

## پودمان دوم

# عملیات در صنایع معدنی



کارخانه‌های صنایع شیمیایی از دیدگاه اقتصادی و ملی حائز اهمیت بسیار هستند. تولید فراوان و صنعتی هر ماده معدنی در مجتمع‌ها و کارخانه‌های صنایع شیمیایی معدنی انجام می‌شود.

## واحد یادگیری ۲

### انجام عملیات در صنایع معدنی

#### مقدمه

تولید صنعتی هر ماده معدنی مانند انواع اسید و باز، نمک‌ها، رنگ‌های معدنی، سیمان و لعاب در حیطة کار مهندسی شیمی گرایش صنایع شیمیایی معدنی قرار دارد. در این پودمان روش‌های صنعتی تولید سولفوریک اسید، نیتریک اسید، سدیم هیدروکسید، پتاسیم هیدروکسید، کلسیم هیدروکسید، نمک‌ها، استخراج فلزات از سنگ معدن و لعاب‌ها و کاربرد آنها همراه با فیلم آموزشی، تحقیق کنید، پرسش، فعالیت‌های عملی قابل اجرا، نکات ایمنی و زیست‌محیطی مرتبط آورده شده است.

#### استاندارد عملکرد

انجام دادن عملیات در صنایع معدنی طبق دستور کار واحد فرایندی

#### شایستگی‌های غیرفنی:

- ۱ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و وقت‌شناسی - انجام دادن وظایف و کارهای محوّل - پیروی از قوانین
- ۲ مدیریت منابع: شروع به کار به موقع - مدیریت مؤثر زمان - استفاده بهینه از مواد و تجهیزات
- ۳ کار گروهی: حضور فعال در فعالیت‌های گروهی - انجام دادن کارها و وظایف محوّل
- ۴ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت‌های کارگاهی
- ۵ محاسبه و کاربست ریاضی

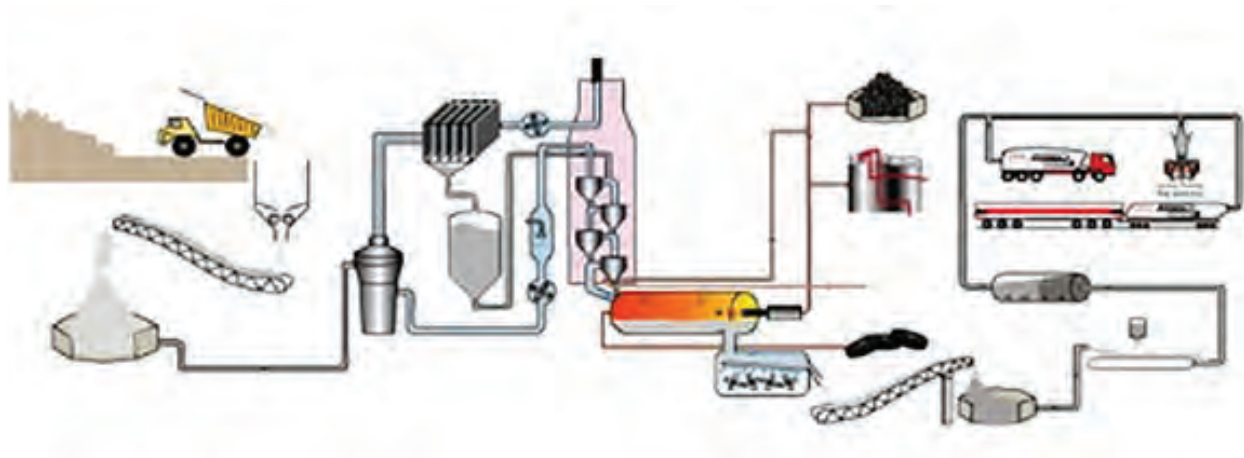
#### شایستگی‌های فنی:

پس از پایان این واحد یادگیری، هنرجویان قادر خواهند بود:

- ۱ برخی از اسیدها و بازهای معدنی را تهیه کنند.
- ۲ برخی از نمک‌ها را تهیه کنند.
- ۳ برخی از فلزات را استخراج کنند.
- ۴ برخی از انواع لعاب کاری را انجام دهند.

## صنایع شیمیایی معدنی

پیدایش صنایع شیمیایی به دوران قدیم و عصر آتش نسبت داده می‌شود. مفهوم واقعی شیمی صنعتی، شناختن و تسلط بر مناسب‌ترین و با صرفه‌ترین وسیله‌ها، امکانات و روش‌هایی است که کالاهای مورد نیاز را از راه تغییر و اجزای مواد موجود تولید و عرضه کند که از آن به عنوان فناوری یاد می‌شود. کارخانه‌های شیمیایی از دیدگاه اقتصادی و ملی در کشورهای مختلف حائز اهمیت است. تولید صنعتی هر ماده معدنی مثل انواع اسیدها و بازها، کودهای شیمیایی معدنی، حشره‌کش‌ها، نمک‌ها، رنگ‌های معدنی، سیمان، لعاب و غیره در حیطه کار مهندسی شیمی گرایش شیمیایی معدنی قرار دارد. انواع مختلفی از اسیدها و بازهای معدنی در صنعت و زندگی روزمره ما استفاده می‌شوند. این مواد اغلب به دلیل واکنش‌پذیری بالا و تأثیری که در تولید سایر مواد شیمیایی دارند، به عنوان مواد اولیه در صنایع مختلف به کار می‌روند و منجر به تولید محصولات متنوعی می‌شوند. استفاده از انواع اسیدها و بازها در تولید کودهای شیمیایی، مواد شوینده، پتروشیمی و صنعت ساختمان، نشان‌دهنده اهمیت این مواد است. شکل ۱، نشان‌دهنده ارتباط بین علم شیمی و دنیای صنعت است. اهمیت مواد تولیدی در صنایع شیمیایی معدنی در ادامه پودمان، بررسی می‌شوند.



شکل ۱- طرحی از یکی از واحدهای صنایع شیمی معدنی

با توجه به مطالب آموخته شده در کتاب‌های تخصصی سال دهم خود، بگویید صنایع شیمیایی و صنایع شیمیایی معدنی چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟

پرسش ۱



**اسید و باز:** در طول تاریخ علم شیمی، تعریف‌های مختلفی برای اسیدها و بازها پیشنهاد شده است. لاوازیه<sup>۱</sup> که بنیان‌گذار شیمی جدید محسوب می‌شود، اکسیژن را به‌عنوان عنصر اصلی سازندهٔ اسیدها در نظر گرفت. در ادامه دیوی<sup>۲</sup> هیدروژن را به‌عنوان عنصر مشترک در ساختار اسیدها معرفی کرد. با پیشرفت مباحث نظری شیمی، مشاهدات بیشتر و مدل‌های پیچیده‌تر دیدگاه‌های فراگیرتری برای اسیدها و بازها ارائه شد. یک اسید یا باز معدنی، اسید و بازی مشتق‌شده از یک ترکیب معدنی است. اسیدهای معدنی به‌خوبی در آب حل می‌شوند و یون هیدروژن آزاد می‌کنند. از جمله مهم‌ترین اسیدهای معدنی سولفوریک‌اسید، هیدروکلریک‌اسید و نیتریک‌اسید هستند. بازهای معدنی، گروه بزرگی از ترکیبات معدنی با توانایی واکنش با اسیدها و تشکیل نمک هستند. امروزه میزان تولید و مصرف اسیدها و بازهای معدنی، که در بسیاری از بخش‌های صنایع شیمیایی استفاده می‌شوند، نشانگر سطح توسعهٔ صنعتی یک کشور است.

## سولفوریک‌اسید

سولفوریک‌اسید یک اسید معدنی سوزاننده با فرمول مولکولی  $H_2SO_4$  است. این ماده از نظر فیزیکی به‌صورت مایع شفاف، بی‌رنگ و کاملاً محلول در آب است. سولفوریک‌اسید خاصیت خوردگی زیادی بر روی فلزات، بافت‌های زنده و حتی سنگ دارد و در غلظت‌های بالا یک خشک‌کنندهٔ قوی است.

پرسش ۲



- ۱ با توجه به اطلاعات گذشتهٔ خود، در مورد پرکاربردترین اسید صنعتی به سؤالات زیر پاسخ دهید.  
الف) مواد اولیهٔ تولید سولفوریک‌اسید را بنویسید.  
ب) واکنش‌های تولید سولفوریک‌اسید را بنویسید.
- ۲ برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی سولفوریک‌اسید را نام ببرید.
- ۳ چه زمانی ممکن است، باران اسیدی ایجاد شود؟
- ۴ باران اسیدی چه ضررهایی می‌تواند داشته باشد؟
- ۵ کاربردهای سولفوریک‌اسید را نام ببرید.

۱- Lavoisier

۲- Davy

به برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی سولفوریک اسید در جدول ۱ اشاره شده است.

جدول ۱- برخی از خواص سولفوریک اسید

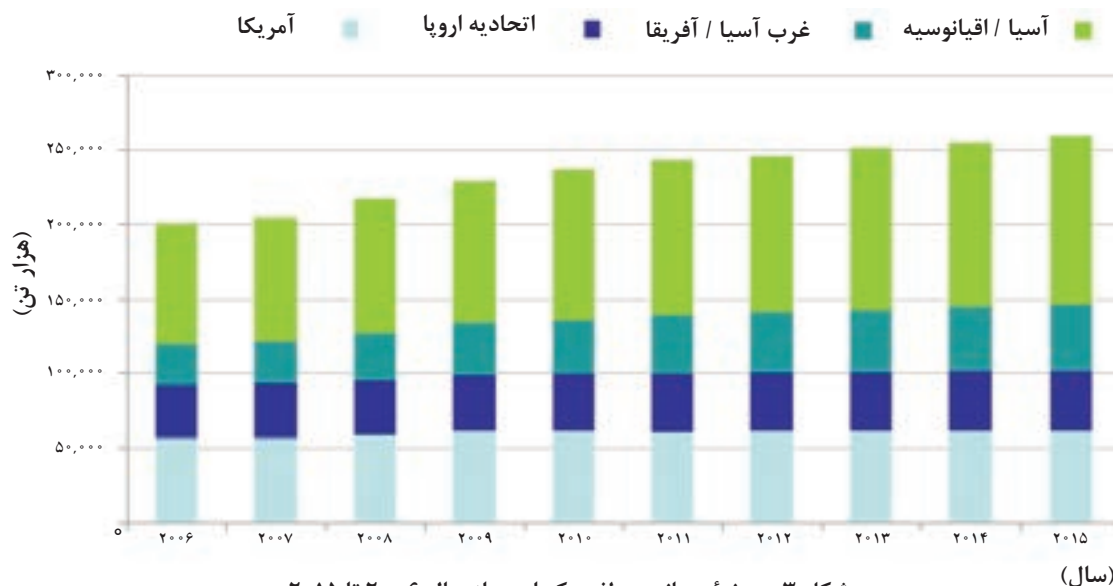
فرمول شیمیایی	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
جرم مولکولی (g/mol)	۹۸/۰۸
شکل ظاهری (خالص)	مایع شفاف، بی‌رنگ و بی‌بو
دمای ذوب (°C)	۱۰
دمای جوش (°C)	۳۳۷
چگالی (g/cm <sup>3</sup> )	۱/۸۴
حل پذیری در آب	به‌طور کامل محلول

کاربرد سولفوریک اسید: بر طبق نتایجی که در سال ۲۰۱۷ اعلام شده است، سولفوریک اسید، در صدر جدول تولید سالانه مواد شیمیایی در دنیا قرار گرفته است. در شکل ۲ به برخی از مهم‌ترین کاربردهای سولفوریک اسید اشاره شده است.



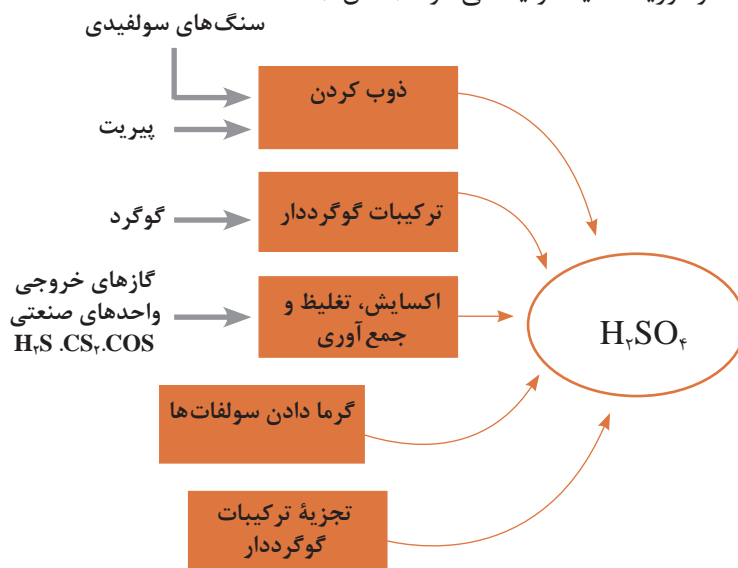
شکل ۲- برخی از کاربردهای اصلی سولفوریک اسید

به دلیل اهمیت سولفوریک اسید، تولید سالانه این محصول در جهان در سال ۲۰۱۶ به بیش از ۲۶۰ میلیون تن رسید. ایران به دلیل دارا بودن صنایع نفت، گاز و پتروشیمی عظیم یکی از تولیدکنندگان مهم این محصول در قاره آسیا است. در نمودار شکل ۳، روند عرضه سالانه سولفوریک اسید نشان داده شده است.



شکل ۳- عرضه جهانی سولفوریک اسید از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ (سال)

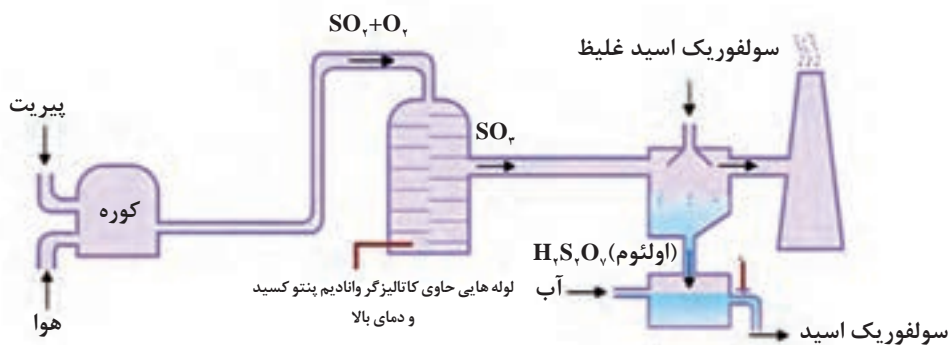
تهیه سولفوریک اسید: صنعت سولفوریک اسیدسازی از سال ۱۸۱۳ شروع شد و در قرن ۱۹ تکمیل گردید. امروزه برای تهیه سولفوریک اسید از دو روش تماسی (مجاورت) و مرطوب استفاده می‌شود. مواد اولیه طی واکنش‌هایی به گوگرد دیوکسید ( $SO_2$ ) تبدیل می‌گردد و در ادامه با حضور اکسیژن، آب و کاتالیزگر در دماهای بالا سولفوریک اسید تولید می‌شود (شکل ۴).



شکل ۴- برخی مواد خام اولیه برای تهیه سولفوریک اسید

در روش تماسی که نسبت به روش مرطوب متداول تر است، مهم ترین روش تولید گوگرد دیوکسید در مرحله نخست، استفاده از گوگرد عنصری است. مهم ترین معدن های گوگرد آزاد در مناطقی مثل ایتالیا، امریکا و آرژانتین وجود دارد. در ایران نیز معادن گوگرد زیادی وجود دارد. (به دلیل فراوانی منابع نفت و گاز اغلب تولیدات گوگرد ایران از نوع نفتی است). در برخی موارد و در مناطقی که منابع گوگرد عنصری محدود است، مانند کشور چین، برای تهیه گوگرد دیوکسید، از سولفیدهای فلزی نظیر آهن سولفید ( $FeS_2$ ) استفاده می شود. آهن سولفید در طبیعت به شکل کانی<sup>۱</sup> پیریت یافت می شود.

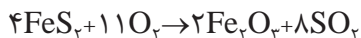
طرح ساده ای از تهیه سولفوریک اسید از پیریت در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵- تهیه سولفوریک اسید از پیریت

مراحل تهیه سولفوریک اسید از پیریت عبارتند از:

**مرحله اول:** گرما دادن کانی پیریت در کوره های مناسب در دمای  $1000-600^{\circ}C$  به منظور تولید گاز گوگرد دیوکسید مطابق واکنش زیر:



**مرحله دوم:** عبور گاز  $SO_2$  از برج های شست و شو به منظور حذف مواد ناخالص و رطوبت

**مرحله سوم:** واکنش  $SO_2$  با اکسیژن ( $O_2$ ) به منظور تولید  $SO_3$  در برج تماس که متشکل از لوله هایی حاوی کاتالیزگر وانادیم پنتو کسید و دمای بالا ( $400-500^{\circ}C$ ) است.



با در نظر گرفتن واکنش بالا، توجه به چند نکته به لحاظ عملی الزامی است:

۱- جامد طبیعی با ساختار بلوری است که در ترکیب سنگ های پوسته زمان یافت می شود.

۱ با توجه به گرمازا بودن این واکنش و طبق اصل لوشاتلیه، کاهش دما باعث افزایش تولید گاز  $SO_3$  می‌شود. از سوی دیگر کاهش دما باعث کاهش سرعت واکنش می‌شود و زمان لازم برای تولید محصول را افزایش می‌دهد، که از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست. برای رفع این مشکل از کاتالیزگر و دمای مناسب استفاده می‌شود. همچنین در این واکنش تعادلی چون تعداد مول محصول تولیدشده کمتر از مواد اولیه است، به منظور افزایش بازده، می‌توان از فشار بالا استفاده کرد. استفاده از فشارهای بالا هزینه تجهیزات را تا چندبرابر افزایش می‌دهد، به همین دلیل این واکنش در فشارهای نزدیک به فشار جو انجام می‌شود.

۲ در واکنش‌های تعادلی، افزایش غلظت مواد اولیه سبب پیشرفت واکنش به سمت تولید محصول بیشتر خواهد شد. در این واکنش اگر غلظت اکسیژن زیادتر باشد، تولید گاز گوگردتری اکسید نیز بیشتر می‌شود. بدین منظور نسبت ۱:۱ از گازهای اکسیژن و گوگرد دی‌اکسید در حضور کاتالیزگر واکنش می‌دهند (اکسیژن دو برابر مقدار استوکیومتری به کار رفته است).

**مرحله چهارم:** گاز  $SO_3$  را در  $H_2SO_4$  غلیظ حل می‌کنند و پیروسولفوریک اسید (اولئوم) تولید می‌شود.



**مرحله پنجم:** پیروسولفوریک اسید با آب رقیق می‌شود تا  $H_2SO_4$  با غلظت مورد نیاز تولید شود.



## فعالیت عملی ۱



### تولید سولفوریک اسید به روش جابر

**وسایل و مواد لازم:** ارلن، بالن، میرد (چگالنده)، لوله‌های رابط، منبع گرمایی برقی یا گازی، کاغذ pH، آهن سولفات ( $FeSO_4$ )

نکته ایمنی



- ۱ آزمایش حتماً در زیر هود با قدرت مکش بالا انجام شود.
- ۲ استفاده از روپوش، دستکش و عینک آزمایشگاه ضروری است.
- ۳ پیش از انجام دادن واکنش، از بسته بودن سامانه واکنش اطمینان حاصل کنید.

