولی مانند  $ClF_3$  چگونه ساخته می‌شود؟

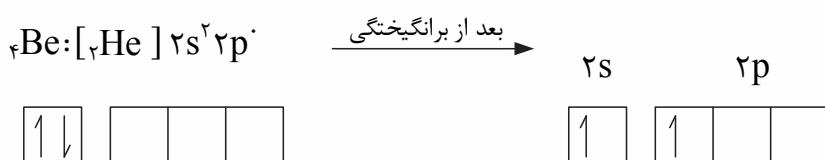
اتم Cl، اتم مرکزی است و ۳ اتم فلور به آن متصل شده است. در حالی که دیدیم کلر تنها به یک الکترون نیاز داشت ( $3p^5$  است). برای توجیه این موضوع از فرضیه بر انگیختگی استفاده می‌شود. می‌دانیم که  $Cl$  دارای زیر لایه  $3d$  خالی است و الکترون‌های جفت شده زیر لایه  $p$  را می‌توان به زیر لایه خالی  $3d$  برانگیخته کرد و به این ترتیب ۳ اوربیتال منفرد حاصل می‌شود:



با توجه به شکل، هر اوربیتال منفرد Cl می‌تواند با یک اتم Cl پیوند کووالانسی تشکیل دهد تا  $ClF_3$  حاصل شود

**لوبیس‌های کمتر از اکتت:**

در بعضی از مولکول‌ها یا یون‌های چند اتمی، حتی با وجود برانگیختگی الکترون به زیر لایه بالاتر، باز هم به اکتت نمی‌رسند. مثلًاً در  $BeH_2$  با اینکه انتقال الکترون از  $2s$  به  $2p$  صورت می‌گیرد ولی باز هم به اکتت نمی‌رسد.



تنها می‌تواند با دو اتم H الکترونی به اشتراک بگذارد و به صورت  $BeH_2$  در می‌آید.

**تذکر:** ساختارهای لوبیس  $NO$ ,  $BH_3$ ,  $CH_3^+$ ,  $BeH_2$  و  $NO_2$  از قاعده اکتت تبعیت نمی‌کنند و کمتر از اکتت هستند.

**لوبیس‌های فراتر از اکتت:**

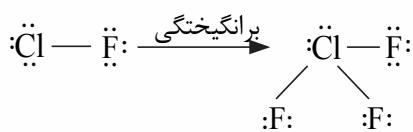
در بعضی از مولکول‌ها و یا یون‌های چند اتمی، وجود فرضیه برانگیختگی باعث می‌شود ساختار لوبیس فراتر از اکتت باشد و



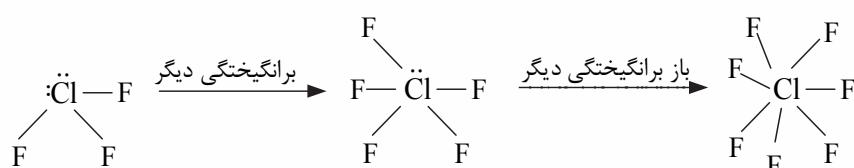
از قاعده اکتت پیروی نکند.

در ساختارهایی که اتم مرکزی، زیر لایه  $d$  خالی داشته باشد با انتقال الکترون به زیرلایه‌های بالاتر و ایجاد اوربیتال‌های منفرد بیشتر، شرایط لازم برای ایجاد تعداد پیوند کووالانسی بیشتر مهیا می‌شود و به این ترتیب ساختارهای حاصل شده از قاعده اکتت تعیین نمی‌کنند.

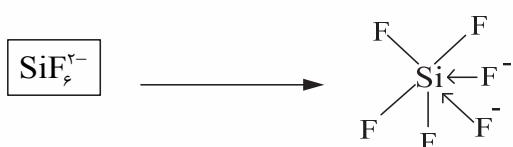
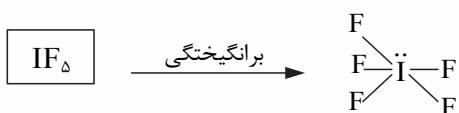
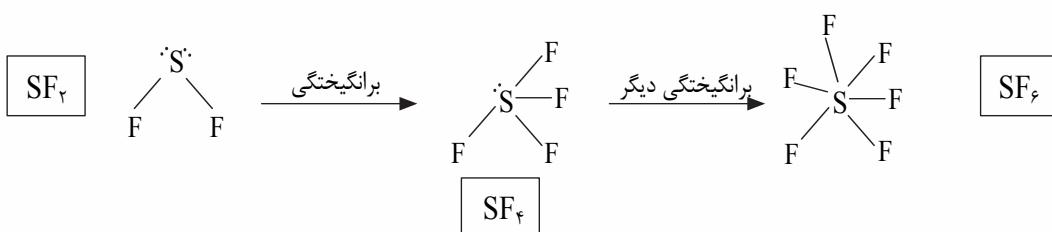
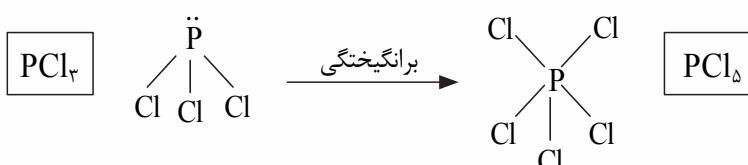
هنگام رسم ساختارهای لوویس چنین مولکول‌ها یا یون‌های چند اتمی کافی است که جفت الکترون روی اتم مرکزی را با پیوند یگانه به دو اتم کناری متصل کنیم؛ مثلاً در  $\text{ClF}_3$ ، یکی از جفت الکترون‌ها روی اتم مرکزی  $\text{Cl}$  را به صورت تک تک به دو اتم کناری  $\text{F}$  وصل می‌کنیم.



اگر یک دیگر از هفت الکترون‌های اتم کل، این انجیخته کرده و هر کدام را به یک F وصال می‌کنیم  $\text{ClF}_3$  حاصل می‌شود.



بديمه، است که  $\text{Cl}$  نهایتاً می‌تواند تا  $\text{ClF}_4$  تشکیل دهد، چرا که بیشتر از آن الکترون، پرای پر انگیخته کردن ندارد.





## شیمی دوم مولکول

اولاً بار منفی را به F می‌دهیم ثانیاً جفت الکترون‌های ناپیوند F<sup>-</sup> به صورت داتیو در زیر لایه ۳d اتم Si قرار می‌گیرد.

**تسنیع ۴۷:** کدام گزینه نادرست است؟

- ۱ در ساختار لوویس مولکول NF<sub>۳</sub>، هر F در حکم هسته فلور و تمامی الکترونها به غیر از الکترون‌های لایه ظرفیت است.
- ۲ با وجود فرضیه برانگیختگی در اتم مرکزی برخی ساختارها، اتم مرکزی باز هم به اکنت نمی‌رسد.
- ۳ در ساختار لوویس مولکول CO<sub>۲</sub> همواره همه اتمها به اکنت می‌رسند.
- ۴ هالوژنهای همواره دارای یک پیوند می‌باشد.

**تسنیع ۴۸:** در فلوئورید کدام دو عنصر، قاعده هشتایی را می‌توان نقض کرد؟

I و N -۴

C و Be -۳

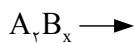
Cl و Be -۲

C و Cl -۱

**تسنیع ۴۹:** رسم ترکیبات به صورت  $A_2B_x$

اگر تعداد اتم‌های B یعنی اندیس x زوج باشد ابتدا دو اتم A را کنار هم قرار داده و سپس اتم‌های B را به صورت متقارن در اطراف اتم‌های A قرار می‌دهیم و اگر تعداد اتم‌های B یعنی اندیس x فرد باشد ابتدا یکی از اتم‌های B را بین دو اتم A قرار می‌دهیم و سپس بقیه اتم‌های B را به صورت متقارن در اطراف دو اتم A می‌چینیم:

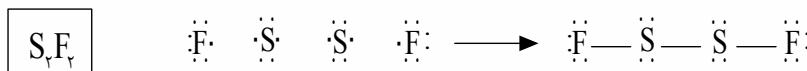
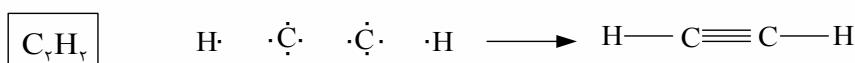
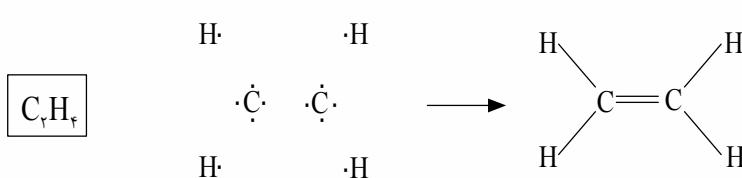
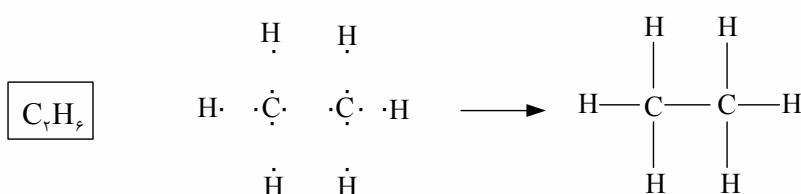
اگر x زوج باشد  $A - B$



اگر x فرد باشد  $A - B - A$

بعد از چیدمان اتم‌ها به همراه مدل الکترون نقطه‌ای، با رعایت اصل اول یگانه بعد دوگانه با داتیو، اتم‌ها را به هم وصل می‌کنیم.

**تذکر:** اتم A معمولاً در سمت چپ قرار دارد و الکترونگاتیوی آن کمتر از B است.



## ۸- رسم ساختارهای لوویس - روش حرفه‌ای (آرایش‌های مشابه)

در تمامی مباحث قبلی برای رسم ساختارهای لوویس از روش معمولی استفاده می‌شد (که شعار اصلی روش معمولی، اول یگانه بعد دوگانه بعد داتیو بود). در روش معمولی برای یون‌های چند اتمی، بار منفی را به اتم الکترونگاتیو و بار مثبت را به اتم الکتروپوزیتو تخصیص می‌دادیم. چنانچه از اصل و شعار روش معمولی بدیهی است، این روش در تعیین تعداد پیوند داتیو دقیق‌تر عمل می‌کند، اما از آنجایی که روش آرایش‌های مشابه سرعت بسیار بالایی دارد طوری که شما بدون رسم، ساختار لوویس هر مولکول یا یون چند اتمی را می‌توانید در کمتر ۵ ثانیه رسم کنید.



## تکنیک ماندگار مولر: اصول رسم آرایش‌های مشابه

**اصل اول:** اگر در دو مولکول اتم‌های کناری با هم و نیز اتم‌های مرکزی با هم، از نظر الکترون‌های لایه ظرفیت مشابه باشند ساختار لوویس آن دو مولکول قطعاً یکسان است. به عنوان مثال مولکول  $\text{SiF}_4$  ساختار لوویس مشابه  $\text{CCl}_4$  دارد چرا که F با هم، هم گروه هستند، و نیز C و Si هم در یک گروه قرار گرفته‌اند. در مثالی دیگر  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{H}_2\text{S}$  ساختار لوویس مشابه هم دارند چرا که O و S هم گروه‌ند.

در فصل دوم، فرم هیدریدی و یا اکسیدی گروه‌های جدول تناوبی را (از چپ به راست) یاد گرفتیم و دیدیم که عناصر یک گروه چون تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت برابر دارند پس فرم هیدریدی و اکسیدی یکسانی خواهند داشت.

از آنجاییکه فرم هیدریدی و اکسیدی عناصر جدول تناوبی بسیاری از ترکیباتی که ما با آنها سرو کار داریم را شامل می‌شوند و یا اینکه به راحتی می‌توان بسیاری از ترکیبات دیگر را با این دو فرم شبیه سازی کرد. در اصول بعدی به صورت مفصل این دو فرم مورد توجه قرار می‌گیرند

**اصل دوم:** توجه شود که اتم‌های H، همانند هالوژن‌ها با گرفتن یک الکترون به آرایش گاز نجیب می‌رسند بنابراین در آرایش‌های مشابه، می‌توان به جای هیدروژن از هالوژن‌ها استفاده کرد.

**اصل سوم:** در آرایش‌های مشابه برای یون‌های چند اتمی، بار منفی و یا مثبت را به اتم مرکزی می‌دهیم؛ در زمان تخصیص بار مثبت و منفی به اتم مرکزی (که اصولاً اتم الکتروپوزیتور می‌باشد، به استثناء هیدروژن که هیچگاه اتم مرکزی نمی‌تواند باشد) باید توجه کنیم که هر بار مثبت از تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت اتم مرکزی یک واحد کم می‌کند (یعنی انگار یک گروه به عقب برمی‌گردد) و هر بار منفی به تعداد الکترون‌های لایه ظرفیت یک واحد اضافه می‌کند (یعنی انگار در جدول تناوبی یک گروه به جلو می‌رود) مثلاً ساختار  $\text{NO}_2^+$  همانند  $\text{CO}_2$  است و قریب‌تر که یک بار مثبت می‌گیرد یعنی یک الکترون از دست می‌دهد (طبق اصل ۱) مانند C می‌شود چرا که از نظر الکترون‌های لایه ظرفیت همانند C است، و یا در مثال دیگر،  $\text{NO}_2^-$  همانند  $\text{O}_3^-$  است چرا که از نظر الکترون‌های لایه ظرفیت همانند O است (انگار  $\text{N}^+$  در گروه ۱۴ و  $\text{N}^-$  در گروه ۱۶ قرار دارد) این در واقع روش مشخص کردن شماره گروه اتم مرکزی در تکنیک آرایش‌های مشابه است که پیش نیاز اصل ۱ است.



**اصل چهارم:** بعد از مشخص نمودن اتم مرکزی و اعمال بار مثبت و منفی ترکیب بر روی آن و مشخص نمودن شماره گروه آن مطابق اصل سوم ممکن است در یکی از فرم‌های هیدریدی زیر قرار بگیرد که ساختار ساده مشابه آن در هر ردیف ذکر شده است :

- ✓ اگر اتم مرکزی، متعلق به گروه ۲ باشد (حتی با گرفتن و یا از دست دادن الکترون) ساختارهای لوویس آن دارای ۲ قلمرو است و مشابه ساختار ساده  $\text{BeH}_4$  می‌باشد مثل:  $\text{AlCl}_4^+$ ,  $\text{BH}_4^+$ ,  $\text{BeF}_2$  و ... .

## فصل چهارم: پیوند کوالانسی

اگر اتم مرکزی متعلق به گروه ۱۳ باشد، ساختار لوویس آن، دارای ۳ قلمرو الکترونی است و مشابه  $BH_3$  می‌باشد.

مانند:  $CH_3^+$ ,  $BF_3$ ,  $AlCl_3$ ,  $BeF_2$  و ... .

اگر اتم مرکزی بعد از تخصیص بار به تم مرکزی، متعلق به گروه ۱۴ باشد، ساختار لوویس آن دارای ۴ قلمرو (هر ۴ قلمرو پیوندی) است و مشابه  $CH_4$  می‌باشد. مانند:  $CF_4$ ,  $NH_4^+$ ,  $SiCl_4$ ,  $BeCl_4^-$ ,  $H_3O^+$  و ... .

اگر اتم مرکزی بعد از تخصیص بار به تم مرکزی، متعلق به گروه ۱۵ باشد، ساختار لوویس آن دارای ۴ قلمرو (پیوندی و یک جفت ناپیوندی) است و مشابه  $NH_3$  است. مانند:  $PH_3$ ,  $PCl_3$ ,  $CH_3^-$ ,  $SbH_3$ ,  $H_3O^+$  و ... .

اگر اتم مرکزی بعد از تخصیص بار به تم مرکزی، متعلق به گروه ۱۶ باشد ساختار لوویس آن دارای ۴ قلمرو است (قلمرо پیوندی و ۲ قلمرو ناپیوندی) و مشابه  $H_2O$  می‌باشد. مانند  $H_2S$ ,  $SeCl_2$ ,  $SCl_2$ ,  $NH_2^-$  و ... .

اگر اتم مرکزی بعد از تخصیص بار به تم مرکزی، متعلق به گروه ۱۷ باشد، ساختار لوویس آن مشابه  $HF$  می‌باشد. مانند  $ClF$ ,  $ClI$ ,  $HI$  و ... .

اگر اتم مرکزی بعد از تخصیص بار به تم مرکزی، متعلق به گروه ۱۸ (گاز نجیب) باشد، ساختار لوویس آن از طریق برانگیختگی ایجاد شده است و پایداری آنچنانی ندارد. مانند  $XeF_4$

**اصل ۵:** بعد از مشخص نمودن شماره گروه اتم مرکزی طبق اصل سوم ممکن است در یکی از فرم‌های اکسیدی گروه ۱۴ و یا ۱۶ قرار بگیرد که در این صورت مشابه یکی از موارد زیر می‌باشد

اگر اتم مرکزی یک فرم اکسیدی پایدار، متعلق به گروه ۱۴ باشد، ساختار لوویس آن دارای دو قلمرو است و مشابه  $BO_3^-$ ,  $NO_2^+$ ,  $CS_2$  می‌باشد. مانند  $CO_2$

اگر اتم مرکزی یک فرم اکسیدی پایدار، متعلق به گروه ۱۶ باشد، ساختار لوویس آن دارای ۳ قلمرو است و مشابه  $O_3^-$  می‌باشد. مانند  $SO_2$ ,  $NO_2$  و ...

حال با نوشتن فرم هیدریدی عناصر جدول تناوبی (از چپ به راست) و نیز دو فرم اکسیدی گروه ۱۴ و ۱۶ و با رعایت اصل و شعار آرایش‌های مشابه، ساختار لوویس بقیه مولکول‌ها و یون‌های چند اتمی از روی ساده‌ترین فرم‌های هیدریدی و اکسیدی حاصل می‌شود.

**اصل ۶:** توجه شود در تشخیص آرایش مشابه  $SO_2Cl_2$  شاید بگویید که ابتدا می‌گوییم  $SO_2$  مشابه  $O_2^-$  است بعد  $Cl$ ‌ها را مشخص می‌کنم. در جواب می‌گوییم، قبلًا (در روش معمولی) دیدیم که اول باید تکلیف یگانه مشخص بشود یعنی در تشبیه کردن آرایش‌های مشابه ابتدا فرم هیدریدی را تشبیه می‌کنیم بعد فرم اکسیدی تشبیه می‌شود مثلاً  $SO_2Cl_2$  اول باید بگوییم  $SCl_2$  همانند  $H_2O$  است (اول یگانه) بعد  $O$ ‌ها به صورت داتیو متصل می‌شود (بعد داتیو).

هر نوع بار (+ یا -) متعلق به اتم مرکزی است.

HALOGEN هالوژن‌ها به جای هیدروژن

ACID و شعار آرایش‌های مشابه

ATM های مرکزی نسبت به هم لایه ظرفیت برابری دارند.

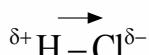
ATM های کناری نسبت به هم لایه ظرفیت برابری دارند.



در ادامه به بررسی هر یک از موارد فوق می‌پردازیم، جزئیات دو مورد آخر را (موارد ۵ و ۶) در شیمی سال سوم خواهیم دید.

