

عنوان طرح:

روش‌های مناسب و اقتصادی تولید آب شیرین در روستاهای استان خراسان جنوبی

چکیده:

امروزه کمبود منابع آب شیرین به یکی از مهمترین مشکلات جوامع شهری و روستایی تبدیل شده است. کاهش سرانه بارندگی، خشکسالی‌های پی‌درپی و پایین رفتن سطح آب‌های زیرزمینی، باعث افزایش غلظت آب در بسیاری از مناطق خشک و بیابانی شده است. در همین رابطه پژوهش حاضر به بررسی روش‌های مختلف تولید آب شرب در مناطق روستایی استان خراسان جنوبی پرداخته است. بدین منظور در ابتدا آمار و اطلاعاتی در مورد جمعیت روستایی شهرهای مختلف بررسی و حدود ظرفیتهای مورد نیاز تعیین گردیده است. سپس کلیه راه‌های شیرین‌سازی آبهای شور و لب شور شامل آب شیرین‌کن‌های حرارتی و غشایی مورد بررسی قرار گرفته است. این آب‌شیرین‌کن‌ها عبارتند از آب‌شیرین‌کن چند مرحل‌های تبخیری، چند مرحله با تبخیر ناگهانی، اسمز معکوس، حرارتی با تراکم بخار، نانوفیلتراسیون، تقطیر غشایی، الکترودیالیز، تبادل یونی، خورشیدی اتمسفر حوضچه‌ای، اسمز معکوس خورشیدی، رطوبت زاء- رطوبت زدا خورشیدی و آب شیرین‌کن‌های غشایی خانگی. در ادامه پروژه با توجه به پتانسیل‌های موجود در منطقه مورد مطالعه و خصوصیات اقلیمی و پس از بررسی فنی و اقتصادی روشهای مختلف سه روش جهت بررسی نهایی انتخاب گردید. آب‌شیرین‌کن‌های منتخب عبارتند از: اسمز معکوس، اسمز معکوس خورشیدی و آب‌شیرین‌کن HD. در ادامه مدلسازی فرآیندی آب‌شیرین‌کن حرارتی منتخب که تنها شامل آب‌شیرین‌کن HD می‌شود، انجام شده است. سپس راه‌های مختلف تامین آب برای دو دسته روستاهای زیر ۲۰۰ نفر جمعیت و بالای ۲۰۰ نفر جمعیت پیشنهاد گردیده و طراحی اولیه ای از آب‌شیرین‌کن HD در حالت‌های مختلف ارائه شده است. پیشنهاد استفاده از سیستم خورشیدی HD برای ۲ روستا نیز ارائه شده است.

بیان مسئله:

در مناطق خشک که مورد نظر پروژه حاضر نیز می‌باشد، خشکسالی‌های پی‌درپی و افزایش برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی باعث تشدید بحران کمبود آب شیرین و شورت شدن منابع در دسترس شده است. با توجه به پراکندگی جمعیت و فواصل طولانی تر روستاهای مناطق کویری، رفع این مشکل در این مناطق به مراتب سخت‌تر از مناطق شهری می‌باشد. از طرفی خاطر جدی که روستاها را تهدید می‌کند، مهاجرت بیش از حد روستاییان به شهرها و از بین رفتن کشاورزی و صنعت‌های بومی خاص می‌باشد که در برخی موارد باعث خالی شدن روستاها از سکنه نیز می‌شود.

از جمله راهکارهای حل این مشکل شیرین نمودن منابع آب شور و لب شور در روستاها است. انجام طرح ارزیابی و انتخاب روش مناسب با توجه به شرایط روستاهای می‌تواند به حل مشکل تامین آب منطقه‌ها با کمترین هزینه کمک کند و از صرف هزینه‌های بی‌مورد بومی جلوگیری نماید. در رویکردهای نوین مدیریت آب، بازچرخانی و استفاده‌ی چند باره از آب، همراه با تنوع در عرضه‌ی آن، دو ابزار کارآمد برای روبرویی با دشواری‌ها و تنگناهای حاصل از ازدیاد تقاضا و ناهمگونی زمانی و مکانی نیازها به شمار می‌روند. لذا این دیدگاه‌ها نیز در این طرح حائز اهمیت بوده و مورد بررسی قرار گرفته است.

