

روش‌های شیرین سازی آب

Water Desalination Methods

تالیف و گردآوری

مهندس رضا مختاری

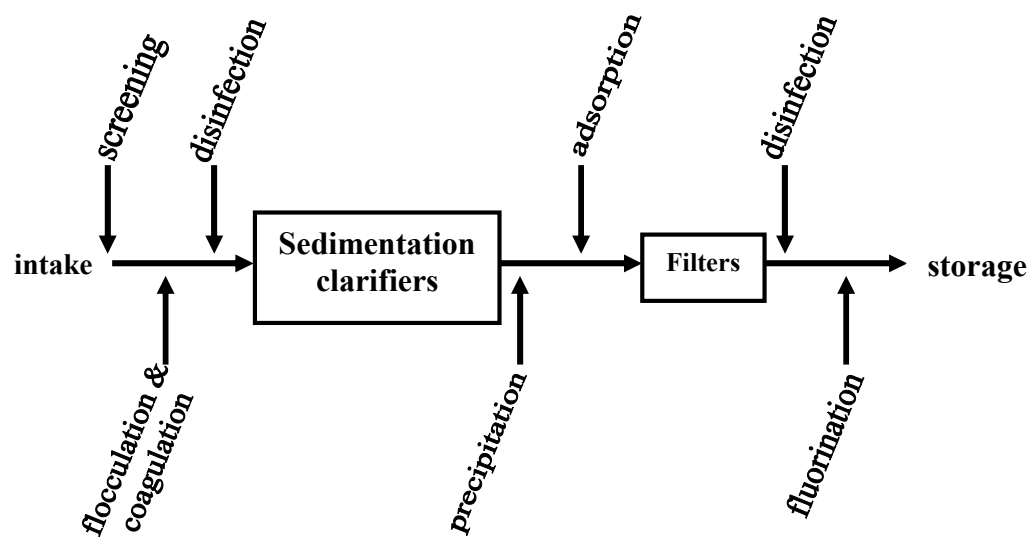
(مدیر بهره برداری شرکت نور ویژه)

انتشارات ویژه

با همکاری شرکت نور ویژه

تیرماه ۱۳۸۶

پیش تصفیه و پس تصفیه



سیستم پیش تصفیه با توجه به کیفیت و حتی کمیت آب ورودی، برای سیستم‌های متعدد شیرین سازی آب طراحی و نصب می‌گردد. روش‌ها و مدل‌هایی که در زیر به آن اشاره می‌کنیم گاهی به تنهایی به کار می‌روند و یا به صورت ترکیبی از چند روش به‌عنوان واحد پیش تصفیه در شیرین سازی آب به کار می‌رود.

روش‌های تصفیه اولیه آب به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الف - تصفیه فیزیکی

حذف فیزیکی املاح معلق در آب با استفاده از میکرو فیلترها، فیلترهای شنی، حوضچه‌های سکون، توری‌های فلزی

و ...

ب - تصفیه شیمیایی

حذف املاح آب به روش شیمیایی مانند کلر زنی، هوازنی، اسید زنی، انعقاد سازی و ...

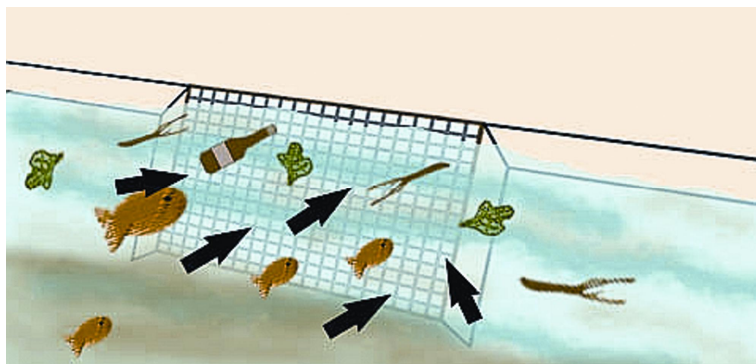
پیش تصفیه

تصفیه فیزیکی

با توجه به منبع آب ورودی به سیستم، از روش‌های زیر به‌عنوان تصفیه مقدماتی استفاده می‌کنند.