### روش کار:

۱ مقداری آهن (II) سولفات را در بالن یا ارلن مقاوم بریزید و با کمک مسئول آزمایشگاه سامانه‌ای مانند شکل ۶ سوار کنید.

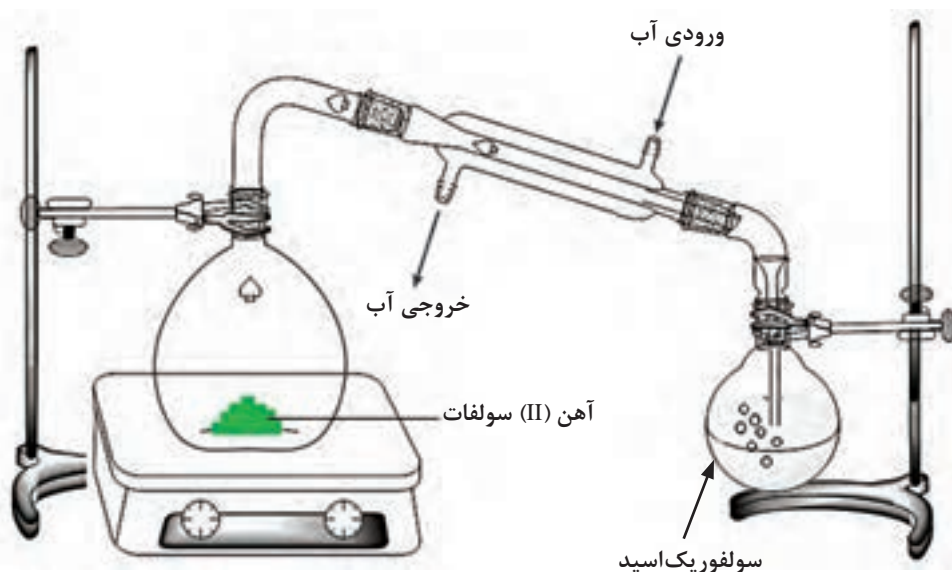
۲ با استفاده از چراغ گازی یا گرمکن برقی رسوب موجود در ارلن را به شدت گرما دهید تا قهوه‌ای رنگ شود. بخارات حاصل را پس از سرد شدن در میرد (چگالنده)، در ظرف دیگر که حاوی آب مقطر است، جمع‌آوری کنید.



۳ با استفاده از کاغذ pH، خاصیت اسیدی محلول به دست آمده را بررسی کنید.

۴ در یک لوله آزمایش تکه کوچکی نوار منیزیم بیندازید و چند قطره از محلول به دست آمده از واکنش بالا را بر روی آن بریزید.

واکنش‌های انجام شده و مشاهدات خود را یادداشت کنید.



شکل ۶- سامانه تولید سولفوریک اسید

۱ مزایا و معایب استفاده از پیریت برای تولید سولفوریک اسید در مقایسه با گوگرد عنصری چیست؟  
۲ یکی از مراحل پالایش گاز طبیعی جداسازی کربن دیوکسید و هیدروژن سولفید است (شیرین‌سازی گاز). با تحقیق در مراجع علمی، اهمیت استفاده از گوگرد حاصل از شیرین‌سازی گاز طبیعی برای تولید سولفوریک اسید را بیان کنید.

تحقیق کنید  
۱



فیلم آموزشی



تولید سولفوریک اسید در آزمایشگاه و صنعت



## کاربرد سولفوریک اسید در صنعت چرم‌سازی

سولفوریک اسید در صنایع مختلف، از جمله صنعت چرم‌سازی دارای اهمیت زیادی است. در فرایند چرم‌سازی برای حذف موهای پوست از آهک استفاده می‌شود. عمل آهک‌دهی برای سست کردن ریشه مو و کمک به از بین بردن پروتئین‌های زائد و چربی‌های موجود در پوست است. در مراحل بعدی آهک باقی مانده باید به طور کامل حذف شود، چرا که باعث ایجاد ترک‌هایی در سطح چرم و کاهش کیفیت محصول تولیدی می‌شود. حذف آهک توسط مواد شیمیایی مانند سولفوریک اسید انجام می‌گیرد.

## نیتریک اسید

نیتریک اسید یا جوهر شوره، با فرمول مولکولی  $\text{HNO}_3$ ، یک اسید معدنی سمی است که به شدت خاصیت خوردگی دارد. نیتریک اسید خالص مایع بی‌رنگی است و با گذشت زمان به علت تجمع نیتروژن اکسید، رنگ آن به زردی می‌گراید. این ماده به نور حساس است و اغلب در بطری‌های شیشه‌ای قهوه‌ای‌رنگ ذخیره می‌شود. به‌عنوان یک اسید قوی، میزان حل‌پذیری نیتریک اسید در آب بسیار زیاد است.

واکنش انجام‌شده در ظرف حاوی نیتریک اسید که باعث تغییر رنگ از بی‌رنگ به زرد می‌شود را بنویسید.



به برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی نیتریک اسید در جدول ۲ اشاره شده است.

جدول ۲- برخی از خواص نیتریک اسید

$\text{HNO}_3$	فرمول شیمیایی
۶۳/۰۱	جرم مولکولی (g/mol)
مایع بی‌رنگ	شکل ظاهری
-۴۲	دمای ذوب ( $^{\circ}\text{C}$ )
۸۴	دمای جوش ( $^{\circ}\text{C}$ )
۱/۵۱	چگالی ( $\text{g/cm}^3$ )
به‌طور کامل محلول	حل‌پذیری در آب

**کاربردهای نیتریک اسید:** بخش عمده نیتریک اسید در تولید آمونیم نیترات که ماده اصلی در تهیه کود شیمیایی است، استفاده می شود. از نیتریک اسید در تهیه مواد منفجره مثل تی ان تی<sup>۱</sup> و نیتروگلیسرین<sup>۲</sup> نیز استفاده می شود. از سایر موارد استفاده نیتریک اسید می توان به استفاده در سوخت مایع موشک ها در صنعت هوافضا، خالص سازی فلزات با ارزش مانند طلا، نقره و پلاتین، استفاده به عنوان یکی از مواد اولیه در تولید نایلون، پارچه، لاستیک و رنگ ها و همچنین استفاده در فعالیت های آزمایشگاهی، تولید مواد شیمیایی و تهیه تیزاب سلطانی<sup>۳</sup> اشاره کرد.

**تهیه نیتریک اسید:** اولین گزارش ها از تولید نیتریک اسید به قرون وسطی و واکنش سولفوریک اسید با سدیم نیترات اشاره دارد.

## فعالیت عملی ۲



### تولید نیتریک اسید در آزمایشگاه

**وسایل و مواد لازم:** بالن، چگالنده، شیلنگ آب، ترازو، گرمکن برقی یا گازی، پتاسیم نیترات، سولفوریک اسید، کاغذ pH

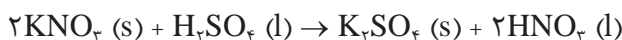
این آزمایش به دلیل تولید گاز سمی NO<sub>۲</sub> زیر هود با قدرت مکش بالا انجام شود. استفاده از روپوش، دستکش و عینک آزمایشگاه الزامی است.

نکته ایمنی



### روش کار:

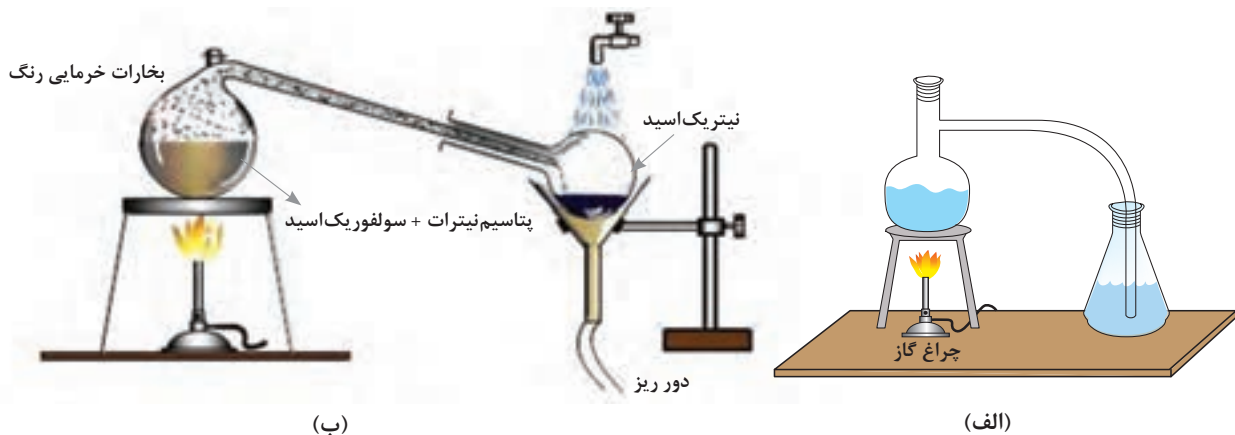
- ۱ گرم پتاسیم نیترات را وزن کنید و در یک بالن شیشه ای بریزید.
- ۲ ۵ میلی لیتر سولفوریک اسید غلیظ به بالن اضافه کنید.
- ۳ در زیر هود سامانه ای مانند شکل ۷- الف یا ۷- ب را سوار کنید.
- ۴ ظرف واکنش را گرما دهید تا گاز خرمایی رنگ NO<sub>۲</sub> متصاعد شود و از طریق میعان در طرف دیگر (بالن حاوی مقداری آب مقطر) جمع آوری شود.
- ۵ از کاغذ pH برای بررسی اسیدی بودن محصول استفاده کنید.



۱- TNT

۲- Nitroglycerin

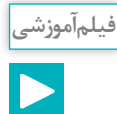
۳- مخلوطی از نیتریک اسید و هیدروکلریک اسید غلیظ با نسبت حجمی ۱ به ۳ است و برای حل کردن فلزات (از جمله طلا و پلاتین) به کار می رود.



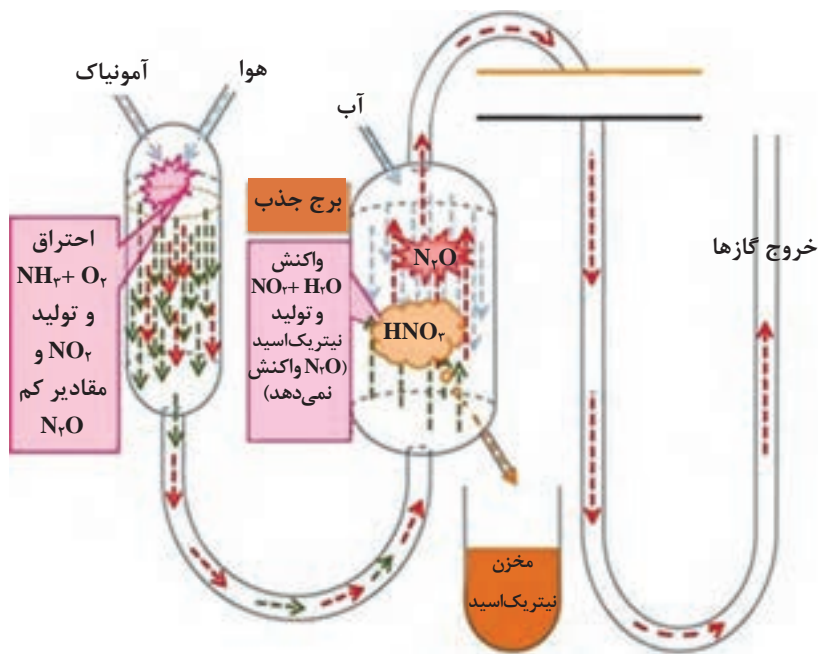
شکل ۷- سامانه تهیه نیتریک اسید

مشاهدات خود را یادداشت کنید.

آزمایش تهیه نیتریک اسید



امروزه با توسعه روزافزون صنعت آمونیاک سازی تقریباً تمام مقادیر تجاری نیتریک اسید از ترکیب شدن آمونیاک با اکسیژن در یک فرایند به نام فرایند استوالد<sup>۱</sup> تولید می شود (شکل ۸).



شکل ۸- مراحل تولید نیتریک اسید

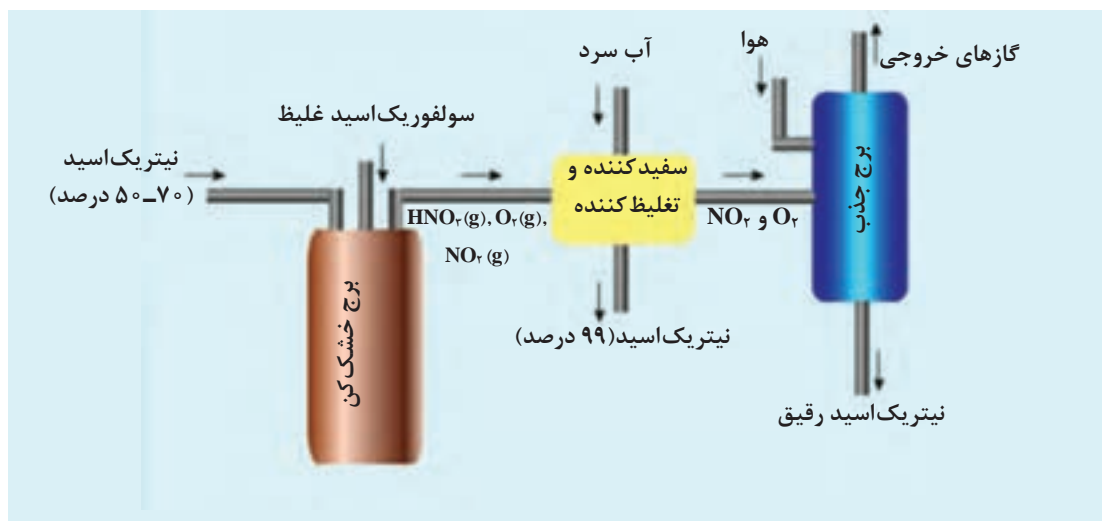
۱- Ostwald Process



فریدریش ویلهلم استوالد

فریدریش ویلهلم استوالد<sup>۱</sup> (۱۸۵۳-۱۹۳۲) یک شیمی دان آلمانی بود. او با ابداع فرایند تولید نیتریک اسید در سال ۱۹۰۲ اعتبار فراوانی کسب کرد. استوالد مطالعات زیادی در زمینه علم شیمی انجام داد و در سال ۱۹۰۹ جایزه نوبل شیمی را در زمینه شیمی، تعادل شیمیایی و سرعت واکنش دریافت کرد.

**تهیه نیتریک اسید با غلظت بالا:** نیتریک اسید غلیظ برای بسیاری از فرایندهای شیمیایی نیاز است. این اسید غلیظ را می توان از خشک کردن، بی رنگ کردن، متراکم کردن و جذب کردن نیتریک اسید رقیق تهیه کرد. در این روش، سولفوریک اسید غلیظ و نیتریک اسید رقیق به داخل یک استوانه خشک کننده بسته ریخته می شوند. بخار اسید حاصل، متراکم می شود و نیتریک اسید با غلظت ۹۸ تا ۹۹ درصد را تولید می کند (شکل ۹).



شکل ۹- تهیه نیتریک اسید غلیظ

نقش سولفوریک اسید در فرایند تولید نیتریک اسید غلیظ چیست؟



نکته ایمنی



نیتریک اسید و سولفوریک اسید از جمله خطرناک ترین اسیدهای شناخته شده هستند که اگر موارد ایمنی آن رعایت نشود، می تواند آسیب های جبران ناپذیری به بدن انسان وارد کند که از سوختگی تا مرگ را شامل می شود. در صورت تماس با پوست و چشم باعث سوزش، خارش و در غلظت های بالا باعث نابینایی می شود. در صورت تماس با چشم یا پوست باید موضع مورد نظر با آب فراوان شسته شود. تنفس بخارات و ذرات ریز این ماده سبب تحریک دستگاه تنفسی و در موارد شدیدتر خوردگی دندان ها و حتی منجر به مرگ می شود. قرار گرفتن در هوای آزاد تأثیرات حاصل از تنفس اسید را کاهش می دهد.

فیلم آموزشی



تولید آزمایشگاهی و صنعتی نیتریک اسید

## هیدروکلریک اسید

هیدروکلریک اسید یا جوهر نمک یک محلول شفاف، بی رنگ و با بویی بسیار تند و نافذ است که حاصل حل شدن گاز هیدروژن کلرید در آب است. این ماده یک اسید معدنی قوی با خاصیت خوردگی بسیار بالا است. به برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی هیدروکلریک اسید در جدول ۳ اشاره شده است.

جدول ۳- برخی از خواص هیدروکلریک اسید (۳۶٪)

HCl	فرمول شیمیایی
۳۶/۴۶	جرم مولکولی (g/mol)
مایع بی رنگ یا زرد کم رنگ و دارای بوی تند	شکل ظاهری
-۳۰	دمای ذوب (°C)
۶۱	دمای جوش (°C)
۱/۱۸	چگالی (g/cm <sup>۳</sup> )
به طور کامل محلول	حل پذیری در آب

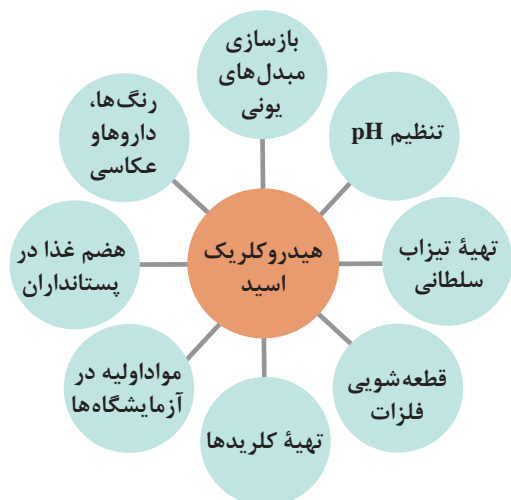
بیشتر بدانید



اسید معده یک مایع گوارشی اسیدی، رقیق و یکی از اجزای اصلی شیرۀ معده است که توسط سلول های موجود در پوشش معده تولید می شود. از جمله موادی که در اسید معده وجود دارد، هیدروکلریک اسید است. این اسید با فعال شدن آنزیم های گوارشی که زنجیره های طولانی اسید آمینه را تجزیه می کنند، نقش مهمی در هضم پروتئین ها دارد. از سوی دیگر هیدروکلریک اسید با از بین بردن باکتری هایی که با تغذیه وارد معده می شوند، بدن را از بیماری محافظت می کند و به این ترتیب به سامانه ایمنی بدن کمک می کند.



تولید آزمایشگاهی و صنعتی هیدروکلریک اسید

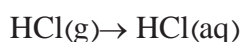
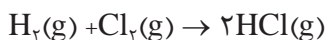


شکل ۱۰- نمایشی از کاربردهای هیدروکلریک اسید

### کاربردهای هیدروکلریک اسید:

هیدروکلریک اسید جزء مواد شیمیایی است که استفاده‌های صنعتی زیادی دارد. به برخی از کاربردهای مهم این اسید در شکل ۱۰ اشاره شده است.

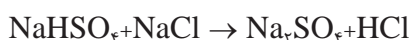
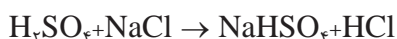
**تهیه هیدروکلریک اسید:** گازهای هیدروژن و کلر مواد اولیه برای تولید هیدروکلریک اسید هستند. در این شرایط گاز کلر می‌تواند با گاز هیدروژن ترکیب شود و گاز هیدروژن کلرید خالص تولید کند، گاز  $HCl$  آزاد شده با حل شدن در آب به هیدروکلریک اسید تبدیل می‌شود.



