

نمک زردایی

نمک‌زدایی از آب

روش‌ها

- تقطیر
 - تقطیر ناگهانی چندمرحله‌ای (MSF)
 - تقطیر اثر چندگانه (MED)
 - تراکم بخار (VC)
- تبادل یونی
- فرایند غشایی
 - برگشت الکترودیالیزی (EDR)
 - اسمز معکوس (RO)
 - نانوفیلتراسیون (NF)
 - تقطیر غشایی (MD)
 - اسمز مستقیم (FO)
- نمک‌زدایی
- نمک‌زدایی زمین‌گرمایی
- نمک‌زدایی خورشیدی
 - آب شیرین‌کن خورشیدی-رطوبت‌زدایی (HDH)
 - رطوبت‌زدایی اثر چندگانه (MEH)
- تبلور آذریخ
- بازیافت آب
- گلخانه آب دریا

نمک‌زدایی یا شیرین کردن آب (به انگلیسی: Desalination or desalination) اشاره به هر یک از چند فرایندی است که مقداری نمک و سایر مواد معدنی را از آب شور جدا می‌کند. همچنین به‌طور کلی، منظور از نمک‌زدایی حذف نمک‌ها و مواد معدنی همانند نمک‌زدایی خاک است.^[۱]

آب شور جهت تولید آب شیرینی که برای مصرف انسان یا آبیاری مناسب است، نمک‌زدایی می‌شود. یک محصول جانبی بالقوه از نمک‌زدایی، نمک است. نمک‌زدایی در کشتی‌های بزرگ و زیردریایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بیشتر

سرمایه‌گذاری‌های اخیر در نمک‌زدایی، بر توسعه راه‌های مقرون به صرفه تأمین آب شیرین برای استفاده انسان، متمرکز شده‌است. در کنار بازیافت آب از **فاضلاب**، این یکی از چندین منابع تأمین آب مستقل از بارش است.

در مقیاس بزرگ، نمک‌زدایی به‌طور معمول با استفاده از مقدار زیادی انرژی، زیرساخت‌های اختصاصی و گران‌قیمت انجام می‌شود که آن را از آب تازه بدست آمده از منابع معمول مانند رودخانه‌ها یا **آب‌های زیرزمینی** گران‌تر می‌سازد.^[۲]

نمک‌زدایی به ویژه مناسب کشورهایی مانند **استرالیا** است، که به‌طور سنتی بر روی جمع‌آوری بارش پشت سدها برای تأمین منابع آب آشامیدنی خود اتکا می‌کند. به گفته انجمن بین‌المللی نمک‌زدایی در سال ۲۰۰۹، ۱۴۴۵۱ واحد نمک‌زدایی در سراسر جهان در حال بهره‌برداری بوده که ۹/۵۹ میلیون مترمکعب در روز تولید می‌کرده‌اند، با افزایش تولید سالیانه برابر ۳/۱۲٪. تولید در سال ۲۰۱۰ برابر ۶۸ میلیون مترمکعب بوده و انتظار می‌رود که تا سال ۲۰۲۰ به ۱۲۰ میلیون مترمکعب برسد، ۴۰ میلیون مترمکعب در **خاورمیانه** برنامه‌ریزی شده‌است.^[۲] بزرگترین کارخانه آب شیرین کن در جهان کارخانه نمک‌زدایی جبل علی (فاز ۲) در **امارات متحده عربی** است.

آب شیرین کن به روش اسمز معکوس چیست؟

اسمز معکوس روشی برای تصفیه آب دریا یا آب معمولی است که از یک غشای نیمه تراوا استفاده می‌کند که از طریق آن می‌توان نوعی فیلتراسیون آب را انجام داد. در فرآیند اسمز، اما برخلاف فیلتراسیون، فشار خاصی برای غلبه بر فشار اسمزی ایجاد می‌شود و این مرحله در پایان به آب تصفیه شده اجازه می‌دهد.

