

ن . وَالْقَلَمِ وَمَا يَسْطُرُونَ _ ن . سوگند به قلم و آنچه می نویسند قلم روز

بهداشت آب



املاح موجود در آب

آبی که می نوشید حاوی املاح و مواد گوناگونی می باشد که پاره ای از آن ها مضر و پاره ای دیگر نه تنها مضر نیستند بلکه برای سوخت و ساز بدن بسیار مفید می باشند. مواد موجود در آب را می توان به شاخه های بیولوژیکی که عبارتند از انواع میکروب ها، ویروس ها، انگل ها و آمیب ها و ... و مواد شیمیائی که عبارت است از عناصر و مواد شیمیائی نظیر بی کربنات ها و انواع کاتیون ها، آنیون ها، کربنات ها، سولفات ها، فسفات ها و ... که وجود برخی از آن ها در آب مایه سلامت و برخی دیگر عامل بیماری می باشد.

آب یکی از مهمترین و پر قدرت ترین حلال های شیمیایی می باشد لذا آب جاری با توجه به ترکیبات شیمیایی بستر خود مقداری از عناصر را در خود حل می کند در زیر به بررسی اجمالی آنها می پردازیم.

ترکیبات موجود در آب عبارتند از: نیترات و نیتريت، آهن و منگنز، جامدات معلق، سولفات، فسفات، کلراید، فلوراید، کلسیم و سدیم و عناصر ریز و ناچیز اما مضر.



۱- درصد فراوانی عناصر در پوسته زمین

- اکسیژن ۴۹,۵٪ سدیم ۲,۶۳٪ کلر ۰,۱۹٪ باریم ۰,۰۴٪
- سیلیسیم ۲۵,۷٪ پتاسیم ۲,۴۰٪ فسفر ۰,۱۱٪ نیتروژن ۰,۰۳٪
- آلومینیم ۷,۴٪ منیزیم ۱,۹۳٪ منگنز ۰,۰۹٪ فلور ۰,۰۳٪
- آهن ۴,۷٪ هیدروژن ۰,۰۹٪ کربن ۰,۰۸٪ استرانسیم ۰,۰۲٪
- کلسیم ۳,۴٪ تیتانیوم ۰,۰۶٪ گوگرد ۰,۰۶٪ سایر عناصر ۰,۴۷٪

۲- جامدات معلق:

جامدات معلق جامداتی هستند که محلول حقیقی نبوده و می توان با صاف کردن از محیط حذف نمود. جامدات کل معرف مجموع جامدات حل شده و جامدات معلق می باشد (اکثر اوقات به مقدار جامدات کل مانده کل هم اطلاق می شود. از عوامل دیگر ایجاد مواد معلق می توان به نقش کارخانجات صنعتی و کارگاه ها کودهای کشاورزی فاضلاب های شهری و صنعتی و کشاورزی و.... در ایجاد این مواد اشاره نمود.



استانداردهای سازمان بهداشت آب آشامیدنی آمریکا مقدار کل جامدات را برای یک آب قابل شرب خوب (۵۰۰ ppm) اعلام کرده است اما اگر در ایالتی و یا ناحیه ای نتوان به این استاندارد دست یافت مقدار حداکثر (۱۰۰۰ ppm) نیز مجاز دانسته شده است. لازم به ذکر است که عملاً هیچ محدودیتی بطور مستقیم بر روی مقدار جامدات حل شده و معلق اعمال نگردیده و این محدوده توسط کدورت آب که نباید از (۱۰) واحد تجاوز کند، کنترل می شود .

۳- نیترات:

نیتريت و نیترات از دیگر مواد موجود در آب می باشند که معمولاً به مقدار نسبتاً کمی در آب های طبیعی یافت می شوند، احتمالاً ترکیبات نیتروژن دار از طریق فاضلاب های کشاورزی و تا حدودی صنعتی به این آب ها وارد می شوند که با اکسید شدن این ترکیبات توأم است.

