نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج

ارائه راه‌کارهای عملی برای کمینه شدن مصرف انرژی در دستگاه‌های تقطیر در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

بهمن حیدری[۱]، علی جعفری[۲*]، شاهین رفیعی[۲]، علی حاجی احمد[۳]، جلیل تقی زاده طامه[۱]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تهران

۲- استاد دانشکده مهندسی و فناوری پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳- استادیار دانشکده مهندسی و فناوری پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

*** نویسنده مسئول: علی جعفری**

پست الکترونیک:
jafarya@ut.ac.ir

چکیده

آب طبیعی به علّت خاصیت حل‌کنندگی خوبی که دارد معمولاً دارای حجم بالایی از نمک‌های محلول می‌باشد که موجب تولید اسیدکربنیک ضعیف شده و خاصیت خورندگی آب را زیاد می‌کند. یکی از راه‌های از بین بردن ناخالصی آب تقطیر کردن آن است و در اکثر آزمایشگاه‌های صنعتی از آب مقطر استفاده می‌شود. آزمایشگاه‌های پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران نیز برای انجام آزمایش‌ها از آب مقطر استفاده می‌کنند که تولید آن با استفاده از ۵۱ دستگاه تقطیر صورت می‌گیرد. با توجه به عملکرد نامناسب دستگاه‌های تقطیر در این آزمایشگاه‌ها روزانه ۲۴ هزار لیتر هدر رفت آب وجود دارد که رقم بسیار بالایی است و رفع این مشکل ضروری به نظر می‌رسد. در این پژوهش به بررسی روش‌های بهبود مصرف انرژی (آب و برق) در تولید آب مقطر پرداخته شد. راهکارها شامل استفاده از رادیاتور و استفاده از کولر به‌صورت حلقه بسته بود. پس از انجام آزمایش مشخص شد که استفاده از کولر در دستگاه‌های تولید آب مقطر به‌عنوان بهترین راه‌حل بوده و از هدررفت آب به میزان زیادی جلوگیری می‌کند.

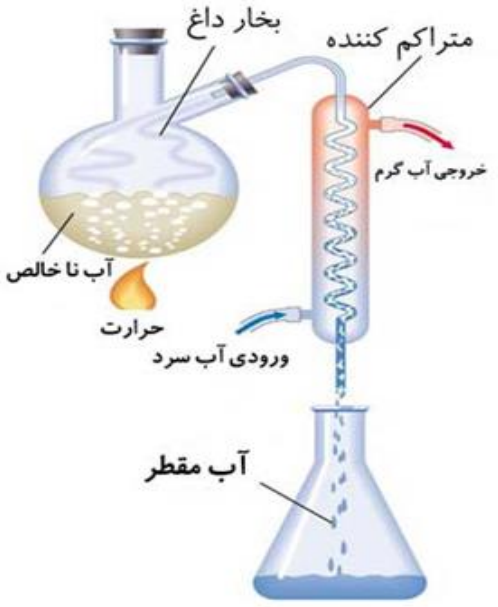
واژه‌های کلیدی: آب مقطر، انرژی، دستگاه تقطیر، رادیاتور.