هدف پژوهش:

- جلوگیری از مهاجرت روستاییان به شهرها و کمک به رونق اقتصادی این مناطق
- جلوگیری از هدر رفتن منابع مالی بوسیله انتخاب روش مناسب شیرین‌سازی آب
- استفاده بهینه از منابع انرژی در دسترس و بررسی استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر به خصوص انرژی خورشید

پیشنهاد های کاربردی:

در این طرح روشهای مختلف تولید آب شیرین با توجه به نیاز مناطق روستایی استان خراسان جنوبی مورد ارزیابی فنی و اقتصادی قرار گرفته است. بر این مبنای جهت انتخاب روشهای مناسب ابتدا هر یک از روشهای مختلف تولید آب شیرین از نظر فنی بررسی شد و سپس روشهای منتخب در این مرحله، از دیدگاه اقتصادی نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. بطور خلاصه از بین روش‌های مختلف ۲ روش برای استفاده در روستاهای استان مناسب تشخیص داده شدند. روش اول آب‌شیرین‌کن‌های اسمز معکوس یا RO هستند که در ظرفیتهای مختلف وجود دارند. روش دوم استفاده از دستگاههای ترکیبی جدید آب‌شیرین‌کن آبگرمکن خورشیدی است.

پیشینه تحقیق:

انجام پروژه‌های ارزیابی و نیازسنجی قبل از هر پروژه اجرایی امری معقول و معمول است. پروژه‌های نیازسنجی مشابه در مناطق مختلف ایران و کشورهای دیگر انجام شده و میشود. از جمله طرحهای انجام شده با موضوع مشابه می‌توان به طرح "امکان‌سنجی کاربرد فناوریهای نمکزدایی در تصفیه آبهای لب شور و یا دریا در کشور" که توسط دفتر همکاری‌های نهاد ریاست جمهوری و "طرح" استفاده از فناوری‌های نانوفیلتراسیون در تصفیه آب" که توسط دانشگاه صنعت آب و برق برای شرکت‌های آب و فاضلاب کشور انجام شده اشاره کرد. در خارج از کشور طرحهای زیادی در مورد روشهای مختلف تولید آب شیرین برای مناطق روستایی انجام گرفته است.

روش تحقیق:

بخش نخست از این طرح شامل جمع آوری اطلاعات آماری و مطالعات میدانی برای بررسی مشخصات منطقه از جنبه‌های مختلف می‌باشد. در بخش دیگر با مطالعه مقالات و کتب، روشهای مختلف تولید آب شیرین در مناطق روستایی بررسی شده، معادلات اصلی حاکم بر آنها استخراج گشته و عوامل موثر بر عملکرد آنها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. سپس با اضافه کردن پارامترهای اقتصادی هزینه تولید هر روش محاسبه می‌شود. در نهایت مقایسه فنی و اقتصادی بین روشها صورت گرفته و با جمع بندی نتایج روش یا روشهای مناسب انتخاب می‌گردد.

یافته‌ها:

از بین روش‌های مختلف از دیدگاه فنی و اقتصادی روش‌های زیر برای تولید آب شیرین در روستاهای استان دارای اولویت بالاتری هستند. (الف) آب شیرین‌کن‌های RO در ظرفیتهای مختلف (ب) آب شیرین‌کن‌های RO خورشیدی برای مناطق دورافتاده تر که دسترسی مناسبی به برق ندارند. (ج) سیستم ترکیبی آب شیرین کن / آب گرمکن HD خورشیدی برای ظرفیتهای کمتر از یک مترمکعب (د) سیستم ترکیبی آب شیرین کن / آب گرمکن HD خورشیدی خانگی استفاده از هر یک از روش‌های فوق می‌تواند برای مناطق خاصی اولویت داشته باشد. لذا باید در انتخاب روش به شرایط روستا، نیازهای آن و سایر عوامل توجه نمود و سپس روش مناسب را برگزید. در انتخاب روش پارامتر مهم دیگر، غلظت آب‌شور است با توجه به بررسی آماری صورت گرفته کیفیت آب اکثر مناطق در حد لب شور بوده و متوسط EC روستاهای معرفی شده در حد چهار تا پنج هزار (ppm) می‌باشد.