۴- آهن:

آهن به دو گونه آهن فرو و آهن فریک وجود دارد . آهن در فرم فریک کاملاً اکسیده شده در حالیکه در وضعیت فرو، به گونه ای جزئی اکسیده می گردد. در آزمایش مقدار کل محلول شده و دو نوع، یعنی آهن فرو و آهن فریک مورد سنجش قرار می گیرد. از آنجایی که آهن یکی از فراوان ترین عناصر پوسته جامد زمین می باشد در اکثر آب های طبیعی وجود دارد. آهن در آب های سطحی به دلیل اکسید شدن توسط اکسیژن، به صورت فریک می باشد، اما آهن در آب های چاه، معمولاً بصورت فرو دیده می شود، وقتی آب از درون چاه به سطح زمین آورده می شود، به محض تماس با هوای بیرون گاز دی اکسید کربن آزاد گشته و آهن فرو تبدیل به آهن فریک می گردد.

آهن در رده عناصر قشر ساز شبیه کلسیم و منیزیم قرار داده شده است و دلیل آن هم تشکیل رسوب از محلول و تولید یک لایه می باشد، آهن در آب اشکالات زیادی را تولید می کند، تولید لکه هایی می کند که لایه حفاظتی و بهداشتی دستشویی ها را از بین برده و بر سایر ظروف مشابه تأثیرات سوئی می گذارد. از نقطه نظر قوانین بهداشتی ، حداکثر مقدار این ماده در درون آب قابل شرب حدود ۰.۳ ppm است . از آنجا که حضور آهن به مقدار فراوان در آب باعث بیماری و مشکلات بهداشتی می گردد از این رو حذف آن بسیار حائز اهمیت می باشد .



حذف آهن از محیط از راه فرآیندهای زیر صورت می گیرد:

- (۱) هوا دادن
- (۲) منعقد ساختن
- (۳) توسط آهک و کربنات سدیم
- (۴) تبادل یونی
- (۵) صاف سازی تماسی

۵- منگنز:

منگنز بیشتر در آب های آهن دار با دامنه ای کمتر از آهن وجود دارد. اشکالاتی که در اثر حضور هریک از آنان بوجود می آید شبیه یکدیگر می باشد و روش حذف آهن بر منگنز نیز تأثیر می گذارد. منگنز بیشتر در آب ها وجود داشته و معمولاً مقدارش بیشتر از ۳ ppm نمی باشد این عنصر، مانند آهن رسوب می کند و به فرم هیدروکسید منگنز قهوه ای یا سیاه رنگ در درون لوله های انتقال، شیرها و غیره دیده می شود حضور منگنز تولید یکسری لکه های بد رنگ می کند. مقدار منگنز برای اکثر اهداف صنعتی نبایستی بیشتر از حداکثر (۴ ppm) باشد. در برخی فرآیندها، مانند تولید کاغذهای نرم و نازک، این مقدار منگنز هم به عنوان آلوده کننده مطرح می شود. اداره بهداشت آمریکا در این مورد بیشتر نبودن منگنز از ۰.۵ ppm در آب آشامیدنی را توصیه می نماید .

روش های حذف منگنز از آب:

- (۱) هوادهی
- (۲) صاف سازی تماسی
- (۳) نرم کردن توسط آهک با آهک کربنات کلسیم
- (۴) نرم سازی توسط زئولیت

