

فهرست

■ فصل اول

۷ قدر هدایای زمین را بدانیم

■ فصل دوم

۸۳ در پی غذای سالم

■ فصل سوم

۱۵۸ پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر

■ ضمائم

۲۲۲ واکنش‌های شیمیایی

۲۲۹ بررسی عناصرها

۲۳۱ ترکیب‌های یونی

۲۳۱ گروه‌های عاملی

۲۳۳ جدول ترکیب‌های آلی مهم

۲۳۸ ویتامین‌ها

۲۳۹ پلیمرها

دسته بندی عنصرهای جدول دوره‌ای



■ همان‌طور که مشاهده کردید، عنصرهای جدول دوره‌ای براساس ویژگی و رفتارشان در سه دسته فلز، نافلز و شبه‌فلز طبقه‌بندی می‌شوند. موقعیت این دسته‌ها در جدول دوره‌ای به صورت زیر است:

👉 **فلزها:** بیشتر عنصرهای جدول دوره‌ای را فلزها تشکیل می‌دهند. فلزها به طور عمده در سمت چپ و مرکز جدول دوره‌ای قرار گرفته‌اند. **نکته:** عنصرهای فلزی در هر چهار دسته جدول تناوبی (دسته‌های s, p, d و f) دیده می‌شوند.

فلزهای دسته s: مانند فلزهای گروه‌های اول و دوم جدول دوره‌ای
 فلزهای دسته p: مانند آلومینیم (Al)، قلع (Sn) و سرب (Pb)
 فلزهای دسته d: مانند آهن (Fe)، مس (Cu) و ...
 فلزهای دسته f: مانند اورانیم (U)

👉 **نافلزها:** در سمت راست و بالای جدول دوره‌ای چیده شده‌اند. **نکته:** به جز دو عنصر نافلز هیدروژن و هلیم که جزو عنصرهای دسته (s) هستند، بقیه نافلزها در دسته p جدول دوره‌ای (در گروه‌های ۱۴ الی ۱۸) جای دارند.

👉 **شبه‌فلزها:** همانند مرزی بین فلزها و نافلزها قرار گرفته‌اند. **نکته:** در دوره‌های دوم تا ششم جدول دوره‌ای حداقل یک عنصر شبه‌فلز وجود دارد.

نکته: در گروه‌های دسته p جدول تناوبی (به جز گروه ۱۸- گازهای نجیب) حداقل یک عنصر شبه‌فلز دیده می‌شود.

۱- در صفحه ۷ کتاب درسی شیمی دهم می‌خوانیم که: «اورانیم، شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا است.»

بررسی برخی ویژگی‌های عنصرهای گروه ۱۴

۶ C کربن
۱۴ Si سیلیسیم
۳۲ Ge ژرمانیم
۵۰ Sn قلع
۸۲ Pb سرب

- پنج عنصر اول این گروه، عنصرهای کربن، سیلیسیم، ژرمانیم، قلع و سرب هستند.
- تصویر مقابل، عدد اتمی و نماد شیمیایی عنصرهای گروه ۱۴ را نمایش می‌دهد.
- بیرونی‌ترین لایه الکترونی عنصرهای این گروه دارای ۴ الکترون است.

■ در این گروه عنصرهای هر سه دسته فلز، نافلز و شبه‌فلز مشاهده می‌شود.

☞ عنصر کربن (C)

- اولین عنصر از گروه ۱۴ است.
- سطح آن تیره است.
- در اثر ضربه خرد می‌شود.
- در واکنش با اتم‌های دیگر، الکترون به اشتراک می‌گذارد.

☞ عنصرهای سیلیسیم (Si) و ژرمانیم (Ge)

- رسانایی الکتریکی کمی دارند.
- در واکنش با اتم‌های دیگر، الکترون به اشتراک می‌گذارند.
- شکننده هستند و در اثر ضربه خرد می‌شوند.
- سطح آن‌ها براق و صیقلی است.

☞ عنصرهای قلع (Sn) و سرب (Pb)

- رسانای خوب گرما و الکتریسیته هستند.
- شکل‌پذیر هستند (چکش‌خوارند) و در اثر ضربه خرد نمی‌شوند.
- در واکنش با سایر اتم‌ها، الکترون از دست می‌دهند.
- سطح براق و صیقلی دارند.

ویژگی‌های مشترک در هر یک از دسته‌های فلزها، نافلزها و شبه‌فلزها

■ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مشترک بین عنصرها، اساس دسته‌بندی آن‌ها به سه دسته فلز، نافلز و شبه‌فلز هستند.