حل شدن گاز هیدروژن کلرید در آب

یکی دیگر از روش‌های تولید هیدروکلریک اسید استفاده از واکنش مانهایم<sup>۱</sup> است.

در این روش سولفوریک اسید (۹۸٪) و سدیم کلرید در یک واکنشگاه در دمای  $150^\circ C$  طی دو مرحله ترکیب می‌شوند.



گاز هیدروژن کلرید حاصل از قسمت بالایی واکنشگاه خارج می‌گردد و توسط لوله‌ها به برج‌های جذب آب هدایت می‌شود. جذب هیدروژن کلرید در آب به شدت گرم‌مازاست، گرمای آزاد شده با استفاده از برج‌های خنک‌کننده جذب می‌شود.

واکنشگاه مانهایم چه واکنشگاهی است؟

تحقیق کنید

۳



## فعالیت عملی ۳



### تولید هیدروکلریک اسید در آزمایشگاه

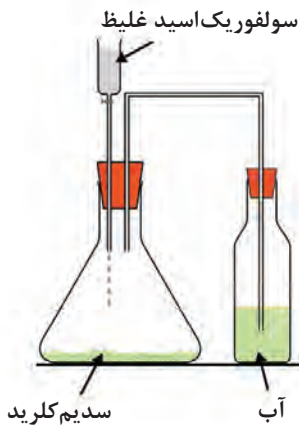
**مواد و وسایل لازم:** ترازو، ارلن، بشر، درپوش سوراخ دار، لوله پلاستیکی (شفاف) رابط، کاغذ pH، سدیم کلرید، سولفوریک اسید، آب مقطر.

نکته ایمنی



- واکنش زیر هود با قدرت مکش بالا انجام شود.
- استفاده از روپوش، دستکش و عینک آزمایشگاه الزامی است.

### روش کار:



شکل ۱۱- تهیه هیدروکلریک اسید

۱. ۱ گرم نمک سدیم کلرید را وزن کنید و داخل ارلن کاملاً خشک بریزید. در ظرف را با یک درپوش سوراخ دار بپوشانید. از یک سوراخ لوله پلاستیکی داخل یک ظرف آب بگذارید. سوراخ دیگر برای افزودن سولفوریک اسید است (برای انجام واکنش سامانه‌ای مانند آنچه در شکل ۱۱ نشان داده شده است، تهیه کنید).

۲. pH آب را اندازه‌گیری کنید.

۳. ۳ تا ۵ میلی لیتر سولفوریک اسید غلیظ را قطره‌قطره به ظرف واکنش اضافه کنید. به خروج حباب‌های گاز HCl به داخل ظرف آب دقت کنید.

۴. دوباره pH آب را اندازه‌گیری کنید.

۵. مشاهدات خود را یادداشت کنید.

تحقیق کنید

۴



نکات ایمنی



در نگهداری و کاربرد اسیدها باید به چند نکته توجه داشت:

۱. ظرف حاوی اسید باید در محل خشک، خنک و دور از آفتاب نگهداری شود.

۲. در ظرف حاوی اسید پس از هر بار استفاده باید محکم بسته شود.

۳. ظرف حاوی اسید باید از عوامل اکسایش، بازها، فلزات، منابع گرمایی و غذایی دور نگه داشته شود.

۴. واکنش اضافه کردن آب به اسید گرمازا است که می‌تواند منجر به آتش‌سوزی شود. بنابراین باید همیشه اسید را به آب اضافه کرد.

۵. محل نگهداری اسید باید مجهز به تجهیزات ضدآتش باشد.



## فعالیت عملی ۴



### بررسی اثر جوهرنمک بر روی جرم‌ها

وسایل و مواد لازم: جوهرنمک و سرامیک جرم‌دار

#### روش کار:

- ۱ با رعایت نکات ایمنی مقداری از جوهرنمک تجاری را روی جرم موجود در سرامیک‌ها بریزید.
- ۲ همین فعالیت را با هیدروکلریک‌اسید تولیدشده در فعالیت عملی ۳ انجام دهید و میزان جرم‌زدایی آنها را با هم مقایسه کنید.
- ۳ مشاهدات خود را یادداشت کنید.

## سدیم هیدروکسید

سدیم‌هیدروکسید با فرمول شیمیایی NaOH ماده معدنی جامد و سفیدرنگ با خاصیت خورندگی است که در اصطلاح عامیانه به سود سوزآور معروف است (شکل ۱۲). این ماده به خوبی در آب حل می‌شود و گرمای زیادی تولید می‌کند، محلول حاصل معمولاً بی‌رنگ و بی‌بو است. این ترکیب، در تماس با پوست، دارای اثر خورندگی است و هنگام استفاده باید نکته‌های ایمنی مورد توجه قرار گیرد.



حبه‌ای



پودری



پرک

شکل ۱۲- صورت‌های مختلف سود جامد

در جدول ۴، خواص فیزیکی و شیمیایی سدیم‌هیدروکسید خلاصه شده است.

جدول ۴- برخی از خواص سدیم‌هیدروکسید

NaOH	فرمول شیمیایی
۳۹/۹۹	جرم مولکولی (g/mol)
جامد سفیدرنگ	شکل ظاهری
۳۱۸	دمای ذوب (°C)
۱۳۸۸	دمای جوش (°C)
۲/۱۳	چگالی (g/cm <sup>۳</sup> )

**کاربرد سدیم هیدروکسید:** سدیم هیدروکسید، به عنوان یک باز قوی، یکی از مواد شیمیایی صنعتی بسیار مهم به شمار می رود که سالیانه حجم بسیار زیادی از آن در کشورهای مختلف تولید می شود. در زیر به برخی از کاربردهای مهم سدیم هیدروکسید اشاره شده است.

- تولید صابون و مواد شوینده و پاک کننده، این ترکیب بهترین ماده ضد چربی و ضد رسوب و شوینده در دنیای صنعت است. در کتاب های تخصصی سال های دهم و یازدهم صنایع شیمیایی، با این کاربردها آشنا شده اید.
- استفاده در صنعت کاغذسازی به منظور تجزیه چوب، تولید خمیر و سفید کردن الیاف قهوه ای رنگ
- استفاده در صنعت پتروشیمی و استخراج نفت به منظور خنثی سازی، چربی گیری و تصفیه محصولات نفتی
- ماده اولیه و واسطه برای تولید بسیاری از مواد شیمیایی (انواع ترکیبات آلی و معدنی)
- استفاده در صنایع فلزی و آبکاری، مانند حل کردن سنگ معدن آلومینیم در صنعت آلومینیم سازی

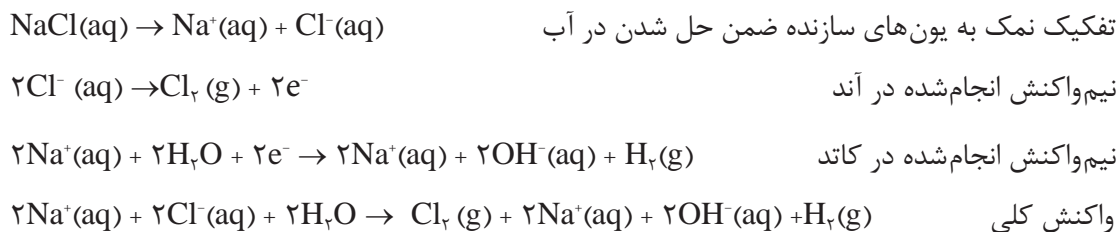
**تهیه سدیم هیدروکسید:** سدیم هیدروکسید از برقکافت (الکترولیز<sup>۱</sup>) سدیم کلرید (سنگ نمک) تولید می شود. معدن های زیادی از سدیم کلرید در جای جای جهان یافت می شود. بیشتر این معادن چندصد متر عمق دارند و رسوب های استخراج شده از آنها تقریباً خالص است (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- سنگ نمک موجود در معدن نمک سمنان

فرایند برقکافت محلول های سدیم کلرید که در صنعت به فرایند کلر-قلیایی یا کلر-آلکالی<sup>۲</sup> معروف است، در یکی از انواع سلول های الکترولیتی انجام می شود. در این فرایند از محلول آبی سدیم کلرید (آب نمک) به عنوان ماده اولیه استفاده می شود و گاز کلر، گاز هیدروژن و سود مایع به عنوان محصولات نهایی تولید می شوند. انواع مختلف سلول های الکترولیتی که به طور تجاری استفاده می شوند، عبارت اند از: روش غشایی<sup>۳</sup>، روش دیافراگم<sup>۴</sup> و روش جیوه ای<sup>۵</sup>. روش های الکترولیتی بر اساس واکنش های صفحه بعد پایه گذاری شده اند. غلظت و خلوص سدیم هیدروکسید تولید شده در هر فرایند متفاوت است.

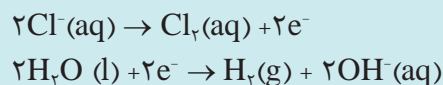
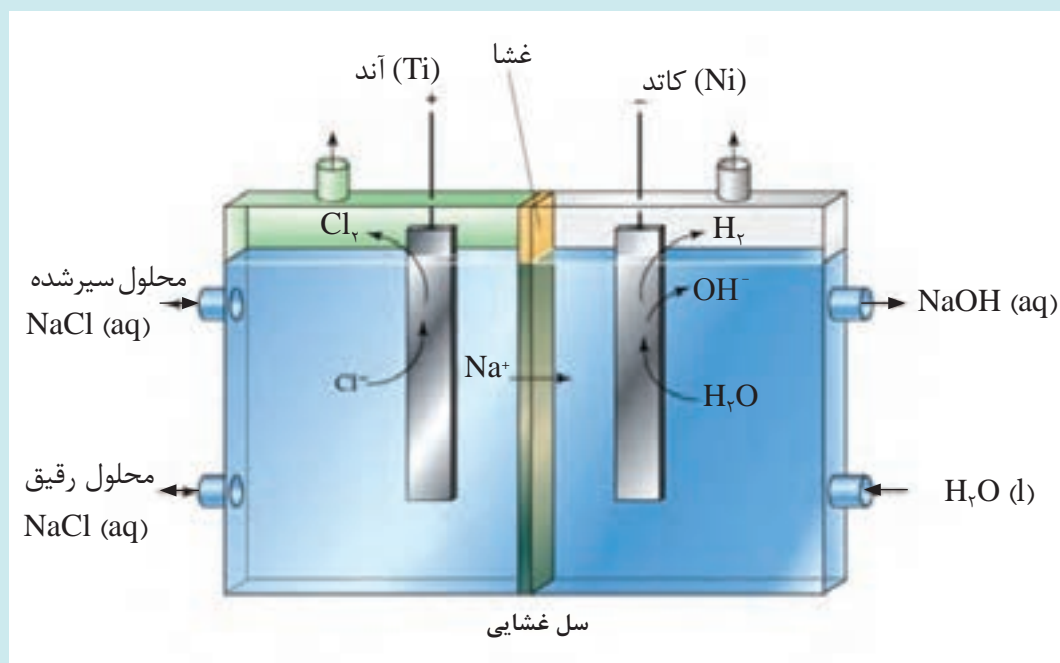
۱- Electrolysis  
۲- Chloralkali Process  
۳- Membrane Cell  
۴- Diaphragm Cell  
۵- Mercury Cell



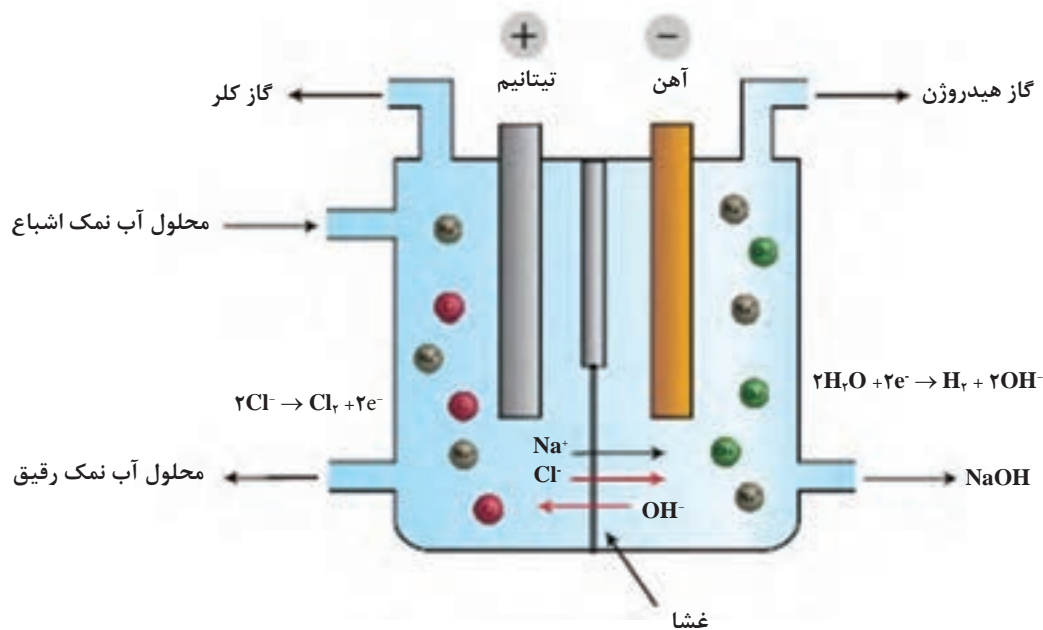
بیشتر بدانید



**روش غشایی:** در این روش، غشای به کاررفته انتخابی عمل می‌کند و فقط به یون‌های مثبت (سدیم) اجازه عبور می‌دهد و از واکنش سدیم هیدروکسید و هیدروژن با کلر جلوگیری می‌کند. با ورود آب نمک اشباع به محفظه آندی، یون‌های کلرید با از دست دادن الکترون به گاز کلر تبدیل می‌شوند. در ادامه با عبور کاتیون‌های سدیم و آب از غشا به سمت محفظه کاتدی، واکنش کاهش آب و تولید گاز هیدروژن و آنیون هیدروکسید در کاتد انجام می‌شود. آنیون هیدروکسید با کاتیون سدیم ترکیب می‌شوند و محلول سدیم هیدروکسید تولید می‌کند. نمونه‌ای از این سل در شکل زیر نشان داده شده است.



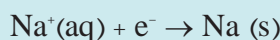
**روش دیافراگمی:** سل استفاده شده در این روش توسط یک صفحه دیافراگمی نفوذپذیر به دو بخش تقسیم می شود و مانع از عبور گازهای تولیدی در آند و کاتد می شود (شکل ۱۴). در روش دیافراگمی محلولی از آب نمک وارد محفظه آندی می گردد و با حذف الکترون از آنیون های کلر در آند، گاز کلر تولید می شود. با عبور محلول آب نمک از دیافراگم به سمت کاتد، گاز هیدروژن و آنیون هیدروکسید در کاتد تولید می شوند. کاتیون سدیم با عبور از دیافراگم وارد کاتد می گردد و محلولی از سدیم هیدروکسید تولید می شود. با عبور آنیون های کلر از دیافراگم، مقداری سدیم کلرید به همراه سدیم هیدروکسید تولید می شود. پس از تغلیظ این مخلوط از طریق تبخیر، محلولی حاوی ۵۰٪ سدیم هیدروکسید حاصل می شود.



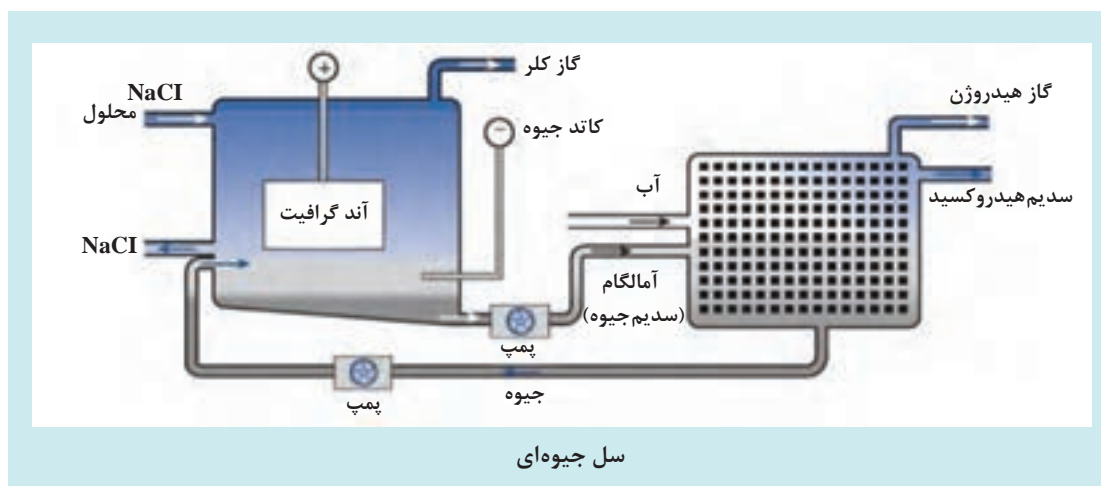
شکل ۱۴- سل دیافراگمی

**روش جیوه‌ای:** در فرایند سل جیوه‌ای، عنصر سدیم در کاتد که لایه نازکی از جریان فلز جیوه است، تشکیل می شود.

بیشتر بدانید



سدیم تولید شده با جریان جیوه مخلوط می شود و به صورت ملغمه (آمالگام) سدیم - جیوه از سلول خارج می شود. ملغمه مایع در محفظه تفکیک کننده و در حضور کاتالیزگر گرافیت با آب واکنش می دهد و سدیم هیدروکسید، گاز هیدروژن و جیوه تولید می کند. جیوه حاصل از تجزیه ملغمه به سل بازگردانده می شود و دوباره استفاده می شود. در الکترودهای آند که در فاصله چند میلی متری از سطح جیوه در محلول الکترولیت معلق هستند، واکنش اکسایش یون های کلرید و تولید گاز کلر انجام می شوند.



برای تولید سدیم هیدروکسید جامد از فرایند تغلیظ استفاده می‌شود. برای این منظور محلول سود تولید شده به مخزن‌های کوچک منتقل می‌گردد و روی سینی‌های نیکل سرریز می‌شود. در دماهای بالا غلظت سود به ۹۸٪ می‌رسد و در ادامه با استفاده از دستگاه خنک‌کننده و با سرمایش به ورقه‌های نازک پرک تبدیل می‌شود.

### تولید سدیم هیدروکسید با روش‌های مختلف

فیلم آموزشی



بیشتر بدانید



اولین واحد کلرآلکالی ایران در استان خوزستان با هدف تولید کلر مایع برای تصفیه آب نوشیدنی و سود برای صنایعی مثل کاغذسازی راه‌اندازی گردید. در این واحد سدیم کلرید مورد نیاز برای تولید سود در سل‌های جیوه‌ای، از تبخیر خورشیدی آب‌های خلیج فارس تأمین می‌شود. امروزه به علت مصرف بالای جیوه در مقایسه با واحدهای کلرآلکالی اروپا و مشکلات زیست محیطی ایجاد شده، این روش از مدار خارج شده است. این واحد صنعتی در نظر دارد، به منظور تولید بیشتر سدیم هیدروکسید و حفظ محیط زیست، با بهره‌گیری از فرایند غشایی، در مصرف انرژی صرفه‌جویی کند. منطقه ماهشهر و صنایع آلومینای جاجرم از مهم‌ترین مصرف‌کننده‌های این ماده هستند.