استاندارد عناصر کم مقدار در آب آشامیدنی

ردیف	عنوان			حد مطلوب (mg/L)	حداکثر مجاز (mg/L)
	نماد				
۱	آهن	Iron	Fe	0/3	-
۲	آلومینیوم	Aluminium	Al	0/1	0/1-0/2
۳	روی	Zinc	Zn	3	-
۴	مس	Copper	Cu	1	2
۵	منگنز	Manganese	Mn	0/1	0/4
۶	آرسنیک	Arsenic	As	-	0/01
۷	سرب	Lead	Pb	-	0/01
۸	کادمیم	Cadmium	Cd	-	0/003
۹	کروم	Chromium	Cr	-	0/05
۱۰	جیوه	Mercury	Hg	-	0/006
۱۱	نیکل	Nickel	Ni	-	0/07
۱۲	باریم	Barium	Ba	-	0/7
۱۳	مولیبدنیوم	Molybdenum	Mo	-	0/07
۱۴	سلنیوم	Selenium	Se	-	0/01
۱۵	وانادیوم	Vanadium	V	-	0/1
۱۶	بور	Boron	B	-	0/5
۱۷	آنتیموان	Antimony	Sb	-	0/02

۶- عناصر Trace elements موجود در آب:

اصطلاح عناصر ناچیز به آن دسته از عناصر گفته میشود که به مقدار بسیار اندک (اما اثر گذار) در یک محلول یا ماده وجود داشته باشند.

یک تعریف قابل قبول برای عناصر ناچیز چنین است: عنصری که به مقدار چند قسمت در میلیون یا کمتر در نمونه وجود داشته باشد.

جدول زیر مهمترین عناصر ناچیز را که در آب ها یافت می شوند را نشان می دهد، بعضی از این عناصر به عنوان مواد غذایی برای زندگی جانوری و گیاهی شناخته می شوند، بعضی از این عناصر به مقدار کم مورد نیاز هستند ولی مقدار زیاد آن ها سمی است. بسیاری از مواد موجود در محیط زیست آبی دارای چنین حالتی هستند. به خواص و ویژگی برخی از آن ها در زیر اشاره شده است.

***وجود و اهمیت عناصر ناچیز در آب های طبیعی و فاضلاب ها: عنصر منبع تأثیر و اهمیت حدمجاز (ppm) :**

۱- ۵ ppm آرسنیک محصول فرعی استخراج معدن، آفت کش های سمی، و احتمالاً سرطان زا ؛

۲- ۰,۰۱ ppm کادمیم ضایعات صنایع، فضولات استخراج معادن، آبکاری لوله های آب که در فرآیندهای شیمیایی جانشین روی می شود و باعث افزایش فشار خون و آسیب به کلیه ها و... می گردد؛

۳- ۱ ppm بریلیم زغال سنگ و نیروگاه های هسته ای و صنایع فضایی که باعث مسمومیت حاد و مزمن و احتمالاً سرطان می شوند و بور در زغال سنگ، مواد پاک کننده، فضولات صنعتی سمی برای گیاهان؛

۴- ۰,۰۵ ppm کروم آبکاری فلزات، مواد افزودنی به برجهای خنک کننده؛

۵- ۱ ppm مس ناشی از آبکاری فلزات، فضولات صنعتی، زباله های شهری و معدن کاوی، که برای جانوران سمی نیست ولی برای گیاهان سمی است؛

۶- فلئور (به شکل یون) در منابع ژئولوژیکی، و پسمانده های صنعتی که بیش از ۱ ppm ازان باعث خرابی دندان می شود؛

۷- ۱,۷-۱,۸ ppm آهن در پسماندهای صنعتی، ۰,۰۵ ppm سرب لوله های آب، سموم نابودی حشرات درحد ۰,۰۵ ppm، و منگنز در پسماندهای صنعتی.

تماس با فلوراید از طریق آب آشامیدنی به مقدار زیاد بستگی به شرایط طبیعی دارد. مقادیر آن در آب خام معمولاً پایین تر از ۱,۵ میلی گرم در لیتر است اما آب های زیر زمینی ممکن است در مناطق غنی از مواد معدنی فلئوردار، محتوی حدود ۱۰ میلی گرم در لیتر باشند برخی اوقات فلوراید جهت پیشگیری از پوسیدگی دندان به آب آشامیدنی افزوده می شود. فلوراید های محلول پس از ورود آب آشامیدنی به بدن به سرعت در سیستم گوارش جذب می شوند.