❏ ویژگی فلزها

رفتار شیمیایی: در واکنش‌های شیمیایی الکترون از دست می‌دهند و به کاتیون تبدیل می‌شوند:

$$M \rightarrow M^{n+} + ne^{-}$$
 رفتار فیزیکی: داشتن جلا، رسانایی الکتریکی و گرمایی، خاصیت چکش‌خواری، خاصیت شکل‌پذیری (قابلیت مفتول و ورقه‌شدن) از رفتارهای مشترک بین همه فلزها است.

❏ ویژگی نافلزها

رفتار شیمیایی: در واکنش‌های شیمیایی الکترون به اشتراک می‌گذارند و یا با گرفتن الکترون به آنیون تبدیل می‌شوند.

$$X + ne^{-} \rightarrow X^{n-}$$
 رفتار فیزیکی: جریان برق و گرما را از خود عبور نمی‌دهند، در اثر ضربه خرد می‌شوند (چکش‌خوار نیستند) و سطح آن‌ها کدر است.

❏ ویژگی شبه‌فلزها

رفتار شیمیایی: همانند نافلزها است.
 رفتار فیزیکی: شباهت بیشتری با فلزها دارد.

بررسی عنصرهای دوره سوم

■ عنصرهای این دوره را نیز همانند عنصرهای گروه ۱۴، می‌توان براساس ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مشترکشان به سه دسته فلز، نافلز و شبه‌فلز تقسیم کرد.
 ■ عنصرهای این دوره از عنصر سدیم شروع می‌شوند و با گاز نجیب آرگون به پایان می‌رسند. در تمام عنصرهای این دوره، لایه سوم ($n = 3$) در حال پرشدن است.

۱۱ Na	۱۲ Mg	۱۳ Al	۱۴ Si	۱۵ P	۱۶ S	۱۷ Cl	۱۸ Ar
← عنصرهای فلزی		شبه‌فلز		عنصرهای نافلز			

نکته! گاز آرگون خواص فیزیکی نافلزها را دارد؛ می‌دانیم که آرگون یک گاز نجیب است و در واکنش‌های شیمیایی شرکت نمی‌کند. به همین دلیل خواص شیمیایی آن مورد بررسی قرار نمی‌گیرد و در کل کاری باهاش نداریم!

■ عنصرهای فلزی سدیم (Na)، منیزیم (Mg) و آلومینیم (Al) با از دست دادن الکترون به کاتیون‌های پایدار Na^+ ، Mg^{2+} ، Al^{3+} تبدیل می‌شوند.

■ عنصر شبه‌فلز سیلیسیم (Si)، در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارد.

■ عنصرهای نافلزی فسفر (P)، گوگرد (S) و کلر (Cl)، در واکنش با دیگر اتم‌ها، الکترون می‌گیرند و به آنیون‌های P^{3-} ، S^{2-} ، Cl^- تبدیل می‌شوند و ترکیبات یونی تشکیل می‌دهند. مانند: Na_3P ، Na_2S و $NaCl$

هم‌چنین عنصرهای فسفر، گوگرد و کلر می‌توانند در واکنش با دیگر نافلزها، الکترون به اشتراک بگذارند و پیوندهای اشتراکی تشکیل دهند.

مانند: HCl و SO_2 ، PH_3

نکته! با کمی دقت در عنصرهای دوره سوم جدول دوره‌ای، متوجه می‌شویم که عنصرهای سمت چپ، فلز و عنصرهای سمت راست، نافلز هستند. عنصر شبه‌فلز سیلیسیم نیز در میان این دو دسته قرار گرفته است.

شعاع اتمی و روند تغییرات آن در عنصرهای جدول دوره‌ای

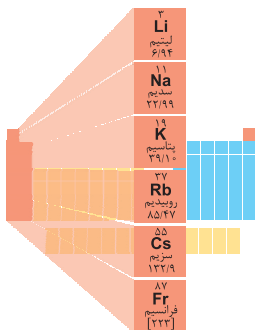
■ در شیمی دهم آموختیم که مطابق مدل کوانتومی، الکترون‌ها پیرامون هسته در لایه‌های الکترونی در حال حرکت هستند. بنابراین می‌توان اتم را مانند گره در نظر گرفت و شعاع اتمی را برای آن اندازه‌گیری کرد.

