

## آب آشامیدنی و تصفیه آب

نگرانی‌های اساسی در مورد آب آشامیدنی عبارتند از:

مراحل تصفیه آب در تصفیه خانه های آب:

-وجود باکتری‌های بیماری‌زا(پاتوژن‌ها) در آب

-کمبود یا زیاد بودن غلظت بعضی از یون‌ها که در سلامتی انسان نقش دارند.

-ذرات معلق آب

-بو و مزه‌ی آب

قسمت دوم : انتخاب فرایندهای تصفیه بر پایه کیفیت آب

ناخالصی‌های آب را به دو دسته‌ی عمده می‌توان تقسیم کرد:

الف- ناخالصی‌های معلق : این ناخالصی‌ها شامل موارد زیر است:

1- ذرات معلق زنده‌ی بیماری‌زا مانند عوامل حصبه، وبا و تخم انگل‌ها

2- ذرات معلق زنده‌ی غیر بیماری‌زا مانند برخی جلبک‌ها و تک‌سلولی‌ها

3- ذرات معلق غیر زنده مانند ذرات رسی و کلویدها

برای زدایش و یا کاهش ناخالصی‌های فوق، تصفیه‌ی متعارف شامل فرایندهای اختلاط سریع، انعقاد،

ذره‌سازی، ته‌نشینی، فیلتراسیون و گندزدایی به‌کار می‌رود.

ب- ناخالصی‌های محلول: این ناخالصی‌ها به‌طور یکنواخت در آب پراکنده بوده و ممکن است به صورت اتم،

مولکول و یا یون باشند که به اشکال زیر وجود دارند :

1- آنیون‌های عمومی مانند کربنات‌ها، سولفات‌ها، کلرورها و نیترات‌ها که روش حذف یا کاهش آن‌ها

تصفیه‌ی متعارف، تبادل یونی، فرایندهای غشایی، تصفیه‌ی شیمیایی و... می‌باشد.

2- کاتیون‌های عمومی مانند کلسیم، منیزیم، آهن، سدیم، منگنز و ... که روش‌های کاهش و یا زدایش

آن‌ها از آب، نیازمند روش‌های تصفیه‌ی متعارف، تبادل یونی، فرایندهای غشایی، هوادهی و ... می‌باشد.

3- گازها مانند دی‌اکسیدکربن، سولفید هیدروژن و متان که هوادهی و یا تصفیه‌ی شیمیایی برای کاهش این آلاینده‌ها به‌کار می‌رود.

4- عناصر سمی، ترکیبات مصنوعی، مواد آلی و فلزات سنگین مانند آرسنیک، سرب و جیوه‌که با فرایندهای تصفیه‌ی متعارف، تبادل یونی، فرایندهای غشایی و جذب سطحی می‌توان اقدام به کاهش آن‌ها کرد.

5- عناصر رادیواکتیو که فرایندهای تصفیه‌ی متعارف، تبادل یونی، فرایندهای غشایی و جذب سطحی برای کاهش آن‌ها به‌کار می‌رود.

قسمت سوم - فرایندهای مختلف یک تصفیه‌خانه :

با توجه به بررسی‌هایی که در مورد کیفیت منبع آب انجام می‌گیرد، آب نیازمند تصفیه خواهد بود که مطابق این کیفیت، یگان‌هایی که باید در تصفیه‌خانه به‌کار روند و همچنین فرایندهای مختلف فیزیکی و شیمیایی که باید انجام گیرند، تعیین می‌گردند.

به‌طور کلی در یک تصفیه‌خانه‌ی آب، ممکن است فرایندهای زیر صورت‌پذیرد:

1- آب‌گیری در ایستگاه پمپاژ آبگیر

2- تقسیم جریان آب در حوضچه‌ی شیرآلات ورودی (Inlet chamber)

3- پیش‌ته‌نشینی (Pre sedimentation)

4- کلرزنی اولیه (Pre chlorination)

5- اختلاط سریع (Flush mixing) داروهای شیمیایی با آب (Coagulation)

6- لخته‌سازی (Flocculation)

7- ته‌نشینی (Sedimentation)

8- صاف‌سازی آب جهت جداسازی آخرین ذرات مواد معلق ته‌نشین شده (Filtration)

9- سالم‌سازی آب (کلرزنی نهایی) (Post chlorination) )

10- بازیافت آب شستشوی صافی‌ها جهت کاهش تلفات آب (Recovery)

11- تغلیظ و آبگیری لجن (Sludge thickening & dewatering)

در ادامه به بررسی فرایندهای بالا خواهیم پرداخت و محلهایی را توضیح خواهیم داد که این عملیات در آنها صورت می‌گیرد.



ایستگاه پمپاژ آب‌گیری و حوضچه‌ی شیرآلات ورودی:

با توجه به این که آب برداشتی از رودخانه، دریاچه و یا چاه می‌باشد، از یک ایستگاه پمپاژ برای آب‌گیری و انتقال آن به سایر یگان‌های تصفیه‌خانه استفاده می‌شود. با توجه به دبی آب مورد نیاز و همچنین هد مورد نیاز، تعداد پمپ‌ها و ظرفیت آن‌ها تعیین می‌شود. آب ورودی به تصفیه‌خانه، توسط شیرهای کنترلی تنظیم و بین مدول‌ها تقسیم می‌گردد. آب پس از خروج از حوضچه‌ی شیرآلات، وارد واحد پیش‌ته‌نشینی می‌گردد.



واحد پیش‌ته‌نشینی: (Pre-sedimentation module)

در مواقعی که مواد معلق در آب از 1000 میلی گرم در لیتر بیشتر شوند، برای کاهش کدورت در زلال سازها از واحد پیش‌ته‌نشینی استفاده می‌شود. به عبارت دیگر زلال سازها برای زلال سازی آب خام با کدورت مشخصی طراحی می‌شوند. چنانچه کدورت آب خام به بیش از حد طراحی سیستم‌های زلال ساز برسد، نیاز به پیش‌ته‌نشینی است که این پیش‌ته‌نشینی می‌تواند به صورت ساده‌ی فیزیکی و یا با کمک مواد شیمیایی و فرایندهای زلال سازی باشد. برای حذف مواد معلق بزرگ‌تر از 200 میکرون، ته‌نشینی ساده و برای مواد معلق کوچک‌تر و با وزن مخصوص پایین، معمولاً "نیاز به ته‌نشینی به کمک مواد شیمیایی منعقدکننده است.

حوض‌های پیش‌ته‌نشینی بر دو نوع می‌باشند:

- بدون لجن‌روب مکانیکی

- با لجن‌روب مکانیکی

برای جمع‌آوری لجن، شیب کف حوض‌های نوع اول را بسیار زیاد در نظر می‌گیرند (45 تا 60 درجه) و در نتیجه، عمق این نوع ته‌نشینی نسبت به نوع پیش‌ته‌نشینی با لجن‌روب مکانیکی بیشتر است. در جایی که ظرفیت تصفیه‌خانه بالا باشد و یا میزان مواد معلق زیاد باشد، نوع پیش‌ته‌نشینی با لجن‌روب مکانیکی را توصیه می‌کنند.

