



استفاده از تکنولوژی آب شیرین کن راهی برای مقابله با کمبود آب

سیده چمن نادری کروندان

دانشجوی دکترا مهندسی منابع آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
chamannaderi@yahoo.com

اسماعیل مظفری

دانشجوی دکترا مهندسی منابع آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
esr6699@gmail.com

طیبه منصوری سراب بادیه

دانشجوی دکترا مهندسی منابع آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
t.mansori@ymail.com

علی صارمی

استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
saremi.ptmco@gmail.com

چکیده

حیات، بهداشت و توسعه پایدار سخت نیازمند منابع آب شیرین است. آبهای در گردش، منابع آب شیرین در زمین می‌باشند که به تدریج در حال کاهش است. لذا استفاده از تکنولوژی‌های آب شیرین کن در سالیان اخیر و در اکثر مناطق دنیا به عنوان روش‌های قابل اطمینان تولید آب شیرین، رواج بیشتری پیدا کرده و در حال گسترش می‌باشد. در این مقاله سعی شده است به معرفی و ضرورت استفاده از آب شیرین کن برای تأمین آب مورد نیاز در مصارف مختلف و همچنین اثرات زیست محیطی آن‌ها پرداخته شود. صنایع، کشاورزی و جوامع کوچک (شامل نقاط کم جمعیت و روستاها) می‌پردازد. نتایج نشان داد که می‌توان با در نظر گرفتن ارزیابیهای اقتصادی و زیست محیطی و بهداشتی نسبت به مدیریت کارآمدتر این موضوع با تحمیل کمترین هزینه‌ها اقدام نمود.

واژگان کلیدی: توسعه پایدار، منابع آب، آب شیرین کن، اثرات زیست محیطی

مقدمه

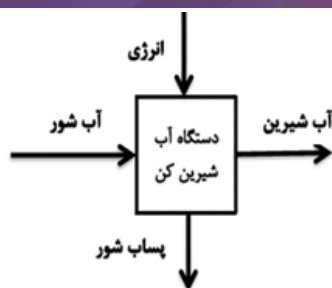
در خاورمیانه میزان بارش با دور شدن از دریای مدیترانه به سمت شرق و جنوب کاهش می‌یابد. در منتهی‌الیه شمال منطقه، در طول سواحل دریا سیاه و دریای خزر در تمام طول سال بارش‌های مکرر ادامه دارد. از میان کشورهای خاورمیانه تنها دو کشور ترکیه و لبنان فاقد مناطق فوق‌العاده خشک می‌باشند. در مقابل بیش از سه چهارم کل زمین‌های مصر و عربستان، مجموع نزولاتی که سالانه دریافت می‌کنند کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر است. محدودیت آب شیرین در جهان و افزایش جمعیت از یک‌سو و آلودگی منابع سطحی و زیرزمینی از سوی دیگر نگرانی عمده‌ای را برای دست‌اندر کاران بخش آب به‌وجود آورده است. با توجه به این‌که در آینده موقعیت منابع آب بسیار در خطر است، باید برای مقابله با کمبود آب راه کارهای اساسی را پیش‌بینی نمود. صحبت از شیرین کردن آب شور سال‌های سال است که نظر کارشناسان و متخصصین را به خود جلب کرده است، ولی تا امروز این حرکت به‌سختی و با هزینه‌های بسیار هنگفتی انجام شده است که برای کشورهایی که تاکنون با بحران مواجه نشده‌اند، مقرون به صرفه نبوده و در این راه کمتر تلاش کرده‌اند. خوشبختانه کسانی که در کنار دریا زندگی می‌کنند حداقل بر این باور هستند که می‌توان آب‌شور را تصفیه و از آن استفاده کرد ولی کسانی که از آب شور هم دور می‌باشند باید بیشتر از ساحل‌نشینان منتظر عواقب ناشی از کمبود آب باشند. سرانه آب شیرین قابل دسترس در ایران ۱۹۷۰ متر مکعب در سال است. طبق پیش‌بینی‌ها این سرانه ۱۴۰۰ با جمعیت احتمالی ۱۰۰ میلیون نفر به ۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰ متر مکعب در سال می‌رسد که از نظر معیارهای جهانی به‌عنوان وضعیت بحرانی شناخته شده است. البته امروزه با استفاده بهینه از منابع آب بسیاری از کشورها با سرانه کمتر از ۸۰۰ متر مکعب در سال نیز برنامه‌های توسعه ملی خود را به پیش می‌برند. طبق آمار سال ۱۹۹۲ بیش از ۷۵۰۰ آب شیرین‌کن در جهان موجود می‌باشد، که حدود ۰۶٪ آن‌ها در خاورمیانه قرار دارد و بزرگترین آب شیرین‌کن جهان با ظرفیت تولید ۴۸۵ هزار متر مکعب در روز در کشور عربستان سعودی وجود دارد. همچنین ۲۱٪ از آب شیرین جهان در کشور آمریکا تولید می‌شود. که بیشترین تولید در حوزه دریای کارائیب و فلوریدا قرار دارد. با آن که ۰۷٪ از سطح کره زمین با آب پوشانده شده است، ولی فقط ۲٪/۵ آن آب شیرین است و ۹۷٪/۵ بقیه آب شور است. از بین آب‌های شیرین نیز در حدود ۰۷٪ آن به‌صورت یخ‌های دائمی و غیر قابل دسترس در قطب‌ها و قله کوه‌ها و مناطق مرتفع قرار دارد. از ۰۳٪ باقیمانده نیز فقط در حدود یک درصد آب در دسترس و قابل استفاده است و بقیه آن در سفره‌های زیرزمینی بسیار عمیق و دور از دسترس قرار دارد (ماهنامه مهرآب، ۱۳۸۵).