واحد کلرآلکالی پتروشیمی بندر امام خمینی

با بررسی مراجع علمی، سه روش تهیه سدیم هیدروکسید را از نظر خلوص سود تولیدی، محصولات جانبی، معایب و مزایا مقایسه کنید.

تحقیق کنید  
۵





استفاده از سدیم هیدروکسید در صنایع غذایی (شیرین کردن زیتون): کاشت و پرورش زیتون از گذشته در کشور ایران رایج بوده است. اغلب صاحبان درختان زیتون راغب هستند تا روش ساده‌ای را برای فراوری محصول به کار گیرند. اولین مرحله برای فراوری زیتون شیرین کردن آن است که با استفاده از محلول سود انجام می‌شود. دانه‌های زیتون پس از تلخی‌زدایی، چندین بار در آب شسته می‌شود و در انتها برای خنثی شدن باقی‌مانده احتمالی سود، از مخلوط آب و سرکه استفاده می‌شود.

## پتاسیم هیدروکسید

پتاسیم هیدروکسید یا پتاس، با فرمول شیمیایی KOH، یک ترکیب معدنی سفیدرنگ است که مانند سدیم هیدروکسید از قوی‌ترین بازها هستند. این ماده بیشتر به شکل پودر و حبه‌های سفیدرنگ تولید می‌شود و به فروش می‌رسد. پتاسیم هیدروکسید به شدت جذب‌کننده رطوبت است و به عنوان یک ماده خشک‌کننده در آزمایشگاه عمل می‌کند. این ماده نسبت به سدیم هیدروکسید بیشتر در آب حل می‌شود و طی یک واکنش شدید، گرمای زیادی تولید می‌کند. جدول ۵ نشان‌دهنده برخی خواص پتاسیم هیدروکسید است.

جدول ۵- برخی از خواص پتاسیم هیدروکسید

KOH	فرمول شیمیایی
۵۶/۱۱	جرم مولکولی (g/mol)
جامد سفید رنگ	شکل ظاهری
۳۶۰	دمای ذوب (°C)
۱۳۲۷	دمای جوش (°C)
۲/۱	چگالی (g/cm <sup>۳</sup> )

**کاربرد پتاسیم هیدروکسید:** پتاسیم هیدروکسید به دلیل خاصیت بازی قوی، کاربردهای فراوانی در صنایع مختلف دارد که در ادامه به آنها اشاره می‌شود.

- استفاده برای خنثی کردن قدرت اسیدی، تنظیم pH محلول‌ها و تعیین غلظت اسید در روش حجم‌سنجی
- تولید شامپو، صابون‌های مایع و شوینده‌هایی با کیفیت بالا. صابون‌های پتاسیم نرم‌تر و محلول‌تر از صابون‌های سدیم هستند؛ در نتیجه، صابون‌های مایع معمولاً صابون‌های پتاسیم هستند. در سال دهم این صابون‌ها را تهیه کردید.

- تولید باتری‌ها و سلول‌های سوختی. محلول آبی از پتاسیم هیدروکسید به عنوان الکترولیت در انواع باتری‌ها استفاده می‌شود.
- تهیه کودهای شیمیایی، به منظور تأمین منبع پتاسیم (یکی از سه غذای اصلی گیاهی) برای محصولات کشاورزی
- کمک به تجزیه بافت‌های نرم موجودات و موزدایی از پوست حیوانات
- تولید مواد شیمیایی (سایر ترکیبات پتاسیم)، رنگدانه‌ها و شیشه
- مصارف پزشکی و دارویی. پتاسیم هیدروکسید برای تشخیص عفونت‌های قارچی استفاده می‌شود.
- به عنوان ماده اولیه برای تهیه برخی مواد نگهدارنده در صنایع غذایی

## فعالیت عملی ۵



### اندازه‌گیری تغییر دمای حاصل از حل شدن سود و پتاس در آب

**وسایل و مواد لازم:** بشر، استوانه مدرج، دماسنج، همزن شیشه‌ای، سدیم هیدروکسید، پتاسیم هیدروکسید و آب مقطر.

### روش کار

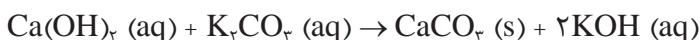
- ۱ با استفاده از یک استوانه مدرج، ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر در یک بشر بریزید و دمای آن را با استفاده از دماسنج یادداشت کنید.
- ۲ ۱ گرم سدیم هیدروکسید را وزن کنید و به بشر بیفزایید.
- ۳ در حالی که دماسنج در ظرف واکنش است، مخلوط واکنش را با احتیاط به هم بزنید تا سدیم هیدروکسید کاملاً حل شود. در تمامی مراحل دما را یادداشت کنید.
- ۴ تفاوت دمای اولیه و نهایی را محاسبه کنید.
- ۵ همین آزمایش را برای پتاسیم هیدروکسید انجام دهید.
- ۶ مشاهدات خود را یادداشت کنید.

تجزیه بال مرغ توسط سدیم هیدروکسید

فیلم آموزشی



**تهیه پتاسیم هیدروکسید:** در روش‌های قدیمی برای تولید پتاسیم هیدروکسید از واکنش کلسیم هیدروکسید با پتاسیم کربنات استفاده می‌شد. این واکنش در زیر نشان داده شده است.



محلول به دست آمده از این واکنش صاف می‌شود و کلسیم کربنات رسوب کرده جدا می‌شود. در ادامه، محلول به دست آمده تغلیظ می‌شود تا پتاسیم هیدروکسید جامد حاصل شود.



## تولید پتاسیم هیدروکسید در آزمایشگاه

**وسایل و مواد لازم:** استوانه مدرج، بشر، همزن شیشه‌ای، قیف، کاغذ صافی، ترازو، کلسیم هیدروکسید، پتاسیم کربنات و آب مقطر.

## روش کار:

- ۱ ۵/۰ گرم کلسیم هیدروکسید را وزن کنید و در ۳۰ میلی لیتر آب به خوبی هم بزنید و سپس صاف کنید. محلول زیر صافی حاوی کلسیم هیدروکسید محلول است.
  - ۲ به محلول کلسیم هیدروکسید، حدود ۱ گرم پتاسیم کربنات اضافه کنید و خوب هم بزنید.
  - ۳ رسوب تشکیل شده در ظرف را که کلسیم کربنات است، صاف کنید. محلول زیر صافی حاوی پتاسیم هیدروکسید است.
- مشاهدات خود را یادداشت کنید.

فیلم آموزشی



تولید پتاسیم هیدروکسید در آزمایشگاه و صنعت

در روش جدید برای تولید پتاسیم هیدروکسید، از برقکافت محلول‌های پتاسیم کلرید با استفاده از سل‌های جیوه‌ای و غشایی استفاده می‌شود. فرایند برقکافت پتاسیم کلرید مشابه فرایند برقکافت سدیم کلرید است ولی ولتاژ پیل آن کمی کمتر است.

نکته ایمنی



سدیم هیدروکسید و پتاسیم هیدروکسید به‌عنوان بازهای قوی و خورنده هستند که می‌توانند در پوست و بافت نفوذ کنند و آسیب‌های جدی برای انسان به دنبال داشته باشند. شدت جراحات به مدت زمان تماس مواد با اندام‌های بدن بستگی دارد. چشم، دستگاه تنفسی و پوست بیشتر در معرض آسیب هستند که در نتیجه آلوده شدن با مواد، فرد دچار سوزش، تاول، سوختگی، التهاب، تنگی نفس و سرفه‌های شدید می‌شود و در موارد شدیدتر، کاهش بینایی و یا کوری را به دنبال دارد. استفاده از آب و شست‌وشوی عضو آسیب‌دیده باعث کاهش تأثیرات مخرب سود و پتاس بر بدن می‌شود. استفاده از وسایل ایمنی مثل عینک آزمایشگاهی، روپوش و دستکش‌های مناسب مواد شیمیایی در هنگام کار با این مواد الزامی است.

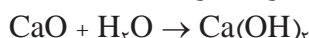


## کلسیم هیدروکسید

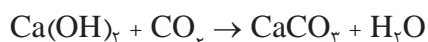


شکل ۱۵- پودر سفید کلسیم هیدروکسید

کلسیم هیدروکسید (شکل ۱۵) که با نام‌های آهک آب‌دار، شکفته و مرده نیز شناخته می‌شود، یک ماده معدنی با فرمول شیمیایی  $\text{Ca(OH)}_2$  است. این ماده از لحاظ فیزیکی به صورت بلورهای بی‌رنگ یا پودر سفیدرنگ وجود دارد و از واکنش شیمیایی بین کلسیم اکسید (آهک زنده  $\text{CaO}$ ) و آب تولید می‌شود. این واکنش با آزاد شدن گرما همراه است.



کلسیم هیدروکسید با جذب کربن دی‌اکسید به کلسیم کربنات تبدیل می‌شود.



حل‌پذیری کلسیم هیدروکسید در آب بسیار کم است؛ با این حال محلول حاصل که آب آهک نام دارد دارای خاصیت بازی است و قابلیت واکنش با محلول‌های اسیدی را دارد. با افزودن کلسیم هیدروکسید اضافی به آب آهک، مخلوطی متشکل از ذرات کلسیم هیدروکسید حاصل می‌شود (تعلیق) که شیر آهک یا دوغاب آهک نامیده می‌شود و یک محصول بسیار پرمصرف در صنعت ساختمان است.

### فعالیت عملی ۷



#### تهیه شیر آهک و آب آهک

**وسایل و مواد لازم:** بشر، همزن شیشه‌ای، قیف شیشه‌ای، کاغذ صافی، نی، کاغذ pH، کلسیم هیدروکسید، آب مقطر.

#### روش کار:

- ۱ ۱ گرم کلسیم هیدروکسید را در یک بشر شیشه‌ای تمیز بریزید.
- ۲ ۳۰ میلی‌لیتر آب به بشر اضافه کنید.
- ۳ مخلوط واکنش را به مدت ۳ الی ۴ دقیقه خوب به هم بزنید. (در صورت امکان از دستگاه همزن برقی استفاده کنید). این مخلوط شیر آهک است.
- ۴ پس از هم زدن صبر کنید رسوب موجود در ظرف واکنش ته‌نشین شود.
- ۵ محلول بالای بشر را به آرامی و با استفاده از کاغذ صافی، صاف کنید.
- ۶ pH محلول زیر صافی (آب آهک) را با استفاده از دستگاه pH متر یا کاغذ pH بررسی کنید.
- ۷ با استفاده از یک نی در داخل محلول بدمید.
- ۸ مشاهدات خود را یادداشت کنید و واکنش‌های شیمیایی صورت گرفته را بنویسید.

## کاربردهای کلسیم هیدروکسید

- تصفیه آب و فاضلاب، شفاف کردن آب با حذف ذرات ریز و تنظیم قدرت اسیدی آب
- استفاده در صنایع غذایی (تهیه قند از نیشکر به منظور تنظیم pH)
- استفاده در ساختمان سازی (تولید ملات و تهیه سیمان)
- استفاده در صنایع چرم (زدودن مو از روی پوست چرم)
- استفاده در صنایع فولاد (جدا کردن ناخالصی های آهن)
- استفاده در صنایع شیمیایی، پتروشیمی و نفت
- کنترل آلودگی هوا (با جذب گازهای سمی)

فیلم آموزشی

تهیه قند از چغندر قند



## فعالیت عملی ۸



### کاربرد کلسیم هیدروکسید در تهیه قند

وسایل و مواد لازم: چغندر قند یا نیشکر، ترازو، قیف شیشه‌ای، کاغذ صافی، کلسیم هیدروکسید و آب مقطر.

### روش کار:

- ۱ یک چغندر قند تهیه کنید و پس از شست و شو، آن را به خلال های باریک برش دهید.
- ۲ حدود ۲۰۰ گرم خلال را با استفاده از ترازو وزن کنید و به آن ۵۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید و مخلوط را تا  $70^{\circ}\text{C}$  گرما دهید. برای جلوگیری از تبخیر آب از درپوش استفاده کنید.
- ۳ پس از گذشت دست کم ۲۰ دقیقه و با تغییر رنگ محلول، آن را از تفاله های باقی مانده جدا کنید (شربت قند خام).
- ۴ شربت حاصل شده را به دو قسمت مساوی تقسیم کنید. به یکی از آنها مقداری شیر آهک اضافه کنید و به هم بزنید تا ناخالصی ها به صورت رسوب از محیط خارج شود. نمونه دیگر را به عنوان شاهد نگاه دارید.
- ۵ مشاهدات خود را یادداشت کنید.
- ۶ از این فعالیت چه نتیجه ای می گیرید؟

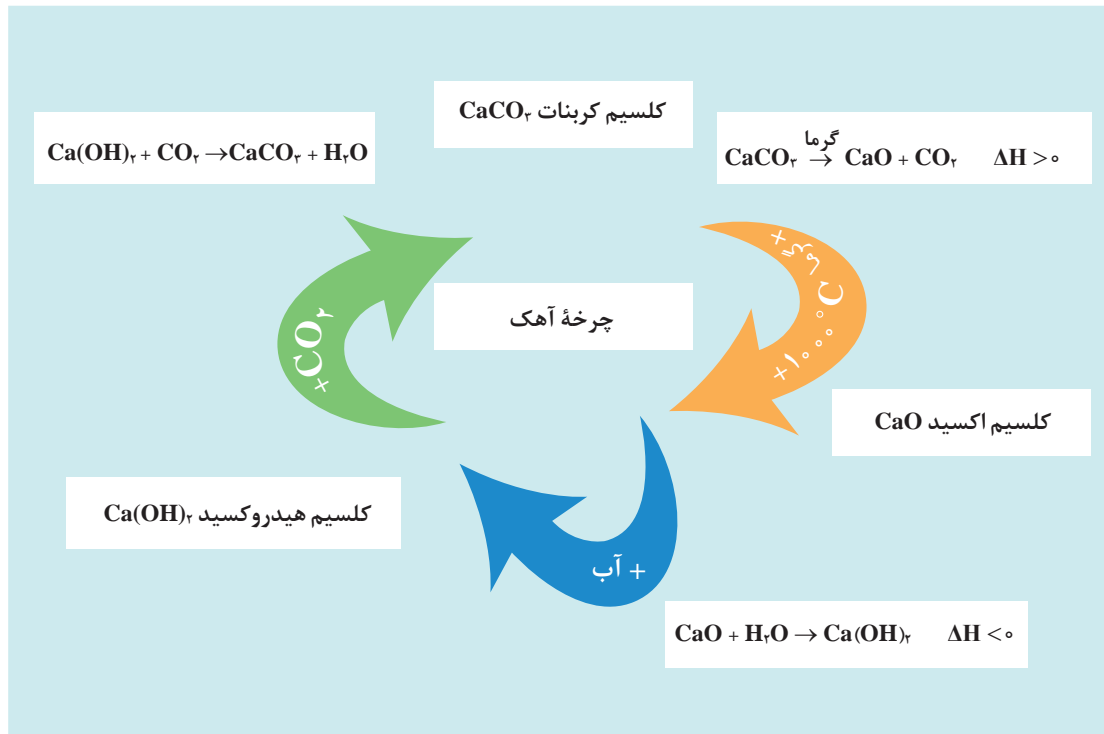
تحقیق کنید

۶

آهک چگونه می تواند باعث تصفیه هوا شود.



تهیه کلسیم هیدروکسید: ماده اولیه در تهیه کلسیم هیدروکسید، کلسیم اکسید است. این ماده اولیه از گرما دادن کلسیم کربنات (سنگ آهک) حاصل می شود. کلسیم اکسید تولید شده در ادامه با جذب آب به کلسیم هیدروکسید تبدیل می شود. این ماده با جذب کربن دیوکسید دوباره به کلسیم کربنات تبدیل می شود. این روند به چرخه آهک معروف است که به خوبی ماهیت و طبیعت علم شیمی است (شکل ۱۶).



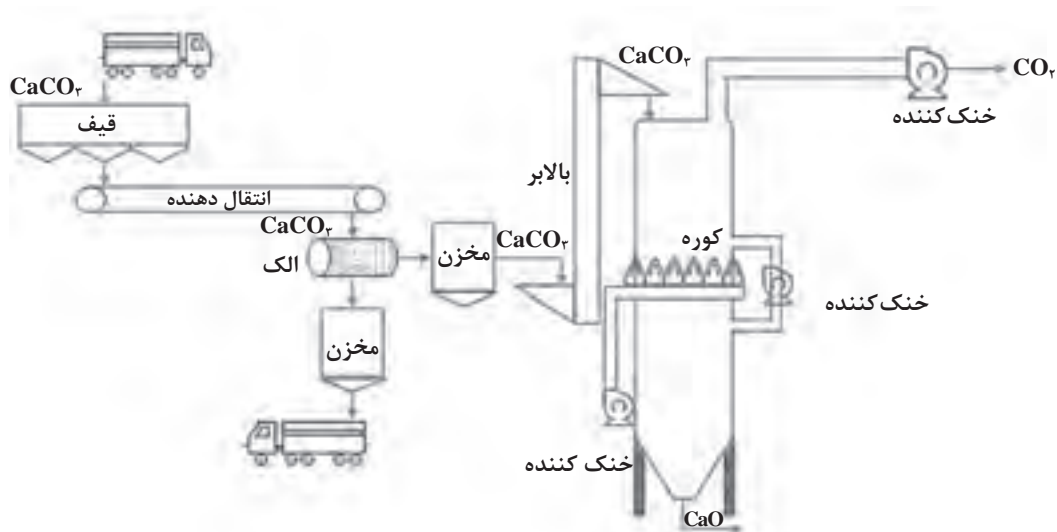
شکل ۱۶- چرخه آهک، سه ماده اصلی چرخه عبارتند از: کلسیم کربنات (سنگ آهک)، کلسیم اکسید (آهک زنده) و کلسیم هیدروکسید (آهک آب دار)

مراحل تولید کلسیم هیدروکسید عبارتند از:

**مرحله اول:** شکستن سنگ آهک استخراج شده از معدن توسط سنگ شکن

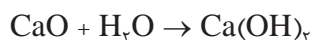
**مرحله دوم:** تجزیه گرمایی کلسیم کربنات در کوره هایی با دمای  $1000^{\circ}\text{C}$  و تولید کلسیم اکسید





شکل ۱۷- انتقال سنگ آهک به کوره و تجزیه گرمایی آن برای تولید کلسیم اکسید

مرحله سوم: آب زدن به آهک و انجام واکنش در دمای بالای  $150^{\circ}\text{C}$  و تولید کلسیم هیدروکسید



با استفاده از منابع علمی فرایند شکفته شدن آهک را بررسی کنید.

تحقیق کنید  
۷



تولید کلسیم هیدروکسید

فیلم آموزشی



فعالیت عملی ۹



تولید کلسیم هیدروکسید در آزمایشگاه

وسایل و مواد لازم: ترازو، بشر، همزن شیشه‌ای، قیف شیشه‌ای، کاغذ صافی، کلسیم کلرید، سدیم هیدروکسید، آب مقطر.

روش کار:

۱ گرم از کلسیم کلرید را وزن کنید و در یک بشر بریزید و به آن ۴۰ میلی لیتر آب اضافه کنید و خوب به هم بزنید تا محلول شفاف شود.

۲ ۰/۷ گرم سدیم هیدروکسید را پس از وزن کردن، در بشر دیگری بریزید و به آن ۱۵ میلی لیتر آب اضافه کنید و خوب هم بزنید تا محلول شفاف شود.

