مدیریت استفاده و بهره‌برداری آب حاصل از چگالش رطوبت هوا در کولر گازی‌های شهر بندرعباس

دکتر امیرحسین محوی [۱] ولی علیپور [۲] لیلا رضایی [۳] دکتر احمد نوحه‌گر [۴] دکتر محمدمهدی حسین‌زاده [۵]

[۱] استادیار گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران [۲] مربی گروه بهداشت محیط، [۳] کارشناس بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان [۴] دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه هرمزگان [۵] استادیار گروه علوم زمین، دانشگاه شهیدبهشتی

مجله پزشکی هرمزگان سال هجدهم شماره اول فروردین و اردیبهشت ۹۳ صفحات ۸۰-۷۳

چکیده

مقدمه: جو زمین حاوی مقادیر میلیاردها مترمکعب آب شیرین است که می‌تواند به عنوان یک منبع تأمین آب به ویژه در مناطق شرجی ساحلی مورد توجه قرار گیرد، لیکن نکته مهم در این زمینه، نحوه استحصال و برداشت اقتصادی این آب است. آب استحصالی از کولرگازی‌ها، آبی است که بدون صرف هیچگونه هزینه و به عنوان محصول جانبی و اغلب مزاحم تولید می‌گردد. هدف از این مطالعه، بررسی کمیّت و کیفیت شیمیایی آب استحصالی از کولرهای گازی شهر بندرعباس است.

روش کار: *این مطالعه توصیفی - تحلیلی در فاصله زمانی ابتدای خرداد تا ابتدای دیماه ۱۳۸۹ انجام شد. تعداد ٦٦ نمونه به صورت تصادفی خوشه‌ای (شهر بر حسب تراکم جمعیت و دوری و نزدیکی به ساحل به ٤ خوشه تقسیم شده است) برداشت شد. آزمایش‌های کیفی شیمیایی (سختی کل، قلیائیت، کل املاح محلول، هدایت الکتریکی، کدورت و pH) و سنجش کمیت بر روی آنها انجام گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمونهای t و آنالیز واریانس استفاده شد.*

نتایج: *آب استحصالی دارای pH اسیدی نزدیک به خنثی بوده و املاح، قلیائیت و سختی کمی دارد. میانگین تولید آب در کولرهای دو تکه از انواع پنجره‌ای بیشتر است ولی به طور میانگین آب استحصالی از هر کولر حدود ۳٦ لیتر در روز بود.*

نتیجه‌گیری: *با لحاظ نمودن برخی فرضیات، حدود ٤٦٨٠ تا ۹۳٦۰ متر مکعب در روز آب از این کولرها قابل استحصال است که تقریباً برای اکثر موارد شهری و نیز اغلب کاربردهای صنعتی مناسب است.*

کلیدواژه‌ها: *رطوبت هوا - تولید آب - چگالش آب - بندرعباس*

نویسنده مسئول:
ولی علیپور
گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت
دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان
بندرعباس - ایران
تلفن: ٦٧٠٨ ٣٦٨ ٩١٧ ٩٨+
پست الکترونیکی:
valipoor@hums.ac.ir

دریافت مقاله: ۹۱/۴/۵ اصلاح نهایی: ۹۱/۷/۲۲ پذیرش مقاله: ۹۱/۷/۲۹

مقدمه:

اگرچه آب یکی از فراوان‌ترین منابع طبیعی است که در اختیار بشر قرار گرفته است. اما تنها ۳ درصد از کل آبهای جهان شیرین است و از این مقدار نیز کمتر از ۱ درصد کل آبها در دسترس انسان قرار دارد و بقیه به صورت بخار آب در جو، رطوبت خاک و غیره از دسترس خارج هستند (۱). لذا امروزه مشکل تأمین آب یکی از دغدغه‌های جدی بسیاری از جوامع به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک به حساب می‌آید (۲).

جو زمین حاوی ۱۲۹۰۰ کیلومتر مکعب آب شیرین است که از این مقدار ۹۸ درصد به صورت بخار و ۲ درصد به صورت ابر وجود دارد. ولی آنچه در این زمینه دارای اهمیت است، نحوه استحصال این آب است ولی در واقع برداشت اقتصادی این آب نکته مهم می‌باشد (۳). استحصال آب از اتمسفر Atmosphric Water Vapor Processing (AWVP) یک فن‌آوری در حال توسعه است که بر مبنای چگالش و سپس جمع‌آوری رطوبت موجود در جو عمل می‌کند (٤).

