

بسم الله الرحمن الرحيم

بهداشت و محیط زیست (آلودگی و بهداشت آبها)

ارائه: حجت رحیمی

ویژه درس بهداشت و صیانت از محیط زیست

آموزشکده فنی و حرفه ای امام حسین استهبان

اسفندماه 98

با ماندن در خانه کرونا را شکست خواهیم داد.

بخش اول

آلودگی و تصفیه آب

آب و اهمیت آن در زندگی

- (۱) آب یکی از مهم ترین موادشیمیایی و مایع حیاتی است که بدون آن ادامه زندگی جانداران ممکن نیست.
- (۲) آب حدود ۶۶ تا ۸۵ درصد وزن بدن انسان ها را تشکیل می دهد.
- (۳) بسیاری و از جانداران و آبزیان به ویژه ماهی ها برای ادامه حیات به آب نیاز دارند.
- (۴) گیاهان بخش اعظم نیازهای غذایی خود را بصورت محلول توسط ریشه جذب می کنند.
- (۵) بسیاری از واکنش های شیمیایی و سوخت و ساز در بدن ما و حیوانات همگی در محیط های آبی انجام می شود.
- (۶) از آب به عنوان یک سیال برای انتقال گرما، گرم کردن محل کار و زندگی، خنک کردن دستگاه ها و موتور اتومبیل ها استفاده می شود.
- (۷) از آب به عنوان نیروی محرکه جهت به حرکت در آوردن توربین های بخار و تولید برق استفاده می شود.

توزیع آب در سطح زمین

حدود $\frac{3}{4}$ سطح زمین را آب فرا گرفته است. بر اساس بررسی های موجود می توان تقسیم بندی زیر را ارائه نمود:

دریاها و اقیانوس ها

۸۳/۵۱ درصد

آب های زیرزمینی غیر قابل استفاده

۱۵/۴۵ درصد

یخ های قطبی

۱/۰۰۷ درصد

رودخانه ها

۰/۰۱۵ درصد

آب های زیرزمینی قابل استفاده

۰/۰۱۵ درصد

رطوبت اتمسفر

۰/۰۰۰۸ درصد

بدین ترتیب می توان گفت که حدود ۰/۰۳ درصد منابع آب شیرین قابل استفاده می باشد.

منابع آلوده کننده آب

- (۱) فاضلاب های شهری
- (۲) پساب های صنعتی
- (۳) پساب های داغ نیروگاهی
- (۴) کودهای شیمیایی
- (۵) حشره کش ها و سموم ضد آفت های گیاهی
- (۶) مواد نفتی و روغنی
- (۷) شوینده های ساختمانی
- (۸) باکتری ها و عوامل بیماری زا
- (۹) مواد پرتوزا
- (۱۰) ذرات معلق و رسوبات

مصرف آب در بخش های مختلف صنعت

بخش های مختلف صنعت، از مصرف کننده های عمده آب در هر کشور است. آب مصرفی در صنایع گوناگون، به طور عمده برای موارد زیر استفاده می شود:

(۱) تغذیه دیگ های بخار

(۲) تولید مواد و فراورده های شیمیایی

(۳) خنک کردن دستگاه ها

(۴) تولید بخار

- مصرف سالانه آب در بخش های صنعت در جهان به حدود ۶۰۰ میلیون متر مکعب می رسد.

میزان تقریبی آب لازم برای تولید یک تن از چند فراورده صنعتی

نوع فراورده	کاغذ	آلومینیم	فولاد	مواد شیمیایی	شکر	چرم
مقدار آب لازم (لیتر)	۲۴۰۰۰۰۰	۱۳۵۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰	۶۰۰۰

ویژگی های منابع تامین آب آبهای سطحی

آبهای سطحی منبع اصلی آب مصرفی مردم است زیرا که بیشتر آب شهرهای بزرگ از منابع سطحی تهیه می شود. آبهای سطحی از دو منبع نزولات جوی و آبهای زیرزمینی تامین می شوند.

- (۱) pH این آبها در حدود ۷-۸ است
- (۲) کدر هستند
- (۳) مواد آلی موجود در این آبها در نقاط مختلف فرق می کند
- (۴) آلودگی میکروبی بالایی دارند
- (۵) مقدار آمونیاک، نیترات و فنل این آبها زیاد می باشد
- (۶) ممکن است حاوی دترجنت، نفت، روغن و فلزات سنگین باشند
- (۷) آبهای سطحی ناش از کشاورزی حاوی نیترات و فسفات هستند

آبهای زیرزمینی

آبهای زیرزمینی در اثر نفوذ آبهای سطحی از فضاها و شکاف های خاک ها، صخره ها و تجمع در زیر سطح زمین تشکیل می شوند.

- (۱) pH این آبها در حدود ۶/۹-۷/۹ می باشد
- (۲) آب چاه های خیلی عمیق معمولا عاری از میکروارگانیزم ها است
- (۳) دی اکسید کربن زیادی دارند
- (۴) مواد معلق آنها بسیار کم است
- (۵) ممکن است دارای ذرات شن باشند
- (۶) مواد آلی این آبها کم است
- (۷) حاوی آهن و منگنز محلول هستند
- (۸) دارای املاح زیادی می باشند
- (۹) سختی بالایی دارند

پارامترهای فیزیکی کیفیت آب

n پارامترهای فیزیکی آب شامل آن دسته از ویژگی هایی است که بوسیله حواس بینایی، لامسه، چشایی و بویایی قابل تشخیص است که عبارتند از:

- مواد معلق
- کدورت
- رنگ
- طعم و بو
- درجه حرارت

مواد جامد معلق

ذرات آلی و معدنی معلق n

جامدات معدنی مانند خاک رس، لای، شن و سایر مواد تشکیل دهنده خاک n

جلبک ها، باکتریها و پروتوزاها n

مواد آلی نظیر ریشه های گیاهان n

آهن و منگنز اکسید شده n

رنگ

n رنگ ممکن است ظاهری یا حقیقی باشد. به رنگ ناشی از مواد محلول که پس از حذف مواد معلق باقی می ماند، رنگ حقیقی می گویند. به رنگ ناشی از مواد معلق رنگ ظاهری می گویند.

n آلودگی های صنعتی (پساب کارخانه های رنگ سازی و رنگرزی)، یون های آهن و منگنز (رنگ تیره و قهوه ای)، نمک های مس (کدر شدن و رنگ خاکستری) و جلبکها (رنگ سبز و گاهی قهوه ای) از عوامل ایجاد کننده رنگ هستند.

n آب که به مقدار زیاد رنگ داشته باشد برای مصارفی نظیر شست و شوی لباس، رنگرزی، تهیه کاغذ، ساخت نوشابه های الکلی، تولید لبنیات همراه با سایر مواد غذایی، صنایع نساجی و تولید پلاستیک مناسب نیست.

كدورت

n كدورت معياري براي ميزان جذب نور و يا پراكندگي نور توسط مواد معلق در آب است.

n كدورت در آبهاي سطحي ناشي از فرسايش مواد كلوئيدي نظير خاك رس، لاي، خرده سنگ ها، مواد شيميايي، موجودات زنده مانند ميكروبها، جلبك ها و اكسيدهاي فلزي موجود در خاك است.

n مواد موجود در فاضلاب هاي صنعتي و شهري مانند صابون ها، شوينده ها و عوامل ديگر در توليد كدورت نقش بسزايي دارند.

n گرفتگي فيلترها، كاهش گوارايي آب، حفاظت از ميكروارگانيسم ها در برابر گندزداها، ايجاد طعم و بوي نامطبوع و ايجاد مواد شيميايي مضر از مشكلات كدورت است.

n به طور كلي آب آشاميدني و آب مصرفي در صنايع بايد زلال باشد.

طعم و بو

- n طعم آب بیشتر مربوط به مواد معدنی می باشد مثل کلرید سدیم و نیترات سدیم که سبب شوری آب می شوند و سولفات سدیم (تلخی آب) نمک های آلومینیم (مزه گس) و نمک های آهن و منگنز مزه بدی به آب می دهند.
- n مواد مولد بو عمدتاً از نوع آلی هستند که از راه پساب برخی کارخانجات و پساب های کشاورزی و فاضلابهای شهری ناشی می شوند، عبارتند از: کلروفنول، فنیل اتر، هیدروکربن ها و مواد نفتی، ترکیبات فنلی و فرمالدئید.
- n گندیدگی مواد آلی گیاهی و تولید گاز متان با دخالت باکتری های متان ساز
- n تجزیه مواد آلی گوگرددار و تولید سولفی هیدروژن
- n طعم و بو در صنایع غذایی دارای اهمیت بالایی می باشد.

پارامترهای شیمیایی کیفیت آب

- pH
- کل جامدات محلول
- قلیائیت
- سختی
- گازهای محلول

pH

- pH برابر است با منفی لگاریتم غلظت یون هیدروژن بر حسب مول در لیتر.
- اهمیت pH در فرایندهای مختلف تصفیه مانند سختی گیری، انعقاد و لخته سازی و رسوب گذاری و خوردگی می باشد.

- pH مناسب برای دیگ های بخار در محدوده ۸/۵ تا ۹ می باشد. در این شرایط از خوردگی و زنگ زدگی جداره داخلی دیگ های بخار جلوگیری می شود.

- معمولاً PH آبهای طبیعی بین ۶-۹ می باشد. بیشتر آبهای طبیعی به دلیل حل کردن مقادیر کربنات و کربنات هیدروژن برخی از فلزها در خود، خاصیت قلیایی دارند. به ویژه آب هایی که از زمین های آهکی عبور می کنند، pH بالایی دارند. آبهای طبیعی که از مناطق زغال سنگی می گذرند یا آبهایی که باران های اسیدی زیادی در آنها وارد می شود، pH پائین دارند.

معمولاً pH بالا باعث رسوب کربنات کلسیم و رسوب گذاری و pH پائین باعث ایجاد خاصیت خوردگی در آب می گردد.

کل جامدات محلول

منظور از کل جامدات محلول، مجموع غلظت همه یون های موجود در آب می باشد.

کاتیون های مهم در آب: کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، آهن، منگنز

آنیون های مهم در آب: کربنات، بی کربنات، سولفات، کلور، فسفات، نیترات و نیتریت و سیلیکات

کلسیم: این کاتیون جزء اصلی سختی در آبهای طبیعی است و معمولاً غلظت آن بین ۵۰-۵۰۰ میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم می باشد.

منیزیم: ترکیبات منیزیمی محلول تر از نمک های کلسیم هستند. سیلیکات منیزیم در آبهای قلیایی دارای سیلیس وجود دارد. معمولاً سختی منیزیم حدود یک سوم سختی کل است. غلظت منیزیم در آبهای طبیعی بین ۲۰-۴۰ میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم می باشد.

بی کربنات: بی کربنات و کربنات سبب خاصیت بافری در آب می شوند. تشکیل رسوبات کربنات کلسیم به غلظت کلسیم، pH و قلیائیت بستگی دارد.

کلراید: کلیه نمک های کلراید در آب محلول اند و محدوده غلظت در آبهای طبیعی بین ۱۰-۱۰۰ میلی گرم در لیتر می باشد.

کل جامدات محلول

سیلیکا: سیلیکا در غلظت ۱-۱۰۰ میلیگرم در لیتر بر حسب SiO_2 در آبهای طبیعی وجود دارد. سیلیکا معمولاً محلول می باشد اما میتواند به صورت کلوئیدی هم وجود داشته باشد. سیلیکا در برج های خنک کننده و دیگ های بخار باعث تشکیل رسوب می شوند. سیلیکا در دماهای بالا تبخیر می شود و باعث رسوب روی تیغه های توربین می شود.

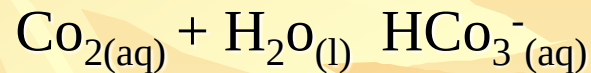
سولفات: غلظت معمول سولفات در آبهای طبیعی بین ۵-۲۰۰ میلی گرم در لیتر بر حسب سولفات می باشد. در غلظت های بالای ۸۰۰ میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم می تواند رسوب سولفات کلسیم ایجاد نماید. حد مجاز سولفات در آب ۲۵۰ میلی گرم بر مبنای طعم می باشد.

آهن: آهن در سنگ های آذرین و مواد رسی یافت می شود. در غیاب اکسیژن به شکل Fe^{2+} کاملاً محلول است و در pH بین ۷-۹ در اثر تماس با هوا به صورت Fe^{3+} اکسید و نامحلول می گردد.

