جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

1-1. مقدمه ای بر نمک زدایی:

روش نمک زدایی آب مدت مدیدی است که توسط کشورهای مختلف در سراسر جهان برای تولید یا افزایش ذخایر آب آشامیدنی مورد بهره برداری قرار گرفته است.

همانطور که می دانیم روش نمک زدایی یک فرایند طبیعی و همیشگی است و بخش اساسی چرخه آب است. باران به روی زمین ریزش می‌کند و پس از آن به سوی دریا حرکت می‌کند و در مسیر حرکت مواد معدنی و مواد دیگر را در خود حل می‌کند و به همین دلیل بسیار شور شده است، هنگامی که آب به اقیانوسهای جهان می رسد و یا در نقاط پست دیگر جمع می شود، بخشی از آب با انرژی خورشید تبخیر می شود که این تبخیر، نمک را بر جای می گذارد و بخارهای موجود مجدداً به صورت باران به زمین بر می گردد و این چرخه ادامه دارد و آب شور در اقیانوس ها باقی می ماند.

آغاز این پدیده (نمک زدایی) به قرن چهارم قبل از میلادمیسح، زمانی که سربازان یونانی عمل تبخیر را برای تقطیر آب دریا به کار می بردند بر می گردد.

در گذشته مردم سعی می کردند که آب شور را طوری عمل بیاورند که برای آشامیدن و کشاورزی قابل استفاده باشد. از کل آبهای کره زمین، 94 درصد آن آبهای شور اقیانوسها و دریاها هستند و تنها 6 درصد آن آب خالص است که از

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

این میزان آب خالص هم 27 درصد آن به صورت کوه یخ است و تنها 73 درصد آن آبهای زیر زمینی قابل استفاده می باشد.

با آنکه آب شور برای صید .ماهی و حمل و نقل کشتی بسیار حائز اهمیت است ولی برای مصارف انسانی و کشاورزی بسیار شور است، که روش های نمک زدایی باعث افزایش منابع آبی قابل مصرف برای مردم جهان شده اند، امروزه تکنولوژی نمک زدایی با بیش از 50 سال تجربه روش های متعددی را برای این صنعت در جهان به وجود آورده است.

شهرها، دهکده ها و کارخانجات صنعتی اکنون در بسیاری از مناطق خشک و کم آب جهان جایی که نزدیک آب دریا یا آب شور می باشد. توسعه یافته اند و با روش های نمک زدایی، آب مورد نیاز خود را تامین می نمایند. این فرایند در بخش هایی از آسیای شرقی، شمال آفریقا و بعضی از جزایر کاریبین جایی که کمبود آب خالص است بسیار قابل توجه است.

امروزه آزمایشگاههای تقطیر در سراسر جهان ظرفیت تولید بیش از 6 بیلیون گالون آب را در روز دارا هستند. اوج پیشرفت در زمینه نمک زدایی در سال 1940 در طول جنگ جهانی دوم، هنگامی که بسیاری از نظامیان در مناطق خشک برای سیراب کردن سربازانشان به آب نیاز داشتند بود. به همین دلیل پس از جنگ این موضوع بسیار مورد اهمیت قرار گرفت و در بسیاری از کشورها این روش ادامه

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

پیدا کرد. دولت آمریکا پس از تولید و تاسیس مرکز آب شور[1] (OSW) در اوایل سال 1960 و سازمانهای اداره تکنولوژی و تحقیق آب[2] (OWRT) فعالیت های گسترده ای را در این زمینه صورت داده است. حدود 30 سال است که دولت آمریکا به طور فعال تحقیق و توسعه خود را در زمینه نمک زدایی انجام داده و حدود 300 میلیون دلار در این رابطه خرج کرده است که این پول بیشتر برای تحقیقات اساسی و توسعه تکنولوژی های مختلف مصرف شده است.

در اواسط سال 1960 واحدهای تجاری در حدود 2 میلیون گالن در هر روز در آمریکا تولید آب خالص می کردند که این واحدهای صنعتی به صورت رانش-گرما به طور عمده برای نمک زدایی آب دریا به کار می رفتند، ولی در سال 1970، مراحل غشایی تجاری مثل الکترودیالیز (ED) و اسمز معکوس (RO) در همه جا کار می رفت.

در ابتدا، مراحل تقطیر برای نمک زدایی آب شور و آب دریا به کار می رفت ولی این روش هم گران بود و هم در خواستهای نمک زدایی برای اهداف شهری را محدود می کرد. هنگامی که ED معرفی شد، نمک زدایی آب شور را از لحاظ اقتصادی نسبت به تقطیر مقرون به صرفه تر کرد و بسیاری از درخواستها به آن

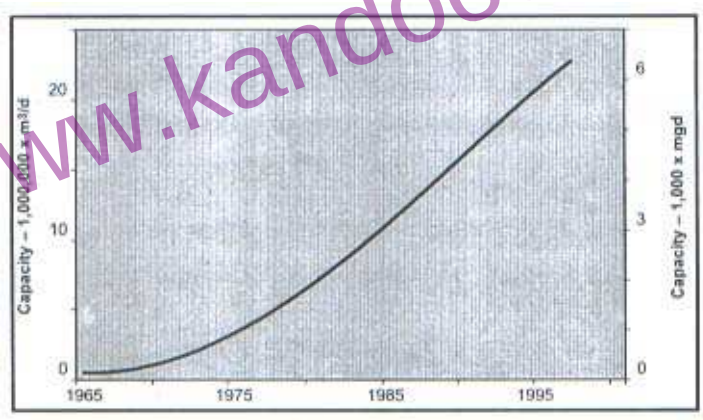
1- Office of saline water

2- Office of water Research and Technology.

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

متکی شد و در آمریکا از آن استقبال زیادی شد و از آن به عنوان وسیله ای برای تهیه آب شهری استفاده می گردید.

در سال 1980 تکنولوژی نمک زدایی پیشرفت بیشتری کرد و تکنولوژی تقطیر از تجربیات قبلی واحدهای صنعتی استفاده کرده و روش های جدیدی را ارائه کرده است و در سال 1990 بود که روش های جدیدی برای نمک زدایی در نقاط مختلف براساس موفقیت تجاریشان توسعه یافت.



نمودار ظرفیت کل تغییرات نمک زدایی

1-1-1. پذیرش جهانی:

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

رشد و توسعه ممتد نمک زدایی بعد از سالها از طریق تعدادی از فهرست های موجود در IDA [1] نشان داده شده است. یکی از این فهرست ها در سال 1998 توسط کالائوس وانگینک [2] نوشته شده است که این فهرست نشان می دهد که کل ظرفیت واحدهای صنعتی نمک زدایی حدود 22/7 میلیون m^3/d بوده و حدود 70 درصد بیشتر از گزارش سال 1990 می باشد که این رشد ناگهانی را شامل می شود. تجهیزات نمک زدایی اکنون در بیش از 100 کشور جهان به کار می رود.

طبق فهرست موجود، 10 کشور حدود 75 درصد کل ظرفیت موجود را تشکیل می‌دهند، بیش از نصف این ظرفیت نمک زدایی برای آسیای شرقی و شمال آفریقا به کار می رود.

عربستان سعودی اولین رتبه از کل ظرفیت (حدود 24 درصد ظرفیت جهان) دارا می باشد که بیشتر آن از واحدهای نمک زدایی از آب دریا می باشند. ایالت متحده آمریکا (U.S.A) رتبه دوم در کل ظرفیت، در حدود 16 درصد ظرفیت جهان را دارا می باشد. بیشتر ظرفیت در ایالت متحده شامل واحدهای صنعتی است که روش اسمز معکوس (RO) برای عمل آوری آب شور به کار می رود.

