Arch

مقاله کامل علمی- پژوهشی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و هشتم، شماره اول، ۱۴۰۰
۱۴۷-۱۶۴
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2021.17859.3342

بررسی آب تولید شده از کولرهای گازی شهر گرگان جهت استفاده به‌عنوان منبع نوین آب

امید محمدی[۱]، موسی حسام*[۲] و خلیل قربانی[۲]

[۱]دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۰۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۱۲

چکیده

سابقه و هدف: در استان‌های شمالی ایران در بسیاری از مناطق رطوبت‌نسبی هوا بیش از ۶۰ درصد و در پاره‌ای از مواقع به بیش از ۸۰ درصد نیز می‌رسد. در روزهای گرم سال کولرهای گازی در این مناطق با متراکم‌سازی رطوبت موجود در هوا، سبب تولید مقادیری آب می‌شوند که در اغلب موارد بدون توجه به مدیریت کمی و کیفی آن از دسترس خارج می‌شود. شناسایی منابع جدید آب منجر به استفاده در مصارف مختلف و حفاظت منابع موجود در راستای مدیریت پایدار منابع آب خواهد شد. از این رو در این پژوهش با رویکرد مدیریتی، به بررسی پتانسیل کمی و کیفی و اقتصادی آب تولیدشده از کولرهای گازی گرگان به عنوان یک منبع نوین آب پرداخته‌شد. تاکنون مطالعه‌ای جامع در راستای برآورد کمی و کیفی آب تولید شده از کندانس کولرهای گازی شهر گرگان و تخمین پتانسیل موجود با در نظر گرفتن انرژی مصرفی صورت نپذیرفته است. در این پژوهش به بررسی مدیریتی آب به‌دست آمده از کندانس کولرهای گازی شهر گرگان پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش شهر گرگان به چهار منطقه اصلی تقسیم شد. در این مناطق شرایط کمی و کیفی آب تولید شده، تأثیر توان کولر بر میزان آب تولیدشده و تأثیر پارامترهای مختلف برای انتخاب توان کولر جهت خرید توسط کاربران، در یک بازه شش ماهه مورد مطالعه قرار گرفت. هم‌چنین با داشتن توان میانگین ۲۱ هزار وات ساعت و اعمال یک سری فرضیات برای مصرف برق، قیمت آب تولید شده محاسبه گردید. به منظور تجزیه و تحلیل آماری از آزمون‌های آماری t و ANOVA و سطح معنی‌داری $P<0/05$ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد، آب به‌دست آمده اسیدیته خنثی و کدورت و قلیاییت و سختی کمی داشت. میانگین آب تولید شده ۲۵/۵، ۲۹/۸ و ۲۲/۶۷ برای اسپیلت و ۱۳/۷۹، ۱۸/۱۳ و ۱۳ لیتر در روز برای کولرهای پنجره‌ای به ترتیب در بازه‌های زمانی (بازه‌های زمانی دوماهه) اول تا سوم بود. میزان آب تولیدی در کولرهای اسپیلت (دوتکه) بیش از پنجره‌ای بوده و با افزایش توان کولر، آب تولید شده در هر دو نوع کولر افزایش یافت. هم‌چنین دو فاکتور مساحت تحت پوشش کولر و عایق‌بندی ساختمان بیش‌ترین تأثیر را در انتخاب توان کولر داشتند.

* مسئول مکاتبه: mhesam@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج، ترافیک جمعیتی و خودرویی منطقه بر کیفیت آب تولید شده بی‌تأثیر نیست. در این شهر روزانه به‌طور میانگین مقدار قابل‌ملاحظه ۳۵۴۲ مترمکعب آب از طریق کندانس کولرهای آبی تولید می‌شود که با توجه به کیفیت مطلوب، برای استفاده‌های حساس (مانند شستشوی بدن و صورت و تماس با پوست و چشم) نیز کاربرد دارد. با اعمال برخی فرضیات و در نظرگرفتن ۵۰ درصد از هزینه برق مصرفی، هزینه تمام شده تولید هر لیتر آب برابر با ۳۱۷۳ ریال خواهد بود که تقریباً ۰/۲۵ درصد هزینه نهایی هر لیتر آب آشامیدنی بازاری می‌باشد. بنابراین باتوجه به نتایج این پژوهش، با ایجاد یک شبکه تجمیع خروجی آب کولرهای خانگی، با استفاده از یک لوله‌کشی ساده در آپارتمان‌ها و شهرک‌ها و در نظر گرفتن منبع ذخیره سازی، می‌توان به حجم قابل‌ملاحظه‌ای آب قابل‌استفاده برای مصارف مختلف در هر آپارتمان و یا حتی شهرک‌های مختلف دست یافت. بنابراین راه‌کارهایی هم‌چون اجباری نمودن ایجاد شبکه جمع‌آوری آب کولرهای گازی برای ساختمان‌های در حال احداث، در شهرهایی با رطوبت نسبی بالا و ایجاد سایت‌هایی جهت بهره‌برداری از دستگاه‌های تولید آب از جو می‌تواند راهکار مناسبی باشد.

واژه‌های کلیدی: رطوبت هوا، کولر، کیفیت آب، متراکم‌سازی

مقدمه

در سال‌های اخیر، با رشد جمعیت و گرم شدن زمین و عواملی مانند برداشت بی رویه از منابع آب زنگ خطری جهت آگاهی از متناهی بودن منابع آبی به صدا در آمد. محدود بودن منابع آب تاحدی ملموس شده است که بسیاری از کارشناسان و پژوهشگران جنگ جهانی بعدی را جنگ بر سر آب می‌دانند. محدودیت آب و قرار گرفتن ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک همواره ایران را در معرض تهدید از لحاظ برطرف ساختن نیازهای آشامیدنی، کشاورزی و استفاده در مصارف صنعتی قرار داده است. جو زمین حاوی ۱۲۹۰۰ کیلومتر مکعب آب شیرین است که از این مقدار ۹۸ درصد به صورت بخار و تنها ۲ درصد آن به‌صورت ابر است. از این رو نحوه استحصال آن از دغدغه‌های کنونی می‌باشد (۳ و ٤). در سال‌های اخیر مشکل آب آشامیدنی، سبب ایجاد نگرانی در مناطق مختلف شده است؛ بنابراین بیش از ۵۰ سال روش‌های مختلفی برای تامین آب مانند نمک‌زدایی به روش تقطیر، اسمز معکوس و الکترودیالیز استفاده شده است. گران بودن این روش‌ها و از آن مهم‌تر پیامدهای محیط زیستی حاصل از ریختن شورابه‌ها از معایب این روش‌ها می‌باشند (۲ و ٦). یک روش برای تراکم بخار آب اتمسفر استفاده از تجهیزاتی با مکانیسم تراکم است و آبی که از این روش به‌دست می‌آید مستلزم صرف هزینه بالا است (۱۲ و ۱۷). در نوار ساحلی کشور معمولاً استفاده از آب دریا توسط آب‌شیرین‌کن‌ها صورت می‌گیرد که با هزینه‌های گزافی روبرو خواهد بود. علاوه بر بحث اقتصادی، شورابه‌های تخلیه شده از آب‌شیرین‌کن‌ها در بسیاری از موارد منجر به معضلات محیط زیستی شده‌اند. این در حالی است که حجم عظیمی از آب در قالب رطوبت در جو وجود دارد و استحصال آن نه تنها پیامد زیست‌محیطی نخواهد داشت، بلکه در یک خرد اقلیم منجر به کاهش رطوبت نسبی شده و مطبوع بودن هوا برای تنفس و کاهش شرجی بودن را در پی خواهد داشت. یکی دیگر از اهداف بلندمدت این پژوهش رسیدن به راهکاری اقتصادی و مفید برای تغذیه آبخوان‌های ساحلی است که به‌علت افت سطح ایستابی شور شده‌اند. عملی شدن این هدف در بلندمدت باعث

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود تا کاربران مجاور این نواحی نه تنها بانک ذخیره آبی قابل اطمینانی در آبخوان‌های خود داشته باشند بلکه از اقدام به روش‌های هزینه بری مانند شیرین سازی که خسارات محیط زیستی فراوانی را نیز در بر دارد جلوگیری شود.