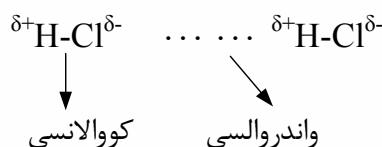
#### ۱-۱۴- نیز وهای دو قطیعه - دو قطیعه، (دائمی)

بین مولکول‌های قطبی، قطبیت همواره وجود دارد و جهت بردار قطبیت همواره ثابت و مشخص است. مثلاً در HCl، اتم همواره حزئی، مثبت (+δ) و اتم Cl همواره حزئی، منفی (-δ) است و جهت بردار قطبیت همواره از H به سمت Cl است:

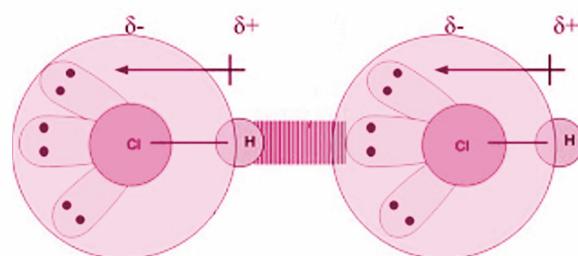


بسته به میزان قطیبت مولکو، این نوع نیروها به دو دسته معمول و بیوند هیدرولنی تقسیم‌بندی می‌شود:

آ) نیروی دوقطبی - دو قطبی معمولی: نیرویی است که بین دو مولکول قطبی وجود دارد. می‌دانیم که هر مولکول قطبی یک سر جزئی مثبت و یک سر جزئی منفی دارد بنابراین نیروهای جاذبه بین  $+8$  و  $-8$  باعث می‌شود مولکول‌ها یکدیگر را پρاپایند.



هرچه مولکول قطبی تر باشد، نیروی جاذبه بین مولکول‌های آن بیشتر است. مثلاً نیروی بین مولکولی در  $\text{CO}$  قویتر از  $\text{N}_2$  است، چرا که قطبیت  $\text{CO}$  بیشتر از  $\text{N}_2$  است. در شکل زیر نیروهای دوقطبی - دو مولکول  $\text{HCl}$  نشان داده شده است.



## شیمی دوم مول

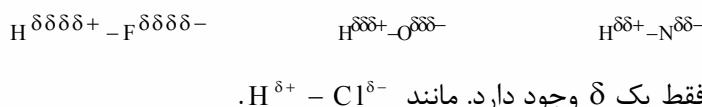
**ب) پیوند هیدروژنی:** همانطور که گفتیم نیروهای دوقطبی - دوقطبی بسته به میزان قطبیت مولکول به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند. اگر قطبیت مولکول خیلی زیاد باشد (یعنی بارهای جزئی مثبت و جزئی منفی چشمگیر باشد) در آن صورت نیروی دوقطبی - دوقطبی بسیار قوی‌تری حاصل می‌شود که با خاطر استحکام بیش از اندازه‌ی این نیروها (نسبت به دوقطبی - دوقطبی‌های معمولی)، به این نوع نیروهای دوقطبی - دوقطبی، پیوند هیدروژنی می‌گویند.

قطبیت مولکول وقتی زیاد می‌شود که اتم هیدروژن (کوچکترین اتم شناخته شده) به نیتروژن، اکسیژن و فلوئور (مخفف ناف یا NOF) متصل شود.

**سوال ۱:** چرا اتم‌های F، O، N (ناف) توانائی تشکیل پیوند هیدروژنی دارند؟

هرچقدر الکترونگاتیوی اتم‌های متصل به هیدروژن بیشتر باشد و شعاع این اتم‌ها کوچکتر باشد، ابر الکترونی پیوندی را بیشتر به سمت خود می‌کشد و باعث ایجاد بارهای خیلی جزئی مثبت و خیلی جزئی منفی می‌شود (همانطور که می‌دانیم هر چه مقدار بارهای الکتریکی ناهمنام بیشتر باشد نیروهای جاذبه‌ای قوی‌تر خواهند بود). اتم‌های NOF چنین رفتاری را از خود نشان می‌دهند.

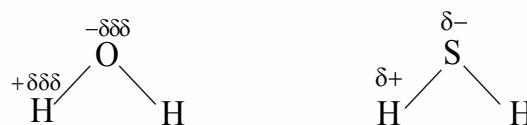
توجه شود که قطبیت پیوند H-F بیشتر از H-O و آن هم بیشتر از H-N است. اگر هر  $\delta$  را معادل  $1/0$  فرض کنیم:



در پیوندهای قطبی معمولی فقط یک  $\delta$  وجود دارد. مانند

**سوال ۲:** اتم Cl که الکترونگاتیوی برابر N دارد چرا نیروهای بین مولکول HCl از نوع هیدروژنی نیست؟

شرط اینکه بتوانیم قطبیت شدیدی ایجاد کنیم این است که اولاً ضعیفترین نافلز از نظر الکترونگاتیوی (یعنی H) به قویترین نافلز از نظر کشنندگی (یعنی NOF) متصل شود. اتم Cl چون شعاع بزرگ‌تری دارد بنابراین نمی‌تواند کشنده خیلی قوی باشد. وجود پیوند هیدروژنی در آب باعث می‌شود که آب خواص منحصر به فرد زیادی داشته باشد که اجسام مشابه آن (مانند  $\text{H}_2\text{S}$  از این خواص بی‌بهره‌اند.  $\text{H}_2\text{O}$  هر دو مولکول قطبی هستند اما پیوند O-H در مولکول آب قطبیت بسیار بیشتری دارد در حالی که پیوند S-H در مولکول  $\text{H}_2\text{S}$  قطبیت معمولی دارد و این باعث می‌شود نیروهای بین مولکولی  $\text{H}_2\text{O}$  (که از نوع هیدروژنی هستند) خیلی قوی‌تر از نیروهای بین مولکولی  $\text{H}_2\text{S}$  (که از نوع دوقطبی - دوقطبی معمولی است) باشد.

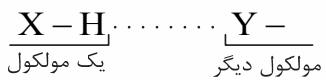


هرچقدر نیروهای بین مولکولی قوی‌تر باشد دمای ذوب و جوش بالاتر خواهد بود. به جدول زیر توجه کنید:

نقطه جوش (°C)	نقطه ذوب (°C)	فرمول مولکولی	مدل فضا پرکن	ماده
۱۰۰/۰	۰/۰	$\text{H}_2\text{O}$		آب
-۶۰/۳	-۸۵/۵	$\text{H}_2\text{S}$		هیدروژن سولفید

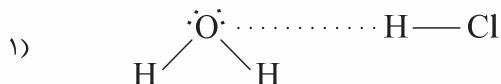
**شرط وجود پیوند هیدروژنی:** پیوندی که H متصل به NOF از یک مولکول با عنصرهای NOF مولکول دیگر برقرار کند. به عبارت بهتر اگر اتم H بین عنصرهای NOF قرار بگیرد پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود طوری که H با یکی از اتم‌های NOF کوالانسی و با اتم‌های NOF مولکول دیگر پیوند هیدروژنی تشکیل دهد. X و Y هر دو باید از NOF باشند.

## فصل چهارم: پیوند کوالانسی

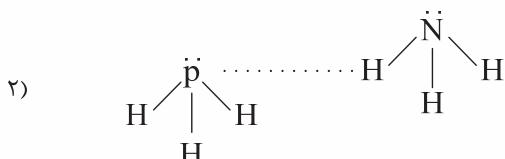


**تذکر:** پیوند هیدروژنی را با نقطه چین و پیوند کوالانسی را با خط نشان می‌دهند.

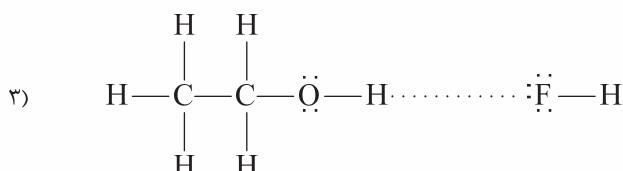
وجود یا عدم وجود پیوند هیدروژنی را در موارد زیر بررسی کنید (با توجه به نقطه چین‌های نشان داده شده).



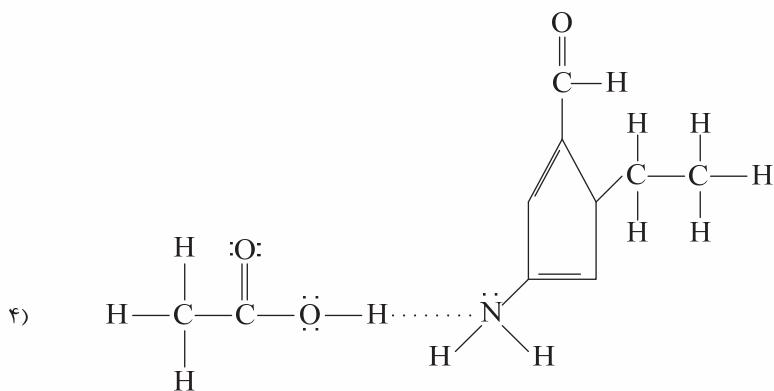
پیوند هیدروژنی نیست چرا که در مولکول سمت راست H متصل به NOF نیست بلکه به Cl متصل شده است.



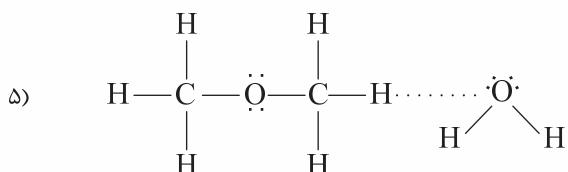
پیوند هیدروژنی نیست. درست است که H با پیوند کوالانسی به NOF متصل شده است (مولکول سمت راست)، ولی در مولکول سمت چپ به NOF متصل نشده است و به P متصل است.



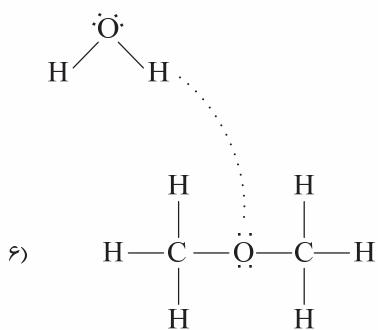
پیوند هیدروژنی است، چرا که H از یک طرف با پیوند کوالانسی به O متصل شده (مولکول سمت چپ) و از طرف دیگر (مولکول سمت راست) به F (که جزء NOF است) متصل می‌باشد.



پیوند هیدروژنی است چرا که H از یک طرف با پیوند کوالانسی به O وصل شده است (مولکول سمت چپ) و از طرف دیگر به صورت خط چین به N (مولکول سمت راست) متصل شده است.



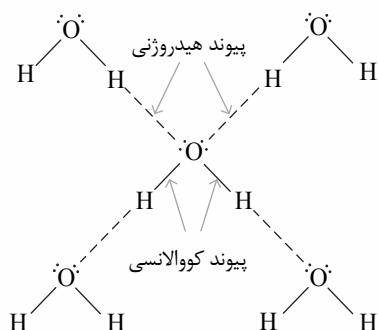
پیوند هیدروژنی نیست، چرا که H با پیوند کوالانسی به C متصل شده است نه NOF.



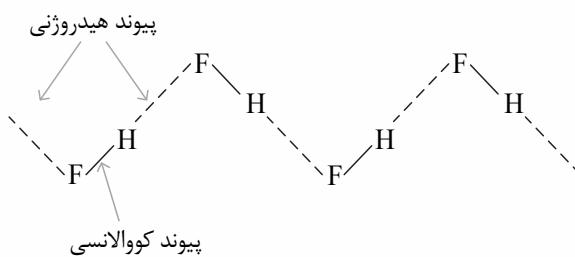
پیوند هیدروژنی است. توجه شود که موارد ۵ و ۶ هر دو به مولکول‌های آب و دی‌تیل اتر اشاره می‌کنند که در حالت اول هیدروژنی نیست ولی در حالت دوم هیدروژنی می‌باشد.

#### نحوه تشکیل پیوند هیدروژنی در اطراف مولکول‌های $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{O}_2$ و $\text{NH}_3$ :

چنانچه مشاهده می‌شود، پیوند هیدروژنی در راستای معینی تشکیل می‌شود؛ مثلاً در مولکول‌های  $\text{H}_2\text{O}$ ، هر مولکول (مولکول وسطی) توسط چهار مولکول دیگر احاطه می‌شود طوری که دو مولکول بالا از سمت H خود به O مولکول وسطی متصل و نیز H‌های مولکول وسطی به دو مولکول دیگر (از پایین) متصل شده است. چون هر مولکول  $\text{H}_2\text{O}$  دارای دو اتم H (خیلی جزئی) و نیز دارای دو جفت ناپیوندی (خیلی جزئی منفی) است پس هر مولکول آب می‌تواند از ۴ طرف احاطه شود.

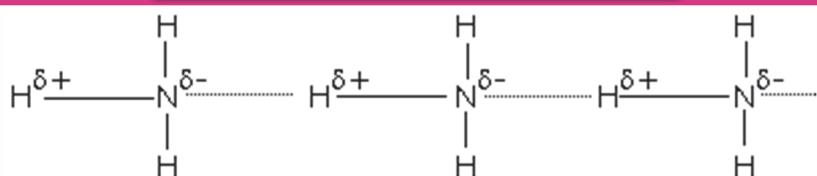


اما در مورد مولکول HF هر مولکول از دو طرف احاطه شده است؛ چرا که با وجود سه جفت الکترون ناپیوندی (مراکز جزئی منفی‌ها) روی F هر مولکول، تنها یک H (مرکز جزئی مثبت) وجود دارد بنابراین از سه جفت ناپیوندی F فقط یکی از آنها اشغال می‌شود (H‌ها محدود کننده هستند).



در مورد مولکول  $\text{NH}_3$ ، هر مولکول از دو طرف احاطه می‌شود، چرا که با وجود سه اتم H (مراکز جزئی مثبت)، تنها یک جفت الکترون ناپیوندی (مرکز جزئی منفی) وجود دارد بنابراین از سه هیدروژن فقط یکی از آنها پیوند هیدروژنی می‌دهد (جفت‌های ناپیوندی محدود کننده است).

## فصل چهارم: پیوند کوالانسی



در ارتباط با پیوند هیدروژنی به مورد زیر توجه کنید:

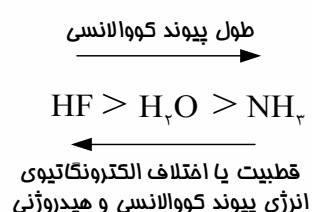
- (۱) انرژی پیوند هیدروژنی از انرژی پیوند کوالانسی کمتر است و نیز طول پیوند هیدروژنی از طول پیوند کوالانسی بیشتر است به عبارت کامل‌تر پیوند هیدروژنی از پیوند کوالانسی به شدت ضعیفتر است (با اینکه پیوند هیدروژنی از دو قطبی-دوقطبی‌های معمولی به شدت قوی‌تر است).

دلیل آن است که در تشکیل پیوند کوالانسی، با به اشتراک گذاشتن الکترون‌ها، اوربیتال‌های اتم‌ها باهم همپوشانی می‌کنند و ابر الکترونی‌ها در گیر می‌شوند (قفل می‌شوند) در حالی که در پیوند هیدروژنی، هیچ مبادله و یا اشتراک گذاشتن الکtron صورت نمی‌گیرد بلکه بارهای جزئی مثبت و جزئی منفی، از فاصله مشخص نیروی جاذبه به یکدیگر وارد می‌کنند:

$$\text{هیدروژنی} > \text{کوالانسی} > \text{پیوند}$$

- (۲) واژه پیوند هیدروژنی گمراه کننده است، زیرا واژه پیوند وقتی استفاده می‌شود که دو اتم با پیوند کوالانسی و یا یونی، الکترون را به اشتراک گذاشته و یا مبادله کرده باشند، در حالی که نیروهای جاذبه ناشی از پیوند هیدروژنی (همانند سایر نیروهای واندروالسی) خیلی ضعیفتر از پیوندهای کوالانسی یا یونی هستند.

- (۳) در پیوندهای HF، H<sub>2</sub>O و NH<sub>3</sub> هرچقدر شعاع کوچک‌تر و اختلاف الکترونگاتیوی بیشتر باشد انرژی پیوند بیشتر می‌شود و قطبیت پیوند زیادتر خواهد بود.



- (۴) قدرت پیوند هیدروژنی در مولکول HF بیشتر از H-O است اما دمای جوش H<sub>2</sub>O بیشتر از HF است چرا که HF فقط از دو طرف پیوند هیدروژنی دارد ولی H<sub>2</sub>O از ۴ طرف دارای پیوند هیدروژنی است.

$$\text{HF} < \text{H}_2\text{O} \quad \text{قدرت پیوند هیدروژنی} \quad \text{H}_2\text{O} > \text{HF} \quad \text{دمای جوش}$$

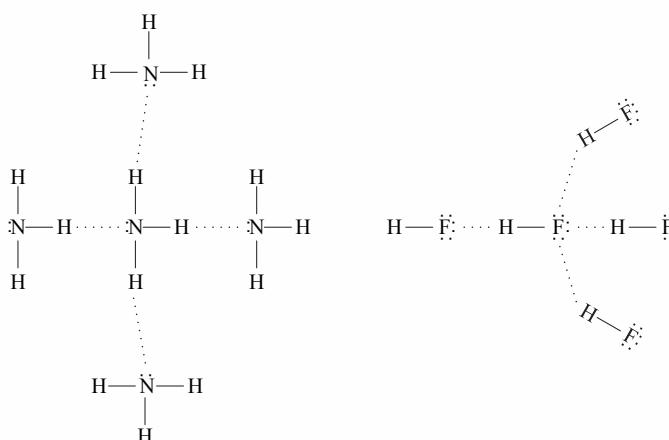
- (۵) وجود پیوند هیدروژنی در آب، باعث می‌شود به هر مولکول آب از ۴ طرف نیروی ناشی از پیوند هیدروژنی وارد شود طوری که خواص منحصر به فرد آب مانند دمای ذوب، جوش، کشش سطحی، ظرفیت گرمایی ویژه، انحلال پذیری و ... از روی وجود پیوند هیدروژنی آب توجیه می‌شود.

**تذکرہ:** قطبیت بیش از اندازه پیوندهای H-O باعث می‌شود که برخی خواص آب به ترکیبات یونی شباهت بیشتری داشته باشد.

- (۶) در حالت کلی، اتم‌هایی که دارای H-F، H-O و H-N باشند توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی را دارند. از جمله آب، آمونیاک، الکل‌ها، کربوکسیلیک‌ها، آمین‌ها، آمینو اسیدها، قندها (گلوکز)، فنول‌ها و ...

