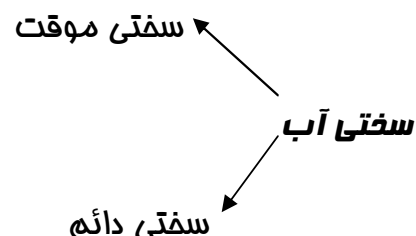


## سختی آب

املاح کلسیم  $Ca^{2+}$  و  $Mg^{2+}$  به مقدار زیاد و همچنین به به مقدار کمتری املاح روی ، آهن ، آلومینیوم ، منگنز و استرانسیم باعث ایجاد سختی در آب می شوند .

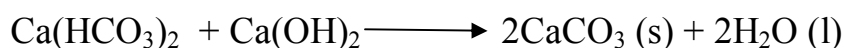


**سختی موقت :** مربوط به به نمک های هیدروژن کربنات یونهای  $Ca^{2+}$  و  $Mg^{2+}$  که در اثر جوشاندن آب رسوب می کنند. برای از بین بردن سختی موقت آب به دو روش عمل می کنند.

۱- **حرارت دادن :** در اثر حرارت دادن نمکهای کلسیم بی کربنات و منیزیم بی کربنات به کلسیم کربنات و منیزیم کربنات تبدیل می شوند.



۲- **افزودن آهک اشباع شده به آب**



به طور کلی در تعیین سختی با دو واژه ی درجه سختی و سختی مواجه هستیم.

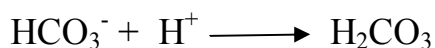
**درجه سختی :** تعداد میلی اکی والان های یونهای  $Ca^{2+}$  و  $Mg^{2+}$  در یک لیتر آب

**سختی آب :** عبارتند از میلی گرم های یونهای  $Ca^{2+}$  و  $Mg^{2+}$  در یک لیتر آب

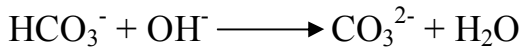
**روش اندازه گیری سختی موقت آب در آزمایشگاه :**

سختی موقت آب را به وسیله ی تیتراسیون با یک اسید قوی مانند هیدروکلریک اسید (HCl) یا یک باز قوی مانند سدیم هیدروکسید (NaOH) اندازه گیری می کنند. از آنجا که بی کربنات ( $HCO_3^-$ ) یک آنیون آمفوتر است یعنی در مقابل اسید دارای نقش باز و در مقابل باز دارای نقش اسیدی است . واکنش های زیر را با اسید و باز قوی خواهد داشت:

**تیتراسیون با اسید قوی :**



تیتراسیون با باز قوی



رابطه های مهم در شیمی :

$$\text{no. meq wt} = \frac{mg}{E} \quad (1)$$

میلی گرم

میلی اکی والان گرم

اکی والان

اکی والان برابر است با :

$$E = \frac{M}{n}$$

جرم مولکولی = M

n = ظرفیت کاتیون ( در اینجا تعداد یون کلسیم یا منیزیم در ترکیب بی کربنات × ظرفیت یون )

$$\text{میلی گرم} = \text{میلی اکی والان گرم} \times \text{اکی والان}$$

$$\text{میلی اکی والان گرم} = \text{درجه سختی}$$

$$\text{سختی} = \text{درجه سختی} \times \text{اکی والان (2)}$$

درجه سختی را می توان به دو شیوه مناسبه کرد :

**در شیوه ی نخست :** ابتدا اکی والان یونهای کلسیم و منیزیم را حساب کرد یعنی جرم مولکولی یونهای کلسیم و منیزیم را از طریق جدول تناوبی پیدا نمود و با هم جمع کرد و تقسیم بر ظرفیت کاتیون کرد که در اینجا ظرفیت هر دو کاتیون ۲ است. در نتیجه خواهیم داشت :

$$E = \frac{40 + 24}{2} = 32$$

## مرحله ی دوم :

در فرمول شماره (۲) به جای اکی والان مقدار بدست آمده در مرحله ی اول را گذاشت ، در نتیجه خواهیم داشت :

$$\text{سختی} = \text{درجه سختی} \times 32$$

در اینجا سختی موقت بر اساس یونهای کلسیم و منیزیم بدست خواهد آمد.

