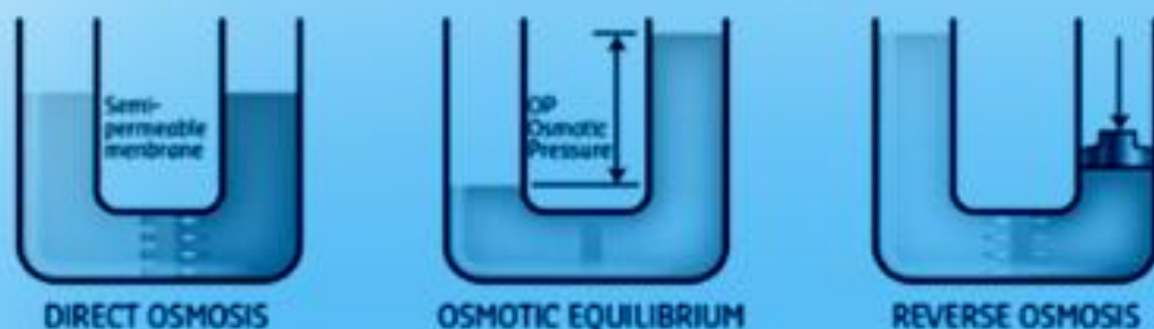
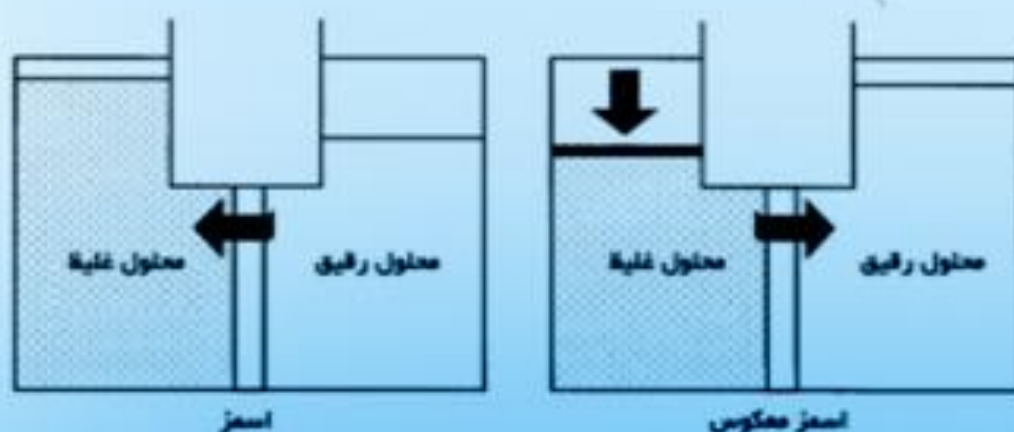
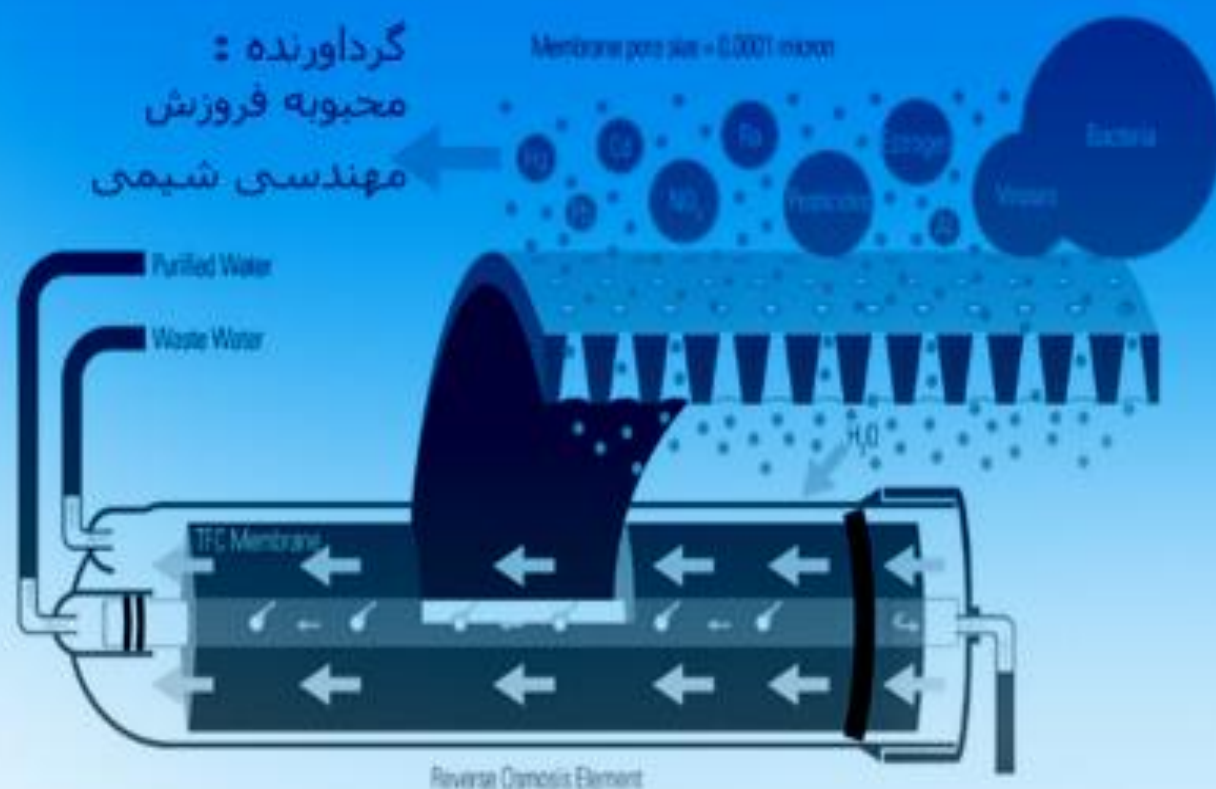


فرایند های تصفیه

آب

اسمز معکوس چیست؟

فرایندهای تصفیه آب (فرایند های غشایی و فیلتراسیون)



Reverse Osmosis operating principle

فهرست مطالب	شماره صفحه
مقدمه	6
تاریخچه	10
فرایندهای حرارتی شیرین سازی آب	11
فرایندهای غشایی	12
کارکرد غشا	14
وظیفه غشا	14
میکرو فیلتراسیون (MF)	16
اولترا فیلتراسیون (فوق فیلتراسیون UF)	16
نانوفیلتراسیون (NF)	16
روش های هیبریدی	19
روش تصفیه	21
هوا دهی	21
ته نشینی	22
ضد عفونی	23
دستگاه آب مقطر ساز صنعتی	24
تصفیه آب صنعتی در پرورش ماهی	24

دستگاه تصفیه آب صنعتی برای کشاورزی	24
کاربردهای دستگاه های تصفیه آب صنعتی.....	24
تصفیه آب به روش سیستم تبادل یونی	25
تصفیه آب به روش سیستم نانو فیلتراسیون	27
غشای سرامیکی نانوفیلتراسیون	27
میکروفیلتراسیون	30
تصفیه آب به روش EDI	32
مزایا و معایب روش EDR	33
تصفیه آب به روش (EDR) Electro dialysis Reverse	33
سیستم اسمز معکوس : نیمه تراوا چیست.....	33
تاریخچه روش اسمز معکوس	34
اسمز چیست	35
اسمز معکوس چگونه کار می کند.....	36
تخریب TOC فوق العاده اشعه UV	37
مزیت های سیستم (RO)	43
ممبران اسمز معکوس	47
ممبران spiral wound	47
مسیر های اسمز معکوس (Reverse Osmosis Skids)	51

- 56..... روش های کلی تصفیه آب
- 60..... دستگاه آب شیرین کن
- 62 برخی از حقایق املاح زدایی
- 63..... وضعیت آب شیرین در جهان
- 64 وضعیت آب در ایران
- 65..... استحصال آب از دریا
- 67..... ظرفیت تولید آب شیرین در حوضه خلیج فارس
- 67..... ظرفیت تولید آب شیرین در کشورهای حوضه خزر
- 68 مزایای دستگاه آب شیرین کن
- 69..... روشهای تصفیه بیولوژیکی فاضلاب
- 69..... دستگاه آب شیرین کن دریا (SWRO)
- 70..... عملکرد دستگاه تصفیه SWRO
- 71..... فناوری های شیرین کردن آب
- 72..... شیرین کردن آب دریا به روش تقطیر
- 73 فرآیند MED
- 75 فرآیند MSF
- 76 فرآیند MED
- 79 الکترو دیالیز (ED)

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون
(نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

79	آب شیرین کن های ترکیبی
79	آب شیرین کن ترکیبی RO-MSF
80	آب شیرین کن ترکیبی NF-MSF
80	آب شیرین کن ترکیبی NF-RO-MSF
80	معرفی چند معیار برای عملکرد آب شیرین کن
81	دستگاه پیش تصفیه آب با فیلتر شنی و کربنی
83	تصفیه آب صنعتی و دریایی industrial water filtration
84	تصفیه آب واتر تک , تصفیه آب خانگی watertek
89	مهمترین نکات تصفیه آب خانگی
93	فیلتر پلی پروپیلن " 10 pp دستگاه تصفیه آب
93	مشخصات دستگاه های آب شیرین کن watersafe
94	دستگاه های تصفیه آب صنعتی و دریایی واتر سیف
94	فیلتر کربن بلاک " 10 CTO دستگاه تصفیه آب
95	فیلتر ممبران Memberan 50G دستگاه تصفیه آب
96	فیلتر پست کربن دستگاه تصفیه آب
97	فیلتر مواد معدنی Mineral دستگاه تصفیه آب
97	دستگاه های سختی گیر آب صنعتی و خانگی
99	طراحی و ساینز فیلترهای شنی و کربنی

- 101..... فیلترهای دستگاه تصفیه آب بر چند نوعند
- 102..... روشهای تصفیه بیولوژیکی فاضلاب
- 102..... تصفیه بی هوازی
- 103..... اصلاح لجن
- 104..... دفع لجنهای آلی و غیرآلی
- 105..... جمع آوری و دفع لجن فاضلاب
- 105..... کاهش اکسیژن محلول در آب DO
- 107 تصفیه خانه های هوازی (بتنی و یا فلزی).
- 108 طراحی تصفیه خانه
- 108..... منابع تهیه آب شرب
- 109..... مراحل تصفیه آب
- 110..... آبیگیر (intake)
- 111 آشغالگیر (screen)
- 111 انواع آشغالگیر
- 112 تصفیه شیمیایی مقدماتی (Pretreatment of chemical)
- 113 ته نشینی مقدماتی (sedimentation)
- 113 توری های آبهای سطحی (Strainers for surface water)
- 113..... هوادهی (Aeration)

114.....	انواع هوادهی
115.....	ته نشینی شیمیایی (Chemical Precipitation)
119.....	تبادل کننده های یونی
119.....	گند زدایی آب
120.....	ضد عفونی با استفاده از عوامل فیزیکی
120.....	ضد عفونی با استفاده از ابزار های مکانیکی
121.....	ذخیره سازی
121.....	تحلیل عوامل مؤثر بر عمل ضد عفونی کننده ها
122.....	گندزدایی به روش شیمیایی
123.....	عمل گند زدایی مکانیکی
124.....	گندزدائی مؤثر
124.....	گندزدائی اولیه
124.....	گند زدائی ثانویه آب
125.....	گندزدایی با کلر
126.....	شیمی کلر
127.....	کلر باقیمانده
127.....	کلر ترکیبی باقیمانده
128	نقطه شکست کلر زنی
128.....	دوزاز کلر

129.....	گاز کلر
130	سدیم هیپو کلریت CLONA
130.....	سیستم های هیپو کلریت
131.....	موارد کاربرد کلر
133.....	خواص دی اکسید
133.....	ید I2
133.....	اثرات ضد میکروبی ید
134.....	پرمکنات پتاسیم
135	اثرات حاد کلر
137	تری ها لومتان
138.....	مقدار مواد آلی اولیه
139.....	روش های اندازه گیری کلر
140	دستورالعمل هایی برای کیفیت آب (water quality guidelines)
140	جامدات معلق (suspended solids)
141	میکروب ها (microbes)
142	مواد آلی (organics)
143	رنگ (color)

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون
(نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

فلزات (metals)	144
سولفید هیدروژن (hydrogen Sulfide)	145
سیلیس (Silica)	146
کربنات کلسیم (Calcium Carbonate)	147
فلزاتی با مقدار کم — باریم و استرانسیوم (Trace Metals — Barium and Strontium)	150
کلر (Cholorine)	150
کلسیم (Calcium)	151
قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی (Exposure to other Chemicals)	153
نتیجه گیری	154
منابع و مراجع	515

مقدمه

بخش عمده ای از سطح سیاره زمین را آب فرا گرفته است. آب بیش از سه چهارم سطح کره زمین را پوشانده است. با این همه ، نزدیک به 97 درصد این آب ها شور و غیر قابل نوشیدن هستند و از 3 درصد باقی مانده نیز بخشی به صورت یخ زده و غیر قابل مصرف در قطب ها و بر فراز قله کوه ها وجود دارد .

۲/۹۷ درصد از آب های موجود در این سیاره در اقیانوس ها و دریاها انباشته شده اند ، لیکن تنها حدود ۸/۲ درصد از آب های موجود قابل شرب می باشد. مقدار قابل توجهی از کل آب های سطح کره زمین به صورت مناطق قطبی ، یخچال های طبیعی ، رطوبت هوا و خاک می باشد که عملاً غیر قابل دسترسی است و تنها ۰/۶۲ درصد از آن در رودخانه ها جاری بوده و یا به صورت دریاچه های آب شیرین و منابع زیرزمینی قرار گرفته اند و انسان ها آب آشامیدنی خود را از این منابع تأمین می نمایند. به همین دلیل است که نزدیک به یک پنجم جمعیت جهان از کمبود یا نبود آب آشامیدنی مطلوب رنج می برد و پیش بینی می شود در دهه های آینده بخش بیشتری از جمعیت جهان دچار کم آبی و پیامدهای منفی ناشی از آن شوند .

یکی از گزینه های مطرح برای مقابله با بحران کم آبی ، شیرین کردن آب دریاها و نمک زدایی از آنهاست که البته راه حلی گران و پرهزینه است و به مقدار قابل توجهی انرژی نیاز دارد در نتیجه ، با توجه به تلاش کشورها برای کاستن از مصرف انرژی و بحث گرمایش زمین ، ادامه دادن به طرح های شیرین سازی آب دریاها با استفاده از روش های سنتی و رایج ، توجیه چندانی ندارد .

امروزه این منابع محدود آب شیرین قابل دسترس در معرض انواع آلودگی های میکروبی و شیمیائی قرار گرفته ، و آلاینده های فراوانی از طریق فاضلاب های صنعتی و کودهای شیمیائی منابع حیاتی انسان ها را به طور جدی تهدید می نماید.

۱) متأسفانه با توسعه تمدن جدید و صنعتی شدن جوامع ، فاضلاب های صنعتی ، مواد سمی ، (فلزات سنگین) و آلودگی های مضر که برای سلامتی موجود تهدید به حساب می آید ، از قبیل اسیدیته آزاد ، مواد قلیائی ، گازهای سمی ، مواد رادیواکتیو ، میکروارگانیزم های بیماری زا ، چربی و روغن و ... را وارد آب های شیرین قابل دسترس می نمایند.

۲) مواد شوینده که در عصر ما بسیار توسعه یافته و حجم وسیعی را تشکیل می دهد ، هر روز و هر ساعت از طریق چاه های فاضلاب وارد آب های زیرزمینی گردیده و مولکول های کربن دار حلقوی (هیدروکربورها) موجود در آن که به آسانی قابل استحاله و تغییر نیستند ، را وارد آب های زیرزمینی می گردانند و آلودگی شیمیائی ایجاد می نمایند. متأسفانه با تمام تلاشی که به

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

عمل آمده در حال حاضر فقط ۲۵ درصد از پاک کننده ها (دترجنت ها) در شرایط معمولی تجزیه می گردند (جزء انواع تجزیه شونده می باشند) و ۷۵ درصد آنها استحاله نمی گردد و مولکول های حلقوی کربن دار آنها شکسته نمی شوند.

۳) تصفیه خانه های آب شرب جهت مبارزه با آلودگی ها با اضافه کردن مقداری کلر که ارزان ترین و قابل دسترس ترین آنتی اکسیدان است ، میکروب ها و ویروس ها را در شرایطی خاص (نه به طور کامل) از بین می برند. هنگامی که کلر به عنوان گندزدائی کننده در تصفیه آب به کار می رود ، در اثر ترکیب کلر با مواد آلی مثل اسید هیومیک تولید تری هالومتان ها THMs یا هالوفرم ها را می نماید ، تری هالومتان های اصلی عبارتند از: کلروفرم (CHCl_3) ، برمودی کلرومتان (CHBrCl_2) ، دی برموکلرومتان ($\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_2$) و برموفرم (CHBr_3). شواهدی در دست است که این ترکیبات خاصیت سرطان زائی دارند ، که برای سلامتی انسان ها جداً مضر تشخیص داده شده اند. در شکل تصفیه آب به صورت رایج این گونه مواد هم چنان در آب باقی می مانند و کلر اضافی باقی مانده نیز اثر زیان آور خود را بر سلامتی انسان ها وارد می سازد. در هر حال تصفیه های اولیه تأثیر زیادی در رابطه با مقابله با آلودگی شیمیائی و عناصر محلول در آب نمی توانند انجام دهند. فلزات مضر و نمک های زیان آور هم چنان از طریق آب آشامیدنی وارد بدن انسان ها می گردند و اثرات تخریبی خود را به جای خواهند گذاشت.

۴) آب حاوی محلول نمک ها و فلزات زیان آور ، که میزان آن با Electrical Conductivity, TDS Total Dissolved Solids ، مشخص می گردد ، متابولیسم سلولی و سوخت و ساز سلول های بدن انسان را تحت تأثیر قرار می دهد و در رسیدن غذا و اکسیژن کافی به نسوج و بافت های بدن اختلال ایجاد می نماید. این اختلال به صورت خستگی مفرط ، ناراحتی های پوستی ، ضعف در عضلات بدن ، سردرد و ... ظاهر می گردد. مواد زائد آب در سیستم گردش خون به صورت رسوباتی در جداره رگ ها باقی می مانند و موجب تصلب شرائین ، فشار خون ، کاهش کارائی کلیه ها و کاهش ترشحات مفید غدد بدن و نهایتاً سکت های قلبی ، مغزی و سایر عوارض خطرناک می گردند.

۵) میزان آب موجود در بدن انسان ۶۶ درصد تا ۸۵ درصد است که مقدار آن در خون ۷۹ درصد می باشد. آب سالم و بهداشتی آبی است که قادر به انجام مأموریت های ضروری برای حیات پرنشاط و سالم باشد. سوخت و ساز سلولی عمده توسط آب صورت می پذیرد و آب به طور دائم سلول ها و بافت ها را با حمل مواد غذائی تغذیه کرده و سپس مواد زائد آنها را به خارج از بدن حمل می کند ، که در صورت اشباع بودن مولکول های آب از عناصر زائد این توانائی کاهش می یابد و عوارض آن به صورت های گوناگون در زندگی ما ظاهر می گردد.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

۶) توجه به امر بهداشت آب آشامیدنی و مضرات ناشی از آلودگی های مختلف آب در سال ۷۸ توجه همراهان گروه تصفیه آب را به خود جلب نمود. آنان جهت پرهیز دادن از امراض و ناراحتی های ناشی از این آلودگی ها ، و توسعه آگاهی عمومی نسبت به آنها تلاش های خود را آغاز کردند. استفاده گسترده از سیستم های تصفیه (Reverse Osmosis) اسمز معکوس از نتایج این فعالیت هاست Reverse Osmosis. سیستمی است که با بهره گیری از قانون اسمز در طبیعت می تواند آب های آلوده و ناسالم را عبور دادن از فیلتری مخصوص به نام (membrane) به آب سالم بهداشتی تبدیل نماید ، که نزدیک به مختصات استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) می باشد. این سیستم مولکول های آب را غربال کرده و مولکول های اشباع نشده و سالم را از مولکول های اشباع شده جدا می نماید. انواع میکروب ها و ویروس ها که در اندازه های فیزیکی $0.3/0$ تا 3 میکرون مشخص می گردد و همچنین انواع فلزات سنگین و نمک های زیان آور را به صورت پساب خارج می نماید و تنها به آب سالم و بهداشتی اجازه عبور و خروج از سیستم را می دهد که قابل شرب و اطمینان آور است.

دستگاه های کوچک پرتابل و خانگی و اداری اسمز معکوس قابل دسترس ترین سیستم و با شرایط کاملاً اقتصادی جهت تأمین آب آشامیدنی سالم در منزل و محیط کار می باشد. با این دستگاه ها دیگر نیازی به تهیه آب معدنی بسته بندی شده نخواهید داشت و از مضرات بی شمار آب های ناسالم در امان خواهید بود.

تاریخچه تصفیه آب

تصفیه آب برای بشر دارای سابقه ای بسیار طولانی و قدیمی است. مورخین بر این عقیده اند که تاریخ تصفیه آب به حدود دو هزار سال پیش از میلاد مسیح می رسد. این مراحل تصفیه ای شامل جوشاندن و صاف کردن آب بوده است. سیفون های فیلته ای که آب را از ظرفی به ظرف دیگر منتقل می نمایند ، ناخالصی های معلق در فرایند را می گیرند. این عملیات در نقاشی های مصریان قرن ۱۳ قبل از میلاد مسیح نشان داده شده است. در کتاب های رومیان و یونانیان نیز به این امر اشاره شده است. این حقیقت که عملیات تصفیه آب در اسناد پزشکی زمان های قدیم دیده می شود بیان گر آن است که بین پاکیزگی آب و سلامتی بشر ارتباطی مشاهده شده است. بقراط که پدر پزشکی جدید شمرده می شود می گوید: هرکس که می خواهد به نحوی شایسته در پزشکی به بررسی و تحقیق بپردازد باید آب مورد مصرف ساکنین یک ناحیه را مورد توجه قرار دهد زیرا آب در سلامت انسان ها بسیار نقش دارد.

وسائل اولیه تصفیه آب در منازل افراد مورد استفاده قرار می گرفت و تا حدود سده نخست میلادی هیچ نشانه ای دال بر وجود عملیات تصفیه ای بر روی آب مصرفی جامعه وجود نداشت. برخی از آبراه های رومیان به حوضچه هایی متصل می شد که در آنها عمل ته نشینی آب صورت می گرفت و مجهز به کانال آبگیر شنی بود. این آبراه ها دارای تعدادی شیر بودند که برای مصرف عمومی توسط مردم مورد استفاده قرار می گرفتند. در شهر ونیز که بر روی جزیره ای بدون منبع آب شیرین قرار گرفته است ، آب حاصل از بارندگی از طریق حیاط ها و بام ها که متصل

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترودیالیز)

به آب انبارهای بزرگ بودند سرازیر می شد و در مسیر حرکت خود از فیلترهای شنی عبور می کرد. اولین نوع از این آب انبارها در حدود ۵ قرن پس از میلاد مسیح برای تهیه آب جهت مصارف خصوصی و عمومی ساخته شد. این آب انبارها حدود ۱۳ قرن مورد استفاده قرار می گرفتند. عملیات تصفیه آب در قرون وسطی دچار رکورد گردید و مجدداً در قرن ۱۸ مورد توجه قرار گرفت. در فرانسه و انگلستان امتیازاتی انحصاری برای وسائل صاف کردن صادر گردید. درست مثل زمان های قدیم این وسائل برای مصارف شخصی خانگی، انستیتوها و یا کشتی ها مورد استفاده قرار می گرفت. در آغاز سده ۱۹ میلادی تصفیه منابع آب برای مصرف عموم در مقیاس بزرگ آغاز گردید. شهر بیزلی در اسکاتلند به عنوان اولین شهری که آب مصرفی آن مورد تصفیه قرار گرفت شهرت دارد.

سیستم تصفیه آب متشکل از عملیات ته نشین سازی بود که متعاقب آن فیلتراسیون انجام می شد. این سیستم تصفیه در سال ۱۸۰۴ آغاز به کار کرد. به تدریج در اروپا استفاده از این سیستم متداول گردید و در پایان قرن ۱۹ بیشتر منابع عمده آب شهری فیلتر می شد. این فیلترها از نوع ماسه ای کند بودند. توسعه عملیات تصفیه آب در آمریکا پس از اروپا صورت گرفت. اولین تلاش برای فیلتراسیون در شهر ریچموند ایالت ویرجینیا در سال ۱۹۳۲ انجام گرفت ولی پروژه منجر به شکست گردید و چندین سال طول کشید تا تلاش مجددی برای انجام آن صورت پذیرد. پس از جنگ های داخلی تلاش های دیگری انجام شد تا از الگوی فیلتراسیون اروپائی پیروی شود اما تعداد کمی از آنها با موفقیت همراه بود. به طور مسلم ماهیت ذرات جامد معلق در رودخانه های اروپا تفاوت داشت و فرایند کند فیلتراسیون ماسه ای نمی توانست به خوبی مؤثر باشد. توسعه فیلترهای شنی تند که به صورت هیدرولیکی تمیز می شد رد اواخر قرن ۱۹ منجر به کارائی بیشتر فرایند تصفیه آب گردید، و با پایان این قرن کاربرد آن در مقیاس وسیع انجام می شد.

در خلال دو ثلث آخر قرن ۱۹ فیلتراسیون برای بهبود کیفیت ظاهری آب آشامیدنی مورد استفاده قرار می گرفت. یکی از مزایای شناخته نشده آن عبارت بود از حذف میکروارگانیسم هایی که شامل عوامل بیماری زا نیز می شد، و همچنین موجب گوارتر شدن آب می گردید. پی بردن به خواص فیلتراسیون در ربع آخر قرن ۱۹ سبب ساخت و توسعه واحدهای مختلف فیلتراسیون در سراسر اروپا و آمریکا گردید. در انتهای قرن ۱۹ فیلتراسیون به عنوان عامل اصلی جلوگیری از بیماری های منشأ آبی به حساب می آمد. پذیرش تئوری میکروبی در مورد انتقال بیماری ها منجر به انجام عملیات گندزدائی بر روی منبع آب مصرفی جامعه گردید. در ابتدا گندزدائی به صورت موقت انجام می گرفت. انجام این عمل با استفاده از پودرهای رنگ بر و هیپوکلریت ها در موارد خاص در قرن های ۱۸ و ۱۹ میلادی صورت می گرفت. اولین واحدی که به طور دائم آب را کلرینه می کرد، در سال ۱۹۰۲ در بلژیک راه اندازی شد. تولید کلر مایع اولین بار در سال ۱۹۰۹ برای گندزدائی آب آغاز گردید، و در فیلادلفیا به سال ۱۹۱۳ برای اولین بار جهت ضد عفونی آب استفاده از سایر مواد مصرفی برای گندزدائی از جمله ازون به طور هم زمان توسعه پیدا کرد ولی مصرف آن فراگیر نشد. گندزدائی و استفاده وسیع از کلر در منابع آب مصرفی کاهش بسیار زیادی در مرگ و میر ناشی از بیماری های با منشأ آبی را سبب گردید. سایر فرایندهای تصفیه آب با سرعت و گستردگی کمتری توسعه یافتند. منعقد سازی همراه با فیلتر شنی سریع به عنوان فرایند مکمل ته نشینی در ایالات متحده توسعه یافت.

نرم کردن آب های سخت در قرن نوزدهم در اروپا انجام می گرفت. اما تا آغاز قرن بیستم برای مصارف عمومی آب گسترش پیدا نکرد. ظرفیت ذغال برای جداسازی مواد آلی محلول در آزمایش های مربوط به فیلتراسیون مورد توجه قرار گرفت، اما برای مصرف عمومی آب استفاده نشد. اصلاح این ماده و تبدیل آن به کربن فعال همراه با استفاده آن در واحدهای تصفیه آب اخیراً انجام گرفته است. همان طوری که استفاده از

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

غشاهای مصنوعی برای عملیات فوق فیلتراسیون و جداسازی مواد معدنی محلول به تازگی انجام شده است . پیشرفت های انجام شده در فرایندهای تصفیه آب در طول قرن حاضر از آن چه که قبلاً در طی تمام تاریخ رخ داده بیشتر است. به استثنای چند مورد فرایندهای تصفیه بدون اتکا به اطلاعات علمی در مورد اصول عملکردشان و تنها با وسائل اندک برای ارزیابی کمی میزان تأثیر آنها توسعه یافته اند. تنها در طی ۳۰ الی ۴۰ سال اخیر آگاهی های علمی بر فرایندهای تصفیه آب عملاً تأثیر گذار بوده است. جالب است بدانید یک تئوری منجر به بروز تغییرات چندی در فرایندهای اصلی تصفیه آب گردیده است. فهم مبانی علمی سبب بهتر شدن فرایندها و توسعه جامع تر وسائل و افزایش کل راندمان راهبردی تصفیه آب گردیده است.

روش های تصفیه آب

روش های حرارتی ، غشایی و هیبریدی سه روش متداول شیرین سازی آب در دنیا هستند. با توجه به وجود نیروگاه های متعدد برق و سواحل طولانی در مناطق جنوبی کشور و مزایای روش هیبریدی ، گزینه ی بهینه برای تولید آب شیرین در این مناطق استفاده از روش های هیبریدی است . کشور ما طبق دسته بندی اقلیمی جزو مناطق خشک حساب می شود و مقدار بارندگی کمی دارد. نبود مدیریت و برنامه ریزی صحیح ، موجب شده است کشور در سال های اخیر با پیامدهای ناشی از کمبود آب مثل خشک شدن دریاچه ها و صدمه به کشاورزی مواجه شود. با اقداماتی مثل کاهش تلفات انتقال و صرفه جویی در مصرف آب ، می توان تا حد مناسبی مصرف را کاهش داد. اما با توجه به رشد اقتصادی و جمعیتی کشور این به تنهایی کافی نیست و نیاز به منابع جدید احساس می شود . یکی از اقدامات مؤثر ، نمک زدایی یا شیرین سازی آب است. در فرآیند نمک زدایی از طریق جدا کردن نمک های محلول موجود در آب شور یا لب شور ، آب قابل مصرف تولید می شود. اگرچه از فناوری های نمک زدایی می توان برای مصارف مختلف استفاده کرد ، اما امروزه از آن بیشتر برای تولید آب آشامیدنی برای مصارف شهری و خانگی استفاده می شود. هم چنین از پساب شیرین شده با فناوری های نمک زدایی ، می توان در کشاورزی و صنعت بهره برد. برای نمک زدایی ، فناوری های مختلفی به کار می رود. روش های متداول ، به دو دسته ی کلی فرایندهای حرارتی و فرایندهای غشایی تقسیم می شوند. از ترکیب این دو دسته ، روشی جدید به نام هیبریدی ، به وجود می آید. در این نوشتار ، این نوع فرایندها به اجمال معرفی خواهند شد.

۱ - فرایندهای حرارتی شیرین سازی آب

در این فرایندها با استفاده از انرژی حرارتی آب شور تبخیر و سپس بخار تولید شده ، تقطیر و به آب تقریباً خالص تبدیل می شود. با توجه به اینکه در این روش آب مقطر تولید می شود در صورت نیاز طی فرایند تصفیه ی تکمیلی ، به این آب املاحی اضافه می شود تا به آب قابل شرب یا آب قابل مصرف در موارد دیگر تبدیل شود. فرایندهای حرارتی نسبت به فرایندهای

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الکترو دیالیز)

غشایی انرژی حرارتی بیشتری نیاز دارند اما برق کمتری مصرف می کنند. منبع این حرارت ، بخار آبی است که می تواند مستقیماً توسط سوزاندن سوخت یا با استفاده از حرارت مازاد نیروگاه های برق تولید شود.

یکی از مزایای آب شیرین کن های حرارتی این است که می توان با تأسیس این واحدها در کنار نیروگاه های برق ، از حرارت تلف شده در نیروگاه ها برای تبخیر آب استفاده کرد که به آن واحد تولید هم زمان برق و آب گفته می شود. در این صورت با توجه به عدم نیاز به انرژی حرارتی جدید ، بازده حرارتی افزایش و هزینه های نمک زدایی بسیار کاهش می یابد . در کشور ما با توجه به وجود نیروگاه های متعدد برق در نزدیکی سواحل جنوبی ، امکان احداث واحدهای تولید هم زمان برق و آب وجود دارد.

از روش های حرارتی نمک زدایی آب دریا ، به فراوانی در منطقه ی غرب آسیا استفاده می شود. به طوری که در این منطقه در سال 2013 ، به طور متوسط روزانه 15.9 میلیون متر مکعب آب توسط این فرایندها شیرین شده است. در کشورهای عربی خلیج فارس ، واحدهای عظیم نمک زدایی از نوع حرارتی ساخته شده است. برای مثال نیروگاه «الخُبر» در عربستان سعودی و «ام النار» در امارات ، به ترتیب دارای ظرفیت های 811 هزار و 394 هزار متر مکعب در روز تولید آب شیرین هستند.

۲ - فرایندهای غشایی

از قرن هجدهم مفهوم غشا شناخته شده است و اما تا پایان جنگ جهانی دوم در بیرون از آزمایشگاه این واژه خیلی کم مورد استفاده قرار گرفته است. در زمان جنگ در اروپا ذخایر آب آشامیدنی به خطر افتاد به همین دلیل از فیلتر غشا برای تست ایمنی مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به عدم اطمینان و همچنین هزینه های بالا موجب شد که از غشا به طور گسترده ای استفاده نشود اولین استفاده از غشا در مقیاس وسیع در استفاده از فن آوری میکرو فیلتراسیون و تصفیه به طور پیشرفته ای بود از سال ۱۹۸۰ این فرایند جداسازی همراه با الکترو دیالیز در کارخانجات بزرگ و امروزه نیز در شرکت های بزرگ از آن استفاده می کنند. این فرایندها در سال های اخیر پیشرفت های زیادی داشته است. سابقه استفاده از غشا برای صاف کردن به اوایل قرن بیستم باز می گردد . در دهه سوم قرن بیستم غشاها برای جداسازی ، خالص سازی و یا غلبه سازی محلول ها به ویژه سیال های حاوی میکرو اورگانیزم ها مورد استفاده قرار گرفت . سیر تکاملی این پدیده با انجام پژوهش ها بر روی ساخت انواع غشاها و شناخت فرایند در طی زمان به گونه ای ادامه یافت که در حال حاضر این فرایند یکی از شیوه های اصلی شیرین سازی آب محسوب می شود.

فرایند غشایی به شیوه های فیزیکی برای جداسازی حلال از نمک های محلول در آن با استفاده از غشا های نیمه تراوا اطلاق می شود.

در این فرایندها آب شور با اعمال فشار از غشا های نانومتری عبور داده می شود. این غشاها مانند یک فیلتر عمل می کنند و با جدا کردن ذرات ناخالصی موجود در آب ، آن را شیرین می کنند. آب تولیدی این فرایند کیفیتی نزدیک به آب شرب دارد .

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

غشا دارای نفوذ پذیری انتخابی است که مانند سد عمل می کند یکی دیگر از کاربردهای آن رفع ابهام از فرایندهای غشایی است.

- در کل به هر نوع پوسته یا پرده نازک و تراوا یا نیمه تراوا گفته می شود.
 - غشای پلاسمایی در پزشکی ، میکروبیولوژی ، فیزیولوژی یاخته ای و زیست شیمی به پوسته نازک یاخته ها که یک دولایه فسفولیپیدی است و به عنوان مرز میان ساختارهای گوناگون یاخته ای عمل می کند ، گفته می شود.
- غشاها برای جداسازی محلول ها و یا مخلوط گازها کاربرد دارند که بسته به خواص غشاء اعم از استحکام ، محافظت کیه گاه ، مواد تشکیل دهنده می تواند کاربردهای گوناگونی داشته باشد .
- در یک فرآیند غشایی به طور معمول دو فاز بوسیله فاز سوم که غشا می باشد از یکدیگر جدا گردیده اند . غشا تعیین کننده پدیده انتقال جرم است. هر کدام از دو فاز به صورت محلولی از جزء های مختلف می باشد که برخی از این جزء های عبوری مخفی و دیگر از این جزء ها تهی می گردد. دو ویژگی اصلی در انتقال که توسط غشاء اعمال می شود عبارت هستند از:

1- نفوذ پذیری یا تراوایی (permeability)

2- انتخاب گری یا گزینش پذیری (selectivity)

تمام موادی که به عنوان غشاء عمل می نماید دارای ویژگی عبور مواد مختلف به طور انتخابی هستند .

فرآیند غشایی دارای مزایای متنوع زیر می باشد:

- 1- صرفه جویی در مصرف انرژی به دلیل عدم تغییر فاز.
- 2- کاهش فضایی مورد نیاز به علت کم حجم بودن مدول های غشایی.
- 3- سریع تر بودن فرآیند به دلیل نازک بودن غشاء و بالا بودن سرعت انتقال جرم در آن.
- 4- توانایی انجام در دمای پایین که مزیت بالایی برای محلول های حساس به گرما است.
- 5- پایین بودن هزینه سرمایه گذاری در مقایسه با سایر روش ها در سطح جهانی.

6- سهولت در گسترش دادن سیستم.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

غشاها دارای عمر زیادی می باشند. عمر مفید غشاهای اولترافیلتراسیون بیش از دو سال و عمر مفید غشاهای اسمز معکوس بیش از پنج سال گزارش شده اند. اسمز معکوس که نوعی روش نمک زدایی غشایی است متداول ترین روش نمک زدایی در جهان به شمار می رود. مزیت این روش نسبت به روش های حرارتی این است که برای شیرین سازی آب به انرژی حرارتی نیازی ندارد هر چند برق بیشتری مصرف می کند. عدم نیاز به املاح افزودنی نیز از دیگر مزایای این روش است.

کارکرد غشا

غشا و فرایندهای غشایی به صورت مانع انتخابی است که در زمان های مختلف و همچنین قسمت بیرونی سلول و اندامک ها را می پوشاند و به ترکیبات خاص و سایر ترکیبات موجود در محیط مایع اجازه عبور می دهد. قسمت درون ریز غشا به عنوان یک جریان تغذیه ای شناخته شده است. مایعی که در سرتاسر غشا جریان دارد به عنوان مایع نفوذ کرده به غشا شناخته شده و مایع حاوی ترکیبات خاصی می باشد .

وظیفه غشا

غشا ضمن محافظت از سلول ورود و خروج مواد را نیز کنترل می کند. این غشا مانند یک صافی نیست که مواد را بر اساس اندازه عبور دهد بلکه نفوذپذیری انتخابی دارد. یعنی فقط به مواد مورد نیاز سلول اجازه ورود می دهد و مواد زائد و ترشحات را از سلول خارج می کند. غشای سلول عمدتاً از لیپید (چربی) ساخته شده است همچنین انواعی از مولکول های پروتئین و کربوهیدرات (قند) نیز در این غشا وجود دارد.

غشای نیمه تراوا-غشای نیمه متخلخل: غشای نیمه تراوا فقط به بعضی از مولکول ها اجازه عبور از خود را می دهد. این غشا سلول های گیاهی یا جانوری را در بر می گیرد و به آن ها این امکان را می دهد که مواد غذایی را بگیرند و محصولات زائد را دفع کنند . غشا ماده آبکی سلول را حفظ می کند و معمولاً به سلول شکل می دهد غشای نیمه تراوا لایه ای بسیار نازک و انعطاف پذیر است. مولکول های بسیار بزرگ-نظیر پروتئین ها نمی توانند از غشا عبور کنند و به درون سلول راه یابند مولکول های کوچکتر موجود در خونریشان را از درون سوراخ های ریز غشای نیمه تراوا می یابند در حالی که مولکول های بزرگتر اکن عبور ندارند. مولکول ها از طریق دیفیوژن (پخش) و اسمز از غشا عبور می کنند.

در پالایشگاه ها برای جداسازی هیدروکربن های خطی از غیر خطی جهت بهبود عدد اکتان خروجی از واحد آلکیلاسیون به کار می رود.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

غشاها را می توان از مواد مختلفی ساخت. به عنوان اولین طبقه بندی ، غشاها را می توان به دو گروه غشاهای بیولوژیکی و سنتزی تقسیم نمود. غشاهای بیولوژیکی برای زندگی بر روی زمین ضروری هستند. هر سلول زنده با یک غشا احاطه شده است ، اما این غشاها اساساً از نظر ساختار و عملکرد با غشاهای سنتزی متفاوت هستند.

غشاهای سنتزی را می توان در دو گروه زیر تقسیم بندی نمود:

- غشای پلیمری
- غشاهای غیر آلی

اولین استفاده از غشا در مقیاس بزرگ در استفاده از فناوری میکروفیلتراسیون و تصفیه پیشرفته بوده است.

غشا و فرایندهای غشایی همچنین می تواند ضخامت های مختلف با ساختار همگن یا ناهمگن باشد. همچنین می تواند خنثی و یا باردار باشد و انتقال ذرات می تواند به صورت فعال یا غیر فعال باشد. در حالت دوم فرایند غشا می تواند با فشار ، غلظت ، مواد شیمیایی و شیب الکتریکی باشد. غشا را می توان به طور کلی به غشا مصنوعی و غشاهای بیولوژیکی طبقه بندی کرد . درجه نفوذ پذیری غشا به اندازه منافذ غشا بستگی دارد. بسته به اندازه منافذ می توانیم به صورت میکروفیلتراسیون (MF) اولترافیلتراسیون (UF) ، نانو فیلتراسیون (NF) طبقه بندی کرد و همچنین به روش اسمزی غشا هم اشاره کرد . فرایندهای غشایی بر اساس اندازه کوچکترین ذره که تحت تاثیر نیروی فشاری از غشا عبور می کند به نام های زیر نامیده می شوند.

الف) میکروفیلتراسیون (Micro filtration)

ب) اولترافیلتراسیون (Ultra filtration)

پ) نانوفیلتراسیون (Nano filtration)

ت) اسمز معکوس (Reverse osmosis)

طبقه بندی فرایندهای غشایی به صورت توضیح مختصر :

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترودیالیز)

میکروفیلتراسیون (MF):

ذرات بزرگتر از $0.8/0$ الی 2 میکرومتر را حذف می‌کند و در محدوده $(7-100)$ کیلو پاسکال فعالیت می‌کند میکروفیلتراسیون به منظور حذف مواد جامد معلق باقی مانده استفاده می‌شود و حذف باکتری را به منظور ضد عفونی کردن مؤثر آب و همچنین به عنوان یک روشی برای جلوگیری از اسمز انجام می‌دهد. تحولات اخیر در مورد بیو راکتورهای غشایی است که میکروفیلتراسیون و راکتور را برای درمان بیولوژیکی ادغام کرد.

اولترا فیلتراسیون (UF) همان فوق فیلتراسیون:

ذرات بزرگتر از $0.5/0$ الی 2 میکرومتر را حذف می‌کند و در محدوده 70 الی 700 کیلو پاسکال فعالیت می‌کند.

UF (Ultrafiltration) از یک غشاء نیمه نفوذی استفاده می‌کند تا ذرات معلق را از آب براساس اندازه ذرات و درجه انبساط غشاء UF حذف کند. از جمله تکنولوژی های غشایی که معمولاً استفاده می‌شود، UF معمولاً یک مرحله "تنگ تر" (به معنی آن اندازه منافذ کوچکتر) نسبت به میکروفیلتراسیون دارد.

غشاهای تنگ تراز UF نانوفیلترها و اسمز معکوس هستند. غشاهای نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس قادر به حذف یون های حل شده علاوه بر جامدات معلق هستند، درحالیکه غشاهای UF نمی‌توانند یون های حل شده را حذف کنند. غشاء UF در محدوده "تنگی" یا اندازه منافذ در دسترس هستند و به طور معمول براساس برش وزن مولکولی، بیان شده در Daltons، برای اندازه گیری مولکول هایی که اجازه می‌دهند از طریق غشاء عبور کنند، مشخص می‌شود. با توجه به اندازه منحنی بزرگ، فشار بیشتر برای پایین آوردن مایع از طریق غشاء UF در مقایسه با نانو، اسمز معکوس یا میکروفیلترها استفاده می‌شود. جدول زیر نشان می‌دهد که مقادیر منافذ هریک از غشاهای نیمه نفوذ پذیر مورد بررسی قرار گرفته است.

فناوری کاهش وزن مولکولی

میکروفیلتر شدن < 105 دالتون

اولترافیلتراسیون 103-105 دالتون

نانوفیلتراسیون 102-104 دالتون

اسمز معکوس 102 دالتون

انواع غشاء: شبیه به اسمز معکوس و نانوفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون ممکن است در غشای مارپیچی با استفاده از جداسازی عبور جریان انجام شود، جاییکه جریان خوراک به عنصر غشایی تحت فشار وارد می‌شود و در سطح جریان غشایی منتقل می‌شود.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترودیالیز)

شود. بخشی از خوراک از طریق غشا عبور می کند و نفوذ نامیده میشود. موادر دشته در یک جریان به نام کنسانتره فوران می شود. این روش اجازه می دهد سطح غشاء بالا را در یک ردیف کوچک قرارداد، اما بیش تر در معرض آسیب قرار می گیرد، زیرا نمی توان آن را پشت سر گذاشت.

یکی دیگر از روش های معمول استفاده از غشا های فیبرتو خالی است. غشابه لوله های طولانی و بسیار نازک یا الیاف (معمولاً 0.6 تا 2 میلی متر قطر) تشکیل می شوند که در هر دو انتهایه اتصالات متصل می شوند. صدها نفر از این فیبرها بایک اتصال ورودی و خروجی به عنوان "بسته نرم افزاری" یا "کارت ریج" خوانده می شوند و ممکن است به شکل یک "ماژول" تشکیل شوند. محلول خوراکی معمولاً از طریق یک انتهای فیبرها جریان می یابد در حالی که انتهای مخالف به طور کامل یا به طور جزئی بسته شده است، بدین ترتیب سیال را از طریق غشاء که در ناحیه کارت ریج اطراف الیاف جمع آوری شده است و مواد معلق در داخل غشاء.

تمیز کردن غشای ممکن است با اجازه دادن به بخش بسیار کوچکی از جریان برای خروج از انتهای مخالف غشاء در حالی که غشاء "برروی خط"، و سپس یک مرحله تمیز کردن که در آن آب تمیز و یا آب با تمیز کننده باعث جریان "عقب" در غشاء (یعنی خارج از غشاء به داخل).

فیلتراسیون هم چنین می تواند از "خارج از درون" انجام شود و برخی از سیستم ها در بازار از خلاء استفاده می کنند تا مایع را از خارج به داخل غشاء جلب کند. این طراحی مقاوم در برابر فرسایش است زیرا مواد جمع آوری شده در خارج از سطح غشای می تواند به راحتی از غشا حذف شود و با استفاده از معکوس کردن جریان آب و اغلب استفاده از هوا حلال شده با آب که "عقب" به مرکز فیبرها مجبور می شود. این طرح ها قادر به غوطه ور شدن در دستگاه های تصفیه آب در تصفیه خانه های آب و یا فاضلاب می باشند و می توانند آب بسیار تمیز تولید کنند، بنابراین فیلتر کردن معمولی شن و ماسه معمولی را از بین می برند.

کاربردهای فوق العاده تصفیه: با توجه به مشکل در حذف ذرات بسیار کوچک با استفاده از آب معمولی و افزایش نگرانی در مورد ارگانیسم های مقاوم در برابر کلر (به عنوان مثال، Crypto، Giardia)، اولترافیلتراسیون به طور فزایندهای تبدیل به روش انتخاب برای گیاهان تصفیه آب شهری است. غشاهای UF بیشتر از $6 - 99.9999$ Log٪ حذف کری پتوسپوری دی و موج یاردیالام بلیارانشان داده اند. Ultrafiltration حذف حساسیت شدید از مراحل درمان گیاهی معمول از انعقاد، رسوب و فیلتراسیون به اختلالات متغیر influent و اتهام ذرات (به عنوان مثال، پتانسیل زتا).

Ultrafiltration در حذف ذرات ریز بسیار موثر است که می تواند به سرعت غشاهای اسمز معکوس را معکوس کند، در نتیجه کاهش شاخص تراکم سیلت آب. به همین دلیل، آن را اغلب به عنوان پیش درمان برای آب سطحی، آب دریا و آب زیستی

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

درمان شده از آب شهری در بالا RO رودخانه. اولترا فیلتراسیون ها برای بسیاری از برنامه های کاربردی مانند فیلتراسیون استفاده می شود. برخی از غشاهای اولترا فیلتراسیون ها برای حذف ترکیبات محلول با وزن مولکولی بالا مانند: پروتئین ها و کربوهیدرات ها استفاده شده است. همچنین آنها قادر به حذف ویروس ها و برخی از آندوکسین ها هستند.

UF نیز در صنعت برای جدا کردن مواد جامد معلق از محلول استفاده میشود. برنامه های کاربردی صنعتی عبارتند از تولید برق ، پردازش مواد غذایی و نوشیدنی ، تولید دارویی ، بیوتکنولوژی و تولید نیمه هادی. نمونه هایی از برنامه های کاربردی صنعتی عبارتند از:

- ماشین کاری و سنگ زنی — حلال های آب ، نیمه مصنوعی و مصنوعی خنک کننده

- فلزات اولیه — نورد و طراحی سیالات ، خنک کننده

- Washwaters قلیایی و اسیدی ، روغن تراوما

- ریخته گری — ریخته گری مایع و Washwaters

- مهر و موم — مایع شستشوی و شستشوی بسیار قوی تقویت شده

- حمل و نقل — تخلیه خودرو نفت خام

- فشرده سازی ارتعاشی — روغن های مایع خشک کردن روغن و جامد

نانوفیلتراسیون (NF) : همچنین به عنوان شل کننده شناخته شده و می تواند ذرات کوچکتر از $0.1 \mu\text{m}$ میکرومتر را عبور دهد و برای حذف ترکیبات محلول از فاضلاب استفاده می شود. NF در درجه اول به عنوان یک فرایند نرم کردن غشا ارائه شد که یک جایگزین برای نرم شدن مواد شیمیایی توسعه یافته است ، به همین ترتیب نانوفیلتراسیون را می توان به عنوان یک پیش درمان قبل از ضایعات اسمزی به کار گرفت.

اهداف اصلی NF قبل از درمان عبارتند از:

- (1) به حداقل رساندن ذرات و رسوب میکروبی از غشا با برداشتن کدورت ها و باکتری ها

- (2) جلوگیری از پوسته پوسته شدن با برداشتن یونهای سخت

- (3) کاهش فشار از روند RO با کاهش مواد جامد محلول در آب

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

اسمز معکوس (RO): معمولاً برای نمک زدایی آب استفاده می‌شود و همچنین برای ترکیبات محلول در فاضلاب باقی مانده پس از درمان پیشرفته با میکرو فیلتراسیون مورد استفاده قرار می‌گیرد و یونها را حذف می‌کند و نیاز به فشار بالا برای تولید آب مقطر دارد. (۷۰-۸۵)

۳ - روش‌های هیبریدی

در این روش‌ها سعی شده است با ترکیب روش‌های حرارتی و غشایی ، از مزایای هر کدام استفاده شود. از جمله مزایای این روش‌ها عبارتند از:

- الف) اطمینان از تولید آب در مواقعی که به دلیل خارج از مدار بودن بخشی از نیروگاه امکان استفاده از فرآیند حرارتی نیست. در این مواقع می‌توان از روش‌های غشایی برای تولید آب استفاده کرد.
- ب) کاهش چشم‌گیر املاح افزودنی در فرایندهای حرارتی به دلیل امکان ترکیب آب تولیدی از فرآیند غشایی با آب تولیدی از فرآیند حرارتی

ج) دمای پایین‌تر آب و پساب تولیدی در روش هیبریدی نسبت به روش حرارتی

د) بهره‌گیری از برق مازاد در شبکه برای فرآیند غشایی در مواقعی که نیاز به آب ضروری است.

از این روش در کشورهای حاشیه ی خلیج فارس بسیار استفاده شده است. واحد نمک زدایی جده ، الجبیل و ینبوع در عربستان سعودی و فجیره در امارات متحده عربی از این نوع هستند. در کشور ما نیز استفاده از این روش مدتی است در دستور کار قرار گرفته است. به عنوان نمونه شرکت مپنا طرح‌هایی برای احداث واحدهای هیبریدی با ترکیب روش MED و RO در سواحل جنوبی کشور ارائه کرده است . بر اساس مزایایی که برای روش هیبریدی برشمرده شد و با توجه به وجود سواحل طولانی در جنوب ایران ، گزینه‌ی بهینه برای تولید آب شیرین در مناطق جنوبی کشور ، شیرین سازی آب در کنار نیروگاه‌های برق با استفاده از روش‌های هیبریدی است و لازم است دولت زمینه لازم را برای توسعه این آب شیرین کن‌ها فراهم نماید.

دستگاه‌های تصفیه آب جدا از روش تصفیه به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند:

- دستگاه تصفیه آب خانگی

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

- دستگاه تصفیه آب نیمه صنعتی
- دستگاه تصفیه آب صنعتی

سعی داریم به شرح کاملی از دستگاه تصفیه آب صنعتی و کارکرد آن پردازیم . دستگاه ها را بر اساس ابعاد و ظرفیت تولید آب تصفیه شده دسته بندی می کنند . گفتنی است که دستگاه تصفیه آب صنعتی فقط در صنعت و برای خنک کردن دستگاه های صنعتی ، کاهش TDS و ... استفاده می شود . در مدل تصفیه آب صنعتی شکل و ابعاد دستگاه به طور کلی عوض می شود به طور مثال ابعاد فیلترها ، ممبران ها ، شاسی و ...

البته دستگاه تصفیه آب چه از نوع صنعتی ، نیمه صنعتی و خانگی ، اگر بر پایه اسمز معکوس باشند ، با استفاده از یک روش عمل تصفیه آب را انجام می دهد و تفاوت فقط در ظاهر و ابعاد این دستگاه ها می باشد . دستگاه تصفیه آب خانگی حداکثر توانایی تولید ۶۰۰ لیتر آب تصفیه شده را دارد . دستگاه تصفیه آب نیمه صنعتی توانایی تولید ۱۲۰۰ تا ۳۰۰۰ لیتر آب تصفیه شده در شبانه روز را دارد . این دستگاه ترکیبی از دستگاه صنعتی و خانگی می باشد . ولی بیشتر شبیه دستگاه تصفیه آب خانگی است ، به عنوان مثال دستگاه تصفیه آب نیمه صنعتی ۴۰۰ گالن ، دارای فیلترهای پیش تصفیه ۲۰ میکرون ، ۴ عدد فیلتر ممبران ۱۰۰ گالن ، ۴ پمپ و مخزن ذخیره آب ۴۰ لیتری می باشد . از دستگاه تصفیه آب نیمه صنعتی معمولاً در مدارس ، کارگاه های کوچک ، دانشگاه ها و ... استفاده می شود . دستگاه تصفیه آب صنعتی دستگاهی است که روزانه بیش از ۵۰۰۰ لیتر آب را در شبانه روز تصفیه کند . معمولاً قطعات به کار رفته در تصفیه آب صنعتی برای شرب مناسب نیستند مثلاً فیلترها از نوع صنعتی هستند نه خوراکی . اگر به میزان زیادی آب تصفیه شده جهت شرب نیاز است باید آب خروجی از دستگاه تصفیه آب صنعتی را از چندین فیلتر دیگر عبور داد تا مناسب شرب شود .