در سال ۱۹۸۷، IARC (سازمان بین المللی پژوهش بر روی سرطان) فلوراید های معدنی را در ۳ گروه طبقه بندی کرد. گر چه در یک مطالعه انجام شده بر روی موش های صحرایی نر، شواهد دو پهلویی در خصوص سرطان زایی به دست آمده ولی مطالعات اپیدمیولوژی گسترده هیچ گونه شواهدی از سرطان زایی در انسان نشان نداده اند.

یکی از مطالبی که باید به آن اشاره کرد این نکته است که ترکیباتی مثل کربنات سولفات و دمای محیط و همچنین pH بر روی غلظت فلوراید مؤثر است.

خواص فلئور در آب : در سال ۱۹۰۳ برای اولین بار در کلرادو آمریکا یک دندان پزشک متوجه شد مردمی که از آب های دارای فلئور استفاده می کنند، استحکام دندان هایشان بیشتری شود اما لکه های قهوه ای رنگی روی دندان هایشان ایجاد می شود. مطالعات بعدی نشان داد که اگر میزان فلئور آب حدود (۱ lit/mg) یا به طور متوسط (۵-۷,۰ mg) باشد حداقل ۶۰٪ کاهش پوسیدگی دندان داریم و لکه های قهوه ای رنگ ایجاد نمی شود.

بدین ترتیب اگر از بدو تولد بتوان فلئور در حد لازم را به آب اضافه کرد و فلئور مورد نیاز بدن را تأمین کرد، خطر پوسیدگی دندان ها کاهش می یابد. ضمن این که مطالعات بعدی نشان داد اصولاً در مردمی که از آب هایی استفاده می کنند که فلئور کافی را دارد در آینده کلسیفیکاسیون عروق قلبی مخصوصاً عروق کرونر و آئورت کمتر اتفاق می افتد. اما اگر میزان فلئور از (PPM ۱,۵) تجاوز کند و به ۲ برسد فلئوریزیس دندانی شروع می شود و اگر به ۲,۵ برسد معمولاً نشانه های انباشت فلئور در دندان ها که فلئوریزیس نام دارد مشاهده می شود. نکته مهم این است که اگر فلئور آب در حد ۲,۵ PPM باشد فلئوریزیس، زیبایی دندان ها را از بین می برد.

ناخالصی های موجود در آب :

آب خالص در طبیعت به دلیل ویژگی های حلالیت بالای آن، وجود ندارد و دارای ناخالصی های گوناگون می باشد . ناخالصی های آب را به سه دسته کلی مواد جامد محلول، مواد جامد معلق و کلوئیدی و گازها دسته بندی می نمایند.

مواد غیر محلول و معلق :

ذرات ریز و درشت مواد غیر محلول و معلق در آب دارای اهمیت بسیار متنوع می باشند این مواد معلق سبب کدورت آب می شوند. برخی از این ذرات که درشت تر هستند دارای قابلیت ته نشینی می باشند و با حذف آن ها آب شفاف تر می گردد و برخی دیگر از

این ذرات معلق قابلیت ته نشینی بسیار کمی دارند و برای ته نشینی نیاز به زمان طولانی دارند و یا اینکه به طور کلی غیر قابل ته نشینی هستند. برخی از این مواد معلق عبارتند از :

۱. ذرات ریز خاک و سنگ و مواد تشکیل دهنده بستر رودخانه ها که در اثر فرسایش زمین ایجاد شده اند.

۲. موجودات ریز زنده (میکروارگانیسم ها) مانند باکتری ها

۳. سیلیس کلئیدی، کلئیدها، سوسپانسیون ها و امولسیون ها

در اینجا به دلیل اهمیت موضوع، اشاره ای به محلول های حقیقی ، سوسپانسیون ، امولسیون و کلئیدی می گردد.