- ۳ محلول سدیم هیدروکسید را به آرامی به محلول کلسیم کلرید اضافه کنید و مخلوط را هم بزنید.
- ۴ رسوب حاصل را صاف کنید.
- ۵ مشاهدات خود را یادداشت کنید و واکنش صورت گرفته را بنویسید.

## فعالیت عملی ۱۰



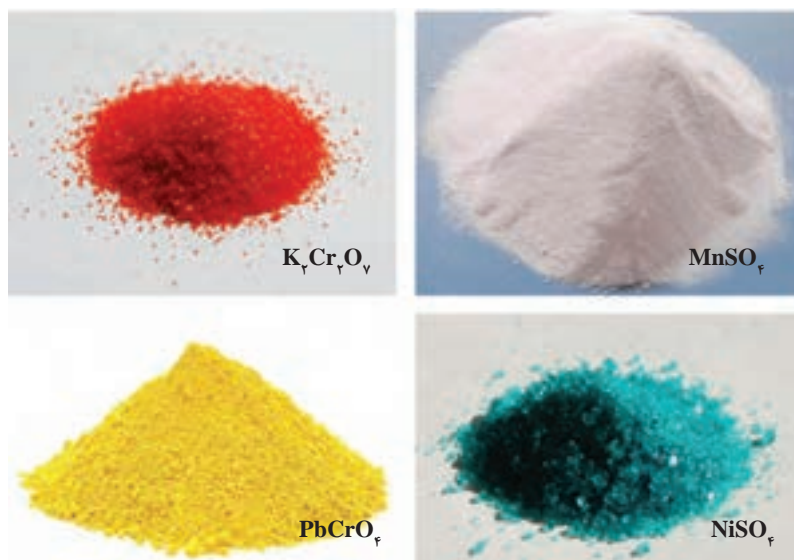
### بازدید از کارخانه‌های تولید باز

#### روش کار:

با هماهنگی مسئولان هنرستان خود از یکی از مجتمع‌های تولیدی انواع باز دیدن کنید و در پایان، گزارشی از آن ارائه دهید.

## نمک‌ها

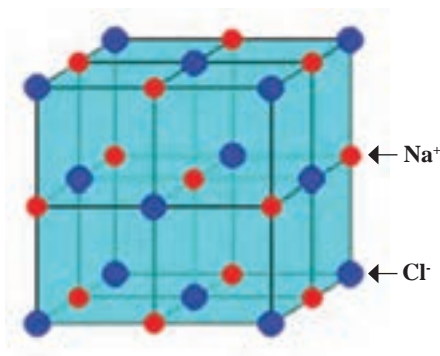
در علم شیمی نمک به موادی گفته می‌شود که از کاتیون‌ها (یون‌هایی با بار مثبت) و آنیون‌ها (یون‌هایی با بار منفی) تشکیل شده باشد؛ بنابراین محصول نهایی از نظر بار الکتریکی خنثی است. نمک‌ها اغلب از واکنش خنثی‌سازی بین اسید و باز حاصل می‌شود و خواص منحصر به فردی دارند که از جمله می‌توان به ساختار بلوری، دمای ذوب بالا و رسانایی جریان الکتریکی در حالت مذاب و حل‌پذیری اغلب آنها در آب اشاره کرد. نمک‌های شیمیایی دارای کاربردهای فراوانی در صنایع مختلف برای تولید مواد گوناگون هستند. بسیاری از نمک‌ها مانند سدیم بی‌کربنات (جوش شیرین) و سدیم کلرید (نمک طعام)، که شناخته‌شده‌ترین نمک‌ها هستند، در منزل یافت می‌شوند و در زندگی روزمره استفاده می‌شوند.



شکل ۱۸- برخی از نمک‌های شیمیایی (منگنز سولفات در تهیه کودهای شیمیایی، نیکل سولفات در آب کاری، سرب کرومات در تهیه رنگدانه‌ها و پتاسیم دی کرومات به عنوان واکنشگر شیمیایی کاربرد دارد).

## نمک سدیم کلرید

همان‌طور که در کتاب دانش فنی پایه سال دهم خود مطالعه کردید نمک طعام یا سدیم کلرید، با فرمول مولکولی NaCl، جامد یونی است که از یون‌های سدیم و کلرید با نسبت ۱:۱ تشکیل شده است. ساختار بلوری این نمک به صورت یک شبکه مکعبی و به گونه‌ای است که یون‌های منفی کلر که بزرگ‌تر هستند، در ساختار مکعب‌شکلی قرار گرفته‌اند؛ در حالی که یون‌های مثبت سدیم که کوچک‌ترند، فاصله بین آنها را پر می‌کنند (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- شبکه مکعبی نمک طعام

برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی سدیم کلرید در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶- برخی از خواص سدیم کلرید

NaCl	فرمول شیمیایی
۵۸/۴۴	جرم مولکولی (g/mol)
بلورهای بی‌رنگ و بی‌بو	شکل ظاهری (خالص)
۸۰۱	دمای ذوب (°C)
۱۴۶۱	دمای جوش (°C)
۲/۱۷	چگالی (g/cm <sup>۳</sup> )
۳۵۸	حل‌پذیری در آب (g/L)

نمک در ایران از هزاران سال پیش مورد استفاده قرار گرفته است. ایران از نظر ذخایر نمک بسیار غنی است. معدن‌های نمک در نواحی مختلف کشور دیده می‌شوند که اغلب به شکل کوه‌های نمکی هستند (شکل ۲۰) و گاهی رگه‌های ضخیم نمک در آنها به چند کیلومتر می‌رسد. امروزه معدن‌های نمک در استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، بوشهر، تهران، خراسان، خوزستان، زنجان، سمنان، فارس، قزوین، قم، کرمان، هرمزگان و یزد وجود دارد. تولید سالانه نمک در ایران بیش از سه و نیم میلیون تن است و با توجه به قرارگرفتن ایران در فهرست ۲۰ کشور اول تولیدکننده نمک، کشورمان یکی از قطب‌های اصلی تولید سنگ نمک در بازار جهانی به شمار می‌رود.



شکل ۲۰- کوه نمکی جاشک در استان بوشهر

گرمسار به عنوان یکی از شهرهای استان سمنان، دارای بهترین و وسیع‌ترین معدن‌های سنگ نمک در ایران است. از سالیان گذشته با توجه به موقعیت ممتاز جغرافیایی گنبد نمکی گرمسار و نزدیکی به تهران پژوهشگران و زمین‌شناسان متعددی را در این منطقه به خود جذب کرده است. به دلیل مرغوبیت و خلوص بالای سنگ نمک استخراج شده از معدن سنگ نمک گرمسار، از این نوع سنگ نمک در بازار جهانی، به عنوان یکی از



معدن‌های نمک گرمسار

بهترین سنگ نمک‌ها یاد می‌شود. معدن‌های نمک فراوانی در این منطقه وجود دارد که علاوه بر استخراج نمک، صادرات و تأمین درصد بالایی از نمک خوراکی کشور، به سبب زیبایی

بیشتر بدانید



طبیعی به‌عنوان مکانی برای بازدید گردشگران تبدیل شده است. زیبایی‌های ظاهری این معدن‌ها چشم هر بیننده‌ای را خیره می‌کند. شیارهای ایجادشده توسط شست‌وشوی باران، سقف و دیواره‌های طبیعی از نمک با معماری جالب، تونل‌ها و ستون‌های ایجادشده در اثر حفاری به‌همراه نورپردازی جلوه زیبایی ایجاد کرده است.



کارخانجات فراوری نمک

**کاربرد نمک سدیم کلرید:** نمک یکی از پرکاربردترین و مفیدترین مواد معدنی به‌دست‌آمده از طبیعت است که مصارف بسیار زیادی در زندگی بشر دارد. نمک‌ها بسته به نوع مصرف انواع گوناگونی دارند که از جمله آنها می‌توان به نمک‌های خوراکی و یددار، نمک‌های صنعتی و نمک دریا اشاره کرد. نمک‌های یددار که به‌منظور جبران کمبود عنصر ید در بدن مصرف می‌شود، معمولاً از افزودن ید به نمک خوراکی تصفیه‌شده با خلوص بالا حاصل می‌شوند. نمک صنعتی نمکی است که درجه خلوص آن کمتر از نمک خوراکی است و در صنایع مختلف استفاده می‌شوند. نمک دریا از تبخیر آب دریاها و دریاچه‌ها به‌دست می‌آید؛ از این رو هر عنصر مفید یا مضر که در دریا یا دریاچه وجود داشته باشد، در نمک حاصل نیز موجود است. از گذشته تا به امروز، به‌دلیل استفاده زیاد و ضروری نمک در برنامه غذایی، همواره مزه شور و مصرف خوراکی آن مدنظر است. اما جالب است که بدانید مصارف غذایی و خوراکی، درصد کمی از مصرف نمک را به خود اختصاص می‌دهد.



## تهیه نمک دریا

فیلم آموزشی



## فعالیت عملی ۱۱



### تعیین غلظت کلر در محلول سدیم کلرید

**وسایل و مواد لازم:** بورت، ارلن، پیپت، محلول سدیم کلرید، پتاسیم کرومات ۵ درصد، محلول نقره نیترات (۰/۱ مولار)

### روش کار:

- ۱ با استفاده از پیپت، ۲۵ میلی لیتر محلول سدیم کلرید در ارلن بریزید و به آن دو تا سه قطره شناساگر پتاسیم کرومات اضافه کنید.
- ۲ بورت را با محلول نقره نیترات پر کنید.
- ۳ ارلن را در زیر شیر بورت قرار دهید و در حال هم زدن، به آن محلول نقره نیترات اضافه کنید تا رسوب تشکیل شده به رنگ زرد تیره تبدیل شود.
- ۴ با استفاده از رابطه  $N_1 V_1 = N_2 V_2$ ، نرمالیه یون های کلر را حساب کنید.
- ۵ آزمایش حجم سنجی را ۳ بار تکرار کنید و از نتایج حاصل میانگین بگیرید.

## تشخیص ید در نمک طعام

فیلم آموزشی



صنایع شیمیایی بزرگ ترین مصرف کننده نمک هستند. بیشترین استفاده از نمک سدیم کلرید برای تولید مواد مهمی مانند گاز کلر، سدیم هیدروکسید و سدیم کربنات است که خود مواد اولیه بسیاری از صنایع هستند. مصارف خانگی نمک از جمله مصارف خوراکی و نظافتی از شناخته شده ترین کاربردهای نمک سدیم کلرید است. محلول آب نمک به عنوان یک تسکین دهنده گلودرد، میکروب کش و دهان شویه استفاده می شود.

سازمان بهداشت جهانی میزان استاندارد مصرف نمک را برای هر فرد ۳-۵ گرم در روز عنوان کرده است.

نکته  
بهداشتی



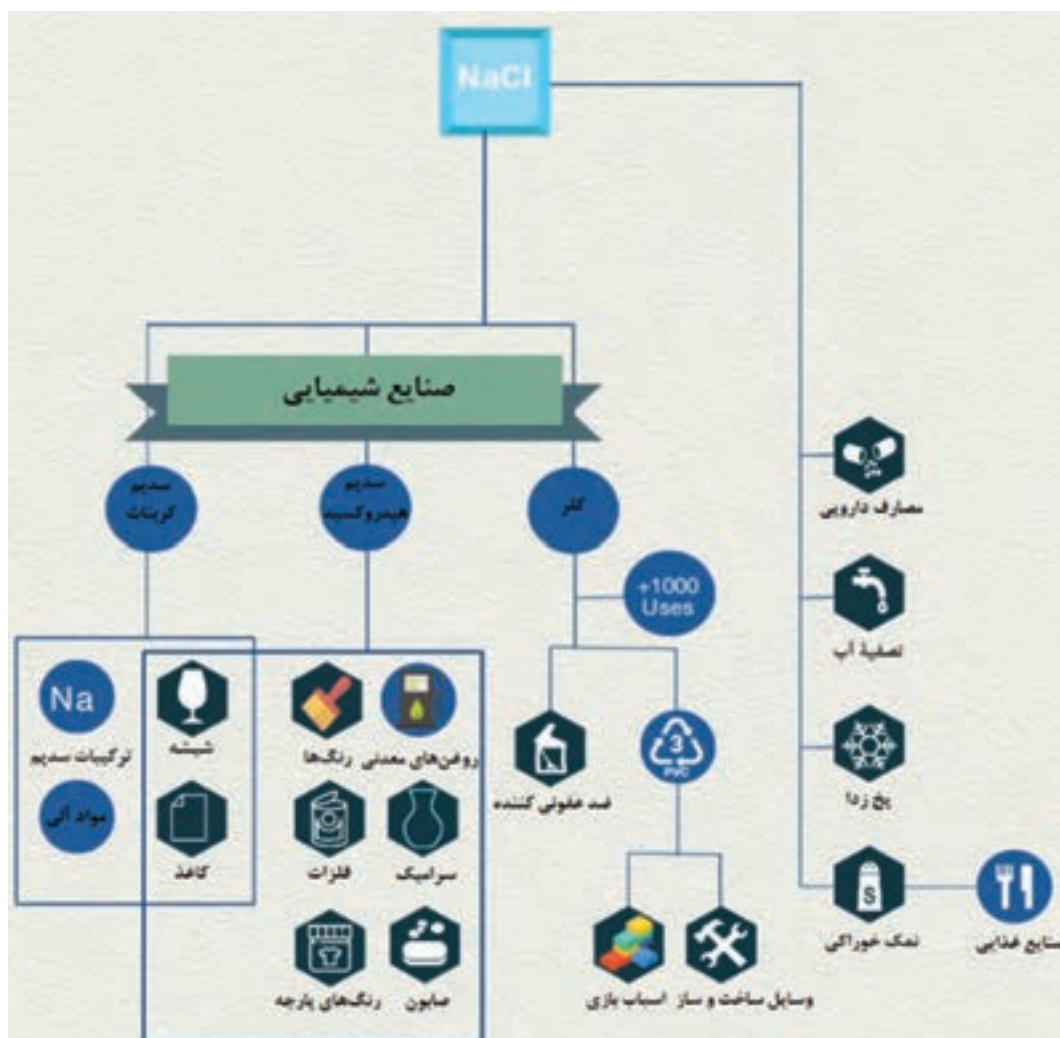
آماری از مصرف نمک سدیم کلرید در ایران تهیه کنید.

تحقیق کنید  
۸



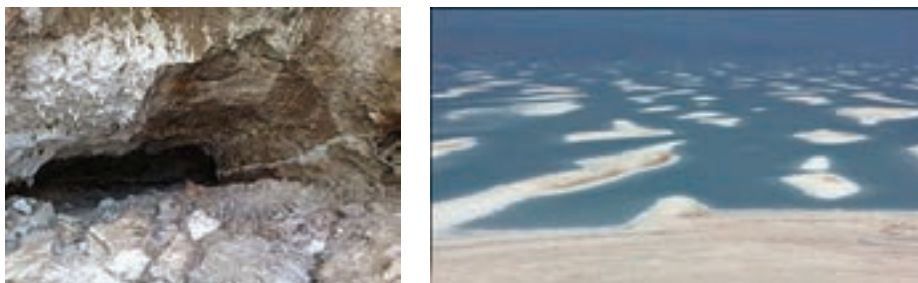


میزان مصرف روزانه نمک سدیم کلرید خود و خانواده را در یک بازه ۷ روزه اندازه‌گیری کنید. برخی از کاربردهای نمک سدیم کلرید در شکل ۲۱ نشان داده شده است.



شکل ۲۱- برخی از کاربردهای نمک طعام

**تهیه نمک سدیم کلرید:** معدن‌های تأمین نمک سدیم کلرید که به عنوان یک ماده ضروری در زندگی موجودات کره زمین شناخته شده است، آب‌های شور (ذخایر آبی) و معادن نمک (ذخایر سنگی) هستند (شکل ۲۲). آب‌های شور که برای استخراج نمک استفاده می‌شوند، به صورت محدود (دریاچه ارومیه) و یا دریاچه‌های آزاد هستند. نمک به دست آمده از دریا به صورت دانه‌های ریز و نمک معدن به صورت کلوخه است. روش‌های متداول استخراج نمک از منابع موجود، تبخیر، بهره‌برداری از معدن سنگ نمک و گنبد‌های نمکی داخل زمین است.



شکل ۲۲- ذخایر آبی نمک (سمت راست، دریاچه ارومیه)، معدن نمک (غار نمکدان در جزیره قشم)

فیلم آموزشی



- ۱ مستند نمک طعام
- ۲ آزمایش تشکیل سدیم کلرید
- ۳ تشکیل سدیم کلرید

تحقیق کنید

۹



در رابطه با انواع نمک‌های موجود در دریاچه ارومیه تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه کنید.

برخی از مهم‌ترین نمک‌های معدنی و کاربردهای آنها در جدول ۷ آمده است.

### جدول ۷- کاربرد برخی از نمک‌های معدنی مهم

کاربرد	نام
تهیه شیشه	سدیم سولفات
تهیه شیشه، الیاف، پاک‌کننده‌های قلیایی، کاغذسازی	سدیم کربنات
عکاسی	سدیم سولفیت، سدیم تیوسولفات، سدیم سولفید
تهیه کودهای شیمیایی	نمک‌های سولفات، فسفات، نیترات
تهیه کودهای شیمیایی، مواد منفجره	پتاسیم کلرید
تهیه صنعتی رنگ‌ها، الیاف صنعتی، پلاستیک‌ها، شوینده‌ها	سدیم و پتاسیم دی‌کرومات، سدیم فلئورید
صنایع غذایی، شوینده‌ها	سدیم بی‌کربنات
عکاسی، مصارف دارویی	سدیم و پتاسیم برمید



چرا نقطه ذوب نمک‌ها بالا است؟

## استخراج فلزات

کانی‌ها جامدات طبیعی با ساختار بلوری هستند که خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند. تجمع کانی‌ها باعث پیدایش سنگ‌ها می‌شود. کانی‌ها از نظر ترکیب شیمیایی، شکل ظاهری، رنگ و اندازه با هم متفاوت هستند و ممکن است از یک یا ترکیب چند نوع عنصر تشکیل شده باشند. کانی طلا، که البته کمتر به صورت خالص یافت می‌شود، از یک عنصر تشکیل شده است؛ در حالی که کانی کوارتز، ترکیبی از سیلیسیم و اکسیژن است. کانی‌ها کاربردهای فراوانی دارند و زمین‌شناسان از کانی‌ها برای مطالعه گذشته زمین استفاده می‌کنند. برخی از کانی‌ها به علت دارا بودن رنگ، جلا و سختی بالا بسیار زیبا هستند و از آنها به عنوان جواهر استفاده می‌شود. برخی کانی‌ها حاوی عنصرهای معدنی ارزشمندی هستند. اهمیت این نوع از کانی‌ها به دلیل عنصرهای فلزی و مواد معدنی قابل استخراجی است که در ساختار آنها وجود دارد. امروزه کانی‌های مختلفی شناخته شده است که البته اهمیت آنها با توجه به قابلیت بهره‌برداری و استخراج عنصرهای موجود در کانی، یکسان نیست.

استخراج معدن به دو روش روباز و زیرزمینی انجام می‌شود. روش روباز برای استخراج معدن‌هایی است که در سطح و یا نزدیک سطح زمین قرار گرفته‌اند. در این روش، حفاری به صورت پلکانی است و تا عمقی از ذخیره معدنی که عملیات اقتصادی باشد، ادامه پیدا می‌کند (شکل ۲۳).