بخش های مختلف سیستم تصفیه خانه عبارتند از :

SCREEN / آشغال گیر

QUALIZATION TANK&PUMP STATION / مخزن متعادل ساز و ایستگاه پمپاژ

AERATION TANK / مخزن هوادهی

SETTLING / واحد ته نشینی

ACTIVATED SLUDGE.S / پمپاژ لجن فعال

DISINFECTION UNIT / واحد ضد عفونی پساب

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

DIGESTER&HOLDING TANK / مخزن نگهداری و هاضم لجن

POWER&CONTROL PANNEL / تابلوی توزیع قدرت

CONTROL ROOM / اتاق کنترل

با استفاده از بلوئر های هوادهی (activated sludge _ extended aeration) سیستم لجن فعال به روش هوادهی گسترده می باشد . فاضلاب مورد نظر در صورت راهبری صحیح سیستم مورد تصفیه قرار گرفته و مقدار آلودگی آن به حد استانداردهای محیط زیست می رسد .

مشخصات عمومی سیستم تصفیه :

وضعیت اجرایی سیستم تصفیه نسبت به یکدیگر : اجزای سیستم به ترتیبی نسبت به یکدیگر قرار گرفته اند که ارتباط آنها بوسیله لوله و کانال برقرار می گردد

شرایط هیدرولیکی : مخازن سیستم تصفیه به گونه ای قرار گرفته که جریان فاضلاب بین آنها تحت تاثیر نیروی ثقلی انجام می گیرد بدین ترتیب که بعد از مرحله پمپاژ تا آخرین مرحله سیال تحت قوانین ظروف مرتبطه و با انتهای حدود 15-20 cm . انجام می گیرد

روش تصفیه :

فاضلاب های . همان گونه که در مقدمه نیز عنوان شد فرایند تصفیه انتخابی ، به کار گیری روش هوازی و لجن فعال می باشد استحصالی در شبکه جمع آوری پس از عبور از آشغالگیر ها وارد مخزن متعادل ساز و ایستگاه پمپاژ اولیه می گردد . فاضلاب متعادل شده توسط پمپ های پیش بینی شده در این واحد به حوضچه هوادهی منتقل می گردد . همانطور که میدانیم در روش های تصفیه بیولوژیکی حذف آلوده کننده ها بوسیله فعالیت های بیولوژیکی انجام می گردد تصفیه بیولوژیکی مواد آلی قابل تجزیه به روش بیولوژیکی مانند مواد محلول کلوئیدی را حذف می نماید . به طور اساسی این مواد یا به گاز تبدیل می شوند که به محیط فرار می کنند و یا به توده های سلولی بیولوژیکی تبدیل می گردند که به وسیله ته نشین سازی حذف می تصفیه بیولوژیکی همچنین جهت حذف نیتروژن در فاضلاب به کار می رود. شوری

هوادهی :

اساس کار تصفیه به روش بیولوژیکی ، لخته سازی و حذف جامدات کلوئیدی رسوب ناپذیر و تثبیت اجرام آلی به وسیله میکرو ارگانیسم های گوناگونی که مواد آلی محلول و کلوئیدی گازهای گوناگون و توده هایی که عمدتاً باکتری ها هستند ، می باشند

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

. جرم ویژه میکرو ارگانیسم ها جهت تبدیل سلولی کمی بیشتر از جرم ویژه آب می باشد . لذا این اجرام می توانند توسط نیروی ثقلی ته نشین گردند و از فاضلاب جدا شوند . توجه به این نکته ضروریست تا زمانی که توده های تولید شده از اجرام آلی فاضلاب جدا نشوند ، عمل تصفیه تکمیل نشده است چرا که این توده های سلولی از مواد آلی می باشند و در خروجی بعنوان (BOD5) اندازه گیری می گردند.

اجرام آلی موجود در فاضلاب در مخزن هوادهی با باکتری های هوازی که بطور معلق وجود دارند در تماس قرار می گیرند . محیط هوازی مخزن هوادهی با استفاده از هواده های عمقی یا هواده های مکانیکی . سطحی ایجاد می شوند که علاوه بر این عملکرد ، اختلاط فاضلاب را نیز ایجاد می کند . بعد از گذشت زمان مشخصی مخلوط سلولهای جدید و قدیمی به داخل تانک ته نشینی جایی که سلولها از پساب تصفیه شده جدا می گردند هدایت می شود . یک بخش از سلولهای ته نشین شده جهت بدست آوردن غلظت مناسب و دلخواه ارگانیسمها در مخزن هوادهی به این راکتور باز گردانده می شوند و بخش دیگر آن از سیستم خارج می شوند.

در طبیعت نقش اساسی باکتری ها ، تجزیه اجرام آلی تولید شده به وسیله موجودات زنده می باشد در روش لجن فعال باکتری ها مهمترین میکروارگانیسم هایی هستند که نقش تجزیه اجرام آلی موجود در فاضلاب را ایفا می کنند . درمخزن هوادهی ، یک بخش از مواد آلی بوسیله باکتری های هوازی یا باکتری های اختیاری برای بدست آوردن انرژی جهت انتشار سنتز باقیمانده اجرام آلی به سلولهای جدید استفاده می گردد فقط بخش کمی از این مواد به ترکیبات یا انرژی کم مانند سولفات ، نیترات و دی اکسید کربن اکسید می شوند و مابقی به جرم

های سلولی سنتز می شوند . اگر چه این مطلب که باکتری ها هر چه سریعتر مواد آلی را تجزیه می کنند بسیار مهم می باشد ، تشکیل لخته های مناسب که نیاز اولیه جداسازی موثر اجرام بیولوژیکی در واحد ته نشینی می باشد نیز بسیار حائز اهمیت است . این مطلب مشاهده شده است که اگر زمان متوسط اقامت سلولی سلولها در سیستم افزایش داده شود ، خصوصیات ته نشینی لخته های بیولوژیکی افزایش می یابد چرا که با افزایش عمر توده سلولی ، بار سطحی آن کاهش می یابد و میکرو ارگانیسمها شروع به تولید پلیمر های سلولی اضافی می نمایند به طوری که لایه های شبیه به قبلی را به روی آنها ایجاد می کنند . حضور این پلیمر ها و لجن تشکیل لخته هایی که می توانند به آسانی در اثر ته نشینی ثقلی (Gravity settlii) حذف گردند را افزایش می دهد .

ته نشینی:

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

ته نشینی ، عبارت از جدا سازی ذرات معلق از آب می باشد که از آب سنگین تر می باشد . از این واحد بطور وسیعی در تصفیه فاضلاب استفاده می شود . از ته نشینی جهت جذف دانه ، حذف اجرام ویژه در مخزن ته نشینی اولیه حذف لخته های بیولوژیکی در مخازن ته نشینی لجن فعال و حذف لخته های شیمیایی زمانی که لخته سازی شیمیایی صورت می گیرد ، استفاده می شود . از این واحد همچنین برای تغلیظ جامدات در تغلیظ کننده های لجن استفاده می شود .

در اکثر موارد ، هدف اولیه از این واحد تولید خروجی صاف می باشد . ولی تولید لجنی که به آسانی منتقل شود و قابل تصفیه باشد مورد نیاز است . عملکرد مخازن ته نشینی لجن فعال از پساب تصفیه شده می باشد لخته های تشکیل شده در کف مخزن ایجاد توده های لجنی را می کنند که از لحاظ ضخامت متفاوت می باشد . در صورتی که ظرفیت پمپهای برگشت لجن یا سائز آنها مناسب نباشد ممکن است توده لجن در شرایط جریان پیک و کل عمق مخزن را اشغال نماید و از سرریزها به بیرون منتقل می شود

ضد عفونی :

پس از ته نشین شدن فاضلاب در مخزن ته نشینی ثانویه و پیش از وارد نمودن آن به منابع طبیعی آب باید میکروارگانیسم ها ی بیماریزا از قبیل باکتری ها ، ویروس ها ، کیسه های آمیبی موجود در آن از بین رود ضد عفونی فاضلاب با استفاده از مواد شیمیایی ، عوامل فیزیکی ، وسایل مکانیکی و تابش اشعه انجام می پذیرد . در حال حاضر ، متداول ترین روش ضد عفونی فاضلاب اضافه کردن کلر به فاضلاب می باشد . در این روش ابتدا محلول هیپوکلریت در یک پکیج تهیه و آماده می گردد و سپس توسط یک دستگاه پمپ تزریق مربوطه به پساب تصفیه شده در داخل یک حوضچه تماس فاضلاب با کلر اضافه می گردد .

نگهداری و هضم لجن اضافی:

لجن مازاد فرآیند بیولوژیکی لجن فعال توسط واحد پمپاژ لجن برگشتی به این مخزن منتقل می گردد تا با یک زمان توقف طولانی لجن مذکور هضم و تغلیظ می گردد این لجن در دوره های هرچند ماه یک دفعه تخلیه و به بیرون شهر منتقل می شود خلاصه : فرآیند هوای مذکور روش لجن فعال با هوادهی گسترده عمقی بر مبنای هضم هوای فاضلاب می باشد . بدین منظور به مخلوط لجن فعال برگشتی و فاضلاب ورودی در بخش هوادهی بطور مداوم هواده می شود و لجن فعال حاصل از واکنش

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

های بیوشیمیایی در بخش ته نشینی رسوب خواهد کرد . پساب خروجی از سرریز ته نشینی جهت عملیات ضد عفونی وارد قسمت کلر زنی می شود بدین ترتیب پساب خروجی از این واحد قابل دفع در آبهایی زیر زمینی خواهد بود.

کاربردهای دستگاه های تصفیه آب صنعتی :

دستگاه تصفیه آب صنعتی برای کشاورزی

با توجه به روش های نوین کشاورزی استفاده از دستگاه تصفیه آب در این صنعت پیشرفت بسیار زیادی داشته است. به عنوان مثال آبیاری قطره ای به خاطر کیفیت محصولات و میزان آب کمتری که استفاده می کند نسبت به روش های سنتی طرفدار های بیشتری دارد. کمبود منابع زیر زمینی و کیفیت نامناسب این آب ها استفاده از دستگاه تصفیه آب صنعتی در حوزه کشاورزی را گسترش داده است. مخصوصا در پرورش گل ، گیاه و میوه های گلخانه ای که از حساسیت بیشتری برخوردار می باشند. با توجه به کاهش بارندگی و افزایش تقطیر میزان TDS به طور چشمگیری افزایش یافته است. بسیاری از گلخانه ها نوع خاصی گل را پرورش می دهند که نیاز به TDS پایین دارند از این رو حتما باید از دستگاه تصفیه آب صنعتی RO استفاده نمایند. یکی از فاکتور های مهم در طراحی دستگاه تصفیه آب میزان TDS می باشد.

تصفیه آب صنعتی در پرورش ماهی

استفاده از دستگاه تصفیه آب صنعتی و آب تصفیه شده در حوزه پرورش ماهی نیز پیشرفت شایانی داشته است. برای پرورش ماهی باید شرایط رشد و نمو آن ها فراهم شود. مهم ترین مساله استفاده از آبی می باشد که TDS مناسبی داشته باشد. در شمال کشور با توجه به آب چشمه ها شرایط برای پرورش ماهی مناسبتر است ولی بسیاری از شهرها که در این حوزه فعالیت دارند از آب مناسب برای پرورش ماهی برخوردار نیستند. یا مجبور به استفاده از آب چاه می اشند که دارای کیفیتی مناسب نیست ، بنابراین این کار مستلزم استفاده از دستگاه تصفیه آب صنعتی برای بالا بردن کیفیت آب می باشند. بسته به نوع ماهی که از نوع آکواریوم باشد یا نوع دریایی کیفیت آب متفاوت می باشد.

دستگاه آب مقطر ساز صنعتی

بسیاری از کارخانجات بزرگ مثل کارخانه های فولاد سازی برای خنک کردن دستگاه ها احتیاج به آب تصفیه شده با TDS پایین دارند ، دستگاه های صنعتی معمولا بسیار گران می باشد و هزینه تعمیرات بسیار بالایی دارند بنابراین برای جلوگیری از

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

ایجاد کریستال بر روی این دستگاه ها از آب تصفیه صنعتی استفاده می کنند . دستگاه های دیگری وجود دارند که بسیار حساس می باشند از این رو برای خنک کردن آنها باید از آب مقطر استفاده شود . در بعضی از صنایع نظیر داروسازی و شستشوی قطعات الکترونیک و ... احتیاج به آب مقطر می باشد. از ویژگی آب مقطر TDS نزدیک به صفر آن است. برای تولید آب مقطر صنعتی ابتدا باید بادرگاه تصفیه آب صنعتی به روش اسمز معکوس آب را تصفیه کرده و املاح اضافی را حذف و سپس با استفاده از روش میکس بد (Mixedbed) آب برای خالص سازی وارد ستون میکس بد می گردد و با عبور از بین بستر ستون میکس بد ، با حذف کاتیون ها و آنیون های موجود در آب ، به طور همزمان به وسیله مخلوطی از رزین های تبادل یونی کاتیونی و آنیونی ، املاح ناچیز خود را از دست داده و به آبی با خلوص بسیار بالا تبدیل می گردد . (دیونایزر) دستگاهی شامل یک ستون کاتیونی و یک ستون آنیونی است که قابلیت تولید آب بدون یون با هدایت الکتریکی زیر یک میکروزیمنس ($1 \mu S$) را داراست .

تصفیه آب صنعتی برای تولید آب های بطری شده (آب معدنی)

بسیاری از شهروندان به اشتباه تصور می کنند آب های معدنی مستقیماً از چشمه های زیر زمینی پر می شود ولی باید گفت با توجه به کیفیت نامناسب چشمه های آب زیر زمینی ابتدا این آب باید با دستگاه تصفیه آب صنعتی تصفیه شده و سپس در مرحله آخر مواد معدنی به آن افزوده شود.

تصفیه آب به روش سیستم تبادل یونی :

فرایند تبادل یونی یکی از اشکال پدیده جذب سطحی است ، که در آن فاز سیال در تماس با فاز جامد جاذب قرار می گیرد. طی این تماس برخی از اجزای موجود در فاز سیال جذب فاز جامد شده و از سیال جدا می گردند. فرایند تبادل یونی فرایندی برگشت پذیر است که طی آن یون های خارجی موجود در آب جذب گروه های عاملی قرار گرفته بر روی شبکه پلیمری (فاز جامد) می گردند و بدین ترتیب آب عاری از هرگونه ناخالصی یونی حاصل می گردد. پس از اشباع شدن گروه های عاملی ، سیستم تحت عملیات بازیابی و شستشوی شیمیایی قرار گرفته و مجدداً مورد استفاده قرار می گیرد .

از سیستم های تبادل یونی به دو منظور سختی گیری و همچنین تولید آب با خلوص بالاتر استفاده می شود که به طور جداگانه در ذیل اشاره می گردد .

الف) سیستم های تبادل یونی به عنوان سختی گیر آب مورد نیاز صنعت به لحاظ استاندارد با آب مورد نیاز شرب بسیار

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

متفاوت می باشد .

نکته ای که در آب مورد نیاز اکثر صنایع حائز اهمیت می باشد ، حذف املاحی است که می توانند در صورت فراهم آمدن شرایط رسوب نمایند .

یکی از بیشترین مصارف آب در صنعت تولید بخار می باشد که در صورت وجود عوامل رسوب کننده در آب می توانند باعث کاهش عمر این تاسیسات گردند .

این عوامل رسوب کننده بیشتر با عنوان سختی شناخته می شوند . در تعریف علمی کلیه کاتیون های با ظرفیت الکتریکی بیشتر از یک را سختی گویند . لذا در اکثر صنایع فقط حذف سختی آب مد نظر می باشد که هزینه آن نسبت به حذف کل یون های آب بسیار پایین تر می باشد .

در این میان سیستم های تبادل کننده یونی خاصی برای این منظور تولید شده اند که به رزین های پایه سدیمی معروفند در واقع این رزین ها ، سختی آب مانند یون های کلسیم ، منیزیم و ... را جذب کرده و به جای آن سدیم آزاد می نمایند . توجه شود که در این روش جمع کل آنیون ها و کاتیون های آب ثابت می ماند و فقط نوع یون ها عوض می شوند . محدودیت این روش این است که برای TDS های بالای 1000 جوابگو نمی باشند و باید از روش های دیگری استفاده شود . احیاء این سختی گیرها به وسیله محلول آب و نمک می باشد .

ب) سیستم های تبادل یونی برای تولید آب با درجه خلوص بالا از دیگر رزین های استفاده شده در صنعت تصفیه آب رزین های سیکل اسیدی و بازی هستند که در گذشته در محدوده بسیار وسیع تری استفاده می شدند در واقع این روش می تواند نیاز صنایع به آب فوق خالص را مرتفع سازد این رزین ها به دو نوع قوی و ضعیف تقسیم می شوند و می توانند در آرایش های مختلفی قرار گرفته و آب فوق خالص تولید نمایند . امروزه از این روش در خروجی آب تصفیه شده توسط RO به منظور تولید آب با $EC < 0.2$ استفاده می شود .

• دامنه کاربرد تکنولوژی تبادل یونی عبارت است از :

o تولید آب بدون یون (Demineralization)

o حذف سختی آب

o حذف کاتیون های خارجی از آب

o حذف قلیائیت

o بازیابی مجدد آب در صنایع فلزی

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

o حذف نیترات و سولفات

o بازیابی و یا جداسازی مواد دارویی

o بازیابی فلزات با ارزش در صنایع فلزی

تصفیه آب به روش سیستم نانو فیلتراسیون

در همه روش های پیشرفته تصفیه آب مهمترین هدف تصفیه ، حذف املاح محلول در آب می باشد ولی نکته مهمی که وجود دارد این است که برای کاربردهای مختلف ، آب با درجه خلوص متفاوتی مورد نیاز می باشد برای مثال در صنعت داروسازی و یا تولید سوخت هسته ای آب مورد نیاز ، آب فوق خالص (Ultra Pure) می باشد لذا طبیعی است برای تولید آب با درجه خلوص بیشتر باید هزینه بیشتری صرف شود ، ولی برای برخی دیگر از کاربردها آب با خلوص بسیار زیاد مورد نیاز نمی باشد برای مثال آب استفاده شده در برج های خنک کننده (Cooling Tower) باید صرفاً از لحاظ حذف سختی مورد تصفیه قرار گیرد .

در چنین کاربردهایی می توان از سیستم هایی با درصد حذف پایین تر و به تبع آن هزینه کمتر استفاده نمود یکی از این روش های تصفیه مرسوم در دنیا ، روش نانو فیلتراسیون می باشد . یکی از کاربردهای فناوری نانو استفاده از نانوفیلترهاست که گام مؤثری در حفظ محیط زیست و صرفه جویی در انرژی نهاد است . نانوفیلترها براساس منافذشان طبقه بندی شده اند .

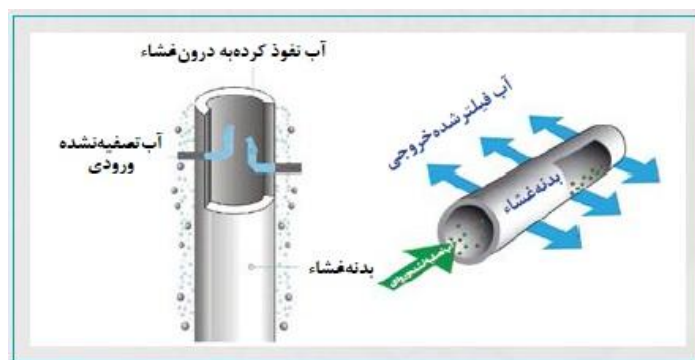
نانوفیلتراسیون نسبت به اسمز معکوس و اولترا فیلتراسیون مزایای ویژه ای دارد ، از جمله آن که در اولترا فیلتراسیون مقدار آلاینده های مصرفی نسبت به حد مجاز بالاتر بوده و در اسمز معکوس میزان خلوص آب حاصله بیشتر از حد معمول است که پیامد آن افزایش قیمت این روش است .

از دیگر مزایای استفاده از نانوفیلتراسیون در تصفیه آب و پساب عبارتند از: حذف نمک های چند ظرفیتی (از قبیل آهن ، منگنز ، اورانیم و برخی آفت کش ها) ، امکان تولید میزان آب تصفیه شده در مقیاس وسیع ، از بین بردن انواع باکتری ، ویروس و میکروارگانیسم ها ، حذف آلاینده های آلی ، حفظ مواد معدنی مورد نیاز سلامت انسان ، از بین بردن اثرات مخرب زیست محیطی ، حذف کدورت ، سختی و شوری آب ، پایین بودن هزینه تصفیه و در مجموع همانگونه که اشاره شد عدم نیاز به افزودن مواد شیمیایی زیان آور برای محیط زیست و انسان .

غشای سرامیکی نانوفیلتراسیون

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

این نوع غشاء دست های از انواع غشاهای مصنوعی هستند که از ترکیبات معدنی مانند آلومینا (Al_2O_3) ، تیتانیا (TiO_2) ، اکسیدهای زیرکونیوم (ZrO_2) ، سیلیکا (SiO_2) ، کریید سیلیکون (SiC) و غیره ساخته می شوند. با توجه به اینکه در هنگام ساخت غشاهای سرامیکی ، با کنترل شرایطی (همچون غلظت مواد اولیه و نسبت مولی آنها ، pH و دما) می توان اندازه حفرات غشاء را کنترل نمود ، می توان طیف گسترده ای از غشاهای سرامیکی با اندازه حفرات مختلف را تولید نمود. این موضوع باعث شده است که غشاهای سرامیکی در زمینه های مختلفی مانند فرایندهای نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون و همچنین جداسازی برخی گازها کاربرد گستردهای داشته باشند. لازم به ذکر است که در ساخت غشاهای سرامیکی نانوفیلتراسیون می توان از مخلوطی از ترکیبات نام برده (با نسبت های مختلف) نیز استفاده نمود. همچنین از میان این ترکیبات سیلیکا و تیتانیا کوچکترین اندازه حفرات و در نتیجه بیشترین کاربرد در نانوفیلتراسیون را دارا هستند. بسته به نوع جریان ، غشاهای سرامیکی را به دو دسته تقسیم بندی می نمایند: اولی از داخل به خارج که در آن جریان ورودی از درون غشاء عبور کرده و فرایند فیلتراسیون به سمت بیرون از غشاء صورت می گیرد و دیگری جریان فیلتراسیون از خارج به سمت داخل می باشد.

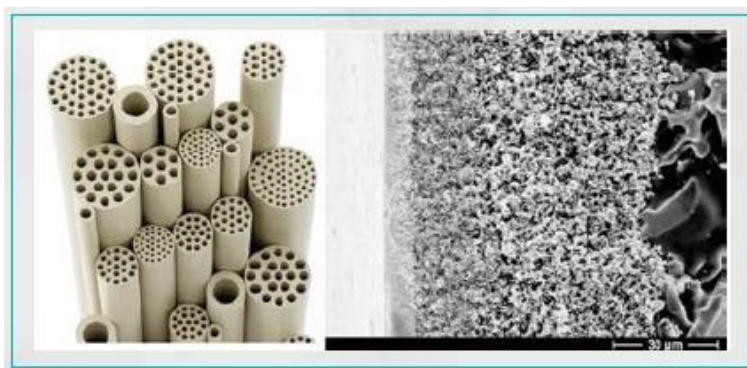


برای سیستم با جریان از داخل به بیرون دو نوع طراحی وجود دارد. نوع اول که تحت عنوان واحد ماژول ۶ شناخته می شود ، از تعداد بسیار زیادی واحدهای غشاء سرامیکی نانوفیلتراسیون تشکیل می شود که به صورت منظم و جدا از هم در محفظه های فولادی قرار گرفته اند. همچنین باید توجه داشت که خود واحدهای غشاء سرامیکی نانوفیلتراسیون هم طراحی های مختلفی با اشکال هندسی متفاوت و تعداد و سائز کانالهای مختلف برخوردار هستند.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الکترودیالیز)



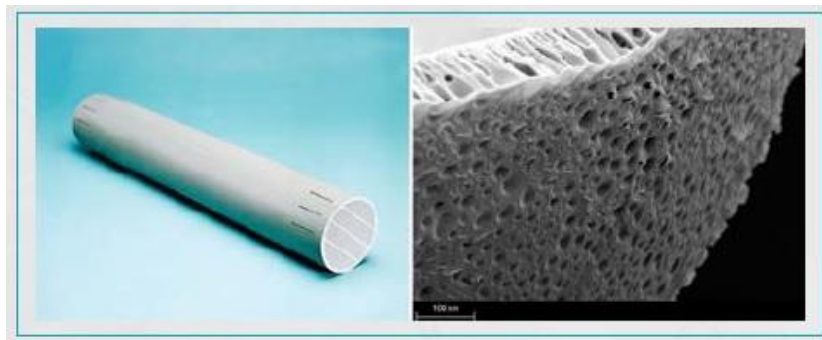
نوع دوم از غشاهای سرامیکی نانوفیلتراسیون با جریان از داخل به سمت خارج ، نوع یکپارچه ۷ می باشد که از یک بدنه سرامیکی تشکیل شده که درون آن کانالهای جریان بسیار زیادی قرار دارد که آب به صورت جداگانه از درون منافذ هر یک از آنها عبور می کند و آلودگی های آن حذف می شود. بنابراین غشاها از این نوع از سطح نسبی بسیار بالایی برخوردار هستند و کارایی مناسبی ارائه میدهند. نمونه ای از این نوع غشاء به همراه تصویر میکروسکوپ الکترونی غشا (تصویر با بزرگ نمایی بسیار بالا) در شکل قابل مشاهده است. همچنین شکل زیر در این گزارش بیانگر عملکرد متفاوت فیلتراسیون از داخل به خارج است.



غشاهای نانوفیلتراسیون از نوع یکپارچه ، سطح غشایی زیادی را در حجمی فشرده و با قیمتی مقرون به صرفه در اختیار میگذارند ؛ با این وجود ، نوع ماژولی دارای مقاومت بیشتری بوده و از مشکلات کمتری در زمانهای طولانیتر (مثل گرفتگی و مسدود شدن کانالها) رنج می برند. برخلاف سیستمها با جریان از داخل به بیرون که معمولاً شکل استوانه ای دارند ، سیستمهای با جریان از خارج به داخل به صورت غشاء سرامیکی صفحه ای چند مجرایی ۸ هستند که در برخی سیستمهای تصفیه فاضلاب کوچک به کار برده میشود و نمونه ای از آن در شکل زیر قابل مشاهده است. ذکر این نکته لازم است که در حال حاضر شرکتهای آمریکایی و ژاپنی فعال در ساخت غشاهای سرامیکی برای تصفیه آب تمایل بیشتری به ساخت

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

سیستمهای یکپارچه دارند. در حالیکه سازندگان اروپایی به ساخت سیستمهای با جریان از خارج به داخل تمایل بیشتری دارند.



میکروفیلتراسیون :

میکروفیلتراسیون یک فرایند تصفیه فیزیکی است که مواد جامد معلق را از آب حذف می کند ، به دلیل اندازه منافذ کوچک فیلتر محیط ، معمولاً غشاء. برخلاف اسمز معکوس و نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون تنها از فیلتراسیون فیزیکی برای حذف ذرات در محدوده 0.1 تا 10 میکرون ، از جمله باکتری ها استفاده می کند ، اما برخلاف نانو و RO ، میکروفیلتراسیون آلاینده های حل شده را حذف نمی کند.

به طور معمول ، شبیه به اسمز معکوس و نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون آب توسط جداسازی جریان متناوب انجام می شود ، جاییکه جریان خوراک به عنصر غشا تحت فشار قرار می گیرد و در سطح جریان غشایی منتقل می شود. بخشی از خوراک از طریق غشا عبور می کند و نفوذ نامیده می شود.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

مواد رد شده در یک جریان به نام کنسانتره فوران می شود. فیلتراسیون غشاء عبور از جریان با استفاده از جریان متقابل بالا برای افزایش عبور از نفوذ و کاهش ضایعات غشایی. هم چنین با فشار کمتر (کمتر از 100 psig) از نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس عمل می کند.

سیستم های میکروفیلتر کردن معمولاً برای موارد زیر استفاده می شود:

- عقیم سازی سردنوشیدنی ها و داروها.

- قبل از درمان RO در بالادست برای حذف مواد جامد معلق که می تواند غشاء را از بین ببرد.

جداسازی باکتری از آب (میکروفیلتراسیون آب به عنوان یک روش انتخاب برای بسیاری از سیستم های تصفیه آب شهری و اجتماعی به دلیل توانایی آن برای حذف اسپوره از قبیل کریپتوسپوریدی و موجیریا) تبدیل شده است.

- برخی از انواع درمان های پساب.

- برخی از برنامه های جداسازی روغن / آب.

میکروفیلتراسیون ، مانند سایر فرایندهای غشایی ، باید با استفاده از پیشگیرانه کافی برای جلوگیری از مخرب مکرر و / یا غیرقابل برگشت غشاء به درستی اعمال شود. تجربه گسترده ای را با استفاده از این و دیگر فن آوری های تصفیه آب برای اطمینان عملی اقتصادی و موثر دراز مدت است

استانداردهای کیفیت سخت گیرانه بیشتر باعث افزایش تقاضا برای فنآوری های فیلتراسیون غشائی مانند نانوفیلتراسیون شده است.

نانوفیلتراسیون گاهی برای دفع فاضلاب استفاده می شود ، زیرا میزان شار زیادتری دارد و انرژی کمتر از سیستم اسمز معکوس استفاده می شود. طراحی و کارکرد نانوفیلتراسیون بسیار شبیه به اسمز معکوس است و برخی از تفاوت ها. تفاوت عمده این است که غشاء نانوبه عنوان غشای اسمز معکوس به عنوان "تنگ" نیست. این کار بایک فشار فاضلاب پایین تر عمل می کند و یون های monovalent (یعنی کسانی که بایک بارشارژ یا ولتاژ یک) را از آب به طور موثر به عنوان غشای RO حذف می کنند.

درحالی که غشاء RO معمولاً 98 تا 99 درصد از یون های تک والنت را حذف می کند ، مانند کلرید یا سدیم ، غشای نانو فیلتر معمولاً به ترتیب از 50 تا 90 درصد ، بسته به ماده و تولید غشاء حذف می کند. از آنجاکه توانایی آن به طور موثر حذف یون

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

های di و trivalent است ، نانوفیلتراسیون به طور مرتب برای حذف سختی از آب درحالی که محتوای کل مواد جامد محلول را بسیار کمتر از RO می گیرد ، استفاده می شود. به همین دلیل آن را "غشاء نرم کننده" خوانده است. Nanofiltration اغلب برای فیلتر کردن آب با مقدار کم جامدات جامد محلول ، برای حذف ماده آلی و نرم شدن آب استفاده می شود.

از آنجاکه این یک "غشاء لاغر" است ، غشاهای نانو فیلتراسیون به احتمال زیاد به ضخامت یا مقیاس کمتری نیاز دارند و نیاز به پیشگیری کمتر از RO دارند. گاهی اوقات حتی به عنوان پیش درمان RO نیز مورد استفاده قرار می گیرد. نانو فیلتراسیون میتواند در صنایع مختلف تصفیه آب و فاضلاب برای حذف هزینه یون ها و مواد آلی استفاده شود.

علاوه بر تصفیه آب ، نانو فیلتراسیون اغلب در فرآیند تولید داروهای دامپزشکی ، محصولات لبنی ، پارچه و نانوایی استفاده می شود. تجربه قابل توجهی در استفاده از سیستم های نانوفیلتراسیون برای حل مشکلات آب درمانی دارند .

تصفیه آب به روش EDI :

همچنان که در مطالب قبلی نیز قید شد یکی از مهمترین نیازهای صنایع مادر : مانند صنعت هسته ای ، صنعت داروسازی ، صنعت قطعات نیمه رسانا و داشتن آبی با خلوص بسیار زیاد می باشد . برای تولید چنین آب هایی ابتدا آب خام بسته به غلظت املاح موجود در آن توسط یکی از روش های پیشرفته مانند اسمز معکوس ، نانوفیلتراسیون ، EDR و یا تقطیر مورد تصفیه قرار می گیرد .

خروجی چنین تصفیه هایی آبی با خلوص بالای $25 \mu\text{S}/\text{cm}$ می باشد و هنوز با استاندارد آب فوق خالص فاصله دارد . لذا آب خروجی در یکی از سیستم های تبادل یونی یا EDI مورد تصفیه مجدد قرار می گیرد تا آب با خلوص بسیار بالا را تولید نماید . معایب سیستم های رزینی مصرف زیاد مواد شیمیایی جهت احیاء و همچنین اشغال فضای زیاد با توجه به حجم آب تولیدی می باشد . سیستم EDI ترکیبی از فرآیند تبادل یونی و فیلتراسیون غشایی می باشد که خروجی آن آبی بدون املاح و با هدایت الکتریکی کمتر از $2/0 \mu\text{S}/\text{cm}$ است .

در سیستم EDI نیز املاح از طریق فرآیند تبادل یونی از آب جدا می شوند. با این تفاوت که ممبرین ها به طور پیوسته با

جریان برق احیاء می شوند که این امر نیاز به استفاده از مواد شیمیایی جهت احیاء ممبرین ها را از بین می برد .

هر واحد EDI متشکل از تعدادی سلول است که بین دو الکترود قرار گرفته اند .

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیپریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

تصفیه آب به روش Reverse Electro dialysis (EDR) :

کلمه Dialysis در لغت به معنی جدا کردن مواد از یک محلول می باشد و روش EDR در واقع بیانگر جدا کردن املاح از آب با استفاده از انرژی برق می باشد . در این روش با استفاده از جریان برق DC و همچنین غشاهای آنیونی و کاتیونی ، عملیات جداسازی املاح از آب صورت می پذیرد .

کلمه Reverse در انتهای این روش بدین معنی می باشد که در اثر عبور آب از ممبرین های سیستم ، یکسری از املاح بر روی ممبرین ها رسوب می نمایند

در روش های سنتی که به ED معروف بود از تزریق اسید و آنتی اسکالانت و اسید سولفوریک برای جلوگیری از رسوب استفاده می شد ولی در این روش به ازای حدوداً هر 15 دقیقه کار سیستم ، پلاریته سیستم یا همان جای قطب های مثبت و منفی تعویض می گردد و املاح رسوب کرده بر روی سیستم از آن جدا می شوند

نکته ای که در مورد روش EDR قابل توجه می باشد این است که در هر مرحله از تصفیه تنها 50% از املاح می تواند دفع گردد لذا برای رسیدن به خلوص بالاتر باید آب در چندین مرحله تصفیه شود . روش EDR بیشتر برای تولید آب شرب در دنیا استفاده می شود

از آنجایی که TDS مناسب آب شرب بین 100 تا 500 می باشد و TDS خروجی این روش بالاتر از 100 می باشد ، این روش بهترین روش تولید آب شرب در حجم های بالا می باشد . حداقل حجم آب تولیدی به روش EDR حدود 15 متر مکعب در شبانه روز می باشد

معایب روش EDR :

حداکثر TDS ورودی به سیستم 12000 PPM می باشد

ماکسیمم درصد حذف املاح در هر مرحله 50% می باشد در حالی که در روش RO ، 99% می باشد

این روش فقط توانایی حذف عناصری را دارد که از لحاظ الکتریکی خنثی نیستند

مثلاً اگر شکر در آب حل شود یون های سازنده آن از لحاظ الکتریکی خنثی می باشند ، لذا اگر آب شیرین بارها و بارها از این سیستم عبور نماید به هیچ وجه املاح آن حذف نمی گردد

همچنین این روش توانایی حذف میکرو ارگانیسم های موجود در آب مانند باکتری ها ، قارچ ها ، جلبک ها و ویروس ها را به علت اینکه از لحاظ الکتریکی خنثی می باشند را ندارد

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

مزایای روش EDR

یکی از مهمترین مزیت های روش EDR ریکاوری بالای سیستم می باشد که تا حد 94% می تواند افزایش یابد این بدین معنی است که این سیستم می تواند 94% آب ورودی را تصفیه نماید و فقط 6% آن را به صورت پساب دفع نماید.

مزیت دوم سیستم ، عمر ممبرین های استفاده شده می باشد که حدود 10 سال می باشد .

فشار کاری این سیستم کم می باشد ، لذا هزینه های نگهداری اتصالات و پایپینگ آن بسیار پایین می باشد و برای جلوگیری از خوردگی می توان از اتصالات UPVC در کل سیستم استفاده نمود .

هزینه نگهداری این دستگاه نسبت به RO بسیار پایین تر می باشد .

تزریق مواد شیمیایی برای جلوگیری از رسوب که مواد گران قیمتی هم می باشند نیاز نمی باشد.

• تصفیه آب به روش سیستم اسمز معکوس (RO)

نیمه تراوا چیست :

نیمه تراوا به ممبرینی اشاره می کند که به طور انتخابی به اقسام خاصی اجازه عبور می دهد در حالیکه الباقی گونه ها باقی می مانند .

در واقع بیشتر گونه ها از ممبرین خواهند گذشت اما با سرعت متفاوت و قابل توجه.

در اسمز معکوس ، محلول (آب) با سرعت بیشتری نسبت به ذرات نامحلول (نمکها) از ممبرین ها عبور می کنند ، با توجه به اینکه آب خالص تولید می شود ، پیامد نهایی این است که تفکیک حلال حل شده روی می دهد. در برخی موارد عدم آبیاری باعث غلیظ شدن نمک می شود .

روش اسمز معکوس

تاریخچه روش اسمز معکوس

در سال 1770 راهب نولت فرانسوی برای اولین بار به خواص نیمه تراوایی غشاها پی برد. او مشاهده کرد زمانی که یک شیشه دهانه گشاد مملو از الکل که دهانه آن توسط یک کیسه (به عنوان غشا) مسدود شده است را در آب غوطه ور کنیم ، حجم آب در شیشه ، طی چند ساعت افزایش و کیسه متورم می شود.

در واقع کیسه نسبت به الکل ناتراوا ولی نسبت به آب تراوا بوده ، و بنابراین برای این که پتانسیل شیمیایی الکل در داخل شیشه به حالت تعادل برسد ، آب به داخل بطری نفوذ می کند .

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

در یک فرآیند فیلتراسیون ، دو فازی که با یکدیگر در تعادل ترمودینامیکی نیستند توسط یک غشا نیمه تراوا جدا می شوند. غشای یاد شده مانند یک سد یا مانع فیزیکی عمل کرده و عبور یا عدم عبور مواد از یک فاز به فاز دیگر را کنترل می کند. در فرایندهای غشایی می توان از نیروهای محرکه گوناگونی برای عمل جداسازی بهره گرفت. پدیده انتقال جرم در یک غشا توسط پدیده های محلول- نفوذ ، جابجایی و دافعه یونی که ناشی از اختلاف در پتانسیل شیمیایی ، اختلاف در غلظت ، اختلاف در فشار و اختلاف در پتانسیل الکتریکی است ، انجام می گیرد.

تحقیق در مورد اسمز معکوس در سال 1950 در دانشگاه فلوریدا ، جائیکه رید و بوتون که توانستند خاصیت نمک زدایی ممبران استات سلولز را شرح دهند ، آغاز شد ، لوب و سوریرجان ، گسترش تکنولوژی اسمز معکوس را با ایجاد نخستین ممبران استات سلولز نا متقارن ادامه دادند. تحقیق در مورد این پیشرفت خوب و امیدوار کننده منجر به ایجاد پیکر بندی بهتر و جدیدتر اجزای اسمز معکوس شد. به طوریکه امروزه این صنعت اکثراً اجزای مارپیچ فنی و در برخی موارد اجزای فیبر توخالی را تولید می کنند. در اوایل سال 1980 تحقیق و بررسی در لابراتوارهای دولتی آمریکا ، منجر به تولید نخستین ممبران پلی آمید مرکب شد . این ممبران ها عمدتاً نسبت به ممبران های سلولزیک ، از جریان تراوش و نمک زدایی بالاتری برخوردارند. امروزه با معرفی ESPA3 توسط هیدراناتیک ها ، این صنعت با ترتیب کاهش بزرگی در مسیر نمک ، به افزایش 20 دفعه ای در جریان هر فشار بر روی ممبران های سلولزیک اصلی رسیده است.

اسمز چیست ؟

اسمز یک روش و شیوه نرمال (طبیعی) شامل عبور یک محلول غلیظ از میان مانع ممبرین نیمه تراوا می باشد. یک مخزن آب خالص را با ممبرین نیمه تراوا که به دو قسمت تقسیم شده ، تصور کنید. آب خالص در مقایسه با دو قسمت یک ممبرین نیمه تراوا ایده آل در فشار و دما برابر از میان ممبرین ها عبور نمی کند ، زیرا اختلاف سطح شیمیایی دو قسمت برابر است .

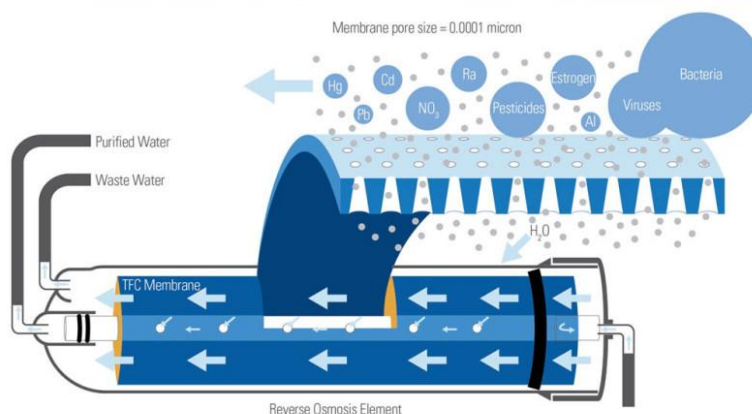
اگر نمک قابل حل به یک قسمت اضافه شود ، اختلاف سطح شیمیایی این محلول نمک کاهش پیدا می کند. استمراراً قسمت آب خالص از میان ممبرین به سمت قسمت محلول نمک حرکت می کند تا تعادل اختلاف سطح شیمیایی احیا گردد .

در شرایط علمی ، دو قسمت مخزن از لحاظ اختلاف سطح شیمیایی شان تفاوت دارند و محلول ، از طرف اسمز ، اختلاف سطح شیمیایی اش را در کل سیستم همسان می سازد . تعادل زمانی برقرار می شود که ناهمسانی و تفاوت فشار

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

هیدرواستاتیک ناشی از تغییرات گنجایش حجم در قسمت ، با فشار اسمزی برابر می شود. فشار اسمزی ، یک تناسب خاصیت محلول به غلظت نمک و استقلال ممبرین است .

اسمز معکوس چیست؟



دستگاه آب شیرین کن اسمز معکوس (RO):

اسمز معکوس Hyper Filtration فرایندی است فیزیکی که قادر می باشد 99 درصد جامدات محلول موجود در آب (TDS) و کلوئیدی مواد آلی محلول و غیرمحلول ، اندوتوکسین ها ، ویروس ها ، باکتری ها و آلاینده های میکروبیولوژی را به کمک غشا نیمه تراوا حذف نماید.

اسمز معکوس ، تکنولوژی مدرنی است که آب را برای مصارف متعددی از جمله نیمه رساناها ، خوراک پزی ، تکنولوژی زیستی ، داروها ، تولید برق ، نمک زدایی آب دریا و آب خوردنی شهری ، تصفیه می نماید .
از اولین آزمایشاتی که در سال 1950 انجام شد طی آن هر ساعت چند قطره آب تولید می شد ، امروزه نتیجه صنعت اسمز معکوس در تولید مشترک جهانی به بیشتر از 1/7 میلیون گالن در هر روز رسیده است . با افزایش روز افزون تقاضاها برای آب خالص (تصفیه شده) ، رشد صنعت اسمز معکوس در قرن آینده با افزایش روبه رو خواهد شد .

یکی از ویژگی های مهم تصفیه آب صنعتی به روش اسمز معکوس ، طول عمر و افزایش راندمان در عملکرد دستگاه های تصفیه آب صنعتی می باشد . بکارگیری اصول سیستم پیش تصفیه آب مناسب در روش تصفیه آب صنعتی Industrial water treatment ، نحوه بازدهی دستگاه تصفیه آب صنعتی ، طول عمر ممبرین را زیاد می کند زیرا عواملی از قبیل رسوب گرفتگی ، تخریب ممبرین را به حداقل می رساند و منجر به کیفیت محصول ، کاهش هزینه های عملیاتی و نگهداری تجهیزات صنعتی تصفیه آب ، شدت جریان محصول و بازیافت محصول ناشی از سیستم تصفیه آب صنعتی خواهد بود .

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

در تصفیه آب صنعتی نمک های محلول در آب به صورت کاملاً فیزیکی حذف می شود . فیلترهای تصفیه آب صنعتی به نام ممبران های صنعتی نقش بسزایی در کنترل نمک های محلول در آب را خواهند داشت .

اسمز معکوس چگونه کار می کند :

برای درک این که چگونه اسمز معکوس کار می کند ، این کمک می کند تا فرایند اسمزی را که در طبیعت در همه جادریک میشود ، درک کنید . هنگامی که دوره حل حاوی غلظتهای مختلف مواد معدنی حل شده بایک غشای نیمه نفوذ پذیر جدا شده ، آب از محلول متمرکز کمتر به محلول متمرکز بیشتر جریان می یابد . نمونه هایی از غشاهای نیمه نفوذ پذیر ، دیواره سلولیی کم وجود زنده ، غشاء درون یک تخم مرغ ، پوسته های روده ای پستانداران و یا مواد ساختاری (نوع پلاستیکی) است که نشان دهنده این ویژگی است .

فشار اسمتی اندازه گیری می شود که آب به خوبی از طرف "تمیز" به سمت "کثیف" (کم ذرات معدنی به سمت بالا مواد غشاء) حرکت می کند و این امر بوسیله اختلاط غلیظ غلظت مواد معدنی کنترل می شود . این فشار می تواند به طرز شگفت انگیزی بالا باشد و برای یک مکانیسم استفاده شده درختان برای انتقال آب از عمیق ترین ریشه به بلندترین اندام ، اغلب یک فاصله عمودی 100 یا بیشتر فوت است . همان طور که آب از طریق غشاء حرکت می کند ، بیشتر مواد معدنی موجود در آن باقی می ماند .

مکانیسم هایی که مولکول های آب را از طریق غشاء فعال می کنند و اکثر مواد معدنی محلول (یون) را پشت سر می گیرند ، به طور کامل درک نمی شوند ، اما از فیلتر کردن ساده بسیار پیچیده تر است . پخش و حمل و نقل فعال مدل هایی هستند که نقش مهمی را ایفا می کنند . یک تعریف اسمز را "مهاجرت مولکول های آب در یک غشاء ایجاد می کند که از طریق جذب لحظه دو قطبی از مولکول های آب به یون ها و مولکول های قطبی در طرف دیگر غشاء" می گوید .

سیستم های اسمز معکوس با استفاده از فشار ناشی از انسان بر روی "سمت کثیف" (محتوای مواد معدنی بالا) برای غلبه بر فشار اسمزی طبیعی در تلاش برای جریان از راه دیگر ، به علاوه برخی از فشار اضافه شده برای سرعت بخشیدن به فرآیند به منظور فشار آب در نیمه — غشاء نفوذ پذیر به "طرف پاک" . در روند RO ، 98 درصد یا بیش تر از مواد معدنی حل شده در سمت "کثیف" پشت سر گذاشته شده است .

با پیشرفت های سریع در تکنولوژی سیستم غشایی و تجاری در طول 20 سال گذشته ، اسمز معکوس تبدیل به یکی از تکنولوژی های ارزان قیمت برای تخلیه آب شده است . سیستم هادرجای خود قادر به حذف نمک از آب دریا (نمک زدایی) در جریان چند میلیون گالن در

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

روز است. از آنجا که اسمز معکوس از مواد شیمیایی گران قیمت و خطرناک استفاده نمی کند ، در بسیاری از کاربردها از قبیل درمان آب تغذیه دیگ ، آب شستشو ، آزمایشگاه ها ، و غیره جایگزین demineralization تبادل یونی را جایگزین کرده است.

اسمز معکوس با استفاده از غشاء زخم در اطراف یک هسته به منظور اندازه گیری مقدار زیادی از سطح غشابه حجم کوچک است. چنین غشایی به عنوان "زخم مارپیچی" نامیده می شود و سیستم های "تو خالی" اولیه رابه طور گسترده ای آواره کرده است. از آنجا که غشا مانع از انتقال 98 درصد یون های حل شده به جریان آب پاک می شود ، بسیاری از مواد معدنی در سمت "کثیف" غشا قرار دارند. برای جابجایی این هاوبه حداقل رساندن پوسته پوسته شدن (به عنوان مواد معدنی بیش تر متمرکز ، بسیاری از آن ها ممکن است غلظت محلول خود را بیش از غلظت و یا شروع به رسوب و یا مقیاس بر روی غشا ، بنابراین کاهش کارایی فیلتراسیون و به طور بالقوه آن را بی فایده ارائه) ، معمولاً حدود 25٪ از کل مواد غذایی در سراسر قسمت کثیف غشا برای تخلیه شسته شده است. علاوه بر مواد معدنی متمرکز ، بسیاری از ذرات کوچک ذرات معلق در آب تغذیه نیز جاروب شده اند تا تخلیه شوند. این محصول آب بسیار تمیز تولید میکند ، زیرا حتی ذرات بسیار کوچک (تا 0.0001 میکرون) ، از جمله بیش تر کل کربن آلی یا TOC نیز حذف می شود.

تخریب TOC فوق العاده اشعه UV

کاهش کل کربن اکسید شده

کل کربن اکسید شده در سیستم های آب خالص مطلوب نامطلوب است زیرا به عنوان یک منبع غذایی برای حمایت از تکثیر باکتری ها عمل می کند و ممکن است در فرآیندهای پایین دست نفوذ کند. TOC موجود در اکثر سیستم های آب شهری ، به ویژه آن هایی است که منبع سطح هستند ، در سطوح 1-20 عدد در میلیون یا بیشتر. مشخصات خالص آب به طور معمول نیازمند مقدار TOC زیر 10 قسمت در میلیارد است. این بدان معنی است که کاهش میزان TOC اغلب ضروری است. استفاده از کربن فعال یا رزین های مبدل های آلی ممکن است به کاهش مقادیر TOC به عنوان بخشی از پیش درمان کمک کند ؛ با این حال ، این به طور معمول باعث کاهش سطح PPP نمی شود و به طور کلی به عنوان بخشی از سیستم تصفیه آب و خالص آب خالص و سیستم پرداخت مناسب نیست.

برای درمان نهایی و پرداخت ، سیستم انتخاب شده باید قادر به دست یابی و نگهداری سطوح پتاسیم TOC باشد و نباید ناخالصی ها رابه آب انتقال دهد. با در نظر گرفتن این معیارها ، سیستم های تخریب TOC ماوراء بنفش اغلب برای کاهش موثر این گروه ترکیبات استفاده می شود (این نیز به عنوان "مشعل TOC" نامیده می شود). مکانیزم تخریب در زیر توضیح داده شده است.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الکترو دیالیز)

سیستم های تخریب TOC به طور معمول با استفاده از لامپ های استوانه ای نازک قادر به تولید نور UV در محدوده 185 نانومتر قرار می گیرند ، در نزدیکی فیزیکی نزدیک به لوله های شیشه ای با خلوص بالا که از طریق آن آب جریان می یابد. نور UV دارای انرژی قابل توجه است و توسط ترکیبات و ارگانیک هادریش تر طول موج جذب می شود. با این حال ، طول موج های خاصی به دلیل ویژگی های انرژی و جذب موثرتر است ، به طوری که باعث ایجاد حداکثر اثر می شود. به عنوان مثال ، باکتری هادر 254 نانومتر (nm) بیشترین حساسیت را دارند. در طول موج 185 نانومتر ، افزایش انرژی و جذب حساسیت ترکیبات ارگانیک اکسید کننده منجر به تشکیل رادیکال های آزاد هیدروکسیل در انواع مختلف هیجان فتوشیمیایی می شود. این رادیکال های آزاد هیدروکسیل ($-OH$) موجب شکستن مواد شیمیایی مختلفی از ارگانیزم های می شود که به نوبه خود باعث ایجاد واکنشهای زنجیره ای ، اکسیده شدن اکثر ارگانیک هادر دی اکسید کربن و آب ، بلوک های اصلی پایه همه ترکیبات آلی است.

هنگامی که کاهش معدنی اضافی مورد نظر است ، مبدل حرارتی تبادل یونی رامیتوان برای له کردن آب محصول استفاده کرد. از آنجایی که 98 درصدیون های حل شده در روند RO حذف می شوند ، رزین تبادل یونی ظرفیت قابل توجهی بین مبادلات دارد (see Deionization Service or Regeneration).

سیستم های تخریب TOC به طور معمول در حلقه های تجدید پذیر سیستم های تصفیه آب خالص پایین به پایین از طبقه های "اولیه" یا "ثانویه" پلی اتیلن های تخلیه ی مخلوط بستر قرار می گیرند. از آنجاکه کاهش TOC منجر به تولید دی اکسید کربن می شود ، هدایت الکتریکی افزایش می یابد (مقاومت در برابر کاهش) به علت تشکیل اسید کربنیک که یونیزه شده است. بنابراین ، عمل استاندارد این است که یک deionizer فشرده "پلیمری" مخلوط حاوی بسیار شسته شده ، رزین کم TOC ، پایین دست از واحد توزیع TOC. برای کاهش باکتری در سیستم ، واحدهای ضد عفونی UV که در 254 نانومتر عمل می کنند ، اغلب بعد از دیانیزاسیون نهایی پرداخت می شوند.

بسیاری از ملاحظات طراحی و خدمات ، از جمله غلظت TOC در آب خام ، اندازه گیری سیستم توزیع TOC ، نظارت TOC در خط ، فرکانس جایگزینی لامپ ، جایگزینی لوله کوارتز ، تله های UV در ورودی و خروجی ، برای جلوگیری از تخریب UV اتصال لوله کشی و بسیاری دیگر.

اگر آب تغذیه به درستی در جریان سیستم اسمز معکوس قرار گیرد ، تعمیر و نگهداری به طور کلی حداقل است ، زیرا تنها یک قسمت متحرک قابل توجه ، یک پمپ دارد. شایع ترین غشای RO در حال حاضر استفاده می شود به از بین بردن با کلر ، بنابراین پیشگیری معمولاً شامل تغذیه عامل کاهش دهنده مانند بی سولفیت سدیم و یا استفاده از فیلتر کربن فعال برای

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

رسیدن به dechlorination (به عنوان مثال ، از بین بردن کورین آزاد). برای کاهش مقادیر کربنات کلسیم و منیزیم برای کاهش مقادیر تقسیم بندی یونی ممکن است ضروری باشد ، اگرچه توسعه سریع مواد شیمیایی ضد انجماد به طور کلی باعث می شود که آن ها روش انتخاب (مصرف نمک را از بین ببرند). فیلتراسیون چندرسانه ای ممکن است در صورتی که آب حاوی سوراخ قابل توجه باشد ضروری باشد. آب خوراک باید با استفاده از آزمون تراکم آب شستگی (SDI) قبل از تعیین پیش آزمون ، از آنجایی که نارسایی غشایی نارس و / یا پاک کردن غشاء مکرر می تواند ناشی از طراحی پیشگیرانه ناکافی باشد. SDI یک عدد بدون واحد محاسبه شده از چندین مجموعه زمان بندی جریان آب از طریق فیلتر مطلق 0.45 میکرون است و در حالی که فشار 30 psi را حفظ می کند.