در کره زمین نقاط زیادی وجود دارند که به دلیل شرایط خاص اقلیمی (توپوگرافی و پارامترهای هواشناسی)، می‌توان با

Archive of SID
www.SID.ir

استفاده از متراکم سازی رطوبت موجود در هوا، از آنها آب استحصال نمود (۵). یک روش برای میعان آب اتمسفری، به کارگیری دستگاههای چگالش‌گر می‌باشد که البته تأمین آب با استفاده از این روش نیاز به هزینه زیادی دارد (٦).

در ایران نیز میزان رطوبت در نواحی ساحلی در تابستان بسیار بالا بوده و به گونه‌ای که میانگین سالانه رطوبت نسبی در ایستگاه هواشناسی بندرعباس طی سالهای ۲۰۰۸-۱۹۸۲ م، ٦۷/۸ درصد بوده که بیشترین میزان آن مربوط به ماههای مارس و اگوست (اسفند و مرداد) با ۷۱/۱ درصد و کمترین آن در ماه نوامبر (آبان ماه) با ٦۵/۲ درصد است (۷). در بندرعباس و دیگر شهرهای ساحلی جنوب ایران، به دلیل گرما و رطوبت زیاد در یک دوره طولانی از سال، از کولرهای گازی به عنوان دستگاههای خنک کننده استفاده می‌گردد. در کولر گازی، همانند یخچال، از تبدیل گاز به مایع بوسیله افزایش فشار و در نتیجه تولید سرما، برای رسیدن به هدف موردنظر (خنک نمودن محیط) استفاده می‌کنند. در کولر گازی بوسیله هوای دمیده شده بر روی کندانسور (رادیاتور) گرمای لازم گرفته می‌شود و بدین ترتیب بخارات آب موجود در هوا به مایع تبدیل می‌شوند. کولرهای گازی معمولاً در دو مدل کولرهای یک تکه یا پنجره‌ای و کولرهای دو تکه (اسپلیت) ساخته می‌شود. اغلب کولرهای پنجره‌ای در یک سینی مستقر می‌شوند که در انتهای آن یک خروجی جهت تخلیه آب کندانس شده وجود دارد و کولرهای دو تکه نیز دارای لوله‌کشی جهت تخلیه آب چگالش شده هستند. امکان تولید آب به عنوان یک محصول جانبی با استفاده از کولرگازی‌ها، به عنوان یک ایده برای تأمین بخشی از آب مورد نیاز این مناطق، مورد توجه قرار گرفته است. به دلیل رطوبت زیاد هوا، خود دستگاههای خنک‌کننده آب زیادی تولید می‌کند و لذا برای تهیه این آب هیچ هزینه‌ای لازم نیست، از این‌رو استفاده از این آب می‌تواند بسیار به صرفه باشد (۸).

در خصوص استفاده از رطوبت اتمسفری به عنوان یک منبع قابل اطمینان آب مطالعات متعددی صورت گرفته است. در مطالعه مروری بیزنس و همکاران، استحصال آب از رطوبت اتمسفر در مناطق خشک مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه اظهار داشته‌اند که امکان استحصال میلیونها لیتر آب از رطوبت اتمسفر وجود دارد (۹). مطالعات گسترده دیگری در زمینه استحصال آب رطوبت موجود در اتمسفر انجام شده است و در همه مطالعات آب موجود در اتمسفر به عنوان یک منبع قابل اطمینان معرفی شده است (۱۳-۱۰، ۲). در یک مطالعه که منجر به ثبت اختراع گردید، آقای بار فن‌آوری جدیدی را برای استحصال آب از رطوبت اتمسفری ابداع نمود که بر اساس این روش آب در سه مرحله جمع‌آوری می‌گردید (۱٤). مطالعاتی نیز در زمینه استحصال آب از رطوبت اتمسفری با استفاده از صفحات جمع‌آوری فلزی در نقاط مختلف دنیا انجام شده است: سوئد و تانزانیا (۱۵)، تونس و فرانسه (۱٦،۱۷) و بحرین (۱۸) از این موارد هستند.

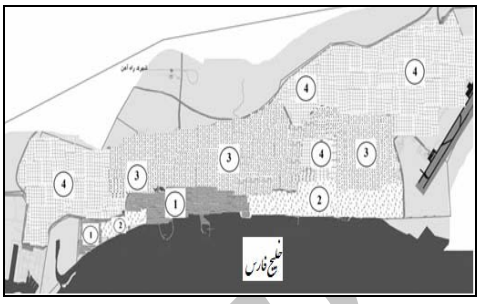
هدف از انجام این مطالعه، دستیابی به اطلاعات کمی و کیفی آب استحصالی از کولر گازی‌های شهر بندرعباس به منظور تدوین برنامه‌های مدیریتی جهت استفاده بهینه از این منبع دائمی آب مبتنی بر اختصاصات کمّی و کیفی می‌باشد.

