

فهرست مطالب:	
عنوان	شماره صفحه
فصل اول: مقدمه	۱
ویژگی آب‌های زیرزمینی	۱
ویژگی آب‌های سطحی	۲
ویژگی آب‌های شور	۲
ناخالصی‌های آب	۳
نگرانی‌های اساسی در مورد آب آشامیدنی	۵
اثرات زیان بخش ناخالصی‌های آب	۶
رابطه بین سختی و خوردگی	۶
فصل دوم: تعاریف و اصول کلی در تصفیه آب	۷
شکل گزارش آنالیز آب	۷
کل مواد جامد محلول	۸
هدایت الکتریکی	۸
نسبت جذب سدیم	۸
مواد جامد معلق	۹
کدريت	۹
ناخالصی‌های آلی در آب	۹
اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی	۹
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی	۹
کل کربن آلی	۱۰
اشرشیاکلی فرم	۱۰
pH	۱۰
قلیائیت آب	۱۱
انواع تصفیه	۱۴
فصل سوم: کاهش سختی آب به روش آهک‌زنی	۱۵
سختی آب	۱۵
سختی موقت	۱۵
سختی دائم	۱۶
سختی کل	۱۶
آهک و سودازنی	۱۸
مزایای استفاده از سود	۱۹
فصل چهارم: آهن و منگنز	۲۱

۵۲	احیای رزین
۵۳	محاسبه حجم رزین
۵۴	استفاده از چند فیلتر رزین
۵۵	دستگاه تعویض یونی مختلط
۵۶	تصفیه مقدماتی آب ورودی به واحد تعویض یونی
۵۸	فصل نهم: کاربرد تکنولوژی غشاها در تصفیه آب
۵۸	اسمز معکوس
۵۸	اساس کار اسمز معکوس
۶۰	دبی جریان‌های عبوری از غشا
۶۱	غشای اسمز معکوس
۶۲	رسوب گرفتگی غشا
۶۳	آلودگی ناشی از اکسیداسیون روی غشا
۶۳	عمر غشا
۶۳	اقتصاد اسمز معکوس
۶۳	کاربرد اسمز معکوس در تصفیه آب
۶۵	الکترودیالیز
۶۵	اصول کار الکترودیالیز
۶۸	کاربردهای الکترودیالیز در تصفیه آب
۷۰	فصل دهم: مقایسه روش‌های پیشرفته تصفیه آب
۷۰	مقایسه از نظر هزینه تصفیه
۷۱	مقایسه از نظر کیفیت آب تصفیه شده
۷۲	مقایسه از نظر کیفیت آب ورودی
۷۲	مقایسه از نظر موارد کاربرد
۷۴	فصل یازدهم: کنترل کیفیت آب بویلر
۷۴	مقدمه
۷۶	تصفیه آب برگشتی
۷۷	تصفیه داخلی آب بویلر
۷۷	کنترل pH
۷۷	کنترل قلیائیت
۷۸	کنترل اکسیژن محلول
۷۹	کنترل سختی آب
۸۰	کنترل پدیده‌های کف کردن، غلغل کردن و حمل قطرات مایع توسط بخار
۸۰	کنترل غلظت سود
۸۱	کنترل غلظت سیلیکا
۸۱	کنترل TDS
۸۱	بلودان
۸۳	فصل دوازدهم: کلرزنی
۸۳	مقدمه

یازدهم	کنترل کیفیت آب بویلر، تصفیه آب برگشتی، تصفیه داخلی آب بویلر
یازدهم	کنترل پدیده کف کردن، غلغل کردن و حمل قطرات مایع توسط بخار در بویلر، کنترل غلظت سیلیکا، بلودان
دوازدهم	کلر زنی، تری هالومتان ها، تعاریف کلر آزاد و کلر آزاد ترکیبی، شکل های مختلف کلر استفاده شده در تصفیه آب
سیزدهم	کاربرد پرمنگنات، ازون، کلر دی اکسید و UV در تصفیه آب
سیزدهم	تنظیم pH و مواد اسیدی و قلیایی موجود در پساب
چهاردهم	تشریح تصفیه خانه فاضلاب شهری، سیستم لجن فعال، سیستم لاگونی هوادهی
پانزدهم	تصفیه بیولوژیکی و تصفیه فیزیکی شیمیایی
پانزدهم	فرایندهای تصفیه اکسایش پیشرفته (اکسایش هوازی و اکسایش بی هوازی)
شانزدهم	دفع فاضلاب به دریا و رودخانه ها، کم کردن حجم پساب

6. آب چاههای خیلی عمیق معمولاً عاری از میکروبها و دیگر میکروارگانیسمها و باید در آب چاههای کم عمق معمولاً اکثراً به میکروارگانیسمها است.

7. به خاطر اغلول جزئی مواد معدنی معمولاً این آبها دارای املاح زیادتر باشند (حدود 500 ppm) که بیشترین جزء آن کلیم کربنات است.

8. این آبها معمولاً سخت هستند ولی سختی آنها موقت است.

ویژگی آب های سطحی:

1. زلال نیستند.

2. pH این آبها حدود 7-8 می باشد.

3. مواد آلی موجود در این آبها در نقاط مختلف فرو می کشد. ممکن است حاوی ذرات خفیه ها، نفت و روغن و فلزات سنگین باشد.

4. معمولاً اکثراً به میکروارگانیسمها هستند.

5. مقدار آمونیاک، فنول و نیترات این آبها ممکن است زیاد باشد.

6. اگر آب های سطحی از آب های ک و رزی، ناشی شوند معمولاً دارای نیترات و فسفات قابل توجهی هستند. به ویژه در مناطقی که از کودهای شیمیایی استفاده می شود.

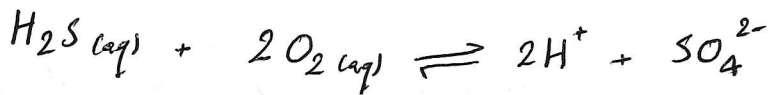
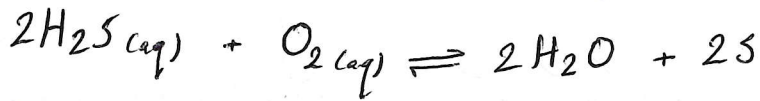
ویژگی آب های شور:

1. مقدار املاح این آبها بسیار زیاد و معمولاً بیش از 1000 ppm می باشد.

2. غلظت یون کلرید و سدیم این آبها بسیار زیاد و معمولاً بیش از 500 ppm می باشد.

