

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

# الکترو شیمی

مفهوم اکسایش و کاهش / سلول گالوانی و الکترو لیتی

خوردگی آهن



فصل دوم شیمی ۳

## مقدمه ای بر دانش الکتروشیمی

انرژی الکتریکی، پرکاربردترین شکل انرژی در زندگی امروزی است. از انتقال یک پیام عصبی تا صنایع الکترونیک، حمل و نقل، مهندسی پزشکی، روشنایی خانه ها و .... همگی به انرژی الکتریکی وابسته اند. از این رو، همه کشورهای جهان تلاش می کنند تا بخش عمده انرژی الکتریکی مورد نیاز خود را از طریق انجام واکنش های شیمیایی که با داد و ستد الکترون همراه اند، تأمین کنند. نیاز روزافزون جامعه بشری به انرژی الکتریکی، شیمی دان ها را بر آن داشت تا با بهره گیری از اصول الکتروشیمی به طراحی باتری هایی با کارایی بالا همت گمارند. باتری یکی از فراورده های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز با انجام واکنش های شیمیایی، الکتریسیته تولید می کند. از سوی دیگر ساخت مواد مناسب (مانند لوله های فلزی انتقال آب، قوطی های محتوی مواد غذایی، لوازم آشپزی مقاوم در برابر خوردگی و ...) در جهت افزایش سطح رفاه و آسایش جامعه بشری، در گرو بهره گیری از دانش الکتروشیمی است. بنابراین می توان دانش الکتروشیمی را به صورت زیر تعریف کرد:

### به علم استفاده از

## انرژی الکتریکی برای انجام یک واکنش شیمیایی و تولید فراورده های مناسب

یا

## تولید انرژی الکتریکی به وسیله واکنش های شیمیایی

### دانش الکتروشیمی می گوئیم.

به عبارت دیگر الکتروشیمی شاخه ای از دانش شیمی است که در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش بسزایی دارد. برخی از قلمروهای دانش الکتروشیمی را می توان به صورت زیر معرفی کرد:

( ) **تامین انرژی** (باتری ها، سلول های سوختی و سوخت آن ها)

( ) **تولید مواد** (برقکافت و آبکاری)

( ) **اندازه گیری و کنترل کیفی** (اطمینان از کیفیت فراورده ها)

جهت آشنایی با هرکدام از مباحث فوق به درک مفاهیمی مانند اکسایش و کاهش، سلول های الکتروشیمیایی و چگونگی عملکرد آن ها نیاز است که در ادامه به توضیح کامل آن ها خواهیم پرداخت.

## واکنش های اکسایش - کاهش (انجام واکنش با انتقال الکترون)

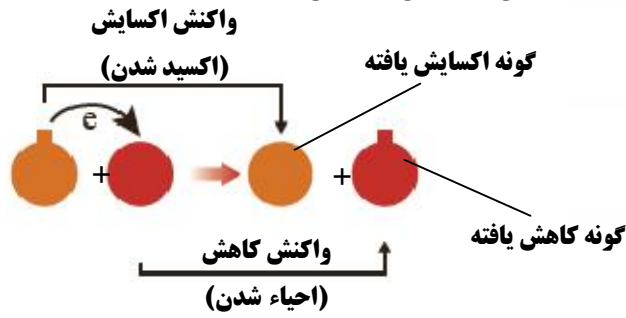
برای اولین بار، مایکل فارادی، الکترون را به عنوان ارتباط دهنده شیمی و الکتریسیته معرفی کرد. ذره ای با بار الکتریکی منفی که استقرار آن میان اتم ها، تشکیل مولکول ها را ممکن می سازد و انتقال آن از جایی به جای دیگر جریان برق را به وجود می آورد. بر اساس همین دیدگاه، واکنش های اکسایش - کاهش را می توان بر مبنای جابجایی الکترون از گونه ای به گونه دیگر، طی انجام یک واکنش شیمیایی تعریف کرد. بر اساس این تعریف، **اکسایش** به معنی از دست دادن الکترون و **کاهش** به معنی به دست آوردن الکترون است:

**کاهش** یون آهن:  $Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$  / **اکسایش** اتم منیزیم:  $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$

