

(MSF) روشی برای آب شیرین کن های خورشیدی

با توجه به وجود خشکسالی که تمام دنیا با آن مواجه می باشند و همچنین حجم بسیار بالای آب های شور در کره زمین، انسان ها از گذشته تا امروز به شیوه های مختلف تلاش کردند تا آب دریا را به آب شرب و شیرین تبدیل کنند. با توجه به اینکه علت شور بودن آب وجود املاح و نمک در آن می باشد، لذا باید به روش های مختلف نسبت به حذف آنها اقدام شود. استفاده از روش های حرارتی و غشایی دو راهکاری می باشد که به شیوه های مختلف از آن استفاده می شود و تاثیر بسیار زیادی هر یک بر کاهش میزان املاح موجود در آب دارند.

امروزه با توجه به کمبود آب شیرین بخصوص در مناطق گرمسیری، تقاضا برای آب شیرین زیاد است و نمک زدایی و استفاده مجدد از آب، روشی پایدار برای مواجهه با بحران بی آبی است. برای تولید آب شیرین روشهای مختلفی در ترکیب با انرژیهای تجدید پذیر ابداع شده :

(MSF) اب شیرین کن فلش چند مرحله ای

(MD) الکترودیالیز و تقطیر غشایی

(MED) تقطیر چند اثره

(VC) تقطیر فشرده سازی بخار

اسمز معکوس

نانوفیلتراسیون

تصمیم گیری و انتخاب روش مناسب به میزان زیادی به شرایط محل مورد نظر بستگی دارد. استفاده از سیستم نمکزدایی تقطیری خورشیدی به علت کمبود فضا به خصوص در محیط های شهری و حتی در مناطق دورافتاده، باعث ایجاد مشکل شده و حتی استفاده از آن را ناممکن و غیراقتصادی میکند. در آب

شیرین کن های خورشیدی انجام عمل تبخیر با راندمان مناسب بسیار مهم می باشد که این عمل توسط کلکتور خورشیدی در سیستم انجام می شود .

تکنولوژیهای مورد استفاده در ترکیب سیستمهای مختلف انرژیهای تجدیدپذیر بسیار متنوع است و کاربردهای فراوانی در مراکز مختلف مسکونی، تجاری و صنعتی دارند.

روش (MSF): اصول کار این روش بدین گونه می باشد که آب ورودی از دریا توسط سیستم هایی تا دمای معینی گرم شده و سپس در یک محفظه که فشار آن کمتر از فشار بخار اشباع آب می باشد، تخلیه می شود. درصدی از این آب به صورت ناگهانی به بخار تبدیل می شود که بخار آبی تولید شده عاری از هرگونه نمک و مواد عالی دیگر می باشد. این بخار از میان یک غبارگیر عبور کرده و سپس روی صفحه ی خارجی که با لوله های انتقال حرارتی ساخته شده، تقطیر می شود و آب شیرین شده در یک ظرف جمع آوری می شود . این آب شیرین کن ها فرآیندی پرانرژی هستند که به انرژی های حرارتی و الکتریکی برای گرم کردن آب شور و راه انداختن پمپ های مختلف نیاز دارند. ظرفیت این سیستم معمولا بین 10000 تا 35000 مترمکعب بر روز متغیر است.



روش های نمک زدایی از آب

برای نمک زدایی، از دو سیستم آب شیرین کن تقطیر حرارتی و تقطیر غشایی استفاده می شود. روش های مبتنی بر فرآیندهای حرارتی برای انجام نمک زدایی به انرژی گرمایی و حرارت نیاز دارند و روش های تقطیر غشایی از نیرو محرکه فشار هیدرولیکی استفاده می کنند.

از فناوری های تقطیر حرارتی به طور گسترده ای در خاورمیانه استفاده می شود، دلیل اصلی آن این است که ذخایر نفتی منطقه، هزینه های انرژی را پایین نگه می دارد. فناوری های تقطیر غشایی عمدتاً در ایالات متحده استفاده می شود و معمولاً نسبت به سیستم های حرارتی انرژی کمتری مصرف می کند، که این باعث کاهش هزینه کلی آب شیرین تولیدی می شود.