تقریباً هر ماده ای تا اندازه ای در آب محلول است و این قابلیت به دما، فشار، pH، پتانسیل شیمیایی و به غلظت نسبی دیگر مواد در آب بستگی دارد.

در آب معرف فعالیت باکتری‌های به‌هوانی در آب است. از این رو وجود چنین گازهایی می‌تواند نشانه آلودگی آب به فاضلاب‌های صنایع شیمیایی و یا مواد آلی در حال فساد باشد. به هر حال، در آب‌هایی که حاوی اکسیژن محلول است هیدروژن سولفور نمی‌تواند وجود داشته باشد. چون اکسیژن محلول می‌تواند با هیدروژن سولفور ترکیب شده و ترکیب گوگرد یا یون سولفاته نماید.



اکسیژن، کربن دی‌اکسید و هیدروژن سولفور در فرایند رسوب‌گذاری و خوردگی بسیار مهم هستند. آب‌های طبیعی معمولاً حاوی کربن دی‌اکسید و یون بیکربناته می‌باشند. این دو با کربنیک اسید یک سیستم بافری به وجود می‌آورند که باعث می‌شوند pH آب‌های طبیعی بسیار کم دستخوش تغییر شوند.

pH آب‌ها در محدوده 5 تا 8 می‌باشد و هرچند که pH آب‌های گرم معدنی می‌تواند کمتر از 2 باشد آب در اثر تماس با هوا مقدار CO_2 هوا را جذب می‌کند و در غلظت زیاد CO_2 در آب‌های زیرزمینی ناشی از تماس آب با مواد آلی در حال فساد است.

3. نمک‌های محلول: معمولاً نمک‌های محلول در آب به صورت کاتیون‌ها و یا آنیون‌ها هستند. کاتیون‌های کلیم، منیزیم آهن، منگنز، سدیم و ... آنیون‌های کلرید، سولفاته، کربناته، فوسفاته، نیترات و ... حالت نمک‌ها در آب بستگی به دما، pH و عوامل دیگر دارد.

منه شور آب ناشی از غلظت یون کلرید می‌باشد، این شور بستی به ترکیبات شیمیایی آب دارد. اگر کاتیون سدیم باشد

در آب‌هایی با غلظت کلرید 250 mg/l منزه شور محسوب است اما اگر کاتیون کلیم یا منیزیم باشد غلظت 1000 mg/l

یون کلرید ممکن است منزه شور آشکار نشود.

تکلیف آب به خاطر وجود نمک های منیزیم می باشد. مزه ی گس مربوط به آهن و آلومینیوم محلول در آب است. املاح آکسید موجب مزه ی گندیده ی آب می شوند. آب های که ترش هستند pH کمتر از 3 دارند و مزه ی صابون داشته ی آب

شده ی pH بالاتر از 9 می باشد.

مثال دسته تقسیم کرد. مواد گازها، مواد معلق و مواد محلول (نمک ها) به نظر شما کدام دسته آلاینده های آب را می توان به دسته تقسیم کرد. مواد گازها، مواد معلق و مواد محلول (نمک ها) به نظر شما کدام دسته آلاینده های آب را می توان به دسته تقسیم کرد.

کدام دسته آلاینده های آب را می توان به دسته تقسیم کرد. مواد گازها، مواد معلق و مواد محلول (نمک ها) به نظر شما کدام دسته آلاینده های آب را می توان به دسته تقسیم کرد.

آب رودخانه: مواد معلق آب باران: گازها آب چاه: نمک ها

همه برای مصارف آب می بیند و چه برای مصارف صنعتی معویه آب طبیعی احتیاج به تصفیه دارد. تصفیه ی آب برای مصارف آب می بیند هم آب که تروهم از آن تصفیه ی آب برای مصارف صنعتی است.

نگران های اصلی در مورد آب آب می بیند عبارتند از:

1. وجود باکتری های بیماری زا (پاتوژن) در آب

2. کمبود ویا زیادری غلظت بعضی از یون ها که در سلامتی انسان نقش دارند مانند یون فلوئور

3. ذرات معلق در آب

4. بوی مزه ی آب

دانشمندان نگران های اساسی در مورد آب های صنعتی بکتری به محل مصرف آب دارد. مثلاً خلوص آب که در صنعت دارو سازی

تولید تجهیزات کامپیوتری، پارچه ی زر و... استفاده می شوند متفاوت خواهد بود. آب در صنایع متفاوت می تواند به عنوان ماده ی اولیه،

حلال، ماده ی واسطه ی انتقال حرارت، ماده ی اصلی برای اطفاء حریق و... کاربرد داشته باشد. به هر حال در مهندسی شیمی

بسیاری از فرایندها مانند نمک زدایی، خشک کردن، تجزیه کردن، کریستالیزاسیون، انعقاد، رزین های تعویض یونی، رطوبت زدایی

مذبذب طعم و... در ارتباط مستقیم با آب هستند. مطلوبترین آب برای هر صنعتی آب بدون یون است، اما هزینه ی

تصفیه ی آب کارمیدین به مرحله ی آب بدون یون بسیار زیاد است.

مثال ثابت کنید که اگر غلظت معادل کربنات، یون کلیم در آب ۱۰۰ ppm باشد غلظت یون کلیم بر حسب جودش برابر ۴۰ ppm می شود.

$$\frac{\text{غلظت معادل کربنات}}{\text{توزیع یون کلیم}} = 2 \Rightarrow x = 2 \times 20 = 40 \text{ ppm}$$

$$100 \div 50 = 2$$

کل مواد جامد محلول TDS (Total Dissolved Solids) : منظور از TDS کل مواد جامد محلول

در آب است که برابر مجموع غلظت همه یون های موجود در آب می باشد.

TDS آب های مختلف به صورت زیر است (بر حسب ppm):

آب دریا	آب های شور	مجاز آب شرب	مطلوب آب شرب	مطلوب صنعت	آب TDS
۱۵۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۱۰۰		

هدایت الکتریکی آب EC (Electrical Conductivity) : هدایت الکتریکی آب معیاری است که یون های محلول را می

انتقال می دهد و واحد آن $\mu\text{mho/cm}$ (میکروموبیلیته) می باشد. (معکوس اهم یعنی واحد مقاومت الکتریکی است).