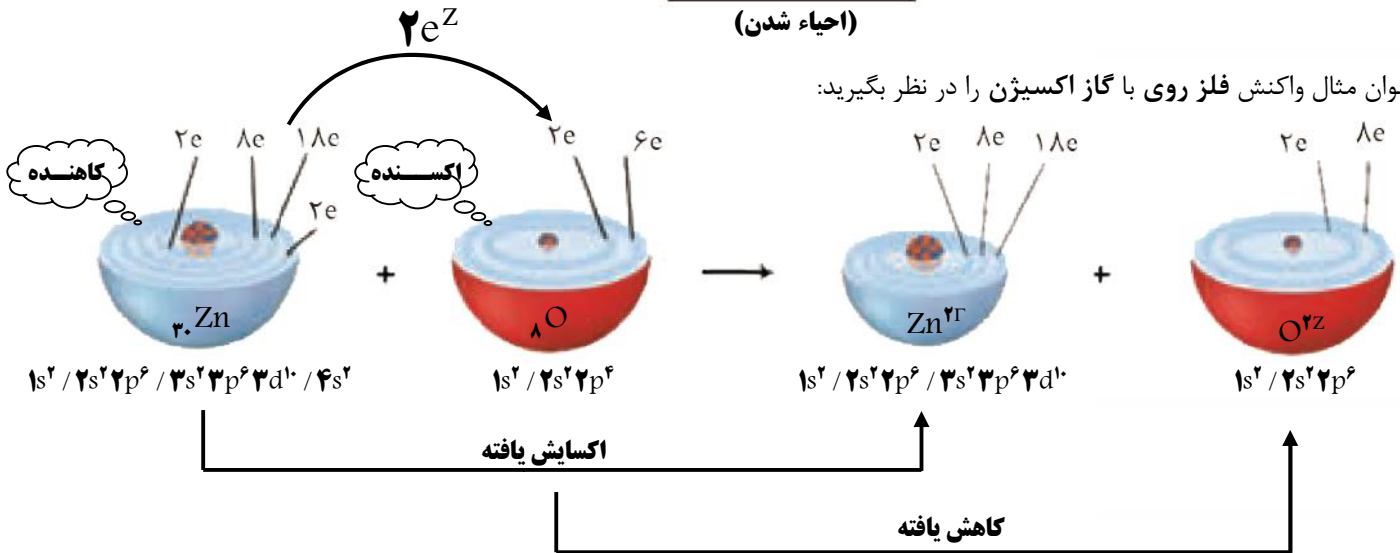
**کاهش** یون مس:  $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$  / **اکسایش** یون کلرید:  $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

**کاهش** گاز اکسیژن:  $O_2 + 4e^- + 4H^+ \rightarrow 2H_2O$  / **اکسایش** گاز هیدروژن:  $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

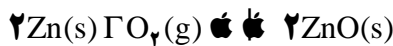
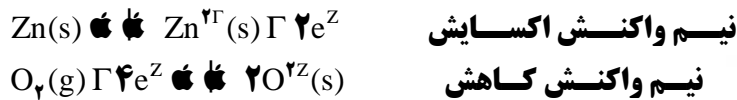
بنابراین در حالت کلی می توان یک واکنش اکسایش - کاهش را بصورت زیر نشان داد:



به عنوان مثال واکنش فلز روی با گاز اکسیژن را در نظر بگیرید:



شیمییدان ها هریک از فرایندهای گرفتن و از دست دادن الکترون را با یک نیم واکنش نمایش می دهند که هر نیم واکنش باید از لحاظ تعداد اتم ها (موازنه جرم) و بار الکتریکی موازنه باشد:



**نکته:** لطفا به حالت فیزیکی هر کدام از گونه های شرکت کننده در نیم واکنش های فوق، توجه کنید.

**نکته:** ماده ای که با گرفتن الکترون سبب اکسایش گونه دیگر می شود، **اکسنده** (کاهش یافته) نام دارد.

**نکته:** ماده ای که با دادن الکترون سبب کاهش گونه دیگر می شود، **کاهنده** (اکسایش یافته) نام دارد.

**نکته:** در واکنش فوق، گونه اکسنده با افزایش شعاع (بدلیل گرفتن الکترون) و گونه کاهنده با کاهش شعاع (بدلیل از دست دادن الکترون) و حذف یک لایه همراه است.

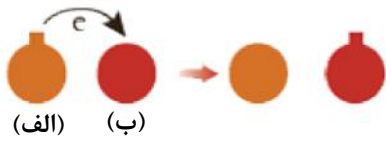
**نکته:** در واکنش های اکسایش - کاهش، دو نیم واکنش اکسایش و کاهش، هم زمان و همواره در کنار هم رخ می دهند، به طوری که تعداد الکترون های تولید شده در نیم واکنش اکسایش باید با تعداد الکترون های مصرف شده در نیم واکنش کاهش برابر باشد.