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع تحقیق کیفی و ابزار تحلیل محتوی مبتنی بر مطالعه و بررسی منابع علمی به عنوان منابع اصلی و تحلیلها و ارزیابی‌های صورت گرفته پیرامون موضوع می‌باشد. در این مقاله سعی شده است با مطالعه مطالب مرتبط در این زمینه به بررسی انواع آب‌شیرین‌کن‌ها، کاربرد آن‌ها و همچنین اثرات زیست محیطی آن‌ها بپردازیم.

یافته‌ها

کاربرد اساسی آب شیرین‌کن حذف املاح یا شوری آب و مواد معدنی و مواد مضر آب به روش فیزیکی و مکانیکی و نمک زدایی توسط دستگاه اسمز معکوس RO یعنی به روش تصفیه آب فیزیکی را که باعث سبک‌سازی و شفافیت آب می‌شود را آب شیرین‌کن می‌نامند. در شکل (۱) نحوه عملکرد فرآیند نمک‌زدایی نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود از یک سمت واحدهای آب‌شیرین‌کن، آب شور وارد می‌شود و با دادن مقدار انرژی اولیه به آن خروجی آب شیرین و پساب شور می‌باشد.



شکل ۱- نحوه عملکرد یک دستگاه آب شیرین کن

آب شیرین کن در هر مکانی که منابع آب دارای املاح و ناخالصی‌ها، آب شور و آب لب شور وجود داشته باشد و منابع آب شیرین مورد نیاز محدود باشد قابل استفاده است. با توجه به وضعیت اقلیمی ایران بیشترین کاربرد آب شیرین کن در مناطق جنوبی کشور است.

به‌طور کلی آب شیرین کن‌ها به دو دسته غشایی و حرارتی تقسیم‌بندی می‌شوند. در نوع حرارتی از گرما برای تبخیر استفاده می‌شود و پس از برجای ماندن نمک، بخار آب گالیده و بر اثر سرمایش به آب تبدیل می‌شود. در آب شیرین کن‌های غشایی که بر اساس مکانیزم اسمز معکوس استوار است، با گذراندن آب شور از میان یک غشا نیمه تراوا، نمک از آن جدا می‌شود. در جدول (۱) مزیت‌های هر کدام آورده شده است (بی‌نام، ۱۳۹۲).

جدول (۱): مزیت‌های آب شیرین کن‌های حرارتی و غشایی

مزیت آب شیرین کن‌های حرارتی	مزیت آب شیرین کن‌های غشایی
حساسیت کم به کیفیت آب شور	بازده انرژی بالا
توانایی تولید آب تصفیه شده با کیفیت بالا	انعطاف‌پذیری در طراحی و عملکرد
کار کردن با درجه حرارت‌های پایین	خصوصیت روشن و خاموش شدن سریع

آب شیرین کن خانگی چیست ؟

با روش نمک زدایی RO تصفیه آب خانگی هم شامل آب شیرین کن می‌شود تصفیه آب خانگی هم با روش اسمز معکوس و فیلتر ممبران کار می‌کنند و عملاً این نوع تصفیه آب هم شامل آب شیرین کن می‌شود.