در محلول های رقیق ارتباط بین EC و TDS به صورت زیر است:

$$TDS = 0.5 EC$$

اهمیت این دو پارامتر در این است که سرعت خوردگی آب در شرایط یکسان (مقدار اکسیرن محلول و دیگر پارامترهای موثر در خوردگی ثابت بماند) با افزایش EC یا TDS، افزایش می یابد. و نیز با افزایش هدایت الکتریکی آب، درجه ی

یونیزاسیون آب کاهش می یابد.

نسبت جذب سدیم SAR (Sodium Absorption Ratio) : نسبت جذب سدیم معیاری برای ارزیابی

خطر سدیم در آب های کشاورزی است.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2}}$$

(غلظت ها بر حسب معادل کربنات هستند)

اگر در آب کات ووزن مقدار کلیم و منیزیم به اندازه ی مناسب باشد خاک کات ووزنی رفتار دانه ای داشته و نفوذ پذیری خاک بهبود می یابد.

کل کربن آلی TOC (Total organic carbon): با سوزاندن نمونه و در نتیجه تبدیل کربن به

گاز کربن دی اکسید می توان ایده خوبی از غلظت مواد آلی موجود در نمونه بدست آورد.

اشرشیاکلی فرم ($E. coli$ coliform): این شاخص معرف آلودگی آب به فاضلاب انسانی است. بنابراین جدا نشی بودن آب را مد نظر دارد.

کل فرم روده ای (مدفوعی) به تعداد میلیون در روده بزرگ انسان وجود دارد بنابراین بیماری زائیت.

دلیل استفاده از کل فرم روده ای به عنوان شاخص جدا نشی بودن آب عبارتند از:

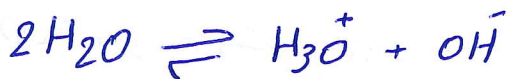
۱. در برابر شرایط نامساعد محیطی (مثل دما یا pH) مقاومت بالایی دارند به طوری که اگر به خاطر نامساعد بودن محیط کل فرم روده ای از بین برود می توان با اطمینان گفت که هیچ ویروس و یا باکتری بیماری زایی نمی تواند در آن محیط وجود داشته باشد.

۲. تعداد (غلظت) این باکتری بسیار زیاد است بنابراین حتی در اثر رقیق شدن های مکرر هم می توان اطمینان داشت که اگر هر نوع باکتری در نمونه باشد حتماً کل فرم روده ای هم هست.

۳. هرگز تشخیص این باکتری در معایب با باکتری های بیماری زا بسیار ساده و ارزان است.

۴. چون این باکتری بیماری زائیت از این رو وجود آن در نمونه آب خطری ایجاد نمی کند.

pH آب: آب به صورت برگشت پذیر ولی به مقدار خیلی کم یونیزه می شود. آب به صورت زیر تعریف می شود:



حاصل ضرب یون آب K_w به صورت زیر تعریف می شود: $K_w = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$

مقدار K_w به دما بستگی دارد. رابطه K_w همواره صادق است و به ناخالصی های آب بستگی ندارد.

$$pH = -\log [H_3O^+] \\ \downarrow \\ \text{مولار}$$

قدرت اسیدی هر محلی آب توسط pH بیان می شود:

Handwritten text at the top of the page, possibly a title or header.

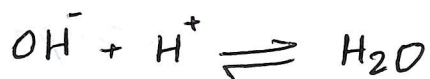
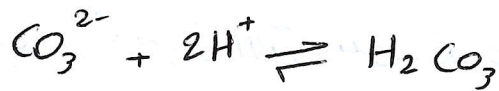
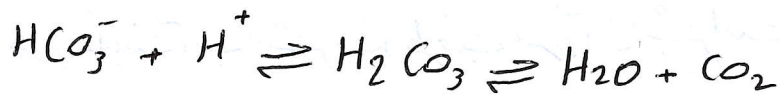
Second section of handwritten text, appearing as a paragraph.

Third section of handwritten text, continuing the narrative or list.

Fourth section of handwritten text, possibly a list or detailed notes.

Fifth section of handwritten text at the bottom of the page.

اگر بخواهیم قلیائیت کل را پیدا کنیم باید در حضور معرف متیل اورانژ به تیرامین ادا هم تا رنگ زرد برتغالی ظاهر شود
 pH در این نقطه حدود 4.5 می باشد. کل اسید معرف شده از ابتدا تا pH حدود 4.5 را در 10 فریکرده قلیائیت کل
 پیدا شود. در محدود قلیائیت کل (کربنیل محدود قلیائیت کل هم می شود) واکنش ها زیر انجام می شوند:



pH حدود 4.5 در تصفیه آب نقش مهمی از pH برابر 7 دارد چون معرف عدم وجود قلیائیت در آب است.

هر میلی لیتر از اسید معرف شده برابر تعیین قلیائیت معرف ^{چند ppm} قلیائیت بر حسب معادل کربنات کالیم است؟

$$\text{قلیائیت آب} = \frac{1 \times 0.02 \times 50000}{100} = 10 \text{ ppm}$$

می توان از فرمول زیر برای تعیین قلیائیت آب استفاده کرد:

$$\text{قلیائیت آب} = \frac{V \cdot N \cdot 50000}{W}$$

V: حجم اسید معرف شده (ml)

N: نرمالته

W: حجم آب نمونه (ml)

* برای تعیین قلیائیت یک نمونه آب، 100 cc از نمونه آب را با سولفوریک اسید 15 cc نازل تیرامین برای رسیدن به pH=8.3 به مقدار 10 cc اسولفوریک اسید معرف می شود پس برای رسیدن pH از 8.3 به 4.5، 15 cc دیگر سولفوریک اسید معرف

می شود مطلوبیت قلیائیت کل و کل

$$\text{قلیائیت کل} = \frac{10 \times 0.01 \times 50000}{100} = 50 \text{ ppm}$$

$$\text{قلیائیت کل} = \frac{25 \times 0.01 \times 50000}{100} = 125 \text{ ppm}$$

برای تعیین قلیائیت آب از سولفوریک اسید 0.02 N نازل استفاده کرد. برای رسیدن به $pH=4.1$ ، 20 cc اسید مصرف شد و pH آب اولیه نیز 7 بود. غلظت یون های تشکیل دهنده در این آب را می پیمایند. اگر این یون ها تنها آنیون های آب باشند و pH آب اولیه نیز 7 بود. غلظت یون های تشکیل دهنده در این آب را می پیمایند. اگر این یون ها تنها آنیون های آب باشند و pH آب اولیه نیز 7 بود. غلظت یون های تشکیل دهنده در این آب را می پیمایند.