**نکته:** اکسیژن نافلز فعال است که با اغلب فلزها واکنش می دهد و آنها را به اکسید فلز تبدیل می کند، در حالی که با برخی فلزها مانند طلا و پلاتین واکنش نمی دهد:



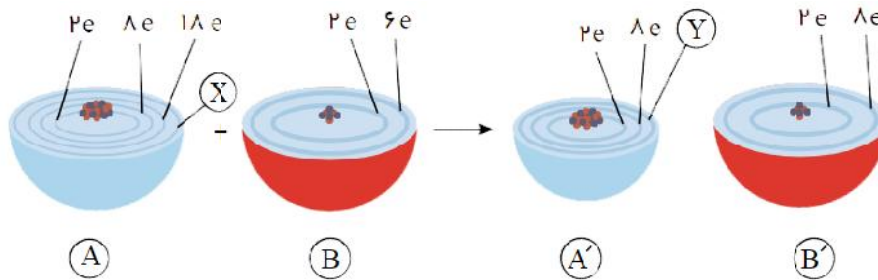
**نکته:** اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به نافلزها داده و ضمن اکسایش به کاتیون تبدیل شوند. در حالی که نافلزها نیز با گرفتن یک یا چند الکترون کاهش یافته و به آنیون تبدیل می شوند. از این رو فلزها اغلب کاهنده و نافلزها اغلب اکسنده هستند.

تست (۱): با توجه به شکل زیر کدام یک از عبارات های زیر صحیح است؟ (تالیفی)



- (۱) ماده (الف) با از دست دادن الکترون کاهش می یابد.
- (۲) ماده (ب) با گرفتن الکترون یک عامل کاهنده به شمار می رود.
- (۳) (الف) و (ب) به ترتیب مربوط به یک عنصر نافلز و فلزی است.
- (۴) برای این تصویر، نیم واکنش کاهش را می توان بصورت  $\bullet + e \rightarrow \bullet^-$  نشان داد.

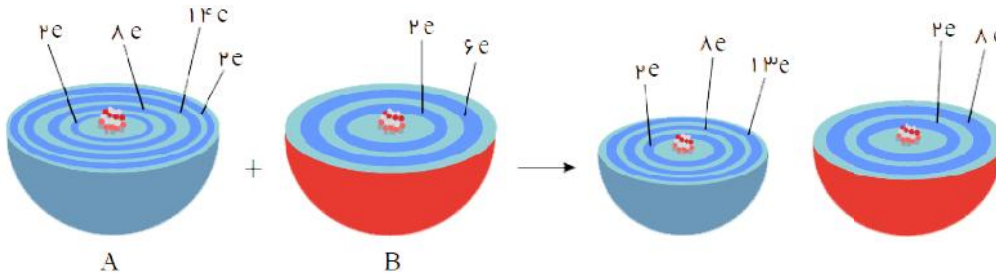
تست (۲): با توجه به شکل داده شده، چه تعداد از موارد زیر صحیح است؟ (قلم چی)



- (الف) اتم A کاهنده است و تعداد الکترون های X در آن برابر تعداد الکترون های آخرین لایه اصلی یک اتم از گروه دوم جدول دوره ای عناصر است.
- (ب) اتم B اکسنده است و B<sup>-</sup> کاهش یافته است.
- (پ) کاتیون A<sup>+</sup> فرم اکسید شده اتم A است و به آرایش الکترونی هشتایی رسیده است و تعداد الکترون های Y برابر ۸ می باشد.
- (ت) تعداد الکترون های مبادله شده در این واکنش برابر ۴ می باشد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

تست (۳): با توجه به شکل زیر، کدام یک از مطالب بیان شده صحیح است؟  $A^{2+} X_{56}, B X_{16} : g.mol^{-1}$  (قلم چی)



- (الف) عناصری مانند طلا و منیزیم نیز همانند عنصر A می توانند سبب کاهش عنصر B شوند.
- (ب) محصول نهایی واکنش یک ترکیب یونی است که در یک واحد فرمولی آن، نسبت تعداد کاتیون به آنیون برابر  $\frac{2}{3}$  است.