فرآیند اسمز معکوس قادر است تمام مولکول‌ها و یون‌های موجود در آب معمولی را حذف کند و به همین دلیل در بخش صنعتی و در تولید آب آشامیدنی استفاده می‌شود. در عمل، تنها حلال خالص از یک غشای نیمه تراوا عبور می‌کند، در حالی که املاح روی خود غشاء جمع می‌شود. بنابراین دقیقاً این غشاء است که مولکول‌ها و یون‌هایی را انتخاب می‌کند که می‌توانند عبور کنند یا نه، اجازه عبور به همه آن مولکول‌های بزرگ‌تر را نمی‌دهند، در حالی که حلال‌های کوچک‌تر می‌توانند بدون مشکل از آن عبور کنند.

برای جلوگیری از آلودگی میکروبیولوژیکی، سایر مراحل تصفیه در سیستم‌های **آب شیرین کن** (<https://aos.co.ir/%D8%A2%D8%A8-%D8%B4%DB%8C%D8%B1%DB%8C%D9%86-%DA%A9%D9%86-2>) به روش اسمز معکوس گنجانده شده است، زیرا برخی از باکتری‌ها قادر به عبور از غشاها یا نشت‌های کوچکی هستند که ممکن است وجود داشته باشد. اما در اروپا تصفیه آب‌های معدنی با اسمز معکوس طبق قانون مجاز نیست.

آب باران را می‌توان به راحتی از طریق پردازنده‌های اسمز معکوس تصفیه کرد و می‌توان از آن برای آبیاری و خنک‌سازی صنعتی مجدد استفاده کرد یا حتی در صورت کمبود ناگهانی به عنوان یک مخزن آب عمل کرد.

در صنعت از اسمز برای حذف مواد معدنی از آب دیگ‌های نیروگاه استفاده می‌شود که باید تا حد امکان خالص باشد تا رسوبی برجای نگذارد و ماشین‌آلات را خورده نکند. در واقع، وجود رسوبات احتمالی در داخل یا خارج لوله‌های دیگ می‌تواند منجر به کاهش کیفیت عملکرد خود دیگ و در نتیجه تولید بخار ضعیف شود.

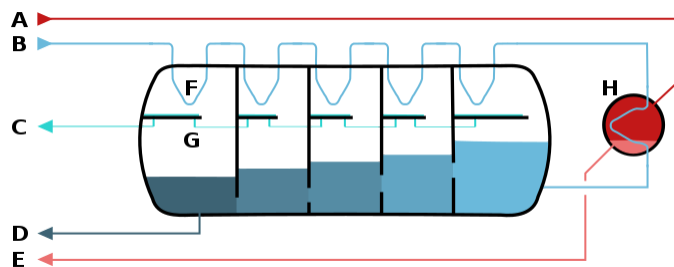
روش‌ها

روش سنتی مورد استفاده در این عملیات **تقطیر خلاء** می‌باشد که اساس آن جوشش آب در فشار کمتر از اتمسفر و در نتیجه دمای بسیار پایین‌تر از حد نرمال است. دلیل این است که جوشش یک مایع زمانی اتفاق می‌افتد که **فشار بخار** برابر فشار محیط باشد و فشار بخار با دما افزایش می‌یابد؛ بنابراین، به دلیل کاهش درجه حرارت، انرژی ذخیره می‌شود. روش پیشرفته تقطیر چند مرحله‌ای، ۸۵٪ از نیاز جهان در سال ۲۰۰۴ را برآورده کرده‌است.

در فرایندهای رقابتی که برای نمک زدایی، غشاء بکار می‌رود، اساساً از فناوری **اسمز معکوس** استفاده می‌کنند. فرایندهای غشایی با استفاده از غشاء نیمه تراوا و فشار، نمک را از آب جدا می‌کنند. سیستم واحدهای اسمز معکوس به‌طور معمول با انرژی کمتر نسبت به روش تقطیر حرارتی کار می‌کنند، که منجر به کاهش کلی هزینه آب شیرین کن‌ها در طول دهه گذشته شده‌است. نمک زدایی کماکان انرژی زیادی مصرف می‌کند، با این حال، هزینه‌ها ی بعدی آن هم به قیمت انرژی بستگی خواهد داشت و هم به قیمت فناوری نمک زدایی.