هرگاه ذرات بسیار ریز یک جسم در بین ذرات جسم یا اجسام دیگر پراکنده گردد، مجموعه حاصل سیستم پراکنده نامیده می شود. در بین این سیستم بیشتر سیستم یا دستگاهی مورد بررسی می باشد که در آن حلال، مایع می باشد زیرا این سیستم در تصفیه آب اهمیت بیشتری دارند که معمولاً به آن ها محلول گفته می شود. خواص چنین محلول هایی در درجه اول به بزرگی ذرات حل شده یا پراکنده شده بستگی دارد که بزرگی ذرات میزان پایداری آنها را تعیین می کند. اگر اندازه این ذرات بزرگتر از اندازه مولکول ها باشد، سیستم ناپایدار بوده و ذرات پراکنده می شوند و به سهولت جدا و بنابر چگالی خود در بالا یا پایین دستگاه جمع می شوند این گونه سیستم ها یا دستگاه ها را سیستم های معلق می گویند که ممکن است از نوع سوسپانسیون یا امولسیون باشند ولی اگر کاملاً پایدار یا مدت طولانی پایدار باشند به محلول های واقعی معروف می باشند. ذرات جامد معلق در مایع را سوسپانسیون و مایع معلق در مایع را امولسیون می گویند این ذرات دارای ویژگیهای زیر می باشند :

۱. کم کم در سطح حلال و یا ته ظرف یعنی زیر حلال جمع می شوند؛

۲. از پرده اسمزی عبور نمی کنند و اکثراً از کاغذ صافی هم عبور نمی کنند؛

۳. این ذرات با چشم دیده نمی شوند ولی با میکروسکوپ های معمولی قابل مشاهده می باشند.

محلول های حقیقی مانند محلول نمک در آب دارای ویژگیهای زیر می باشند :

۱. نه در سطح حلال و نه در زیر حلال جمع می شوند؛

۲. از هر نوع کاغذ صافی عبور می کنند؛

۳. از پرده های اسمزی عبور می کنند؛

۴. با الکترومیکروسکوپ ها هم قابل مشاهده نمی باشند.

مواد کلئیدی، حد واسطی بین سوسپانسیون ها، امولسیون ها و محلول های واقعی می باشند که دارای ویژگی های زیر می باشند:

۱. از کاغذ صافی عبور می کنند ولی از صافی های خیلی ریز (اولترافیلتر) عبور نمی کنند.

۲. از پرده های اسمزی عبور می کنند.

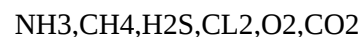
۳. ته نشین نمی شوند ولی به هم می پیوندند و توده نیمه جامدی به نام لخته تشکیل می دهند.

مواد جامد محلول : دسته ای از ناخالصی های تشکیل دهنده آب موادی هستند که به صورت محلول می باشند . به طور کلی همه مواد در آب حل می شوند ولی میزان حلالیت آنها متناسب است.

انحلال در آب به سه صورت **مولکولی، قطبی، یونی** می باشد. مواد جامد در محلول به دو گروه کلی مواد یونی و مواد غیر یونی تقسیم می شوند.

گازها :

این مواد با مقادیر مختلف در آب ها حل می شوند .مقدار گاز حل شده به فشار گاز و نوع گاز از یک سو و از سوی دیگر به دمای آب ،مواد موجود در آب و PH آن بستگی دارد. برخی از گازهایی که وجودشان در آب تصفیه مطرح است عبارتند از :