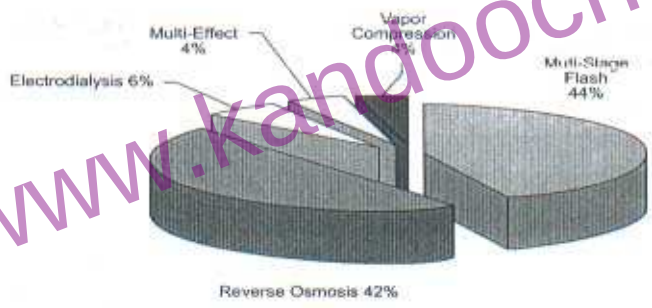
1- International Desalination Association

2- Klaus Wangnick

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

فهرستها نشان می دهد که ظرفیت کل جهان بیشتر از تقطیر سریع چند مرحله ای و روشهای اسمز معکوس می‌باشد. این دو روش حدود 86 درصد کل ظرفیت را تشکیل می دهند، باقیمانده 13 درصد است که روش های متراکم کردن بخار، ED و تاثیر چندگانه تقطیر را تشکیل می دهد. در حالی که روش های فرعی حدود کمتر از یک درصد را تشکیل می دهد. براساس این آمار، روش های گرمایی و غشایی تقریباً یکسان هستند.



Installed desalination capacity by process
Source — 1998 IDA Inventory

ظرفیت تقطیر به روش های مختلف

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

2-1-1. نمک زدایی چیست؟

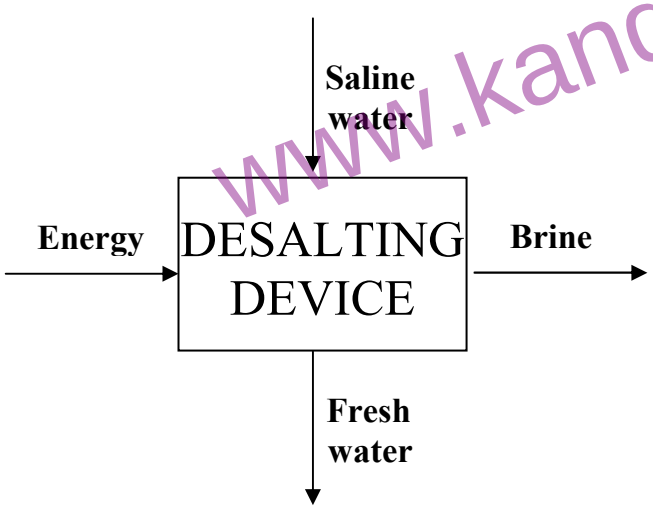
نمک زدایی فرآیندی است برای خارج کردن نمک و مواد معدنی محلول دیگر، همچنین ضایعات دیگری مثل فلزات غیر قابل حل، رادیونوکلیدها، موادآلی و باکتریایی که ممکن است توسط برخی روش های نمک زدایی جدا شوند.

به علاوه فرایند نمک زدایی برای بهبود کیفیت آب سنگین (غلظت بالای منیزیم و کلسیم) نیز کاربرد دارد.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

اساساً روش نمک زدایی آب را به دو حالت جدا می‌کند. یکی با غلظت پایین نمک های حل شده (آب خالص) و دیگری باقیمانده نمک های حل شده (آب شور و غلیظ) که این روش برای عمل نیازمند انرژی است و می تواند روشهای متفاوتی برای جداسازی به کار رود.



2-1. انوع روشهای نمک زدایی:

اصولاً روش های نمک زدایی به دو دسته تقسیم می شوند: یکی روش های اصلی و دیگری روش های فرعی. روش های اصلی نیز خود به دو دسته روش های گرمایی و روش های غشایی تقسیم می شوند.

روش گرمایی شامل: تقطیر سریع چند مرحله ای، تقطیر با چندین واکنش و تراکم بخار می باشد.

روش های غشایی: الکترودیالیز و اسمز معکوس می باشد.

www.kandoocn.com

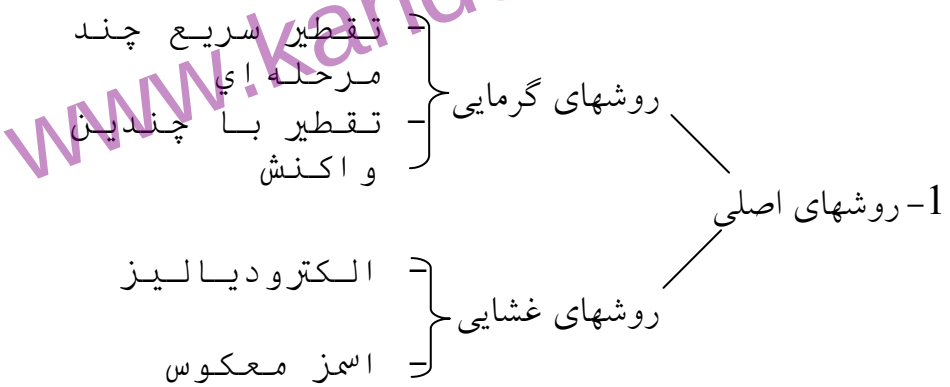
جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

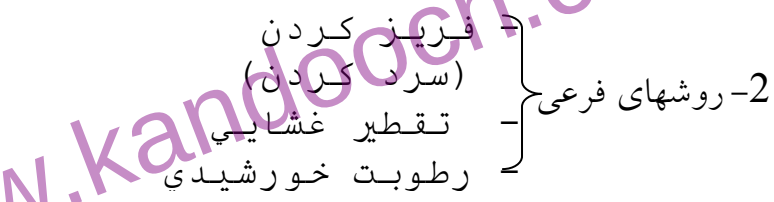
روش های فرعی هم به سه دسته: فریز کردن (سرد کردن)، تقطیر غشایی و رطوبت خورشیدی تقسیم می شوند.

www.kandoocn.com
www.kandoocn.com
www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

روش های تجاری قابل دسترسی نمک زدایی:





1-2-1. روشهای گرمایی:[1]

حدود نصف آب مقطر جهان با حرارت دادن به آب دریا و تهیه آب خالص به دست می آید. این روش تقطیر به تقلید از همان چرخه طبیعی آب عمل می‌کند. به این ترتیب که آب شور تحت حرارت قرار می گیرد، بخار آب از آن متصاعد می شود و بعد بخار آب جمع شده و به صورت آب مقطر تهیه می شود. در واحدهای صنعتی و آزمایشگاهی، برای تهیه میزان ماکزیمم آب خالص، آب در حد نقطه

[1]- Thermal

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

جوش حرارت می بیند. برای انجام این کار از لحاظ اقتصادی در واحد صنعتی نمک زدایی، فشار به کار رفته آب جوش برای کنترل نقطه جوش، متعادل می شود. به خاطر اینکه فشار جوی روی آب در سطح دریا پایین است، مثلاً بخار که از سطح دریا به ارتفاعات بالاتر می رود می تواند در بالای Mt به جوش بیاید. آب در ارتفاع 6200 متر (200، 300 فیت) در حدود 16^{α} ($60/8^{\alpha F}$) بیشتر از سطح دریا به جوش می آید. این کاهش نقطه جوش در سطح دریا در روش تقطیر به دو دلیل مهم است. 1- می توان چندین بار جوشش آب داشت و 2- می توان کنترل جرم کرد. برای جوشیدن آب به دو حالت مهم نیاز است: 1- حرارت مناسب مربوط به فشار محیطی و 2- انرژی کافی برای تبخیر. وقتی آب در حد نقطه جوش حرارت می بیند و سپس حرارت دادن قطع می شود، آب برای جوشش مجدد به مدت زمان خیلی کوتاهی نیاز دارد.