روش کار:

این مطالعه توصیفی - تحلیلی با هدف بررسی کمیّت و کیفیت شیمیایی آب استحصالی از کولرهای گازی شهر بندرعباس انجام شد. برای محاسبه حجم نمونه، فرض گردید میزان تولید آب هر کولر ۳۰ تا ۵۵ لیتر در روز باشد. از این‌رو با لحاظ نمودن انحراف معیار معادل شش سیگما، سیگما ٤/۱٦ تعیین گردید. با اعمال خطای سنجش یک لیتر و با استفاده از فرمول $n=\frac{z^2_{\alpha/2}\times\sigma^2}{d^2}$ محاسبه گردید. مقدار حجم نمونه با استفاده از این فرمول و موارد ذکر شده در بالا، ٦٦ نمونه بدست آمد. در این بررسی کولرهای گازی به دو دسته پنجره‌ای و اسپلیت تقسیم‌بندی گردید. به دلیل اینکه تعداد کولرهای پنجره‌ای مورد استفاده بیشتر از تعداد کولرهای دو تکه بود ۵۰ نمونه از کولر پنجره‌ای و ۱٦ نمونه از کولر دو تکه برداشت شد. نحوه برداشت نمونه‌ها به صورت تصادفی خوشه‌ای است. در این تقسیم‌بندی شهر بندرعباس به چهار خوشه زیر تقسیم گردید: خوشه ۱- مناطق ساحلی با تراکم جمعیت بالا و ترافیک وسایل نقلیه زیاد. خوشه ۲- مناطق ساحلی با تراکم جمعیت پایین و ترافیک وسایل نقلیه کم. خوشه ۳- مناطق دور از ساحل با تراکم جمعیت بالا و ترافیک وسایل نقلیه زیاد و خوشه ٤- شامل مناطق

Archive of SID
www.SID.ir

دور از ساحل با تراکم جمعیت پایین و ترافیک وسایل نقلیه کم (شکل شماره ۱).



شکل شماره ۱- تقسیم‌بندی شهر بندرعباس بر اساس مناطق چهارگانه نمونه‌برداری

بر اساس وسعت منطقه تحت پوشش خوشه‌های نامبرده به ترتیب از هر خوشه ۱٤، ۱٦، ۱۷ و ۱۹ نمونه برداشت گردید. به منظور لحاظ کردن شرایط زمانی در مطالعه، برداشت نمونه‌ها در فاصله زمانی ابتدای خرداد تا ابتدای دیماه ۱۳۸۹ برداشت شد. برای برداشت نمونه‌ها جهت انجام آزمایش‌های شیمیایی، از بطری‌های پلاستیکی با ظرفیت ۱/۵ لیتر که قبلاً با آب مقطر شسته شده بودند، استفاده گردید. این بطری‌ها در محل‌های مورد نظر مستقر شده و توسط شیلنگ‌هایی که قبلاً با آب مقطر شستشو شده بود، به خروجی آب کندانس شده کولر متصل گردید. پس از مدت زمان معین و پر شدن بطری‌ها به آزمایشگاه منتقل گردید. جهت سنجش کمّیت نیز از ظروف پلاستیکی با ظرفیت ۲۰ لیتر استفاده شد و برای این منظور هر روز ۲ بار ظروف بررسی و مقدار آن با استفاده از پیمانه مدرج سنجش گردید.

آزمایش‌های کدورت، قلیائیت، سختی کل، جامدات محلول (TDS)، pH و هدایت الکتریکی (EC) بر روی نمونه‌ها انجام شدند. سنجش سختی با استفاده از روش تیتراسیون و به کارگیری از معرف‌های تولیدی شرکت Merck با تاریخ مصرف تا انتهای سال ۲۰۱۲ و با روش استاندارد شماره ۲۳٤۰ c مرجع استاندارد متد ۲۰۰۵ انجام شد (۱۹).