## شیمی دوم مولر

(۱۷۸) برخی داوطلبین کنکور به اشتباه تصور می‌کنند که در HF، تمام جفت الکترون‌های ناپیوندی می‌توانند با H (مولکولهای

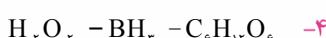


HF دیگر) پیوند هیدروژنی بدهنند، تا اینکه اطراف هر HF، چهار پیوند هیدروژنی وجود داشته باشد. در حالیکه اولاً ممانعت فضایی اطراف مولکول‌های HF اجازه چنین چیزی را نمی‌دهد، ثانیاً شواهد تجربی نشان می‌دهد که در نمونهای از HF همه قسمت‌ها از نظر خواص فیزیکی به صورت یکنواخت است (یعنی حالت تجمیعی ندارد). این موضوع در مورد  $\text{NH}_3$  هم صادق است. خلاصه اینکه هم در HF و هم در  $\text{NH}_3$  در اطراف هر مولکول تنها دو پیوند هیدروژنی امکان‌پذیر است. نمایش پیوند هیدروژنی از  $\text{NH}_3$  و HF به صورت زیر نادرست است:

**تست ۱۷۹:** در کدام گزینه نیروی بین مولکولی هر سه مولکول از نوع پیوند هیدروژنی می‌باشد؟

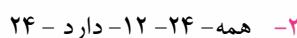


-۱ هیدروژن کلرید - فرمالدهید - متانول

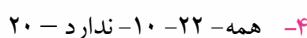


-۳ آمونیاک - دی متیل اتر - O<sub>2</sub>

**تست ۱۸۰:** در مولکول گلوکز برخلاف استیک اسید ..... اتم‌های کربن دارای چهار قلمرو الکترونی هستند و در ساختار آن ..... پیوند کووالانسی و در لایه‌ی ظرفیت اتم‌های ان‌مجموعاً ..... جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد و امکان تشکیل پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آن وجود ..... و مجموع قلمروهای الکترونی اطراف کربن‌ها برابر ..... می‌باشد.



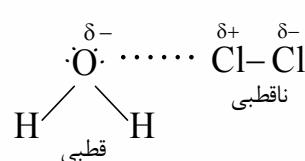
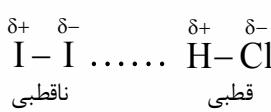
-۱ بیشتر - ۲۴ - ۱۰ - دارد - ۲۰



-۳ بیشتر - ۲۲ - ۱۲ - ندارد - ۲۰

### ۲-۱۴ - دو قطبی - دو قطبی القائی

نیرویی است که بین یک مولکول قطبی و مولکول ناقطبی ایجاد می‌شود. مولکول قطبی دارای سر جزئی مثبت و جزئی منفی می‌باشد. اگر مولکول ناقطبی کنار مولکول قطبی قرار بگیرد تحت تأثیر قطب‌های جزئی مثبت و جزئی منفی قرار می‌گیرد و ابر الکترونی اطراف مولکول ناقطبی طوری منحرف می‌شود که با قطب‌های مولکول قطبی، نیروی جاذبه ایجاد می‌کند. به عبارت بهتر قطبیت از مولکول قطبی به مولکول ناقطبی القا می‌شود. هرچقدر ابر الکترونی مولکول ناقطبی بیشتر باشد (جرم و حجم بیشتر) قطبش پذیری آن آسان‌تر می‌شود و نیروی جاذبه قوی‌تری ایجاد می‌شود.

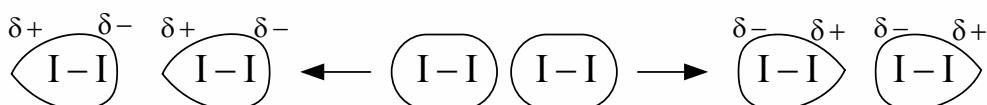




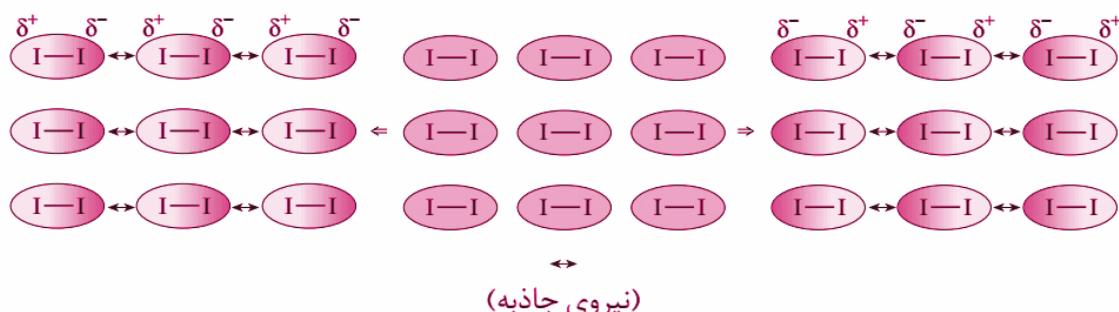
لوندون نیرویی است که بین دو مولکول ناقطبی ایجاد می‌شود.

**سؤال:** مولکول‌های ناقطبی که توزیع ابر الکترونی در همه جای آن یکسان است و فاقد سر جزئی مثبت و سر جزئی منفی هستند چگونه همیگر را جذب می‌کنند؟

با اینکه هر مولکول ناقطبی به طور دائم دارای  $\delta^+$  و  $\delta^-$  نیست اما در این مولکول‌ها در اثر عواملی همچون چرخش الکترون‌ها، اثر متقابل الکترون‌ها با پروتون‌ها و .... ابر الکترونی کم و بیش تحرک و آزادی دارد و به طور لحظه‌ای دارای بارهای جزئی مثبت و جزئی منفی می‌شوند. به عبارت بهتر ابر الکترونی اطراف مولکول‌ها طوری تغییر شکل می‌دهند که بارهای  $\delta^+$  و  $\delta^-$  در کنار یکدیگر قرار بگیرند.

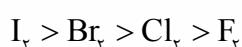


مثال‌ادر مولکول‌های  $I_2$  (که ناقطبی هستند) ابر الکترونی به سمت چپ یا راست منحرف شود  $\delta^+$  ها و  $\delta^-$  ها به طور لحظه‌ای همانند شکل بالا حاصل می‌شوند. این دو قطبی‌های ایجاد شده به طور لحظه‌ای به مولکول‌های مجاور خود قطبیت القا می‌کنند و به این ترتیب بارهای  $\delta^+$  و  $\delta^-$  به طور زنجیروار در تمام مولکول‌های اطراف القا می‌شود. به همین خاطر به این نوع نیروها، نیروهای نشری لوندون می‌گویند. در شکل زیر، نیروهای بین مولکولی لوندون  $\ddot{\text{I}}$  نشان داده شده است.



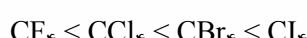
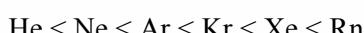
در ارتباط با نیروهای لوندون به مورد زیر توجه کنید:

(۱) هرچقدر مولکول‌ها سنگین‌تر و حجمی‌تر باشند نیروی نشری لوندون قوی‌تر خواهد بود. مثلاً نیروی واندروالسی  $I_2$  قوی‌تر از  $Br_2$  است.



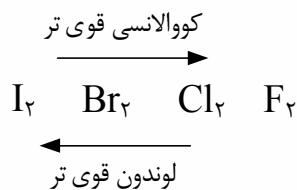
←  
واندروالسی قوی‌تر

مثال:



(۲) هر چقدر مولکول‌ها کوچک‌تر باشند (شعاع اتم‌ها کوچک باشد) پیوند کوالانسی قوی‌تر است و انرژی پیوند کوالانسی بیشتر است ولی نیروی واندروالسی ضعیف‌تر می‌شود.

## شیمی دوم مول



نتیجه اینکه در مولکول‌های ناقطبی (مانند هالوژن‌ها) انرژی پیوند (قدرت پیوند کووالانسی) با نیروی واندروالسی لوندون رابطه عکس دارد.

(۳) نیروی لوندون، در بین تمام مولکول‌ها (حتی مولکول‌های قطبی) وجود دارد چرا که همه مولکول‌ها دارای ابر الکترونی هستند و احتمال قطبش‌پذیری وجود دارد. مثلاً H₂O علاوه بر پیوند هیدروژنی دارای لوندون نیز می‌باشد.

**تذکر:** بین مولکول‌های ناقطبی، منحصراً فقط لوندون وجود دارد.

(۴) جهت بردار قطبیت در مولکول‌های ناقطبی می‌تواند تغییر کند ولی در مولکول‌های قطبی، جهت بردار قطبیت تغییر نمی‌کند بلکه منحرف شدن ابر الکترونی، قطبیت مولکول را تقویت می‌کند.

(۵) کلمه القاء وقتی استفاده می‌شود که به یک مولکول ناقطبی، قطبیت القاء شود.

(۶) بین اتم‌های گاز نجیب، نیروی لوندون وجود دارد که با افزایش جرم و حجم قوی تر می‌شود. Xe > Kr > Ar > Ne > He

**تسنیع ۱۸۱:** بین اتم‌های کدام گونه شیمیایی زیر نیروی لاندن وجود دارد؟

-۴ همه موارد

H₂O -۳

Ne -۲

CH₄ -۱

**تسنیع ۱۸۲:** کدام یک از گونه‌های زیر منحصراً نیروی لاندن دارد؟

HF -۴

PCl₃ -۳

H₂O -۲

CH₄ -۱



**تسنیع ۱۸۳:** شکل زیر کدامیک از گزینه‌ها را نشان می‌دهد؟



۱- شبکه کریستالی جامد یونی را نشان می‌دهد.



۲- مولکول غول آسایی که در دو بعد گسترش می‌یابد.



۳- نیروهای جاذبه بین مولکولی ذراتی که در هر ذره بردار قطبیت برابر با صفر باشد.

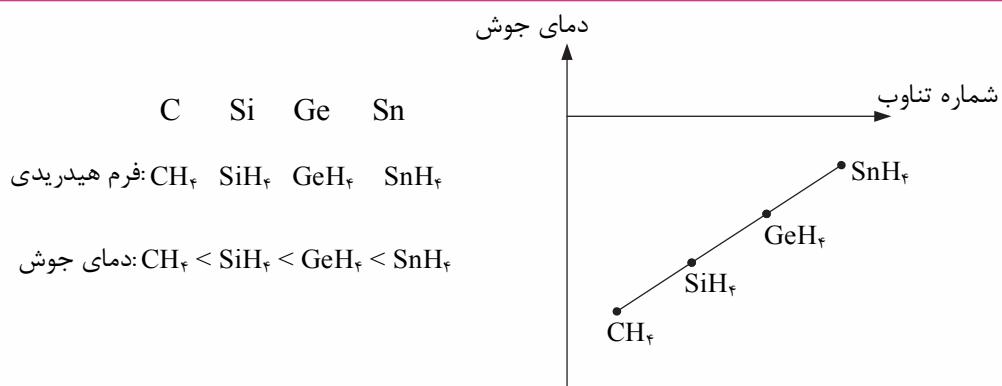
۴- انتقال الکترون از یک ذره به ذره دیگر را نشان می‌دهد.

### ۱۷-۱۴-۴- دمای جوش فرم هیدریدی گروه ۱۱۴-۱۴

دیدیم که فرم هیدریدی هر گروه، مشابه ساده‌ترین شان می‌باشد طوری که از گروه ۱۴ الی ۱۷ به ترتیب مشابه CH₄, NH₃, H₂O و HF می‌باشد. هرچه نیروهای جاذبه بین مولکول‌ها قوی تر باشد، مولکول‌ها با جاذبه بیشتری یکدیگر را جذب می‌کنند و برای جدا کردن آنها از یکدیگر و رساندن به دمای جوش انرژی بیشتری لازم است و این یعنی دمای جوش بالاتر خواهد بود.

**هیدرید گروه ۱۴:** فرم هیدریدی این گروه از بالا به پایین CH₄, SiH₄, GeH₄ و SnH₄ می‌باشد. از آنجایی که از بالا به پایین، جرم و حجم زیاد می‌شود نیروی لوندون قوی تر خواهد بود (فرم هیدریدی گروه ۱۴ ناقطبی است).

## فصل چهارم: پیوند کوالانسی

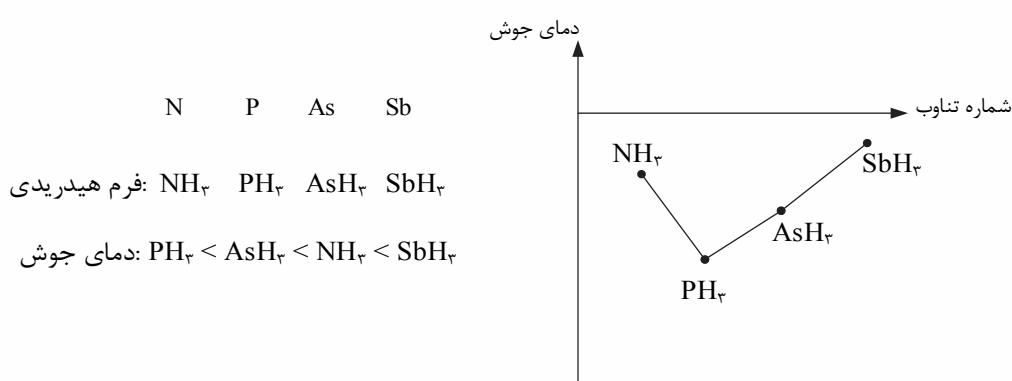


**هیدرید گروه ۱۵:** فرم هیدریدی این گروه از بالا به پایین  $\text{SbH}_3$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{NH}_3$  و  $\text{AsH}_3$  می‌باشد. از آنجایی که از بالا به پایین جرم و حجم زیاد می‌شود بنابراین نیروهای واندروالسی از بالا به پایین زیاد می‌شوند، پس دماجوش زیاد خواهد شد. ولی توجه شود که دماجوش  $\text{NH}_3$  بخار و وجود پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های  $\text{NH}_3$  به طور غیر عادی زیاد است.

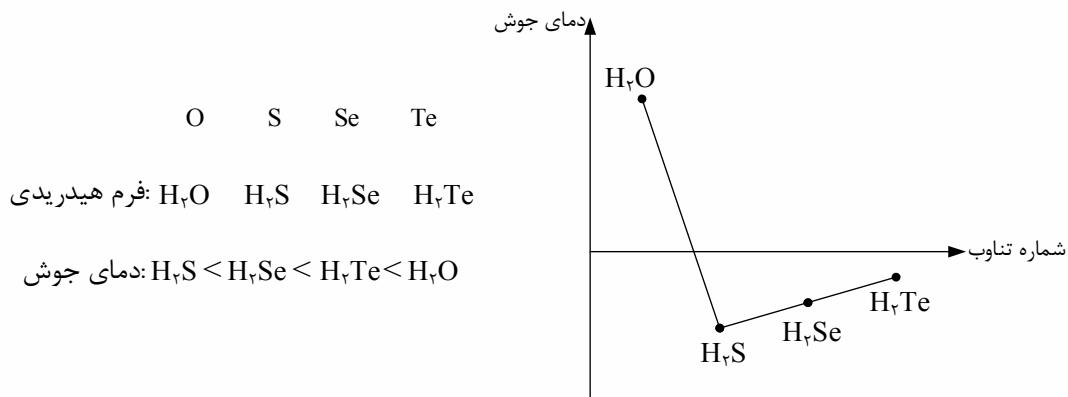
با اینکه بین مولکول‌های  $\text{NH}_3$  پیوند هیدروژنی وجود دارد (و پیوند بین  $\text{SbH}_3$  از نوع دوقطبی- دوقطبی معمولی است). ولی با دقت به نمودار صفحه ۹۲ کتاب درسی متوجه می‌شویم که دماجوش  $\text{SbH}_3$  بیشتر از  $\text{NH}_3$  است چرا که در تأثیر جرم و حجم زیادتر است. نتیجه اینکه، در بعضی موارد اگر تأثیر جرم و حجم زیاد باشد ممکن است دو قطبی- دو قطبی معمولی از پیوند هیدروژنی قوی‌تر باشد.



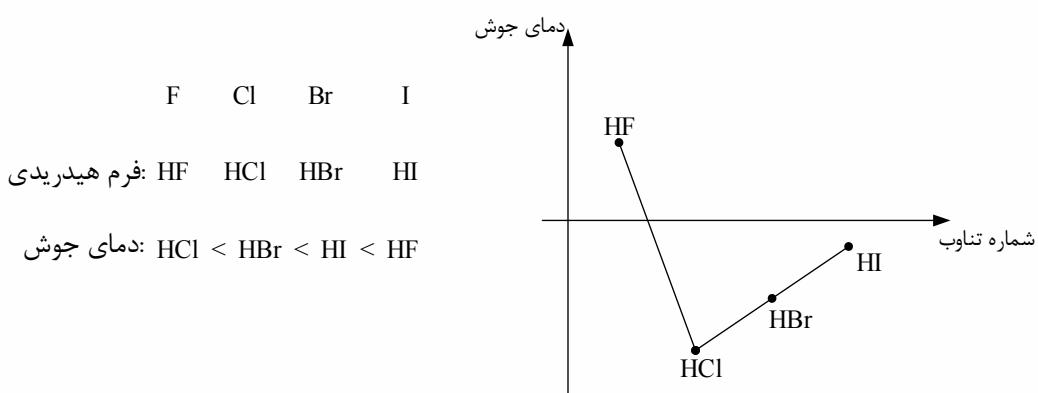
و نیز اگر تأثیر جرم و حجم زیاد باشد حتی ممکن است نیروی لوندون قوی‌تر از پیوند هیدروژنی باشد؛ مثلاً دماجوش  $\text{I}_2$  بیشتر از دماجوش  $\text{H}_2\text{O}$  است.



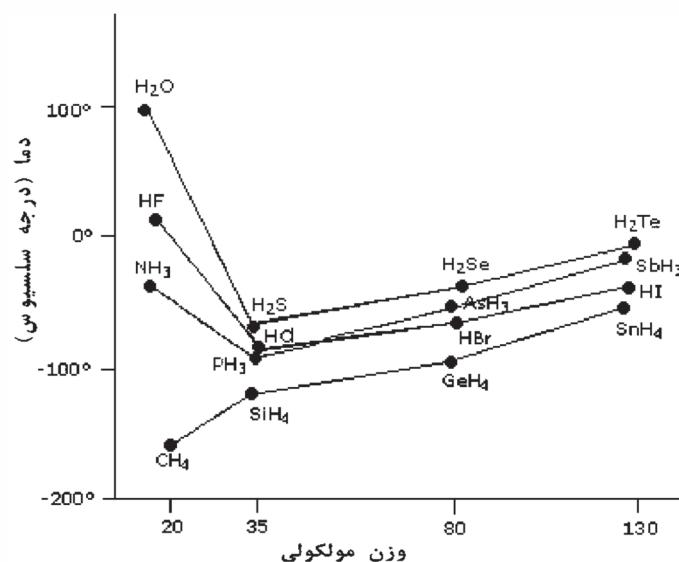
**هیدرید گروه ۱۶:** فرم هیدریدی این گروه از بالا به پایین به صورت  $\text{H}_2\text{Te}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{H}_2\text{S}$  می‌باشد. از بالا به پایین با افزایش جرم و حجم نیروهای واندروالسی قوی‌تر می‌شود و دماجوش بالا می‌رود. توجه شود که دماجوش  $\text{H}_2\text{O}$  بخار و وجود پیوند هیدروژنی از سایر هیدریدهای این گروه بیشتر است.

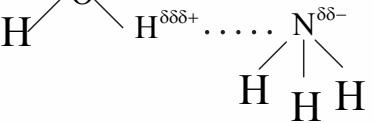

**شیمی دوم مولر**


**هیدرید گروه ۱۷:** فرم هیدریدی این گروه از بالا به پایین  $HBr$ ,  $HCl$ ,  $HF$  و  $HI$  می‌باشد. از بالا به پایین با افزایش جرم و حجم دمای جوش زیاد می‌شود. توجه شود که  $HF$  به خاطر داشتن پیوند هیدروژنی به طور غیرعادی دمای جوش بالاتری دارد.



