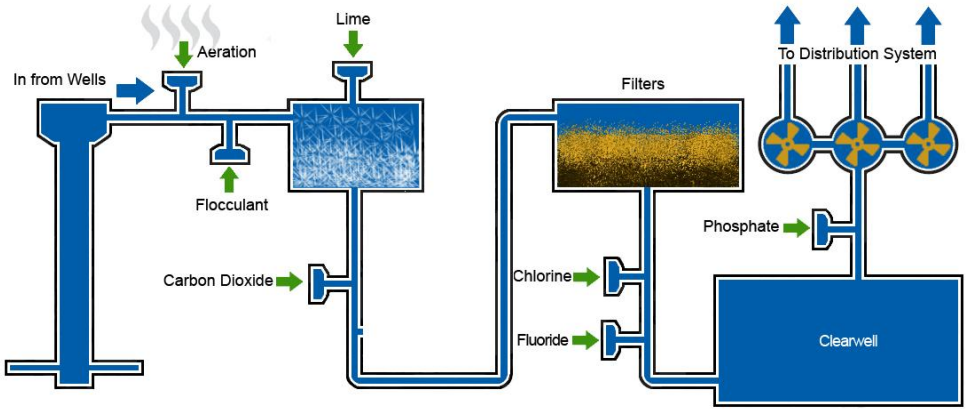
مقدمه:

کیفیت آب مورد نیاز برای مصارف خاص، به ندرت با ویژگی های طبیعی آب مطابقت دارد و ما با کمبود آب سالم و تمیز مواجه هستیم. لذا تامین آب سالم و بهداشتی برای کاربری های مختلف، به ویژه آب شرب، از مهمترین مسائل پیش روی می باشد.

تصفیه آب:

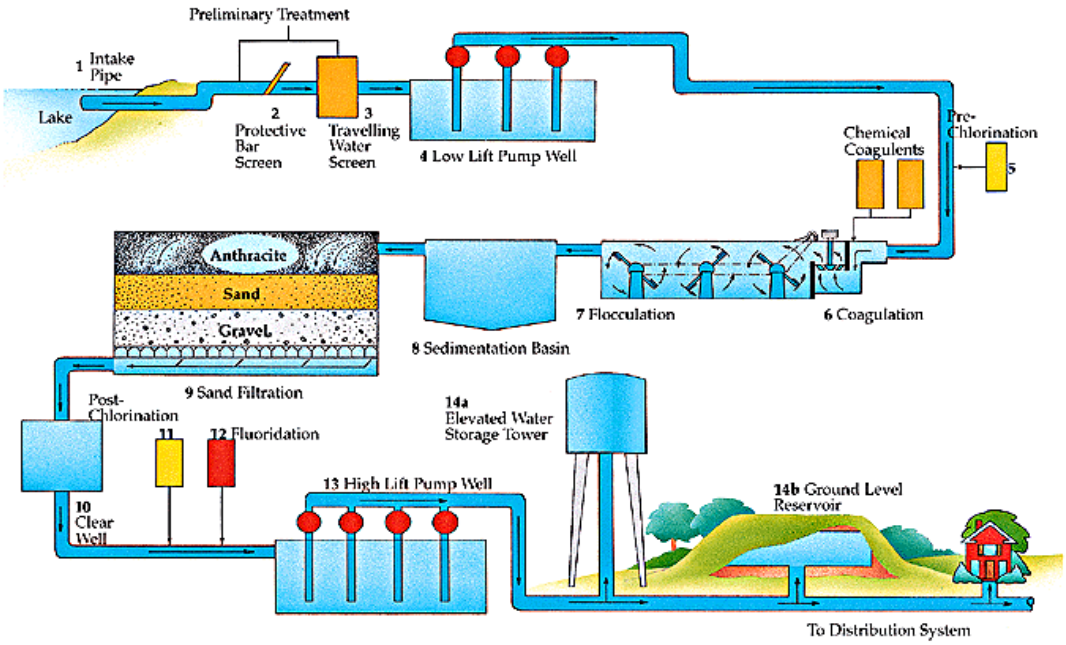
به کلیه فرایندهایی که طی آن مواد شیمیایی نامطلوب، آلاینده‌های بیولوژیکی، جامدات معلق و گازها از آب آلوده حذف می‌شوند، تا کیفیت آب برای شرب، کشاورزی و یا هر کاربرد خاص دیگر مناسب گردد تصفیه آب گفته می‌شود. فرآیندهایی که برای تصفیه آب آشامیدنی مورد استفاده قرار می گیرند، بستگی به کیفیت آب منبع انتخاب شده دارند. بیشتر آبهای زیرزمینی عاری از عوامل بیماری زا و هم چنین فاقد مقادیر قابل توجهی از مواد آلی هستند. این قبیل آبها را می توان با استفاده از حداقل مقدار کلر برای جلوگیری از آلودگی آب در شبکه های توزیع آب، در سیستم های آب آشامیدنی مورد استفاده قرار داد. اما ممکن است بعضی از آبهای زیر زمینی دارای مقادیر زیادی از جامدات محلول، گازها و یا مقادیر اضافی آهن، منگنز و یا حتی مواد آلی و میکروبی باشند، که در این صورت به فرایندهای پیچیده تصفیه آب نیاز می باشد. از طرف دیگر، با توجه به اینکه امکان ورود فاضلاب صنایع مختلف به آبهای سطحی وجود دارد، تنوع آلاینده ها در این آبها معمولا زیاد است و لذا فرایندهای تصفیه آن پیچیده تر از آبهای زیرزمینی است. بنابراین بر حسب اینکه منبع تامین آب، آب زیرزمینی باشد و یا آبهای سطحی، فرایندهای مختلفی برای تصفیه آنها مورد نیاز خواهد بود.

سیستم های تصفیه که معمولا برای تهیهٔ آب آشامیدنی از آبهای زیرزمینی مورد استفاده قرار می گیرند به ترتیب عبارتند از: هوادهی (Aeration)، سختی گیری (Softening)، فیلتراسیون (Filtration)، گندزدایی (Disinfection) و ذخیره سازی (Storage). شکل (1) شمای کلی از مراحل مختلف تصفیه آبهای زیرزمینی را نشان می دهد.



شکل 1- شمای کلی از مراحل تصفیه آبهای زیرزمینی

سیستم های تصفیه که معمولا برای تهیهٔ آب آشامیدنی از آبهای سطحی مورد استفاده قرار می گیرند به ترتیب عبارتند از: پیش ته نشینی (Pre-settlement)، اختلاط و لخته سازی (Coagulation)، ته نشینی (Settlement)، فیلتراسیون (Filtration)، گندزدایی (Disinfection) و ذخیره سازی (Storage). شکل (1) شمای کلی از مراحل مختلف تصفیه آبهای زیرزمینی را نشان می دهد. شکل (2) شمای کلی از مراحل مختلف تصفیه آبهای سطحی را نشان می دهد.



شکل 2– شمای کلی از مراحل تصفیه آبهای سطحی

لازم به تذکر است که مراحل مختلف تصفیه آب که در بالا اشاره شد، به کیفیت آب خام مورد استفاده بستگی دارد و این مراحل از یک منبع تامین آب به منبع دیگر تامین آب می تواند متفاوت باشد. بنابراین متناسب با کیفیت آب خام مصرفی، ممکن است نیاز به افزودن مراحل دیگر و یا حذف مراحلی در تصفیه آب باشیم. در ادامه مراحل مختلف تصفیه آب را شرح می دهیم.

هوادهی (Aeration):

هوادهی فرآیندی است که برخی اوقات برای تهیهٔ آب آشامیدنی از آن استفاده می شود. از هوادهی ممکن است برای خارج ساختن گازهای مطبوع در آب (گاز زدائی) یا افزودن اکسیژن به آب برای تبدیل مواد نامطلوب به شکلی مناسبتر (اکسیداسیون) استفاده می شود. هوادهی معمولا برای تصفیهٔ آبهای زیر زمینی به کار می رود،

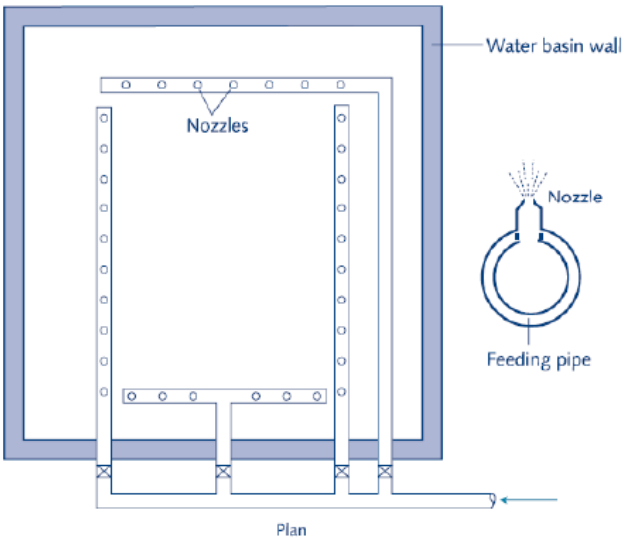
زیرا آبهای سطحی برای مدت زمان کافی با اتمسفر در تماس بوده و از این رو عمل انتقال گاز به صورت طبیعی انجام می پذیرد. مهمترین گازهای موجود در آبهای زیرزمینی عبارتند از سولفید هیدروژن، دی اکسید کربن و متان. این گازها محصول نهایی تجزیه مواد آلی موجود در خاک می باشند. دی اکسید کربن می تواند باعث خاصیت خورندگی در آب شده و همچنین به دلیل تغییر pH آب، در سایر فرایندهای تصفیه آب می تواند تاثیر گذار باشد. سولفید هیدرژن و متان نیز می توانند تولید بو و مزه در آب شوند. هوادهی آب می تواند باعث خارج شدن این گازها از آب شود. آهن و منگنز عناصری هستند که معمولا در آبهای زیرزمینی عمیق وجود دارند. این عناصر باعث ایجاد رنگ در آب می شوند. هوادهی آب باعث اکسیداسیون این عناصر و تبدیل آنها به صورت رسوب می شود. هوادهی آب به دو صورت فرستادن آب به هوا، و یا دمیدن هوا به آب صورت می گیرد.

