sina-pub.ir

فناوری های آب شیرین کن حرارت خورشیدی

استفاده از انرژی خورشیدی در فرایند های آب شیرین کن حرارتی یکی ازکاربرد های مهم و روزافزون انرژی های تجدید پذیری است. آب شیرین سازی خورشیدی می تواند به طور مسقیم: استفاده از انرژی خورشیدی برای تولید آب مقطر در کلکتور خورشیدی و یا به طور غیر مستقیم، ترکیب روش ها و فنون آب شیرین کنی سنتی نظیر آب شیرین کن فلش چند مرحله ای (MSF)، فشرده سازی بخار (VC)، اسمز معکوس (RO)، تقطیر غشایی (MD)و الکترودیالیز، با کلکتور های خورشیدی برای تولید گرما انجام شود. آب شیرین سازی مستقیم خورشیدی در مقایسه با روش های غیر مستقیم نیازمند سطح وسیع تر بوده و دارای بازدهی نسبتا کم تری است. با این حال نسبت به کارخانه های آب شیرین کنی غیر مستقیم در تولید کوچک مقیاس به دلیل هزینه نسبتا پایین و سادگی

sina-pub.ir

مناسب تر است. این مقاله به توصیف چندین روش آب شیرین سازی در مراحل تجاری و پایلوت توسعه می پردازد. تاکید مهم و اولیه بر فناوری های مناسب در مناطق دور دست است به خصوص فناوری هایی را که بتوان آن ها را با سیستم های حرارتی انرژی خورشیدی تلفیق کرد.

لغات کلیدی: انرژی خورشیدی، آب شیرین سازی، دستگاه تصفیه آب خورشیدی

مقدمه:

کمبود آب شرب و قابل آشامیدن موجب وارد آمدن مسائل جدی در مناطق خشک جهان شده که در آن آب شیرین روز به روز تبدیل به منبع گران قیمت و نادر می شود. آب شرب پاک یکی از مهم ترین مسائل بهداشت بین المللی امروزه است. مناطقی که بیشترین کمبود آب را تجربه می کنند، کشور های گرم و خشک در خاور میانه و آفریقای

sina-pub.ir

شمالی(MENA) می باشند. این مناطق با افزایش شوری آب زیر زمینی و بارندگی پراکنده مواجه هستند. افزایش روز افزون جمعیت جهان همراه با افزایش فعالیت های صنعتی و کشاورزی در سرتاسر جهان موجب تهی شدن و آلودگی منابع آب شیرین شده است.

شیرین سازی آب شور، یکی از قدیمی ترین اشکال تصفیه آب توسط انسان بوده و هنوز هم راه حل محبوبی در سرتاسر جهان در حال حاضر محسوب می شود. در اصل، شیرین سازی آب شور خورشیدی زمانی که تابش خورشید توسط دریا جذب می شود و موجب بخار آب می شود تولید باران می کند. آب بخار شده بالاتر از سطح رفته و توسط باد جا به جا می شود. هنگامی که این بخار ها به نقطه شبنم رسید، فرایند تصعید رخ داده و آب شیرین به صورت آب باران نزول می کند. این فرایند پایه مسئول و عامل گردش سیکل

sina-pub.ir

هیدرولوژیکی است. این اصل در همه سیستم های تقطیر انسان ساخت با استفاده از منابع جایگزین گرمایش و سرمایش مورد استفاده قرار می گیرد.

فرایند تصفیه و شیرین سازی آب از مقدار زیادی انرژی برای خارج کردن بخشی از آب خالص از آب شور استفاده می کند. آب شور به فرایند تغذشه شده و نتیجه یک جریان خروجی از آب خالص و یک جریان پسماند با غلظت املاح زیاد است.

بر اساس براورد کالوگیرو(23)، تولید 1000 متر مکعب در هر روز آب شیرین نیاز به 10000 تن نفت در هر سال دارد. این خود بسیار قابل توجه است زیرا شامل مصرف و هزینه زیاد انرژِی می باشد که بسیاری از مناطق خشک، کم آب و کم درامد جهان باید آن را بپردازند. کارخانه های بزرگ آب شیرین کن تجاری که از سوخت های فسیلی استفاده می کنند، بیشتر در یک سری کشور های نفت خیزی قرار دارند که مکمل با

