اطلاعاتی دربارهٔ

آنالیز آب

● از: مهندس سید حسن میرکیایی تمیجانی

شرکت تولیدی و مهندسی حرارت‌گستر، عضو انجمن صنعت تأسیسات

مقاله‌ای که ارائه می‌گردد مکمل مقاله‌ای است که تحت عنوان "آب و ناخالصیهای آن" در شماره هفتم این نشریه به چاپ رسیده است. هدف از درج این مقاله و تکرار برخی از عناوین، شناسایی هر چه کاملتر ناخالصیهای آب و روشهای مقابله با اثرات نامطلوب آنها در مصارف صنعتی و شهری می‌باشد.

۱- سختی *(Hardness)*

کلسیم *(Ca)* و منیزیم *(Mg)* که مواد معدنی ایجادکننده سختی می‌باشند، کم و بیش در اغلب منابع آب طبیعی تصفیه نشده موجودند. کلسیم به طور کلی در موارد بیشتر و در مقادیر زیادتر نسبت به منیزیم وجود دارد. سختی آب ممکن است که به میزان صفر تا ۳۵۰ گرین در گالن *(gPg)* و یا بیشتر باشد. آب عاری از سختی، "نرم مطلق *(Zero Soft)*" یا در بعضی موارد "صفر سخت *(Zero Hard)*" نامیده می‌شود. عموماً، آبی که حاوی سختی کمتر از *۰/۶ g Pg* باشد، نرم فرض می‌گردد زیرا اندازه‌گیری مقادیر کمتر از آن مشکل است. چنین آبی برای کلیه موارد مصرف و مقاصد مختلف، کاملاً مانند آب با سختی صفر عمل می‌کند. سختی همیشه یا با گرین در گالن و یا *PPM* سنجیده می‌شود. مجموعه کلسیم و منیزیم منفقاً به عنوان سختی اندازه‌گیری شده و جهت مصارف غیرصنعتی خیلی به ندرت به صورت جداگانه گزارش می‌گردند. جایی که میزان سختی به بالاتر از *g Pg* ۱۰۰ افزایش یابد، سختی‌گیری کامل، عموماً اگر غیرممکن نباشد لااقل مشکل است. در این موارد، سختی معمولاً به عوض برطرف شدن کامل، کاهش داده می‌شود. با استفاده از سختی‌گیر استاندارد زئولیت، چنین آبهایی عموماً از نظر سختی به چند گرین کاهش داده می‌شوند. آب حاصل، با وجود این که نرم مطلق نیست، مطلقاً بهتر و با قابلیت استفاده بیشتر نسبت به آب تصفیه نشده اصلی می‌باشد. اغلب آبها دارای سختی طبیعی به میزان کمتر از *g Pg* ۱۰۰ بوده و از ۳ تا ۶۰ گرین در گالن متغیرند. در چنین آبهایی، سختی را می‌توان به آسانی با استفاده از سختی‌گیر زئولیت به صفر کاهش داد.

۲- *PH*

"*PH*" عبارتی است که جهت نشان دادن اسیدیته یا قلیائیت آب بکار می‌رود. "*PH*" میزان اسید و یا قلیای موجود در آب را اندازه‌گیری نمی‌نماید، بلکه عموماً نشان می‌دهد که از هر کدام چقدر بیشتر از دیگری وجود دارد. مقیاس "*PH*" از ۱ (کلاً اسیدی) تا ۱۴ (باز کامل) تغییر می‌کند. "*PH*" مساوی ۷ در این مقیاس نقطهٔ میانه بوده و نشان‌دهنده توازن تقریبی اسید و باز یا قلیا می‌باشد. در این نقطه (۷) آنها تقریباً مساوی بوده و در نتیجه یکدیگر را خنثی می‌کنند و چنین آبی "آب خنثی" نامیده می‌شود. هنگامیکه میزان "*PH*" به کمتر از ۷ نزول می‌کند، میزان اسید موجود در آب افزایش یافته و یا کوچکتر شدن عدد، خوردگی آب شدیداً افزایش می‌یابد. چنین آبهایی در لوله‌ها و اتصالات تولید زنگ‌زدگی نموده و موجب خوردگی لوله‌های مسی می‌گردند. اغلب در جاهایی که با "*PH*" پایین مواجه باشیم، حضور زنگ قهوه‌ای آهن و زنگ سبز مس روی اتصالات قابل مشاهده‌اند. با افزایش میزان "*PH*" به بالاتر از ۷، قلیابیت آب نیز افزایش می‌یابد. چنین آبهایی با وجود این که لزوماً خورنده نیستند، به احتمال قریب به یقین در خطوط لوله آبداغ، مولّد رسوب می‌باشند. همزمان با افزایش *PH*، آب شروع به ته‌نشین کردن سختی خود به صورت رسوب سخت و غیرقابل حل می‌نماید. وجود حرارت انجام این عمل را تسریع می‌کند. این رسوب می‌تواند باعث گرفتگی لوله‌های آب و در نتیجه ایجاد افت فشار، افت جریان (دبی) و نهایتاً تعویض سیستم (مجموعه) شود. قابل ذکر است که *PH* به خودی خود تشکیل رسوب نمی‌دهد بلکه کمک به ایجاد رسوب از سختی موجود در آب می‌نماید. با افزایش و یا کاهش *PH* آب، اثر آن به طور قابل توجهی تغییر می‌کند. جایی که میزان *PH* پایین بوده و کمتر از ۷ باشد، می‌توان آن را به وسیله یک خنثی‌ساز *(Neutralizer)* تصحیح نمود. جایی که میزان *PH* بالا بوده و بیشتر از ۷/۱ باشد، نصب یک سختی‌گیر، سختی را برطرف نموده و سبب جلوگیری از تشکیل رسوب سخت، بدون توجه به میزان "*PH*" می‌گردد.