■ کتاب درسی می‌گوید: «هر چه شعاع یک اتم بزرگ‌تر باشد، اندازه آن اتم نیز بزرگ‌تر است.» نمی‌دونم چرا این جمله منو یاد جمله استاد می‌اندازه که می‌فرمایند: «هر چه دقیق‌بیشتری از بازی سپری میشه، به پایان بازی نزدیک‌تر می‌شویم!»

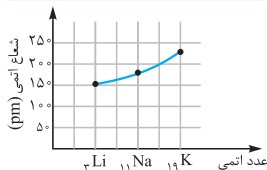
روند تغییرات شعاع اتمی در گروه‌ها

نمایش عنصرهای گروه اول جدول دوره‌ای به صورت مقابل است:

■ در جدول دوره‌ای عنصرها، در یک گروه از بالا به پایین شمار لایه‌های الکترونی افزایش می‌یابد و الکترون‌ها در فواصل دورتری نسبت به هسته اتم قرار می‌گیرند. بنابراین می‌توان گفت: در یک گروه از بالا به پایین شعاع اتمی عنصرها افزایش می‌یابد.



نماد شیمیایی عنصر	۳Li	۱۱Na	۱۹K
آرایش الکترونی فشرده	$[2\text{He}] 2s^1$	$[10\text{Ne}] 3s^1$	$[18\text{Ar}] 4s^1$
نماد آخرین زیرلایه	$2s^1$	$3s^1$	$4s^1$
تعداد لایه‌های الکترونی در اتم	۲	۳	۴
شعاع اتمی (pm)	۱۵۲	۱۸۶	۲۳۱



نمودار مقابل روند تغییرات شعاع اتمی عنصرهای Li، Na، K را نسبت به افزایش عدد اتمی نشان می‌دهد:

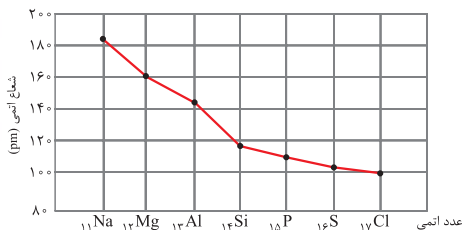
روند افزایش شعاع اتمی عنصرهای گروه اول: $\text{Cs} > \text{Rb} > \text{K} > \text{Na} > \text{Li}$

نکته شعاع اتمی برحسب پیکومتر (pm) بیان می‌شود که هر پیکومتر معادل 10^{-12} متر است.

رشد تغییرات شعاع اتمی در دوره‌ها

■ در یک دوره جدول دوره‌ای، از چپ به راست شعاع اتمی کاهش می‌یابد. زیرا در یک دوره از چپ به راست، تعداد لایه‌های الکترونی ثابت است. در حالی که عدد اتمی (تعداد پروتون‌های هسته) افزایش می‌یابد. با افزایش تعداد پروتون‌ها، نیروی جاذبه‌ای که هسته بر روی الکترون‌ها وارد می‌کند افزایش یافته و الکترون‌ها با نیروی بیشتری به سمت هسته کشیده می‌شوند در نتیجه شعاع اتمی کاهش می‌یابد.

بررسی نمودار شعاع اتمی عنصرهای دوره سوم نسبت به عدد اتمی:



با توجه به این نمودار می‌توان نکات زیر را نتیجه گرفت:

■ ترتیب شعاع اتمی عنصرهای این دوره به صورت زیر است:



■ بزرگ‌ترین شعاع اتمی مربوط به عنصر سدیم (گروه اول) و کوچک‌ترین شعاع اتمی (با صرف نظر کردن از گاز نجیب آرگون Ar) مربوط به کلر (گروه 17- هالوژن‌ها) می‌باشد.

■ میزان تغییرات شعاع اتمی در بین فلزها، بیشتر از میزان تغییرات آن در بین نافلزها است.

■ بیشترین اختلاف شعاع اتمی در بین عنصرهای دوره سوم مربوط به دو عنصر آلومینیم و سیلیسیم است.

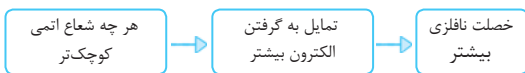
خصلت فلزی و نافلزی

❏ **خصلت فلزی:** هر چه یک عنصر تمایل بیشتری به از دست دادن الکترون داشته باشد، خصلت فلزی بیشتری دارد.



- در یک گروه از بالا به پایین با افزایش شعاع اتمی، خصلت فلزی افزایش می‌یابد.
- در یک دوره از چپ به راست با کاهش شعاع اتمی، خصلت فلزی کاهش می‌یابد.

