# فصل دوم: آسایش و رفاه در سایه شیمی

## ◄ انرژی الکتریکی و الکتروشیمی

پدیده‌های طبیعی مثل تندر و آذرخش (ناشی از ماهیت الکتریکی ماده!) نشان‌دهنده جریان انرژی الکتریکی بین سامانه واکنش و محیط است.

الکتروشیمی تولید انرژی الکتریکی پاک و ارزان را ممکن کرده و سطح رفاه و آسایش را افزایش داده است.

الکتروشیمی در تهیه مواد جدید با انرژی الکتریکی و پیاده‌سازی اصول شیمی سبز نقش دارد.

## ◄ نقش دانش و فناوری در رفاه

رشد دانش و پیشرفت فناوری، فعالیت‌های فردی، اقتصادی و صنعتی را آسان‌تر کرده است.

**نتایج:** روشنایی، گرمایش و سرمایش آسان‌تر، حمل‌ونقل سریع‌تر و ایمن‌تر، درمان، کاهش نقص عضو و تأمین آب آشامیدنی.

دو رکن اساسی این فناوری‌ها: ۱- دستیابی به مواد مناسب ۲- تأمین انرژی

پرکاربردترین شکل انرژی در این فناوری‌ها: انرژی الکتریکی

الکتروشیمی در بهبود خواص مواد و تأمین انرژی نقش کلیدی دارد.

در شکل زیر برخی قلمروهای الکتروشیمی قابل مشاهده است.




آ) تأمین انرژی (باتری‌ها، سلول سوختی و سوخت آن‌ها)

ب) تولید مواد (مانند برقکافت و آبکاری)

پ) اندازه‌گیری و کنترل کیفی (اطمینان از کیفیت فرآورده)

## ◄ باتری و کاربردهای آن

باتری یکی از فراورده‌های مهم صنعتی است که در محل مورد نیاز، با انجام واکنش‌های شیمیایی، الکتریسیته تولید می‌کند.

**مثال**

تأمین انرژی الکتریکی برای تنظیم‌کننده ضربان قلب، سمعک، تلفن همراه، اندام مصنوعی، دوربین دیجیتال، رایانه قابل‌حمل و خودروی الکتریکی

@DaneshSad

ساخت لوله‌های فلزی انتقال آب، قوطی‌های محتوی مواد غذایی، و لوازم آشپزی که در برابر خوردگی مقاوم هستند و مانع از آلوده شدن آب و مواد غذایی می‌شوند، از دیگر دستاوردهای الکتروشیمی است.

### ◄ انجام واکنش با سفر الکترون

یکی از راه‌های بهره‌گیری از انرژی ذخیره‌شده در فلزها، اتصال آن‌ها در شرایط مناسب به یکدیگر است.

برای نمونه، با یک تیغه مسی و تیغه‌ای دیگر مانند روی و با استفاده از میوه‌ای مانند لیمو می‌توان نوعی باتری ساخت و با آن یک لامپ LED را روشن کرد.

باتری مولدی است که در آن واکنش‌های شیمیایی با سفر الکترون رخ می‌دهد تا بخشی از انرژی شیمیایی مواد به انرژی الکتریکی تبدیل شود و موتور را به حرکت درآورد.

چراغ خورشیدی یک ابزار روشنایی است که از لامپ LED، سلول خورشیدی و باتری قابل شارژ تشکیل شده است.

اکسیژن نافلزی فعال است که با اغلب فلزها واکنش می‌دهد و آن‌ها را به اکسید فلز تبدیل می‌کند.

اکسیژن با برخی فلزات مانند طلا و پلاتین واکنش نمی‌دهد.

### ◄ واکنش روی با اکسیژن

اتم روی الکترون از دست داده است و اتم اکسیژن الکترون گرفته است.

اکسیژن کاهش یافته است (گرفتن الکترون).

روی اکسایش یافته است (از دست دادن الکترون).

