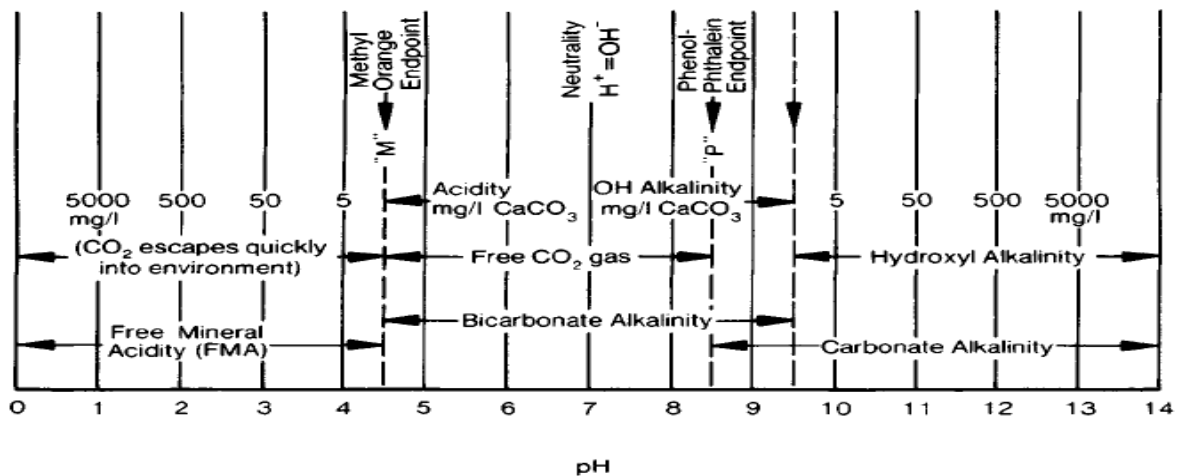


عنوان مقاله : محاسبات سختی ، تی دی اس و قلیائیت آب

تدوین کننده : مهندس منیژه قائمی

قلیائیت کل آب، مقدار یونهای موجود در آب است که بر اثر واکنش با یون هیدروژن مثبت، خنثی می شوند، لذا قلیائیت میزان توانایی آب برای خنثی کردن اسیدها می باشد. قلیائیت زیاد، سبب ایجاد طعم تلخ در آب می شود. قلیائیت از انحلال مواد معدنی خاک و اتمسفر در آب بوجود می آید و معمولاً مجموع یونهای بی کربنات، کربنات و هیدروکسید نشاندهنده قلیائیت آب می باشند.

نمودار زیر، ارتباط پ هاش و میزان یونهای بی کربنات، کربنات و هیدروکسید نشاندهنده قلیائیت آب را مشخص می نماید.



اگر پ هاش آب بالاتر از 8.3 باشد، آنگاه آب حاوی یون کربنات و بی کربنات خواهد بود. اگر پ هاش آب کمتر از 8.3 باشد، آنگاه قلیائیت آب صرفاً محدود به یون بی کربنات خواهد بود، لذا قلیائیت کربناته برابر صفر می شود. اگر پ هاش آب کمتر از 4.5 باشد، قلیائیت کل برابر صفر می شود و فقط تی اکسیدکربن در آب حضور دارد و اسیدیته آب در محدوده 5 الی 5000 میلیگرم بر لیتر می تواند باشد. قلیائیت ساده یا فنل فتالئین (P)، قلیائیتی است که در پ هاش بالاتر از 8.3 در حضور معرف فنل فتالئین تیترو می شوند. قلیائیت کل یا متیل اورانژ (M)، قلیائیتی است که در پ هاش بالاتر از 4.5 در حضور معرف متیل اورانژ تیترو می شوند. میزان قلیائیت موجود در آب، همواره باید بر مبنای واحد میلیگرم بر لیتر کربنات کلسیم ارائه می شود، چون مجموع چند یون می باشد.

محاسبه یونهای بی کربنات، کربنات و هیدروکسید چنانچه پ هاش آب و قلیائیت ساده و قلیائیت کل، مشخص باشد مقدار یونهای بی کربنات، کربنات و هیدروکسید، طبق جدول زیر قابل محاسبه خواهد بود.