❏ **خصلت نافلزی:** هر چه تمایل یک عنصر به گرفتن الکترون بیشتر باشد، خصلت نافلزی بیشتری دارد.



- در یک گروه از بالا به پایین با افزایش شعاع اتمی، خصلت نافلزی کاهش می‌یابد.
- در یک دوره از چپ به راست با کاهش شعاع اتمی، خصلت نافلزی افزایش می‌یابد.

کاهش شعاع اتمی، خصلت نافلزی افزایش می‌یابد.

نکته | سزیم (Cs) عنصر پایین و سمت چپ جدول دوره‌ای (با صرف نظر کردن از عنصر پرتوزای Fr) بیشترین خصلت فلزی را در میان عنصرها دارد. در حالی که فلوئور (F)، عنصر سمت راست و بالای جدول دوره‌ای (با صرف نظر از گازهای نجیب) بیشترین خصلت نافلزی را دارد.

قدر هدایای زمین را بدانیم: درس‌نامه

■ بریلیوم (Be) (۴)، منیزیم (Mg) (۱۲)، کلسیم (Ca) (۲۰)، استرانسیم (Sr) (۳۸)، باریوم (Ba) (۵۶) و رادیم (Ra) (۸۸) به ترتیب عنصرهای گروه دوم جدول دوره‌های هستند.

Sr (استرانسیم)	Ca (کلسیم)	Mg (منیزیم)	نام و نماد شیمیایی فلز
۲۱۵	۱۹۷	۱۶۰	شعاع اتمی (pm)

■ با توجه به جدول مشاهده می‌کنیم که در عنصرهای گروه دوم نیز همانند گروه اول با افزایش عدد اتمی (از بالا به پایین) شعاع اتمی افزایش می‌یابد.
 ■ روند افزایش شعاع اتمی و خصلت فلزی در عنصرهای گروه دوم به صورت $Sr > Ca > Mg$ است.

با افزایش شعاع اتمی، عنصرهای گروه دوم در واکنش با نافلزها آسان‌تر الکترون از دست می‌دهند و به یون M^{2+} تبدیل می‌شوند: $M \rightarrow M^{2+} + 2e^{-}$
نکته | خواص فیزیکی و شیمیایی عنصرها به صورت دوره‌ای (در گروه‌ها و دوره‌های جدول تناوبی عنصرها) تکرار می‌شود که به قانون دوره‌ای عنصرها معروف است.

فعالیت شیمیایی فلزها و نافلزها

■ به طور کلی هر ماده‌ای که سریع‌تر و شدیدتر واکنش دهد (آسان‌تر الکترون بگیرد و یا از دست بدهد)، فعالیت شیمیایی بیشتری دارد.
 ■ تولید نور، آزادسازی گرما، تشکیل رسوب و خروج گاز از نشانه‌های تغییر شیمیایی است.



لیتیم



سدیم



پتاسیم

۳ Li
۱۱ Na
۱۹ K

ترتیب واکنش پذیری عنصرهای لیتیم، سدیم و پتاسیم (عنصرهای گروه اول) به صورت مقابل است: $Li > Na > K$
 در یک گروه از بالا به پایین خصلت فلزی عنصرها افزایش می‌یابد و در واکنش با یک نافلز (مثل کلر) با سرعت و شدت بیشتری واکنش می‌دهند و نور بیشتری تولید می‌کند.
نکته | فعالیت شیمیایی فلزها با خصلت فلزی رابطه مستقیم دارد.

فعالیت شیمیایی فلز \Leftrightarrow خصلت فلزی

هم‌چنین فعالیت شیمیایی نافلزها با خصلت نافلزی رابطه مستقیم دارد.

فعالیت شیمیایی نافلز \Leftrightarrow خصلت نافلزی

هالوژن‌ها

■ عنصرهای گروه ۱۷ جدول دوره‌ای به هالوژن‌ها معروف هستند. از بین هالوژن‌ها، به بررسی رفتار عنصرهای فلوئور (F)، کلر (Cl)، برم (Br) و ید (I) می‌پردازیم:

نماد شیمیایی عنصر	${}_{9}F$	${}_{17}Cl$	${}_{35}Br$
آرایش الکترونی فشرده	$[He] 2s^2 2p^5$	$[Ne] 3s^2 3p^5$	$[Ar] 3d^{10} 4s^2 4p^5$
نماد آخرین زیرلایه	$2p^5$	$3p^5$	$4p^5$
تعداد لایه‌های الکترونی در اتم	۲	۳	۴
شعاع اتمی (pm)	۷۱	۹۹	۱۱۴

■ آرایش الکترونی لایه ظرفیت این گروه به $ns^2 np^5$ ختم می‌شود. عنصرهای این گروه در لایه ظرفیت خود ۷ الکترون ظرفیتی دارند.