نیم‌واکنش اکسایش: $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(s) + 2e^-$ (از دست دادن الکترون).

نیم‌واکنش کاهش: $O_2(g) + 4e^- \rightarrow 2O^{2-}(s)$ (گرفتن الکترون).

ماده‌ای که با گرفتن الکترون سبب اکسایش گونه دیگر می‌شود، اکسنده و ماده‌ای که با دادن الکترون سبب کاهش گونه دیگر می‌شود، کاهنده نام دارد.

اغلب فلزها در واکنش با نافلزها تمایل دارند یک یا چند الکترون خود را به نافلزها داده و ضمن اکسایش به کاتیون تبدیل شوند.

نافلزها نیز با گرفتن یک یا چند الکترون کاهش یافته و به آنیون تبدیل می‌شوند.

از این‌رو، فلزها اغلب کاهنده و نافلزها اغلب اکسنده هستند.

برای نمونه، هرگاه تیغه‌ای از جنس روی درون محلول مس(II) سولفات آبی‌رنگ قرار گیرد، به‌تدریج از شدت رنگ محلول کاسته می‌شود.

این تغییر رنگ نشان‌دهندهٔ انجام واکنش شیمیایی روبه‌رو است:

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Cu(s) + Zn^{2+}(aq)$$

در این واکنش، اتم‌های روی هر یک با از دست دادن دو الکترون به یون‌های روی اکسایش یافته و هم‌زمان با آن، هر یون مس با دریافت همان دو الکترون به اتم مس کاهش می‌یابد.

در واکنش‌هایی از این دست، فراورده‌ها پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند.

@DaneshSad

بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در هر واکنش شیمیایی، هنگامی که بار الکتریکی یک گونه (اتم، مولکول یا یون) مثبت‌تر می‌شود، آن گونه اکسایش یافته و گونه‌ای که بار الکتریکی آن منفی‌تر می‌شود، کاهش می‌یابد.

اغلب فلزها در واکنش با محلول اسیدها، گاز هیدروژن و نمک تولید می‌کنند.

### ◀ با در نظر گرفتن واکنش روی با یون‌های هیدروژن

در این واکنش، اتم‌های روی الکترون از دست می‌دهند و اکسایش می‌یابند، ازاین‌رو اتم‌های روی نقش کاهنده دارند.

درحالی‌که یون‌های هیدروژن الکترون به دست می‌آورند و کاهش می‌یابند، ازاین‌رو یون‌های هیدروژن نقش اکسنده دارند.

در گذشته برای عکاسی از سوختن منیزیم به‌عنوان منبع نور استفاده می‌شد.

در این واکنش، $Mg(s)$ با نور خیره‌کننده‌ای در $O_2(g)$ می‌سوزد و به $MgO(s)$ تبدیل می‌شود.

### ◀ جاری شدن انرژی با سفر الکترون

در برخی واکنش‌های اکسایش-کاهش، افزون بر دادوستد الکترون، انرژی نیز آزاد می‌شود.

تغییر دما نشان‌دهندهٔ واکنش اکسایش-کاهش و آزاد شدن گرما است و هر فلزی که سبب تغییر دمای بیشتری شود ← کاهنده‌تر است.

ترتیب قدرت کاهندگی: $Zn > Fe > Cu > Au$

تیغه مس در محلول روی سولفات واکنشی نمی‌دهد، زیرا مس کاهنده‌ای ضعیف‌تر از روی است.

| نام فلز | نشانه شیمیایی فلز | دمای مخلوط واکنش پس از مدتی ($^\circ C$) |
|---|---|---|
| آهن | Fe | ۲۳ |
| طلا | Au | ۲۰ |
| روی | Zn | ۲۶ |
| مس | Cu | ۲۰ |

### ◀ واکنش‌های شیمیایی و سفر هدایت‌شده الکترون‌ها

به دیگر سخن، فلزها قدرت کاهندگی متفاوتی دارند، برای نمونه، فلز روی کاهنده‌تر از مس است.