نمودار کلی دمای جوش فرم هیدریدهای گروه ۱۴ الی ۱۷ به صورت زیر می‌باشد:



$H - Cl^{\delta-} \dots H^{\delta+} - Cl$	مولکول قطبی- مولکول قطبی	معمولی
	X - H ..... Y یک مولکول دیگر	دوقطبی- دو قطبی ( دائم ) هیدروژنی
$H - Cl^{\delta-} \dots I^{\delta+} - I$	مولکول قطبی- مولکول ناقطبی	دوقطبی- دو قطبی القایی
$I - I^{\delta-} \dots I^{\delta+} - I$	مولکول ناقطبی- مولکول ناقطبی	دوقطبی القایی- دو قطبی القایی (لondon) (لحظه‌ای)
$Cl^- \dots H_2O$	یون- مولکول قطبی	یون- دو قطبی
$Na^+ \dots I^-$	یون- مولکول ناقطبی	یون- دو قطبی القایی

با توجه به جمع بندی گفته شده به مورد زیر توجه کنید:

- (۱) همه نیروها و پیوندها (اعم از پیوند یونی، کووالانسی، نیروهای واندروالسی و ...) ناشی از نیروهای الکتروستاتیک است که در هر مورد تأثیر نیروهای الکترو استاتیک حالت مخصوص به خود دارد.
- (۲) قوی بودن پیوندها در داخل مولکول دلیلی بر قوی بودن نیروهای واندروالسی نیست. مثلا در  $CF_4$  پیوندهای کووالانسی خیلی قوی است ولی نیروهای واندروالسی (لondon) ضعیف می‌باشند.
- (۳) در بعضی موارد جرم و حجم اگر خیلی زیاد باشد بر قطبیت غلبه می‌کند. مثلاً در  $I_2$  و  $H_2O$ .
- (۴) از بین هیدریدهای گروه ۱۴ الی ۱۷ فقط در  $HF$  و  $H_2O$  دمای جوش بالاتر از صفر می‌باشد.
- (۵) جهت تسلط بیشتر، برای هر یک از فرم‌های گروه‌های ۱۴ الی ۱۷ با روش آرایش‌های مشابه، ویژگی‌های زیر را بررسی کنید. شکل هندسی، آرایش قلمروها، تعداد پیوندها، توانایی داتیو دادن، جفت‌های ناپیوندی، قطبیت مولکول و ... .
- (۶) ترتیب کلی قدرت نیروهای واندروالسی به صورت زیر است:

دو قطبی القایی - دو قطبی القایی > دو قطبی- دوقطبی القایی > دو قطبی- دوقطبی هیدروژنی

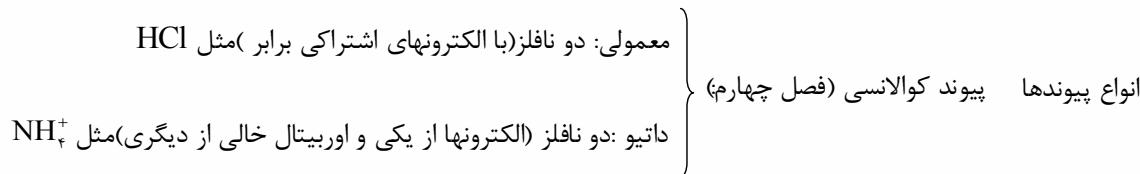
←  
دمای جوش

- (۷) ترتیب گفته شده به شرطی درست است که اتم‌های تشکیل دهنده مولکول‌ها مربوط به یک دوره جدول تناوبی باشد تا تأثیر جرم و حجم زیاد نباشد.
- مثلاً در مقایسه دمای جوش  $H_2O$  با  $I_2$ ، چون  $I$  در دوره پنجم جدول ولی  $O$  در دوره دوم جدول قرار دارند بنابر این جرم و حجم بر قطبیت (و یا پیوند هیدروژنی) غلبه می‌کند.

## شیمی دوم مولر

حال به جمع بندی انواع پیوندها می‌پردازیم:

پیوند یونی (فصل سوم) یک فلز با یک نافلز مثل  $\text{NaCl}$



پیوند فلزی (فصل دوم) بین اتم‌های فلزی مثل قطعه‌ای از آهن خالص

**تست ۱۸۴:** کدام گزینه درست است؟

- ۱ افزایش الکترونگاتیوی اتمها باعث افزایش قطبی شدن مولکول می‌شود و نهایتاً نیروی بین مولکولی قوی‌تر می‌شود.
- ۲ جهت در ک زوایای پیوندی و خواص فیزیکی در یک مولکول اطلاعات نیروهای بین مولکولی لازم است.
- ۳ برهمن کنش بین یونهای سدیم و کلر در بلور نمک غذام از نوع واندروالسی نیست.
- ۴ در مولکول آب پیوند هیدروژنی باعث افزایش قدرت پیوند کوالانسی مولکول آب می‌شود و نهایتاً دمای جوش بالا می‌رود.

**تست ۱۸۵:** کدام گزینه درست است؟

- ۱ ترتیب نیروی بین مولکولی برای مولکولهای  $\text{S}_8 > \text{P}_4 > \text{F}_2 > \text{N}_2 > \text{O}_2$  است.
- ۲ نیروی بین مولکولی  $\text{CO}$  کمتر از  $\text{NO}$  است، چرا که از جنس لوندون می‌باشد.
- ۳ در  $\text{GaH}_3$  نیروی بین مولکولی از نوع دوقطبی - دوقطبی است.
- ۴ مولکولهای جور هسته همیشه فقط نیروی بین مولکولی لوندون را دارند.

**تست ۱۸۶:** کدام ماده نقطه جوش کمتری دارد؟

$\text{HF}$  -۴

$\text{H}_2\text{S}$  -۳

$\text{CH}_4$  -۲

$\text{I}_2$  -۱

**تست ۱۸۷:** از بین عبارت‌های داده شده چند مورد درست است؟

- نقطه‌ی جوش هیدروژن هالیدها با افزایش الکترونگاتیوی هالوژن، به طور منظم کم می‌شود.
- نقطه‌ی جوش  $\text{Br}_2$ ،  $\text{Cl}_2$  و  $\text{I}_2$  با افزایش قدرت پیوند کوالانسی بین اتم‌ها کم می‌شود.
- نقطه‌ی جوش  $\text{N}_2$  بیشتر از  $\text{O}_2$  است، چون تعداد پیوند در مولکول  $\text{N}_2$  بیشتر از  $\text{O}_2$  است.
- نیروی جاذبه‌ی بین مولکولهای  $\text{PCl}_3$  از نوع دوقطبی - دوقطبی است.

۴ -۴

۳ -۳

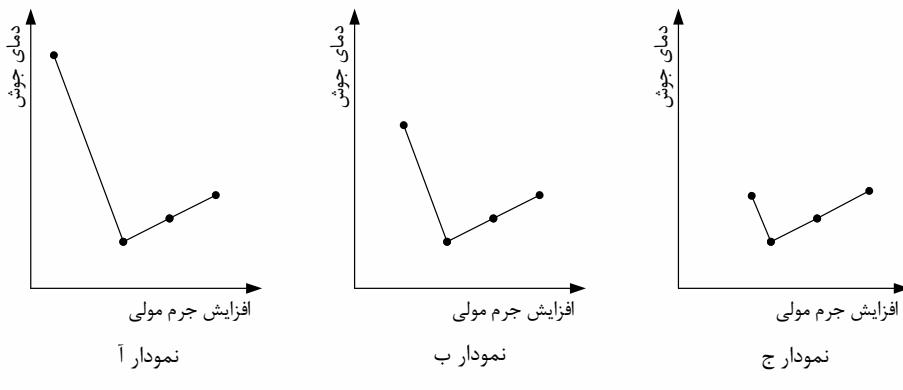
۲ -۲

۱ -۱

**تست ۱۸۸:** سه نمودار زیر مربوط به فرم هیدریدی عناصر گروه‌های ۱۴ تا ۱۷ می‌باشد. با توجه به آن‌ها، نمودار ..... مربوط به ترکیبات عناصر گروه ..... و نمودار ..... مربوط به ترکیبات عناصر گروه ..... است.

**Website: www.MoleR.ir**

## فصل چهارم: پیوند کوالانسی



(تجربی ۹۴ داخل)

**تست ۱۸۹:** کدام گزینه، درست است؟

- ۱ ساختارهای رزونانسی در مولکول‌های  $\text{NO}_2$  و  $\text{O}_2$  مشاهده می‌شوند.
- ۲ پیوند هیدروژنی در نیروهای جاذبه‌ی بین مولکولی در همه‌ی ترکیبات هیدروژن‌دار نقش مؤثری دارد.
- ۳ به دلیل شباهت نیروهای بین مولکولی، ۱- هگزانول مانند ۱-پروپانول به هر نسبتی در آب حل می‌شود.
- ۴ هر چه مولکول یک ترکیب درشت‌تر و شمار الکترون‌های آن بیش‌تر باشد نیروهای واندروالسی در آن کمتر است.

(تجربی خارج ۹۲)

**تست ۱۹۰:** کدام گزینه درست نیست؟

- ۱ پیوند هیدروژنی، نوعی نیروی جاذبه‌ی دوقطبی- دوقطبی است.
- ۲ مقدار نیروهای واندروالسی بین مولکول‌ها به جرم مولکولی آن‌ها بستگی دارد.
- ۳ اگر در مولکولی اتم مرکزی سه قلمرو الکترونی که همگی پیوندی‌اند، داشته باشد، ساختار آن مسطح سه ضلعی است.
- ۴ به دلیل قوی‌تر بودن پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های HF در مقایسه با مولکول‌های  $\text{H}_2\text{O}$  نقطه‌ی جوش HF بالاتر است.

(ریاضی خارج ۹۱)

**تست ۱۹۱:** کدام عبارت درباره‌ی  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  و  $\text{CH}_4$  نادرست است؟

- ۱ بالا بودن نقطه‌ی جوش  $\text{H}_2\text{O}$  نسبت به  $\text{NH}_3$  به دلیل بیشتر بودن جرم مولکولی  $\text{H}_2\text{O}$  است.
- ۲ HF در مقایسه با سه ترکیب دیگر، قوی‌ترین پیوند هیدروژنی را تشکیل می‌دهد.
- ۳ مقایسه میزان قطبی بودن پیوندی در این ترکیب‌ها به صورت  $\text{H}_2\text{O} > \text{CH}_4 > \text{NH}_3 > \text{HF}$  است.
- ۴ به دلیل ناتوانی مولکول  $\text{CH}_4$  در تشکیل پیوند هیدروژنی، متان پایین‌ترین دمای جوش را بین این ترکیب‌ها دارد.

(تجربی داخل ۹۰)

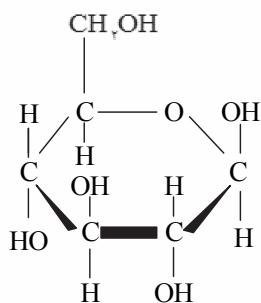
**تست ۱۹۲:** کدام عبارت درست است؟

- ۱ یون سولفات همانند گوگرد تری اکسید، دارای سه قلمرو الکترونی و ناقطبی است.
- ۲ اتانول و دی‌متیل اتر، نقطه جوش و چگالی متفاوت اما فرمول ساختاری یکسانی دارند.
- ۳ استیک اسید عامل ترش بودن سرکه است و فرمول تجربی آن  $\text{CH}_3\text{CO}_2$  است.
- ۴ روند مشاهده شده در تغییر نقطه جوش هیدریدهای گروه ۱۴ در مقایسه با هیدرید گروه‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ تفاوت دارد.

(ریاضی خارج ۹۰)

**تست ۱۹۳:** با توجه به ساختار مولکولی ترکیب داده شده، کدام عبارت نادرست است؟

## شیمی دوم مولر



-۱ همانند اتانول می‌تواند با آب پیوند هیدروژنی برقرار کند.

-۲ یک جامد مولکولی به نام گلوکر و فرمول تجربی آن  $\text{CH}_2\text{O}$  است.

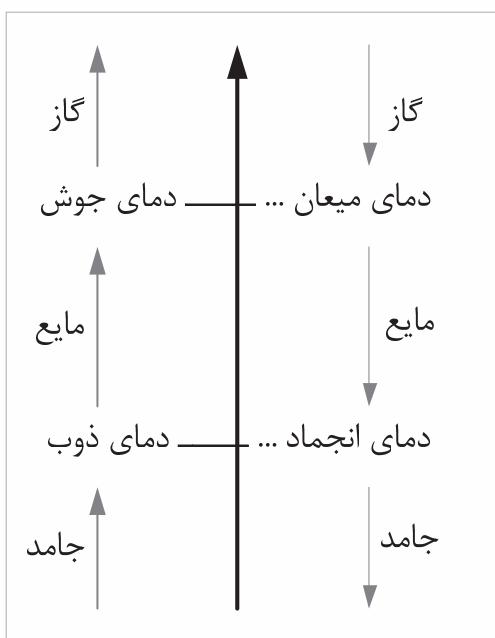
-۳ اتم‌های اکسیژن در آن چهار قلمرو الکترونی دارند و تنها دارای گروه عاملی الکلی است.

-۴ نیروهای جاذبه بین مولکول‌های آن قوی‌تر از نیروهای جاذبه بین مولکولی  $\text{H}_2$  است.

### ۵-۱۴ تبدیل شدن گاز به مایع

می‌دانیم که در گازها، نیروی بین مولکولی وجود ندارد ولی هرچقدر سردتر و سرددتر کنیم نیروهای واندروالسی ظاهر می‌شوند و اگر بیشتر سرد کنیم گاز نهایتاً به مایع تبدیل می‌شود (مثلاً اگر بخار آب را سرد کنیم تبدیل به آب مایع می‌شود) و اگر سرد کردن را ادامه بدھیم مایع به جامد تبدیل می‌شود (مثلاً آب مایع را سرد کنیم به یخ جامد تبدیل می‌شود).

در ارتباط با این موضوع به موارد زیر توجه کنید:

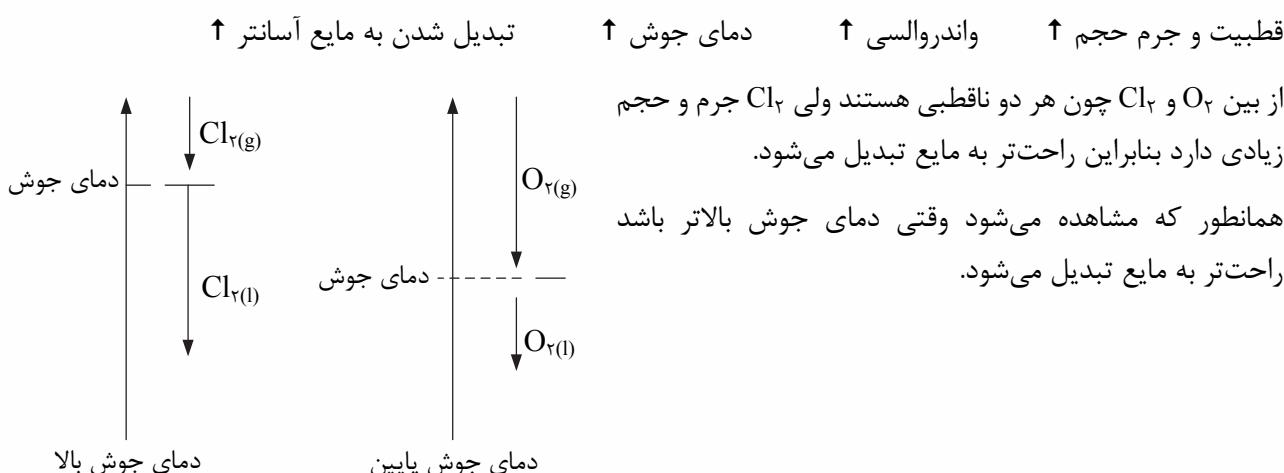


(۱) هر ماده‌ای در دمای پایین‌تر از دمای ذوب (یا دمای انجماد) به حالت جامد می‌باشد و بین دمای ذوب و جوش به صورت مایع و در دمای بالاتر از دمای جوش (یا دمای میعان) به صورت گاز است.

(۲) نقطه جوش همان نقطه میعان، و نقطه ذوب همان نقطه انجماد است فقط با این تفاوت که در ذوب و جوش از پایین نمودار به سمت بالا می‌رویم ولی در میعان و انجماد از بالا به پایین می‌آییم (به جهت فلش‌ها توجه کنید).

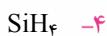
(۳) هرچه نیروهای واندروالسی (بین مولکولی) قوی‌تر باشد مولکول‌ها هم‌دیگر را بیشتر جذب می‌کنند و تمایل دارند کنار یکدیگر قرار بگیرند و دمای جوش بالاتر است ( جدا کردن مولکول‌ها سخت‌تر است) بنابراین اگر چنین مولکول‌هایی حالت گازی داشته باشند با اندکی سرد کردن، گاز به مایع تبدیل می‌شود.

**نتیجه:** هرچقدر نیروهای بین مولکولی قوی‌تر باشد تبدیل شدن به مایع آسان‌تر است. مثلاً  $\text{CO}$  (که پیوند دو قطبی - دو قطبی دارد) نسبت به  $\text{N}_2$  (که پیوند لوندون دارد) راحت‌تر به مایع تبدیل می‌شود؛ یعنی  $\text{CO}$  دمای جوش بالاتری دارد.



## فصل چهارم: پیوند کوالانسی

تست ۱۹۴: کدام گاز زودتر به مایع تبدیل می‌شود؟



## ۱۵- مقایسه ویژگیهای انواع جامدات

جامدات را می‌توان در ۴ دسته کلی زیر بررسی نمود:

نام	ذره سازنده	نیروی بین مولکولی	پیوندهای در گیر در ذوب و جوش	رسانایی الکتریکی	تأثیر شعاع بر دمای جوش	شكل کلی	مثال
جامدات فلزی	اتم‌های فلزی	مولکول ندارد	پیوند فلزی	دارد	معکوس		قطعه آهن
جامدات یونی	یون‌ها	مولکول ندارد	پیوند یونی	فقط در حالت مذاب و محلول	معکوس		$\text{NaCl}$
جامدات مولکولی	مولکول‌ها	و اندروالسی	و اندروالسی	ندارد	مستقیم		$\text{I}_{2(s)}$
جامدات کوالانسی	اتم‌های نافلزی	یک مولکول غول‌آسا	کوالانسی	بعضی‌های دارد	معکوس		الماس و گرافیت

۱) در جامدات فلزی، یونی، جامدات کوالانسی هرچه شعاع اتم‌ها (و یا یون‌ها) کمتر باشد نقطه ذوب و جوش بالاتر می‌رود ولی در جامدات مولکولی (مانند  $\text{I}_2$  و  $\text{Br}_2$ ) هر چه شعاع اتم‌ها بزرگ‌تر باشد نقطه ذوب و جوش بالاتر می‌رود.

۲) در نقطه ذوب نیروهای بین ذره‌ای فقط سست می‌شوند ولی در نقطه‌ی جوش نیروهای بین ذره‌ای، به طور کامل از بین می‌روند.