منگنز: فرم احیاء شده یا محلول منگنز Mn^{2+} و فرم اکسید شده یا نامحلول Mn^{4+} می باشد. در صنایع نساجی و کاغذسازی دارای اهمیت زیادی می باشد (۰/۰۱). حد مجاز در آب آشامیدنی برابر ۰/۰۵ میلیگرم بر لیتر است.

قلیائیت

قلیائیت ناشی از وجود یون های کربنات، بی کربنات و هیدروکسید می باشد. باید توجه داشت که در pH بین ۴/۶ تا ۸/۳ قلیایی بودن آب به تعادل بین یون HCO_3^- و گاز دی اکسید کربن محلول در آب بستگی دارد.



در pH بالای ۸/۳ دیگر گاز دی اکسید کربن آزادی وجود نخواهد داشت در این صورت قلیایی بودن آب به وجود یون های CO_3^{2-} و HCO_3^- مربوط است. در pH بین ۹/۴ الی ۱۰ قلیایی بودن مربوط به یون هیدروکسید است.

انواع قلیائیت:

- (۱) قلیائیت ساده یا فنل فتالین
- (۲) قلیائیت کل یا متیل اورانژ

سختی

تعریف سختی:

سختی به صورت غلظت کاتیون های چند ظرفیتی در محلول تعریف می شود. که کلسیم و منیزیم بیشتر در آبهای یافت می شوند. سایر یون ها ممکن است شامل آهن و منگنز بصورت احیاء شده، استرانسیم و آلومینیوم باشد.

تقسیم بندی آبها از نظر سختی:

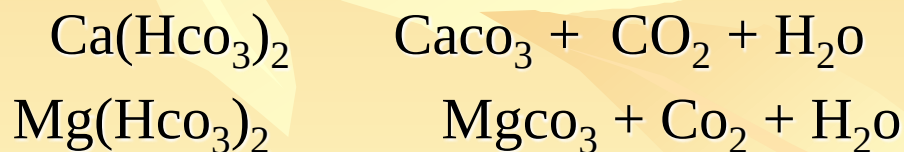
سبک	۰-۵۰
نیمه سبک	۵۰-۱۰۰
کمی سبک	۱۰۰-۱۵۰
نیمه سخت	۱۵۰-۲۰۰
سخت	$200 <$
خیلی سخت	$300 <$

سختی از نظر بهداشتی اهمیتی ندارد ولی در صنایع مشکل ساز می شود و باید حذف گردد.

انواع سختی

سختی کربناته یا موقت:

این نوع سختی مربوط به وجود بیکربنات های کلسیم و منیزیم است که با جوشاندن از حالت بی کربنات و محلول بودن خارج شده و به صورت کربنات که غیر محلول است رسوب می نماید.



سختی دائم یا غیرکربناته:

این نوع سختی در درجه اول مربوط به وجود سولفات های کلسیم و منیزیم بوده و گاهی کلرورها و نیترات های کلسیم و منیزیم نیز موجب آن می گردد.
به مجموع سختی دائم و موقت آب، سختی تام یا کل می گویند.

سختی کاذب:

سختی است که دارای مقادیر زیادی نمک های سدیم باشد که با صابون واکنش داده ولی عامل سختی نیستند.

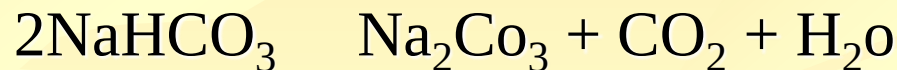
اثرات منفی آب های سخت

- (۱) باعث رنگین شدن ظروف سفالی، دیرپز شدن سبزیجات و بی رنگ شدن آنها می گردد.
 - (۲) باعث افزایش مصرف صابون می گردد.
 - (۳) سبب رسوب املاح بروی وسایل بهداشتی مانند دستشویی، وان حمام و ... می شود.
 - (۴) باعث ایجاد مشکلاتی در صنایع نساجی، کاغذسازی و کنسروسازی می گردد.
- اثرات سختی در صنایع:
- (۱) باعث ترکیدن دیگ های بخار به علت رسوبات جداره داخلی دیگ ها می شود.
 - (۲) برآمده و شکم دار شدن لوله های داخلی دیگ بخار
 - (۳) کاهش راندمان حرارتی و افزایش مواد سوختی
 - (۴) ضخیم شدن جداره دیگ و پائین آمدن گنجایش تولید بخار

گازهای محلول

گازهایی مانند سولفید هیدروژن، دی اکسید گوگرد، دی اکسید کربن، کلر و آمونیاک که در آبهای طبیعی وجود دارند، اثر خوردگی دارند و در دستگاه های صنعتی و دیگ های بخار دشواری ها و زیان های زیادی به بار می آورند. زیرا محلول این گاز ها خاصیت اسیدی و محلول آمونیاک خاصیت قللی دارد که سبب خوردگی جداره های درونی دیگ بخار، لوله های انتقال آب، توربین های فولادی دستگاه های صنعتی می شوند.

مقداری از گاز دی اکسید کربن ممکن است بر اثر تجزیه گرمایی کربنات هیدروژن سدیم در دیگ بخار به وجود آید.



هدایت الکتریکی EC

- هدایت الکتریکی آب معرف قدرت یونی یک محلول برای انتقال جریان برق می باشد.
- واحد اندازه گیری آن میکرومتر بر سانتی متر یا $\mu\text{ho/cm}$ و میلی زیمنس بر سانتی متر $\mu\text{ S/cm}$ می باشد.
- چون در محلول یون ها مسئول انتقال جریان برق هستند، از این رو هدایت الکتریکی با مواد جامد محلول یا TDS ارتباط دارد.
- هدایت الکتریکی تابع درجه حرارت می باشد.

مواد آلي

- اکثر مواد آلي به شكل محلول اند.
- مواد آلي معمولا باعث ايجاد طعم، بو و رنگ در آب مي شوند.

شاخص هاي اندازه گيري مواد آلي در آب:

(۱) اكسيژن مورد نياز بيولوژيكي BOD

(۲) اكسيژن مورد نياز شيميايي COD

(۳) كل كربن آلي TOC

پارامترهای میکروبی کیفیت آب

جدول ۲-۵: بیماری‌های مربوط به آب آلوده

بیماری	عامل	علائم	دوره کمون
ویروس‌ها			
هپاتیت	ویروس ناشناخته	تب، تهوع، بی‌اشتهایی، خستگی، زردی	۲۵-۳۰ روز
پولیومیلیت (الف)	ویروس پولیومیلیت	سردرد، تهوع، استفراغ، سفتی گردن، گرفتگی بینی، آبریزش بینی، اشکال در بلع	۲۱-۳ روز
باکتری‌ها			
وبا	ویبریوکلا	اسهال بسیار شدید، اسهال آب برنجی، استفراغ - تشنگی، درد، کم‌آبی بدن، میزبان بالای مرگ و میر	چند ساعت تا ۳ روز

بیماری	عامل	علائم	دوره کمون
گاستروانتریت	باکتری، ویروس، مواد شیمیایی و سموم	ناراحتی شکمی، اسهال خفیف تا شدید، تهوع، سوء هاضمه، استفراغ، کرامپ شکمی و احتمالاً تب	۸-۱۲ ساعت
لیتوسپیروز	لپتوسپیرو	تب و لرز، سردرد، تهوع، دردهای عضلانی، استفراغ، عرق کردن، زردی	۹ تا ۱۰ روز
تب پاراتیفئید	سالمونلاپاراتیفی A	تب مداوم، اسهال، گاهی لکه‌های قرمز روی بدن	۱۰-۱۱ روز گاستروانتریت و ۱-۳ هفته برای تب روده‌ای
سالمونلوزیس	سالمونلا تیفیموریوم	دل درد، اسهال، استفراغ و تهوع، تب و لرز	۲۴-۱۲ ساعت
شیگلوزیس	شیگلا	اسهال، تب، خون و ترشحات مخاطی در مدفوع	۴-۲ روز
تب تیفوئید	سالمونلاتیفوسا	تب مداوم، معمولاً لکه‌های قرمز روی بدن، ناراحتی شکمی	۲۱-۷ روز
تک یاخته‌ها			
آمییبازیس (اسهال آمیبی)	آنتاموباهیس‌تولیتیکا	اسهال طولانی مدت، ناراحتی شکمی، خون و ترشحات مخاطی در مدفوع، آسیب کبدی و روده‌ی کوچک	۵ روز یا بیشتر، به طور متوسط ۳-۴ هفته
ژیاردیازیس	ژیاردیالمبلیا	اسهال خفیف تا شدید، تهوع، سوء هاضمه، نفخ	۴-۱ هفته
کریپتوسپوریوزیس	کریپتوسپوریدیم پارووم	اسهال، کرامپ‌های عضلانی، تب، تهوع و استفراغ	چند روز تا چند هفته
کرم‌ها			
آسکاریازیس (کرم‌های روده‌ای حلقوی)	آسکاریس لومبریکوئیدس	وجود کرم در مدفوع، دل درد، بشورات پوستی، تهوع، پراشتهایی	حدود ۲ ماه
دراکانکولیاژیس (کرم گینه)	دراکانکولوس مدینسیس	قرمزی غیرطبیعی پوست، خارش، مشکل در تنفس (مشابه آسم)، استفراغ و اسهال	۱۲-۸ ماه
پاراگونیمیاژیس (کرم کبد)	پاراگونیموس رنجری و غیره	سرفه‌ی مزمن، کلابینگ، دردهای مبهم، اسهال	متغیر
شیستوزومیاژیس	شیستوزوم‌ها	کرم وارد جریان خون می‌شود، خارش پوست، بشورات درماتیتی، بدن درد، اسهال همراه با دل‌درد، کم‌خونی، لرز، حلزون میزبان واسط آن است.	۶-۴ ماه یا بیشتر

الف) اگرچه هیچ مدرک مشخصی مبنی بر انتقال از راه آب آلوده وجود ندارد، اما سازمان‌های بهداشتی توصیه‌هایی را در مورد آب آشامیدنی، دفع فاضلاب، استخرهای شنا و شناگاه‌های طبیعی در هنگام شیوع این بیماری ارائه کرده‌اند.

پارامترهای میکروبی کیفیت آب (ادامه)

تقسیم بندی آبها از نظر کیفیت باکتریولوژیکی

- (۱) آلودگی باکتریایی که از طریق ضد عفونی کردن برطرف می گردد.
- (۲) آلودگی باکتریایی که نیاز به روش های تصفیه پی در پی دارد (انعقاد، صاف کردن و ضد عفونی)
- (۳) آلودگی باکتریایی که با روش های تصفیه پرخرج برطرف می شود.
- (۴) آلودگی خیلی بالا که غیر قابل قبول است.

استاندارد آب آشامیدنی

تعداد کلیفرم در ۱۰۰ میلی لیتر نمونه		منبع آب
حد مجاز	حد مطلوب	
در هیچ نمونه ای نباید کلیفرم وجود داشته باشد	-	آب لوله کشی: الف) آب تصفیه شده در محل ورود به شبکه توزیع
حداکثر ۲ کلیفرم در نمونه های اتفاقی مشروط براینکه: (۱) نمونه فاقد کلیفرم مدفوعی باشد. (۲) منبع آب به طور منظم و مستمر تحت کنترل بهداشتی باشد. (۳) ۹۸ درصد نمونه های اخذ شده در طی سال فاقد کلیفرم باشند.	در هیچ نمونه ای نباید کلیفرم وجود داشته باشد	ب) آب تصفیه نشده در محل ورود به شبکه توزیع
باید ۹۵ درصد نمونه های اخذ شده در طی سال فاقد کلیفرم باشد و یا در یک نمونه اتفاقی تعداد کلیفرم از ۲ عدد تجاوز نکند.	در هیچ نمونه ای کلیفرم نباید وجود داشته باشد	ج) آب در شبکه توزیع
در هیچ نمونه ای کلیفرم نباید وجود داشته باشد	در هیچ نمونه ای کلیفرم نباید وجود داشته باشد	آب آشامیدنی بطری شده
در نمونه های اتفاقی تعداد کلیفرم از ۱۰ عدد تجاوز نکند.	در هیچ نمونه ای کلیفرم مدفوعی نباید وجود داشته باشد	آب غیر لوله کشی

بیولوژی سیستم های خنک کننده

منابع مشکلات بیولوژیکی در سیستم های خنک کننده:

- (۱) میکروارگانیسم هایی که قبلا داخل آب حضور داشتند
- (۲) میکروارگانیسم های منتقله از راه هوا، که از طریق هوای مورد استفاده برای خنک سازی آب وارد آن می شوند.

