



اجزای شیمیایی سنگ‌های آشنا

نگاهی عملی به کاربرد و شناسایی مواد سازنده مصالح ساختمانی (بخش دوم)

افسر عزیززاده عظیمی
عضو هیئت علمی دانشگاه خوارزمی

اشاره

در شماره گذشته ضمن اشاره به اهمیت سنگ‌ها و خاک‌ها به عنوان مصالح ساختمانی، مطالبی درباره چگونگی تشکیل و روش‌های تولید صنعتی آن‌ها ارائه شد. در ادامه مطالب پیش، به جداسازی و شناسایی اجزای سازنده خاک‌ها و سنگ‌های معرفی شده، همراه دستور کار تولید آن‌ها می‌پردازیم.

کلیدواژه‌ها: جداسازی و شناسایی عنصرها، تیزاب سلطانی، گچ، آجر



جداسازی و شناسایی اجزای سازنده آجر
چنان‌که اشاره شد آجر شامل اجزایی به این قرار است:

Fe^{+3} به صورت Fe_2O_3

Mg^{+2} به صورت MgO

Na^+ و K^+ به صورت Na_2O و K_2O

Ca^{+2} در آهک و کلسیت به صورت CaO

Si^{+4} به صورت SiO_2 (سیلیس)

Al^{+3} در بوکسیت به صورت Al_2O_3

مواد و وسایل مورد نیاز: لوله آزمایش ۱۳ سانتی‌متری، چراغ، قطره‌چکان، همزن شیشه‌ای، میله پلاتینی یا میله مسی (می‌توانید از قسمت فلزی برس شست‌وشو هم استفاده کنید)، کاغذ pH، شیشه کبالت، آب مقطر ۵ و ۱۵ مولار، HCl ۳ و ۶ مولار، HNO_3 ۳ و ۱۶ مولار، H_2O_2 ۳ درصد، $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_8$ ۰/۲ مولار، NaOH ۸ مولار، H_2SO_4 ۲ مولار، KSCN ۰/۲ مولار، NaF ، شناساگر آلومینون، شناساگر زرد تیتان.



روش کار آ. انحلال آجر

در آجر و سنگ‌های دیگر مهم‌ترین جزء سازنده، SiO_2 است که فقط در HF ، اسید فلئوئوریدر یک حل می‌شود و در اسیدهای دیگر نامحلول است. برای انحلال اکسیدهای فلزی موجود در آجر از تیزاب سلطانی یا مخلوط HCl و HNO_3 استفاده می‌شود.

ب. تهیه تیزاب سلطانی

۱. برای تهیه ۸۰ mL تیزاب سلطانی، ۶۰ mL محلول HCl ۱۲ مولار را با استوانه مدرج بردارید و آن را در یک بشر بریزید. سپس ۲۰ mL محلول HNO_3 در استوانه بریزید و آن را کم کم به بشر حاوی HCl بیفزایید. بهتر است پس از افزایش کلریدر یک اسید، ۱۰ mL آب مقطر نیز در بشر بریزید و سپس نیتریک اسید را اضافه کنید.

۲. یک تکه آجر را خرد، و در هاون، خوب نرم کنید. در حدود ۱ یا ۲ گرم از آجر نرم شده را در یک بشر ۱۰ میلی لیتری بریزید. سپس حدود ۱۰ mL محلول تیزاب به آجر بیفزایید و مخلوط را با همزن خوب هم بزنید. آنچه باقی می‌ماند SiO_2 است درحالی که بقیه اکسیدهای فلزی حل می‌شوند.

۳. با استفاده از کاغذ صافی و قیف، رسوب SiO_2 را از محلول جدا کنید. در محلول زیر صافی احتمالاً یون‌های Fe^{+2} ، Mg^{+2} ، Ca^{+2} ، K^{+} ، Na^{+} و Al^{+3} وجود دارد.