جوشش آب هم با اضافه کردن گرمای بیشتر و هم با کاهش فشار محیطی بالای آب مجدداً ایجاد می شود. اگر فشار محیطی کاهش یافت، حرارت آب از نقطه جوش بالاتر رفته است (به خاطر کاهش فشار)، سریع بخار آب از آن متصاعد می شود. اگر بخار بیشتری از آب ایجاد شود و بعد با همان میزان گرما به صورت آب خالص جمع آوری شود، بسیار بهتر و موثرتر خواهد بود.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

برای کاهش میزان انرژی مورد نیاز برای تبخیر، در روش نمک زدایی تقطیر معمولا چندین جوشش را در لوله های متوالی، که هر کدام در فشار و نقطه جوش پایین تری به جوش می آید را انجام می دهند. معمولاً 8 تن آب مقطر از 1 تن بخار تهیه می شود. این روش کاهش فشار محیطی که نقطه جوش را افزایش می دهد کم کم کمتر می شود. در کنار چندین جوشش، عامل مهم دیگر کنترل درجه حرارت است. با وجودی که بیشتر مواد در آب گرمتر زودتر حل می شوند، موادی کم هستند که در آب سرد حل می شوند. نمک اسید کربونیک و سولفات هایی کم در آب دریا یافت می شوند که یکی از مهمترین این مواد سولفات کلسیم است ($CaSO_4$) وقتی درجه حرارت آب دریا به 115^{0c} (203^{0f}) می رسد، حل می شود. این مواد جرم سختی را تشکیل می دهند که سطح لوله را می پوشاند. این جرم مشکلات گرمایی و مکانیکی را به بار می آورد و اگر این جرم ها تشکیل شد، کندن آن خیلی مشکل است. یک راه برای جلوگیری از تشکیل این جرم کنترل میزان غلظت آب دریا و کنترل حرارت بالا در حین کار است. راه دیگر، اضافه کردن مواد شیمیایی به آب دریا است که از ته نشینی جرم جلوگیری می‌کند و درجه حرارت را به 110^{0c} می رساند. این دو روش باعث شده اند که تقطیرهای موفقیت آمیزی در سراسر جهان انجام بگیرد. روشی که ظرفیت بیشتری در نمک

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

زدایی از آب دریا دارد، روش تقطیر سریع چند مرحله ای است که معمولا به روش MSF شناخته شده است.

2-2-1. تقطیر سریع چند مرحله ای (MSF)[1]

در روش MSF، آب دریا در لوله ای به نام گرما دهنده آب شور، حرارت می بیند. این عمل معمولاً بامتراکم کردن بخار روی یک سری لوله هایی که آب دریا درون آنهاست، انجام می گیرد. بعد آب دریایی که حرارت دیده درون لوله دیگری جاری می شود، جایی که فشار محیطی پایین تر است و آب فوراً به جوش می آید. ورود سریع آب داغ به حفره باعث می شود که آب به سرعت به جوش آید، که اغلب با سرعت و به حالت انفجار به بخار تبدیل می شود. معمولا فقط درصد کمی از این آب به بخار تبدیل می شود و این بستگی به فشار موجود در این مرحله دارد، چون وقتی آب سرد شد جوشش آب هم قطع می شود. طرح تقطیر آب در لوله که با فشار پایین عمل آمده، روشی جدید نیست و حدود یک قرن است که به کار می رود. در سال 1950، یک واحد آزمایشگاهی MSF که یک سری از مراحل را در فشار جوی پایین انجام می داد، خیلی سریع توسعه یافت. در این واحد آزمایشگاهی، مواد معدنی آب از یک مرحله به مرحله دیگر عبور می‌کند

[1]- Multi- stage Flash Distillation

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

و بدون بالا بردن درجه حرارت به سرعت به جوش می آید. معمولا، یک واحد آزمایشگاهی MSF می تواند 15 تا 25 مرحله داشته باشد. با اضافه کردن مراحل، مساحت سطح هم افزایش می یابد به علاوه هزینه هم افزایش می یابد. بخار آب با سرعت روی لوله های مبادله کننده گرما که از هر مرحله می گذرد، با عمل متراکم کردن به آب خالص تبدیل می شود. لوله ها با وارد کردن مواد معدنی آب به گرما دهنده آب شور، سرد می شوند. در عوض مواد معدنی آب، گرم می شوند به طوری که میزان انرژی مورد نیاز در گرما دهنده آب شور برای بالا بردن درجه حرارت آب دریا، کاهش می یابد. واحدهای صنعتی تقطیر سریع چند مرحله ای از سال 1950 ساخته شده اند. این واحدها معمولا در ظرفیت های 4000 تا m^3/d 5700 (1 تا 15 mgd) ساخته شده اند. واحدهای صنعتی MSF معمولا بعد از گرما دهنده آب شور 90 تا $110^{\circ}C$ (194- $230^{\circ}F$) بالای درجه حرارت آب شور، عمل می کنند. یکی از عواملی که در کارآیی روش گرمایی واحد صنعتی موثر است، تفاوت بین درجه حرارت گرما دهنده خروجی و درجه حرارت آخرین مرحله، یعنی سردترین بخش واحد صنعتی می باشد. عملکرد یک واحد صنعتی در درجه حرارت بالاتر از $110^{\circ}C$ (230^{F}) کارآیی را افزایش می دهد، ولی نیروهای

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

پتانسیل برای تشکیل جرم های مضر را هم افزایش می دهد، ضمن اینکه باعث تخریب بیشتر سطح فلز می شود.

بیشترین پیشرفتی که در طول 10 سال گذشته در این زمینه ایجاد شده، افزایش اعتبار این عملیات است، این اعتبار از توسعه کنترل جرم، توجه و بررسی روزانه به عملیات و ساخت مواد نشأت می گیرد. به علاوه، افزایش در اندازه واحد اصلی، باعث شده که در میزان هزینه سرمایه هم صرفه جویی شود. بسیاری از کشورهای عربی مثل عربستان سعودی، امارات متحده عربی و کویت برای تهیه آب مورد نیاز قابل مصرف مناطق شهریشان، روش MSF را به کار می برد.

عربستان سعودی، کویت، عمان و کشورهای مجاور آنها، تجهیزات تحقیقاتی مهمی برای نمک زدایی آب و برای تضمین عملیات و اعتبار واحدهای صنعتی‌شان، به کار می برند.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

شک 2 (یک صفحه land)

www.kandoocn.com
www.kandoocn.com
www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

1-2-3. روش تقطیر با چندین واکنش: (**MED**)[1]

این روش تقطیر که به روش (MED) هم شناخته شده برای تقطیر صنعتی در مدت زمان طولانی کاربرد دارد. روش های سنتی که در این روش به کار می رفت: تبخیر آب شیرین از نیشکر برای تهیه شکر بود و به همین ترتیب تهیه نمک از آب شور. بعضی از واحدهای صنعتی قدیمی تقطیر، روش MED را به کار می برند. ولی واحدهای صنعتی MSF بخاطر مقاومت بیشتر در مقابل جرم ها، جایگزین این رو

ش شدند. هرچند، در آغاز سال 1980، طرفداران روش MED افزایش یافتند و تعداد زیادی از طرح های جدید براساس، حرارت کمتر، تخریب کمتر فلز و ایجاد جرم کمتر ساخته شد. همانند روش MSF، روش MED هم در یک سری لوله صورت می‌گیرد و هر دو مراحل تراکم و تبخیر را در فشار محیط پایین در واکنش های مختلف دارند. این امر باعث می شود که املاح معدنی آب دریا بدون نیاز به حرارت اضافی بعد از اولین واکنش، به نقطه جوش برسند. معمولا این طرح شامل یک لوله، مبادله کننده گرما و وسایلی برای انتقال مایعات مختلف بین واکنش ها می باشد. طرح های متعددی برای سطوح مبادله کننده گرما مثل لوله های عمودی که آب شور در آن جاری است و لوله های افقی به کار رفته است.