۱- مقدمه

آب ماده حیاتی است که به‌طور یکنواخت در سطح کره زمین موجود نیست و نقاط مختلف کره زمین با کمبود آب مواجه هستند. آب از دو بعد اقتصادی و بهداشتی حائز اهمیت است زیرا به حرکت در آورنده چرخ صنعت و رونق‌بخش فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد و هم‌چنین آب سالم تضمین‌کننده سلامت انسان است. با توجه به رشد روزافزون جمعیت جهان و ثابت بودن منابع آب می‌توان نتیجه گرفت که معضل کمبود آب به مشکل بزرگی در آینده تبدیل خواهد شد. باید راهکارهای جدید و مطمئنی برای حفظ منابع آبی در دسترس و همچنین تولید و تصفیه آب شیرین (آب مقطر) در پیش‌گرفته شود. بر اساس گزارش منتشرشده از موسسه پاسیفیک اوکلند کالیفرنیا در صورت عدم اتخاذ تصمیمی پیشگیرانه، بیش از ۷۶ میلیون نفر در سال ۲۰۲۰ در اثر بیماری‌های ناشی از آب‌های آلوده جان خود را از دست خواهند داد و بیماری‌های ناشی از آب آلوده بیشتر از ایدز سلامت جامعه جهانی را تهدید می‌نماید (محمدی، ۱۳۹۱). همچنین طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت، پیش‌بینی می‌شود که ۶۷ درصد از جمعیت جهان در سال ۲۰۲۵ با کمبود آب مواجه می‌شوند (بی نام). در حال حاضر بیش از ۲۵ کشور در جهان با بحران کمبود آب مواجه هستند و حدود ۱/۵ میلیارد نفر به آب آشامیدنی سالم دسترسی ندارند و ۱/۷ میلیارد نیز در آستانه شرایط بحرانی کمبود آب قرار دارند (Rosegrant et al., 2002). کشور ایران ۱/۱ درصد از مساحت کل جهان را به خود اختصاص داده است اما فقط ۰/۳۴ درصد از آب‌های موجود در جهان را در اختیار دارد. ایران دارای اقلیم آب‌وهوای خشک و نیمه‌خشک است و میزان بارندگی در آن یک‌چهارم بارندگی متوسط جهان است. با توجه به ارقام بالا ایران یکی از فقیرترین کشورها ازلحاظ منابع آبی سرانه در جهان می‌باشد (فلاح علمداری، ۱۳۸۸). روش‌های مختلفی برای تولید آب شیرین (مقطر) وجود دارد که عبارت‌اند از: نمک‌زدایی، متراکم سازی، غشایی، اسمز معکوس، الکترودیالیز و غیره. فناوری نمک‌زدایی در سطح صنعتی از اواخر قرن ۱۹ میلادی آغاز شد و امروزه به یکی از شیوه‌های اساسی برای تولید آب مقطر در بسیاری از کشورها شده است. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۵ بیش از ۶۰ درصد آب موردنیاز جمعیت کره زمین از طریق نمک‌زدایی تأمین شود (Kalogirou, 2005). شیوه‌های بسیار زیادی برای نمک‌زدایی وجود دارد و به روش‌های مختلفی می‌توان آن‌ها را دسته‌بندی کرد. در متداول‌ترین تقسیم‌بندی آب‌شیرین‌کن‌ها را به دو گروه عمده حرارتی و غشایی دسته‌بندی می‌کنند (Rosegrant et al., 2002). آب مقطرهای حرارتی نیز خود به دو گروه تقطیری آنی و تقطیر ناگهانی چندمرحله‌ای تقسیم می‌شوند.

در ایران روزانه ۸۵/۸۹۴ مترمکعب آب نمک‌زدایی شده به روش اسمز معکوس، ۵۱/۲۷۰ مترمکعب به روش تقطیر چندمرحله‌ای و ۶۷/۰۶۹ مترمکعب به روش تبخیر آنی تولید می‌شود که عمدتاً در منطقه جنوبی کشور و خلیج‌فارس)خصوصاً جزایر کیش و خارک (متمرکز هستند (غریبی و قاسمی، ۱۳۹۱). همزمان با افزایش جمعیت، کاهش منابع آب شیرین و افزایش خشک‌سالی‌ها، استفاده از منابع آبی غیرمتداول نظیر پساب فاضلاب‌های تصفیه‌شده، آب لب‌شور و آب دریا به‌طور فزاینده‌ای در سرتاسر جهان موردتوجه قرارگرفته است (Benko and Drewes, 2008).

آب طبیعی به علّت خاصیت حل‌کنندگی خوبی که دارد معمولاً دارای حجم بالایی از نمک‌های محلول می‌باشد که موجب تولید اسیدکربنیک ضعیف شده و خاصیت خورندگی آب را زیاد می‌کند. یکی از راه‌های از بین بردن ناخالصی آب تقطیر کردن آن است. دستگاه تقطیر حرارتی دارای کاربردهای فراوانی است. یکی از کاربردهای مهم این دستگاه در صنعت اسانس گیری و عرق‌گیری گیاهان دارویی است (Kedia et al., 2014, Tepea et al., 2005). از کاربردهای دیگر این دستگاه نیز می‌توان به استفاده از آن در آزمایشگاه‌های شیمی، فیزیک، خاک‌شناسی، باغبانی اشاره نمود. این دستگاه به‌طور عمده در آزمایشگاه‌های پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران مورداستفاده قرار می‌گیرد. یکی از معایب این دستگاه در آزمایشگاه، مصرف بیش‌ازحد آب در آن‌ها می‌باشد. علت مصرف زیاد آب در این دستگاه‌ها، عدم سیستم مبدل حرارتی مناسب در آن‌هاست. عمل تقطیر (سردسازی بخار) در این دستگاه‌ها بدین‌صورت است که آب‌لوله‌کشی آزمایشگاه‌ها وارد مبدل حرارتی آن‌ها شده و پس از خنک کاری کویل‌های مبدل حرارتی به فاضلاب برگشت داده می‌شود (شکل ۱). به همین دلیل روزانه مصرف آب زیادی را در پی خواهد داشت. لذا بررسی هدر رفت آب از این دستگاه‌ها و ارائه راهکارهای عملی برای حل این مشکل ضروری به نظر می‌رسد.