در بسیاری از نواحی کشور دسترسی به آب با وجود رطوبت نسبی بالای ۸۰ درصد کارآسانی نیست. با یک محاسبه سر انگشتی در یک روز تابستان که دمای هوا نسبتاً بالا است در ارتفاع ۱۰ متری از مساحتی یک هکتاری حدود ٤۰۰۰ مترمکعب آب وجود دارد. که اگر از این میزان ۵۰ درصد آن نیز قابل استحصال باشد با داشتن حدود ۲ میلیون لیتر آب می‌توان به منبع آبی قابل‌اطمینان دست یافت. داوطلب و سلامت (۲۰۱۳) در پژوهشی به بررسی میزان آب به‌دست آمده از مه در شرایط مختلف پرداختند. حجم و فراوانی آب استحصال شده از مه در سه سایت مورد مطالعه متفاوت و حدوداً ۱۰-٤۰ لیتر بر روز بر مترمربع بود. مطالعه روابط بین بازده آب مه روزانه و متوسط متغیرهای هواشناسی، روند واضحی را نشان نداده است و به نظر می‌رسد که دسترسی به آب مه بیش‌تر در ارتباط با سرعت باد بیش‌تر و تابش خورشیدی کم‌تر است. به‌طورکلی و با توجه به تعداد وقایع ثبت شده در پژوهش، ثابت شده است که جمع‌آوری آب مه بیش‌تر از بارش در سه سایت مشاهده شده است. از ویژگی‌های روند استحصال آب از مه به‌عنوان منبع آب وابسته به شرایط آب و هوای محلی است (۷). محوی و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی اقدام به اندازه‌گیری آب حاصل از برخورد مولکول‌های هوای شرجی بندرعباس به کولرهای گازی نمودندکه میزان آب به‌دست آمده از این کولرها بین ٤٦۸۰ تا ۹۳٦۰ مترمکعب در روز بود. آب به‌دست آمده دارای کیفیت نسبتاً مطلوب با سختی و قلیاییت و املاح کم بود و برای استفاده در بخش‌های مختلف قابل کاربرد بود (۱۰). برسکی (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای ازجمله راه‌های استحصال آب از جو، جمع‌کننده‌هایی که در مسیر مه قرار می‌گیرند را معرفی نمود. از انواع آن‌ها جمع‌کننده‌های مخروطی تک‌جداره و چندجداره و جمع‌کننده‌های پره‌ای هستند. برخی از عوامل مهم جغرافیایی شامل الگوهای جامع باد، محدوده کوه‌ها، ارتفاع، جهت وزش باد، فاصله از ساحل دریا، فضای بین جمع‌کننده‌ها، پستی و بلندی در نواحی مجاور و نقش توپوگرافی و شیب در دوام و پایداری یک طرح استحصال آب از مه مؤثر می‌باشند (۵). کردوانی (۲۰۰۱) یکی از پژوهشگرانی که در زمینه بیابان‌زدایی کار می‌کند، پروژه‌ای را در مورد برداشت آب از رطوبت هوا برای آبیاری باغ‌ها و مزارع در این منطقه در سال ۲۰۰۱ پیشنهاد داد. او باور داشت که به وسیله دفن صفحات فلزی در زمین‌ها، گیاهان بدون نیاز به بارش باران و تنها توسط شبنم ایجاد شده از رطوبت بالای هوا، می‌توانند زندگی کنند (۸). مطالعات انجام شده در زمینه استخراج آب از رطوبت اتمسفر با استفاده از صفحه جمع‌آوری فلزی، در قسمت‌های مختلف جهان انجام شده است: سوئد و تانزانیا (۱۱)، تونس و فرانسه (٤ و ۹) و بحرین (۱) نمونه‌های خوبی از این موضوع هستند. بزرگ‌ترین طرح استحصال آب از مه که از سال ۱۹۹۲ تاکنون اجرا شده است، طرحی بوده که در یک روستای ۳۳۰ نفری در بیابان ساحلی خشک شمال شیلی اجرا شده و نتیجه آن به‌طور متوسط استحصال ۱۱ هزار لیتر آب در روز بوده است (۱۳). در سواحل و جزایر جنوب ایران رطوبت هوا در تابستان ۹۸٪ است در صورتی که بارش باران در این مناطق پایین است. هم‌چنین مناطقی مانند جزیره کیش بیش از ۱۵۰ روز مه‌آلود در سال و بندرعباس، جاسک و بندر لنج بیش از ۱۰۰ روز مه‌آلود در سال دارند. از جمله مسائل مهم دیگر در این منطقه، بر

www.SID.ir

Archive of SID

خلاف سواحل شمال ایران که مه بیش‌تر در طول زمستان تشکیل می‌شود، در سواحل جنوب مه بیش‌تر در تابستان شکل می‌گیرد (۱۵).

در استان‌های نوار شمالی ایران در بسیاری از مناطق رطوبت نسبی هوا در تابستان بیش از ۶۰ درصد و در پاره‌ای از مواقع به بیش از ۸۰ درصد نیز می‌رسد. در روزهای گرم سال کولرهای گازی در این مناطق با متراکم‌سازی رطوبت موجود در جو سبب تولید مقادیری آب می‌شوند که در اغلب موارد بدون توجه به مدیریت کمی و کیفی آن از دسترس خارج می‌شود. استان گلستان و شهرستان گرگان نیز از این قاعده مستثنا نیست به صورتی که میزان قابل‌توجهی از آب تولید شده حاصل از کندانس با استفاده از کولرهای گازی بدون اطلاع از شریط کمی و کیفی آن هدر می‌رود. این در حالی است که با وجود رطوبت نسبی بالا در بسیاری از مناطق استان از جمله بندرترکمن و بندرگز، برای تهیه آب مورد نیاز از روش‌هایی گران‌قیمت همچون اسمز معکوس استفاده می‌شود. از این‌رو یک مطالعه جامع می‌تواند چشم‌اندازی مدیریتی به ارگان‌های مختلف ارائه نماید که در صورت آگاهی از کمیت و کیفیت جهت تجمیع، ذخیره‌سازی و بهره‌برداری به عنوان یک منبع در مصارف مختلف استفاده شود. هم‌چنین عموماً این باور وجود دارد که آب حاصل از کندانس آب مقطر بوده و هیچ‌گونه مواد و ترکیباتی در آن وجود ندارد، از این رو مطالعه حاضر با رویکرد مدیریتی با اهداف بررسی مسائل مربوط به شرایط کمی، کیفی (مقایسه با استانداردهای کیفی از نقطه‌نظر حساسیت مصرف)، اقتصادی و تا حدودی اجتماعی انجام گرفت. نتایج حاصل از مطالعاتی ازاین‌دست می‌توانند نگرش مدیریتی مثبتی در جهت تولد منابع آبی نامتعارف جدید را ایجاد نمایند.

مواد و روش‌ها

شهر گرگان بین ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه و۲ ثانیه تا ۳۸ درجه و ۷ دقیقه و ٦ ثانیه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵٦ درجه و ۲۱ دقیقه و ٤ ثانیه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و جمعیتی حدود ٤۹۰ هزار نفر، مرکز استان گلستان در شمال‌شرقی ایران است. میانگین رطوبت نسبی و دمایی ایستگاه‌های این شهر به ترتیب برابر با ٦۹ درصد و ۲۰ درجه سانتی‌گراد است. در این پژوهش جهت بررسی کمی و کیفی آب حاصل از چگالش کولرهای گازی، شهر گرگان به ٤ منطقه ۱) صنعتی و حومه (آق‌قلا)، ۲) با تردد مسکونی و ترافیکی بالا (محدوده مرکزی شهر)، ۳) محدوده شهری با تردد پایین (حاشیه شهر) و ٤) ناهارخوران (محدوده تفریحی مجاور جنگل) تقسیم گردید. شکل ۱ شهر گرگان به تفکیک مناطق مورد بررسی را نشان می‌دهد. محدوده مناطق چهارگانه مورد نظر در شکل ۱ با هایلایت مشخص شده است که مساحت تقریبی هر منطقه حدود ۱۰ کیلومترمربع است. فواصل کولرهای انتخابی با پراکندگی مناسب که معرف مساحت مورد نظر باشد انتخاب شد. در هرکدام از مناطق از هر کدام از کولرهای پنجره‌ای ۱۸,۰۰۰، ۱۹,۰۰۰، ۲۱,۰۰۰ و ۲٤,۰۰۰ وات سه عدد در هر منطقه (جمعاً ٤۸ عدد در کل شهر) و از اسپیلت (کولرهای دو تکه) ۱۸,۰۰۰، ۲٤,۰۰۰ و ۳۰,۰۰۰ وات هر کدام سه عدد در هر منطقه جمعاً ۳٦ عدد در کل شهر)، مورد بررسی قرار گرفت که در جدول ۱ آمده است؛ برای هرکدام از مناطق بررسی‌های کمی و کیفی شامل میزان آب تولید شده، شوری، قلیاییت، اسیدیته، سختی، مواد معلق و عناصر و ترکیباتی مانند نیتروژن، فسفات صورت گرفت

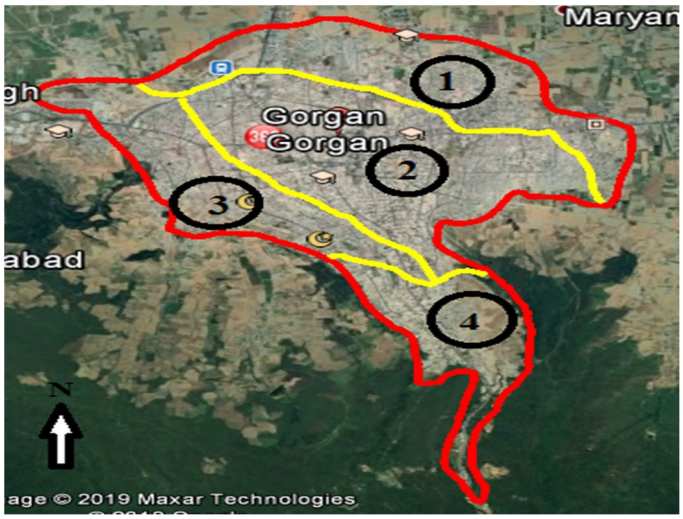
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تعداد کولرها از هر نوع در هر منطقه.