۳- دی اکسید کربن *(CO2)*

آب با "*PH*" پایین معمولاً حاوی دی اکسید کربن آزاد می‌باشد. وجود *CO2* در آب عموماً ناشی از جذب دی اکسید کربن از هوا در هنگام ریزش آب به صورت باران و یا از فساد مواد آلی در زمین است. آب چاهها ممکن است که حاوی مقدار زیادی از دی اکسید کربن و در نتیجه *PH* پایین و خاصیت خورندگی باشند. اکثر آبهای سطحی به دلیل مجاورت با هوای آزاد، نسبتاً عاری از *CO2* هستند. دی اکسید کربن را می‌توان به آسانی توسط هوادهی *(Aeration)* برطرف (جدا) نمود. بر اثر تماس (مجاورت) آب حاوی *CO2* با هوا، گاز *CO2* جدا شده و به هوا متصاعد می‌شود. بنابراین، منابع آبهای سطحی که در معرض هوا و هوادهی طبیعی قرار دارند، به ندرت حاوی مقادیر قابل توجهی از دی اکسید کربن می‌باشند. دی اکسید کربن موجود در آب تشکیل اسید کربنیک ضعیف می‌دهد که همان ماده‌ای است که باعث تولید حباب و ترکیدن و خروج آنها همراه با سر و صدا می‌گردد. همزمان با افزایش غلظت دی اکسید کربن، میزان *PH* کاهش یافته و آب خورندگی بیشتری پیدا می‌کند. دی اکسید کربن را در صورتی که مقدارش به حدی باشد که مشکل‌آفرین شود می‌توان با روش خنثی‌سازی با استفاده از یک "خنثی‌ساز" کنترل و یا برطرف نمود. برخی از آبها ممکن است که حاوی اسیدهای معدنی از قبیل اسید سولفوریک، اسید کلرئیدریک و غیره باشند. این اسیدها موجب ایجاد *PH* خیلی پایین شده و در مقایسه با *CO2*، خورندگی بیشتری را در آب ایجاد می‌نمایند. چنین آبهائی عموماً دارای *PH* مساوی ۳/۵ و یا کمتر بوده و نمی‌توان آنها را با استفاده از "خنثی‌ساز" و یا هوادهی کاملاً اصلاح نمود. در این موارد استفاده از یک **"تغذیه‌کننده شیمیائی *(Chemical Feeder)*"** جهت اضافه نمودن قلیا به آب، توصیه می‌گردد. دی اکسید کربن ممکن است که حتی در آبی با *PH* بیشتر از ۷ نیز موجود باشد. به هر حال دی اکسید کربن هرگز در آبی که دارای *PH* بیشتر از ۸/۵ باشد، وجود ندارد.

۴- آهن *(Fe)*

آهن یا زنگ آهن به صورت محلول یا معلق و یا هر دو در آبهای زیرزمینی ظاهر می‌شود. آهن محلول، آهنی