---

[1]- Multiple- Effect Distillation

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

چندین روش اضافه کردن املاح معدنی به سیستم وجود دارد. اضافه کـردن امـلاح معدنی آب به بخش های مساوی برای واکنش های مختلف، خیلی معمـول اسـت. املاح معدنی آب یا پخش می شود یا در روی سطح دستگاه بخار پخش می شـود. سطوح در اولین واکنش با بخار از توربین های بخار واحدهای صـنعتی یـا از یـک دستگاه جوش حرارت می بینند. سپس بخار روی سطح لوله سردتر متراکم میشود. این بخارهای متراکم شده برای استفاده مجدد دوبـاره بـه دسـتگاه جـوش بـر مـی گردند. تمامی واکنش های دیگر با بخار تولید شده در هر واکنش حرارت می بیند. بخار تولید شده در اخرین واکنش در محل مبادله کننده گرمـا کـه آخـرین متـراکم کننده نام دارد، با وارد شدن آب دریا سرد شده و متراکم می شود. فقـط بخشـی از آب دریای به کار رفته در سطوح انتقال گرما تبخیر می شود. امـلاح باقیمانـدهٔ، آب در هر واکنش غلیظ شده آب شور نامیده می شـود کـه اغلـب بـه حوضـچه شـور واکنش بعدی، جایی که بعضی از آنها به بخار تبدیل می شوند، چـاری مـی شـود. این بخار هم بخشی از مراحل حرارت است. همه بخارهای متراکم درون منبـع آب خالص تهیه شده است.

در روش MED، فشار محیط در تاثیرات مختلف با سیستم خلاء حفظ مـی شـود. کارآیی روش گرمایی در MED بسته به تعداد واکنش هاست که ممکـن اسـت از 8 تا 16 واکنش باشد. واحدهای صنعتی MED معمـولا در واحـدهای 2000 تـا

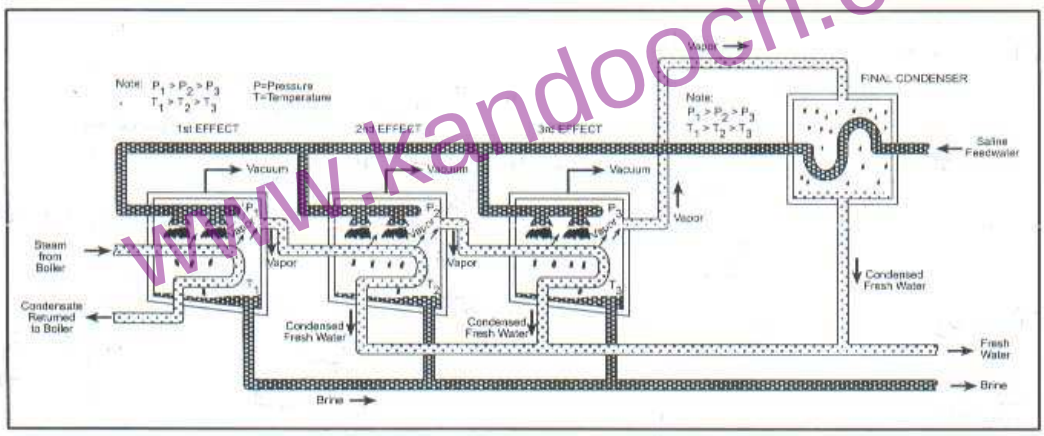
www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

$20000\,m^3/d$ (0/5 تا 5 mgd) ساخته می شوند. واحدهای صنعتی جدید با درجه حرارت بالا برای این کار ساخته شده‌اند. (حدود $158^{\circ f}$) که جرم درون دستگاه را کم می‌کند. همچنین گرمای اضافی سطوح انتقال که به اندازه فیزیکی واحد صنعتی اضافه می شود را افزایش می دهد. در هندوستان، کاریبین، جزایر کاناری و امارات عربی بیشتر از کشورهای دیگر روش MED را در واحدهای صنعتی خود به کار می برند. با وجودی که ظرفیت واحدهای به کار رفته روشهای MED نسبت به ظرفیت کل جهان هنوز کم است، روز به روز تعداد آنها اضافه می شود. واحدهای صنعتی MED حرارت بالا و چند واکنش را در مراحل مختلف باید داشته باشند و در مواردی که هزینه های انرژی بالاست به کار می رود. در مواردی که هزینه های پایین بخار در دسترس است، هزینه های سرمایه MED به طور خالص کاهش می یابد. در کاربردهای دیگر MED، معمولا یک چرخه تراکم گرمایی بخار به سیستم اضافه می شود. این مورد میزان واکنش ها و سطح مورد نیاز برای همان ظرفیت را کاهش می دهد.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



نمودار واحد صنعتی تقطیر با چندین واکنش در لوله های افقی

www.kandoocn.com

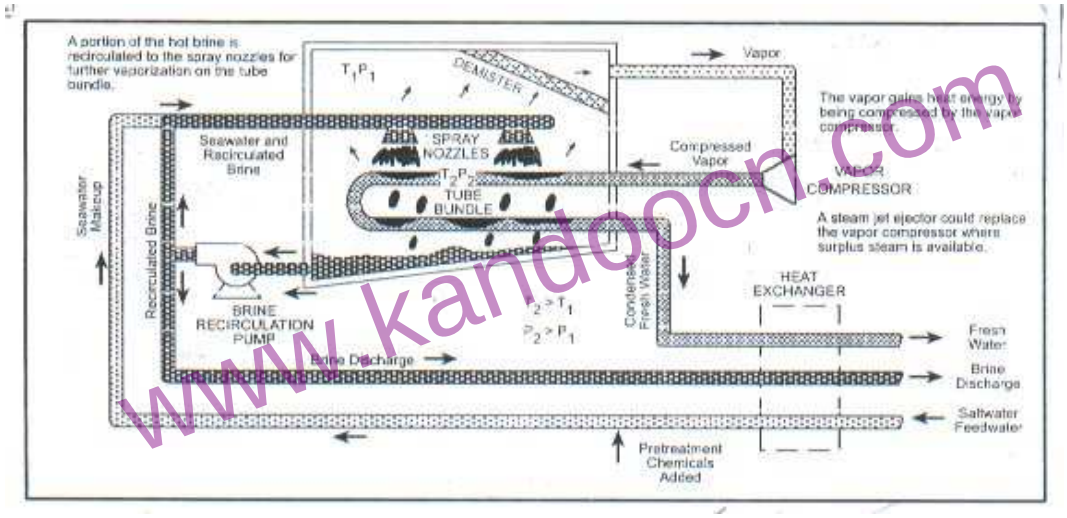
1-2-1. تقطیر تراکم بخار (VC)[1]:

روش تقطیر تراکم بخار (VC) معمولا در ترکیب با روش های دیگر به کار می رود. (مثل ترکیب آن به روش MED که توضیح داده شده) و کاربرد این روش به تنهایی برای نمک زدایی میزان کمی از آب دریا است. حررات برای تبخیر آب بیشتر از تراکم بخار به دست می آید. نه از حرارت مستقیم حاصل از بخار آب جوش. واحدهای آزمایشگاهی که این روش را به کار می برند هم طوری طراحی

[1]- Vapor compression Distillation

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

شده اند که با کاهش فشار نقطه جوش، حرارتشان هم پایین می آید و این مزیتی برای این روش به شمار می آید. سیستم خارج کننده بخار (تراکم گرمایی بخار) و دستگاه های فشار مکانیکی معمولا از طریق برق یا سوخت دیزل به کار می افتند. واحدهای VC به شکل های مختلفی برای توسعه مبادله حرارت به بخار آب دریا، ساخته شده اند.