شکل ۱: مراحل تشکیل آب‌مقطر

هدف از این تحقیق بررسی راهکارهای موجود برای بهینه کردن مصرف انرژی و ارائه بهترین رویکرد در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران بوده است.

۱- مواد و روش‌ها

۱-۱- وضعیت روند تولید آب‌مقطر در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

آب مقطر یکی از نیازهای عمده‌ی دانشجویان گروه‌های مختلف پردیس برای انجام آزمایش‌های مربوط به پایان‌نامه می‌باشد. در همین راستا گروه‌های مختلف پردیس برای رفع نیاز دانشجویان خود به آب‌مقطر، اقدام به خرید و نصب دستگاه‌های تولید آب‌مقطر کرده‌اند. این دستگاه‌ها دارای ظرفیت‌های متفاوت بوده و تعداد ۵۱ عدد از آن‌ها در کل پردیس موجود می‌باشد. نیاز گروه‌های مختلف به آب مقطر متفاوت بوده که در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: میزان آب‌مقطرمورد نیاز در گروه‌های مختلف

	حجم آب مقطر مورد نیاز در روز (لیتر)		
نام گروه	یک‌بار تقطیر	دو بار تقطیر	کل
مهندسی آبیاری و آبادانی	۱۰	-	۱۰
احیا مناطق خشک و کوهستانی	۵۰	۱۰	۶۰
علوم باغبانی	۸۶	-	۸۶
بیوتکنولوژی	۲۰	-	۲۰
علوم دامی	۳۰	۴۴	۷۴
صنایع چوب و کاغذ	۵۰	-	۵۰
علوم و صنایع غذایی	۵۰	۲۵	۷۵
زراعت و اصلاح نباتات	۱۰۰	-	۱۰۰
مهندسی علوم خاک	۱۲۰	-	۱۲۰
شیلات	۳	-	۳
جمع کل	۶۰۰		

با توجه به جدول ۱ ملاحظه می‌شود که نیاز روزانه مجموعه پردیس به آب‌مقطر ۶۰۰ لیتر می‌باشد. دستگاه‌های تولید آب مقطر پردیس دارای بازدهی متفاوت بوده، اما به طور میانگین برای تولید هر لیتر آب مقطر حدود ۴۰ لیتر هدر رفت آب وجود دارد، بنابراین برای تولید روزانه ۶۰۰ لیتر آب مقطر حدود ۲۴ هزار لیتر هدر رفت آب وجود خواهد داشت و اگر این رقم را در طول یک ماه محاسبه کنیم به عدد ۵۶۰ هزار لیتر هدر رفت آب می‌رسیم که رقم چشمگیری است و اتلاف انرژی بسیار زیادی را نشان می‌دهد.

۱-۲- روش‌های تولید آب مقطر مزایا و معایب آن‌ها

در آزمایشگاه‌های پردیس عموماً از دو نوع دستگاه تقطیر (روش اسمز معکوس و روش حرارتی) استفاده می‌شود. معایب روش اسمز معکوس عبارت‌اند از: از بین رفتن املاح و یون‌های طعم‌دهنده به آب، از بین رفتن الکترولیت‌هایی که برای سلامتی انسان مهم هستند، اسیدی کردن آب مقطر تولیدی، حذف نشدن مواد شیمیایی آلی فرار مانند کلرین و کلرامین، اتلاف زیاد آب، کند بودن فرآیند تولید آب‌مقطر و به‌تبع آن مصرف انرژی بالا. معایب روش تولید آب مقطر با حرارت عبارت‌اند از: مصرف زیاد حامل‌های انرژی و اتلاف زیاد آب.