انواع هوادهی آب:

در تصفیه خانه های آب معمولا از روش فرستادن آب به هوا برای هوادهی آب استفاده می شود که به یکی از سه روش زیر می تواند باشد.

هوادهی پاششی یا فواره ای (Spray Aeration):

در این روش آب از لوله های سوراخدار عبور داده می شود. آب خروجی از سوراخها به صورت پاششی به مخزنی که در پایین لوله است، می ریزد و عمل هوادهی انجام می شود.

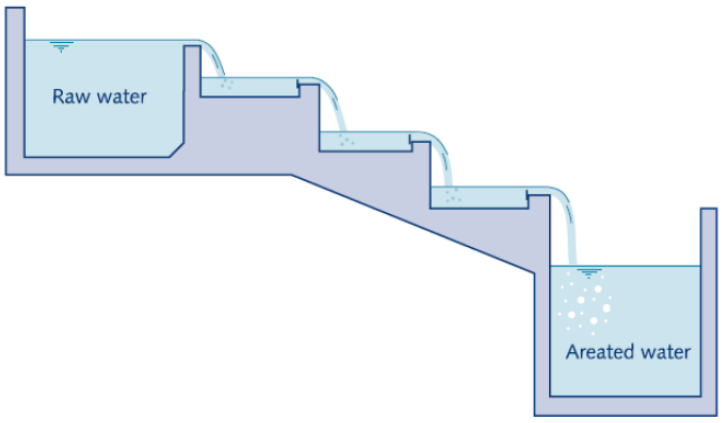


شکل 3- شمای کلی از هوادهی فواره ای

شکل 4- استفاده از فواره ها در هوادهی آب

هوادهی با برج های آبشاری یا پلکانی (Cascade Aeration)

در این روش هوادهی از پله هایی به بلندی حدود 30 سانی متر استفاده می شود. آب در حین ریزش از روی پله ها در سطح وسیعی با هوا تماس داشته و عمل هوادهی آب انجام خواهد شد.



شکل 5- شمای کلی از هوادهی آبشاری (پلکانی)

شکل 6- استفاده از برج های آبشاری در هوادهی آب

هوادهی با برج های سینی دار (Multiple Tray Aeration Waterfall or)

طبیعتاً مشابه برجهای آبشاری هستند، به این معنی که آب بالا برده می شود و به ارتفاع پایین تر ریزش می کند. برجهای سینی دار، بیشتر برای اکسیداسیون آهن و منگنز مورد استفاده قرار می گیرند.

شکل 7- استفاده از برج های سینی دار در هوادهی آب

شکل 8- استفاده از برج های سینی دار در هوادهی آب

سیستم هوادهی هوا در آب معمولا در تصفیه فاضلاب مورد استفاده قرار می گیرد که در بخش تصفیه فاضلاب در مورد آن استفاده خواهد شد. به طور مختصر می توان گفت که در این روش، معمولا دمنده های هوا در کف حوضچه های هوادهی تعبیه شده و عمل هوادهی فاضلاب از طریق آنها انجام می شود. شکل زیر نمونه ای از حوضچه های هوادهی فاضلاب را نشان می دهد.

شکل 9- حوضچه هوادهی فاضلاب

انعقاد و لخته سازی (Flocculation & Coagulation)

ذرات موجود در آب اگر از نوع ذرات ته نشین شونده باشند در اثر نیروی ثقل در حوضچه های مخصوص ته نشین می شوند. اگر ذرات از نوع ته نشین شونده نباشند، قبل از ورود به حوضچه ته نشینی باید با افزودن موادی به آنها تبدیل به لخته های بزرگتر شده تا قادر به ته نشینی باشند. به به عبارت دیگر، مواد منعقد کننده را به مقادیر لازم و کافی به آب اضافه می کنند تا ذرات کوچک، سبک و غیر قابل ته نشین، به ذرات بزرگتر و سنگین تر تبدیل شده و به آسانی ته نشین شوند.

مواد غیر قابل ته نشینی آب به دو دلیل در برابر ته نشینی مقاومت می نمایند:

الف) اندازه ذرات

ذراتی مانند گل و لای، میکروبها، ذرات مسبب رنگ و ویروسها به صورت کلوئیدی در آب وجود دارند. کلوئیدها در مدت زمان معقول و مناسبی ته نشین نمی گردند. همانطور که قبلا نیز اشاره شد، مواد کلوئیدی را نمی توان با چشم غیر مسلح دید ولی مجموع اثرات آنها اغلب به صورت رنگ یا کدورت در آب ظاهر می شوند.ذرات کلوئیدی بقدر کافی کوچک هستند تا از مراحل بعدی تصفیه عبور نمایند، مگر اینکه بوسیلهٔ روش انعقاد و لخته سازی از آب جدا شوند.

ب) نیروی طبیعی میان ذرات:

معمولاً ذرات کلوئیدی دارای بار الکتریکی منفی بوده و یکدیگر را دفع می نمایند. در تصفیهٔ آب به این نیروی الکتریکی دافع پتانسیل زتا می گویند. این نیروی طبیعی کافی برای جدا نگه داشتن ذرات کلوئیدی از یکدیگر است و آنها را به صورت معلق در آب نگه می دارد. نیروی واندر والس میان تمام ذرات موجود در طبیعت وجود داشته و دو ذره را به طرف یکدیگر می کشاند .این نیروی جاذب عکس پتانسیل زتا عمل می کند و تا زمانی که پتانسیل زتا از نیروی واندر والس بزرگتر است ذرات به صورت معلق در آب باقی خواهند ماند. فرایند انعقاد و لخته سازی، نیروی میان ذرات غیر قابل ته نشینی را خنثی می کند و یا کاهش می دهد تا نیروی واندر والس ذرات را به طرف یکدیگر بکشد و تشکیل گروه های کوچک ذرات را بدهد. این گروه های کوچک ذرات در اثر تکان دادن ملایم عمل انعقاد و لخته سازی ذرات به یکدیگر چسبیده و گروه های بزرگتر ذرات ژلاتینی شکل و نسبتاً سنگین را تشکیل می دهند که به آسانی ته نشین می شوند.

مواد شیمیایی منعقد کننده:

1- منعقد کننده های آلومینیوم دار مثل سولفات آلومینیوم که نام تجاری اش آلوم یا زاج سفید می باشد. با اضافه کردن به آب با بی کربنات کلسیم و آب واکنش داده، هیدروکسید آلومینیوم ایجاد می کند که هیدروکسید آلومینیوم، مرکزی را برای تجمع مواد کلوئیدی بدون بار ایجاد کرده و لخته های درشت تر ایجاد می کند. در صورت ناکافی بودن قلیائیت محیط برای ایجاد هیدروکسید آلومینیم، از آب آهک و کربنات سدیم

استفاده می شود. چون اسیدی بودن آب مانع تشکیل هیدروکسید آلومینیوم می شود. عیب مهم استفاده از زاج، ایجاد سختی کلسیم و دی اکسید کربن (عامل خورندگی) در آب می باشد.

2- کلرید فریک:

از پر مصرف ترین منعقد کننده هاست و به صورت پودر ، مایع یا متبلور به فروش می رسد. در اثر واکنش با بی کربنات کلسیم یا هیدروکسید کلسیم، ایجاد هیدروکسید آهن III می کند که مرکزی برای تجمع مواد کلوئیدی به شمار می رود. کلرید فرید در مقایسه با آلوم گران تر است ولی لجن تولید شده در اثر رسوب لخته ها در حوضچه ته نشینی سبک تر از لجن ناشی از مصرف آلوم می باشد.

سایر منعقد کننده های مورد استفاده عبارتند از: آلومینات سدیم، سولفات فرو و سولفات فریک.

عوامل مؤثر در انعقاد

1- pH و قلیائیت:

به علت حذف H^+ از محیط، برای ایجاد هیدروکسیدهای فلزی باید pH قلیایی باشد. برای تنظیم pH، اغلب از آب آهک استفاده می شود، ولی نباید در حدی باشد که باعث افزایش بی رویه سختی آب شود.

2- مقدار ذرات معلق:

هرچه ذرات معلق بیشتر باشد، مصرف منعقدها هم بالا می رود.

3- اثر عوامل فیزیکی:

با کاهش دما و نزدیک شدن به صفر، مشکلات جدی در امر انعقاد بوجود می آید و لخته شدن کاهش می یابد. به همین دلیل، مقدار مصرف منعقد کننده ها در تصفیه خانه ها در زمستان بیشتر از تابستان است.

کمک منعقد کننده ها:

منعقد کننده های کمکی موادی شیمیایی هستند که همراه با منعقد کننده اصلی برای تشکیل ذرات محکم تر، با دوام تر، قابل ته نشین تر، جلوگیری از کاهش حرارت(عمل انعقاد را کند می نماید) و کاهش مقدار مادۀ منعقد کننده مصرفی به آب اضافه می گردد. یکی دیگر از دلایل مهم مصرف منعقد کننده های کمکی، کاهش مقدار سولفات آلومینیوم است که نهایتا مقدار لجن تولیدی را کاهش می دهد. چون خشک کردن و دفع لجن سولفات آلومینیوم خیلی مشکل است، از اینرو مصرف کمک منعقد کننده های کمکی مشکلات حمل و نقل ودفع لجن را به طور قابل توجهی کاهش می دهند.

چند نمونه از کمک منعقد کننده ها مورد استفاده در تصفیه خانه ها عبارتند از:

کربنات سدیم:
با تثبیت pH آب و افزایش یونهای OH^-، عمل انعقاد را بهبود می بخشد، مخصوصا اگر منعقد کننده مورد مصرف زاج باشد.

آهک هیدراته:
برای جبران کمبود قلیائیت محیط و از بین بردن دی اکسید کربن و کاهش سختی آب استفاده می شود.