نمودار دستگاه تراکم حرارتی بخار

این طرح روش ساده ای که یک دستگاه فشار مکانیکی برای تولید گرما به بخار به کار برده را شرح می دهد. همه بخار با دستگاه فشار مکانیکی از آخرین مرحله واکنش بعد از تراکم، (جایی که به طرف سرد سطح انتقال گرما است متراکم می شود) رانده می شود و آب دریا هم پاشیده می شود، و یا در غیر این صورت روی آن طرف سطح انتقال گرما، جایی که آب به جوش می آید و کمی تبخیر می شود

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

پاشیده می شود. برای اینکه دستگاه های فشار کم هزینه ای به کار ببریم، افزایش فشار محدود می شود، و بنابراین بیشتر واحدهای صنعتی کوچکتر فقط یک مرحله دارند. در واحدهای صنعتی بزرگتر و جدیدتر، چندین مرحله بها کار می رود. دستگاه های مکانیکی VC با صافی های کم در ظرفیت های بالای $3000\,m^3/d$ (0/8mgd) ساخته می شوند. آنها مصرف انرژی حدود 7 تا $12\,kwh/m^3$ دارند (26 تا 45kwh/100gal).

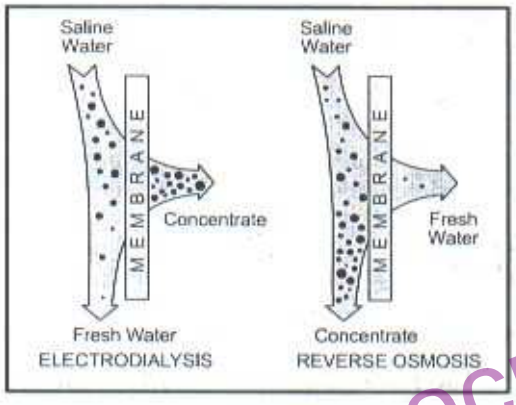
تحریک بخار، بخشی از بخار آب را از لوله خارج می‌کند. در بخش خارج کننده بخار، بخار خارج شده برای رسیدن به اولین واکنش، به اندازه لازم تحت فشار و گرما قرار می‌گیرد. واحدهای صنعتی تراکم بخار حرارتی معمولا در 500 تا 20000، 11 ساخته می‌شوند. دستگاه های VC غالباً برای مناطق صنعتی و پر رفت و آمد آب خالص در دسترس نیست، به کار می روند. سادگی کار و اعتبار این دستگاه ها باعث شده که این دستگاه ها بخصوص برای مناطقی خاص، دستگاه های جالب و پر طرفداری به شمار روند.

1-2-5. روش غشایی

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

در واقع، غشاها نقش بسیار مهمی در جدا کردن نمک ایفا می‌کنند که شامل روش های دیالیزی و اسمزی می باشند و این روش ها در بدن انسان هم انجام می شوند. غشاها برای دو روش الکترودیالیز (ED)[1] و اسمز معکوس (RO)[2] به کار می آیند. هر کدام از این دو روش توانایی تشخیص و جداسازی نمک از آب را دارند. ED یک روش الکتریکی است و نیروی پتانسیل الکتریکی را برای جدا کردن نمک از غشاء به کار می برد که در نتیجه آب خالص باقی می ماند. RO روشی با نیروی فشار است، که این فشار برای جدا کردن نمک از آب است به این صورت که آب خالص از غشاء عبور می‌کند و نمک باقی می ماند. دانشمندان از حدوداً یک قرن پیش هر دو روش را کشف کردند، ولی اعمال تجاری برای نمک



زدایی آب در مصارف آب شهری از 30 تا 40 سال گذشته، آغاز شده است.

[1]- Electro Dialysis
[2]- Reverse Osmosic

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

6-2-1. الکترودیالیز (**ED**)

ED در اوایل سال 1960، یعنی حدود 10 سال قبل از روش RO، به طور تجاری رونق یافت. روش ED، نه تنها روشی با هزینه مناسب برای نمک زدایی آب است، بلکه طرفداران زیادی برای تهیه آب نوشیدنی و مصارف شهری در همه نقاط جهان دارد. ED، به اصول زیر بستگی دارد:

- بیشتر نمک های محلول در آب یونی هستند، یعنی بار مثبت (کاتیون) یا بار منفی (آنیون) داشته باشند.
- این یون ها رو به الکترودهایی با بار الکتریکی مخالف می روند.
- غشاء ها برای عبور انتخابی آنیون ها و کاتیون ها ساخته می شوند.

مواد تشکیل دهنده یونی حلال، در محلول آب شور مثل کلرید (-) سدیم (+)، کلسیم (++) و کربنات (--) در آب منتشر می شوند، و بار الکتریکی شان خنثی می شود. وقتی الکترودها به یک جریان مستقیم الکتریسیته مثل باتری متصل می شوند و در ظرف آب شور قرار می گیرند. جریان الکتریسیته از آب عبور می کند و یونها به سمت الکترودهای بار مخالف خودشان حرکت می کنند. برای پدیده نمک

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

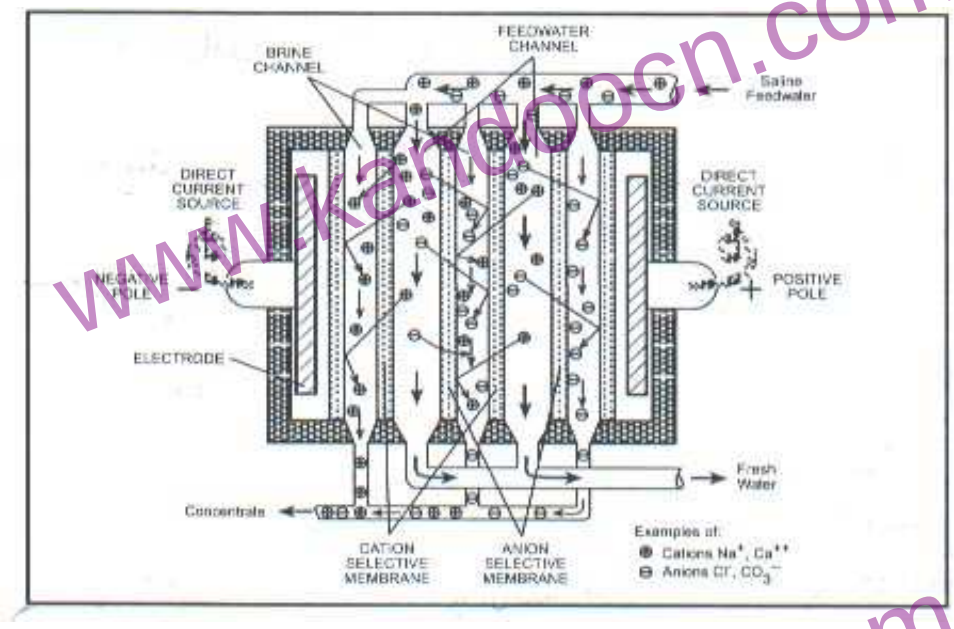
زدایی آب، غشاهایی که اجازه عبور به آنیون ها و یا کاتیون ها را می دهند بین یک جفت الکترود قرار می گیرند. این غشاها به صورت یک در میان، قرار می گیرند، یعنی ابتدا یک غشاء انتخابی آنیونی و بعد یک غشاء انتخابی کاتیونی قرار می گیرد. فضایی که آب در آن جاری است بین غشاها می باشد. فضایی که کانالی ایجاد می‌کند شامل املاح و آب است و در فضای بعدی آب شور جاری است چون الکترودها بار الکتریکی دارند. آب شور از فضای بین غشاء ها به سمت الکترودها می روند. بارهای مثبت (مثل سدیم و کلسیم) در آب جذب قطب منفی می شوند و از درون غشاء از الکترود مثبت منحرف می شوند. این باعث می شود که آب رقیق تر شود. آنیون ها از غشاء انتخابی آنیون عبور می کنند ولی نمی توانند از غشاء انتخابی کاتیون ها عبور کنند چون مانع ورود آنها می شوند و آنیون ها را در آب شور باقی می گذارند. به همین صورت، بارهای منفی (مثل کلرید و کربنات) تحت تاثیر الکترود منفی در جهت مخالف از غشاء انتخابی کاتیون عبور می کنند و به کانال غلیظ طرف دیگر می روند. در اینجا، کاتیون ها (بارهای مثبت) باقی می مانند چون غشاء بعدی غشاء انتخابی آنیون است از حرکت بیشتر به طرف الکترودها جلوگیری می‌کند. به این ترتیب، محلول های غلیظ و رقیق در فضاهای بین غشاها قرار می گیرند. این فضاها که با دو غشاء (آنیونی و کاتیونی) بسته می شوند، سلول نامیده می شوند. هر جفت سلول شامل دو سلول است، یک