نقد و بررسی

تولید همزمان



نمایی از نمک‌زدایی به روش تقطیر چند مرحله‌ای

- A - ورودی بخار
- B - ورودی آب دریا
- C - خروجی آب آشامیدنی
- D - خروجی پساب
- E - خروجی بخار
- F - مبدل حرارتی
- G - جمع‌آوری آب میعان شده
- H - هیتر

تولید همزمان فرایندی است که از گرمای اضافی ناشی از تولید برق برای انجام کار دیگری استفاده می‌شود. در نمک زدایی، تولید همزمان یعنی تولید آب آشامیدنی از آب دریا یا آب زیرزمینی شور در یک واحد یکپارچه، یا «دو منظوره» است، که در آن یک نیروگاه منبع انرژی برای واحد تولید آب شیرین است. انرژی تولیدی واحد ممکن است صرف تولید آب آشامیدنی شود (واحد مستقل) یا می‌توان انرژی اضافی تولید شده و را وارد شبکه برق نمود. (واحد تولید همزمان واقعی) تولید همزمان انواع مختلف دارد و از نظر تئوری هر نوعی از انرژی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، اکثریت واحدهای موجود و برنامه‌ریزی شده واحدهای نمک زدای تولید همزمان، یا با سوخت‌های فسیلی یا انرژی هسته‌ای به عنوان منبع انرژی کار می‌کنند. اکثر واحدها در خاورمیانه و شمال آفریقا هستند، که از منابع نفت خود برای جبران محدودیت منابع آبی استفاده می‌کنند. مزیت واحد دو منظوره، راندمان بالاتر در مصرف انرژی است، در نتیجه ساخت واحد آب شیرین کن برای تولید آب آشامیدنی گزینه‌ای مناسب خواهد بود. [۴][۵]

در ۲۶ دسامبر سال ۲۰۰۷، در ستون مجله The Atlanta Journal-Constitution، نولان هرتل، استاد مهندسی هسته‌ای و رادیولوژیست در مؤسسه فناوری جورجیا، نوشت: "... رآکتورهای هسته‌ای می‌توانند برای ... تولید مقادیر زیادی آب آشامیدنی بکار روند. این فرایند در حال حاضر در سراسر جهان، از هند گرفته تا ژاپن و روسیه استفاده می‌شود. در ژاپن هشت رآکتور هسته‌ای به واحد آب شیرین کن متصل هستند... واحدهای آب شیرین کن هسته‌ای می‌توانند به عنوان منبع مقدار زیادی آب شرب باشند و توسط خطوط لوله صدها مایل دور تر برده شوند ..." [۶]

علاوه بر این، روش جاری در کارخانه‌های دو منظوره ترکیبی از دو روش است، که در آن محصول یک واحد آب شیرین کن به روش اسمز معکوس با محصول از آب شیرین کن حرارتی مخلوط شده می‌شوند. در واقع، دو یا چند فرایندهای نمک زدایی همراه با تولید انرژی ترکیب می‌شوند. چنین تأسیساتی در حال حاضر در عربستان سعودی در شهر جدّه و ینبع اجرا شده‌است. [۷] یک ناو هواپیمابر معمولی در ارتش ایالات متحده با استفاده از انرژی هسته‌ای در هر روز ۴۰۰'۰۰۰ گالن آمریکا (۱۵۰۰'۰۰۰ لیتر یا ۳۳۰'۰۰۰ گالن انگلیس) آب نمک زدایی می‌کند. [۸]

اقتصادی



فاکتورهایی که تعیین کننده هزینه آب شیرین کن هستند عبارتند از: ظرفیت و نوع تأسیسات، محل، آب، نیروی کار، انرژی، منابع مالی، و جمع‌آوری دور ریز. دستگاه‌های تقطیر نمک زدایی در حال حاضر فشار، دما و غلظت آب نمک را جهت بهینه‌سازی بهره‌وری کنترل می‌کنند. آب شیرین کن با انرژی هسته‌ای ممکن است در مقیاس بزرگ مقرون به صرفه باشد.^{[۹]، [۱۰]}