HARARAT GOSTAR

است که کاملا در آب حل شده باشد. آبهایی که حاوی آهن محلول هستند، فقط به صورت کاملاً شفاف بوده و ظاهراً هیچگونه علائمی دال بر وجود آهن در آنها وجود ندارد. آهن معلق اغلب **"قابل رویت (Visible)"** نامیده می‌شود. در این حالت، آهن محلول در آب با اکسیژن تشکیل اکسید آهن یا زنگ آهن می‌دهد. جهت تشکیل زنگ آهن، آهن باید از محلول جدا شده و تشکیل ذرات زنگ آهن قابل رویت بدهد. این ذرات معلق زنگ آهن، باعث ایجاد کدری در آب می‌شوند. خیلی از آبها ممکن است که در هنگام حصول، کاملاً "زلال باشند. در این موارد آهن کاملاً محلول است. با گذشت زمان، همین آب کدر شده و رسوب قهوه‌ای یا قرمزی از آن جدا می‌گردد. این رسوب همان آهن محلول بوده که به ذرات قابل رویت زنگ آهن تغییر حالت داده و به صورت آهن معلق در آمده است. آهن محلول به میزان محدود بوسیله تبادل یونی *(Ion Exchange)* و یا فرآیند سختی‌گیری *(Softening Process)* حذف شده ولی نمی‌توان آن را با استفاده از فیلتر مکانیکی، جدا نمود. آهن معلق بوسیله تبادل یونی جدا نشده ولی می‌توان آن را به راحتی با فیلتراسیون برطرف نمود. در صورتی که آهن حالت نوبی خود را از دست داده و به صورت معلق در آمده باشد، دیگر نمی‌توان آن را با تبادل یونی جدا نمود. آبها غالباً حاوی آهن به دو صورت معلق و محلول می‌باشند. در اینگونه موارد، استفاده از فیلتر آهن بهترین کارآیی را داشته، آهن معلق را صاف کرده و آهن محلول را به آهن معلق قابل صاف کردن تبدیل می‌نماید. در مواردی که جداسازی محتوای آهن آب، خارج از توان سختی‌گیر یا فیلتر به تنهایی باشد، لازم است که قبل از صاف کردن، تجهیزاتی جهت اکسیده‌کردن تمامی آهن تهیه گردد تا آنها را به صورت معلق و قابل صاف کردن در آورد. کلرزنی *(Chlorination)* و در برخی موارد کلرزنی به علاوه تزریق قلیا *(Alkali Feeding)* این منظور را تأمین می‌نماید. آهن همیشه با قسمت در میلیون *(PPM)* سنجیده می‌شود. مقدار اندکی به میزان *PPM* ۰/۲ کافی است تا لکه‌های نامطلوبی درلباسشوییها، شیرآلات و لوازم بهداشتی ساختمان و غیره ایجاد نماید. باکتری آهن اغلب **"آهن آلی *(Organig Iron)*"** نامیده می‌شود. در واقع چیزی به عنوان "آهن آلی" وجود ندارد لکن باکتریهای آهن به خودی خود یقیناً آلی هستند. این گونه باکتریها روی آهن در آب وجود داشته و آن را به آهن معلق تبدیل می‌نمایند. این باکتریها همچنین تشکیل لخته داده که باعث چسبندگی ذرات آهن بهم شده و تولید جرم لخته‌ای (درد) در کف مخزن می‌کند. این لخته‌ها اغلب باعث ایجاد اشکال در مصرف آنها حاوی آهن هستند زیرا آهن معلق، تشکیل توده مواد داده و مسیر جریان را مسدود می‌کند. در این حالت کلرینه کردن (کلرزنی) می‌تواند مجدداً سریعترین و ساده‌ترین جواب بوده، باکتریها را کشته باعث حذف بقایای آنها شده و آهن معلق را به صورتی که به آسانی قابل صاف کردن باشد، باقی گذارد.