انواع میکروارگانیسم های موجود در سیستم های خنک کننده

- (۱) باکتری ها
- (۲) قارچ ها
- (۳) جلبک ها
- (۴) پروتوزاها

پیامدهای ناشی از حضور میکروارگانیسم های مختلف:

(۱) کاهش انتقال حرارت در مبدل های حرارتی ناشی از لجن باکتریها

- کاهش کارایی فرایند

- اثر بروی کیفیت محصول

- افزایش هزینه های نگهداری

- تعطیلی فرایند تولید

(۲) خوردگی در اثر رسوبات

(۳) رشد باکتری های احیاکننده سولفات و تولید گاز خورنده سولفید هیدروژن که نهایتا منجر به ایجاد حفره و سوراخ در فلزات می شود.

(۴) کاهش دبی در اثر رشد جلبک ها

(۵) انسداد نازل های توزیع آب در اثر رشد جلبک ها

(۶) به دام افتادن رسوبات دیگر در رسوبات چسبناک باکتریها

(۷) افزایش دما در اثر کاهش انتقال حرارت و رسوب عوامل سختی

باکتری ها

- بزرگترین گروه ارگانیزم های مشکل ساز در صنعت هستند.

باکتری ها را به چهار گروه تقسیم می کنند:

(۱) باکتری های هوازی تولید کننده لجن

(۲) باکتری های بی هوازی خورنده

(۳) باکتری های رسوب دهنده آهن

(۴) نیتریفایرها و دنیتریفایرها

باکتری های هوازی

- این باکتری های نیاز به اکسیژن دارند، بنابراین در آبهای هوادهی شده یافت می شوند.
- در بسیاری از میکروارگانیسم ها دیواره سلولی با پلی ساکاریدهای خارج سلولی پوشیده شده است، در برخی موارد میکروارگانیسم ها مقادیر زیادی از این مواد را تولید می کنند که سبب رسوبات لجنی و چسبناک می گردد.
- متداول ترین باکتری ها پseudomonas و ائروباکتر می باشد.
- انتروباکتر نوعی باکتری کلیفرم می باشد که عمدتاً در فاضلاب یافت می شود. بنابراین وجودش در آب سیستم های خنک کننده نشانه ورود فاضلاب به سیستم است.
- باکتری لژیونلا نیز یک تهدید بالقوه برای سلامت افرادی است که نزدیک برج های کننده کار می کنند.

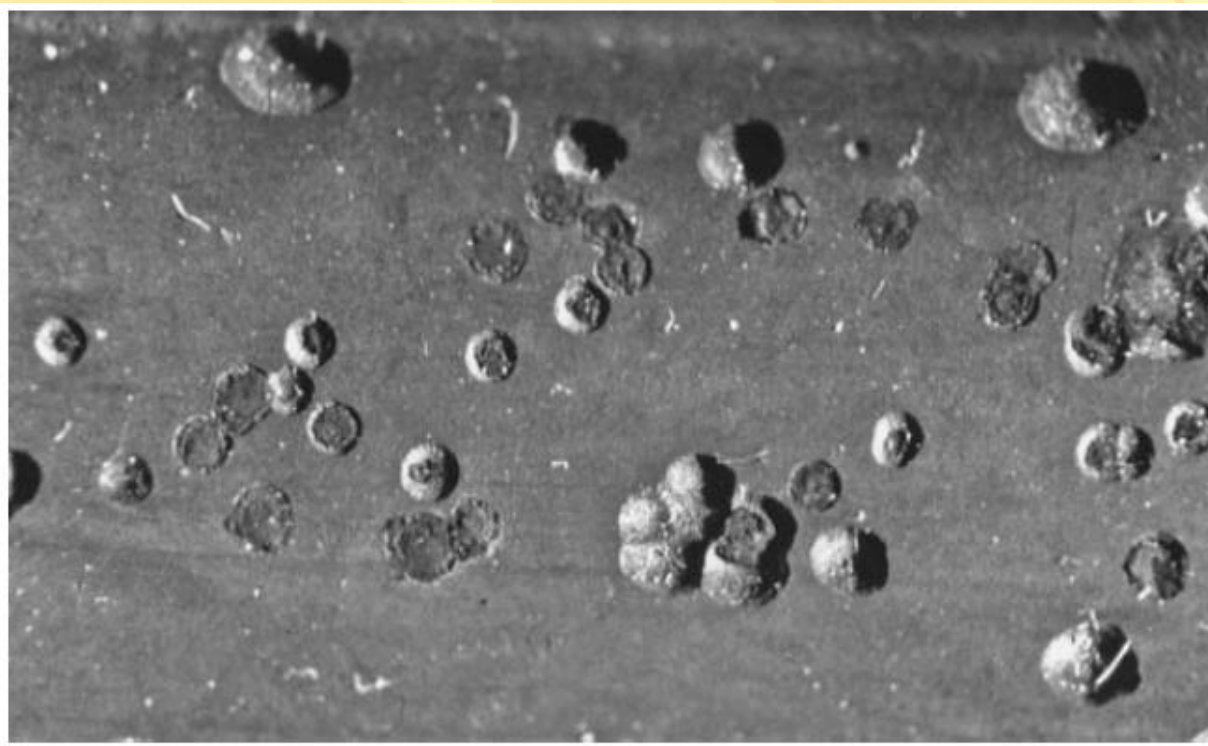
باکتری های بی هوازی خورنده

- این باکتری ها نیاز به اکسیژن ندارند و انرژی خود را از واکنش هایی غیر از اکسیداسیون مواد آلی تهیه می کنند.
- برخی از این باکتری ها مانند باکتری های احیا کننده سولفات می توانند سبب خوردگی سطوح فلزی شوند. این باکتری ها با احیای یون سولفات سبب تولید گاز خورنده سولفید هیدروژن می شوند.
- برخی از باکتری های بی هوازی محصولات جانبی مانند اسیدهای آلی تولید می کنند.
- دسولفوویبریو از معروف ترین باکتری های احیاکننده سولفات است. این باکتری در هر جایی که شرایط بی هوازی وجود داشته باشد مانند چاه ها، رودخانه ها، دریاچه ها و خاک وجود دارند.
- کلستریدیا و سایر باکتری های بی هوازی نیز می توانند از منابع آلی سولفور سولفید هیدروژن تولید کنند.

بakteri های بی هوازی خورنده

- خوردگی مربوط به این باکتری ها همیشه به صورت خوردگی موضعی نشان داده می شود.

- رسوبات سیاه رنگ سولفید آهن در کف حفره ها دال بر وجود باکتری های احیاکننده سولفات است.



باکتری های رسوب دهنده آهن

- این باکتری های در آبهای دارای آهن محلول دو ظرفیتی با غلظت بالا مانند آبهای زیرزمینی و رسوبات یافت می شوند.
- این باکتری ها سبب تشکیل رسوب، تسريع فرایند خوردگی و ایجاد شرایط مناسب برای رشد باکتری های بی هوازی می شوند.
- با تولید آهن محلول بیشتر سبب افزایش جمعیت باکتری های آهن می شوند.
- دو نوع مهم از این باکتری ها عبارتند از:

(۱) اسفروتیلوس

(۲) گالیونلا

نیتریفایر و دنیتریفایر

- این باکتری ها قادرند انرژی خود از اکسیداسیون ترکیبات حاوی نیتروژن بدست می آورند.
- ارگانیک ها می گویند که قادرند آمونیاک را به نیتريت اکسید کنند، نیتروزوفایر یا نیتریفایر می گویند.
- نیتریفایر ها ارگانیک ها هستند که می توانند نیتريت را به نترات تبدیل کنند.
- نیتروزوموناس و نیتروباکتر متداول ترین نیتریفایر ها هستند.
- در اثر تبدیل آمونیاک به نیتريت به دلیل مصرف قلیائیت pH کاهش می یابد.
- باکتری های فیکس کننده نیتروژن می توانند نیتروژن ملکولی را به آمونیاک تبدیل کنند.
- این باکتری ها در سیستم هایی خنک کننده ای که از مواد ضد خوردگی بر پایه نیتريت اسفاده می کنند، می توانند وجود داشته باشند.
- با کاهش pH و تولید اسید خوردگی ایجاد می کنند.

نیتریفایر و دنیتریفایر

- دنیتریفایرها نیترات را به نیتريت و سپس گاز نیتروژن تبدیل می کنند. متداول ترین دنیتریفایرها در سیستم های خنک کننده آب، انواع پseudomonas ها هستند.
- کلستریدیا و جلبک های سبز-آب از جمله ارگانیسم های فیکس کننده آمونیاک هستند.

جلبک ها

- لجن هاي ضخيم و سبز رنگ روي سطح برج خنک کننده يا شناور روي سطح جلبک هستند.

- جلبک براي رشد نياز به اکسيژن دارند، بنابر اين در قسمت هاي روباز برج، برکه ها و درياچه ها يافت مي شوند.

دو نوع از جلبک ها که در اين سطوح يافت مي شوند:

(۱) جلبک هاي حقيقي

(۲) جلبک هاي سبز-آبي يا سيانوباکتري

مشکل عمده جلبک ها:

(۱) انسداد سطوح توزيع کننده روي برج خنک کننده که سبب کاهش کارايي برج مي شود.

(۲) گرفتگی و انسداد مبدل در اثر کنده شدن و افتادن جلبک ها از سطح

(۳) فراهم آوردن محيطي براي رشد باکتري هاي بي هوازي در زير رسوبات جلبک ها

(۴) جلبک ها زنده و مرده به عنوان منبع غذايي جهت باکتري هاي تشکيل دهنده لجن عمل کنند.

پروتوزاها

- آمیب ها شایع ترین پروتوزی است که در سیستم های آب خنک کننده دیده می شود.
- حضور آنها در آب نشان دهنده الودگی های میکروبی جدی است.
- باکتری لژیونلا از آمیب ها به عنوان میزبان جهت زنده ماندن استفاده می کنند.

قارچ ها

- رشد این ارگانیسم ها، تولید یک لجن لاستیک مانند و سخت روی سطوح می کند. قارچ ها روی ساختارهای چوبی رشد می کنند.
- معمولا قارچ ها به سلولز چوب حمله می کنند.
- حمله قارچی با حمله حاصل از مواد شیمیایی فرق می کند. حمله شیمیایی سبب لیگنین زدایی می شود، در حالی که حمله قارچی سبب لیگنین زدایی، کاهش سلولز یا هر دو می شود.

تصفیه آبهای صنعتی

(۱) ته نشینی

(۲) سختی گیری به دو روش شیمیایی و تبادل یون

(۳) گندزدایی

ته نشینی

- ته نشینی یک فرایند تصفیه فیزیکی است که برای جداسازی جامدات معلق از آب توسط نیروی ثقل بکار می رود و به دو صورت زیر وجود دارد:

(۱) ته نشینی مقدماتی یا ساده

(۲) ته نشینی (زالال سازی)

ته نشینی مقدماتی یا ساده

- حذف جامدات قابل ته نشینی مانند سنگ ریزه ها، ذرات شن و ماسه و گل و لای که سبب مسدود شدن منافذ، لوله ها و پمپ ها می گردند.

- در این حوضچه ها سکون نسبی آب سبب می شود که ذره های جامد معلق آن بر اثر نیروی جاذبه به تدریج ته نشین شوند.

- در این مرحله حدود ۶۰ درصد مواد ذرات قابل ته نشینی از آب جدا می شوند.

ته نشيني يا زلال سازي

- اين نوع ته نشيني به عنوان يك واحد مكمل بعد از فرايندهاي بعدي تصفيه آب قرار مي گيرد:

- (۱) بعد از فرايند انعقاد و لخته سازي
- (۲) بعد از فرايند سختي گيري به روش شيميايي
- (۳) بعد حذف آهن و منگنز

عوامل موثر بر ته نشینی

- (۱) اندازه ذرات
- (۲) شکل ذرات
- (۳) چگالی ذرات
- (۴) دمای آب
- (۵) بار الکتریکی ذرات
- (۶) ویژگی های حوض ته نشینی

انواع ته نشینی

(۱) ته نشینی نوع اول یا ته نشینی مجزا:

- ته نشینی غلظت های کم ذرات را توصیف می کند. ته نشینی شن و گل و لای از آب رودخانه پیش از انعقاد و ته نشینی رسوبات حاصل از سختی گیری از این نوع هستند.