در یک واکنش اکسایش-کاهش، فلزی که قدرت کاهندگی بیشتری دارد، می‌تواند با برخی کاتیون‌های فلزی واکنش دهد و آن‌ها را به اتم‌های فلزی کاهش دهد.

در واکنش‌هایی از این دست، مخلوط واکنش گرم‌تر می‌شود، زیرا سامانه واکنش بخشی از انرژی خود را به شکل گرما به محیط می‌دهد.

برای ایجاد جریان الکتریکی باید الکترون‌ها را از یک مسیر معین عبور داد یا از نقطه‌ای به نقطه دیگر جابه‌جا نمود.

@DaneshSad

اگر به‌جای دادوستد مستقیم الکترون بین گونه‌های اکسنده و کاهنده در یک واکنش، بتوان الکترون‌ها را از طریق یک مدار بیرونی هدایت و جابه‌جا کرد، آن‌گاه می‌توان بخشی از انرژی آزادشده در واکنش اکسایش-کاهش را به شکل انرژی الکتریکی در دسترس تبدیل نمود.

این جریان الکتریکی سبب روشن شدن لامپ خواهد شد و نتایج حاصل از چنین پژوهش‌هایی منجر به ساخت سلول گالوانی شد.

در سلول گالوانی از جرم تیغه‌های آندی کاسته می‌شود و به جرم تیغه‌های کاتدی افزوده می‌شود.

**مثال**

سلول گالوانی روی-مس (Zn-Cu):

نیم سلول روی (آند، اکسایش): $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

نیم‌سلول مس (کاتد، کاهش): $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$

واکنش کلی: $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

آند الکترودی است که در آن نیم‌واکنش اکسایش و کاتد الکترودی است که در آن نیم‌واکنش کاهش رخ می‌دهد.

آند: تیغه روی (اکسایش رخ می‌دهد.)  کاتد: تیغه مس (کاهش رخ می‌دهد.)

الکترون‌ها از روی (آند) به مس (کاتد) حرکت می‌کنند، زیرا روی الکترون تولید می‌کند.

جرم روی کاهش می‌یابد، زیرا اتم‌های روی اکسایش یافته و به یون‌های $Zn^{2+}$ تبدیل می‌شوند.

جرم مس افزایش می‌یابد، زیرا یون‌های $Cu^{2+}$ کاهش یافته و به اتم‌های مس رسوب می‌کنند.

سلول گالوانی دستگاهی است که می‌تواند بر اساس قدرت کاهندگی فلزها انرژی الکتریکی تولید کند.

به دلیل تولید الکترون در الکترود آند، آن را با علامت منفی نشان می‌دهند.

### اصل تعادل بار در سلول گالوانی

کاتیون‌ها از نیم‌سلول آند به کاتد و آنیون‌ها از نیم‌سلول کاتد به آند با گذر از دیواره متخلخل مهاجرت می‌کنند.

### ◄ پتانسیل استاندارد و نیروی الکتروموتوری

هر سلول گالوانی ولتاژ معینی دارد، اما در آن‌ها با تغییر هر یک از اجزای سلول، ولتاژ تغییر می‌کند.

اگر در سلول گالوانی به‌جای لامپ، ولت‌سنج قرار گیرد، ولتاژی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، اختلاف پتانسیل میان دو نیم‌سلول است. این کمیت به نیروی الکتروموتوری (emf) معروف است و با emf نمایش داده می‌شود.

@DaneshSad

اندازه‌گیری پتانسیل یک نیم‌سلول به‌تنهایی ممکن نیست و باید این کمیت به‌طور نسبی اندازه‌گیری شود.

شیمیدان‌ها برای دستیابی به این هدف، نیم‌سلول استاندارد هیدروژن (SHE) را به‌عنوان مبنا انتخاب کردند و پتانسیل آن را برابر با صفر در نظر گرفتند.