۱- توری مشبک فلزی ورودی:

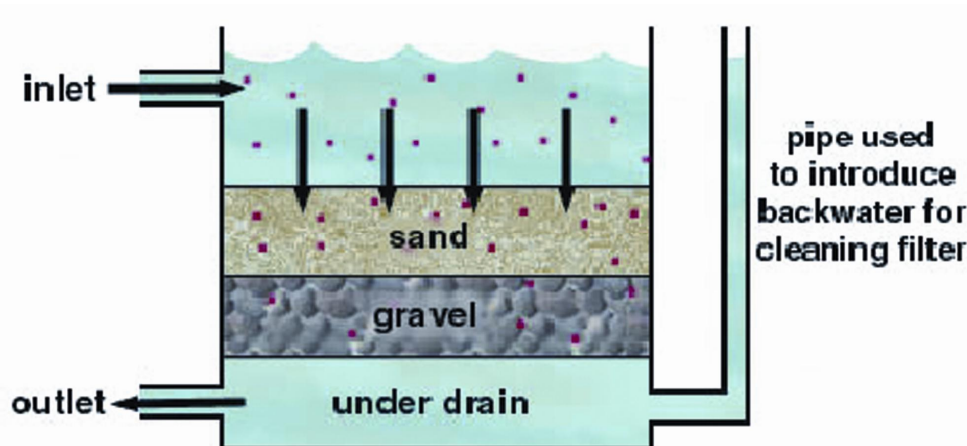
معمولاً در محل ورودی آب‌های سطحی، دریا و آبگیرهای ساحلی این سیستم نصب می‌شود. در مکان‌هایی که خوردگی آب بالاست از فلزات مقاوم‌تر برای ساخت تورها استفاده می‌شود. دانه‌های درشت همراه آب در عبور از این توری‌ها به دام افتاده و اغلب توسط اوپراتور به‌صورت دستی هر از گاهی تمیز می‌شود. ضمن این‌که تمیز کردن توری‌های فلزی را می‌توان به صورت ماشینی نیز انجام داد. شکل زیر طرح شماتیکی را نشان می‌دهد.



۲- فیلترهای شنی آرام :

فیلترهای شنی آرام از یک مخزن بتونی و یا فلزی با سیستم شستشوی معکوس و تخلیه انتهایی ساخته می‌شود. برای مواد داخل مخزن علاوه بر شن و دانه‌های سیلیس، می‌توان از سنگ، آجر و حتی از بامبو (نوعی نی خیزان) نیز استفاده کرد. اندازه دانه‌های شن در سایزهای ۰/۱۵ تا ۰/۳۵ mm استفاده می‌شود و ضریب تراکم بین ۱/۵ تا ۳ می‌باشد. املاح جامد همراه آب تا اندازه بالای میکرون در این نوع فیلترها جدا می‌شود به طوری که کدورت آب بعد از فیلتر شدن کاهش چشمگیری دارد.

شکل زیر طرح شماتیکی را نشان می‌دهد.



پس از مدتی قشری از جلبک‌ها، پلانکتون‌ها و باکتری‌ها روی سطح فیلتر شنی تشکیل می‌شود که پس از هر بار شستشوی معکوس دفع می‌شوند. در بعضی مکان‌ها این عمل اتوماتیک می‌باشد. ضمن این که برای احیای مجدد این فیلترها می‌توان ۱۲-۲۵ میلی‌متر از سطح رویی شن‌ها را در هنگام افت فشار تعویض کرد. دیواره‌های این فیلتر می‌تواند از بتون، سنگ و یا آهن ضد زنگ باشد. در آمریکای لاتین مانند کشورهای اکوادور، السالوادور و مکزیک اغلب از دیواره‌های بتونی در فیلترهای شنی آرام استفاده می‌کنند. ظرفیت این فیلترها متنوع بوده و تا ۲۸۰ متر مکعب در ساعت نیز ساخته می‌شوند.