(۲) ته نشینی نوع دوم یا ته نشینی لخته ای:

- ذرات موجود در آب هنگام ته نشینی می توانند جذب یکدیگر شوند. این لخته ها به علت چگالی بیشتر، سریع تر ته نشین می شوند. ته نشینی ذرات بعد از فرایند انعقاد و لخته سازی از این نوع اند.

ساختمان ته نشینی

یک حوضچه ته نشینی از چهار بخش تشکیل شده است

(۱) منطقه ورودی

سیال در سطح مقطع مخزن توزیع می شود.

(۲) منطقه ته نشینی

در آن ذرات معلق ته نشینی می شوند.

(۳) منطقه لجن

ذرات معلق ته نشین شده، جمع آوری می شوند.

(۴) سیال فاقد ذرات معلق به سمت خروجی هدایت می شود.

انواع ته نشینی از نظر شکل هندسی

(۱) حوضچه های مستطیلی

- این حوضچه ها به شکل چهارگوش با عرض ۵ تا ۱۰ متر و طول ۱۰ تا ۲۰ و عمق ۱ تا ۵ متر می باشند.
- لجن رویی این حوضچه ها مشکل تر است.
- به دلیل امکان ساخت حوضچه ه ای با دیواره های مشترک، هزینه ساخت کمتری دارند.

(۲) حوضچه های دایره ای

- معمولا ارتفاع ۲ تا ۴ متر و قطر بین ۵ تا ۵۰ متر دارند.
- کف این حوضچه ها دارای شیب حدود ۰/۸ درصد می باشد.
- لجن رویی راحت است.

سختی گیری، سبک سازی یا نرم سازی (water softening)

انواع روش های حذف سختی:

- سبک سازی شیمیایی (افزودن مواد شیمیایی)

(۱) با کمک آهک و کربنات سدیم

(۲) سود

- تبادل یون

در شرایط زیر روش حذف سختی با افزودن مواد شیمیایی مطلوب تر است

- آب خام نیاز به صاف کردن یا فیلتراسیون داشته باشد
- بیشتر سختی آب از نوع سختی موقت باشد
- حجم آب خام مورد نیاز و سختی آن نیاز باشد.

در شرایط زیر روش تیادل یونی مطلوب تر است

- مقدار رنگ و کدورت آب خام کم باشد
- سختی آب بیشتر از نوع دائم باشد
- سختی آب متغیر باشد
- حجم آب مصرفی کم باشد

سختی گیری با کمک آهک و کربنات سدیم

n آهک و کربنات سدیم با نمک های کلسیم و منیزیم ترکیب شده و رسوبات نامحلول کربنات کلسیم و هیدروکسید منیزیم تشکیل می شود که توسط ته نشینی و صاف کردن از آب جدا می گردد.

n این روش قادر به حذف کامل سختی نمی باشد و معمولا ۵۰ تا ۸۵ میلیگرم بر لیتر سختی بر حسب کربنات کلسیم باقی می ماند که برای جلوگیری از مشکلات خوردگی لازم است.

ادامه

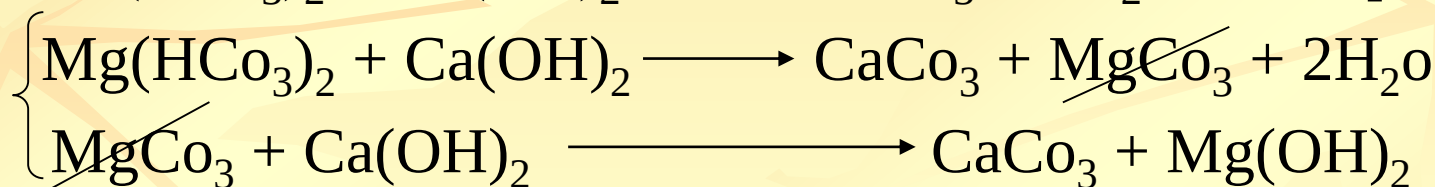
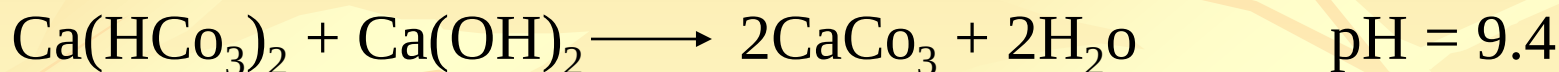
n واکنش آب آهک با دی اکسید کربن



n اگر غلظت دی اکسید کربن بالای ۲۰ میلیگرم بر لیتر باشد در ابتدا با دمیدن هوا مقدار آن کاهش داده می شود و سپس باقی مانده با آهک حذف می شود.

n حذف سختی کربناته:

واکنش آب آهک با سختی کربناته یا موقت

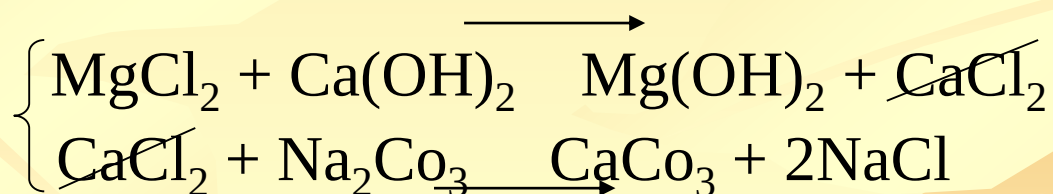
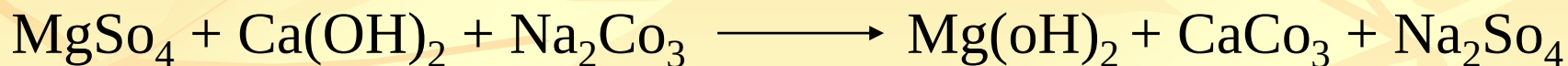
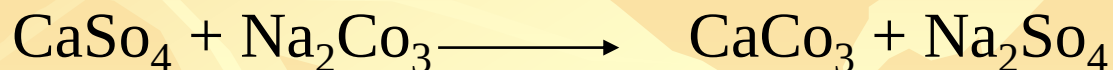


- جهت انجام واکنش فوق pH باید برای ۹,۶ و بالاتر باشد.

ادامه

حذف سختی غیر کربناته یا دائم: n

واکنش های آب آهک و کربنات سدیم با سختی دائم



نرم سازی با سود سوزآور

n مزیت

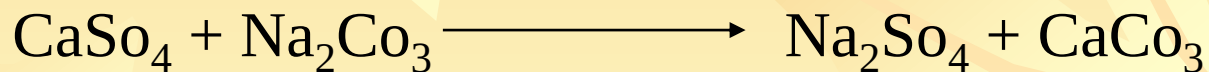
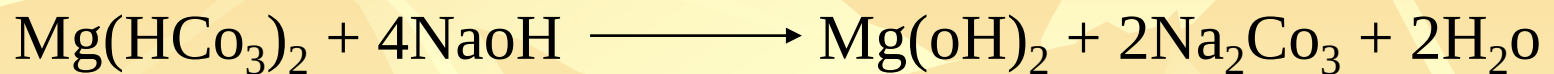
- سود با بی کربنات کلسیم تولید کربنات سدیم می کند که خود این ماده در حذف سختی دائم موثر است.
- تولید لجن کمتر می باشد.
- حذف منیزیم کامل تر صورت می گیرد.
- سود در اثر نگهداری فاسد نمی شود.

n معایب

- هیدروکسید سدیم از آهک و کربنات سدیم گران تر می باشد.
- استفاده از سود باعث افزایش مواد محلول یا TDS می گردد.

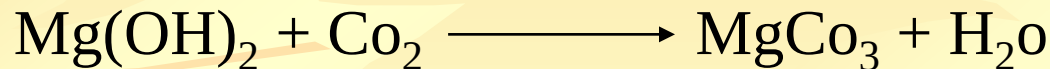
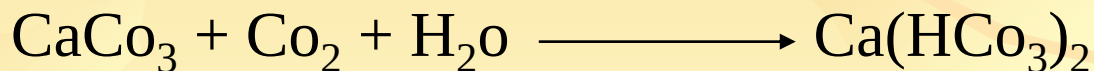
نرم سازی با سود سوزآور

n واکنش های سود با سختی دائم و موقت



کربناسیون مجدد Recarbonation

n چون pH آب سبک شده نزدیک ۱۱ می باشد و دارای مقادیر زیادی کربنات کلسیم و هیدروکسید منیزیم اشباع بوده که رسوب نمی کند، به آن دی اکسید کربن اضافه می شود تا بی کربنات کلسیم محلول و کربنات منیزیم محلول تشکیل گردد و pH به حدود ۸.۶ کاهش یابد که در این pH از تشکیل پوسته یا اثر خوردگی آب جلوگیری می شود.



n استفاده از اسید برای تثبیت آب باعث افزایش غلظت سولفات و کلراید (افزایش سختی غیرکربناته) می شود و نگهداری و حمل و نقل اسید نیز مشکل تر است.

Ion Exchange

تعویض یون یا تبادل یون

□ تاریخچه فرایند تعویض یون:

- در سال ۱۸۴۵ فردی به نام تامسون نشان داد که هرگاه آب حاوی سولفات آمونیوم از خاک عبور کند در آب خروجی سولفات کلسیم ظاهر می شود.
- خاک های دیاتومه و نوعی شن های سبزرنگ دارای ظرفیت تعویض یونی بالایی بودند که زئولیت خوانده می شدند. در سال ۱۹۳۰ اولین مبدله کننده های یونی مصنوعی از پلیمرها ساخته شده و رزین نامیده شدند.
- اکثر رزین های تعویض یونی که در تصفیه آب بکار می رود رزین های سنتزی هستند که با پلیمریزاسیون ترکیبات آلی حاصل شده اند.

تعاریف

n رزین های تعویض یونی جامدات نامحلول در آب هستند که به وسیله تبادل یون می توانند جهت جذب کاتیون ها و آنیون ها از آب به کار گرفته شوند.

n رزین های تعویض یونی کاتیونی: دارای نقاط آنیونی غیر متحرکی هستند که کاتیون های متحرکی مثل H^+ یا Na^+ می توانند به آنها متصل شوند. این کاتیون های متحرک می توانند در یک واکنش تعویض یونی شرکت کنند.

n رزین های تعویض یونی آنیونی: دارای نقاط کاتیونی غیرمتحرکی هستند که آنیون های متحرکی مثل هیدروکسید یا کلراید می توانند به آنها متصل شوند.

n رزین ها از نظر بار الکتریکی خنثی هستند. در اثر تعویض یونی، کاتیون ها و آنیون های موجود در محلول با کاتیون ها و آنیون های موجود در رزین تعویض می شوند به گونه ای که هم محلول و هم رزین از نظر الکتریکی خنثی باقی می ماند.

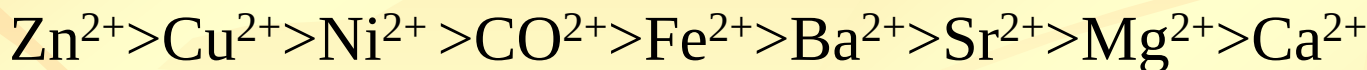
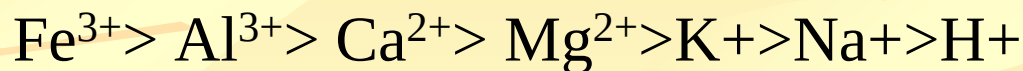
دو ویژگی مهم رزین ها

(۱) ضریب گزینش: (selectivity coefficient of resins)

میزان تمایل رزین به جذب کاتیون ها و آنیون ها را ضریب انتخاب می گویند.

n ضریب گزینش به ماهیت و ظرفیت یون، نوع رزین و غلظت یون در آب بستگی دارد. ضریب گزینش حتی برای یون های با ظرفیت یکسان نیز متفاوت است و معمولا هر چه وزن ملکولی بیشتر باشد و یا اندازه یون کوچکتر باشد تمایل جذب افزایش می یابد.