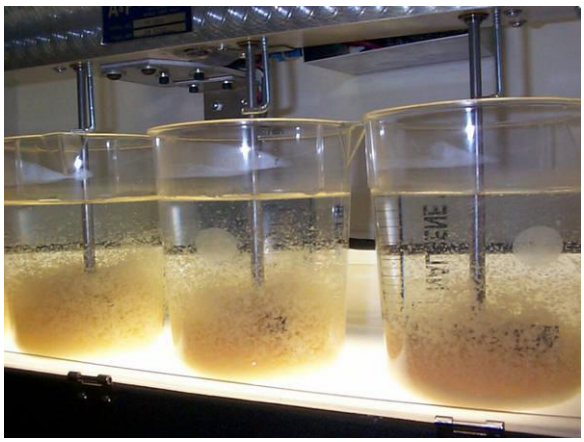
گاز کلر:
از بین بردن مواد آلی موجود در آب که عامل ممانعت کننده در انعقاد هستند.

پلی الکترولیتها:
دارای خواص پلیمر و الکترولیتی بوده، می توانند اندازه لخته ها را درشت تر نمایند. از دیگر موارد مورد استفاده، سیلیس فعال یا سدیم سیلیکات و بنتونیت (عامل پلاستیسیته کردن سرامیک) می باشد.

آزمایش جار:

جهت مطالعه عمل انعقاد و تعیین میزان مواد منعقد کننده و نیز انتخاب نوع مواد منعقد کننده و کمک منعقد کننده از آزمایش جار استفاده می‌شود. در این آزمایش مقدار و میزان مواد شیمیایی لازم جهت عمل انعقاد، مقدار pH مناسب و نیز مواد شیمیایی مورد نیاز تعیین می شود.
آزمون جار با استفاده از تعدادی ظروف شیشه ای که حداقل دارای یک لیتر گنجایش و از لحاظ اندازه و شکل یکسان هستند انجام می شود. معمولا از شش ظرف شیشه ای و یک دستگاه همزن که به طور همزمان محتویات همه ی ظرف ها را هم می زند استفاده می شود. هر یک از شش ظرف به مقدار یک لیتر از آبی که کدورت، قلیائیت و pH آن از قبل تعیین شده پر می شود. از یک ظرف شیشه ای به عنوان کنترل کننده استفاده می شود. در حالی که در 5 ظرف باقی مانده در مقادیر مختلف pH مقدار متفاوتی منعقد کننده یا منعقد کننده ها را اضافه می کنند تا آنجا که حداقل مقادیر کدورت باقی مانده به دست آید.
پس از افزودن مواد شیمیایی آب به مدت یک دقیقه سریعا به هم زده می شود به نحوی که مواد شیمیایی به طور کامل در آب پخش شوند. سپس جهت تشکیل لخته ها به مدت 15 الی 20 دقیقه عمل به هم زدن به آرامی ادامه می یابد. پس از این مرحله به مدت 30 دقیقه آب به حال آرام رها می شود تا زلال شدن اتفاق بیفتد. سپس قسمت هایی از آب حاصل تحت آزمون قرار می گیرد تا کدورت باقی مانده آن تعیین شود. نتایج

به دست آمده از آزمایش برای تعین نوع و کمیت ماده منعقد کننده مصرفی در واحد تصفیه آب مورد استفاده قرار می گیرد. شکل (10) آزمایش جار را نشان می دهد.



شکل 10- آزمایش جار

مراحل انعقاد:

فرایند انعقاد شامل مراحل زیر است:

- **اختلاط سریع (Rapid mixing)**

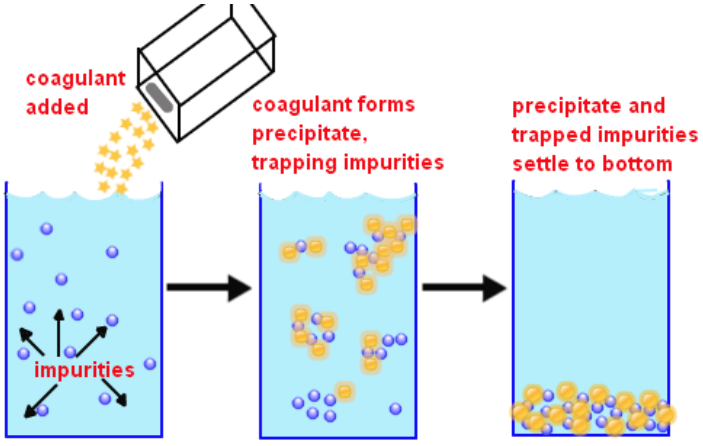
در حوضچه ها اختلاط سریع، مواد شیمیایی به آب اضافه شده و به سرعت با آب مخلوط می‌گردد. معمولا عمل اختلاط سریع از طریق بهم زنی شدید هیدرولیکی یا مکانیکی صورت می‌گیرد. مدت اختلاط کمتر از 30 ثانیه توصیه شده است.

- انعقاد (Coagulation) و لخته سازی(Flocculation)

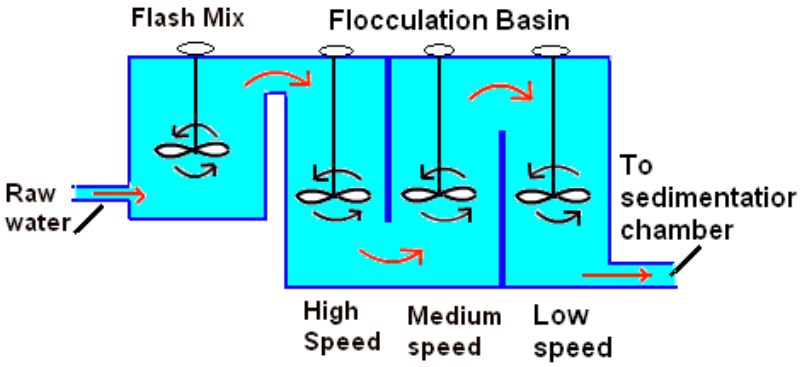
در حوضچه انعقاد و لخته سازی، شرایطی فراهم می شود که ذرات به یکدیگر چسبیده و تشکیل لخته دهند. زمان ماند برای تشکیل لخته ها 20 دقیقه بوده و سرعت عبور آب از حوضچه نباید از 0/15 متر در دقیقه کمتر و از 0/45 متر در دقیقه بیشتر باشد. حوضچه های لخته ساز و حوض ته نشینی باید تا آنجا که ممکن است نزدیک یکدیگر باشند. در حوضچه لخته ساز از مخلوط کن پارویی یا تیغه ای که به آرامی در آب می چرخد استفاده می شود. این پاروها بطور افقی در جهت موازی یا متقاطع با جریان آب نصب می شوند. لخته ساز های پارویی شامل یک محور با بازوهای فولادی است که بر روی محور یک سری پاروی تیغه ای چوبی یا فلزی نصب شده است. محور با سرعت کم (60-100) دور در ساعت باعث یک حرکت بسیار ملایم در سیال می‌گردد و در نتیجه سبب تصادم و نزدیکی ذرات بهم خواهد شد. سرعت زیاد در حوضچه لخته ساز باعث شکسته شدن لخته های تشکیل شده خواهد شد.

- ته نشینی (Sedimentation)

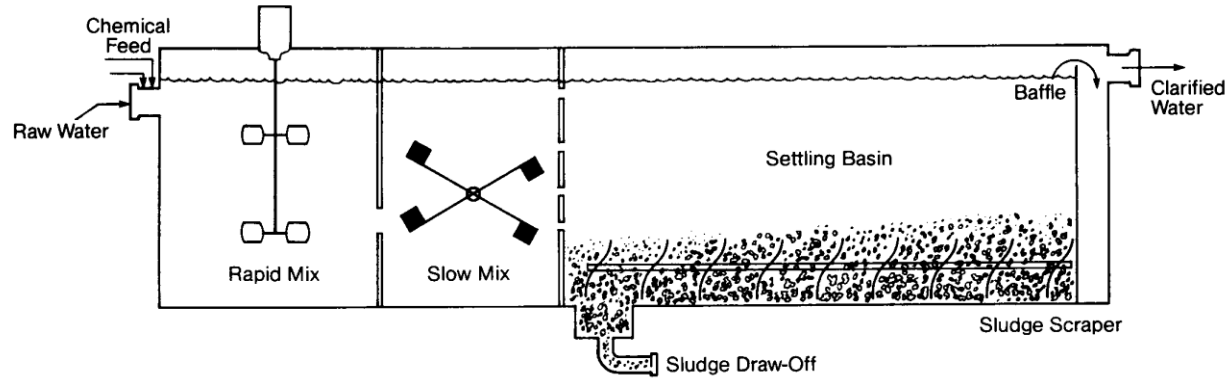
هدف از اختلاط سریع پخش فوری مواد منعقد کننده و کمک منعقد کننده مصرفی در کل آب ورودی به این مرحله است. بعد از فرآیند اختلاط سریع، عمل انعقاد و لخته سازی بایستی صورت پذیرد، چرا که انعقاد و لخته سازی مهمترین فرآیند حذف کلوئیدها هستند. یک سیستم کلوئیدی شامل ذرات جامد به صورت کاملاً مجزا از هم در یک ماده پراکنده است. این ذرات را فاز پراکنده شده می نامند. بعد از عمل انعقاد ذرات، عملیات لخته سازی بایستی انجام پذیرد. لخته سازی فرآیند به هم زدن آرام و مداوم آب است تا لخته ها تشکیل گردند. هدف از کاربرد این واحد، تشکیل لخته و سهولت جداسازی آنها به کمک ته نشینی و صاف سازی می باشد. راندمان واحد لخته سازی به شدت وابسته به تعداد برخوردهای ذرات ریز منعقد شده در واحد زمان است.