معادل کربنات کلسیم

$$= \frac{V \times N \times 50000}{W} = \frac{20 \times 0.02 \times 50000}{100} = 200 \text{ ppm}$$

قلیائیت

$pH=7$ مربوط به آب در حالت خنثی می باشد. در این pH غلظت OH^- با H^+ برابر می شود و دیگر راضی کننده و تبدیل به مولکول های آب می شوند. بنابراین غلظت H^+ برابر 10^{-7} می شود که تقریباً برابر صفر می شود.

در $pH=7$ غلظت کربنات CO_3^{2-} تقریباً صفر است.

غلظت آنیون ها = غلظت کاتیون ها

معادل کربنات کلسیم

$$= 200 \text{ ppm} = \text{غلظت کاتیون ها}$$

اگر سولفوریک اسید 0.02 N در دسترس نباشد و نخواهیم از کلریدریک اسید 1N استفاده کنیم هر میله لیترا اسید مصرف شده در این حالت چند ppm قلیائیت معادل کربنات کلسیم خواهد بود.

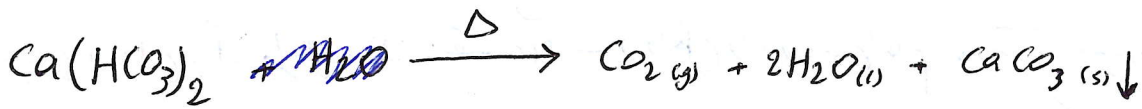
معادل کربنات کلسیم

$$= \frac{V \times N \times 50000}{W} = \frac{1 \times 1 \times 50000}{100} = 500 \text{ ppm}$$

قلیائیت

انواع تصفیه:

1. تصفیه خارجی (خارج از سیستم): در برخی موارد برای جداسازی ناخالصی های آب لزان، قبل از ورود آب به داخل واحد صنعتی این ناخالصی ها جدا می شوند چون این کار خارج از سیستم مورد نظر انجام می شود به آن تصفیه خارجی می گویند. روش های چون آهک زنی، استفاده از رزین ها، تعویض یون و فیلتراسیون جزو تصفیه خارجی هستند.



تولید CO_2 در این واکنش می‌تواند باعث کاهش pH شود.
(permanent hardner)

نمک دائم (non carbonated hardness): نمک دائم یا نمک غیر کربناته، سولفات، کلراید، نیترات و... کلیم و منیزیم است.

که در اثر حرارت دادن (پوش لز آنکه در اثر حرارت به صورت اسباع درآیند) رسوب نمی‌کنند.

نمک کل (total hardness): مجموع غلظت یونهای کلیم و منیزیم باشد.

در یک نمونه آب اگر H نمک کل معنی مقدار (Ca+Mg) بر حسب معادل کربناته و M قلیائیت کل بر حسب معادل کربناته باشد آنگاه:

1. اگر $H > M$ باشد در این صورت نمک دائم برابر است با $H - M$ (نمک کل منهای قلیائیت کل)

و نمک موقت برابر است با M قلیائیت کل

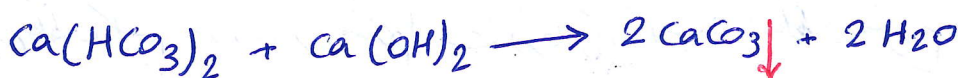
2. اگر $M = H$ باشد در این صورت نمک دائم برابر صفر است و نمک موقت برابر با نمک کل و آن برابر قلیائیت کل می‌باشد.

3. اگر $H < M$ باشد در آن صورت نمک دائم برابر صفر است و داریم نمک موقت برابر H نمک کل و به کربناته می‌دهیم.

برابر است با $M - H$ (قلیائیت کل منهای نمک کل)

واکنش‌های شیمیایی:

آهک (Ca(OH)₂) آهک مرده یا آهک هیدراته) با نمک به کربناته یا موقت ترکیب شده و تولید کلیم کربناته و منیزیم هیدروکسید تقریباً غیر محلول می‌کند. سودا (Na₂CO₃) نیز می‌تواند با نمک به کربناته ترکیب شده و تولید همان محصول نامحلول نماید.



برای هر مول نمک منیزیم 2 مول آهک نیاز است زیرا منیزیم کربناته به مقدار زیادی محلول است و این نسبت باعث می‌شود که منیزیم هیدروکسید که تقریباً

در آب نامحلول است تشکیل شود.

مواد منعقد کننده برای حذف مواد معلق و مواد آلودگی که موجب کدری می شوند نیز نقش عمده ای دارند.

پس از آنکه زنی و سودا از غلظت کمتری اکسید صفر می شود چون pH آب به بیش از 10 افزایش می یابد در چنین شرایطی باید که نسبت به اکسید به صورت یون های به کربنات و کربنات در می آید.

اگر pH در حوضچه آهک زنی به حدود 10.5 افزایش یابد نه فقط باعث حذف سختی منیزیم می شود بلکه با تشکیل $Mg(OH)_2$ عملاً یک ماده منعقد کننده به آب اضافه می شود چون منیزیم هیدروکسید به خوبی نقش یک منعقد کننده را بازی می کند. منیزیم هیدروکسید جاذب خوبی برای سیلیکات ها می باشد. در صورتی که pH کمتر از 10 باشد، احتیاج به ماده منعقد کننده ای مثل آلوم و... خواهد بود تا به نشیمن ذرات معلق کامل شود.

اگر مقدار سودا و وقت است که غلظت کلیم باقیمانده برابر 35 ppm باشد. وقتی که غلظت کلیم از 35 ppm کمتر باشد به مفهوم آن است که سودا به مقدار زیاد تر مصرف شده است و اگر بیشتر از 35 ppm باشد بدان معنی است که مقدار سودا از تزریق به آب کافی نبوده است.

اگر مقدار لجن در محوطه باشد موفقیت اثر آهک زنی بسیار بیشتر خواهد شد. لجن ها همچون یک عامل کاتالیز جامد عمل کرده و سرعت ته نشین شدن لایه ها را تسهیل می دهند. در واقع لجن ها چون هسته های اولیه رسوب عمل می کنند و باعث شدن لایه ها را تسهیل می کنند. برای این کار لجن تازه تشکیل شده را پس از آن که ته نشین شود، با هم وزن به صورت معلق در می آورند تا نقش هسته های اولیه را بازی کنند. زمان ماند آب در حوضچه آهک زنی با سیستم عکس با لجن حداقل یک ساعت و در حوضچه های معمولی حداقل دو ساعت است.