ضریب گزینش کاتیون ها در تبادل یونی با رزین های کاتیونی:



ضریب گزینش آنیون ها در تبادل یونی با رزین های آنیونی:



دو ویژگی مهم رزین

۲) **ظرفیت رزین (resin capacity)** : ظرفیت رزین به این مفهوم است که چه قدر می تواند با محیط اطراف تبادل یونی انجام دهد و معمولاً بر حسب اکی والان از یون های قابل تعویض و یا میلیگرم معادل کربناتی به ازاء واحد حجم رزین بیان می شود.

ظرفیت کل: مقدار کل یون های قابل تبادل در از نظر تئوریک در واحد حجم رزین

ظرفیت عملی: ظرفیت مفید در هنگام عملیات و واکنش

ⁿ برای مثال اگر یک لیتر از یک رزین سختی گیر ۲۰ گرم سختی کلسیمی را حذف کند در آن صورت ظرفیت رزین برابر $[20/(40/2)]$ یک اکی والان بر لیتر است.

انواع رزین های تعویض یونی

n رزین های کاتیونی

- رزین های کاتیونی قوی

- رزین های کاتیونی ضعیف

رزین های آنیونی ☐

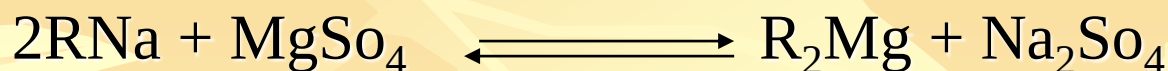
- رزین های آنیونی قوی

- رزین های آنیونی ضعیف

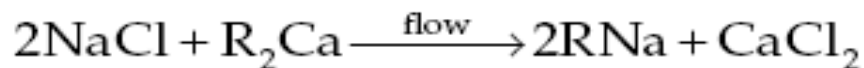
رزین های کاتیونی قوی

۱ رفتاری شبیه اسیدهای قوی دارند و در ساختار خود دارای گروه اسید سولفونیک یا SO_3H می باشند و به دو دسته تقسیم می شوند:

(۱) رزین های کاتیونی قوی سدیمی: که بیشتر برای حذف سختی استفاده می شوند.

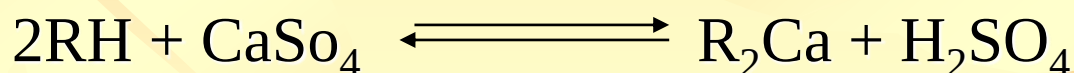


برای احیای رزین های کاتیونی قوی سدیمی از آب نمک استفاده می شود.



(۲) رزین های کاتیونی قوی هیدروژنی: قادر به جایگزینی یون های فلزی با یون

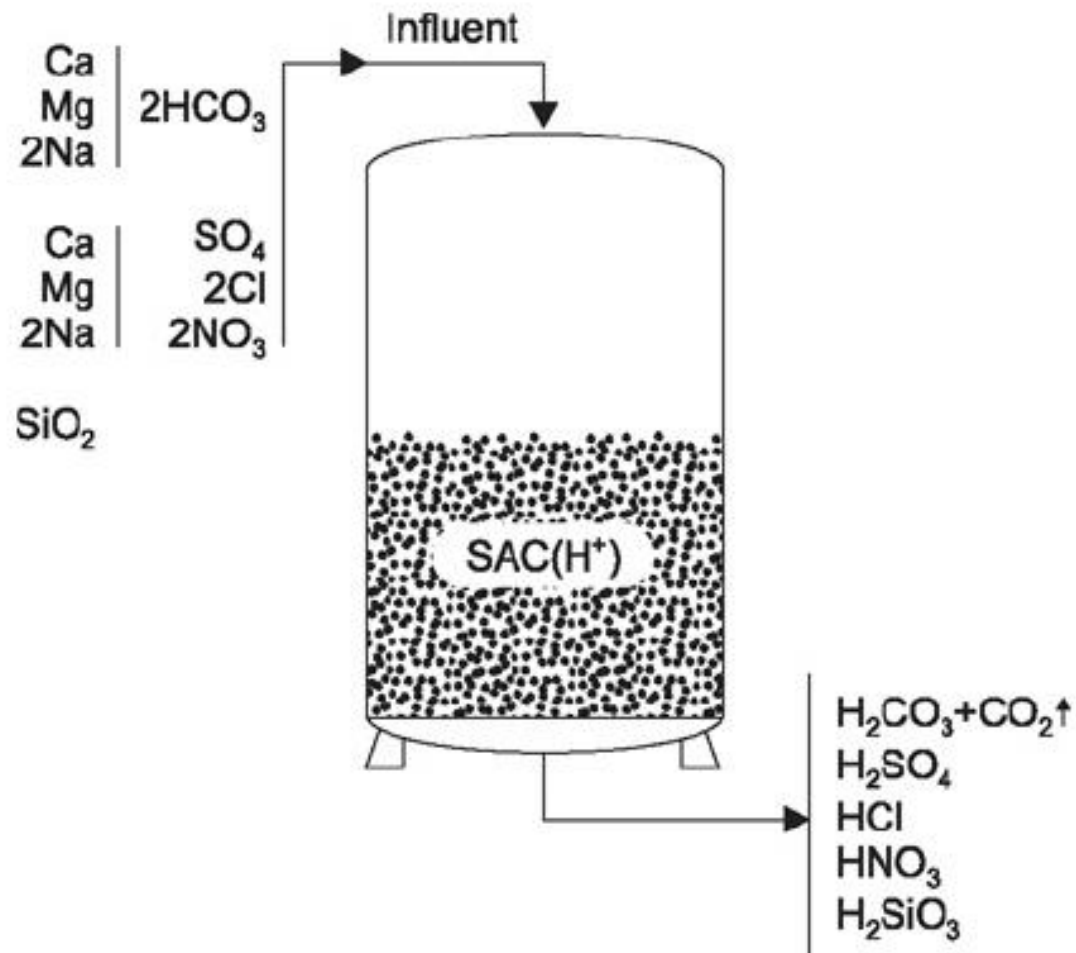
هیدروژن هستند بنابراین همه نمک های موجود در آب با اسید مربوطه تبدیل می



برای احیای این رزین از یک اسید قوی مثل اسید کلریدریک یا اسید سولفوریک استفاده می شود.



رزین های کاتیونی قوی هیدروژنی



رزین های کاتیونی ضعیف

n این رزین های به جای گروه اسید سولفونیک دارای گروه اسید کربوکسیلیک یا COOH - می باشند. این رزین ها از ترکیب متاکرلیک اسید با دی ونیل بنزن تهیه می شوند.



- برای احیا این نوع رزین ها می توان از هر نوع اسیدی استفاده کرد.
- ظرفیت رزین های کاتیونی ضعیف بیش از قوی می باشد و گاهی اوقات به دو تا سه برابر می رسد.

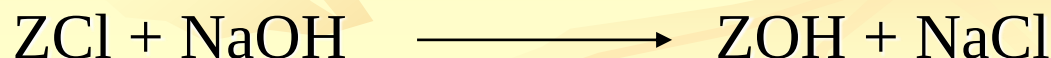
رزین های آنیونی قوی

n این رزین ها به جای گروه های اسیدی دارای گروه های بازی قوی مانند OH می باشند و با ROH نشان داده می شوند. که R معرف همه شبکه رزین بدون یون متحرک است.



- رزین های آنیونی قوی توانایی تبادل یون با همه آنیون ها حتی بنیان اسیدهای ضعیف مثل H_2SiO_3 و H_2CO_3 را دارند.

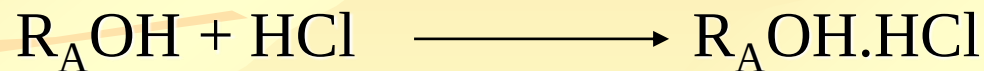
- یکی از علل تولید این رزین ها، نیاز به حذف سیلیکا از آب های صنعتی می باشد. این رزین ها به طور موفقیت آمیزی سیلیکا را از آب حذف می کنند ولی حذف سیلیکا از شبکه رزین کار مشکلی است. برای رفع این مشکل سود سوزآور رقیق که تا دمای ۴۰ تا ۵۰ درجه سانتیگراد گرم شده را به دستگاه تعویض یونی آنیونی تزریق می کنند و همچنین زمان تماس بین سود و رزین را افزایش می دهند.



رزین های آنیونی ضعیف

n این رزین ها به جای گروه های اسیدی دارای گروه های بازی ضعیف بوده و قادرند آنیون نمک ها یا اسیدهای قوی مثل H_2SO_4 و HCl را حذف نمایند. ولی قادر به حذف اسیدهای ضعیف (با درجه یونیزاسیون کم) مثل اسید کربنیک یا اسید سیلیسیلیک نمی باشند.

- به طور معمول احیای رزین های آنیونی ضعیف با کربنات سدیم یا سود سوزآور انجام می شود.

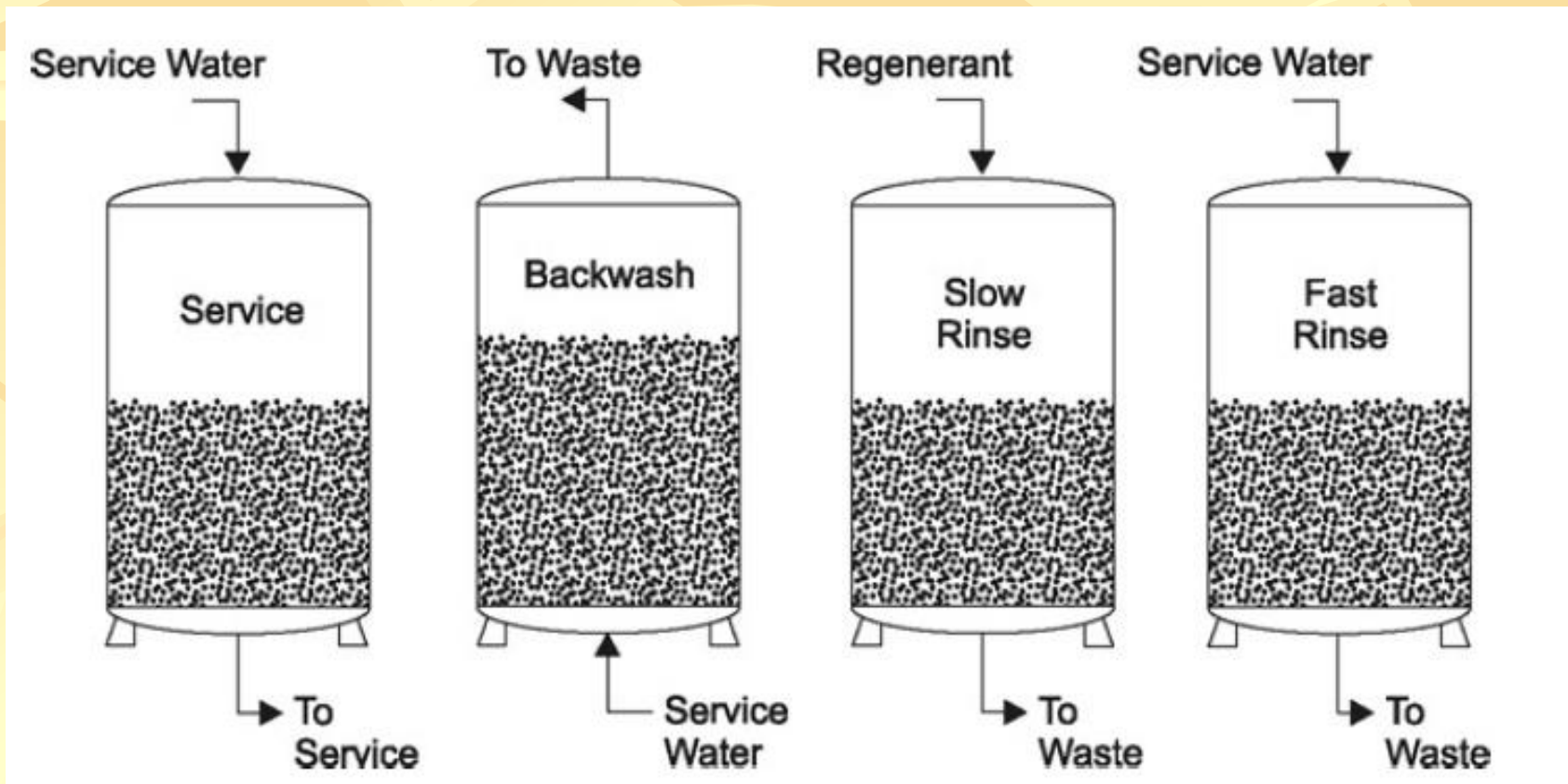


احیای رزین ها

n شامل چهار مرحله می باشد:

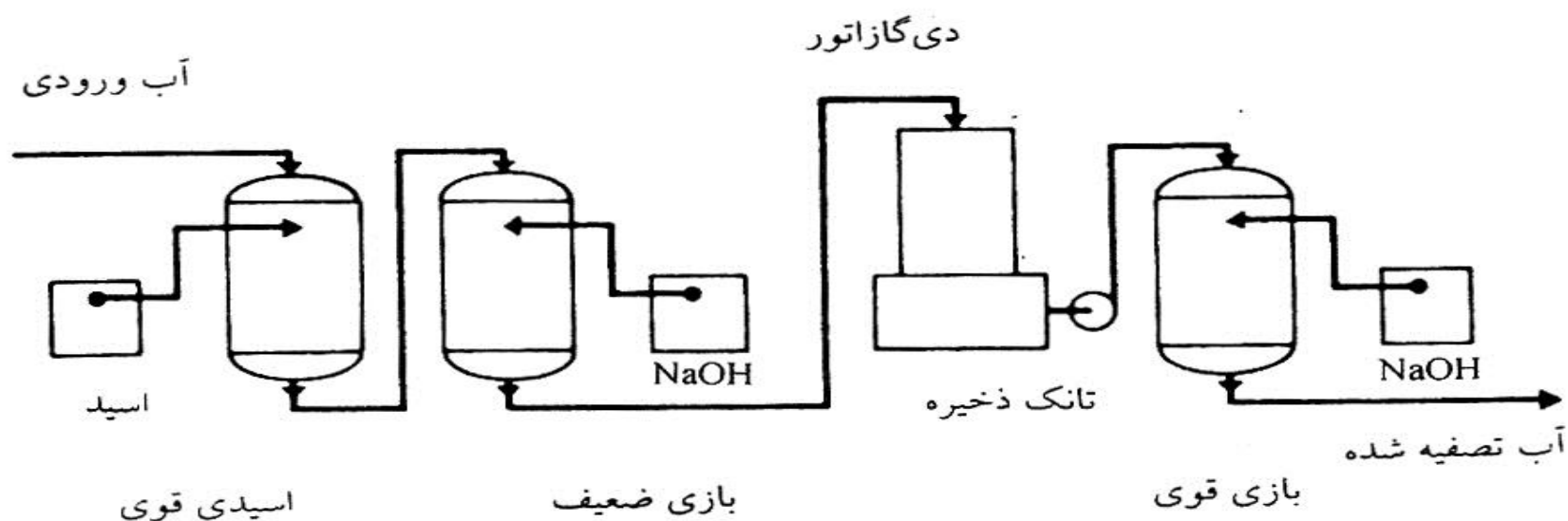
- (۱) شست و شوی معکوس (Back wash) که آب از کف بستر رزین به طرف بالا جریان می یابد که هدف معلق کردن رسوبات و دانه های رزین است.
 - (۲) تزریق ماده شیمیایی احیاکننده (اسید یا سود یا نمک به صورت محلول نسبتاً رقیق درآمده و بعد تزریق می شود)
 - (۳) شست و شوی آهسته برای توزیع ماده شیمیایی در سرتاسر بستر رزین و در نتیجه تماس بهتر ماده شیمیایی با دانه های رزین برای تسهیل در انتقال بین ماده احیاکننده و دانه ای رزین
 - (۴) شست و شوی سریع به خاطر حذف باقیماده ماده احیاکننده از بستر رزین تا دستگاه برای سرویس دهی مجدد آماده شود.
- آب خروجی از شست و شوی سریع معمولاً جمع آوری شده و برای رقیق سازی ماده شیمیایی احیاکننده مصرف می شود.

مراحل شست و شوي معكوس



استفاده از چند فیلتر رزین

n برای صنایع خیلی بزرگ که به آب تصفیه شده خالص زیاد نیاز دارند، به ویژه اگر غلظت آنیون هایی چون سیلیکا در آب زیاد باشد، برای صرفه جویی در هزینه ها استفاده از چند فیلتر رزین توصیه می شود.



شکل ۹-۱۰. تهیه آب بدون یون با بسترهایی از نوع رزین قوی و ضعیف

مقایسه رزین های تبادل یونی قوی و ضعیف

n رزین های ضعیف دارای ظرفیت بالاتری نسبت به نوع قوی می باشند.

n جهت احیای رزین های ضعیف به میزان ماده شیمیایی کمتری نیاز می باشد.

n هزینه آب بی یون تولیدی به کمک استفاده از توام از رزین های قوی و ضعیف کمتر است.

n رزین های ضعیف در صنایع کاربرد بیشتری داشته و معمولا گران تر از رزین های قوی هستند.

محدودیت های روش تبادل یون

- n در محدوده TDS بالای ۷۰۰ پی پی ام مقرون به صرفه نمی باشند.
- n این روش برای واحدهای صنعتی متداول می باشد و برای آب آشامیدنی مورد استفاده قرار نمی گیرد.
- n مواد شیمیایی مصرفی از همه روش ها بیشتر و هزینه آب تولیدی بالاتر است
- n دمای فرایند تبادل یونی نباید از ۱۰ درجه سانتیگراد کمتر باشد.
- n اجسام غیریونیزه قابلیت تبادل یونی ندارند.
- n حد مجاز آهن و منگنز و فلزات سنگین در مجموع باید کمتر از ۰/۱ پی پی ام باشد.
- n آب عبوری از رزین ها باید فاقد املاح معلق، اجسام کلوئیدی، چربی و مواد آلی باشد.
- n حد مجاز کلرین آزاد آب عبوری ppm ۰/۵ می باشد

گندزدایی آب disinfection

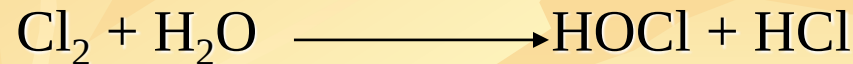
گندزدایی حرارتی n

گندزدای پرتوافکنی شامل اشعه ایکس و گاما، اشعه ماوراء صوت، اشعه ماوراء بنفش n

گندزدایی شیمیایی شامل ید، برم، ازون، یون نقره، پرمنگنات، کلر و ترکیبات آن n
متداول ترین روش، استفاده از مواد شیمیایی جهت گندزدایی آب می باشد که ماده مورد نظر باید دارای ویژگی های زیر باشد:

- قادر به کشتن انواع میکروارگانیسم ها بیماری زا باشد
- ارزان قیمت و مقرون به صرفه باشد
- کاربرد و جابجایی آن آسان باشد
- به آب خاصیت سمی ندهد
- قادر به باقی ماندن در آب باشد تا آلودگی های ثانویه احتمالی را از بین ببرد

کلرزنی



این واکنش شدیداً وابسته به pH می باشد:

در pH کمتر از ۵ کلر به صورت ملکولی وجود خواهد داشت.

در pH مساوی ۵ کلر به صورت اسید هیپوکلرو جود دارد.

در pH بالاتر از ۷ کلر به صورت یون هیپوکلریت وجود دارد.

در pH بین ۷ الی ۹ کلر به صورت یون هیپوکلریت و اسید هیپوکلرو وجود خواهد داشت.
در نقطه شکست کلر عبارت است از:

(۱) اکسیداسیون مواد آلی و آمونیاک کامل شده است

(۲) نقطه ای است که رنگ ناشی از مواد آلی در حدود ۳۰ درصد حذف شده است.

(۳) در صورت افزودن کلر باعث افزایش کلر آزاد باقی مانده می شود.

(۴) نقطه است که در تصفیه آب حصول اطمینان از عمل گندزدایی است.

(۷۴) نقطه ای است که طعم و بو و منگنز حذف شده است.

مزایای کلر

- (۱) برطرف کننده بو، مزه و طعم آبهای آشامیدنی
- (۲) حذف کننده مواد رنگی در آب
- (۳) کنترل کننده جلبک ها و میکروبها در مخازن ذخیره آب
- (۴) بهبود بخشیدن به عمل انعقاد با تاثیر بر روی مواد آلی در فرایندهای زلال سازی
- (۵) کنترل باکتری ها در سیستم های آبی
- (۶) کاربرد آسان، ارزانی قیمت و سهولت در حمل و نقل
- (۷) قابلیت سنجش مناسب کلر به علت وجود کلر باقیمانده در آب
- (۸) قابلیت حذف آلودگی ثانویه در آب

اشکال کلر

(۱) هیپوکلریت کلسیم



- معمول ترین ترکیب کلرداری است که برای گندزدایی آب در اجتماعات کوچک استفاده می شود. این ترکیب با اشکال تجاری گرانول و پودر سفید رنگ است و کلر قابل دسترسی آن ۷۰ درصد است. نام تجاری هیپوکلریت کلسیم H.T.H می باشد.

(۲) هیپوکلریت سدیم (NaOCl)

- در مقایسه با کلر سمیت کمتری دارد ولی خاصیت خورندگی شدیدی دارد. این ترکیب به آب ژاول معروف است و کلر قابل دسترس آن حدود ۵ تا ۱۵ درصد است. در ارتباط با جابجایی و انبار نمودن آن باید از ظروف ضد خوردگی استفاده نمود.

اشکال کلر

۳) دی اکسید کلر (ClO_2)



- دی اکسید کلر همانند ازن باید در محل مصرف تولید شود و این به خاطر انفجار در حمل و نقل آن است. همه ویژگی های خوب کلر را داراست با این مزیت که تولید تری هالومتان کمتری می نماید.

- در اثر مصرف دی اکسید کلر خیلی کمتر از کلر و در حد مجاز است. اما خیلی گران تر کلر است. قدرت اکسیدکنندگی دی اکسید کلر از نظر تئوریکی ۲/۵ برابر از کلر بیشتر است.

- در تصفیه آب به منظور کنترل بو، مزه و رشد جلبک ها مورد استفاده قرار می گیرد و همچنین موجب حذف آهن و منگنز می شود.

اشکال کلر

(۴) کلرآمین ها

- کلرآمین ها از واکنش بین کلر و مواد آلی تشکیل می شوند.
مزایا:

- (۱) قادر به کنترل بو و مزه به ویژه ترکیبات های فنل دار است.
- (۲) اثر کلرآمین ها نسبت به کلر بیشتر است، زیرا خاصیت باکتری کشی آن برای یک دوره طولانی مدت باقی می ماند.
- (۳) در غلظت های بالا خطرناک نیست.

عوامل موثر بر گندزدایی

(۱) شرایط آب: مواد معلق و مواد آلی و آمونیاک

(۲) pH آب: عمل گندزدایی در محیط اسیدی بهتر از محیط قلیایی است. در محیط قلیایی کلر باقی مانده زمان بیشتری در آب باقی می ماند، بنابراین آب برای مدت طولانی تری از آلودگی ثانویه محافظت می شود.

- pH های قلیایی تشکیل کلرآمین ها را تسریع می کند. همچنین درصد پیدایش کلر ترکیبی و آزاد به pH آب بستگی دارد.

(۳) درجه حرارت: کلر در درجه حرارت های بالاتر آب بهتر عمل می کند. زیرا سرما باعث کندی جذب کلر و تاخیر در قدرت میکروبی آن می گردد.

(۴) غلظت و زمان تماس: از بین رفتن میکروارگانیسم ها با غلظت کلر و زمان تماس متناسب است.

(۵) نوع میکروارگانیسم ها: اسپورها و تخم انگل ها نسبت به باکتری ها و ویروس به گندزدایی مقاوم تر هستند.

گندزدایی با اشعه UV

- این اشعه دارای طول موج ۲۵۰ تا ۲۷۰ نانومتر است.
 - این لامپ ها حدود ۰/۷۵ تا ۱/۵ متر طول و در حدود ۱۵ تا ۲۰ میلی متر قطر دارند.
 - برای بهره برداری لامپ ها را در خارج از مایعی که قرار است تصفیه شود آویزان می کنند و یا اینکه آنها را درون مایع غرق می کنند (قرارگیری درون لوله های کوارتزی).
 - مدت زمان گندزدایی با این روش سه ثانیه است.
- مزایا:

- (۱) عدم تولید محصولات جانبی و تری هالومتان
- (۲) بالا بودن ضریب اطمینان و مصرف کم انرژی
- (۳) این اشعه قادر است فرم باکتری، اسپور و ویروس را از بین می برد.
- (۴) زمان تماس کم است.
- (۵) تحت تاثیر pH نمی باشد.