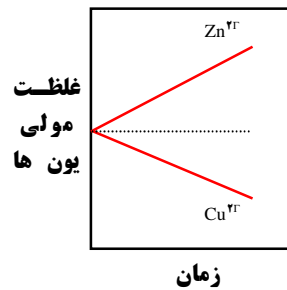
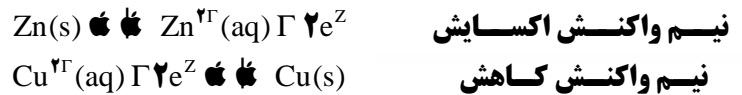
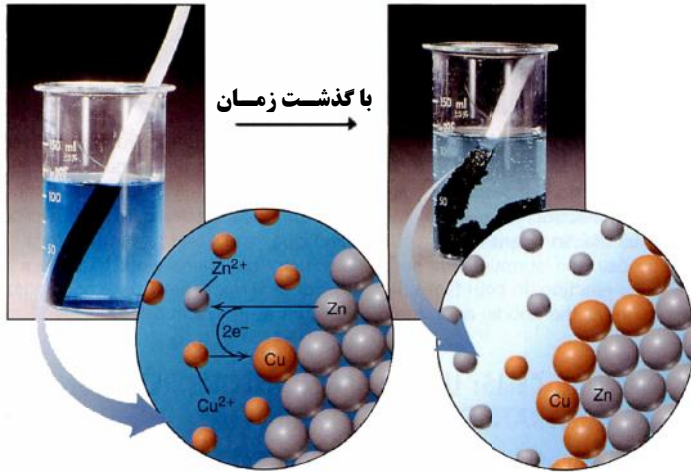
- (پ) عنصری واقع در گروه هشتم و هم دوره  $Kr$  است و نقش اکسنده دارد.
- (ت) به ازای تبادل ۶ مول الکترون در واکنش، ۱۱۲ گرم از گونه کاهنده مصرف می شود.

(۱) الف و ب (۲) ب و ت (۳) پ و ت (۴) الف، پ و ت

## رقابت فلزها برای از دست دادن الکترون

یکی از ویژگی‌های مهم فلزها، تمایل آن‌ها برای از دست دادن الکترون و تبدیل شدن به یون مثبت است. لذا برای پیش‌بینی امکان انجام واکنش‌های اکسایش - کاهش لازم است تمایل نسبی دو گونه به اکسایش یا کاهش معین شود.

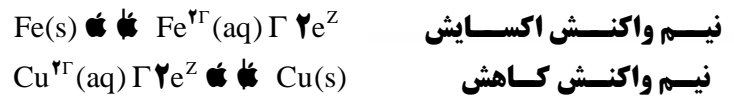
**مثال (۱):** هرگاه تیغه ای از جنس روی درون محلول مس (II) سولفات آبی رنگ قرار گیرد، به تدریج از شدت رنگ محلول کاسته شده و لایه قرمز رنگی از فلز مس بر روی تیغه روی پدید می‌آید. این تغییر رنگ نشان دهنده انجام واکنش‌های شیمیایی زیر است:



**نکته:** با توجه به جرم‌های مولی فلزات روی و مس، در پایان واکنش، جرم تیغه کاهش یافته است.

**نکته:** فلز روی الکترون دهنده‌تر از فلز مس است. بنابراین می‌توان گفت روی اکسید شده و قدرت کاهندگی آن از مس بیشتر است.

**مثال (۲):** هرگاه چند میخ آهنی را در محلول آبی رنگ مس (II) سولفات موجود در یک بشر وارد کنیم، لایه قرمز رنگی از فلز مس بر روی میخ آهنی پدید می‌آید و به تدریج رنگ محلول سبز خواهد شد. واکنش‌های شیمیایی انجام‌شده به صورت زیر خواهد بود:



**نکته:** با توجه به جرم‌های مولی فلزات آهن و مس، در پایان واکنش، جرم میخ افزایش یافته است.

**نکته:** فلز آهن الکترون دهنده‌تر از فلز مس است. بنابراین می‌توان گفت آهن اکسید شده و قدرت کاهندگی آن از مس بیشتر است.

**نکته:** در هر واکنش شیمیایی هنگامی که بار الکتریکی یک گونه (اتم، مولکول یا یون) مثبت‌تر می‌شود، آن گونه اکسایش یافته و گونه ای که بار الکتریکی آن منفی‌تر می‌شود، کاهش می‌یابد.