تقطیر خورشیدی

نمک زدایی خورشیدی معمولاً برای عملیات در مقیاس کوچک استفاده می شود. در این فرآیند آب شیرین کن، خورشید انرژی را برای تبخیر آب شور فراهم می کند. سپس بخار آب حاصل از فرآیند تبخیر روی شیشه یا پلاستیک پوششی شفاف متراکم شده و به صورت آب شیرین در مجرای میعان جمع می شود.

این پوشش هم برای انتقال انرژی تابشی و هم برای متراکم شدن بخار آب در سطح داخلی آن استفاده می شود. نمک و آب تبخیر نشده ای که در حوضه ساکن باقی مانده محلول نمک را تشکیل می دهد که باید به طور مناسب دور ریخته شود.

این روش اغلب در مناطق خشک که آب شیرین سالم در دسترس نیست استفاده می شود. واحدهای تقطیر خورشیدی، با توجه به طراحی و موقعیت جغرافیایی، مقادیر مختلف آب شیرین تولید می کنند.

آزمایشات اخیر بر روی چهار دستگاه تقطیر خورشیدی توسط سرویس [AgriLife](#) [Extension](#) در کالج ایستگاه تگزاس نشان داده اند که یک دستگاه تقطیر خورشیدی با کمتر از ۷/۵ فوت مربع سطح می تواند آب کافی برای زنده ماندن یک فرد را تولید کند.

(MSF) Multi Stage Flashing

شیرین سازی آب با روش تقطیر ناگهانی چند مرحله ایی که فرایند چند مرحله ای تبخیر آب است که با استفاده از جوشش کار می کند. در این روش شیرین سازی، آب را گرم کرده و از طریق لوله ها به مخازنی با فشار کم هدایت می کنند. هنگامی که آب به مخازن با فشار کم رسید به دلیل اینکه قبلاً گرم شده است به ناگهان تبخیر می شود.

هر بخش در فرایند MSF اصطلاحاً مرحله نامیده می شود. به MSF معمولی می تواند 4 تا 40 مرحله را شامل شود که هر یک از مراحل پشت سر هم دما و فشار کمتری نسبت به مرحله قبل دارد. این فرایند اجازه می دهد که دمای جوش آب ورودی در هر محله کاهش یابد. در واقع با ورود به مرحله بعد دمای جوش آب پایین تر خواهد آمد لذا نیازی با مصرف انرژی بیشتر برای حرارت دادن نخواهد بود.