سنجش pH با استفاده از دستگاه pH متر Elmetron مدل CP-501 و با استفاده از روش مندرج در کاتالوگ دستگاه انجام شد. سنجش EC و TDS نمونه‌ها با استفاده از دستگاه TDS متر مدل Aqualytic CD24 و سنجش کدورت با استفاده از کدورت سنج Hach مدل 2130B انجام شد. سنجش قلیائیت با استفاده از روش تیتراسیون و با به کارگیری معرف‌های تولیدی Merck و منطبق با روش استاندارد شماره ۲۳۲۰ B مرجع استاندارد متد انجام گردید (۱۹).

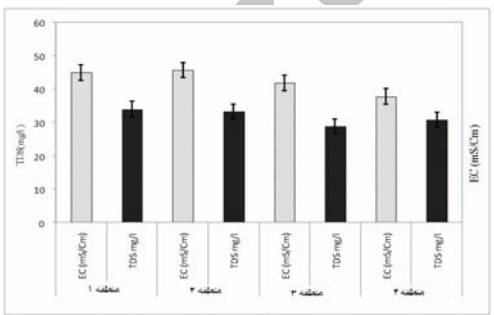
نتایج این مطالعه اغلب در قالب اشکال ارائه شده‌اند. نمایش نتایج نمونه‌های کیفی در مناطق ٤ گانه و به تفکیک نوع آزمایش انجام شده ارائه شده است. البته در برخی موارد که اعداد مربوط به نتایج به هم نزدیک است. دو پارامتر در یک شکل ارائه شده است و این به معنای هم جنس یا هم واحد بودن این دو پارامتر نمی‌باشد.

نتایج مربوط به نمونه‌های کمی نیز در قالب دوره‌های زمانی سه ماهه و به تفکیک هر منطقه در اشکال مستقل ارائه شده‌اند. به منظور انجام تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS 16 و آزمونهای آماری t و ANOVA استفاده شد. در آزمون اخیر ($P<۰/۰۵$) به عنوان حد تفاوت معنی‌دار در نظر گرفته شد.

نتایج:

در این مطالعه عموماً دو دسته اطلاعات کمی و کیفی آب استحصالی از کولرها در شهر بندرعباس جمع‌آوری گردید.

اطلاعات کیفی مربوط به سنجش پارامترهای مندرج در بخش روش مطالعه در نمودارهای شماره ۲ تا ٤ ارائه شده است.



نمودار شماره ۲- میانگین‌های مقادیر هدایت الکتریکی و کل املاح محلول در مناطق چهارگانه شهر بندرعباس

www.SID.ir
Archive of SID

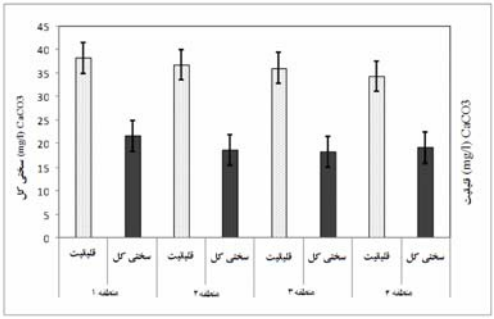
جدول شماره ۱- مقادیر آب تولید شده از هر کولر گازی در دوره‌های سه ماهه شهر بندرعباس (لیتر در روز)

منطقه	منطقه ۱			منطقه ۲			منطقه ۳			منطقه ۴		
دوره برداشت	سه ماهه ۳	سه ماهه ۲	سه ماهه ۱	سه ماهه ۳	سه ماهه ۲	سه ماهه ۱	سه ماهه ۳	سه ماهه ۲	سه ماهه ۱	سه ماهه ۳	سه ماهه ۲	سه ماهه ۱
تعداد	۱٤	۱٤	۱٤	۱۵	۱۵	۱۵	۱٤	۱۷	۱۷	۱۹	۱۹	۱۹
میانگین	۲۹/۱	٤۷/۱	۳۳/٤	۲۹/۳	٤۷/٦	۳۳/۸	۳۰/۱	٤٤/۹	۳۰/٤	۲۸/۷	٤۵/۱	۳۱
انحراف معیار	۳	¾	۳/۷	۲/۵	۵	۳/۸	۲/۲	۵/۱	۳/۳	۳	٤/۲	۳/٦
حداقل	۲٤/۷	٤۰/۳	۲۷/۹	۲٤/۷	٤۰/۳	۲۸	۲٤/۹	۳۷/۱	۲٤/۷	۲۳/٤	۳٦/٤	۲٦
حداکثر	۳۳/۸	۵۲/۷	۳۷/۹	۳۲/۵	۵۵/۳	۳۹/۷	۳٤/۵	۵۲/۷	۳۵/۱	۳۳/۸	۵۱/٤	۳۷/۱