در این جدول، نیم‌واکنش‌ها به شکل کاهش نوشته شده‌اند.

$emf = E^\circ_{(کاتد)} - E^\circ_{(آند)}$

| E°(V) | نیم‌واکنش کاهش | | |
|---|---|---|---|
| ولتاژ | گونهٔ کاهنده | الکترون | گونهٔ اکسنده |
| +۱/۵۰ | $Au(s)$ | $\rightarrow +3e^-$ | $Au^{3+}(aq)$ |
| +۱/۲۰ | $Pt(s)$ | $\rightarrow +2e^-$ | $Pt^{2+}(aq)$ |
| +۰/۸۰ | $Ag(s)$ | $\rightarrow +e^-$ | $Ag^{+}(aq)$ |
| +۰/۳۴ | $Cu(s)$ | $\rightarrow +2e^-$ | $Cu^{2+}(aq)$ |
| ۰/۰۰ | $H_2(g)$ | $\rightarrow +2e^-$ | $2H^{+}(aq)$ |
| -۰/۴۴ | $Fe(s)$ | $\rightarrow +2e^-$ | $Fe^{2+}(aq)$ |
| -۰/۷۶ | $Zn(s)$ | $\rightarrow +2e^-$ | $Zn^{2+}(aq)$ |
| -۱/۱۸ | $Mn(s)$ | $\rightarrow +2e^-$ | $Mn^{2+}(aq)$ |
| -۱/۶۶ | $Al(s)$ | $\rightarrow +3e^-$ | $Al^{3+}(aq)$ |
| -۲/۳۷ | $Mg(s)$ | $\rightarrow +2e^-$ | $Mg^{2+}(aq)$ |

کاهنده قوی‌تر ↓

اکسنده قوی‌تر ↑

@DaneshSad

### ◄ لیتیم، فلزی ارزشمند برای ذخیره انرژی الکتریکی

لیتیم در میان فلزها کمترین چگالی و $E^\circ$ را دارد.

این ویژگی‌های لیتیم سبب شد راه برای ساخت باتری‌های سبک‌تر، کوچک‌تر و با توانایی ذخیره بیشتر انرژی هموار شود.

پسماندهای ناشی از باتری‌ها به دلیل داشتن مواد شیمیایی گوناگون، سمی هستند و نباید در طبیعت رها یا دفن شوند، زیرا محیط زیست را آلوده می‌کنند.

از سوی دیگر برخی از این پسماندها به دلیل داشتن مقدار قابل‌توجهی از مواد و فلزهای ارزشمند و گران‌قیمت، منبعی برای بازیافت این مواد هستند.

### ◄ سلول سوختی، منبعی برای تولید انرژی سبز

سوخت‌های فسیلی رایج‌ترین سوخت برای خودروها و نیروگاه‌ها به شمار می‌روند.

سلول سوختی نوعی سلول گالوانی است که افزون بر کارایی بیشتر، می‌توانند ردپای کربن‌دی‌اکسید را کاهش دهند.

سلول‌های سوختی دوست‌دار محیط زیست بوده و منبع انرژی سبز به شمار می‌روند.

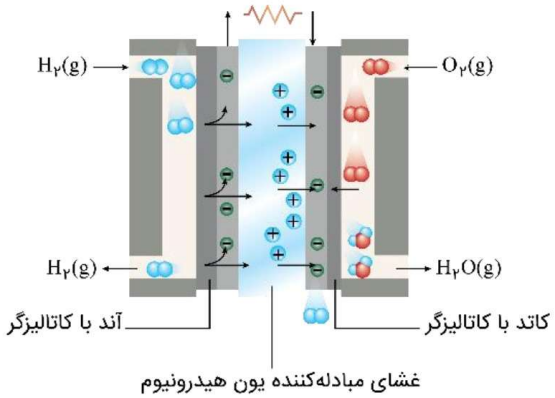
در روش سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون‌سوز، اتلاف انرژی به شکل گرما بیشتر است.