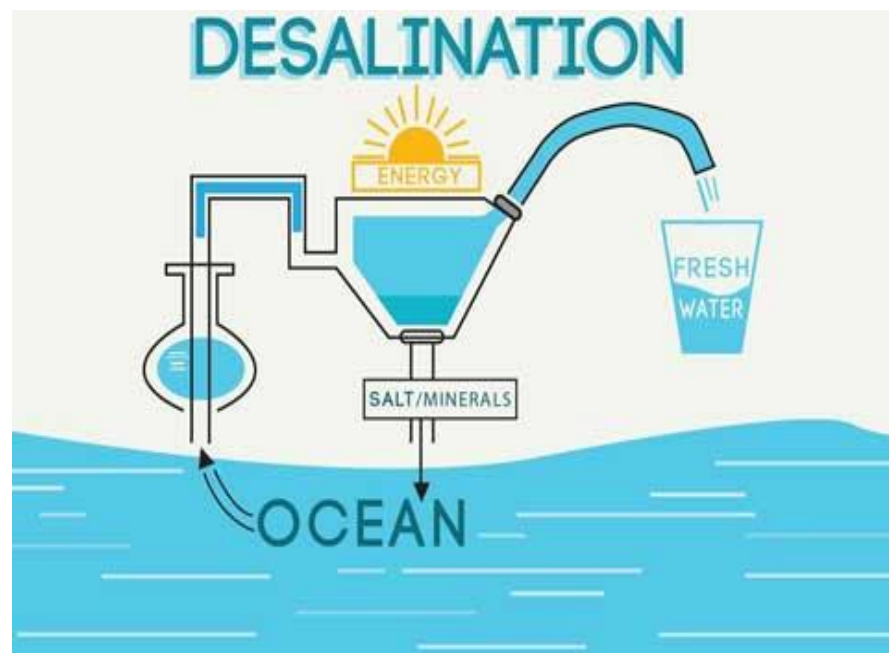
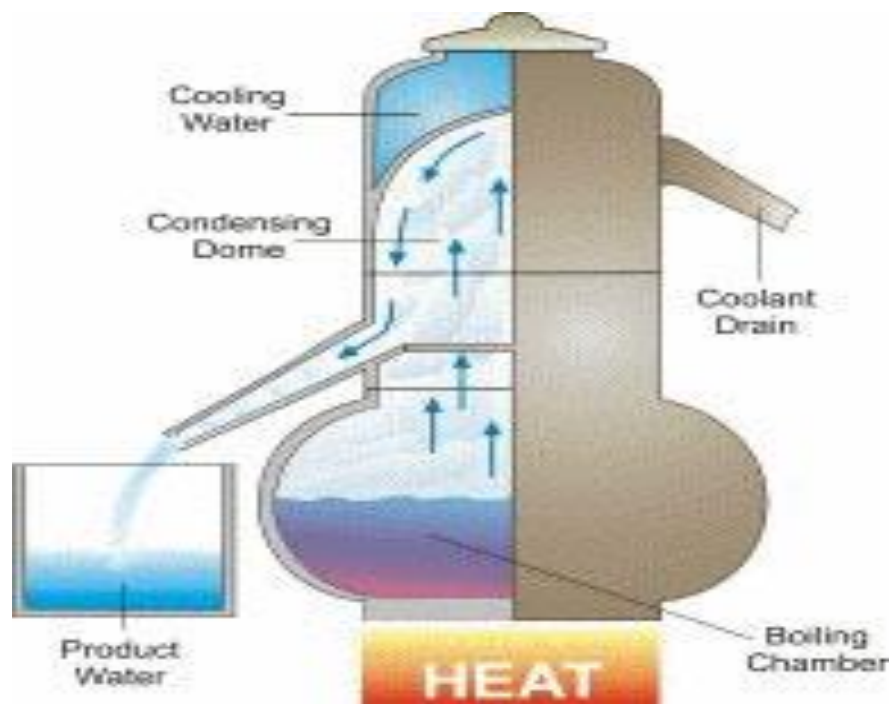
مزایای این روش عبارت اند از 1 - به حداقل تجهیزات ممکن جهت پیش تصفیه نیاز دارد. 2 -

قابلیت طراحی و نصب در ظرفیت های بالا را دارد. 3 - قابلیت ترکیب با سایر روش های شیرین سازی را دارد. 4 - قابلیت استفاده از انرژی حرارتی اتلافی نیروگاه ها را دارد. 5 - تأثیرپذیری حداقل حاصل از شوک های تعمیرات و بهره برداری در سایر قسمت ها را دارد. 6 - غلظت و کیفیت آب ورودی در هزینه و یا روند فرایند تأثیر محسوسی ندارد. 7 - آب خروجی کیفیت بالایی دارد. 8 - طول عمر این دستگاه طولانی می باشد .

از معایب این روش میتوان موارد زیر را نام برد: 1 - این سیستم نیاز به دانش بالا و همچنین هزینه ی زیادی برای طراحی و نصب دارد. 2 - این سیستم نیاز به انرژی حرارتی بالا برای تولید بخار در بویلر دارد. (در صورتی که در مجاورت نیروگاه های حرارتی احداث نگردد). 3 - این سیستم حداکثر با 70-80 درصد ظرفیت کار میکند. 4 - وقتی غلظت آب خروجی پایینتر از 50 میلی گرم بر لیتر باشد، نیاز به مخلوط شدن با آب شور دارد.