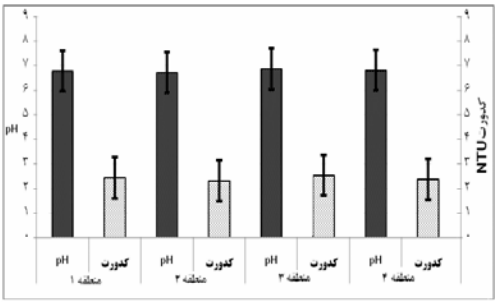
جدول شماره ۲- محدوده مطلوب شاخص‌های آبهای صنعتی برای گروههای مختلف (mg/l)

گروه آب / شاخص	گروه بسیار حساس	گروه حساس	گروه نسبتاً حساس	گروه با کمترین حساسیت
آهن	۰-۰/۰۵	۰-۰/۱	۰-۰/۳	۰-۱
منگنز	۰-۰/۰۱	۰-۰/۰۵	۰-۰/۳	۰-۱
pH	۷-۹	٦-۱۰	۵-۱۰	۵-۱۰
سختی	۰-۵	۰-۱۰	۰-۲۵۰	۰-۵۰۰
قلیائیت	۰-۵۰	۰-۱۰۰	۰-۱۵۰	۰-۵۰۰
سولفات	۰-۲۰	۰-۷۵	۰-۲۵۰	۰-۵۰۰
سیلیکا	۰-۵	۰-۱۰۰	۰-۲۵۰	۰-۵۰
مواد معلق	۰-۱	۰-۵	۰-۱۰	۰-۱۰۰
TDS	۰-۵۰	۰-۱۰۰	۰-۵۰۰	-

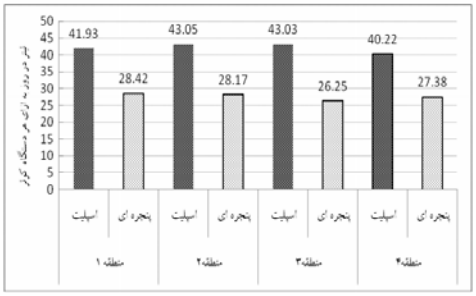
اطلاعات کمی مربوط به سنجش میانگین مقدار آب استحصالی از هر کولر به تفکیک دوره‌های زمانی سه ماهه در هر منطقه در جدول شماره ۱ و نمودار شماره ۵ نشان داده شده است.



نمودار شماره ۳- میانگین‌های مقادیر سختی و قلیائیت در مناطق چهارگانه شهر بندرعباس



نمودار شماره ۴- میانگین‌های مقادیر کدورت و pHدر مناطق چهارگانه شهر بندرعباس



نمودار شماره ۵- میانگین استحصال آب از کولر گازی‌های شهر بندرعباس به تفکیک نوع کولر در مناطق چهارگانه

Archive of SID
www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری:

بنابر نتایج، pH آبهای استحصالی کمی اسیدی است، دلیل این امر می‌تواند مربوط به حضور گازهای موجود در هوا به خصوص گاز دی‌اکسیدکربن باشد. البته اسیدی بودن آب آزمایش شده زیاد نبوده و نزدیک محدوده خنثی است. آزمون آماری ANOVA اختلاف معنی‌داری بین میانگین pH در ٤ منطقه نشان نداد.

میانگین حاصل از سنجش کدورت نمونه‌ها نشان داد که کمترین و بیشترین میانگین کدورت به ترتیب معادل ۲/۳۵ و ۲/۵۵ واحد نفلومتری بوده است. کمترین مقدار مربوط به ناحیه کم تراکم نزدیک به ساحل و بیشترین مقدار نیز مربوط به منطقه پرتراکم دور از ساحل بود. آزمون آماری t-test اختلاف معنی‌داری بین این دو میانگین کدورت را نشان داد ($P<۰/۰۵$). چنان که مقادیر سنجش شده کدورت نشان می‌دهند، کدورت آب‌های استحصالی مشابه کدورت آب خالص نیست و دلیل وجود این مقدار کدورت می‌تواند ناشی از ورود ذرات معلق گرد و غبار در هوای شهر بندرعباس باشد. رخداد پدیده ریزگردها در هوای شهر بندرعباس دلیل اصلی این کدورت است و عامل دوم نیز می‌تواند مربوط به ذرات خروجی از وسایل نقلیه باشد. چنانکه قبلاً بیان گردید بین نقاط کم ترافیک و پر ترافیک اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت.