پیش‌ته‌نشینی با لجن‌روب نیز از نظر شکل هندسی دارای دو گونه می‌باشد:

- مستطیلی

- دایره‌ای

الف - حوضچه‌های مستطیلی:

این نوع حوضچه‌ها عموماً "با نسبت طول به عرض 2:1 تا 3:1 ساخته می‌شوند. برخی طراحان بزرگ نظیر Monk نسبت 6:1 تا 7:1 را جهت از عمل میان‌بردن، پیشنهاد می‌کنند. در صورت طراحی مناسب ورودی و خروجی، این حوضچه‌ها، رژیم جریان ایده‌آلی را ایجاد خواهند کرد. علاوه بر مزیت فوق، هزینه‌ی ساختمانی نسبتاً کم این حوضچه، به خصوص در واحدهای دوتایی به دلیل استفاده از دیوار مشترک در

مقایسه با حوضچه‌های دایره‌ای، انتخاب این حوضچه را پررنگ‌تر می‌نماید. حوض‌های پیش‌ته‌نشینی مجهز به دریچه‌ی آب، شیر تخلیه (و شیر شستشو) می‌باشند.

حوض‌های پیش‌ته‌نشینی با مقطع مستطیلی دارای شیب در جهت عکس حرکت آب می‌باشند.

ب - حوضچه‌های دایره‌ای:

این حوضچه‌ها در انواع تزریق مرکزی و تزریق محیطی وجود دارند. حوضچه‌های تزریق مرکزی دارای عمل میان‌بر کمتری می‌باشند گرچه حوضچه‌های ته‌نشینی تزریق مرکزی معمول‌تر می‌باشند. حوضچه‌های مستطیلی نسبت به دایره‌ای در عمل ته‌نشینی، جریان ایده‌آل‌تری ایجاد می‌نمایند ولی امکانات لجن‌روبی در حوضچه‌های دایره‌ای بیشتر می‌باشد.

بهره‌برداری:

در موقع شروع بهره‌برداری از یک حوض ته‌نشینی، آب را به تدریج در حوض وارد می‌کنند تا حوض به آرامی پر شود. در این حالت دریچه‌ی خروج آب از حوض پیش‌ته‌نشینی کاملاً باز می‌شود. برای شستشوی حوض پیش‌ته‌نشینی، 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 باز می‌کنند که آب را از مثلاً "حوض مجاور که در حال بهره‌برداری است دریافت کند. جریان آب، گل و لای و ماسه ته‌نشسته را در امتداد شیب کف حوض به طرف مجرای خروجی براند و از شیر تخلیه خارج شود. در نوعی که مجهز به لجن‌روب مکانیکی است این لجن‌روب به‌طور دائم در حوضچه در حال حرکت است و لجن‌ها را به سمت عمیق حوضچه هدایت می‌کند. وقتی که حجم لجن‌ها افزایش پیدا کرد، شیرهای خروجی لجن باز شده و لجن‌ها با فشار استاتیکی آب به بیرون هدایت می‌شوند



## سیستم اختلاط سریع: (Flash Mixer)

هدف از عمل اختلاط، علاوه بر اختلاط سریع داروهای شیمیایی با آب، توزیع یکنواخت دارو در آب به منظور ناپایدار کردن کلویدها می باشد. این عمل در واحد اختلاط سریع با افزودن مواد منعقدکننده به آب خام و به هم زنی آن صورت می گیرد. اختلاط سریع عموماً "اولین فرایند تصفیه است. این مرحله برای اختلاط سریع و کامل منعقدکننده ضروری است و عدم اختلاط کامل، باعث افزایش کدورت آب خروجی و ازدیاد مصرف ماده دلمه ساز می شود. مهم ترین عوامل موثر در انعقاد عبارتند از: نوع ماده منعقدکننده، میزان تزریق، غلظت محلول، تغییرات PH، سرعت و مدت به هم زنی، درجه حرارت آب، میزان و اندازه مواد معلق. تاثیر عوامل متعدد بر پدیده ی انعقاد و پیچیدگی مکانیسم های عمل سبب شده است که مبنای تئوریک منسجم و مورد قبول همگانی برای طراحی این واحد وجود نداشته باشد. شناخته شده ترین مبنای تئوریک برای طراحی به هم زنی، بر اساس مطالعات کمپ و گرادیان سرعت می باشد. زمان ماند در حوضچه ی اختلاط سریع (طبق نشریه 121 وزارت نیرو) کمتر از 30 ثانیه، مقادیر پیشنهادی توسط سازندگان اروپایی حدود 60 ثانیه و برخی تحقیقات جدید، زمان ماند در حد کسری از ثانیه را توصیه می کنند. در اختلاط توسط همزن مکانیکی، سرعت همزن های مکانیکی با تغییرات دبی آب، درجه حرارت، کیفیت و کدورت آب قابل تغییر است و در نتیجه سیستم در مقابل تغییرات دبی مقاوم است. به طور نمونه مشخصات یک همزن اختلاط سریع به صورت زیر می باشد:

- زمان توقف : 30 ثانیه

- گرادیان سرعت : 400 دور بر ثانیه

- قدرت جذب شده روی محور : 1/9 کیلووات

- ابعاد ۲/۱ \* ۲/۱ \* ۲/۱ متر

- نوع به هم زن : محوری

سرعت اختلاط به زمان تماس و شیب سرعت بستگی دارد:

$$G = (P / (\mu \cdot V))^{1/2} = ((hL \gamma) / (t \cdot \mu))^{1/2}$$

G: شیب سرعت (S-1)

P: توان به کار رفته (وات)

V: حجم ناحیه‌ی اختلاط ( $m^3$ )

hL: افت هد در اختلاط (m)

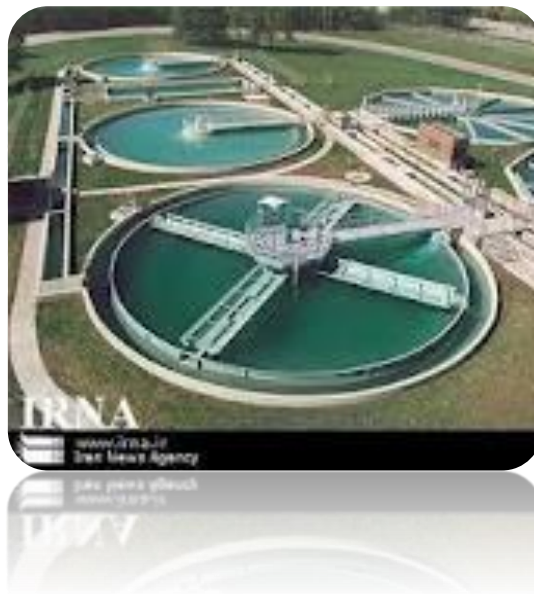
t: زمان ماند (s)

$\mu$ : ویسکوزیته آب ( $N \cdot s / m^2$ )

- برای ایجاد یک اختلاط موثر، زمان ماند t در واحد اختلاط باید بین 10 تا 30 ثانیه باشد.

- شیب سرعت : G : محدوده‌ی شیب سرعت مناسب در واحد اختلاط بین 100 تا 1000 بر ثانیه می‌باشد که بهترین محدوده‌ی آن بین 700 تا 1000 است.

- حاصل ضرب :  $G * t$  به دلیل وابستگی گرادیان سرعت به زمان ماند، هر چه زمان ماند کمتر باشد، گرادیان سرعت بیشتر می‌شود و برعکس. برای ایجاد یک اختلاط کامل، حاصل ضرب دو پارامتر فوق باید بین 30000 تا 60000 باشد.