عملکرد و مصرف انرژی در شیرین سازی آب با روش تقطیر ناگهانی چند مرحله ای (MSF)

اگر چه میزان مصرف انرژی در این روش بسیار بالا بوده و دمای دستگاه نیز باعث رسوب گذاری زیادی در سیستم می شود اما جالب است که بدانید همچنان دلیل امکان طراحی آن ها در ظرفیت های بالا هنوز سهم قابل توجهی از تولید آب به روش حرارتی را به خود اختصاص داده است. روش تقطیر ناگهانی چند مرحله ای با کندانس کردن بخار، محصولی کاملاً خالص به دست می دهد. این تکنیک شیرین سازی که به Flash Distillation معروف است که در کنار نیروگاه های سیکل ترکیبی جهت تأمین آب شیرین در حجم بسیار بالا می باشد. در فرآیند MSF یا همان شیرین سازی از طریق تقطیر ناگهانی، برخلاف MED که جوشش روی لوله های داغ انجام می شود، جوشش در توده مایع اتفاق می افتد.



ساختار سیستم MSF

ساختار های متفاوتی برای MSF وجود دارد اما در مجموع، یک سیستم MSF شامل سه بخش است:

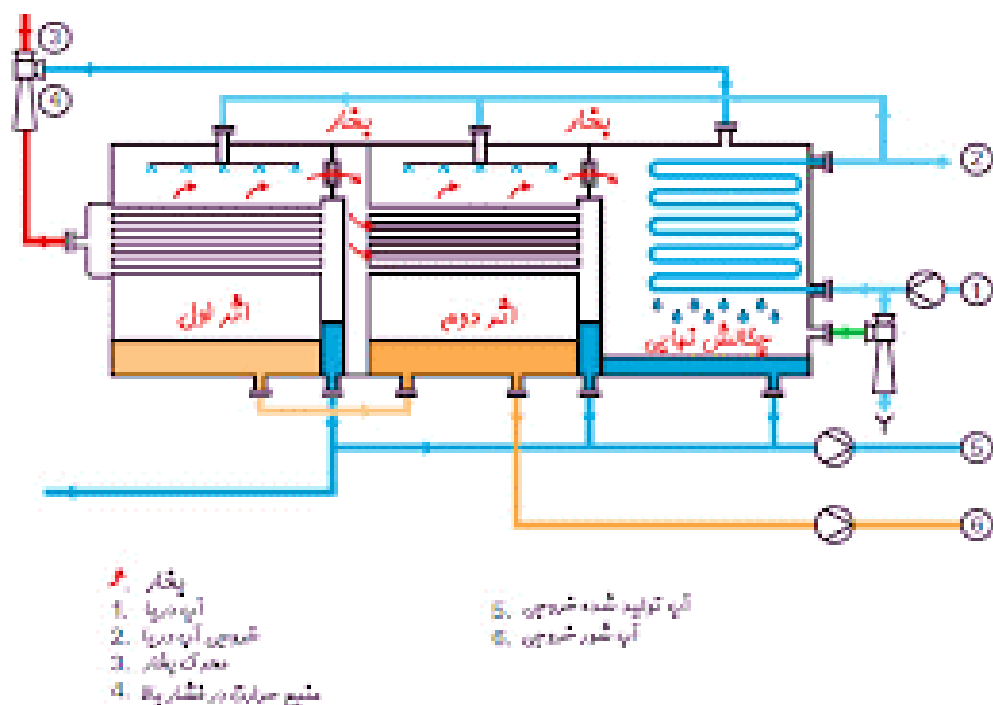
- 1) بخش دفع حرارت
- 2) بخش بازیافت حرارت
- 3) بخش ورودی حرارت

دو بخش دفع حرارت و بازیافت حرارت شامل تعداد مشخصی از مخزن های تبخیر نگهانی هستند که با یکدیگر در ارتباط اند. آب ورودی وارد بخش حرارت شده و در این بخش از گرمای آزاد شده در طول مدت فرایند چگالش برای پیش گرم کردن آب تغذیه استفاده می شود. پساب چرخشی که بوسیله اخلاط بخشی از آب جبران و مقدار عظیمی از پساب باقیمانده از مرحله قبل به وجود آمده است، به صورت ثقیلی به داخل لوله های بازیافت حرارت (پیش گرمکن مرحله دوم) هدایت می شود.