با توجه به محدوده تغییرات TDS در روستاهای استان کلیه روش‌های فوق پاسخگوی تامین آب شیرین می‌باشند و تغییر غلظت آب تنها بر بهره‌برداری از دستگاه، دوره تعمیرات آن تأثیر می‌گذارد که بخشی از هزینه بهره‌برداری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. افزایش بیش از حد شوری آب موجب افزایش تصادفی هزینه تعمیرات در آب شیرین کن RO می‌شود در حالی که در آب‌شیرین‌کن HD این هزینه‌ها به صورت خطی افزایش می‌یابد. اما از آنجا که این تغییرات نوسان زیادی در سطح استان ندارد، لذا پارامتر غلظت شوری آب در درجه اهمیت بعد از جمعیت قرار دارد. تقسیم بندی دیگری که بر انتخاب روش مناسب تأثیر می‌گذارد، تولید متمرکز یا خانگی آب شیرین است. تولید متمرکز به دلیل نبود گزینه‌های مناسب برای تولید خانگی، تا کنون بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. اما در صورت وجود گزینه مناسب، دارای مزیت بالایی از نظر حذف انتقال از محل تولید به خانه، راحتی برای مصرف کننده و بهداشتی تر بودن (بدلیل حذف انتقال آب توسط ظروف) است که با وجود قیمت تمام شده بالاتر برای مصرف کننده جذابیت خواهد داشت.

محققین:

محمد ضامن، سید احسان شکیب

لذا در ادامه دو حالت کلی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. یک حالت مربوط به تولید خانگی و در محل مصرف و حالت دیگر تولید متمرکز در یک یا چند نقطه از روستا. در حالی که تولید متمرکز مدنظر باشد، بر اساس معیار جمعیتی، تقسیم‌بندی زیر برای روستاهای استان در نظر گرفته می‌شود:

(الف) روستاهای زیر ۲۰۰ نفر جمعیت
(ب) روستاهای بالای ۲۰۰ نفر جمعیت
تقسیم‌بندی فوق برای حالتی کاربرد دارد که تولید متمرکز و توزیع آب شرب در نظر باشد. بر این اساس در روستاهای زیر ۲۰۰ نفر از هر یک از روش‌های چهار گانه مختلف می‌توان بهره گرفت. اما در روستاهای بالای ۲۰۰ نفر جمعیت، در حال حاضر کاربرد سیستم ترکیبی آب گرم کن / آب‌شیرین‌کن با محدودیت‌های فنی و اقتصادی همراه است. از جمله اینکه آب‌شیرین‌کن HD با ظرفیت بالاتر از یک متر مکعب در روزه، هنوز در کشور اجرایی نشده است مگر اینکه از چند واحد استفاده شود و از طرفی تولید آب گرم در ظرفیت بالا و به صورت متمرکز یکی از مشکلات این روش است که بهتر است مصرف کننده متمرکز (مانند حمام روستایی) داشته باشد.

همچنین برای روستاهای بالای ۲۰۰ نفر جمعیت سیستم RO خورشیدی نیازمند داشتن فضا و هزینه کافی برای سرمایه‌گذاری سیستم خورشیدی است. البته محدودیت ۲۰۰ نفر بیشتر با توجه به انتخاب سیستم HD در نظر گرفته شده است.