۳) هر چهار نوع جامد به شکل بلور می‌باشد ولی جامدات فلزی، یونی و جامد کوالانسی شبکه بلوری به هم پیوسته هستند، در حالی که جامدات مولکولی، مولکول‌های جدا از هم هستند.

۴) در حالت کلی دمای جوش ترکیبات به صورت زیر مقایسه می‌شود (هر چند که استثنای دارند).

لوndon > دوقطبی - دوقطبی القایی > دوقطبی - دوقطبی > پیوند هیدروژنی > جامد یونی > جامد فلزی > جامد کوالانسی

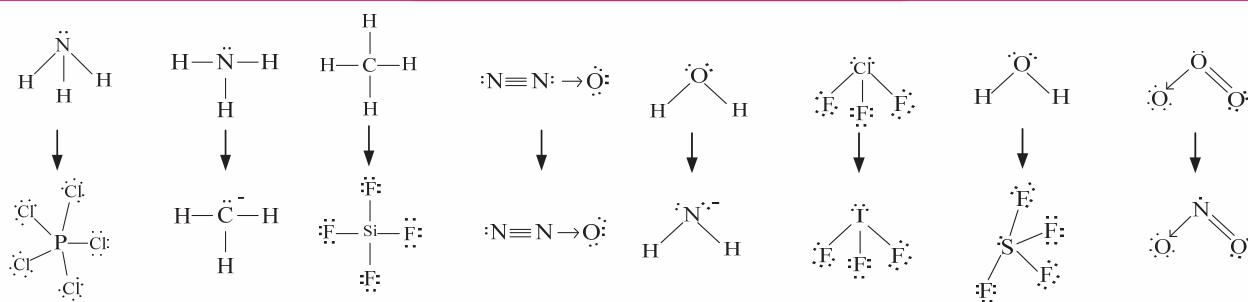
جامعات مولکولی

**مثال:** در مورد گونه‌های  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , الماس، قطعه‌ای از طلا و  $\text{N}_2$  موارد زیر را بررسی کنید:

۱) نوع ترکیب ۲) نوع پیوند اتم‌ها ۳) نیروی بین ذره‌ای ۴) در دمای جوش چه نوع پیوندی از بین می‌رود.

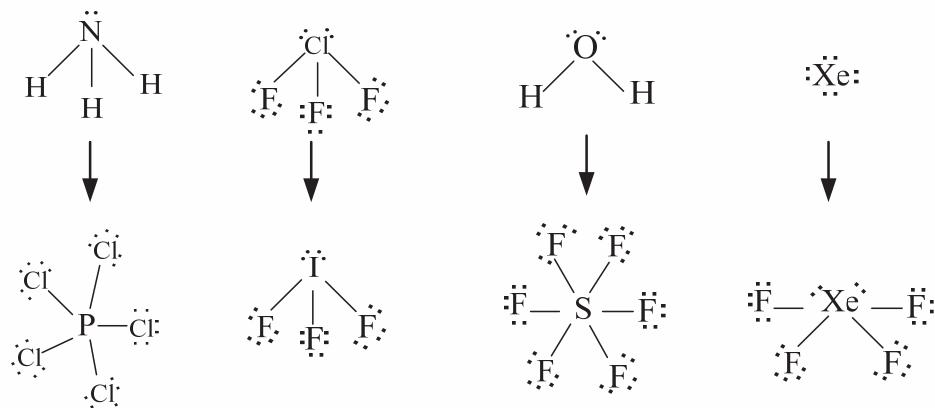
تست ۱۹۵: کدام ماده جامد، از نظر ماهیت پیوند شیمیایی بین ذره‌های تشکیل دهنده‌ی بلور با هریک از سه ماده جامد دیگر تفاوت دارد؟

## شیمی دوم مولر



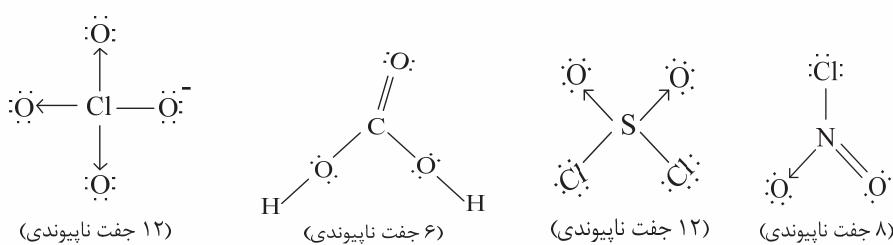
با توجه به ساختارهای رسم شده فقط در گونه‌های  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{SiF}_4$ ,  $\text{NH}_2^-$  و  $\text{CH}_2^-$  قاعده اکتت شده رعایت شده است.

**۶۶- گزینه‌ی ۳:** با استفاده از تکنیک آرایش‌های مشابه و نیز بحث برانگیختگی الکترونها اطراف اتم مرکزی داریم:



فقط  $\text{ClF}_3$  و  $\text{XeF}_4$  در اطراف اتم مرکزی دو جفت الکترون ناپیوندی دارند. یعنی برابر است.

**۶۷- گزینه‌ی ۳:**



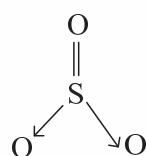
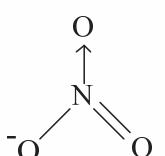
ساختار  $\text{NO}_2\text{Cl}$  همانند  $\text{O}_3\text{Cl}$  که یک الکترون منفرد دارد و آن الکترون منفرد با  $\text{Cl}$  پیوند می‌دهد.

ساختار  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  مشابه  $\text{H}_2\text{O}$  است که دو تا داتیو داده است.

ساختار  $\text{H}_2\text{CO}_3$  از بنیان  $\text{CO}_3^{2-}$  است و به هر  $\text{O}^-$  یک  $\text{H}$  متصل می‌شود.

ساختار  $\text{ClO}_4^-$  همانند  $\text{ClO}_4^-$  است که سه داتیو داده است.

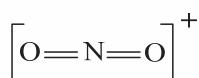
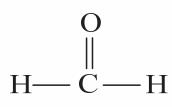
**۶۸- گزینه‌ی ۳:**  $\text{SO}_3^-$  همانند  $\text{O}_3$  است که یک داتیو داده و  $\text{NO}_3^-$  نیز همانند  $\text{NO}_3^-$  است که به  $\text{O}$  داتیو داده است.



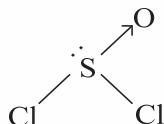
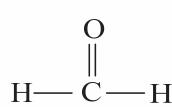
پاسخنامه تشریحی فصل چهارم



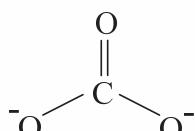
گزینه ۱:  $\text{NO}_2^+$  همانند  $\text{CO}_2$  است و  $\text{COCl}_2$  همانند  $\text{COH}_2$  (فرمالدهید) است.



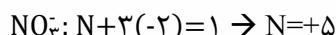
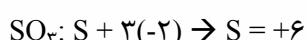
گزینه ۲:  $\text{SOCl}_2$  همانند  $\text{H}_2\text{O}$  است که به O داتیو داده است.



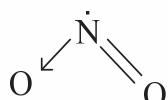
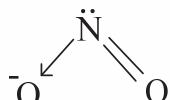
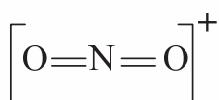
گزینه ۴:  $\text{N}_2\text{O}$  همانند  $\text{CO}_3^{2-}$  است که به O داتیو داده است و بنیان اسید است.



چنانچه از روی ساختارها مشخص است تنها در گزینه ۳ تعداد پیوند و شکل هندسی یکسان ولی عدد اکسایش اتم مرکزی متفاوت است.



۶۹- گزینه‌ی ۴:



تحلیل آ (درست):  $\text{NO}_2$  دارای الکترون منفرد است.

تحلیل ب (نادرست): ترتیب زاویه پیوند درست است (الکترون منفرد به تنها یک قلمرو است). اما تعداد پیوند گونه‌ها یکسان نیست.

تحلیل پ (درست):  $\text{NO}_2^-$  (مشابه  $\text{O}_2^-$ ) خمیده و  $\text{NH}_2^-$  (مشابه  $\text{H}_2\text{O}$ ) خمیده است.

تحلیل ت (مشابه  $\text{CO}_2^-$  خطی و  $\text{C}_2^-$  (مشابه  $\text{N}_2$ ) خطی است).

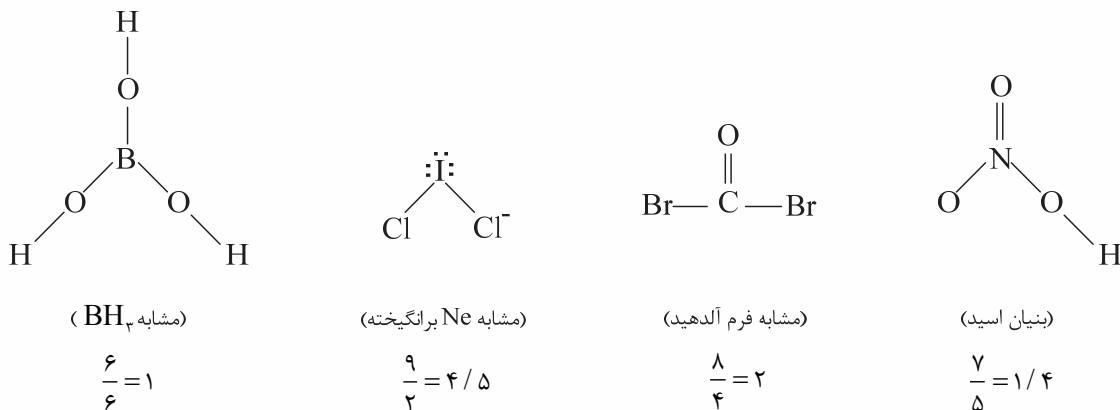
تحلیل ت (نادرست): در  $\text{NO}_2^+$  تعداد جفت‌های پیوندی با ناپیوندی برابر است ولی در  $\text{SnCl}_2$  (که Sn هم گروه C است) قاعده اکتت رعایت نمی‌شود و جفت‌های ناپیوندی زیاد است.

**۷۰- گزینه‌ی ۲:** این تست را می‌توان در چند حالت بررسی کرد: حالت اول از روی عدد اکسایش اتم مرکزی و در نظر گرفتن حد بالا و پایین عدد اکسایش است که برای ترکیب  $\text{NH}_4^+$  اتم مرکزی نیتروژن می‌تواند عدد اکسایش بین  $-3$  تا  $+5$  داشته باشد، در حالی که عدد اکسایش نیتروژن  $-5$  است، یعنی نمی‌تواند چنین ترکیبی وجود داشته باشد (در ادامه خواهیم دید). راه حل بعدی پیدا کردن بار قراردادی تک تک اتمها است، طوری که مجموع (برآیند) بارهای قراردادی باید با بار یون برابر باشد. در ترکیب  $\text{NH}_4^+$ ، بار قراردادی اتمهای هیدروژن صفر است و بار قراردادی نیتروژن  $-2$  است، در حالی که بار یون  $-1$  است.

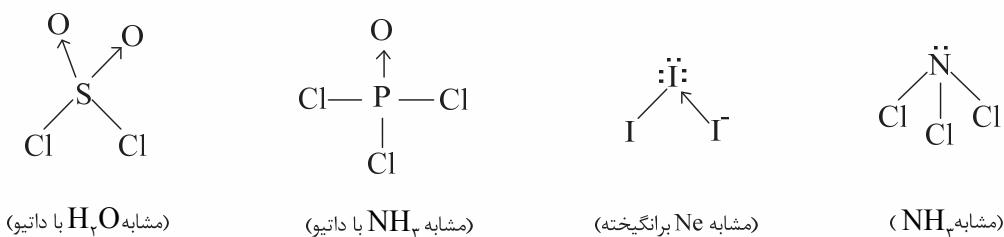
تکنیک نهایی آرایش‌های مشابه است.  $\text{CH}_3^-$  شبیه آرایش  $\text{NH}_3$  است، چرا که در صورتی که کربن یک الکترون بگیرد شبیه

## شیمی دوم مولر

**۸۹- گزینه‌ی ۴:** ترکیبات داده شده به ترتیب نیتریک اسید ( $\text{HNO}_3$ ),  $\text{COBr}_2$ ,  $\text{ICl}_2$  و بوهیدرواکسید  $\text{B}(\text{OH})_2$  می‌باشد. نسبت جفت الکترون‌های ناپیوندی به جفت الکترون‌های پیوندی در زیرشان نوشته شده است.



**۹۰- گزینه‌ی ۱:** مولکول  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  مشابه  $\text{H}_2\text{O}$  است که به اکسیژن‌ها داتیو داده است (توجه شود نمی‌توان گفت که مشابه  $\text{O}_3$  است که  $\text{Cl}$ ‌ها با برانگیختگی وصل شده است، چرا که در تشخیص آرایش‌های مشابه باید اول یگانه بعد دوگانه داتیو را رعایت کنیم یعنی باید اول هیدرید را تشبيه کرد).

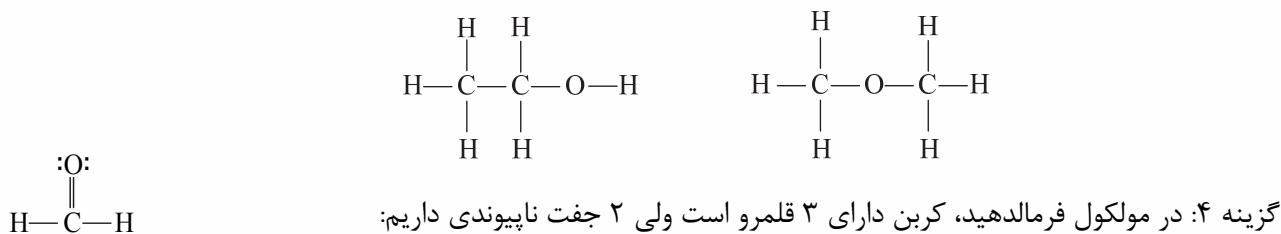


اتم مرکزی  $\text{S}$  است و اطراف  $\text{S}$  چهار قلمرو وجود دارد و مجموع جفت‌های ناپیوندی در  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$  برابر ۱۲ می‌باشد (هر اتم کناری ۳ جفت ناپیوندی دارد) ولی در  $\text{I}_3$  مجموع جفت‌های ناپیوندی برابر ۹ می‌باشد (هر  $\text{I}$  سه جفت ناپیوندی دارد).

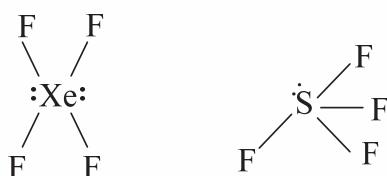
**۹۱- گزینه‌ی ۲:** کربن دی سولفید ( $\text{CS}_2$ ) (مشابه  $\text{CO}_2$ ) است:  
کربن دارای ۲ قلمرو ولی  $\text{S}$  دارای ۳ قلمرو است.

گزینه ۱: فسفر در ترکیباتی که فراتر از اکتت باشد ۵ پیوند تشکیل می‌دهد. مثل  $\text{PCl}_5$ .

گزینه ۳: در اتانول و دی متیل اتر تمام پیوند‌ها یگانه است پس شمار قلمروهای کربن در هر دو حالت یکسان است.



**۹۲- گزینه‌ی ۳:** اگر  $\text{AB}_4$  ساختار چهاروجهی نداشته باشد قطعاً در اطراف اتم مرکزی بیش از ۴ قلمرو وجود دارد. مثلًاً مثل  $\text{XeF}_4$  یا  $\text{SF}_4$



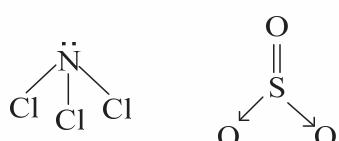
با توجه به دو ساختار بدیهی است که بقیه گزینه‌ها درست است.

**۹۳- گزینه‌ی ۱:** دو مولکول  $\text{NO}_2$  و  $\text{SO}_2$  هر دو شکل هندسی خمیده دارند اما  $\text{NO}_2$  یک الکترون منفرد دارد در حالی که  $\text{SO}_2$  جفت دارد.



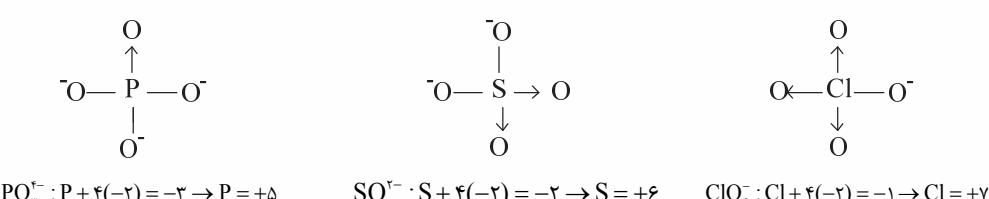
گزینه‌ی ۲:  $\text{CS}_2$  و  $\text{CO}_2$  هم شکل هندسی و هم الکترون‌های ناپیوندی برابر دارند.

گزینه‌ی ۳:  $\text{SO}_2$  سه ضلعی مسطح ولی  $\text{NCl}_3$  هرمی است.



گزینه‌ی ۴:  $\text{SiF}_4$  و  $\text{SiBr}_4$  (مشابه  $\text{CH}_4$  هستند) شکل هندسی و الکترون‌های ناپیوندی یکسانی دارند.

**۹۴- گزینه‌ی ۳:** در بنیان‌های اسیدی به تعداد بار منفی پیوند یگانه داریم:



شکل هندسی هر سه گونه چهاروجوهی است.

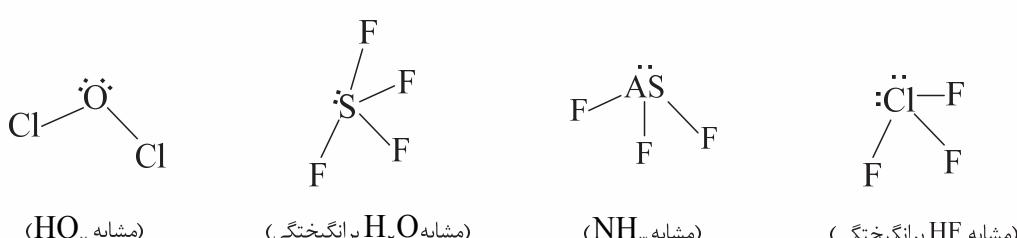
**تذکر:** حداکثر داتیو گروه‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ به ترتیب ۱، ۲ و ۳ است.

گزینه‌ی ۱: طول پیوند دو اتم مختلف قطعاً با هم متفاوت است.

گزینه‌ی ۲: قدرت بازی بنیان‌های اسیدی نسبت به هم متفاوت است.

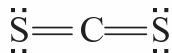
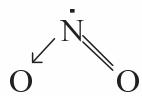
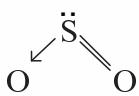
گزینه‌ی ۴: میزان قطبیت دو پیوند مختلف با هم متفاوت است.

**۹۵- گزینه‌ی ۲:** داشتن چهار قلمرو الکترونی یعنی فراتر از اکتو نباشد.

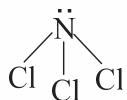
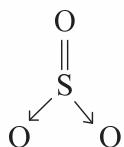



 شیمی دوم مولر

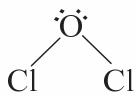
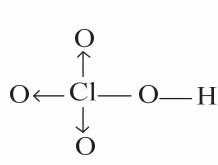
**۹۶- گزینه‌ی ۱:** شکل هندسی هر دو خطی است و شمار الکترون‌های ناپیوندی برابر است. در سایر گزینه‌ها جفت‌های ناپیوندی برابر نیستند.