در بخار حاصل از بازیافت حرارت، پساب فرایند به هنگام ورود به مرحله بعد، با استفاده از گرمای آزاد شده در فرایند چگالش پیش گرم می شود، به بیان دیگر پس از طی آخرین مرحله آب وارد پیش گرمکن مرحله سه می شود و در آنجا درجه حرارت اش بوسیله بخار درجه حرارت اشباع مایع بالا رفته و وارد بخار بازیافت حرارت می شود. در مرحله بازیافت حرارت، آب تغذیه ورودی بخار می شود بخار خالصی با فشار بسیار کم تولید نمود. سپس بخار در امتداد قطره گیر حرکت می کند که در آنجا قطرات مایع حاوی نمک باقیمانده در بخار، جدا و بخار بر روی لوله های خنک، چگالیده و سپس جمع آوری می شود.

سرانجام قسمتی از پساب باقیمانده از مرحله آخر، دوباره بازیافت شده و به همراه آب جبرانی وارد لوله های بخش دفع حرارت می شود. جریان پساب نهایی در فرایند های MSF می تواند یک طرفه (دفع پساب به دریا) و یا چرخشی (بازیافت بخشی از پساب) باشد.

از آنجایی که اپراتورها در سیستم در دما و فشار پایین کار می کنند لذا برای کارخانه آب شیرین کن مقدور می باشد که از حرارت های تلف شده نیروگاه بهره گیری کنند، هنگامی که کارخانه آب شیرین کن در منطقه خاورمیانه در اندازه بزرگ ساخته می شود معمولاً مدل MSF انتخاب می شود.



مکانیزم کلی سیستم MSF

این کارخانه دارای فضاهایی است که هر کدام یک مرحله خوانده می‌شوند و محتوی یک مبدل گرمایی و جمع‌آوری‌کننده میعان است. توالی این مراحل، دارای یک انتهای سرد و یک انتهای گرم است و در میان آن‌ها، مراحل با دمای متوسط وجود دارد. این مراحل دارای فشارهای مختلفی هستند که به نقطه جوش آب در دمای آن مرحله وابسته است. پس از انتهای گرم، محفظه‌ای وجود دارد که گرم‌کننده آب شور خوانده می‌شود.

این واحد هنگامی به‌صورت پایدار وارد عمل می‌شود که آب تغذیه در ورودی سرد جریان یابد یا به مبدل‌های حرارتی در هر مرحله پمپ شده و گرم شود. هنگامی که این آب به گرم‌کننده آب شور می‌رسد، دمایش نزدیک بالاترین حد است و در گرم‌کننده، کمی دیگر نیز گرم می‌شود. پس از گرم‌کننده، آب از شیرها به مرحله‌ای که دما و فشار کمتری دارد، برگشت داده می‌شود. این آبی که به مراحل قبلی برگشت داده می‌شود، برای متمایز شدن از آب ورودی، آب نمک یا آب شور خوانده می‌شود. در هر مرحله، همچنان که آب شور وارد می‌شود، دمایش کمی بالاتر از نقطه جوش در فشار آن مرحله است. به همین دلیل، بخشی از آن (به‌صورت «ناگهانی») بخار می‌شود. بنابراین دمایش را از دست می‌دهد تا به