Table 1. Number of coolers of each type in each area of the table.

نوع کولر Cooler type	توان کولر Cooler power (W)	تعداد در منطقه ۱ Number in area 1	تعداد در منطقه ۲ Number in area 2	تعداد در منطقه ۳ Number in area 3	تعداد در منطقه ٤ Number in area 4
کولر پنجره‌ای Window Cooler	18000	3	3	3	3
	19000	3	3	3	3
	21000	3	3	3	3
	24000	3	3	3	3
کولر دو تکه Split	18000	3	3	3	3
	24000	3	3	3	3
	30000	3	3	3	3



شکل ۱- نقشه شهر گرگان به تفکیک مناطق مورد مطالعه.

Figure 1. The map of Gorgan city by study area.

در هرکدام از مناطق محدوده‌هایی به‌صورت معرف انتخاب‌شده و در این محدوده‌ها مطالعات از اوایل اردیبهشت تا اواخر مهرماه سال ۱۳۹٦ انجام شد. دلیل انتخاب بازه زمانی ذکرشده این بود که اغلب در این بازه زمانی کولرها روشن و از آن‌ها استفاده می‌شود. جهت بررسی کیفی آب به‌دست‌آمده از کولرها در هر منطقه ۹ نمونه در سه زمان مختلف (اوایل نمونه‌برداری، اواسط نمونه‌برداری و اواخر نمونه‌برداری) در سه تکرار برداشت شد. برای حفظ کیفیت اصلی آب استحصال‌شده جهت اندازه‌گیری پارامترهای کیفی و آنالیز، نمونه‌ها به‌صورت مستقیم با استفاده از شیلنگ شستشو داده‌شده با آب مقطر از خروجی آب چگالش یافته وارد بطری‌های شستشو داده‌شده با آب مقطر می‌شدند. اندازه‌گیری پارامترهای کیفی اعم از هدایت الکتریکی، اسیدیته، TSS، نیترات و دیگر پارامترها، براساس روش‌های مندرج در کتاب استاندارد متد در آزمایشگاه‌های آبیاری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و آزمایشگاه‌های آب

www.SID.ir

Archive of SID

منطقه‌ای و آب‌وخاک کردکوی انجام گرفت (۱۷). جهت اندازه‌گیری مقدار آب به‌دست‌آمده از کولرها تعداد ٤٨ کولر پنجره‌ای (هر منطقه ۱۲ کولر) و تعداد ٣٦ کولر دو تیکه (هر منطقه به تعداد ۹ کولر) انتخاب گردید که در جدول ۱ آمده است. آب جمع‌آوری‌شده از آن‌ها روزانه توسط ظروف ۱۸ لیتری مدرج اندازه‌گیری شد. باوجوداین‌که آب به‌دست‌آمده از کولرها بدون صرف هیچ‌گونه هزینه‌ای تولیدشده است؛ اما برای محاسبه هزینه حدودی هر لیتر آب حاصل از کندانس در مقیاس کلان، فرض بر ایجاد سایت‌هایی جهت بهره‌برداری از دستگاه‌هایی اختصاصی برای تولید آب شد. درصورتی‌که هدف تولید دستگاه‌های اختصاصی تولید آب از جو باشد با در نظر گرفتن کم‌تر بودن بهای برق صنعتی و کشاورزی (حتی شاید کم‌تر از ۱۰ درصد بهای برق خانگی) و این‌که دستگاه‌های اختصاصی تولید آب از جو همان مقدار آب را با صرف انرژی کم‌تر از یک کولر تولید نمایند ضریب ۰/۵ در نظر گرفته شد کما این‌که این ضریب با فرضیات مذکور در واقعیت شاید بسیار کم‌تر ازاین مقدار نیز باشد. هم‌چنین ۱۰ درصد نیز جهت هزینه جمع‌آوری و ذخیره‌سازی در نظر گرفته شد که در عمل این عدد نیز به‌دلیل عدم نیاز به تجهیزات گران‌قیمت بسیار کم‌تر از ۱۰ درصد خواهد بود. با در نظر گرفتن ۵۰ درصد هزینه برق مصرفی کولرها جهت تولید آب و ۱۰ درصد از کل هزینه انرژی مصرفی جهت مدیریت و بهره‌برداری قیمت تمام‌شده هر لیتر آب حاصل از کندانس برآورد شده و با قیمت آب آشامیدنی و آب شهری مقایسه گردید. بدین‌ترتیب، پس از انجام اندازه‌گیری‌های کیفی، پرسشنامه‌هایی طراحی و اجرا گردید. سؤالات پرسشنامه با محوریت اطلاع از سه مطلب بود؛ الف) بررسی شرایط انتخاب توان کولر، ب) کاربران از چه نوع کولری (پنجره‌ای یا اسپیلت) با چه توانی استفاده می‌کنند، ج) تعداد ساعات کارکرد متوسط کولرها، تعداد ۱۰۰ کاربر (از هر منطقه ۲۵ کاربر به‌صورت تصادفی) انتخاب گردید. پس از اطلاع از متوسط ساعت کارکرد با در نظر گرفتن میانگین توان مصرفی کولرها و اطلاع از هزینه مصرف انرژی، هزینه تولید هر لیتر آب مطابق رابطه ۱ محاسبه شد (۱۵):

$$S = \frac{E*T*M}{V} \qquad (۱)$$

که در آن، S هزینه تولید هر لیتر آب با استفاده از چگالش کولر (تومان)، E میزان انرژی مصرفی کولر (وات بر ساعت)، T زمان کارکرد دستگاه (ساعت)، V میزان آب تولیدشده کولر (لیتر)، M برق‌بها (تومان به‌ازای هر وات بر ساعت).

لازم به ذکر است ازآنجایی‌که انرژی، علاوه بر تولید آب با هدف اصلی خنک‌سازی مصرف می‌شود، با فرض در نظر گرفتن ۵۰ درصد هزینه کارکرد دستگاه به‌عنوان هزینه تولید آب و ۱۰ درصد هزینه تولید جهت مدیریت برای مصرف (تصفیه، شبکه نمودن و ذخیره) هزینه نهایی تولید هر لیتر آب با رابطه ۲ محاسبه گردید:

$$S_f = \frac{1.1\,S}{2} \qquad (۲)$$

که در آن، S هزینه تولید هر لیتر آب با استفاده از چگالش کولر (تومان)، S_f هزینه اصلاحی تولید هر لیتر آب با استفاده از چگالش کولر (تومان).

در پایان هزینه تولید این آب با هزینه‌های مصرفی آب آشامیدنی فروشگاهی و آب شهری مورد (با استفاده از تعرفه‌های آب‌بها و قیمت روی بطری‌های آب آشامیدنی فروشگاهی) مقایسه قرار گرفت. در مرحله بعد جهت تعیین میزان اهمیت پارامترهای تأثیرگذار در انتخاب توان کولر و ساعت کارکرد کولر