بر اساس نتایج مندرج در نمودار شماره ۳، کمترین و بیشترین قلیائیت سنجش شده به ترتیب ۱۷ و ۲۲ میلی‌گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم بود که قلیائیت کمی محسوب می‌شود و در واقع یکی دیگر از دلایل اسیدی بودن pH نمونه‌ها نیز همین کمبود قلیائیت می‌باشد. اصولا قلیائیت پتانسیلی برای خنثی‌سازی اسید در آب است و متأثر از حضور کربنات، بی‌کربنات، OH و گاز CO2 در آب است. بخش کربناته آن ارتباط زیادی با سختی آب دارد و از آنجایی که سختی آب نیز بسیار کم است، لذا طبیعی است آب از دیدگاه قلیائیت نیز قدرت بالایی نداشته باشد. مقادیر حداقل و حداکثر سنجش شده سختی نیز به ترتیب ۳٦ و ٤۱ میلی‌گرم در لیتر بر حسب کربنات کلسیم بود. بر اساس این مقادیر، چنین آبی در رده آبهای بسیار نرم قرار می‌گیرد و لذا در مواردی این آب می‌تواند خوردگی بخش‌های فلزی در تماس را موجب گردد، از این‌رو، ضرورت دارد در خصوص نوع مصرف این آب، به این نکته توجه گردد.

در خصوص هدایت الکتریکی و املاح محلول، همان طور که از نمودار شماره ٤ نیز مشخص است، اختلاف معنی‌داری بین نواحی نزدیک به ساحل و مناطق دورتر از ساحل وجود دارد ($P<۰/۰۵$)، به طوری که میانگین املاح محلول و هدایت الکتریکی آب استحصالی در مناطق نزدیک به ساحل بیشتر است. دلیل این امر می‌تواند ناشی از انحلال بخشی از نمک‌های دریایی باشد که همراه قطرات آب در فضای بالای دریا و نواحی چسبیده به ساحل وجود دارد.

در خصوص نتایج کمّی نیز، با در نظر گرفتن جمعیت حدود پانصد هزار نفری شهر بندرعباس، بعد خانوار ۵ نفر و اختصاص میانگین یک تا ۲ کولر برای هر خانوار، انتظار می‌رود بین یکصد هزار تا دویست هزار دستگاه کولر گازی در واحدهای مسکونی شهر بندرعباس وجود داشته باشند. با فرض ملحوظ نمودن سی درصد تعداد کولرهای واحدهای مسکونی، برای مراکز صنعتی، اداری، آموزشی و غیره مستقر در شهر بندرعباس، برآورد می‌شود. مجموعاً بین یکصد سی هزار تا دویست و شصت هزار کولر در این شهر به صورت فعال وجود خواهد داشت. چنانکه از جدول شماره ۱ نیز مشخص است، میانگین استحصال آب هر دستگاه در مناطق چهارگانه، حدود ۳٦ لیتر به ازای هر کولر در روز است. با این مفروضات، می‌توان برآورد نمود حدود ٤٦۸۰ تا ۹۳٦۰ متر مکعب در روز آب از این کولرها، آب استحصال نمود. چنانکه شکل ۵ نیز نشان می‌دهد، میزان تولید آب در کولرهای دو تکه از انواع پنجره‌ای بیشتر است و اختلاف بین میانگین آب تولیدی در این دو نوع نیز، معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). دلیل این تفاوت در کمیت آب استحصالی مربوط به وجود سیستم جمع‌آوری مناسب آب در انواع کولرهای دو تکه است. زیرا همانند کولرهای پنجره‌ای آب ابتدا در یک سینی جمع نمی‌شود و سپس توسط یک لوله و یا شیلنگ منتقل گردد. بدین ترتیب بخشی از آب در سینی‌ها تبخیر شده و یا از منافذ آنها نشت می‌کند و لذا کمیت آب تولیدی در کولرهای پنجره‌ای کمتر است. البته بخش عمده‌ای از اختلاف در میزان تولید آب در دو نوع کولر می‌تواند مربوط به راندمان بالاتر کولرهای دو تکه نیز باشد. با توجه به اینکه استقبال عمومی از

Archive of SID

www.SID.ir

کولرهای پنجره‌ای رو به تزاید است، پیش‌بینی می‌گردد مقدار استحصال آب از کولر گازی‌ها نیز افزایش یابد. لذا برنامه‌ریزی برای این مقدار آب قابل توجه، قطعاً موجه و اقتصادی خواهد بود.