سلول سوختی کارایی بالاتری دارد، زیرا بازدهی آن تا سه برابر موتور درون‌سوز (حدود ۶۰ درصد) است و انرژی شیمیایی را مستقیماً به الکتریکی تبدیل می‌کند.

رایج‌ترین سلول سوختی، سلول هیدروژن ـ اکسیژن است که در آن بخش قابل‌توجهی از انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

هر سلول سوختی سه جزء اصلی دارد: یک غشا، الکترود آند و الکترود کاتد.

در این سلول، آند و کاتد دارای کاتالیزگرهایی هستند که به نیم‌واکنش‌های اکسایش و کاهش سرعت می‌بخشند.




## تعیین عدد اکسایش

به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم یکسان، یک الکترون به هر اتم نسبت دهید.

همه الکترون‌های ناپیوندی روی هر اتم را به همان اتم نسبت دهید.

به ازای هر جفت الکترون پیوندی میان دو اتم متفاوت، هر دو الکترون را به اتم با خصلت نافلزی بیشتر نسبت دهید.

الکترون‌های نسبت داده‌شده به هر اتم را بشمارید و آن را از شمار الکترون‌های ظرفیت همان اتم کم کنید. عدد به‌دست‌آمده عدد اکسایش اتم مورد نظر است.

## عدد اکسایش

عدد اکسایش عناصر به حالت آزاد برابر با صفر است.

عدد اکسایش یون‌های تک اتمی برابر با بار الکتریکی آن‌هاست.

اغلب نافلزها و فلزهای واسطه عدد اکسایش گوناگونی در ترکیب‌های خود دارند.

برای نمونه، عدد اکسایش آهن در $FeCl_2$ و $FeCl_3$ به ترتیب $+2$ و $+3$ است.

به همین دلیل، این ترکیب‌ها را آهن(II) کلرید و آهن(III) کلرید می‌نامند.

همچنین، عدد اکسایش اتم گوگرد در $SO_2$ و $SO_3$ به ترتیب $+4$ و $+6$ است.

$$SO_2 : 2(-2) + S = 0 \rightarrow S = +4$$

$$SO_3 : 3(-2) + S = 0 \rightarrow S = +6$$

## برقکافت آب، راهی برای تولید گاز هیدروژن

سلول‌های سوختی، برخلاف باتری‌ها، انرژی شیمیایی را ذخیره نمی‌کنند، پس یکی از چالش‌های سلول‌های سوختی تأمین سوخت آن‌هاست.

سلول‌های الکترولیتی، نوعی سلول هستند که با اعمال یک ولتاژ بیرونی و عبور جریان الکتریکی از درون محلول الکترولیت، می‌توان یک واکنش شیمیایی را در خلاف جهت طبیعی پیش راند.

@DaneshSad

# دوپینگ فوری شب امتحان شیمی دوازدهم

## ◀ واکنش‌های برقکافت آب

آندی (اکسایش): $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$

کاتدی (کاهش): $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$

کلی: $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$

## ◀ رنگ کاغذ pH در آند و کاتد سلول برقکافت آب

آند: قرمز (محلول اسیدی، $H^+$ تولید می‌شود.)

کاتد: آبی (محلول بازی، $OH^-$ تولید می‌شود.)

سلول الکترولیتی، دو الکترود درون یک الکترولیت قرار دارند، الکترودهایی که اغلب گرافیتی هستند.

در این سلول‌ها، کاتد الکترودی است که به قطب منفی باتری و آند به قطب مثبت باتری متصل است.

الکترولیت محتوی یون‌هایی است که آزادانه جابه‌جا می‌شوند، در واقع، الکترولیت یک محلول یونی یا یک ترکیب یونی مذاب است.

کاتیون‌ها به سوی کاتد و آنیون‌ها به سوی آند روانه می‌شوند تا به سطح الکترودها برسند و در نیم‌واکنش اکسایش و کاهش شرکت کنند.