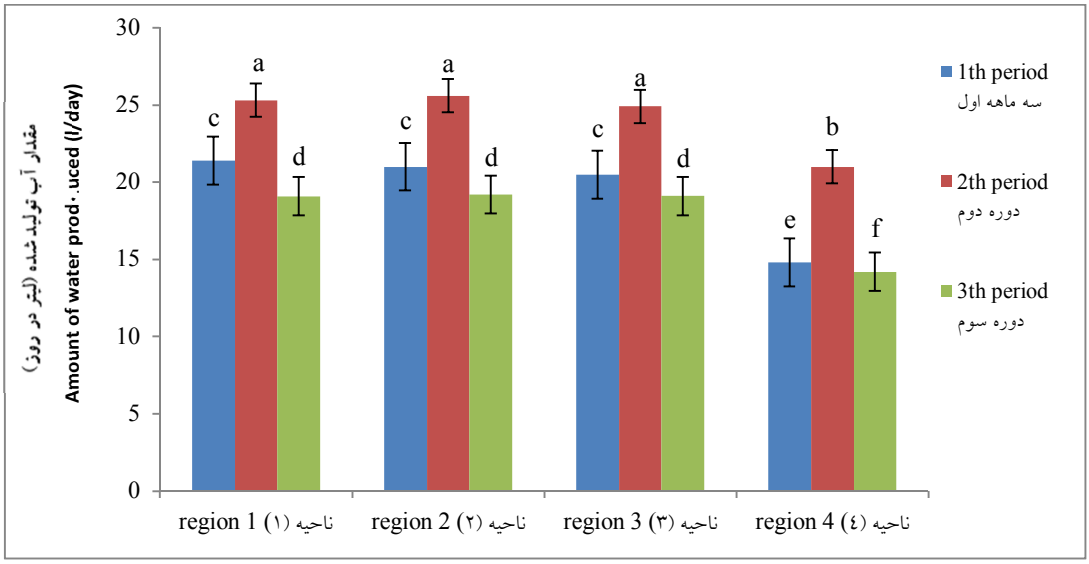
www.SID.ir

Archive of SID

تعداد پنج پارامتر (عایق‌بندی ساختمان، مساحت تحت پوشش کولر، میانگین جمعیت تحت پوشش کولر، منطقه تحت سکونت، تبع بدنی افراد (سرمایی یا گرمایی بودن) معرفی‌شده و در پرسشنامه برحسب درجه اهمیت به هرکدام از این پارامترها نمره‌های ۰، ۱، ۲، ۳ و ٤ داده شد؛ به‌این‌ترتیب که نمره ٤ بیش‌ترین تأثیر و نمره صفر کم‌ترین تأثیر را در انتخاب توان و ساعت کارکرد کولر را دارد. ازاین‌رو به‌صورت تصادفی تعداد ۱۰۰ کاربر انتخاب شد و هر کاربر بسته به نظر خود به هرکدام از ۵ پارامتر مذکور نمره ۰ تا ٤ را برحسب درجه اهمیت در انتخاب توان کولر داد. یعنی می‌توان گفت در حالت کلی همانند این است که نمره هر پارامتر از ٤۰۰ محاسبه‌شده باشد. به‌منظور تجزیه‌وتحلیل آماری قسمت کمی، از نرم‌افزار SPSS 16 و آزمون‌های آماری t و ANOVA استفاده‌شده و سطح P<۰/۰۵ به‌عنوان سطح معنی‌داری انتخاب شد.

بحث و نتایج

نتایج حاصل از این مطالعه دارای سه بخش بررسی کیفی، کمی و تحلیل اقتصادی آب چگالش یافته از کولرهای گازی است که به آن‌ها پرداخته خواهد شد. در ابتدا با توجه میزان آب تولیدشده در کولرهای گازی در ٤ منطقه موردمطالعه قرار گرفت. با توجه به شکل ۲ نتایج حاصل نشان داد که تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای در میزان آب تولیدشده در مناطق موردمطالعه وجود نداشت به‌جز منطقه ناهار خوران که به‌دلیل ارتفاع نسبتا بالاتر و مشرف بودن به تپه‌ها و کوه‌هایی با پوشش جنگلی در این منطقه کولرها کم‌تر از دیگر مناطق روشن می‌شوند. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج حاصل از مطالعه محوی و همکاران (۲۰۱۲) هم‌خوانی داشت به گونه‌ای که مقدار آب تولید شده در ماه‌های گرم‌تر (با میانگین دمایی بالاتر) بیش‌تر بود (۱٦).



شکل ۲- مقدار آب تولید شده در مناطق مختلف گرگان.

Figure 2. The amount of produced water in different regions of Gorgan.

www.SID.ir

Archive of SID

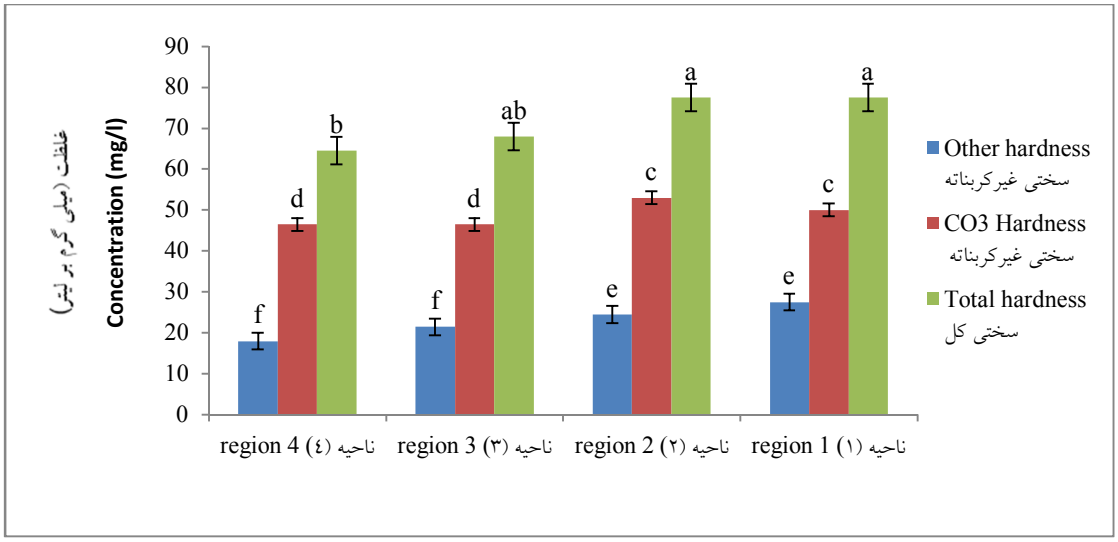
با توجه به جدول ۲ می‌توان دریافت که کیفیت آب به‌دست‌آمده بالا بوده و میزان بسیاری از عناصر از جمله سولفات، فسفات و پتاسیم در آن صفر می‌باشد که دلیل این امر را می‌توان غیرصنعتی بودن و آلودگی کم هوای شهرستان گرگان دانست. شکل ۳ سختی آب حاصل از کندانس در چهار منطقه معرف مورد مطالعه را نشان می‌دهد. باتوجه به شکل ۳ در تمامی موارد و در هر چهار منطقه مورد مطالعه میزان سختی کربناته بیش از سختی بی‌کربناته است و این امر را می‌توان به بالا بودن میزان کلسیم و عدم وجود کربنات در آب تولیدشده نسبت داد.

جدول ۲- مقادیر عناصر و ترکیبات مهم حاصل از آنالیز کیفی آب جمع شده از کولرها (mg/l).

Table 2. Quantities of important elements and compounds from the qualitative analysis of water collected from coolers (mg / l).

پتاسیم K	سدیم Na	منیزیم Mg	کلسیم Ca	کلر Cl	بی‌کربنات HCO_3	کربنات CO_3	هیدروکسید OH	نیترات NO_3	فسفات PO_4	سولفات SO_4	آهن Fe	منگنز Mn	منطقه Region
0	0	0.3	0.9	0.1	0.9	0	0	0.2	0	0	0	0	1
0	0	0.3	1	0.1	0.9	0	0	0.3	0	0	0	0	2
0	0	0.5	1.1	0.2	1.1	0	0	0.3	0	0	0	0	3
0	0	0.5	1	0.2	1	0	0	0.3	0	0	0	0	4

همان‌طور که قابل‌مشاهده است، میزان سختی در مناطق ۱ و ۲ بیش‌تر بوده و دلیل آن را می‌توان به تراکم جمعیت و بالا بودن ترافیک از نقطه‌نظر تولید آلودگی و اضافه نمودن ترکیبات مختلف نسبت داد. هم‌چنین اختلاف چندانی بین سختی‌های بی‌کربناته در آب‌های مناطق ۱ و ۲ وجود نداشت. نتایج حاصل در این قسمت نشان داد که آب تولیدی شهر گرگان در مقایسه با مطالعه محوی و همکاران (۲۰۱۲) دارای شرایط کیفی بهتری است (۱۱).



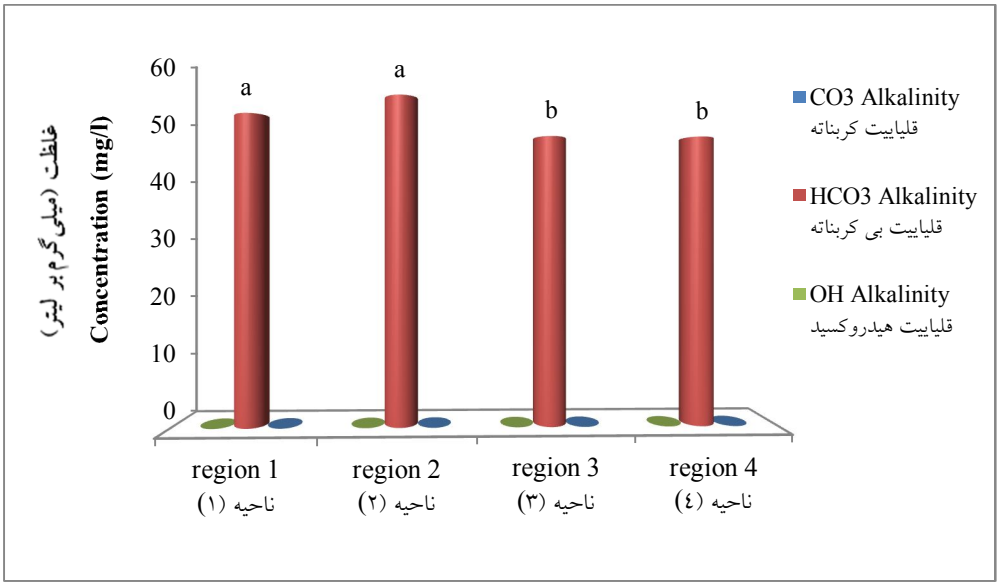
شکل ۳- مقادیر سختی در مناطق مختلف مورد مطالعه شهر گرگان.