شکل ۲۳- چاله‌های پلکانی در یک معدن روباز



در مواردی که مواد معدنی در نزدیکی سطح زمین نباشند، فرایند استخراج به شیوه زیرزمینی انجام می‌گیرد. (شکل ۲۴).



شکل ۲۴- معدن زیرزمینی

پس از عملیات معدن کاری، سنگ‌های استخراج شده تحت فرایند فراوری قرار می‌گیرند و کانی‌های معدنی و با ارزش از سنگ‌های باطله جدا می‌شوند. در نتیجه عملیات فراوری، کانی‌های مورد نظر تغلیظ می‌شوند و برای عملیات متالورژی استخراجی آماده می‌شوند. متالورژی، علم جداسازی مواد معدنی از سنگ معدن، ذوب و استخراج کانی فراوری شده، تصفیه، بهبود خواص و تهیه آلیاژها، کار بر روی فلزات، شکل دادن آنها و محافظت از محصولات فلزی در برابر آسیب و خوردگی است.

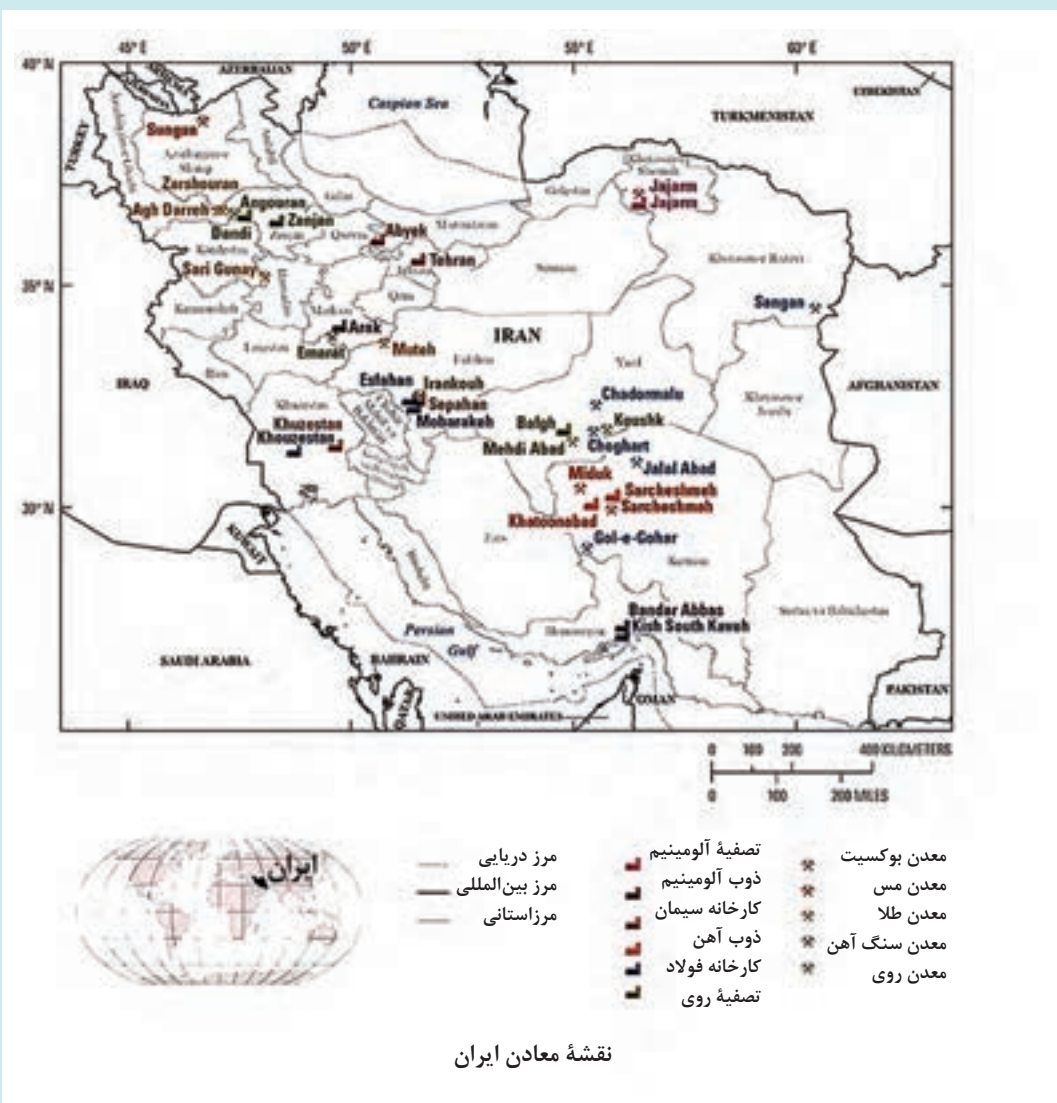


بازدید از یکی از موزه‌های زمین شناسی و آشنایی با انواع سنگ‌ها و کانی‌ها

بیشتر بدانید



کشورمان به عنوان یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان مواد معدنی جهان در میان ۱۵ کشور برتر جهان قرار دارد و بیشتر مواد معدنی در ایران یافت می‌شوند. در سال ۲۰۱۴ حدود ۳۷ میلیارد تن ذخایر اثبات شده است و بیشتر از ۵۷ میلیارد تن ذخایر بالقوه تخمین زده شده است. مهم‌ترین معدن‌ها در ایران عبارت‌اند از: زغال‌سنگ، مواد معدنی فلزی، شن و ماسه، مواد معدنی شیمیایی و نمک.



**معادن مس:** مناطق مختلفی از ایران دارای سنگ‌های معدنی حاوی مس هستند که بیشتر آنها از درصد بالایی از مس خالص برخوردارند. یافته‌های باستان‌شناسی کشف‌شده در سیلک (ناحیه کاشان در استان اصفهان) نشان می‌دهد که ایران از اولین مکان‌های استخراج مس بوده است. بزرگ‌ترین کمر بند مس شناخته‌شده در ایران، کمر بند قلعه دختر ارومیه است. یکی از معادن اصلی مس، مس سرچشمه است که در جنوب شهرستان رفسنجان واقع شده است. از دیگر معادن مس می‌توان به معدن مس سونگون ورزقان، میدوک کرمان و مزرعه اهر اشاره کرد. در کنار محصول اصلی این معادن، فلزات مولیبدن، نقره و طلا نیز به عنوان محصول فرعی استخراج می‌شوند.

**معادن آهن:** کانسارهای<sup>۱</sup> آهن منحصر به دوره خاصی از تاریخ زمین‌ساختی ایران نیستند و تقریباً با فعالیت‌های زمین‌ساختی، کانی‌سازی آهن رخ داده است. در ایران بیش از چندین توده معدنی سنگ آهن شناخته شده است که تنها برخی از آنها مطالعه شده‌اند که از جمله آنها می‌توان به معدن گل‌گهر سیرجان، چغارت بافق یزد و چادرملو اشاره کرد. معدن سنگ آهن گل‌گهر در شهرستان سیرجان با ذخیره احتمالی در حدود یک میلیارد تن و ذخیره قطعی بیش از ۲۰۰ میلیون تن، بزرگ‌ترین معدن شناخته‌شده سنگ آهن غرب آسیا به حساب می‌آید.

**معادن سرب و روی:** معادن سرب و روی ایران، درون چند کمر بند مهم واقع شده‌اند. کانی‌سازی سرب و روی در ایران بسیار متنوع و گسترده است. حدود ۳ درصد ذخایر جهانی سرب و روی در مهم‌ترین معادن ایران قرار دارد. مهم‌ترین کانسارهای سرب ایران عبارت‌اند از: معدن سرب و روی انگوران، معدن سرب و روی ایرانکوه و معدن سرب و روی کوشک (واقع در شمال شرق شهرستان بافق در استان یزد).

## استخراج آهن از سنگ معدن

آهن یک عنصر فلزی با نماد شیمیایی Fe و عدد اتمی ۲۶ است که در جدول تناوبی در نخستین دوره فلزهای واسطه جای دارد. آهن خالص سطوح صاف و نقره‌ای براق مایل به رنگ خاکستری دارد که در اثر ترکیب با اکسیژن هوا، به رنگ قرمز یا قهوه‌ای (زنگ آهن) درمی‌آید.

در تاریخ به‌طور دقیق ثبت نشده که بشر در چه زمانی و چگونه به‌وجود آهن پی برده است. با پیشرفت بشر و ساختن کوره‌های بلند با توانایی ایجاد دمایی بالاتر از ۱۰۰۰ درجه سلسیوس، آهن به شکل چدن تولید شد. در عصر صنعت و به دنبال اختراعاتی که منجر به انقلاب صنعتی در اروپا شد، پیشرفت‌های زیادی در تهیه آهن و آلیاژهای آن صورت گرفت.

۱- کانسار یا معدن بخشی از پوسته زمین است که تحت هر شرایط خاص زمین‌شناسی ماده معینی در آن متمرکز شده است که از نظر اقتصادی اهمیت دارد.



با استفاده از منابع معتبر جدول زیر را کامل کنید.  
برخی از خواص آهن

	نماد شیمیایی
	جرم اتمی استاندارد ( $\text{g.mol}^{-1}$ )
	حالت فیزیکی
	دمای ذوب ( $^{\circ}\text{C}$ )
	دمای جوش ( $^{\circ}\text{C}$ )



ساخته‌های آهنی برای اولین بار در ایران در عصر آهن (۱۲۰۰-۱۴۵۰ پیش از میلاد) به وجود آمده است. از یافته‌های این دوران می‌توان به کشف یک حلقه آهنی در محوطه باستانی حسنلو و یک خنجر در تپه گیان (غرب کشور) اشاره کرد. یافته‌های آهنی مربوط به سال‌های ۸۰۰-۱۲۰۰ پیش از میلاد در منطقه حسنلو به طرز چشمگیری افزایش یافته است (وسایلی مانند: پیکان، سرنیزه، سنجاق، عصای کوچک دستی، دکمه تزئینی، دستبند و سر گرز). علاوه بر منطقه حسنلو، در نقاط دیگر ایران، از جمله لرستان، اشیای آهنی متعددی کشف شده است که شمشیرهای آهنی تزئین شده از نمونه‌های کم‌نظیر آن است.



یافته‌هایی از جنس برنز و آهن در تپه حسنلو

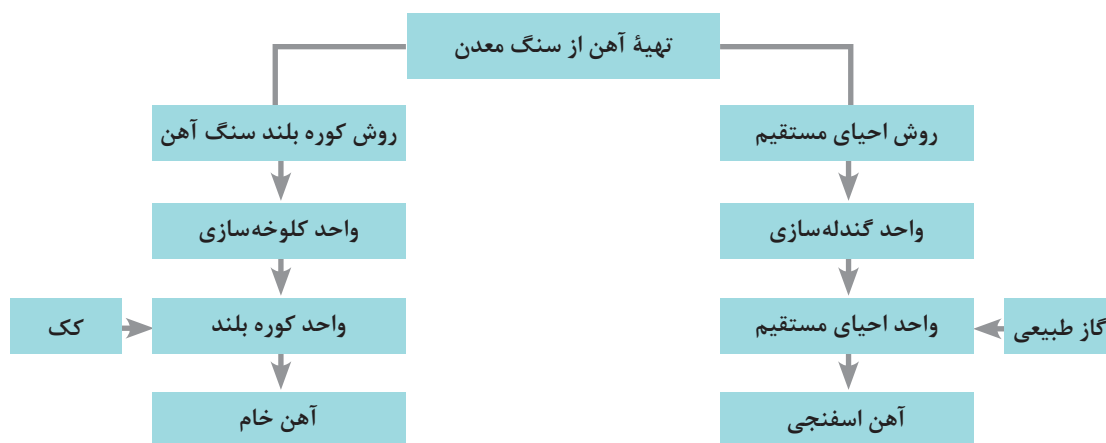


استخراج آهن از سنگ معدن آن صورت می‌گیرد. اغلب مواد اولیه و سنگ‌های معدن آهن در طبیعت به شکل اکسید یافت می‌شوند که علاوه بر قسمت‌های فلزی، مقداری ناخالصی به همراه دارند. ناخالصی‌ها بیشتر شامل سیلیسیم‌اکسید ( $\text{SiO}_2$ )، آلومینیم‌اکسید ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) و اکسیدهای فلزات قلیایی خاکی، گوگرد و ترکیبات فسفردار است. انواع مختلفی از سنگ آهن در طبیعت یافت می‌شود که مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین آنها در جدول ۸ نشان داده شده است.

جدول ۸- اصلی‌ترین کانی‌های حاوی آهن

نام کانی	فرمول شیمیایی	درصد حدودی آهن در کانی
ماگنتیت <sup>۱</sup>	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	۷۲
هماتیت <sup>۲</sup>	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	۷۰
لیمونیت <sup>۳</sup>	$\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$	۶۰-۶۵
سیدریت <sup>۴</sup>	$\text{FeCO}_3$	۴۸

استخراج آهن از سنگ معدن‌های آن طی فرایندهای فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و در شرایط ویژه‌ای به دو روش مستقیم و غیرمستقیم صورت می‌گیرد که در شکل ۲۵ نشان داده شده است.

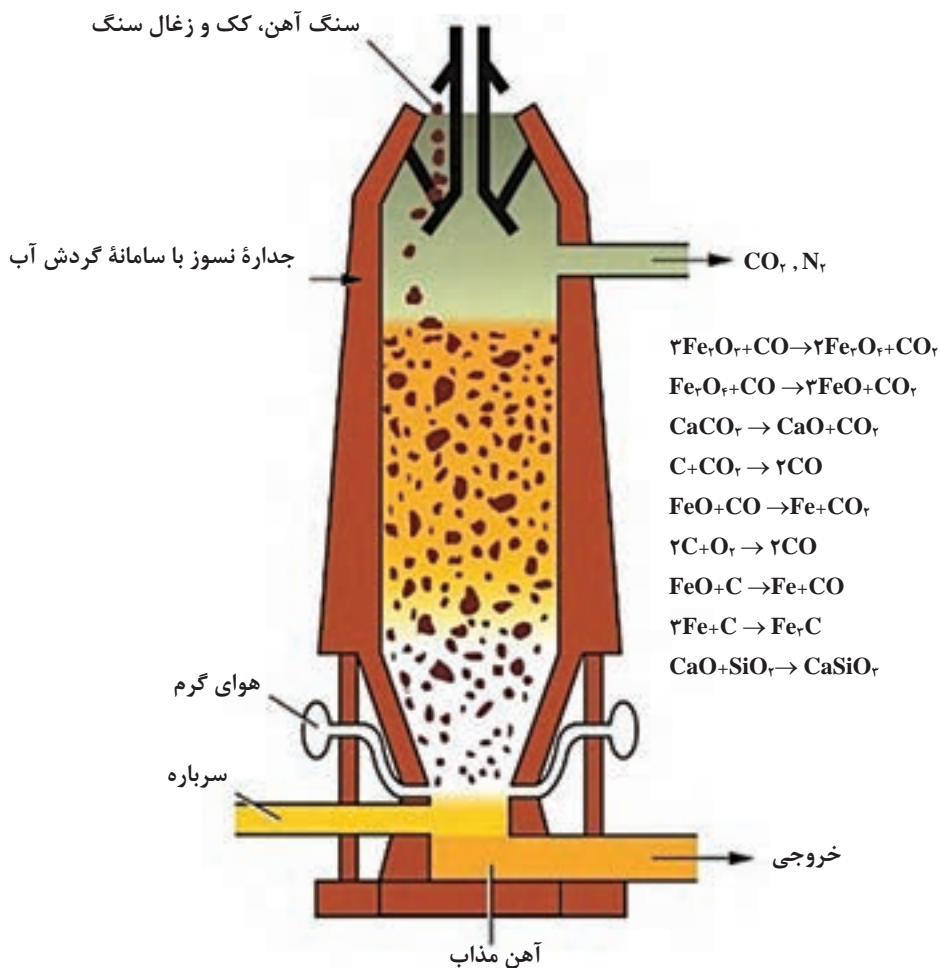


شکل ۲۵- روش‌های استخراج آهن از سنگ معدن

- ۱- Magnetite
- ۲- Hematite
- ۳- Limonite
- ۴- Siderite

استخراج آهن به روش غیرمستقیم: برای تهیه آهن خام به روش غیرمستقیم، از کوره بلند استفاده می‌شود. در گام نخست، کانی استخراج‌شده از معدن، خرد و آسیاب می‌شود و سپس ناخالصی‌های غیرفلزی آن جدا می‌شوند. پودر سنگ معدن به دست آمده که غنی از آهن است، خشک می‌گردد و سپس برای استخراج آهن، به کوره بلند منتقل می‌شود.

کوره بلند برای احیای سنگ آهن و حذف اکسیژن موجود در سنگ آهن استفاده می‌شود. کوره بلند با ارتفاعی بین ۳۰ تا ۸۰ متر، ساختاری مخروطی شکل با بدنه‌ای از جنس فولاد است که قسمت‌های داخلی با مواد نسوز پوشیده شده است. جریان آب موجود در جداره کوره سبب خنکی آن می‌شود (شکل ۲۶).



شکل ۲۶- کوره بلند ذوب آهن

درباره مراحل تولید آهن در کوره‌های بلند تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید  
۱۲

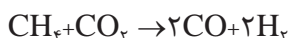


**استخراج آهن به روش مستقیم:** امروزه در فناوری جدید در تولید آهن خام، از کوره بلند و کک صرف نظر می کنند و از روش های مستقیم سنگ معدن آهن با استفاده از گاز طبیعی استفاده می شود. این روش در کشورهایی با منابع غنی گاز طبیعی، مانند ایران، بسیار مورد توجه است.

تولید آهن با فناوری مستقیم به روش های مختلف انجام می گیرد که از جمله مهم ترین آنها که در ایران استفاده می شود روش مستقیم میدرکس<sup>۱</sup> (شرکت فولاد مبارکه) و روش مستقیم پرد<sup>۲</sup> (فولاد بافت استان کرمان) هستند. در کارخانجاتی که آهن به روش مستقیم تولید می شود، بخش های متفاوتی وجود دارد که در زیر به مهم ترین آنها اشاره می شود:

**واحد گندله سازی<sup>۳</sup>:** گندله به گلوله های تولید شده از نرمه سنگ آهن و سایر مواد افزودنی که نخست خام و سپس پخته شده است، گفته می شود و گندله سازی یکی از روش های تبدیل ذرات نرم مواد اولیه به توده ای متراکم است. در روش احیای مستقیم، تهیه گندله به عنوان ماده اولیه برای تولید آهن خام است و اندازه گندله های تولید شده ۵ تا ۲۵ میلی متر است.

**واحد احیای مستقیم:** در این روش اساس احیا، گازهایی هستند که میل ترکیبی بالایی با اکسیژن موجود در سنگ آهن دارند و بدون نیاز به ذوب سنگ آهن، اکسیژن آن را حذف کرده و آهن اسفنجی تولید می کنند. آهن اسفنجی به شکل قطعات کروی متخلخل یا اسفنج گونه است که در ساختار شیمیایی آن اکسید آهن به آهن احیا شده است. در روش میدرکس در اثر واکنش کربن دیوکسید با گاز طبیعی در حضور کاتالیزگر و گرمای بالا، گازهای احیاکننده هیدروژن و کربن مونوکسید تولید می شوند:



در ادامه سنگ معدن آهن با واکنش های زیر به آهن خام احیا می شود.