۵- سولفید هیدروژن *(H_2S)*

سولفید هیدروژن به صورت گاز بوده و با توجه به بو و طعم زننده تخم‌مرغ گندیده که مشخصه آن می‌باشد، به آسانی قابل شناسایی است. آبهای چاههایی که حاوی این گاز هستند، متداولاً **"آبهای سولفوره"** نامیده می‌شوند. طعم و بوی مشخصه این گاز در غلظتهای پایین به میزان *PPM* ۰/۱، به خوبی قابل تشخیص است. سولفید هیدروژن حتی در غلظتهای پایین، در شیرآلات حالت خورنده داشته، در برنج‌خوردگی ایجاد نموده و آبکاری کروم را به صورت پوسته جدا می‌سازد. به علاوه بخارات سولفیدهیدروژن سطوح رنگ شده را تیره یا سیاه کرده و به آنها ظاهری دودزده می‌دهد. سولفیدهیدروژن به راحتی توسط کلرزنی قابل کنترل است. صاف کردن متعاقباً جهت برطرف نمودن (جدا کردن) بقایا به صورت مواد ته‌نشینی که به رنگ سیاه یا زرد متغیرند، مورد لزوم می‌باشد. این مواد باقیمانده تقریباً با استفاده از هر نوع فیلتر مکانیکی قابل برطرف کردن می‌باشند. کلرزنی ساده‌ترین، سریعترین و اقتصادی‌ترین روش کنترل سولفیدهیدروژن است. یک محاسبه سر انگشتی نشان می‌دهد که تزریق تقریبا *PPm* ۲ کلر جهت برطرف کردن (حذف) *PPm* ۱ سولفیدهیدروژن مورد نیاز است. این مقدار یقیناً در موارد خاص متغیر خواهد بود. از آنجا که کلر در اغلب موارد جهت تنظیم و حذف سولفید هیدروژن بکار برده می‌شود و به مقدار اضافی تزریق می‌گردد، فیلترهای کربنی متداولاً جهت حذف کلر اضافی پس از حذف کامل سولفیدهیدروژن نصب می‌شوند. فیلترهای کربنی نباید هیچگاه به تنهایی جهت تقلیل سولفید هیدروژن بکار برده شوند. این فیلترها ظرفیت اندکی جهت حذف سولفید هیدروژن داشته و در مدت زمان کوتاهی مسدود و بی مصرف می‌شوند. وجود سولفید هیدروژن باعث عدم دقت در مقادیر بدست آمده از لوازم آزمایش سیار آب *(Field Test Kit)* می‌گردد. اغلب، آزمایشات سختی و *PH* مبدل به خاکستری شده و آزمایشات آهن دقیق نمی‌باشند. افزودن یک یا دو قطره از مواد سفیدکننده *(Bleach)* متداول به نمونه آب مورد آزمایش، سولفید هیدروژن و اشکال مربوطه را برطرف خواهد نمود. مایع سفیدکننده باید به حد کافی اضافه گردد تا بوی H_2S را بر طرف نموده و بوی کلر کمی باقی گذاشته و یا آن را به کلی از بین ببرد. در صورت وجود شک در مورد نتایج بدست آمده از آزمایش آب در محل، ضمناً یک نمونه آب باید جهت انجام آزمایش مجدد به آزمایشگاه فرستاده شود. به هر حال آزمایشگاه قادر نخواهد بود که میزان سولفید هیدروژن را مشخص نماید. سولفید هیدروژن با *PPM* سنجیده می‌شود. تا حال وسیله‌ای جهت آزمایش و تعیین سولفیدهیدروژن در محل در دسترس نبوده و البته نیازی نیز به آن نمی‌باشد. در جایی که با H_2S دارای غلظت کافی جهت ایجاد اشکال مواجه باشیم و نیاز به کنترل آن باشد، دانستن میزان دقیق دارای اهمیت نیست. کلر باید به مقدار کافی جهت حذف سولفید هیدروژن و باقی ماندن قدری کلر اضافی، تزریق شود. پس از آن یک فیلتر کربنی جهت حذف کلر مازاد نصب می‌گردد. این روش، غیر علمی ولی بی اندازه مؤثر است.

۶- سولفاتها *(SO_4)*

سولفات کلسیم *($CaSo_4$)* با سولفات منیزیم *($MgSo_4$)* در صورتی که به میزان کافی موجود باشند، طعم "دارو" را در آب ایجاد می‌کنند. به طور کلی آستانه ایجاد طعم فوق توسط سولفاتها، تقریباً ۵۰ *g pg* می‌باشد. به ازاء حدود مقدار مذکور طعم داروی ایجاد شده توسط سولفاتها شروع به متمایز شدن برای انسان می‌نماید. با ازدیاد غلظت سولفاتها، این طعم مشخص‌تر می‌شود. سختی‌گیری *(Softening)* طعم ایجاد شده توسط سولفاتها را اصلاح نمی‌کند. در فرآیند سختی‌گیری، کلسیم *(Ca)* و منیزیم *(Mg)* با سدیم *(Na)* مبادله می‌شوند. طی این عمل، سولفات کلسیم *($CaSO_4$)* و منیزیم *($MgSO_4$)* به سادگی به سولفات سدیم *(Epsom Salt - Na_2SO_4)* تبدیل می‌شوند. طعم دارو همچنان بدون تغییر باقی خواهد ماند. اینگونه آبها ممکن است که حتی اثر موقتی لینت مزاج داشته باشند. وسیله‌ای جهت آزمایش وجود سولفاتها در محل موجود نمی‌باشد. در صورت وجود هرگونه شبهه‌ای در مورد قابل آشامیدن بودن آب بدست آمده، بهترین راه حل، سختی‌گیری کردن از یک نمونه آب و سپس آزمایش طعم آن است. نمونه سختی‌گیری شده نشان‌دهنده حالت آب بدست آمده از یک سختی‌گیر آب خانگی که به طور دائمی نصب گردیده است، خواهد بود.