با توجه به هزینه‌های در حال کاهش، دید مثبتی در مورد این تکنولوژی برای مناطق نزدیک به اقیانوس وجود دارد. یک مطالعه در سال ۲۰۰۴ استدلال کرده، "آب نمک زدایی شده برای برخی مناطق که کمبود آب وجود دارد، و فقیر نیز نیستند، دور از دریا یا در ارتفاع بالا قرار دارند، می‌تواند راه حل مناسبی باشد. متأسفانه، این شامل مناطقی است که بزرگترین مشکلات را در زمینه آب دارند." و، "در واقع، باید نیاز به بالابردن آب تا ارتفاع ۲۰۰۰ متر (۶۶۰۰ فوت)، یا حمل آن به بیش از ۱۶۰۰ کیلومتر (۹۹۰ مایل) دورتر وجود داشته باشد تا هزینه‌های انتقال با هزینه‌های آب شیرین کن برابر شود. در نتیجه، ممکن است انتقال آب شیرین از جای دیگر مقرون به صرفه تر از نمک زدایی آن باشد. در مناطق دور از دریا، مانند **دهلی نو**، یا در جاهای مرتفع مانند **مکزیکو سیتی**، هزینه‌های بالای انتقال را باید به هزینه‌های زیاد نمک زدایی افزود. در جاهای که هم تا حدودی دور از دریا هستند و هم مرتفع، مثل ریاض و حراره هزینه نمک زدایی آب گران است. در برخی موارد، هزینه شیرین کردن آب غالب است نه انتقال آن، بنابراین، این فرایند می‌تواند در جاهای مثل **پکن**، **بانکوک**، **ساراگوسا** و **فونیکس** نسبتاً ارزانتر باشد، البته، در شهرهایی ساحلی مثل **طرابلس**. بعد از اینکه در جیبیل، عربستان سعودی، آب نمک زدایی شده به ۲۰۰ مایل (۳۲۰ کیلومتر) دورتر، به شهر **ریاض** بو سیله یک خط لوله فرستاده می‌شود. برای شهرهای ساحلی، نمک زدایی آب به‌طور فزاینده‌ای به عنوان یک **منبع آب** بکر و نامحدود در نظر گرفته می‌شود.

در سال ۲۰۰۵ در **فلسطین**، هزینه‌های نمک‌زدایی ۵۳ سنت به ازای هر متر مکعب و در سال ۲۰۰۶، در سنگاپور نمک‌زدایی از آب ۴۹ سنت به ازای هر متر مکعب رسید. در سال ۲۰۰۶ شهر **پرت** شروع به بهره‌برداری از کارخانه نمک زدایی آب دریا به روش اسمز معکوس نمود، و دولت استرالیای غربی اعلام کرده که کارخانه دومی نیز جهت برآورده کردن نیاز شهرها ساخته خواهد شد. در حال حاضر در بزرگترین شهر **استرالیا**، **سیدنی**، کارخانه آب شیرین کن در حال بهره‌برداری است و کارخانه نمک زدایی دیگری در، ویکتوریا در دست ساخت است.

بخشی از انرژی کارخانه آب شیرین کن پرت از نیروگاه بادی **Emu downs** تأمین می‌شود.^[۱۱] نیروگاه بادی **Bungendore** در **نیو سات ولز** برای تولید انرژی برگشت‌پذیر طراحی شده تا کمبود برق مورد نیاز واحد سیدنی را جبران کند، این اقدام به منظور کاهش نگرانی‌ها در مورد انتشار **گازهای گلخانه‌ای**، استدلالی رایج که در مخالفت با نمک زدایی آب دریا بکار می‌رود، انجام گرفته است.

