

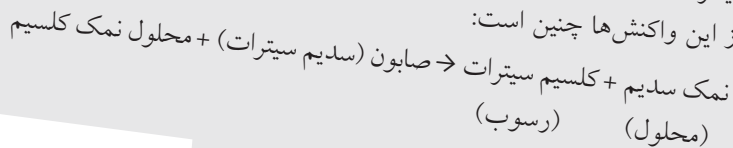
(معیاری کمی برای سنجش سختی)

علی هدایتی

کارشناس ارشد شیمی و معلم شیمی میانه



آب به شمار می‌روند که از این میان محلول نمک‌های کلسیم، منیزیم و آهن در آب از کف کردن صابون در آن جلوگیری می‌کنند. این رویداد از واکنش کاتیون نمک‌های یاد شده با صابون ناشی می‌شود که صابون را به ماده‌ای نامحلول تبدیل می‌کند. در نتیجه، صابون دیگر در آب، کف نمی‌کند. معادله نوشتاری نمونه‌ای از این واکنش‌ها چنین است:



به آبی که صابون در آن به خوبی کف نمی‌کند آب سخت گفته می‌شود. سختی آب بر سه نوع سختی موقت^۱، سختی دائم^۲ و سختی کل^۳ است.

معمولاً برای اندازه‌گیری دقیق سختی آب از روش‌های حجم‌سنجی استفاده می‌شود که تعیین نقطه پایان را در آن‌ها یک شناساگر انجام می‌دهد. برای نمونه، در اندازه‌گیری سختی موقت آب، از محلول سدیم هیدروکسید به عنوان محلول استاندارد استفاده می‌شود.

محلول نمک‌های کلسیم، منیزیم و آهن در آب از کف کردن صابون در آن جلوگیری می‌کنند. این رویداد از واکنش کاتیون نمک‌های یاد شده با صابون ناشی می‌شود که صابون را به ماده‌ای نامحلول تبدیل می‌کند

چکیده

وجود نمک‌های کلسیم، منیزیم و آهن در آب، سختی‌های گوناگون شامل سختی موقت، دائم و کل را برای آب دربردارد. اندازه‌گیری سختی آب به روش‌های حجم‌سنجی در آزمایشگاه برای دانش‌آموزان با دشواری‌هایی همراه است. در حالی که با اندازه‌گیری حجم یک محلول صابون که برای تولید کف مناسب است، می‌توان سختی چند نمونه آب را به راحتی تعیین، و مقدار سختی آن‌ها را با هم مقایسه کرد. کلیدواژه‌ها: سختی آب، درجه سختی، حجم‌سنجی، کف صابون

آغاز سخن

آب در مسیر حرکت خود مواد معدنی را در خود حل می‌کند. انحلال‌پذیری مواد معدنی از ۰/۰۰۱ میلی‌گرم بر لیتر تا ۱۰۰ گرم بر لیتر در نوسان است. سدیم، کلسیم و منیزیم از جمله کاتیون‌های مهم محلول در

انجام روش‌های حجم‌سنجی در آزمایشگاه‌های معمولی مدارس دشوار است چرا که درک این روش برای دانش‌آموزان پایه‌های پایین‌تر آسان نیست و بیش‌تر آن‌ها مهارت‌های موردنیاز برای انجام آزمایش‌های حجم‌سنجی را ندارند

در تعیین سختی کل، اتیلن دی آمین تترا استیک اسید (EDTA) نقش محلول استاندارد را دارد. انجام روش‌های حجم‌سنجی در آزمایشگاه‌های معمولی مدارس دشوار است چرا که درک این روش برای دانش‌آموزان پایه‌های پایین‌تر آسان نیست و

بیش‌تر آن‌ها مهارت‌های موردنیاز برای انجام آزمایش‌های حجم‌سنجی را ندارند. از سوی دیگر، روش حجم‌سنجی به زمان نسبتاً زیادی نیازمند است. برخی مواد مورد نیاز نیز یا در

آزمایشگاه موجود نیست یا کارکردن با آن‌ها خطرناک است.