آهک / آهک - سودا زنی گرم (Hot lime/lime-soda process):

تفاوت های آهک / آهک - سودا زنی گرم با فرایند سرد: 1. در نگاه های که این فرایندها در آن ها انجام می شود با هم فرق می کنند. 2. کلیم سولفات و منیزیم هیدروکسید در دما بالاتر حلالیت کمتری دارند. 3. در فرایند گرم

پس از آنکه زنی pH آب بالا رود بنابراین باید pH آب را به زیر 8.7 کاهش داد تا کلرزین انجام شود زیرا قدرت باکتری کشی کلر در pH های بالا کاهش می یابد.

مثال
* اگر اتور واحد تصفیه را آب به شما مراجعه کرد و می گوید این حرف که با آنکه می توانیم آب را کاهش داد تا به این نیست. او برای اثبات حرف خود می گوید: در یک فنون آب معطر که منتهی آن صغیر بود مقدار 20 ppm آنکه ریخته و متوجه شد که منتهی آب معطر اترایش یافته است و نتیجه می گیرد که آنکه زنی فقط باعث اترایش منتهی آب می شود. از شما که متخصص در تصفیه را که هستید خواهش می کنم. است که نظر دهید:

1. آیا منتهی انجام شده توسط اتور منتهی را اترایش منتهی آب معطر درست است؟ **بله، منتهی این آب اترایش یافته است.**

2. دلیل خود را برای رد یا قبول ادعای اتور به طور خلاصه بنویسید. **ادعای او صحیح نیست زیرا منتهی آب صغیر بوده است و اضافه کردن آنکه $Ca(OH)_2$ به آب باعث اضافه شدن یون های کلسیم به آب می شود که این یون ها یکی از یون های عامل منتهی آب می باشد.**

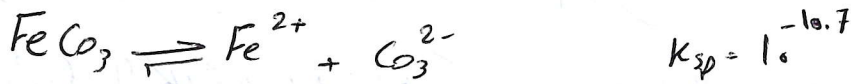
مثال
* در یک تصفیه خانه آب خروجی از واحد آنکه زنی به تانک ذخیره هدایت می شود گزارش شده است که در لوله های انتقال آب خروجی به تانک ذخیره و حتی در خود تانک، رسوبات کلسیم کریستال به مقدار زیادی تشکیل می شود. دوروشن برای مقابله با این مشکل رسوب گذاری در لوله های انتقال پیشنهاد کنید.

استفاده از منعقد کننده ها در واحد آنکه زنی و همچنین استفاده از سیستم لجن فعال که هر دو باعث ترسیب هر چه سریعتر کلسیم کریستال می شود استفاده از عوامل ضد رسوب در خروجی واحد آنکه زنی نیز از ترسیب کلسیم کریستال در لوله های انتقال جلوگیری می کند.

مثال
* تأثیر pH در آنکه زنی و سودا زنی سرد را مورد بحث می قرار دهید: آنکه زنی و سودا زنی باعث اترایش pH آب می شوند اگر pH حوضچه آنکه زنی بیشتر از 10 باشد باعث کاهش و حذف منتهی می شود. همچنین در این شرایط $Mg(OH)_2$ تشکیل می شود که یک حاذب بسیار خوب برای سیلیس می باشد و یک منعقد کننده نیز می باشد و باعث سرعت دادن در ترسیب مواد نامحلول می شود و اگر pH کمتر از 10 باشد می بایست مواد منعقد کننده های ثانویه به آب اضافه شود.

حد اقل حلالیت این دو فلز در pH حدود 12 می باشد و در pH های حدود 7 آب قادر است که مقدار زیادی از این دو فلز را به صورت محلول درآید.

در آب های طبیعی به علت وجود کربنات، در محدوده pH برابر 6.5 تا 9، حلالیت این دو فلز توسط حلالیت نمک های کربنات های آن کنترل می شود:



رنگ نمک های حاصل از رسوب آهن از زرد تا قهوه ای متمایل به قرمز متغیر است و رنگ نمک های نمک سیاه متمایل به اخرازی می باشد.

آهن و منگنز می توانند رزین های تعویض یونی را آلوده کرد و با تولید ذرات رسوب کارشان را مختل سازند. منگنز هم با آهن دیده نمی شود و معمولاً مقدار آهن بیشتر است. منگنز پر در دریا و آهن در صدف آهن هم مطلقاً در دریا. یون فرو (آهن دو ظرفیتی) عامل تسخین محمی برای خوردگی می باشد.

سه روش مهم برای حذف آهن و منگنز وجود دارد:

1. اکسیداسیون به همراه ته نشین و فیلتراسیون

2. فیلتراسیون با زئولیت منگنز

3. استفاده از رزین های تعویض یونی

اکسیداسیون:

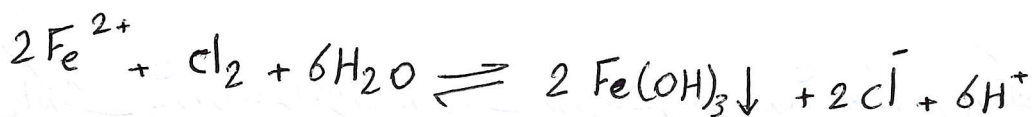
در آب که حاوی اکسید محلول است آهن به ظرفیت و منگنز چهار ظرفیتی (Fe^{3+} و Mn^{4+}) تخمیناً فرم پایدار می باشند و این دو فرم بسیار غیر محلول می باشند (رسوب می کنند). بنابراین در آب حاوی اکسید، مقدار آهن و منگنز محلول بسیار کم است. اما یون های محلول در آب همچون Fe^{2+} و Mn^{2+} می باشند.

فراهم می‌شود. اما هزینه‌های ایجاد تأسیسات هوادهن زیاد است. بنابراین اگر مقدار کربن در اکسید کم باشد می‌توان مقدار نیاز که از هوادهن استفاده می‌شود.

اکسیداسیون با کلر یا پرمنگنات:

نگاه‌ها برای تسهیل در اکسیداسیون و بابت علت آن که آب از نظر مواد آلوده در جنگ‌های هسته‌ای و غیره می‌شود. تجربه نشان داده است که اگر پرمنگنات پتاسیم ($KMnO_4$) را در آب‌های واحد‌های تصفیه آب تزریق کنیم، کیفیت لخته‌گذاری و ته‌نشین‌پذیری را بهبود می‌بخشد و در آن آهن و منگنز اکسید شده به عنوان هسته‌ای برای تشکیل لخته عمل می‌کند. در چنین شرایطی ذرات بستر فیلتر نیز می‌تواند حاوی پودش از اکسید آهن و منگنز (III) شوند که باعث می‌شود بازده فیلتر می‌شود.