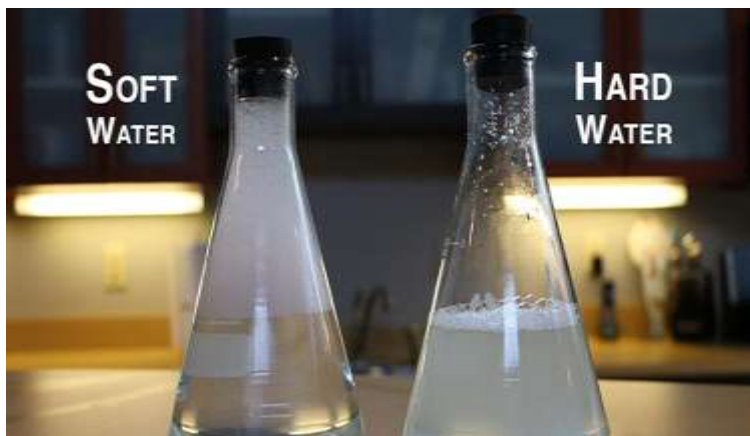


خواص آب با توجه به نوع و میزان ناخالصی های آن :

- با در نظر گرفتن مواد جامد در آب می توان خواص آب را به دو دسته فیزیکی و شیمیایی تقسیم کرد:
- خواص فیزیکی آب: مواد موجود در آب موجب ایجاد تغییراتی در رنگ ، بو ، مزه و کدورت آب می شوند این خواص که تحت تاثیر شرایط محیطی واقع می شوند و خصوصیات ظاهری آب را نشان می دهند به همراه دما ، خواص فیزیکی آب هستند.
 - رنگ (Color): آب خالص بدون رنگ است ولی آب ناخالص با توجه به میزان و نوع مواد محلول و یا معلق در آن ممکن است دارای رنگ باشد به عنوان مثال آب زرد رنگ می تواند نشان دهنده وجود اسیدهای آلی باشد و رنگ قهوه ای آب نشانگر یون های آهن می باشد. رنگ را می توان در اثر جذب سطحی یا فرایند منعقدسازی و یا اکسیداسیون از بین برد.
 - کدورت (Turbidity): کدورتی یا کمبود شفافیت به دلیل وجود مواد معلق و یا کلوئیدی در آب است. کدورت آب موجب پراکنده شدن و یا جذب نور تابیده به آن می شود. برای اندازه گیری میزان کدورت آب از محلول شاهد استفاده می شود که به صورت واحد استاندارد اندازه گیری کدورت مطرح است و هر واحد آن برابر کدورتی آبی است که شامل یک قسمت در میلیون سیلیس است. کدورت آب آشامیدنی باید از ۵ واحد کمتر باشد.
 - بو و مزه (Odor and Taste): آب خالص بدون بو و مزه است وجود مواد مختلف در آب می تواند به آب بو و مزه های ویژه بدهد که برخی از آنها نامطبوع هستند. به عنوان مثال آب دریاچه های راکد بوی لجب می گیرد و یا در اثر وجود یون های سدیم کلرید، شور مزه می شود و در اثر وجود نمک های منیزیم و پتاسیم تلخ مزه می شود. همچنین آبی با PH بالا دارای مزه ناخوشایند صابونی می باشد و ترش مزه می شود. آبی که محتوی مقداری گاز اکسیژن است دارای مزه مطلوب تری می باشد. وجود برخی از گازها مانند هیدروژن سولفاید (H_2S) موجب تغییر بوی آب می شود.
 - خواص شیمیایی آب : خواص شیمیایی معمولا به ویژگی هایی از آب گفته می شود که در اثر میزان و نوع ماده حل شده در آن تغییر می کند از جمله این خواص می توان به اسیدی یا قلیایی بودن، هدایت الکتریکی و سختی آب اشاره کرد.
 - هدایت الکتریکی (electrical conductivity) : قابلیت انتقال جریان برق نشانگر میزان هدایت الکتریکی است هدایت یک محلول را به صورت عکس مقاومت تعریف می کنند و واحد آن (mho) است. مقدار هدایت الکتریکی ویژه آب نشان دهنده میزان وجود املاح در آب است دلیل کاهش مقدار مقاومت الکتریکی در این است که با افزایش املاح حرکت یون ها روی یکدیگر اثر منفی می گذارند و هدایت الکتریکی محلول همانند محلول های رقیق با تعداد یون ها متناسب نمی باشد.
 - کل مواد جامد محلول در آب (Total dissolved solids) TDS : مقدار کل مواد غیر فرار حل شده در آب را که شامل یون های مختلف می باشد به نام کل مواد جامد محلول در آب می خوانند.
 - مواد جامد معلق (s.s-Suspended solids): وقتی آب از فیلتر عبور می کند مواد جامد معلق روی فیلتر باقی می ماند و مواد جامد محلول و مواد کلوئیدی موجود در آب از فیلتر عبور می کند. با خشک کردن مواد جامد باقی مانده روی فیلتر و وزن کردن آن مقدار مواد جامد معلق (S.S) بدست می آید. از مجموع مواد جامد محلول در آب و مواد جامد معلق، کل مواد جامد بدست می آید.