(مشابه  $\text{N}_2$  با داتیو)(مشابه  $\text{CO}_2$ )گزینه ۲: هر دو تقریباً مشابه  $\text{O}_3$  است:

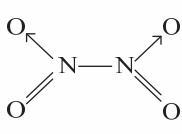
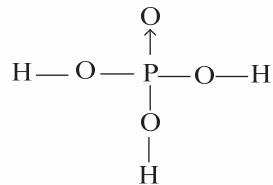
گزینه ۳:

(مشابه  $\text{O}_3$  با داتیو)(مشابه  $\text{NH}_3$ )

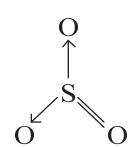
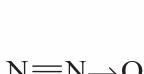
گزینه ۴:

(مشابه  $\text{HO}_2$ )(مشابه  $\text{BeH}_3$ )**۹۷- گزینه‌ی ۲:** هر اتم گروه ۱۵ تنها یک داتیو می‌تواند بدهد.

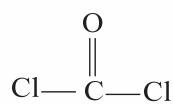
(بنیان اسیدی)

 $(\text{A}_1\text{B}_x)$ 

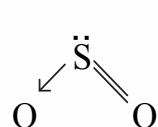
(بنیان اسیدی)

(مشابه  $\text{O}_3$  با داتیو)**۹۸- گزینه‌ی ۲:**  $\text{COCl}_2$  (مشابه  $\text{COH}_2$  فرمالدهید) و  $\text{N}_2\text{O}$  (با یک داتیو) هر دو دارای ۴ پیوند بوده ولی شکل هندسی متفاوتی دارند.

خطی



سه ضلعی مسطوح

گزینه ۱:  $\text{SO}_2$  (مشابه  $\text{O}_2$ ) و  $\text{CS}_2$  (مشابه  $\text{CO}_2$ )، تعداد پیوندها به ترتیب ۳ و ۴ می‌باشد.گزینه ۳:  $\text{NF}_3$  و  $\text{PCl}_3$  (هر دو مشابه  $\text{NH}_3$ ) شکل هندسی یکسانی دارند.

## فصل پنجم: کربن و ترکیب‌های آلی

### ۱- کلیات ترکیبات آلی و کربن

در فصل اول و دوم ساختار یک اتم نوعی و جدول تناوبی عناصر را بررسی کردیم و دیدیم که عناصر می‌توانند فلز، نافلز و شبه‌فلز باشد. در فصل سوم دیدیم که ترکیب حاصل از فلز با نافلز، ترکیب یونی می‌باشد و در فصل چهارم دیدیم که ترکیب حاصل از نافلز با نافلز، ترکیب کوالانسی تشکیل می‌دهد. در این فصل خواهیم دید که ترکیب حاصل از کربن با نافلزات (از جمله هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن، هالوژن‌ها و ...)، ترکیب آلی می‌باشد.

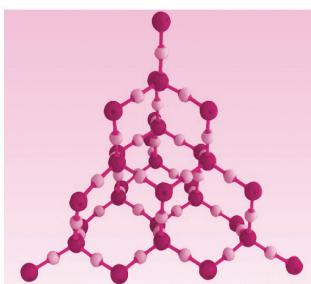
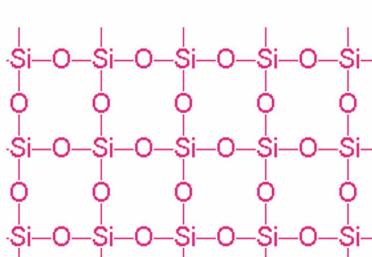
از میان زباله‌های پلاستیکی (که نوعی پلیمر هستند) بیشترین سهم را دارند و تا قرن‌ها در طبیعت بدون تغییر می‌مانند و تجزیه نمی‌شوند؛ نایلون‌ها از جمله این نوع پلیمرها می‌باشد.

امروزه شیمی‌دانان موفق شدند نوع دیگری از پلیمرها را بسازند که برخلاف زباله‌های پلاستیکی، به آسانی در طبیعت تجزیه می‌شوند. به این نوع پلیمرها، پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر می‌گویند. این پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر جایگزین مناسبی برای انواع پلاستیک‌ها (از جمله نایلون‌ها و ...) می‌باشند و به این ترتیب آلودگی محیط زیست را برطرف می‌کنند. اما در حال حاضر، پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر گران بوده و هنوز به طور گسترده به بازار مصرف وارد نشده‌اند.

جالب این است که بدایم هم زباله‌های پلاستیکی و هم پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر از کربن و ترکیبات آن حاصل می‌شوند ولی خواص متفاوتی دارند (از جمله تخریب شدن در طبیعت). تجزیه ناپذیری پلاستیک‌ها در طبیعت، مشکلات زیست محیطی زیادی را به وجود می‌آورد.

نافلز کربن سیه چهره‌ای است که ترکیبات بی‌شمار آن به کره خاکی، زندگی، زیبائی و گوناگونی بخشیده است.

کربن و سیلیسیم دو عنصر گروه ۱۴ جدول تناوبی را می‌توان عنصرهای اصلی سازنده بسیاری از مواد موجود در طبیعت دانست.



سیلیسیم به علت تمایل شدیدی که با اکسیژن دارند به آن متصل شده، زنجیرها و حلقه‌های دارای پل‌های Si – O – Si را ایجاد می‌کنند و به این طریق سیلیس ( $\text{SiO}_2$ ) و سیلیکات‌ها ( $\text{SiO}_4^{4-}$ ) را که مواد سازنده سنگ‌ها و خاک‌ها هستند بوجود می‌آورد. به شکل‌های زیر توجه کنید:

در ارتباط با کربن و سیلیسیم به موارد زیر توجه کنید:

(۱) کربن جهان زنده و سیلیسیم جهان غیر زنده را می‌سازد.

(۲) در ساختار سیلیس و سیلیکات، پل فقط به صورت  $\text{Si} - \text{O} - \text{Si}$  است و به هیچ وجه  $\text{O}$ ها و یا  $\text{Si}$ ها به طور مستقیم به یکدیگر متصل نمی‌شوند (مثلاً  $\text{Si} - \text{O} - \text{Si} - \text{O} - \text{Si}$  و یا  $\text{Si} - \text{O} - \text{Si} - \text{Si}$  غلط هستند).

(۳) هر ترکیبی که کربن داشته باشد ترکیب آلی است، به جز اکسیدهای کربن ( $\text{CO}_2$  و  $\text{CO}$ ) و کربنات‌ها ( $\text{CO}_3^{2-}$ ).

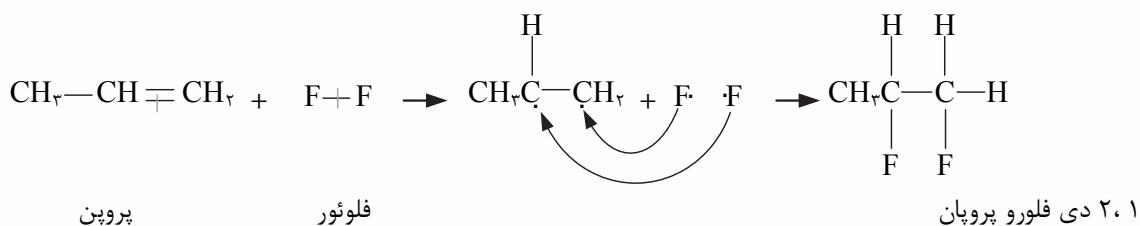
(۴) اکسید کربن و کربنات‌ها و نیز بقیه عنصرهای جدول تناوبی جزو شیمی معدنی هستند.

(۵) شیمی آلی را شیمی کربن و شیمی معدنی را شیمی دیگر عنصرها تعریف می‌کنند.

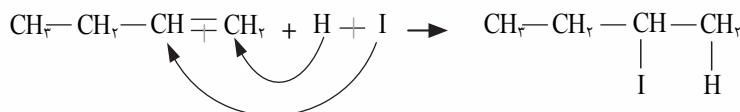
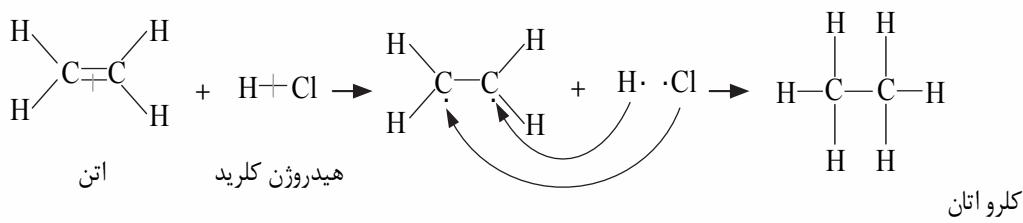
(۶) در طبیعت تعداد ترکیبات شیمی آلی به مراتب بیشتر از شیمی معدنی است، طوری که شمار ترکیبات آلی از مرز ۱۰



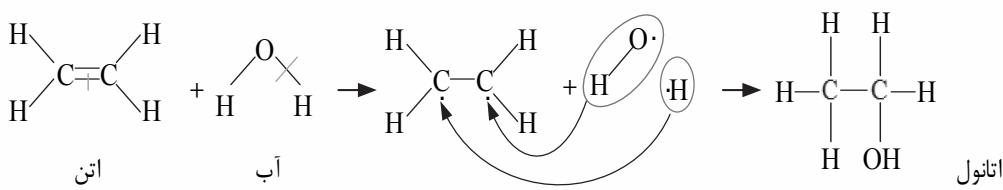
شیمی دوم مولر



۲) واکنش آلکن‌ها با هیدروژن هالیدها:



(۳) واکنش آلکن‌ها با آب: یکی از پیوندهای  $H-O$  در مولکول آب به طور متقارن می‌شکند.



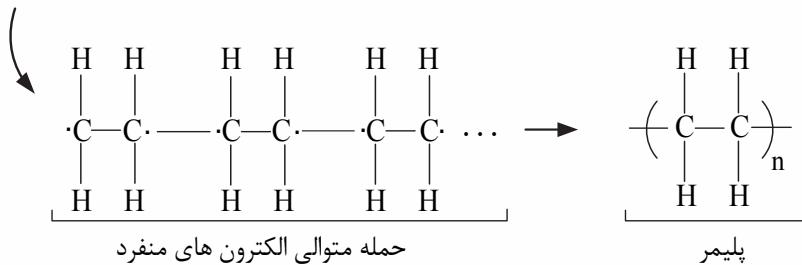
از واکنش اتن با آب، اتانول تولید می‌شود.

**۴) واکنش آلکن‌ها با یکدیگر (پلیمر شدن یا بسپارش):** یکی از پیوندهای دوگانه شکسته می‌شود و الکترون‌های منفرد پشت سر هم به یکدیگر حمله می‌کنند و به هم متصل می‌شوند.

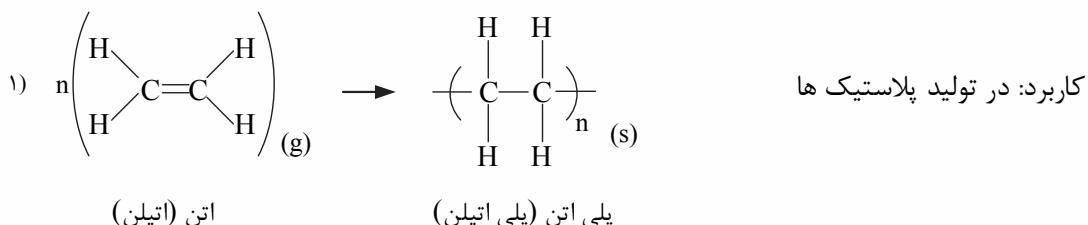


## شکستن یکی از پیوندهای دوگانه

الكترون های منفرد



در حالت کلی پلیمره شدن اتن و تولید پلی اتیلن به صورت زیر است:




**شیمی دوم مولکول**

**تسنیع ۵۸:** کدام گزینه در مورد نفتالین درست است (بدون در نظر گرفتن رزونانس)؟

- ۱ فرمول مولکولی آن  $C_8H_{10}$  می‌باشد.
- ۲ تفاوت جرم مولکولی آن با بنزن  $40$  می‌باشد.
- ۳ دارای  $14$  پیوند یگانه معمولی است.
- ۴ تعداد پیوند دوگانه آن دو برابر تعداد پیوند دوگانه بنزن است.

**تسنیع ۵۹:** در صورتی که حلقه بنزن با جذب  $3$  مولکول  $H_2$  باز شود و به صورت زنجیر آلکنی در بیاید، چند ایزومر ساختاری با زنجیر اصلی  $5$  کربن می‌توان برای آن در نظر گرفت؟

- ۷ -۴      ۶ -۳      ۵ -۲      ۴ -۱

**تسنیع ۶۰:** بنزن ..... بی‌رنگ است که در ..... یافت می‌شود و هر مول از آن با سه مول هیدروژن به ترکیبی با فرمول تجربی ..... مبدل می‌شود.  
(ریاضی خارج ۹۲)

- ۲ مایعی-قطران زغال سنگ-  $CH_4$
- ۱ جامدی-نفت خام-  $CH_2$
- ۴ مایعی-قطران زغال سنگ-  $CH_3$
- ۳ جامدی-نفت خام-  $CH_3=$

**تسنیع ۶۱:** کدام گزینه درست نیست؟  
(تجربی خارج ۹۲)

- ۱ فرمول مولکولی  $3$ -اتیل هگزان با فرمول مولکولی اوکتان راست زنجیر یکسان است.
- ۲ نیروی جاذبه میان مولکول‌های فنول در مقایسه با هیدروکربن هم کربن خود، قوی‌تر است.
- ۳ بنزن و نفتالین، جزء ترکیب‌های آروماتیک‌اند و فرمول تجربی یکسانی دارند.
- ۴ آلکانی با نام  $3$ -اتیل پتان، می‌تواند وجود داشته باشد.

**تسنیع ۶۲:** در مقایسه‌ی سیکلوهگزان و  $2$ -هگزن، کدام عبارت درست است؟  
(تجربی خارج ۹۰)

- ۱ فرمول مولکولی و فرمول تجربی هر دو ترکیب یکسان است.
- ۲ واکنش پذیری سیکلوهگزان بیشتر از  $2$ -هگزن است.
- ۳  $2$ -هگزن از نظر ساختار مولکولی شباهت زیادی به اتن دارد و یک ترکیب سیر شده است.
- ۴ در سیکلوهگزان مانند بنزن، اتم‌های کربن حلقه‌ی شش ضلعی تشکیل می‌دهند و هر دو هیدروکربن سیر نشده‌اند.

**تسنیع ۶۳:** نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به شمار اتم‌های کربن در مولکول پنتین، چند برابر نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به شمار اتم‌های کربن در مولکول نفتالین است؟  
(تجربی خارج ۸۸)

- ۲ -۴      ۱ -۳      ۳ -۲      ۱ -۲

#### ۴- گروه‌های عاملی

گروه‌های عاملی آرایش مشخصی از اتم‌های است که به مولکول آلی دارای آن، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فرد می‌بخشد.

### فصل پنجم: کربن و ترکیبات آلی



گستردگی و تفاوت خواص فیزیکی و شمیایی ترکیبات آلی به دلیل آرایش ویژه اتم‌ها در آنهاست.

طعم، بو یا مزه غذا، میوه‌ها، ادویه‌ها، گیاهان دارویی، خوش بو کننده‌ها، به دلیل وجود ترکیبات آلی در آنهاست. آنتی بیوتیک‌ها، داروهای مسکن، تب نیز هر کدام یک ماده آلی ویژه دارند.

چون آلkan‌ها فقط دارای پیوندهای  $C-C$  و  $C-H$  هستند بنابراین فاقد گروه عاملی می‌باشند، ولی وجود پیوند دوگانه  $C=C$  یا سه‌گانه  $C\equiv C$  باعث می‌شود خواص فیزیکی و واکنش‌پذیری هیدروکربن مربوطه تغییر کند (مثلاً آلکین و آلکن‌ها واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به آلkan‌ها دارند) بنابراین پیوند‌های دوگانه و سه‌گانه به ترتیب دارای گروه‌های عاملی آلکنی و آلکینی می‌باشد. در سیکلو‌آلkan‌ها وجود حلقه خواص شیمیایی و فیزیکی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. پس وجود حلقه، گروه عاملی محسوب می‌شود. در آروماتیک‌ها حلقه بنزن گروه عاملی محسوب می‌شود.

همانطور که قبلاً دیدیم آلکن‌ها با سیکلو‌آلکن‌ها نیز آلکین‌ها با سیکلو‌آلکن‌ها ایزومر هستند (هر دوگانه ۲ اتم H، هر سه‌گانه ۴ اتم H و هر حلقه دو اتم H را کمتر می‌کند).

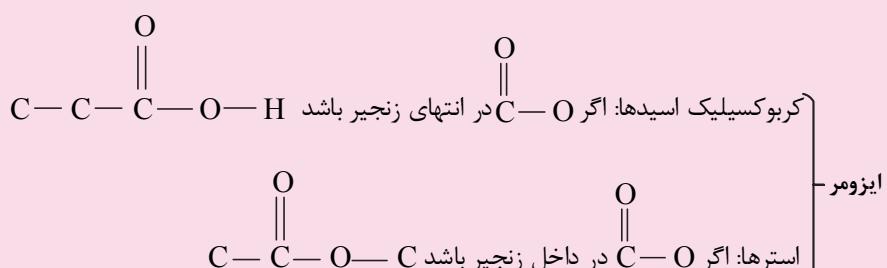
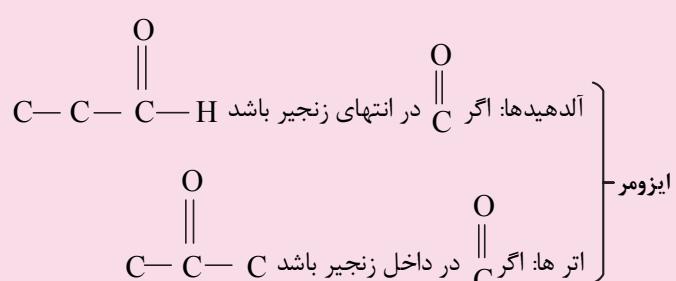
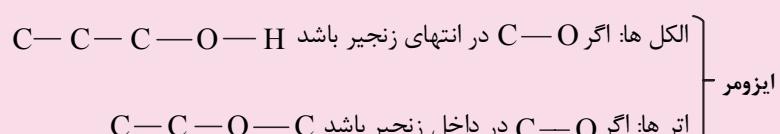
حال در ادامه سایر گروه‌های عاملی را (ترکیبات اکسیژن‌دار و ...) با دو عامل  $C=O$  و  $C-O$  توضیح خواهیم داد، طوری که ابتدا  $C=O$  و سپس  $C-O$  را در انتهای و داخل زنجیر کربنی قرار می‌دهیم و نهایتاً ترکیب  $C-O-C$  را با یک کربن (یعنی  $\overset{\text{O}}{\underset{\text{C}}{\text{—}}}$ ) را در انتهای و داخل زنجیره کربنی قرار خواهیم داد.