Alkalinity	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	OH ⁻	pH range
P=0	0	M	0	<8.3
P=M	0	0	P	>8.3
P=M/2	2P	0	0	>8.3
P<M/2	2P	M-2P	0	8.3<pH<9.6
P>M/2	2(M-P)	0	2P-M	>9.6
M: Simple Alkalinity		P: Total Alkalinity		

سختی

سختی کل (total hardness) مجموع غلظت یونهای دو ظرفیتی کلسیم، منیزیم، استرنسیم، باریوم و مس، روی، سرب و..... نشاندهنده سختی آب می باشد، لیکن به علت ناچیز بودن غلظت سایر یونها، سختی کل صرفاً برابر مجموع میلی اکی والان نمک های کلسیم و منیزیم و بر مبنای واحد میلیگرم بر لیتر کربنات کلسیم در نظر گرفته می شود. میزان سختی همواره باید بر مبنای واحد میلیگرم بر لیتر کربنات کلسیم ارائه شود، چون مجموع غلظت چند یون می باشد. سختی کل، مجموع سختی موقت و سختی دائم می باشد.

سختی کربناته یا سختی موقت (temporary hardness)، مربوط به بیکربناتهای کلسیم و منیزیم می باشد که در اثر حرارت، تجزیه شده و تولید رسوب کربنات کلسیم و گاز دی اکسید کربن می نماید که سپس با تشکیل اسید کربنیک موجب خوردگی نیز می شود.



سختی غیرکربناته یا سختی دائم، در اثر سولفات، کلراید و نیترات کاتیونهای دو ظرفیتی نظیر کلسیم و منیزیم ایجاد می شود. این نوع سختی در اثر حرارت رسوب نمی کنند.

رابطه سختی با قلیابیت

چنانچه سختی کل و قلیابیت کل محاسبه شوند، سپس محاسبه سختی موقت و دائم، طبق جدول زیر قابل محاسبه خواهد بود.

سختی کل بزرگتر از قلیابیت کل	سختی کل کوچکتر از قلیابیت کل	
سختی موقت	برابر قلیابیت کل	سختی کل
سختی دائم	تفاضل سختی کل و سختی موقت	0

تقسیم بندی سختی آب

تقسیم بندی سختی آب	میزان سختی، بر حسب میلیگرم بر لیتر کربنات کلسیم
آب سبک یا نرم	کمتر از 50
آب نسبتاً سخت	کمتر از 150
آب بسیار سخت	بیش از 300

بسته به مقدار پ هاش و قلیابیت، معمولاً سختی بالای 200 میلیگرم در لیتر، ایجاد رسوب می نماید. از سوی دیگر، آبهای سبک با سختی کمتر از 100 میلیگرم در لیتر، ظرفیت بافری کمی داشته و در لوله های انتقال آب، ایجاد خوردگی می نماید.

واحدهای اندازه گیری سختی

میلیگرم بر لیتر کربنات کلسیم	یک درجه آلمانی	یک درجه آمریکایی	یک درجه انگلیسی	یک درجه فرانسوی	میلی اکی والان
50	2.8	2.9	3.5	5	1 میلی اکی والان
10	0.56	0.58	0.7	1	یک درجه فرانسوی
14.3	0.8	0.83	1	1.43	یک درجه انگلیسی
17	0.96	1	1.2	1.72	یک درجه آمریکایی
17.9	1	1.04	1.25	1.79	یک درجه آلمانی
1	0.056	0.058	0.07	0.1	میلیگرم بر لیتر کربنات کلسیم