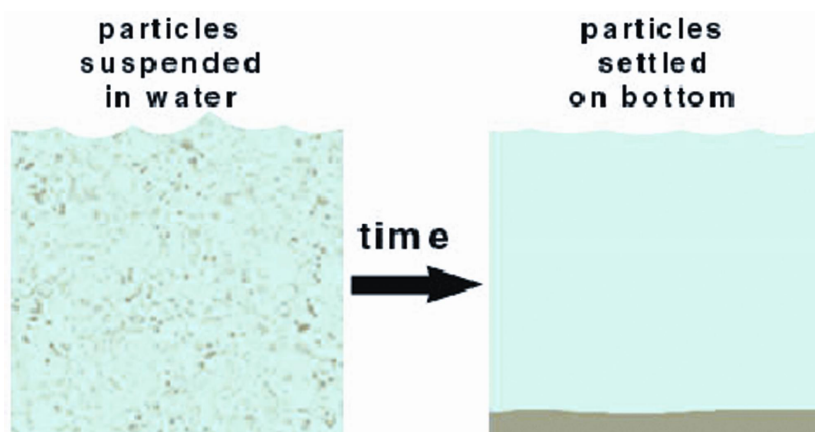
۳- فیلتر شنی سریع:

در فیلترهای شنی سریع دانه‌های سیلیس درشت‌تر است و اندازه دانه‌ها بین ۰/۳۵ تا ۱ میلی‌متر با ضریب تراکم ۱/۳ تا ۱/۷ انتخاب می‌شود. فشار آب ورودی در این فیلترها زیاد است و در این سیستم‌ها نیز در هنگام افت فشار شستشوی معکوس به صورت دستی و یا خودکار انجام می‌شود. به‌طور کلی در بعضی از فیلترهای شنی آرام و سریع در لایه زیرین از نازل‌هایی جهت جلوگیری از عبور دانه‌های شن استفاده می‌شود و در نقاطی هم که نازل استفاده نمی‌شود، به ترتیب دانه‌های ریزتر در سطح رویی و در سطح پایین دانه‌های درشت‌تر شن و سیلیس قرار می‌گیرد.

۴- حوضچه سکون:

در حوضچه سکون علاوه بر ته‌نشینی ذرات با گذشت زمان و آرام شدن جریان، در بعضی تأسیسات به‌طور مکانیکی نیز توسط جاروبک‌هایی جلبک‌های سطحی آب جمع‌آوری می‌شود. در بعضی حوضچه‌های سکون برای از بین بردن جلبک‌ها تزریق کلر نیز انجام می‌گیرد.

شکل زیر طرح شماتیکی از حوضچه سکون را نشان می‌دهد.



۵- فیلترها:

فیلترها به صورت فیزیکی املاح غیر محلول همراه آب را جدا می‌کنند. فیلترها بر اساس درجه منفذ خود دسته بندی می‌شوند.