محصول وفاضلاب از طریق RO جریان تابع از طراحی هیدرولیک ماشین است و تنها می تواند تغییر کند. از آنجایی که چگالی آب به طور قابل توجهی بادمای متفاوت است ، آب گرم (به عنوان مثال ، 77 درجه فارنهایت) از طریق غشاء به میزان بیش از آب 40 درجه فارنهایت جریان می یابد (جریان در دماهای مختلف به طور گسترده ای از تولید کنندگان در دسترس است و به عنوان "نرخ جریان" از غشاء). اکثر تولید کنندگان مشخصات طراحی خود را بر اساس آب 77 درجه فارنهایت فهرست می کنند. این باعث شده است بسیاری از کاربران نهایی که این نگرش رادارک نمی کنند ، به علت نامناسب بودن یک ماشین RO را انتخاب می کنند زیرا آب شهری در بسیاری از شهرها ممکن است در فصل زمستان به 40 درجه فارنهایت - 45 درجه فارنهایت برسد ، در حالی که آب در بسیاری از ایالات متحده به طور معمول متوسط 55 درجه فارنهایت سال است ، اما می تواند 75 درجه فارنهایت یا گرم در SE ایالات متحده است. مهم این پارامتر در مرحله طراحی در نظر گرفته شده است. علاوه بر RO ، این طراحی باید با توجه به تجهیزات پیش پردازش مورد استفاده قرار گیرد ، زیرا در طول ماه های گرم ، جریان های بالاتر بایستی جریان داشته باشد.

برای درک اسمز معکوس بهتر است با اسمز نرمال شروع کنیم. بر طبق دیگشتری وبستر هریام ، اسمز به معنای حرکت و جنبش حلال از ممبرین نیمه تراوا (مثل سلول زنده) به داخل محلول بسیار غلیظ شده ای است که تمایل به همسان سازی غلظت حل شده روی دو طرف ممبرین دارند. این یک تعریف صحیح محسوب می شود. در سمت چپ ، بشر پر از آب قرار دارد و مخزنی که در آب نیمه غوطه ور است. همانطور که انتظار دارید سطح آب در مخزن به اندازه سطح آب در بشر است . در آنجا ، انتهای مخزن به ممبرین نیمه تراوا چسبیده است و مخزن با محلول نمکی نیمه پر است و در آن غوطه ور است. در ابتدا سطح محلول نمک و آب برابر است اما با گذشت زمان ، وقایع غیر منتظره ای روی می دهد. آب داخل مخزن افزایش می یابد. این افزایش را به فشار اسمزی نسبت می دهند.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

ممبرین نیمه تراوا ممبرینی است که برخی از اتم ها یا مولکول ها را عبور می دهد ، اما مانع عبور بقیه می گردد.

ممبرین است اما تقریباً برای هر چیزی که ما معمولاً از آن عبور می دهیم ، ناتراوا می باشد.

مثال ممبرین نا تراوا ، آستر روده های شما یا دیوار سلول است gore-tex از یک ممبرین نیمه تراوا معمول دیگر است .

ساختار gore-tex شامل لایه نسبتاً نازک پلاستیکی است که در داخل آن میلیون ها روزنه کوچک ایجاد کرده اند. روزنه ها

برای عبور بخار آب از آن به اندازه کافی بزرگ هستند اما برای جلوگیری از عبور آب مایع به اندازه کافی کوچکند

ممبرین به غیر از مولکول های نمک به مولکول های آب اجازه عبور میدهد.

یک روش برای درک فشار اسمزی این است که مولکول های آب را بر روی دو طرف ممبرین تصور کنید.

این تصور در تضاد با Brownian motion است .

بر روی قسمت نمکی ، بعضی از روزنه ها با اتم های نمک مسدود شده اند اما در قسمت آب خالص چنین چیزی وجود ندارد

بنابراین آب بیشتری از قسمت آب خالص عبور می کند ، چون روزنه های بیشتری برای عبور آب خالص در قسمت آب خالص

وجود دارد .

آب موجود در قسمت نمکی افزایش می یابد تا یکی از این دو حالت روی دهد:

1- غلظت نمک در دو طرف ممبرین مساوی شود ، البته در این مورد این حالت روی نمی دهد ، چون آب خالص در یک قسمت و آب شور در طرف دیگر وجود دارد .

2- همانطور که ارتفاع ستون آب شور افزایش می یابد فشار آب نیز افزایش پیدا می کند تا اینکه فشار اسمزی برابر شود. در این نقطه اسمز متوقف خواهد شد .

به هر حال ، اسمز دلیل این مسئله است که نوشیدن آب شور (مثل آب اقیانوس) شما را خواهد کشت. زمانی که آب شور

وارد معده تان می شود ، فشار اسمزی ، آب را به بیرون بدن تان هدایت می کند ، تا نمک در داخل معده شما رقیق شود ،

بنابراین شما آب بدن تان را از دست می دهید (آب بدن تان خشک می شود) و می میرید.

در اسمز معکوس ، هدف این است که از ممبرین به گونه ای استفاده شود که شبیه فیلتری برای تولید آب قابل نوشیدنی آب

شور (یا آب آلوده دیگر) عمل نماید .

آب شور روی یک طرف ممبرین گذاشته می شود و فشار برای متوقف کردن اعمال می شود.

سپس وارونه می شود ، یعنی جریان اسمزی روی می دهد ، در مجموع این کار فشار زیادی می گیرد و نسبتاً کند پیش می رود

اما به هر حال این کار انجام می شود .

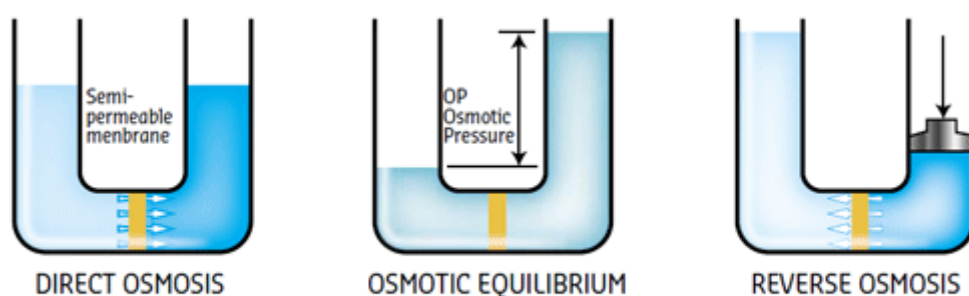
اگر یک غشاء نیمه تراوا بین دو محلول با غلظت های متفاوت قرار گیرد ، مقداری از حلال از یک طرف غشاء به طرف دیگر

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

منتقل می شود. جهت طبیعی حرکت حلال به گونه ای است که محلول غلیظ تر رقیق می شود ، سپس آب خالص از غشاء عبور کرده و وارد آب شور می شود ، اگر به سیستم اجازه رسیدن به تعادل داده شود ، در آن صورت سطح آب نمک (محلول غلیظ تر) از سطح آب خالص بالاتر خواهد رفت بنابراین این اختلاف سطح در دو طرف غشاء را فشار اسمزی می گویند.

در اسمز معکوس ، آب خام توسط پمپ به داخل محفظه ای که دارای غشاء نیمه تراوا است رانده می شود و چون ناخالصی ها قادر به عبور از غشاء نیستند از این رو در یک طرف غشاء آب خالص و در طرف دیگر ، آب تغلیظ شده وجود خواهد داشت. این فرآیند برای تهیه آب آشامیدنی از آب هایی که حاوی املاح معدنی زیاد و ناخالصی های آلی باشند بسیار مناسب بوده و حتی قادر است از آب دریا با $T.D.S \text{ PPM } 50000$ و نیز از آب های لب شور ، آب آشامیدنی تهیه کند . روش اسمز معکوس به هایپرفیلتراسیون (HYPER FILTRATION) نیز معروف می باشد ، یعنی با استفاده از این روش ذراتی به کوچکی یون ها را نیز می توان جدا کرد. همچنین جهت زدودن نمک ها و سایر ناخالصی های آب و بهبود رنگ ، طعم و مزه آن می توان از این روش بهره گرفت. لازم به ذکر است که بیش از یک قرن است این تکنولوژی شناخته شده است ولی تا قبل از 60 سال اخیر یعنی تا زمانی که غشاهای خاص توسعه نیافته بودند این تکنولوژی گسترش چندانی پیدا نکرده بود .

در شکل زیر آب خالص از پوسته رد شده و وارد آب مغشوش می شود. اگر به سیستم اجازه رسیدن به بالانس داده شود ، آن موقع میزان آب نمک (آب حاوی ناخالصی) از سطح آب خالص بالاتر می رود. به این فاصله سطح در دو طرف پوسته فشار اسمزی گفته می شود. در اصل تنها مولکول های آب توانایی عبور از پوسته نیمه تراوا را دارند



Reverse Osmosis operating principle

کاربرد علمی اسمز معکوس در سیستم های تصفیه آب خانگی و تصفیه آب صنعتی هر دستگاه تصفیه آب اسمز معکوس (اعم از خانگی و یا صنعتی) به صورت ساده به چهار قسمت زیر تقسیم بندی می شود

الف : پوسته نیمه تراوا (ممبرین)

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

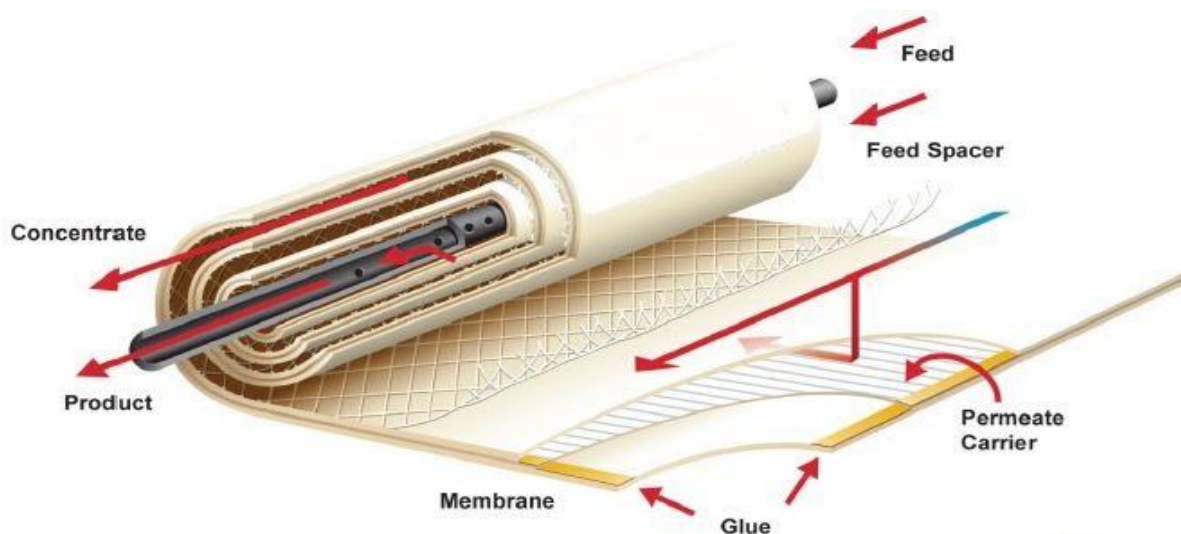
ب : پمپی که توانایی فراهم آوردن فشار لازم آب ورودی به سیستم را داشته باشد

ج : خروجی پساب (فاضلاب)

د : اسمز معکوس خانگی ، آب خام (تصفیه نشده) پس از گذر از سه صافی اولیه (پیش فیلتر ها) و انجام تصفیه اولیه ، با

فشار پمپ ماکزیمم فشار (100 PSI) وارد محفظه (هوزینگ) ای که شامل ممبرین RO است می شود. ممبرین از

چندین لایه پوسته نیمه تراوا که به دور یک لوله مرکزی تاب خورده به وجود آمده است



شکل بالا برشی از یک محفظه RO که ممبرین در آن قرار گرفته است را نشان می دهد. به دلیل اینکه آب جهت عبور از چشمه های غشا که قطر آنها 0/0001 میکرون است ، نیاز به فشار دارد ، وجود پمپ در این سیستم از ضروریات است خروجی پساب در دستگاه های اسمز معکوس ، به جهت دور کردن ناخالصی هایی که به وسیله پوسته از آب جدا می شود ، تعبیه شده و در حقیقت آب تغلیظ شده و سرشار از ناخالصی ها از راه خروجی پساب به فاضلاب وارد می شود. بدین گونه گذر آب از روی سطح غشا و روان شدن آن به مجرای فاضلاب باعث می شود که ناخالصی های دفع شده از آب روی سطح پوسته رسوب گذاری نکنند و باعث کم شدن عمر غشا نشوند

مزیت های سیستم RO :

- کارکرد پیوسته و مداوم سیستم
- قابلیت دریافت ورودی آب خام با TDS بالا (حتی آب دریا و اقیانوس ها)

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

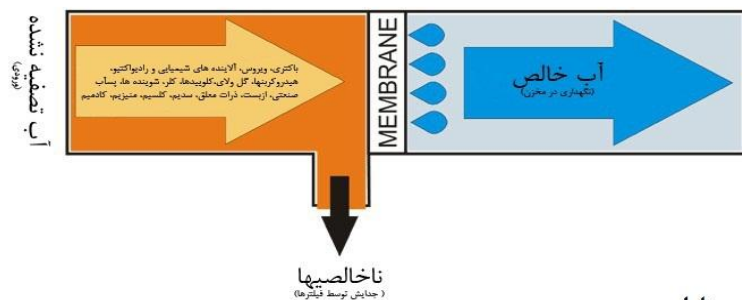
- میزان بازدهی بالا در کل سیستم
 - سادگی فرآیند برای اپراتور
 - ظرفیت های تولید متعدد
 - پایین بودن هزینه نگهداری سیستم
 - عدم به کارگرفتن مواد زیان بخش برای انسان در این سیستم
 - از بین بردن تمامی آلاینده ها از قبیل آلاینده های آلی ، غیرآلی و میکروبی
 - امکان استفاده از منابع نامتناهی و قابل اطمینان یعنی آب دریاها در این سیستم
 - پایین بودن هزینه نصب و راه اندازی سیستم
- قابلیت جداسازی آلاینده هایی که به آب رنگ ، مزه و بوی نامطلوبی می دهند ، از قبیل طعم های قلبایی و نمکی که به وسیله کلریدها و سولفات ها ایجاد می گردند.
- مقدار واقعی (Actual) حذف عناصر ، ممکن است با تغییر فشار آب ورودی ، درجه حرارت آب ورودی ، کیفیت شیمیایی آب ورودی و تغییر میزان آلودگی ها ، تغییر کند. امروزه روش اسمز معکوس اقتصادی ترین روش برای به دست آوردن آب آشامیدنی از آب های شور مناطق کم آب است . در مخزن ، آب به سمت قسمت نمک دار ممبران حرکت می کند تا تعادل برقرار شود . بکارگیری فشار خارجی برای همسان سازی قسمت محلول نمک با فشار اسمزی همچنین باعث برقراری تعادل خواهد شد. فشار مضاعف باعث افزایش اختلاف سطح شیمیایی آب موجود در محلول نمک می شود و سبب عبور حلال به سمت قسمت آب خالص می گردد. زیرا در آن حالت دارای اختلاف سطح شیمیایی پائین تری می باشد . این پدیده اسمز معکوس نامیده می شود. نیروی محرک شیوه اسمز معکوس ، فشار کاربردی است. مقدار انرژی مورد نیاز برای تفکیک اسمزی مستقیماً به میزان شوری حلال مربوط می شود. بنابراین ، انرژی بیشتری برای تولید مقدار یکسان آب از حلال با غلظت بالای نمک لازم است.

فرآیند تصفیه آب با روش اسمز معکوس

اگر چه سیستم اسمز معکوس به ظاهر پیچیده می باشد اما فرآیندی ساده و آسان برای تصفیه آب می باشد. که روش جدیدی برای تصفیه آب نمی باشد. سیستمهای اسمز معکوس فشار قوی سالیان سال برای شیرین سازی آبهای شور و آب دریا مورد استفاده قرار گرفته است. مهمترین نکاتی که بایستی به یاد داشته باشید عبارتند از:

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

- تمامی سیستمهای اسمز معکوس به یک شیوه کار می کند.
- اکثر سیستمهای اسمز معکوس از برنامه مشابهی برای تصفیه استفاده می نماید.
- اجزا اصلی بکار رفته در تمامی سیستمهای اسمز معکوس همانند می باشد.
- تفاوت واقعی در سیستمهای اسمز معکوس ، کیفیت فیلترها و اجزا داخلی آن است.



مزایا:

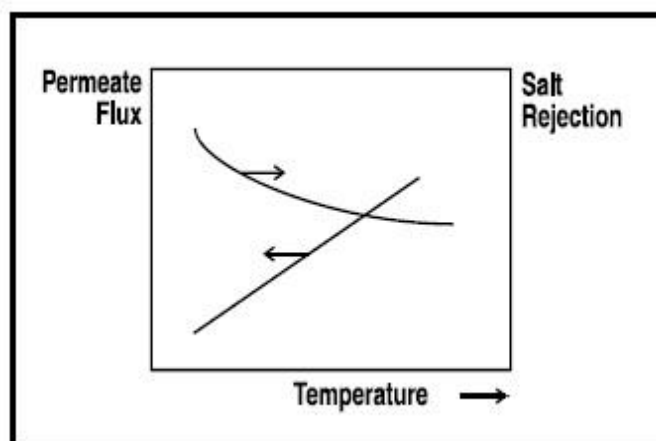
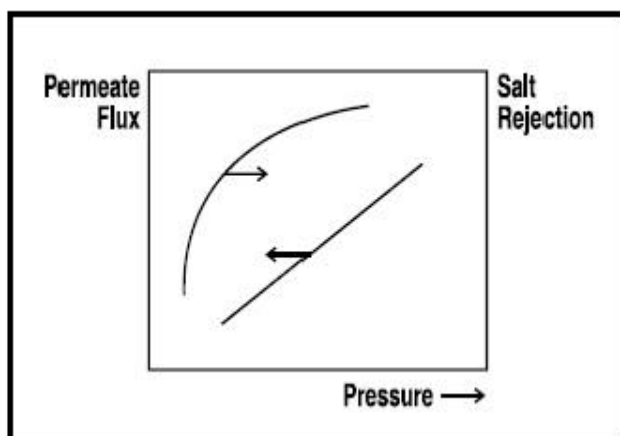
- بهبود طعم، بو و ظاهر آب
- فرایند موثر تصفیه و حذف آلاینده های فوق و دیگر ذرات
- بدون مصرف انرژی
- بسیار آسان
- سهولت نظافت سیستم
- هزینه کم

سیستم اسمز معکوس فرآیندی است که طی آن ذرات محلول غیر طبیعی (مانند نمکها) از حلال (مانند آب) جدا می گردد. در این روش آب شیر از یک غشای نیمه تراوا بوسیله فشار خط لوله عبور داده می شود. غشای نیمه تراوا (که بسیار نازک می باشد) تنها به آب اجازه عبور می دهد و ناخالصیها و آلاینده ها روی آن باقی می ماند.

بطور کلی مواردی که بر عملکرد سیستم اسمز معکوس موثر است عبارت است از:

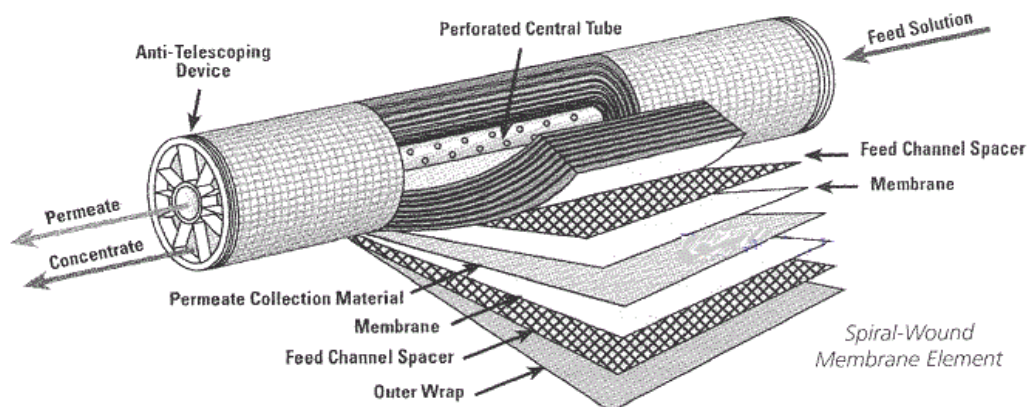
- فشار آب ورودی: با افزایش فشار موثر ، هم مقدار آب تصفیه شده و هم کیفیت آب تصفیه شده افزایش می یابد.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترودیالیز)



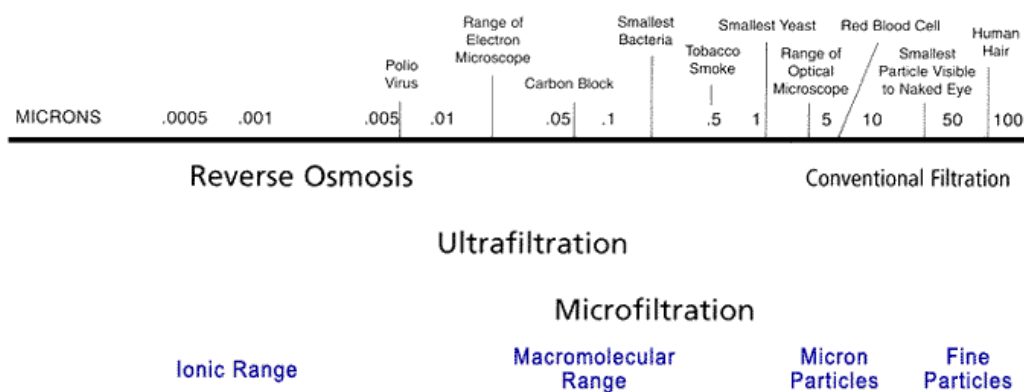
- دمای آب: دمای بهینه در اکثر سیستمهای اسمز معکوس 25 درجه سانتیگراد است. با افزایش دما و با ثابت بودن سایر پارامترها، جریان عبوری و نمک محلول در آن افزایش می یابد.
 - نوع و تعداد ذرات جامد محلول در آب
 - کیفیت فیلترها و ممبران مورد استفاده در سیستم اسمز معکوس
- دیاگرام یک ممبران سیستم اسمز معکوس

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)



فرآیند اسمز معکوس چه چیزی را جدا می کند؟

در این فرایند تمامی ذرات بزرگتر از 0/001 میکرون از سیال جدا می گردد.



در روش اسمز معکوس همچنین ذرات زیر با درصدهای یاد شده که به کیفیت فیلترها ، دما و فشار آب و TDS آب بستگی دارد ، جدا می گردد.

(1) شیر ورودی جریان آب سرد :شیر تنظیم کننده آب سرد ورودی به سیستم می باشد. جریان ورودی بوسیله لوله ها به پیش فیلترهای سیستم اسمز معکوس هدایت می گردد.

(2) پیش فیلترها : آب سرد ابتدا وارد پیش فیلترها می گردد. معمولا در سیستمهای اسمز معکوس بیش از یک پیش فیلتر مورد استفاده قرار می گیرد. متداولترین نوع پیش فیلترها ، فیلترهای رسوبی (فیلترهای پلی پروپیلن) می باشد ، که جهت جدایش شن ، گل ولای ، خاک و سایر رسوبات موجود در آب استفاده می گردد. علاوه بر این ، فیلترهای کربنی نیز جهت

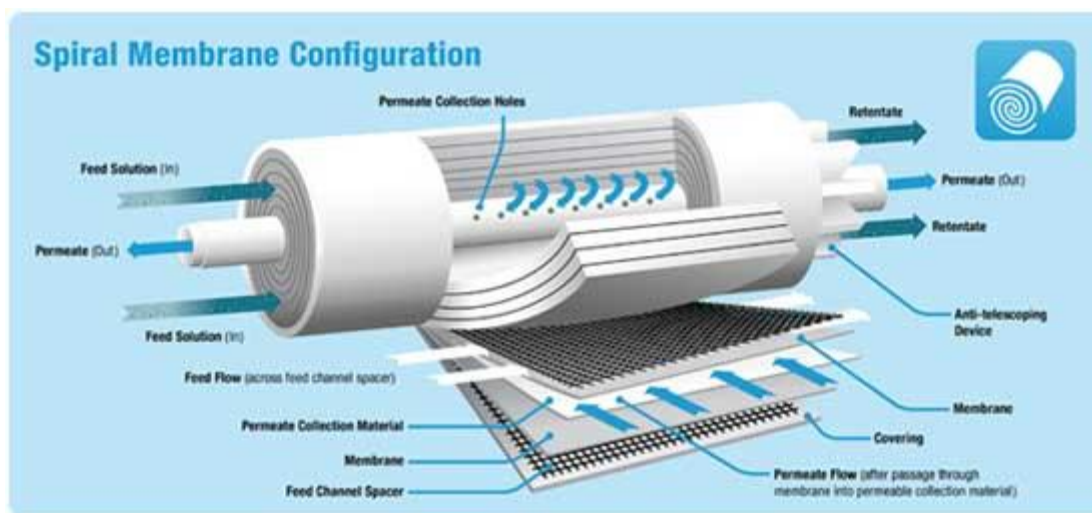
فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

جدایش کلر مورد استفاده قرار می گیرد. کلر موجود در آب ، اثر منفی بر ممبران های TFC (فیلم کامپوزیتی نازک) و TFM (مواد غشا نازک) دارد.

در صورتیکه در سیستم اسمز معکوس از ممبران های CTA (سلولزی تری استات) استفاده شود نیازی به پیش فیلترهای کربنی نمی باشد.

ممبران اسمز معکوس :

ممبران (ممبرین membrane یا غشاء) در سیستم اسمز معکوس مهمترین و حساس ترین قسمت دستگاه تصفیه آب (water filtration) می باشد. زیرا فشار عملیاتی مورد نیاز ارتباط مستقیم با ضخامت غشاء و قطر سوراخ های آن دارد. همچنین غشاء به علت تماس مداوم با مواد شیمیایی افزوده شده به آب ، بایستی مقاوم بوده و با مواد بازدارنده و ضد رسوب گذار و زیست کش ها (Biocides) واکنش ندهد .



ممبران spiral wound

ممبران اسمز معکوس لایه ای نازک است که اجازه عبور یون های خاصی را از غشا خود نمی دهد. طبق توانایی ممبرین در حذف یون ها از محلول ها ، کاربرد اصلی آن در حذف نمک از محلول های آبی می باشد. قبل از سال 1990 از سلولوز استات در ساخت ممبران استفاده می شده است اما بعدها با ترکیبات پلی آمیدی تعویض شد ، زیرا پلی آمید دارای قابلیت حذف نمک بالاتر با مصرف انرژی کمتر می باشد. به دلیل قابلیت حذف یون های غیر محلول از محلول بدون تغییر فاز از این غشا جهت حذف نمک و TDS آب استفاده می شود .

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

عوامل مؤثر در مقایسه غشاء ها عبارتند از :

1. . قطر سوراخ ها

2. . ضخامت

3. . مقاومت در مقابل مواد شیمیایی

4. . قیمت

5. . افت فشار

6. . شرکت سازنده

ناخالصی های فیزیکی شامل کدورت – رنگ و طعم و بو و درجه حرارت – هدایت الکتریکی – می باشد

ناخالصی های شیمیایی شامل املاح محلول – مواد معلق – PH – سختی کلرور – سولفات – ازت – آهن – منگنز –

گازهای محلول و سایر فلزات سنگین می باشد

ناخالصی های میکروبیولوژیکی شامل – انواع باکتری های هوازی – بی هوازی و دوزیستی است که باید کلیه عوامل بیماری زا

را در زمره ناخالصی های میکروبیولوژیکی بررسی نمود

بیش تر ناخالصی های آب حاصل فرسایش زمین یا مواد موجود در زمین یا متلاشی زدن گیاهان بوده و به این مواد باید

حاصل از آلودگی هوا و تخلیه های صنعتی به صورت فاضلاب های صنعتی نیز اضافه نمود . عمده ترین ناخالصی آنها که لازم

است نسبت به حذف آن ها برای تبدیل شان به آب آشامیدنی از آن جدا نمود مواد معلق درشت و ریز و خیلی ریز و ملامواد

کلوئیدی هستند.

این قسمت قلب سیستم اسمز معکوس می باشد. ممبران ها غالباً بصورت پیچیده شده استفاده شده و در دو حالت می باشد:

ممبران های (CTA سلولزی تری استات) که مقاوم در برابر کلر می باشد و ممبران های (TFC فیلم کامپوزیتی نازک) یا

(TFM مواد غشا نازک) که مقاوم در برابر کلر نمی باشد.

(4) پس فیلترها: پس از اینکه آب از مخزن ذخیره RO خارج شد قبل از رسیدن به شیرتخلیه ، آب تصفیه شده از پس فیلترها

عبور داده می شود. پس فیلترها اغلب کربنی (به شکل گرانولی یا کربن بلاک) است که طعم و بوی باقیمانده در آب را از

بین می برد.

(5) شیر قطع خودکار : جهت جلوگیری از آسیب ، سیستم اسمز معکوس به یک شیر قطع خودکار مجهز است . هنگامی که

مخزن پر می گردد ، این شیر ورود آب به ممبران را قطع می نماید. در این حالت مسیر پس آب نیز قطع می گردد. در صورت

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

تخلیه آب ، با افت فشار مخزن ، شیر خودکار مجدداً جریان را برقرار نموده و اجازه عبور جریان از ممبران و خروج پساب (آب حاوی آلاینده های دفع شده توسط ممبران) را می دهد.

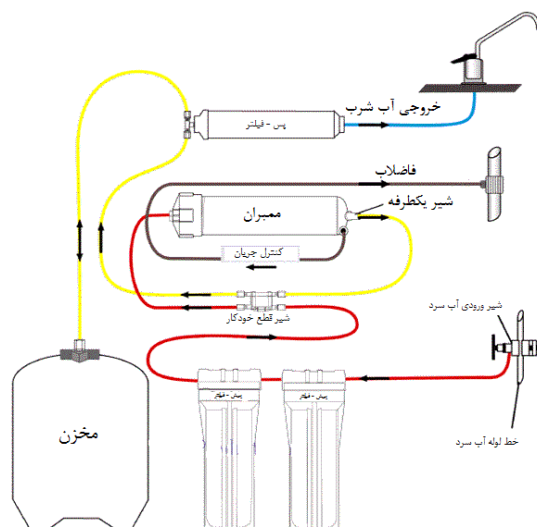
(6) شیر یکطرفه : این شیر در انتهای خروجی محفظه ممبران قرار گرفته است و از برگشت آب از مخزن به ممبران جلوگیری می کند. جریان برگشتی باعث آسیب ممبران می شود.

(7) تنظیم کننده جریان : جریان آب بوسیله تنظیم کننده جریان ، یکنواخت می گردد. تنظیم کننده جریان انواع مختلفی دارد. این وسیله نرخ جریان مناسب برای دستیابی به آب شرب با کیفیت بالا ، تأمین می نماید. همچنین فشار ورودی ممبران را ثابت نگه می دارد. بدون آن مقدار کمی آب شرب تولید می گردد. زیرا تمام آب ورودی به سیستم از مسیری که کمترین مقاومت را داراست عبور می نماید و این مسیر تخلیه پساب می باشد. تنظیم کننده جریان در مسیر تخلیه پساب قرار گرفته است.

(8) مخزن : مخزنهای استاندارد گنجایش 2/5 گالن (حدود 11 لیتر) آب دارد. یک کیسه داخل مخزن ، آب را هنگامی که مخزن پر است ، تحت فشار قرار می دهد.

(9) شیر تخلیه آب شرب : این شیر در سینک آشپزخانه نصب شده و آب شرب از آن جهت استفاده خارج می گردد.

(10) خط تخلیه پساب : خط لوله ای است که از انتهای خروجی ممبران اسمز معکوس به فاضلاب متصل است . این مسیر جهت تخلیه آلاینده های دفع شده توسط ممبران تعبیه شده است . همچنین شیر کنترل جریان در این مسیر قرار دارد.



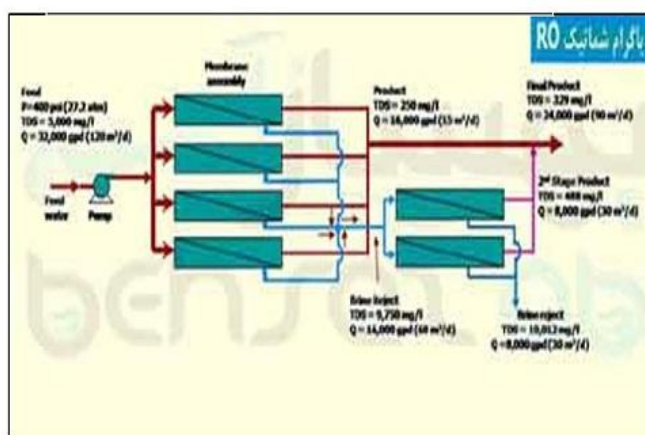
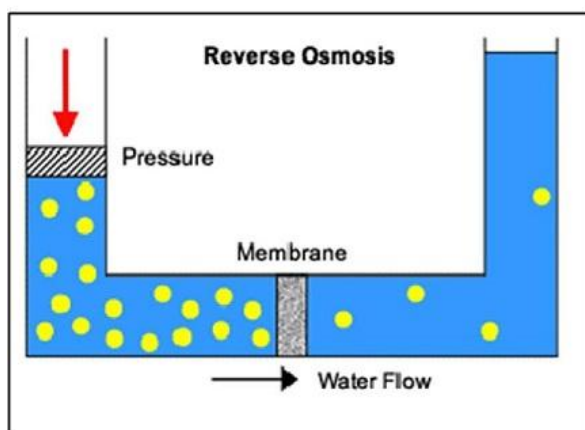
شناخت پدیده اسمز معکوس نیازمند شناسایی خاصیت اسمزی است. به طور کلی انتقال جرم از یک محیط به محیط دیگر

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترودیالیز)

در اختلاف غلظت یابه عبارت بهتر در اثر اختلاف پتانسیل شیمیایی به وجود می‌آید. به عنوان مثال ظرف آبی را در نظر بگیرید که یک قطعه بلور نمک طعام به درون آن انداخته می‌شود. در بخشی از ظرف که بلور نمک وجود دارد غلظت نمک زیاد و غلظت آب ناچیز است و در بخش دیگر ظرف غلظت نمک صفر غلظت آب بسیار زیاد است. در اثر اختلاف غلظت مولکول‌های بلور نمک، نفوذ به بخش دیگر را که آب است آغاز می‌نماید و از سوی دیگر مولکول‌های آب نیز به بخش بلور نمک نفوذ می‌کند. این عمل تا یکسان شدن غلظت آب و نمک در دو بخش ادامه می‌یابد. خاصیت اسمزی به عبور یک حلال از بخش محلول رقیق به بخش محلول غلیظ از درون یک غشاء نیمه تراوا گفته می‌شود. تئوری اسمز معکوس با یک مثال در زیر آمده است.

در ظرف سمت چپ شکل 4، یک لوله در آب غوطه‌ور شده است همانطور که می‌بینید سطح آب داخل لوله و بیرون آن برابر است. در شکل میانی لوله دهانه غوطه‌ور را با یک غشاء نیمه تراوا می‌پوشانیم و داخل آن را آب شور می‌ریزیم، پس از چند لحظه سطح آب داخل لوله به علت حرکت آب شیرین به سمت آب شور برای ایجاد تعادل بالا می‌رود. این عمل را خاصیت اسمزی و ارتفاع آب داخل لوله را برابر فشار اسمز می‌نامند.

در اسمز معکوس با ایجاد فشار مصنوعی به سمت آب شور، جریان آب را (که در حالت طبیعی از سمت شیرین به سمت شور است) معکوس می‌کنیم به طوری که آب خالص از غشاء عبور کرده و نمک‌ها در سمت دیگر می‌مانند.



شکل 4- شماتیک عملکرد روش اسمز معکوس RO

شکل 5- دیاگرام شماتیک آب شیرین کن

برخی از کاربردهای روش اسمز معکوس:

تهیه و تولید آب شرب از آب‌های شور (مصارف شرب) تهیه و تولید آب مورد نیاز جهت رشد سریع دام و طیور

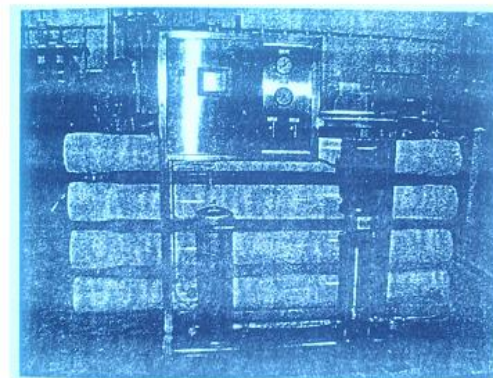
فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

تامین و تولید مناسب جهت مصارف کشاورزی، گلخانه‌ای تامین و تولید آب فرآیندی کارخانه‌های داروسازی و لوازم بهداشتی

تامین و تولید آب فرآیندی کارخانه‌های پتروشیمی، نساجی، کاغذسازی، رنگ سازی تولید آب مصرفی نیروگاه‌های بخار و سیکل ترکیبی تامین و تولید آب دستگاه‌های دیالیز بیمارستان ها بازیافت پساب‌های صنعتی

مسیر های اسمز معکوس (Reverse Osmosis Skids):

یک مسیر RO شامل لوله های تحت فشاری است که مدول های غشایی درون آن ها قرار می گیرند . هم چنین این مسیرها معمولاً شامل فیلتر کارتریج هایی قرار گرفته در یک یا چند محفظه و یک پمپ خوراک برای سیستم RO هستند . گرچه مجموعه هایی نیز وجود دارند که شامل لوله های تحت فشار یا لوله های تحت فشار به همراه فیلتر های کارتریج هستند . در نهایت یک مسیر دارای ابزار دقیق و لوازمی جهت کنترل سیستم می باشد . شکل زیر یک مسیر RO به انضمام این قطعات را نشان می دهد .

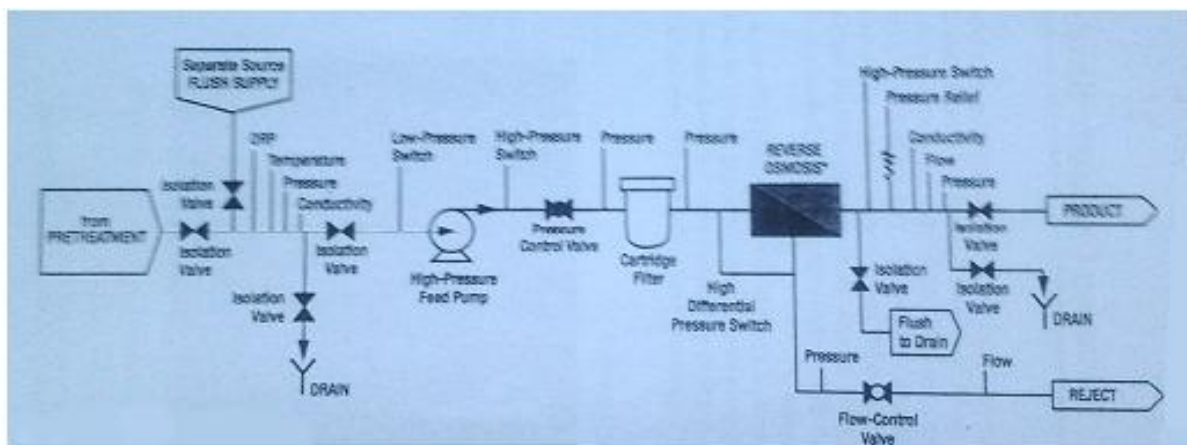


مسیر سیستم اسمز معکوس . با احترام به Nalco – Crossbow Water LLC

شکل مربوط به جزئیات نمودار جریانی فرایند (PDF) برای یک سیستم RO با ارایه ی 2:1 می باشد . این شکل اجزای اصلی یک سیستم اسمز معکوس شامل ابزار دقیق کلید های کنترل و شیرآلات را نشان می دهد .

شکل زیر نمونه ای از جریانی فرایند اسمز معکوس (PFD) به همراه نمایش اجزای اصلی شیرآلات و ابزار دقیق

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)



اجزای یک سیستم RO مورد بحث در این بخش عبارتند از :

فیلترهای کارتریج

پمپ های خوراک RO (بوستر پمپ)

لوله های تحت فشار

چند شاخه ها — مواد سازنده

ابزار دقیق

کنترل کننده ها

اکتساب و مدیریت داده ها

چارچوب مربوط به مسیر RO

تجهیزات کمکی

فیلترهای کارتریج

معمولا از فیلترهای کارتریج برای پیش بینی مستقیم آب ورودی دست قبل از غشاهای RO استفاده می شود . فیلتر های کارتریج طراحی شده اند تا از انتقال رزین ها و مواد موجود در بستر فیلترها از طریق جریان فوقانی سخت گیرها و فیلترها جلوگیری کنند و اجازه ندهند که این مواد به پمپ خوراک RO رسیده و موجب خرابی پروانه ی آن شوند . هم چنین از رسیدن آن ها به مدول های غشایی RO و نیز انسداد مجاری مربوط به خوراک جلوگیری می کنند . هم چنین این فیلترها طراحی شده اند تا ذرات درشتی را که می توانند به طور فیزیکی لایه نازک غشا را خراشیده یا سوراخ کنند حذف نمایند .

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

فیلترهای کارتریج برخلاف تصور عمومی برای حذف مواد جامد معلق ، کدورت و یا SDI در نظر گرفته نشده اند . درجه فیلترهای کارتریج معمولاً 5 میکرون اسمی است (هرچند مقدار مطلق آن توصیه می شود) که این مقدار برای حذف مواد جامد سهیم در ایجاد کدورت و SDI بسیار بزرگ است . فیلترهای کارتریج با درجه ی مطلق 1 تا 3 میکرون گاهی اوقات زمانی که سیلیس کلوبیدی یا سیلیکات های فلزی وجود داشته باشد مورد استفاده قرار می گیرند اما چنانچه پیش تصفیه ی قبل از فیلتر کارتریج ناقص باشد ممکن است این فیلترها به سرعت توسط توده هایی از مواد جامد مسدود شوند از این رو لازم است به صورت مکرر تعویض گردد . این امر موجب افزایش هزینه های عملیاتی سیستم به علت هزینه های مربوط به نیروی کار و مواد می شود . علاوه بر درجه بندی برحسب میکرون فیلترهای کارتریج برحسب طول نیز با استفاده از واحد های 10 اینچی طبقه بندی می شوند . طول کلی فیلترهای کارتریج حداکثر می تواند 4 واحد 10 اینچی یا 40 اینچ باشد . معمولاً در سیستم های RO از فیلترهای کارتریج با قطر 2.5 اینچ استفاده می شود .

تعداد کارتریج های مورد نیاز توسط شدت جریان سیستم تعیین می گردد . جهت رسیدن به عملکردی بهینه به طور قرار دادی به ازای تقریباً هر 5 gpm برای شدت جریان ماکزیمم یک واحد 10 اینچی (با قطر 2.5 اینچ) در نظر گرفته می شود . به عنوان مثال جریانی با شدت 200 gpm به چهل واحد 10 اینچی یا 10 فیلتر کارتریج به طول 40 اینچ نیاز دارد . معمولاً فیلترهای کارتریج را در لوله های استیل قرار می دهند . در بزرگترین محفظه استاندارد (housing) می توان در حدود 21 عدد فیلتر 40 اینچی قرار داد . این محفظه می تواند برای نرخ جریانی در حدود 420 gpm به کار برده شود . در مورد نرخ جریان های بزرگ تر به چند محفظه یا یک محفظه سفارشی نیاز می باشد . توصیه می شود که بجای فیلتر های قابل شستشو از فیلتر های کارتریج یک بار مصرف استفاده گردد . فیلترهای قابل شستشو متحمل محدودیت های مختلف هستند : خطر شکاف برداشتن چنانچه مکانیسم شستشوی معکوس با مشکل مواجه شود . بهره وری پایین تر نسبت به فیلترهای یکبار مصرف

افزایش خطر ابتلا به رسوب بیولوژیکی

فیلترهای کارتریج یکبار مصرف باید از مواد مصنوعی غیرقابل تجزیه مانند نایلون یا پلی پروپیلن ساخته شوند . این ساختار می تواند به صورت چسبیده (spun — bonded) یا فشرده (melt — blown) نخ تاییده (string-wound) و شیاردار (pleated) باشد .

درباره ی این موارد در متن زیر توضیح داده شده است .

چسبیده (spun — bonded) یا فشرده (melt — blown):

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

این دسته از فیلترهای کارتریج با استفاده از حرارت ساخته می شوند میکرو فیبرهای خالص پلی پروپیلن آن چنان به هم چسبانده می شوند وبا تحت دمیدن گرما قرار می گیرند که در سطح خارجی فیلتر به دام می افتد .

نخ تابیده (string – wound) : این فیلترهای کارتریج دارای رشته ای از جنس پلی پروپیلن (یا کتان . نایلون . کف . پلی استر وامثال آن) هستند که به دور هسته مرکزی پیچیده شده اند . فیلترهای کارتریج نخ تابیده برای گرفتار کردن ذرات کوچک به نیروهای واندروالسی تکیه می کنند . این فیلتر ها به دلیل پتانسیل ذرات بدون بار در افت فشارهای بالاتر دچار مشکل می شوند . علاوه بر این توصیه می شود که در این فیلترها از شدت جریان های آهسته تری در حدود 2-3 gpm برای هر واحد 10 اینچی استفاده گردد .

شیاردار (pleated): معمولا از این فیلترهای کارتریج برای مواردی که به خلوص بالاتری نیاز است مانند داروسازی و میکرو الکترونیک ها استفاده می شود . این فیلترها می توانند دارای ساختاری چند لایه و یا تک لایه باشند . معمولا مواد سازنده ی آن ها عبارتند از پلی پروپیلن . پلی اتر سولفون و الیاف شیشه ای سیلیکات بور . همان طور که در شکل نشان داده شده است فیلتر های کارتریج دارای در پوش های انتهایی با سبک های مختلف هستند . در هنگام تعویض کارتریج های استفاده شده در پوش های انتهایی نیز باید مطابق با آن ها عوض شود تا به درستی با محفظه جفت گردند .

با احترام به Simenes Water Technologies پس از راه اندازی فیلترهای کارتریج جدید پساب اولیه باید تخلیه شود . این امر برای جلوگیری از ایجاد رسوب بر روی غشاها ی RO توسط مواد استفاده شده در فرآیند ساخت بستر فیلتر کارتریج ضروری است . به عنوان مثال در تولید رشته های مصرفی در فیلترهای کارتریج نخ تابیده از روان کننده ها و امولسیون ها استفاده می شود . این مواد می توانند غشاهای RO را بپوشانند و بر روی آن ها رسوب ایجاد کنند . در مورد فیلترهای عمیق پلی پروپیلنی (depth filter) در فرایند ساخت از فتالات ها استفاده می شود . اگر مقدار فتالات در حد 50 ppb نیز باشد باز هم می تواند رسوب غیرقابل برگشتی بر روی غشای RO ایجاد کند . جهت تعیین مقدار رسوب فیلترهای کارتریج در طول مدت استفاده باید به طور منظم مورد بازرسی قرار گیرند .

ابتکار جدید دو مهندس کانادایی در زمینه شیرین کردن آب دریا که از نظر مصرف انرژی ، بسیار مقرون به صرفه و از نظر هزینه ها نیز کاملا اقتصادی و ارزان است ، بارقه ای از امید را در دل طرفداران ایده استفاده از آب شیرین شده دریاها در دهه های آینده به وجود آورده است .

«بن آسپارو» و «جاشوا زوشی» ، از پژوهشگران دانشگاه سیمون فراسو در ونکوو ، ایده جدیدی را برای شیرین کردن آب دریاها مطرح کرده اند که براساس آن ، به جای انرژی الکتریکی ، از گرمای خورشید برای جدا کردن نمک از آب دریا و در

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

نهایت شیرین کردن آب شور استفاده می شود

آسپارو و زوشی که شرکتی به نام «سالت ورک تکنولوژی» را تاسیس کرده اند. در نخستین گام به منظور آزمایش این روش جدید ، بخشی از ساحل دریا در ونکوور را به پروژه خود اختصاص دادند و آن را به سه بخش جداگانه تقسیم کردند و در هر کدام از آنها ، از روش خاصی برای شیرین کردن آب شور دریاها بهره بردند .

در روش اول ، آنها اقدام به گرما دادن به آب دریا و بخار کردن بخشی از آن کردند و پس از آن ، بخار تولید شده را تحت فشار قرار دادند (که البته در این بخش ، به مقدار زیادی انرژی برق نیاز است) .
در روش دوم ، فرایند اسمزی به صورت معکوس اجرا می شود ؛ به این ترتیب که با استفاده از پمپ های فشار قوی ، آب شور به سمت یک پرده مخصوص که دارای سوراخ های بسیار ریزی است ، پاشیده می شود و در نتیجه نمک موجود در آب دریا از آب شیرین جدا می شود .

این روش نیز نیازمند مصرف مقادیر قابل توجهی انرژی برق است. به عنوان مثال ، برای شیرین کردن هزار لیتر آب دریا و تبدیل آن به آب قابل آشامیدن ، $7/3$ کیلووات ساعت برق مورد نیاز است .
در روش سوم ، که روش ابتکاری و جدید آسپارو و زوشی محسوب می شود ، مقدار بیشتری آب شیرین با استفاده از مقدار کمتری انرژی تولید می شود. در این روش ، ابتدا آب دریا به درون یک استخر کم عمق و با کف سیاه رنگ ریخته می شود. سیاه بودن کف استخر موجب می شود تا حجم بیشتری گرما از خورشید جذب و به آب موجود در استخر منتقل شود ؛ و میزان غلظت نمک موجود در آب دریا از $5/3$ درصد اولیه (حالت طبیعی) به بیش از 20 درصد افزایش می یابد ، بدون اینکه هیچ گونه برق یا هر انرژی دیگری غیر از انرژی رایگان خورشیدی برای تبخیر آب شور استفاده شود.

در مرحله بعد ، این آب به سمت محوطه ویژه ای که حاوی آب تصفیه نشده دریا است. هدایت و از آنجا به سمت واحد نمک زدایی منتقل می شود .
آنچه که آسپارو و زوشی طراحی کرده اند ، یک نوع مدار الکتریکی طبیعی است که در آن ، به جای اینکه جریان الکتریکی به وسیله الکترون ها حمل شود ، از اتم های بارداری به نام یون برای جابه جایی جریان الکتریکی استفاده شده است که در نتیجه فعل و انفعالات شیمیایی بین آب هایی با درجه غلظت متفاوت نمک به وجود آمده اند .
در توضیح این پدیده ، می توان گفت که نمک از دو یون تشکیل شده است: یکی یون دارای بار مثبت به نام «سدیم» و دیگری یون دارای بار منفی یعنی «کلرید

این دو یون ، در دو جهت مخالف هم در مدار حرکت می کنند ؛ و در زمان مخلوط شدن چهار جریان آب وارد شده از چهار استخر مختلف (که دارای درجات متفاوتی از غلظت نمک هستند) ، به اوج فعالیت و فعل و انفعال شیمیایی خود می رسند .

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

این چهار جریان در محلی به نام «پل های یونی» که از جنس پلی آستین است ، با هم تلاقی می کنند. پلی آستین دارای خاصیت جداسازی یون های مثبت و منفی است ؛ به این صورت که فقط یکی از دو یون سدیم یا کلرید می تواند از آن عبور کند در این زمان ، یک واکنش کاملاً طبیعی دیگر نیز بین جریان های مختلف آب ورودی به این محوطه روی می دهد و آن ، انتقال نمک از آب های پر نمک تر به سمت آب های کم نمک تر است

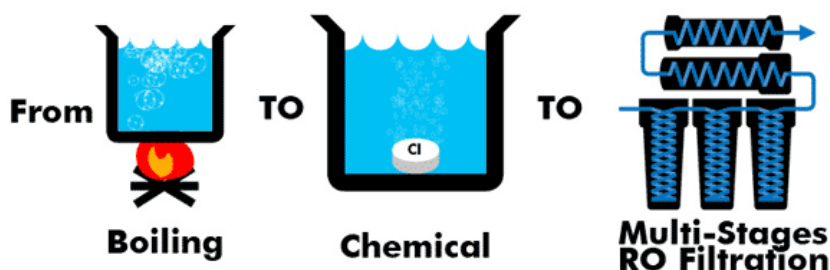
این واکنش طبیعی ، به واسطه تفکیک شدن یون های سدیم و کلرید در منطقه پل های یونی تقویت شده و در نهایت ، آب شیرین و بدون نمکی در بخشی از مدار به دست می آید که می توان آن را به سمت بخش بسته بندی یا لوله های مخصوص انتقال یا تصفیه آب (بخش میکروپ زدایی) هدایت کرد

به عبارت روشن تر ، آسپارو و زوشی توانسته اند با کمک گرفتن (و به عبارت بهتر الهام گرفتن) از طبیعت ، سیستمی را طراحی کنند که در آن ، پس از افزودن بر غلظت نمک موجود در بخشی از آب شور ورودی سیستم ، آن را در مجاورت آب های شوری با غلظت پایین تر قرار می دهند و از خاصیت انتقال طبیعی نمک از آب های شورتر به سمت آب های کم نمک تر ، به بهترین نحو بهره می گیرند و این کار را با صرف کمترین انرژی الکتریکی انجام می دهند

نکته جالب تر اینکه آسپارو و زوشی طرح جامعی را در دست بررسی دارند که براساس آن ، می توان این سیستم تصفیه آب شور را در دو مقیاس صنعتی و خانگی مورد استفاده قرار داد

آنچه که در بالا ذکر شد ، وصف سیستم صنعتی تصفیه طبیعی آب شور بود. در سیستم خانگی تمامی مراحل کار در یک دستگاه به اندازه یک یخچال متوسط انجام می شود و تنها بخشی از کار که نیازمند مصرف انرژی است ، همان پمپاژ آب به درون سیستم است ؛ چرا که بقیه کارها را خود طبیعت یعنی آب دریا و خورشید انجام می دهند.

روش های کلی تصفیه آب



جداسازی با استفاده از حرارت ، نور و جاذبه

1- رسوب دادن

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

یکی از روش های تصفیه آب رسوب دادن مواد معلق سنگین بر اساس نیروی جاذبه است.

(2- آب جوش

استفاده از آب جوش در مدت 15 الی 20 دقیقه ، 99% موجودات زنده را می کشد و اغلب مواد شیمیایی را تبخیر (فرار) می کند. در این روش تصفیه آب عناصر معدنی ، فلزات ، ذرات جامد و آلاینده های ظروف پخت و پز تغلیظ می شوند

(3- تقطیر

تقطیر شامل جوشاندن و کندانس مجدد آب است. اما در این روش تصفیه آب بسیاری از مواد شیمیایی تبخیر شده و مجدداً در آب خروجی کندانس می شوند.

(4- تابش فرابنفش (UV)

تابش UV یک باکتری کش خوب است ، اما قدرت کشندگی زیادی ندارد و فقط در تصفیه آب های فیلتر شده شفاف مؤثر است.

- نور فوق سفید (Super White Light)

این روش یک تکنولوژی جدید در تصفیه آب است و هنوز در مراحل ابتدایی است

مواد شیمیایی

(5- کلر

کلر ضد عفونی کننده معمول و ارزان در تصفیه آب است ؛ اما در غلظت های غیر مجاز سمی است. کلر آلودگی فیزیکی یا شیمیایی را کاهش نمی دهد. کلر در غلظت های غیرمجاز تولید کلسترول را افزایش داده و سرطانزا است و ایجاد بیماری های قلبی می کند.

(6- برم

برم در تصفیه آب استخرها استفاده می شود. بو یا مزه بدی ندارد ، اما باکتری ها را به خوبی نمی کشد

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

7- ید

استفاده از ید در تصفیه آب عملی نیست و اغلب در اردوهای سربازی استفاده می شود.