Figure 3. Hardness values in different study areas of Gorgan.

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به شکل ٤ می‌توان دریافت که در تمامی موارد با توجه به عدم وجود یون‌های هیدروکسید و کربنات، میزان قلیاییت کربناته و قلیاییت هیدروکسید تقریباً صفر بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان قلیاییت بی‌کربناته در آب‌های حاصل از کندانس در مناطق ۳ و ٤ بیش‌تر از مناطق ۱ و ۲ بوده است که این امر را نیز می‌توان به بالا بودن میزان گازهای موجود حاصل از زیاد بودن دود خودرو و دود حاصل از فعالیت‌های صنعتی کارخانه‌ها نسبت به دو منطقه ۱ و ۲ (و وجود یون‌های قابل‌ترکیب ازجمله منیزیم) نسبت داد. با تمام این تفاسیر آب به‌دست‌آمده با توجه به استاندارد ارائه‌شده در جدول ۲ دارای کیفیت مطلوبی جهت استفاده در اغلب مصارف غیرحساس و نیمه‌حساس است.



شکل ٤- مقادیر قلیاییت در مناطق مختلف موردمطالعه شهر گرگان.

Figure 4. Alkalinity values in different study areas of Gorgan.

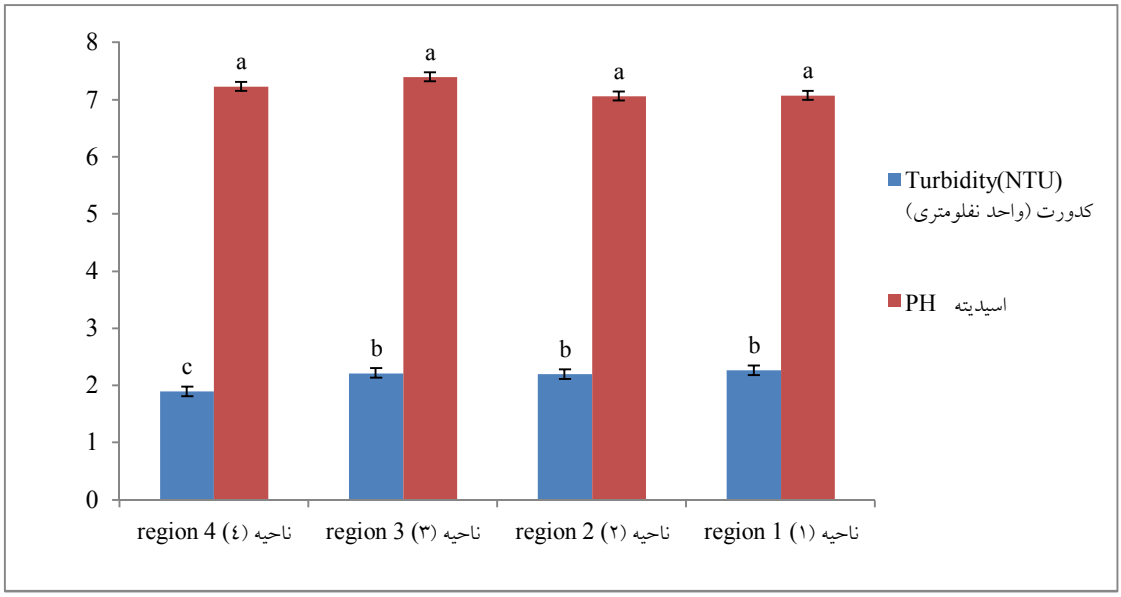
با توجه به شکل ۵ در تمامی موارد اسیدیته آب حاصل از کندانس تقریباً برابر با ۷ و بین اسیدیته آب تولیدشده در چهار منطقه موردمطالعه اختلاف قابل‌ملاحظه‌ای وجود نداشت. خنثی بودن آب حاصل از چگالش، بیانگر نزدیک بودن کیفیت آب تولیدشده به آب خالص ازلحاظ اسیدیته می‌باشد. اسیدیته آب حاصل از چگالش کولرها در مقایسه با پژوهش محوی و همکاران کمی بالاتر بوده که دلیل این اختلاف را می‌توان به وجود دی‌اکسیدکربن بیش‌تر در هوای بندرعباس مرتبط دانست. با توجه به شکل ۵ میزان کدورت در منطقه چهار کم‌تر از دیگر مناطق بوده که با توجه به ارتفاع بالاتر و پاکیزه بودن و در جریان بودن هوای این منطقه ازنقطه‌نظر عدم وجود ناخالصی بالا در هوا قابل توجیه است.

شکل ٦ نمایانگر شرایط آب تولیدشده ازلحاظ میزان املاح موجود است؛ با توجه به شکل ٦ شوری آب موردنظر در هر چهار منطقه موردمطالعه کم‌تر از ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر بود که در مناطق یک و دو این مقدار بیش‌تر از مناطق سه و چهار بود. با توجه به ارتباط مستقیم هدایت الکتریکی به ناخالصی، می‌توان دلیل بالا بودن هدایت الکتریکی و مجموع مواد معلق در آب را ناخالصی هوا ازنقطه‌نظر بیش‌تر بودن

www.SID.ir

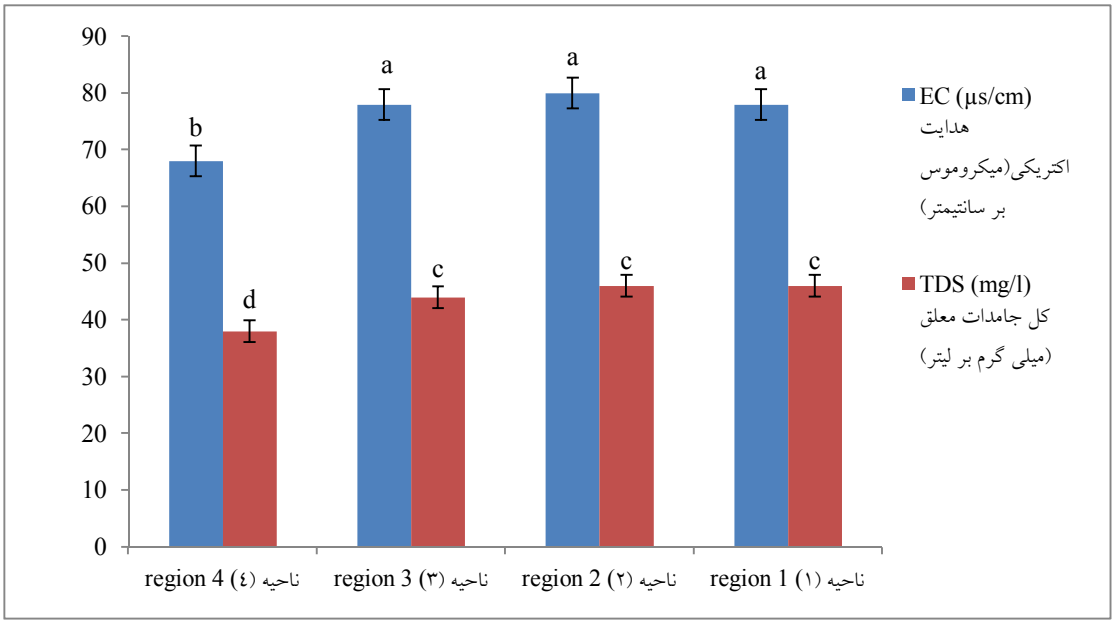
Archive of SID

آلاینده‌ها به‌دلیل ترافیک بالاتر در این مناطق اعلام نمود. دلیل پایین بودن مواد معلق در منطقه معروف نهارخوران را می‌توان با پایین بودن دمای هوا و عدم نشست آلودگی در ارتفاع پایین قلمداد کرد. نتایج حاصل در مقایسه با کیفیت آب تولیدی در مطالعه محوی و همکاران کم‌تر بوده که این امر را می‌توان با آلودگی و دمای نسبتاً بیش‌تر شهر بندرعباس نسبت به گرگان توجیه نمود (۱۱).



شکل ۵- مقادیر کدورت و اسیدیته در مناطق مختلف شهر گرگان.

Figure 5. Turbidity and pH values in different study areas of Gorgan.



شکل ٦- مقادیر هدایت الکتریکی و مواد معلق آب حاصل از کندانس در مناطق مختلف شهر گرگان.

Figure 6. TDS and EC values in different study areas of Gorgan.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ مقادیر پارامترهای مهم کیفی را با استاندار استفاده در گروه‌های مختلف براساس میزان حساسیت، مقایسه می‌کند (۹). با توجه به جدول ۳، آب حاصل از کندانس دارای کیفیت نسبتاً بالا قابل‌استفاده در مصارف حساس نیز است. با توجه به آن‌چه از نتایج قابل استنباط است می‌توان گفت کیفیت آب به‌دست‌آمده از هوای گرگان نسبت به مطالعه محوی و همکاران (۲۰۱۲) کمی مطلوب‌تر است که این امر می‌تواند به دلیل پایین بودن میزان آلودگی هوا به نسبت بندرعباس باشد. (۱۱).