## واحد زلال‌ساز یا کلاریفایر (Clarifier):

آب پس از گذر از حوضچه‌ی اختلاط سریع، وارد واحد زلال‌ساز می‌شود. این واحد از دو قسمت لخته‌سازی و ته‌نشینی تشکیل شده است. در قسمت لخته‌سازی با کمک تجهیزات مکانیکی مانند یک میکسر و یا ایجاد شرایط خاص، لخته‌ها شکل گرفته و در قسمت ته‌نشینی فرو می‌نشینند.

در گذشته دو روند دلمه‌سازی (Coagulation) و لخته‌سازی (Flocculation) یک روند تلقی می‌شدند ولی امروزه پس از شناخت مکانیسم آن‌ها، هر یک مفهوم جداگانه‌ای پیدا نموده است. در حال حاضر نیز به سبب آن‌که در غالب طرح‌ها، دو روند لخته‌سازی ته‌نشینی (Sedimentation) در یک واحد ساختمانی انجام می‌گیرد به مجموعه‌ی دو روند، زلال‌سازی (Clarification) گویند. در عمل، دلمه‌های تشکیل شده در واحد اختلاط زلال‌ساز، بر اثر به‌هم‌زنی با پره‌های افقی یا قائم، به هم نزدیک شده و لخته‌های بزرگ قابل ته‌نشینی ایجاد می‌کند. رسوب دادن لخته‌های تشکیل شده در قسمت ته‌نشینی واحد زلال‌ساز انجام می‌گیرد. ته‌نشینی به عوامل متعددی مانند بار وارده، کیفیت آب، درجه حرارت آب، اندازه‌ی لخته‌ها و چگونگی جریان آب بستگی دارد. حدود 90 تا 98 درصد لخته‌های تشکیل شده باید در این واحد ته‌نشین گردند. انواع مختلفی از زلال‌سازها با موفقیت در نقاط مختلف ایران و جهان ساخته شده و مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند که می‌توان آن‌ها را به دو دسته‌ی کلی زیر تقسیم‌بندی نمود:

زلال‌ساز با بستر لجن (Sludge blanket) که در این سیستم، آب حاوی لجن از قشری از لجن شناور به‌نام پتوی لجن می‌گذرد و لخته‌ها را در جریان بالارونده‌ی آب بر جای می‌گذارد.

زلال‌ساز با تماس لجن (Solid Contact) که در این سیستم، لجن غلیظ حاصل در روند تصفیه به جداسازی مواد معلق کمک می‌کند.

## زلال‌سازی با بستر لجن (Sludge blanket):

در این روش، آبی که تا حدی منعقد شده است از درون بستر لجن عبور می‌کند. به دلیل خاصیت چسبندگی لجن، لخته‌های آب، جذب بستر شده و آب زلال به طرف بالا جریان می‌یابد و به این ترتیب زمان ته‌نشینی کاهش می‌یابد. جابجایی لجن به تبعیت از سرعت تنظیم شده‌ی جریان آب، مانع متراکم شدن لجن‌های ته‌نشینی در کف حوض می‌گردد و تخلیه‌ی قسمتی از لجن که در اثر جذب مواد معلق، سنگین شده و ته‌نشین شده است به راحتی مقدور است.

دو نوع از این زلال‌سازها در جهان شناخته شده است که به شرح زیر می‌باشند:

- زلال‌سازهای ضربانی ( بدون لجن‌روب و به طریقه‌ی مکانیکی (Pulsator clarifier) )



- زلال‌سازهای ته صاف (با لجن‌روب و به طریقه‌ی هیدرولیکی (Flat bottomed clarifier) )

زلال‌سازی با بستر لجن دارای مزایا و معایبی به شرح زیر می‌باشد:

مزایا:

- زلال‌سازی آب به نحو موثری با داشتن سطح و حجم نسبتاً کم انجام می‌پذیرد.

- با تغییرات محدود در جریان و کیفیت آب خام، قابلیت تطابق دارد.

- اجرای ساختمانی آن به علت مستطیلی بودن شکل آن آسان‌تر است.

- بهره‌برداری از این سیستم آسان می‌باشد.

معایب:

- در برابر تغییرات درجه حرارت و مواد معلق بالا حساس است.

- در مقایسه با حوض‌های ته‌نشینی متعارف، در این زلال‌سازها، هزینه‌ی تعمیرات بالاتر بوده و به بهره‌بردار ماهرتری نیاز دارد.

- جهت تشکیل بستر لجن به 2 تا 3 روز زمان نیاز است.

- در صورت از بین رفتن بستر، تشکیل مجدد بستر، مصرف مقادیر زیادی مواد شیمیایی لازم است.

- تمیز کردن زلال‌سازهای ضربانی به لحاظ لوله‌های کف حوضچه آسان نمی‌باشد.

زلال‌سازهای پولساتور و ته صاف: (pulsator & flat bottomed clarifier)

در زلال‌سازهای ضربانی که نمونه‌های آن در تهران، کرمانشاه و بندرعباس مورد استفاده قرار گرفته است، آب مخلوط شده با مواد منعقدکننده از زیر بستر لجن و از طریق لوله‌های مشبکی وارد حوض می‌شود که در سرتاسر حوض تعبیه شده‌اند. بر روی روزنه‌ها نیز پالونک‌هایی جهت کنترل سرعت آب قرار می‌گیرند. جهت کنترل میزان لجن نیز، هوپرهایی در قسمت بستر وجود دارد که در صورت زیاد شدن حجم لجن، لجن به داخل هوپر سرریز می‌کند و خارج می‌شود. آب زلال‌شده نیز در قسمت سطحی این واحد توسط کانال‌های مشبک جمع‌آوری می‌گردد. پمپ خلاء موجود در این نوع زلال‌سازها نیز با عمل خلاء و رفع خلاء خود سبب نوسانات بستر لجن گشته و سبب سهولت در امر حرکت آب از بین بستر خواهد شد. در زلال‌سازهای ته‌صاف، ورود آب مخلوط‌شده با مواد منعقدکننده از طریق کانال‌هایی انجام می‌شود که در سطح حوض قرار

دارند و لوله‌هایی که در این کانال‌ها از بالا به پایین تا عمق بستر لجن امتداد می‌یابند. حرکت آب از پایین به بالا، حرکت لازم برای انعقاد آب در بستر لجن را تامین خواهد نمود. در این نوع زلال‌سازها، لجن اضافی که سبب افزایش عمق بستر لجن بیش از حد مجاز می‌گردد در محفظه‌های خاص جمع‌آوری شده و تخلیه می‌گردد. جهت تخلیه‌ی لجن کف حوض نیز این کف را شیب‌دار ساخته و توسط لجن‌روب، لجن را در انتهای شیب در محفظه‌های مخصوص، جمع‌آوری و تخلیه می‌کنند و آب زلال‌شده نیز در قسمت سطحی این واحد توسط کانال‌های مشبک، جمع‌آوری می‌گردد. زلال‌سازهای ته‌صاف تاکنون در ایران مورد استفاده قرار نگرفته‌اند. برای این که با یک نمونه زلال‌ساز ضربانی آشنا گردیم، ابعاد آن را در یکی از تصفیه‌خانه‌ها به شرح زیر ارائه می‌کنیم:

-تعداد : دو واحد

-ابعاد : 19\*21 متر

-عمق مفید 4.1 متر

-زمان ماند : 1.5 ساعت

-بار سطحی ته‌نشینی : 2/76 متر در ساعت

-تعداد پمپ خلاء : 2 واحد

-ظرفیت هر یک : 1080 مترمکعب در ساعت

-قدرت موتور : 11 کیلووات

-میزان مواد معلق : 750 میلی‌گرم در لیتر

-میزان مواد جامد لجن : 38007 کیلوگرم در روز

-تعداد پمپ انتقال لجن : 1+1

-حجم لجن تولیدی : 1863 متر مکعب در ساعت

-ظرفیت پمپ : 150 مترمکعب در ساعت

-هد پمپ : 11/5 متر

مزایا و معایب زلال ساز پولساتور:

برخی از مهم ترین مزایای پولساتور به شرح زیر است:

- زمان ته نشینی کوتاه است بنابراین حجم این واحد کم می باشد.