**تذکر:** وقتی  $C=O$  یا  $C-O$  را در انتهای قرار می‌دهیم قطعاً سمت راست آنها H است و اگر در داخل زنجیره قرار دهیم قطعاً از هر دو طرف به کربن متصل هستند.



#### تکنیک ماندگار مولر ۱: تشخیص حرفه‌ای گروه‌های عاملی

فرض کنید آلkanی با سه کربن داریم ( $C-C-C$ ) که می‌خواهیم سایر گروه‌های عاملی را روی آن قرار دهیم:



## شیمی دوم مولر

در ارتباط با گروههای عاملی به موارد زیر توجه کنید:

(۱) اضافه کردن  $C-O$  در انتهای یا در داخل زنجیر هیچ تغییری در تعداد H ایجاد نمی‌کند، بنابراین فرمول عمومی الکل‌ها و اترها همانند آلکان‌ها است که یک O به آن‌ها اضافه شده است (یعنی  $C_nH_{2n+2}O$ ).

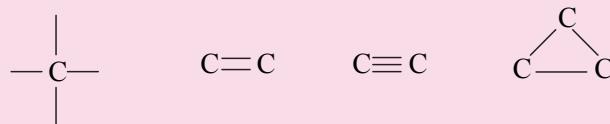
(۲) اضافه کردن  $C=O$  در انتهای یا در داخل زنجیر باعث می‌شود که از تعداد H‌ها دو واحد کم شود، بنابراین فرمول عمومی آلدھیدها و کتون‌ها همانند آلکان‌ها است فقط با این تفاوت که دو اتم H کم شده و یک O اضافه شده است. یعنی  $(C_nH_{2n}O)$ .

(۳) اضافه کردن  $\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-O$  در انتهای یا داخل زنجیر باعث می‌شود که H دو واحد کم شود و ۲ تا O اضافه شود، بنابراین فرمول عمومی کربوکسیلیک اسیدها و استرها  $C_nH_{2n}O_2$  است.

نتیجه اینکه اضافه کردن  $C-O$  تاثیری بر تعداد H‌ها ندارد ولی اضافه کردن  $C=O$  از تعداد H‌ها دو واحد کم می‌کند.

**تذکر:** تفاوت فرمول عمومی مجموعه (الدھید و کتون) با مجموعه (اسید و استر) با فرض یکسان بودن تعداد کربن‌ها فقط در یک اکسیژن می‌باشد. دقیقاً مانند تفاوت فرمول آلکان‌ها با فرمول عمومی الکل‌ها و اترها

(۴) ساده‌ترین آلکان، آلن، آلكین، سیکلوآلکان به ترتیب دارای ۱، ۲، ۲ و ۳ کربن است که عبارتند از متان، اتن، اتین و سیکلوپروپان می‌باشد.



(۵) ساده‌ترین الکل، اتر به ترتیب دارای ۱ و ۲ کربن است که همان متانول و دی‌متیل اتر است.



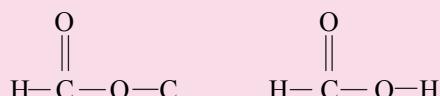
**تذکر:** بدیهی است که حتماً به این موضوع دقت کرده اید که عامل الکی در سر زنجیر می‌تواند قرار گیرد پس در ساده‌ترین الکل همان یک کربن که عامل الکلی دارد کفایت می‌کند اما برای اترها چون عامل اتری باید در بین دو کربن قرار گیرد پس حداقل به دو تا کربن نیاز دارد و حدس فرمول آنها با توجه به قوانین گفته شده چندان سخت نیست!

(۶) ساده‌ترین آلدھید و کتون به ترتیب دارای ۱ و ۳ کربن است که همان متانال و پروپانون می‌باشد.



**تذکر:** در اینجا نیز مشابه حالت قبل دقت داشته باشید که عامل آلدھیدی حتماً در سر زنجیر قرار می‌گیرد پس در ساده‌ترین آلدھید که فرمالدھید نام دارد، همان یک کربن که عامل الدھیدی روی آن قرار می‌گیرد کفایت می‌کند اما برای کتون‌ها چون عامل کتونی (یعنی همان گروه کربونیل) باید در بین دو کربن قرار گیرد پس حداقل به دو تا کربن در دو طرف نیاز دارد و یک کربن هم خود کربونیل دارد بنابراین ساده‌ترین کتون دارای سه کربن است که همان پروپانون یا استون با فرمول  $C_3H_6O$  است.

(۷) ساده‌ترین کربوکسیلیک و استر به ترتیب دارای ۱ و ۲ کربن است که همان متانوئیک اسید و متیل متانول است.



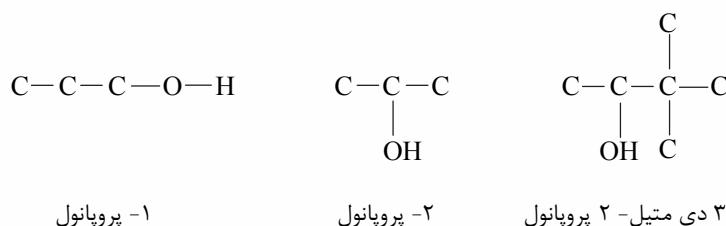
## فصل پنجم: کربن و ترکیبات آلی

**تذکر ۱:** در ساده‌ترین استر، کربنی که دارای  $C=O$  است به H متصل می‌شود ولی سمت دیگر آن باید C باشد.

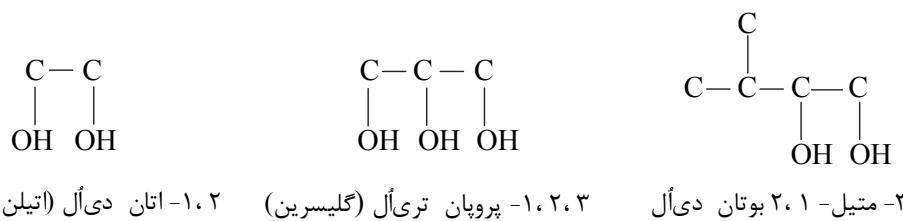
**تذکر ۲:** حفظ کردن فرمول مولکولی هر خانواده لازم نیست بلکه باید از روی آلکان و گروه عاملی مربوطه، فرمول مولکولی سریعاً استنتاج شود.

**اصول نام‌گذاری همه انواع ترکیبات آلی:** دیدیم که در آلکان‌ها (که فاقد گروه عاملی هستند) شماره‌گذاری از سمتی صورت می‌گیرد که آن سمت دارای تعداد شاخه‌های بیشتری است (یعنی به شاخه‌ها شماره کمتری بررسد) در تمام ترکیبات آلی که دارای گروه عاملی هستند شماره‌گذاری از سمتی صورت می‌گیرد که به گروه عاملی کمترین شماره بررسد. در زیر جزئیات نام‌گذاری هر خانواده (هر نوع گروه عاملی) را بررسی می‌کنیم:

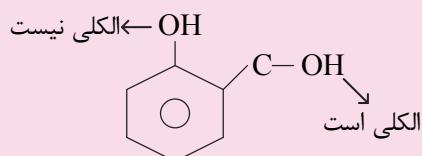
**الکل‌ها:** در الکل‌ها حداقل یک هیدروکسیل ( $O-H$ ) به زنجیره کربنی متصل می‌شود. در نام‌گذاری ابتدا از سمتی که به گروه عاملی OH نزدیک‌تر است شماره‌گذاری انجام می‌شود و سپس کربنی که گروه عاملی روی آن قرار گرفته است ذکر می‌شود و در نهایت بر وزن آلانوانول ختم خواهد شد.



در بعضی الکل‌ها ممکن است چند گروه عاملی هیدروکسیل وجود داشته باشد. اتیلن گلیکول و گلیسرین به ترتیب دارای دو و سه گروه عاملی OH می‌باشند. الکل‌های دو عاملی به دی-آل (یعنی دو تا OH) و الکل‌های سه عاملی به تری-آل (یعنی سه تا OH) ختم می‌شوند.



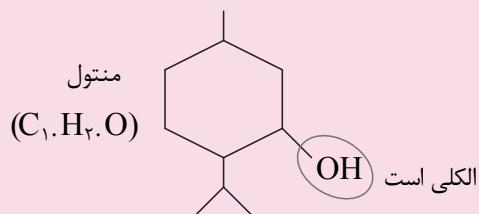
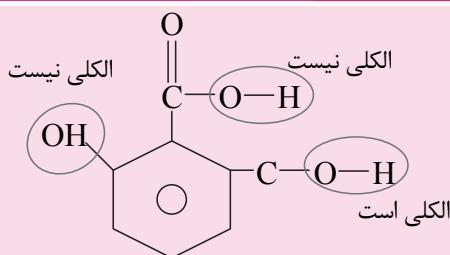
**تذکر ویژه:** اگر هیدروکسیل (OH) به طور مستقیم به حلقة بنزنی متصل باشد عامل الکلی نمی‌باشد بلکه فنولی محسوب می‌شود.



اتصال با زنجیره کربنی و یا حلقة آلکانی  $\longrightarrow$  الکل  
 هیدروکسیل OH  
 اتصال مستقیم به حلقة بنزنی  $\longrightarrow$  فنول

پس هر OH عامل الکل نیست. اولاً بخاطر اتصال مستقیم به حلقة بنزن و ثانیاً OH متصل به  $C=O$  هم عامل الکلی نیست، بلکه گروه کربوکسیلی می‌باشد.

## شیمی دوم مولر

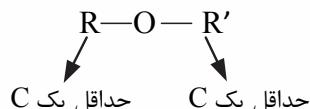


توجه شود که حلقة منتول بنزن نیست، بلکه سیکلو آلان است.

دلت من فواد از مشخصات بناب آقای منتول برات گلم :

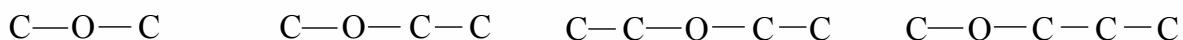
بناب منتول یه آقای کرد و تپل (ملقوی) الکلی (دارای عامل الکلی) و یه دست هست، که پون مصرف الکلیش زیاده همیشه تو دستش اکل و سیرشده هست. یکسر هم یه کلاه می ذاره روکله شش ضلعیش و بفت پاشنه هاشو می کشه و تو فیابونها بولان میده. حالا اگه باورت شد که این منتول یه اکل ملقوی سیرشده هست بدو برو کربنیاعی که روی سرو تن و دو تا پا و للاهش هست را بشمار بین اتا میشه یا نه یادت نه که به فاطر ملقوی بودنش دو تا از هیدروژناشو کم کن و فرمولش را قورت بدم!!!!!!

**اترها:** در اترها یک O با پیوند یگانه بین دو کربن قرار می گیرد طوری که هر دو طرف به زنجیره کربنی (حداقل یک کربن) متصل باشد:



**تذکر:** منظور از زنجیره کربنی فقط قسمتی از یک آلان است؛ یعنی هیچ عامل دیگری روی R و یا 'R' وجود ندارد.

در ترکیبات آلی که اتصال مستقیم زنجیرهای کربنی قطع شود (در اترها و استرها چنین است) دو طرف گروه عاملی را جداگانه نامگذاری می کنیم که در اترها، زنجیرهای متصل به O را به ترتیب اولویت الفبای انگلیسی بر وزن آلکیل آلکیل اتر نامگذاری می شود.

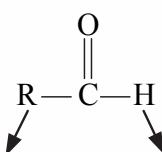


متیل متیل اتر یا دی اتیل اتر      اتیل اتیل اتر یا دی اتیل اتر      متیل پروپیل اتر

در اترها و الکل اگر عدد کربنها برابر باشد با هم ایزومر هستند و تنها تفاوت آنها این است که در الکلها C-O انتهای زنجیر و در اترها در داخل زنجیر قرار می گیرد.

**تذکر:** الکلها برخلاف اترها توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی دارند بنابراین دمای جوش الکلها بالاتر از اترها می باشد.

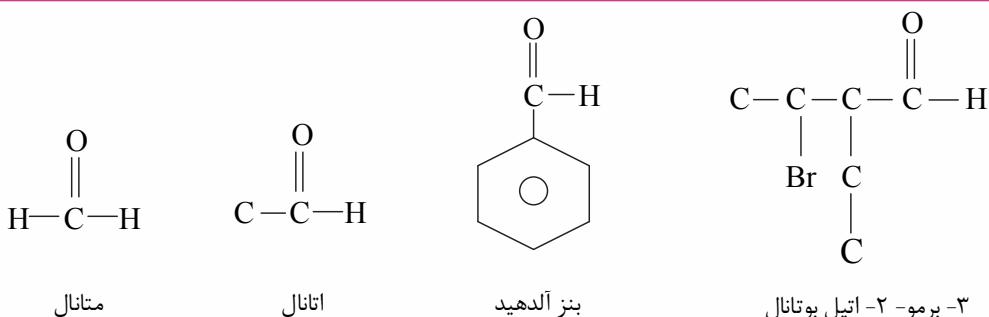
**آلدهیدها:** در آلدھیدها کربونیل ( $\text{C}=\text{O}$ ) در انتهای زنجیر قرار می گیرد.



(قطعاً H است) (می تواند C یا H باشد)

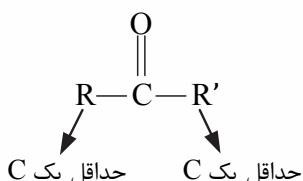
در نامگذاری آلدھیدها، زنجیر اصلی از سمتی که کربونیل ( $\text{C}=\text{O}$ ) قرار گرفته است شماره گذاری می شود و در آخر بر وزن آلانال ختم می شود.

## فصل پنجم: کربن و ترکیبات آلی

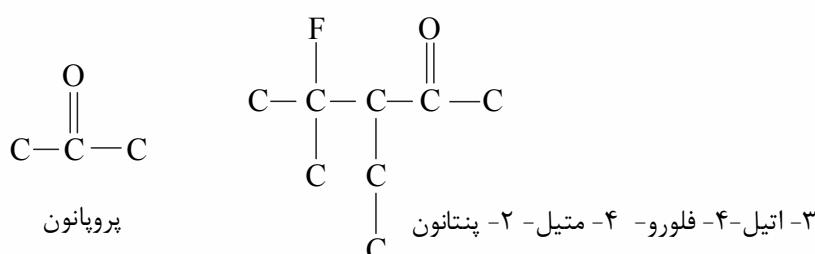


**تذکرہ:** در نامگذاری آلدھیدها، قبل از کلمه آلکانال، شماره کربنی که  $C=0$  دارد بیان نمی‌شود، چرا که کربونیل قطعاً روی کربن شماره ۱ است و لزومی به بیان ۱ نداریم.

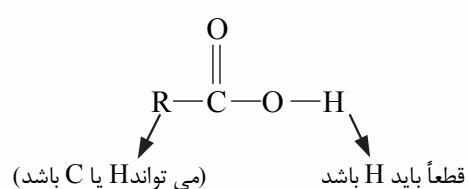
**کتون‌ها:** در کتون‌ها گروه کریونیل ( $C=O$ ) در داخل زنجیر قرار می‌گیرد. یعنی، از هر دو طرف به کربن متصل است.



در نام‌گذاری ابتدا زنجیر اصلی را از سمتی که به گروه عاملی کمترین شماره برسد، شماره‌گذاری می‌کنیم و سپس شماره که بینی، که گروه کربوپونیک، را شامل می‌شود بیان می‌کنیم و در نهایت پر وزن آلکانون ختم خواهد شد.

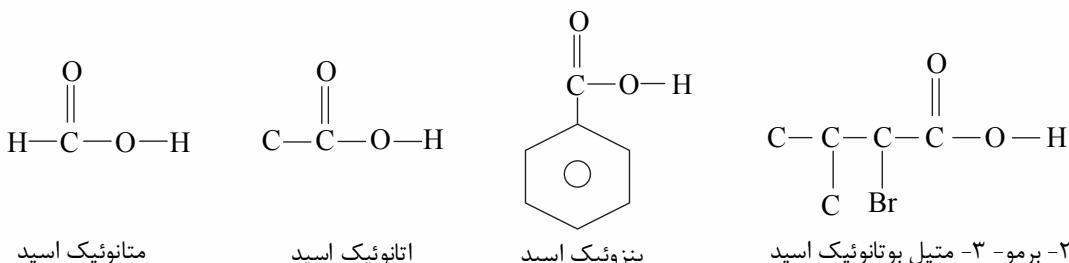


**کربوکسیلیک اسیدها:** در کربوکسیلیک اسیدها گروه  $\text{C}=\overset{\text{O}}{\text{O}}$  در انتهای زنجیر قرار دارد. یعنی از یک طرف قطعاً به H متصل



**تذکر:** به هیچ وجه حق نداریم یک گره عاملی کریوکسیلو را به دو گروه عاملی، الكلی و آلدهیدی تجزیه کنیم.

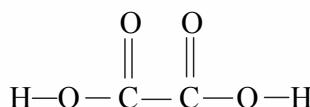
در نام‌گذاری ابتدا زنجیر اصلی را از سمتی که به گروه عاملی کمترین شماره برسد شماره‌گذاری می‌کنیم. در صورت وجود شاخه‌ها بیان می‌شوند و در نهایت پر وزن آلگانوئنک اسید ختم خواهد شد.



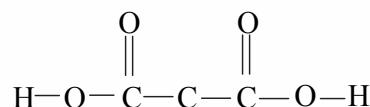
## شیمی دوم مولر

**تذکرہ:** در نامگذاری کربوکسیلیک اسیدها (همانند آلدهیدها) گروه عاملی الزاماً بر روی کربن شماره ۱ است، بنابراین لزومی ندارد که قبل از کلمه آلكانوئیک اسید شماره ۱ بیان شود.

بعضی کربوکسیلیک اسیدها دارای ۲ گروه عاملی  $\overset{\text{O}}{\underset{\text{C}-\text{O}-\text{H}}{||}}$  هستند که بر وزن دی اوئیک اسید (یعنی ۲ تا عامل اسیدی) نامگذاری می‌شود.



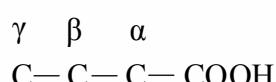
اتان دی اوئیک اسید (اگزالیک اسید)



پروپان دی اوئیک اسید

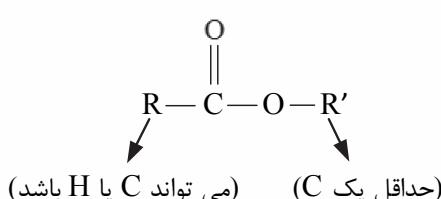
کربوکسیلیک اسیدها برخلاف استرهای، توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی دارند (چرا که دارای OH هستند) بنابراین دمای جوش آنها از استرهای هم کربن خود بیشتر است.