برای اندازه‌گیری سختی کل چند نمونه آب نسبت به یکدیگر می‌توان به یکی از



این روش‌ها عمل کرد:

آ) روش نخست

۱. ۵۰ mL از این نمونه‌ها تهیه کنید: آب باران یا آب مقطر، آب معدنی بسته‌بندی شده، آب شیر محل زندگی، آب دریا، جوشیده آب دریا. اگر به آب دریا دسترسی ندارید می‌توانید به این روش آن را تهیه کنید:

آب دریا با سختی دائم

در یک بشر، ۱۰۰ mL آب مقطر بریزید و کمی

کلسیم سولفات به آن بیفزایید تا مقداری از آن حل شود. محلول شفاف را سرریز کنید و از آن به عنوان نمونه آب دریا استفاده کنید.

آب دریا با سختی موقت

در یک بشر، ۱۰۰ mL آب آهک بریزید. به آن بدمید تا رسوب کلسیم کربنات در آن تشکیل شود. با دمیدن بیش‌تر و وارد شدن CO₂ بیش‌تر، این رسوب حل می‌شود و به کلسیم هیدروژن کربنات تبدیل خواهد شد.

اکنون مقداری مساوی از این دو نمونه را با هم مخلوط کنید تا از آن به عنوان آب دریا استفاده کنید.

۲. ۵۰ mL محلول صابون به این ترتیب تهیه کنید:

در ۵۰ mL الکل صنعتی ۹۶ درصد، قطعه‌هایی صابون بیندازید تا کمی در آن حل شوند. محلول شفاف به دست آمده را سرریز کنید. گفتنی است صابون‌های سستی برای این آزمایش مناسب‌ترند زیرا مواد افزودنی چندانی دربر ندارند.

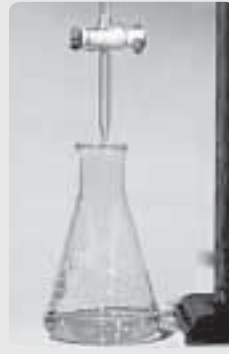
۳. ۵ لوله آزمایش یکسان بردارید و در هر یک، یکی از نمونه‌های آب را که در اختیار دارید بریزید. به هر یک از لوله‌ها ۱ mL محلول الکلی صابون (حدود یک قطره کوچک) بیفزایید. درپوش لوله‌ها را بگذارید و آن‌ها را به مدت ۲۰ ثانیه تکان دهید.

۴. مقدار تولید کف صابون را در هر یک از لوله‌ها به کمک ماژیک علامت بگذارید و ارتفاع کف صابون را با خط‌کش اندازه‌گیری کنید. کدام نمونه از سختی کم‌تر، و کدام یک از سختی بیش‌تری برخوردار است؟

۵. به لوله‌هایی که در آن‌ها کف تولید نشده است، ۱ تا ۲ میلی‌لیتر دیگر محلول صابون بیفزایید. سپس سختی آن‌ها را با هم مقایسه کنید.

۶. سختی آب دریا را با جوشیده آب دریا مقایسه کنید و نتیجه بگیرید.

۷. ترتیب سختی ۵ نمونه را نسبت به یکدیگر تعیین کنید.



ب) روش دوم

۱. ۵ ارلن یکسان بردارید و در هر یک، یکی از نمونه‌های آب را بریزید.

۲. یک بورت را از محلول صابون پر کنید.
۳. هر بار ۵mL/۰ محلول صابون به هر ارلن بیفزایید. درپوش ارلن را بگذارید و آن را به مدت ۲۰ ثانیه تکان دهید.

۴. حجم محلول صابون را که لازم است تا در هر ارلن کف تولید شود از روی بورت بخوانید و یادداشت کنید.

۵. حجم محلول صابون ارلن‌ها را با هم مقایسه کرده، سختی آن‌ها را نسبت به هم تعیین کنید.

درجه سختی آب

در کشورهای گوناگون، درجه سختی آب برحسب معیارهای متفاوتی تعریف می‌شود. در ایالات متحده، درجه سختی آب برحسب میلی‌گرم بر لیتر کلسیم کربنات بیان می‌شود، جدول ۱.