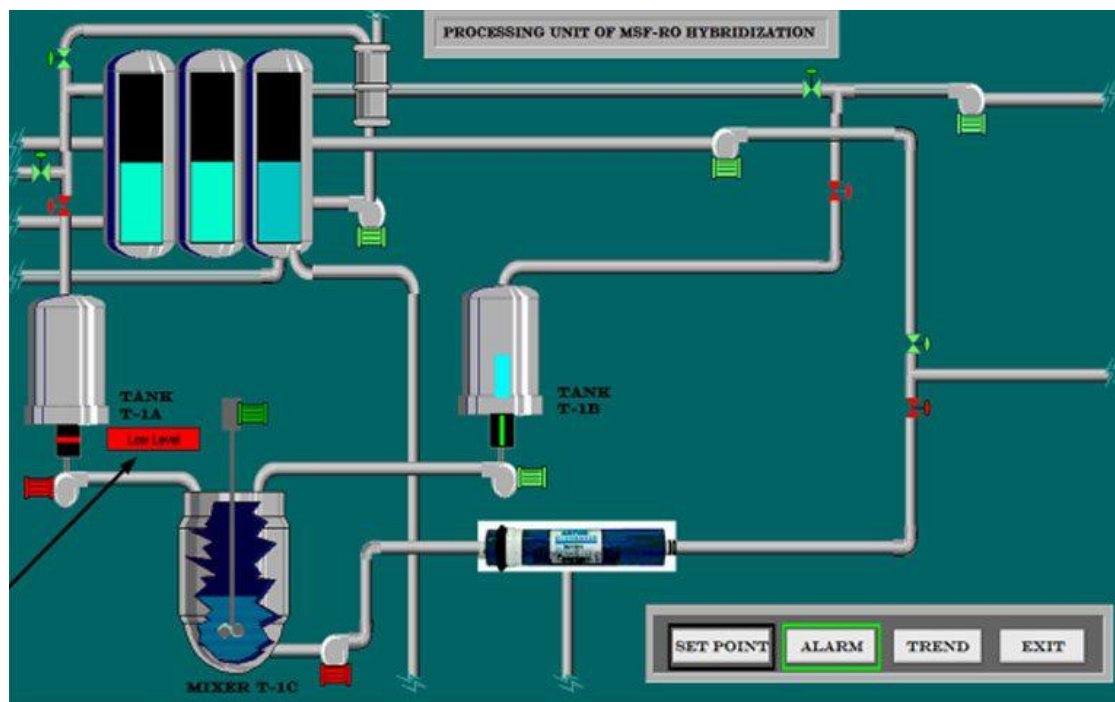
تعادل برسد. بخار حاصل شده کمی از آب تغذیه موجود در مبدل حرارتی گرم تر است. پس سرد می شود و در مجاورت مبدل های حرارتی، به مایع تغییر فاز داده و همان طور که پیشتر گفته شد، آب ورودی را گرم می کند.

کارخانه های تقطیر چند مرحله ای فلاش حدود 26٪ از کل آب شیرین کن جهان را تولید می کنند ، اما امروزه تقریباً همه دستگاه های آب شیرین کن به دلیل مصرف انرژی بسیار کمتر از اسمز معکوس استفاده می کنند . از حرارت اتلاف نیروگاه برای گرم کردن آب دریا استفاده می شود و به طور همزمان باعث خنک سازی نیروگاه می شود. این انرژی مورد نیاز را به نصف به دو سوم کاهش می دهد ، که اقتصاد نیروگاه را به شدت تغییر می دهد ، زیرا انرژی تقریباً بیشترین هزینه عملیاتی نیروگاه های MSF است. اسمز معکوس ، رقیب اصلی تقطیر MSF ، نیاز به پیش تصفیه بیشتر آب دریا و نگهداری بیشتر ، و همچنین انرژی در قالب کار (برق ، قدرت مکانیکی) در مقابل گرمای ضعیف پایین درجه حرارت دارد.