۷- کلرورها *(Chlorides - Cl)*

اغلب آبهای طبیعی زیرزمینی حاوی برخی از کلرورها می‌باشند. کلرورها عموماً باکانیهای دیگر تشکیل مجموعه می‌دهند. در زمینه‌های تصفیه آب، کلرورها *(Cl)* اساسا با کلسیم *(Ca)* و منیزیم *(Mg)* و سدیم *(Na)* ترکیب شده و تشکیل کلرور کلسیم *(CaCl)*، کلرور منیزیم *(MgCl)* می‌دهند. کلرورهای کلسیم و منیزیم طعم تلخ و تندی به آب می‌دهند. کلرور سدیم مسلماً طعم شوری به آب می‌دهد. در برخی موارد، میزان کلرور در آب خام به حدی زیاد است که قطعاً طعم و مزه نامطلوبی ایجاد می‌نماید. بطور کلّی وقتی که کلرورها در مقادیری متجاوز از 50^{gpg} موجود باشند، مزه آب نامطلوب بوده و با افزایش میزان این مواد، شدیداً نامطبوع می‌شود. در سطوح زیر 50^{gpg}، کلرورها به ندرت قابل ملاحظه‌اند. کلا، 50^{gpg} آستانه ایجاد مزه برای کلرورها بوده و در این حالت شروع به ایجاد مزه آشکار می‌نمایند. حداکثر میزان واقعی مجاز، به مزه و ضرورت خاص مصرف بستگی دارد. در حال حاضر هیچگونه روش عملی اقتصادی جهت برطرف کردن کلرورها از آب برای مصارف خانگی وجود ندارد. سختی‌گیری آب منحصراً

HARARAT-GOSTAR

کلسیم و منیزیم را با سدیم جایگزین نموده و نتیجه آن تبدیل مزه تند و تلخ (*MgC1* و *CaC1*) به مزه شور (*NaC1*) می‌باشد. در برخی موارد، گوارا بودن آب بدست آمده، کمتر از آب خام است. لوازم آزمایش (*Test Kit*) دقیقی جهت اندازه‌گیری کلرور محلول در آب در محل در دسترس نمی‌باشد. جهت بررسی قابل قبول بودن آب تهیه شده از طرف مصرف‌کننده، نمونه آب خام را سختی‌گیری نمایید. این آب مشابه آبی است که توسط سختی‌گیر دائمی خانگی تهیه می‌گردد. تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی، میزان کلرور را در صورت وجود مشخص می‌سازد.

۸- سدیم (*Na*)

کلیه منابع آب، با توجه به حالت خاک محل، حاوی مقداری سدیم می‌باشند. سدیم عنصری است که در نمک معمولی موجود بوده و جهت احیاء سختی‌گیرهای زئولیتی آب، از اهمیت زیاد و حیاتی برخوردار می‌باشد. وجود بیش از حد سدیم در آب خام، ظرفیت سختی‌گیر را کاهش می‌دهد زیرا سدیم با تبادل سدیم در محلول، تداخل می‌نماید. در غلظتهای *g pg* ۳۰ تا *g pg* ۴۰، مزه نامطبوعی مشخص می‌گردد. این گونه آبها را اغلب آبهای "سودا (*Soda*)" می‌نامند. وجود سدیم با غلظتهای خیلی پایین دارای اثرات جزئی و یا ناچیز می‌باشد ولی با افزایش غلظت، اثر خورندگی آب را افزایش می‌دهد.

۹- قلیائیت کل ($CaCO_3$)

غلظت بالای کربناتها ($CaCO_3$) و بی‌کربناتها ($Ca_2\ CO_3$) به همراه عناصر معدنی دیگر منجر به ایجاد قلیائیت بیش از حد در آبهای طبیعی می‌گردد. در این حالت مزه سودا در آب ایجاد شده و اثر خشک‌کنندگی روی پوست بدن خواهد داشت. قلیائیت متداولاً به صورت کربنات کلسیم ($CaCO_3$) و با واحدگرین در گالن (*GPG*) و یا *PPM* تعریف می‌گردد.

۱۰- کدری (*Turbidity*)