شکل 11- نحوه تبدیل مواد کلوئیدی به لخته های بزرگ با افزودن مواد منعقد کننده



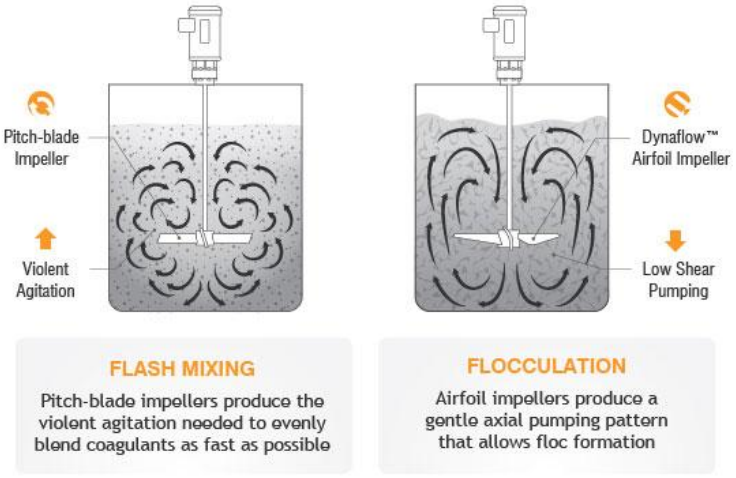
شکل 12– شماتیک واحد اختلاط سریع و لخته سازی در تصفیه خانه



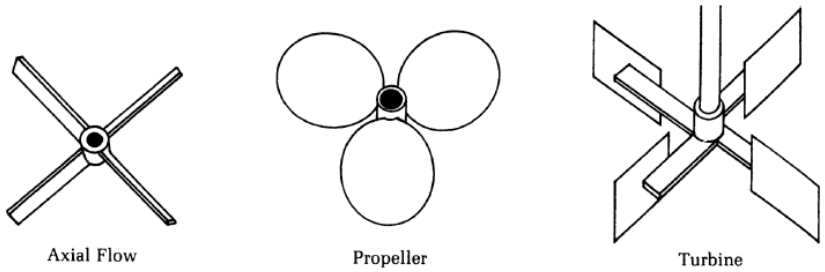
شکل 13– شماتیک نوعی دیگر از واحد اختلاط سریع، لخته سازی و حوضچه ته نشینی در تصفیه خانه

شکل 14– دیوارهای بتنی منحرف کننده جریان در حوضچه انعقاد و لخته سازی

شکل 15- واحد اختلاط سریع

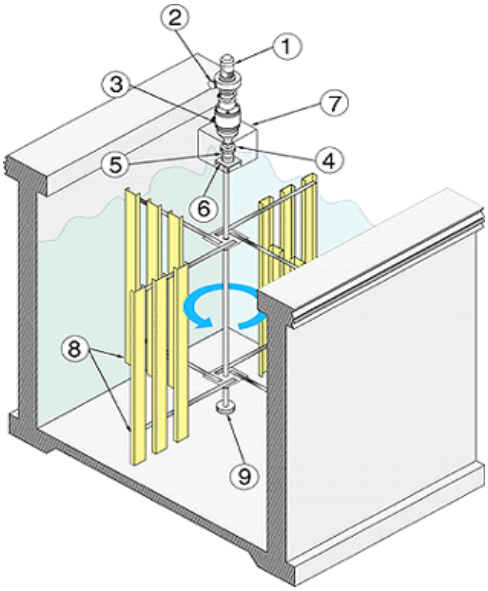


شکل 16- نحوه شکل گیری جریان در حوضچه اختلاط سریع و تانک لخته ساز



شکل 17- انواع مختلف همزن در واحد اختلاط سریع و لخته سازی

شکل 18- استفاده از همزن های پارویی در حوضچه انعقاد و لخته سازی

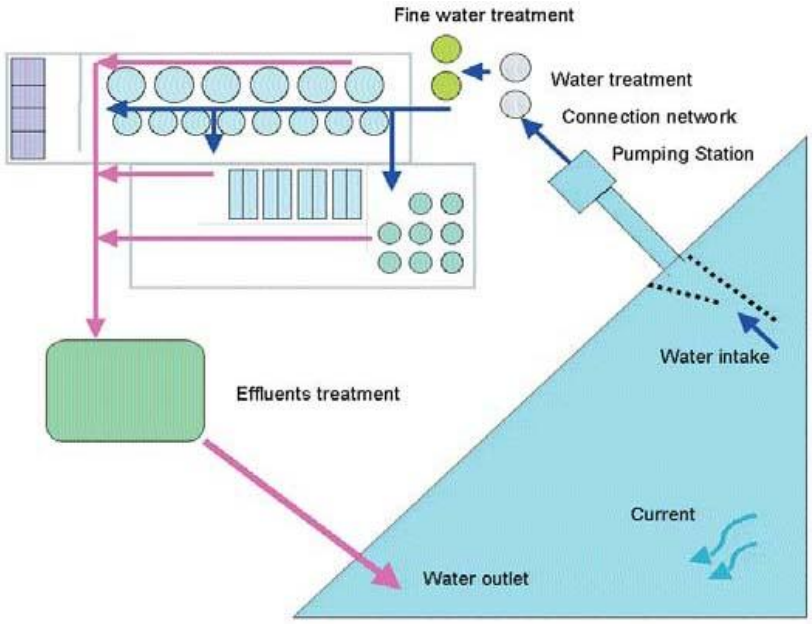


شکل 19- نوعی دیگر از همزن های پارویی در حوضچه انعقاد و لخته سازی

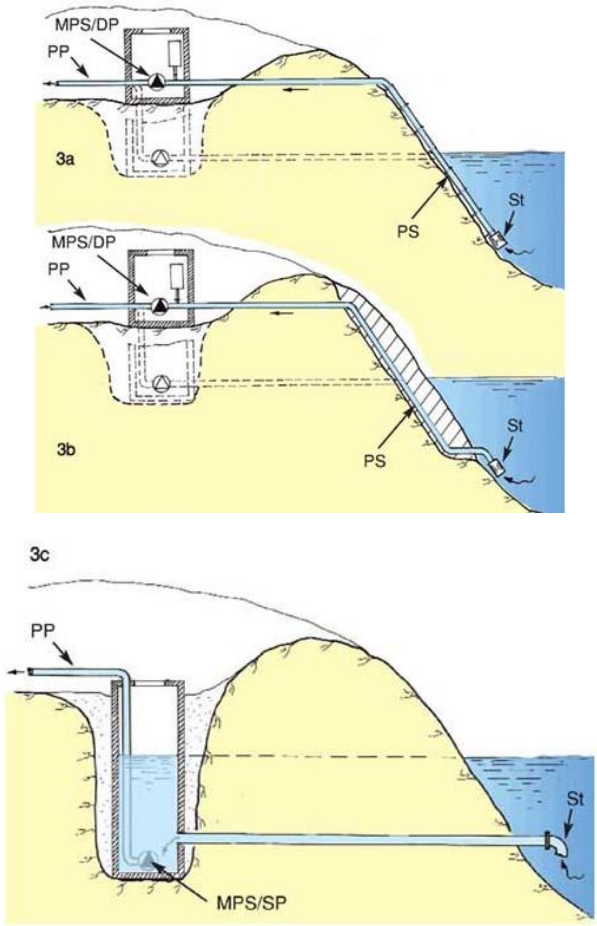
آبگیر (Intake)

جهت تصفیهٔ آبهای سطحی معمولا در ابتدای تصفیه خانه، آب از طریق واحدی به نام آبگیر از منبع تامین آب برداشت شده و به تصفیه خانه منتقل می شود. شکل (20) به صورت شماتیک آبگیری از رودخانه و هدایت آن به تصفیه خانه آب را نشان می دهد. آبگیر معمولا برای تامین آب آرام و عاری از مواد شناور و با کیفیت بهتر از منبع تامین آب استفاده می شود. نوع و محل آبگیر در تصفیه خانه به کیفیت آب خام (تصفیه نشده) و اهداف تصفیه بستگی دارد. معمولا از لوله های قطور (شکل 21) یا کانال های بتنی به همراه ایستگاههای پمپاژ برای آبگیری استفاده می شود. آب فراهم شده از طریق آبگیر در مقایسه با منبع اصلی صافتر است و کیفیت بهتری دارد. به همین دلیل محل آبگیر باید در بالادست جریانهای آبی شهری باشد و هیچ گاه نباید در محل های با جریان گردابی سیلابی قرار گیرد. در محل آبگیر معمولا با استفاده از توریهایی عمل آشغالگیری انجام می شود و در مجموع تصفیهٔ ساده فیزیکی انجام می پذیرد.

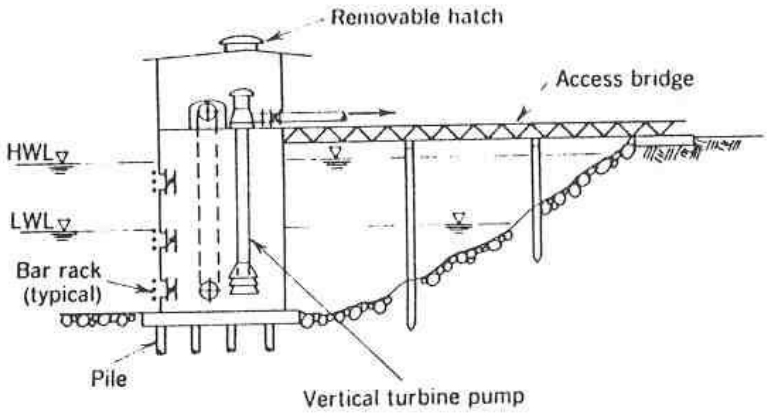
در صورتیکه منبع تامین آب دریاچه یا مخزن سد باشد، لوله های ورودی آب مطابق شکل (21) می تواند در یک عمق ثابت نصب شود و یا مطابق شکل (22) در اعماق مختلفی نصب شود. حسن قرار دادن لوله ها در اعماق پایین تر این است که علاوه بر اینکه تلاطم جریان کمتر است، این اطمینان نیز وجود دارد که حتی در فصول کم آبی که سطح آب دریاچه افت پیدا می کند، آب به تصفیه خانه هدایت می شود لوله های انتقال آب به لحاظ بهره برداری دچار مشکل نمی شوند.