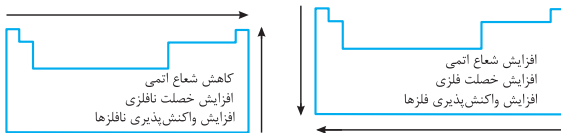
قدر هدایای زمین را بدانیم: درس‌نامه

- هالوژن‌ها با گرفتن یک الکترون به آرایش گاز نجیب هم‌دوره خود می‌رسند. بنابراین در واکنش با فلزها تمایل زیادی به گرفتن یک الکترون و تبدیل شدن به آنیون X^- (یون هالید) دارند.
- هالوژن‌ها به دلیل نوع آرایش الکترونی و همچنین شعاع اتمی کم، دارای بیشترین خصلت نافلزی در بین عنصرهای سایر گروه‌های جدول دوره‌ای بوده، در نتیجه واکنش‌پذیری زیادی دارند.

نام هالوژن	شرایط واکنش با گاز هیدروژن
فلوئور	حتی در دمای 200°C به سرعت واکنش می‌دهد.
کلر	در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد.
برم	در دمای 200°C واکنش می‌دهد.
ید	در دمای بالاتر از 400°C واکنش می‌دهد.

- در این گروه از بالا به پایین با کاهش خصلت نافلزی، واکنش‌پذیری اتم‌ها نیز کم می‌شود. $F > Cl > Br > I$: واکنش‌پذیری

روند تغییرات جدول دوره‌ای عنصرها در یک نگاه



یادآوری

آرایش الکترونی

از سال دهم به یاد دارید که الکترون‌ها در لایه‌های الکترونی (لایه اصلی)

پیرامون هسته حضور دارند. هر لایه اصلی از زیرلایه‌های متفاوتی (f و s, p, d) تشکیل شده است. آرایش زیرلایه‌ها، در اتم‌های مختلف به صورت زیر است:



«مثال» آرایش الکترونی عنصرهای کالر، آهن، کلسیم و مس به صورت

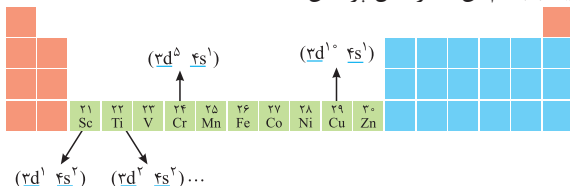


عنصرهای دسته d

فلزها با وجود این که رفتارها و ویژگی‌های مشابهی دارند، اما تفاوت‌هایی هم میان آن‌ها وجود دارد.

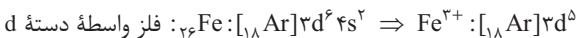
مثلاً سدیم نرم است و با چاقو بریده می‌شود و جلائی نقره‌ای آن به سرعت در هوا تیره و کدر می‌شود. در حالی که آهن فلزی سخت است و به کندی با اکسیژن هوا واکنش می‌دهد و طلا با اکسیژن هوا واکنش نمی‌دهد و جلائی فلزی و درخشان خود را حفظ می‌کند.

■ عنصرهای دسته d دسته‌ای از عنصرهای جدول دوره‌ای هستند که زیر لایه (d) اتم آن‌ها در حال پرشدن است.



قدر هدایای زمین را بدانیم: درس‌نامه

- وجود برخی ترکیب‌های فلزهای دسته d موجب ایجاد رنگ در شیشه و سنگ‌های مختلف می‌شود.
- این عنصرها از دوره چهارم ($n = 4$) شروع می‌شوند.
- تمام عنصرهای دسته d فلز هستند. به همین دلیل به دسته فلزات واسطه نیز معروف‌اند.
- اغلب فلزهای واسطه در طبیعت به شکل ترکیب‌های یونی مانند اکسیدها (O^{2-})، کربنات‌ها (CO_3^{2-}) و ... یافت می‌شوند.
- Fe_3O_4 (هماتیت) و FeO اکسیدهای طبیعی آهن هستند که در طبیعت یافت می‌شوند.
- همان‌طور که می‌دانید اغلب فلزهای اصلی (فلزهای دسته s و p) با از دست دادن الکترون و تشکیل کاتیون به آرایش گاز نجیب دوره قبل از خود می‌رسند. اما اغلب فلزهای واسطه با از دست دادن الکترون، به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند.
- **نکته** عنصرهای واسطه دسته d، هنگام تشکیل کاتیون، ابتدا الکترون‌های بیرون‌ترین زیرلایه خود، یعنی زیرلایه ns را از دست می‌دهند. سپس الکترون از زیرلایه d ($n-1$) جدا می‌شود.