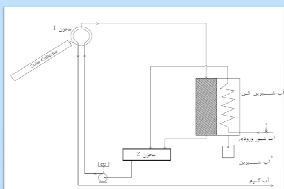
بنا به دلایل ذکر شده تقسیم‌بندی فوق برای تولید متمرکز آب شرب در روستاها در نظر گرفته شده است. اما چنانچه تولید خانگی مدنظر باشد، محدودیت‌های خاصی از لحاظ جمعیت روستا وجود ندارد و تنها شرط آن این است که آب گرم تولید شده، در خانه روستایی یا نزدیکی آن مصرف شود. آب‌شیرین‌کن‌های خانگی یکی از روش‌های تامین آب شرب یک خانوار روستایی تولید در محل مصرف است. بر این اساس در برخی روستاهای می‌توان به جای تولید متمرکز آب شرب و توزیع آن، تولید به صورت خانه به خانه انجام شود. در حال حاضر تنها آب شیرین‌کن‌های خانگی موجود از نوع آب شیرین کن غشایی هستند که آن هم محدودیت غلظت آب ورودی برای دستگاه وجود دارد. با توجه به اینکه غلظت املاح آب (TDS) در بسیاری از مناطق بالای ۱۵۰ ppm است و در آینده پیش‌بینی می‌شود که شوری منابع آن افزایش یابد، لذا نمی‌توان با اطمینان این روش را در آینده کارآمد دانست. از طرفی هرچه شوری آب‌شیرین‌کن بیشتر بوده و از طرفی بر کیفیت آب خروجی نیز تأثیر می‌گذارد.

از طرفی با توجه به اینکه در استان خراسان جنوبی پتانسیل بالایی برای استفاده از انرژی خورشید وجود دارد و در حال حاضر آبگرمکن‌های خورشیدی به صورت پراکنده در نقاط مختلف بخصوص مناطق شهری مورد استفاده قرار می‌گیرند، لذا در بسیاری از خانوارها روستایی می‌توان تولید همزمان آبگرم و آب‌شیرین‌کن استفاده از دستگاه ترکیبی آب گرمکن / آب‌شیرین‌کن خورشیدی اجرا نمود. در این بخش اصول طراحی و استفاده از یک سیستم ترکیبی خانگی معرفی می‌شود. **دستگاه آبگرمکن/ آب‌شیرین‌کن خورشیدی خانگی** برای طراحی این دستگاه مبنای محاسبات بر اساس یک خانوار ۵ نفره صورت می‌گیرد و با توجه به اینکه سرانه استاندارد جهانی مصرف آب شرب برای هر نفر بین ۵ تا ۶ لیتر اعلام شده است، برای یک خانوار روستایی به طور متوسط ۳۰ لیتر آب شیرین و میزان مصرف آب گرم به طور متوسط ۲۰۰ تا ۲۰۰ لیتر آب گرم نیاز دارد. با توجه به تحقیقات صورت گرفته در پژوهش‌ها توسعه صنایع شیمیایی به روی آب شیرین‌کن‌های HD خورشیدی و ترکیب آن با آبگرمکن خورشیدی، طراحی اولیه فرایند دستگاه به صورت شکل امی‌باشد.

در این دستگاه ابتدا آب شور وارد کندانسور (بخش رطوبت‌زدایی) می‌شود. چنانچه فشار شبکه آب روستا مناسب باشد، نیازی به پمپ اولیه نیز نخواهد بود. اما در صورتی که این فشار کافی نباشد یا مشکل دیگری وجود داشته باشد می‌توان از یک مخزن و یک پمپ کوچک (در حد ۳۰ وات) استفاده نمود.

بر اساس محاسبات فرآیندی و طراحی اولیه بر مبنای روش ارائه شده در فصل قبل آب خروجی کندانسور تا دمای ۵۰ تا ۶۰ درجه پیش گرم می‌شود. طراحی کندانسور به گونه‌ای صورت می‌گیرد که حداکثر حرارت قابل بازیابی باشد. لذا آب خروجی از کندانسور می‌تواند به مخزن آب گرم دستگاه منتقل شود.

کل آب ورودی به دستگاه پس از پیش گرم شدن در کندانسور به مخزن آب گرم هدایت می‌گردد. مخزن آب گرم به صورت مستقل از آب‌شیرین‌کن توسط کلکتورهای خورشیدی گرم می‌شود. در طول روز که ممکن است بخشی از آب گرم مصرف شود، مازاد آن در فرآیند شیرین‌سازی استفاده شده و از آنجا که خروجی فرایند رطوبت‌زدایی هم دمای قابل توجهی دارد، این جریان آب گرم نیز مجدداً به مخزن آب گرم برمی‌گردد.