جدول ۳- مقایسه کیفی آب حاصل از کندانس کولرهای گازی با استاندارد مصارف مختلف بر اساس میزان حساسیت.

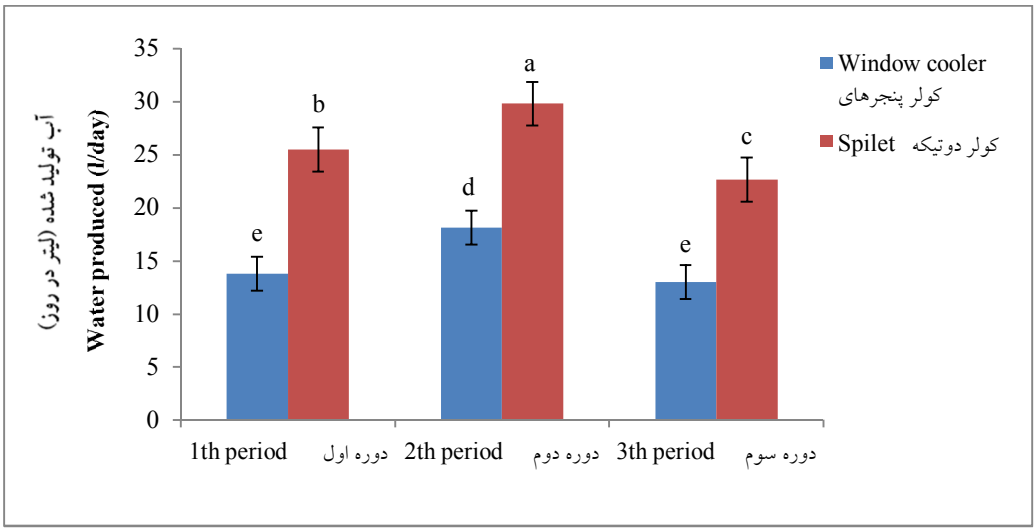
Table 3. Qualitative Comparison between Water of Coolers with Different Usage Standards Based on Sensitivity.

پارامتر Paramrter	آب حاصل از کندانس Produced water from air condensation	استاندارد مصارف خیلی حساس Usage standard for very sensitive group	استاندارد مصارف حساس Usage standard for sensitive group	استاندارد مصارف نیمه‌حساس Usage standard for semy sensitive group
اسیدیته Ph	7.19	7 -9	6 – 10	6 – 10
قلیاییت Alkalinity	49	0 -50	0 -100	0 -150
سختی Hardeess	71.87	0 -5	0 -10	0 -250
سولفات SO_4	0	0 -20	0 -75	0 -250
آهن Fe	0	0 -0.05	0 -0.1	0 -0.3
منگنز Mn	0	0 -0.01	0 -0.05	0 -0.3

شکل ۷ میزان آب تولیدشده در بازه زمانی موردمطالعه را نشان می‌دهد که با توجه به این شکل می‌توان دریافت که میزان آب تولیدشده در دوماهه دوم یعنی تیر و مرداد بیش‌تر از دوماهه اول و سوم بوده است. بالا بودن این میزان آب تولیدی در ماه‌های تیر و مرداد می‌تواند به‌دلیل بالا بودن دما و تأثیر دمای بالا بر میزان رطوبت مطلق و تعداد ساعات کارکرد کولر اتفاق افتاده باشد. هرچه دما بالاتر باشد میزان گنجایش رطوبت هوا بالا رفته و منتج به بالا رفتن رطوبت مطلق و افزایش دمای قابل احساس می‌گردد، ازاین‌رو دمای کارکرد کولر جهت مطبوع شدن هوا روی دمای کم‌تری قرارگرفته و این امر باعث تقطیر بیش‌تر آب با برخورد به محیط سرد کولر خواهد شد. از طرفی هم بالا بودن دمای هوا منجر به افزایش تعداد ساعات کارکرد کولر شده و متعاقباً میزان آب تولیدی نیز نسبت با افزایش زمان کارکرد کولر بیش‌تر خواهد شد. لازم به ذکر است در تمامی ماه‌ها میزان آب تولیدی از کولرهای دوتکه یا اسپیلت بیش‌تر از کولرهای پنجره‌ای بوده است که دلیل این موضوع را می‌توان تفاوت در بلوور (مکنده)های این دو نوع کولر دانست. در کولرهای پنجره‌ای بلوور یا قسمت مکنده هوا طول کم‌تری داشته (مثلاً کم‌تر از ۳۰ سانتی‌متر) و هوا را به مرکز اواپراتور هدایت می‌نماید اما در اسپیلت‌ها بلوور طویل‌تر و طول آن کمی کم‌تر از طول خود اسپلیت (نزدیک به ۸۰ سانتی‌متر) و هوا را به اواپراتورها اصابت می‌دهد. ازاین‌رو می‌توان یکی از دلایل بیش‌تر بودن میزان آب تولیدی در اسپلیت‌ها را افزایش سطح مقطع تماس اواپراتور با هوای مرطوب دانست.

www.SID.ir

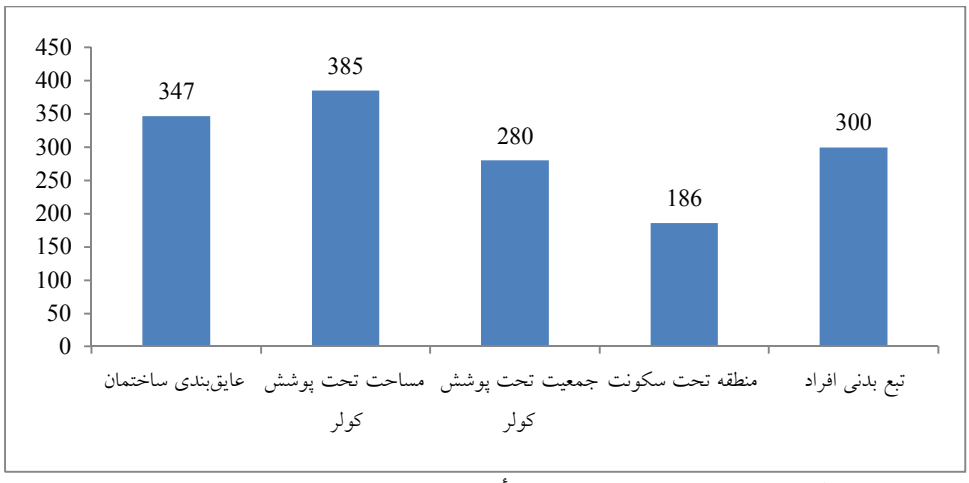
Archive of SID



شکل ۷- میزان آب تولیدشده از کولرهای پنجره‌ای و اسپلیت شهر گرگان.

Figure 7. The amount of produced water from window coolers and spilet in Gorgan.

شکل ۷ مجموع امتیازات هرکدام از ۵ پارامتر عایق‌بندی ساختمان، مساحت تحت پوشش کولر، میانگین جمعیت تحت پوشش کولر، منطقه تحت سکونت، تبع بدنی افراد (سرمایی یا گرمایی بودن) در انتخاب توان کولر موردبررسی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۸ مساحت تحت پوشش کولر و عایق‌بندی ساختمان بیش‌ترین تأثیر را در انتخاب توان کولر و ساعات کارکرد کولر داشته‌اند. منطقه محل سکونت کم‌ترین تأثیر را به نظر کاربران داشت و اغلب هم نظر بودن که منطقه نهارخوران به‌دلیل ارتفاع بالاتر و مشرف بودن به کوه دارای دمای کم‌تری بوده و ازاین‌رو اغلب در این منطقه نیاز به کولرهایی با ساعات کارکرد و توان بالا کم‌تر است. هم‌چنین می‌توان دریافت که تبع بدنی افراد و تعداد افراد در ساکن در محوطه تحت پوشش کولر تأثیر نسبتاً زیادی در انتخاب توان کولر و میزان کارکرد کولر دارد. برای مثال مغازه‌ها، به‌علت باز و بسته شدن درب ورودی و تردد عموم اغلب نسبت به فضاهای خانگی به مساحت مشابه، کولرهایی با توان بیش‌تر را انتخاب می‌نمایند.



شکل ۸- امتیازدهی (از ۴۰۰) به میزان تأثیر پارامترهای مهم جهت انتخاب نوع کولر.

Figure 8. Scoring (out of 400) based on the influence of important parameters for selecting the type of cooler.