محاسبات سختی، قلیابیت و کل املاح محلول یا TDS

Physical test TDS							
PH	---	6.8	Temperature	°C	25		
Conductivity	umhose	406	Total dissolved solids, TDS	mg/lit	256.6		
Acidity	mg/lit CaCO ₃		Suspended solids, TSS	mg/lit	5		
Total Alkalinity, M Value	mg/lit CaCO ₃	130	Turbidity	NTU	4		
Carbonate Alkalinity, P Value	mg/lit CaCO ₄	0	Color	Hazen	5		
Hardness total	mg/lit CaCO ₃	153.5	Odor, Smell				
Hardness temporary	mg/lit CaCO ₃	130	SDI 15				
Anions	mg/lit	Coeff.	meq/l	Cations	mg/lit	Coeff.	meq/l
CO₃-	0.0	0.0333	0.00	NH₄⁺	0.0	0.0556	0.00
HCO₃-	158.6	0.0164	2.60	Ca⁺⁺	46.5	0.0499	2.32
Cl-	10.0	0.0282	0.28	Mg⁺⁺	9.1	0.0822	0.75
SO₄-	20.0	0.0208	0.42	Na	10.0	0.0435	0.44
NO₃-	2.0	0.0161	0.03	K	1	0.0255	0.02
NO₂-	0.0	0.0217	0.00	Fe⁺⁺	0.2	0.0358	0.01
PO₄-	0.0	0.0316	0.00	Fe⁺⁺⁺	0	0.0535	0.0
F-	0.0	0.0526	0.00	Mn⁺⁺	0.1	0.0364	0.004
S-	0.0	0.0625	0.00	Ba⁺⁺	0.0	0.0146	0.00
Br-	0.0	0.0125	0.00	Sr⁺⁺	0.0	0.0228	0.00
				Al⁺⁺⁺	0.0	0.0370	0.00
				Boron	0.0	0.0925	0.00
Total anions	190.6		3.33	Total Cations	66.2		3.54
Hypothetical combination							
	mg/lit	Coeff.	meq/l		mg/lit	Coeff.	meq/l
CaCO ₃		0.0200		CaCl ₂		0.0180	
Ca(HCO ₃) ₂		0.0123		NaCl		0.0171	
Mg(HCO ₃) ₂		0.0137		KCl		0.0134	
CaSO ₄		0.0147		KNO ₃		0.0099	
MgSO ₄		0.0167		MgCl ₂		0.0211	
FeSO ₄		0.0132		NaNO ₃		0.0118	
				Na ₂ SO ₄		0.0141	

آنالیز میکروبی آب و "بی او دی" برای تامین آب آشامیدنی مورد نیاز است.

خنثی بودن بارهای الکتریکی آب

مجموع اکی والانهای بارهای مثبت کاتیونی با مجموع اکی والانهای بارهای منفی آنیونی آب برابر است. در مثال فوق، مجموع

اکی والانهای کاتیونها و آنیونها برابر 3.33 و 3.54 می باشد که اختلاف کم بین آنها، صرفاً بخاطر خطای آزمایشگاهی و یا

عدم اندازه گیری کلیه یونها می باشد.

محاسبه غلظت کل املاح محلول و یا "تی دی اس" TDS
 "تی دی اس" حاصل جمع غلظت کاتیونها بعلاوه آنیونها، بر حسب میلیگرم بر لیتر می باشد که برای آب مثال فوق، حدود

$$TDS = (190.6 + 66.2) = 256.8 \text{ میلیگرم بر لیتر می شود.}$$

محاسبه قلیابیت Alkalinity

طبق جدول راهنمای زیر، چون پ هاش آب مثال فوق کمتر از 8.3 می باشد، لذا قلیابیت کربناته برابر صفر است و قلیابیت کل، برابر غلظت بی کربنات بر حسب میلیگرم بر لیتر کربنات کلسیم می شود.

Alkalinity	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	OH ⁻	pH range
P=0	0	M	0	<8.3
P=M	0	0	P	>8.3
P=M/2	2P	0	0	>8.3
P<M/2	2P	M-2P	0	8.3<pH<9.6
P>M/2	2(M-P)	0	2P-M	>9.6

$$\text{کل قلیابیت} = (2.6) * 50 = 130$$

قلیابیت ساده (P) و قلیابیت کل (M) می باشد.

محاسبه سختی کل
 سختی کل حاصل جمع غلظت یونهای کلسیم، منیزیم، آهن می باشد و برای محاسبه آن کافیت، مجموع میلی اکی والانهای یونهای فوق را در 50 ضرب نماییم که برای آب مثال فوق، برابر با 6426.4 میلیگرم بر لیتر کربنات کلسیم می شود.

$$\text{سختی کل} = (2.32 + 0.75 + 0.01) * 50 = 154$$

طبق جدول زیر، چون سختی کل بزرگتر از قلیابیت کل است، پس سختی موقت برابر قلیابیت کل، یعنی 130 و سختی دائم یا غیر کربناته، برابر 24 میلیگرم بر لیتر کربنات کلسیم می شوند.

سختی کل کوچکتر از قلیابیت کل	سختی کل بزرگتر از قلیابیت کل	
سختی کل	برابر قلیابیت کل	سختی موقت
0	تفاضل سختی کل و سختی موقت	سختی دائم