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

سلول که یون ها از آن حرکت می کنند (سلول رقیق برای آب حاصـل) و دیگـری که یون ها در آن هستند (سلول غلیظ برای آب شور).

www.kandoocn.com
www.kandoocn.com
www.kandoocn.com
www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



حرکت یونها در روش الکترودیالیز

www.kandoocn.com

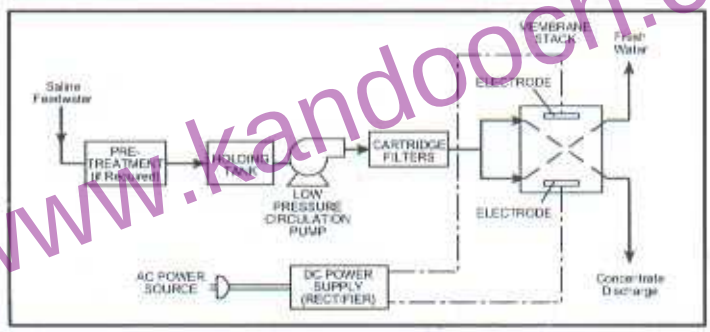
دستگاه ED شامل صدها جفت سلول که هر کدام با الکترودهایی در خارج بسته شده‌اند، می باشد که به مجموع غشاها شناخته شده اند. املاح آب در مسیرهای موازی از همه سلول ها عبور می کنند و یک جریان ممتد آب مقطر و آب شور غلیظ بین غشاءها ایجاد می کنند. بسته به طرح این سیستم، ممکن است مواد شیمیایی خاصی به این جریان آب در مجموع غشاءها، برای جلوگیری از ایجاد جرم، اضافه شوند.

یک دستگاه ED با این اجزاء اصلی ساخته می شود:

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

- انجام اعمال قبل از عملیات
- مجموع غشاءها
- پمپ کم فشار برگشت آب
- یک منبع قوی برای جریان الکتریکی (یکسوساز)
- انجام اعمال بعد از عملیات

قبل از شروع عملیات تقطیر، باید موادی که در آب تصفیه نشده وجود دارند و برای غشاها مضر هستند یا باعث مسدود شدن کانال ها در سلول ها می شود، خارج شوند یعنی قبل از شروع عملیات آب باید تحت بررسی قرار گیرد. املاح آب از طریق مجموع غشاء ها با پمپ کم فشار برای غلبه به مقاومت آب برگردانده می شوند. یک منبع یکسوساز برای انتقال جریان متناوب به جریان الکتریسیته مستقیم به الکترودهای خارج از مجموع غشاء ها، به کار می رود. اعمال بعد از عملیات شامل تثبیت کردن و آماده کردن آن برای توزیع است. این اعمال



www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

بعد از عملیات شامل خارج کردن گازهایی مثل سولفید هیدروژن و حفظ تعادل PH آب است.

اجزای یک واحد آزمایشگاهی الکترودیالیز

دراوایل سال 1970، یک شرکت آمریکایی به طور تجاری روش بازگشت الکترودیالیز (EDR)[1] را آغاز کرد. یک دستگاه EDR روی همان اصول روش ED عمل می کند، با این تفاوت که تعداد کانال های آب غلیظ و آب رقیق با هم برابرند.

در فاصله چند ساعت، تمایل قطبی الکترودها برعکس می شود، و در یک زمان جریان می یابند. به طوری که کانال آب شور، کانال آب خالص می شود. نتیجه این است که یون ها با عبور از غشاء ها به جهت مخالف جذب می شوند. سریعاً بازگشت میل قطبی و جریان الکتریسیته دنبال می شود. تا زمانی که آب با کیفیت خوب به دست آید، آب تهیه شده جاری می شود. این جاری شدن آب 1 تا 2 دقیقه طول می کشد و سپس تهیه آب خالص دوباره آغاز می شود. این روش بازگشت، در شکستن و تجزیه جرم ها و مواد ته نشین شده در سلول ها، قبل از اینکه آنها ساخته شوند و مشکل ساز شوند، بسیار مفید است.

---

[1]- electrodialysis reversal

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

روش ED دارای مشخصاتی است که این روش را برای بسیاری از کاربردها مناسب ساخته، این مشخصات عبارتند از:

- قابلیت تولید بالای محصول (آب مقطر بیشتر و آب شور کمتر)
- کاربرد نسبی انرژی به نمک های جدا شده
- توانایی عمل آوری آب املاح دار با درصد بالایی از جامدهای معلق بیش از روش RO.
- غیر قابل تاثیر با مواد غیر یونی مثل سیلیکا
- کاربرد کم مواد شیمیایی برای اعمال قبل از عملیات

دستگاه های ED برای تقطیر آب شور به کار می روند و بیشترین انرژی مورد نیاز را از جریان مستقیم الکتریسیته، برای جدا سازی مواد یونی به کار می برند.

1-2-7. اسمز معکوس (RO)

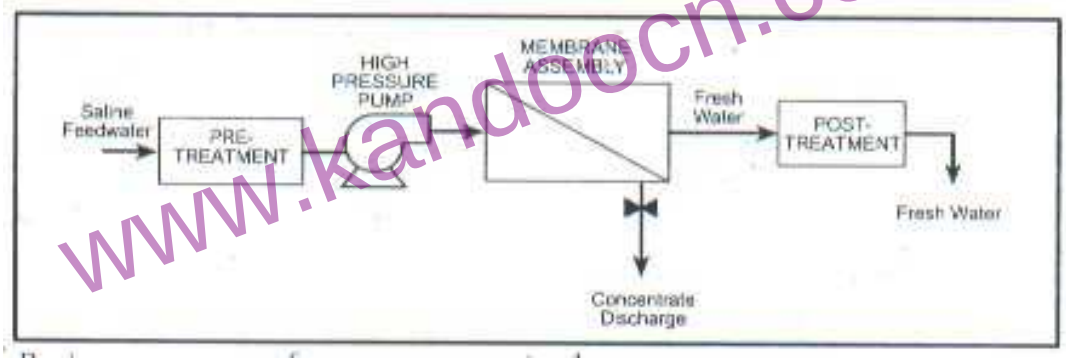
در مقایسه با تقطیر و الکترودیالیز، RO نسبتاً روش جدیدتری است و به صورت تجاری در اوایل سال 1970 به طور موفقیت آمیز شروع شد. RO روش جداسازی غشایی است که آب خالص از یک محلول آب شور تحت فشار، خارج می شود. هیچ تغییر حرارتی برای این جداسازی نیاز نیست. بیشترین انرژی مورد نیاز برای نمک زدایی برای تحت فشار قرار دادن املاح