آب شیرین کن صنعتی

تصفیه آب از طریق فیلترهای شنی و فیلترهای کربنی و پس از سپری کردن یکسری از فیلترهای مخصوص و فیلتر ممبران به روش مکانیزه اسمز معکوس و سبک سازی و شفاف سازی آب خام و آماده SW-RO و ممبران BW-RO صنعتی ممبران نمودن آب تصفیه شده برای مصارف صنعتی را آب شیرین کن صنعتی می‌نامند.

آب شیرین کشاورزی

تصفیه آب کشاورزی سرشاخه‌هایی بسیاری دارد و در تصفیه آب کشاورزی نیز می‌توان از سیستم مکانیزه اسمز معکوس و فرآیند غشایی استفاده کرد حذف برخی از موارد آب کشاورزی به صورت اسمز معکوس و سیستم تزریق مواد برای حذف سختی آب کشاورزی و بعضی از سبک کارهایی که باعث تغییر کیفیت آب چاه می‌گردد و آب سبک یا مناسب کشاورزی می‌گردد و



آب چاه کشاورزی می گردد EC برای بخشی از تصفیه آب چاه و پایین آوردن RO در برخی از موارد ها از روش اسمز معکوس را آب شیرین کن کشاورزی می نامند.

آب شیرین کن دریایی

آب شیرین کن دریایی نیز مثل دیگر فرآیندهای غشائی از روش مکانیزه نمک زدایی از طریق فیلترهای ممبران دریایی -SW RO برای حذف نمک و املاح مفید معدنی آب دریا و شیرین سازی آب دریا برای مصارف آشامیدن و مصارف صنعتی استفاده می گردد و در این نوع سبک کار از ممبران دیگری نمی شود استفاده کرد و فقط با ممبرانی که بتواند آب دریا را با TDS 45000 را تحمل نماید و بتوان آب در را از آب شور به آب شیرین تبدیل کرد را آب شیرین کن دریایی می نامند.

تامین نگهداری آب شیرین کن

طراحی و ساخت آب شیرین کن در کیفیت تصفیه آب و نوع عملکرد دستگاه تاثیر می گذارد و نوع پیش تصفیه و نوع فیلتراسیون اولیه دستگاه آب شیرین کن در مجموع کلی در کیفیت دستگاه و نوع تامین نگهداری و نوع مصرف لوازم ها تاثیر گذار است ولی در نهایت اگر لوازم های دستگاه در حد استاندارد و اصلی و نوع پیش تصفیه جوری باشد که دستگاه آب شیرین کن در اثر آن آسیب نبیند کیفیت و آب تولید شده خیلی با صرفه است و در صنعت و تولید با صرفه اقتصادی است.

نوع انتخاب و خرید دستگاه آب شیرین کن

ابتدا باید از نوع سختی و موارد شیمیایی و قلیایی یا همان آنیون های آب و کاتیون های آب مطلع شویم یعنی با آزمایش کامل آب بتوانیم سختی آب را به دست بیاریم و سپس از نوع چیدمان لوازم دستگاه از چند تا شرکت معتبر استعلام و مشاوره نماییم و از نوع عملکرد دستگاه در طی سالیان که قرار است برای شما کار کند اطلاعات بگیریم که آیا این خرید برای شما صرفه دارد یا نه سپس اقدام به خرید دستگاه آب شیرین کن نماییم

هزینه های آب شیرین کن

در ابتدا باید از قیمت دستگاه آب شیرین کن و از نوع مصرف برق و مصرف انرژی های دیگر و مصرف لوازم های آن باخبر شوید مثلا دستگاه آب شیرین کن ۱۰ متر مکعبی تو رنج استاندارد در سال ۱۳۹۲ الی ۱۳۹۴ حدود ۳۰ تا ۵۰ هزار تومان هزینه های مصرفی دارد مصرف برق و مصرف آب ورودی هم به قیمت آن منطقه که هستید در قبض خود باید محاسبه نمایید و به قیمت کل اضافه نمایید طول عمر مفید دستگاه آب شیرین کن حدود ۱۰ الی ۱۲ سال پیش بینی می گردد، البته دستگاه اگر ۲۵ متر مکعب در شبانه روز بشود هزینه دو برابر نمی شود ولی نسبتا ۲۰ الی ۳۰ درصد هزینه مصرفی بیشتر می گردد البته در تولید های بالاتر هزینه ها بهتر است مثلا آب شیرین کن ۲۰۰ یا ۳۰۰ متر مکعب با صرفه تر از دستگاه های آب شیرین کن کوچک تر است (www.tamadonaria.ir).