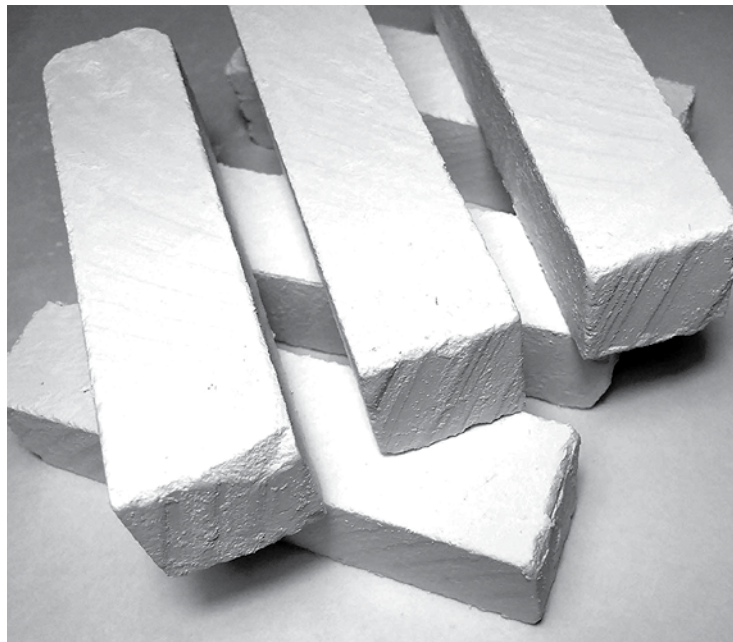
پ. جداسازی و شناسایی اجزا

۱. ۱۰ قطره از محلول زیر صافی را در لوله آزمایش بریزید. میله فلزی را وارد لوله کنید تا به محلول آغشته شود. سپس آن را مانند شکل در میانه شعله وارد کنید. رنگ شعله احتمالاً نارنجی می‌شود که وجود Na^{+} و Ca^{+2} را ثابت می‌کند.

۲. **شناسایی K^{+} :** میله فلزی را پس از شست‌وشو با آب مقطر، در محلول زیر صافی بزنید. سپس آن را وارد شعله کنید. شیشه کبالت را جلوی چشم خود نگه‌دارید و از پشت آن به شعله نگاه کنید. رنگ بنفش شعله دلیل بر وجود K^{+} در محلول است.

۳. **جداسازی Ca^{+2} از Na^{+} و Ca^{+2} :** می‌توانید با شعله شناسایی کنید؛ این یون در صورت نبودن Na^{+} ، به شعله رنگ زرد نارنجی می‌دهد.

روش بهتر این است که با افزایش آمونیوم اکسالات، $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ در محیط آمونیاکی، کلسیم با تولید رسوب

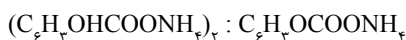


NH_4OH ۱۵ مولار اضافه کنید تا $\text{pH}=10$ شود. هم زدن محلول آمونیاکی را یک دقیقه ادامه دهید سپس آن را با سانتریفیوژ صاف کنید. رسوب شامل $\text{Al}(\text{OH})_3$ زله‌ای مانند است.

این رسوب را به لوله آزمایش منتقل کنید و روی آن ۴ تا ۵ قطره HNO_3 ۳ مولار بریزید تا حل شود.

توجه کنید که باید $\text{pH}=3$ شود. سپس ۲ قطره محلول شناساگر آلومینون اضافه کنید و محلول را خوب هم بزنید. محلول NH_4OH ۵ مولار اضافه کنید تا محیط، کمی قلیایی شود. رسوب آلبالویی معروف به دریاچه قرمز عبارت از $\text{Al}(\text{OH})_3$ است که توسط آلومینون جذب سطحی شده است و وجود آلومینیم را ثابت می‌کند.

آلومینون نمک آمونیوم یک رنگ آلی با فرمول شیمیایی به این قرار است:

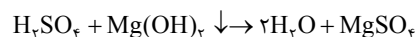
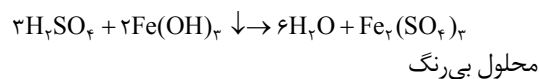


۶. جداسازی و شناسایی Fe^{+3} و Mg^{+2} : رسوب $\text{Fe}(\text{OH})_3$ و $\text{Mg}(\text{OH})_2$ را به لوله آزمایش منتقل کنید و به آن H_2SO_4 ۳ مولار آن قدر اضافه کنید تا رسوب حل نشود و $\text{pH} \sim 3$ شود. محلول را دو قسمت کنید.

آ. شناسایی Fe^{+3} : به یک قسمت محلول، چند قطره پتاسیم تیوسانات، KSCN ، ۰/۲ مولار اضافه کنید.

محلول قرمز خونی هگزانیوسیانیوفرات، $\text{Fe}(\text{SCN})_6^{3-}$ ، وجود آهن را اثبات می‌کند.