در دسامبر ۲۰۰۷، دولت استرالیا جنوبی اعلام کرد که یک کارخانه نمک زدایی آب دریا برای شهر **آدلاید** در استرالیا، واقع در بندر **Stanvac** خواهد ساخت. بنا بود تا سرمایه این کارخانه آب شیرین کن از محل افزایش بهای آب برای استهلاک کامل هزینه آن تأمین شود. نظر سنجی آنلاین، غیرعلمی، نشان داد نزدیک به ۶۰ درصد از آراء به نفع افزایش نرخ آب برای ساخت واحد نمک زدایی بود.

۱۷ ژانویه ۲۰۰۸، در **وال استریت ژورنال** مقاله‌ای به این موضوع اشاره داشت که: "در ماه نوامبر، شرکتی که دفتر مرکزی آن

در کانکتیکات است بنام پوزئیدون ریسورس (Poseidon Resources Corp) برنده پروژه‌ای برای ساخت واحد آب شیرین کن ۳۰۰ میلیون دلاری Carlsbad در شمال سان دیگو شده است. تأسیسات ۵۰۰'۰۰۰ گالن آمریکا (۱۹۰'۰۰۰'۰۰۰ لیتر ۴۲۰'۰۰۰'۰۰۰ گالن انگلیس) در روز آب نوشیدنی تولید می‌کند، که برای تأمین آب حدود ۱۰۰'۰۰۰ خانه کفایت می‌کند. فناوری بهینه شده، هزینه‌ها را به نصف هزینه‌های در دهه گذشته تقلیل داده و آن را رقابتی تر کرده، پوزئیدون در نظر دارد آب را ۹۵۰ دلار به ازای هر هکتار-فوت (۱۲۰۰ متر مکعب یا ۴۲۰۰۰ فوت مکعب) در مقایسه با متوسط ۷۰۰ دلار هر هکتار-فوت (۱۲۰۰ مترمربع) است که سازمان‌های محلی در حال حاضر برای آب پرداخت می‌کنند. هر ۱۰۰۰ دلار در هر هکتار-فوت معادل ۰/۳ دلار به ازای هر ۱۰۰۰ گالن، یا ۸۱ سنت به ازای هر مترمکعب است. در برابر این مانع قانونی، پوزئیدون قبل از تصویب نهایی پروژه‌ای برای کاهش آسیب‌های وارد شده به زندگی آبزیان، که در قانون ایالت کالیفرنیا الزامی بود، نتوانست پروژه دیگری شروع کند. شرکت پوزئیدون به رغم تلاش‌های ناموفق برای تکمیل ساختار Tempa BayDesal، یک واحد آب شیرین کن در خلیج تمپا، فلوریدا، در سال ۲۰۰۱، به پیشرفتهایی در Carlsbad دست یافت. هیئت مدیره Tempa Bay water، در سال ۲۰۰۱ مجبور به خرید Tempa BayDesal از پوزئیدون شد تا از سومین شکست این پروژه جلوگیری کند. Tempa Bay water بیش از بهره‌برداری کامل از این تأسیسات در سال ۲۰۰۷، با پنج سال مشکلات مهندسی و بهره‌برداری با ۲۰٪ ظرفیت برای محافظت از زندگی دریایی که نزدیک به فیلترهای اسمز معکوس قرار داشتند، روبرو شد. در سال ۲۰۰۸، یک شرکت در سان لیندرو، کالیفرنیا، آب را ۴۶ سنت به ازای هر متر مکعب نمکزدایی می‌کرد. در حالی که نمکزدایی ۱۰۰۰ گالن آمریکایی (۲۸۰۰ لیتر؛ ۸۳۰ گالن انگلیس) آب می‌تواند در حدود ۳ دلار باشد، که مساوی همان مقدار آب بطری به ارزش ۷'۹۴۵ دلار است.