۱-۵- فیلتر معمولی: در سایزهای ۱ تا ۲۰ میکرونی

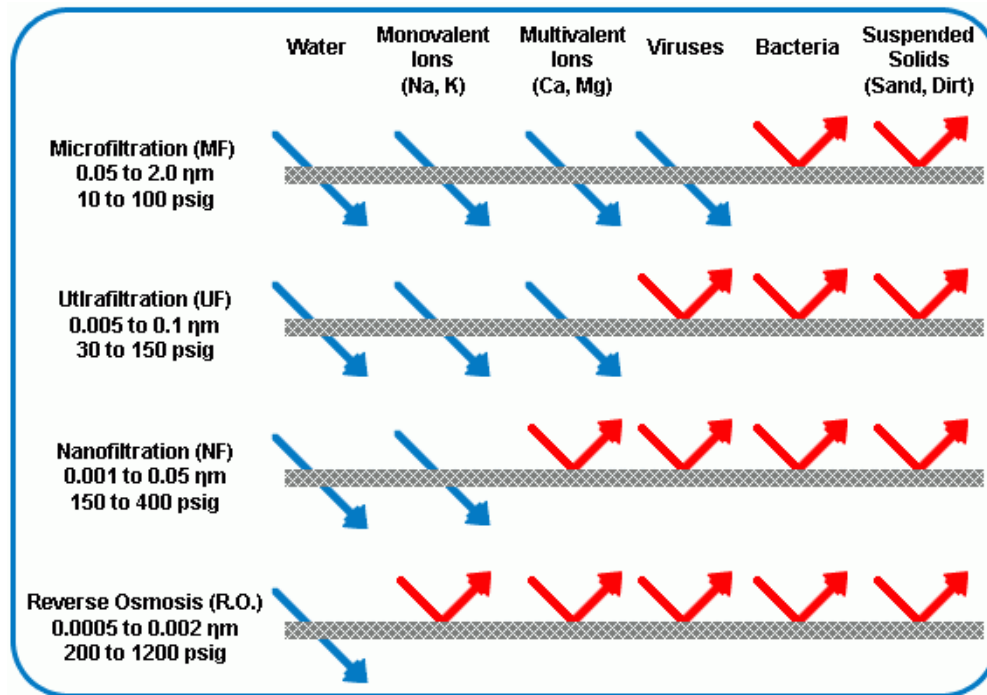
۲-۵- میکروفیلتر (MF): برای جدا کردن ذرات از ۰/۵ تا ۰/۰۵ میکرون

۳-۵- آلترافیلتر (UF): برای جدا کردن ذرات از ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۵ میکرون

۴-۵- نانو فیلتر (NF): برای جدا کردن ذرات از ۰/۰۰۰۵ تا ۰/۰۰۰۱ میکرون

۵-۵- فیلتر غشایی (RO) در محدوده مولکولی (بسیار پایین تر از میکرون)

دسته بندی فیلترها بر اساس اندازه ذراتی که جدای می کنند در شکل زیر دسته بندی شده است.

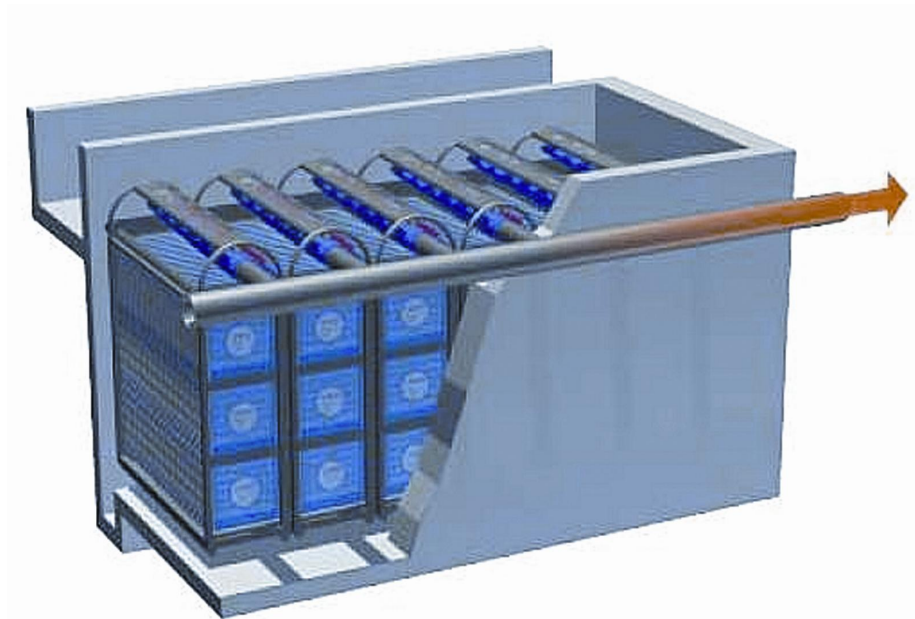


تصویر زیر میکروفیلترهای کارخانه آب شیرین کن شرکت نور ویژه در عسلویه را نشان می دهد.