شکل 20- آبگیری از رودخانه و انتقال آن به تصفیه خانه آب



شکل 21- آبگیری از دریاچه از یک نقطه



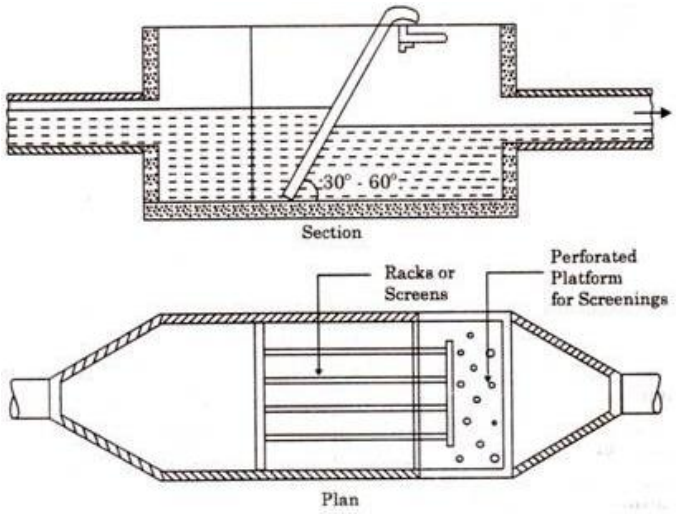
شکل 22- آبگیری از دریاچه در ترازهای مختلف

آشغالگیر (screen)

این واحد برای حذف مواد جامد درشت مانند چوب و پلاستیک استفاده می شود. به طور کلی، اهداف آشغالگیرها به شرح زیر است:

1- جداسازی و حذف مواد بزرگ حمل شده با آب خام که می توانند راندمان فرآیندهای بعدی تصفیه را تحت تاثیر قرار دهند و در عملکرد آنها مشکل ایجاد نمایند.

2- حفاظت از واحدهای بعدی تصفیه خانه در مقابل اشیای بزرگ که می توانند سبب انسداد و صدماتی در برخی تجهیزات (پمپها و سایر وسایل مکانیکی و شیرها) شوند.



شکل 23- واحد آشغال گیری

انواع آشغالگیر

آشغالگیرها را بر اساس فضای باز بین میله ها تقسیم بندی می نمایند به:

آشغالگیر ریز: فضای باز بین میله ها کمتر از 10 میلی متر است.

آشغالگیر متوسط: فضای باز بین میله ها بین 10 تا 40 میلی متر است.

آشغالگیر درشت: فضای باز بین میله ها بیشتر از 40 میلی متر است.

به منظور افزایش راندمان تصفیه، آشغالگیرهای درشت تر در ابتدا و آشغالگیرهای ریزتر بعد از آنها در کانال هدایت آب قرار می گیرند. سرعت عبور آب از آشغالگیرهای میله ای در شرایط عادی باید به حدی باشد که باعث چسباندن مواد به آشغالگیرها شود بدون آنکه افت فشار زیاد ایجاد کند و یا سبب انسداد فضای خالی بین میله ها شود. معمولا سرعت قابل قبول بین میله های آشغالگیر در جریان متوسط حدود 0/6 تا 1 متر بر

ثانیه و برای جریان حداکثر بین 1/2 تا 1/4 متر بر ثانیه انتخاب می شود. درجه انسداد و گرفتگی در آشغالگیرها به کیفیت آب و روش پاکسازی آشغالگیر بستگی دارد.

روشهای پاکسازی عبارتند از:

الف- آشغالگیرهای میله ای با پاکسازی دستی

ب- آشغالگیرهای میله ای با پاکسازی اتوماتیک

آشغالگیرها به صورت ثابت در مسیر کانال‌های بتنی با زاویه نصب حدود 15 تا 30 درجه نسبت به خط عمود قرار می‌گیرند. در تصفیه خانه های کوچک (دبی جریان کمتر از 1000 متر مکعب بر روز) آشغالگیرهای به صورت دستی و در تصفیه خانه‌های بزرگ به صورت اتوماتیک تمیز می‌گردند.

در آشغال گیر با پاکسازی دستی، عملیات جمع آوری آشغال بصورت دستی می باشد. در تصفیه خانه های بزرگ، این نوع آشغال گیر در کنار آشغالگیر مکانیکی استفاده می شود. در زمانیکه آشغالگیر مکانیکی نیاز به تعمیر داشته باشد و یا به علت قطع برق امکان استفاده از اشغالگیر مکانیکی نباشد مورد استفاده قرارمی گیرد.

در آشغالگیرهای مکانیکی، شبکه آشغالگیر توسط یک بازوی مکانیکی که از یک سوییچ در بالادست آشغالگیر فرمان می گیرد، تمیز می شود. برخی ویژگیهای آشغالگیرهای مکانیکی عبارتند از:

- حداقل مقاومت در برابر جریان آب و کمک به استفاده موثرتر از کانال
- نگهداری و تعمیر آسان آشغالگیر

شکل 24- واحد آشغال گیری با پاکسازی دستی

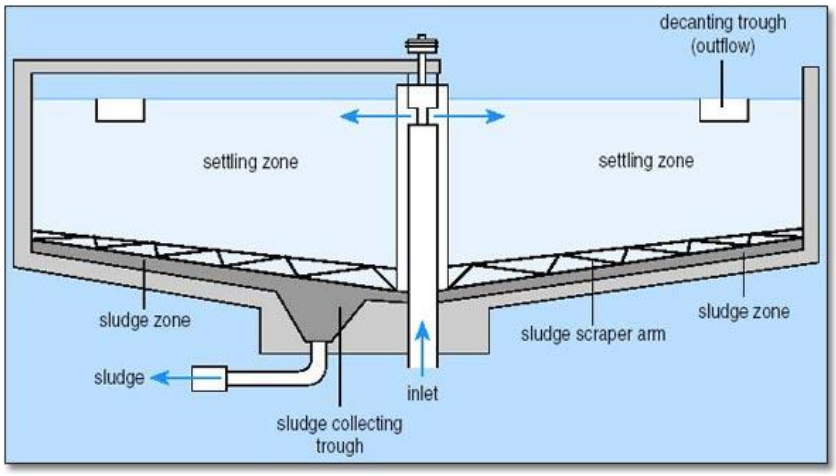
شکل 25- واحد آشغال گیری با پاکسازی مکانیزه

حوضچه پیش ته نشینی (pre-settlement basin)

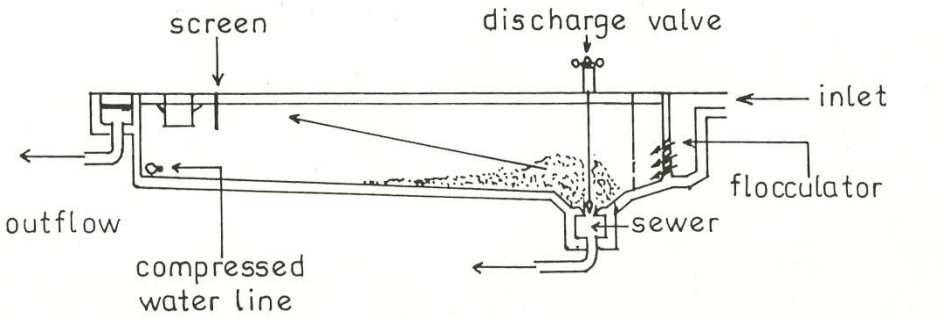
در صورتیکه غلظت مواد معلق در آب بیشتر از 10000 میلی گرم بر لیتر باشد (مثلا در مواقع سیلابی)، قبل از ورود آب به بخش های اصلی تصفیه خانه، آب وارد حوضچه پیش ته نشینی می شود. حوضهای پیش ته‌نشینی معمولا بعد از آشغال گیر قرار دارد. حدود 60٪ از مواد معلق موجود در آب در زمان ماندی حدود 4 ساعت، در این حوضچه ها ته نشین شده و لجن حاصل از آنها به نحو مناسبی تخلیه و دفع می گردد. معمولا تعداد دو یا چند واحد حوض پیش ته‌نشینی طراحی می‌شود که یک یا چند واحد از آنها در حال بهره‌برداری و بقیه در حال شستشو یا در انتظار راه اندازی هستند. حوضهای پیش ته‌نشینی ممکن است با مقطع دایره یا مستطیل با ابعاد متناسب طراح شوند و اگر مستطیل باشند، کف حوض دارای شیب در عکس جهت حرکت آب خواهد بود. اغلب حوضهای پیش ته‌نشینی دارای لجن روب و سیستم تخلیه خودکار لجن هستند.

حوضهای پیش ته‌نشینی مجهز به شیر ورود آب، شیر تخلیه و شیر آب شستشو هستند. در موقع شروع به بهره‌برداری از یک حوض پیش ته‌نشینی، آب را به تدریج در حوض وارد می‌کنند تا حوض به آرامی پر شود. در این حالت دریچه خروج آب از حوض پیش ته‌نشینی کاملاً باز می‌شود، برای شستشوی حوض پیش ته‌نشینی ابتدا شیر ورود به حوض را بسته و شیر تخلیه را باز می‌کنند، زمانی که سطح آب پایین رفت و گل و لای و ماسه ظاهر شد. شیر آب شستشو را که آب را، از حوضچه آب ته‌نشین شده یا از حوض مجاور که در حال بهره‌برداری است دریافت می‌کند، باز می‌کنند تا جریان این آب گل و لای و ماسه ته نشین شده را در امتداد شیب کف حوض به طرف مجرای خروجی براند و از شیر تخلیه خارج سازد.

با توجه به اینکه شکل و نحوه عملکرد حوضچه های پیش ته نشینی و حوضچه های ته نشینی یا زلال ساز ها در فرایند تصفیه آب یکسان بوده، در ادامه انواع مختلف این نوع حوضچه ها نشان داده شده است.