زیست محیطی

ورودی آبگیری

در ایالات متحده، با توجه به حکم دادگاه در سال ۲۰۱۱ تحت قانون آب پاک، مصرف آب اقیانوس بدون کاهش مرگ و میر ناشی از آبزیان در اقیانوس، پلانکتونها، تخم، ماهی‌ها و لارو ماهی‌ها تا حد ۹۰٪، دیگر عملی نیست. گزینه جایگزین چاه‌های ساحلی برای از بین بردن این نگرانی است، اما نیاز به انرژی بیشتر و هزینه‌های بالاتر دارد، در حالی‌که خروجی را محدود می‌کند.

خروجی

تمام فرایندهای نمک زدایی، تولید مقدار زیادی کنسانتره می‌کنند، که ممکن است با درجه حرارت افزایش یابد و باقی‌مانده‌های مواد پیش تصفیه و تمیز کننده‌های شیمیایی، محصولات جانبی نتیجه واکنش آنها، و فلزات سنگین ناشی از خوردگی را شامل می‌شود. مواد پیش تصفیه و تمیز کننده‌های شیمیایی در بیشتر واحدهای آب شیرین کن یک ضرورت است، که به‌طور معمول شامل پیشگیری رسوب بیولوژیکی، پوسته پوسته شدن، کف و خوردگی در واحدهای حرارتی، و در برابر رسوب بیولوژیکی، ذرات معلق و رسوبات پوسته‌ای در واحدهای غشایی می‌باشد.

برای محدود کردن اثرات زیست محیطی بازگرداندن آب نمک به اقیانوس، می‌توان آن را با یکی دیگر از جریانهای آب رقیق کرد، مثلاً خروجی تصفیه خانه پساب یا خروجی نیروگاه. از آنجاییکه خروجی آب خنک‌کننده نیروگاه‌هایی از آب دریا برای

خنک کردن استفاده می‌کنند به اندازه خروجی تصفیه خانه پساب شور نیست، شوری کاهش می‌یابد. جریان آب خنک‌کننده نیروگاه در یک نیروگاه متوسط یا بزرگ در مقایسه با یک واحد آب نمک زدایی، حداقل چندین بار بزرگتر از جریان خروجی واحد نمک زدایی است. روش دیگر برای کاهش شوری این است که آب شور را بوسیله یک دیفیوزر در یک «محدوده اختلاط» مخلوط می‌کنند. برای مثال، هنگامی که خط لوله حاوی آب نمک به کف دریا می‌رسد، می‌توان آن را به شاخه‌های بسیاری تقسیم کرد، که هر یک به تدریج از طریق سوراخهایی کوچک در امتداد طولشان، آب شور خارج می‌کنند. مخلوط را می‌توان با خروجی رقیق شده نیروگاه یا تصفیه خانه پساب ترکیب کرد.

آب شور با توجه به بالاتر بودن غلظت املاح چگالتر از آب دریا است. کف اقیانوس بیشتر در معرض خطر است، زیرا آب نمک پایین رفته و به اندازه کافی مدت زیادی باقی می‌ماند تا به اکوسیستم آسیب بزند. ورود با دقت آب نمک می‌تواند این مشکل را به حداقل برساند. به عنوان مثال، کارخانه‌های آب شیرین کن و سازه‌های خروجی به اقیانوس در سیدنی اواخر سال ۲۰۰۷ ساخته شده است و متخصصین آب بیان داشتند که خروجی به اقیانوس را می‌توان در بستر اقیانوس قرار داد تا پراکندگی آب تغلیظ دریا را به حداکثر می‌رساند، به طوری که در فاصله بیش از ۵۰ تا ۷۵ متر از خروجی، غیرقابل تشخیص خواهد بود. شرایط معمولی اقیانوسی دور از سواحل به محصول فرعی اجازه می‌دهد تا به سرعت رقیق شود، در نتیجه آسیب به محیط زیست به حداقل می‌رسد. واحد نمک زدایی در Kwinana در پرت استرالیا در سال ۲۰۰۷ افتتاح شد. آب در این محل و در واحد نمک زدایی Golden coast کویزنلند و واحد نمک زدایی Kurnell در سیدنی فقط ۰٫۱ متر در ثانیه (۰٫۳۳ فوت / ثانیه) خروجی دارند که به اندازه کافی آرام هست تا اجازه فرار به ماهی‌ها بدهد. این کارخانه نزدیک به ۱۴۰'۰۰۰ مترمکعب آب شیرین در هر روز (۴'۹۰۰'۰۰۰ فوت مکعب) تولید می‌کند.