کدری عبارت از وجود اجسام معلق در آب است که به آن ظاهری تیره و غیرشفاف می‌دهند. بسیاری از مواد غیرمحلول از قبیل شن، خاک رس، گل‌ولای و آهن معلق یا اکسید شده می‌توانند ایجاد کدری نمایند. کلاً کدری با استفاده از فیلترهای ساده مکانیکی قابل رفع می‌باشد. در سطوح پایین (غلظت کم)، عموماً استفاده از سختی‌گیر به تنهایی کافی است. در سطوح بالاتر، **زلال‌ساز** (*Clarifier*) مورد نیاز می‌باشد. در برخی موارد، مواد معلق ممکن است به صورتی باشند که فیلتراسیون مکانیکی موثر واقع نشود. این مورد خصوصاً برای خاک رس در حالت **تعلیق کلوئیدی** (*Colloidal Suspension*) صادق میباشد. ذرات به حدی کوچک میباشند که به راحتی از لایه ماده فیلتر معمولی عبور می‌نمایند. اینگونه آبها دارای ظاهری کدر بوده که با باقی ماندن در حالت سکون، برطرف نمی‌شود. در مورد چنین آبهائی، در صورتیکه به مدت مدیدی در حالت سکون نگه داشته شوند، مقدار بسیار ناچیزی از مواد در کف مخزن ته‌نشین می‌گردد. در اینگونه موارد، فیلتراسیون عادی با "زلال ساز" نتیجه اندکی خواهد داشت. اضافه نمودن مواد کمکی از قبیل خاک دیاتومی و یا خاک فولر (*Fuller's Earth*) جهت صاف کردن ممکن است که کیفیت کار را بهتر نماید به هر حال با بکارگیری روشهای عادی، نتایج قابل قبول اگر غیرممکن نباشد، لااقل مشکل است. خوشبختانه با چنین آبهائی به ندرت برخورد میشود. واحد کدری *PPM* است. کلاً کدری به میزان ۳*ppm*، **شفاف** (*Clear*) در نظر گرفته می‌شود. کدری *ppm* ۱۵-۱۲، تیرگی و عدم شفافیت قطعی ایجاد می‌نماید. روش دقیقی جهت اندازه‌گیری کدری در محل در دسترس نمی‌باشد. به طور کلی، در صورتی که آب جهت آشامیدن مورد قبول باشد، کدری آن قطعاً کمتر از *PPM* ۱۵ است.

۱۱- مجموعه مواد جامد محلول (*Total Dissolved Solids*) یا (*TDS*)

مجموعه مواد جامد محلول (*TDS*) عبارتی است که کل مواد جامد حل شده در آب را نشان می‌دهد. هیچ گونه آزمایشی جهت اندازه‌گیری این مواد در محل موجود نبوده ولی البته تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی، میزان آنها را با *GPG* (یا *PPM*) مشخص می‌نماید. سختی‌گیری با زئولیت که به طریق تبادل یونی صورت می‌پذیرد، میزان اجسام محلول در آب را کاهش نمی‌دهد. بسیاری از اجسام محلول بدون هیچگونه تغییری از میان سختی‌گیر عبور می‌کنند. کلسیم، منیزیم و آهن در داخل سختی‌گیر با سدیم جابجا می‌شوند. در صورتی که میزان اجسام جامد نسبتاً زیاد باشد، علی‌رغم سختی‌گیری کردن از آب، مقداری جرم روی ظروف شیشه‌ای و چینی که در هوا خشک شده باشند، قابل رؤیت است. این جرمها به هر حال به آسانی قابل پاک کردن و رفع بوده در صورتی که پاک کردن لکه‌های مشابهی که بر اثر آب سخت ایجاد می‌شوند، مشکل می‌باشد.

به طور کلی **مجموعه اجسام جامد محلول** در تصفیه آب خانگی نسبتاً بی اهمیت است. در زمینه‌هایی که دیگهای بخار فشار بالا و یا آب مصرفی جهت کاربرد در صنایع مختلف مدنظر باشد، "**مجموعه اجسام جامد محلول**" بسیار مهم‌است. در این موارد باید جهت اطلاع از راه‌حل صحیح، با مهندسین مجرب تصفیه آب تماس گرفته شود.

HARARAT STAR

۱۲ - ضریب تعادل (Stabilty Index)

ضریب تعادل، محاسبه گرایش آب جهت خورندگی یا تشکیل رسوب است. مشابه PH، این مقدار نیز با یک مقیاس عددی محاسبه می‌گردد. آبی که ضریب تعادل آن بالاتر از ۹ محاسبه شده است، می‌تواند خورنده باشد. به ازاء مقادیر کمتر، آب می‌تواند "رسوب‌زا (Scale Forming)" باشد. هر قدر اختلاف عدد محاسبه شده از عدد فوق بیشتر شود، تمایل به خورندگی و یا رسوب‌زایی آب نیز مشخصتر و بیشتر می‌شود. ضریب تعادل با استفاده ازمیزان کل اجسام جامد، میزان کل قلیائیت، میزان کلسیم و PH آب محاسبه می‌گردد.