sina-pub.ir

منابع سنتی عرضه آب است. افراد در بسیاری از مناطق جهان نه پول و نه نفت لازم را برای توسعه روش های فوق دارند. مسائل مربوط به استفاده از سوخت های فسیلی را تا حدودی می توان با در نظر گرفتن استفاده محتمل از منابع جایگزیت نظیر انرژی خورشید، بیوماس، باد و زمین گرمایی حل کرد. اغلب اوقات در مناطق جغرافیایی که آب کم است اما منابع تجدید پذیر انرژی زیادی دارند. از این روی یک شیوه مشهود ، ترکیب منابع تجدید پذیر انرژی با کارخانه های آب شیرین سازی برای تامین منابع آب مورد نیاز است. در حقیقت، بیشتر کشورهای در حال توسعه، با وسعت زیاد و بدون دسترسی به شبکه های برقی، مملو از انرژی های تجدید پذیر هستند. چنین منابع را می توان به طور مستقیم در مناطق دور افتاده استفاده کرد که می توانن از دستگاه های آب شیرین کن کم انرژی تا انرژی متوسط استفاده کنند. سازمان بهداشت جهانی براورد کرده است که بیش از یک میلیون نفر به آب آشامیدنی خالص دسترسی ندارند و بیشتر افراد در مناطقی زندگی می

sina-pub.ir

کنند روستایی بوده و تراکم جمعیتی پایین باعث شده تا به سختی بتوان از لوله کشی آب شیرین استفاده کرد.

به تازگی، توجه زیادی شده به استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر به عنوان منابعی برای شیرین سازی آب شور، به خصوص در مناطق دور افتاده و جزایر، به دلیل هزینه های بالای سوخت های فسیلی، مشکلات در پذیرش آن، تلاش برای حفظ سوخت های فسیلی، علاقه به کاهش آلودگی هوا و فقدان برق در مناطق دور افتاده معطوف شده است. با این حال لازم به ذکر است که علی رغم خصوصیات مطلوب فوق الذکر، سهم انرژی تجدید پذیر برای رفع تقاضای انرژی جهانی اگرچه در حال افزایش است با این حال بسیار کم است. جدا از انرژی هیدروالکتریک، دیگر منابع اصلی نظیر خورشیدی، بادی و زمین گرمایی بیش از 1 درصد تولید انرژی در جهان را شامل می شوند(9).

sina-pub.ir

به دلیل ماهیت انتشار شونده انرژی خورشیدی، مسائل اصلی در خصوص استفاده از انرژی حرارتی خورشیدی در کارخانه های آب شیرین کن خورشیدی ، بازدهی نسبتا پایین، کارایی حراراتی پایین و سطح قابل ملاحظه زمین می باشند. با این حال چون، کارخانه های آب شیرین کن خورشیدی دارای هزینه پایین و انرژی رایگان می باشند، این فناوری برای تولید کوچک مقیاس به خصوص در مناطق دور دست و جزایری مناسب است که عرضه انرژی سنتی نادر است(28). جدا از مسائل هزینه ای، چندین مسئله زیست محیطی در خصوص سوزاندن سوخت های فسیلی وجود دارد. منابع انرژی تجدید پذیر با فرایند های آب شیرین سازی روش هایی مناسب برای افزایش تامین و عرضه آب شرب می باشند.

انرژی خورشیدی را می توان به طور مستقیم و یا غیر مستقیم برای شیرین سازی آب شور مهار کرد. سیستم های جمع آوری که از انرژی خورشیدی برای تولید آب شیرین به

sina-pub.ir

طور مستقیم در کلکتورهای خورشیدی استفاده می کنند موسوم به سیستم های جمع اوری مستقیم هستند در حالی که سیستم های ترکیبی جمع اوری انرژی خورشید با سیستم های شیرین سازی سنتی آب موسوم به سیستم های غیر مستقیم هستند. در سیستم های غیر مستقیم، انرژی خورشیدی برای تولید گرمای مورد نیاز برای شیرین سازی و یا تولید برقی که برای تامین کننده الکتریسیته برای کارخانه های قدیمی شیرین سازی آب نظیر سیستم های چند تاثیری، چند مرحله ای و اسمزیس معکوس استفاده می شود(16).

2-فناوری های خورشیدی

کلکتورهای مختلف انرژی خورشیدی را می توان به منظور تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی حرارتی مورد استفاده قرار داد. در بیشتر آن ها، مایع یا سیالی توسط تابش خورشید گرم شده و درون یک لوله جاذب در امتداد کلکتور خورشیدی به جریان در می آید. این

sina-pub.ir

سیال انتقال دهنده حرارت معمولا آب یا روغن سنتتیک است. جریان حرارت داده شده در کلکتور خورشیدی یا در مخازن عایق ذخیره شده و یا می توان از آن برای گرم کردن کردن محیط ذخیره ای دیگر اسنفاده کرد.کلکتور خورشیدی یک ابزار ساکن ویا متحرک با جهت خورشید اسن. دومین مورد دارای دو محور در جهت زاویه خورشید است. در غیر این صورت، با توجه به میزان انرژی و تمرکز خورشید، کلکتورهای خورشیدی به صورت تجاری قابل دسترس هستند، با این وجود بسیاری از فناوری های پیشرفته خورشیدی و کلکتورهای قوی تولید شده اند.کلکتورهای مناسب برای تقطیر و شیرین سازی آب دریا به شکل ذیل هستند.