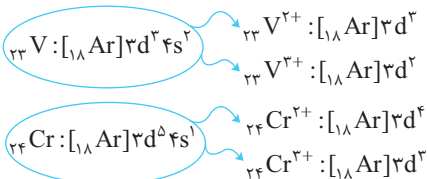


یادآوری

در شیمی دهم خواندیم که آرایش الکترونی کروم به صورت ${}_{24}\text{Cr} : [{}_{18}\text{Ar}]3d^5 4s^1$ و آرایش الکترونی مس به صورت ${}_{29}\text{Cu} : [{}_{18}\text{Ar}]3d^{10} 4s^1$ است.



■ عنصرهای واسطه دسته d معمولاً دارای کاتیون‌های متنوعی هستند.



نکته | در بین فلزهای واسطه دوره چهارم، تنها دو عنصر 21Sc و 22Ti با تشکیل کاتیون‌های 21Sc^{3+} و 22Ti^{4+} به آرایش گاز نجیب دوره قبل (یعنی Ar_{18}) می‌رسند.

جدول زیر برخی از فلزهای واسطه (عنصرهایی که لازمه یاد بگیرید) و انواع کاتیون‌های آن‌ها را نشان می‌دهد.

عنصر	29Cu	26Fe	24Cr	23V	25Mn
نوع کاتیون	Cu^+	Fe^{2+}	Cr^{2+}	V^{2+}	Mn^{2+}
	Cu^{2+}	Fe^{3+}	Cr^{3+}	V^{3+}	Mn^{3+}



■ طلا (79Au) یکی از فلزات واسطه (عنصرهای دسته d) جدول دوره‌ای است. ویژگی‌های منحصر به فرد طلا عبارتند از:

۱ فلزی بسیار نرم و چکش‌خوار است. بنابراین می‌توان برگه‌ها و رشته سیم‌های بسیار نازک (نخ طلا) را از آن تهیه کرد.

۲ این فلز با ارزش رسانایی الکتریکی بالایی دارد و رسانایی الکتریکی خود را در شرایط دمایی گوناگون حفظ می‌کند. به خاطر این ویژگی است که از طلا در ساخت قطعه‌های الکتریکی مثل لپ‌تاپ استفاده می‌شود.

قدر هدایای زمین را بدانیم: درس‌نامه

۳ با گازهای موجود در هواکره و مواد موجود در بدن واکنش نمی‌دهد.

۴ پرتوهای خورشیدی را به میزان زیادی بازتاب می‌دهد.

۵ هر چند طلا در طبیعت به شکل فلزی و عنصری خود نیز یافت می‌شود (به

دلیل واکنش‌پذیری بسیار کم و پایداری شیمیایی بالا)، اما مقدار آن در معادن طلا بسیار کم است و برای استخراج مقدار کمی از آن، مجبوریم حجم انبوهی خاک معدن استفاده کنیم.

■ مجتمع طلای موته در اصفهان (در سمت باشیم) و زرشوران در آذربایجان غربی از منابع استخراج طلا در ایران هستند.

یادآوری

نام‌گذاری ترکیبات یونی

۱ برای نام‌گذاری ترکیب‌های یونی، ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون را از راست به چپ می‌نویسیم.

نام کاتیون + نام آنیون

کلسیم کلرید: CaCl_2

مثال

کلسیم کربنات: CaCO_3

۲ روش نام‌گذاری ترکیبات یونی که در آن‌ها فلز بیش از یک نوع

کاتیون تشکیل می‌دهد، به صورت زیر است (از راست به چپ):

نام کاتیون + شمار بار مثبت کاتیون (با اعداد رومی) + نام آنیون

آهن (II) اکسید $\text{Fe}^{2+} + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{FeO}$

مثال

آهن (III) اکسید $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{O}^{2-} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$

۱- مجتمع طلای موته، با سابقه‌ترین و معتبرترین مجتمع استخراج و فراوری طلا در ایران است که میزان تولید طلای آن در سال ۹۶ به بیش از ۶۰۰ کیلوگرم رسیده است.