اکسیداسیون با کلر این عیب بزرگ را دارد که هزینه آن بیشتر از هوادهن است.



مقدار کلر مورد نیاز برای اکسیداسیون آهن و منگنز در مقایسه با اکسیرن هوا بیشتر است. مقدار آن از کلر صرف واکش‌ها می‌جانبی می‌شود. اما ضمن استفاده از کلر در این است که حتی در pH‌های کمتر از محدوده بهینه اکسیداسیون با اکسیرن، آهن را خیلی سریع‌تر اکسید می‌کند. معمولاً 3 تا 4 دقیقه تماس کلر با آب برای اکسیداسیون آهن و منگنز کافی خواهد بود.

کلر در pH‌های اسیدی (پایین) تأثیر بیشتری برای از بین بردن باکتری‌ها دارد. در حالی که در pH‌های قلیایی (بالا) خاصیت اکسیدکنندگی آن برای مواد مثل H_2S و آهن و منگنز بیشتر است.

اگر آب‌هایی که حاوی قتل هستند را با کلر تصفیه کنیم، مانده خطرناک کلر و متول تشکیل می‌شود از این رو در چنین مواردی با موارد مشابه دیگر از کلر دی‌اکسید ClO_2 به جای کلر استفاده می‌شود.

حرف آهـ و نـ با ز قولیت نـ

زئولیت منتر نوعی زئولیت است که فیلر از اکسید منگنیک (MnO_4) سطح آن را پوشانده است. حال فیلتر را در نظر بگیرید که حاوی زئولیت منتر است، در اثر عبور آب از بستر فیلتر، MnO_4 اکسید خود را از دست داده تا صرف اکسید کردن آهن و منتر محلول در آب شود. در سوبای حاصل از اکسیداسیون توسط فیلتر حذف می شوند.

ہیں از گذشت مدت زمان از کار فیلتر، لازم است کہ بسر فیلتر آب آبیا مسیم پر کنند و بسو مسیم (اصحاء کنیم) تا فیلتر
اکسید منگانیل دور سطح زئولیت ترسیم شود.

حذف آهمن و سنگترا یا تعویض کنند هار کاتون

در فصل های بعد این روش تعویج دارد. خواهد شد.

یکه پوش خوب برای کنترل یون ها، آهن و منگنز استخوان از پیر فضا ها است. پیر فضا ها قادرند که به سرعت و در عین حال نسبتاً ارزان با شکل کپسول با آهن و منگنز از رسوب آهن ها جلوگیری کنند و در نتیجه موقتاً کشته از مشکل آهن و منگنز در آب درمان می مانند.

ممکن است با ذرات ریزتر (که سرعت کمتری دارند) برخورد کنند.

نمایان کردن ذرات:

مستطوره از ذره پدیدار کن ذراتی است که به صورت مستقیم و متغیّر در آب و یا هر محلول دیگری وجود دارد. ذره پدیدار ذراتی

است که قابل جمع شدن با ذرات دیگری را دارد چون از نظر ترمودینامیکی ذرات با جمع به سطح انرژی پایین تر (استقرار یافته)

نیروی جاذبه بین ذرات ناشی از نیروی واندر والس بوده و این نیرو که در هر صورت بین ذرات وجود دارد، تحت تأثیر یکدیگر

فاصله بین دو ذره است. بهترین نیروی دافعه و نیروی دافعه الکترواستاتیکی است که ناشی از تداخل پتانسیل بار الکترونیکی ذرات

می باشد. ذرات معلق در آب به دلایل مختلف (که بهترین آن جذب ترکیبی بین هاروری سطح ذرات می باشد) محلول

از نظر الکترونیکی باردار هستند. چون محلول آکسیون ها جذب ترکیبی روی سطح ذرات دارند لذا این روش نیز ذرات معلق

در آب دارای بار متغیّر هستند

می توان با استفاده از الکترولیت ها دامنه نفوذ پتانسیل دافعه ذرات باردار را کاهش داد.

مکانیسم کار منعقد کننده ها:

عملکرد و مکانیسم انعقاد ساز هر ماده ای تابع عوامل زیر می باشد:

1. غلظت کل مواد معلق در آب (کدورت)

2. قلیائیت آب مورد نظر

3. pH محیط

به طور کلی هر چه کدورت و قلیائیت آب بیشتر باشد، انعقاد ساز راحت تر انجام می شود. برای آب های طبیعی که دارای زنگ

و کدورت زیاد هستند از منتریم اکسید (MnO) به عنوان مانع منعقد کننده استفاده می شود. اما در عمل باید توجه کرد که چنانچه

باید توجه کرد که سولفات آهن (II) برای تولید لخته احتیاج به اکسیرن دارد بنابراین در فرایند آهک زنی کرم، چنانچه نیاز به ماده منعقد کننده بود باید به جای سولفات آهن (II) از کلرید یا سولفات آهن (III) استفاده کرد. و گاهی ممکن است به همراه سولفات آهن (III) مقدار معینی سولفات آهن (II) اضافه کرد تا اکسیرن محلول در آب نیز کاهش یابد.

مقایسه آلوم $Al_2(SO_4)_3$ و کلرید آهن (III) $FeCl_3$:

کلرید آهن (III) یکی از مواد منعقد کننده محکم و در رقابت با آلوم است. با توجه به خطر بیماری زایی آلومینیوم (باعث آلزایمر می شود) باقی مانده در آب، در سطح جهانی عامل برتری برای استفاده از کلرید آهن (III) به جای آلوم در تصفیه خانه های آب آشامیدنی به وجود آمده است. عدم علامه به استفاده از کلرید آهن (III) در تصفیه خانه ها ناشی از مشکل خوردگی زیاد کلرید آهن (III) می باشد.