2-1 استخر های خورشیدی گرادیان شوری

sina-pub.ir

این یک استخر کم عمق با گرادیان آب شور عمودی است طوری که آب شور چگال تر در انتهای استخر باقی مانده و با لایه فوقانی آب شیرین ترکیب نمی شود. در نتیجه، لایه آب شور پایین به شدت داغ می شوند(70–85°C). این گرما را می توان برای تولید برق با منابع گرمایی دیگر استفاده کرد که انرژی را برای شیرین سازی آب شور و تامین فضای انرژی گرمایی در ساختمان فراهم می کند. استخر خورشیدی یک کلکتور خورشیدی حرارتی است که دارای یک سیستم ذخیره ای مخصوص به خود است. یک استخر خورشیدی، انرژی خورشیدی را با جذب نور خورشید مستقیم و انتشار آن جمع اوری می کند. این متشکل از سه لایه آب شور با غلظت های مختلف املاح است. استخر های خورشیدی گرادیان نمک دارای غلظت های بالای املاح نزدیک به کف است که یک لایه گرادیان میانی نمک بدون همرفت است و نیز یک لایه همرفت سطحی با غلظت نمک اندک است. نور خورشید بر سطح استخر تابیده و در لایه انتهایی به دلیل غلظت

sina-pub.ir

بالای املاح به دام می افتد. آب فوق العاده شور گرم شده توسط انرژی خورشیدی در کف استخر جذب شئه و به دلیل چگالی بالای خود قادر به بالا آمدن نیست.

این لایه به سادگی در انتهای استخر باقی مانده و تا حد نقطه جوش داغ می شود(اگرچه لایه های سطحی آب نسبتا سرد باقی می مانند). لایه انتهایی در استخر خورشیدی، موسوم به ناحیه ذخیره است که بسیار چگال و متراکم بوده و تا دمای 100 درجه حرارت دهی می شود(22). این آب شور داغ را می توان به عنووان منبع حرارت روزانه یا شبانه استفاده کرد که از آن یک توربین دارای سیال آلی می تواند تولید الکتریسیته کند. لایه گرادیان میانی در استخر خورشیدی به عنوان یک عایق بوده و از همرفت و اتلاف حرارت به سطح جلوگیری می کند. اختلافات دمایی بین لایه های سطحی و انتهایی برای به کار انداختن ژنراتور یا مولد کافی هستند. سیال انتقالی از لایه های انتهایی حامل گرما

sina-pub.ir

برای کاربرد مستقیم نهایی استفاده می شود. هم چنین گرما می تواند بخشی از سیستم چرخه ران کین حلقه بسته باشد که توربین را برای تولید برق روشن می کند.

کارایی جمع آوری سالانه برای تولید گرمای مفید جهت شیرین سازی آب 10 تا 15 درصد است. استخر های بزرگ تر کارامد تر استخر های کوچک تر به دلیل اتلاف در حاشیه استخر می باشند.

استخر های خورشیدی تولید انرژی گرمایی با گرید نسبتا پایین کم تر از 100 درجه می کنند و از این رو برای تامین حرارت مستقیم برای فرایند های آب شیرین کن حرارتی مناسب هستند. با این حال به دلیل توانایی ذخیره انرژی خود، استخرهای خورشیدی برای تولید برق نیز به کار می روند. استخر های خورشیدی از اهمیت بالایی در صورت استفاده همزان با کارخانه های تصفیه آب برخوردارند زیرا آب شور پسمانده ناشی از

sina-pub.ir

تصفیه به عنوان منبع نمک برای گرادیان چگالی استخر خورشیدی استفاده می شود. با استفاده از آب شور تصفیه برای استخر های خورشیدی نه تنها می توان به یک منبع بازیافت و لندفیل مهم زیست محیطی دست پیدا کرد، هم چنین منبعی ارزان و راحت برای شوری استخر خورشیدی به شمار می رود.

2-2 کلکتور های صفحه تخت

کلکتورهای صفحه تخت به عنوان مایع انتقال حرارت به کار می روند که درون لوله های جاذب فلزی و یا پلاستیکی به حرکت و جریان در می آیند. لوله های جاذب بر روی یک صفحه تخت مونتاژ شده و دارای سطح حفاظتی شفاف برای به حداقل رساندن اتلاف حرارت می باشند. آن ها ممکن است دارای پوشش های انتخابی مختلفی برای کاهش

sina-pub.ir

اتلاف حرارت و افزایش جذب تابش باشند. از این روی کارایی حرارتی افزایش ولی هزینه کلکتور افزایش می یابد.