شکل 27- شماتیک تانک ته نشینی دایره ای



شکل 28- شماتیک تانک ته نشینی مستطیلی

شکل 28- تانک ته نشینی دایره ای و تیغه لجن روب کف

شکل 29- تانک ته نشینی مستطیلی

شکل 30- سرریز آب در تانک ته نشینی دایره ای

سختی آب:

سختی گیری آب به حذف یون های کلسیم و منیزیم دو ظرفیتی(Ca^{+2}) و (Mg^{+2}) از آب گفته می شود. آب در طبیعت ضمن عبور از زمین های آهکی و لایه های دو لومیتی، کلسیم و منیزیم را در خود حل می کند. همانطور که در فصول قبل نیز اشاره شد، ترکیبات مربوط به بی کربنات کلسیم و منیزیم در آب را سختی موقت و املاح مربوطه به سولفات، کلرور و نیترات کلسیم یا منیزیم را سختی دائم می نامند. مجموع سختی دائم و موقت سختی کل آب را تشکیل می دهد.

آبهای سخت بویژه در مصارف صنعتی و تاسیساتی، مشکلات متعددی را به دلیل بالا بودن قابلیت رسوب گذاری و خورندگی ایجاد می کنند که مهمترین آن عبارتند از :

- تشدیدخوردگی و رسوب گذاری در تاسیسات حرارتی
- کاهش راندمان انتقال حرارت و افزایش مصرف بی رویه انرژی به دلیل وجود لایه های ضخیم رسوبی
- ایجاد لکه و رسوبات سفید رنگ بر روی سطوح شیشه، فلز، پارچه، لباس و نظایر آن
- کاهش ظرفیت انتقال جریان آب در اثر تشکیل رسوبات سخت در جداره داخلی لوله ها و مخازن
- افزایش مصرف مواد شوینده به دلیل کاهش خاصیت کف کنندگی آنها در آب سخت

طبقه بندی آب ها از لحاظ سختی بشرح ذیل است:

نوع آب	واحد	مقدار سختی
نرم	mg/l $CaCO_3$	<50
نسبتا سخت	mg/l $CaCO_3$	50–150
سخت	mg/l $CaCO_3$	150–300
بسیار سخت	mg/l $CaCO_3$	>300

استانداردهای خدمات بهداشتی عمومی مقدار حداکثر 500 mg/l سختی را در آب آشامیدنی توصیه می نمایند.

سختی گیری:

کاهش سختی آب یا نرم کردن، فرآیندی است که در تصفیهٔ آب متداول است. سختی گیری را می توان در تصفیه خانه آب انجام داد و یا اینکه مصرف کننده می تواند در محل مصرف انجام دهد. انتخاب یکی از این دو روش بستگی به عوامل اقتصادی و تمایل مردم به آب نرم دارد. به طور کلی نرم کردن آب با سختی 50 تا 150 میلی گرم کربنات کلسیم در لیتر بهتر است به مصرف کننده واگذار شود، در صورتی که آب سخت باید در تصفیه خانه نرم شود. فرایندهای سختی گیری متداول شامل سختی گیری به روش ترسیب شیمیایی و یا روش تبادل یونی می باشد. هر کدام از روش های فوق ممکن است در تصفیه خانه با تجهیزات اختصاصی به کار برده شود. نرم کننده های خانگی منحصرا واحدهای مبادله کنندهٔ یونی هستند.

سختی گیری به روش ترسیب شیمیایی:

گونه های مختلف سختی دارای محدوده های حلالیت مختلف هستند. کم محلولترین گونه ها عبارتند از کربنات کلسیم ($CaCO_3$) و هیدراکسید منیزیم $Mg(OH)_2$. ترسیب شیمیایی نیز در اثر تبدیل سختی کلسیم به کربنات کلسیم و منیزیم به هیدراکسید منیزیم صورت می گیرد. این عمل می تواند با استفاده از فرایند آهک-کربنات سدیم (سودا) یا فرایند سود سوز آور صورت پذیرد.

آهک همه شکل های سختی کربناته و سختی غیر کربناته منیزیم را حذف می کند:

$Ca(HCO_3)_2 + CaO + H_2O \rightarrow 2CaCO_3 + 2\ H_2O$

$Mg(HCO3)_2 + CaO + H_2O \rightarrow CaCO_3 + MgCO_3$

$MgCO_3 + CaO + H_2O \rightarrow CaCO_3\ (s) + Mg(OH)_2$

$MgSO_4 + CaO + H_2O \rightarrow CaSO_4 + Mg(OH)_2$

جدا ساختن سختی منیزیم غیر کربناته توسط آهک سبب افزایش سختی کلسیم غیرکربناته می شود. سختی کلسیم غیر کربناته در اثر افزودن کربنات سدیم قابل حذف است.

$CaSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 + 2NaSO_4$

رسوب کردن $CaCO_3$ و $Mg(OH)_2$ به pH بستگی دارد. pH بهینه برای رسوب $CaCO_3$ در محدوده 9/5-9 و برای رسوب $Mg(OH)_2$ حدود 11 می باشد.

همه شکل های سختی در اثر افزایش سود سوز آور ($NaOH$) قابل تبدیل به گونه های ته نشین شونده هستند.

$2\ NaOH \rightarrow CaCO_3 + Na_2CO_3 + 2\ H_2O + Ca(HCO_3)_2$

$Mg(HCO_3)_2 + 4\ NaOH \rightarrow Mg(OH)_2 + 2Na_2CO_3 + 2\ H_2O$

$MgSO_4 + 2\ NaOH \rightarrow Mg(OH)_2 + Na_2SO_4$

فیلتر کردن (Filtration)

صاف کردن یا فیلتراسیون یک روش فیزیکی برای حذف ذرات معلقی که در مراحل انعقاد و سختی گیری ته نشین نشده اند می باشد. این ذرات معلق می توانند گل، رنگ، مواد آلی، پلانکتون، باکتری، ذرات حاصل از سختی گیری و ..... باشند. فیلترهای مورد استفاده در تصفیه خانه ها از نوع ثقلی هستند. آب حاوی ذرات معلق از بستر یک ماده که می تواند شن و یا ذغال آنتراسیت باشد، عبور نماید. در اثر عبورآب از خلل و فرج بین این ذرات، مواد معلق به دام افتاده و آب تقریباً عاری از مواد معلق، به دست می آید. جمع شدن ذرات معلق در خلل و فرج صافی، باعث افزایش افت فشار(اختلاف سطح آب روی سطح صافی و آب خروجی از صافی) می گردد. اگر این افت فشار از حد معینی تجاوز نماید، باید صافی را شستشو داد.

انواع صافی های ماسه ای

الف) صافی ماسه ای کند (Slow Sand Filter)

صافیهای ماسه ای کند در کشورهای در حال رشد برای تامین آب سالم در روستاها بسیار مفید می باشد. زیرا بکارگیری آن بسیار ساده می باشد. این فیلترها ابتدائی ترین فیلترهای شناخته شده هستند و به نام فیلترهای انگلیسی نیز معروفند. ماده اصلی تشکیل دهنده این نوع فیلتر ها ماسه به دانه بندی مختلف می باشد.

آب عبوری از بستر حاوی مواد معلق، کلوئیدی، میکروارگانیسم های مختلف و نمکهای محلول است که در طی عبور از عمق 40 تا 60 سانتی متری بستر آنها را به جا می گذارد و آب پس از این عمق حاوی مقادیر کمی نمکهای معدنی ساده و نسبتاً بی ضرر است. فعالیت باکتری ها معمولاً تا عمق 60 سانتی متری بستر گسترش می یابد. در صافی ماسه ای کند نه تنها بیشتر میکروارگانیسم های مضر جدا می شوند، بلکه مواد مغذی محلول که رشد بعدی باکتری ها در لجن را سبب می شوند، حذف می گردند. برای تمیز کردن این نوع فیلترها لایه بالایی فیلتر به عمق تقریبی 10 سانتی متر برداشته شده و با ماسه تمیز جایگزین می شود. شکل (31) و (32) این نوع فیلتر ها را نشان می دهد.

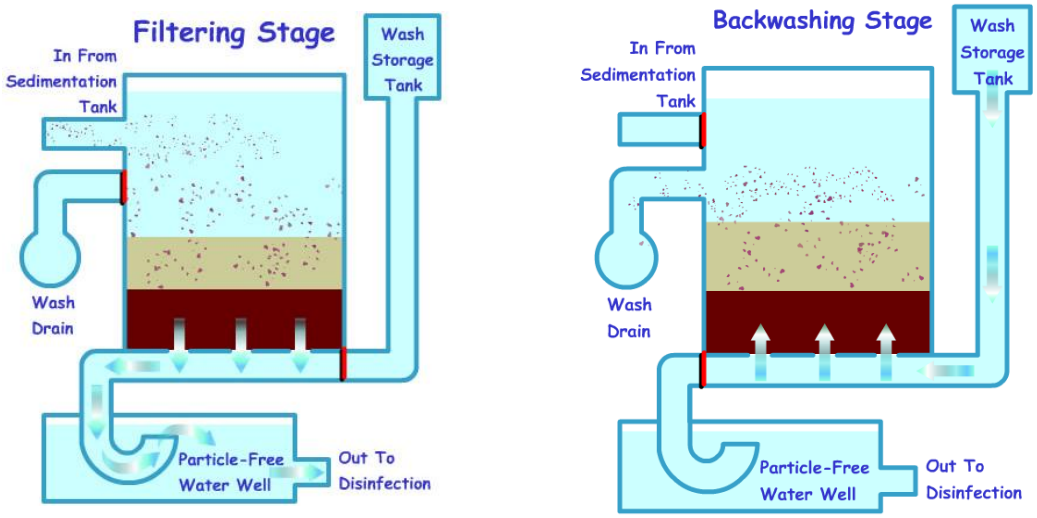
شکل 31- پر کردن حوضچه های بتنی صافی ماسه ای کند با شن و ماسه

شکل 32- صافی ماسه ای کند در حال بهره برداری

ب) صافی ماسه ای تند (Rapid Sand Filter)

ساختمان این نوع صافی ها تقریباً مشابه صافی های ماسه ای کند است. آب روی بستر صافی که حدود 1/5 - 1 متر ارتفاع دارد، از عمق بستر صافی به کمک نیروی ثقل عبور می کند و از کف بستر خارج می شود. بدیهی است به علت درشت تربودن بودن مصالح فیلتر ماسه ای تند در مقایسه با فیلتر ماسه ای کند، میزان آب تصفیه

شده در هر ساعت بیشتر از صافی های شنی کند است. مکانسیم عملیات فیلتر کردن آب در شکل (33) نشان داده شده است. تمیز کردن این نوع فیلتر ها توسط شستشوی معکوس می باشد. شستشوی معکوس در فیلتر ماسه ای تند به سادگی و از طریق برگشت جریان آب صورت می گیرد. بدین صورت که با عبور بالعکس جریان از پایین به سمت بالای فیلتر ، مواد زائدی که در بین دانه های فیلتر گیر کرده به فاضلاب منتقل می شود.