- حجم لجن اضافی کم می باشد.

- زمین کمتری نیاز دارد.

- قدرت جداسازی مواد معلق آن از آب زیاد است.

- سرمایه گذاری اولیه در این زلال ساز کمتر است.

- تجهیزات مکانیکی کمتری نسبت به ساختمانی دارد.

برخی از مهم ترین معایب پولساتور نیز به شرح زیر هستند:

- انبساط لایه ی لجن نمی تواند از حد معینی تجاوز کند که در غیر این صورت باعث پراکندگی لجن می گردد.

- بهره برداری از آن نیاز به دقت و تجربه ی فراوان دارد.

- بهره برداری این گونه زلال سازها نیاز به تشکیل پتوی لجن دارد. ایجاد این پتو نیازمند 7 تا 20 روز است بنابراین در صورت که کدورت تنها در مواقع خاصی از سال بالا می رود به دلیل عدم تشکیل پتوی لجن در اغلب مواقع سال، به محض بالا رفتن کدورت آب، این واحدها عملکرد خوبی نخواهند داشت. همچنان که برخی از تصفیه خانه های موجود کشور که با این سیستم ساخته شده اند همواره با مشکل مواجه هستند. یکی از راه حل های موقت در حل این مشکل، ایجاد کدورت مصنوعی در سیستم به کمک کائولن و یا خاک رس می باشد.

- بهره برداری و نگهداری این نوع زلال سازها، همکاری دائمی بخش آزمایشگاه و واحد شیمیایی محلول ساز و نمونه برداری های مداوم از لجن آب را می طلبد و از این جهت بهره برداری آن دارای مشکلات عدیده ای است.

- در صورت وجود گازهای فرار در آب، خصوصا "آبی که مرحله ی هوادهی را طی نکرده باشد و آزاد شدن این گازها از آب، ممکن است باعث پراکندگی پتوی لجن گردد.

## زالال‌ساز با تماس لجن (Solid Contact Clarifier)

در انواع زالال‌سازهای با روش برخورد لجن، عمل اختلاط، انعقاد و ته‌نشینی در زالال‌ساز انجام می‌گیرد. در زالال‌سازهای با تماس لجن، آب ورودی بعد از اختلاط با مواد شیمیایی به منظور سرعت بخشیدن به تشکیل لخته‌ها، در تماس با لجن‌هایی که قبلاً از تصفیه‌ی آب به‌دست آمده‌اند و در زالال‌ساز موجودند، قرار می‌گیرد. این نوع زالال‌سازها به نام‌های مختلفی وجود دارند که به شرح زیر هستند:

- بدون لجن‌روب و با چرخش لجن

- با لجن‌روب و با تماس لجن

مزایا و معایب این زالال‌سازها به شرح زیر می‌باشند.

معایب :

- طراحی و اجرای ساختمان زالال‌ساز پیچیده است.

- بهره‌برداری از آن‌ها نسبتاً مشکل بوده و نیاز به تخصص خاص دارد.

- با تغییرات مداوم شرایط آب خام در هنگام بهره‌برداری، این نوع زالال‌سازها نیاز به مراقبت خاص دارند.

مزایا:

- تجربه‌ی بهره‌برداری از آن در ایران وجود دارد.

- در مقابل تغییرات دبی، مواد معلق و درجه حرارت، قابلیت انعطاف نسبتاً خوبی دارد.

- جمع‌آوری و تخلیه‌ی لجن در زالال‌سازهای با لجن‌روب ساده‌تر است.

در نوع بدون لجن‌روب که به نام‌های تجاری اکسیلاتور (Accelerator) و اکسانتریفلاک (Accentrifloc)

موسوم هستند، قسمتی از لجن‌های ته‌نشین‌شده در اثر چرخش آب که ناشی از حرکت هم‌زن است به ناحیه‌ی اختلاط و انعقاد راه‌یافته و در فعل و انفعال مربوط به لخته‌سازی شرکت می‌کند. نوع با لجن‌روب این زالال‌سازها با نام‌های گوناگون و در تنوع و اشکال مختلف ساخته شده است که متداول‌ترین آن‌ها سانتریفلاک (Centrifloc) و کلاریفلوکولاتور (Clarifloculator) است. در قسمت مرکزی این واحد عمل انعقاد صورت می‌گیرد و سپس آب از قسمت پایین از زیر دیواره‌ی جداکننده وارد قسمت ته‌نشینی

می‌گردد. آب زلال‌شده در قسمت بالا از طریق سرریزهای شعاعی، جمع‌آوری شده و به کانال اصلی جمع‌آوری آب زلال در وسط منتقل شده و از آن‌جا خارج می‌شود. کف این نوع زلال‌سازها دارای شیب ملایمی به طرف تخلیه‌ی مرکزی می‌باشد و یک لجن‌روب با حرکت چرخشی دایره‌ای، توسط تیغه‌های مورب، لجن را به داخل محفظه‌ی لجن هدایت می‌کند.

### فلوکلاریفایرها یا کلاریفلوکولاتور (Clarifloculator)

در این نوع حوضچه‌ها، واحدهای انعقاد و ته‌نشینی به هم مرتبط می‌باشند. فلوکلاریفایر به صورت واحدهای انعقاد و پیش‌ته‌نشینی دایره‌ای هم‌مرکز ساخته می‌شوند. این حوضچه‌ها دارای واحد اختلاط نمی‌باشند و باید اختلاط مواد شیمیایی با آب در حوضچه‌های جداگانه‌ای انجام گرفته و آب مخلوط با مواد شیمیایی بایستی از واحد اختلاط سریع به واحد انعقاد و سپس واحد ته‌نشینی هدایت شود. در این نوع کلاریفایرها، آب توسط لوله‌ای که به مرکز فلوکلاریفایر مرتبط است وارد قسمت هودی شکل وسط شده و سپس به صورت جریان بالارونده، وارد قسمت انعقاد می‌گردد. سپس آب از طریق سرریزهای واحد انعقاد به بخش ته‌نشینی منتقل می‌گردد و در این بخش نیز جریان به صورت رو به بالایی باشد. در این بخش، لخته‌ها ته‌نشین و متراکم شده و آب زلال‌شده از طریق سرریزهای محیطی به لاندرهای جمع‌آوری ریخته و به سمت واحد فیلتراسیون هدایت می‌شود. جمع‌آوری لجن در این واحدها توسط پل‌های گردنده‌ی مجهز به لجن‌روب صورت می‌گیرد. مقدار شدت سرعت در واحد انعقاد دایره‌ای، باید بین 20 تا 60 در ثانیه باشد. زمان ماند بین 20 تا 60 دقیقه و حاصل‌ضرب دو پارامتر فوق بین 10000 تا 150000 باشد. میزان بار سطحی برای واحد ته‌نشینی برابر با 60 مترمکعب بر مترمربع در روز و زمان ماند حدود 2 ساعت و بار سرریز حدود 170 مترمکعب بر متر در روز می‌باشد.