همان‌طور که ملاحظه شد در هر دو روش تولید آب‌مقطر اتلاف زیاد آب وجود دارد، با این تفاوت که در روش اسمز معکوس به دلیل وجود املاح زیاد در آب خروجی از دستگاه تولید آب‌مقطر، نمی‌توان دوباره از آن استفاده کرد، اما در روش تولید آب‌مقطر با حرارت، می‌توان آب خروجی مبدل حرارتی را با استفاده از سیستمی سرد کرده و دوباره از آن استفاده کرد و به‌این‌ترتیب از اتلاف زیاد آب جلوگیری نمود. برای سرد کردن مایع درون مبدل حرارتی روش‌های متفاوتی وجود دارد. استفاده از سیستم رادیاتور و کولرآبی در مسیر جریان مبدل حرارتی دستگاه تقطیر حرارتی از روش‌های پیشنهادی در این مقاله است.

۱-۳- انجام آزمایش

آزمایش‌های موردنظر در تاریخ ۲۴ مردادماه سال ۱۳۹۳ به‌منظور بررسی عملکرد سیستم برای فرایند خنک کاری دستگاه تولید آب‌مقطر در آزمایشگاه گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه تهران انجام شد. دمای هوای محیط برابر ۳۲ درجه‌ی سلسیوس و میزان رطوبت برابر ۲۵٪ بود.

آزمایش با رادیاتور

برای انجام آزمایش با رادیاتور، آب خروجی از مبدل حرارتی که دارای دمای نسبتاً بالایی بود، وارد محفظه‌ی فوقانی رادیاتور شد و پس از عبور از لوله‌های رادیاتور به محفظه‌ی تحتانی آن انتقال یافت. دمای آب در حین عبور از لوله‌های رادیاتور در اثر تماس با سطح لوله‌ها کاهش یافت ولوله‌ها نیز در اثر وجود جریان هوا خنک شدند. به‌منظور بهبود عملکرد این سیستم می‌توان از یک عدد فن برای برقراری بهتر جریان هوا استفاده کرد. وجود فن باعث افزایش سرعت جریان هوا می‌شود و به‌این‌ترتیب لوله‌های رادیاتور سریع‌تر خنک می‌شوند و دمای آب به میزان بیشتری کاهش می‌یابد. سرانجام آب سرد شده به‌وسیله‌ی رادیاتور در اثر نیروی وزن داخل مخزنی ریخته شد و با استفاده از یک عدد پمپ به قسمت ورودی مبدل حرارتی رانده شد (شکل ۲). این آزمایش به مدت ۳۰ دقیقه برای هر دو حالت (رادیاتور با پروانه هوا و رادیاتور بدون پروانه هوا) انجام شد.

شکل ۲: طریقه نصب رادیاتور به دستگاه تقطیر

آزمایش با کولر

برای انجام آزمایش یک دستگاه کولر مدل۳۵۰۰ مورداستفاده قرار گرفت. پس از نصب و راه‌اندازی دستگاه، سیستم کولر به‌گونه‌ای قرار داده شد که جریان آب خروجی از مبدل حرارتی به قسمت بالای کولر متصل گردید. آب خروجی از مبدل حرارتی در طی عبور از پوشال‌های کولر سرد شد و در مخزن کولر جمع‌آوری گردید. سپس آب درون مخزن پایینی کولر به‌وسیله‌ی یک عدد پمپ به قسمت ورودی مبدل حرارتی رانده شد (شکل ۲). آزمایش به مدت ۳۰ دقیقه و در دو حالت استفاده از کولر با فن دمنده و استفاده از کولر بدون فن دمنده انجام شد (جدول ۲).

۲- نتیجه‌گیری

۲-۱- بررسی عملکرد سیستم‌ها

پس از راه‌اندازی دستگاه تقطیر مجهز به رادیاتور (جهت سردسازی بخار و تبدیل آن به آب مقطر) دماهای ورود و خروج آب به مبدل حرارتی اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول ۲ نشان داده‌شده است.