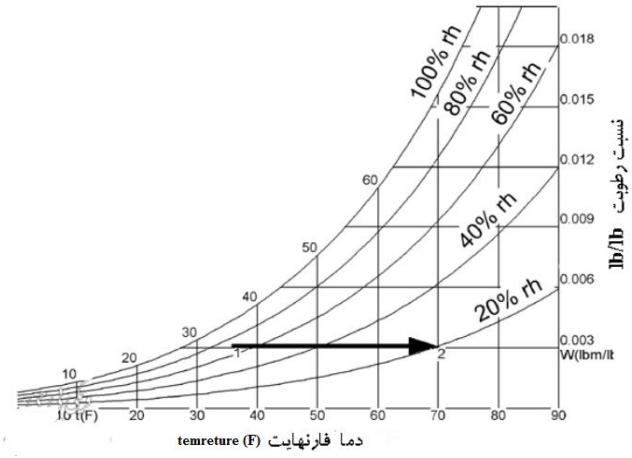
www.SID.ir

Archive of SID

نتایج حاصل از مقایسه شکل ۷ نشان می‌دهد که با افزایش توان کولرها در اغلب موارد میزان آب حاصل از کندانس در شرایط مساوی افزایش‌یافته است. نتایج پرسشنامه قسمت قبل به‌خوبی می‌تواند دلیل ارتباط مستقیم افزایش تولید آب با افزایش توان کولر را توجیه نماید. هم‌چنین همان‌طور که از شکل ۷ قابل استنباط است بیش‌ترین میزان آب تولیدی در دو ماه تیر و مرداد اتفاق افتاده است و اختلاف چشمگیری بین میزان آب حاصل از کندانس با دیگر ماه‌های سال وجود دارد. واضح است که افزایش دما و متعاقباً افزایش رطوبت در این دو ماه باعث ایجاد دمای قابل احساس بیش‌تری نسبت به دیگر ایام سال شده است که این امر موجب می‌شود که هم تعداد ساعات کارکرد کولر افزایش یافته و هم کاربر جهت تهویه مطبوع دمای دستگاه را کاهش داده و قدرت سرمایش بیش‌تری را جهت تقطیر ایجاد شود. از طرفی هم طبق قوانین استوکیومتری با توجه به شکل ۹ با افزایش دما میزان رطوبت موجود مطلق در یک رطوبت نسبی مشخص افزایش می‌یابد، به عبارتی ظرفیت نگهداری آب در هوا با افزایش دما بیش‌تر می‌شود. یعنی امکان این امر وجود دارد که با کاهش تنها چند درجه دمای هوا، میزان آب حاصل از کندانس به نصف کاهش یابد. لازم به ذکر است که در اغلب نمودارهای سایکرومتری دما بر حسب درجه فارنهایت بوده و جهت تبدیل دما به سانتی‌گراد از رابطه ۳ استفاده می‌شود (۸).

$$^{0}C = (^{0}F - 32) * 5/9 \qquad (۳)$$

که در آن، ^{0}C دمای سانتی‌گراد، ^{0}F دمای فارنهایت.



شکل ۹- شماتیک نمودار سایکرومتری.

Figure 9. Schematic of the psychometric chart.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که کولرهای گازی قادر به تولید منبع آبی عظیمی با دسترسی نسبتاً آسان هستند که از لحاظ کیفی نیز قابل‌استفاده در بسیاری از مصارف نیمه‌حساس نیز است. حال با توجه به آن‌چه گفته شد و با در نظر گرفتن میانگین ۱٤/۹۷ لیتر برای کولرهای پنجره‌ای و ۲۵/۹۹ لیتر برای کولرهای دوتکه و با توجه به نتایج جدول ٤ مربوط به پرسشنامه صورت گرفته از ۱۰۰ کاربر در مناطق مختلف شهر، ۳٦ درصد کولرها پنجره‌ای و ٦٤ درصد کولرها اسپلیت بوده و به‌ازای هر ۳/٤ نفر یک کولر

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده می‌شود. حال با احتساب جمعیت ۴۹۰ هزار نفری شهرستان گرگان روزانه به‌طور میانگین مقدار قابل‌ملاحظه ۳۵۴۲ مترمکعب آب از طریق کندانس کولرهای آبی تولید می‌شود. با توجه به آنالیز کیفی صورت‌گرفته این آب برای اغلب مصارف قابل‌استفاده است. جمعیت تحت پوشش عبارت است از جمعیتی که کاربر از اطلاعات آن‌ها آگاه بوده و از روی این اطلاعات پرسشنامه پرکرده است.

جدول ٤- نتایج حاصل از پرسشنامه.

Table 4. Results of the survey.

تعداد کاربران Number of users	کل جمعیت تحت پوشش Population covered	میانگین ساعات کارکرد (ساعت) Average hours of operation(h)	میانگین توان هر کولر (وات) Average of coolers power (W)	تعداد کولرهای پنجره‌ای Number of window coolers	تعداد کولرهای دوتکه Number of spilet	میانگین افراد تحت پوشش هر کولر Number of people covered by each cooler
100	561	12	21000	60	105	3.4

حال در این قسمت نرخ تمام‌شده آب تولیدی، با آب شهری و آب آشامیدنی فروشگاه‌ها همان‌طور که در جدول ۵ آمده است، مقایسه شد. برای این منظور با در نظر گرفتن میانگین توان کارکرد ۲۱,۰۰۰ وات (۲۱ کیلووات بر ساعت) ساعت و میانگین کارکرد ۱۲ ساعت در روز و تعرفه پایه ۵۶۳ ریال به‌ازای هر کیلووات ساعت و جاگذاری در رابطه‌های ۱ و ۲، هزینه تمام‌شده هر لیتر آب حاصل از کندانس برابر با ۳۱۷٤ ریال خواهد بود (جدول ۵). لازم به ذکر است قیمت اعلام‌شده با احتساب ۵۰ درصد هزینه برق مصرفی کولرها و احتساب هزینه مدیریت و آشامیدنی‌سازی بوده است، درصورتی‌که عملاً آب تولیدشده بدون صرف هیچ هزینه‌ای قابل استحصال است.

جدول ۵- مقایسه قیمت تمام‌شده یک لیتر آب حاصل از کندانس قیمت دیگر آب‌ها.

Table 5. Comparison of the cost of 1 liter of condensation water with other types of water.

نوع آب Kind of water	آب شهری Urban water	آب آشامیدنی فروشگاهی Store drinking water	آب تولیدشده از کندانس Water produced by air condensation
قیمت تمام‌شده (ریال) Expected Price (Rials)	78	13000	3174

نتایج حاصل نشان می‌دهد هزینه تمام‌شده آب حاصل از کندانس از آب شهری و کشاورزی بیش‌تر و بسیار کم‌تر از آب آشامیدنی فروشگاهی است. آب حاصل از کندانس با یک مدیریت مطلوب می‌تواند با قیمت کم نیز با اعمال یک سیستم آشامیدنی‌سازی به مصارف شرب نیز برسد. جهت تجمیع و مدیریت این آب دو راهکار عملی پیشنهاد می‌شود که می‌تواند در بسیاری از شهرها با رطوبت نسبی بالا مورد استفاده قرار گیرد:

۱- مجوز پایان‌کار از طریق شهرداری و مراجع زیربط به ساختمان‌ها منوط به ایجاد شبکه لوله‌کشی فرعی و اتصال خروجی کولرها به این شبکه

۲- ایجاد سایت‌هایی اختصاصی جهت راه‌اندازی دستگاه‌های تولید آب از جو در مناطقی با رطوبت نسبی بالا