یکی از روش‌های نو و کاربردی در سیستم پیش تصفیه استفاده از فیلترهای غشایی UF می‌باشد. اولین بار یک شرکت چینی با استفاده از این روش کدورت آب ورودی را به حد مجاز ورودی فیلتر غشایی RO رساند. در نمونه‌هایی که شرکت چینی Zenon ساخته است بیش از ۱۰۰۰ عدد فیلتر غشایی مخصوص در یک مجموعه به کار رفته که با غوطه‌ور کردن این مجموعه در آب و عبور آب از این غشاءها، پیش تصفیه به صورت مطلوب انجام می‌شود. با استفاده از این روش، به دلیل جدا کردن املاح معلق در آب و پایین آوردن کدورت، گرفتگی در فیلترهای غشایی کاهش یافته و رسوبات نیز کم می‌شود، لذا هزینه تولید آب کاهش می‌یابد. از دیگر مزایای این روش گستردگی استفاده آن است که هم می‌توان در آب دریا و هم لب شور و حتی در تصفیه خانه‌های صنعتی استفاده کرد.

در شکل زیر یک نمونه از این فیلتر را می‌بینید.



تصفیه شیمیایی

۱- واحد کلر زنی اولیه و کنترل جلبک:

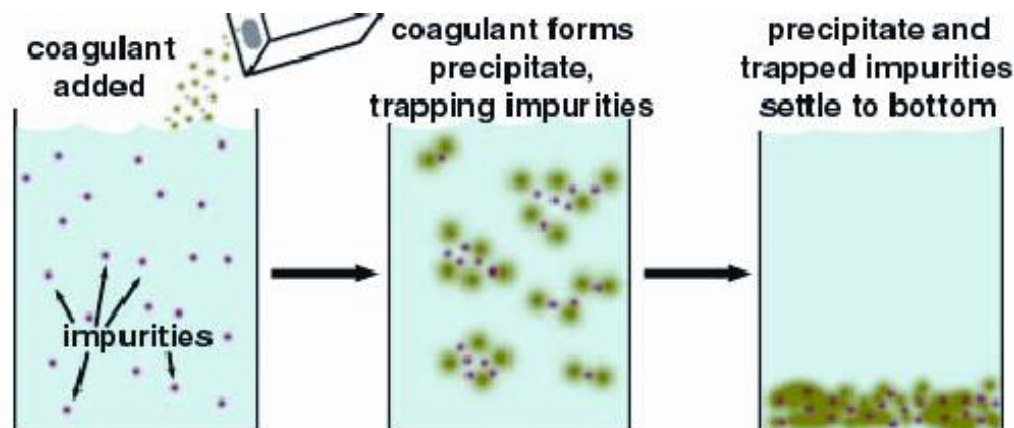
برای حذف جلبک‌های همراه آب (مخصوصاً در آب دریا) و از بین بردن باکتری‌های همراه آب، کلر به آن تزریق می‌شود. میزان کلر در روش‌های متعدد شیرین‌سازی آب مختلف است به طوری که در روش اسمز معکوس (RO) به دلیل حساسیت غشاءها به کلر و آسیب‌پذیر بودن آنها، کلر در قبل از ورود آب به غشاء می‌بایست آزاد شود که به این

منظور از مواد شیمیایی مانند متابی سولفیت سدیم استفاده می کنند که قبل از ورود آب به فیلتر غشایی به آن تزریق می شود.