جدول ۲: نتایج مربوط به آزمایش سیستم رادیاتور

حالت‌ها	بدون پروانه‌ی هوا			با پروانه‌ی هوا		
زمان (دقیقه)	۱۰	۲۰	۳۰	۱۰	۲۰	۳۰
دمای آب ورودی رادیاتور	۸۱	۸۷	۸۷	۵۵	۵۶	۵۶
دمای آب خروجی رادیاتور	۷۶	۸۵	۸۵	۴۹	۵۰	۵۰

همچنین آزمایش استفاده از کولر (در دو حالت کولر با فن دمنده و بدون فن دمنده) به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد و در حین آزمایش دماهای ورود آب به کولر و خروج آب از کولر اندازه‌گیری گردید که نتایج آن در جدول ۳ نشان داده‌شده است.

جدول ۲: نتایج مربوط به آزمایش سیستم کولر

حالت‌ها	بدون فن دمنده			با فن دمنده		
زمان (دقیقه)	۱۰	۲۰	۳۰	۱۰	۲۰	۳۰
دمای آب ورودی به کولر	۵۷	۵۹	۶۵	۳۸	۴۲	۴۳
دمای آب خروجی از کولر	۵۲	۵۲	۵۷	۲۸	۲۸	۲۶

با توجه به جدول ۲ دمای آب خروجی از رادیاتور نسبت به ورود آب به رادیاتور در حال بدون پروانه هوا دارای اختلاف ۲ تا ۱۲ درجه سلسیوس است. این نسبت درروش استفاده از رادیاتور با پروانه هوا دارای اختلاف دمای ۶ درجه سلسیوس است. همچنین دامنه دماها در حالت بدون پروانه در مقایسه با پروانه تفاوت معنی‌داری دارد. به‌عبارت‌دیگر در حالت با پروانه هوا، آب خروجی دارای دمای ۳۰ درجه سلسیوس پایین‌تر از حالت بدون پروانه است، که این امر موجب خواهد شد تا پمپ و سایر قطعات در دمای پایین‌تر کار کنند و به‌تبع آن دچار خرابی کمتری شوند.

جدول ۳ دماهای ورود و خروج آب کولر را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که اختلاف دمای آب در ورودی و خروجی کولر در حالت بدون فن دمنده ۵ تا ۸ درجه سلسیوس و در حالت با فن دمنده ۱۰ تا ۱۷ درجه سلسیوس بوده است. واضح است که استفاده از فن دمنده اختلاف دمایی شدیدی ایجاد کرده که منجر به سرد شدن آب در خروجی کولر شده و این آب سرد علاوه بر عملکرد بهتر در سیستم تقطیر، باعث خرابی کمتر تجهیزات سیستم خواهد شد.

۲-۲- بررسی عملکرد سیستم ازنظر اقتصادی

فرایند خنک‌کردن آب به‌وسیله‌ی سیستم رادیاتور و کولر با استفاده از دو حامل انرژی آب و برق صورت گرفت. ضروری است که هزینه‌ی انرژی مصرفی مربوط به هر سیستم به‌طور کامل محاسبه شود. به‌منظور تعیین هزینه‌ی انرژی، ابتدا انرژی مصرفی هر سیستم محاسبه شود و سپس قیمت آن بر مبنای تعرفه‌ی انرژی سال جاری (۱۳۹۳) طبق آمار رسمی پایگاه اطلاع‌رسانی قیمت کالا و خدمات موردبررسی قرار گیرد. طبق تعرفه، قیمت آب (در مصرف اداری) ۵۴۰۰ ریال به ازای هر مترمکعب و قیمت برق (در مصارف آموزشی) ۲۵۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت برای محاسبات استفاده گردید.

جدول ۳: محاسبه‌ی هزینه انرژی مصرفی برای تولید یک لیترآب مقطر درروش استفاده از رادیاتور

روش پیشنهادی	رادیاتور بدون پروانه‌ی هوا	رادیاتور با پروانه‌ی هوا
مقدار انرژی مصرفی آب (Lit)	۰	۰
مقدار انرژی مصرفی برق(KWh)	۰/۰۰۸۸	۰/۰۲۴۲
هزینه‌ی انرژی مصرفی آب (تعرفه اداری- ریال)	۰	۰
هزینه‌ی انرژی مصرفی برق (تعرفه آموزشی- ریال)	۲/۲	۶/۰۵
هزینه‌ی کل (ریال)	۲/۲	۶/۰۵

جدول ۴: محاسبه‌ی هزینه انرژی مصرفی برای تولید یک لیتر آب مقطر درروش استفاده از کولر (تعرفه آموزشی)