ب. شناسایی Mg^{+2} : با افزودن H_2SO_4 به رسوب‌های محلول آجری زرد $\text{Fe}(\text{OH})_3$ و $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ، این رسوب‌ها حل می‌شوند.



رنگ زرد آجری مربوط به Fe^{+3} ، برای شناسایی Mg^{+2} مزاحمت ایجاد می‌کند.

با افزایش NaF کمپلکس $[\text{FeF}_6]^{3-}$ بی‌رنگ تشکیل می‌شود. این کمپلکس پایدار است و برای شناسایی یون Mg^{+2} مزاحمتی ندارد.

سفید رنگ تشخیص داده شود:

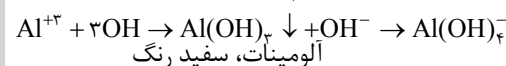
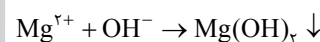
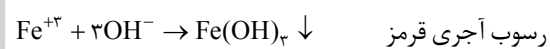
۱۰ قطره از محلول زیر صافی بردارید، در لوله آزمایش بریزید و به آن ۲ تا ۳ قطره NH_4OH ۵ مولار بیفزایید. با همزن خوب محلول را هم بزنید. سپس به آن ۵ قطره آمونیوم اکسالات بیفزایید. در این حال، رسوب کلسیم اکسالات تشکیل می‌شود.

توجه: Fe^{+3} و Mg^{+2} با افزایش NH_4OH رسوب می‌دهند اما با آمونیوم اکسالات رسوب نمی‌دهند.

در صورت تشکیل رسوب $\text{Fe}(\text{OH})_3$ به رنگ قرمز آجری و $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ، رسوب‌ها را صاف کنید. سپس آمونیوم اکسالات اضافه کنید.

۴. جداسازی و شناسایی Fe^{+3} ، Mg^{+2} و Al^{+3} : ۲۰ قطره

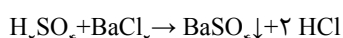
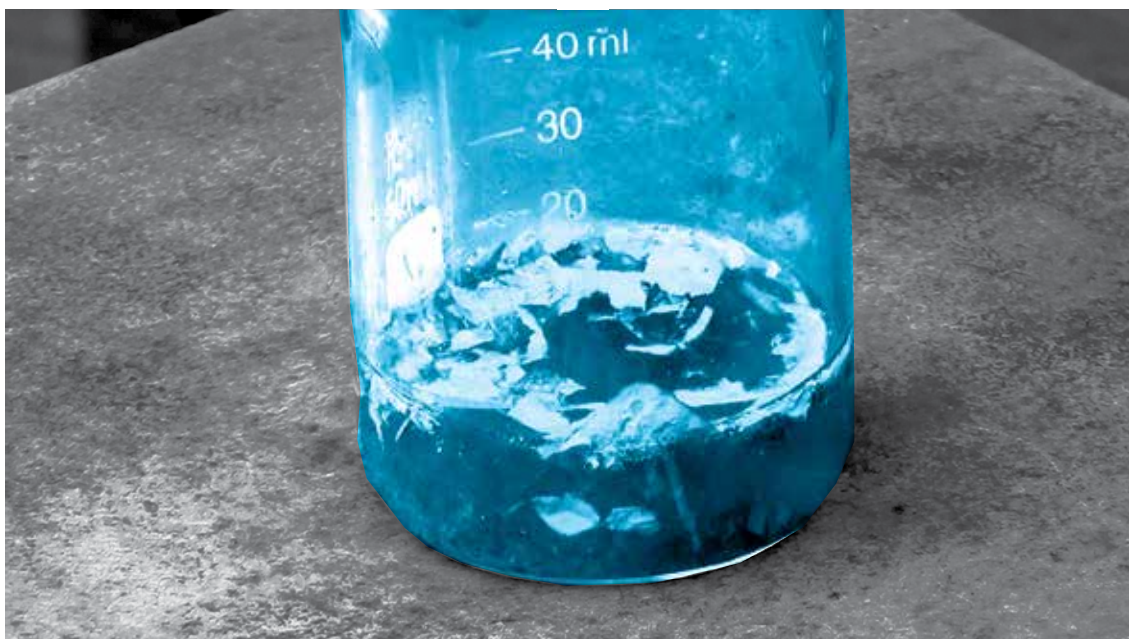
از محلول زیر صافی اولیه را در لوله آزمایش بریزید. به آن حدود ۱۰ قطره NaOH ۸ مولار را کم کم اضافه کنید. در این هنگام pH را با استفاده از کاغذ pH کنترل کنید تا به مقدار ۱۰ برسد. سپس یک قطره H_2O_2 ۳ درصد به آن اضافه کنید. محلول را خوب هم بزنید تا اگر Fe^{+2} وجود دارد به Fe^{+3} تبدیل شود.