جایگزین‌های بدون آلودگی

در برخی از روشهای نمک زدایی، به ویژه در ترکیب با **برکه تبخیر** و دستگاه خورشیدی (آب شیرین کن خورشیدی) آب شور خارج نمی‌شود. آنها نه از مواد شیمیایی در فرایندهای خود استفاده می‌کنند و نه از سوخت‌های فسیلی. در این روشها با غشاء یا دیگر قطعات حساس مانند اجزایی که شامل فلزات سنگین است کار نمی‌کنند، بنابراین پسماند سمی بجا نمی‌ماند و نگهداری نیز پرهزینه نیست. یک روش جدید **سیستم زیست سازه‌ای یکپارچه** است که مانند دستگاه خورشیدی می‌باشد، اما در مقیاس حوضچه تبخیر صنعتی.^[۱۲] می‌توان این روش را "نمک زدایی کامل" در نظر گرفت، به دلیل اینکه کل مقدار آب شور ورودی را به آب مقطر تبدیل می‌کند. یکی از مزایای منحصر به فرد این نوع از آب شیرین کن با منبع انرژی خورشیدی، امکان بهره‌برداری دور از ساحل است. از دیگر مزایایی این روش با توجه به استاندارد، این است که واحد آب شیرین کن هوا را آلوده نمی‌کند و خروجی آب خنک‌کننده نیروگاه نیز هیچ افزایش دمایی در آب ایجاد نمی‌کند تا زندگی آبزیان را در معرض خطر قرار دهد. یک مزیت مهم دیگر، تولید نمک دریا برای مصارف و غیر صنعتی است. در حال حاضر، ۵۰ درصد از تولید نمک دریا در جهان هنوز متکی به سوخت‌های فسیلی است.

جایگزین‌هایی برای نمک‌زدایی

افزایش بهره‌وری و حفاظت از آب، نخستین اولویت اقتصادی در مناطقی از جهان است که در آنها پتانسیل زیادی برای بهبود بهره‌وری در شیوه‌های استفاده از آب وجود دارد.^[۱۲] بازیافت پساب‌ها برای آبیاری و استفاده‌های صنعتی در مقایسه با

روش نمک زدایی، مزیتی چندین برابر دارد.^[۱۳] جمع‌آوری روان‌آب‌های شهری و آب توفان نیز برای تصفیه، بازسازی و شارژ آب‌های زیرزمینی سودمند است.^[۱۴]

یک جایگزین پیشنهادی برای نمک زدایی در جنوب غربی آمریکا واردات عمده آب از مناطق غنی از آب با تبدیل نفتکشهای بسیار بزرگ به حامل آب، یا از طریق خطوط لوله است. این ایده به لحاظ سیاسی در کانادا محبوبیت ندارد، جایکه دولت‌ها، به سبب پرونده یک ادعا در سال ۱۹۹۹ تحت فصل ۱۱ از توافقنامه تجارت آزاد آمریکای شمالی (NAFTA) توسط شرکت سان بلت واتر (Sun Belt Water Inc) در اشاره به فشار نیازهای محلی با توجه به خشکسالی شدید در آن منطقه، موانع تجاری بر صادرات عمده آب اعمال کردند.