مزایای آب شیرین کن ها

- تهیه آب صنعتی جهت مصارف در بویلرها (دیگ های بخار)، کولینگ تاورها و کلیه سیستمها حرارتی و برودتی
- تهیه آب DM جهت مصارف دارویی و بیولوژیکی
- شیرین سازی آب های شور و سنگین آشامیدن
- تهیه آب مورد مصارف در صنایع نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهها
- تامین آب مناسب جهت تولید محصولات متنوع در صنایع غذایی، نوشیدنی، آرایشی بهداشتی، الکترونیک
- تصفیه نهایی پساب های صنعتی
- تامین و تولید آب مناسب جهت مصارف کشاورزی، گلخانه ای
- تامین و تولید آب دستگاه های دیالیز بیمارستان

تجربیات ایران در شیرین سازی آب



ایران دارای تجربه ۵۰ ساله در امر شیرین سازی آب شور است و در رتبه دهم تولید آب شیرین در جهان قرار دارد. در کشور روزانه بیش از ۴۲۳ هزار متر مکعب آب شیرین تولید می شود ولی فقط یک درصد از کل سهم تولید آب شیرین جهان به ایران اختصاص دارد. اولین دستگاه آب شیرین کن در ایران در پایگاه هوایی و نیروی دریایی بوشهر در سال ۱۳۴۹ به بهره برداری رسید. از آن هنگام تاکنون مجموعاً ۱۶۵ دستگاه آب شیرین کن در کشور خریداری و نصب شده است. سازندگان این دستگاه ها، کشورهای آلمان، انگلیس، فرانسه، ایتالیا، هند، آمریکا و... بوده اند. طبق آمار ۵۱ واحد آب شیرین کن در بوشهر، ۹۱ واحد در هرمزگان و جزایر اطراف آن، ۲۰ واحد سیستان و بلوچستان و پنج واحد در استان خوزستان نصب شده است. از ده سال پیش تا کنون متخصصان ایرانی موفق شده اند طراحی و نصب تجهیزات آب شیرین کن را حتی در ظرفیت های بزرگ انجام دهند. برای مصارف گوناگون از انواع آب های شیرین شده با درجات مختلف استفاده می گردد. به عنوان مثال هم اکنون یک دستگاه آب شیرین کن در منطقه رفسنجان نصب شده که به پسته کاران آبی در حد استاندارد کشت پسته تحویل می دهد. آب شیرین شده در چابهار که برای شرب استفاده می شود، کیفیتی معادل آب سد لار دارد. بر اساس گزارش منتشره از انجمن هسته ای جهانی استفاده از انرژی هسته ای برای تولید آب شیرین که از دهه ۱۹۷۰ مورد استفاده قرار گرفته است، نسبت به سوخت های فسیلی با توجه به قیمت و میزان سوخت مصرفی تقریباً ۳۰ درصد ارزانتر بوده و از لحاظ زیست محیطی و عدم تولید گازهای گل خانه ای بسیار مناسب تر است (www8.irna.ir).

اولین آب شیرین کن در ایران چه سالی در کجا ساخته شد؟

تاریخ ساخت آب شیرین کن در ایران به سال ۱۳۷۰ بر می گردد. در این سال مهندسان ایرانی مطالعه برای ساخت اولین دستگاه آب شیرین کن در ایران به روش مهندسی معکوس را شروع کرده و یک سال بعد اولین واحد آب شیرین کن ساخت داخل در جزیره کیش نصب و راه اندازی شد. در سال ۱۳۷۴ اولین قرارداد طراحی و ساخت داخل در جزیره کیش نصب و راه اندازی شد. در سال ۱۳۷۴ اولین قرارداد طراحی و ساخت آب شیرین کن برای شرکت پتروشیمی خارک با ظرفیت تولید ۱۰۰۰ متر مکعب در روز به روش MED منعقد شد و در اسفند سال ۱۳۷۶ توسط شرکت کرمان خودرو تحویل دائم گردید (ماهنامه مهرآب، ۱۳۸۵).