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

آب است. در عمل املاح آب شور به لوله بسته جایی که قبل از غشاء تحت فشار قرار می گیرند، پمپاژ می شوند. همانطور که بخشی از آب از غشا عبور می کند، به غیر از نمک املاح باقی مانده آب هم افزایش می یابند. در همان لحظه، بخشی از املاح آب بدون عبور از غشاء تخلیه می شود. بدون کنترل این تخلیه، املاح تحت فشار آب، برای افزایش غلظت نمک ادامه می یابند، که مشکلاتی مثل ته نشین شدن نمک های محلول اشباع شده و افزایش فشار اسمزی که از غشاء عبور می‌کند را ایجاد می نماید. میزان املاح آب تخلیه شده به بیرون در جریان آب شور بین 20 تا 70 درصد جریان املاح است، البته بستگی به میزان نمک املاح آب، فشار و نوع غشاء نیز دارد.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



اجرای اصلی یک طرح صنعتی اسمز معکوس

یک سیستم RO براساس اجزاء زیر ساخته می شود:

- انجام اعمال قبل از عملیات
- پمپ فشار بالا
- اجزای غشاء
- انجام اعمال بعد از عملیات

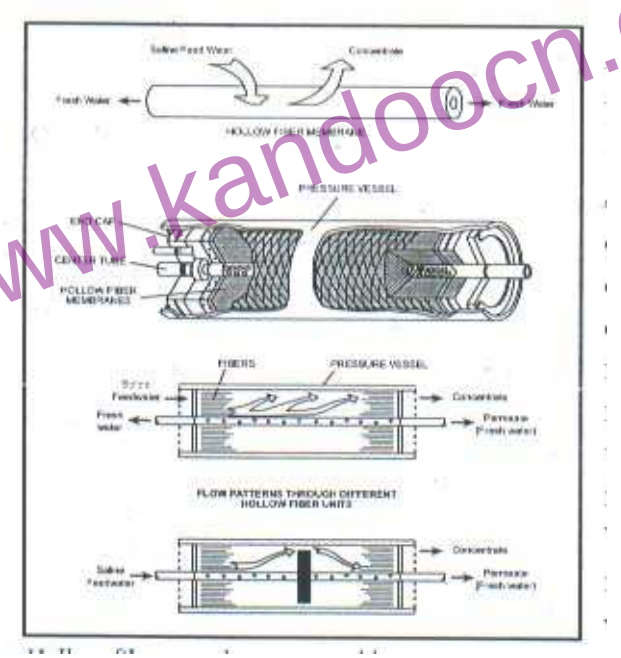
اعمال بعد از عملیات در روش RO بسیار اهمیت دارد. چون سطح غشاء باید تمیز باشد. بنابراین، جامدهای معلق باید خارج شده و آب طوری عمل بیاید که در سطح غشاء نه نمک ته نشین شود و نه میکرب ها رشد کنند. معمولاً، اعمال بعد از عملیات شامل تصفیه خوب و اضافه کردن اسید یا مواد شیمیایی دیگر برای

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

جلوگیری از رشد میکرب ها و ته نشینی است. پمپ فشار بالا فشار مورد نیاز برای ایجاد قابلیت عبور آب از غشاء را ایجاد می نماید و دافع نمک است. این فشار بین 15 تا 25 بار (225 تا 375Psi) برای آب شور و از 54 تا 80 بار (800 تا 1180Psi) برای آب دریا است اجزا غشاء شامل یک لوله فشار و غشایی که بد املاح آب اجازه عبور داده، می باشد. که در نتیجه بعد از عبور املاح از غشاء، مواد درون غشاء برخلاف غشاء تحت فشار قرار می گیرند. غشاء باید توانایی مقاومت در برابر فشاریکه بر آن وارد می شود را داشته باشد. غشاهای نیمه تراوا در توانایی شان برای عبور آب خالص و دفع نمک، با بقیه غشاها فرق دارند. هیچ غشایی در توانایی اش برای دفع نمک به عنوان نوع برتر شناخته نشده، بنابراین میزان خیلی کمی نمک از غشاء عبور می‌کند و در آب تهیه شده یافت می شود. غشاهای RO، به اشکال مختلفی ساخته شده اند. دو تا از بهترین و موفق ترین نوع این غشاء ها، غشاء بافت پولکی و غشاء مارپیچی است.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید



اجرا غشاء بافت پولکی

ترکیب این غشاها برای نمک زدایی آب شور و آب دریا به کار می روند. اعمال بعد از عملیات شامل تثبیت کردن آب و آماده کردن آن برای توزیع است. اعمال بعد از عملیات شامل خارج کردن گازهایی مثل سولفید هیدروژن و متعادل کردن PH آب است. دو عامل باعث کاهش هزینه های روش RO در طول دهه اخیر شده اند: توسعه غشاء هایی که کارآیی بهتری دارند و کاربرد وسایل بازیابی (جبران) انرژی. غشاهای جدید که به کار می روند قابلیت عبور آب بیشتر، قابلیت دفع بالاتر نمک، قیمت پایین تر و دوام بیشتری دارند. اکنون کاربرد وسایل بازیابی انرژی که به جریان غلیظ آب متصل می شوند، معمول است. فشار لوله که حدود

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

1 تا 4 بار (15 تا 60 psi) است کمتر از فشار به کار رفته در پمپ فشار بالاست. این وسایل بازیابی انرژی، مکانیکی هستند، و معمولا شامل مبادله کنندگان فشار، توربین ها، یا پمپ های بعضی دستگاه ها که به فشار چرخش یا انواع دیگر انرژی که بتواند برای کاهش نیازهای انرژی در کل مراحل به کار رود تبدیل شده است. این موارد تاثیر خاصی در کاهش هزینه اعمال واحدهای صنعتی بزرگ دارد. انرژی به کار رفته برای آب شور در روش RO (با بازیابی انرژی) $3\,kwh/m^3$ ($11/4\ kwh/1000gal$) گزارش شده است.

مسئله مهم دیگر در سطح غشاءRO کاربرد غشاهایی به نام نانوفیلتریشن (NF)[1] است که منفذهای زیادی برای عبور جامدهای حلال دارد. این مرحله برای صاف کردن و تصفیه آب با خارج کردن یون های محلول (مثل Ca^{2+} و Mg^{+2}) به کار می رود. دفع مواد توسط غشاء های یون های تک والانسی مثل Cl^- در غشاء Nf کمتر از غشاء های RO است. این غشاها حتی برای املاح آب خالص هم به کار می روند، چون ممکن است هنوز شامل جامد های محلول در آب باشد که باعث سخت شدن آب شود. غشاءهای Nf در صنعت تصفیه آب تغییرات مهمی ایجاد کرده اند، و روش تصفیه آب را که بر پایه مواد شیمیایی بوده

[1]- Nano filteration

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

به روشی براساس غشاء ها تغییر داده اند. تصفیه آب شور با روش NF و روش RO، در کاهش هزینه های تقطیر بسیار موثر بوده است.

از 10 سال گذشته روش RO، به طور جدی دنبال شد و تا به حال پیشرفت هایی در کارآیی بهتر غشاء ها، بازیابی انرژی، تولید انرژی، دوام غشاء و کنترل اعمال، به دست آمده است و هزینه تقطیر هم با روش RO خیلی پایین آمده است.

روش های دیگر

روش های دیگری هم برای تقطیر آب شور به کار رفته است. این روشها، به اندازه روش های ED و RO موفقیت تجاری کسب نکرده اند. ولی ممکن است تحت شرایط خاص یا با توسعه بیشتر، موفقیت کسب کنند.

1-2-8. روش فریز کردن (سرد کردن)[1]

در سال های 1950 تا 1960 فعالیت های زیادی برای توسعه روش تقطیر فریز (سرد کردن) انجام شده است. در روش فریز کردن، نمک های محلول به طور طبیعی در اثر تشکیل بلوهای اولیه یخ، خارج می شوند. تشکیل بلور در آب سرد تحت موقعیت های کنترل شده می تواند باعث تقطیر آب شور شود. قبل از اینکه

[1]- Freezing

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

کل حجم آب یخ بزند، معمولا در زیر آب شستشو انجام می شود. این کار برای شسته شدن و جدا شدن نمک در آب باقیمانده، انجام می شود. بعد یخ ذوب می شود و آب خالص تهیه می شود.