شکل 33- مکانیسم عملکرد صافی ماسه ای تند

مزایا و محدودیت های صافی ماسه ای تند وکند:

1- کیفیت آب تصفیه شده در صاف شنی کند بهتر از تند است.

2- در صورت خوب کار کردن، صافی کند قادر به حذف کامل میکروبها می باشد.

3- هزینه ساخت صافی شنی کند بخصوص در جایی که زمین ارزان باشد بسیار کمتر و احداث آن آسان تر از صافی شنی تند است.

4- بهره برداری از صافی های کند آسان است و هزینه های بهره برداری آن در مقایسه با صافی شنی تند بسیار پایین است.

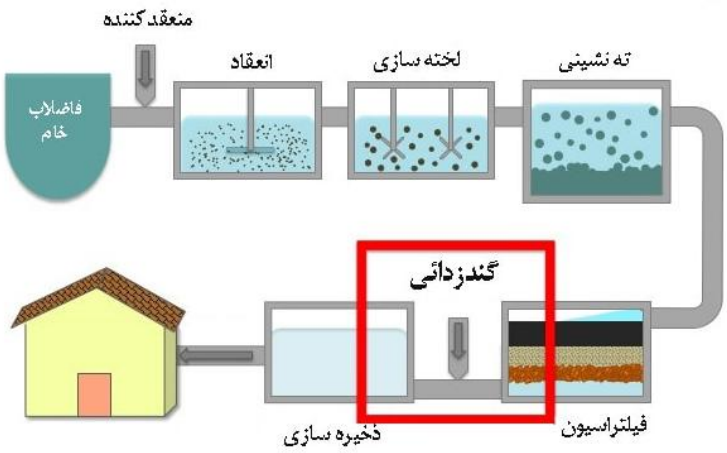
5- صافیهای ماسه ای تند به دلیل شستشوی معکوس و مداوم 2 تا 3 درصد آب تصفیه شده هدر می رود.

6- نیاز به زمین در صافی های شنی کند نسبت به شنی تند بسیار بیشتر است.

گندزدایی آب

یکی از آلودگیهای بسیار عمده و خطرناک منابع آب، آلودگی بیولوژیکی است. آب می تواند به انواع میکروارگانیسم ها اعم از انواع باکتریها، انگلها، قارچها و ویروسها آلوده شود. آلودگی عمده و شایع آب، آلودگیهای باکتریایی شامل کلی فرمها (باکتریهای روده ای) و انگلی می باشد که به طرق مختلف این باکتریها را از بین می برند.

گندزدایی به مجموعه عملیات و فرایندهایی گیفته می شود که برای حذف یا بی ضرر کردن میکروارگانیسم های بیماری زا از آب انجام می شود. روشهای گوناگونی برای گندزدایی منابع آب وجود دارد که بطو کلی به دو دسته شیمیایی و فیزیکی تقسیم می شوند. از روشهای رایج شیمیایی، کلر زنی و استفاده از گاز ازن، و از روشهای رایج فیزیکی، حرارت، فیلتراسیون و پرتو دهی را می توان نام برد. هدف از گندزدایی رسیدن به مقدار صفرکلیفرم روده ای در هر 100میلی لیتر آب در آب تصفیه شده است.



روش های فیزیکی گندزدایی: مثل حرارت ، سرما، نور آفتاب، پرتوهای UV و ...

گرما دادن آب تا نقطه جوش اکثر باکتری های بیماری زا را که تشکیل هاگ نمی دهند از بین می برد. جوشاندن آب به مدت 3 تا 10دقیقه اغلب باکتری ها و ویروس ها را از بین می برند. جوشاندن آب به مدت 20 دقیقه موجب از بین رفتن کلیه موجودات زنده در آب می شود.

گندزدایی به روش شیمیایی: کلر و ترکیبات آن، برم، ید، ازن، هیدروژن پراکسید، پرمنگنات و .... از جمله روش های شیمیایی گندزدایی آب هستند. همچنین از آب بسیار اسیدی یا قلیایی نیز می توان برای از بین بردن باکتری های بیماری زا استفاده کرد. زیرا آب با pH بیش از 11یا pH کمتر از 3 برای اکثر باکتری ها نسبتاً سمی می شود.

خصوصیات یک گندزدای ایده آل:

1- بر روی تمام میکرو ارگانیسم ها موثر باشد.
2- در مدت زمان کوتاهی تاثیر نماید.
3- برای سلولهای انسان، گیاهان و جانوران، سمی و محرک نباشد.
4- در مجاورت مواد آلی اثر و فعالیت آن کاسته نشود.
5- قدرت نفوذ کافی داشته باشد.
6- محلول در آب بوده و براحتی و مقدار زیاد قابل تهیه باشد.
7- ارزان و قابل حمل بوده و در وسایل نگهداری ایجاد خورندگی نکند.

عوامل موثر بر گندزدایی آب:

نوع و غلظت میکرو ارگانیزم
نوع و غلظت گند زدا
زمان تماس گند زدا
کیفیت شیمیایی و دمایی آب
pH و کدورت آب

کلرزنی

کلر(از واژه یونانی به معنی زرد مایل به سبز) عنصری گازی شکل به رنگ زرد مایل به سبز است که در سال 1774 توسط carl wihelm scheele شیمیست سوئدی کشف شد وی اشتباهاً تصور کرد این عنصر حاوی اکسیژن است. Humphry Davy در سال ۱۸۱۰ نام کلر را برای این ماده انتخاب کرد و اصرار داشت که این ماده در واقع یک عنصر است.

کلر ابتدا در سال 1908 در شیکاگو به یک سیستم آب همگانی افزوده شد و در از بین بردن بسیاری انواع بیماری های منتقل شده آبی مثل وبا و تب تیفوئید قابل استفاده بود. پیش از کلرزدن بسیاری شهرهای عمده دارای آمار مرگ و میر 1 در 1000 نفر به تنهایی از تیفوئید بودند. در کشورهای اروپایی از دی اکسید کلر برای ضدعفونی کردن استفاده می شود.

به طور کلی ماده ضد عفونی کننده کلر ممکن است به دو صورت زیر عمل کند:

-اکسیداسیون و یا پاره کردن دیواره سلول و نهایتا تجزیه میکروارگانیزم
-نفوذ به داخل سلول و اختلال در فعالیت سلولی

چنانچه مشهود است در هر دو صورت لاشه میکروارگانیزم در آب باقی خواهد ماند. این لاشه ها ممکن است خود منبع غذایی مناسبی برای سایر انگل ها و باکتریهای که پس از گندزدایی اولیه وارد آب می شوند، گردد.
از مهمترین دلایل استفاده از کلر به عنوان گندزدا عبارتند از:

- ارزان بودن
- به جای گذاشتن باقیمانده
- مؤثر در غلظت‌های کم
- در دسترس بودن در سه حالت:

1. گاز (گاز کلر)
2. مایع (هیپو کلریت سدیم)
3. جامد (هیپو کلریت کلسیم)

کلر باقیمانده

ممکن است پس از گندزدایی ، آلودگی های میکروبی ثانویه ای در شبکه لوله کشی سلامت آب را تهدید کند. یکی از خصوصیات مهم کلر آزاد آنست که علاوه بر قدرت گندزدایی بالا جهت گندزدایی اولیه، پایداری شیمیایی لازم برای باقی گذاردن کلر باقیمانده را جهت رسیدن به اهداف ثانویه گندزدایی دارا می باشد. این مورد نتایج رضایت بخشی در امر گندزدایی با کلر دارد که در مورد هیچ یک از مواد گندزدای دیگر قابل مشاهده نیست. زیرا در استفاده از سایر مواد برای رسیدن به این دو هدف مجبور به جدا نمودن گندزدایی اولیه و ثانویه هستیم که هزینه سرمایه ای زیادی را می طلبد.

تری هالومتان ها، محصول خطرناک کلرزنی

تری هالومتان ها (THM) معمولترین محصول فرعی حاصل از کلرزنی به آبهای آشامیدنی هستندو غلظت آنها از دیگر مواد آلاینده بیشتر است. هنگامی که کلر به عنوان گندزدایی کننده در تصفیه آب بکار می رود،در اثر ترکیب کلر با مواد آلی موجود در آب تری هالومتان ها یا هالوفرم ها تولید می شوند. تری هالومتان های اصلی عبارتند از کلروفرم، برمودی کلرومتان، دی برموکلرومتان و برموفرم. شواهدی در دست است که این ترکیبات خاصیت سرطانزایی دارند.
در سال 1992 مجله امریکایی بهداشت همگانی گزارشی منتشر کرد که یک افزایش بین 15 تا 35 درصدی در انواع بخصوصی از سرطان برای افرادی که آب کلرزده مصرف می کنند نشان می داد. این گزارش همچنین بیان می کرد که مقدار زیادی از این اثرات ناشی از دوش گرفتن در آب کلرزده بود. انستیتو ملی سرطان خطرات سرطان را برای مردمی که آب کلرزده مصرف می کنند 93 درصد بالاتر از کسانی می داند که آب کلرزده مصرف

نمی کنند. اثرات نوشیدن آب کلرزده شده بمدت چند دهه مورد بحث بوده اند. به هرحال بیشتر متخصصان توافق دارند که بعضی ریسکهای قابل ملاحظه مرتبط با مصرف کلر و محصولات فرعی کلرزده شده وجود دارند.