## ◀ برق کافت ($NaCl$) و تهیه فلز سدیم

فلز سدیم یک کاهنده قوی است که در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شود.

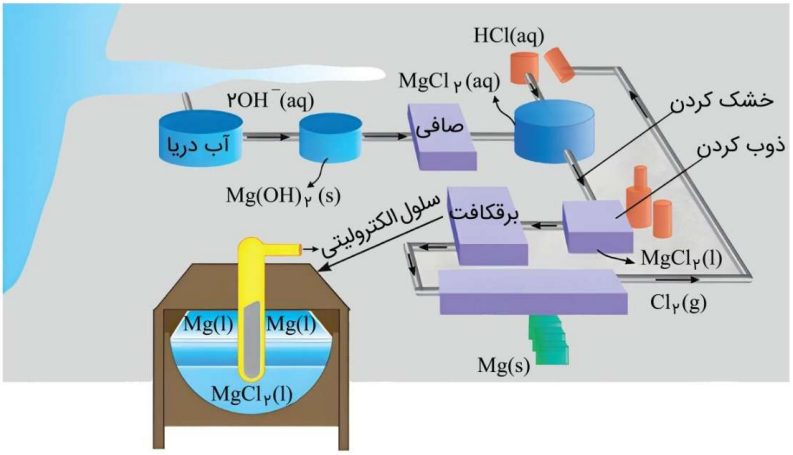
این عنصر در ترکیب‌های طبیعی و گوناگون خود تنها به شکل یون سدیم وجود دارد ← یون‌های سدیم بسیار پایدارتر از اتم‌های آن هستند.

سدیم کلرید خالص در $801^\circ C$ ذوب می‌شود. افزودن مقداری کلسیم کلرید به آن، دمای ذوب را تا حدود $587^\circ C$ پایین می‌آورد.

کاهش دمای ذوب، مصرف انرژی را کاهش داده و هزینه تولید سدیم را پایین می‌آورد.

## ◀ استخراج منیزیم از آب دریا

شکل زیر مراحل استخراج منیزیم را نشان می‌دهد مراحل آن را به خوبی به خاطر بسپارید.




@DaneshSad

## ◀ خوردگی، یک واکنش اکسایش-کاهش ناخواسته

ظرف نقره‌ای در اثر انجام واکنش اکسایش ـ کاهش هم می‌تواند کدر شود و هم می‌تواند جلا یابد.

خوردگی به فرایند ترد شدن، خرد شدن و فروریختن فلزها بر اثر واکنش اکسایش ـ کاهش گفته می‌شود.

**مثال**

زنگ زدن آهن و زنگار سبز بر سطح مس

هنگامی که فلزها در هوا قرار می‌گیرند اغلب اکسایش یافته و به شکل اکسید در می‌آیند.

در فلزهایی مانند آهن با ادامه اکسایش، لایه‌ای ترد و شکننده تشکیل می‌شود که به‌تدریج فرو می‌ریزد، در این حالت می‌گویند فلز خورده شده است.

از آنجا که آهن پرمصرف‌ترین فلز در جهان است و سالانه حدود ۲۰ درصد از آهن تولیدی برای جایگزینی قطعه‌های خورده شده مصرف می‌شود.

هنگامی که وسایل آهنی در هوای مرطوب قرار گیرند، یک واکنش اکسایش ـ کاهش انجام می‌شود.

زنگ آهن ($Fe(OH)_3$) در اثر واکنش آهن با اکسیژن و آب در هوای مرطوب تشکیل می‌شود و لایه‌ای ترد ایجاد می‌کند.