به طور تئوری، فریز کردن دارای مزایایی می باشد. این مزایا شامل انرژی مورد نیاز کمتر برای مراحل کار، تخریب کمتر و کاهش مشکلاتی از قبیل پیدایش جرم و یا ته نشینی است. معایب این روش جایجایی یخ و مخلوط آبی است که به طور مکانیکی برای حرکت ترکیب شده اند. روش های مختلفی وجود دارند که روش فریز کردن را برای تقطیر آب به کار می برند و بیش از 50 سال است که تعداد محدودی واحد آزمایشگاهی و صنعتی با این روش ساخته شده و کار می کنند. با این حال این روش، به عنوان روش موفق تجاری برای تهیه آب خالص در مصارف شهری شناخته نشده است.

تقطیر غشایی:[1]

روش تقطیر غشایی در سال 1980 به طور تجاری آغاز شد، ولی باید گفت که هیچ موفقیت چشمگیر تجاری نداشته، همانطور که از نام این روش پیداست، این روش هم شامل روش های غشایی است و هم مراحل تقطیر را دارا می باشد.

---

[1]- Membrane Distillation

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

در این روش، آب شور حرارت می بیند تا زمانی که بخار از آن بالا بیاید، و بعد این بخار آب از یک غشاء عبور می کند،(غشایی که بتواند فقط بخار آب را از خود عبور دهد نه آب مایع را) بعد از اینکه بخار آب از غشاء عبور کرد، روی سطح سردتری متراکم شده و آب خالص تهیه می شود. در حالت مایع، آب خالص نمی تواند به غشاء برگردد، چون این همان آب خالص و بازده آزمایش است. از مزایای مهم تقطیر غشایی سادگی کار آن است، هرچند، شباهتی با روش های MED، MSF دارد. ولی در درجه حرارت پایین، میزان زیادی آب باید مصرف شود، که در کل انرژی، تاثیر می گذارد.

1-2-10. رطوبت خورشیدی[1]

کاربرد انرژی خورشید برای تقطیر آب شور بررسی شده و بعضی مواقع به کار می رود. در طول جنگ جهانی دوم، فعالیتهای قابل توجهی در ساخت دستگاه های تقطیر کوچک انجام شد. این فعالیت‌ها بعد از جنگ جهانی هم با وسایل مختلفی که ساخته شده و آزمایش شده، ادامه یافت. این وسایل بخشی از چرخه هیدرولوژیک در طبیعت را تقلید می کنند. به طوری که اشعه های داغ خورشید به آب شور برخورد می‌کند و بخار آب از آن متصاعد می شود. (رطوبت زایی). بعد بخار آب روی سطح سردی متراکم شده و آب مقطر تهیه می شود. نمونه ای از

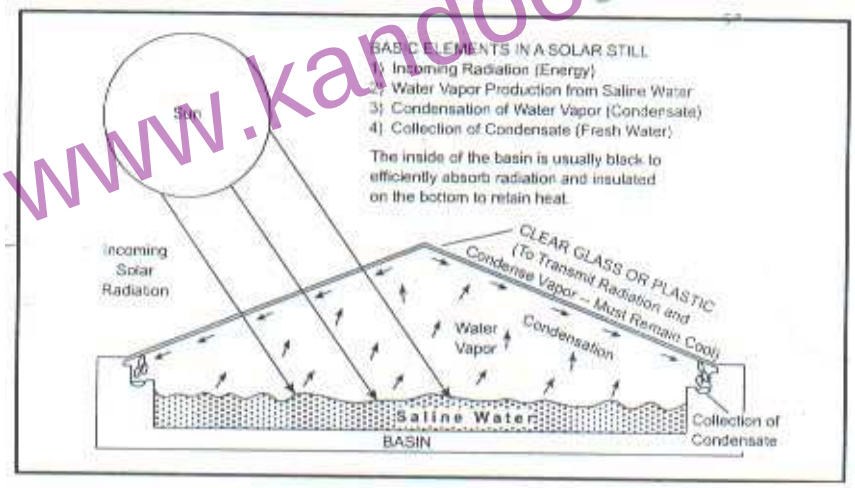
[1]- Solar Humidification

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

این نوع روش دستگاه تقطیر خورشیدی خانه سبز می باشد، که آب شور در حوضچه هایی در معرض نور خورشید قرار می گیرد و سپس بخار آب روی شیشه هایی که روی حوضچه ها را پوشانده می نشیند و آب مقطر تهیه می شود.

انواع بهتر دستگاههای خورشیدی با کارآیی بهتر ساخته شده اند، ولی همه آنها یک مشکلی دارند و آن هم این است که نمی توان با استفاده از این روش آب خالص به میزان زیاد تهیه کرد.



نمودار یک دستگاه تقطیر خورشیدی

معایب این روش:

- کم بودن سطح جمع آوری آب در این این روش.
- هزینه سرمایه بالا
- تخریب سریع وسایلی که با هوا در تماسند

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

سطح جمع آوری آب در دستگاه های خورشیدی به این صورت است که یک متر مربع برای تولید 4 لیتر آب در هر روز (10 فیت مربع گالون) نیاز می باشد. بنابراین برای $4000\,m^3/d$، مساحتی حدود 100 هکتار نیاز دارد. این روش مساحت خیلی زیادی می خواهد و اگر محل مورد نظر نزدیک شهر، جایی که زمین کم و گران است باشد، مشکل ساز می شود. ساخت خود دستگاه ها گران است، گرچه ممکن است انرژی گرمایی در دسترس و بدون هزینه باشد، ولی انرژی اضافی برای پمپ آب نیاز می باشد. به علاوه برای جلوگیری از جرمی که بعد از خشک شدن حوض در آن ایجاد می شود و تعمیر شیشه ها، باید با دقت کامل از دستگاه مواظبت کرد. کاربرد این نوع دستگاه های رطوبت خورشیدی برای تقطیر آب شور به مقیاس کم برای خانواده ها با دهکده های کوچک، مناطقی که انرژی خورشید فراوان، هزینه زمین کم و جریان الکتریسیته نباشد، بهتر است. یک دستگاه تقطیر خوب ساخته شده می تواند خیلی محکم باشد و موفقیت دستگاه های تقطیر به مدت 20 سال یا بیشتر گزارش شده است. نکته مهم دیگر داشتن کاربرانی است که در تهیه، ساخت، عمل و تعمیر این دستگاه ها ماهر باشند. نصب یک دستگاه تقطیر خورشیدی و بعد گذاشتن آن به حال خود برای دیگران با شکست مواجه می شود. تلاشهای زیادی محققان مختلف برای افزایش کارآیی

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

دستگاه های تقطیر با تغییر طرح و کاربرد مواد اضافی و غیره انجام داده‌اند. در بسیاری از موارد، این تغییرات، تولید آب را افزایش می دهند. نکته مهمی که این دستگاه ها را از لحاظ اقتصادی تهدید می‌کند، افزایش قیمت زمین است. از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه تر است که به جای این دستگاه، دستگاه VC یا RO را جایگزین آن کرد. چون این روش ها بیشتر فضا اشغال می کنند نه زمین.

www.kandoocn.com

جهت خرید فایل به سایت www.kandoocn.com مراجعه نمایید یا با شماره های ۰۹۳۶۶۰۲۷۴۱۷ و ۰۹۳۰۳۵۲۲۸۸۶ تماس حاصل نمایید

فصل چهارم

آزمونهای کنترل کیفی سرمهای درمانی

www.kandoocn.com