دسته بندی آب	محلول استاندارد CaCO_3 (mg/L)	محلول استاندارد CaCl_2 (mg/L)
نرم	۱۷/۱-۰	۲۰-۰
کمی سخت	۶۰-۱۷/۱	۶۶/۶-۲۰
سختی ملایم	۱۲۰-۶۰	۱۳۳/۲-۶۶/۶
سخت	۱۸۰-۱۲۰	۲۰۰-۱۳۳/۲
بسیار سخت	بیشتر از ۱۸۰	بیشتر از ۲۰۰

جدول ۱ دسته بندی سختی آب

برای برآورد درجه سختی هر نمونه آب باید آن را با چند محلول شاهد یا استاندارد مقایسه کرد.

روش کار

۱. محلول‌های استاندارد کلسیم (یا منیزیم) کلرید موجود در جدول ۱ را تهیه کنید و هر یک را در یک لوله آزمایش بریزید. این ۵ لوله، نقش نمونه شاهد را دارند.

۲. ۵mL از یک نمونه آب با درجه سختی نامشخص را در یک لوله آزمایش بریزید.

۳. به هر یک از ۶ لوله‌ای که دارید (شامل ۵ نمونه شاهد و یک نمونه مجهول)، ۱-۲mL محلول الکلی صابون بیفزایید و آن‌ها را به مدت ۲۰ ثانیه تکان دهید.
۴. مقدار کف صابونی را که در هر لوله تشکیل شده است، با یک ماژیک علامت بزنید و ارتفاع کف صابون را با خط‌کش اندازه بگیرید.

۵. مقدار کف

صابون نمونه مجهول را با محلول‌های شاهد مقایسه کرده، درجه سختی آن را برآورد کنید.

۶. اگر در نمونه مجهول

و برخی از نمونه‌های شاهد هنوز کفی تولید نشده است،

به هر یک از آن‌ها ۱-۲mL دیگر محلول صابون بیفزایید تا درجه سختی نمونه تعیین شود.

نتیجه گیری

- به کمک روش‌های یاد شده، مقایسه سختی چند نمونه آب به راحتی با مقایسه ارتفاع کف صابون تولید شده در آن‌ها برای دانش‌آموزان امکان‌پذیر است.
- از روی حجم محلول صابون مورد نیاز برای تولید کف در هر نمونه می‌توان سختی نمونه‌ها را نسبت به یک‌دیگر تعیین کرد.
- به کمک محلول‌های شاهد و تعیین ارتفاع کف صابون در آن‌ها می‌توان به درجه سختی نمونه آب آشامیدنی محل زندگی خود پی برد.



۱. سختی موقت مربوط به وجود نمک‌های منیزیم بی‌کربنات و کلسیم بی‌کربنات در آب است که ترکیب‌هایی ناپایدارند و در اثر جوشاندن آب به منیزیم کربنات و کلسیم کربنات تبدیل شده، رسوب می‌کنند. با جوشیدن آب، مقداری از نمک‌ها - که سبب سختی آب شده‌اند - از محلول خارج می‌شوند و در نتیجه، از سختی آب کاسته می‌شود. به این سختی، سختی کربنات نیز می‌گویند.
۲. سختی دائم مربوط به وجود نمک‌های منیزیم کلرید، منیزیم سولفات، منیزیم نیترات، کلسیم کلرید، کلسیم سولفات و کلسیم نیترات در آب است. این نمک‌ها در اثر گرما تجزیه نمی‌شوند و در نتیجه با جوشاندن آب نیز از بین نمی‌روند. به این سختی، سختی غیرکربنات نیز گفته می‌شود.
۳. به مجموع سختی موقت و دائم آب، سختی کل می‌گویند.



۱. احمد خواجه نصیر طوسی، آب، انتشارات فاطمی، چاپ سوم، ۱۳۷۶.
۲. حسین آقایی، شیمی آب، انتشارات دانشگاه پیام‌نور.

3. J. Environmental Health, "Swimming pool test kits", 1 May, 1999.

4. ga. water.usgs.gov/edu/index.html

5. Bugler, J, The hardness of water, New Statesman, 26 June, 2006.