آب شیرین کن ترکیبی MSF-RO

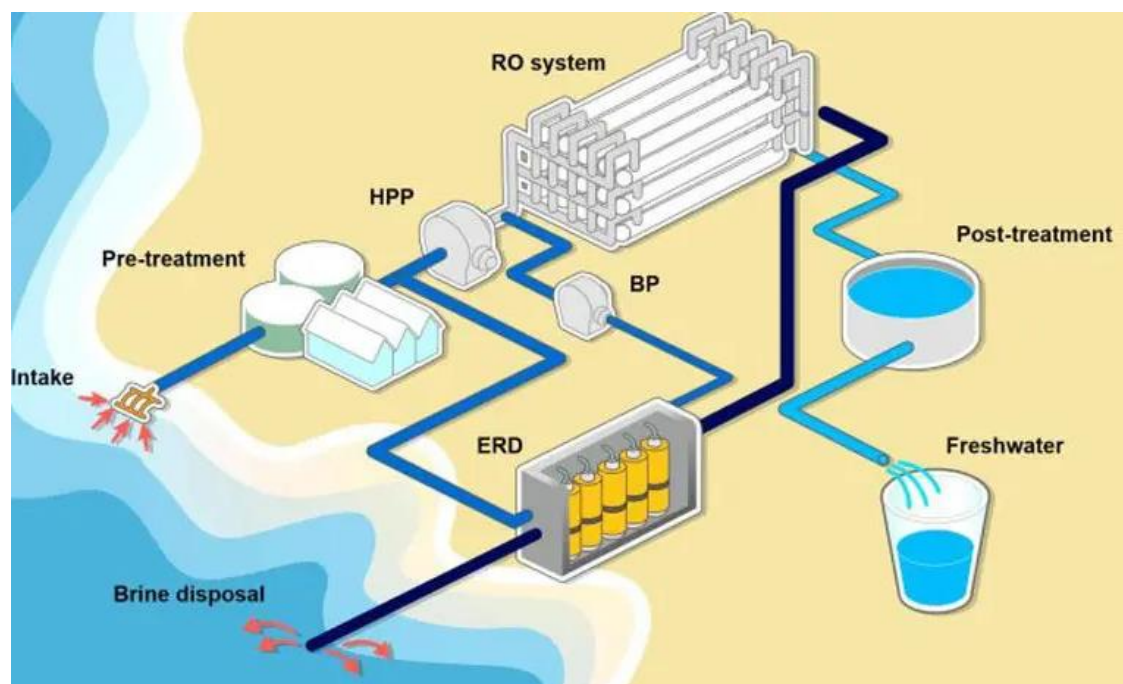
در این روش آب وارد مخازن آب گرم شده و دمای آنها تا 90 یا 120 درجه سانتی گراد افزایش پیدا نموده و به ورود به مرحله بعد، به طور ناگهانی فشار آن کاهش پیدا می کند. این کاهش فشار منجر به رخ دادن حالت فلاشینگ شده و در نهایت باعث تبخیر شدن آب خواهد شد. آب تبخیر شده با عبور از لوله های مبدل حرارتی چگالیده میشوند و مجدد فشار آنها افت پیدا خواهد کرد. در این روش ممکن است تعداد مراحل تا 40 مرتبه تکرار شوند. در مقابل، روش شیرین سازی آب با اسمز معکوس یا RO وجود دارد که به کمک ممبران یا فیلترهای نصب شده در داخل دستگاه و استفاده از پمپ آب با فشار از آنها عبور می کند. عبور آب از ممبران هایی با منافذ بسیار ریز باعث می شود تا حجم بالایی از املاح و نمک موجود در آب اجازه عبور را پیدا نکنند و در نهایت خروجی آب شیرین خواهد بود.

استفاده از روش آب شیرین کن ترکیبی MSF و RO باعث می شود تا فیلترهای اسمز معکوس دیرتر کثیف شده و نیاز به تعویض آنها وجود نداشته باشد. در نتیجه تا حد بسیار زیادی در هزینه های اقتصادی صرفه جویی خواهد شد.



آب شیرین کن NF-MSF

از دیگر روش های بسیار موثر برای فرآورده های شیرین سازی آب، استفاده از نانوفیلتراسیون ها می باشد. در این ترکیب ابتدا از نانوفیلتراسیون برای حذف ca^2 و mg^2 استفاده می شود و این فرایند منجر به کاهش میزان رسوب ایجاد شده در روش MSF خواهد شد. به عبارت دیگر، آب دریا ابتدا از نانوفیلتراسیون عبور نموده و به عنوان یک مرحله پیش تصفیه عمل خواهند کرد. در نهایت آب بدون منیزیم و کلسیم وارد MSF شده و عمل شیرین سازی آب با تقطیر فلش چند مرحله ای انجام می شود. از بهترین مزایای این روش می توان به کاهش میزان رسوب تولید شده در MSF و افزایش کارایی دستگاه اشاره نمود.



مقالات و توضیحات بیشتری را می توانید در این پیوست مطالعه کنید.

https://daneshyari.com/isi/articles/multi-effect_distillation

گردآورنده : مائده ذوالفقاری

تصاویر بیشتر