سختی آب (hardness) :

آب سخت واژه ای است که به آب حاوی کاتیون های کلسیم و منیزیم ، آهن و منگنز و ... گفته می شود با توجه به اینکه میزان آهن و منگنز در آب بسیار کم است بنابراین کاتیون های کلسیم و منیزیم عامل اصلی ایجاد سختی آب به حساب می آیند. سختی آب بر حسب واحدهایی مثل میلی گرم، یون در لیتر یا بر حسب معادل کلسیم کربنات حل شده در آب بیان می شود.



مکانیزم ایجاد سختی آب بدین صورت است که بخار آب در جو چگالیده شده، دی اکسید کربن هوا را در خود حل می کند و تشکیل اسید ضعیفی بنام اسید کربنیک می دهد این اسید همراه با قطرات باران به زمین می بارد. از خاک های سطحی عبور کرده و به بسترهای سنگی زیر زمین که معمولاً سنگ آهک می باشند می رسد. سنگ آهک مخلوطی از کربنات کلسیم و منیزیم می باشد اسید ضعیف، آهک را در خود حل می کند و موجبات سختی آب را فراهم می آورد. منیزیم و کلسیم به عنوان عناصر دو قلوئی سختی را شهرت دارند و از آنجایی که از لحاظ خواص به هم نزدیک هستند هرچه درباره یک از آن ها مطرح گردد درباره دیگری نیز صادق است.

در کل همانطور که گفته شد سختی آب ناشی از یون های کلسیم، منیزیم، باریم، هیدروکربنات، کلر، سولفات و نیترات ها و آهن و منگنز می باشد ولی چون غیر از ترکیبات کلسیم و منیزیم ، سایر ترکیبات به دلیل غلظت بسیار پایین آن ها قابل چشم پوشی هستند بنابراین اصطلاحاً به مجموع کاتیون های کلسیم و منیزیم سختی آب می گویند .

منابع قابل استفاده :

- اصول ایمنی و بهداشت در طرح های آب و فاضلاب – دکتر علی اکبر نظام آبادی – پردیس فنی شهید عباسپور دانشگاه شهید بهشتی.
- بهداشت آب و فاضلاب – مهندس جواد ترکشوند، مهندس شهربانو یونسی، دکتر علیرضا خاکپور
- مهندسی آب و فاضلاب مکنزی- ترجمه: دکتر مصطفی لیلی، مهندس سید جواد جعفری، مهندس کاظم گودینی، مهندس نفیسه نوریه، مهندس زهرا عطاfer، مهندس اردوان نیکنام.

[-http://www.environmentalhealth.ir](http://www.environmentalhealth.ir)

[-http://irwwa.com](http://irwwa.com)

[-https://www.iaeh.ir](https://www.iaeh.ir)

[-https://www.sanitationandwaterforall.org](https://www.sanitationandwaterforall.org)

[-https://www.who.int](https://www.who.int)

[-https://www.jica.go.jp](https://www.jica.go.jp)

[-https://www.cdc.gov](https://www.cdc.gov)

(پایان قسمت دوم بهداشت آب)