8- پراکسید هیدروژن (H_2O_2)

پراکسید هیدروژن باکتری ها را با رادیکال آزاد اکسیژن که به روش شیمیایی تولید می شود ، می کشد و سمی است. پراکسید هیدروژن در موارد اورژانسی در تصفیه آب استفاده می شود.

9- نقره

نقره باکتری کش مؤثری است ، اما در تصفیه آب به علت تجمع در آب و عدم تبخیر ممکن است باعث مسمومیت شود

10- اسیدهای آلی غیر سمی

اسیدهای آلی غیر سمی باید با کاتیون و فقط در تصفیه آب واحدهای بزرگ کاربرد دارد.

11- آهک و قلیاهای ملایم

آهک و ترکیبات قلیایی نیز باید با کاتیون و فقط در تصفیه آب واحدهای بزرگ یا فقط برای خشکشویی ها کاربرد دارد.

12- مواد شیمیایی خنثی کننده

این مواد با مواد شیمیایی ناخواسته واکنش می دهند و تولید گاز و رسوب می کنند. اما مقدار مورد نیاز در تصفیه آب بر حسب مورد متفاوت است .

13- کوآگولاسیون و فلوکولاسیون (انعقاد و لخته شدن)

در این روش تصفیه آب ، مواد شیمیایی اضافه می کنند که باعث چسبیدن ذرات معلق به یکدیگر شده و فیلتراسیون و جداسازی بعدی آنها را تسهیل می کند.

14- تبادل یون

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

در این روش تصفیه آب سدیم از نمک با استفاده از ستون های گلاکونیت (ماسه سبز) ، رزین های آلی سنتتیک یا ژل ژئولیت با کلسیم یا منیزیم جایگزین می شوند. بنابراین آب نرم (سبک) می شود. مواد معدنی ، فلزات ، مواد شیمیایی یا مواد بودار تحت تأثیر قرار نمی گیرد و آب تصفیه شده برای نوشیدن شور است.

فیلتراسیون

15- ماسه غیر متراکم

در این روش تصفیه آب از 1 متر مکعب شن به تدریج با سرعت 2 لیتر در دقیقه عبور می کند و تا حدودی باکتری ها را حذف می کند.

16- ماسه متراکم

در این روش تصفیه آب از 1 متر مکعب ماسه متراکم با سرعت 40 gpm عبور می کند و باید هر روز باز شویی (back wash) شود.

17- خاک دیاتومه

خاک دیاتومه ذرات معلق کوچک را در سرعت های جریان بالا حذف می کند اما باید هر روز بازشویی شود و گران است.

18- فیلترهای سنگ متخلخل / سرامیکی

این فیلترها کوچک اما گران هستند. این روش تصفیه آب ، مواد شیمیایی ، باکتری ها یا مواد بودار را تحت تأثیر قرار نمی دهد.

19- فیلترهای کاغذی یا پارچه ای

این فیلترها مصرفی هستند و ذراتی تا حد یک میکرون را فیلتر می کنند. اما در تصفیه آب ظرفیت بیشتر از آن را ندارند.

20- ذغال

- ذغال متراکم (Carbon Block)

بهترین نوع فیلتر ذغالی است و می تواند مواد شیمیایی و سرب را حذف کند. اما به آسانی مسدود می شود. بنابراین در تصفیه آب باید همراه با یک پیش فیلتر رسوبی مورد استفاده قرار گیرد.

- ذغال گرانولی

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

ذغال گرانولی در تصفیه آب ارزان تر است . اما عیب آن این است که آب می تواند از اطراف گرانول ها جریان پیدا کند ، بدون اینکه تصفیه شود.

- ذغال پودری

ذغال پودری ذرات خیلی نرمی است که برای تمیز کردن موضعی حجم های زیادتر آب مفید است. اما خیلی ریز است و ممکن است در تصفیه آب از بعضی فیلترها عبور کرده و توسط مصرف کننده همراه با آب خورده شود.

21- اسمز معکوس (RO)

در این روش تصفیه آب یعنی RO (اسمز معکوس) از یک غشا با منافذ میکروسکوپی استفاده می شود که می تواند منجر به حذف مواد معدنی ، نمک ها و حتی بسیاری از باکتری ها شود.

22- آنزیم ها و باکتری ها

ترکیب آنزیم ها و باکتری ها می توانند آلاینده ها را حذف کرده و رسوبات و گل و لای را کاهش دهند.

اکسیداسیون

23- هوادهی

در این روش تصفیه آب ، آب را درون هوا اسپری می کنند تا محتوای اکسیژن آن را بالا ببرند تا ترکیبات بودار تجزیه شوند و گازهای محلول به تعادل برسند. اگرچه این روش نیازمند فضای زیاد است و گران بوده و باعث جذب آلاینده ها از هوا می گردد.

24- ازن

ازن یک باکتری کش خیلی خوب است که مقدار زیادی رادیکال اکسیژن آزاد تولید می کند که میتوانند میکروارگانیسم های موجود در سطح را بکشند. در بعضی دستگاه های تصفیه آب خانگی از ازن استفاده می شود. همچنین ضد عفونی در تصفیه آب صنعتی مثلاً در برخی کارخانه ها برای شستشو و ضد عفونی سبزیجات و میوه ها ، گاز ازن به درون آب تزریق می شود .

دستگاه آب شیرین کن

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

دستگاه آب شیرین کن ابتدا توسط آمریکایی ها اختراع و ساخته شد. با استفاده از روش اسمز معکوس توانستند آب شور دریا را تصفیه و املاح موجود در آن را حذف کنند و نیاز خود به آب شیرین جهت شرب را برطرف کنند. امروزه از دستگاه های آب شیرین کن بیشتر در جنوب کشور و برای تصفیه آب دریا استفاده می کنند. ولی دستگاه آب شیرین کن برای بالا بردن کیفیت آب استفاده می کنند . آب شور می تواند به آب شیرین* تبدیل شود و این کاری است که ممکن است در وسیله ای قابل انتقال و قابل باد شدن که با انرژی خورشیدی کار می کند به انجام برسد (حتی اگر وسیله ، بسته ای کوچک باشد) این فرآیند املاح زدایی نام دارد و بارها و بارها توسط مردمی که در نقاط گوناگون دنیا به آب شیرین نیاز دارند مورد استفاده قرار گرفته است. اغلب مردم ایالات متحده به آب شیرین دسترسی دارند که می تواند به قصد شرب مورد استفاده قرار گیرد. ولی آب شیرین می تواند منبع کوتاه مدتی برای بخش هایی از کشور و حتی دنیا باشد. با افزایش جمعیت نقصان در ذخیره آب شیرین کمتر هم خواهد شد و لذا آب شیرین فقط در موقعیت های ویژه ای پیدا خواهد گشت. در بعضی جاها آب شور (مثلا آب اقیانوس ها) برای آشامیدن به آب شیرین تبدیل می شود .

مانع ساده ای مورد استفاده قرار می گیرد که با حذف املاح محلول آب دریا ، از آب شور آب شیرین می سازد. این کار ممکن است به سادگی جوشاندن آب دریا در یک ظرف فرض شود. می دانیم که بخار حاصل از جوشاندن را می توان متراکم نمود و آن را به آب تبدیل کرد ، این عمل تقطیر نام دارد. روش های دیگر فناوری هایی هستند که در مقیاس های بزرگ مورد استفاده قرار می گیرند و برای جمعیت های زیاد مفید هستند زیرا گران ، وابسته به انرژی و نیازمند تاسیسات مقیاس بزرگ هستند .

چه چیز آب را شور می کند؟

آبی شور است که مقادیر (یا غلظت های) قابل ملاحظه ای از نمک های محلول را دارا باشد. در این حالت ، غلظت مقدار وزنی نمک آب است که با اصطلاح قسمت در میلیون و یا پی پی ام بیان می شود . اگر غلظت نمک های محلول آبی ۱۰۰۰۰ پی پی ام باشد یعنی یک درصد وزن آب از نمک های محلول درست شده است .

در اینجا ما بعضی از اصطلاحات آب شور را بیان می کنیم :

آب شیرین-کمتر از	۱۰۰۰ پی پی ام
آب لب شور-بین	۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ پی پی ام
آب با شوری متوسط	۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ پی پی ام

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

آب فوق العاده شور ۱۰۰۰- تا ۳۵۰۰ پی پی ام
در ضمن آب اقیانوس ۳۵۰۰ پی پی ام نمک دارد .

نیاز جهانی آب شیرین

کمبود منابع آب شیرین و نیاز به منابع آب اضافی در بسیاری از مناطق خشک دنیا شرایطی بحرانی را ایجاد نموده است و اهمیت این موضوع در آینده بیشتر هم خواهد شد . خیلی از مناطق خشک منابع آب شیرینی مثل رودخانه ها و دریاچه ها را به میزان کافی در اختیار ندارند . آن ها ممکن است منابع محدودی از آب های زیر زمینی باشند که با افزایش استخراج آب از طبقات آبد ، شورتر هم بشوند . تبخیر نمک زدایی خورشیدی که به طور طبیعی توسط خورشید انجام می شود و باران را بوجود می آورد ، منبع اصلی تامین آب شیرین زمین است .
تمامی سیستم های در دسترس تقطیر انسان ساخت نسخه برداری شده مقیاس کوچکی از این فرآیند طبیعی می باشند .

* نکته : آب شیرین اصطلاح غلطی است و درست آن آب املاح زدایی شده می باشد اما چون متن برای فهمیده شدن نوشته می شود در عباراتی ناگزیر از به کار بردن چنین غلط مصطلحی گشتیم

نمک زدایی علمی مدرن نیست . نمک زدایی و تقطیر یکی از اولین اقدامات آدمی در تصفیه آب بوده است و هنوز تصفیه ای عمومی است که در سراسر جهان انجام می شود . در زمان های قدیم خیلی از شهروندان از این فرآیند در قایق هایشان استفاده می کردند تا آب دریا را به آب آشامیدنی تبدیل نمایند . امروزه املاح زدایی هم در کشتی ها و هم در نقاط خشک دنیا مورد استفاده قرار می گیرد و آب دریا را به آب آشامیدنی تبدیل می کند . این فرآیند برای تصفیه آب هایی که به طور طبیعی یا غیر طبیعی آلوده شده اند هم مورد مصرف قرار می گیرد . تقطیر را شاید بتوان از کامل ترین فرایندهای تصفیه آب دانست که محدوده گسترده ای از آلاینده های آب را کاهش می دهد . در طبیعت این فرآیند اصلی مسئول چرخه هیدرولوژیکی آب است . انرژی خورشیدی آب منابع سطحی همچون دریاچه ها ، اقیانوس ها و انهار را تبخیر می نماید . بخار آبی که به هوای سردتر برخورد می کند مجدداً متراکم تر شده و تشکیل باران یا شبنم را می دهد . این فرآیند می تواند به طور مصنوعی هم صورت گیرد و

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

با سرعتی بیش از آنچه در طبیعت اتفاق می افتد انجام گردد. منابع مصنوعی انجام این کار گرم کردن و سرمایش هستند .

برخی از حقایق املاح زدایی

تخمین زده می شود که سی درصد مناطق تحت آبیاری دنیا از مشکلات شوری رنج می برند و بنابراین باید به زودی اصلاح شوند. .

در سال ۲۰۰۲ یکصد و بیست کشور دنیا با استفاده از ۱۲۵۰۰ دستگاه املاح زدایی به تصفیه آب مشغول بودند. محصول ۱۴ میلیون متر مکعب در روز آب شیرین بود که کمتر از یک در صد کل آب مصرفی را به خود اختصاص می داد . مهم ترین مصرف کنندگان آب املاح زدایی شده اهالی خاور میانه هستند (اساسا عربستان سعودی ، کویت ، امارات متحده عربی ، قطر و بحرین) که ۷۰ درصد آب املاح زدایی شده را به مصرف می رسانند. علاوه بر این افریقای شمالی و به ویژه الجزایر و لیبی ۶ درصد این آب را به مصرف می رسانند .

از میان کشورهای صنعتی ایالات متحده از مهم ترین کشورهای مصرف کننده آب شیرین است و به ویژه آب شیرین در کالیفرنیا و بخش هایی از فلوریدا مصرف دارد. هزینه شیرین سازی آب آن چیزی است که مصرف هرچه بیشتر شیرین سازها را تحت کنترل قرار داده است .

وضعیت آب شیرین در جهان

آب شیرین نه یک منبع جهانی ، بلکه منبعی منطقه ای محسوب می شود که در حوضه های آبخیز خاصی از جهان قابل دسترس است و به دلیل محدودیت آن به اشکال مختلفی یافت می شود. در برخی از حوضه های آبخیز این محدودیت فصلی اند که به قابلیت و توانایی ذخیره سازی آب در دوره های خشک وابسته است. در سایر مناطق ، محدودیت ها از میزان تغذیه دوباره سفره های آب زیرزمینی ، میزان ذوب برف یا از ظرفیت خاک جنگل ها برای ذخیره سازی آب متاثر است.

ماهیت منطقه ای منابع آب مانع از آن شده است تا جامعه جهانی بیانیه یا کنوانسیون خاصی را برای آن تصویب کند که بتواند عمق نگرانی های کشورها را در این خصوص منعکس سازد. آب ، کالایی منحصر به فرد و ماده ای بسیار حیاتی است. محدودیت های این ماده حیاتی ظرفیت های سایر منابع حیاتی از جمله غذا ، انرژی ، ذخایر ماهی و حیات وحش را تحت فشار قرار می دهد. استحصال سایر منابع از جمله غذا ، مواد معدنی و فرآورده های جنگلی نیز به تناسب مقدار کمی و کیفی منابع آب

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

می تواند محدود شود. در شماری از حوضه های آبخیز جهان محدودیت های آب آشکار شده است. در برخی از فقیرترین و ثروتمندترین کشورهای جهان نیز سرانه استحصال آب به دلیل مسائل زیست محیطی ، افزایش هزینه ها و کمیابی در حال کاهش است. توزیع جریان های آبی نیز در سطح جهان نامتعادل است و با توزیع جمعیت تناسب ندارد. از مجموع کل آب های جهان ، ۹۷/۴ درصد آن را آب شور دریاها و اقیانوس ها تشکیل می دهند که به دلیل شوری در عمل قابل استفاده نیستند.

به این ترتیب از مجموع منابع آبی جهان ، ذخایر آب شیرین تنها ۲/۶ درصد کل حجم ذخایر آب های سطح زمین را شامل می شود که بخش اعظم آن به صورت یخ در قطب های کره زمین و یخچال های طبیعی (۱/۹۸ درصد) و آب های زیرزمینی (۵۹/۰ درصد) وجود دارند که در دسترس نیستند. به این ترتیب از مجموع آب های کره زمین تنها ۰/۱۴ درصد آب قابل استفاده بوده و در واقع حیات آدمی وابسته به همین مقدار اندک آب است. از طرف دیگر ، توزیع و پراکنش این حجم محدود آب نیز در سطح کره زمین بسیار ناهمگون است. توزیع مکانی و زمانی آب بسیار متغیر بوده و منطبق با پراکنش جمعیت و نیاز جوامع بشری به آن نیست . میزان آب مصرفی انسانی حدود ۲۲۹۰ کیلومتر مکعب در سال است. حدود ۴۴۹۰ کیلومتر مکعب نیز برای رفیق کردن و کاهش آلودگی ها مورد استفاده قرار می گیرد. حاصل جمع این دو عدد ۶۷۸۰ کیلومتر مکعب در سال است که نیمی از مجموع آب های روان پایدار (آب شیرین) کره زمین را تشکیل می دهد.

چنانچه میانگین تقاضای سرانه آب به هیچ عنوان تغییر نکند و جمعیت جهان بر اساس پیش بینی های سازمان ملل به ۹ میلیارد نفر در سال ۲۰۵۰ میلادی برسد ، آبی که بشر استحصال می کند حدود ۱۰ هزار و ۲۰۰ کیلومتر مکعب ، یعنی تقریباً ۸۲ درصد آب های روان شیرین کره زمین خواهد بود. اگر علاوه بر افزایش جمعیت ، تقاضای سرانه نیز افزایش یابد ، محدودیت شدید آب در سطح جهان قبل از سال ۲۱۰۰ نمایان خواهد شد. برای متناسب ساختن توزیع زمانی و مکانی منابع آب با نیازها ، حجم عظیمی از منابع مالی و نیروی انسانی ملل دنیا برای ایجاد ، بهره برداری و نگهداری از تاسیسات آب مصرف شده و از دیگر سو این افزایش رفاه آثار و تبعات منفی بسیاری را نیز به همراه دارد که در رأس آن تخریب ، ضایع شدن و آلودگی منابع آب و محیط زیست است. این دو فرآیند متضاد شرایطی را فراهم آورده اند که منابع آب شیرین از یک منبع تجدیدشونده به یک منبع نیمه تجدیدشونده تبدیل شود.

وضعیت آب در ایران

با توجه به وضعیت منابع آب در جهان ، بازوی پژوهشی مجلس با انتشار گزارشی وضعیت ایران و فرآیند استحصال آب از دریا را بررسی کرده است. بر اساس گزارش دفتر مطالعات زیربنایی معاونت پژوهش های زیربنایی و امور تولیدی مجلس ، ایران

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

سرزمینی کوهستانی است که دو رشته کوه البرز با جهت شرقی - غربی و رشته کوه زاگرس با جهت شمال غربی - جنوب شرقی در آن قرار گرفته‌اند. این دو رشته کوه همانند دیوار مانع رسیدن ابرهای باران‌زا از شمال و غرب کشور می‌شوند و به همین دلیل نیز بخش اعظم کشور را مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل می‌دهد.

کمبود منابع آبی همواره به عنوان یک عامل محدودکننده فعالیت‌ها در کشور مطرح بوده است. توزیع مکانی آب در ایران به دلیل شرایط طبیعی بسیار ناهمگن است. توزیع زمانی نزولات جوی در کشور نیز مانند توزیع مکانی ، روند مشابهی را نشان می‌دهد و میزان آن در سال‌های مختلف و حتی فصول مختلف متغیر بوده و این مساله مشکلات گوناگونی را در چند سال اخیر برای بخش‌های مختلف ، به ویژه بخش کشاورزی و تامین آب شرب شهرها به همراه داشته است.

حتی توزیع نامناسب زمانی بارش‌ها طی سال‌های نرمال نیز از تنگناهای جدی محدودیت منابع آب ایران است و این معضل در سال‌های خشک تشدید می‌شود. برای مثال در مناطقی که از نظر بارش نزولات جوی در زمره مناطق پرباران طبقه‌بندی می‌شوند ، در بعضی از ماه‌های سال کم‌آبی مشهود است. تحلیل زمانی نزولات جوی بیان‌کننده دامنه تغییرات زیاد آن از سالی به سال دیگر است. منابع آب تجدیدشونده کشور با توجه به وضعیت بارندگی ، پوشش گیاهی و سایر عوامل تاثیرگذار در حجم نزولات جوی ، حدود ۱۳۰ تا ۱۳۹ میلیارد مترمکعب در سال است که حجم قابل استحصال و با احتساب آب‌های برگشتی حدود ۱۲۶ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود.

از کل آب‌های تجدیدشونده حدود ۱۰۵ میلیارد مترمکعب را جریان‌های سطحی و ۲۵ میلیارد مترمکعب را جریان‌های نفوذی به منابع زیرزمینی تشکیل می‌دهند. در حالی که متوسط حجم کل آب سالانه کشور رقم ثابتی است تقاضا برای آب به علت رشد جمعیت ، توسعه کشاورزی ، شهرنشینی و صنعت در سال‌های اخیر ، متوسط سرانه آب قابل تجدید کشور را تقلیل داده است. صرف نظر از تفاوت‌های آشکار منطقه‌ای در کشور و طیف گسترده مناطق خشک در کشور ، پیش‌بینی‌ها از متوسط سرانه آب کشور در سال‌های آینده به مفهوم ورود ایران به مرحله تنش آبی و کم‌آبی خواهد بود.

برداشت بی‌رویه آب از آب‌های زیرزمینی یکی دیگر از مسائل اساسی کشور در بخش آب به شمار می‌آید که در حال حاضر مشکلات جدی را در کشور پدید آورده است. به همین دلیل نیز در بسیاری از نواحی کشور سطح سفره‌های آب زیرزمینی افت کرده و با توجه به خشکسالی‌های اخیر ، افزایش بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی تشدید شده و خسارت‌های غیرقابل جبرانی را بر منابع آب زیرزمینی کشور وارد آورده است. در کنار کاهش کمیت منابع آب ، انتشار پساب‌های صنعتی ، کشاورزی و شهری نیز از دیگر عوامل تهدیدکننده منابع محدود آب کشور محسوب می‌شوند. هر چند در خلال سال‌های گذشته به ویژه برنامه‌های سوم و چهارم توسعه اقدام‌های قابل قبولی برای تصفیه پساب‌های شهری و صنعتی صورت گرفته و مبین توجه

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

دولت به حفاظت از کیفیت منابع آب است ، اما با توجه به افزایش جمعیت کشور ، گسترش شهرنشینی و توسعه فعالیت های صنعتی و کشاورزی ضروری است تا اقدام ها از شتاب بیشتری برخوردار شوند. یکی از بهترین راهکارها در جهت جایگزینی منابع آب تجدیدشونده و آب های سطحی ، استفاده از منابع آب شور دریاها و روش های شیرین سازی آب است. این منابع از حیث مقدار و میزان در مقایسه با نیازهای موجود نامحدود تلقی می شوند و هم اکنون از سوی بسیاری از کشورهای کم آب مورد توجه قرار گرفته اند.

استحصال آب از دریا

محدودیت منابع آبی ، رشد سریع جمعیت و نیاز به تولید بیشتر ، سبب شده است که بخش کشاورزی نسبت به سایر بخش های مصرف کننده آب ، تقاضای بیشتری برای مصرف داشته باشد و ضروری است که برای دستیابی به اهداف توسعه ای کشور و افزایش تولید محصولات در کنار استفاده بهینه از منابع آبی ، منابع آبی جدیدی را در نظر گرفت. با توجه به محدودیت های منابع آب شیرین و باکیفیت ، دریا به عنوان یک منبع طبیعی آب شور می تواند نقش بسیار مهمی در رونق کشاورزی و به دنبال آن رونق اقتصادی کشور داشته باشد. امروزه دیگر دوره آب های غیرمتعارف و پساب ها فرا رسیده است و استفاده از آب دریا نه تنها در ایران ، بلکه در کشورهای آسیای میانه و کشورهای حوزه جنوب خلیج فارس هم مطرح است . ایران دارای ۶ حوضه آبخیز درجه یک شامل حوضه آبخیز «دریای خزر» ، حوضه «خلیج فارس و دریای عمان» ، حوضه «کویر مرکزی» ، حوضه «سرخس» ، حوضه «هامون» و «دریاچه ارومیه» است که فعلا استحصال آب از دو حوضه «دریای خزر» و «خلیج فارس و دریای عمان» در دست مطالعه است.

استان های سیستان و بلوچستان ، هرمزگان ، بوشهر ، خوزستان و جنوب استان فارس در جنوب کشور به دلیل نزدیکی به آب های خلیج فارس و دریای عمان و نیز استان های گیلان ، مازندران و گلستان در شمال کشور به دلیل نزدیکی به آب های دریای خزر پتانسیل استفاده از آب شور دریا و شیرین سازی آن را دارند. ۳۹ درصد جمعیت کره زمین در مناطقی زندگی می کنند که فاصله ای کمتر از ۱۰۰ کیلومتر با دریا دارند. پیش بینی می شود تا سال ۲۰۲۵ آب مورد نیاز بیش از ۶۰ درصد از جمعیت کره زمین ، از طریق فرایندهای شیرین سازی تهیه شود. در بسیاری از مناطق جهان به ویژه خاورمیانه از روش های شیرین سازی آب دریا برای تولید آب مورد نیاز مصارف شرب ، بهداشت ، صنعت و کشاورزی استفاده می شود. به گزارش دومین کنگره بین المللی نمک زدایی آب دریا (سال ۲۰۰۵ میلادی ، برلین) ۱۱ هزار واحد آب شیرین کن در ۱۰۰ کشور جهان وجود دارد . عربستان سعودی به عنوان بزرگ ترین تولیدکننده آب شیرین در جهان شناخته می شود. این کشور ۲۶ درصد آب شیرین تولیدی جهان را به خود اختصاص داده است . پس از آن آمریکا با ۱۵ درصد در جایگاه دوم قرار دارد. ۶۰

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

درصد آب تولیدی آب شیرین کن ها در جهان به مصارف شهری اختصاص یافته است و باقی مربوط به مصارف بخش های صنعتی و کشاورزی است.

تولید آب شیرین از آب دریا از طریق فرآیند «نمک زدایی به روش تبخیری» ، قدیمی ترین روش در این زمینه شناخته می شود. این روش از قرن هفدهم میلادی برای تامین آب شیرین مورد نیاز در کشتی ها به کار گرفته شده است. به گزارش سایت اینترنتی Worldwater.org قیمت تمام شده هر مترمکعب آب شیرین شده در جهان بین ۶/۵ سنت تا ۲/۵ دلار عنوان شده که این رقم با پیشرفت تکنولوژی کاهش یافته است. آنچه مسلم است استفاده از آب دریا برای شیرین سازی آب ، گران تر از آب های لب شور است. از طرفی مهم ترین قلم هزینه آب شیرین کن ها صرف نظر از هزینه سرمایه گذاری اولیه ، بهره گیری از انرژی های فسیلی است . بانک جهانی به تازگی سرفصلی را به عنوان سرمایه گذاری آب شیرین کن ها گنجانده است و به علت گسترش اجتناب ناپذیر فناوری آب شیرین کن ها در نقاط کم آب جهان تمایل دارد ، سرمایه گذاری لازم را سامان دهد. در حال حاضر ۵۱ واحد آب شیرین کن در بوشهر ، ۹۱ واحد در هرمزگان و جزایر اطراف آن ، ۲۰ واحد در سیستان و بلوچستان و ۵ واحد در استان خوزستان نصب شده است. از ۱۰ سال پیش تاکنون متخصصان ایرانی موفق شده اند خود نصب تجهیزات آب شیرین کن را انجام دهند.

ظرفیت تولید آب شیرین در حوضه خلیج فارس

در تقسیم بندی چهارگانه دریاها از نظر دمایی ، خلیج فارس جزو دریا های معتدله گرم قرار می گیرد ، دمای آب در خلیج فارس متأثر از شرایط سخت اقلیم بوده و در آب های ساحلی دمای سطحی آب بین ۱۰ تا ۳۹ درجه سانتی گراد گزارش شده است. در آب های دور از ساحل ، دمای سطحی آب بین ۱۸ تا ۳۳ درجه سانتی گراد است. شوری آب در خلیج فارس از غرب به شرق کاهش یافته و در آب های سطحی بین ۳۶/۶ در هزار و حدود ۴۰ در هزار در شمال شرق آن متغیر است. در آب های سطحی محدوده شمال شرق خلیج فارس میزان شوری بین ۳۷ تا ۴۰/۲ در هزار ، مقدار دما بین ۲۱ تا ۳۴/۵ درجه سانتی گراد گزارش شده است. در کشورهای حاشیه جنوبی خلیج فارس ۷۵ درصد آب شیرین از طریق شیرین سازی آب دریا به دست می آید ، هزینه تولید هر مترمکعب آب شیرین به طور متوسط ۰/۵ دلار است.

ظرفیت تولید آب شیرین در کشورهای حوزه خزر

دریاچه خزر محیط آبی لب شور است که حجم قابل توجهی آب شیرین از حوزه آبریز خود دریافت می کند. میانگین شوری آب دریای خزر 85/12 ppt است. این مقدار حدود یک سوم املاح موجود در اقیانوس ها است. میزان شوری یا مقدار املاح محلول آب در بخش های مختلف دریای خزر متفاوت است ؛ به طوری که در بخش جنوبی دریا ، شوری بیشتر از بخش های میانی و شمالی است. در بحث شیرین سازی آب دریا برخی از کارشناسان معتقدند قبل از آنکه نمک زدایی بتواند به عنوان روش کارآمد در حل بحران کنونی آب معرفی شود ، متخصصان و صاحب منصبان باید تعهد کنند که بر مشکلات و موانعی که این روش را هزینه بر و ناکارآمد می کنند ، غلبه یابد. اگر قرار است کارخانه های آب شیرین کن ، نیاز روبه رشد جامعه جهانی را که خصوصا در مناطق در حال توسعه روزبه روز بیشتر با مساله کم آبی مواجه می شوند ، مرتفع سازند باید هزینه کمتری را چه در مرحله ساخت و چه در طول زمان بهره برداری به همراه داشته باشد. یک راه انجام این کار استاندارد کردن تمامی بخش های کارخانه و حتی روش هایی است که بر مبنای آنها فرآیند شیرین کردن آب شور دریاها صورت می پذیرد. در این جهت ساخت کارخانه های کوچک تر و کارآمدتر در دستور کار قرار دارد تا امکان تهیه آب شیرین اقتصادی برای مناطق کم جمعیت یا گروه های کاری کوچک در مناطق دورافتاده فراهم شود. در ایران یکی از مهم ترین طرح ها در زمینه شیرین سازی و انتقال آب طرح انتقال آب دریای خزر به کویر مرکزی و خلیج فارس است. در مورد انتقال آب دریای خزر به مرکز ایران و آب های آزاد جنوب چند مساله باید مورد توجه باشد ؛ مثلا بحث اقتصادی و هزینه های طرح مهم است. همچنین موضوع بعدی بحث امنیتی است ؛ چون این آبراه کشور را به دو بخش تقسیم می کند. در اسناد حقوق بین الملل به صورت خاص به انتقال آب اشاره نشده است و مطابق حقوق دریایی ژنو هم محدودیتی وجود ندارد. اما بعد از اعلام موضع وزارت نیرو مبنی بر طرح انتقال آب خزر به بخش مرکزی کشور ، چهار همسایه ایران در شمال که سهم مشترک از دریای خزر با ایران دارند ، دو موضع کاملا متفاوت در مقابل این طرح گرفتند. کارشناسان روسی و قزاقستانی از طرح ایران برای انتقال و شیرین سازی آب دریای خزر به شدت ابراز نگرانی کرده اند ؛ ولی جمهوری آذربایجان و ترکمنستان مشکلی با اجرای طرح نداشته اند. حال با توجه به مطرح شدن دوباره این طرح (همزمان با بحران کمبود آب در کشور) باید دید وزارت نیرو در زمینه مسائل سیاسی و اقتصادی این پروژه چه راهکاری را در نظر گرفته است.

مزایای دستگاه آب شیرین کن

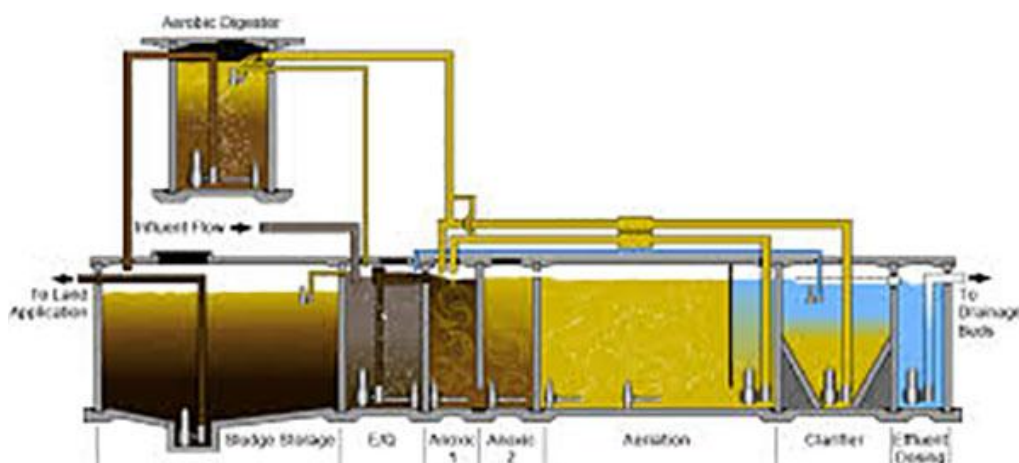
با اینکه برای آب هایی با مجموع املاح محلول پایین (در حدود 500 میلی گرم) روش تبادل یون ترجیح داده می شود ، ولی

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

با این وجود استفاده از روش اسمز معکوس حتی در TDS های پایین هم به خاطر قابلیت های ذیل مورد توجه بیشتری نسبت به سیستم سختی گیر قرار گرفته است:

- 1- بهترین روش برای تولید آب شرب
 - 2- روشی مناسب و مقرون به صرفه برای مصارف گلخانه ای ، کشاورزی و دام و طیور
 - 3- پذیرش بالا در مقابل انواع آب های شور همچنین آب دریا
 - 4- روشی مناسب برای تولید آب مقطر
 - 5- پایه اصلی استفاده از سیستم دیونایزر برای تولید آب دمن
 - 6- قابلیت تنظیم میزان املاح آب خروجی نسبت به نوع مصرف برای استفاده در مصارف مختلف
 - 7- قابلیت طراحی به صورت نیمه اتوماتیک- تمام اتوماتیک- بدون نیاز به اپراتور
 - 8- امنیت بالای کیفیت آب خروجی (بدون تغییر TDS)
 - 9- استفاده در صنایع حساس در فرایندهای خاص به علت خلوص بالای آب خروجی
- از این رو تکنولوژی اسمز معکوس ، ارجح ترین روش برای تصفیه انواع آب ها شناخته شده است که تا به امروز مورد تایید سازمان های زیادی از نظر فنی و اقتصادی قرار گرفته است

روشهای تصفیه بیولوژیکی فاضلاب



به طور طبیعی در اثر فعالیت میکروارگانیسمها ، مواد آلی به دی اکسیدکربن ، کربن آب و بخش کمی از آنها نیز به ترکیبات معدنی پایدار تجزیه می شوند. این روش به دو صورت هوازی و بی هوازی انجام می شود.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترودیالیز)

دستگاه آب شیرین کن دریا (SWRO)

دستگاه تصفیه آب SWRO به منظور ذخیره سازی و نمک زدایی برای تهیه و تولید آب آشامیدنی در تاسیسات ساحلی و کشتی ها مورد استفاده قرار می گیرد. همان طور که در مقاله های قبلی گفته شد، روش **اسمز معکوس** بهترین روش تولید آب شیرین می باشد به صورتی که فرایند عملکرد و اجراء با روش **اسمز معکوس** بسیار ساده خواهد شد و همچنین از لحاظ اقتصادی که برای بسیاری اهمیت دارد مقرون به صرفه می باشد و همچنین کیفیت آب تولید شده فوق العاده خواهد بود خط آب تولید شده توسط این سیستم می تواند طیف وسیعی از مایحتاج و ظرفیت های لازم در کشتی های باری یا کشتی های مسافربری و حتی نیروی دریایی را با نیازهای برآورد شده در کاربرد های ساحلی مطابقت دهد.

این سیستم به شکل یک پکیج ارائه می شود و همچنین تمام لوازم مورد نیاز بر روی آن نصب شده است و ویژگی های زیر را دارا می باشد:

1- توانایی کامل در کنترل و فراهم کردن ظرفیت های مورد نیاز

2- کیفیت بی نظیر آب تولید شده

3- طراحی بی نقص

4- سهولت کار و پیاده سازی آن

5- طراحی طبق آخرین استاندارد های آمریکا و اروپا

عملکرد دستگاه تصفیه SWRO

طراحی کاملاً اتوماتیک عملکرد دستگاه تصفیه SWRO بسیار جالب توجه می باشد. این دستگاه تصفیه آب به صورت اتوماتیک و با حداقل نیاز در یک بازه زمانی طولانی و بدون نیاز به نگهداری یا تعمیرات می تواند کار کند. سیستم **اسمز معکوس SWRO** قبل از نصب بر روی شاسی مونتاژ می شود و دلیل این کار این است که زمان مورد نیاز برای نصب این دستگاه به حداقل برسد. این دستگاه همچنین قبل از نصب از لحاظ هیدرولیکی و الکتریکی در کارگاه آزمایش می شود و نتایج این آزمایش به کارفرما جهت اطمینان بیشتر نسبت به عملکرد سیستم ارائه می شود. این دستگاه ها با قابلیت آسان جا ه جایی در داخل یک کانتینر اجراء می شوند و به همین دلیل طول عمر این سیستم افزایش پیدا می کند. همچنین جهت سهولت در تمیز کردن ممبران ها یک واحد شستشوی دوره ای در این سیستم تعبیه شده است

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)



عمده ترین کاربرد دستگاه های آب شیرین کن عبارتند از :

- تهیه و تولید آب شرب از آب های شور (مصارف شرب)
- تهیه و تولید آب مورد نیاز جهت رشد سریع دام و طیور
- تامین و تولید آب مناسب جهت مصارف کشاورزی ، گلخانه ای
- تامین و تولید آب فرآیندی کارخانه های داروسازی و لوازم آرایشی
- تامین و تولید آب فرآیندی کارخانه های پتروشیمی ، فولاد ، نساجی ، کاغذ سازی ، رنگ سازی و ..
- تولید آب مصرفی نیروگاه های بخار و سیکل ترکیبی
- تامین و تولید آب دیگ های بخار ، سیستم های برودتی و مبدل های حرارتی
- تامین و تولید آب دستگاه های دیالیز بیمارستان ها
- بازیافت پساب های صنعتی
- فرایند اسمز معکوس صنعتی یکی از فرایندهایی است که باعث می شود آب شیرین کن (Desalination) امکان پذیر گردد و فراتر از آن اسمز معکوس برای بازیافت ، تصفیه خانه فاضلاب استفاده می شود و حتی می تواند تولید انرژی نماید. این دو فناوری جدید یکی بومی و دیگری بصورت انتقال فناوری و پس از انجام مراحل آزمایش در زمینه شیرین سازی آب دریاها مورد استفاده قرار می گیرند . در بحث شیرین سازی آب روش های مختلفی تعریف شده و روش مرسوم در ایران و اغلب کشورهای جهان استفاده از تکنولوژی اسمز معکوس است که البته راندمان بالایی ندارد ، در این روش غشاها ، انواع مختلف آن و تکنولوژی ساخت آن خود از اهمیت ویژه ای برخوردار است . از کل آب های موجود در کره زمین حدود ۹۸ درصد آن شور و فقط بخش کوچکی از آن شیرین است ، یکی از منابع مورد توجه تامین آب ، استفاده از آبهای شور دریاها و اقیانوس ها است . .

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

• جداسازی آب شرب از آب مصرفی ضروری و برای آماده سازی آب شرب اقدامات گسترده ای از جمله حذف آلاینده های فیزیکی ، شیمیایی و میکروبی انجام شده و برای این کار هزینه های بسیار زیادی صرف می شود در حالیکه فقط بخش کوچکی از این آب برای آشامیدن مصرف می شود ، به همین جهت در اغلب کشورهای دنیا کار جداسازی انجام شده و در ایران نیز باید انجام شود

• در حال حاضر ایران بیش از ۹۲ درصد بارش دراز مدت خود را دریافت کرده در حالیکه برخی کشورهای منطقه کمتر از هفتاد درصد بارش دراز مدت خود را دریافت کرده اند. البته دو کشور عربستان و عمان میزان دریافت بارششان بیشتر از میانگین دراز مدتشان است که البته مقدار مطلق بارندگی آنها بسیار پایین است نتیجه اینکه علیرغم آنکه در سال آبی جاری دریافت بارش ایران نسبت به میانگین دراز مدت کشور پایین است ولی از نظر مقایسه ای از بیشتر کشورهای منطقه وضعیت بهتری دارد.

• دریاچه ارومیه مثال موجود زنده ای است که گلوی آنرا بفشاریم و باز هم انتظار نفس کشیدن راحت را از آن داشته باشیم ، خشکسالی های پی در پی ، احداث سدهای متعدد روی ورودی های دریاچه ، برداشت های مجاز و غیر مجاز از منابع آب زیر زمینی و توسعه غیر اصولی کشاورزی در منطقه سبب بروز بحران شده و طبعاً با یک راهکار کوتاه مدت هم قابل درمان نیست.

فناوری های شیرین کردن آب

فرایندهای شیرین سازی فرایندهایی به منظور خالص سازی آب دریا برای مصارف آشامیدنی است، یک سیستم آب شیرین کن به طور کلی آب شور را به دو جریان تقسیم می کند، یکی جریان آب خالص با درصد بسیار کمی از نمک و املاح و دیگری جریانی که حاوی نمک املاح باقیمانده می باشد . جداسازی نمک از مخلوط آب نمک، یک فرآیند ترمودینامیکی است که نیاز به انرژی دارد، یک فرآیند ایده آل آب شیرین کن به عنوان یک فرآیند جداسازی برگشت پذیر محسوب می شود. کارآمدترین تکنولوژی آب شیرین کن دارای مصرف 4 تا 5 کیلووات به ازای تولید یک مترمکعب آب شیرین هستند.

* فرایندهایی که در آنها تغییر فاز صورت می گیرد:

Multi effect distillation (MED)

Multi stage flash distillation (MSF)

Vapor compression distillation (VCD)

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الکترو دیالیز)

* فرآیندهایی که در آنها شیرین سازی آب بدون تغییر فاز انجام میپذیرد:

Reverse osmosis (RO)

Electro dialysis (ED)

کارایی هر کدام از این فرایندها بستگی به غلظت نمک در آب تغذیه و همچنین ارزش هزینه آب دارد. هر یک از فناوری های آب شیرین کن برای انجام فرآیند جداسازی به انرژی احتیاج دارند که این انرژی میتواند از طریق انرژی گرمایی، مکانیکی یا الکتریکی تامین شود.

1- کلیاتی در مورد روش ها

پنج فناوری عمده به منظور زدودن نمک و دیگر مواد جامد غیر قابل حل از آب وجود دارد که عبارتند از: تقطیر، اسمز معکوس، الکترو دیالیز، تبادل یونی، نمک زدایی انجمادی. یک غشا بسیار ظریف باعث ED, RO تقطیر و انجماد شامل خارج ساختن آب خالص، به صورت بخار آب و یا یخ، از آب شور می باشد. در فناوری های جداسازی نمک ها و املاح سبک تر و مطلوبتر در طی عبور آب از یک محفظه شیمیایی می باشد. بعضی از فناوری های آب شیرین کن علاوه بر جداسازی و خارج سازی نمکها و دیگر مواد جامد غیر قابل حل در آب، مواد معلق، مواد آلی، بعضی از باکتریها و ویروسها را نیز از آب خارج میسازد. این فناوریها به منظور استفاده در مقیاسهای بالا پیشرفت کرده و تکامل یافته اند و حجم بسیار بالایی از آب را تصفیه مینمایند. ولی بعضی از آنها در حجمهای بسیار پایین و در حد مصارف خانگی مورد استفاده قرار میگیرند.

اکثر راههای معمول نمک زدایی آب، شامل فرایندهای جوشش و تبخیر میباشد. در یک دستگاه تقطیر، آب میتواند به جوش آید و بخار تولید نماید که از چگالش این بخار آب خالص تولید میگردد. بعضی از دستگاههای تقطیر را می توان به هم متصل نمود و دستگاهی با کارایی بالا ایجاد کرد.

فرآیند تبخیر مولکولهای آب میتواند به وسیله گرم کردن آب شور تا دمای جوش آن و یا کم کردن فشار بخار بالای آب شور سرعت بیشتری یابد. به منظور بالا بردن کارایی فرآیند تقطیر، گرمای ایجاد شده از مرحله چگالش را برای پیش گرم کردن آب تغذیه مورد استفاده قرار میدهند و یا برای دوباره گرم کردن آب شور تبخیر نشده استفاده میکنند.

۱-۱ شیرین کردن آب دریا به روش تقطیر

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

اکثر راههای معمول نمک زدایی آب شامل فرایندهای جوشش و تبخیر میباشد ، در یک دستگاه تقطیر آب به جوش می آید و بخار تولید می نماید که از چگالش این بخار آب خالص تولید می شود. تقطیر آب هنوز بهترین و مرسوم ترین روش شیرین سازی آب دریا است. در این فرآیند از تبخیر آب شور و چگالش آب به آب خالص میسریم ، با این تکنولوژی غشا به خاطر اطمینان بیشتر و مصرف انرژی کمتر به طور گسترده ای طی 10 سال اخیر گسترش یافته است.

فرایندهای خالص سازی آب به روش تقطیر نسبت به فرایندهای غشایی دارای کیفیت بالاتری است. فرایندهای تقطیر هنوز سهم بزرگی در صنعت شیرین کردن آب دریا داراست. روش تقطیر موقعی به صرفه است که بخار با انرژی حرارتی پایین به عنوان منبع اصلی انرژی در دسترس باشد ، بنابراین روشهای حرارتی در کشورهای که کوپلینگ با ایستگاه های قدرت ممکن نیست ، کمتر استفاده میشود. از طرف دیگر بزرگترین پلنت های آب شیرین در کشورهای شبه جزیره عرب و یا جاهایی که تولید همزمان توان و آب دارند ، برپایه تقطیر است.

دلایلی که هنوز روش تقطیر بهترین انتخاب برای شیرین سازی آب دریا به خصوص در ایستگاههای قدرت می باشد به شرح زیر است:

فرایندهای تقطیر آب با کیفیت بالا تولید می کنند (با باقیمانده نمک 12-ppm) و به شوری آب دریا بستگی ندارند در صورتی که فرایندهای غشایی کاملاً به ذرات جامد حل شده و ترکیب آب دریا بستگی دارند و آب با کیفیت پایینتر تولید میکنند. انرژی مصرفی در واحدهای تقطیر آب دریا ، حرارت ورودی به وسیله بخار سطح حرارتی پایین است که معمولاً به ارزانی درایستگاههای توان حرارت و در خروجی توربینهای بخار قابل دسترس است . شیرین سازی به روش تقطیر نسبت به نوع غشایی کمتر به کیفیت آب دریا حساسیت دارند در حالی که پیش تصفیه آب دریا در مورد نوع غشایی حتماً باید صورت گیرد . هزینه های عملیاتی و تعمیر و نگه داری با وجود یک نیروگاه حرارتی ، به طور عمومی برای تقطیر پایین تر از واحدهای غشایی است .

فرآیند MED

فرآیند MED مدت زیادی است که در تقطیر صنعتی مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از کاربردهای معمول این فرآیند ، تبخیرشیره از نیشکر در تولید نمک با استفاده از پدیده تبخیر می باشند. فرآیند تقطیر چندمرحلهای اولین فرآیندی است که برای تولید مقادیر قابل توجهی آب شیرین از آب دریا و در مقیاس تجاری به کار گرفته شده است. در 25 سال گذشته این فرآیند از لحاظ تکنیکی پیشرفتهای قابل توجهی داشته است. در حال حاضر 5% ظرفیت تولید آب شیرین در جهان به این به این روش اختصاص دارد. فرآیند این دستگاه آب شیرینکن برپایه سیستم نمکزدایی تقطیری به روش چند مرحله ای به همراه چرخش

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

بخار می باشد. مانند شکل 2 هر واحد آب شیرین کن از چندین افکت و یک کندانسور تشکیل شده است. افکتها مبدلهاي پوسته -لوله‌هاي باآرایش افقی میباشد.

MED اساس کار واحدهای بدین صورت است که ابتدا بخار خروجی از نیروگاههای بخار و یا بخاری که به واسطه سوزاندن زغال سنگ و یا سوخته‌های فسیلی دیگر حاصل شده است وارد اولین مرحله میشود. این بخار از دما و فشار پایینی برخوردار است و از آن به عنوان بخار اولیه نام برده می شود. هنگامی که آب تغذیه به اولین مرحله وارد می شود ، بر روی لوله های اواپراتور که در آنها بخار اولیه جریان دارد پاشیده شده و بدین ترتیب بخشی از آب تغذیه تبخیر و در مرحله دوم می‌گردد.

از این بخار به عنوان بخار ثانویه نام برده میشود. بخار اولیه درون لوله های اواپراتور نیز بر اثر از دست دادن حرارت خود چگالش یافته و به درون بویلر برگشت داده می شود. همچنین آب شور موجود در مرحله اول به وسیله یک پمپ به مرحله دوم وارد شده و بخار ثانویه نیز که از تبخیر آب تغذیه حاصل شده بود در مرحله دوم با انتقال گرمای نهان خود به آب شور چگالش یافته و بخشی از آب شور را تبخیر می کند و تمام فرآیند فوق به تعداد مراحل که وجود دارد تکرار میگردد و بدین ترتیب بخار چگالش یافته از مرحله دوم آب به سطح قابل قبول (بر روی آن صورت می‌گیرد.

PH به بعد به عنوان آب شیرین جمع آوری شده و تصفیه نهایی برای رساندن به دمای آب تغذیه وابسته است. بدین ترتیب که هرچه دمای آب تغذیه بیشتر و MED حداقل تعداد مراحل طراحی شده برای انجام یک فرآیند اختلاف آن با دمای جوش آب کمتر باشد تعداد مراحل انجام فرآیند هم میتواند کمتر شود افزایش تعداد مراحل سبب می شود که نسبت آب شیرین تولیدی به بخار مصرفی آن بازده حرارتی طرح نیز افزایش یابد. البته در صورت افزایش تعداد مراحل ، هزینه های سرمایه گذاری اولیه نیز باید افزایش پیدا کند

انواع فرایندهای تقطیر

فرایندهای مختلف تقطیر آب دریا به شرح زیر است:

- تقطیر به کمک چند مرحله انبساط ناگهانی (MSF)
- تقطیر چند مرحله‌ای به همراه لوله افقی و فیلم نازک انبساط (MED)
- MED با گردش بخار به وسیله ترموکمپرسور (TVC_MED)
- تقطیر یک یا چند مرحله ای به وسیله تراکم بخار مکانیکی (MVC)

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترو دیالیز)

فرآیند MSF

فرآیند MSF در داخل محفظه‌ای به نام گرمکن، محلول آب شور دریا گرم می‌شود. این کار عمدتاً از طریق چگالیده شدن بخار روی تعداد لوله موازی که در داخل محفظه عبور کرده و در عین حال آب دریا را گرم می‌کنند، انجام می‌شود. آب گرم شده دریا سپس به داخل محفظه‌ی دیگری که مرحله اوپراتور (تبخیر کننده) نامیده می‌شود، جریان یافته و در آنجا غشاء در حادی تنظیم می‌گردد که آب بلافاصله به جوش می‌آید، تغذیه ناگهانی آب گرم به داخل اطاقک باعث به جوش آمدن سریع آن می‌گردد.

در واقع آب به صورت انفجاری یا فلاشینگ به بخار تبدیل می‌گردد این تبدیل به فشار کنترل شده در این مرحله بستگی دارد، زیرا فرآیند جوشش تا زمانی ادامه می‌یابد که آب سرد شود. مفهوم تقطیر آب به کمک ظرفی که تحت فشار کاهش داده شده، کار می‌کنند یک ابداع جدید نیست، بلکه بیش از یک قرن است که کاربرد دارد. در دهه 1950، دستگاهی که از یک سری طبقات STAGE با شیب فزاینده فشارهای اتمسفری پایین‌تر تشکیل می‌شد ابداع گردید در این دستگاه، آب تغذیه می‌توانست از یک مرحله به مرحله دیگر راه یافته بطور مکرر و بدون افزودن حرارت به حالت جوش برسد.

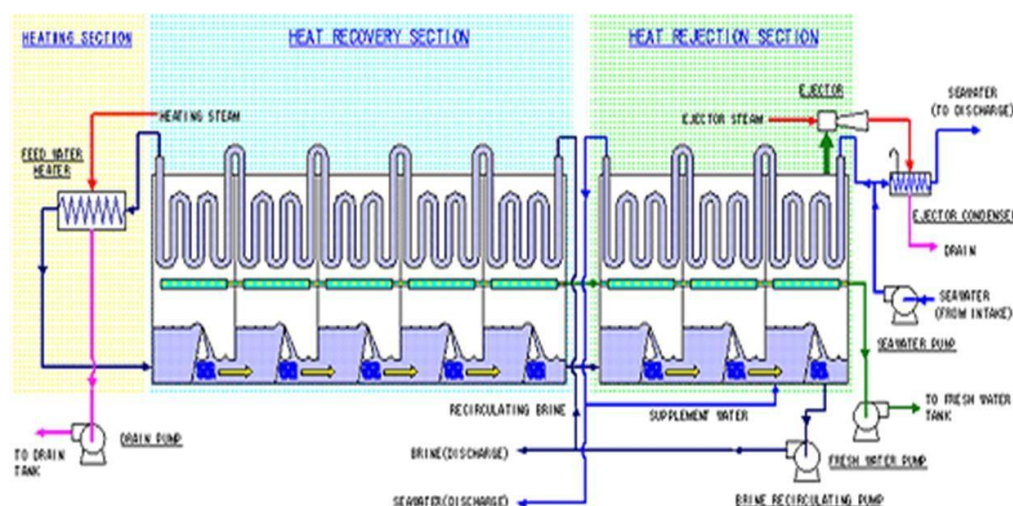
معمولاً یک مجموعه آب شیرین کن MSF می‌تواند 4 تا 40 مرحله داشته باشد. بخار تولید شده از طریق فرآیند فلاش پس از چگالیدن روی لوله‌های مبدل حرارتی که در طول هر مرحله تعبیه شده‌اند، به آب شیرین تبدیل می‌گردد. لوله‌ها به وسیله آب تغذیه ورودی که به گرمکن آب شور می‌رود خنک می‌شود. با این کار آب تغذیه به نوبه خود گرم می‌شود، به نحوی که مقدار انرژی حرارتی مورد نیاز در گرمکن آب شور جهت افزایش دمای آب دریا کاهش می‌یابد.

از دهه 1950 دستگاه‌های آب شیرین کن MSF به طور تجاری ساخته شدند. این دستگاه‌ها عموماً به صورت واحدهایی با حدود 50000 تا 60000 مترمکعب در روز ساخته می‌شود. MSF معمولاً با حداکثر دمای تغذیه 90 تا 120 درجه سانتی‌گراد (پس از گرم کردن آب شور) عمل می‌کند. یکی از عواملی که بر روی راندمان حرارتی واحد تأثیر دارد و اختلاف بین دما از گرمکن آب شور تا چگالنده در انتهای سرد دستگاه است.

در سیستم‌های MSF چندگانه، 50 تا 75 درصد آب شور غلیظ شده از آخرین مرحله به آب تغذیه ورودی مخلوط می‌شود و به واسطه این فرآیند بازیافت حرارتی افزایش و مقدار مواد لازم برای تصفیه مقدماتی کاهش می‌یابد. متأسفانه این عمل به سبب افزایش غلظت نمک در چرخه آب شور، میزان خوردگی و تشکیل رسوب را افزایش می‌دهد و به همین دلیل کنترل رسوب باید با دقت بیشتری صورت گیرد. افزایش تعداد مراحل فرآیند MSF بازده کلی در بخش بازیافت حرارت را افزایش می‌دهد و البته در آن صورت هزینه سرمایه‌گذاری نیز افزایش خواهد یافت. در این روش از گرمای محسوس برای تولید گرمای نهان تبخیر در هر بخش استفاده می‌شود.

فرآیند MSF این روزها مهمترین نقش را در تقطیر آب دریا دارد، ولی اخیراً فرآیند MED با اوپراتوری اسپری فیلم نازک به جای نوع لوله‌های غوطه‌ور به همراه کمپرسور حرارتی یا مکانیکی بخار پیشرفت چشمگیری یافته است و باعث کاهش تشکیل رسوب و بهبود عملکرد ترمودینامیکی شده است.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترو دیالیز)



FLOW DIAGRAM OF MULTI STAGE FLASH DESALINATION PLANT
BRINE RECIRCULATION TYPE

فرآیند MED

فرآیند MED مدت زیادی است که در تقطیر صنعتی مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از کاربردهای معمول این فرآیند، تبخیر شیر از نیشکر در تولید نمک با استفاده از پدیده تبخیر می‌باشند. فرآیند تقطیر چند مرحله‌ای اولین فرآیندی است که برای تولید مقادیر قابل توجهی آب شیرین از آب دریا و در مقیاس تجاری به کار گرفته شده است.