یک کلکتور صفحه تخت، جعبه فلزی عایق با پوشش شیشه ای یا پلاستیکی بوده و دارای یک صفحه جذاب رنگ تیره می باشد. لول های جریان موازی بوده و یا دارای الگوی حلزونی شکل هستند. کلکتور های صفحه تخت فناوری مفیدی برای تصفیه آب شیرین قلمداد نمی شوند(5-18). اگرچه آن ها برتی حجم های تولید آب شیرین کوچک استفاده می شوند، تولید حجم های زیاد آب نیاز مند منبع انرژی دیگری می باشد مثلا یک کارخانه تصفیه آب شیرین در مکزیک انرژِی را از کلکتورهای صفحه تخت و مخازن سهمی شکل دریافت می کند.

3-2 کلکتور های لوله تخلیه

sina-pub.ir

اتلاف حرارت در کلکتور های لوله تخلیه (ETCs) با پوشش تخلیه ای گیرنده به حداقل می رسد. این پوشش به شکل حلقوی بوده و متشکل از شیشه است. به علاوه، پوشش انتخابی گیرنده یا رسیور موجب به حداقل رسیدن اتلاف ناشی از تابش مادون قرمز می شود. دو فناوری کاملا متفاوت از لوله های تخلیه وجود دارد:1- لوله های دیوئر(محفظه عایق حرارتی دو جداره) که متشکل از شیشه بوده و در دو انتها هم دیگر را پوشش می دهند ETC-2 با یک گیرنده متالیک یا فلزی که نیاز به پوشش های شیشه ای یا فلزی دارد. طرح های مختلف بسته به شکل گیرنده وجود دارند.ETC ها همراه با سطوح بازتابنده نصب می شوند: یک سطح بازتابنده صفحه تخت یا با چگالی پایین که به صورت یک سطح سهمی شکل مرکب است. معمولا، تعدادی از لوله های تخلیه با هم مونتاژ شده و یک کلکتور را تشکیل می دهند. کلکتورهای لوله تخیله نیاز به ابزار های تولیدی

sina-pub.ir

پیچیده تری نسبت به کلکتورهای صفحه تخت دارند. با کلکتور های لوله تخلیه، می توان به درجات بالا رسیده و کارایی نیز افزایش پیدا می کند.

با این حال در اکثر مواقع، کلکتورهای لوله های تخلیه نسبت به انواع صفحه صاف ترجیح داده می شود. اگرچه کلکتورهای لوله تخلیه گران تر هستند، $300–$550 در هر متر مربع در برابر $80–$250/m در هر متر مربع برای کلکتورهای صفحه تخت، تعداد کم تر و مساحت کم تری برای تولید سطح یکسانی از انرژی لازم است. هم چنین چون گلکتورهای لوله تخیله تولید دمای بیش از 200 درجه می کنند، آن ها به عنوان منبع انرژی ارزشمند برای تقطیر دمایی بالا محسوب می شوند(5). یک کلکتور لوله تخلیه متشکل از لوله جاذب پر از سیال می باشد که توسط خلاء احاطه شده است.

4-2 کلکتور های سهموی خطی(Parabolic trough collector)

sina-pub.ir

سهموی خطی یک کلکتور خطی با مقطع عرضی سهمی است. سطح بازتابنده آن، نور خورشید را به لوله گیرنده واقع در امتداد خط کانونی متمرکز کرده و سیال انتقالی را در لوله گرم می کند. خط های سهمی دارای نسبت های تمرکز 10 تا 100 بوده و موجب ایجاد دمای عملیاتی 100 تا 400 درجه می شود. کلکتور های سهموی خطی نیاز به پایش و تغییر جهت بر اساس زاویه خورشید روی تنها یک محور دارند. به این طریق، لوله گیرنده به یک دامنه دمایی بالاتر از کلکتور های لوله تخلیه یا صفحه تخت می رسد. کلکتور های سهموی خطی معمولا دارای یک سیستم کنترل مکانیکی هستند که رفلکتور خطی را در نقطه مقابل زاویه خورشید طی روز نگه می دارد. سیستم های متمرکز سازی خطی سهموی بخار و آب داغ را تامین کرده و به طور کلی دارای کاربرد های صنعتی و تجاری هستند(39).

sina-pub.ir

هنوز در میان فناوری های خورشیدی حرارتی، استخر های خورشیدی و سیستم های سهموی رایج ترین روش ها برای شیرین سازی آب شور می باشند(40). به دلیل درجه حرارت های بالا، کلکتور های سهموی خطی قادر به تولید انرژی حرارتی بیشتری برای تولید برق می باشند(5). کلکتور های سهموی خطی می توانند عرضه انرژی بیشتری را برای روش های تصفیه آب شور فراهم کنند اما عملا برای تقطیر حرارتی استفاده شده اند زیرا این روش ها از هر دو منابع گرمایی و برق بهره می برند. دیگر روش های تصفیه آب شور کم تر از حرارت تولید شده استفاده می کنند.