روش پیشنهادی	کولر بدون فن دمنده	کولر با فن دمنده
مقدار انرژی مصرفی آب (Lit)	۰/۷۸	۱/۸۵
مقدار انرژی مصرفی برق(KWh)	۰/۰۰۸۸	۰/۰۳۹۶
هزینه‌ی انرژی مصرفی آب (تعرفه اداری- ریال)	۴/۲۱	۹/۹۹
هزینه‌ی انرژی مصرفی برق (تعرفه آموزشی- ریال)	۲/۲	۹/۹
هزینه‌ی کل (ریال)	۶/۴۱	۱۹/۸۹

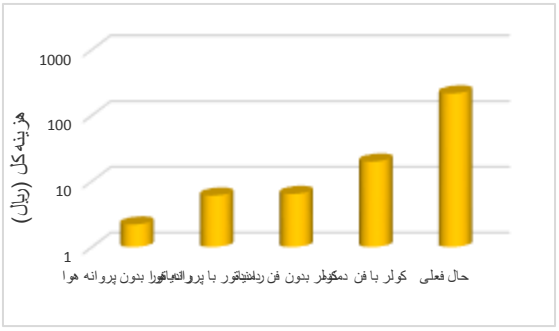
جدول ۳ هزینه‌های مصرف انرژی درروش استفاده از سیستم رادیاتور بررسی‌شده است. هزینه‌های مربوط به مصرف انرژی برای تولید یک لیتر آب مقطر درروش استفاده از رادیاتور با پروانه حریان هوا ۶/۰۵ ریال و درروش استفاده از رادیاتور بدون پروانه هوا ۲/۲ ریال بوده است.

هم‌چنین با توجه به جدول ۴ هزینه‌های مصرف انرژی برای تولید یک لیتر آب مقطر درروش استفاده از کولر با فن دمنده ۱۹/۸۹ ریال و درروش استفاده از کولر بدون فن دمنده ۶/۴۱ ریال بوده است.

در حالت فعلی آب شبکه لوله‌کشی پردیس وارد مبدل حرارتی شده و پس از سردسازی کویل‌های مبدل حرارتی به فاضلاب منتقل می‌شود. میزان آب مصرفی (هدر رفت آب) برای تولید یک لیتر آب مقطر در حالت فعلی، ۴۰ لیتر در نظر گرفته‌شده است که با احتساب تعرفه قیمت آب، به ازای تولید هر لیتر آب مقطر، ۲۱۶ ریال هزینه می‌شود.

با توجه به شکل ۳ و مقایسه ۴ روش پیشنهادی و روش فعلی، بیشترین مصرف انرژی برای تولید یک لیتر آب مقطر مربوط به حالت فعلی (۲۱۶ ریال) است. روش‌های استفاده از رادیاتور بدون پروانه هوا (۲/۲ ریال)، رادیاتور با پروانه هوا (۶/۰۵ ریال)، کولر بدون فن دمنده (۶/۴۱ ریال) و کولر با فن دمنده (۱۹/۸۹ ریال) به ترتیب بیشترین تا کمترین مصرف

انرژی را به خود اختصاص داده‌اند. شاید بهترین روش ازنظر صرف انرژی، روش استفاده از رادیاتور بدون پروانه هوا باشد ولی باید این موضوع را در نظر گرفت که در این روش سیستم با دمای بالا کار می‌کند و احتمال خرابی تجهیزات را با مراتب بالا می‌برد (با توجه به جدول۲).



شکل ۳: هزینه تولید یک لیتر آب مقطر با روش های مختلف

برای اجرای هرکدام از راه‌های فوق هزینه اولیه بالایی نیاز است. چنان چه بخواهیم یکی از روش‌های فوق را اجرایی کنیم، باید تجهیزات موردنیاز آن را از بازار خریداری کرده و نصب نماییم. با توجه به موجود بودن ۵۱ دستگاه آب مقطرگیر در پردیس، به‌منظور تهیه تجهیزات هرکدام از روش‌های فوق به هزینه اولیه ۲۵۰ میلیون ریالی جهت خرید و نصب نیاز است. بهترین روش، روشی خواهد بود که هزینه اولیه کمتری داشته باشد. با بررسی اولیه در آزمایشگاه‌ها مشخص شد که در هر آزمایشگاه حداقل یک کولر وجود دارد. لذا می‌توان دستگاه تقطیر هر آزمایشگاه را به کولر همان آزمایشگاه نصب کرد و تنها هزینه لازم، مربوط به نصب لوله‌کشی دستگاه تقطیر و کولر خواهد بود.