در 25 سال گذشته این فرآیند از لحاظ تکنیکی پیشرفت‌های قابل توجهی داشته است. در حال حاضر 5% ظرفیت تولید آب شیرین در جهان به این به این روش اختصاص دارد. فرآیند این دستگاه آب شیرین‌کن بر پایه سیستم نمک‌زدایی تقطیری به روش چند مرحله‌ای به همراه چرخش بخار می‌باشد. مانند شکل 2 هر واحد آب شیرین‌کن از چندین افکت و یک کندانسور تشکیل شده است. افکت‌ها مبدل‌های پوسته-لوله‌ای با آرایش افقی می‌باشد.

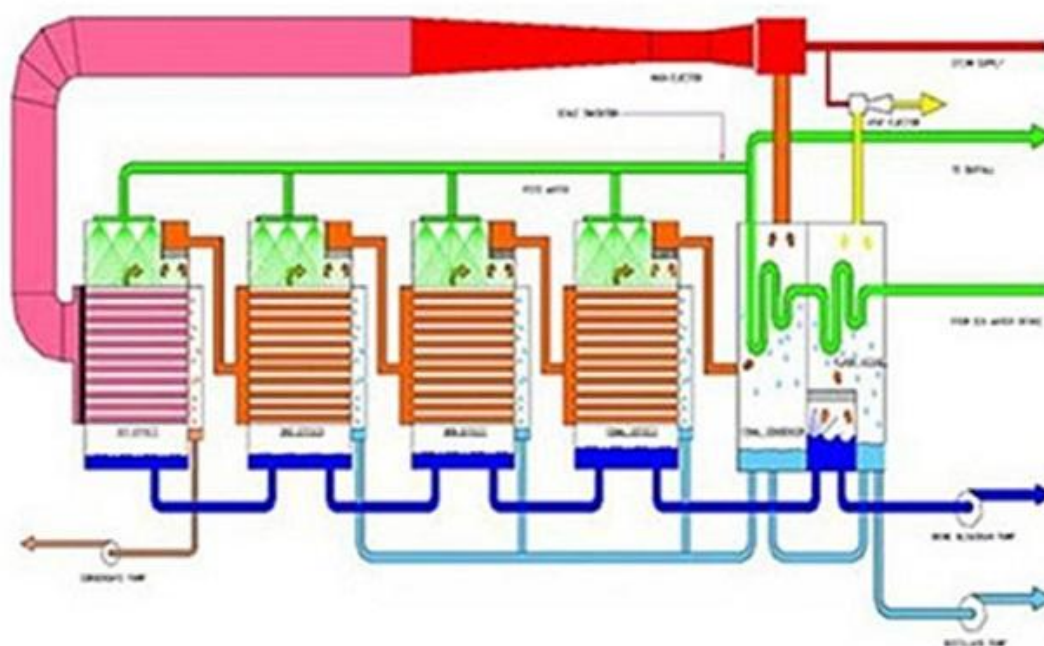
اساس کار واحدهای MED بدین صورت است که ابتدا بخار خروجی از نیروگاه‌های بخار و یا بخاری که به واسطه سوزاندن زغال سنگ و یا سوخت‌های فسیلی دیگر حاصل شده است وارد اولین مرحله می‌شود. این بخار از دما و فشار پائینی برخوردار است و از آن به عنوان بخار اولیه نام برده می‌شود. هنگامی که آب تغذیه به اولین مرحله وارد می‌شود، بر روی لوله‌های اوپراتور که در آنها بخار اولیه جریان دارد پاشیده شده و بدین ترتیب بخشی از آب تغذیه تبخیر وارد مرحله دوم می‌گردد.

از این بخار به عنوان بخار ثانویه نام برده می‌شود. بخار اولیه درون لوله‌های اوپراتور نیز بر اثر از دست دادن حرارت خود چگالش یافته و به درون بویلر برگشت داده می‌شود. همچنین آب شور موجود در مرحله اول به وسیله یک پمپ به مرحله دوم وارد شده و بخار ثانویه نیز که از تبخیر آب تغذیه حاصل شده بود در مرحله دوم با انتقال گرمایی نهان

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الکترو دیالیز)

خود به آب شور چگالش یافته و بخشی از آب شور را تبخیر می‌کند و تمام فرآیند فوق به تعداد مراحل که وجود دارد تکرار می‌گردد و بدین ترتیب بخار چگالش یافته از مرحله دوم به بعد به عنوان آب شیرین جمع آوری شده و تصفیه نهایی (برای رساندن PH آب به سطح قابل قبول) بر روی آن صورت می‌گیرد.

حداقل تعداد مراحل طراحی شده برای انجام یک فرآیند MED به دمای آب تغذیه وابسته است. بدین ترتیب که هر چه دمای آب تغذیه بیشتر و اختلاف آن با دمای جوش آب کمتر باشد تعداد مراحل انجام فرآیند هم می‌تواند کمتر شود افزایش تعداد مراحل سبب می‌شود که نسبت آب شیرین تولیدی به بخار مصرفی آن بازده حرارتی طرح نیز افزایش یابد. البته در صورت افزایش تعداد مراحل ، هزینه‌های سرمایه گذاری اولیه نیز باید افزایش پیدا کند.



شکل ۲- شماتیک آب شیرین کن تقطیری MED

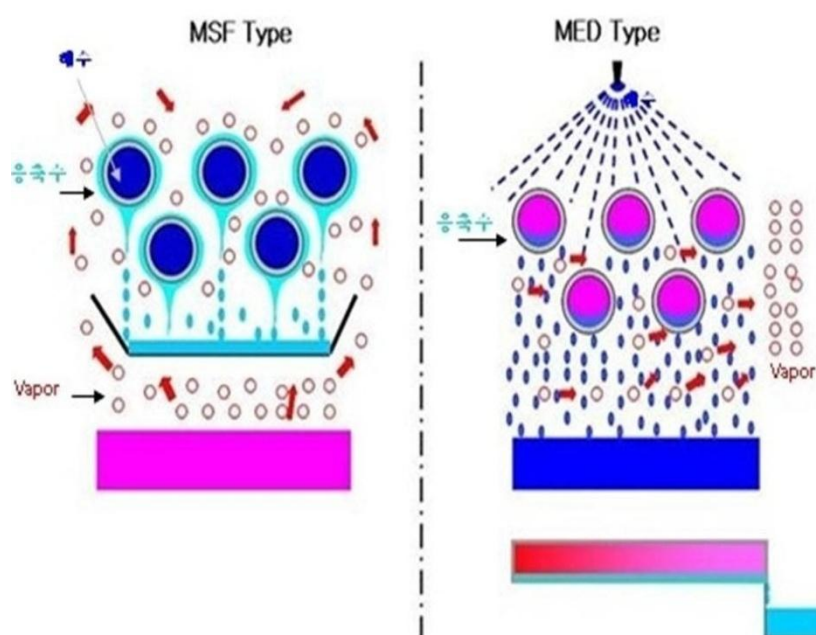
اتونی والدسوکیدرسال 2002 مقایسه‌ای بین سه آب شیرین کن MED، MSF، باتغذیه پیشرو و موازی را برای آب تغذیه با غلظت 42000ppm و دمای بخار 90 درجه سلسیوس انجام دادند که نتایج حاصل از این تحقیق درجدول 1 نشان داده شده است.

	MSF	MED Parallel	MED Forward
تعداد مراحل	۴۲	۸	۸
نسبت عملکرد	۸	۴.۹	۵.۲

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الکترودیالیز)

۲۱۲	۵۳۳	۹۵۲	سطح حرارتی مخصوص
۷۰۰۰۰	۷۴۲۲۶	۷۰۰۰۰	غلظت پساب خروجی
۲.۶	۹.۸	۲.۴	دبی آب خنک کن
۴.۱۲	۷۸.۷	۳.۸	مصرف انرژی پمپاژ مخصوص

جدول ۱ - مقایسه آب شیرین کن های MSF و MED



شکل ۳- مقایسه آب شیرین کن های MSF و MED

همانطور که مشاهده می شود آب شیرین کن MSF دارای نسبت عملکرد بالاتر، دبی آب خنک کن کمتر و سطح حرارتی مخصوص نسبتاً مناسبی در مقایسه با آب شیرین کن MED می باشد. ولیکن از مزایای MED نیز مصرف انرژی الکتریکی مخصوص کمتر می باشد.

الکترودیالیز (ED)

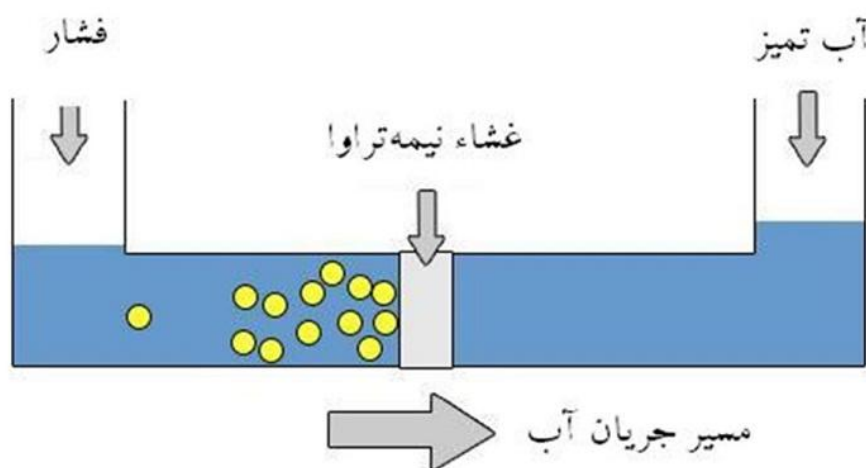
فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

فرآیند الترو دیالیز بصورت تجاری از اوایل دهه 60 یعنی حدود 10 سال قبل از RO به بازار عرضه شد . طراحی و ساخت سیستم الترو دیالیز راه موثری برای کاهش هزینه در فرآیند نمک زدایی آب های کم نمک ابداع کرد و در این زمینه موفقیت قابل ملاحظه ای بدست آورد . فرآیند الترو دیالیز به اصول کلی زیر بستگی دارد :

- اکثر نمک های محلول در آب ، به شکل یون بوده و بصورت مثبت (کاتیون) یا منفی (آنیون) باردار می گردند .

- آنیون ها بوسیله بار الکتریکی مخالف الکتروود ، جذب آنان می شود .

- غشاء ها را می توان طوری ساخت که بصورت انتخاب شده عبور آنیون ها یا کاتیون ها را امکان پذیر کنند . اجزاء محلول شده یونی در یک محلول نمکی مثل سدیم + ، کلر - ، کلسیم ++ و کربنات - در آب توزیع و بخش می گردند و بطور موثر بار های منفرد خود را خنثی می کنند . وقتی الکتروود ها به یک منبع جریان مستقیم مثل باطری متصل می گردند ، در داخل یک ظرف حاوی محلول آب نمک قرار گرفته ، جریان الکتریکی از میان محلول (الکترو لیت) عبور می کند . در این حالت یون هاسعی می کنند به سمت الکتروود با بار مخالف حرکت کنند .



شکل 6- روش الترو دیالیز

آب شیرین کن های ترکیبی

امروزه ترکیب آب شیرین کن های حرارتی و مکانیکی خصوصا در سیستم های تولید همزمان توان و حرارت بسیار مورد توجه قرار گرفته است .

آب شیرین کن ترکیبی MSF_RO

این سیستم از ترکیب آب شیرین کن MSF با RO ساخته شده است . این ترکیب باعث می شود که آب شیرین کن RO با TDS نسبی بیشتری کار می کند لذا تعویض ممبران آن دیرتر اتفاق می افتد . چنانچه از این طریق عمر مفید ممبران از 3

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

به 5 سال افزایش پیدا کند هزینه تعویض ممبران حدود 40 % کاهش می یابد. ویژگی اصلی این شیرین کن ها انعطاف پذیری در عملکرد، مصرف انرژی مخصوص کمتر، هزینه احداث کمتر و کولینگ بهتر با نیروگاه های حرارتی جهت تولید همزمان توان و آب شیرین می باشد.

آب شور در ابتدای ورود به سیستم به دو قسمت تقسیم می شود. سهمی وارد RO و مابقی وارد MSF می شود. محصول به دست آمده از MSF دارای خلوص بیشتری (TDS بیشتر) است. این دو محصول طوری با هم ترکیب می شوند که آب شیرین نهایی دارای TDS کمتر از 500 باشد. (استاندارد سازمان جهانی سلامت W.H.O)

آب شیرین کن ترکیبی NF-MSF

یک روش مناسب دیگر برای پیش تصفیه آب دریا استفاده از نانو فیلترها (NF) است. مزایای این روش کاهش و خارج کردن سختی های یونی Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، SO_4^{2-} و HCO_3^- از آب تغذیه است که رسوب زدگی در سطوح انتقال حرارت آب شیرین کن را کاهش می دهد. این موضوع باعث می شود که ماکزیم دمای آب شور در آب شیرین کن های حرارتی و به تبع آن نسبت عملکرد افزایش یابد.

آب دریا پس از تصفیه وارد NF می شود. در آنجا پس از دفع بسیاری از سختی ها یونی وارد آب شیرین کن حرارتی MSF می گردد. نتایج نشان می دهد که با این روش می توان ماکزیم دمای آب شور را به 130 درجه افزایش داد و زمان مورد نیاز جهت رسوب زدایی از سطوح انتقال حرارت آب شیرین کن به 1200 ساعت افزایش می یابد.

آب شیرین کن ترکیبی NF-RO-MSF

آب دریا پس از تصفیه وارد NF می شود. در آنجا پس از دفع بسیاری از سختی های یونی وارد آب شیرین کن مکانیکی RO می شود. آب شور غلیظ شده (پساب خروجی) از RO وارد آب شیرین کن حرارتی MSF می شود و در نهایت محصول خروجی از RO و MSF با هم ترکیب شده و آب شیرین با TDS مورد نظر حاصل می گردد. نتایج نشان می دهد که با این روش ماکزیم دمای آب شور به 130 درجه افزایش می یابد و زمان مورد نیاز جهت رسوب زدایی از سطح انتقال حرارت آب شیرین کن به 976 ساعت افزایش می یابد.

معرفی چند معیار برای عملکرد آب شیرین کن

جهت پی بردن به مقدار آب شیرین کن تولیدی و پارامترهای انتخابی چند معیار معرفی می گردد و سپس عملکرد آب شیرین کن با یکدیگر توسط این معیارها مقایسه می شود.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

برق مصرفی مخصوص	حرارت مصرفی مخصوص	آب شیرین کن
کیلو وات ساعت الکتریکی بر متر مکعب	کیلو وات ساعت حرارتی بر متر مکعب	
3	100	MSF
3	5	MED
5/4-5/3	0	RO

جدول 2-2 مقایسه برق مصرفی آب شیرین کن ها

۱- نسبت عملکرد (PR)

نسبت آب شیرین کن تولید شده به مقدار بخار مصرفی را نسبت عملکرد آب شیرین کن حرارتی می گویند.

$$PR = m_w / m_m$$

2- سطح انتقال حرارت مخصوص (SA)

سطح حرارتی مورد نیاز آب شیرین کن حرارتی برای تولید 1 کیلوگرم آب شیرین را سطح انتقال حرارت مخصوص می گویند.

$$\alpha = A / m_D$$

A = کل سطح حرارتی مورد نیاز که از مجموع سطح موثر و سطح کندانسور حاصل می شود.

3- اگزرژی مصرفی مخصوص:

مقدار اگزرژی مصرفی جهت تولید یک کیلوگرم آب شیرین را اگزرژی مصرفی مخصوص می نامند.

$$= (m_m [(h_m - h_{hc}) - T_0 (s_m - s_{hc})] / m_w)$$

em: اگزرژی مخصوص بخار محرك

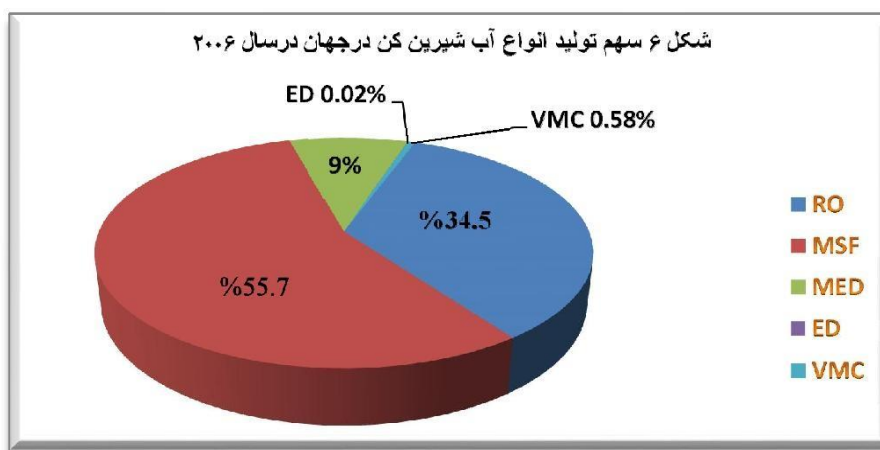
فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الکترودیالیز)

ehc: انرژی مخصوص کندانس بخار محرك خروجی از آب شیرین کن

T0: دمای محیط

براساس اطلاعاتی که از آژانس انرژی اتمی در سال 2006 منتشر نمود میزان حرارت و برق مصرفی مخصوص برای سه آب شیرین کن MSF و MED و RO مطابق جدول 2-2 ارائه می گردد.

همانطور که مشاهده می شود آب شیرین کن مکانیکی RO دارای مصرف انرژی الکتریکی بیشتری به ازای تولید یک مقدار مشخص آب شیرین می باشد. براساس آمار ارائه شده توسط اداره اطلاعات عمومی آب در سال 2009 میلادی مشاهده می گردد سهم تولید آب شیرین کن های MSF نسبت به MED بیشتر است. سهم انواع آب شیرین کن ها در تولید آب شیرین جهان براساس آمار منتشر شده توسط اتحادیه بین المللی آب شیرین کن ها در سال 2006 میلادی در شکل 6 نشان داده شده است.



با توجه به این که تصفیه آب با استفاده از فیلترها موجب انسداد و در نهایت ناکارآمدی آن ها می شود و همچنین تصفیه آب به روش جوشاندن مستلزم صرف انرژی قابل توجه است ؛ محققان از یک روش جدید برای شیرین کردن آب به ویژه مناسب مناطق بحران زده استفاده کرده اند. در این فرآیند که آن را «الکترودیالیز ضربه ای» می نامند ، امواج ضربه ای حاصل از جریان الکتریکی با جریان آب برخورد می کند و نمک را از آب جدا می کند .

در نتیجه این فرآیند ، یون های نمک و مولکول های آب بدون نیاز به هرگونه فیلتر از یکدیگر جدا می شوند .

'مارتین بزنر' استاد ریاضیات و مهندسی شیمی در ام آی تی در این باره می گوید: «این فرآیند ، اساسا یک شیوه تصفیه متفاوت است.»

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الکترو دیالیز)

در این شیوه آب شور از درون یک ماده متخلخل از جنس ذرات شیشه عبور می کند که در دو طرف آن الکترودهایی وجود دارد. بزنت می گوید: «این رویداد یک اختلاف پتانسیل بسیار قوی تولید می کند». هنگامی که جریان به سطح مشخصی می رسد ، یک موج ضربه ای بین دو ناحیه ایجاد می شود. این موج ضربه ای جریان آب را به دو جریان مجزای آب شیرین و آب شور تبدیل می کند که با استفاده از یک مانع فیزیکی در مسیر آب می توان آن ها را از یکدیگر جدا کرد .

محققان توضیح می دهند که گرچه در سیستم مورد بحث از فیلترهایی برای نگهداری الکترودها استفاده شده است ، اما این فرآیند به عنوان یک روش «بدون فیلتر» شناخته می شود ؛ چرا که جریان آب به جای این که مانند سیستم سنتی تصفیه ، از روی فیلترها عبور کند ، از بین آن ها جاری می شود .

بزنت در این باره می گوید: «نیازی نیست که نمک از درون یک ماده عبور کند تا از آب جدا شود» ؛ بلکه ذرات باردار یا یون های نمک «فقط به یک طرف حرکت می کنند

با وجود این که اصول مورد استفاده در شیوه ام آی تی جدید نیستند ، اما فرآیند کاربردی که با استفاده از این اصول ایجاد شده است و به اصطلاح مهندسی آن ، فرآیندی جدید است .

محققان پیش از این سعی کردند با استفاده از همین روش آب ساکن را تصفیه کنند ، اما بزنت متوجه شد برای ایجاد یک روش مقرون به صرفه و ساده برای تصفیه آب شور ، بهتر است این شیوه را با استفاده از آب جاری پیاده سازی کنند .

این سیستم ساده و قابل حمل ، در مواقع اضطراری و در مناطقی که دچار بلایای طبیعی شده اند ، کاربرد ویژه دارد زیرا به سرعت می تواند آب آلوده یا آب دریا را تصفیه کرده و یک منبع موقت آب سالم را در اختیار بگذارد .

این سیستم علاوه بر حذف نمک می تواند باکتری های ناخواسته را نیز از بین ببرد .

'سون شلامپ برگر' ، یکی از اعضای گروه تحقیقاتی در این رابطه می گوید: «میدان های الکتریکی مورد استفاده در این شیوه بسیار قوی هستند و با استفاده از آن می توان باکتری ها را نیز از بین برد».

تصفیه آب صنعتی و دریایی industrial water filtration

دستگاه تصفیه آب صنعتی و دریایی industrial water filtration برای بهره برداری بهتر از فرایندهای صنعتی که بر پایه استفاده از آب تصفیه شده با دستگاه های تصفیه آب می باشند استفاده می شود ، از جمله فرایند گرم کردن ، خنک کردن ، اجرا ، شستشو ، تمیز کردن که هزینه های عملیاتی ، خطرات احتمالی را کاهش می دهد .

انتخاب دستگاه های تصفیه آب صنعتی و دریایی مناسب

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

دستگاه های تصفیه آب صنعتی بی کیفیت سبب صدمات احتمالی به لوله ها و تجهیزات می شود. احتمال رسوب و خوردگی در بویلرهای بخار آب افزایش یافته و این نیاز به سوخت بیشتر جهت گرم کردن همان مقدار آب را سبب می شود .

در برج های خنک کننده نیز احتمال رسوب و خوردگی ایجاد می شود که آب بی کیفیت ، گرم و کثیف داخل برج احتمال رشد باکتری و بیماری لژیونر که نتیجه ای مرگ آور می باشد را به وجود می آورد. همچنین تصفیه آب جهت بالا بردن کیفیت آب در تماس با محصول مانند نیمه رساناها و یا آب مربوط به خود محصول مانند نوشیدنی هاف داروسازی و ... می شود .

آب های خانگی نیز در صورتی که اندازه گیری های بهداشتی مناسبی انجام نشود می توانند غیرقابل اطمینان برای آشامیدن شوند .

دستگاه های تصفیه آب صنعتی و دریایی واترسیف

برخی از کاربردهای دستگاه تصفیه آب در اندازه صنعتی industrial water filtration

دسته بندی دستگاه ها بر اساس کاربرد	دسته بندی دستگاه ها بر اساس عملکرد
کاربرد تصفیه آب صنعتی در صنعت کشاورزی	
دستگاه تصفیه آب صنعتی برای تولید آب شرب	
کاربرد دستگاه تصفیه آب صنعتی در صنایع داروسازی	شیرین سازی آبهای شور با دستگاه تصفیه آب صنعتی (اسمز معکوس)
کاربرد آب تصفیه کن صنعتی در تولید مواد نوشیدنی	

طراحی ، ساخت ، تعبیه و راه اندازی سیستم های آب شیرین کن دریایی به روش اسمز معکوس(RO)

ویژگی های مهم دستگاه های شیرین سازی آب دریا (تصفیه آب دریا)

1- استفاده از ممبرین (ممبران) های پلی آمید TFC ویژه آب دریا که انرژی کمتری مصرف می کند و نمک بالایی را حذف می کند.

2- پرشوسل های FRP در دو قطر 4 و 8 اینچ و محدوده فشار 1200 psig

3- در آب شیرین کن های دریایی پمپ های سانتریفیوژ فشار قوی از جنس Duplex استفاده شده است

4- در آب شیرین کن دریایی برای از نو به دست آمدن انرژی برای مصرف برق کمتر سیستم بازیافت استفاده شده است

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون
(نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)



دستگاه های آب شیرین کن watersafe در ظرفیت های 3 الی 100 متر مکعب در شبانه روز یکی از بهترین گزینه ها برای شرکت های صنعتی می باشد. این دستگاه ها در کشور تایوان و با استفاده از بهترین تجهیزات ساخته شده اند. پمپ فشار قوی مورد استفاده در این دستگاه های آب شیرین کن مارک گراندفوس دانمارک می باشد که یکی از مهمترین مزایایی این سیستم ها می باشد.

این دستگاه ها به صورت آماده برای نصب یکی از گزینه های مناسب برای بسیاری از شرکت هایی است که نیاز فوری به استفاده از این سیستم های آب شیرین کن دارند. شاسی استیل ، لوله کشی های فشار بالا از جنس استیل و فشار پایین از جنس UPVC با کیفیت بالا می باشد. مراحل پیش تصفیه شنی و کربنی و سیستم تزریق آنتی اسکالانت در زمان نصب به دستگاه اضافه می شود .

مشخصات دستگاه های آب شیرین کن watersafe

مدل	WS-800	WS-2000	WS-4000	WS-6000
ظرفیت	3 m ³ /day (800 GPD)	6-8 m ³ /day (2000 GPD)	10-12 m ³ /day (4000 GPD)	18-20 m ³ /day (6000 GPD)
فیلترهای پیش تصفیه	PP × 20" × 1 GAC × 20" × 1 BC × 20" × 1 BIG BLUE	PP × 20" × 1 GAC × 20" × 1 BC × 20" × 1	PP × 20" × 1 GAC × 20" × 1 BC × 20" × 1	PP × 20" × 1 GAC × 20" × 1 BC × 20" × 1 BIG BLUE
ممبرین	FILMTEC TW30-4021 × 1 PCS	FILMTEC BW30-4040 × 1 PCS	FILMTEC BW30-4040 × 2 PCS	FILMTEC BW30-4040 × 3 PCS

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون
(نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

or				
CSM	CSM	CSM	CSM	
4040BE	4040BE	4040BE	4021	
× 3 PCS	× 2 PCS	× 1 PCS	× 1 PCS	
GRUNDFOS	GRUNDFOS	ROTARY	ROTARY	پمپ فشار قوی
CRI - 3 - 25	CRI - 1 - 25	VANE PUMP	VANE PUMP	
2.2 KW × 3 Φ × 380/415 V × 50 Hz	1.5 KW × 3 Φ × 380/415 V × 50 Hz	0.7 KW × 1 Φ × 220 V × 50 Hz	0.7 KW × 1 Φ × 220 V × 50 Hz	توان مصرفی
100 × 75 × 160 cm	60 × 60 × 200 cm	80 × 65 × 165 cm	70 × 40 × 160 cm	
				ابعاد

WS-32000	WS-16000	WS-12000	WS-8000	مدل
96-100 m ³ /day (32000 GPD)	48-50 m ³ /day (16000 GPD)	36-40 m ³ /day (12000 GPD)	24-30 m ³ /day (8000 GPD)	ظرفیت
PP × 20" × 7	PP × 20" × 7	PP × 20" × 1 GAC × 20" × 1 BC × 20" × 1 BIG BLUE	PP × 20" × 1 GAC × 20" × 1 BC × 20" × 1 BIG BLUE	فیلترهای پیش تصفیه
FILMTEC BW30-4040 × 16 PCS	FILMTEC BW30-4040 × 8 PCS	FILMTEC BW30-4040 × 6 PCS	FILMTEC BW30-4040 × 4 PCS	ممبرین
or				
CSM	CSM	CSM	CSM	

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون
(نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

4040BE × 16 PCS	4040BE × 8 PCS	4040BE × 6 PCS	BE4040 PCS 4 ×	
GRUNDFOS CRI - 10 -16	GRUNDFOS CRI - 5 -24	GRUNDFOS CRI - 3 -31	GRUNDFOS CRI - 3 -25	پمپ فشار قوی
5.5 KW × 3 Φ × 380/415 V × 50 Hz	4.0 KW × 3 Φ × 380/415 V × 50 Hz	3.0 KW × 3 Φ × 380/415 V × 50 Hz	2.2 KW × 3 Φ × 380/415 V × 50 Hz	توان مصرفی
100 × 300 × 200 cm	100 × 120 × 160 cm	120 × 100 × 160 cm	100 × 75 × 160 cm	ابعاد

- حداقل فشار ورودی : 2bar
- ماکزیم TDS ورودی : 4000 ppm
- محدوده عملکردی : pH از 6 الی 7
- نوع ممبران : کامپوزیت فیلم نازک (TFC)
- طراحی فشرده با کمترین فضای نصب
- بازیافت بهینه آب
- نصب و راه اندازی سریع و آسان
- شاسی دستگاه از جنس استیل ضد زنگ
- لوله کشی استیل ضد زنگ در بخش های تحت فشار
- کنترل های تنظیم جریان پساب و بازگشت (Recovery)
- محفظه ممبران از جنس استیل ضد زنگ
- کلید شناوری برای تانک ذخیره اتمسفری
- شیر جلوگیری از عقب گرد جریان (Backflow)
- دارای شیر مغناطیسی (Solenoid Valve)
- کلید روشن و خاموش

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

- قطع خودکار جریان در هنگام پر شدن تانک ذخیره آب تصفیه شده
 - شیر دور ریز اتوماتیک (Auto Flush Valve)
 - نمایشگرهای دبی آب تصفیه شده و پساب
 - نمایشگرهای فشار ورودی و خروجی پمپ
 - نمایشگر TDS
 - شیر میکس جهت تنظیم TDS آب خروجی
 - سه مرحله پیش فیلتراسیون شامل : فیلتر رسوبگیر پلی پروپیلن فشرده جهت حذف ذرات معلق در آب تا پنج میکرون و رفع کدورت آن و فیلتر های کربن پودری و جامد به منظور حذف کلر ، ترکیبات آلی و مواد شیمیایی تغییر دهنده رنگ و طعم و بوی آب
 - مقایسه بین روش های مختلف شیرین سازی آب اسمز معکوس یا روش های تبخیری ؟
- هر دو سیستم ، عمل حذف نمک ها و سایر مواد جامد از آب دریا را به خوبی انجام می دهند. انتخاب سیستم حرارتی یا غشایی بر اساس مکان های مختلف و نوع کاربری و احتیاجات به خصوص صورت می گیرد که برخی از آن ها به شرح زیر است.

1. نوع انرژی و موجودیت آن

چون انرژی ، عامل مهمی در اقتصاد آب شیرین کن هاست ، ارزیابی گزینه انرژی به طور کامل ضروری است. با توجه به هزینه کم انرژی الکتریکی ، روش های Reverse Osmosis (RO) و بعضی اوقات روش MVC (متراکم سازی مکانیکی بخار آب) توصیه می شود. اگر مقادیر فراوان بخار با حرارت اضافی و با هزینه پایین در دسترس باشد ، در آن صورت استفاده از روش های MSF (تبخیر ناگهانی چند مرحله ای) یا MED (روش تقطیر چند مرحله ای) در اولویت قرار می گیرد.

2. اندازه واحد آب شیرین کن

در واحد های با اندازه کوچک ، روش های RO و MVC کاهش یافته و در سیستم های RO ، MSF یا MED تغییر می یابد.

3. کیفیت آب اولیه (خام)

در صورت کیفیت پایین آب اولیه (خام) ، فرایند تبخیری ترجیح دارد ، زیرا احتیاج به فرایند پیش تصفیه درباره فرایند های MED ، MSF و MVC بسیار کمتر از آن درباره سیستم RO است.

4. سادگی بهره برداری

سیستم های MSF به نگهداری و تعمیرات کمتری نیاز دارند. نیاز های بهره برداری و نگهداری در باره سیستم های MED کمی بیش از سیستم MSF است. پیچیدگی سیستم RO معمولاً مربوط به احتیاجات پیش تصفیه است. اگر چه بهره برداری MVC

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

نسبتاً ساده است ، اما کمپرسور های موجود در این سیستم به میزان نگهداری و تعمیرات زیادی نیاز دارند.

5. کیفیت محصول آب تولید شده

اگرچه سیستم های آب شیرین کن به منظور دستیابی به فراورده آب با کیفیت مطلوب و در حد نیاز طراحی می شوند ، اغلب سیستم های تبخیری از فرایند تقطیر استفاده می کنند که در آن محصول آب تولید شده دارای کیفیت بالا و نیز TDS آن کمتر از 25 میلی گرم در لیتر است ، در حالیکه سیستم های RO برای دستیابی به یک کیفیت مشابه نیاز به دو یا چند مرحله دارند.

6. مقدار آب ورودی

سیستم های RO و MVC نسبت به سیستم های MSF و MED ، نیاز به مفادیر آب ورودی کمتری دارند و علت این امر عدم نیاز آن ها به آب سرد است.

7. هزینه سرمایه گذاری: هزینه های سرمایه گذاری سیستم RO کمتر از فرایند های تبخیری است.

مهمترین نکات تصفیه آب خانگی

(1- بهداشتی بودن کلیه اجزا و قطعات

کلیه قطعات و اجزای دستگاه می بایست از مواد بهداشتی و مناسب برای مصارف خوراکی تهیه شده باشند و در اصطلاح Food Grade باشند. در صورتی که از مواد و پلاستیک های بازیافتی و غیر بهداشتی در بدنه این دستگاه استفاده شده باشد ، مواد زاید و مضر به آب اضافه خواهد شد که سلامتی را به خطر خواهد انداخت . یکی از دلایل ارزان بودن دستگاه های تصفیه آب متفرقه که عمدتاً محصول کشور چین هستند همین موضوع است. استفاده از این مواد و پلاستیک های نامرغوب ، قیمت تمام شده محصول را تا حد قابل توجهی کاهش می دهد. توجه کنید تصفیه آبی که قصد خرید آن را دارید ، دارای تاییدیه های بهداشتی نظیر FDA و NSF باشد و در کارخانه های معتبر ، توسط دستگاه های تمام اتوماتیک و در محیط های بهداشتی تولید شده باشد.

(2- تک تک مراحل تصفیه آب و کارایی آنها

دو مرحله فیلتر الیافی جهت حذف مواد معلق نظیر گل و لای ، شن و ماسه و زنگ لوله ها

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

یک مرحله فیلتر کربن جهت حذف کلر ، گازهای شیمیایی و بوی نامطبوع آب

یک مرحله اسمز معکوس (RO) جهت حذف ناخالصی ها و سموم محلول در آب

یک مرحله فیلتر کربن نهایی جهت حذف بوی احتمالی ناشی از ماندگی آب در منبع دستگاه

3- جنس فیلترهای کربن

نقش فیلترهای کربن در تصفیه آب ، حذف کلر ، گازهای شیمیایی محلول در آب ، طعم و بوی نامناسب آب می باشد. کربن به کار رفته در تصفیه آب می بایست منشأ گیاهی داشته باشد تا مناسب برای مصارف خوراکی باشد. در دستگاه های استاندارد و بهداشتی ، این کربن از گیاهانی نظیر پوست میوه نارگیل (Coconut Shell) و یا چوب بامبو به دست می آید . در نتیجه عاری از هرگونه ناخالصی و فلزات سنگین است. کربن به کار رفته در دستگاه های نامرغوب و غیر بهداشتی ممکن است از جنس زغالسنگ باشد. زغالسنگ از آنجا که ماهیت معدنی دارد ، سرشار از فلزات سنگین است که برای بدن به شدت زیان آور است.

4- نوع اتصالات تصفیه آب

اگر می خواهید از دردسرهایی نظیر : نشستی و چکه مداوم آب ، خیس شدن کابینت ها و ... در امان باشید ، به نوع اتصالات دستگاه تصفیه آب دقت کنید. به طور کلی اتصالات تصفیه آب خانگی به دو دسته تقسیم می شوند:

دسته اول: اتصالات مهره ای - (JC) این نوع اتصالات که بسیار هم متداول هستند ، ارزان قیمت اما پر دردسر هستند. به سرعت مستهلک شده و حتی به راحتی می شکنند و نشستی آب را به دنبال دارند. حتی با کیفیت ترین این اتصالات نیز ممکن است پس از چند بار باز و بسته شدن ، اصطلاحاً هرز شده و دیگر مانند روز اول آب بند نشوند.

دسته دوم: اتصالات سریع - (Quick Connect) این نوع اتصالات به مراتب از اتصالات مهره ای مناسب تر و مرغوب تر هستند و تنها با یک فشار ، شیلنگ را در خود قفل می کنند و به دلیل دارا بودن واشرهای ریز درون خود ، از هرگونه نشستی و چکه جلوگیری می کنند. ظاهر ظریف و زیبا و عمر طولانی تري هم دارند. قیمت آنها از اتصالات مهره ای گرانتر است و ممکن است تصفیه آبی که در آن از اتصالات کوئیک کانکت استفاده شده کمی از سایر دستگاه ها گرانتر باشد.

5- نوع محفظه ها (هوزینگ ها)

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

بهتر است محفظه دستگاه تصفیه آب دارای دو اورینگ (واشر لاستیکی) باشند تا از نشت آب جلوگیری شود

6- شیر برقی

وظیفه شیر برقی در تصفیه آب خانگی قطع کردن آب ورودی در صورت خاموش شدن پمپ است. به عبارت ساده تر ، شیر برقی از هدر رفتن آب در هنگام خاموش بودن دستگاه جلوگیری می کند. در برخی از دستگاه ها به جای این قطعه ، از چهارراه تقسیم (Auto Shot off Valve) استفاده می شود.

تجربه نشان داده است که استفاده از چهارراه تقسیم مشکلاتی مانند: نشتی ، خرابی زودهنگام قطعه و هدر رفتن آب و ... را به دنبال دارد. استفاده از شیر برقی به دلیل دقت و عمر بیشتر به مراتب از چهارراه تقسیم بهتر است.

7- سوئیچ فشار پایین

وظیفه این این قطعه خاموش کردن پمپ در صورت قطعی آب است. در واقع این قطعه ، محافظ پمپ است. برخی از تولید کنندگان برای کاهش قیمت تمام شده ، این قطعه را از دستگاه حذف می کنند. پیشنهاد می شود در هنگام خرید دستگاه به وجود این قطعه در دستگاه توجه شود.

8- کمپانی های تولید کننده و توزیع کننده تصفیه آب

تفاوت زیادی است بین یک برند تصفیه آب معتبر که در شرایط بهداشتی ، توسط دستگاه های تمام اتوماتیک تولید می شود تا دستگاهی که در کارگاه های غیر بهداشتی چینی تولید می شود. به همان نسبت تفاوت زیادی است بین یک تاجر که تعدادی محدود دستگاه تصفیه آب وارد کرده است و فقط به فکر فروش هرچه سریعتر آنهاست تا شرکتی متخصص و معتبر که به صورت علمی و مهندسی شده اقدام به توزیع و پشتیبانی یک دستگاه تصفیه آب معتبر می کند.

9- گارانتی ، خدمات پس از فروش و در دسترس بودن نمایندگی های مربوطه

گارانتی و خدمات پس از فروش ، نباید تنها در حد یک شعار و یک برگه ضمانت نامه باشد. در درجه اول شرکتی که خدمات پس از فروش را ارائه می دهد علاوه بر مهارت فنی و تخصصی ، می بایست مجهز به کلیه قطعات و اجزای دستگاه باشد . طعم ، بو یا مزه بد آب مصرفی در منزل ، باید بی درنگ شما را وادار کند که دستگاه تصفیه مورد نظرتان را مورد بررسی قرار دهید . مواردی که درباره مشکلات ناشی از آلودگی آب مطرح می شوند ، می توانند موجب گردند که در مورد سلامتی منبع تأمین آب منزلتان تحقیق کنید. هم چنین تشکیل رسوبات ناشی از مواد معدنی ممکن است شما را وادار کند که لوله کشی و

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

لوازم مرتبط با مصرف آب را تعویض نمایید. قبل از این که به سرعت اقدام به انجام این کارهای پرهزینه و احتمالاً بی اثر کنید ، نوع مصرف آب (نوشیدن ، شستشو و یا مصارف خانگی) نیز به شما کمک می کند که بتوانید فرآیند تصفیه را تعیین نمایید . تجزیه آب به شما کمک می کند که بدانید چه باکتری ها ، مواد معدنی و یا چه آلاینده هایی در آب وجود دارند.

در دستگاه های تصفیه آب ، بر حسب مورد ، از بخش های زیر استفاده می شود :

- فیلتر کربن فعال
- فیلتر مکانیکی
- سختی گیر
- فیلتر آهن
- خنثی کننده
- دستگاه تقطیر
- اسمز معکوس

در جدول زیر مشکلات عمومی مرتبط با کیفیت آب و روش اصلاح آن ها آورده شده است

نوع تجهیزات	استفاده اصلی	محدودیت ها
فیلتر کربنی	حذف کلر ، برخی از مواد شیمیایی آلی ، رزین ، مشکلات کلی مرتبط با طعم و بو	نیترات ها ، باکتری ها ، یا فلزات را حذف نمی کند. لازم است که مرتباً زغال فعال تعویض شود
فیلتر مکانیکی	شن و ماسه ، خاک ، و دیگر عواملی که موجب بروز کدورت می شوند را حذف می کند.	لازم است که مرتباً کارتریج تعویض شود و یا با انجام شستشوی معکوس تمیز گردد (بر حسب نوع فیلتر) تا کارایی آن حفظ شود.
سختی گیر	سختی آب (ناشی از کلسیم و منیزیم) را با سدیم عوض می کند. عمل تمیز کردن با صابون و مواد شوینده را بهبود می بخشد . از ایجاد رسوب در لوله ها و لوازم جلوگیری می کند	جایگزین کردن سدیم ، کلسیم و منیزیم را حذف می کند (اگر نگران سلامتی رژیم غذایی تان هستید با پزشک مشورت کنید) آب سختی گیری شده بیش تر از آب سخت خاصیت خوردن دگی دارد . ضروری است که عملیات شستشوی معکوس و احیا مرتباً انجام شود.
فیلتر آهن		بوی ناشی از آهن و منگنز را برطرف می کند

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

آهن و منگیزی که باعث ایجاد لکه بر روی لباس‌ها و لوازم می‌شوند را حذف می‌کند.

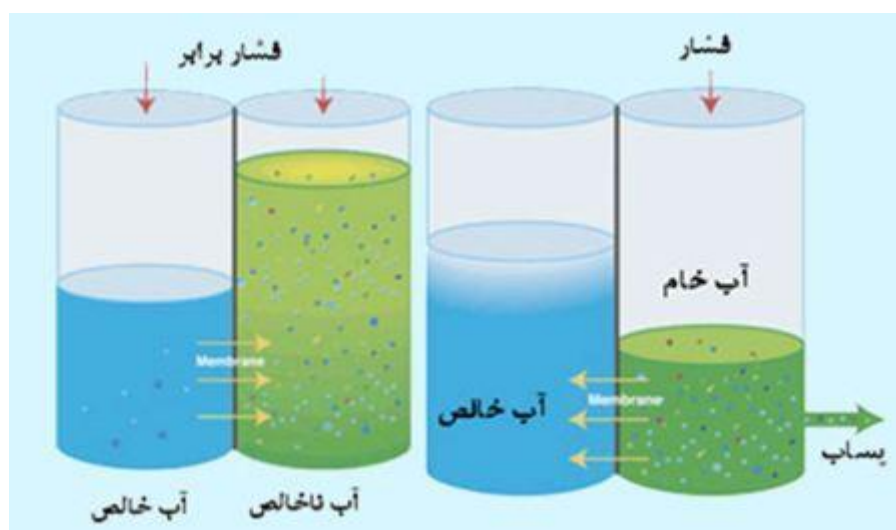
شستشوی معکوس منظم همراه با افزودن مقداری پرمگنات پتاسیم لازم است (مقدار تکرار ، بستگی به مقدار مصرف آب و مقدار آهن موجود در آب دارد). خنثی‌کننده آب خورنده و یا اسیدی را تصفیه می‌کند . ممکن است موجب افزایش سدیم و یا سختی آب گردد . دستگاه تقطیر بیش‌تر ناخالصی‌ها از جمله مواد معدنی و مواد شیمیایی آلی را از آب آشامیدنی حذف می‌کند . مدت زمان انجام عملیات تقطیر طولانی است و می‌تواند گران هم باشد. برای آب تصفیه شده باید محلی برای ذخیره کردن در نظر گرفت . آب مقطر بدون مزه است . آب سخت موجب خرابی زود هنگام دستگاه تقطیر می‌شود . اسمز معکوس بیش‌تر ناخالصی‌های محلول و معلق موجود در آب را حذف می‌کند . اسمز معکوس موجب هدر رفتن تقریباً 50% از آب می‌شود . این فرآیند به زمان و ذخیره‌سازی آب تصفیه شده نیاز دارد . آب سخت باعث انسداد ممبرین می‌شود .

از K کربنی و مکانیکی برای انجام پیش تصفیه باید استفاده گردد . هیچ‌گاه یک دستگاه تصفیه آب به تنهایی قادر نخواهد بود که کلیه مشکلات موجود در آب را مرتفع سازد و این‌که تمامی دستگاه‌ها دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشند . منابع مختلف تأمین آب ، مقدار و نوع مصرف خانگی و بسیاری از متغیرهای دیگر بر روی انتخاب سیستم تصفیه آب مناسب موثر هستند .

تصفیه آب واتر تک , تصفیه آب خانگی watertek

دستگاه تصفیه آب واتر تک زیر سینیکی به روش اسمز معکوس (Reverse osmosis) عمل می‌کنند که روش اسمز معکوس یکی از روش‌های نوین جداسازی می‌باشد که در آن املاح تا ابعاد 0.001 میکرون توسط غشای ممبرین و با فشاری که پمپ ایجاد می‌کند , حذف می‌شوند. این روش قادر به جداسازی مواد غیر آلی حل شده ، مواد آلی حل شده ، آلاینده های میکروبیولوژیکی از قبیل اندوتوکسین ها ، ویروس ها و باکتری ها می‌باشد .

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)



پیش فیلتراسیون دستگاه تصفیه آب (شامل مراحل 1 تا 3)

پروسه پیش فیلتراسیون شامل سه مرحله بوده که جهت آماده سازی آب به واحد اصلی تصفیه آب خانگی واترتک (ممبرین) حذف مواد مضر بویژه کلر که باعث کاهش کارایی و طول عمر ممبرین می شود ، ضروری می باشد

فیلتر پلی پروپیلن " 10 pp دستگاه تصفیه آب

این فیلتر از الیاف پلی پروپیلن ساخته شده و دارای منافذی به قطر 1 یا 5 میکرون می باشد که بیشتر در دستگاه تصفیه آب واترتک از نوع 5 میکرون آن به عنوان فیلتر مرحله اول استفاده شده k گاها در مرحله سوم نوع 1 میکرون آن بکار گرفته می شود. این فیلتر توانایی حذف شن و ماسه ، گل و لای ، زنگ لوله ، لجن و بطور کلی تمامی ذرات معلق بزرگتر از 1 یا 5 میکرون را دارد. زمان تعویض آن بستگی به میزان ذرات معلق آب ورودی و میزان مصرف آب دارد ، البته از آنجا که اشباه شدن این فیلتر از آلاینده ها با تغییر رنگ آن محسوس است برای تشخیص بهتر زمان تعویض آن اکثر تصفیه آب خانگی امروزه دارای محفظه شفاف برای این فیلتر هستند تا مصرف کننده قادر به رویت تغییر رنگ آن باشد ، زمان تعویض به رنگ قهوه ای تیره می باشد. نوع مرغوب این فیلتر دارای فشردگی و گراماژ بیشتری است.

فیلتر کربن گرانول " 10 UDF دستگاه تصفیه آب

این فیلتر از یک پوسته ی پر شده از کربن فعال به صورت دانه ای تشکیل شده و بعنوان فیلتر مرحله دوم در دستگاه تصفیه آب واترتک بکار می رود. این فیلتر باعث حذف برخی آلاینده های شیمیایی اب مانند کلر و مشتقات آن نظیر تری هالومتان و همچنین باعث شفافیت و از بین رفتن رنگ ، بو و طعم نامطبوع اب می شود. زمان تعویض آن نسبت برابر دارد

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

با میزان آلاینده های شیمیایی و مصرف آب ، تقریباً زمان مناسب برابر با 6 ماه برای آب های شهری و برای منابع دیگر آب بسته به دو پارامتر فوق الذکر با مشورت کارشناس دارد. معمولاً کربن در انواع مختلف روی کیفیت آب تاثیر گذار است ولی نوع مرغوب تر آن از COCONAT یا نارگیل ساخته می شود .



فیلتر کربن بلاک " CTO 10 دستگاه تصفیه آب

این فیلتر از کربن یک تکه استوانه ای شکل ساخته شده که دور تا دور آن با نوار توری شکل پوشانده می شود. معمولاً بعنوان فیلتر مرحله سوم و به ندرت مرحله دوم در دستگاه تصفیه آب واترتک استفاده میشود. عملکرد آن مشابه فیلتر کربن گرانول بوده و تکمیل کننده فرایند تصفیه آن می باشد ، این فیلتر هم باعث حذف برخی آلاینده های شیمیایی اب مانند کلر و مشتقات آن نظیر تری هالومتان و همچنین باعث شفافیت و از بین رفتن رنگ ، بو و طعم نامطبوع اب شده و قادر به حذف ذرات کربنی آزاد شده از فیلتر دوم و بطور کلی ذرات معلق بزرگتر از 5 میکرون نیز است. زمان تعویض آن نسبت برابر دارد با میزان آلاینده های شیمیایی و مصرف آب ، تقریباً زمان مناسب برابر با 6 ماه برای آب های شهری و برای منابع دیگر آب بسته به دو پارامتر فوق الذکر با مشورت کارشناس دارد. معمولاً کربن در انواع مختلف روی کیفیت آب تاثیر گذار است ولی نوع مرغوب تر آن از COCONAT یا نارگیل ساخته می شود .

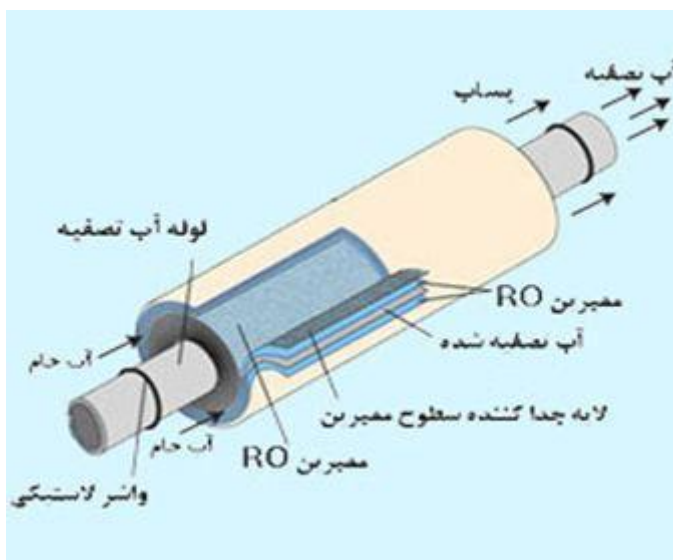
فیلتر ممبران Memberan 50G دستگاه تصفیه آب

این فیلتر از یکسری لایه یا غشاهای نیمه تراوا که بصورت موازی دور هم پیچیده است تشکیل شده و به شکل استوانه ای با لایه های کرم رنگ و پوسته آبی می باشد. در دستگاه تصفیه آب واترتک که دارای فرایند اسمز معکوس یا RO برای تصفیه اب هستند از این فیلتر استفاده شده و در مرحله چهارم بعنوان مهمترین فیلتر این فرایند بکار گرفته می شود. این فیلتر یکی از دقیق ترین فیلترهای تصفیه اب به شمار رفته و توانایی جداسازی آب سنگین و سبک را از هم دارد که آب سبک و عاری از هر نوع ناخالصی از غشاهای آن عبور کرده و بعنوان اب مصرفی استفاده می شود و اب سنگین دارای املاح و سایر الودگی ها

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

توانایی عبور از غشاها را نداشته و بصورت پساب دفع می شود. اساس کار این فرایند بر عبور ملکولهای غیریونی مثل آب از یک غشاء با روزه های بسیار ریز بنا شده است. این غشاءها به صورتی ساخته شده اند که ملکولهای خنثی را براحتی از خود عبور می دهند.

به همین دلیل آب ورودی به سیستم ، که دارای املاح مختلف است به آب تقریباً خالص تبدیل می گردد. در سیستم اسمز معکوس ، جریان ورودی یا خوراک (Feed) به دو جریان آب تصفیه شده (Permeate) و پساب غلیظ (Reject) یا (Brine) تبدیل می شود. این فیلتر باعث حذف نیترات ، نیتريت ، آرسنیک ، املاح محلول ، مواد آلی ، میکروب ، ویروس ، انگل ، کیست ، آفتکش و کودهای شیمیایی ، مواد شوینده و بطور کلی تمامی ناخالصی های محلول در آب بزرگتر از 0.0001 میکرون شده و به عبارت دیگر سختی و سنگینی آب را پایین آورده و همچنین قادر است آب لب شور را به آب شیرین تبدیل کند. زمان تعویض آن نسبت مستقیم با میزان آلودگی و مصرف آب و همچنین زمان تعویض فیلترهای پیش تصفیه دارد. جهت تایین دقیق این زمان می توان از تست TDS (مجموع مواد محلول آب) توسط TDS مترهای دیجیتالی قلمی استفاده نمود. در شرایط نرمال برای آب شهری دوره تعویض آن هر دو سال یکبار است. نوع مرغوب آن دارای لایه های منظم ، یک سطح به رنگ کرم روشن ساخت کمپانی های معتبر و شناخته شده است .



فیلتر پست کربن دستگاه تصفیه آب

این فیلتر به شکل کپسولی پر شده از دانه های کربنی بوده و فقط در تصفیه آب خانگی واترتک با سیستم RO بعنوان فیلتر پنجم و بعد از مخزن ذخیره مورد استفاده قرار می گیرد. این فیلتر تاثیرات ناشی از ماندگاری آب در داخل مخزن را از بین برده

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

و باعث بهبود طعم آب مصرفی می شود. زمان تعویض آن بسته به میزان آب عبور کرده از آن یا همان میزان مصرف آب داشته و ظرفیت تصفیه آب با واحد لیتر یا گالن روی آن درج می شود و معمولاً هر یک سال یکبار با میزان مصرف متوسط یک خانوار تعویض می شود. نوع مرغوب آن معمولاً دارای پوسته ی به رنگ سفید روشن و کمی براق بدون لکه و تیرگی ، ساخت کمپانی معتبر می باشد .