**تذکرہ:** به کربنی که بلافاصله بعد از عامل کربوکسیل قرار دارد کربن  $\alpha$  گویند.

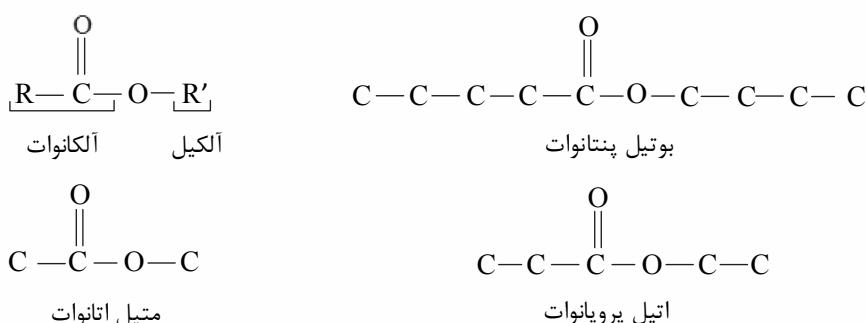


استرهای در استرهای گروه عاملی  $\overset{\text{O}}{\underset{\text{C}-\text{O}}{||}}$  در داخل زنجیره کربنی قرار می‌گیرد. یعنی از هر دو طرف دارای کربن است.

**تذکرہ:** به هیچ وجه حق نداریم یک گروه عاملی استری را یک گروه کتونی و یک گروه اتری در نظر بگیریم.



در نامگذاری استرهای چون ارتباط مستقیم کربن‌ها قطع می‌شود بنابراین دو طرف گروه عاملی را جداگانه بر وزن آلکیل آلكانوات نامگذاری می‌کنیم.



**تذکرہ:** برای اینکه در نام گذاری استرهای کمتر دچار اشتباه شوید سمتی را که گروه عاملی در آن وجود دارد به عنوان بنیان اسیدی در نظر بگیرید که یک هیدروژن خود را از دست داده (آلکانوات) و به جای آن یک الکیل متصل شده است. بنابراین در نامگذاری استر، ابتدا آلکیل و سپس بنیان کربوکسیلیک اسید ذکر می‌شود.

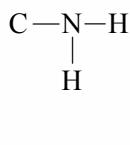
بعد اینهمه توضیح دادیم تکی که نمی‌تونم شباهت عامل کربوکسیلی و استری را تشفیص بدم..... آله اینهوریه سر جلسه لکلور نریا!!!!!!

**آمین‌ها:** آمین‌ها مشتقات آمونیاک هستند که در آن به جای H، زنجیره‌های R قرار می‌گیرد. برای نامگذاری آمین‌ها شاخه‌های

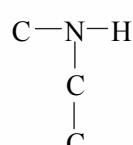
### فصل پنجم: کربن و ترکیبات آلی



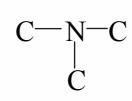
روی N را بیان می‌کنیم، سپس کلمه آمین را ذکر می‌کنیم.



متیل آمین



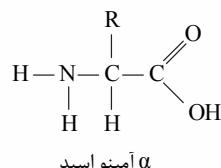
اتیل متیل آمین



تری متیل آمین



**آمیدها:** آمیدها همانند استرها است که بجای O، N قرار می‌گیرد.

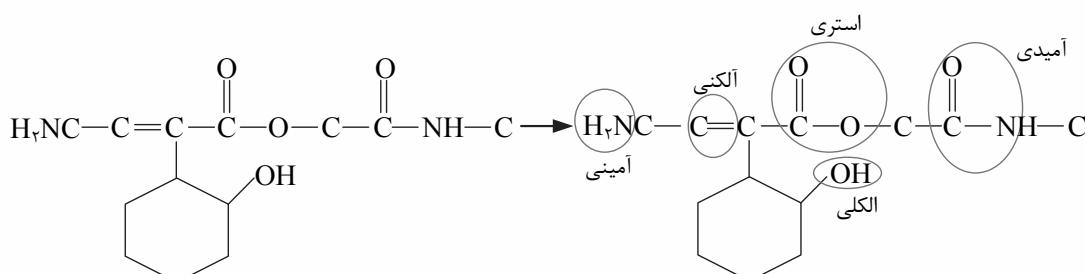
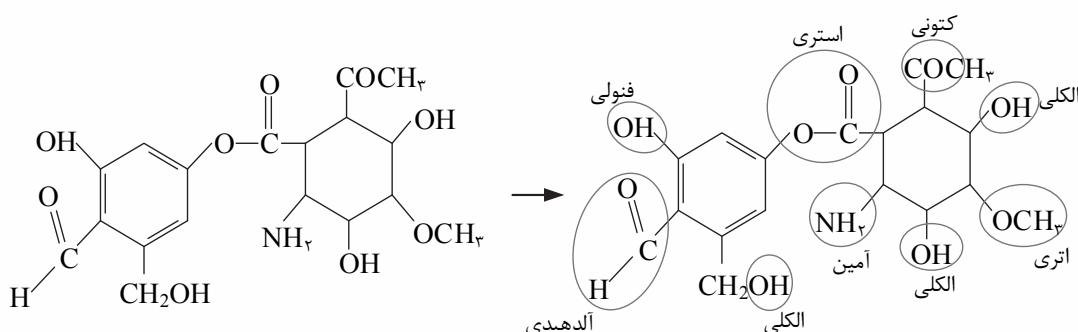
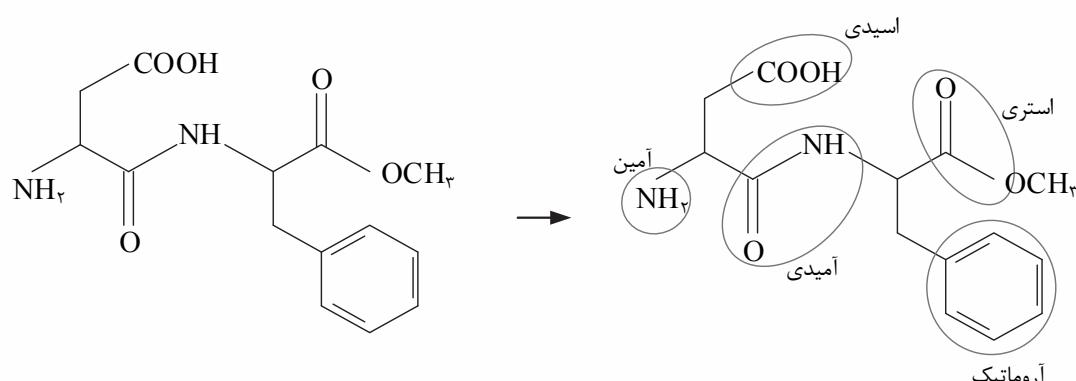


آمینو اسید

**آمینواسیدها:** ترکیباتی هستند که دارای گره‌های عامل کربوکسیل و آمینی می‌باشد. چنانچه عامل آمینی بر روی کربن آلفا باشد به آن آلفا آمینو اسید می‌گویند.

**تذکر:** آسپارتام دارای گروه‌های عاملی کربوکسیلی، آمینی، آمیدی، استری و آромاتیک می‌باشد.

در مثال‌های زیر گروه‌های عاملی مشخص شده است.



**تذکر مهم:** در نام‌گذاری به روش‌های قدیمی، معمولاً ۲ کربنی‌ها (ست) و یک کربنی‌ها (فرم) بودند.

## شیمی دوم مولر

$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	(اتین) استیلن	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{  }{\text{C}}}-\text{H}$	(متانال) فرمالدهید
$\text{C}=\overset{\text{O}}{\underset{  }{\text{C}}}-\text{H}$	(اتانال) استالدهید	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{  }{\text{C}}}-\text{O}-\text{H}$	(متانوئیک اسید) فرمیک اسید
$\text{C}=\overset{\text{O}}{\underset{  }{\text{C}}}-\text{O}-\text{H}$	(اتانوئیک اسید) استیک اسید	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{  }{\text{C}}}-\text{O}^-$	(متانوات) فرمات
$\text{C}=\overset{\text{O}}{\underset{  }{\text{C}}}-\text{O}^-$	(اتانوات) استات	$\text{C}=\overset{\text{O}}{\underset{  }{\text{C}}}-\text{O}$	(پروپانون) استون

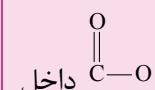
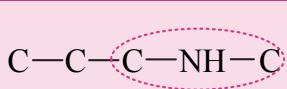


## تکنیک ماندگار مولر ۲: همه چیز درباره گروههای عاملی

در جدول زیر هر آنچه در مورد گروههای عاملی دیدیم، به صورت یک جا آورده شده است.

ساده‌ترین عضو	فرمول مولکولی	وزن نامگذاری	گروه عاملی و امثال آن	خانواده	اتم‌ها
متان	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	آلکان	$\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}$	آلکان	$\text{C}-\text{C}$
سیکلو پروپان	$\text{C}_n\text{H}_{2n}$ ایزومر هستند	سیکلو آلکان	$\begin{array}{c} \text{C}-\text{C} \\   \\ \text{C}-\text{C} \end{array}$	سیکلو آلکان	$\text{C}-\text{C}$
اتن		آلکن	$\text{C}-\overset{\circ}{\text{C}}=\text{C}-\text{C}$	آلکن	$\text{C}=\text{C}$
سیکلو پروپین	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ ایزومر هستند	سیکلو آلکن	$\begin{array}{c} \text{C} \\    \\ \text{C}-\text{C} \\    \\ \text{C} \end{array}$	سیکلو آلکن	$\text{C}=\text{C}$
اتین		آلکین	$\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}-\text{C}$	آلکین	$\text{C}\equiv\text{C}$
متانول	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ ایزومر هستند	آلکانول	$\text{C}-\text{C}-\text{C}-\overset{\circ}{\text{C}}-\text{O}-\text{H}$	الکل	انتها $\text{C}-\text{O}$
دی‌متیل اتر		آلکیل اتر	$\text{C}-\text{C}-\overset{\circ}{\text{C}}-\text{O}-\text{C}$	اتر	داخل $\text{C}-\text{O}$
متانال	$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ ایزومر هستند	آلکانال	$\text{C}-\text{C}-\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{  }{\text{CH}}}$	آلدھید	انتها $\text{C}=\text{O}$
پروپانون		آلکانون	$\text{C}-\text{C}-\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{  }{\text{C}}}-\text{C}$	کتون	داخل $\text{C}=\text{O}$

## فصل پنجم: کربن و ترکیبات آلی

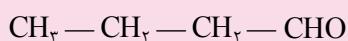
متانوئیک اسید	$C_nH_{2n}O_2$	آلکانوئیک اسید		کربوکسیلیک استر	
متیل متانوآت	ایزومر هستند	آلکیل آلانوآت		استر	
متیل آمین	$(C_nH_{(2n+1)})_2N$	آمین		آمین	$C - N$
-	-	آمید		آمید	$O = C - N$
متانوات	$C_nH_{2n-1}O_2$	آلکانوات		کربوکسیلات	$O = C - O^-$

توجه شود که فرمولهای مولکولی خانواده‌های ترکیبات آلی حفظ کردنی نیستند، بلکه از فرمول عمومی آلانها خیلی راحت قابل استنتاج است.

گروه‌های عاملی با خط چین داخل حلقه‌ای مشخص شده است. توجه شود که داخل محدوده گروه عاملی باید طوری انتخاب شود که اگر اطراف حلقه هیدروژن باشد ساده‌ترین عضو آن خانواده حاصل شود.

ساده‌ترین عضو هر خانواده ممکن است تک کربنی (آلکان، الکل، آلدھید، کربوکسیل، کربوکسیلات) یا دو کربنی (آلکن، آلکین، اتر، آمید، استر) یا حتی سه کربنی (مانند سیکلو، کتون) باشد.

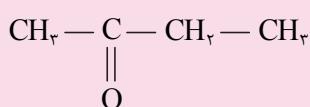
**یک نتیجه کلی در نامگذاری همه ترکیبات:** در نامگذاری آلان، آلکین، الکل، اتر، آلدھید، کتون، کربوکسیلیک اسیدها و استرها طولانی‌ترین زنجیری که در آن گروه عاملی وجود دارد را به عنوان شاخه اصلی در نظر می‌گیریم و از سمت نزدیک به عاملی شماره‌گذاری می‌کنیم. ابتدا شماره کربن دارای شاخه فرعی، سپس نام شاخه فرعی و بعد شماره کربن دارای عامل (البته به جز در مورد آلدھید و کربوکسیلیک که ذکر شماره کربن دارای گروه عاملی لازم نیست) و در نهایت نام آخر زنجیر به ترتیب بر حسب آلان، آلکین، آلکانول، آلکیل اتر، آلکانال، آلانوئیک اسید و آلکیل آلانوات را می‌نویسیم:



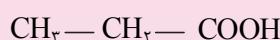
بوتانال



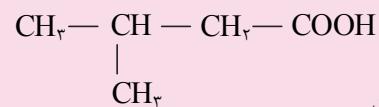
پروپانال



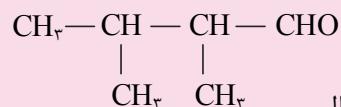
۲- بوتانون



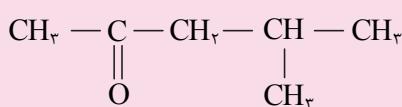
پروپانوئیک اسید



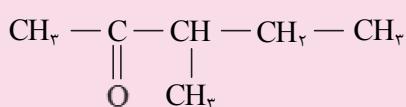
۳- متیل- بوتانوئیک اسید



۲، ۳- دی متیل- بوتانال

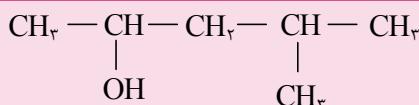


۴- متیل- ۲- پنتانون

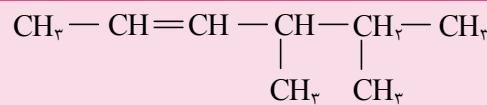


۳- متیل- ۲- پنتانون

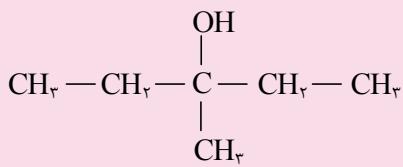
## شیمی دوم مولیر



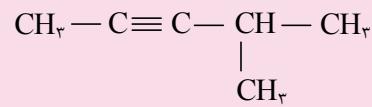
۴- متیل-۲-پنتانول



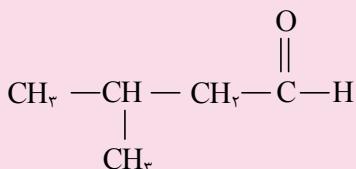
۴۰۵- دی متیل-۲-هگزن



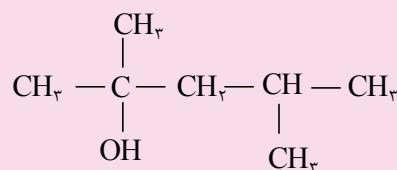
۳- متیل-۳-پنتانول



۴- متیل-۲-پنتن



۳- متیل بوتانال



۴- دی متیل-۲-پنتانول

## تست ۶۴: کدام گزینه درست است؟

- ۱- گروه‌های عاملی آرایش پیچیده‌ای از اتم‌ها هستند که به مولکول‌ها خواص شیمیایی متفاوت می‌دهند.
- ۲- گروه COO که از دو طرف به کربن متصل است یک گروه عاملی اتری و یک گروه عاملی کتونی است.
- ۳- فرمول مولکولی استالدھید به صورت  $\text{CH}_3\text{COH}$  است.
- ۴- الکل‌ها و اترها همواره نسبت به هم ایزومر هستند.

## تست ۶۵: کدام گزینه درست است؟

- ۱- اتانول و دی‌اتیل اتر نسبت به هم ایزومر ساختاری هستند.
- ۲- ترکیبات ایزومری نوعی دگر شکل یا آلوتروپ محسوب می‌شوند.
- ۳- در ساده‌ترین عضو آلدھیدها و کتونها حداقل دو اتم کربن وجود دارد.
- ۴- آلکانها فاقد گروه عاملی هستند.

## تست ۶۶: کدام گزینه درست است؟

- ۱- ایزومرهای ساختاری همواره جرم مولی مشابهی دارند.
- ۲- آلوتروپهای یک عنصر خواص فیزیکی مشابهی دارند.
- ۳- وجود گروه عاملی C-OH به معنای الکل بودن ترکیب است.
- ۴- نام دیگر گروه عاملی OH-هیدروکسید می‌باشد.

## تست ۶۷: کدامیک از موارد زیر در مورد دی‌متیل اتر درست است؟

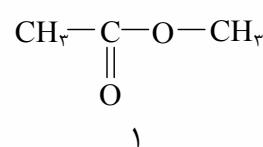
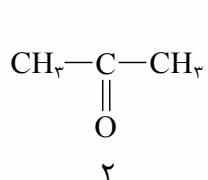
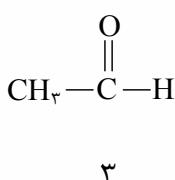
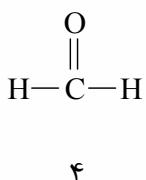
- ۱- با متانول ایزومر است.
- ۲- بین هیدروژن یک مولکول این ترکیب با اکسیژن مولکول دیگر همین ترکیب پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود.

### فصل پنجم: کربن و ترکیبات آلی



- ۳ نسبت به اتانول دمای جوش پایین تری دارد.  
 -۴ نیروهای بین مولکولی اتانول و دی متیل اتر با نیروهای بین مولکولی HF یکسان است.

**تسنیع ۶۸:** نام ۴ ترکیب زیر به ترتیب کدام است؟

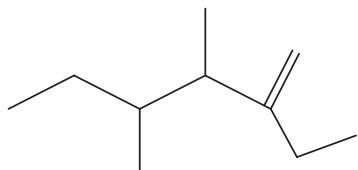


- ۱ متیل استات - استون - استالدهید - فرمالدهید  
 -۲ استون - متیل استات - استیک اسید - متانال  
 -۳ متیل استات - استون - فرمالدهید - متانال  
 -۴ استون - متیل استات - استالدهید - فرمالدهید

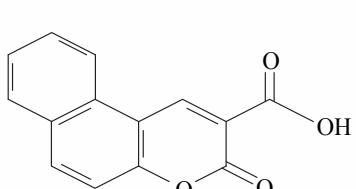
**تسنیع ۶۹:** کدامیک از دو ساختار زیر می‌توانند نسبت به هم ایزومر باشند؟

- ۱ آلان - آلکین      -۲ آلان - آلکانول      -۳ آلانال - آلکان      -۴ سیکلوآلکان - آلکیل

**تسنیع ۷۰:** نام ترکیب شیمیایی زیر به روش آیوپاک کدام است؟

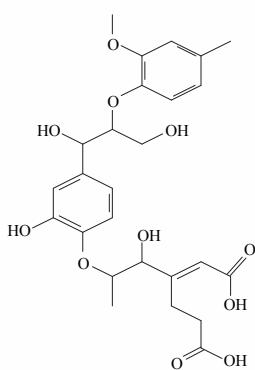


- ۱ اتیل - ۴ متیل - ۳ - هپتانون  
 -۲ اتیل - ۴ متیل - ۵ - هپتانون  
 -۳ اتیل - ۴ متیل - ۳ - هگزانون  
 -۴ اتیل - ۳ متیل - ۵ - هگزانون



**تسنیع ۷۱:** ترکیب زیر دارای کدام گروههای عاملی زیر است؟

- ۱ کربوکسیلی - اتری - کتونی  
 -۲ کربوکسیلی - استری - آروماتیک  
 -۳ اتری - کتونی - الکلی - آروماتیک  
 -۴ کتونی - کربوکسیلی



**تسنیع ۷۲:** در ساختار مولکول زیر تعداد گروههای عاملی الکلی چقدر است؟

- ۳ -۱  
 ۴ -۲  
 ۵ -۳  
 ۶ -۴