سیستم فعلی نه‌تنها دارای صرف انرژی خیلی بالایی است، بلکه آب فراوانی را هدر می‌دهد. برای تولید یک لیتر آب مقطر، مصرف انرژی روش فعلی نسبت به روش‌های پیشنهادی در این مقاله حداقل ۱۱ برابر بوده است. آزمایشگاه‌های پردیس کشاورزی و منابع طبیعی تهران روزانه ۶۰۰ لیتر آب مقطر نیاز دارند که برای تهیه این مقدار آب مقطر درروش فعلی، ۲۴ هزار لیتر آب هدر می‌رود.. با اجرای یکی از راهکارهای پیشنهادی در این مقاله، روزانه ۱۲۹۶۰۰ ریال و سالانه ۴۷ میلیون ریال هزینه مصرف انرژی کمتر شده و به‌تبع آن از هدر رفت ۸۷۶۰ مترمکعب آب جلوگیری خواهد شد. لذا بهبود سیستم فعلی با جایگزینی روش پیشنهادی در این مقاله امری ضروری است.

تشکر و قدردانی

کلیه هزینه‌های این طرح به‌طور مشترک به‌وسیله دانشگاه تهران تأمین‌شده است که بدین‌وسیله صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

مراجع

۱. غریبی، ح. قاسمی، ع. ۱۳۹۱. دستاوردهای نوین در کاهش اثرات زیست‌محیطی فیزیکی شیمیایی - پروژه‌های نمک‌زدایی از آب دریا ، چکیده مقالات اولین کارگاه بین‌المللی و همایش تخصصی نمک‌زدایی، آب‌های شور، لب‌شور و تصفیه پساب ، تهران ، خرداد.

۲. فلاح علمداری، ع. ۱۳۸۸. بررسی انواع آب‌شیرین‌کن‌های متداول و طراحی یک نمونه آب‌شیرین‌کن خورشیدی"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی، تابستان .

۳. محمدی، ع. ۱۳۹۱. تولید آب با استفاده از تقطیر هوا در لوله‌های مدفون در زیرزمین"، دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

4. Kedia, A., B. Prakash, P. K. Mishra, C. S. Chanotiya and N. K. Dubey. 2014. Antifungal, antiaflatoxigenic, and insecticidal efficacy of spearmint (Mentha spicata L.) essential oil", International Biodeterioration & Biodegradation, Vol. 89, pp. 29-36,.
5. Kalogirou, S. 2005. Seawater Desalination using renewable energy sources, Progress in Energy and Combustion Science, Vol. 31, No. 3, pp. 242-281.
6. Tepea, D. Dafererab, A. Sokmena, M. Sokmenc and M. Polissiou. 2005. Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and various extracts of Salvia tomentosa Miller (Lamiaceae)", Food Chemistry, Vo. 90, No. 3, pp. 333-340.
7. Benko, K. L. and J. E. Drewes. 2008. Produced water in the Western United States: geographical distribution, occurrence, and composition." j Environmental Engineering Science, Vol. 25, No. 2, pp. 239-246.
8. Rosegrant, M. W. X. Cai and S. A. 2002. Clina, World Water and Food to 2025: Dealing with Scaracity, International Food Policy Research Institute,
9. WHO, 2011. Guidelines for Drinking-water Fourthedition, 2011, http: // whqlibdoc.who.int/publications/9789241548151_eng.pd.

Offering practical solutions to optimization energy consumption in distillation devices in College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

Abstract

Properties of water solution caused to increase carbonic acid and corrosion because. One of the methods for removing impurities of water is distillation. In industrial laboratory is used distilled water. Also laboratories of college of agriculture and natural resources of university of Tehran use distilled water that produced by 51 distillation device. Daily 24000 litter of water have been wasted due to unsuitable performance of distillation device that is essential to resolve this problem. In this study, improvement methods of consumed energy for producing of distilled water were investigated. For resolve this problem, use of radiator, cooler and closed-loop system of return water to main net. The results indicated use of radiator for producing distilled water had best performance and prevented inordinate water consumption.

Key Words: Distilled Water, Energy, Distillation Device, Radiator