فیلتر مواد معدنی Mineral دستگاه تصفیه آب

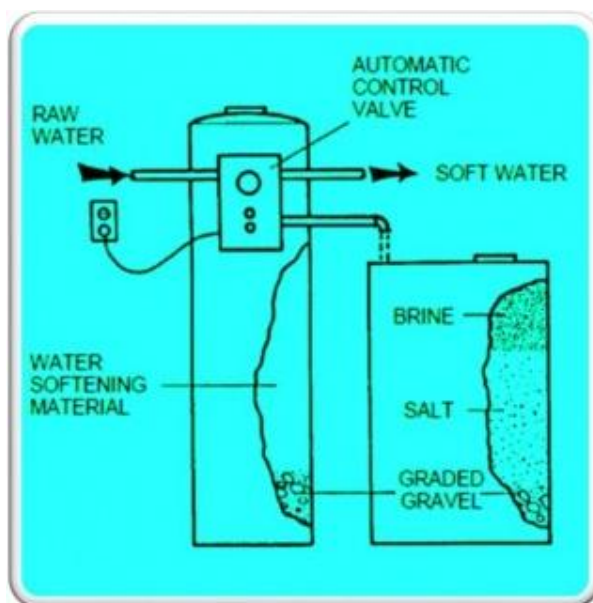
این فیلتر به شکل کپسولی پر شده از دانه های مواد معدنی بوده و معمولاً دارای پوسته ای به رنگ زرد و گاهی شفاف و بی رنگ است و فقط در تصفیه آب خانگی واترتک با سیستم RO بعنوان فیلتر ششم و بعد از مخزن ذخیره مورد استفاده قرار می گیرد. این فیلتر در جایی استفاده می شود که به دلیل استفاده از سیستم RO میزان TDS آب و در نتیجه مواد معدنی به شدت کاهش یافته و طعم آب مشابه طعم تلخ شدیدی است و برای کنترل میزان TDS امکانات لازم از طرف تولید کننده روی تصفیه آب خانگی واترتک پیش بینی نشده و یا مصرف کننده بخاطر جلوگیری از میکس شدن آب قبل از ممبران حتی به مقدار خیلی کم با آب بعد از ممبران ، تمایلی به استفاده از شیر میکس یا TDS ندارد. در واقع آب تصفیه شده در اثر عبور از این محفظه و برخورد با املاح معدنی مقداری اندک از این املاح را در خود حل می کند در نتیجه TDS اندکی افزایش می یابد. زمان تعویض آن بسته به میزان آب عبور کرده از آن یا همان میزان مصرف آب داشته و ظرفیت تصفیه آب با واحد لیتر یا گالن روی آن درج می شود و معمولاً هر یک سال یکبار با میزان مصرف متوسط یک خانوار تعویض می شود .

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)



استفاده از دستگاه تصفیه آب واتر تک روشی موثر برای ارتقای سطح کیفیت آب آشامیدنی است. بسیاری از آلودگی های موجود در آب مانند : نیترات ، فلزات سنگین ، کلر ، سختی آب ، ذرات ناشی از پوسیدگی لوله ها که گاه با چشم دیده نمی شوند و ... توسط فیلترهای آب حذف می شوند. اما تمام سیستم های موجود در بازار به طور کامل موثر نیستند.

دستگاه های سختی گیر آب صنعتی و خانگی



از دستگاه های سختی گیر برای حذف سختی ناشی از کلسیم و منیزیم استفاده می کنند. اگر سختی موجود در آب بیش تر از 7 الی 8 گرین (grain) در گالن یا تقریباً 120 میلی گرم در لیتر (قسمت در میلیون) باشد ، شستشو با صابون و مواد شوینده به خوبی انجام نمی شود. هم چنین لوله های آب گرم ، آب گرم کن ها و نیز سیستم های لوله کشی دچار رسوب گرفتگی می شوند

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

روش های حذف سختی آب با دستگاه های سختی گیر

رایج ترین روش برای حذف سختی از آب مصرفی در منزل ، استفاده از دستگاه سختی گیر تبادل کننده کاتیونی (cation exchange water softener) می باشد. رزین های مصنوعی که دارای جاذبه ای قوی برای یون های کلسیم ، منیزیم و دیگر یون های فلزی با بار الکتریکی مثبت (کاتیون ها) هستند ، در ابتدا با کاتیون های سدیم موجود در محلول آب نمک (کلرید سدیم) اشباع می شوند. هم چنان که آب از روی رزین ها عبور می کند ، یون های سدیم با یون های کلسیم و منیزیم عوض می شوند

دستگاه های سختی گیر برحسب سیستم احیای رزینی ، به دسته های اتوماتیک ، نیمه اتوماتیک و دستی طبقه بندی می شوند. این دستگاه ها در اندازه های مختلف در دسترس هستند و بر حسب مقدار سختی که می توانند قبل از مرحله ی احیا از آب حذف کنند ، درجه بندی می شوند

محدودیت ها

افرادی که دارای رژیم غذایی مرتبط با سدیم هستند ، قبل از استفاده از این دستگاه ها باید با پزشک خود مشورت کنند چون احتمال دارد که محلول آب نمک از طریق یک کنارگذر وارد آب مصرفی برای شرب و آشپزی گردد. دستگاه های جدیدتری نیز در دسترس هستند که به جای سدیم به عنوان ماده معدنی تبادل کننده یونی ، از پتاسیم استفاده می کنند. سختی گیرهای آب هم چنین می توانند مقادیر اندکی از آهن را نیز حذف کنند. اما در هر صورت استفاده از دستگاه سختی گیر برای حذف آهن توصیه نمی شود. برای حذف آهن باید از فیلترهای مخصوص آهن استفاده نمود

نگهداری

هنگامی که ظرفیت رزین برای حذف یون های کلسیم و منیزیم تکمیل می شود ، رزین ها را باید باید شارژ کرد. در سختی گیر های تمام اتوماتیک ، عملیات احیای رزین به صورت یک برنامه ی از پیش طراحی شده انجام می گردد و بعد از آن سختی گیر به طور خودکار در وضعیت سرویس دهی قرار می گیرد. عملیات احیا معمولاً در یک زمان مشخص انجام می شود ، البته در برخی از دستگاه ها انجام این کار با فرمان آشکارکننده های سختی و سختی سنج های نصب شده ، آغاز می گردد .

سختی گیرهای نیمه اتوماتیک : سختی گیرهای نیمه اتوماتیک برای همه موارد به جز شروع عملیات احیا ، دارای کنترل خودکار هستند. هم چنین برای انجام امور مربوط به بهره برداری و کار با شیرآلات کنترل شستشوی معکوس ، شستشو با آب نمک و آب کشی نهایی در دستگاه های دستی ، باید یک کتابچه راهنما جهت استفاده ی اپراتور تهیه و ارائه گردد .

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

سختی گیر تمام اتوماتیک : در این دستگاه مراحل مربوط به عملیات احیا به صورت خودکار انجام می شود. مخزن آب نمک باید مرتباً با محلول نمک پر گردد.

دستگاه پیش تصفیه آب با فیلتر شنی و کربنی



طراحی و ساینز فیلترهای شنی و کربنی

فیلترهای شنی و کربنی در پیش تصفیه ی سیستم های آب شیرین کن به روش اسمز معکوس مورد استفاده قرار می گیرند. استفاده از فیلتر شنی به منظور حذف ذرات معلق از آب و جلوگیری از ورود این ذرات به ممبران ها می باشد. معمولاً از شن سیلیس در سه اندازه ی مختلف برای ایجاد بستر شنی استفاده می شود. این بستر فیلتراسیون درون یک مخزن از جنس FRP ساخته می شود و از شیر سه حالته (دستی یا اتوماتیک) برای سه حالت فیلتر ، شست و شوی معکوس و شست و شوی سریع استفاده می شود. فیلتر کربنی نیز مشابه فیلتر شنی و با هدف حذف رنگ ، بو و کلر آزاد طراحی می شود.

طراحی دستگاه پیش تصفیه آب با فیلتر شنی و کربنی

پارامتر اصلی در طراحی سیستم های فیلتراسیون شنی و کربنی میزان دبی آب عبوری می باشد. به این معنی که با توجه به میزان آب عبوری قطر مخزن انتخاب می شود. طبیعی است که در انتخاب ساینز مخزن برای فیلتر کربنی میزان کلر و سایر آلاینده های آلی تأثیرگذار می باشد. در ادامه جدولی برای انتخاب قطر و ارتفاع مخزن مناسب برای فیلتراسیون شنی و کربنی آورده شده است.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون
(نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

اندازه مخزن		فیلتر کربنی		فیلتر شنی	
قطر (cm)	ارتفاع (cm)	در حالت فیلتر (متر مکعب در ساعت)	در حالت شست و شو (متر مکعب در ساعت)	در حالت فیلتر (متر مکعب در ساعت)	در حالت شست و شو (متر مکعب در ساعت)
25/4	137	0/6	1/7	1/2	2/6
30	121	0/8	2/5	1/7	3/8
30	165	0/8	2/5	1/7	3/8
35	165	1/2	3/4	2/4	5/2
40	165	1/5	4/5	3/1	6/8
45	165	2	5/9	4/1	8/8
53	157	2/4	7	4/9	10/6
60	182	3/4	10	7	15/2
76	182	5	12	10	20
91	182	7	15	14	22

انواع مختلف فیلترهای آب در دستگاه تصفیه آب (Different Types of Water Filters)

فیلترهای دستگاه تصفیه آب بر چند نوعند ؟

بهترین راه برای اطمینان از تمیز و سالم بودن آب آشامیدنی ، حفاظت از مناطق آبخیزی است که همچون فیلترهای طبیعی ، مواد شیمیایی ، آلاینده ها و رسوبات را جذب می کنند. با این حال ، پس از شنیدن گزارش در مورد وجود آفت کش ها ، مواد دارویی و دیگر آلاینده های صنعتی در منابع آب ، مردم بیشتر به استفاده از فیلتر دستگاه تصفیه آب راغب شدند

فیلترها فقط مقدار آلاینده های انتخاب شده را کم می کنند. بنابراین ، مطمئن شوید که می دانید آلاینده های هدف شما قبل از خرید چه هستند ، و یک فیلتر تأیید شده توسط بنیاد بهداشت ملی (NSF) را انتخاب کنید. اگر یک فیلتر به طور مؤثری حداقل 93 درصد از آلاینده های خاص را کاهش دهد ، NSF برای آن فیلتر در مورد کاهش آلاینده ی به خصوص گواهی صادر می کند . در زیر یکی از انواع دسته بندی فیلترها برای استفاده ، آورده شده است .

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

بطری شکل (Carafe)

بطری های قابل حمل که ساده ترین و ارزان ترین گزینه برای فیلتراسیون هستند. در آنها از فیلترهای کربن ، و اغلب مدل هایی که باید هر دو ماه یکبار عوض شوند ، استفاده می شود.

قابل نصب بر روی شیر (Faucet Mount)

در سیستم های فیلتراسیونی که قابلیت نصب بر روی شیر آب را دارند نیز از فیلترهای کربنی استفاده می شود. فیلترهای کارتریج باید هر سه ماه یکبار عوض شوند.

قبل از کنتور (Counter Top)

مدل های قبل از کنتور یا به طور دستی و یا از طریق لوله ی متصل به شیر آب شما ، پر می شوند. از این مدل ها معمولاً برای فیلترهای کربنی و یا تقطیرکننده استفاده می شود.

بعد از کنتور (Under-Counter)

سیستم های بعد از کنتور به لوله های آب در زیر سینک شما متصل می شوند و آب گرم یا سرد فیلتر شده را از طریق شیر موجود و یا یک شیر جداگانه ارائه می کنند (فیلترهایی که به شیر جداگانه نیاز دارند معمولاً هزینه نصب زیادتری نیز دارند). جریان آب با استفاده از این سیستم ها نسبت به سیستم هایی که بر روی شیر آب نصب می شوند ، بهتر می باشد و فیلترها بسته به آب منطقه هر کدام زمان متفاوتی برای تعویض دارند.

مناسب برای مصرف همه ی خانه (whole House)

این سیستم ها آب مصرفی برای تمام قسمت های خانه را از قبیل حمام ، شستشو و یا آشامیدن ، قبل از ورود به خانه فیلتر می کنند . وقتی رسوب آب ایجاد مشکل می کند ، سیستم های خانگی در واقع می توانند طول عمر لوازم اصلی را زیاد کنند.

فیلترهای قابل حمل (Portable Filters)

برخی از بطری های آب که قابل استفاده مجدد هستند ، مجهز به یک سیستم تصفیه در داخل بطری می باشند. مقدار زیادی از کلر ، طعم و بوی بد ، و همچنین مجموعه ای از فلزات سنگین از جمله سرب ، جیوه و مس را حذف می کنند

روشهای تصفیه بیولوژیکی فاضلاب

به طور طبیعی در اثر فعالیت میکروارگانیسمها ، مواد آلی به دی اکسیدکربن ، کربن ، آب و بخش کمی از آنها نیز به ترکیبات معدنی پایدار تجزیه می شوند. این روش به دو صورت هوازی و بی هوازی انجام می شود .

- تصفیه هوازی

این تصفیه در حضور اکسیژن انجام می شود :

- (1) سیستم پخش ارگانیسمها در پساب و سپس تصفیه آنها نمونه ای از روش لجن فعال شده است. سایر روشها عبارتند از: روش حوضچه اکسایش از نوع هوادهی و روش حوضچه اکسایش بیولوژیکی .
- (2) سیستم تثبیت ارگانیسمها در ماده :

این سیستم حاوی پوسته نازکی از میکروارگانیسمهاست که به ماده جامد چسبیده اند و با برخورد آنها به پساب ، عمل تصفیه آب صورت می گیرد. این روش پوسته نازک حیاتی نامیده می شود. در این سیستم روشهایی نظیر صافی قطره ای ، دیسک چرخان ، هوادهی تماسی ، آبیاری زمین و صافی شنی متناوب بکار برده می شود .

مواد آلی پساب توسط میکروارگانیسمهای هوازی می توانند به روش زیر تجزیه شوند :

میکروارگانیسمهای تصفیه کننده پساب در حالت کلی به دو شکل می توانند وجود داشته باشند :

- (1) به فرم مواد معلق پاشیده شده به شکل لخته در آب
- (2) به صورت مواد ته نشین شده بر روی مواد جامد شناور موجود در آب

معمولاً در روش تصفیه ، مورد اول روش لجن فعال شده و مورد دوم روش پوسته حیاتی نامیده می شود .

- تصفیه بی هوازی

در تصفیه بی هوازی ، فرآیند تصفیه در مکانهای عاری از اکسیژن صورت می گیرد و تفاوت چندانی با نوع هوازی ندارد. نمونه بارز تصفیه بی هوازی شامل دوروش گرم و سرد است. علاوه بر این سیستم مذکور برای تصفیه شیرابه مواد زائد حجیم مؤثر است.

روش کار بدین ترتیب است که در مرحله اول ، مقدار ماده آلی در این سیستم کاهش یابد و سپس عمل تصفیه با دستگاه تصفیه بی هوازی انجام شود. علاوه بر این ، از سیستم مذکور به طور گسترده ای بعنوان روش تصفیه لجن اضافی تولید شده در

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

فرآیند لجن فعال ، استفاده می گردد. روش تصفیه بیولوژیکی منحصراً در تصفیه فاضلاب شهری به کار می رود .
روش تصفیه بی هوازی بدون ذخیره هوا انجام می شود. در این روش تجزیه مواد آلی به شکل زیر انجام می گیرد :

CH و CO 4 و NH 2 و H2O 3 و H2S → (اسیدجرب) اسید آلی → ماده آلی

در تصفیه بیولوژیکی ، ثابت نگهداشتن شرایط زیست محیطی که سبب توسعه حداکثر توانایی میکروارگانیسم ها میشود ضروری است. اساسی ترین شرایط زیست محیطی در این روش عبارتند از: دما و فضای نامناسب و PH. انواع مختلفی از میکروارگانیسمها در تصفیه پساب شرکت می کنند. آن گروه از میکروارگانیسمها که نقش اصلی در تصفیه پساب دارند عبارتند از : باکتری ، پروتوزوا ، جلبک و غیره

- بارگیری آلودگی و سرعت دفع آن توسط ارگانیسمها اگرچه تصفیه بیولوژیکی روشهای مختلفی دارد اما یک اصل عمومی (که رابطه بین مقدار ارگانیسم و مقدار ماده آلاینده جدا شده است) در تمام آنها برقرار است .
به عبارتی برای به دست آوردن نرخ ثابت جداسازی ، مقدار ارگانیسمها و مقدار بار آلودگی همیشه باید در حد تعادل خاصی حفظ شود. این تصفیه در حضور اکسیژن انجام می شود.

- اصلاح لجن

پس از تصفیه پساب جهت کنترل آلودگی در اثر استفاده از روشهای اصلاح بیولوژیکی ، فیزیکی و شیمیایی ، لجنهای آلی و غیرآلی برجای خواهند ماند. معمولاً برای دفع لجن ، آن را از طریق آبیگری خشک می کنند. لذا ابتدا روشهای آبیگری لجن و سپس روشهای دفع آن مورد بررسی قرار خواهد گرفت. ذکر این نکته حائز اهمیت است که لجن باقیمانده در تصفیه خانه ها حاوی مقادیر متناهی از ترکیبهای سمی و خطرناک می باشد

1) روش آبیگری از لجن

انتخاب روش آبیگری از لجن به خصوصیات نظیر حضور مواد آلی ، مواد معدنی ، دانه بندی و غیره بستگی دارد . به طور خلاصه روشهای آبیگری از لجن شامل موارد ذیل می گردد:

1-1- روش آبیگری طبیعی

در این روش ، لجن به وسیله تابش نور خورشید و یا هوا خشک می شود. بدین منظور لجن خیس بر روی بستری از ماسه ریز به

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

قطر 20 الی 30 سانتیمتر قرار داده میشود. این روش نه تنها به زمین زیاد نیاز دارد بلکه به شدت ، تابع تغییرات آب و هوایی می باشد.

1-2- روش الک

در این روش از ماده منعقدکننده برای افزایش اندازه ذرات لجن استفاده می شود که با این طریق جداسازی ذرات جامد از مایع به وسیله الک ، میسر می شود.

1-3- روش آبگیری موبین

در این روش از اسفنج و دیگر جاذبهای آب برای کاهش حجم آب لجن استفاده می شود

1-4- روش سانتریفوژ

در این روش با استفاده از نیروی سانتریفوژ ، آب از لجن جدا می گردد

1-5- صاف کردن درخلاء

صاف کردن تحت فشار کم با استفاده از پمپ خلاء صورت می پذیرد

1-6 صاف کردن فشاری

لجن به وسیله کمپرسور ، تحت فشار قرار می گیرد تا آب آن خارج گردد. از میان موارد یاد شده روش سانتریفوژ ، صاف کردن خلاء و صاف کردن فشاری بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند چرا که از کارایی خوبی برای آبگیری حجم زیادی از لجن برخوردار هستند .

دفع لجنهای آلی

معمولاً سه روش زیر برای دفع لجنهای آلی مورد استفاده قرار می گیرد:

— (1) روش سوزاندن

— (2) روش تخمیر متان

— (3) کمپوست کردن

دفع لجنهای غیرآلی

لجنهای غیرآلی بسیار خطرناک هستند ، اما روش دفع نهایی برای آنها ارائه نشده است . این نوع لجنها ، پس از تثبیت مواد

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

آلاینده دفع می شوند. شاید بهترین روش دفع لجنهای غیرآلی ، استفاده مجدد از آنها در صنایع باشد .

- جمع آوری و دفع لجن فاضلاب

در جهان امروز مسئله آلودگی محیط ، به ویژه منابع آب ، مشکلات بسیاری را در محیط زیست ایجاد کرده است . جمعیت مناطق شهری به سرعت رو به افزایش است و به همین ترتیب صنایع نیز گسترش زیادی پیدا کرده اند . این دو ، یعنی افزایش جمعیت و توسعه صنایع از نظر تنوع و تعداد از یکدیگر جدانشدنی هستند و هر دو سبب تولید مقادیر بسیار زیاد مواد پس مانده و مازاد به صورت مایع و یا جامد می شوند . در نتیجه ورود این مواد به منابع آب مانند رودخانه ها ، دریاچه ها ، آبهای زیر زمینی ، آلودگی شدید آنها را موجب می گردند . اثرات ورود فاضلابهای صنعتی به منابع آب عبارت اند از :

- کاهش اکسیژن محلول در آب DO

ورود مقادیر زیاد از مواد آلی قابل فساد به منابع آب به وسیله فاضلابهای صنعتی ، سبب مصرف سریع اکسیژن محلول در آب می گردد . در حقیقت ، عمل تجزیه مواد آلی در آب ، که در نتیجه تغذیه باکتریهای هوازی بر روی این مواد انجام می شود ، نیاز به مقداری اکسیژن دارد که در نتیجه اکسیژن موجود در آب ، که به صورت محلول می باشد به مصرف این کار می رسد و مقدار اکسیژن آزاد آب رو به کاهش می گذارد.

بروز چنین حالتی در منابع آب ، اثرات سوء بسیاری را با خود به همراه می آورد که از آن جمله می توان به نابود شدن موجودات آبی و ایجاد بوی نامطبوع اشاره کرد .

برخی از صنایع که فاضلاب آنها محتوی مقدار زیادی مواد آلی بوده و سبب اکسیژن زدایی سریع آب می شوند عبارت اند از : صنایع تولید مواد غذایی (مانند کمپوت سازی ، کنسروسازی ، شیر و فراورده های آن) کاغذ و مقوا سازی ، نساجی ، دباغی ، تصفیه شکر و نشاسته سازی .

در بعضی فاضلابهای صنعتی افزون بر مواد آلی فساد پذیر ، که به طور زیست شناختی تجزیه شده و سبب مصرف اکسیژن آزاد آب می گردند ، برخی مواد نیز وجود دارند که به محض وارد شدن فاضلاب به منابع آب ، مستقیماً با اکسیژن محلول ترکیب شده و کم شدن غلظت اکسیژن آزاد را سبب می گردند . فاضلابهای صنایع کاغذ و مقواسازی ، دباغی و چرمسازی ، فولاد سازی

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

و پتروشیمی از آن جمله اند

- ته نشینی مواد جامد

در فاضلاب برخی از صنایع ، مواد جامد معلق پس از ورود فاضلاب به منابع آب به سرعت در بستر این منابع ته نشین شده و پس از مدتی سبب پرشدن آن می شود . صنایعی که فاضلاب آنها چنین ویژگی را دارد عبارت اند از : معادن ، ذوب فلزات ، فولاد سازی ، کاغذ و مقواسازی ، شست و شوی ماسه و برخی صنایع تولید مواد شیمیایی که در آنها مواد شیمیایی از مقدار زیادی خاک و سنگ استخراج می شوند.

-سمیت

به کار بردن مواد گوناگون شیمیایی در صنایع موجب شده است که آبها در محیط زیست از طریق فاضلابهای صنعتی به این مواد شیمیایی آلوده گردند . این نوع آلودگیها در حقیقت چه از نظر تعیین و تشخیص نوع و غلظت آلوده کننده ها در آب و چه از نظر برطرف کردن و کنترل آلودگی در آب پیچیده ترین و مشکل ترین نوع آلودگی آب هستند .

ورود فاضلاب صنایع فلزی به آب سبب بالا رفتن غلظت انواع فلزات (که بسیاری از آنها سمی هستند) در آب می شود . فاضلاب برخی صنایع تهیه مواد شیمیایی معدنی ممکن است دربردارنده موارد سمی مانند ترکیبات سیانور ، آرسنیک و ... باشد که در صورت ورود این فاضلابها به آب ، غلظت هر یک از مواد سمی افزایش یافته و حتی می تواند آب را مسموم سازد .

فاضلاب صنایع مواد شیمیایی آلی ، که شامل صنایع پتروشیمی می باشد ، حاوی مقادیر زیادی مواد آلی ، است که اغلب آنها زیان آور می باشند . از جمله این مواد آلی ، که سبب آلودگی منابع آب می شوند ، می توان هیدروکربنهای کلره و تعداد زیادی مواد شیمیایی که تحت عنوان آفت کشها در کشاورزی برای مبارزه با آفات و نباتات و علفهای هرز بکار می روند را مثال زد.

- مزه و بو

مواد زایدی که پس از ورود به آب ایجاد مزه و بوی نامطبوع می کنند از نظر آشامیدن ، پرورش ماهی و سایر موجودات دریایی غذایی و حتی استفاده از آب به منظور های تفریحی و ورزشی بسیار دارای اهمیت هستند ، زیرا مزه و بوی نامطبوع این مواد در آب ، آن را برای آشامیدن نامناسب ساخته و سبب ایجاد مزه و بوی نامطلوب در گوشت آبزیان خوراکی می شود و کیفیت

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

آب را برای مقاصد تفریحی پایین می آورد. فاضلابهایی که سبب مزه و بوی نامطبوع در آب می شوند عبارت اند از : فاضلاب صنایع کاغذ و مقواسازی ، نساجی ، استخراج و تصفیه نفت ، پتروشیمی ، دباغی و به طور کلی صنایع شیمیایی .
- روغن و گریس

ریخت و پاش و نفوذ گریس و انواع روغنهای هنگام کاربرد آنها در مصارف گوناگون شخصی ، صنعتی و تجاری و ورود آنها به منابع آب یکی از مزاحم ترین نوع آلودگی آنها می باشد . تا به حال پیش بینی ها و اقدامهای موثری به منظور جلوگیری از ریخت و پاش و ورود مواد نفتی به آنها در اغلب نقاط دنیا ، انجام شده است . اما متأسفانه ریخت و پاشهای اتفاقی این مواد در آنها اجتناب ناپذیرند .

به ویژه نشت مواد نفتی از نفتکش ها به علل گوناگون مانند شکاف برداشتن بدنه یا غرق شدن نفتکش یکی از مشکلاتی است که پی در پی پیش می آید . این قبیل رویدادها اغلب به دلیل عدم دقت کافی در ترابری این مواد آلوده کننده محیط در دریاها می باشد . نشت مواد نفتی به آب سبب وارد شدن خساراتی بسیار از جمله از بین رفتن آبزیان و پرندگان می گردد. با توجه به آنچه گذشت ، فاضلابهای صنعتی به نوبه خود نقشی بزرگ در آلودگی آنها در طبیعت ایفا می کنند . در بسیاری نقاط ، فاضلابهای صنعتی را وارد شبکه فاضلاب شهری می کنند تا با فاضلابهای سطحی و خانگی مخلوط و یک جا تصفیه گردند . اما در اغلب موارد بایسته است که فاضلابهای صنعتی به طور جداگانه تصفیه شده و یا دست کم پیش از وارد شدن آن به شبکه فاضلاب شهری پاره ای اعمال پالایش مانند خنثی کردن ، اکسیده کردن ، احیا ، انعقاد ، رسوب دادن و تبادل یونی برروی آن انجام شود تا آنگاه بتوان آن را وارد شبکه فاضلاب شهری نمود .

گاهی نیز فاضلابهای صنعتی را در چاه و یا آبهای سطحی تخلیه می کنند که در هر حال می بایست قبلاً پالایش شوند . در غیر اینصورت ، باعث آلودگیهای شدید منطقه شده و پی آمدهای ناگوار زیست محیطی به بار می آورد. برای دفع مناسب فاضلاب صنعتی ، نخست باید مقدار فاضلاب روزانه که وارد آب پذیرنده می شود و نیز عناصر موجود در آن را تعیین کرد ، سپس بهترین شیوه آلودگی زدایی را برگزید . با تصفیه فاضلاب و جداکردن موادمب صنعتی ، نه تنها مخاطرات بهداشتی فاضلاب کاهش می یابد ، بلکه گاهی عناصر بازیافت شده آلوده کننده ارزش اقتصادی دارند . از آب حاصله نیز می توان برای آبیاری زمینهای کشاورزی بهره جست.

تصفیه خانه های هوازی (بتنی و یا فلزی)

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

در این روش تصفیه ، اساس عمل ، فعال نمودن باکتری های هوازی می باشد. در حضور اکسیژن کافی دیگر باکتری های بی هوازی رشد و تکثیر نیافته و به جای آنها باکتری های هوازی فعال می شوند و با تغذیه از مواد آلی موجود در فاضلاب و تجزیه آن ، بار آلودگی را به مقدار قابل توجهی (بیش از 90 درصد) کاهش می دهند.

روش پیشنهادی جهت تصفیه فاضلاب های بهداشتی به روش هوازی ، متد لجن فعال با هواده گستره - Activated sludge (Extended Aeration) می باشد. در این روش تزریق اکسیژن به مخلوط لجن فعال برگشتی و فاضلاب خام ورودی در بخش هوادهی جهت انجام واکنشهای بیوشیمیایی توسط هواده های عمقی بلوئر (Blower) صورت می گیرد.

پس از جدا سازی لجن هایی تولیدی از مخلوط هوادهی شده در قسمت ته نشینی پساب خروجی توسط محلول کلر ضد عفونی می گردد ، در نتیجه قابلیت مصرف در کشاورزی و یا دفع در آبهای سطحی و زیر زمینی را خواهد داشت. یک تصفیه خانه با روش فوق را می توان با حوضچه های بتنی و یا به صورت پکیج فلزی پیش ساخته طراحی و اجرا نمود. در پکیج های فلزی کلیه سطوح داخلی و خارجی توسط دو لایه رنگ اپوکسی پوشیده شده می گردند.

طراحی تصفیه خانه

با توجه به مبانی مورد نیز طراحی مانند دی فاضلاب روزانه ، جریان متوسط ساعتی ، ضریب پیک ، جریان پیک ساعتی ، غلظت BOD 5 فاضلاب تصفیه خانه مورد نظر طراحی می گردد.

مصرف آب

پیش از انجام تصفیه بر روی آب لازم است که موارد استفاده را بشناسیم چرا که بسته به نوع مصرف نوع عملیات تصفیه نیز متغیر است. موارد استفاده از آب تصفیه شده به طور کلی شامل شش مورد زیر میباشد:

- مصرف خانگی
- مصرف عمومی
- مصرف تجاری و صنعتی
- مصرف آب در فضای سبز
- مصرف آب در آتش نشانی

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

• تلفات آب

تمرکز اصلی در این مطلب روی مصارف خانگی قرار گرفته چرا که این بخش رابطه‌ی مستقیم با سلامت افراد داشته و سرمایه‌گذاری در آن سبب کاهش میزان بیماری و مرگ و میر شده و در نتیجه هزینه‌های درمانی را کاهش می‌دهد.

منابع تهیه آب شرب

همواره باید تلاش در این راستا باشد که تا حد امکان از خالص ترین منابع آب برای شرب استفاده شود، حتی اگر این امر به قیمت انتقال آب از مسیرهای طولانی و رساندن آن به مصرف کننده با تصفیه اندک و یا بدون تصفیه انجام شود هم چنین برای حفظ کیفیت آب مراقبت از منابع آب بسیار ضروری است.

فرایندهایی که برای تصفیه آب آشامیدنی مورد استفاده قرار می گیرند، بستگی به کیفیت آب منبع انتخاب شده دارند. بیشتر آبهای زیرزمینی صاف و 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 شبکه های توزیع، در سیستم های آب آشامیدنی مورد استفاده قرار داد. اما ممکن است بعضی از آبهای زیر زمینی حاوی مقادیر زیادی از جامدات محلول، گازها و یا مقادیر اضافی آهن، منگنز و یا حتی مواد آلی و میکروبی باشند که در صورت به فرایندهای تصفیه پیچیده نیاز می باشد.

مراحل تصفیه آب

سیستم های تصفیه که برای تهیه آب آشامیدنی از آبهای زیرزمینی مورد استفاده قرار می گیرند به این ترتیب اند :

- هوادهی
- سختی گیری
- فیلتراسیون
- گندزدایی
- ذخیره سازی

آبهای سطحی غالباً دارای تنوع بیشتری از آلاینده ها نسبت به آبهای زیرزمینی هستند و به همین دلیل فرایندهای تصفیه ممکن است برای این قبیل آبها پیچیده تر باشد. بیشتر آبهای سطحی دارای کدورتی بیش از مقدار تعیین شده توسط

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

استانداردهای آب آشامیدنی می باشند. هرچند جریانهای آبی که با سرعت زیاد در حرکت اند ممکن است دارای مواد بزرگتر به حالت معلق باشند اما بیشتر جامدات در اندازه های کلوئیدی بوده و برای جداسازی آنها استفاده از فرایندهای تصفیه مورد نیاز است.

سیستم های تصفیه که به طور معمول برای آبهای سطحی مورد استفاده قرار می گیرند به این ترتیب اند :

- آشغالگیر
- تصفیه شیمیایی مقدماتی
- ته نشینی
- انعقاد و لخته سازی
- فیلتراسیون
- جذب سطحی
- گندزدایی
- ذخیره سازی

فرایندهای تصفیه آب به ترتیب قرارگیری واحدها در تصفیه خانه آب، به شرح ذیل عبارتند از :

- آبگیر
- آشغالگیر
- تصفیه شیمیایی مقدماتی
- ته نشینی مقدماتی
- توری های آبهای سطحی
- هوادهی
- انعقاد و لخته سازی
- سختی گیری
- گندزدایی
- ذخیره سازی

آبگیر (intake)

جهت تصفیه آبهای سطحی معمولاً در ابتدا آب را از طریق واحدی به نام آبگیر از منبع برداشت نموده و آن را به تصفیه خانه انتقال می‌دهند. آبگیر معمولاً یک واحد ساختمانی یا یک ساختمان بتنی است که برای تامین آب آرام و عاری از مواد شناور باکیفیت بهتر از منبع آب استفاده می‌شود. آب فراهم شده از طریق آبگیر در مقایسه با منبع اصلی زلال تر 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 معمولاً با استفاده از توری هایی عمل آشغالگیری انجام می شود و در مجموع تصفیه ساده فیزیکی انجام می پذیرد.



آشغالگیر (screen)

تصفیه خانه آب دارای واحدهای مختلفی جهت جداسازی جامدات معلق از آب است. انتخاب یک واحد خاص یا ترکیبی از فرایندهای مختلف برای حذف جامدات معلق به ویژگی های جامدات، غلظت آنها و درجه تصفیه آب مورد نیاز بستگی دارد. به عنوان مثال جامدات خیلی بزرگ و سنگین می توانند با شبکه آشغالگیرهای میله ای یا توریهای ریز جداسازی شوند در جامدات معلق ریزتر و کلوئیدی با ته نشینی به کمک مواد شیمیایی و صاف کردن حذف می شوند. اهداف آشغالگیرها به شرح زیر عبارتند از:

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

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

- حفاظت از واحدهای بعدی تصفیه خانه در مقابل اشیا بزرگ که می توانند سبب انسداد و صدماتی در برخی تجهیزات شوند.

انواع آشغالگیر

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

آشغالگیر ریز، کمتر از 10 میلی متر

آشغالگیر متوسط ، بین 10-40 میلی متر

آشغالگیر درشت، بیشتر از 40 میلی متر

آشغالگیرهای درشت تر در ابتدا و آشغالگیرهای ریزتر بعد از آنها قرار میگیرند. 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 فضایی خالی بین میله ها شود، تا جریان به آسانی از آن عبور کند. معمولاً سرعت قابل قبول بین میله های آشغالگیر در جریان متوسط حدود 0.6-1 متر بر ثانیه و برای جریان حداکثر 1.2-1.4 متر بر ثانیه در نظر گرفته 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

تصفیه شیمیایی مقدماتی (Pretreatment of chemical)

در این مرحله از مواد شیمیایی برای کنترل رشد گیاهان آبی استفاده می شود. مشکلاتی که گیاهان آبی در تصفیه خانه ها به وجود می آورند نتیجه رشد بیش از حد چند گیاه در مواقع معینی از سال است. بعضی از انواع گیاهان آبی (جلبک ها- گیاهان آبی ریشه دار) ایجاد بو و مزه خاصی در آب می نمایند. هم چنین آنها می توانند در فرایندهای تصفیه ایجاد اختلال نمایند.

بعضی از روشهای کنترلی جهت کنترل جلبک های موجود در آبهای سطحی عبارتند از:

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترودیالیز)

الف) سولفات مس: کارایی جلبک ها در از بین بردن جلبک ها متفاوت است و به نوع جلبک و قدرت انحلال آن در آب بستگی دارد. بهترین راندمان جهت کنترل جلبک آن در حدود 8-9 باشد.

ب) پودر ذغال فعال: پودر را بر سطح آب می پاشند تا پوشش سیاه رنگ ایجاد شده، مانع نفوذ نور خورشید به داخل آب شود. پودر ذغال فعال را ممکن است به طور دستی یا با یک تغذیه کننده شیمیایی به آب اضافه کنند.

برای کنترل گیاهان آبی ریشه دار نیز می توان به روشهای زیر اقدام نمود :

الف) فیزیکی: شامل درو کردن، بی آب کردن، لایروبی

ب) بیولوژیکی: شامل استفاده از گونه های مختلف خرچنگ های آب شیرین، حلزون ها و ماهیها می باشد.

ج) شیمیایی: هنگامی که با استفاده از روشهای فیزیکی و بیولوژیکی نتوان گیاهان آبی را کنترل نمود از روشهای کنترل شیمیایی گیاهان آبی مانند مصرف علف کشها استفاده می شود.

ته نشینی مقدماتی (sedimentation)

ته نشینی موجب جداسازی فیزیکی مواد جامد از آب می شود. در عمل ته نشینی کلیه موادی که دانسیته آنها بیش از آب است به طریق ثقلی جداسازی می شوند. به عبارت دیگر در این مرحله ذرات مجزا ته نشین می شوند. ذرات مجزا به ذراتی گفته می شود که اندازه، شکل و وزن مخصوص آنها با زمان تغییر نمی کند. مانند سنگ ریزه، شن، ماسه و سایر مواد ریگ دار آب خام. زمان ماند (مدت زمان توقف آب در استخر) در این استخرها بین 1.5 تا 4 ساعت متغیر است. عمق این استخرها معمولاً بین 3 تا 5 متر و نسبت طول به عرض بین 3 تا 6 متغیر است.

سرعت ته نشینی مواد به عوامل مختلفی مانند وزن مخصوص، قطر ذرات (قطر دو برابر شود سرعت چهار برابر می شود، قطر نصف شود سرعت یک چهارم می شود) و درجه حرارت آب بستگی دارد. (درجه حرارت بالا به علت دارا بودن ویسکوزیته کمتر در مراحل انعقاد- ته نشینی و صاف کردن سریعتر عمل تصفیه را انجام می دهد). هم چنین ترتیب قرار گرفتن حوضهای ته نشینی به صورت سری (پشت سر هم) در ته نشین کردن مواد قابل ته نشینی موجود در آب نقش مؤثری خواهد داشت.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

توری های آبهای سطحی (Strainers for surface water)

توریهای را که برای تصفیه آبهای سطحی مورد استفاده قرار می دهند از صفحات سوراخ دار ریز مانند سیم فولاد ضد زنگ تشکیل گردیده است. متداول ترین این وسیله شامل یک ظرف استوانه ای دوار مفروش با سیم های فوق الذکر می باشد. اندازه سوراخ این صفحات متغیر است و بعضی مواقع به حداقل 30 میکرومتر می رسد. این سیستم باید مجهز به واحد شستشو باشد که آب را به طور گسترده ای روی آن اسپری نماید تا خطر گرفتگی ناشی از مواد معلق از بین برود. یکی از مزایای عمده این توریها افزایش کارایی صافیهای شنی می باشد.

هوادهی (Aeration)

هوادهی فرآیندی است که برخی اوقات برای تهیه آب آشامیدنی از آن استفاده می شود. از هوادهی ممکن است برای خارج ساختن گازهای نامطبوع در آب (گاز زدائی) یا افزودن اکسیژن به آب برای تبدیل مواد نامطلوب به شکلی مناسبتر (اکسیداسیون) استفاده می شود. هوادهی معمولاً برای تصفیه آبهای زیر زمینی به کار می رود، زیرا آبهای سطحی برای مدت زمان کافی با اتمسفر در تماس بوده و از این رو عملیات انتقال گاز به صورت طبیعی انجام می پذیرد. از طریق اکسیداسیون، بعضی از گازها و فلزات محلول را می توان از آب خارج نموده که به شرح ذیل عبارتند از:

الف) هیدروژن سولفور

ب) دی اکسید کربن

ج) متان

د) آهن و منگنز

ه) مزه و بو

و) اکسیژن محلول

روش های هوادهی

الف) فرستادن آب به هوا

ب) دمیدن هوا به آب

هوادهنده های آب در هوا طوری ساخته شده اند که قطرات کوچک آب را در هوا می پاشند در صورتی که هوادهنده های هوا در آب، حبابهای هوا را به داخل آب می فرستند. هر دو روش طوری طراحی شده اند تا حداکثر تماس آب و هوا را به

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

وجود آورند. برای جلوگیری از تجمع گازهایی که ممکن است سمی یا خفه کننده باشند، باید عمل تهویه به دقت انجام پذیرد.

انواع هوادهی

الف) هوادهی پاششی (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 ها تعبیه شده است، می ریزد و عمل هوادهی انجام می شود. در این روش قطر نازلها حدود 2.5 تا 4 سانتی متر است تا مانع گرفتگی آنها شود.

ب) هوادهی آبشاری (Cascade Aeration)

در این روش هوادهی از پله هایی به بلندی 2.1-3 متر با تعداد بین 4 تا 6 پله استفاده می شود. آب در حین ریزش آبشاری از روی پله ها در سطح وسیعی با هوا تماس داشته و عمل اصلاح کیفیت آب که مورد نظر است، انجام خواهد شد. تعداد پله ها زمان برخورد بین آب و هوا را تعیین می کند.

ج) هوادهی چند سینی یا با ریزش آب (Multiple Tray Aeration Waterfall)

برجهای سینی دار 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 سوراخدار محتوی سنگ، سرامیک یا بسترهای متخلخل دیگر هستند. برجهای سینی دار، بیشتر برای اکسیداسیون آهن و منگنز مورد استفاده قرار می گیرند.

د) هوادهی با تزریق هوا (Diffused Air Aeration)

در این روش حباب هوا به داخل مخزن آب تزریق می شود.

ه) هوادهی فواره ای (Jet Aeration)

در این روش فواره ها که شامل لوله مشبک معلق بر فراز مخزن گیرنده می باشند موجب عمل هوادهی آب می شوند.

انعقاد و لخته سازی (Flocculation & Coagulation)

ذرات لخته شونده در سوسپانسیونهای رقیق که خواص سطحی شان به گونه ای است که به محض تماس با سایر ذرات به آنها می چسبند و یا در هم ادغام شده تشکیل ذرات بزرگتر را می دهند و در نتیجه اندازه، شکل و احتمالاً وزن مخصوص شان پس از برخورد تغییر می یابد را نمی توان مانند ذرات مجزا ته نشین کرد، لذا مواد منعقد کننده را به مقادیر لازم و کافی به آب اضافه می کنند تا ذرات کوچک، سبک و غیر قابل ته نشینی 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

ب) نیروی طبیعی میان 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. 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 بوسیله روش انعقاد و لخته سازی از آب جدا شوند.

معمولاً ذرات کلوئیدی دارای بار الکتریکی منفی بوده و یکدیگر را دفع می نمایند. در تصفیه آب به این نیروی الکتریکی دافع پتانسیل تاز 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 واندروالس 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 واندروالس بزرگتر است ذرات به صورت معلق در آب باقی خواهند ماند.

فرآیند انعقاد و لخته سازی، نیروی میان ذرات غیر قابل ته نشینی را خنثی می کند و یا کاهش می دهد تا نیروی واندروالس 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. در واحدهای تصفیه آب عمل انعقاد شیمیایی معمولاً در اثر افزایش نمکهای فلزی سه ظرفیتی نظیر سولفات آلومینیوم یا کلرید فریک انجام می پذیرد.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

مکانیسم دقیقی که در اثر آن انعقاد انجام می‌گیرد کاملاً قابل شناسایی نیست، اما چنین تصور می‌شود که مکانیسم‌های اتفاقی به شرح ذیل عبارتند از :

- فشردگی لایه یونی
- جذب سطحی و خنثی شدن بار
- انعقاد جاروبی
- پل زنی بین ذره‌ای

علاوه بر نیروهای جذب سطحی، بار الکتریکی نیز ممکن است به فرآیند انعقاد کمک کنند. مواد منعقد کننده بار الکتریکی مثبت دارند که بار منفی ذرات معلق در آب را خنثی کرده و رسوب می‌دهند. منعقد کننده‌های کمی 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 می‌نماید) و کاهش مقدار ماده منعقد کننده مصرفی به آب اضافه می‌گردد.

یکی دیگر از دلایل مهم مصرف منعقد کننده‌های کمی، کاهش مقدار سولفات آلومینیوم است که نهایتاً مقدار لجن تولیدی را کاهش می‌دهد. چون خشک کردن و دفع لجن سولفات آلومینیوم خیلی مشکل است، از اینرو مصرف کمک منعقد کننده‌های کمی مشکلات حمل و نقل و دفع لجن را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهند. بعضی از کمک منعقد کننده‌های کمی اصلی به شرح ذیل عبارتند از:

الف) سیلیس فعال

ب) عوامل وزنی و جاذب

ج) پلی الکترولیت

بعد از تعیین نوع و مقدار ماده منعقد کننده بایستی آنرا به آب افزود، این فرآیند شامل واحدهای مختلف به ترتیب زیر است:

الف) اختلاط سریع

ب) انعقاد

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

ج) لخته سازی

د) ته نشینی

هدف از اختلاط سریع پخش فوری مواد منعقد کننده و کمک منعقد کننده مصرفی در کل آب ورودی به این مرحله است. میزان دوز مواد منعقد کننده و کمک منعقد کننده که توسط آزمایش جار مشخص گردیده به آب تزریق می گردد و باید بطور یکنواخت با آب مخلوط شود. به همین دلیل هم زدن آب باید شدید باشد و تزریق ماده شیمیایی باید در متلاطم ترین منطقه صورت پذیرد. عمل اختلاط باید سریع انجام شود، زیرا هیدرولیز ماده منعقد کننده غالباً فوری رخ می دهد (زمان متداول برای اختلاط 30 ثانیه پیشنهاد می شود) و ناپایدار شدن کلوئیدها نیز در زمان بسیار کمی حاصل می شود.

بعد از فرآیند اختلاط سریع، عمل انعقاد و لخته سازی بایستی صورت پذیرد، چرا که انعقاد و لخته سازی مهمترین فرآیند حذف کلوئیدها هستند. بطور کلی اهداف انعقاد، جداسازی مواد مولد کدورت، رنگ، باکتریها و سایر عوامل بیماریزا، جلبکها و موجودات مزاحم، فسفاتها، عوامل مولد طعم و بو، حذف آهن و منگنز و نهایتاً حذف قسمتی از مواد آلی می باشد. آبی که این فرآیند را گذرانده هم از نظر ظاهری قابل قبول و هم می تواند مراحل بعدی تصفیه را بهتر طی کرده و گندزدایی شود. 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. ذرات کلوئیدی با نیروی ثقل قابل ته نشین نیستند و با ماده ای که در آن پراکنده اند سطح مشترکی را تشکیل می دهند که نقش مهمی در رفتار سیستم های کلوئیدی دارد.

ذرات کلوئیدی قطری حدود یک تا هزار میکرون دارند و پایدار هستند. پایداری کلوئیدها به خواص الکتریکی، اندازه، ماهیت شیمیایی کلوئید و خصوصیات شیمیایی بستر انتشار ارتباط دارد. بعد از عمل انعقاد ذرات، عملیات لخته سازی یا فلوکاسیون بایستی انجام پذیرد. لخته سازی فرآیند به هم زدن آرام و مداوم آب منعقد شده است تا لخته ها (فلوکها) تشکیل گردند. هدف از کاربرد این واحد اصلاح آب برای تشکیل فلوک 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.

کاهش سختی آب (Softening of water)

کاهش سختی آب یا نرم کردن، فرآیندی است که در تصفیه 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

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

اقتصادی و تمایل مردم به آب نرم دارد. به طور کلی نرم کردن آب با سختی مناسب (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 نرم کننده متداول، شامل ته نشینی شیمیایی و تبادل کننده 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 منحصراً واحدهای مبادله کننده یونی هستند.

ته نشینی شیمیایی (Chemical Precipitation)

میزان حلالیت انواع مختلف سختی موجود در آب، متفاوت است. اشکالی که کمترین میزان حلالیت را دارند، کربنات کلسیم و هیدروکسید منیزیم می باشند. ته نشینی شیمیایی، بوسیله تبدیل سختی کلسیم به کربنات کلسیم و سختی منیزیم به هیدروکسید منیزیم انجام می شود. این عمل را می توان به وسیله آهک، فرآیند کربنات سدیم و یا فرآیند سود سوزآور انجام داد معمولاً در هنگامی که آب دارای شرایط ذیل باشد از روشهای فوق جهت کاهش سختی استفاده می کنیم:

- آب خام حتماً نیاز به فیلتراسیون داشته باشد.
- بیشتر سختی آب از نوع سختی موقت باشد.
- میزان سختی آن زیاد باشد.

حجم آب خام مورد نیاز و نیز استفاده از فرایندهای مختلف جهت کاهش سختی به طریقه شیمیایی وجود دارد که انتخاب هر کدام به عوامل مختلفی از قبیل نوع سختی، درجه سختی، سهولت بهره برداری، درجه کاهش تولید لجن حاصل از کاربرد آهک و صرفه جویی مطلوب در هزینه مواد شیمیایی بستگی دارد. فرایندهای مختلفی که جهت کاهش سختی مورد استفاده قرار می گیرند به شرح ذیل عبارتند از:

الف) سختی گیری جزئی با آهک

ب) سختی گیری با آهک مازاد

ج) سختی گیری با آهک - کربنات سدیم

تبادل کننده های یونی : رزین های تعویض یونی ذرات جامدی هستند که می توانند یون های نامطلوب در محلول را با همان مقدار اکی والان از یون مطلوب با ابر الکتریکی مشابه جایگزین کنند.

ظرفیت و راندمان سختی گیری به عوامل زیر بستگی دارد:

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

1- نوع ماده تبادل کننده

2- کیفیت آب مورد تصفیه

3- نوع سطح جاذب جامد

4- مقدار مواد احیاء کننده

5- زمان احیاء

وجود بعضی مواد مضر در آب ورودی به بسترهای رزین (موجب آلودگی آلی رزین شده و رنگ رزین های آلوده به مواد آلی معمولاً سیاه می شود در حالی که رزین های سالم شفاف هستند) می توان کارایی رزین را کاهش دهد، لذا شایسته است که این مواد مضر قبل از ورود به بستر رزین حذف شوند، مهمترین این آلاینده ها عبارتند از:

1- کلر آزاد

2- مواد معلق و رنگ

3- آلاینده های آلی

4- نمک های محلول در آب

گندزدایی (ضد عفونی)

در این مرحله سعی بر آن است میکروارگانیسم های موجود از بین بروند و برای این منظور از روشهای مختلفی استفاده میشود که به شرح زیر میباشد:

۱ - ضد عفونی با استفاده از عوامل شیمیایی:

در این بخش با استفاده از عوامل شیمیایی میکروارگانیسم های موجود را از بین میبرند که پرکاربردترین آنها کلر و ترکیبات آن میباشد. از برم و ید جهت تصفیه فاضلاب ها استفاده شده و فنل و ترکیبات فنلی در تصفیه آبهای صنعتی به کار میروند. امروزه از اوزون نیز در این زمینه استفاده میشود اما به دلیل آنکه این ماده بی ثبات بوده و طی چند دقیقه ناپدید میشود و اینکه هیچ روش سادهای برای تشخیص اینکه اوزون کافی به آب اضافه شده یا خیر در دست نیست استفاده از این ماده در مقیاس های بزرگ و مصارف آشامیدنی صورت نمیگیرد.

میکروارگانیسم ها در pH خاصی میتوانند ادامهی حیات بدهند به همین دلیل با استفاده از تغییر میزان اسیدی یا قلیایی بودن آب میتوانیم آن را ضد عفونی نماییم . برای این منظور از موادی نظیر آهک استفاده میشود.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

۲ - ضد عفونی با استفاده از عوامل فیزیکی :

در این مورد با استفاده از عوامل فیزیکی مانند گرما و نور عمل میکنند. بدین صورت که گرم کردن ماده تا نقطه جوش آن اکثر باکتریهای بیماریزا را که تولید هاگ نمیکند از بین میبرد. ای عملیات در صنایع نوشابه سازی و لبنیات کاربرد فراوانی دارد و برای تصفیه آب و فاضلاب مقرون به صرفه نمیشد.

در خصوص عامل نور نیز لازم به ذکر است که نور خورشید به دلیل وجود اشعه ی فرابنفش همواره ضد عفونی کننده ی خوبی محسوب میشود. برای سترون سازی مقادیر کم نیز از لامپهای فرابنفش استفاده میشود. بازده این روش وابسته به میزان نفوذ پرتو به داخل ماده دارد. هندسه ی تماس بین منبع اشعه و آب نیز بینهایت حائز اهمیت میباشد.

3- ضد عفونی با استفاده از ابزارهای مکانیکی :

در حین تصفیه فاضلاب ها گاهی پیش می آید که با استفاده از ابزار مکانیکی برخی باکتری ها و میکروارگانیسم ها را از بین ببرند.

4 - ضد عفونی با استفاده از تابش :

در این بخش با استفاده از تابش های الکترومغناطیسی ، اکوستیکی و ذره های به داخل آب عمل ضد عفونی را انجام میدهند .

نخیره سازی

در نهایت آخرین واحد موجود در هر تصفیه خانه واحد ذخیره سازی میباشد که پس از آن آب ضد عفونی شده با استفاده از سیستم های انتقال آب به دست مصرف کننده می رسد. برای تهیه ی آب آشامیدنی با توجه به منبع آن مراحل متعددی طی میشود که مهمترین آنها بحث ضد عفونی کردن میباشد که انجام دادن این مرحله به نحو احسن رابطه ی مستقیم با سلامت جامعه دارد و سرمایه گذاری در این زمینه به طور مستقیم باعث کاهش هزینه های درمانی خواهد شد.

گند زدایی آب

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

قرن ها است که گند زدایی آب آشامیدنی انجام می شود. طی قرن گذشته کلر زنی به عنوان روش قابل قبول گند زدایی آب در آمده و این فرایند مهمترین کشف در زمینه تصفیه آب به شمار میرود. گند زدایی آب آشامیدنی یک مرحله تصفیه اختصاصی برای تخریب یا حذف ارگانیزم های بیماری زا است پس نباید با استریل کردن که تخریب یا حذف همه ارگانیزم های زنده است اشتباه شود. هدف رسیدن به مقدار صفر Ecoli در هر 100 میلی لیتر آب بروی تمام منابع آبی است.