۲- انعقاد سازی (Coagulation) :

انعقاد سازی روشی شیمیایی است که با استفاده از مواد کلوئیدی به درشت تر شدن و در نهایت ته نشینی سریع ذرات و املاح همراه آب کمک می کنند. قدمت استفاده از این روش به ۳۰۰۰ سال پیش در مصر می رسد. در این روش بیشتر از نمک های آلومینیوم به صورت سولفات آلومینیوم و سدیم آلومینات در محدوده pH ۶-۷ استفاده می شود. چون کنترل نمک های آهن کمی مشکل است، لذا کمتر استفاده می شود ولی کلرید آهن نیز استفاده بیشتری دارد.

شکل زیر طرح شماتیکی از روش انعقاد را نشان می دهد.



۳- فیلترهای کربن اکتیو

زغال اکتیو به دو صورت پودری و گرانولی یافت می شود که مدل گرانولی آن در صنعت تصفیه آب مورد استفاده قرار می گیرد. زغال اکتیو قادر به جدا کردن مواد زیر از آب می باشد:

۱- جذب مواد ارگانیکی مانند روغن معدنی BTE X- هیدروکربن های پلی آروماتیک (PAC) و کلراید (فنل)

۲- جذب مواد هالوژنی (مانند ید، بور، کلر، فلور و هیدروژن)

۳- مزه آب (همان طور که می دانید آب طبیعی بدون مزه است)

۴- مخمرها

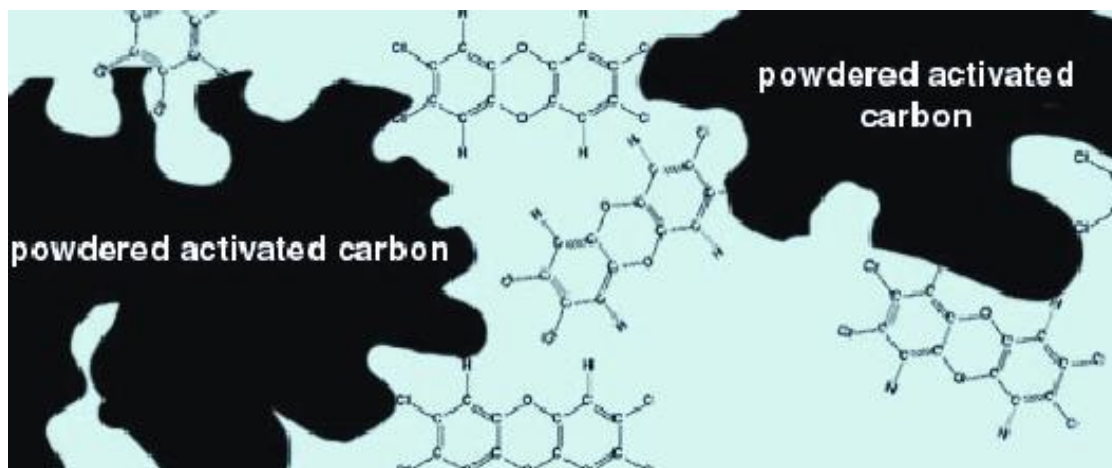
۵- مواد غیر محلول در آب

۶- رنگ و...

نحوه کارکرد:

آب خام (ورودی) به مخزن شامل زغال اکتیو پمپ می‌شود و از لایه‌های زغال اکتیو عبور کرده و از انتهای مخزن خارج می‌شود. عملکرد زغال اکتیو به دما و طبیعت مواد همراه آب نیز بستگی دارد.

پس از مدتی در مخزن زغال اکتیو انباشتگی مواد بوجود می‌آید که می‌بایست احیا شود، به این منظور به صورت منظم این فیلترها با آب شستشو معکوس می‌شود تا مواد جذب شده توسط کربن اکتیو آزاد شوند. در هر مرحله احیاء زغال اکتیو مقدار جزئی از آن از بین می‌رود که می‌بایست هر از چند گاهی زغال اکتیو تعویض شود.