## فیلتراسیون

مقدمه:

فرایندهای انعقاد، ذره‌سازی و ته‌نشینی، اغلب مواد کلوییدی را حذف می‌کنند که باعث ایجاد کدورت می‌شوند. حذف بیشتر و موثرتر این ذرات با استفاده از صافی یا فیلتر امکان‌پذیر است.

فیلتر کردن یکی از قدیمی‌ترین روش‌های تصفیه‌ی آب است. در حقیقت فیلتراسیون، مکانیزم تصفیه‌ی آب طبیعی است. جریان آب از میان ماسه‌های متخلخل و ترکیبات سنگی درون زمین، عبور کرده و پاک و تمیز می‌شود. مراحل فیلتراسیون در تصفیه‌ی آب شامل گذر آب از میان بستر دانه‌ای مانند ماسه، آنتراسیت و ... می‌باشد. هنگامی که آب از میان بستر می‌گذرد، ذرات معلق در فضای خالی حفره‌های بستر گیر افتاده و از آب جدا می‌گردند. تئوری‌های عمومی مکانیزم‌هایی را که در حذف مواد جامد نقش دارند به صورت زیر بیان می‌کنیم:

-غربال کردن

-ته‌نشینی

-فشرده‌گی

-ممانعت یا حائل شدن

در روند تصفیه‌ی فیزیکی آب، فیلتر آخرین مرحله است و مواد معلق که از واحدهای ته‌نشینی خارج می‌شوند در این مرحله از آب جدا می‌گردند. عوامل زیر در عملکرد فیلترها دخالت مستقیم دارد:

-درجه حرارت آب

-غلظت مواد معلق

-کیفیت چسبندگی ذرات

-اندازه و نوع ذرات معلق موجود

-ارتفاع بستر

-اندازه‌ی ذرات بستر و تخلخل آن

-نازلها

-ارتفاع آب و غیره

فیلترها بر سه نوع هستند:

-فیلتر شنی تحت فشار

-فیلتر شنی ثقیلی کند

-فیلتر شنی ثقیلی تند

قسمت شانزدهم : فیلترهای تحت فشار (Pressure filter)

قسمت‌های تشکیل‌دهنده‌ی یک فیلتر شامل بستر ماسه‌ای، تجهیزات جمع‌آوری آب صاف شده، تجهیزات شستشوی فیلتر و جمع‌آوری پساب شستشو می‌باشد. این فیلترها از یک استوانه‌ی فلزی تشکیل شده که در دو انتها به عدسی ختم می‌شود و به ابعاد مناسب با آب‌دهی ساخته می‌شود و ممکن است ایستاده و یا خوابیده (روی محور افقی) با پایه‌ای بلندتر از کف زمین ساخته شود. جریان آب ورودی به فیلتر ممکن است به تبعیت از اختلاف سطح منبع آب و محل استقرار فیلتر تامین شود و یا با استفاده از فشار مناسبی که از طریق خطوط لوله‌ی انتقال آب و یا پمپ تامین گردد. آب ورودی به فیلتر از لایه‌ی صاف‌کننده و در جهت بالا به پایین جاری خواهد شد و لایه‌ی صاف‌کننده ممکن است با دانه‌بندی یکنواخت و یا چندلایه با دانه‌بندی‌های متفاوت طراحی شود. فیلترهای تحت فشار دارای دریچه‌ی مناسب برای داخل کردن شن و ماسه و بازدید و یا خارج کردن شن و ماسه در مواقع لزوم هستند. این فیلترها دارای شیر آب ورودی، شیر خروج آب صاف، شیر ورود آب شستشو، شیر تخلیه و خروج آب شستشو هستند. در بالاترین نقطه‌ی صافی، یک شیر تخلیه‌ی هوا وجود دارد که ممکن است به‌طور خودکار عمل نماید. علاوه بر وسایل بالا، صافی ممکن است دارای فشارسنج و کنتور آب و دستگاه سنجش افت فشار باشد. مهم‌ترین تفاوت بین فیلترهای ثقیلی و تحت فشار عبارتست از فشار مورد نیاز برای راندن

آب به میان لایه‌های فیلتر و گذر از آن و همچنین نوع محفظه‌ی استفاده شده برای فیلترها. فیلترهای ثقیلی، عموماً بین 0/2 تا 0/3 bar، فشار نیاز دارند و در یک تانک با سطح آزاد فولادی یا بتنی قرار دارند. فیلترهای تحت فشار عموماً در شرایطی کاربرد دارند که آب ورودی دارای فشار بیشتر از 0/3 bar است و قرار نیست که فشار پس از فیلتر صفر گردد. به دلیل قیمت بالای ساختمان محفظه‌ی تحت فشار، فیلترهای تحت فشار به صورت تیپ، تنها در تصفیه‌خانه‌های کوچک آب و عموماً در کارخانه‌ها کاربرد دارند در حالی که فیلترهای ثقیلی کاربردهای گسترده‌تری دارند. به هر حال استفاده از فیلترهای تحت فشار برای تصفیه‌ی آب‌های سطحی و برای اجتماعات شهری دارای نقطه‌ضعف‌هایی است که نمی‌توان آن‌ها را نادیده گرفت و

بسیاری از مراجع، کاربرد آن‌ها را مورد تایید قرار نمی‌دهند.

به‌طور کلی فیلترهای تحت فشار نسبت به فیلترهای ثقلی دارای معایب زیر هستند:

- از این نوع صافی‌ها غالباً "در مواردی که آب ورودی به فیلتر تحت فشار باشد استفاده می‌شود.

- بازده این نوع فیلترها نسبت به نوع ثقلی، کمتر است.

- در عملیات شستشوی فیلتر، معمولاً "بخشی از مصالح ریزدانه‌ی ماسه با آب شستشو از فیلتر خارج می‌گردد بنابراین به‌طور مرتب جایگزینی ضروری است.

- عملیات صاف کردن و شستشوی فیلتر را نمی‌توان به‌طور مستقیم نگاه کرد و از کیفیت و سودمندی کار آگاه شد.

نحوه‌ی شستشوی فیلترهای تحت فشار:

پس از مدت زمانی که از بهره‌برداری این فیلترها بگذرد، فیلترها نیاز به شستشو

دارند. این زمان بستگی به کیفیت و میزان آب تصفیه شده دارد. در این حالت لایه‌ی

ماسه‌ی فیلتر، گرفته شده و خوب عمل نمی‌کند. در این حالت که معمولاً "بر اساس تجربه

و یا افت فشار داخل فیلتر مشخص می‌گردد، فیلتر نیاز به شستشو دارد که با جریان دادن

هوا و سپس آب در عکس جهت فیلتر کردن، به ترتیب زیر انجام می‌گیرد:

- شیر آب خام ورودی به فیلتر بسته می‌شود.

- شیر خروج آب صاف نیز بسته می‌شود.

- شیر تخلیه‌ی هوا باز می‌شود و هوا به میان ذرات ماسه دمیده (air)

(blowing) می‌شود تا ماسه‌ها چسبندگی خود را از دست بدهند.

- شیر خروجی آب شستشو (back-wash water) باز می‌شود.