گندزدایی

شرایط لازم برای ورود آب به مرحله اصلی گندزدایی:

یک گندزدای خوب فقط هنگامی موثر واقع می شود که برای آبی با کیفیت خوب مصرف شود میزان مواد نامحلول باید در آب تا حد امکان کم و ترجیحا از 1 میلی گرم در لیتر بیشتر نباشد. کدورت آب نیز 1 واحد NTU باشد و حد مطلوب آن 3/0 واحد است . TOC آب (کل مواد آلی کربنی) در لحظه ورود به مرحله پیش کلر زنی کمتر از 2 میلی گرم در لیتر باشد . تا تشکیل تری هالومتان ها کمتر از حد ماکزیمم باشد

شرایط لازم برای پذیرش یک گندزدا

گندزدایی که برای آب انتخاب می شود باید دارای دو اثر متفاوت باشد

1) اثر ضد باکتریائی : که به قدرت میکروب کشی عامل گندزدا بستگی دارد

2) اثر ابقائی : اثر ابقائی که به قابلیت گندزدا از لحاظ باقیماندن در سیستم توزیع بستگی داشته و تضمین کننده کیفیت

باکتریولوژیکی آب در نقطه مصرف می باشد و اینکه بعد از سالم سازی آب باقیمانده آن طعم و بوی نا مطلوب بوجود نیارد. فرآورده جانبی خطرناک بوجود نیارد و کیفیت شیمیائی آب را تنزل ندهد. تولید ، حمل و نقل و ذخیره سازی آن خطرناک نبوده و مقرون به صرفه باشد

پارامترهای اصلی در انتخاب فرایند گند زدایی عبارتند از:

وجود موجودات زنده در منبع آب شرب

عملی بودن استفاده از روش گند زدایی

غیر فعال سازی 99/99 معادل $\log 3$ کیست زیاردیا ، یا غیر فعال سازی 99/99 معادل $\log 4$ ویروسی

رابطه (cxt) گندزدایی

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

تشکیل محصولات جانبی گندزدا و میزان آن ها در کمترین حد ممکن

کیفیت آب فرایندی

مشکلات ناشی از گندزدایی ها (وارد نکردن سمیت و طعم و بو و رنگ در آب گند زدایی شده)

هزینه هر یک از گند زدا ها

تحلیل عوامل مؤثر بر عمل ضد عفونی کننده ها

برخی از عواملی که کارایی گندزدایی را تحت تأثیر قرار می دهند عبارتند از:

نوع و غلظت میکرو ارگانیسم - نوع و غلظت گند زدا - زمان تماس گند زدا - کیفیت شیمیایی و دمایی آب -

PH و کدورت آب - مکانیزم های ضد عفونی کننده ها

چهار نوع مکانیزی که برای تشریح نحوه عمل ضد عفونی کننده ها پیشنهاد شده است عبارتند از:

۱. آسیب دیدن دیواره سلولی: آسیب یا تخریب دیوار سلولی منجر به متلاشی شدن و مرگ سلولی می شود برخی از عواملی مانند پنی سیلین از سنتز و ترمیم دیواره سلولی باکتری ها جلوگیری می کند.
۲. تغییر تراوایی سلولی: بعضی عواملی مانند ترکیبات فنلی و شوینده ها ، تراوایی غشائی سیتوپلاسم را تغییر می دهند و باعث می شوند عوامل مغذی مانند فسفر وازت از سلول خارج شوند.
۳. تغییرات ماهیت کلئیدی پرتوپلاسم: گرما و تابش و عوامل اسیدی و قلیایی خاصیت کلئیدی پرتوپلاسم را تغییر می دهند و تأثیر مرگ باری بر سلول دارند ، مانند گرما که پروتئین ها را لخته و اسید و قلیاها که پروتئین را تجزیه می کنند.
۴. ممانعت از فعالیت های آنزیمی: عوامل اکساینده چون کلر می تواند آرایش آنزیم ها را تغییر دهد و آن ها را غیر فعال سازد.

روش های ضد عفونی شامل استفاده از روش های زیر است:

عوامل فیزیکی - عوامل شیمیایی - روش های مکانیکی - تابش

عوامل فیزیکی: 1- روش دمایی . 2- روش اشعه UV

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

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 10 دقیقه 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. کارایی راندمان عمل گند زدایی آب بعد از 3 دقیقه جوشاندن به 100 درصد می رسد

گندزدایی به روش شیمیایی

کلر و ترکیبات آن ، برم ، ید ، ازن ، هیدروژن پراکسید پرمنگنات و پتاسیم که در کل عوامل اکسید کننده نامیده می شوند. 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 11 یا PH کمتر از 3 برای اکثر باکتری ها نسبتاً سمی می شود. عوامل شیمیایی بسیاری وجود دارد که در این جا مطرح نمی شوند.

عمل گند زدایی مکانیکی

شامل روش های انعقاد- لخته سازی- ته نشینی و غشاها است که روش های بالا تا 90 درصد میکروب های آب را کاهش می دهند.

عوامل تابش: استفاده از انرژی پر قدرت که در تصفیه آب رایج نیست

عوامل اکسید کننده در گندزدایی آب : توانایی عوامل اکسید کننده با پتانسیل های متفاوت در کشتن یا غیر فعال کردن پاتوژن ها فرق می کنند

مراحل چند گانه برای حذف پاتوژن ها

گندزدایی اولیه

هدف نابودی یا غیر فعال سازی موجودات بیماریزای موجود در منبع آب می باشد. کلر آزاد ، دی اکسید کلر و ازن بعنوان مناسب ترین عوامل گند زدایی اولیه معرفی می شوند.

معیار C^*T برای گندزدایی آب

مقادیر C^*T تحت تاثیر عواملی نظیر دما و pH می باشد. برای غالب میکروارگانیسم ها با افزایش دما سرعت نابود سازی بیشتر می شود. در مورد تغییرات pH باید گفت با افزایش pH نابودی میکروب ها کاهش می یابد

گندزدائی موثر

گندزدائی موثر مستلزم رعایت زمان تماس و مصرف میزان مناسب از عامل گندزدا می باشد. برای نابود سازی در صد معینی از هر ارگانیسم خاص C^*T باید برای هر گندزدا در حد معین تنظیم شود. برای هر یک گندزدای واحد مقدار C^*T لازم برای ارگانیسم های مختلف متفاوت است. برای نابود سازی درصد معینی از یک ارگانیسم خاص نیز مقدار C^*T برای گندزداهای مختلف تفاوت خواهد داشت. در این رابطه گندزدائی ، موفق تر و قدرتمند تر خواهد بود ، که با C^*T کمتر ، عمل گندزدائی را بهتر به انجام رساند. مثلاً از ن بسیار سریع تر از کلر و دی اکسید کلر *E.coli* را از بین می برد. یا اینکه جهت نابود سازی 99/9 درصد از پلی ویروس ها میزان C^*T برای کلر باید بیشتر از رقم مربوط به *E.coli* باشد.

گند زدائی ثانویه آب

مهمترین اهداف گندزدائی ثانویه آب عبارتند از ممانعت از رشد میکروب ها در سیستم های توزیع و ایجاد حفاظت در برابر بروز آلودگی های مربوط به اتصالات ناجور می باشد . مسئله رشد مجدد میکروبی مربوط به این واقعیت است که تعدادی از باکتری ها و میکروب ها می توانند در سیستم های توزیع آب ایجاد کلنی به نمایند. برخی از این میکروب ها می توانند در شرایط مساعد به عوامل بیماریزای فرصت طلب تبدیل شوند . مهمترین باکتری های این گروه عبارتند از لژیونلا ، سودوموناس ، مایکوباکتریوم ، آئروموناس ، باسیلوس سوبتلیس ، فلاوو باکتریوم است. قارچ ها با میزان 1 تا 2 میلی گرم در لیتر کلر کاملاً در آب بر طرف می شوند و گاهی وقت ها تا 3 میلی گرم در لیتر کلر نیاز است . لژیونلا مهمترین باکتری از نظر رشد مجدد در شبکه آب می باشد. تجمع باکتری لژیونلا در سیستم توزیع ولوله کشی به ویژه در قسمت هایی که رسوبات جمع شده اند دیده می شود.

روش های گندزدائی ثانویه آب

گندزدائی ثانویه آب بطور سنتی به منظور ایجاد یک باقیمانده از گندزدا و با هدف جلوگیری از بروز پدیده رشد بیولوژیکی انجام می شود. گندزدای مورد مصرف کلر ، کلر آمین ، گاهی دی اکسید کلر می باشد. در سیستم توزیع یخش هایی که دارای نقاط کور یا سرعت کم آب باشند ، موجب اتلاف گندزدا شده و قابلیت رشد مجدد میکروب ها را بالا می برند. ناصافی بوجود آمده از خوردگی لوله ها از جمله شرایطی است که با انجام شستشو بر طرف نمی شود. ناصافی ها به منزله محل حفاظت

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

میکروب ها در مقابل گندزدا می شود. کلونی های لژیونلا بعد از تشکیل در برابر کلر مقاومت نشان میدهد ، برای کنترل معمولاً به 4 تا 6 mg/ L کلر نیاز دارند. تصفیه حرارتی و شوک کلر از روشهای مبارزه با لژیونلا در خطوط لوله آب است. انجام هیپوکلریناسیون اضافی که مشتمل بر نصب و راه اندازی کلریناتور در محل ساختمان است ، روش دیگری برای ایجاد حفاظت است . این عمل برای محل های کار و منازل و ساختمان های بزرگ و کارخانه ها لازم محسوب می شود. گزارش شده که درزگیرها و واشر های لاستیکی موجب ایجاد حفاظت برای لژیونلا ها در برابر کلر و حرارت هستند.

گندزدایی با کلر

کلر ماده شیمیایی است که غالباً در گند زدایی آب آشامیدنی استفاده می شود. اولین مورد کاربرد کلر در تصفیه آب آشامیدنی با مصرف کنترل طعم و بو بوده است. در حال حاضر کلر به عنوان ماده ، گندزدای اصلی در تصفیه آب آشامیدنی استفاده می شود. سایر کاربردهای کلر شامل کنترل طعم و بو کنترل جلبک ها حذف آهن و منگنز حذف سولفید هیدروژن و حذف رنگ است. کلر به اشکال CL2 ترکیبات جامد هیپو کلریت سدیم و پتاسیم و دی اکسید کلر گازی در صنعت آب موجود است.

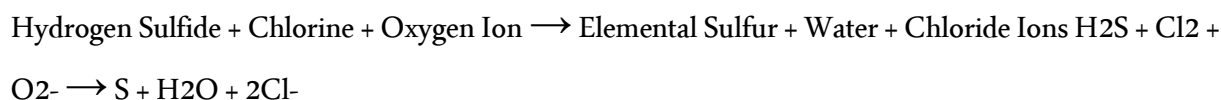
شیمی کلر

خواص زیاد کلر این ماده را به عنوان یک گند زدای ایده آل مطرح می کند . کلردر آب بسیار محلول است لذا کاربرد آن آسان است. کلر به آسانی اندازه گیری و کنترل می شود. کلر بشکل باقیمانده پایدار در آب باقی می ماند در مقایسه با سایر گند زدایی ها کلر ارزان تر است. وقتی کلر در آب حل شود تبدیل به اسید هیپو کلرو HOCL و یون هیپو کلر و OCL می شود . HOCL اکسید کننده بسیار قوی تری نسبت به OCL است . قدرت میکروب کشی کلر وابسته به PH است و افزایش PH قدرت میکروب کشی کلر را کاهش می دهد. در PH حدود 9 کلر آزاد باقیمانده به دلیل بالا بودن غلظت یون هیپو کلرو CLO ، قدرت گند زدایی کمی دارد. استفاده از گاز کلر سبب می شود که PH آب کاهش دهد.

کلر باقیمانده

هنگامیکه کلر وارد آب می شود به سرعت با ترکیبات موجود در آب وارد واکنش می شود. کلر با ترکیبات آلی موجود در آب واکنش داده و تریهالومتانها را تولید می کند. همچنین با مواد احیاء کننده مانند سولفید هیدروژن ، یون های آهن ، یونهای منگنز و نیتريت وارد واکنش می شود. به عنوان مثال ، در واکنش کلر با سولفید هیدروژن دو واکنش متفاوت زیر رخ میدهد.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)



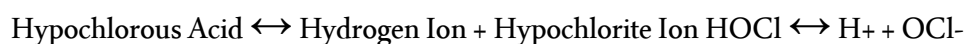
از هیپو کلریت سدیم یا کلسیم باعث افزایش PH آب می شود.

بعد از این واکنش ها

وقتی کلر در آب حل می شود طبق معادله زیر هیدرولیز شده و تشکیل اسید هیپو کلرو می دهد .

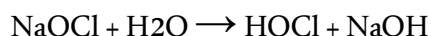
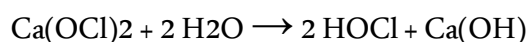


HOCl یک اسید ضعیف است که به صورت زیر واپاشی شده و به یون هیپوکلریت تبدیل می شود



لذا مجموع HOCL و OCL را کلر آزاد باقی مانده می نامند. غلظت های نسبی HOCL و OCL با pH ، دما ، و غلظت کلر موجود در محلول تغییر می کند. اکسید کننده بسیار قوی تر نسبت به OCL است

HOCL HOCL در pH= 6 و OCL در pH= 7/5 ترکیب غالب است . لذا قدرت گندزدایی کلر با افزایش pH کاهش می یابد. در pH حدود 9 کلر آزاد باقیمانده به دلیل بالا بودن غلظت یون هیپو کلریت قدرت گندزدایی کمی دارد . کلر آزاد به شکل نمک های هیپو کلریت نیز به آب اضافه می شود . واکنش های واپاشی هیپو کلریت های کلسیم و سدیم به شکل زیر است

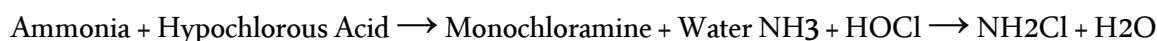


فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

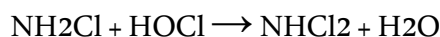
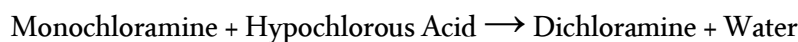
همان گونه که از این واکنش ها بر می آید گاز کلر pH آب را کاهش می دهد. در صورتی که هیپو کلریت ها pH آب را بالا می برند. لذا در یک مقدار مساوی کلر اضافه شده به آب دارای ظرفیت بافری کم ، کارایی گندزدایی گاز کلر بالاتر از هیپو کلریت ها است

کلر ترکیبی باقیمانده

کلر بلا فاصله با آمونیاک واکنش داده و تشکیل کلرآمین که کلر ترکیبی باقیمانده نامیده می شود می دهد . طبق معادلات زیر کلر در این شکل گندزدای ضعیفی است و باقیمانده پایدار در شبکه توزیع ایجاد می کند



مونوکلروآمین سپس با اسید هیپوکلرو واکنش داده و دی کلرو آمین تشکیل می گردد



در نهایت دی کلروآمین با اسید هیپوکلرو واکنش داده و تری کلرو آمین تولید می شود



در صورت حضور آمونیاک در آب کلر با آمونیاک ترکیب شده و ترکیبات موسوم به کلروآمین ها تولید می کند که می تواند به سه صورت مونو کلروآمین و دی کلروآمین ویا تری کلروآمین باشد در صنعت به کلر آزاد و اسید هیپوکلریت و یون هیپو کلرو مجموعاً کلر آزاد موجود می گویند . در حالی که کلر به صورت کلرو آمین ها را کلر ترکیبی موجود می نامند. اینکه کدامیک از کلروآمین ها تولید می شود بستگی به نسبت کلر و نیتروژن آمونیاکی ، مقدار کلر مصرفی ، دما ، pH و قلیائیت دارد. نیتروژن تری کلراید عامل اصلی ایجاد سوزش و تحریک چشم در آبهای کلرزده استخر های شنا است و واکنش های فوق در شرایطی ممکن است منجر به تولید ترکیباتی شود که فاقد کلر هستند



نقطه شکست کلرزنی

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

وقتی کلر به آب زده شود ، در وهله اول صرف اکسید کردن انواع مختلف ترکیبات موجود در آب می گردد . تا زمانی که نیاز اولیه به کلر بر طرف نشود هیچ کلر قابل اندازه گیری موجود نیست . سپس کلر با آمونیاک واکنش داده و کلر ترکیبی باقیمانده تولید شود . با افزودن مقادیر بیشتر کلر غلظت کلر ترکیبی باقیمانده به حداکثر مقدار ، افزایش می یابد و افزودن بیش از حد کلر باعث کاهش کلر ترکیبی می شود . این وضعیت را نقطه شکست کلرزنی می نامند . در این نقطه کلرآمین ها به اکسید نیتروژن یا سایر گاز ها اکسید می شوند . مقدار کلر تزریقی در فاصله 1 تا 2 صرف اکسیداسیون موادی چون Fe یا SH₂ می شود . در فاصله نقطه 2 تا 3 کلر تزریقی با آمونیاک ترکیب می شود و انواع کلر آمین ها را تولید می کند . در فاصله 3 تا 4 کلر تزریقی صرف اکسیداسیون کلر آمین ها می شود به طوری که با تولید ترکیبات بدون خاصیت باکتری کشی چون N₂ یا N₂O تری اکسید ازت و اسید کلرئیدریک می شود و عملاً ارزش ضد عفونی کنندگی خود را از دست می دهد . در فاصله نقطه 4 به بعد کلر تزریقی به آب تماماً خاصیت ضد عفونی کنندگی داد . و در اثر هیدرولیز به اسید هیپو کلریت و یا یون هیپو کلریت تبدیل می شود . نقطه 4 را نقطه شکست می گویند و در عمل سعی می شود غلظت کلر بعد از نقطه شکست بین 0/5 تا 1 PPM باشد .

دوزاژ کلر

دوزاژ کلر به مقدار کلر اضافه شده به آب برای تولید یک مقدار باقیمانده مشخص در انتهای یک زمان تماس معین است . دوزاژ منهای نیاز اولیه کلر ایجاد شده به وسیله ترکیبات و مواد آلی موجود در آب باقیمانده کلر را مشخص می کند

دوزاژ کلر با کیفیت آب خام ، دما ، و سایر شرایط آب و هوایی تغییر می کند . معمولاً دوزاژ کلر در گستره 2/0 تا 4 میلی گرم در لیتر قرار دارد . معمولاً کلر ترکیبی باقیمانده باید بین 6/0 تا 1 میلی گرم در نقاط دور شبکه توزیع باشد . بسته به pH و دما و سایر مشخصات آب ، ممکن است مقادیر بیشتر کلر باقیمانده نیز لازم باشد . کلر باقیمانده برای زمان تماس مشخص ، باید گندزدایی موثر در تصفیه خانه و حفاظت در برابر رشد مجدد ارگانیسم های نا مطلوب را تامین کند

گاز کلر

گاز کلر برای مصارف تجارتي از الکترولیز نمک طعام تهیه می شود درون سیلندر فولادی فشرده با درجه خلوص 99/99 تهیه می شود . در درجه حرارت اتاق سبز متمایل به زرد است . 2 تا 2/5 برابر از هوا سنگین تر است . در کپسول های 60 — 300 تا 800 کیلوگرمی تهیه می شود . هنگام کار ایمنی کامل باید رعایت شود . حمل و نقل آن باید با احتیاط کامل صورت گیرد تأثیر گاز کلر بهتر از بقیه اشکال کلر می باشد . زیرا ناخالصی آن خیلی کم است

طراحی سیستم کلرزنی

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

یک سیستم کلر زنی برای گندزدائی آب متشکل از شش بخش جداگانه است

1-تامین کلر

2- ذخیره و جا بجائی

3-اقدامات ایمنی

4-تزریق کلر

5-انتشار اختلاط و تماس

6-سیستم کنترل

تامین کلر: کلر معمولاً به صورت گاز متراکم مایع تحت فشار تامین میشود و در ظروف ویا سیلندر کوچک ویا بزرگ تهیه می شود

ذخیره و جا بجائی: یک سیستم ذخیره و جا بجائی باید بر اساس ملاحظات ایمنی طراحی شوند زیرا کلر بسیار سمی و خطرناک است.

اقدامات ایمنی: ملاحظات مهم ایمنی در طراحی سیستم کلر زن شامل حدود مواجه کارکنان بهره برداری ، تهویه اطفاء حریق ، تحویل و تخلیه بار ، ذخیره و انتقال است.

تزریق: سیستم تزریق کلر اساساً متشکل از اجزای زیر است. برداشت کلر تبخیر کننده کلید خودکار رگولاتور انژکتور

اختلاط و تماس: اختلاط سریع محلول کلر با آب و به دنبال آن ایجاد زمان تماس برای گندزدائی موثر ضروری است

سیستم کنترل : سیستم کلر زنی باید به گونه ای طراحی شود تا در انتهای زمان تماس مشخص ، مقداری کلر باقیمانده در آب وجود داشته باشد کلسیم هیپو کلریت (CLO)₂CA . مخلوط خشک و نسبتاً پایداری از کلر است با نسبت کلر 50% و کلسیم 28% و اکسیژن 22% . به صورت دانه توده یا قرص می باشد که معمولاً با خلوص 60% تا 70% تولید می شود. تهیه کلسیم هیپو کلریت احتیاج به زمان بیشتری نسبت به گاز کلر دارد. گرانول های پر کلرین باید در ظرف پلاستیکی با آب مخلوط شده و بعد مصرف می شود.

سدیم هیپو کلریت CLONA

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

یا سفید کننده خانگی در غلظت بالا بعنوان ضد عفونی کننده به کار می رود . سفید کننده خانگی 5 تا 5/5 درصد کلر فعال دارد. سفید کننده صنعتی 8 تا 10 درصد کلر فعال دارد . آب ژاول بر خلاف پر کلرین رسوب ایجاد نمی کند . آب ژاول یا سدیم هیپو کلریت بسیار نا پایدار است . گرما- رطوبت نور و خورشید سبب از بین رفتن سدیم هیپو کلریت می شود. عمر مفید سدیم هیپو کلریت 60 تا 90 روز است. سدیم هیپو کلریت گران تر از کلسیم هیپو کلریت است.

سیستم های هیپو کلریت

در این روش کلر آزاد به شکل مایع از یک منبع جامد تامین می شود این روش نسبت به کلر گازی کم خطر تر بوده است در طراحی و بهره برداری از سیستم های تزریق هیپو کلریت توجه به موارد زیر ضروری است

خوردگی = هیپوکلریت ها می توانند موجبات خوردگی را فراهم آورند.

افت کیفیت = هیپوکلریت ها در اثر گذشت زمان تجزیه شده و از قدرت محلول کم می شود

ناخالصی های موجود در محلول = تجزیه هیپوکلریت ها با حضور ناخالصی های معین نظیر ذرات آهن مس نیکل تسریع می شود.

زمان نگه داری = توصیه می شود که حداکثر مدت نگه داری محلول هیپو کلریت سدیم 60 تا 90 روز باشد چرا که بعد از آن تجزیه می شود.

تابش مستقیم آفتاب = عمر مفید محلول هیپو کلریت که در یک دوره طولانی مدت در معرض نور خورشید و اشعه UV ناشی از آن قرار می گیرند کاهش چشمگیری می یابد

تابش مستقیم آفتاب = عمر مفید محلول هیپو کلریت که در یک دوره طولانی مدت در معرض نور خورشید و اشعه UV ناشی از آن قرار می گیرند کاهش چشمگیری می یابد

غلظت محلول = هیپو کلریت سدیم را میتوان در غلظت های مختلف تهیه کرد معمولاً در غلظت های 12 تا 16 درصد و هیپو کلریت کلسیم را در غلظت های 1 تا 3 درصد می سازند.

PH پایداری محلول هیپو کلریت وقتی که کمتر از 11 برسد کاهش می یابد بنابراین حفظ محدوده PH جهت پایداری بسیار لازم است.

دما = با افزایش دما سرعت تجزیه محلول های هیپو کلریت افزایش و پایداری آن کاهش می یابد

احتراق فوری = احتمال احتراق در عملیات ذخیره سازی محلول هیپو کلریت مسئله ای اجتناب ناپذیر است

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

واکنش های شیمیایی خطرناک = در صورتیکه محلول هیپوکلریت قلیائیت لازم را داشته باشد کلر آزاد به صورت هیپو کلریت (یون) که ماده ای نسبتاً بی خطر است تبدیل می شود . و در PH کمتر از 7 کلر آزاد به اسید هیپو کلرو تبدیل می شود که قادر است مولکول کلر را تولید نماید و بدین ترتیب کلر بصورت گاز خارج شده و خطراتی را به همراه دارد

موارد کاربرد کلر

1- کلرزن ساده plain chlorination

زمانی که آب به تصفیه خاصی احتیاج ندارد . مانند آب چشمه ، چاه

2- پیش کلر زنی pre chlorination

یا کلر زنی مقدماتی برای آبهایی که کیفیت بیولوژیکی متغیر دارند بکار می رود

اهداف این کار: از بین بردن در صدی از میکروارگانیسم ها — کاهش مصرف مواد منعقد کننده — کاهش طعم و بوی آب - کاهش بار آلودگی ناشی از باکتری ها و جلبک ها

3- کلر زنی نهایی post chlorination

در این روش آب را بعد از عملیات تصفیه گندردایی می کنند

4- کلر زنی مجدد double chlorination

آب را قبل از ورود به صافی وبعد از خروج از صافی کلر زنی می کنند

5- سوپر کلر زنی super chlorination

بیش از اندازه و مورد نیاز به آب ، کلر تزریق می شود . بطوری که بعد از کلر زنی در آب تا حدود 5 ppm کلر باقیمانده داریم.

6- شوک کلریناسیون shock chlorination

به منظور حفظ یک باقیمانده زیاد وبا دوام از کلر با هدف کنترل رشد ونمو بیولوژیکی در تاسیسات و جلوگیری از ایجاد آلودگی روی سطح فیلتر ها دواژ نسبتاً بالایی از کلر به آب تزریق می شود. حدود 20 تا 50 میلی گرم در لیتر

7- دواژ کلر — مقدار کلر اضافه شده به آب برای تولید یک مقدار باقیمانده در انتهای یک زمان تماس معین است دواژ کلر با کیفیت آب خام — دما وسایر شرایط آب وهوایی تغییر می کند. ومعمولاً دواژ

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

کلر در گستره 2/0 تا 2 میلی گرم در لیتر قرار دارد . معمولاً کلر ترکیبی باقیمانده باید 5/0 تا 1 میلی گرم در لیتر در نقاط دور شبکه توزیع باشد . پمپ کلرزنی می تواند مجهز به اجزاء زیر باشد :

1 - همزن با شفت و پروانه ضد اسید

2- مخازن ضد اسید 200 تا 500 لیتری

3- اسکلت با پوشش مناسب

4 - تابلو برق مکانیکی یا ساده شرایط اتاقک دستگاه کلرزنی :

1. دستگاه را از باران و تابش مستقیم خورشید ، سرما و گرما محافظت نماید .
 2. دارای تهویه مناسب ، روشنایی کافی ، کفشور جهت شستشوی دستگاه و برق (برحسب نوع دستگاه برق تک و یا سه فاز) باشد .
 3. نزدیک مکان تزریق کلر و در صورت ممکن بر روی لوله آب ساخته شود .
- طریقه استفاده از دستگاه :

1. مخزن همزن را تا بیست سانتی متری دهانه ، از آب پر نمایید .
 2. به مقدار لازم پودر کلر را در داخل آن بریزید .
 3. همزن را روشن کرده اجازه دهید 2 الی 10 دقیقه محلول همزده شود سپس همزن را خاموش نمایید .
 4. حداقل ده دقیقه اجازه دهید تا آهک تشکیل شده رسوب نماید .
 5. در دستگاههای تک مخزنه محلول آماده تزریق می باشد .
 6. در دستگاههای دو مخزنه با باز کردن شیر واسط ، محلول در مخزن تزریق پر شده و قابل استفاده می باشد
- (Electro Chlorination تهیه کلر در محل) چیست ؟
- بطور خلاصه تکنولوژی ساده و عملی تبدیل نمک یا آب شور به هیپوکلریت سدیم درجه یک در نقطه مصرف را Electro Chlorination گویند . شرکت تحقیقات پیشرفته دی اکسید کلر ClO_2 سال ها است که دی اکسید کلر برای سفید کردن آرد- کاغذ- پارچه استفاده می شود. به کار بردن این ماده در تصفیه آب اساساً به کنترل طعم و بو محدود می شود.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

مزایا و کاربرد دی اکسید کلر عبارتند:

باکتری کش و ویروس کش قوی . عدم واکنش با نیتروژن آمونیاکی . عدم واکنش با ترکیبات آلی و تشکیل THMs . تخریب و تجزیه 30 تا 40 درصد پیش سازی های THMs . عدم تحت تأثیر قرار گرفتن به کارایی گند زدایی در PH بین 6 تا 10

معایب : هزینه بالای ماده شیمیایی (تقریباً 5 برابر کلر) . باید در محل تولید شود . امکان خطرات بهداشتی ناشی از فرآوردهای جانبی تولید. ایجاد طعم فلزی در آب تصفیه شده در دوزاژ بالا

خواص دی اکسید

دی اکسید کلر یک گاز متمایل به سبز با بوی شدید نا مطبوع بوده که از بوی کلر قوی تر است در صورت استنشاق دی اکسید کلر برای انسان سمی است. بوی آن در غلظت PMM 0/1 قابل تشخیص است. یک گاز نا پایدار بوده و در غلظت های بالای 10 درصد حجبی در هوا باعث انفجار می شود. دی اکسید کلر به دلیل نا پایدار بودن همیشه در محل تولید و بلافاصله مصرف می شود. گند زدایی قوی تر از کلر است با وجود این که پتانسیل کمتری از کلر دارد. اگر کلر آزاد اضافی وجود داشته باشد اسید هیپو کلرو و ترکیبات برم دار را تولید می کند.

ید I2

ید در حالت آزاد به شکل جامد و به رنگ آبی متمایل به سیاه وجود دارد. در حالت آزاد حلالیت کم در آب دارد. بنابراین یدور پتاسیم که در آب خیلی محلول است به جای ید مصرف می شود . ید آزاد به محض آزاد شدن با آب ترکیب شده و ایجاد اسید هیپو آیو دوس را می نماید . که یک اسید ضعیف و یک ضد عفونی کننده خوب است . به طور کلی ید در مقابل جلبک ها بی اثر است. استفاده از ید برای گند زدایی آب برای خانم های حامله ، افراد دچار بیماری های تیروئیدی توصیه نمی شود. مگر این که از یک سیستم تصفیه نهانی حذف مؤثر ید ، مثل کربن کرانوله استفاده شود. معمولاً میزان ید در آب باید بالای 1 میلی گرم در لیتر است. عمل گند زدایی آب با ید ، پس از نیم ساعت کامل می شود. ید از کلر گران تر است.

ید

اولین استفاده از ید در تصفیه آب به جنگ جهانی اول مربوط می شود . زمانی که آنرا به عنوان استریل کننده فوری آب برای سربازان پیشنهاد دادند . در سال 1922 استفاده از 5 میلی لیتر از محلول 7 در صد تتور ید را برای تصفیه حدود 40 لیتر آب پیشنهاد دادند. بعد ها استفاده از 2 قطره از محلول تتور ید را به هر لیتر آب و در یک زمان تماس 15 دقیقه پیشنهاد دادند . در

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

فاصله جنگ جهانی دوم دانشگاه هاوارد قرص های گلوبالین جهت گندزدائی منابع کوچک ابداع کرد هر قرص 8 mg ید را به هر لیتر اضافه می کند . استفاده از ید بعنوان یک گندزدابرای تصفیه آب مدت مدیدی است که مورد تایید قرار گرفته است . اما نمی توند جاگزین کلر شود.

عمده مصرف استفاده از اشکال قرص یا تنتورید برای تصفیه فوری منبع کوچک نظیر قمقمه سربازان شایع است . ید می تواند اثرات فیزیولوژیکی ، نامطلوبی را در غلظت 1 تا 2 میلی گرم در لیتر بر سلامتی ایجاد نماید . براساس رهنمود سرویس بهداشت عمومی امریکا مصرف 5 قطره محلول تنتورید 2 درصد در مدت زمان 30 دقیقه برای تصفیه آب پاک و 10 قطره برای گندزدایی آب کدر توصیه می شود . ید می تواند اثرات فیزیولوژیکی ، نامطلوبی را در غلظت 1 تا 2 میلی گرم در لیتر بر سلامتی ایجاد نماید . براساس رهنمود سرویس بهداشت عمومی امریکا مصرف 5 قطره محلول تنتورید 2 درصد در مدت زمان 30 دقیقه برای تصفیه آب پاک و 10 قطره برای گندزدایی آب کدر توصیه می شود . 5 قطره محلول 2 درصد در یک لیتر و 2 قطره محلول 7 درصد در گرم در لیتر بعد از 30 دقیقه توسط سازمان جهانی بهداشت در شرایط اضطراری پیشنهاد شده است.

اثرات ضد میکروبی ید

I2 و HIO اسید هیپویدو وید دو عامل مهم گندزدائی در میان گونه های مختلف ترکیبات ید می باشند . مقادیر نسبی I2 و اسید هیپو یدو به PH و قدرت محلول و دما بستگی دارد.

I2 : 3 تا 6 برابر بیش از HIO می تواند اسپور ها را نابود سازد I2 . در نابودی کیست آنتمبا هیستولیتیکا 2 تا 3 برابر بیش از HIO موثر است . اما اثر ضد ویروسی اسید هیپو یدو بیش از I2 است . HIO 3 تا 4 برابر بیش از I2 می تواند باکتری E.coli را نابود سازد.

برم

برم در درجه حرارت اتاق به صورت مایع قرمز رنگ یا قرمز قهوه ای بوده و سه بار از آب سنگین تر است . آماده سازی آن فوق العاده خطرناک است و سطح پوست را می سوزاند.

مزایا: کمتر از کلر چشم را تحریک می کند. اکسید کننده- ضد عفونی کننده- جلبک کش قوی بوده است و محلول است.

معایب : قابلیت انفجار دارد PH - آب را کاهش می دهد . بوی تند دارد . آب را می تواند به رنگ سبز در بیاورد . برم از کلر 10 برابر گران تر است.

پرمکنکات پتاسیم

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

در پرمنگنات پتاسیم یک اکسید کننده قوی است. و به طور گسترده برای کنترل طعم و بو و حذف منگنز استفاده می شود. پرمنگنات پتاسیم یک گند زدا ضعیف است. بنابراین برای گندزدایی به زمان و غلظت بسیار زیاد احتیاج دارد. برای گند زدایی با باقیمانده 2 میلی گرم در لیتر به زمان 24 ساعت نیاز دارد. به دلیل گفته شده کاربرد پرمنگنات پتاسیم در تصفیه آب بسیار محدود است. پرمنگنات پتاسیم نمک کریستالی بنفش رنگ است. این ماده از واکنش کلر با منگنات پتاسیم تولید می شود. وقتی پرمنگنات پتاسیم به آب اضافه می شود حضورش با ایجاد ته رنگ بنفش به کمک چشم قابل تشخیص است.

مزایای پرمنگنات پتاسیم به عنوان یک گند زدا

به علت ایجاد رنگ بنفش تشخیص آن آسان است. جا به جایی و حمل آن به صورت جامد آسان است. خطر تزریق بیش از حد با تزریق ماده جامد و دیدن رنگ بنفش در محلول کاهش می یابد.

معایب

تزریق آن باعث رنگی کردن اطراف می شود. کاربرد تزریق ماده جامد بیش از محلول آن است. زمان تماس مورد نیاز طولانی است

پرمنگنات پتاسیم

پرمنگنات پتاسیم یک عامل شیمیایی واکسید کننده پر مصرف در صنعت آب می باشد. می توان از این ماده بعنوان جایگزینی برای کلر یا دیگر گندزدا ها در نقاطی از تصفیه خانه که اکسیداسیون شیمیایی هدف اصلی اولیه بوده است ، استفاده نمود. پرمنگنات پتاسیم اول بار در سال 1862 بعنوان یک عامل گندزدا معرفی گردید. از همان ابتدا کارایی این ماده در کنترل اپیدمی های وبا مشخص گردید. معرفی پرمنگنات نه تنها در بیمارستان ها و مراکز مشابه بلکه در منازل یک گندزدای رایج بوده است. در صنعت تصفیه آب مصرف پرمنگنات پتاسیم به عنوان یک اکسید کننده قوی وبا هدف کنترل طعم و بو و رنگ زدایی و کنترل رشد بیولوژیکی و کاهش میزان آهن و منگنز رو به افزایش است.

نقش ثانویه پرمنگنات پتاسیم در تصفیه خانه آب ، کنترل THMs از طریق اکسیداسیون مواد پیش ساز و کاستن از میزان نیاز به گندزدا های دیگر است.

خواص فیزیکی

پرمنگنات پتاسیم به شکل بلور های ارغوانی تیره ، تقریباً سیاه رنگ است که در معرض نور یک درخشندگی متالیک از خود نشان می دهد. حلالیت پرمنگنات پتاسیم شدیداً به میزان دما وابستگی دارد. بعلاوه میزان انحلال به اندازه ذرات ، شدت اختلاط و غلظت سایر املاح موجود در آب بستگی دارد. پرمنگنات پتاسیم خالص جاذب الرطوبه نمی باشد. اما وقتی با درجه خلوص صنعتی و مشابه عرضه می شود در شرایط مرطوب ، بلور های آن به هم می چسبند

خواص شیمیائی

پرمنگنات پتاسیم در حالت مایع شدیداً فعال است و تقریباً تمامی واکنش های شیمیائی آن گرمازا است . کلا پرمنگنات پتاسیم در شرایط اسیدی یا قلیائی تبدیل به بی اکسید منگنز می شود در دامنه 4 تا PH9 ، پرمنگنات پتاسیم تعداد زیادی از مواد آلی و معدنی را اکسید می کند . البته اکسیداسیون در شرائط قلیائی بهتر صورت می گیرد غالب آلایندهائی نظیر فنل ها و جلبک ها که موجد طعم و بو هستند به سهولت بوسیله پرمنگنات تجزیه می شوند . آهن و منگنز آب نیز اکسید شده و رسوب میکند . حتی می توان با بالا بردن PH سرعت اکسیداسیون را بیشتر نمود و انعقاد دی اکسید منگنز را بهبود بخشید

اثرات ضد حیاتی

اثرات ضد حیاتی پرمنگنات پتاسیم عمداً به علت تجزیه شدن اکسایشی پرمنگنات بر کثیری از میکروارگانیسم ها ، باکتری ها ، قارچ ها ، ویروس ها و جلبک ها موثر است شدت اثر بستگی دارد به غلظت پرمنگنات ، زمان تماس ، دما ، PH ، حضور سایر مواد قابل اکسید شدن و حساسیت اختصاصی هر میکروارگانیسم نسبت به پرمنگنات پتاسیم ، عموماً پرمنگنات در شرائط اسیدی قدرت ضد حیاتی بیشتری دارد تا در شرائط قلیائی ، و قدرت اکسیداسیون این ماده در شرائط قلیائی معمولاً بیشتر از شرائط اسیدی است . قدرت باکتری ساید پرمنگنات در PH های اسیدی بهتر است . غلظت پرمنگنات پتاسیم لازم برای گندزدائی کلی فرم ها حدود 4 میلی گرم در لیتر اعلام شده است . عوامل اکسید کننده معمولاً در ردیف موثرترین عوامل غیر فعال ساز ویروس ها محسوب می شود.

مصارف غیر گندزدائی پرمنگنات پتاسیم در تصفیه آب

این مصارف شامل حذف آهن ، کنترل طعم و بو در منابع آبیهای سطحی و کنترل جلبک ها در مخازن آب خام و صافی های تصفیه خانه است . چون زمان ماند لازم برای کنترل طعم و بو از چند دقیقه تا چند ساعت ممکن است طول بکشد معمولاً پرمنگنات را در محل آبگیر اضافه می کنند . تا زمان مورد نیاز برای اکسیداسیون تامین شود دوزاژ مورد نیاز 1 تا 5 میلی گرم در لیتر است . به منظور حذف آهن و منگنز زمان ماند و دوزاژ کوتاه تر است . C^*T رابطه زمان و غلظت ماده گند زدایی باقیمانده . دو عامل بسیار مهم گند زدایی عبارتند از غلظت ماده گند زدای باقیمانده و زمان تماس است این رابطه به شکل زیر بیان می شود.

$$C^*T = \text{عدد ثابت}$$

که C غلظت گند زدایی باقی مانده mg/l , T زمان تماس بر حسب دقیقه است.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

نکته خیلی مهم این است که اثر ماده گند زدای کم غلظت با زمان تماس طولانی تقریباً مساوی با غلظت ماده گند زدای غلیظ با زمان تماس کوتاه می باشد.

اثرات حاد کلر

کلر مایع به شدت در هر قسمتی از بدن اثر گذار بوده

وجود کلر به میزان بیشتر از 5 ppm در هوا ، بینی و چشم ها را می سوزاند.

ppm 0.4-0.2	آستانه بو و بدون خطر
Ppm 3-1	مرحله ضعیف همراه با سوزش مجاری تنفسی تا یک ساعت
ppm 15-5	مرحله متوسط همراه با سوزش شدید تر مجاری تنفس
ppm 30	همراه با درد سریع سینه- استفراغ و سرفه
ppm 40-60	مسمومیت شدید
ppm 430	مرگ بعد از 3 دقیقه

فرآوردهای جانبی کلر و ترکیبات کلر

پس از افزودن کلروترکیبات آن به آب موادی در آب یافت شدند که به آن ها تری ها لومتان ها می گویند

این محصولات شامل: تری ها لومتان ها - هالواستو نیتریل ها - هالواستیک ها - هالو کتون ها - آلدئیدها - کلروفل

تری ها لومتان ها را می توان به عنوان شاخصی برای حضور سایر فرآورده های کلی کلر زنی به آب به کار برد

تری ها لومتان چیست ؟

ترکیباتی هالوژن دار با یک اتم منفرد با فرمول CH_3X که در بین فرمول X ممکن است فلوئور- کلر - برم- ید با ترکیبی از آن ها باشد. چهار نوع از آن ها اهمیت زیادی دارند. شامل برومو فرم. دی برو موکلرومتان- بر و مودی کلرو متان و کلرو فرم است کلر و فرم متداول ترین آن ها می باشد در طی ضد عفونی کردن آب با کلر و ترکیبات آن مواد بالا تشکیل می شود چه فاکتورهایی در تشکیل تری هالومتال ها مؤثر است.

PH هر چه آب قلیایی تر باشد هالومتان های بیشتری تشکیل می شود کلر هر چه میزان کلر در آب بیشتر باشد هالومتان های بیشتری تشکیل می شود. رنگ هر چه میزان رنگ در آب بیشتر باشد هالومتان های بیشتری تشکیل می شود کدورت هر

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

چه میزان کدورت در آب بیشتر باشد هالومتان های بیشتری تشکیل می شود مواد آلی- هر چه میزان مواد آلی در آب بیشتر باشد هالومتان های بیشتری تشکیل می شود.

نرخ تشکیل و غلظت تری هالومتان ها به شش عامل بستگی دارد

مقدار مواد آلی اولیه - مقدار کلر آزاد باقی مانده - دمای آب - PH آب - غلظت برم در آب - زمان تماس کلر

مقدار مواد آلی اولیه

در صورتی که مواد اولیه در آب وجود نداشته باشد هیچ گونه تری هالومتانی تشکیل نمی شود مقدار کلر آزاد باقیمانده به طور مستقیم در تشکیل تری هالومتان تاثیر دارد.

دمای آب : دمای آب به طور مستقیم در تشکیل تری هالومتان تاثیر دارد. دمای زیاد سرعت تشکیل تری هالومتان را افزایش می دهند و برعکس

$pH = pH$ زیاد و قلیایی واکنش و مقدار تری هالومتان را افزایش می دهد

زمان تماس: میزان تری هالومتان تابع مدت زمان تماس کلر است زمان تماس طولانی سبب ایجاد تری هالومتان با غلظت زیاد می شود.

غلظت برم: سرعت واکنش بین برم و مولکول های اولیه سریع تر از کلر و مواد اولیه است و تری هالومتان بیشتری تولید می شود. استفاده از ازن و کربن فعال دانه ای یک روش مؤثر برای کنترل میزان تری هالومتان ها است

اثرات بهداشتی : کلروفرم روی سیستم اعصاب مرکزی اثر گذاشته و اختلالی را ایجاد می کند کلروفرم روی کبد تاثير سوء دارد. بین سرطان مثانه و کلر و فرم ارتباط موجود است در آب خام تری هالومتان موجود نمی باشد. سازمان حفاظت محیط زیست امریکا ، ترکیبات تری هالومتان را به عنوان مواد سرطان را معرفی کرده است. سازمان جهانی بهداشت نیز تری هالومتان را به عنوان مواد سرطان زا معرفی کرده است.

EPA میزان تری هالومتان را 80 میکرو گرم در لیتر و اتحادیه اروپا میزان آن را 100 میکرو گرم در لیتر و استاندارد ایران میزان آن را 300 میکرو گرم در لیتر اعلام نموده اند.

مقادیر ضد عفونی کننده (کلر) برای سطوح توصیه شده

سطوح بتنی هیپو کلریت میلی گرم در لیتر PPM
--

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

سطوح بتنی " " 5000 - 1000
بیو فیلم " " 800 — 500
نوار نقاله " " 500 - 300
کنترل بو "" 200 - 100
سطوح متخلخل "" 200
استیل زنگ نزن " " 200
سطوح تفلون "" 200 - 100
سطوح اپوکسی " " 200 - 100
سطوح کاشی " " 200 - 100

کلرینه کردن آب به منظور سالم سازی آن برای کاربرد در سیستم های CIP در این مورد کلر باقیمانده نباید کمتر از 4 تا 7 میلی گرم در لیتر باشد. برای این منظور کلر باقیمانده آزاد پس از ختم عمل کلریناسیون باید حدود 10 تا 20 PPM باشد

روش های اندازه گیری کلر

(1- روش اورتوتولیدین

(2- روش DPD) دی متیل 1 و 4 فنیلین دی آمونیم) دیسک رنگی کمپراتور — کیت رنگ سنجی دستی

(3- روش الکترودی

(4- روش فتومتری

(5- روش تیتراسیون

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترودیالیز)

۷ دستورالعمل‌هایی برای کیفیت آب

(Water Quality Guidelines)

عملکرد و بهره‌برداری موفق از یک سیستم RO وابستگی مستقیم به کیفیت آب وارد شده به RO دارد. ماهیت اجزای تشکیل دهنده آب خوراک می‌تواند با ایجاد رسوب، گل و لای، یا آسیب رساندن به ممبرین، بر عملکرد غشاء تأثیر گذارد. در جدول ۷-۱ راهنمای کیفیت آب در برابر آب ورودی (و جریان غلیظ) اسمز معکوسی که باید مورد سنجش قرار گیرد، آورده شده است تا امکان ایجاد گل و لای ، رسوب یا آسیب به ممبرین مشخص گردد. در این فصل جزئیات مربوط به اجزاء موجود در آب‌های ورودی که بر روی عملکرد غشاهای RO تأثیر می‌گذارند، آورده شده است.

جدول ۷-۱: رهنمودهای عمومی کیفیت آب برای آب‌های ورودی و جریانهای غلیظ در سیستم‌های RO.

انواع	واحدها	راهنما مقدار/محدوده
کلوئیدها	SDI(بدون واحد)	<5*
جامدات معلق	NTU	<1
کربنات کلسیم	LSI	<0**+
فلزات: آهن، منگنز، آلومینیوم	ppm	<0.05
باریم، استرنسیوم	ppm	<0.05
سولفید هیدروژن	ppm	<0.1
میکروب‌ها	CFU/ml	<1000 ⁺
سیلیس (انحلال پذیر)	ppm	140 – 200 ⁺⁺
مواد آلی (TOC)	ppm	<3
رنگ	APHA	<3
اکسیژن شیمیایی تقاضا شده (COD)	ppm	<10
ممبرین‌های CA - pH	واحدهای pH	4 – 6
ممبرین‌های PA - pH	واحدهای pH	2 – 12 ⁺⁺⁺
کلر آزاد – ممبرین‌های CA	ppm	<1
کلر آزاد – ممبرین‌های PA	ppm	<0.02
درجه حرارت – ممبرین‌های CA	°C	<30
درجه حرارت – ممبرین‌های PA	°C	<45

* شاخص چگالی لجن (بخش ۸-۳ را ببینید).

** بر حسب نوع ضد رسوب استفاده شده می‌تواند بین ۲.۰ تا ۲.۵ باشد.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترو دیالیز)

⁺ در جریان دفع شده از RO

⁺⁺ در جریان دفع شده از RO، تابعی از pH و درجه حرارت است (بخش ۱-۷ را ببینید).

⁺⁺⁺ راهنمای عمومی - برای محدودیت‌های مربوط به ممبرین‌های خاص، با سازنده ممبرین تماس بگیرید

۷-۱ جامدات معلق (Suspended Solids)

معمولاً مقدار جامدات معلق با استفاده از مقدار کدورت اندازه‌گیری می‌شود. مقدار کدورت نشان‌دهنده توانایی پراکنده شدن نور از ذرات موجود در آب می‌باشد. شرط لازم در دستورالعمل‌های کیفیت آب، این است که کدورت آب ورودی کمتر از ۱ واحد کدورت نفلومتری (Nephelometric) (NTU) باشد، که البته رعایت این شرط جهت اخذ ضمانت از تولیدکنندگان ممبرین نیز ضروری می‌باشد. اگر مقدار کدورت از ۱ NTU بیشتر باشد، گارانتی ممبرین از درجه اعتبار ساقط می‌گردد. کدورت کمتر موجب می‌شود که احتمال لای‌گرفتگی ممبرین به جهت وجود جامدات معلق کمتر گردد. برای داشتن بهترین عملکرد RO، لازم است که مقدار کدورت آب خوراک کمتر از ۰.۵ NTU باشد.

سنجش دیگری که در مورد جامدات معلق انجام می‌شود، توزیع اندازه‌ی ذرات است. با این حال، هیچ توصیه‌ای در مورد توزیع اندازه ذرات در آب خوراک RO وجود ندارد.

شاخص تراکم گل و لای مقدار جامدات معلق، به‌خصوص کلونیدها، مانند سیلیکات‌های آلومینیوم و یا آهن، خاک رس، محصولات ناشی از خوردگی آهن و میکروب‌ها، که دارای قابلیت زیادی در ایجاد گل و لای بر روی ممبرین‌های RO دارند، را اندازه‌گیری می‌کند (برای اطلاعات بیشتر در مورد SDI فصل ۸-۳ را ببینید). مقدار SDI باید تا حد امکان کم باشد تا مقدار لای‌گرفتگی ممبرین‌ها حداقل گردد، اما باید کمتر از ۵ باشد تا شامل گارانتی تولیدکنندگان ممبرین نیز بشود (برای داشتن بهترین عملکرد لازم است که مقدار SDI در آب خوراک RO کمتر از ۳ باشد). توجه داشته باشید که بین مقدار کدورت و SDI هیچ وابستگی مستقیمی وجود ندارد، به غیر از این که معمولاً در کدورت بالا مقدار SDI نیز زیاد می‌باشد (عکس این قضیه همواره صادق نیست).

ممبرین‌هایی که دچار لای‌گرفتگی به علت وجود جامدات معلق شده‌اند دارای بهره‌وری پایینی هستند و افت فشار در آنها زیاد می‌باشد. گاهی اوقات نیز مقدار دفع نمک در آنها دچار کاهش می‌شود.

مقدار جامدات معلق موجود در آب خوراک RO را می‌توان با استفاده از عملیات انعقاد، زلال‌سازی و فیلتراسیون بر طرف نمود و یا کم کرد (بخش ۱-۸ را ببینید).

۷-۲ میکروب‌ها (Microbes)

رسوب میکروبی در غشاءهای RO یک موضوع قابل توجه است. کلنی باکتری‌ها به‌طور واقعی در هر جایی از مدول غشایی که شرایط مطلوبی داشته باشد، رشد می‌کنند. قطبش ناشی از غلظت باعث فراهم شدن محیطی بر روی سطح غشاء می‌شود که غنی

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترودیالیز)

از مواد مغذی برای میکروب‌ها است. کلنی‌های ماهواره‌ای می‌توانند شکسته شوند و در جاهای دیگری از مدول غشایی شروع به رشد کنند، این امر با افزایش سطح غشایی که با میکروب‌ها و بیوفیلم همراه آنها پوشانده شده است، انجام می‌گردد. جهت مباحث کامل‌تر در زمینه‌ی بیوفیلم‌های غشایی، مرجع شماره ۱ را ببینید. رسوب میکروبی باعث کاهش بهره‌وری غشاء، افزایش فشار عملیاتی، و افزایش افت فشار می‌شود.

قابلیت ایجاد رسوب بیولوژیکی در یک ممبرین می‌تواند با توجه به مقدار کربن آلی جذب شدنی (AOC) تعیین شود. این آزمون که بررسی کننده فعالیت باکتریایی است، قابلیت رشد میکروارگانیسم‌های موجود در یک نمونه را اندازه‌گیری می‌کند. روش انجام این آزمون در بخش ۹۲۱۷ روش‌های استاندارد توضیح داده شده است. مقدار ۱۰ میکروگرم در لیتر، مقدار استاندارد پیشنهادی جهت حداقل شدن رسوب بیولوژیکی است، اما در برخی از موارد، پدیده‌ی رسوب‌گرفتگی ممکن است حتی با این مقدار کم نیز روی دهد. شرکت Dow Water Solutions پیشنهاد می‌کند که مقدار AOC کمتر از ۵ باشد.

درجه‌ی لای‌گرفتگی ممبرین به علت وجود میکروب‌ها، که قبلاً شکل گرفته است با بررسی تعداد کلنی‌هایی که از روی سطح غشاء جدا شده و وارد جریان دفع شده از RO می‌شوند، تعیین می‌گردد. این کار معمولاً با استفاده از یکی از دو روش زیر انجام می‌شود:

- کشت میکروبی: این روش به آسانی انجام می‌شود و تجهیزات گران قیمتی لازم ندارد. این روش برای تعیین تعداد کلنی‌های تشکیل شده در نمونه‌ی آب بر حسب واحد (CFU)، با بهره‌گیری از قسمت ۹۰۰۰ روش‌های استاندارد ۳، مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعداد CFU در یک نمونه بیانگر تعداد میکروارگانیسم‌های موجود و قابل کشت است. توجه داشته باشید که اگرچه این روش نسبتاً ارزان است، اما کلنی‌های شمارش شده ممکن است تنها در حدود ۱ تا ۱۰٪ از تعداد کل باکتری‌ها (TBC) باشند. در بیشتر موارد، این روش می‌تواند در ردیابی رسوب میکروبی مفید واقع شود. غلظت ۱۰۰۰ CFU در میلی‌لیتر یا بیشتر، در جریان غلیظ RO، به عنوان وجود مشکل لای‌گرفتگی در نظر گرفته می‌شود که می‌تواند به طور قابل توجهی و به صورت منفی بر روی عملکرد سیستم RO تأثیر بگذارد.
- شمارش کل باکتری‌ها: مقدار TBC با شمارش مستقیم تعداد واقعی میکروارگانیسم‌های جمع شده بر روی یک فیلتر، بعد از استفاده شدن جهت فیلتراسیون نمونه‌ی آب مورد بحث، تعیین می‌شود. این نمونه با آکریدین نارنجی (کریستال‌های جامدی که رنگ تولید می‌کنند) رنگ آمیزی شده و با استفاده از میکروسکوپ فلورسنت با چراغ epi مشاهده می‌شود. این روش دقیق‌تر و سریع‌تر از روش کشت میکروبی است، اما برای کار میدانی عملی نمی‌باشد.

بهتر است رسوب میکروبی قبل از تشکیل بیوفیلم از بین برود. بیوفیلم از میکروارگانیسم‌ها در مقابل عمل نیروهای برشی و مواد شیمیایی سمی استفاده شده جهت مقابله با آنها، حفاظت می‌کند. میکروب‌ها را می‌توان با استفاده از کلر، ازن، اشعه ماوراء بنفش، و یا برخی از سموم غیر اکسید کننده نابود کرد (به ترتیب فصل‌های ۱-۲-۸، ۲-۲-۸، ۸-۱-۸ و ۵-۲-۸ را ببینید). روش مؤثر جهت کنترل رشد باکتری‌ها و بیوفیلم، معمولاً در برگیرنده‌ی ترکیبی از این اقدامات است. مخصوصاً از روش کلرزنی و ازن زنی در سیستم پیش تصفیه، و پس از آن کلرزدایی برای محافظت از غشاءها استفاده می‌گردد، و یا این که از انتشار اشعه ماوراء بنفش و به دنبال آن عملیات ضد عفونی دوره‌ای، با بهره‌گیری از یک سم غیر اکسید کننده که با غشاءها تماس مستقیم پیدا می‌کند، استفاده می‌شود.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترودیالیز)

۳-۷ مواد آلی (Organics)

مواد آلی جذب سطح ممبرین شده و در نتیجه موجب کاهش شدت نفوذ می‌شوند که این امر می‌تواند در برخی از موارد دائمی باشد. پدیده‌ی جذب در pH کمتر از ۹ و در جایی که ترکیبات آلی دارای بار مثبت باشند، بیشتر اتفاق می‌افتد. مخصوصاً وقتی که مواد آلی به‌صورت معلق وجود داشته باشند، تولید مشکل می‌کنند و می‌توانند لایه‌ی نازکی از مواد آلی بر روی سطح ممبرین تشکیل دهند. رسوبات آلی موجب تشدید رسوب‌گذاری میکروبی می‌شوند، زیرا بسیاری از مواد آلی غذای میکروب‌ها هستند. توصیه می‌شود که غلظت مواد آلی، همچنان که با استفاده از مجموع کربن آلی (TOC) اندازه‌گیری می‌شود، باید کمتر از ۳ ppm باشد تا قابلیت رسوب‌گذاری حداقل گردد. رسوب‌گذاری ناشی از مواد آلی بر روی ممبرین، مقدار بهره‌وری ممبرین را کم می‌کند.