مزیت های کلرید آهن (III) نسبت به آلوم:

1. کلرید آهن (III) لخته های بادانسیه را برتری نسبت به آلوم تولید می کند که بالطبع سریع تر ته نشین می شوند.
 2. مواد منعقد کننده معدنی در آب سرد موثرتر هستند به جز کلرید آهن (III) که در آب سرد هم قدرت انعقاد زنی دارد.
 3. محدوده pH مناسب برای کلرید آهن (III) وسیع تر از آلوم بوده و در محدوده pH آب های آشامیدنی که 7.5 - 5.5 می باشد بسیار فعال است.
 4. استفاده از کلرید آهن (III) برای انعقاد زنی ذرات معلق در آب تر از آلوم تمام می شود.
 5. در موارد فاضلاب ها که کاملاً متعادل هستند یا متغیر است استفاده از کلرید آهن (III) منجر به کاهش 7.5 - 9 / pH می شود.
 6. قدرت انعقاد زنی یک ماده منعقد کننده با اترایش نسبت $\left(\frac{\text{تعداد آهن}}{\text{تعداد کاترین}} \right)$ اترایش می یابد این نسبت برای کلرید آهن (III) برابر 3 و برای آلوم و یا سولفات آهن (III) برابر 1.5 و برای سولفات آهن (II) برابر یک می باشد.
- عوامل موثر در انعقاد زنی:**

مواد آلی اگر به مقدار زیاد در آب وجود داشته باشند از انعقاد زنی جلوگیری می کنند و باعث کوتا شدن محدوده pH می شود.

زیرا اغلب ذرات کلوئیدی موجود در آب دارای بار منفی هستند. برعکس اگر فکر باشد که به آب مورد نظر آهک تزریق کنیم تا آهن و آلومینیوم آن به صورت هیدروکسید رسوب کنند در آن صورت استفاده از پلیمرهای آنیونی ترجیح دارد. در مورد منعقد کننده های معدنی مثل کلرید آهن (III) حداقل غلظت برای انجام انعقاد زیر لازم است در حالی که اگر غلظت استفاده شده بیش از حد مورد نیاز باشد قدرت انعقاد از کاهش می یابد. در مورد پلی الکترولیت ها به علت ویژگی های فیزیکی خاص آن ها، قدرت انعقاد از در محدوده کوچکی از غلظت پلی الکترولیت، که بستگی به نوع مواد معلق و غلظت آن ها دارد بیشترین قدرت را دارا می باشد و در خارج از این محدوده غلظت، قدرت انعقاد از کاهش می یابد.

برای تعیین این که بهترین ماده منعقد کننده چه می تواند باشد، چه مقدار از آن باید استفاده شود و در چه محدوده pH بهترین عملکرد را دارد و یا چه ماده ای بهترین گت منعقد کننده می تواند باشد در آزمایشگاه از روش جارست (Jar test) می توان استفاده کرد که این معقول ترین و اقتصادی ترین روش می باشد.

روش جارست: برای ارزیابی انعقاد از در محلول های که غلظت مواد جامد معلق آن ها کمتر از 500 mg/l باشد از جارست استفاده می شود.

دستگاه جارست شامل چندین همزن کاملاً یکسان است که با یک موتور و چرخند. هر همزن در داخل یک لتری از آب های دارای حجم مساوی از نمونه آب مورد نظر قرار می گیرد. آب ها در می شود که شرایط برای همه لتری ها یکسان است. معمولاً همزن ها می توانند با سرعت های متفاوت بچرخند. متغیرهای مهم در انعقاد از در مثل سرعت اختلاط، طول مدت همزنی نوع و مقدار منعقد کننده، pH، دما و ... را می توان با جارست مورد ارزیابی قرار داد. مثلاً اگر بخواهیم بهترین ماده منعقد کننده برای آب خاصی را مشخص کنیم کافی است که در هر یک از لتری ها حجم مساوی از آن نمونه آب بریزیم پس به هر یک از لتری ها مقدار مساوی از یک ماده منعقد کننده موجود در بازار (کلرید آهن، سولفات آلومینیوم و ...) اضافه می کنیم. موتور را روشن می کنیم تا همزن ها به نمونه ها شروع می شود. پس از گذشت مدت زمان معینی موتور را خاموش می کنیم و اجازه می دهیم که ذرات در دست نده، شروع به نشین کردن نمایند. سرعت نشین، زلال بودن محلول نهایی و نیز حجم لجنی تولید شده در هر یک از لتری ها

فصل ششم: فیلترها (Filters)

فیلتراسیون (Filtration): جاف کردن یا فیلتراسیون یک روش فیزیکی برای حذف ذرات معلق در هر مایع از جمله آب است. این ذرات معلق می‌توانند گل، ریز، مواد آلی، پلانکتون، باکتری‌ها و ذرات حاصل از خوردگی باشند.

فیلترها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

1. فیلترهای سطحی (Surface filter): در این فیلترها عمل جدا کردن ذرات معلق از مایع فقط در عمق بسیار کم که همان سطح فیلتر می‌باشد، انجام می‌شود مثل کاغذ صافی یا فیلترهای کیسه‌ای (Bag filter).

2. فیلترهای عمقی (Deep bed filter): در این گونه فیلترها عمل جدا کردن ذرات معلق از مایع در اعماق بستر انجام می‌شود مثل فیلترهای شن یا فیلترهای فایبر.

اگر مواد معلق آب مورد نظر زیاد باشد از فیلترهای سطحی و اگر مواد معلق کم باشد از فیلترهای عمقی استفاده می‌شود.

نسب انتقال: اگر عامل فیلتراسیون نسبت انتقال باشد، فیلتر نفوذ می‌باشد.

حلال: اگر عامل فیلتراسیون حلال باشد، فیلتر حلال می‌باشد.

شار: اگر عامل فیلتراسیون شار باشد، فیلتر شار می‌باشد.

نیروی گریز از مرکز: اگر عامل فیلتراسیون نیروی گریز از مرکز باشد، فیلتر راسانتریفیوژ می‌گویند.

عوامل فیلتراسیون

در فیلترهای عمقی آب حاوی ذرات معلق را از بستر از ذرات یک ماده که می‌تواند شن و ماسه یا زغال آستر است می‌گذرانند.

عبور می‌دهند در اثر عبور آب از خلل و فرج بین این ذرات، مواد معلق آب گریز کرده و آب تقریباً عاری از مواد معلق

بدست می‌آید. جمع کردن ذرات معلق در خلل و فرج صافی، باعث افزایش افت فشار می‌گردد که اگر این افت فشار

از حد معینی تجاوز نماید باید که صافی را بشوید.

هرچه ذرات بستر فیلتر درشت تر باشند، محق بستر فیلتر باید بستر یا ندر ماهی رانده را داشته باشد و برعکس هرچه ذرات فیلتر ریزتر باشند، محق بستر فیلتر کمتر می تواند باشد.