عامل احیاکننده گاز $\text{H}_2$	عامل احیاکننده گاز $\text{CO}$
$2\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$	$2\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_4 + \text{CO}_2$
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow 2\text{FeO} + \text{CO}_2$
$\text{FeO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$

در انتهای کوره، آهن اسفنجی با درصد خلوصی بین ۹۲ تا ۹۶ درصد تولید می شود. بخشی از گازهای احیاشده خروجی پس از تصفیه به همراه گاز طبیعی دوباره وارد کوره می شوند و مورد استفاده قرار می گیرند. استفاده از این روش با استفاده از گاز طبیعی به جای کک، علاوه بر کاهش هزینه ها و افزایش سرعت تولید، کاهش آلودگی های زیست محیطی را به همراه دارد.

۱- Midrex

۲- PERED

۳- گندله در لغت به معنای گرد، مدور و گلوله شده است : Pelletizing

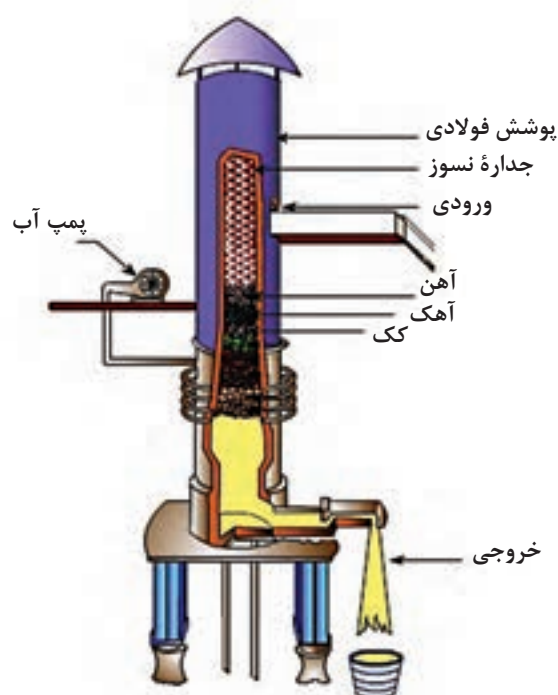


۱ در رابطه با روش‌های جدید تولید مستقیم آهن تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.  
۲ دلیل استفاده از مواد گداز‌آور در کوره بلند چیست؟

## استخراج آهن

**آلیاژهای آهن:** به‌طور کلی منظور از آلیاژ مخلوط فلزی متشکل از یک فلز اصلی (فلز پایه) به‌همراه یک یا چند عنصر فلزی یا غیرفلزی است. برای مثال چدن و فولاد آلیاژهایی از آهن و کربن هستند و برای عملیات مکانیکی (آهن‌گری و پرس‌کاری) مناسب‌اند.

چدن آلیاژی از آهن است که حدود ۲ تا ۴ درصد کربن و ۱ تا ۳ درصد سیلیسیم داشته باشد و به‌عنوان آلیاژی سه‌گانه شناخته می‌شود. عناصر آلیاژی برای بهبود کیفیت چدن برای مصارف ویژه به آن افزوده می‌شود. چدن‌ها معمولاً از طریق ریخته‌گری<sup>۲</sup> تولید می‌شوند. در فرایند ریخته‌گری، آهن خام در کوره‌هایی موسوم به کوره کوپل<sup>۳</sup> ذوب و ناخالصی‌های موجود در آن (مانند گوگرد و فسفر) حذف می‌شود و عناصری مانند کربن و سیلیسیم با درصدهای مناسب به آن افزوده می‌شود.



شکل ۲۷- کوره کوپل

۱- Alloy

۲- ریخته‌گری عبارت است از گداختن دوباره آهن خام در کوره و ریختن مایع گداخته در قالب

۳- Copula furnace

چدن به دلیل قیمت تمام شده پایین و قابلیت ریخته‌گری، استحکام، قابلیت ماشین‌کاری، مقاومت در برابر سایش، خوردگی و انتقال گرما یکی از آلیاژهای مهم و پرکاربرد آهن است. فولاد از مهم‌ترین و فراوان‌ترین آلیاژهای فلزی مورد استفاده در دنیای صنعت و یکی دیگر از آلیاژهای آهن و کربن است که عناصر دیگری مانند سیلیسیم، گوگرد و فسفر نیز به همراه دارند. تفاوت اصلی چدن و فولاد در مقدار کربن است، اگر درصد کربن کمتر از حدود ۲ درصد باشد، آلیاژ حاصل فولاد خواهد بود. آهن خام به دست آمده از سنگ معدن آهن معمولاً دارای ناخالصی‌هایی است که بسته به نوع سنگ معدن و چگونگی کار کوره ذوب متفاوت است و قابلیت شکل‌پذیری و چکش‌خواری ندارد؛ به همین دلیل طی فرایندهایی مقدار این ناخالصی‌ها تا حد مناسبی کاهش داده می‌شود.

## استخراج آلومینیم

آلومینیم عنصر شیمیایی با عدد اتمی ۱۳ است که در جدول تناوبی با علامت Al نشان داده شده است. این عنصر یک فلز نرم، نقره‌ای رنگ، چکش‌خوار و نسبتاً مقاوم در برابر خوردگی است که به سرعت در هوا اکسید شده و لایه اکسیدی حاصل مانع از نفوذ هوا به قسمت‌های زیرین فلز می‌شود. این فلز در حالت خالص نرم و ضعیف است، اما به همراه عناصری مانند سیلیسیم، مس و منگنز آلیاژهای مقاومی ایجاد می‌کند. آلومینیم با چگالی  $2.7 \text{ g.cm}^{-3}$  بعد از منیزیم به عنوان سبک‌ترین فلز صنعتی شناخته می‌شود. این فلز، هادی خوبی برای جریان الکتریسیته است.

با استفاده از منابع معتبر جدول زیر را کامل کنید.

### برخی از خواص آلومینیم

	نماد شیمیایی
	جرم اتمی استاندارد ( $\text{g.mol}^{-1}$ )
	حالت فیزیکی
	دمای ذوب ( $^{\circ}\text{C}$ )
	دمای جوش ( $^{\circ}\text{C}$ )

آلومینیم به عنوان یک فلز پرمصرف تقریباً در تمامی بخش‌های صنعت استفاده می‌شود.

تحقیق کنید  
۱۴





درباره کاربردهای مختلف فلز آلومینیم چه می‌دانید؟



آلومینیم یکی از فراوان‌ترین عناصری است که در قشر زمین وجود دارد و حدود ۸٪ کل پوسته زمین را تشکیل می‌دهد. این عنصر به حالت آزاد یافت نمی‌شود و به صورت ترکیب شده با سایر عناصر به ویژه اکسیژن وجود دارد. استخراج فلز آلومینیم از سنگ معدن بوکسیت ( $Al_2O_3$ )<sup>۱</sup> انجام می‌گیرد. بوکسیت عمدتاً از اکسیدها یا هیدروکسیدهای آلومینیم تشکیل شده است که با ناخالصی‌هایی نظیر اکسیدهای آهن، سیلیس و آب همراه است.

در ایران معدن‌های بوکسیت با مشخصات مختلف و متغیری وجود دارد که بخشی از آنها از نظر اقتصادی اهمیت ویژه‌ای دارند. از مهم‌ترین این معدن‌ها، معدن بوکسیت در منطقه جاجرم واقع در استان خراسان است. از دیگر نمونه‌ها می‌توان به معدن تاش در استان سمنان، معدن بلبل در استان کرمان، معدن قشلاق در استان مازندران، معدن مندون در استان کهگیلویه و بویراحمد اشاره کرد.

برای استخراج آلومینیم از سنگ معدن اولین مرحله تهیه آلومین (آلومینیم اکسید) خالص است که به دو روش بایر<sup>۲</sup> و دوویل پیشنی<sup>۳</sup> انجام می‌گیرد. مرحله دوم برقافت آلومین خالص و استخراج فلز آلومینیم است. در روش بایر که متداول‌ترین روش برای تولید آلومین است، ابتدا مواد اولیه بوکسیت با استفاده از ماشین‌های سنگ‌شکن، آسیاب و نرم می‌گردد و سپس در محلول غلیظ سود سوزآور در دمای ۲۰۰-۱۵۰ درجه سلسیوس حل می‌شود. بخش اعظم آلومین موجود در سنگ معدن در سود حل می‌شود و بیشتر ناخالصی‌های موجود در بوکسیت به صورت رسوب ته‌نشین می‌شوند. فرایند استخراج آلومین از سنگ معدن و تبدیل به سدیم آلومینات محلول با توجه به معادله شیمیایی زیر انجام می‌شود:

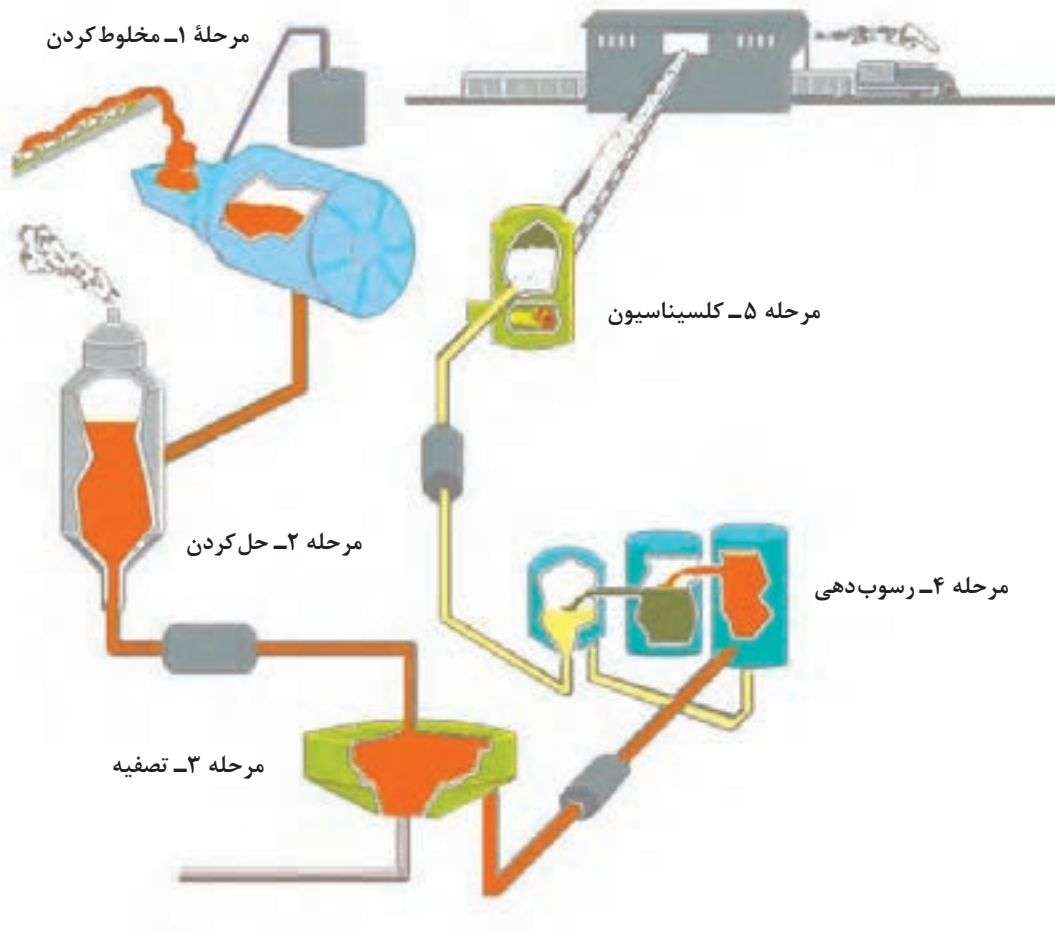


سدیم آلومینات محلول پس از عبور از صافی‌های مکانیکی به مایعی زلال تبدیل می‌شود. با افزودن مقداری آب و هم‌زمان با سرد کردن، آلومینیم‌هیدرات رسوب داده را از محلول آلومینات جدا می‌کند و برای تبدیل به آلومین خالص از کوره‌های مدور گردان با دمای ۱۱۰۰-۱۰۰۰ درجه سلسیوس استفاده می‌کنند. با توجه به آسان‌تر و ارزان‌تر بودن روش بایر، بیشتر آلومین تولیدی از این روش است. طرحی از فرایند بایر در شکل ۲۸ نشان داده شده است.

۱- Bauxite

۲- Bayer

۳- Deville Pechiney



شکل ۲۸- مراحل مختلف فرایند بایر

- ۱ با مراجعه به منابع علمی، واکنش‌های شیمیایی فرایند بایر را بنویسید.
- ۲ در مورد روش‌های دیگر استخراج آلومینیم تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.
- ۳ در مورد آلیاژهای آلومینیم تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید  
۱۵



فیلم آموزشی



استخراج آلومینیم

مس یکی از فلزات واسطه، با نماد اتمی Cu و عدد اتمی ۲۹ است که در دوره چهارم جدول تناوبی قرار دارد. این عنصر دارای خواص فلزات انتقالی است و از خاصیت رسانایی الکتریکی و گرمایی بسیار بالایی برخوردار است. قابلیت چکش خواری، تورق و مفتول شدن بالای مس باعث شده است به آسانی تحت عملیات مکانیکی قرار گیرد و به شکل‌های مختلف درآید. فلز مس خالص سختی پایینی دارد، ولی قابلیت آلیاژسازی آن با سایر عناصر مانند قلع، روی و آلومینیم باعث شده است استفاده از این فلز بسیار وسیع باشد. در هوای مرطوب و در مجاورت گاز CO<sub>۲</sub> لایه نازکی از مس کربنات در سطح اشیای مسی تشکیل می‌شود (شکل ۲۹).



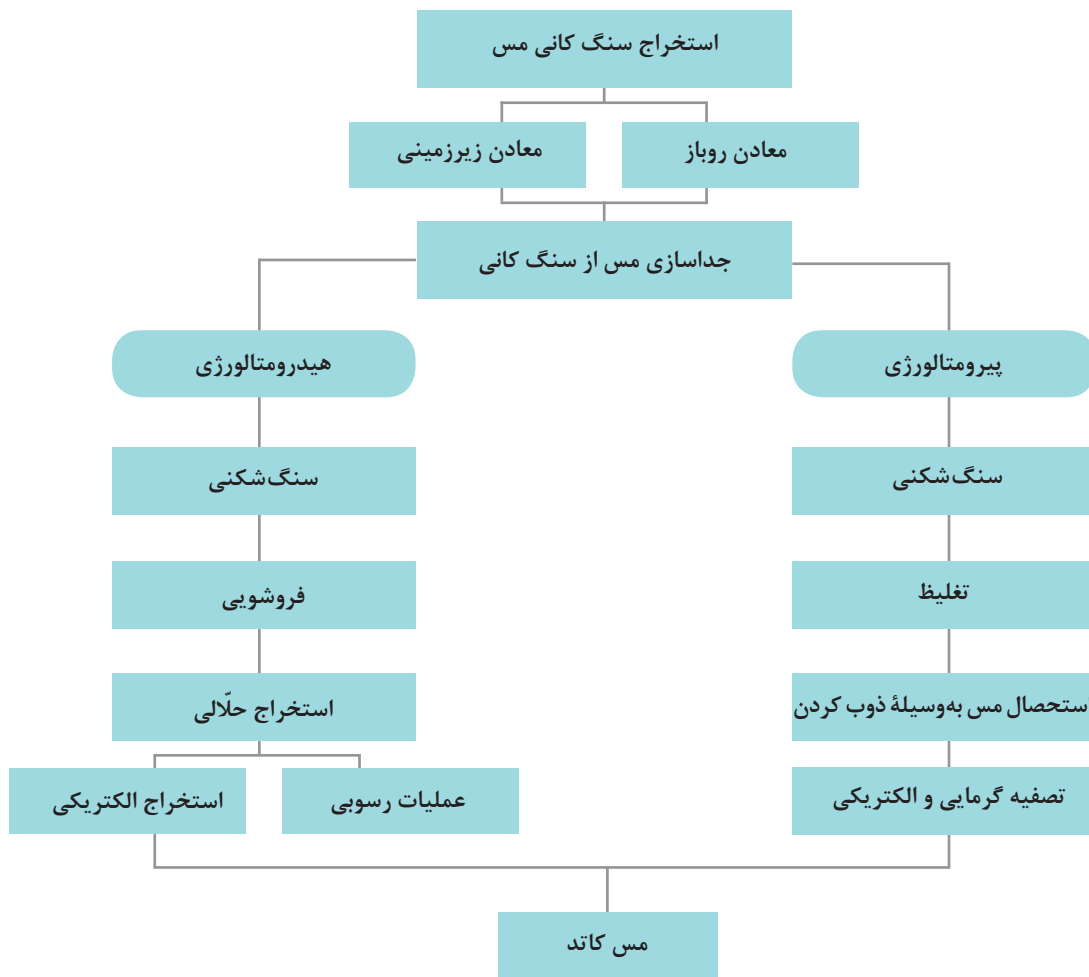
شکل ۲۹- تغییر رنگ لوله مسی در مجاورت هوای مرطوب

سهولت کاربرد، یکی از ویژگی‌های مهم مس و آلیاژهای آن است. مس در میان فلزاتی که کاربردهای وسیع صنعتی دارند، جزء هادی‌ترین فلزات هم از نظر الکتریکی و هم گرمایی است و استفاده گسترده در مصارف خانگی و الکتریکی دارد. قابلیت کشیده شدن و تورق مس و آلیاژهای آن زمینه استفاده در ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی و خانگی، وسایل حمل‌ونقل و صنایع نظامی را فراهم می‌کند. ثبات شیمیایی مس و تشکیل سریع غشای نازکی از اکسید بر سطح آن، چنان مقاومتی نسبت به زنگ‌زدگی و آلودگی‌های زیستی در آن ایجاد می‌کند که از نظر کار در آب و به خصوص آب شور دریا، هیچ فلز یا آلیاژ دیگری نمی‌تواند با آن رقابت کند. روش استخراج مس، با توجه به نوع کانی آن متفاوت است و اغلب به روش‌های خشک (پیرومتالورژی<sup>۱</sup>: گرما دادن و گداختن سنگ معدن) و تر (هیدرومتالورژی<sup>۲</sup>: حل کردن سنگ معدن در حلال) صورت می‌گیرد (شکل ۳۰).

۱- Pyrometallurgy

۲- Hydrometallurgy





شکل ۳۰- روش‌های استخراج مس (لیچینگ<sup>۱</sup> و الکترووینینگ<sup>۲</sup>)

با تحقیق در مراجع علمی روش هیدرومتالورژی را بررسی کنید.

تحقیق کنید  
۱۶



فیلم آموزشی



استخراج مس

۱- Leaching: (لیچینگ): فروشویی، فرایندی است که طی آن ماده مطلوب به وسیله حلال از ماده جامد جدا می‌شود.  
 ۲- Electrowinning: (الکترووینینگ): یا استخراج الکتریکی، فرایند رسوب‌دهی الکتریکی فلزات از سنگ معدن است.