**در شیوه ی دوم :** ابتدا اکی والان کلسیم کربنات ( $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$ ) را محاسبه کرد که خواهیم داشت :

$$E = \frac{160.1}{2} = 80.05$$

**در مرحله ی دوم :** در فرمول شماره (۲) به جای اکی والان مقدار بدست آمده در مرحله ی اول را گذاشت ، در نتیجه خواهیم داشت:

$$\text{سختی} = \text{درجه سختی} \times 80.05$$

در اینجا سختی بر اساس یونهای کلسیم کربنات بدست خواهد آمد.

## محاسبه درجه سختی :

همانگونه که می دانستیم **نرمالیتته ی** یک ماده برابر است با تعداد میلی اکی والان گرم های آن ماده در حجم محلول ( برحسب میلی لیتر)

$$N = \frac{meqwt}{V_{ml}}$$

$$N \times V_{ml} = no. eqwt \quad (3)$$

با توجه به رابطه ی (۱) و (۳) خواهیم داشت :

$$\frac{mg}{E} = N \times V_{ml}$$

در این تساوی ظرفیت و ظرایب دخالت ندارند . چون در اکی والان و نرمالیتة مستتر هستند.

**پس برای محاسبه ی درجه سختی فقط کافی است :**

**مرله ی اول :**

$$N \times V_{ml} = \text{درجه سختی}$$

$N =$  نرمالیتة ی اسید هیدروکلریک

$V =$  حجم میانگین تیتراسیون

**مرله ی دوم :** درجه سختی موقت را در یک لیتر محاسبه کنید از فرمول زیر استفاده کنید.

درجه سختی در یک لیتر = درجه سختی بدست آمده در مرله ی اول  $\times 1000$  / حجم آب شهری استفاده شده در آزمایشگاه ( ۵۰ یا ۱۰۰ میلی لیتر)

**واحد درجه ی سختی : میلی اکی والان است .**

**مرله سوم :** سختی را از روابط زیر حساب کنید :

سختی : درجه سختی ( بدست آمده در مرله ی دوم )  $\times 32$  ( برمسب یونهای کلسیم و منیزیم )

سختی : درجه سختی ( بدست آمده در مرله ی دوم )  $\times 80/05$  ( بر مسب کلسیم کربنات )

**واحد سختی : ppm می باشد .**

مثال : دانشجویی ۱۰۰ میلی لیتر آب شهر قدس را برداشت و با اسید هیدروکلریک N ۰/۱ تیترا نمود . حجم میانگین تیتراسیون این دانشجو برابر با ۲/۵ میلی لیتر است . درجه ی سختی موقت چقدر است ؟

**مرحله ی اول :**

$$N \times V = 0.1 \times 2.5 = 0.25 \text{ meq wt}$$

**مرحله ی دوم :**

درجه سختی در یک لیتر = درجه سختی بدست آمده در مرحله ی اول  $\times 1000 / 1000$  حجم آب شهری استفاده شده در آزمایشگاه ( ۵۰ یا ۱۰۰ میلی لیتر)

$$0.25 \times 1000 / 100 = 2.5 \text{ meq wt}$$

**مرحله ی سوم :**

سختی : درجه سختی ( بدست آمده در مرحله ی دوم )  $\times 32$  ( بر حسب یونهای کلسیم و منیزیم )

سختی : درجه سختی ( بدست آمده در مرحله ی دوم )  $\times 80.05$  ( بر حسب کلسیم کربنات )

$$2.5 \times 32 = 80 \text{ ppm}$$

$$2.5 \times 80.05 = 200.125 \text{ ppm}$$