۱۳ - باکتری (Bacteria)

باکتریها میکرو ارگانیزمهایی هستند که به طور طبیعی در آب وجود داشته و همه انواع آنها مضر نیستند. باکتریهای پاتوژنیک (بیماری‌زا Pathogenic) مسبب ایجاد بیماریهایی از قبیل حصبه (Typhoid)، اسهال خونی (Dysentery) و وبا (Cholera) می‌باشند. به طورکلی باکتری قابل صاف شدن از آب نبوده و سختی‌گیری آب نیز نتیجه‌ای در جهت بی ضررسازی آنها نخواهد داشت. هنگامی که وجود باکتریهای بیماری‌زا مورد تردید باشد، باید نمونه‌ای از آب مشکوک به مرکز بهداشت محلی جهت انجام آزمایشات باکتری‌شناسی (Bacteriology) و تعیین روش مقابله با آنها ارسال گردد. یکی از متداولترین انواع زنده بدون ضرری که در آب با آن برخورد می‌شود، باکتری آهن است. این ارگانیزمها در اغلب منابع آب حاوی آهن وجود دارند. آنها کلاً روی آهن موجود در آب می‌زیسته و به هیجوجه برای سلامتی مضر نمی‌باشند ولی در مقادیر زیاد و شرایط متعارف ممکن است که به نقطه‌ای برسند که آب را بدطعم و ناگوار نموده و در عملیات سختی‌گیری تداخل ایجاد نمایند. باکتری آهن را می‌توان به آسانی به وسیله افزودن کلر، کنترل نمود. مصرف دوره‌ای مواد سفیدکننده متداول خانگی، آنها را تحت کنترل قرار خواهد داد. در برخی موارد، ممکن است که برای کنترل آنها نصب یک دستگاه "کلرزن (Chlorinator)" جهت کلرزنی مداوم مورد نیاز باشد. باکتری آهن از روی ذرات قرمز رنگ لجن مانندی که ماهیتاً در نه ظرف حاوی آب دارای آهن و باکتری آهن تشکیل می‌شوند، به آسانی قابل شناسایی است. کلاً، چنین رسوب لجن مانندی در صورت قرار دادن نمونه آب به حالت سکون و به مدت چند ساعت تشکیل می‌یابد. در برخی موارد، ممکن است که به زمان بیشتری نیاز باشد.

۱۴ - ویروسها (Viruses)

ویروسها بسیار ریزتر از باکتریها بوده و در مقابل کلرزنی عادی، مقاوم می‌باشند. آنها عامل بروز بیماریهای مرگباری چون فلج اطفال (Polio) و تورم کبدی (Hepatitus) بوده که هر دو ابتدا از طریق منابع آبی، انتشار (شیوع) می‌یابند. مجدداً در صورت وجود شبهه در مورد آلودگی آب، باید جهت دستیابی به نحوه مقابله با ویروسها، به مرکز بهداشت محلی مراجعه گردد.

۱۵ - دیاتومها (Diatomes)

دیاتومها اشکال زنده دیگری هستند که معمولاً در آب یافت می‌شوند. اسکلت کلسیمی آنها پودر دیاتومه (Diatomite Powder) و یا خاک فولر را که جهت استفاده در فیلترهای استخرهای شنا مورد نیاز می‌باشند، تأمین می‌نماید. این میکرو ارگانیزمها بدون ضرر بوده ولی گاهی اوقات باعث ایجاد بو در آب می‌شوند. این بوها را که ازبوی رز، بنفشه و یا شمعدانی (Geranium) تا چاه فاضلاب (Cesspool) متغیرند، می‌توان با کلرزنی که باعث نابودی دیاتومها و از بین رفتن عامل ایجاد بو می‌باشد، کنترل نمود. خوشبختانه با چنین بوهایی که بیش از حد دارای اهمیت باشند، خیلی به ندرت برخورد می‌شود.

۱۶ - جلبک (Algae)