غلظت روغن‌ها (هم پایه هیدروکربنی و هم پایه سیلیکونی) و گریس‌ها باید کمتر از ۰.۱ ppm در آب خوراک RO باشد. این مواد به‌راحتی جذب ممبرین‌های پلی‌آمیدی شده و باعث کاهش توان عملیاتی ممبرین می‌گردند. در هر حال، اگر شدت نفوذ بیش از ۱۵٪ نسبت به زمان راه‌اندازی کاهش پیدا کند، می‌توان آنها را با استفاده از پاک‌کننده‌های قلیایی از روی ممبرین تمیز نمود.

با استفاده از روش انعقاد / زلال‌سازی، تابش اشعه ماورای بنفش، و یا فیلتر کربن فعال می‌توان مقدار مواد آلی را در آب خوراک RO کم کرد (به‌ترتیب فصل‌های ۸-۱-۱، ۸-۱-۸ و ۸-۱-۴ را ببینید). مواد آلی با وزن مولکولی کمتر، مانند اوره، ایزو پروپیل الکل، و استون با استفاده از این روش‌ها به‌آسانی جدا نمی‌شوند. با این حال، اکسید کردن این نوع از مواد آلی با استفاده از پرسولفات فعال‌شده با اشعه ماوراء بنفش، عملی موفقیت‌آمیز می‌باشد. روغن‌ها و گریس‌های موجود در آب خوراک RO را می‌توان با استفاده از روش انعقاد / زلال‌سازی، فیلتر کربن، یا کربن خاص و یا در مورد استفاده‌ی مجدد از فاضلاب، با استفاده از حل کردن و یا وارد کردن هوا، جدا نمود.

۴-۷ رنگ (Color)

رنگ نیز بر روی سطح غشای RO جذب می‌شود. رنگ معمولاً به‌طور طبیعی از مواد هومیک (humic) ساخته می‌شود، این مواد نوعی ماده‌ی آلی هستند که در هنگام تجزیه‌ی مواد همچون برگ درختان تولید می‌گردند. مواد هومیک خود از سه نوع ترکیب آلی مختلف تشکیل می‌شوند. اسید هومیک، که در طی فرآیند اسیدزنی رسوب می‌کند؛ رنگ این ماده آلی قهوه‌ای تیره مایل به سیاه است. اسید فولویک (fulvic)، که در طی فرآیند اسیدزنی رسوب نمی‌کند؛ رنگ این ماده زرد مایل به قهوه‌ای است. در نهایت، هیومین (humic) که در هیچ درجه‌ای از pH حل نمی‌شود و رنگ آن سیاه می‌باشد.

رنگ می‌تواند واقعی یا ظاهری باشد. رنگ ظاهری اساساً رنگی کامل است، از مواد آلی حل‌شده و معلق و دیگر مواد جامد معلق همچون اکسید آهن به‌دست می‌آید. رنگ واقعی با فیلترکردن مواد معلق سنجیده می‌شود، آنچنان که به‌علت وجود مواد آلی حل شده فقط یک رنگ به‌دست آید. رنگ با استفاده از واحدهای بدون بعد APHA (انجمن بهداشت عمومی آمریکا) سنجیده می‌شود.

پدیده‌ی جذب رنگ بر روی غشای RO وقتی مطلوب است که ترکیبات مورد نظر هیدروفوبیک (آب‌گریز) بوده و یا دارای بار مثبت باشند. همان‌طوری که pH بالا (> ۹) به‌همراه مواد آلی دیگر به حداقل شدن پدیده لای‌گرفتگی با رنگ کمک می‌کند، اما باعث نگرانی‌های دیگر، از جمله ایجاد رسوب کربنات کلسیم نیز می‌گردد.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترودیالیز)

APHA رنگ واقعی باید کمتر از ۳ باشد تا لایه‌گرفتنی به دلیل جذب رنگ حداقل گردد. جذب رنگ بر روی سطح غشاء باعث کاهش بهره‌وری ممبرین می‌شود.

رنگ موجود در آب خوراک RO را می‌توان با استفاده از روش انعقاد / زلال‌سازی با استفاده از لخته‌سازهای هیدروکسیدی، اولترافیلتراسیون و نانوفیلتراسیون، جذب توسط کربن فعال، و اشعه ماوراء بنفش کاهش داد (به ترتیب بخش‌های ۸-۱-۱، ۸-۱-۹، ۸-۱-۴ و ۸-۱-۸ را ببینید).

توجه داشته باشید که قرار گرفتن در معرض کلر می‌تواند بر روی تشکیل رنگ تری‌هالومتان‌ها (THMs) تأثیر گذارد، این مواد دارای خواص سرطان‌زایی هستند (برای اطلاعات بیشتر در مورد THMs و کلرزنی بخش ۸-۱-۹ را ببینید). این امر باعث ایجاد نگرانی‌های ویژه‌ای در مورد سیستم‌های RO مربوط به آب آشامیدنی و یا شهری می‌گردد.

۵-۷ فلزات (Metals)

غشاءهای RO به‌سادگی توسط فلزات رسوب‌کننده، از قبیل آهن، منگنز و آلومینیوم دچار لایه‌گرفتنی می‌شوند. آهن و منگنز محلول (و کبالت موجود در برخی از محلول‌های بی‌سولفیت مورد استفاده در عملیات کلر زدایی) نیز یک مشکل برای غشاءهای RO محسوب می‌شوند. این فلزات عمل اکسیداسیون ممبرین‌های RO را سرعت می‌بخشند و در نتیجه باعث خراب شدن ممبرین‌ها می‌شوند. با افت pH و کاهش غلظت اکسیژن، غلظت‌های بیشتری از آهن محلول می‌تواند قابل تحمل گردد. لایه‌گرفتنی فلزی موجب افزایش افت فشار و کاهش بهره‌وری می‌شود. اکسیداسیون غشاء با فلزات محلول منجر به کمتر شدن مقدار دفع نمک و زیاده‌تر شدن بهره‌وری می‌شود.

آهن و منگنز به‌طور طبیعی در آب چاه وجود دارند، اگر چه می‌توان آنها را در آب‌های سطحی نیز با غلظت‌های پایین‌تر یافت (به استثنای آب خارج شده از معادن). معمولاً، آهن و منگنز تا زمانی که در چاه باشند به‌صورت محلول هستند، اما پس از قرار گرفتن در معرض اکسیژن هوا، اکسید شده و تولید رسوب می‌کنند. این اکسیدها بر روی سطح ممبرین جمع شده و موجب لایه‌گرفتنی ممبرین می‌شوند.

با روش سختی‌گیری توسط سدیم و استفاده از فیلترهای آهن می‌توان آهن و منگنز موجود در آب خوراک RO را حذف نمود (به ترتیب بخش‌های ۸-۱-۶ و ۸-۱-۵ را ببینید). در برخی موارد، ممکن است بهره‌برداری با آهن و/یا منگنز محلول در سیستم‌های RO نیز مطلوب در نظر گرفته شود، البته اگر هوا نتواند به سیستم نفوذ کند و از اکسیداسیون فلزات و تبدیل آنها به جامدات معلق جلوگیری گردد.

انتقال و استفاده بیش از حد منعقد‌کننده‌ی آلوم (سولفات آلومینیوم)، موجب ته‌نشینی سریع منعقد‌کننده‌های آلوم به دلیل کنترل ضعیف pH شده، و طبیعتاً در این حالت سیلیکات‌های آلومینیوم مسئول لایه‌گرفتنی ممبرین‌های RO توسط آلومینیوم هستند. در عملیات زلال‌سازی آب‌های سطحی که اولین مرحله از پیش تصفیه است، معمولاً از آلوم استفاده می‌کنند. اگر کدورت آب خام افزایش یابد، باید از آلوم زیادتری استفاده شود. بسیاری از بهره‌برداران به افزودن آلوم، بیشتر از مقداری که توسط رابطه

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترو دیالیز)

استوکيومتری تعیین می‌شود، ادامه می‌دهند. انتقال زیاد زمانی اتفاق می‌افتد که سیستم زلال کننده به درستی مورد بهره‌برداری قرار نگیرد.

آلومینیوم می‌تواند با سیلیس موجود در آب واکنش داده و سیلیکات‌های آلومینیوم را تولید نماید. این واکنش می‌تواند با سیلیس در غلظت‌های کمتر از ۱۰ ppm انجام شود.

حلالیت آلوم در pH ۶.۵ حداقل می‌باشد. اگر سیستم RO با pH بین ۷ تا ۹ کار کند، آلوم در سرتاسر سیستم RO به حالت محلول باقی می‌ماند. در هنگام استفاده از آلوم باید مقدار pH تقریباً بین ۷ تا ۹ باشد، در غیر این صورت باید آلوم را با یک منعقدکننده‌ی دیگر عوض نمود.

۶-۷ سولفید هیدروژن (Hydrogen Sulfide)

سولفید هیدروژن معمولاً در آب چاهی یافت می‌شود که عاری از اکسیژن است. این ترکیب به سادگی اکسید می‌شود و عنصر گوگرد آزاد می‌سازد، که بسیار چسبنده بوده و رسوبی غیر قابل برگشت بر روی غشاءهای RO ایجاد می‌کند. سولفیدهای فلزی نیز می‌توانند تشکیل شده و رسوب کنند. این رسوبات می‌توانند به صورت دوده‌ای سیاه رنگ و یا خمیری خاکستری باشند. لای‌گرفتگی به دلیل وجود عنصر گوگرد یا سولفیدهای فلزی، موجب کاهش شدت نفوذ و یا افزایش عبور نمک می‌شود.

معادلات زیر وابستگی مقدار سولفید هیدروژن در محلول را بر روی pH سیستم نشان می‌دهند:



روش پیشنهادی جهت تصفیه، ایجاد قطب مخالف برای سولفید هیدروژن می‌باشد. برخی از متخصصان توصیه می‌کنند که از هیچ روشی برای تصفیه و حذف این ترکیب نمی‌توان استفاده کرد و تمام تلاش‌ها باید بر روی این مطلب متمرکز شود که آب خوراک RO عاری از اکسیژن یا اکسید کننده‌های دیگر باشد. اگر آب خوراک را بتوان عاری از اکسیژن یا دیگر عوامل اکسید کننده نگهداری کرد، تا از اکسید شدن این ترکیب و تشکیل عنصر گوگرد یا سولفیدهای فلزی جلوگیری شود، در این صورت امکان دارد که انجام عملیات بهره‌برداری با سولفید هیدروژن نیز میسر گردد. وجود هرگونه جریان برگشتی از آب به داخل چاه باعث ایجاد خلأ در سیستم می‌شود که این امر می‌تواند منجر به نفوذ هوا به درون سیستم و اکسید شدن سولفید هیدروژن گردد. بدین منظور پمپ‌هایی شناور با شیرهای یک‌طرفه بر روی مسیر خروجی پمپ قرار داده می‌شوند و یا از روشی برای خروج جریان اولیه از چاه استفاده می‌شود که به وسیله‌ی آن بتوان قابلیت لای‌گرفتگی با گوگرد را حداقل نمود.

برخی دیگر جهت حذف این ترکیب، استفاده از روش تصفیه را پیشنهاد می‌کنند. سولفید هیدروژن می‌تواند با استفاده از فیلترهای آهن (مانند شن سبز منگنز و Filox، بخش ۵-۸ را ببینید) و یا ترکیبی پیچیده از اکسیداسیون، انعقاد و فیلتراسیون، افزودن سولفیت، و کلرزنی مجدد، از آب خوراک RO حذف شده و یا مقدار آن کاهش یابد.

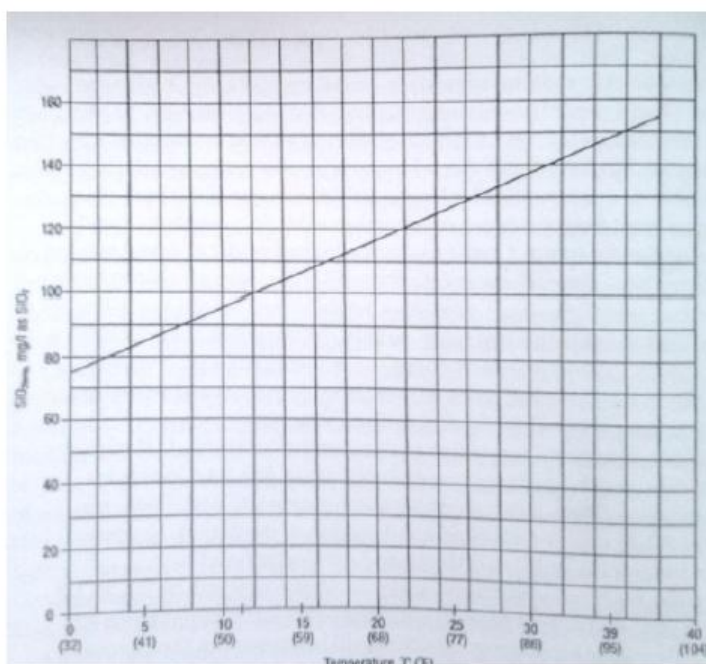
فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترودیالیز)

چون سولفید هیدروژن یک گاز است، نمی‌تواند توسط غشای RO دفع گردد. در سیستم‌هایی که این ترکیب قبل از غشاءهای RO حذف نشده‌اند، سولفید هیدروژن در آب تصفیه شده وجود خواهد داشت. اگر طرف مربوط به آب تصفیه شده از ممبرین در معرض هوا قرار گیرد، مثلاً هنگام خاموش کردن سیستم، این امر می‌تواند رسوبی زرد رنگ در سمت آب تصفیه شده از ممبرین ایجاد نماید. این اتفاق باعث کاهش شدت نفوذ (افزایش فشار عملیاتی) با گذشت زمان می‌شود. برطرف کردن این رسوب به صورت دستی امکان ندارد. با این حال، با توجه به ماهیت خورنده‌ی آب تصفیه شده در RO، بهره‌برداری استاندارد از سیستم RO در نهایت منجر به حذف این رسوب می‌شود، البته اگر از ایجاد لایه‌ی گرفتگی بیشتر توسط گوگرد ممانعت گردد. نگه داشتن pH آب خوراک در کمتر از ۶، همان‌طور که در معادله ۷-۱ نشان داده شده است، می‌تواند کمک کند که عنصر گوگرد و سولفید فلزی در دو طرف غشاء تشکیل نشوند.

۷-۷ سیلیس (Silica)

سیلیس، به شکل سیلیکات‌های نامحلول و یا به شکل سیلیس محلول یا "واکنش پذیر"، می‌تواند موجب بروز مشکلاتی برای سیستم RO شود. سیلیکات‌های نامحلول زمانی تشکیل می‌شوند که سیلیس رسوب کند. هنگامی که آهن و آلومینیوم وجود داشته باشند، سیلیکات‌های این فلزات می‌توانند به سرعت تشکیل شوند و سیلیس در غلظت کم به حالت اشباع می‌رسد. اشباع شدن سیلیس محلول، تابعی از دما و pH است. سیلیس در دمای بالاتر و در pH زیر ۷.۰ و بالای ۷.۸ محلول است (شکل ۷-۱ و ۷-۲ را ببینید). بازدهی بالای اسمز معکوس (HERO™ علامت تجاری debasish Mukhopadhyay است) مبتنی بر این واقعیت‌ها می‌باشد؛ بازیابی زیاد محلول‌های سیلیسی با غلظت زیاد در PH بالا امکان پذیر است (فصل ۴-۱۶ را ببینید).

شکل ۷-۱: حالات سیلیس به عنوان تابعی از درجه حرارت



فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترو دیالیز)

در اغلب موارد سیلیس محلول به دلیل داشتن قابلیت رسوب گذاری و نیز سختی عملیات برطرف سازی رسوب سیلیس از روی ممبرین ها، مقدار بازیابی سیستم RO را محدود می کند. موادی که از رسوب کردن سیلیس جلوگیری می کنند و می توانند با غلظت تقریبی ۲۰۰ ppm مورد استفاده قرار گیرند (برحسب شرایط و تولیدکننده ضد رسوب) نیز موجود می باشند.

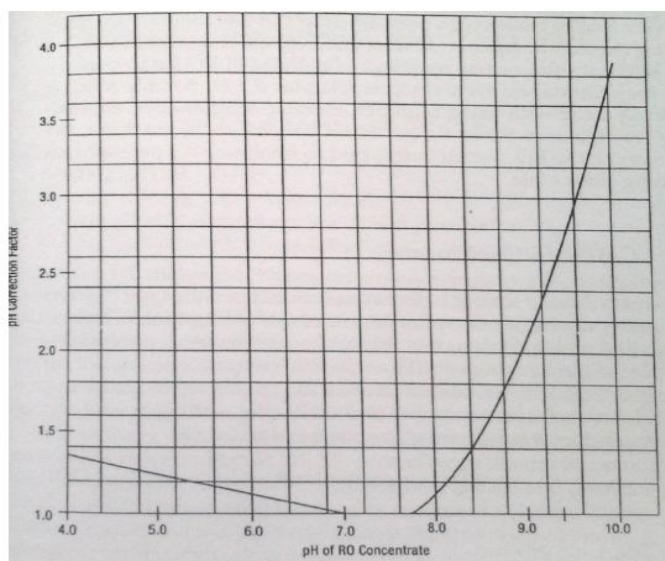
لایه گرفتگی سیلیسی باعث ایجاد افت فشار زیاد و بهره وری پایین می شود. رسوب گرفتگی سیلیسی باعث دفع کم سیلیس و شاید دیگر یون ها نیز بشود.

سیلیس کلونیدی می تواند با استفاده از عملیات انعقاد/زال سازی، از آب خوراک RO جدا شده و یا کاهش یابد (فصل ۸-۱-۱) را ببینید). حلالیت سیلیس معمولاً به pH بالا، زیاد کردن درجه حرارت و مواد ضد رسوب (فصل ۸-۲-۳) را ببینید) و یا به فرآیند HERO™ بستگی دارد. گاهی اوقات، مقدار بازیابی سیستم RO با به حداقل رساندن قابلیت تشکیل رسوب سیلیس تنظیم می گردد.

۸-۷ کربنات کلسیم (Calcium Carbonate)

شاید پدیده رسوب گرفتگی با کربنات کلسیم، احتمالاً به استثنای لایه گرفتگی میکروبی، رایج ترین مشکلی باشد که غشاهای RO تجربه می کنند. خوشبختانه، این رسوب تقریباً به راحتی مشخص و برطرف می گردد. اساساً، اگر حاصل ضرب یونی (IP) کربنات

شکل ۷-۲: حلالیت سیلیس به عنوان تابعی از pH. برای تعیین حلالیت سیلیس در pH معلوم، حلالیت را به عنوان تابعی از دما در ضریب تصحیح pH، در pH داده شده ی محلول غلیظ ضرب کنید.



فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

کلسیم در جریان دفع شده از RO بزرگتر از ثابت انحلال (K_{sp}) در شرایط جریان دفع شده باشد، رسوب کربنات کلسیم تشکیل می‌شود. اگر $IP < K_{sp}$ باشد، بعید به نظر می‌رسد که رسوب گرفتگی رخ دهد.

حاصل ضرب یونی در هر درجه‌ای از اشباع این چنین تعریف می‌شود :

$$IP = [cation]^a [anion]^b \quad (7-3)$$

که:

IP = حاصل ضرب یونی

$[cation]$ = غلظت کاتیون

$[anion]$ = غلظت آنیون

زیر نویس ها :

a = مقدار کاتیون در نمک

b = مقدار آنیون در نمک

حاصل ضرب انحلال در حالت اشباع این چنین تعریف می‌شود:

$$K_{sp} = [cation]^a [anion]^b \quad (7-4)$$

که:

K_{sp} = حاصل ضرب انحلال

شاخص اشباع Langelier (LSI) برای تعیین قابلیت رسوب گذاری کربنات کلسیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. (توجه داشته باشید که LSI تا TDS تقریبی 4000 ppm استفاده می‌شود، در غلظت‌های بالاتر، از شاخص اشباع Stiff-Davis استفاده می‌کنند.) LSI را با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌کنند (توجه داشته باشید که برای محاسبه‌ی LSI از غلظت محلول آب نمک استفاده می‌شود، زیرا غلظت املاح دارای بیشترین مقدار است):

$$LSI = pH - pH_a \quad (7-5)$$

که:

$$pH_a = (9.30 + A + B) - (C + D) \quad (7-6)$$

که:

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترودیالیز)

$$A = (\log_{10}[\text{TDS}] - 1) / 10$$

$$B = -13.23 \times \log_{10}(^{\circ}\text{C} + 273) + 34.55$$

$$C = \log_{10}[\text{Ca}^{2+}] - 0.4$$

که $[\text{Ca}^{2+}]$ بر حسب CaCO_3 ppm است.

$$D = \log_{10}[\text{قلیائیت}]$$

که [قلیائیت] بر حسب CaCO_3 ppm است.

مثبت بودن LSI بدان معنی است که باید رسوب گذاری مورد توجه قرار گیرد؛ منفی بودن LSI بدان معنی است که باید خوردگی مورد توجه قرار گیرد. نگه داشتن LSI نزدیک عدد صفر (یا زیر صفر) در محلول غلیظ RO مطلوب است، زیرا در این حالت رسوب گذاری با کربنات کلسیم حداقل می شود. این امر معمولاً با وارد کردن اسید جهت کاهش pH یا وارد کردن یک ضد رسوب انجام می گردد (بخش ۳-۲-۸ را ببینید). در صورت استفاده از اسید سولفوریک باید مراقب بود که مقدار pH تنظیم باشد، زیرا امکان دارد که ایجاد رسوب های سولفات مانند سولفات کلسیم، سولفات باریوم، سولفات استرانسیم سرعت پیدا کند.

در روش دیگر، برای کنترل رسوب گذاری کربنات کلسیم در مقادیر LSI بین ۲ تا ۲.۵ از مواد ضد رسوب، بر حسب نوع ضد رسوب، می توان استفاده نمود. کلسیم با فلوراید، سولفات و فسفات نیز رسوب ایجاد می کند. استفاده از LSI نمی تواند در مورد پیش بینی ایجاد این رسوب ها کمکی کند؛ برای تعیین قابلیت رسوب گرفتگی با فلوراید کلسیم یا فسفات کلسیم باید از آنالیز کیفی آب، به همراه ثابت های حاصل ضرب یونی و حلالیت، استفاده نمود. ضد رسوب های موجود می توانند بر روی رسوب فلورید کلسیم و سولفات کلسیم مؤثر باشند؛ اما بر روی رسوب فسفات کلسیم تأثیر ندارند (گرچه در آینده ای نزدیک ضد رسوب های جدیدتر قادر خواهند بود که بر روی این رسوب نیز مؤثر واقع شوند).

ممبرین های رسوب گرفته دارای بهره وری پایین تر و دفع نمک کمتری هستند. این دفع نمک کمتر تابعی از پدیده قطبش غلظتی است (فصل ۴-۳ را ببینید). هنگامی که ممبرین ها دچار رسوب گرفتگی می شوند، غلظت املاح بر روی سطح ممبرین بیشتر از توده ی محلول می شود. تا وقتی که ممبرین "می بیند" می تواند عملیات دفع را انجام دهد، حتی اگر مقدار مطلق یا واقعی دفع ثابت بماند باز هم مقدار عبور نمک ها افزایش پیدا خواهد کرد.

با استفاده از سختی گیرهای سدیمی می توان کلسیم را از آب خوراک RO جدا کرد، و یا با استفاده از سختی گیر آهکی مقدار آن را کم نمود (به ترتیب بخش های ۶-۱-۸ و ۳-۸ را ببینید). کاهش مقدار LSI با استفاده از اسید، برای برطرف کردن رسوب کلسیم بدون حذف کلسیم یا کاهش غلظت آن، انجام می گردد. از ضد رسوب ها نیز برای رفع این موضوع بدون کاهش مقدار کلسیم موجود (بخش ۳-۲-۸ را ببینید) استفاده می شود.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون
(نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

۷-۹ فلزاتی با مقدار کم - باریوم و استرانسیوم

(Trace Metals – Barium and Strontium)

باریم و استرانسیوم تولید رسوبات سولفاتی می‌کنند که به آسانی حل نمی‌شوند. در واقع، در تمامی سولفات‌های قلیایی خاکی، باریوم دارای کمترین مقدار حلالیت است. این امر می‌تواند به عنوان یک کاتالیزور در امر رسوب گذاری سولفات‌های استرانسیوم و کلسیم عمل نماید. تجزیه و تحلیل ثابت حاصل ضرب یونی با ثابت حلالیت سولفات‌های باریم و استرانسیوم برای تعیین قابلیت رسوب‌گرفتنی با این ذرات ضروری می‌باشد. اگر حاصل ضرب یونی (IP) برای سولفات باریم بیشتر از ثابت حلالیت باشد، رسوب تشکیل می‌شود. توجه داشته باشید که در مورد سولفات استرانسیوم، اگر $IP > 0.8K_{sp}$ باشد، به احتمال زیاد رسوب ایجاد می‌شود. با این حال، دوره‌ی انگیزش (مدت زمان لازم برای تشکیل رسوب) برای این رسوبات سولفاتی بیشتر از رسوب کربنات کلسیم است. با استفاده از سختی‌گیری سدیمی می‌توان باریم و استرانسیوم موجود در آب خوراک RO را کاهش داد (بخش ۶-۱-۸ را ببینید). برای کنترل یا مهار رسوب‌گذاری بدون کاهش غلظت هر دو ذره، می‌توان از ضد رسوب استفاده نمود (بخش ۳-۲-۸ را ببینید).

۷-۱۰ کلر (Chlorine)

ممبرین‌های کامپوزیت پلی‌آمید نسبت به کلر آزاد بسیار حساس هستند (یادآوری از فصل ۱-۲-۴ که ممبرین‌های استات سلولزی می‌توانند تا ۱ ppm کلر آزاد را به‌طور مداوم تحمل کنند). تخریب ممبرین کامپوزیت پلی‌آمید تقریباً بلافاصله پس از قرار گرفتن در معرض کلر رخ می‌دهد و می‌تواند به کاهش قابل توجهی در مقدار دفع، پس از ۲۰۰ و ۱۰۰۰ ppm-hr قرار گرفتن در معرض کلر آزاد، منجر گردد (به عبارت دیگر بعد از ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ ساعت قرار گرفتن در معرض ۱ ppm کلر آزاد). نرخ تخریب به دو عامل مهم بستگی دارد: ۱) pH بالاتر از حالت خنثی، یا در pH پایین، عمل تخریب سریع‌تر انجام می‌شود، و ۲) حضور فلزات واسطه مانند آهن، عمل اکسیداسیون ممبرین را سرعت می‌بخشد.

مکانیسم تخریب، از بین رفتن اتصال عرضی پلیمر می‌باشد. این امر موجب حل شدن پلیمر ممبرین می‌شود، مانند زمانی که یک جوراب نایلونی در معرض سفید کننده کلردار قرار می‌گیرد. این آسیب غیر قابل برگشت است و تا زمانی که ممبرین در معرض اکسید کننده قرار داشته باشد ادامه می‌یابد.

کلرآمین‌ها نیز خطری برای ممبرین‌های کامپوزیت پلی‌آمید محسوب می‌شوند (بخش ۱-۲-۸ را ببینید). کلرآمین‌ها همواره به‌صورت واقعی در تعادل با کلر آزاد هستند. اگر چه تحمل ممبرین FilmTec FT30 در برابر کلرآمین‌ها ۳۰۰۰۰ ppm-hr است، شرکت FilmTec باز هم توصیه می‌کند که کلرآمین‌های موجود در آب ورودی قبل از رسیدن به ممبرین کلرزدایی گردند. در اغلب موارد، برای این که کلر به کلرآمین تبدیل شود، آمونیاک اضافه می‌کنند. این کار را تا زمانی که کلر آزاد وجود داشته باشد، ادامه می‌دهند. به نظر می‌رسد که موفقیت‌آمیزترین کاربرد کلرآمین در سیستم‌های فاضلاب حاوی آمونیاک است، جایی که برای تولید کلرآمین‌ها، کلر افزوده می‌گردد.

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترو دیالیز)

یکی دیگر از موارد قابل توجه در مورد کلرآمین‌ها، نیاز به کنترل صحیح pH است. اگر pH به ۹ برسد، گاز آمونیاک حل شده تبدیل به $\text{NH}_3(\text{g})$ می‌شود، که حداقل برخی از ممبرین‌های کامپوزیت پلی آمید را متورم می‌کند. این تورم می‌تواند به اندازه‌ای باشد که منجر به کاهش مقدار دفع نمک از ۹۸٪ به تقریباً ۸۵٪ شود. کاهش pH و برگشتن به محدوده ۷، گاز آمونیاک را به یون آمونیم تبدیل می‌کند، ماده‌ای که ممبرین را متورم نمی‌کند و مقدار دفع را به مقدار اسمی برمی‌گرداند.

در هنگام استفاده از ممبرین‌های کامپوزیت پلی آمید، به کار بردن دی اکسید کلر توصیه نمی‌شود. دلیل این امر کلر آزادی است که همیشه با دی اکسید کلر وجود دارد زیرا دی اکسید کلر در محل واکنش کلر و کلرات سدیم تولید می‌شود (بخش ۱-۲-۸ را ببینید).

در ابتدا، ممبرین‌های کامپوزیت پلی آمید، که در اثر حمله کلر صدمه دیده‌اند، دچار کاهش شدت نفوذ می‌شوند. پس از این کاهش در شدت نفوذ، مقدار شدت نفوذ و مقدار عبور نمک افزایش می‌یابند.

کلر را می‌توان با استفاده از بی‌سولفیت سدیم و یا فیلتر کربنی، از آب خوراک RO حذف نمود (به ترتیب بخش‌های ۴-۲-۸ و ۴-۲-۸ را ببینید). همان‌طور که در بخش ۴-۱-۸ توضیح داده می‌شود، کربن موجود در فیلتر کربنی می‌تواند به رشد میکروب‌ها کمک کند بنابراین معمولاً استفاده از فیلتر کربن برای کلرزدایی از آب خوراک RO توصیه نمی‌شود، مگر این‌که غلظت مواد آلی به‌حدی زیاد باشد که مجوزی برای استفاده از آن محسوب گردد، و یا این‌که تزریق سدیم بی‌سولفیت برای کنترل دقیق، بسیار کم باشد.

۷-۱۱ کلسیم (Calcium)

علاوه بر کربنات کلسیم، سه ترکیب کلسیم‌دار دیگر نیز وجود دارد که بر روی ممبرین‌های RO رسوب می‌کند. این ترکیبات عبارتند از سولفات، فسفات و فلوراید کلسیم. اگرچه برای این ترکیبات در آب خوراک هیچ دستورالعمل خاصی وجود ندارد، اما بررسی در این مورد ارزشمند می‌باشد.

- سولفات کلسیم، یک نمک با قابلیت انحلال بسیار کم است. همانند سولفات باریم و استرانسیم، وقتی که حاصل‌ضرب یونی از ۸۰٪ ثابت انحلال‌پذیری بیشتر شود، قابلیت رسوب‌گرفتنی با سولفات کلسیم نیز زیاد می‌شود. ضدرسوب‌ها و یا سختی‌گیرهای سدیمی برای حذف کلسیم می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند تا رسوب‌گذاری با سولفات کلسیم کنترل گردد.
- فسفات کلسیم با زیاد شدن در تصفیه فاضلاب شهری برای استفاده مجدد، به یک مشکل عمومی تبدیل شده است. آب‌های سطحی نیز می‌توانند حاوی فسفات باشند. ترکیبات فسفات کلسیم می‌توانند شامل هیدروکسیل، کلرید، فلوراید، آلومینیوم، و / یا آهن باشند. همان‌طور که در جدول ۲-۷ نشان داده شده است، چند ترکیب از فسفات کلسیم دارای حالیت کمی هستند. حالیت کربنات کلسیم و سولفات باریم نیز با هم مقایسه شده‌اند. قابلیت رسوب‌گرفتنی ممبرین‌های RO با ترکیبات فسفات کلسیم که در جدول ۲-۷ آورده شده‌اند، زیاد است و زمانی اتفاق می‌افتد که حاصل‌ضرب یونی بیشتر از ثابت انحلال‌پذیری باشد. این امر می‌تواند در غلظت‌های کم ارتو فسفات، در حد ۰.۵ ppm،

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون
(نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترو دیالیز)

رخ دهد. سختی گیری سدیمی یا ضد رسوب ها به همراه pH پایین، به کنترل رسوب گذاری مبتنی بر فسفات کمک می کند.

جدول ۲-۷: حلالیت ترکیبات فسفات کلسیم

ترکیب	فرمول	pK _{sp}
فسفات کلسیم (Calcium phosphate)	Ca ₃ (PO ₄) ₂	28.9
بروشیت (Brushite)	CaHPO ₄ .2H ₂ O	6.68
فسفات اکتا کلسیم (Octacalcium Phosphate)	Ca ₈ H(PO ₄) ₃ .3H ₂ O	49.6
هیدروکسی اپاتیت (Hydroxyapatite)	Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	57.74
فلوئورو اپاتیت (Fluoroapatite)	Ca ₅ (PO ₄) ₃ F	60
کربنات کلسیم (Calcium Carbonate)	CaCO ₃	8.42
سولفات باریوم (Barium Sulfate)	BaSO ₄	9.97

- رسوب فلورید کلسیم زمانی تشکیل می شود که غلظت فلوراید کم و در حد ۰.۱ ppm باشد، البته اگر غلظت کلسیم زیاد باشد. رسوب گرفتگی زمانی رخ می دهد که حاصل ضرب یونی بیشتر از ثابت انحلال پذیری باشد. ضد رسوب ها یا سختی گیرهای سدیمی برای کنترل رسوب فلورید کلسیم می توانند مورد استفاده قرار گیرند.

ثابت شده که وجود کلسیم بر روی رسوب گذاری مواد آلی طبیعی (NOM) مؤثر است. کار انجام شده توسط Schafer و همکاران ثابت کرد که NOM به صورت مواد هومیک ترجیحاً بر روی ممبرین های هیدروفیلی (hydrophilic)، مانند ممبرین های با پایه پلی آمید، رسوب می کنند. وجود کلسیم منجر به کاهش شدت نفوذ بالا، به علت رسوب کردن اسیدهای هومیک اولیه می شود (به دلیل وزن مولکولی نسبتاً کم و در نتیجه نفوذ کمتر ممبرین، در لایه مرزی قطبش غلظتی). با زیاده تر شدن غلظت کلسیم، کاهش شدت نفوذ نیز سریع تر انجام می گردد. کلسیم به گروه های NOM با عملکرد اسیدی متصل شده و در نتیجه لایه رسوبی فشرده ای را بر روی سطح ممبرین ایجاد می کند. حضور کلسیم به ایجاد پل بین مولکول های NOM رسوبی کمک کرده و در نتیجه فشردگی لایه رسوبی بیشتر می شود. ثابت شده است که بهره برداری با شدت نفوذ کم، فشار کم غشاء تراوا، و برش بالا موجب کاهش رسوب گذاری NOM بر روی سطوح ممبرین و در نتیجه لایه گرفتگی ممبرین می شود.

همان طور که قبلاً توضیح داده شد، کلسیم می تواند با استفاده از سختی گیری سدیمی یا سختی گیری آهکی از آب خوراک RO، حذف شده یا کاهش یابد (به ترتیب، بخش های ۶-۱ و ۳-۸ را ببینید).

فرایندهای تصفیه آب حرارتی، هیبریدی، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانوفیلتراسیون، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس، الترودیالیز)

۷-۱۲ قرار گرفتن در معرض مواد شیمیایی دیگر (Exposure to Other Chemicals)

قرار گرفتن یک ممبرین کامپوزیتی با لایه نازک (thin-film composite) در معرض انواع ترکیبات آلی می‌تواند باعث تورم یا حل شدن لایه محافظ پلی سولفونی با منافذ میکرونی گردد. مواد شیمیایی مشکوک عبارتند از:

- حلال‌ها: دی متیل فرم‌آمید (dimethyl formamide)، دی متیل آکدیمید (dimethyl acdimide)، N-متیل پیرولیدین (n-methyl pyrrolidone)، دی متیل سولفوکسید (dimethyl sulfoxide)، و غیره
- ترکیبات آروماتیک: بنزن (benzene)، تولوئن (toluene)، زایلن (xylene)، فنول (phenol)، سوخت دیزل (diesel fuel)، بنزین (gasoline)
- مواد دیگر: کتون‌ها (ketones)، آلدئیدها (aldehydes)، استرها (esters)، اترهای قوی (strong ethers)

توجه داشته باشید که فقط حلال‌هایی با مولکول‌های کوچک مانند الکل‌ها (ایزوپروپانول و کوچک‌تر) قابل قبول هستند.

نتیجه گیری :

روش های حرارتی ، غشایی و هیبریدی سه روش متداول شیرین سازی آب در دنیا هستند. با توجه به وجود نیروگاه های متعدد برق و سواحل طولانی در مناطق جنوبی کشور و مزایای روش هیبریدی ، گزینه ی بهینه برای تولید آب شیرین در این مناطق استفاده از روش های هیبریدی است .

کشور ما طبق دسته بندی اقلیمی جزو مناطق خشک حساب می شود و مقدار بارندگی کمی دارد. نبود مدیریت و برنامه ریزی صحیح ، موجب شده است کشور در سال های اخیر با پیامدهای ناشی از کمبود آب مثل خشک شدن دریاچه ها و صدمه به کشاورزی مواجه شود. با اقداماتی مثل کاهش تلفات انتقال و صرفه جویی در مصرف آب ، می توان تا حد مناسبی مصرف را کاهش داد. یکی از اقدامات مؤثر ، نمک زدایی یا شیرین سازی آب است. در فرآیند نمک زدایی از طریق جدا کردن نمک های محلول موجود در آب شور یا لب شور ، آب قابل مصرف تولید می شود. اگرچه از فناوری های نمک زدایی می توان برای مصارف مختلف استفاده کرد ، اما امروزه از آن بیشتر برای تولید آب آشامیدنی برای مصارف شهری و خانگی استفاده می شود. همچنین از پساب شیرین شده با فناوری های نمک زدایی ، می توان در کشاورزی و صنعت بهره برد.

برای نمک زدایی ، فناوری های مختلفی به کار می رود. روش های متداول ، به دو دسته ی کلی فرایندهای حرارتی و فرایندهای غشایی تقسیم می شوند. از ترکیب این دو دسته ، روشی جدید به نام هیبریدی ، به وجود می آید.

که فرآیند نمک زدایی از آب شور به طور طبیعی هم در چرخه ی آب اتفاق می افتد. هنگامی که آب های سطح اقیانوس تبخیر می شوند ، این بخارها عاری از نمک هستند. همچنین هنگامی که آب دریاها یخ می زند ، یخ ها بدون نمک هستند. البته مقادیر ناچیزی نمک در یخ ها حبس می شوند اما روی هم رفته این مقدار در برابر نمک موجود در آب بسیار کمتر است. درختان حرا نیز به کاهش مقادیر نمک در آب کمک می کنند. ریشه ی این درختان نمک موجود در آب را جذب می کنند. برخی پرندگان مانند پلیکان و پرستو غده ای بر روی منقارشان دارند که اجازه می دهد آب را ابتدا تصویه کنند و سپس بنوشند درختان بید و

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

نی نیز به عنوان نمک زداهای طبیعی معروف هستند. از این گیاهان برای ساخت دریاچه‌های مصنوعی نمک زدا استفاده می‌شود

کشور عزیز ما ایران در اقلیم خشک و نیمه خشک قرار گرفته و این امر ما را با مشکل جدی کم آبی و بی آبی در بسیاری از مناطق کشور مواجه نموده ولی پیشینیان با درایت ما که سرآمد علوم و نوآوری در طول تاریخ پر فراز گذشته بوده اند با نبوغ و ابتکارات بی نظیر مانند احداث قنات و انتقال آب و استفاده از منابع آب زیرزمینی در اکثر نقاط کشور - ایجاد پیچده ترین روش تصفیه و شیرین سازی آب در بندر سیراف بوشهر در 3000 سال پیش که همچنان ما رادر مواقع کم آبی یاری می نماید - احداث آب انبارها ذخیره آب در مناطق کویری مانند سیستان و هرمزگان - احداث آب بندها و... که پس از هزاران سال هنوز باعث شگفتی و حیرت جهانیان است بر این مشکل فائق آمده و ان را مدیریت نمودند که همگی نبوغ و فراست نیکان ما را برای همزیستی و حداکثر استفاده از ابزار و امکانات موجود برای زندگی بهتر در این شرایط اقلیمی را می‌رساند هر چند در کنار این سرزمین نیمه خشک خداوند ما را بر دریایی از انرژی نفت و گاز قرار داده بنوعی که دومین کشور دارای منابع عظیم نفت خام و گاز طبیعی در جهان می باشیم

اکنون نوبت ماست که با فراخور زمان و استفاده از ابزار نوین با وجود انرژی فراوان بایه‌مندی از حداکثر راندمان استحصال این انرژیها بهره برده و بر مشکل بی آبی غلبه کنیم چرا که در کشور ما دو مزیت خدادادی در کنار هم قرار گرفته بگونه ای که در مناطق ساحلی کشور منابع عظیم انرژی و دریای بیکران آب شور مزیتی کم نظیر و استثنایی را برای ما ایجاد نموده در این مناطق میتوان با استفاده از بازیابی انرژی مازاد حرارتی از نیروگاهها و سوخت مازاد مخازن گاز و نفت استحصالی که بلا استفاده می سوزد از طریق کوپلینگ با آب شیرین کن هایی مانند تقطیر ناگهانی چند مرحله ای (MSF) ، تقطیر چند مرحله ای (ME) ، تراکم بخار (VC) و ... میلیونها متر مکعب آب را شیرین سازی و استفاده نمود که علاوه بر مرتفع نمودن نیازی سواحل خلیج همیشه فارس مازاد انرا به نقاط همجوار ارسال نمود

کاری که کشورهای همسایه ما با تکنولوژی غربی از بهره می برند . این امر علاوه بر تامین آب در این مناطق از هدر رفت میلیاردها تومان سرمایه ملی جلوگیری خواهد نمود چرا که در این روش از انرژی بلا استفاده که به هدر میرود مجددا استفاده خواهیم نمود و مهمتر اینکه از هزینه کرد میلیاردها تومان جهت انتقال آب به مناطق کم آب ساحلی جلوگیری مینماییم در این روش که به راندمان ترکیبی مشهور است با استفاده از گرمای اضافی آزاد شده از نیروگاههای تولید برق یا سایر منابع جهت انجام شیرین سازی آب عمل خواهیم نمود اکثرا در طرح های نمک زدایی از انرژی سوخت فسیلی یا هسته ای استفاده می کنند. بیشتر کارخانه ها نمک زدایی جهان در خاورمیانه یا آفریقای شمالی قرار دارند. در این کشورها به دلیل وجود منابع

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون (نانو فیلتراسیون ، میکرو فیلتراسیون ، اولترافیلتراسیون ، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

عظیم انرژی ، ساخت واحدهای دو منظوره می توانند در تولید آب ارزان تاثیرگذار باشند به گونه‌ای که کشورهای بیابانی خاور میانه با این تکنولوژی تقریباً مشکل بی‌آبی خود را مدیریت و بر آن غالب گردیده اند متأسفانه ما از این قافله عقب مانده ایم و بجای استفاده از امکانات موجود در هر منطقه و جلوگیری از پرت سرمایه ملی بسمت طرحهای پرهزینه انتقال آب که در آینده مشکلات بیشمار اقتصادی و زیست محیطی را بدنبال خواهد داشت می‌رویم

منابع

- ۱ - دکتر داورخواه ربانی دکتر محمد باقر میران زاده ، بررسی کیفیت شیمیایی آب ورودی و خروجی دستگاه های آب شیرین کن ، شهر کاشان سال 86-87
- ۲ - اصول کیفیت تصفیه آب و فاضلاب دکتر محمد شریعت پناهی انتشارات دانشگاه تهران چاپ چهارم.
- ۳ - اصول تصفیه آب دکتر محمد چالکش امیری چاپ اول بهار 76 ص 300 .
- ۴ - آب و سلامتی انسان مهندس مرتضی حسینیان چاپ اول ص 113 .
- ۵ - عودی ، قاسم . کیفیت آب آشامیدنی . چاپ اول . انتشارات محقق 1373 .
- ۶ - نبی زاده نودهی ، رامین . فائزی رازی ، دادمهر . رهنمودهای کیفیت آب آشامیدنی . سازمان بهداشت جهانی . چاپ اول . تهران . انتشارات نص 1375 .
- ۷ - ایماندل ، کرامت اله و همکاران ، ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی . کتابچه استاندارد . شماره . 1052 مؤسسه استاندارد و تحقیقات
- ۸ - محوی ، امیرحسین . جنبه های بهداشتی و زیباشناختی کیفیت آب ، چاپ اول . انتشارات با لگستر 1375 .
- ۹ - صفری ، غلامحسین . واعظی ، فروغ . بررسی منابع کیفیت آب شرب شهرستان میانه . ششمین همایش کشوری بهداشت محیط . ساری 1382 .
- ۱۰ - قنادی مجید - فرهادپور ژاله . بررسی کیفیت آب استحصال شده از آب شیرین کن های مستقر در شهرها و روستاهای ایران . اولین همایش سازگاری با کم آبی - تهران 1386

11- Joseph A. Salvato. Environmental Engineering and Sanitation . 4th ed . John Wiley and sons Newyork . 1992

12- Fred Bergsrud. Bruce seelig. Treatment Systems for Household water supply. Available on: WWW. ag. ndsv.edu/pubs/h20qual/ Watsy /ae104.JW.2008/11/20

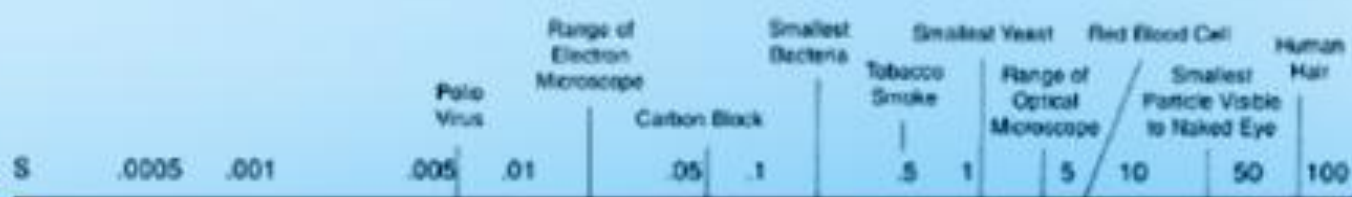
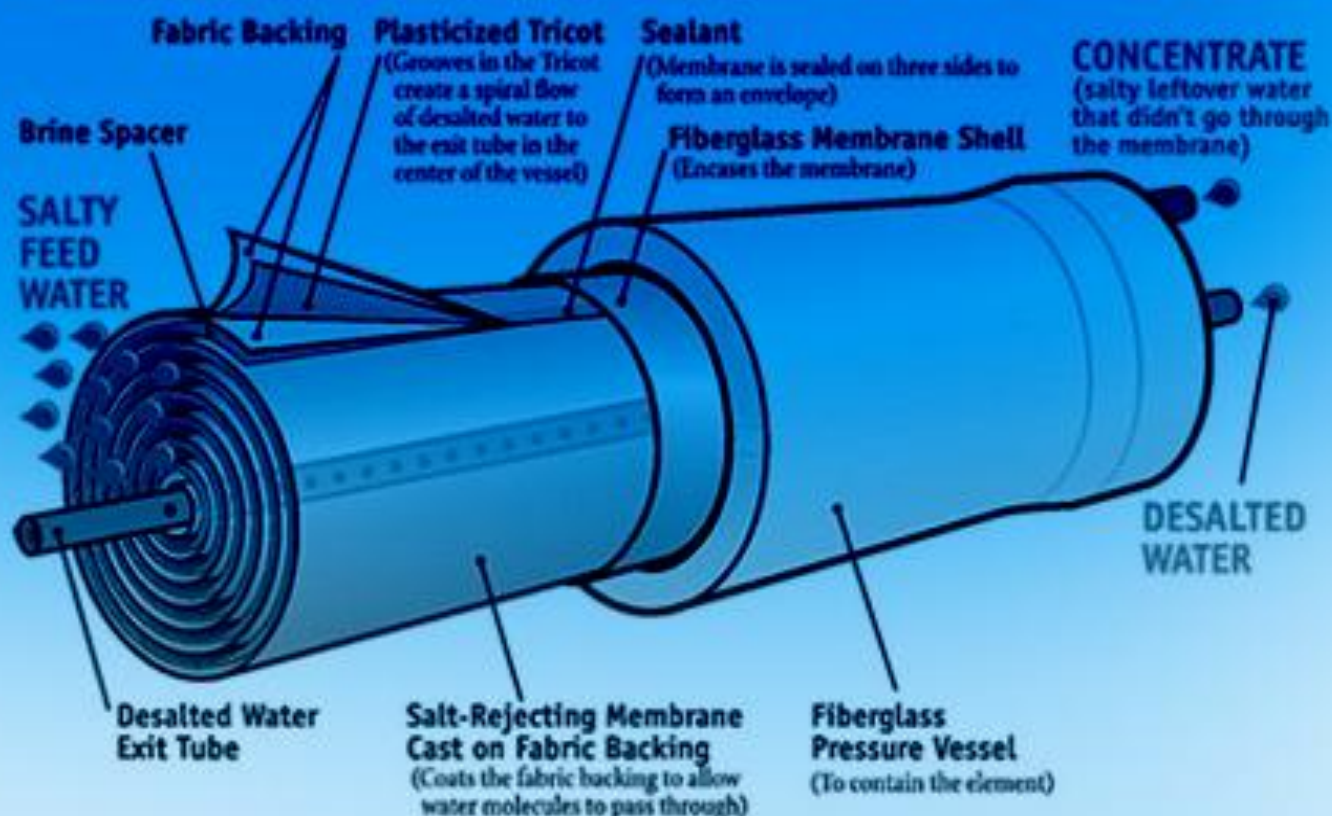
13- MC Ghee .T.J. Water Supply and Sewerage.6th. ed. MC Graw –Hill. New York 1991

- 14- WHO. Guidelines for Drinking Water Quality .Vol . 2. Geneva . 1996.
- 15-Kleiner S.M.(2000)"water an essential but overlooked nutrient "journal of the American Dietetic Association 99(2)200-206
- 16-Thermoeconomic analysis with reliability consideration of a combined power and multi stage flash desalination plant. Seyed Reza Hosseini, Majid Amidpour, Ali Behbahania
- 17 -Experimental study of a multiple-effect humidification solar desalination technique. Mahmoud Ben Amara, Imed Houcine*, Amenallah Guizani, Mohammed Mfialej
- 18 -Performance of MSF desalination plant components over fifteen years at Madinat Yanbu ASinaiyah. Akili D. Khawaj , Jong-Mihn Wie
- 19 -MSF nuclear desalination. Ron S. Falbsh , Hisham Ettouney *International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria*
- 20 -Advances in seawater desalination technologies. Akili D. Khawaji, Ibrahim K. Kutubkhanah, Jong-Mihn Wie
- 21 -Teaching water desalination through active learning Muftah H. El-Naas
- 22 -Thermoeconomic analysis with reliability consideration of a combined power and multi stage flash desalination plant. Seyed Reza Hosseini, Majid Amidpour, Ali Behbahania
- 23 -Boron removal by reverse osmosis membranes in seawater desalination applications Kha L. Tua, Long D. Nghiema,, Allan R. Chivas
- 24 -Seawater Desalination by electrodialysis. Part II: a novel approach to combat scaling in Seawater Desalination by electrodialysis. S.K. Thampy, P.K. Narayanan, W.P. Harkare, K.P. Govinda
- 25- Operation and reliability of very high-recovery seawater desalination technologies by brine conversion two stage
- 26- Ro desalination system. Masaru Kurihara, Hiroyuki Yamamura , Takayuki Nakanishi , Synichirou Jinno Bae T H, Tak M T, 2005. Interpretation of fouling characteristics of ultrafiltration membranes during the filtration of membrane bioreactor mixed liquor. Journal of Membrane Science, 264(1-2): 151-160.
- 27- Bouhabila E H, Ben A " m R, Buisson H, 1998. Microfiltration of activated sludge using submerged membrane with air bubbling (application to wastewater treatment). In: Proceedings of Conference of Membrane in Drinking and Industrial Water Production, Amsterdam, 1998.

- 28- Bouhabila E H, Ben A " m R, Buisson H, 2001. Fouling characterisation in membrane bioreactors. *Separation and Puri.cation Technology*, 22: 123-132.
- 29- Cote P, Buisson H, Praderie M, 1998. Immersed membranes activatedsludge process applied to the treatment of municipal wastewater. *Water Science and Technology*, 38(4-5): 437-442.
- 30- Davies W J, Le M S, Heath C R, 1998. Intensi.ed activated sludge process with submerged membrane micro.ltration. *Water Science and Technology*, 38(4-5): 421-428.
- 31- Defrance L, Ja.rin M Y, Gupta B, Paullier P, Geaugey V, 2000. Contributions of various constituents of activated sludge to membrane bioreactor fouling. *Bioresource Technology*, 73: 105-112.
- 32- Fiksdal L, Leiknes T, 2006. The e.ect of coagulation with MF/UF membrane .ltration for the removal of virus in drinking water. *Journal of Membrane Science*, 279: 364-371.
- 33- Gunder B, Krauth K, 1998. Replacement of secondary clari.cation by membrane separation - results with plate and hollow .ber modules. *Water Science and Technology*, 38(4-5): 383- 393.
- 34- Ivanovic I, Leiknes T, degaard H, 2008. Fouling control by reduction of submicron particles in a BF-MBR with an integrated .oculation zone in the membrane reactor. *Separation Science and Technology*, 43: 1871-1883.
- 35- Judd Simon, 2006, *The MBR Book-Principles and Applications of Membrane Bioreactors in Water and Wastewater Treatment*. Oxford, UK: Elsevier Ltd. Meyn T, Leiknes T, xdegaard H. Coagulation/.oculation - ceramic membrane .ltration for removal of natural organic matter (NOM) under Norwegian conditions. *Water Science and Technology* (in press).

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون
(نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)

Reverse Osmosis Membrane Element inside a Pressure Vessel



Reverse Osmosis

Conventional Filtration

Ultrafiltration

Microfiltration

Ionic Range

Macromolecular Range

Micron Particles

Fine Particles

فرایندهای تصفیه آب حرارتی ، هیبریدی ، فرایندهای غشایی و فیلتراسیون
(نانوفیلتراسیون ، میکروفیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، اسمز معکوس ، الترو دیالیز)