- شیر ورودی آب شستشو باز می‌شود و عملیات شستشوی ماسه‌ها با آب تمیز شروع



می‌گردد.

پس از مدت زمان معینی که عملیات شستشو انجام گردید شیرهای ورودی هوا و ورودی و خروجی آب شستشو بسته می‌شوند و شیر خروجی آب تصفیه و سپس شیر ورودی آب خام نیز باز می‌شوند و عملیات تصفیه‌ی آب دوباره آغاز می‌شود.

### فیلترهای شنی ثقیلی کند (Slow Sand Filter)

همان‌طور که قبلاً" گفتیم فیلترهای شنی ثقیلی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

#### -فیلتر شنی ثقیلی کند (Slow Sand Filter)

##### -فیلتر شنی ثقیلی تند

فیلتر ثقیلی کند، فیلتری است که مقدار جریان آب در آن به اندازه‌ای کم باشد که امکان تشکیل لایه‌ی بیولوژیکی در سطح ماسه را فراهم نماید. این لایه‌ی بیولوژیکی موجب جذب و جداسازی مواد معلق در آب خواهد شد. استفاده از این فیلترها در شرایطی که مقدار متوسط سالانه مواد معلق، کمتر از 10 میلی‌گرم در لیتر باشد و یا حداکثر کدورت، 50 واحد باشد، مطلوب است. در صورت استفاده از این فیلترها، نیازی به انعقاد شیمیایی و ته‌نشینی قبلی نمی‌باشد. این فیلترها فاقد سیستم شستشوی معکوس بوده و به جای آن از تعویض دوره‌ای لایه‌ای از ماسه استفاده می‌شود. این نوع فیلترها با توجه به سادگی بهره‌برداری آن، برای تصفیه‌خانه‌های کوچک مناسب می‌باشد. به شرطی که زمین کافی موجود باشد و اگر ظرفیت تصفیه‌خانه بالا باشد از این نوع فیلتر استفاده نمی‌شود.

#### فیلتر شنی ثقیلی تند (Rapid Sand Filter)

فیلترهای ثقیلی شنی تند، متداول‌ترین روش فیلتر کردن آب می‌باشند. در این فیلترها، آب زلال که هنوز مقداری کدورت دارد (حداکثر 10 واحد (JTU) از فیلترهای شنی عبور داده می‌شود و کدورت آن به کمتر از یک واحد جکسون کاهش می‌یابد. مصالح فیلتر، ماسه از جنس سنگ سیلیس با درجه‌ی خلوص 98 درصد می‌باشد. فیلترها جوری در نظر گرفته می‌شوند که هر دو بستر فیلتر بتواند از نظر بهره‌برداری و شستشوی معکوس توأماً" مورد استفاده قرار گیرد. کف فیلترها را از معمولاً" از بتون یا مواد پلاستیکی و غیره می‌سازند

و در هر مترمربع آن، 60 تا 90 عدد نازل پلاستیکی (Hope) جهت خروج آب صاف، قرار داده می‌شود. نازل‌ها ممکن است به صورت کوتاه یا دنباله بلند به کار برده شوند که انتهای آن‌ها داخل آب صاف شده‌ی زیر فیلتر قرار دارد. پس از مدتی که فیلتر کار می‌کند، فاصله‌ی بین ماسه‌های بستر فیلتر به تدریج توسط مواد معلق منعقد شده، گرفته می‌شود و سبب افزایش افت فشار و کاهش عبور آب از لابه‌لای ذرات می‌گردد. پس از مدتی در بستر فیلتر، کاملاً گرفتگی ایجاد می‌شود که در این مقطع باید بستر فیلتر، شستشو داده شود. شستشوی فیلتر حداکثر 20 دقیقه طول خواهد کشید که توسط شستشوی معکوس و با استفاده از تزریق هوا و آب، با فشار مواد معلق و منعقد شده در لابه‌لای بستر فیلتر از آن جدا می‌شود و فیلتر دوباره آماده‌ی بهره‌برداری می‌شود. در زیر فیلترها که محل جمع آوری آب صاف شده است، لوله‌های انتقال آب و هوای شستشوی معکوس قرار می‌گیرند.



واحد سالم‌سازی آب (کلر زنی)

کلیات:

هیچ یک از واحدهای تصفیه‌ی آب به تنهایی یا به صورت مرکب، در یک تصفیه‌خانه‌ی آب نوشیدنی، قادر

نخواهد بود 100٪ باکتری‌های بیماری‌زای آب را بگیرد. در ضمن چون خطر آلودگی مجدد در شبکه‌ی توزیع وجود دارد، افزودن یک ماده‌ی گندزدا به آب ضرورت دارد. برای سالم‌سازی و کنترل مواد آلی و جانوران ذره‌بینی آب از گاز کلر استفاده می‌شود. تزریق محلول گاز کلر، قبل و بعد از روند تصفیه‌ی فیزیکی آب انجام خواهد شد. کلرزنی اولیه برای کاهش میکروارگانیسم‌ها و تبدیل آمونیاک و نیتريت آب خام به نیترات انجام می‌گیرد ولی کلرزنی ثانویه برای از بین بردن کامل آلودگی‌های باقی‌مانده و سالم‌نگهداشتن آب صاف انجام می‌گیرد. تجهیزات و تاسیسات کلرزنی اولیه و ثانویه در یک واحد قرار می‌گیرند که این واحد از دو قسمت اتاق کلریناتور و انبار ذخیره‌ی کپسول‌ها تشکیل می‌شود. معمولاً "اتاق کلرزنی به جرثقیل سقفی 6 حرکتی برقی 2 تنی جهت جابجایی کپسول‌ها مجهز می‌شود. وسایل ایمنی برای مواقع نشت کلر در نظر گرفته می‌شود که شامل نشت‌یاب با اعلام وضعیت انتشار گاز کلر و وسایل اضطراری مبارزه با نشت گاز کلر می‌باشند. برای مقابله با نشت گاز کلر از کپسول‌ها و همچنین مسیر لوله‌های انتقال گاز، مواردی مانند دوش اضطراری، حوضچه‌ی آهک و وسایل تهویه در نظر می‌گیرند. مطابق استاندارد، آب خروجی تصفیه خانه (که کدورتی کمتر از یک واحد NTU دارد) باید دارای مقداری کلر باقیمانده آزاد (بین PPM 0.2\_0.8 برای ضد عفونی کردن منابع و خط لوله‌های انتقال آب تا منازل شهروندان باشد. میزان کلر باقیمانده آزاد در خروجی وسط دستگاه کلرسنج به صورت لحظه‌ای اندازه‌گیری می‌شود.