منابع

1. "Australia Aids China In Water Management Project." (http://english.people.com.cn/english/200108/03/eng20010803_76423.html) People's Daily Online, 2001-08-03, via english.people.com.cn. Retrieved on 2007-08-19
2. Fischetti, Mark (September 2007). "Fresh from the Sea" (https://archive.org/details/sim_scientific-american_2007-09_297_3/page/118). *Scientific American*. **297** (3): 118–119. doi:10.1038/scientificamerican0907-118 (<https://doi.org/10.1038/scientificamerican0907-118>). PMID 17784633 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17784633>)
3. Opportunities aplenty | H2O Middle East (<http://www.h2ome.net/en/2012/02/opportunities-aplenty>) بایگانی‌شده (<https://web.archive.org/web/20130125064410/http://www.h2ome.net/en/2012/02/opportunities-aplenty>) در ۲۵ ژانویه ۲۰۱۳ توسط [Wayback Machine](http://www.h2ome.net). H2ome.net (2012-02-06). Retrieved on 2012-05-14
4. Osman A. Hamed (2005). "Overview of hybrid desalination systems – current status and future prospects". *Desalination*. **186**: 207–214. doi:10.1016/j.desal.2005.03.095 (<https://doi.org/10.1016/j.desal.2005.03.095>)
5. B.M. Misra and J. Kupitz (2004). "The role of nuclear desalination in meeting potable water needs in water scarce areas in the next decades". *Desalination*. **166**: 1–9. doi:10.1016/j.desal.2004.06.053 (<https://doi.org/10.1016/j.desal.2004.06.053>)
6. Nuclear Desalination (<http://www.world-nuclear.org/info/inf71.html>). Retrieved on 2010-01-07
7. Heinz Ludwig (2004). "Hybrid systems in seawater desalination – practical design aspects, present status and development perspectives". *Desalination*. **164**: 1–18. doi:10.1016/S0011-9164(04)00151-1 ([https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(04\)00151-1](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(04)00151-1))

Tom Harris (2002-08-29) [How Aircraft Carriers Work \(http://science.howstuffworks.com/aircraft-carrier2.htm\)](http://science.howstuffworks.com/aircraft-carrier2.htm). Howstuffworks.com. Retrieved on 2011-05-29

"Nuclear Desalination" (<http://www.world-nuclear.org/info/inf71.html>). World Nuclear Association. January 2010. Retrieved 2010-02-01

Barlow, Maude, and Tony Clarke, "Who Owns Water?" (<http://www.thenation.com/doc/20020902/barlow>) The Nation, 2002-09-02, via thenation.com. Retrieved on 2007-08-20

Australia Turns to Desalination (<http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=11134967>) by Michael Sullivan and PX Pressure Exchanger energy recovery devices from Energy Recovery Inc. An Environmentally Green Plant Design (http://www.energyrecovery.com/installations/documents/Perth_CS109EE.pdf) https://web.archive.org/web/20090327122853/http://www.energyrecovery.com/installations/documents/Perth_CS109EE.pdf در ۲۷ مارس ۲۰۰۹ توسط Wayback Machine. Morning Edition, National Public Radio, June 18, 2007

Desalination without brine discharge – Integrated Biotechnological System (<http://www.prototype-creation.de/release3.pdf>) <https://web.archive.org/web/20110719073443/http://www.prototype-creation.de/release3.pdf> در ۱۹ ژوئیه ۲۰۱۱ توسط Wayback Machine, by Nicol- André Berdellé, 02.20.2011

Gleick, Peter H. , Heather Cooley, David Groves. (September 2005.) "California water 2030: An efficient future." (http://pacinst.org/reports/california_water_2030/ca_water_2030.pdf). Pacific Institute. Retrieved on 2007-09-20

(Sun Belt Inc. Legal Documents (<http://www.sunbeltwater.com/docs.shtml>) <http://www.sunbeltwater.com/docs.shtml>) <s://web.archive.org/web/20100218135610/http://www.sunbeltwater.com/docs.shtml> در ۱۸ فوریه ۲۰۱۰ توسط Wayback Machine. Sunbeltwater.com. Retrieved on 2011-05-29

پیوند به بیرون

برگرفته از «<https://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=نمک‌زدایی&oldid=34904748>»

«[title=نمک‌زدایی&oldid=34904748](https://fa.wikipedia.org/w/index.php?title=نمک‌زدایی&oldid=34904748)»

آخرين ويرایش ۹ روز پیش توسط MAHSA SALMAN انجام شده

ویکی‌پدیا