تأثیرات زیست محیطی

یکی از ملاحظات مهم در مورد آب شیرین کن ها نحوه تامین آب شور ورودی واحد نمک زدایی به ویژه در مواردی که آب شیرین کن با یک نیروگاه ترکیب شده است، می باشد. علیرغم اینکه نحوه تامین آب شور ورودی تأثیر قابل ملاحظه ای بر زندگی موجودات دریایی دارد ولی در بسیاری از موارد این موضوع مورد غفلت واقع شده است. تخمین زده می شود که ۹۰ درصد جانوران دریایی موجود در آب ورودی، اعم از پلانکتون ها تخم و لارو ماهی ها، در حین فرآیند شیرین سازی از بین می رود. برای حل این مشکل یک راه وجود دارد و آن هم تامین آب مورد نیاز از طریق چاه های ساحلی است که فاقد جانوران دریایی هستند ولی این راه حل با افزایش هزینه ناشی از پمپاژ آب از چاه همراه است. مسئله زیست محیطی دیگری که در مورد آب شیرین کن ها مطرح است، مسئله نشر گازهای گلخانه ای است. در همه واحدهای نمک زدایی صرف نظر از اینکه از چه فناوری برای شیرین سازی استفاده می شود، مسئله پساب شور خروجی مسئله دیگر زیست محیطی است. این ماده غلیظ بر اساس تقسیم بندی آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا به عنوان یک پساب صنعتی شناخته شده است. در نواحی ساحلی می توان بدون اینکه نگران تغییر در غلظت نمک اقیانوس ها بود این پساب را به دریا بازگرداند. ولی در روش اسمز معکوس به علت اینکه غلظت پساب دو برابر آب دریا است ممکن است باعث تغییر در غلظت نمک دریاها شود و به خصوص در مورد گونه هایی که در اعماق اقیانوس ها زندگی می کنند این تغییرات باعث تهدید حیات آن ها شود. برای به حداقل رساندن آثار زیست محیطی بازگرداندن پساب شور به دریاها آن را با جریان های دیگر آب، مثلاً پساب نیروگاه ها رقیق می کنند. اگر نیروگاه متوسط یا بزرگ باشد و واحد نمک زدایی هم کوچک باشد، حجم آب واحد خنک کننده نیروگاه چند برابر پساب شور خواهد بود و به راحتی می توان آن



را رقیق نمود. روش دیگر برای به حداقل رساندن آسیب‌های زیست‌محیطی پساب رها کردن آن در سطح وسیعی از دریاست به این ترتیب که پساب به چند بخش تقسیم شده و در قسمت‌های مختلف دریا رها می‌شوند (بی‌نام، ۱۳۹۲).

نتیجه گیری

منابع آبی در اکثر نقاط دنیا در حال کاهش می‌باشند و نمک زدایی آب دریاها و آب‌های شور مورد استقبال زیادی واقع شده‌اند. یک راه حل مناسب برای تهیه آب سالم و آشامیدنی در مناطق خشک و دوردست استفاده از تکنولوژی آب‌شیرین‌کن‌ها می‌باشد (گودرزی و حسین زاده، ۱۳۹۲). در این تحقیق به بررسی انواع آب‌شیرین‌کن‌ها در مصارف مختلف و همچنین اثرات زیست‌محیطی آنها پرداخته شده است، با توجه به موقعیت خاص ایران که در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده است می‌توان با در نظر گرفتن ارزیابی‌های اقتصادی و زیست‌محیطی و بهداشتی نسبت به مدیریت کارآمدتر این موضوع با تحمیل کمترین هزینه‌ها اقدام نمود. هر چند آب‌شیرین‌کن‌ها برخی از مشکلات کمبود آب را کاهش داده‌اند ولی به دلیل استفاده از سوخت‌های فسیلی باعث کاهش این منابع تجدیدناپذیر و آلودگی محیط زیست گردیده‌اند.

مراجع

- ۱- بی‌نام. (۱۳۹۲). آشنایی با تکنولوژی‌های مختلف شیرین‌سازی آب، سمینار کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک.
- ۲- گودرزی، مجید. حسین‌زاده، مصیب. (۱۳۹۲). آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی، فرصتی برای جهلن امروز. هم‌اندیشان چرخه علم و صنعت.
- ۳- ماهنامه مهرآب (۱۳۸۵). توسعه فن آوری آب شیرین کن؛ راهی برای مبارزه با کمبود آب. سال سوم. شماره ۳۱. ۶۸ صفحه.

4- www8.irna.ir

5- www.tamadonaria.ir