## واحد کلر زنی

### مقدمه :

آب ترکیبی حیاتی است که حدود 60 تا 70 درصد وزن انسان بالغ را تشکیل می‌دهد و بعد از اکسیژن مهم‌ترین ترکیب برای زیستن می‌باشد و بهداشت همگانی اجتماعات انسانی در درجه‌ی اول به وجود و فراوانی و در دسترس بودن آب سالم بستگی دارد. آلاینده‌هایی که ممکن است در منابع آب موجود باشند شامل مواد معدنی و آلی، گازهای محلول و باکتری‌های بیماری‌زا می‌باشند که بایستی با توجه به نتایج آزمایش آب خام منبع مورد استفاده، عمل تصفیه‌ی فیزیکی و شیمیایی مناسب برای آن پیش‌بینی شود. اگر چه در تصفیه‌ی فیزیکی (ته نشینی و صاف کردن) ذرات معلق و تعدادی از باکتری‌ها و موجودات زنده از آب جدا می‌شوند و لیکن برای اطمینان از سالم بودن آب برای آشامیدن و مصارف بهداشتی و تفریحی و ورزشی، گندزدایی آن یک ضرورت است. مقصود از گندزدایی آب آشامیدنی، از بین بردن عوامل بیماری‌زا (پاتوژن) و جلوگیری از شیوع بیماری‌های قابل انتقال بوسیله آب است. در حال حاضر استفاده از کلر برای گندزدایی به دلیل ارزان بودن و قدرت میکروب کشی و اثر ابقایی نسبتاً خوب آن، متداول‌ترین روش در دنیا و از جمله کشور ما می‌باشد. کلر را می‌توان به صورت گاز کلر ( $Cl_2$ ) و یا به صورت ترکیب هیپوکلریت کلسیم  $Ca(OCl)_2$  و یا هیپوکلریت سدیم  $NaOCl$  در گندزدایی آب بکار برد و در تصفیه‌ی آب آشامیدنی شهرها و مصارف صنایع بزرگ، کلرزنی غالباً به صورت گاز کلر انجام می‌شود. کلر، گازی است خطرناک و کار

با آن نیاز به احتیاط‌های لازم دارد. از آنجایی که کلر، گازی جذب شونده، محرک و خفه کننده برای انسان است، حد مجاز آستانه (TLV) آن در هوای استنشاقی، معادل 3 میلی گرم در مترمکعب تعیین شده است. تنفس گاز کلر به مقدار زیاد باعث مسمومیت بسیار شدید شده و گاهی مرگ آور است. به طور کلی ایمنی و بهداشت عمومی و محیط کار در تصفیه خانه‌ها ارتباط مستقیمی به چگونگی طراحی ساختمان و رعایت ضوابط ایمنی کار با گاز کلر دارد. لذا به منظور پیشگیری از بروز احتمالی حوادث و خطرات جانی و مالی ناشی از نشت گاز در محیط کار و محیط زیست، آتش سوزی و انفجار و تامین سلامت کارکنان و ساکنان اطراف، تدوین اصول طراحی ایمنی و بهداشت ساختمان واحد کلرزن در تصفیه آب آشامیدنی یک ضرورت است.

واحد کلر زنی - فضاهای تشکیل دهنده واحد کلر زنی گازی

واحد کلر زنی بخشی از سیستم تصفیه آب آشامیدنی و بهداشت است ( برای گندزدایی شیمیایی آب) که شامل قسمت‌های زیر می باشد:

1- اتاق استقرار سیلندرهای آماده مصرف

2- اتاق کلر زنی

3- انبار نگهداری سیلندرهای گاز کلر

4- اتاق فرمان و کنترل

5- حوضچه خنثی سازی

1- اتاق استقرار سیلندرهای آماده مصرف

به اتاقی مسقف و ایمن اتلاق میگردد که بر حسب مصرف آب مورد نیاز، یک یا چند سیلندر یک تنی یا با حجم کمتر بر روی حداقل دو واحد سکوی ویژه مستقر شده باشند.

2- اتاق کلر زنی

به فضای مسقف و ایمن در واحد کلر زنی اتلاق می گردد که عمل تزریق گاز کلر به منظور گندزدایی و سالم سازی آب آشامیدنی به وسیله دستگاه‌های کلر زنی خودکار و سیستم‌های کنترل و ایمنی مربوطه در این اتاق انجام می شود.

نمای یک دستگاه کلریناتور گازی

### ۳- انبار نگهداری سیلندرهای گاز کلر

به فضای مسقف و ایمن در واحد کلرزی اتلاق می شود که سیلندرهای گاز کلر اعم از خالی یا پر طبق ایمنی در آن نگهداری می گردد.

### 4- اتاق فرمان و کنترل

فضای مسقف و ایمن در واحد کلرزی است که از طریق پنجره‌های شیشه‌ای بسته، مشرف به اتاق استقرار سیلندرها و اتاق کلرزی بوده و شخص یا اشخاص اداره کننده، در آن مستقر می‌باشند.

### 5- حوضچه‌ی خنثی سازی

حوضچه‌ای است که نزدیک اتاق کلرزی و انبار سیلندرهای گاز کلر ساخته می‌شود و همواره دارای آب آهک و یا ترجیحاً سود، در حد اشباع می‌باشد تا در مواقع بروز نشت گاز، با غوطه‌ور کردن سیلندر در آن، موجب خنثی کردن نشتی گاز کلر از سیلندر گردیده و از آلوده شدن کار و محیط زیست به گاز کلر جلوگیری به عمل آید.

- ساختمان واحد کلرزی بایستی مستقل از دیگر واحدها و ترجیحاً هم سطح زمین باشد.

- حداقل ابعاد اتاق استقرار سیلندرهای آماده مصرف 5\*3\*3 (طول، عرض، ارتفاع) متر باشد تا فضای کافی برای اپراتور جهت انجام تعمیرات یا تعویض سیلندر موجود باشد.

- پی ستون های استقرار سیلندرهای گاز، داری استحکام کافی باشد.

- دیوارهای جانبی اتاق استقرار سیلندرهای گاز و اتاق کلرزی حداقل به ضخامت 40 سانتیمتر و مجهز به یک لایه عایق حرارتی با ضخامت حداقل 2/5 سانتیمتر گردد.

- سقف اتاق استقرار سیلندرهای آماده‌ی مصرف و اتاق کلرزی به صورت شیب‌دار اجرا شود تا آب باران و برف در آبرو، به راحتی تخلیه گردد، هدف از این امر آن است که هیچ‌گونه رطوبتی بر روی کپسول های گاز کلر اثر گذار نباشد.

- سقف اتاق های استقرار سیلندرهای گاز کلرزی باید دارای عایق حرارتی باشد.

- در سقف اتاق استقرار سیلندرهای گاز آماده‌ی مصرف، شبکه افشانک آب (روش سقفی) مناسب تعبیه شود

تا در مواقع اضطراری (نشت گاز)، به منظور شستشوی گاز عمل نماید.

- مصالح ساختمانی مورد استفاده برای پوشش دیوارها، کف و سقف اتاق استقرار سیلندرهای آماده‌ی مصرف، کلرزی و انبار سیلندرهای گاز می بایست در برابر خوردگی و آتش مقاوم باشد.

- در ورودی برای حمل سیلندر به داخل و خارج انبار می‌تواند از نوع کشویی یا ریلی باشد ولی در خروج عادی و اضطراری کارکنان باید از نوع لولایی و به طرف بیرون باز شود.

- سیستم جمع آوری و دفع فاضلاب واحد کلرزی برای مواقع اضطراری پیش‌بینی شود.

- پیش‌بینی حوضچه‌ی خنثی‌سازی خارج از اتاق کلرزی با ابعاد حداقل  $3 * 1/5 * 3$  متر (طول، عرض، عمق) شود که همواره باید دارای آب آهک و یا ترجیحاً سود در حد اشباع باشد (برای غوطه ور کردن یک سیلندر یک تنی) همچنین شیر تخلیه در پایین‌ترین نقطه‌ی حوضچه، تعبیه گردد.

- محل انبار سیلندرهای کلر باید دور از محل رفت و آمد وسایل نقلیه‌ی عمومی باشد.