فراورده نهایی خوردگی زنگ آهن است.

$$4Fe(s) + 3O_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$$

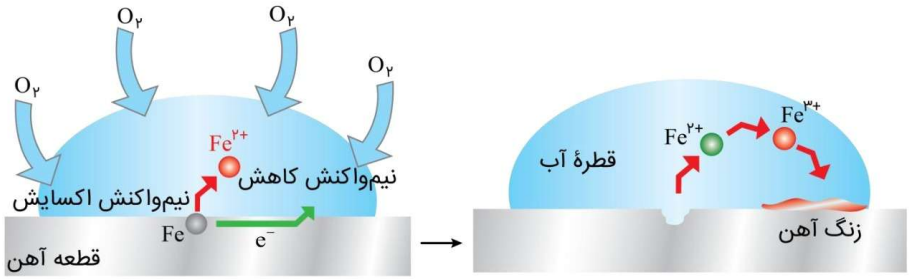
خوردگی آهن در محیط اسیدی به میزان بیشتری رخ می‌دهد.

**دلیل:** در محیط اسیدی، پتانسیل کاهش اکسیژن $(E^\circ) = +1/23V$ بیشتر است، بنابراین اکسیژن راحت‌تر الکترون گرفته و آهن را اکسید می‌کند.

با گذشت زمان، فلز طلا در هوای مرطوب و حتی در اعماق دریا همچنان درخشان باقی می‌ماند.

طلا اکسایش نمی‌یابد، زیرا پتانسیل کاهشی آن بسیار بالاست و در برابر اکسیژن مقاوم است.

فلزهای نجیبی مانند طلا و پلاتین حتی در محیط‌های اسیدی اکسایش نمی‌یابند.




@DaneshSad

# دوپینگ فوری شب امتحان شیمی دوازدهم

## ◀ فداکاری فلزها برای حفاظت آهن

ساده‌ترین روش برای حفاظت از فلزها رنگ زدن یا استفاده از قیر و روغن است؛ اما پس از مدتی اکسیژن با عبور از فضای پوشش، باعث شروع فرایند خورندگی می‌شود.

هنگامی که دو فلز در هوای مرطوب با هم در تماس باشند، برای اکسایش یافتن با یکدیگر رقابت می‌کنند.

بدیهی است که فلز کاهنده‌تر در این رقابت برنده می‌شود.

**مثال**

تصور کنید فلز روی یا منیزیم در هوای مرطوب با آهن تماس داشته باشد، با توجه به $E^\circ$ آن‌ها، بی‌شک روی یا منیزیم است که در رقابت برنده شده و اکسید می‌شود. این اکسایش نشان از فداکاری آن‌ها داشته و سبب پیشگیری از اکسایش آهن خواهد شد.

مثال‌هایی برای حفاظت از آهن با منیزیم: ۱- بدنه کشتی ۲- لوله‌های نفتی

باید توجه داشت که با گذشت زمان، منیزیم اکسایش یافته و مصرف می‌شود. از این‌رو، باید به شکل دوره‌ای تکه‌های منیزیم را تعویض کرد.

فداکاری فلز روی برای حفاظت از آهن سبب شد تا در صنعت، ورقه‌های آهنی با پوششی از فلز روی تهیه شود.

این نوع آهن به آهن گالوانیزه (آهن سفید) معروف است و در ساخت تانکر آب، کانال کولر و ... به کار می‌رود.

هنگامی که خراشی در سطح آهن گالوانیزه پدید می‌آید، هر دو فلز در مجاورت اکسیژن و رطوبت قرار می‌گیرند و برای اکسایش رقابت می‌کنند.

بدیهی است که فلز روی اکسید شده و آهن محافظت می‌شود.

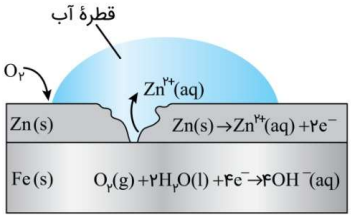
به یک ورقه آهنی که با لایه نازکی از قلع پوشیده شده است، حلبی می‌گویند.

از ورقه‌های حلبی برای ساخت قوطی‌های روغن نباتی و کنسرو استفاده می‌شود.