معایب:

- (۱) عدم ایجاد اشعه اقی مانده در داخل آب
- (۲) عدم توانایی حذف آلودگی های ثانویه

گندزدایی با ازون

- از اوایل قرن بیستم برای گندزدایی آب استفاده شد، به طوری که بعد از سال ۱۹۸۳ کاربرد آن برای گندزدایی آب بطور گسترده ای آغاز شده است.

- ازون در حالت طبیعی دارای رنگ آبی می باشد ولی در حالت مایع دارای رنگ آبی تیره و در حالت جامد تقریبا تیره است. ازون در حالت متراکم منفجر شونده است و حلالیت آن در آب بیشتر از حلالیت اکسیژن است.

- در طبیعت ازون در اثر تخلیه الکتریکی اتمسفر در حین رعد و برق و اکسیداسیون تعدادی از ترکیبات آلی بوجود می آید.

گندزدایی با ازون

مزایای گندزدایی با ازون:

- (۱) قادر است آب را به طور کامل گندزدایی کند.
- (۲) رنگ آب را ۲۰ تا ۶۰ درصد کاهش می دهد.
- (۳) باعث از بین رفتن عوامل تولید طعم و بو می شود.
- (۴) اکسیداسیون مواد آلی به طور کامل انجام می شود.
- (۵) زمان تماس کم است (۱۵-۱۰ دقیقه)
- (۶) قدرت میکروب کشی و باکتری کشی ازون از کلر بالاتر است.

گندزدایی با ازون

معایب:

- (۱) هزینه سرمایه گذاری بسیار سنگین است.
- (۲) ازون را باید در محل مصرف تولید نمود. بنابراین هر تصفیه خانه ای باید مجهز به یک واحد تولید ازون باشد.
- (۳) سیستم تزریق ازون پیچیده است و باید تحت فشار تزریق شود.
- (۴) قادر به از بین بردن آلودگی های ثانویه نمی باشد زیرا ملکول ازون ناپایدار است.
- باور براین است که از ازون به عنوان یک گندزدای اولیه و کلر به عنوان گندزدای ثانویه مورد استفاده قرار گیرد.
- ازون از طریق عبور هوا از میان دو الکترود با ولتاژ بالا تولید می شود.

مشکلات حاصل از تشکیل رسوب و چسبیدن آن بر جداره دیگ های بخار

- (۱) گرم شدن بیش از حد بدنه آهنی دیگ بخار، کاهش مقاومت مکانیکی، ایجاد برجستگی ها و ترکیدگی لایه های رسوبی در محل این برجستگی ها
- (۲) ضخیم شدن جداره دیگ و پایین آمدن رسانایی گرمایی آن و در نتیجه افزایش مصرف سوخت و هزینه آن. زیرا رسانایی گرمایی رسوب به مراتب از رسانایی گرمایی فلزات کمتر است.
- (۳) ضخیم شدن جداره دیگ و نهایتاً پائین آمدن گنجایش دیگ و کاهش مقدار تولید بخار
- (۴) گاهی وجود مواد روغنی در آب، سبب سخت شدن لایه رسوبی، تولید اسید چرب، خوردگی جداره دیگ و نیز بالا رفتن دمای جوش آب و انتقال ذرات جامد به بخش های دیگر دستگاه های گرمایی می شود.
- (۵) کنده شدن احتمالی لایه رسوبی در برخی نقاط دیگ بخار و لوله های انتقال آب داغ و تماس آب با بدنه فلزی بسیار داغ و احتمال انفجار

تشکیل رسوب بر جداره دیگ بخار یا لوله های انتقال آب گرم

- وقتی که غلظت نمک ها در آب به حد سیرشدگی یا اشباع می رسد، بر اثر تبلور نمک ها، لایه جامد سخت و چسبنده بر جداره های گرم دیگ بخار یا لوله های انتقال آب گرم تشکیل رسوب می کند.

- البته رسوب تشکیل شده می توان مقداری از ذرات جامد معلق را با ته نشین سازد و در خود جای دهد.

انواع رسوب

(۱) کربنات کلسیم CaCO_3

انحلال پذیری این ترکیب در دمای معمولی ۱۳ میلیگرم بر لیتر است و بر اثر افزایش دما در دمای بالاتر از ۵۵ درجه سانتیگراد، از کربنات هیدروژن کلسیم که به صورت حل شده در آب تغذیه دیگ های بخار وجود دارد، طبق واکنش زیر تشکیل می شود:



(۲) کربنات منیزیم MgCO_3

انحلال پذیری این ترکیب از انحلال پذیری کربنات کلسیم بیشتر و حدود ۷۵ می باشد.



انواع رسوب

(۳) سولفات کلسیم CaSO_4

این ترکیب سهم کمتری در تشکیل رسوب بر جداره دیگ دارد و تنها در دیگ های بخاری تشکیل می شود که آب تغذیه آنها تصفیه شیمیایی نشده یا به طور ناقص تصفیه شده باشد.

(۴) سیلیکات های کلسیم و آلومینیم

ذرات ریز کلوئیدی سیلیس موجود در آب تغذیه دیگ های بخار در دمای دیگ بخار با فشار بالا می توانند با آهک و برخی ترکیبات دیگر کلسیم واکنش دهد و رسوب بسیار چسبنده سیلیکات های کلسیم و سیدیم را تشکیل دهند.

(۵) فسفات منیزیم

در مواردی که مقدار نمک های منیزیم در آب تغذیه دیک بخار زیاد باشد، امکان تشکیل رسوب چسبنده فسفات منیزیم وجود دارد.

انواع رسوب

(۶) اکسید و سیلیکات آهن

اگر در آب تغذیه دیگ بخار مواد خورنده به ویژه گاز اکسیژن و CO_2 وجود داشته باشد، امکان تشکیل و رسوب آنها بر دیواره دیگ وجود دارد.

(۷) اکسید مس

وجود گازهای اکسیژن، CO_2 و آمونیاک در آب می تواند برخی آلیاژهای مس دار بدنه دیگ بخار یا اتصالات، سبب خوردگی مس و تشکیل اکسید مس و رسوب آن در جداره دیگ می شود.

حذف رسوبات از دیگ بخار یا پوسته زدایی

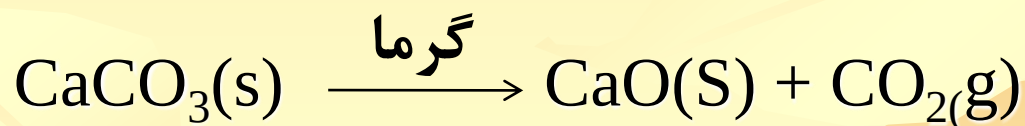
دو روش برای حذف رسوبات یا پوسته زدایی وجود دارد:

(۱) روش مکانیکی (فیزیکی) پوسته زدایی

(۲) روش های شیمیایی پوسته زدایی

روش مکانیکی (فیزیکی) پوسته زدایی

- این روش از زمان های گذشته متداول بوده و یک روش قدیمی است.
- امروزه این روش هنوز هم در مورد دیگ های بخار کوچک به کار می رود.
- در این روش با استفاده از مته ای ویژه ای رسوب را از جداره دیگ بخار می تراشند و از آن جدا می سازند.
- در این روش بدنه دیگ بخار و لوله ها را تا دمای 800°C گرم می کنند تا کربنات کلسیم که بخش عمده رسوب را تشکیل می دهد، بر اثر گرما به آهک (اکسید کلسیم، انحلال پذیر) و گاز CO_2 تجزیه شود.



روش های شیمیایی پوسته زدایی از دیگ بخار

روش های شیمیایی شامل موارد زیر می باشد:

(۱) پوسته زدایی توسط موادی که چسبندگی رسوب را بر سطح فلز کاهش می دهند:

- این مواد سبب می شوند که ذرات نتوانند به بدنه فلزی دیگ بچسبند، بلکه در شرایط موجود در درون دیگ بخار، در آب به صورت شناور باقی می مانند، بدون اینکه بر جداره درونی دیگ بنشینند و به آن بچسبند.

(۲) پوسته زدایی با فسفات ها

- شامل ترکیبات فسفات های سدیم (Na_3PO_4 , Na_2HPO_4 , NaH_2PO_4) و پلی فسفات ها می باشند که با نمک های کلسیم و منیزیم موجود در آب درون دیگ بخار مواد انحلال ناپذیری را به وجود می آورند.

روش های شیمیایی پوسته زدایی از دیگ بخار

- مناسب ترین مقدار فسفات سدیم برای جلوگیری از چسبیدن رسوب به جداره دیگ بخار، بین $40 - 20 \text{ mg/L}$ آب درون دیگ است.

- استفاده از فسفات سدیم به دلیل ارزانی، بی خطر بودن و انحلال پذیری زیاد آن، مناسب ترین ماده برای پوسته زدایی از دیگ بخار است.

۳) پوسته زدایی با تانن ها و هیدرات های کربن

امروزه بیش از ۱۰۰۰ نوع ماده آلی کلوئیدی شناخته شده است که در نقش هسته مرکزی درون آب دیگ بخار، ذرات جامد معلق را به خود جذب می کنند و توده جامدی تشکیل می دهند که چسبندگی ندارد بلکه درون آب به حالت معلق باقی می ماند.

- این مواد به طور عمده شامل تانن ها، نشاسته و مشتق های سلولزی (کربوکسی متیل سلولز و لیگنوسولفات) می باشند.

روش های شیمیایی پوسته زدایی از دیگ بخار

۴) پوسته زدایی با روش شست و شو با اسید

- این روش کم هزینه ترین و موثرترین روش پوسته زدایی است که از زمان های گذشته متداول بوده است.

- چنانچه ترک خوردگی یا ترکیدگی در جداره دیگ وجود داشته باشد که زیر رسوبات پنهان شده باشند، کاملاً پدیدار می شود.

- در کاربرد صنعتی این روش از موادی به نام ممانعت کننده یا محافظ (inhibitor) استفاده می شود تا از خوردگی دیگ بخار جلوگیری گردد. نمونه هایی از این مواد محافظ عبارتند از: آنیلین، پیریدین، یدیداتیل، تیوره، فرمالدئید، ژلاتین و نشاسته.

- متداول ترین اسیدی که برای شستن رسوبات و پوسته زدایی جدار دیگ در صنعت استفاده می شود، HCl است.

روش های شیمیایی پوسته زدایی از دیگ بخار

- از اسید سولفوریک و اسید نیتریک به دلیل خطراتی که کار کردن با آنها به همراه دارد، کمتر استفاده می گردد. گاهی اوقات از اسید فسفریک هم استفاده می شود.

- برای حل کردن رسوبات سیلیسی، افزودن مقداری فلئوئورید آمونیم (NH_4F) به محلول اسیدی لازم است.

- از اسید سیتریک ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) و اسید سولفامیک ($\text{H}_2\text{N-SO}_3\text{H}$) هم برای پوسته زدایی استفاده می گردد.

مزایای استفاده از اسید سولفامیک بر HCl :

(۱) اثر خوردگی کمتر

(۲) حذف رسوبات کربنات، مگنتیت (Fe_3O_4)

(۳) عدم تولید کف و کاربرد آسان

سیلیس در آب تغذیه دیگ های بخار

- سیلیس در دیگ های که در دما و فشار بالا کار می کنند، رسوبات بسیار سخت و چسبنده ای تشکیل می دهد که نه تنها در اسید حل نمی شوند بلکه به روش های مکانیکی نیز جداکردن آنها عملی نیست.
- سیلیس رسانایی گرمایی بسیار کمی دارد و در نتیجه مصرف انرژی و هزینه تولید را بالا می برد.
- مقدار مجاز سیلیس در آب تغذیه دیگ های بخار به میزان فشار درون آن بستگی دارد و در فشارهای پایین، متوسط و بالا به ترتیب برابر 3 mg/l ، 1 و $0/6$ می باشد.
- موثرترین روش برای کنترل رسوب سیلیس در دیگ های بخار، حذف سیلیس موجود در آب قبل از ورود آن به دیگ های بخار می باشد.