- محل نگهداری و استقرار سیلندرهای کلر بایستی دور از منابع تولید حرارت و تابش مستقیم نور خورشید باشد.

- سیلندرهای گاز، دور از لوله‌های بخار آب، رادیاتور، احاق گاز و یا بویلرها نگهداری شوند.

اتاق نگهداری سیلندرهای کلر و واحد کلرزی باید دارای دیوارهای بدون درز و شکاف باشد تا امکان نشت احتمالی گاز به اتاق‌های دیگر وجود نداشته باشد.

- اتاق استقرار سیلندرهای آماده‌ی مصرف و انبار، باید مجهز به جرثقیل سقفی از نوع هیدرولیکی یا الکتریکی چهار حالته باشد و تیری که جرثقیل بر روی آن نصب می‌گردد به گونه‌ای باشد که سیلندرهای اتاق استقرار سیلندرهای آماده‌ی مصرف و انبار را پوشش دهد. ضمناً اتصال بازوهای جرثقیل به کمربند سیلندرها باید به طور خودکار طراحی شود.

- دسته کنترل جرثقیل در خارج از اتاق استقرار سیلندرهای آماده مصرف و انبار و در کنار حوضچه‌ی خنثی سازی و درون محفظه مناسب قرار گیرد (طول کابل دسته کنترل به گونه‌ای انتخاب شود که اپراتور قادر به کار کردن با آن از فاصله‌ی دور باشد)

- حوضچه‌ی خنثی‌سازی، ترجیحاً در مقابل اتاق استقرار سیلندرهای آماده‌ی مصرف و انبار سیلندرها، طراحی و ساخته شود.

- کانال‌های تخلیه‌ی هوا، مجهز به فن مکنده در ارتفاع 20 سانتیمتری از کف اتاق استقرار سیلندرهای آماده‌ی مصرف و اتاق کلرزنی تعبیه شود و هوای خروجی می‌بایست به حوضچه‌ی خنثی سازی هدایت و بعد از آن به هوای آزاد تخلیه گردد.

- فن دمنده‌ی هوای آزاد باید نزدیک به سقف اتاق استقرار سیلندرهای آماده مصرف و اتاق کلرزنی نصب گردد.

- سیستم لوله‌کشی، ساده و دارای حداقل اتصالات و عایق در مقابل حرارت زیاد باشد و هرگز از لوله کشی طویل استفاده نشود.

- تابلوی برق و کلید قطع و وصل (تهویه و روشنایی) اتاق استقرار سیلندرهای آماده‌ی مصرف در خارج از آن نصب گردد. همچنین تجهیزات ایمنی مناسب برای تابلوهای برق شامل سیم ارت، کفیوش عایق، فیوز، کنتور فاز و ... منظور گردد.

روش های تشخیص نشت گاز کلر در واحد کلرزنی و مقابله با آن

-تشخیص گاز کلر در هوا از طریق حس بویایی

-تشخیص به‌وسیله‌ی معرف‌های شیمیایی، عملی‌ترین روش استفاده از یک پارچه آغشته به آمونیاک و قرار دادن آن سر یک چوب که با آن محل نشت گاز کلر را در مسیر اولیه و اتصالات می‌توان پیدا کرد(آمونیاک در مقابل گاز کلر تولید دود سفید می‌کند)

-استفاده از کاغذ آغشته به یدور پتاسیم و نشاسته( در صورت وجود کلر رنگ کاغذ، آبی می‌شود)

-در صورت نشت گاز کلر، اپراتور مجاز خواهد بود که دوش آب را بر روی سیلندر باز نماید، تا بدلیل کاهش حرارت بدنه سیلندر، گاز کمتری از آن خارج شود.

- ایجاد سیستم خودکار نشت یاب در واحد کلرزنی و انبار و کنترل مداوم آن توسط اپراتور و انبار دار.

- در موقع بروز خطر نشت گاز، ضمن رعایت اصول موارد ایمنی اولیه، باید به سازمان آتش نشانی اطلاع داده شود.

- در صورت نشت گاز، ضمن رعایت اصول موارد ایمنی اولیه، باید به سازمان آتش

- در صورت نشت گاز باید برای دور کردن افراد از محل خطر با به صدا در آوردن زنگ خطر اقدام گردد.
- در صورت نشت مایع کلر، کپسول را به نحوی قرار دهید که کلر به صورت گاز خارج شود در هر صورت هنگام خروج کلر مایع، از پاشیدن آب بر روی سیلندر جداً خودداری گردد.
- در زمان انجام تعمیرات، سیستم کلرزی تماماً از مدار خارج شود، سپس اقدام به تعمیر گردد.



مواد منعقد کننده مورد نیاز در تصفیه خانه:

مواد شیمیایی مورد استفاده برای انعقاد، نقش اساسی در تصفیه ی آب به عهده داشته و به دلیل نیاز دائمی، مصرف آن ها بر هزینه ی مستمر تصفیه ی آب، تاثیر قابل توجهی خواهد داشت. لذا تعیین نوع و مقدار مناسب این ماده، اهمیت زیادی دارد. جهت تعیین نوع و مقدار ماده ی منعقدکننده ی مناسب برای انعقاد مواد معلق از آزمون جار تست استفاده می شود. معروف ترین مواد شیمیایی که برای انعقاد مواد معلق آب آشامیدنی مصرف می شوند سولفات آلومینیوم (زاج) و کلروفریک می باشند. از آهک هم برای تنظیم PH استفاده می شود. با توجه به ترکیب شیمیایی آب و جنس مواد معلق آن، در صورت نیاز، مواد دیگری نیز برای کمک به بهبود شرایط لخته سازی و ته نشینی به آب افزوده می شود که از عمده ترین آن ها پلی الکترولیت را می توان نام برد.

مقایسه ی کلروفریک و سولفات آلومینیوم (آلوم):

حلالیت کلروفریک در محدوده ی PH آب های سطحی (7 تا 8) حدود 104 مرتبه کمتر از سولفات آلومینیوم است. فعالیت منعقدسازی کلروفریک در محدوده ی PH وسیع تری نسبت به سولفات آلومینیوم است. بر حسب تجربه ی موجود نسبت به آب های سطحی کشور، دیده شده است که معمولاً زمان تشکیل اولین لخته در شرایط استفاده از کلروفریک، کمتر از شرایط استفاده از سولفات آلومینیوم است به همین ترتیب، اندازه ی لخته ها، درشت تر و سرعت ته نشینی لخته ها نیز بیشتر از آلوم است. حذف کدورت و ذرات معلق با استفاده از کلروفریک، معمولاً مناسب تر از سولفات آلومینیوم است. میزان ماده ی منعقدکننده ی مصرفی در صورت استفاده از کلروفریک کمتر از آلوم است. تاثیر بهتر کلروفریک علاوه بر زدایش کدورت و ذرات معلق، در کاهش عوامل میکرو ارگانیسمی و پاتوژن ها هم عامل موثری است. همچنین شرایط مناسبی



را نیز برای ضد عفونی آب ایجاد می کند زیرا ذرات معلق، وسیله ی بسیار موثری برای ایجاد مصونیت در میکرو ارگانیسم ها در مقابل تاثیرات مواد ضد عفونی کننده می باشد. مصرف کلروفریک نسبت به آلوم در سال های اخیر، بیشتر شده است و دلیل آن با توجه به مزایای کلروفریک و گرایش به استفاده از آن به جای سولفات آلومینیوم در تصفیه خانه های آب می باشد .