در اثر ایجاد خراش در سطح این نوع آهن، آهن خورده می‌شود، قلع محافظت می‌شود.

برخلاف حلبی، از آهن گالوانیزه نمی‌توان برای ساخت ظروف بسته‌بندی مواد غذایی استفاده کرد.

قوطی‌هایی از جنس حلبی در اثر خراش زودتر و آسان‌تر دچار خوردگی می‌شوند.




## ◀ آب‌کاری

سطح اغلب وسایل فلزی را برای جلوگیری از خوردگی آن‌ها با فلزهایی مانند نقره، کروم، نیکل و طلا می‌پوشانند.

پوشاندن سطح یک فلز با لایه نازکی از فلزهای ارزشمند و مقاوم در برابر خوردگی، **آب‌کاری** نام دارد. این فرایند در سلول الکترولیتی انجام می‌شود.

@DaneshSad

**مثال**

آب‌کاری قاشق فولادی با نقره:
قاشق به کاتد (قطب منفی) متصل است، زیرا کاهش نقره در آن رخ می‌دهد.
نیم‌واکنش کاتدی و آندی هر دو توسط نقره انجام می‌شود.

## ◀ فرایند هال و آلومینیم

برخی فلزها با اینکه اکسایش می‌یابند، اما خورده نمی‌شوند. آلومینیم یکی از این فلزهاست.

آلومینیم فلزی فعال است که به‌سرعت در هوا اکسید می‌شود.

این فلز با تشکیل لایه چسبنده و متراکم از ادامه اکسایش جلوگیری می‌کند.

به‌طوری‌که لایه‌های زیرین برای مدت طولانی دست‌نخورده باقی می‌ماند و استحکام خود را حفظ می‌کند.

این ویژگی آلومینیم سبب شده که از آن در ساخت لوازم خانگی، هواپیما، کشتی و غیره استفاده کرد.

برخی کاربردهای آلومینیم: چرخ گوشت و قطعاتی از موتور خودرو.

آلومینیم، همانند دیگر فلزهای فعال، در طبیعت به شکل ترکیب یافت می‌شود.

از این‌رو، این فلز نیز از برقکافت $Al_2O_3$ نمک‌های مذاب آن به‌دست می‌آید.

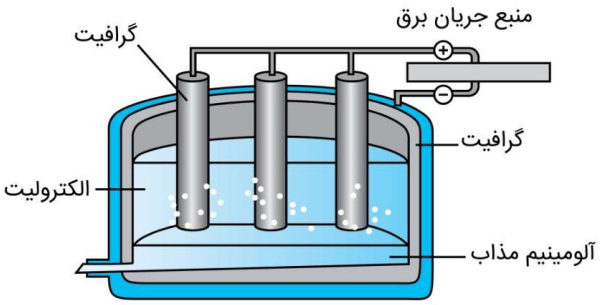
رایج‌ترین روشی که به فرایند **هال** معروف است.

$$2Al_2O_3(s) + 3C(s) \rightarrow 4Al(l) + 3CO_2(g)$$

**فرایند هال** به علت مصرف مقدار زیادی انرژی الکتریکی هزینه بالایی دارد.

از این‌رو، با بازیافت فلز آلومینیم می‌توان ضمن افزایش عمر یکی از مهم‌ترین منابع تجدیدناپذیر طبیعت، برخی از هزینه‌های تولید این فلز را کاهش داد.

برای نمونه، تولید قوطی‌های آلومینیمی از قوطی‌های کهنه فقط به ۷ درصد از انرژی لازم برای تهیه همان تعداد قوطی از فرایند هال نیاز دارد.




**نکته طلایی**

- فلوئور، اکسنده‌ترین عنصر در جدول دوره‌ای است.
- عدد اکسایش اکسیژن در $OF_2$ برابر با ۲+ است.
- فلز پلاتین را می‌توان در بخش‌های مختلف بدن هنگام جراحی به کار برد.

@DaneshSad