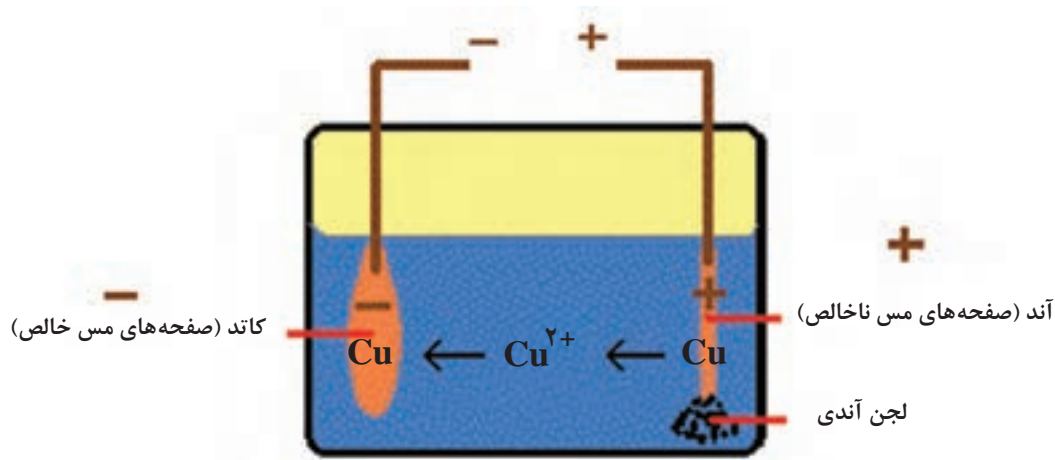


خالص سازی مس از نمونه ناخالص به روش برقکافت

وسایل و مواد لازم: تیغه‌های مسی خالص و ناخالص، بشر، یک سوکننده، محلول مس سولفات (۲ نرمال) اسیدی و استون

روش کار:

- ۱ در بشر ۲۰۰ میلی لیتر محلول مس سولفات اسیدی بریزید.
- ۲ جرم دو تیغه مس را یادداشت کنید و با کمک گیره یا یک صفحه نگهدارنده درون بشر قرار دهید. یکی را به قطب مثبت دستگاه و دیگری را به قطب منفی دستگاه وصل کنید (شکل ۳۱).
- ۳ با استفاده از دستگاه، جریان را روی ۵/۰ آمپر تنظیم کنید و آزمایش برقکافت را به مدت ۳۰ دقیقه ادامه دهید. (در صورت تغییر جریان با استفاده از مقاومت، جریان را ثابت نگه دارید).
- ۴ تیغه‌ها را از بشر خارج کنید و برای خشک شدن سریع با استون شست و شو دهید. (دقت کنید سطح تیغه‌ها را لمس نکنید).
- ۵ دوباره تیغه‌های آندی و کاتدی را وزن کرده و با وزن اولیه مقایسه کنید.
- ۶ مشاهدات خود را یادداشت کنید.



شکل ۳۱- تصفیه الکتروشیمیایی مس

**آلیاژهای مس:** مس خالص معمولاً برای ساخت سیم‌ها، کابل‌ها و هرگونه وسیله‌ای که برای انتقال برق به کار می‌رود، مصرف می‌شود. برای بهبود خواصی مانند افزایش استحکام و ریخته‌گری با افزودن عناصری مانند روی، قلع و آلومینیم به فلز مس آلیاژهای مناسبی تهیه می‌شود.

**۱- آلیاژ مس-روی:** این آلیاژها با نام برنج در صنعت شناخته می‌شوند. آلیاژ برنجی که در صنعت ریخته‌گری بیشتر استفاده می‌شود، حاوی ۳۰ درصد روی و ۷۰ درصد مس است. برنج‌ها در برابر کدر شدن مقاوم هستند و معمولاً قابلیت چکش‌خواری بیشتری نسبت به مس و روی دارند.

**۲- آلیاژ مس - قلع:** آلیاژ مس - قلع، مفرغ نامیده می‌شود. البته در بعضی تقسیم‌بندی‌ها به آلیاژهای مس به غیر از مس-روی، برنز نیز گفته می‌شود. آلیاژ برنز بین ۹ تا ۱۲ درصد قلع دارد که باعث افزایش سختی و مقاومت در برابر خوردگی آلیاژ می‌شود.

**۳- آلیاژ آلومینیم - برنز:** این آلیاژها بر پایه مس هستند و حدود ۵ تا ۱۱ درصد عنصر آلیاژی آلومینیم دارند. از جمله خواص این آلیاژها سهولت ریخته‌گری، استحکام بالا و مقاومت در برابر خوردگی است و در تهیه پمپ‌ها، پره توربین، پروانه کشتی‌ها، بدنه هواپیما و ابزار و اتصالات پالایشگاه‌ها به کار گرفته می‌شوند.

## لعاب

دانش و فناوری لعاب در طول تاریخ و در فرهنگ‌های مختلف بسیار متفاوت بوده و همگام با توسعه علم و دانش بشر، پیشرفت‌های فراوانی داشته است. پیشینه لعاب کاری به هزاره چهارم پیش از میلاد مسیح می‌رسد؛ جایی که از

کهن‌ترین تمدن شناخته شده مصر مهره‌هایی قهوه‌ای با لعاب آبی و فیروزه‌ای به دست آمده است. استفاده از لعاب در ایران به هزاره دوم پیش از میلاد باز می‌گردد. کشف گل‌میخ‌ها و مهره‌های استوانه‌ای از جنس سفال لعابدار در معبد چغازنبیل<sup>۱</sup> نشان از تبحر و مهارت مردمان آن روزگار دارد. در آن دوران از آجرهای لعابدار در تزئین کاخ‌ها و معابد استفاده می‌شد. نمونه‌های شاخص آنها و نیز تزئینات لعابدار با رنگ‌های سفید، سبز و آبی در زیگورات<sup>۲</sup> چغازنبیل به کار رفته است. این بنا در سال ۱۳۵۸ شمسی به عنوان اثر ملی ایران در فهرست آثار میراث جهانی یونسکو به ثبت رسید.



شکل ۳۲- مجسمه گاو نر از جنس سفال با پوشش لعاب که در منطقه چغازنبیل کشف شده است و در موزه ملی ایران نگهداری می‌شود.

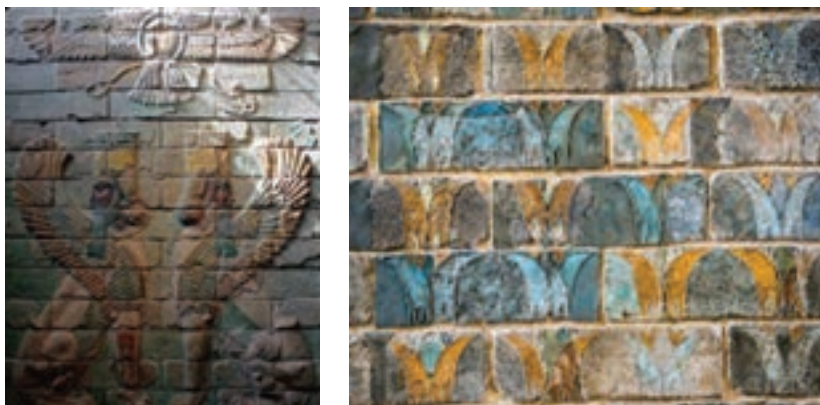
آجرهای مینایی با لعاب قلیایی مربوط به دوران هخامنشی در آپادانای شوش یافت شده است که متأسفانه هم‌اکنون نمونه‌هایی از آن در موزه لوور<sup>۳</sup> پاریس نگهداری می‌شود. در آن زمان استفاده از لعاب بیشتر در معماری و برای پوشش و تولید آجرهای پخته لعابدار بوده است. سربازان جاوید، کمانداران پارسی و نقش فروهر<sup>۴</sup> به صورت برجسته روی آجرهای لعابدار بیان‌کننده این واقعیت است که سفالگران هخامنشی با لعاب آشنا بوده‌اند. حیوانات و نقوشی که در این آجرها دیده می‌شود، جزء مهم‌ترین و بی‌سابقه‌ترین نقوش در ایران هستند (شکل ۳۳).

۱- چغازنبیل نیایشگاهی باستانی و نماد هنر و معماری ایرانی است که در نزدیکی شهر شوش در استان خوزستان قرار دارد.

۲- در تمدن باستان والاترین نیایشگاه هر معبد «زیگورات» خوانده می‌شد، زیگورات معنای برافراشته و بالا رونده می‌دهد. زیگورات معبد چغازنبیل هم یک نمونه بسیار کهن از زیگورات‌هاست.

۳- Louvre

۴- فروهر که در اصل «فره وهر» است، نمادی است که آریایی‌ها برای آنچه امروزه روح نامیده می‌شود، برگزیده بودند.



شکل ۳۳- آجرهای لعاب دار دوره هخامنشی که از محوطه شوش کشف شده است

**تعریف لعاب:** لعاب لایه شیشه‌ای نازکی است که به‌عنوان پوشش سطوح به کار می‌رود. این لایه نازک شیشه‌گونه به صورت شفاف، کدر، سفید یا رنگی و با به‌کارگیری مواد مختلف روی سطوح مختلف، پوششی به ضخامت ۰/۴ تا ۰/۱۵ میلی‌متر ایجاد می‌کند. استفاده از لعاب سبب افزایش استحکام شیمیایی و فیزیکی و جلوه بیشتر رنگ در ظروف سفالی می‌شود و علاوه بر این به‌عنوان ماده‌ای ضدآب به کار می‌رود. لعاب، اجسام سرامیکی را کاملاً متراکم و از نفوذ مایعات و گازها به داخل بافت آنها جلوگیری می‌کند و در نتیجه تأثیر خوردگی و عوامل نامساعد دیگر را کاهش می‌دهد و همچنین از لحاظ بهداشتی مفید خواهد بود. به‌طور کلی لعاب در نتیجه ذوب شدن مخلوطی از سیلیکات‌ها در دماهای مختلف به وجود می‌آید. در این شرایط اتم‌های بعضی از مواد مذاب، به‌علت گران‌روی بالا، توانایی برقراری نظم دوباره در هنگام انجماد را ندارند و حالت بی‌نظم<sup>۱</sup> به خود می‌گیرند. مواد اولیه مورد استفاده در ساخت لعاب تأثیر ویژه‌ای بر کیفیت و خواص نهایی آن دارند. مهم‌ترین مواد در تهیه لعاب به سه دسته مواد شبکه‌ساز، دگرگون‌ساز و واسطه تقسیم‌بندی می‌شوند:

**۱- مواد شبکه‌ساز:** این دسته از مواد که به اکسیدهای اسیدی معروف هستند، اساس، پایه و تعیین‌کننده ساختار نهایی لعاب و شیشه به شمار می‌روند. مهم‌ترین ماده شبکه‌ساز که به فراوانی در طبیعت یافت می‌شود، سیلیس ( $\text{SiO}_2$ ) است. بوراکسید ( $\text{B}_2\text{O}_3$ )، ژرمانیم‌دی‌اکسید ( $\text{GeO}_2$ ) و فسفرپنتا‌اکسید ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) از دیگر مواد شبکه‌ساز هستند.

**۲- مواد دگرگون‌ساز شبکه:** این مواد که با نام اکسیدهای بازی نیز شناخته می‌شوند، با قرار گرفتن در داخل فضاهای شبکه، آن را کم و بیش پر می‌کنند و باعث تغییر و گسستگی در ساختار لعاب و شیشه می‌شوند. مواد دگرگون‌ساز به‌تنهایی حالت شیشه‌ای ایجاد نمی‌کنند و در حالت مطلوب با اکسیدهای اسیدی در هنگام ذوب شدن ترکیب می‌شوند. از جمله مهم‌ترین مواد دگرگون‌ساز شبکه می‌توان به سدیم‌اکسید ( $\text{Na}_2\text{O}$ )، پتاسیم‌اکسید ( $\text{K}_2\text{O}$ )، کلسیم‌اکسید ( $\text{CaO}$ )، سرب‌اکسید ( $\text{PbO}$ ) و منیزیم‌اکسید ( $\text{MgO}$ ) اشاره کرد.

**۳- مواد واسطه:** این دسته از مواد اولیه ما بین دو گروه بالا قرار می‌گیرند و نسبت به شرایط موجود تغییر حالت می‌دهند و می‌توانند هم به‌عنوان شبکه‌ساز و هم دگرگون‌ساز در ایجاد ساختار لعاب و شیشه شرکت داشته باشند. مهم‌ترین ماده واسطه، آلومینیم‌اکسید ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) است.

۱- Amorph



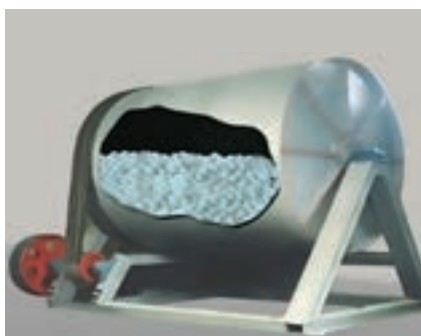
- ۱ با بررسی مراجع علمی، تفاوت شیشه و لعاب را بیان کنید.
- ۲ نقش مواد بازی مانند سدیم اکسید در ساختار لعاب را بررسی کنید.

لعاب‌ها به منظور قرارگیری مناسب و ایده‌آل بر روی سطح‌های مختلف باید ویژگی‌های منحصر به فردی داشته باشند که در زیر به برخی از آنها اشاره شده است:

- ۱ مقاوم در برابر مواد شیمیایی با pH اسیدی و قلیایی؛
- ۲ قابلیت نفوذناپذیری بالا در برابر مایعات و گازها؛
- ۳ ایجاد سطح صاف و صیقلی بر روی مواد متخلخل؛
- ۴ مقاوم در برابر ترک، پوسته شدن و خراشیدگی؛
- ۵ امکان ایجاد رنگ و شکل‌های زیبا روی سطوح؛
- ۶ مقاومت گرمایی مناسب.

### لعاب کاری و تهیه لعاب

منظور از اصطلاح لعاب کاری، ایجاد لایه نازک لعاب در سطح فرآورده‌ها است. در بسیاری از موارد، مواد اولیه لعاب به صورت پودر آسیاب و یکنواخت می‌شوند و در ادامه در تهیه دوغاب به کار می‌روند. برای ساخت لعاب باید ابتدا مواد اولیه را وزن و سپس آسیاب کرد. آسیاب کردن مسئله مهمی است، زیرا اگر مواد به خوبی نرم و آسیاب نشوند، باعث رسوب گذاری در مخزن نگهداری، اختلال در انتقال لعاب و تولید لعاب با سطح ناصاف می‌شود. از سوی دیگر نرم کردن بیش از حد مواد باعث اتلاف انرژی، ضربه پذیری و ترک برداشتن لعاب نهایی می‌شود. فرایند آسیاب کردن با استفاده از آسیاب گلوله‌ای (بال میل<sup>۱</sup>) انجام می‌شود. این دستگاه از یک استوانه که درون آن گلوله‌هایی از جنس سرامیک، که در مقابل سایش بسیار مقاوم هستند، ساخته شده است. در صورتی که این گلوله‌ها از جنس مقاومی نباشند، به راحتی خرد می‌گردند و با مواد اولیه ترکیب می‌شوند. استوانه با سرعت ثابت حول محور افقی می‌چرخد که این چرخش باعث غلتیدن گلوله‌ها بر روی یکدیگر و خرد و آسیاب شدن مواد اولیه می‌شود.



شکل ۳۴- آسیاب گلوله‌ای



صنعت لعاب آلودگی‌های زیست محیطی گوناگونی ناشی از استفاده از آب فراوان، انرژی، گازهای خروجی از کوره، خشک‌کن‌ها، ضایعات لعاب، فاضلاب حاصل از آسیاب‌ها، انتشار گازهای گلخانه‌ای<sup>۱</sup>، پساب‌های صنعتی و انواع آلودگی‌های صوتی را ایجاد می‌کند. استفاده از مواد اولیه بی‌خطر، کاهش میزان تولید ضایعات از طریق بهبود فرایندها و استفاده از تجهیزات پیشرفته، انجام دادن به‌موقع و منظم تعمیرات پیشگیرانه، استفاده دوباره از ضایعات به‌منظور به‌کارگیری دوباره آنها به‌عنوان مواد اولیه و جلوگیری از اتلاف انرژی از جمله اقداماتی است که منجر به کاهش آلودگی‌های زیست محیطی می‌شود.

## فعالیت عملی ۱۵



### بازدید از کارگاه سرامیک و لعاب کاری

#### روش کار:

با همکاری مرکز آموزشی از یک کارگاه تولید سرامیک و لعاب کاری بازدید علمی داشته باشید و در پایان گزارش بازدید تهیه کنید.

### پرسش‌های پایانی

- ۱ کاربردهای نیتریک اسید را نام ببرید.
- ۲ هیدروکلریک اسید با گاز هیدروژن کلرید چه تفاوتی دارد؟
- ۳ روش تولید هیدروکلریک اسید با استفاده از واکنشگاه‌های مانهایم را توضیح دهید.
- ۴ کاربردهای پتاسیم هیدروکسید را بیان کنید.
- ۵ آهنک زنده و مرده چه ترکیباتی هستند؟ تفاوت آنها چیست؟
- ۶ چرخه آهنک را توضیح دهید.
- ۷ استخراج معادن به چند طریق انجام می‌شود؟ توضیح دهید.
- ۸ تولید سدیم هیدروکسید به روش سل دیافراگمی را توضیح دهید.
- ۹ واکنش‌های احیای مستقیم در تولید آهن اسفنجی را بنویسید.
- ۱۰ منظور از فراوری کانی چیست؟
- ۱۱ تولید آهن به روش مستقیم و غیر مستقیم را با هم مقایسه کنید.
- ۱۲ مهم‌ترین آلیاژهای آهن کدام‌اند؟ چه تفاوتی با هم دارند؟
- ۱۳ دلیل تشکیل رسوب سبز روی میله‌های مسی چیست؟
- ۱۴ آلیاژهای مس کدام‌اند؟
- ۱۵ لجن آندی چیست؟
- ۱۶ برنج و مفرغ چه ترکیباتی هستند؟ چه خصوصیات و کاربردهایی دارند؟
- ۱۷ مهم‌ترین مواد در تهیه لعاب چه موادی هستند؟ نقش هر کدام چیست؟

۱- منظور از گازهای گلخانه‌ای موجود در جو زمین: بخار آب، کربن دیوکسید، متان، اوزون و دی‌نیتروژن مونوکسید است.

## ارزشیابی شایستگی انجام عملیات در صنایع معدنی

<p><b>شرح کار:</b> چگونگی استفاده از وسایل آزمایشگاهی را بداند و کار داده شده را با دقت انجام دهد. پس از انجام دادن کار وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد.</p>			
<p><b>استاندارد عملکرد:</b> انجام دادن عملیات در صنایع معدنی طبق دستور کار واحد فرایندی</p>			
<p><b>شاخص‌ها:</b>                  ■ رعایت مسائل ایمنی هنگام انجام دادن کار                  ■ انجام دادن کار طبق دستور کار</p>			
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b>                  شرایط مکان: آزمایشگاه/ کارگاه                  شرایط دستگاه: آماده به کار                  زمان: یک جلسه آموزشی                  ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی، مواد و وسایل آزمایشگاه مربوط به تهیه انواع اسید، باز، نمک و لعاب</p>			
<p><b>معیار شایستگی:</b></p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تهیه اسیدها و بازهای معدنی	۲	
۲	تهیه نمک‌ها	۱	
۳	استخراج فلزات	۱	
۴	لعاب کاری	۱	
	<p>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:                  ۱- ایمنی: انجام کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی                  ۲- نگرش: صرفه‌جویی در مواد مصرفی                  ۳- توجهات زیست‌محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط‌زیست از طریق انجام کار بدون ریخت و پاش                  ۴- شایستگی‌های غیرفنی: ۱- اخلاق حرفه‌ای ۲- مدیریت منابع ۳- محاسبه و کاربست ریاضی ۴- مستندسازی: گزارش نویسی</p>		۲
<b>میانگین نمرات</b>			
<p>* کمترین میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.</p>			