شکل ۱-۱ فرایند دستگاه ترکیبی آبگرم کن/ آب‌شیرین‌کن خورشیدی

از آنجایی که یکی از اصول طراحی سیستم‌های خورشیدی در نظر گرفتن سیستم پشتیبان مناسب مانند هیتر برقی و یا سیستم گرمایش فنتی و یا گازی، برای مواقعی است که تابش خورشید مناسب نباشد، لذا یکی از مباحث ضروری این دستگاه در نظر گرفتن جایگزین مناسب برای گرمایش آب در مواقع ضروری است. (الف) کارکرد مستقل آبگرمکن از آب‌شیرین‌کن (ب) قابلیت بهره‌برداری بسیار آسان توسط چند کلید ساده (ج) تعمیر و نگهداری آسان دستگاه به گونه‌ای که با یک آموزش ساده مصرف‌کننده قادر به بهره‌برداری طولانی مدت از دستگاه خواهد بود. (د) عدم اشغال فضای مفید منازل مسکونی و قرارگیری کل سیستم بر روی پشت بام (ه) قابلیت انتقال به سیستم گرمایش موجود (مثلاً آبگرمکن‌های فنتی یا گازی) به عنوان سیستم پشتیبان (و) امکان تامین برق دستگاه از طریق پانل‌های فتوولتائیک

بحث و نتیجه گیری:

- آب شیرین کن HD خورشیدی مانند دیگر سیستم‌های خورشیدی دارای هزینه سرمایه‌گذاری نسبتاً بالا و هزینه بهره‌برداری پایینی است.
- از آنجا که کل انرژی حرارتی مورد نیاز فرایند HD از خورشید تامین می‌شود، تنها انرژی مصرف شده در این سیستم برق مصرفی برای پمپاژ آب است. لذا انرژی مصرفی، بخش ناچیزی از هزینه بهره‌برداری سیستم HD را شامل می‌شود.
- ۶۰ تا ۷۰ درصد از کل هزینه سرمایه‌گذاری مربوط به سیستم خورشیدی تامین آب گرم می‌باشد و هزینه تجهیزات آب شیرین‌کن تنها ۳۰ تا ۴۰ درصد سرمایه‌گذاری را شامل می‌شود.
- با توجه به هزینه نسبتاً بالای کلکتورهای خورشیدی که بخش اعظم هزینه یک آب شیرین‌کن خورشیدی را شامل می‌شود، جهت ترغیب مصرف‌کننده برای استفاده از این سیستم، حمایت‌های دولتی امری ضروری به نظر می‌رسد.
- تلفیق آب شیرین‌کن خورشیدی با آبگرمکن‌های خورشیدی می‌تواند تا ۴۰ درصد هزینه سرمایه‌گذاری این سیستم‌ها را کاهش دهد.

منابع و ماخذ:

[1] A.H. Khan, Desalination Processes and Multistage Flash Distillation Practice, Elsevier Science Publishers B.V., 1986
[2] Review of the Desalination and Water Purification Technology Roadmap, National [3] Bacha, H. B., Bouzguena, M., Abid, M.S., Mallic, A.Y., "Modelling and Simulation of a Water desalination station with solar multiple condensation evaporation cycle technique",
[4] عبدالعزیز محمد، سوسری محمد، طراحی و ساخت آب‌شیرین‌کن بینه خورشیدی به روش رطوبت‌زدایی و رطوبت‌زدایی (HD) پژوهش توسعه صنایع شیمیایی ایران، گزارش طرح شماره ۱۱۱۷، ۱۳۸۷.
[5] Soufari S.M., Zamen M., Amidpour M., 2009, Performance Optimization of Humidification-Dehumidification Desalination Process Using Mathematical Programming, Desalination, 237, 305-317.
[6] Zamen M., Amidpour M., Soufari S.M., 2009, Cost Optimization of a Solar Humidification-Dehumidification Desalination Unit Using Mathematical Programming, Desalination, 239, 92-99.