سیلیس در آب تغذیه دیگ های بخار

- مقدار سیلیس موجود در آبهای طبیعی بین چند تا 100 mg/L ممکن است تغییر کند. در آبهایی که از زمین های رسی و گرانیتی می گذرند مقدار آن زیادتر است.
- طی فرایندهای سختی گیری و انعقاد، رسوبات هیدروکسید منیزیم و آلومینیم می توانند بخش عمده سیلیس را جذب کرده و رسوب دهند.
- در معدنی زدایی از آب تغذیه دیگ بخار می توان سیلیس را با استفاده از رزین های تعویض یون بازی قوی حذف نمود.

حذف آهن و منگنز از آب

- اگر مقدار آهن و منگنز در آب تغذیه دیگ بخار زیاد باشد، در شرایط درون دیگ بخار، رسوب هایی که به طور عمده از نوع اکسیدهای سخت و چسبیده (MnO_2 , Fe_3O_4) هستند بر جداره دیگ بخار و لوله های انتقال آب تشکیل می شوند و دشواری هایی ایجاد می کنند.

- اقتصادی ترین روش حذف آهن از آب، استفاده از آهک و رسوب دادن آن به صورت هیدروکسید آهن (II) است که در هوا بر اثر اکسایش به رسوب آجری رنگ پایدار هیدروکسید آهن (III) تبدیل می گردد.

- نمک های منگنز بسیار پایدار است و در حضور مواد آلی حذف منگنز بسیار سخت است و با استفاده از کلر یا هیپوکلریت سدیم یا دی اکسید کلر در pH ۹ تا ۱۰/۵ می توان ترکیبات منگنز را اکسید کرد و بعد بصورت ترکیبات نامحلول رسوب داد.

حذف آهن و منگنز از آب

- راه دیگر حذف نمک های آهن و منگنز از آب، عبور آنها از روی صافی های شنی و ماسه ای با قطر ۷۵ cm است. سرعت عبور آب از این صافی ها باید ۳۲۰-۲۴۰ لیتر در دقیقه به ازای هر متر مربع سطح صافی باشد.
- همچنین با استفاده از رزین های تعویض یون کاتیونی می توان آهن و منگنز را از آب حذف کرد. در این صورت باید از تماس اکسیژن هوا با آب جلوگیری کرد.

اثر دما بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب های صنعتی

- با توجه به اینکه آب مصرفی در صنعت، مواد شیمیایی گازی و جامد گوناگونی را در خود بصورت حل شده دارد، بر اثر گرم شدن و بالا رفتن دمای آن تغییرهای فیزیکی و شیمیایی مختلفی در آن روی می دهد که عبارتند از:

(۱) کاهش یافتن یا خارج شدن گازهای حل شده

(۲) تغییر مقدار نمک های حل شده

(۳) تجزیه برخی نمک های حل شده

کاهش یافتن یا خارج شدن گازهای حل شده

- چون انحلال پذیری گازها در آب با دما نسبت عکس دارد، با بالارفتن دما از انحلال پذیری گازها در آب کاسته می شود.
- بسته به دما ممکن است بخشی از گازهای حل شده در آب به ویژه گازهای اکسیژن و دی اکسید کربن موجود در آب و یا تقریباً تمامی این گازها از آب خارج شوند.
- حلالیت گازها در آب به عوامل زیر بستگی دارد:

(۱) دما

(۲) املاح موجود در آب

(۳) فشار گاز روی سطح آب

تغییر مقدار نمک های حل شده

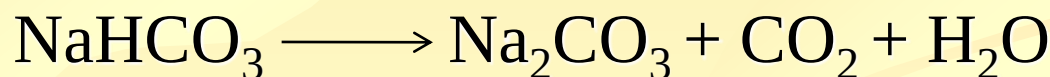
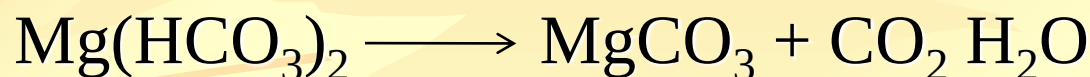
- دما در انحلال پذیری بیشتر نمک ها در آب موثر است به طوری که انحلال پذیری برخی از آنها در آب افزایش و انحلال پذیری برخی دیگر با افزایش دما کاهش می یابد.

- بری مثال کربنات کلسیم در دمای 180°C ، حدود 25 mg/L ، در دمای 260°C حدود 11 mg/L و در دمای 335°C حدود 8 mg/L آب حل می شود.

- همان طور که دیده می شود با بالارفتن دما آب و کاهش انحلال این نمک ها به تدریج مقداری از آنها از آب خازرج و به صورت رسوب بر جداره لوله ها یا دیگ بخار می نشیند.

تجزیه برخی نمک های حل شده

- با بالارفتن دمای آب این امکان پیش می آید که برخی نمک های حل شده در آن تجزیه شوند. این پدیده به ویژه برای کربنات هیدروژن فلزاتی مثل کلسیم، منیزیم، آهن، روی و آلومینیم اهمیت زیادی دارد. زیرا این نمک ها در اثر گرما به کربنات این فلزها تبدیل می شوند که در آب حل نمی شوند.



- اگر دمای آب بالاتر برود، کربنات سدیم و منیزیم آبکافت می شوند و به هیدروکسیدهای سدیم و منیزیم تبدیل می شوند که سبب افزایش قلیائیت آب می گردد.

بخش دوم

تصفیه فاضلابهای صنعتی

تعریف فاضلاب

فاضلاب عبارت است از آب استفاده شده ای که برای مصرف خاص خود قابل استفاده مجدد می باشد یا به عبارتی کیفیت آن پائین تر از قبل از استفاده از آن است.

این آب دارای مقادیری فضولات جامد و مایع است که از کارخانه ها، خیابان ها، شست و شوی زمین و در مجموع ناشی از فعالیت های انسانی نظیر سرویس های بهداشتی، کارخانه ها، صنایع و کشاورزی است.

چون اغلب این آبها ناپاک و دارای بوی ناخوشایندی است "گنداب" نیز نامیده می شود.

انواع فاضلاب ها

Domestic wastewater (۱) فاضلاب خانگی

Residential wastewater - فاضلاب مسکونی

Commercial wastewater - فاضلاب تجاری

Institutional wastewater - فاضلاب موسسات

لازم به ذکر است که فاضلاب خانگی را فاضلاب بهداشتی نیز
(Sanitary sewage) می نامند

انواع فاضلاب ها

۲) فاضلاب صنعتی Industrial wastewater

این نوع از فاضلاب ها شامل فاضلاب تولیدی در کارخانجات و کارگاه ها می شود.

به دلیل نوسات جریان و تنوع آلاینده ها در فاضلاب صنعتی، روش تصفیه آنها بسیار پرهزینه تر و پیچیده تر از فاضلاب مناطق مسکونی است.

انواع فاضلاب ها

۳) فاضلاب کشاورزی Agricultural wastewater

منظور فاضلاب زهکشی مناطق کشاورزی است و بیشتر در اجتماعاتی مطرح می باشد که کشاورزی به صورت مکانیزه و گسترده انجام می شود.

این نوع فاضلاب معمولا حاوی آفت کش های مختلف، سموم و کودهای شیمیایی است.

انواع فاضلاب ها

۴) سیلابها Storm water

به رونآب های ناشی از کشاورزی اشاره دارد که می تواند به صورت مجزا و یا مشترک با فاضلاب های شهری جمع آوری گردد.

ترکیب فاضلاب ها

فاضلاب حاوی ۹/۹۹ درصد آب و حدود ۰/۱ درصد جامدات می باشد که بخشی از آن را مواد آلی و بخش دیگر مواد معدنی جامد به صورت محلول یا معلق در آب می باشند.

غلظت مواد جامد در فاضلاب 1000 mg/L می باشد، البته این مقدار به فاضلاب بستگی دارد.

خصوصیات فاضلاب

کیفیت فاضلاب با توجه به ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن مشخص می گردد.

الف) خصوصیات فیزیکی:

از مهم ترین ویژگی های فیزیکی فاضلاب می توان موارد زیر را نام برد:

(۱) جامدات solids

(۲) بو Odor

(۳) رنگ Color

(۴) دما Temperature

(۵) کدورت Turbidity

جامدات

کل جامدات (TS) Total solids

عبارت است از باقی مانده تبخیر در دمای ۱۰۳ تا ۱۰۵ درجه سانتیگراد

جامدات صافی پذیر (محلول و کلوئیدی) (Filterable)

موادی هستند که از صافی های غشایی پلی کربناته یا الیاف شیشه ای مانند صافی های واتمن عبور می کنند.

جامدات صافی ناپذیر یا معلق (Suspended)

موادی هستند که روی صافی باقی می ماند و از آن عبور نمی کنند.

جامدات معلق

مواد جامد معلق قابل ته نشینی (Settleable solids)

موادی هستند که در قیف ایمهاف در مدت یک ساعت ته نشین می شوند.

جامدات قابل ته نشینی بیانگر مقدار لجن اولیه هستند و بر حسب mL/L گزارش می گردد.

مواد جامد غیر قابل ته نشینی Nonsettleable solids

این جامدات به کلوئیدها نیز معروف می باشند.

کدورت

کدورت یا تیرگی فاضلاب از خواص انتقال نور فاضلاب می باشد و به مواد کلوئیدی موجود در فاضلاب مربوط است.

در فاضلاب ها ذرات جامد معلق معدنی و آلی، جلبک ها و کوجودات ذره بینی می توانند سبب کدورت شوند.

اندازه گیری کدورت بر مبنای مقایسه شدت نور پراکنده شده توسط نمونه با شدت نور پراکنده شده توسط محلول استاندارد در شرایط یکسان می باشد.

بین کدورت و غلظت جامدات معلق در فاضلاب ام هیچ رابطه ای وجود ندارد.

واحد کدورت NTU یا واحد نفلومتری کدورت می باشد.

بو

معمولا بو در اثر تجزیه مواد آلی یا موادی ک آب اضافه اند، ایجاد می گردند.

بو مهمترین نگرانی عمومی در رابطه با اجرای پرو ه های فاضلاب است.

مشخص ترین بوی فاضلاب مانده یا عفونی، بوی سولفید هیدروژن است که ناشی از احیای سولفات به سولفید توسط باکتری های احیاکننده سولفات می باشد.

نوع بو	فرمول شیمیایی	ترکیبات شیمیایی بودار
مدفوع	C_9H_9N	اسکاتول
تخم مر گندیده	H_2S	سولفید هیدروژن
کلم گندیده	$(CH_3)_2S, (C_6H_5)_2S$	سولفیدهای آلی
کلم گندیده	$CH_3SH, CH_3(CH_2)SH$	متیل و اتیل مرکاپتان
بوی راسو	$(CH_3)_3CSH, CH_3(CH_2)_3SH$	بوتیل و کروتیل مرکاپتان
بوی آمونیاکی	NH_3	آمونیاک
بوی ماهی	$CH_3NH_2, (CH_3)_3H$	آمین ها
لاشه گندیده	$NH_2(CH_2)_4NH_2, NH_2(CH_2)_5NH_2$	دی آمین ها

رنگ

تعیین کیفی وضعیت فاضلاب با استفاده از رنگ و بوی آن صورت می گیرد.

فاضلاب تازه معمولا دارای رنگ خاکستری مایل به قهوه ای روشن می باشد، امت با گذشت زمان و ایجا شرایط غیرهوازی، رنگ آن به خاکستری تیره و نهایتا سیاه بدل می گردد.

وقت رنگ فاضلاب سیاه شود آن را عفونی یا Septic می نامند. رنگ فاضلاب در سیستم های تصفیه فاضلاب به عنوان معیاری برای پی بردن به تغییرات احتمالی در سیستم تصفیه بکار می رود.

دما

در بیشتر طول سال دمای فاضلاب عموماً بالاتر از دمای محیط است که علت آن تخلیه آب گرم از منازل مسکونی و فعالیت های صنعتی است.

فقط در طول گرم ترین روزهای تابستان این دما از دمای محیط کمتر است.

متوسط دمای فاضلاب در ایالات متحده بین $^{\circ}\text{C}$ ۲۷-۳ و دماهای بالاتر $^{\circ}\text{C}$ ۳۵-۳۰ در کشورهای قاره آفریقا و خاور میانه گزارش شده هاست.

میانگین دمای سالیانه فاضلاب بین $^{\circ}\text{C}$ ۲۰-۱۰ است. دمای بهینه برای فعالیت باکتری ها در گستره ۲۵-۳۵ قرار دارد.