رسوب را صاف کنید و آن را برای شناسایی آهن و منیزیم نگاه دارید.

۵. شناسایی Al^{+3} : محلول زیر صافی شامل Al^{+3} ، به صورت

آلومینات است. برای اینکه رسوب $\text{Al}(\text{OH})_3$ دوباره تشکیل شود، تنظیم pH بسیار مهم است بنابراین باید به این محلول آن قدر HNO_3 ۱۶ مولار بیفزاییم تا $\text{pH}=6$ شود. سپس



باریم سولفات، رسوب سفید

شناسایی کلسیم مانند شناسایی این یون در آجر است.

شناسایی مواد سازنده گچ تخته‌سیاه

مواد و وسایل مورد نیاز: کاغذ تورنسل آبی، HCl ۶ مولار.
شناسایی یون CO_3^{2-} مقداری گچ تخته‌سیاه را در هاون بسایید. کمی از آن را در لوله آزمایش بریزید. به آن آب مقطر اضافه کنید و مواد را خوب هم بزنید.
 یک تکه کاغذ تورنسل آبی را با آب مقطر مرطوب کنید سپس ۵ تا ۶ قطره، یا ۲ mL محلول HCl ۶ مولار در لوله آزمایش بریزید و کاغذ تورنسل آبی را بالای لوله نگه دارید.
 اگر جوشش یا خارج شدن گاز CO_2 سریع باشد، کاغذ تورنسل آبی به سرعت قرمز می‌شود.
 اگر جوشش گاز کم بود، کمی لوله آزمایش را گرم کنید تا گاز CO_2 به راحتی خارج شود.

قدردانی

از آقای سعید سهیلی، مسئول آزمایشگاه شیمی دانشگاه فرهنگیان مرکز شهید بهشتی، قدردانی می‌شود.

* منبع

جی جی گلوکسی سی. اچ. ساروم، تجزیه کیفی به روش نیمه میکرو، ترجمه افسر علیزاده عطیمی و فریبا ملکیان، پاییز ۱۳۹۶.

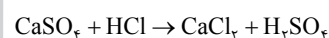
برای شناسایی Mg^{+2} ، قطره‌قطره NaOH ۸ مولار اضافه کنید تا رسوب زله‌ای $\text{Mg}(\text{OH})_2$ تشکیل شود. سپس ۳ تا ۴ قطره شناساگر زرد تیتان اضافه کنید و با همزن خوب هم بزنید تا دریاچه قرمز لاک‌ی که نشانگر وجود منیزیم است دیده شود. اگر زرد تیتان موجود نبود، پس از حذف آهن III با NaF، آمونیاک اضافه کنید تا pH ~ ۸ شود؛ سپس محلول NaH_2PO_4 ، ۱/۰ مولار اضافه کنید تا MgNH_4PO_4 به صورت رسوب زله‌ای سفید تشکیل شود.
 زرد تیتان، ترکیبی با نام شیمیایی پارانیتر و بنزن آزو رزورسینول است.

جداسازی و شناسایی اجزای سازنده گچ

مواد مورد نیاز: BaCl_2 ۰/۲ مولار، HCl ۶ مولار.

روش کار

آ. حدود ۵/۰ تا ۱ گرم از سنگ گچ یا ۳ گرم گچ ساختمان را در هاون بسایید. مقدار کمی از آن را در لوله آزمایش بریزید و روی آن چند قطره HCl ۶ مولار بریزید تا گچ حل شود.



مخلوط را صاف کنید و محلول زیر صافی را که شامل Ca^{+2} و SO_4^{2-} است نگه‌دارید. آنچه روی صافی می‌ماند، سیلیس است.

ب. شناسایی یون SO_4^{2-} حدود ۱۰ قطره از محلول زیر صافی را در لوله آزمایش بریزید. روی آن قطره‌قطره BaCl_2 اضافه کنید. تشکیل رسوب سفید BaSO_4 نامحلول در HCl، دلیل بر حضور SO_4^{2-} است.