شامل گیاهان میکروسکوپی از انواع مختلف می‌باشند که به طور طبیعی در اغلب منابع آب رشد و نمو می‌کنند. از نقطه نظر بهداشت، بدون ضرر بوده ولی می‌توانند تولید توده‌هایی را بنمایند که سبب گرفتگی سیستم لوله‌کشی و شیرها شده و باعث ایجاد ظاهری ناخوشایند و گاهگاهی متصاعد نمودن بوهای زننده گردند. جلبکهای سبز که از متداولترین انواع موجود می‌باشند، در آبگیرها و نهرها رشد و نمو کرده و به وسیله هاگهای (Spores) خود از طریق هوا تکثیر می‌یابند. این نوع از جلبکها برای ادامه حیات به نور آفتاب نیاز دارند تا با عمل فتوسنتز، نور آفتاب را به انرژی تبدیل نمایند. در صورت قطع شدن نور آفتاب، این جلبکها مرده و تجزیه می‌شوند که نتیجه آن ایجاد طعم و بوی زننده می‌باشد. اغلب ممکن است که جلبکها به داخل مخازن تحت فشار و یا سختی‌گیرها راه پیدا کنند. در این حالت، محصور شده و از نور آفتاب محروم می‌شوند که نتایج ناخوشایندی خواهد داشت. خوشبختانه، کلرزنی در صورت نیاز، این مسئله را به آسانی کنترل خواهد نمود. در موارد حاد، ممکن است که به کلرزنی مداوم نیاز باشد. در بیشتر موارد، تزریق موردی کفایت می‌نماید. جلبکها عموماً فقط در طول ماههای گرما رشد نموده و در بیشتر موارد فقط در طول یک یا دو ماه از گرمترین روزهای فصل گرما مشکل آفرین هستند. جلبکها اکثراً در جاهایی تشکیل می‌شوند که آب از منابع آب سطحی از قبیل دریاچه‌ها، نهرها، رودخانه‌ها و یا چاههای کم عمق تأمین می‌گردد. در چاههای عمیق، جلبکها خیلی به ندرت تولید اشکال می‌نمایند.

۱۷ - جوهر مازو (تانین Tannin)

تانین از تیره گیاهان نبوده بلکه یک ماده رنگی آلی یا رنگ محلول می‌باشد که برخی از اوقات در آب یافت می‌شود. تانین عموماً از تجزیه و فساد اجسام چوبی که در زیرزمین مدفون هستند، نتیجه می‌شود. تانین توسط آب جذب شده و به آن رنگ مایل به قهوه‌ای و یا زرد می‌دهد. اینگونه آبها لزوماً تیره و کدر نیستند بلکه ممکن است که دارای رنگ شفافی که از سبز خیلی کمرنگ تا قهوه‌ای پر رنگ متغیر است، باشند. ازدیاد قلیائیت عموماً ازدیاد رنگ را به دنبال خواهد داشت. بالعکس افزودن اسید باعث کمرنگ شدن آب می‌گردد. رنگبری آبهای حاوی تانین، بی اندازه مشکل است. تانین قابل صاف کردن نمی‌باشد. از آنجاکه آنها مواد رنگی محلول هستند، بدون هیچ گونه تغییری، مستقیماً از هر فیلتر مکانیکی عبور می‌نمایند. کلرزنی ممکن است که موثر و یا بدون تأثیر باشد. میزان کلر مورد نیاز جهت کاهش حتی مقدار کمی از رنگ نیز عموماً مقرون به صرفه نیست. سختی‌گیری ممکن است که در بعضی از اوقات تا حدی رنگ راکاهش دهد ولی پیش‌بینی کردن نتایج مثبت غیرممکن بوده و نتایج پایدار و ثابت به ندرت بدست می‌آیند. تانین موجود در آب ندرتاً در مراحل سختی‌گیری تداخل می‌نماید. تانین ممکن است که به هر حال در صورت وجود آهن، در عمل تبادل یونی مداخله نموده و باعث عبور آهن از لایه رزین گردد. در این موارد، کلرزنی دارای ارزش می‌باشد. کربن فعال شده (Activated Carbon) در برخی موارد در جهت کاهش رنگ موثر، ولی عمر کاری آن اغلب کوتاه بوده و متناوباً نیاز به تعویض دارد. در حال حاضر توصیه چندانی در جهت حصول نتایج مثبت در مورد آبهای حاوی تانین نمی‌توان ارائه نمود. هرگونه تلاش در جهت تصفیه آب برای مصارف خانگی، باید بر پایه و خطا باشد.

۱۸ - اندازه‌گیریها

در تجزیه و تحلیل آب عموماً از دو نوع اندازه‌گیری استفاده می‌گردد. گرین در گالن (GPG) و قسمت در میلیون (PPM). هر دوی اینها اندازه‌گیریهای وزنی می‌باشند. گرین در گالن نسبت به دیگری، اندازه‌گیری بزرگتری را ارائه می‌دهد. یک گرین معادل $\frac{1}{7000}$ پوند است. جهت اندازه‌گیری دقیقتر، از قسمت در میلیون استفاده می‌گردد. هر ppm ۱۷/۱ معادل gr/gpg ۱ می‌باشد. هنگام بررسی یک گزارش تجزیه آب، ممکن است که نیاز به تبدیل GPG به PPM و یا بالعکس باشد. برای تبدیل GPG به PPM، به سادگی میزان GPG را در عدد ۱۷/۱ ضرب نمایید ($GPG \times ۱۷/۱ = PPM$). برای تبدیل PPM به GPG، مقدار PPM را بر ۱۷/۱ تقسیم نمایید ($PPM : ۱۷/۱ = GPG$) ■

HARARAT.GOSTAR