اندازه و جنس ذرات بستر فیلتر روی سرعت شستشوی فیلتر (Backwash) کاملاً موثر است. هرچه دانسیته ی ذرات بستر فیلتر بیشتر شود، سرعت شستشوی فیلتر باید افزایش یابد.

معمولاً پس از شستشوی های زیاد تعداد ذرات بستر فیلتر کاهش می یابد. تلفات زیاد ذرات بستر فیلتر اغلب ناشی از عوامل زیر است:

1. حبس هوا در بستر فیلتر

2. طولانی بودن بیش از حد شستشوی

3. دبی زیاد شستشوی فیلتر به ویژه در ماههای سرد سال

4. نشست ذرات فیلتر از صغیر محافظ و نگهدارنده

به علت تغییرات فشار در داخل یک فیلتر تعداد زیادی حباب هوا می تواند در بستر فیلتر جمع شود. وقتی حبس هوا در فیلتر اتفاق

بافتد به محض بستن شیر خروجی فیلتر هوای گاز به سرعت صعود می کند و خارج می شود. این کار باعث به هم خوردن ترتیب ذرات بستر فیلتر می شود. توصیه می شود که شستشوی فیلتر تا خروج همه ی هوا از بستر فیلتر به تأخیر افتد.

چهار دستگاه برای کنترل عملکرد فیلتر به کار می روند: 1. کدورت نیج 2. pH متر 3. دستگاه اندازه گیری اندازه و تعداد ذرات

4. مانیتور توزیع افت فشار فیلتر (Filter headloss profile monitor)

از کدورت نیج نه فقط برای کنترل کدورت آب خروجی از فیلتر بلکه برای تعیین کنترل کدورت نمونه های لزو وسط بستر فیلتر و نیز به

شستشوی فیلتر استفاده می شود. در موقع اندازه گیری کدورت نیج توصیه می شود که حباب هوا در نمونه نیاید چون باعث خطای اندازه گیری

می شود.

pH متر به طور غیر مستقیم می تواند عملکرد فیلتر را ارزیابی کند. اگر pH آب فیلتر شده بالاتر از 8 یا کمتر از 5 باشد معروف آن است

که در صورت استفاده از آلوم مقدار زیادی آلومینیوم محلول داریم. pH بالای آب فیلتر شده، باعث می شود که کدورت از آب

برای استفاد مجدد از پساب فیلترها می توان به سه روش زیر اقدام کرد:

1. استفاده از لاکون به همراه فیلتر کردن و برگشت دادن به ابتدای تصفیه خانه
2. انعقاد بازی و ته نشینی معمول به همراه فیلتر کردن و برگشت دادن به ابتدای تصفیه خانه
3. برگشت مستقیم پساب به ابتدای تصفیه خانه

اگر در تصفیه خانه زمینی به اندازه کافی وجود داشته باشد، برای تصفیه مقدماتی پساب فیلتر روش لاکون توصیه می شود. اگر مشکل کمبود زمینی وجود داشته باشد و یا آن که در هر یک از این روش ها فیلترهای بزرگ که بسیار گران هستند در آن صورت باید از روش انعقاد بازی و ته نشینی، پساب فیلتر را پیش تصفیه کرد و پس به ابتدای واحد تصفیه خانه برگشت داد. و در نهایت اگر پساب فیلتر نامحدود و یا از کل حجم آب تصفیه شده به ابتدای تصفیه خانه هدایت شود تا با آب خام مخلوط شود باعث بهبود کیفیت انعقاد بازی و ته نشینی می شود. زیرا ذرات لخته موجود در فیلترها به عنوان هسته برای تولید لخته های بزرگتر در مراحل بعدی می شوند. عملکرد فیلتر در فصولی که دما بالا است بهتر از فصولی است که دما سرد است و علتش این است که در دماهای بالا تشکیل لخته ها سریع تر انجام شده و همچنین لخته ها سریع تر ته نشین می شوند.

از قانون هنر و رنگ نکات زیر را نتیجه گیری کرد:

1. چون آب در تماس با هوای حاور گازهای مختلف قرار می گیرد از این رو در آب همه آن گازهای موجود در هوا حضور دارند ولی با غلظت های مختلف که بستگی به دما، جنس گازها و نیز فشار جزئی آن ها در هوا دارد.
2. چون طبق قانون دالتون، فشار کل گاز برابر است با مجموع فشارهای جزئی گازها، بنابراین با افزایش دما (آب، فشار بخار آب بیشتر شده و در نتیجه با افزایش فشار جزئی بخار آب، فشار جزئی گازهای ناخالصی کاهش یافته، پس مقداری از گازهای ناخالصی با افزایش دما باید از آب خارج شوند.
3. در یک دما مشخص، هر چه فشار گاز را بیشتر کنیم به همان نسبت گاز بیشتر در آب حل می شود.
4. در دما و فشار جوئی، همه گازهای ناخالصی از آب خارج خواهند شد به شرط آن که فرصت کافی وجود داشته باشد.

ناخالصی های گاز آب

چون هوای طبیعی حاور 21٪ اکسیژن و 79٪ ازت می باشد، بنابراین دو گاز اکسیژن و ازت در آب طبیعی وجود دارند ولی چون حلالیت آن ها (به ویژه ازت) خیلی کم است مقدار اکسیژن و ازت آب کم است. ازت چون گاز فعالی نیست از این رو مشکل چندان را باعث نمی شود. حذف اکسیژن برای سلاستی رزین ها و نیز جلوگیری از خوردگی بخار آب اهمیت زیادی دارد. علاوه بر هوا، گیاه ها که انبوهی سبزین دار مثل جلبک ها در روزهای آفتابی در اثر فتوسنتز اکسیژن تولید می کنند از این رو باعث افزایش اکسیژن محلول در آب می شوند.

هر چه غلظت کربن دی اکسید در مقایسه با ازت در هوا خیلی کم است اما غلظت کربن دی اکسید در آب خیلی بیشتر از ازت است. چون هم به خاطر آن که جلبک ها در شب ها تولید کربن دی اکسید می کنند و هم به خاطر تجزیه هوازی مواد آلی موجود در آب توسط باکتری ها، گاز کربن دی اکسید تولید می شود. البته سه روشی که کربن دی اکسید در آب بستگی به pH دارد. در pH های با زیر این گاز به صورت ترکیب شده در می آید و قابلیت آب را تشکیل می دهد و فقط در pH های اسیدی است که