www.SID.ir

Archive of SID

لازم به ذکر است نتایج حاصل از این مطالعه می‌تواند با ارائه دیدی کلی از پتانسیل‌های موجود، زمینه‌ساز تولید دستگاه‌هایی منحصراً جهت تولید آب از رطوبت هوا شود. که در دستگاه‌هایی که منحصراً به تولید آب می‌پردازند قطعاً میزان مصرف انرژی برقی کم‌تر و آب تولیدی با هزینه کم‌تری قابل استحصال است و اینکه در صورت نصب پنل خورشیدی تقریباً هزینه‌های انرژی به سمت صفر میل خواهد کرد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل نشان داد که آب حاصل از کندانس کولرها کیفیت مطلوبی داشته و برای مصارف حساس نیز می‌تواند قابل‌استفاده باشد. هم‌چنین در مناطق با ترافیک و تردد صنعتی و نقلیه بالا میزان هدایت الکتریکی افزایش‌یافته است و میزان بسیاری از عناصر ازجمله سولفات، فسفات، نیترات و پتاسیم در آن صفر است. نتایج کمی و کیفی فوق قابل‌تعمیم به مناطقی با شرایط جوی مشابه است. بنابراین در شهرهایی با میانگین دما و رطوبتی مشابه و عدم آلودگی هوا می‌توان نتایج مشابه این پژوهش را پیش‌بینی نمود. میزان آب تولیدشده از کولرهای شهر گرگان در مقایسه با پژوهش محوی و همکاران در شهر بندرعباس کم‌تر بوده که دلیل این موضوع بالا بودن رطوبت نسبی و دمای هوای شهر بندرعباس نسبت به شهر گرگان است. میزان سختی کل به‌طور میانگین برای چهار منطقه موردمطالعه ۷۱/۸ میلی‌گرم بر لیتر و میزان قلیایت ٤۹ میلی‌گرم بر لیتر بود؛ که میزان قلیاییت و سختی در مناطق ۱ و ۲ به‌دلیل تردد جمعیتی (نقلیه و صنعتی) بیش از مناطق ۳ و ٤ بود. خنثی بودن اسیدیته آب حاصل از چگالش، بیانگر نزدیک بودن کیفیت آب تولیدشده به آب خالص ازلحاظ اسیدیته است. میزان کدورت در منطقه ٤ با میزان ۱/۹ واحد نفلومتری تفاوت معنی‌داری با دیگر مناطق داشت و در باقی مناطق میزان کدورت حدود ۲/۲ واحد نفلومتری بود. میانگین هدایت الکتریکی و TDS در منطقه ٤ به صورت معنی‌داری کم‌تر از دیگر مناطق بود و میانگین EC و TDS برای ٤ منطقه به‌ترتیب برابر با ۷٦ میکروزیمنس بر متر و ٤۳/۵ میلی‌گرم بر لیتر بود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در شهر گرگان روزانه به طور میانگین مقدار قابل‌ملاحظه ۳۵٤۲ مترمکعب آب از طریق کندانس کولرهای آبی تولید می‌شود. ازلحاظ کیفی، آب تولیدشده را با توجه به جدول ٤ در رده استفاده برای مصارف حساس قرار می‌دهد. دلیل کیفیت بالای آب تولیدشده را می‌توان غیرصنعتی بودن و آلودگی کم هوای شهرستان گرگان دانست. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که تردد ترافیکی و آلودگی تأثیر معنی‌داری بر کیفیت آب حاصل از کندانس کولرهای گازی گذاشته است. ازلحاظ کمی بیش‌ترین میزان آب تولیدشده برای کولرهای دوتکه و پنجره‌ای به ترتیب با میانگین ۲۹٫۸ و ۱۸/۱٤ لیتر در روز در دو ماه تیر و مرداد اتفاق افتاد. نتایج این پژوهش نشان داد با افزایش توان کولر در اغلب موارد میزان آب تولید یافته و افزایش میزان دمای و رطوبت هوا تأثیر بسیار زیاد بر تولید آب را نشان داد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که کولرهای گازی قادر به تولید منبع آبی عظیمی با دسترسی نسبتاً آسان هستند که ازلحاظ کیفی نیز قابل‌استفاده در بسیاری از مصارف نیمه‌حساس نیز می‌باشد. با در نظر گرفتن ۵۰ درصد از هزینه برق مصرفی کولرها جهت تولید آب و با اعمال ۱۰ درصد کل هزینه جهت مدیریت و بهره‌برداری قیمت تمام‌شده هر لیتر آب برابر با ۳۱۷٤ ریال خواهد بود که باز هم از قیمت

www.SID.ir

Archive of SID

ارائه بطری‌های آب بسیار پایین‌تر است (تقریباً ۲٤ درصد). مطالعات انجام‌شده ازنظر کمی برای یک سال انجام شده است و با توجه به تأثیر زیاد دمای میانگین سال مورد مطالعه ازنقطه‌نظر تأثیر مستقیم و غیرمستقیم بر رطوبت هوا و تغییرات این پارامترها در سال‌های مختلف میزان آب تولیدشده از کندانس می‌تواند در بازه نسبتاً بزرگی تغییر یابد. نتایج حاصل از این پژوهش را می‌توان به دیگر شهرهایی با میانگین دمایی و رطوبتی مشابه تعمیم داد.

داده‌ها و اطلاعات

اطلاعات و داده‌های موجود در این مقاله مستخرج از تز مقطع دکتری می‌باشد. داده‌برداری در سال ۱۳۹٦ در شهرستان گرگان انجام گرفت.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافعی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

منابع

1. Alnaser, W.E., and Barakat, A. 2000. Use of condensed water vapor from the atmosphere for irrigation in Bahrain. Appl. Energy. 65: 1-4. 3-18.
2. Badr, A.H. 2009. Potential use of evaporator coils for water extraction in hot and humid areas. Desalination. 237: 1-3. 330-345.
3. Beysens, D.A., Milimouk, I., and Nikolayev, V. 1998. Dewrecovery: old dreams and actual results. Proc. First International Conf. Fog and Fog Collection, Vancouver, Canada. Pp: 269-272.
4. Beysens, D. 2000. The case for alternative fresh water sources. Sécheresse. 11: 3-8.
5. Bresci, E. 2002. Wake characterization downstream of a fog collector. Atmos. Res. 64: 1-4.
6. Burkard, R. 2003. Fog water collection system. Atmos. Environ. 37: 2979-2990.
7. Davtalab, R., Salamat, A., and Oji, R. 2013. Water harvesting from fog and air humidity in the warm and coastal regions in the south of Iran. ICID. 62: 3. 281-288. (In Persian)
8. Deputy Minister of Water of the Ministry of Energy. 2009. Pp: 86-94.
9. Kardavani, P. 2001. The drought and contrasting styles with that in Iran. Tehran University Press. (In Persian)
10. Mahvi A.H. 2012. Qualitative and quantitative study of water obtained from condensate atmosphere humidity in Bandar Abbas air conditioners. Medical Journal of Hormozgan. 18: 1. 73-80. (In Persian)
11. Muselli, M., Beysens, D., Marcillat, J., Milimouk, I., Nilsson, T. and Louche, A. 2002. Dew water collector for potable water in Ajaccio (Corsica Island, France). Atmos. Res. 64: 1-4. 297-312.
12. Nilsson, T. 1996. Initial experiments on dew collection in Sweden and Tanzania. Solar Energy Mat. Solar Cells. 40: 1. 23-32.
13. Olivier, J., and Rautenbach, C.J. 2002. The implementation of fog water collection systems in South Africa. Atmos. Res. 64: 1-4. 227-238.
14. Ou, Y., and Singh, C. 2002. Assessment of available transfer capability and margins. Power Systems, IEEE Transactions on Power System, 17 :1-4. 463-468.
15. Rahimi, M., and Baradaran, R. 2002. Fog collection as a new method of water supply. Iran Meteorological Organization.
16. Standard methods for the examination of water and wastewater 21st ed, 2005. Pp: 123-126.
17. Yamamoto, T., Tanioka, G., Okubo, M., and Kuroki, T. 2004. Water vapor desorption and adsorbent regeneration using nonthermal plasma. IEEE. Pp: 587-591.

www.SID.ir

Arc

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Research Full Paper

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 28(1), 2021
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2021.17859.3342

Study of water obtained from air conditioners in Gorgan to be used as a new water source

O. Mohamadi[1], M. Hesam[*2] and Kh. Ghorbani[2]

[1]Ph.D. Student, Dept. of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran,

[2]Associate Prof., Dept. of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 03.28.2020; Accepted: 10.03.2020

Abstract

Background and Objectives: In the northern provinces of Iran, in many areas, the relative humidity reaches more than 60% and in some cases even more than 80%. On hot days of the year, gas coolers in these areas, produce large amounts of water by condensing the moisture in the air, which in most cases becomes unavailable regardless of its quantitative and qualitative management. Identification of new water resources will lead to the use of various uses and protection of existing resources in order to sustainable management of water resources. Therefore, in this study, with a managerial approach, the quantitative, qualitative and economic potential of water produced from gas coolers in Gorgan as a new source of water was investigated. So far, no comprehensive study has been conducted to estimate the quantity and quality of water produced from condensate of gas coolers in Gorgan and to estimate the existing potential by considering the energy consumption. In this research, the management of water obtained from condensate of gas coolers in Gorgan has been studied.

Materials and Methods: In this study, Gorgan was divided into four main regions. In these areas, the quantitative and qualitative conditions of produced water, the effect of cooler power on the amount of water produced, and the influence of various parameters on the choice of cooler power to be purchased by users, were studied over a six-month period. Also, with the average power of 21,000Wh and the tariff of electricity consumption, the price of water produced was calculated. For statistical analysis, t-test and ANOVA were used and the level of $P<0.05$ was selected as the significance level.

Results: The results showed that obtained water had a neutral acidity, low turbidity and alkalinity and hardness. The mean water produced were 25.5, 29.8 and 22.67 for split and 13.79, 18.13 and 13 liters per day for window coolers, respectively, in the first to third periods (Two-month time intervals). The water produced in the splits (Double coolers) was more than the window type and with the increase of air conditioner power, the water produced in both types of air conditioners increased. Also, two factors of area covered by coolers and building insulation had the most influence on the choice of air conditioner.

Conclusion: According to the results, accumulation of cars and overcrowding affect the quality of produced water. In this city, on average, a considerable amount of 3542 m^3 of water is produced daily through condensate water coolers, which can also be used for sensitive applications (such as washing the body and face and contact with the skin and eyes) due to its

* Corresponding Author; Email: mhesam@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

high quality. Applying some assumptions and considering 50% of the cost of consumed electricity, the cost of water production per liter will be 3173 Rials, which is approximately 25% of the final cost per liter of market drinking water. So according to the results of this research, by creating a network of water outlet aggregation of home air conditioners using a simple piping in apartments and towns and considering the storage source, a considerable volume of water can be used for different purposes in each apartment or even different towns. Therefore, solutions such as forcing the creation of water collection network of gas coolers for buildings under construction in cities with high relative humidity and creating sites for the use of water production devices from the atmosphere can be an appropriate solution.

Keywords: Air Humidity, Condensation, Cooler, Water Quality

www.SID.ir