به استناد آزمایشات صورت گرفته، کیفیت آب به گونه‌ای است که این آب، تقریباً برای اکثر موارد شهری از قبیل آبیاری فضای سبز، استفاده در استخرها و پارک‌های آبی، آب موردنیاز ساختمان‌سازی، تأمین آب مورد نیاز آتش‌نشانی، استفاده در کارواش‌ها و ... قابل استفاده است. یک راهکار ساده برای جمع‌آوری این آب استفاده از مخازن جمع‌آوری در اماکن مسکونی به ویژه در مجتمع‌های مسکونی و نیز تجاری است. با توجه به اینکه در انواع کولرهای دو تکه لوله‌کشی آب زهکش وجود دارد، لذا با هدایت این لوله به مخزن مزبور می‌توان مبادرت به جمع‌آوری و استفاده از آب تولیدی نمود.

در انواع کولرهای پنجره‌ای نیز با نصب یک تکه لوله یا شیلنگ به سینی نصب کولر می‌توان اقدام به جمع‌آوری آب تولیدی نمود. به منظور حصول اطمینان از سلامت میکروبی آب مورد بحث، توصیه می‌گردد مقدار ۵ گرم پودر پرکلرین به ازای هر مترمکعب آب به آن افزوده شود.

در یک مطالعه انجام شده در آمریکا، تا ۷۰ لیتر در روز آب با TDS کمتر از ۲۵ میلی‌گرم در لیتر از کولرهای خانگی استحصال شده بود. این آب برای استفاده در فلاش تانک توالت‌ها مورد استفاده قرار گرفته بود (۲۰). از طرفی با تطابق کیفیت شمیایی آب استحصالی با مقادیر مندرج در جدول شماره ۲ مربوط به استانداردهای آب صنعتی (۲۱)، مشخص می‌گردد به جز گروهی که نیازمند آب با درجه " بسیار حساس" هستند، برای اغلب نیازمندی‌های دیگر صنایع، می‌توان از این آب استفاده نمود.

چنان که قبلاً بیان گردید برای اکثر کاربردهای صنعتی تناسب دارد، هزینه تصفیه‌ای برای تأمین آن نیاز نیست و اثرات نامطلوبی بر محیط زیست و گونه‌های زیستی ندارد. به عبارت ساده‌تر این آب، منبعی بسیار با کیفیت و رایگان است که در وضعیت موجود، نه تنها مورد هیچ استفاده مفیدی واقع نمی‌شود بلکه با چکیدن بر روی زمین مشکلات بهداشتی و زیبا شناختی برای ساکنین این مناطق ایجاد می‌کنند. با استفاده از نتایج این مطالعه، می‌توان یک ارزیابی اولیه از میزان و کیفیت آب حاصل از کولرها در هر خانه، مجتمع مسکونی و یا صنعتی به عمل آورد تا با یک برنامه‌ریزی مدون و جامع، آب‌های حاصله به خوبی جمع‌آوری و ذخیره‌سازی و گردد و در نهایت آن را به بهترین مورد مصرف هدایت نمود.

به طور کلی، این مطالعه نشان داد حجم قابل توجهی آب با کیفیت از چگالش رطوبت هوا توسط کولر گازی‌های موجود حاصل می‌آید که با مدیریت و برنامه‌ریزی برای استفاده از آن، می‌تواند بخشی از نیاز آبی جامعه در معرض را تأمین نماید.