مهمترین مزایای کلرزنی

1- کلرزنی فرآیندی ارزان و کم هزینه جهت ضدعفونی کردن آب مصرفی انسان است.

2- کلر دارای اثر باقیمانده در آب است که باعث تضمین نسبی سلامتی آب در تمام مسیر شبکه آب رسانی می شود.

معایب و مضرات کلرزنی

1- کلرباقیمانده در اثر ترکیب با مواد آلی موجود در آب تولید ترکیباتی موسوم به تری هالومتان ها را می کند که بیشتر متخصصان بر سرطان زا بودن این ترکیبات تاکید دارند.

2- کلرزنی باعث کشته شدن میکروارگانیزمهای موجود در آب می شود. این درحالی است که لاشه این میکرو ارگانیزمها در آب باقی می مانند و ممکن است خود منشا آلودگی شوند.

3- تماس کلر با پوست و موی انسان باعث ایجاد حساسیت، ریزش مو و مشکلات دیگر شود.

4- استنشاق گاز کلر (در استخر یا حمام) برای ریه انسان مضر می باشد.

5- گروهی از میکروارگانیزمها مانند کریپتوس پرودیوم نسبت به کلر مقاوم هستند و با این روش از بین نخواهند رفت.

6- فضا و مدت زمان بالایی برای گندزدایی کلر نیاز است.

7- جوانب ایمنی کار با کلر بسیار خطرناک است.

دی اکسید کلر به عنوان گندزدا

دی اکسید کلر گازی قرمز و زرد رنگ است که بسیاری از خواص کلر را دارا می‌باشد اما این ماده اکسیدکننده‌ای قوی است که تشکیل کلروفرم و کلروآمین نمی‌دهد و برای کنترل فنلها مورد استفاده قرار می‌گیرد. مشابه با کلر، دی‌اکسیدکلر نیز در آب تولید باقیمانده می‌کند. کاربرد اصلی آن در گندزدایی فاضلاب است. دی‌اکسیدکلر باید در محل تولید شود. دی اکسید کلر یک باکتری‌کش و ویروس کش موثر است که در محدوده‌ی وسیعی از pH عمل می‌کند، اما ناپایدار بوده و به صورت گازی قابلیت انفجار دارد. تولید در محل ClO_2را می‌توان با ترکیب کلریت سدیم با کلر گازی یا مایع انجام داد. همچنین با ترکیب کلریت سدیم با اسیدهیدروکلریک نیز می‌توان ClO_2 تولید کرد.

مزایای دی‌اکسیدکلر

دی‌اکسیدکلر در غیرفعالسازی ویروسها، ژیاردیا و کریپتوسپوریدیوم موثرتر از کلر و کلرآمینهاست.

آهن، منگنز و سولفیدها را اکسید می‌کند.
می‌تواند موجب تقویت فرایند زلالسازی شود.
طعم و بوی حاصله از جلبکها و تجزیه‌ی گیاهان و همچنین ترکیبات فنلی را کنترل می‌کند.
تحت شرایط تولید صحیح (مثلا عدم کلر زیادی)، محصولات جانبی هالوژنه تولید نمی‌کند.
تولید آن آسان است.

معایب دی‌اکسیدکلر

هزینه‌های مربوط به آموزش، نمونه‌برداری و تستهای آزمایشگاهی کلریت و کلرات بالاست.
تجهیزات معمولا اجاره می‌شوند و هزینه‌ی کلریت سدیم بالاست.
گاز دی‌اکسیدکلر خاصیت انفجاری دارد، پس باید درمحل تولید شود.
دی‌اکسیدکلر در معرض نور خورشید تجزیه می‌شود.
دی‌اکسید کلر باید در محل تولید شود.
می‌تواند منجر به تولید بوهای زننده در برخی سیستم‌ها شود.

ازن

گاز ازن اولین بار درسال 1783 توسط وان مورن کشف شد، در سال 1858 شرکت زیمنس (SIEMENS) نخستین دستگاه تولید کننده ازن به روش تخلیه الکتریکی را به بازار عرضه نمود. اولین کاربرد ازن در سال 1893 در کشور هلند و برای تصفیه خانه ای که از آب رودخانه راین تغذیه می نمود صورت پذیرفت. در ابتدا کاربرد ازن تنها به گندزدایی و کنترل بو و مزه محدود می شد. بعدها کنترل رشد جلبک ، قارچ و عوامل بیماریزا نیز به این لیست اضافه شدند. کشف هالومتانها در سال 1973 در آبهای کلرزنی شده موجب شد که استفاده از ازن بعنوان تصفیه کننده بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد و این روند در حال حاضر نیز ادامه دارد.
ازن یک آلوتروپ اکسیژن،گازی بی رنگ با بویی زننده بوده که با واکنشهای سریع مواد آلی و دیگر میکروارگانیسم های آب را از بین می برد. استفاده از ازن از نظر زیست محیطی مناسب تر بوده زیرا مانند کلر، هیدروکربن های کلره(سرطان زا) تولید نمی نماید و ضمن از بین بردن بو و مزه آب در کشتن باکتری ها و میکروب ها و غیر فعال سازی ویروس ها، انعقادسازی، رسوب نمودن نمودن آهن و منگنز فوق العاده مناسب تر از کلر می باشد. در ضمن باقیمانده ازن به صورت اکسیژن در می آید که مضر نمی باشد.
ازن با اکسید کردن آن دسته از موادی شیمیایی آلی که مورد مصرف جلبکها واقع می شوند به طور مستقیم جلبکها و عوامل تولید کننده بو را از بین می برند.تولید ازن با استفاده از عبور هوا از یک میدان الکتریکی با ولتاژ زیاد صورت می گیرد که جهت مصارف آب آشامیدنی،استخر،صنایع دارویی و الکترونیک و برج های خنک کننده استفاده می شود که هزینه تولید بالایی دارد.

مزایای استفاده از ازن در تصفیه آب:

1- ازن در غیرفعالسازی ویروسها، ژیاردیا و کریپتوسپوریدیوم موثرتر از کلر، کلرآمینها و دی‌اکسید کلر بوده و به زمان تماس کمتری نیاز دارد.

2-کاهش تولید ترکیبات ثانویه خطرناک ناشی از عوامل گندزدا همچونTHM

3- داشتن خاصیت زدایش طعم و بو و رنگ

4- زمان تماس کم مورد نیاز

5-کمک به حذف آهن، منگنز و سولفیدها

6-گندزدای بسیار موثر در رنج دمایی و pH های مختلف

7- عدم نیاز به ذخیره سازی مواد شیمیایی و هزینه های ثانویه ناشی

8- اکسیداسیون سریع ناخالصی های آلی به همراه کاهش BOD وCOD

9- حذف سولفید هیدروژن

10- بهبود فرآیند انعقاد (کاهش 50-20 درصد مواد شیمیایی مورد نیاز)

اشعه ماورای بنفش(UV)

انسان از قرنها پیش اعتقاد داشت که نور خورشید می تواند از اشاعه عفونت جلوگیری کند. در سال 1877 دو محقق انگلیسی به نام های دانز و بلونت دریافتند که تکثیر میکروارگانیسم ها زمانی که تحت تابش نور آفتاب قرار دارند متوقف می گردند. بعدها ثابت گردید که عامل این پدیده طیف غیرقابل رویت اشعه خورشید با طول موج 254نانومتر است. استفاده از اشعه ماورای بنفش از سال 1915 در آب متداول شده است و گندزدایی آب بیش از 2000 شهر در اروپا(تا سال 2009) با اشعه ماورای بنفش گزارش شده است.

اشعه ماورای بنفش با تاثیر بر روی پروتوپلاسم و آنزیم سلولها سبب نابودی آنها می گردد. این اشعه قادر است فرم فعال باکتری، ویروس، تک یاخته و اسپور را غیر فعال و از تکثیر آنها جلوگیری کند. بسیاری از میکروارگانیزمهای بیماری زا عمر کوتاهی دارند و در صورت عقیم و غیر فعال شدن ، از بین می روند.

برای بهره برداری از تکنولوژی ماورای بنفش در تصفیه آب ، لامپ را یا در خارج از آبی که قرار است تصفیه شود، قرار می دهند، یا اینکه آن را در درون آب معلق می کنند. اگر قرار باشد این لامپ ها درون آب معلق شوند ، آنها را درون لوله های کوارتزی موسوم به Sleeve قرار می دهند تا سرد نشوند. اگر آب حدود سه ثانیه در معرض این اشعه قرار بگیرد، ضدعفونی می شود.

مزایای استفاده از اشعه ماورای بنفش:

1- نیاز به حمل و نقل و انبار شیمیایی ندارد.

2- با تغییرات pH و دما کارایی آن چندان تغییر نمی کند.

3- فرآورده های جانبی بوجود نمی آورد.

4- زمان تماس برای گندزدایی بسیار کوتاه می باشد.
5- فضای لازم برای گندزدایی بسیار کم است.
6- جوانب ایمنی کار با آن بسیار راحت است.
7- میکروارگانیسم های مولد بو در انجام عمل گندزدایی نابود می شوند.
8- عدم تغییر در کیفیت فیزیک شیمیایی آب.

معایب استفاده از اشعه ماورای بنفش

1- لاشه میکروارگانیزمهای غیر فعال شده، در آب باقی می ماند و می‌تواند تبدیل به خوراکی برای سایر میکروارگانیزمها و انگل های دیگر که پس از گندزدایی اولیه آب در معرض آنها قرار می‌گیرد شود.
2- اشعه ماورای بنفش برای تصفیه آبهایی که دارای مقادیر زیادی مواد جامد معلق هستند مناسب نمی باشد.
3- عدم تداوم گندزایی مستمر در آب