در تصویر فوق نشان داده شده است که مولکول‌های ارگانیکی آب توسط زغال اکتیو (PAC) جذب شده، و از آب جدا می‌شوند. فیلترهای زغال (کربن) اکتیو از نظر شکل و طرح همانند فیلترهای شنی هستند. در بعضی نقاط فیلتر شنی و زغال اکتیو مشترک است و روی لایه سیلیس زغال اکتیو را قرار می‌دهند.

۴- آزاد کننده های کلر:

مانند متابی‌سولفیت سدیم که با اضافه کردن به آب باقی مانده، کلر را از آب جدا می‌کنند (زیرا وجود کلر در آب به خصوص در سیستم اسمز معکوس مضر بوده و به غشاء نیمه تراوا آسیب می‌زند).

۵- ضد رسوب Anti scalent

مواد مختلفی با مارک‌های متعدد جهت جلوگیری از تشکیل رسوب در سطح فیلترهای غشایی و دیواره‌های مخزن تقطیر و بخار به آب اضافه می‌شود. نکته قابل توجه این که میزان تزریق ضد رسوبها حتماً باید با توجه به کیفیت آب و دستورالعمل سازنده تعیین شود زیرا تزریق بیش از حد مجاز خود می‌تواند باعث گرفتگی فیلترهای غشایی در سیستم RO شود.

۶- اسید:

جهت کاهش PH آب ورودی و در بعضی تأسیسات به جای ضد رسوب استفاده می‌شود. به این منظور اغلب از اسید سولفوریک استفاده می‌شود.

پس تصفیه

سیستم پس تصفیه نیز با توجه به کیفیت آب خروجی در اکثر تأسیسات طراحی و نصب می‌شود که شامل همه و یا تعدادی از موارد زیر می‌باشد.

۱- کلر زنی:

در مواردی که آب تولیدی مصارف غیرصنعتی و آشامیدنی دارد برای ضد عفونی کردن آب و جلوگیری از انتقال بیماری‌ها به آن کلر اضافه می‌شود.

۲- کنترل PH :

کنترل خاصیت اسیدی و یا قلیائیت آب بسیار مهم است زیرا علاوه بر این که تنظیم نبودن PH باعث تغییر مزه آب و آسیب رساندن به معده انسان می‌شود، باعث افزایش خوردگی در خط انتقال و شبکه توزیع آب نیز خواهد شد. روش‌های متعددی برای کنترل PH وجود دارد از جمله اضافه کردن سود و آهک و یا عبور دادن آب از مخازن دولومیت و ...

۳- افزودن فلور:

فلوئور مورد نیاز بدن اغلب از طریق آب آشامیدنی تأمین می‌شود و برای بدن مخصوصاً دندان‌ها بسیار مفید است، لذا میزان فلوئور در آب آشامیدنی کنترل می‌شود و در اکثر مواقع در سیستم پس تصفیه فلوئور به آب اضافه می‌شود.

۴- کنترل املاح آب:

بدن انسان اکثر مواد معدنی و املاح مورد نیاز را از طریق آب آشامیدنی تأمین می‌کند. آب شیرین تولید شده در اکثر روش‌ها تقریباً عاری از هرگونه املاح است، لذا برای بدن مفید نیست. برای جبران این کاستی با افزودن املاحی مانند کلسیم و منیزیم و یا بی کربنات سختی آب را به حد مجاز می‌رسانند و یا در تأسیسات لب شور درصدی از آب پیش تصفیه شده را به آب تولیدی اضافه می‌کنند تا املاح مجاز تأمین شود.



تصویر فوق تجهیزات تزریق مواد شیمیایی پیش تصفیه یکی از کارخانه‌های شرکت نورویژه را نشان می‌دهد.