www.SID.ir

References منابع

1. Burkard R. Fog water collection system. *Atmospheric Environment*. 2003;37:2979-2990.
2. Badr A. Habeebullah. Potential use of evaporator coils for water extraction in hot and humid areas. *Desalination*. 2009;237;330-345.
3. Beysens D. The case for alternative fresh water sources. *Sécheresse*. 2000;11:3-8.
4. Wahlgren RV. Atmospheric water vapor processor designs for potable water production: A review. *Water Res*. 2001;35:1-22.
5. Oliver J, de Rautenbach CJ. The implementation of fog water collection systems inSouth Africa. *Atmospheric Research*. 2002;64:227-238.
6. Yamamoto T, Tanioka G, Okubo M, Kuroki T.Water vapor desorption and adsorbent regeneration using nonthermal plasma, Conference record of the 2004, IEEE Industry applications conference. 2004;1-4–Covering theory to practice; 587-591.
7. Ministry of Roads and Urban Development, the National Weather organization, Integrated System of information and Communication, weather Statistical Yearbook 2001-2009.
8. Hajidavalloo E. Application of evaporative cooling on the condenser of window-air-conditioner. *Applied Thermal Engineering*. 2007;27:11-12.
9. Beysens D, Nikolayev S, Berkowicz M, Muselli B, Heusinkveld A. Comment on ''the moisture from the air as water resource in arid region: Hopes, doubt and facts'' by Kogan and Trahtman. *Journal of Arid Environments*. 2006;53;231-240.
10. Muselli M, Beysens D, Soyeux E, Clus O. Is dew water collector for potable? Water in Ajaccio (Corsica Island, France). *J Environ Qual*. 2006;35:297-312.
11. Wolfkalphake DP. Practical methods for condensation of water from the atmosphere. Proceeding of the Society of Chemical Industry of Victoria (Australia). *J Environ Qual*. 1936;36:1093-1103.
12. Jennylindblom BN. Water production by underground condensation of humid air. *Desalination*. 2006;189:248-260.
13. Aleksee VV, Rustamov NA, Ivanov VN, Dubovskaya VA. Experimental study of overland moisture condensation. *Doklay Eart Sciences*. 2003;393:1156-1159.
14. Bar E. Extraction of water from air, an alternativesolution for water supply. *Desalination*. 2004;165:335-342.
15. Nilsson T. Initial experiments on dew collection inSweden and Tanzania, Solar Energy Mat. *Solar Cells*. 1996;40:23-32.
16. Beysens DA, Milimouk I, Nikolayev V. Dewrecovery: old dreams and actual results, Proc. FirstInternational Conf. Fog and Fog Collection. Vancouver: 1998;269-272.
17. Muselli M, Beysens D, Marcillat J, Milimouk I, Nilsson T, Louche A. Dew water collector forpotable water in Ajaccio (Corsica Island, France). *Atmospheric Research*. 2002;64; 297–312.
18. Alnaser WE, Barakat A. Use of condensedwater vapor from the atmosphere for irrigation in Bahrain. *Appl Energy*. 2000;39:215-237.
19. Anonymous. Standard methods for the examination of water and wastewater 21st ed. APHA, AWWA, WEF. Washington: 2005.
20. Allen K. Uses for air conditioner condensation water, 2011. Aviable from:URL: http://www.ehow.com/list_ 7706418_ uses-air-conditioner-condensation-water.
21. Anonymous. Manual for quality classification of the raw water, wastewater and recycled water for industrial and recreational uses. Publication No, 462. Department of Energy. Office of Engineering and technical standards for water and wastewater. 2009.

Archive of SID
www.SID.ir

Qualitative and quantitative study of water obtained from condensate atmosphere humidity in Bandar Abbas air conditioners

A.H. Mahvi, PhD [1] V. Alipour, PhD Students [2] L. Rezaei, BSc [3] A. Nohegar, PhD [4]
M.M. Hosainzadeh, PhD [5]

Assisstant Professor Department of Environmental Health [1] , Tehran Univerity of Medical Sciences, Tehran, Iran. Instructor Department of Environmental Health [2] , BSc of Environmental Health [3] , Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran. Associate Professor Department of Watershed [4] , Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran. Assistant Professor Department of Eart Sciences [5], Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

(Received 25 Jun, 2012 Accepted 20 Oct, 2012)

ABSTRACT

Introduction: Earth's atmosphere contains billion cubic meters of fresh water, which is considerable as a reliable water resource, especially insultry areas. What is important in this context, how to extract the water, in an economic manner. In order to extract water from air conditioner, no need to spend any cost, because water produced as a by-product and trouble production. The aim of study was to evaluate the quantity and chemical quality of water obtained from Bandar Abbas air conditioners.

Methods: This cross - sectional study was conducted during March to December of 2010. Sixty six samples were taken in cluster random plan. Bandar Abbas divided into four clusters; based on distance to shore and population density. Chemical tests which included: turbidity, alkalinity, total hardness, dissolved solids (TDS) and electrical conductivity (EC) and quantity measurement were performed on them. T-test and ANOVA were used for statistical analysis.

Results: Obtained water had slightly acidic pH, near to neutral range. Total dissolved solids, electrical conductivity, total hardness and alkalinity of extracted water were in low rate. Each air conditioner produced 36 liter per day averagely. Split types obtained more water to window air conditioners.

Conclusion: With regard to some assumptions, approximately 4680 to 9360 cubic meter per day water is obtainable which is suitable for many municipal and industrial water applications.

Correspondence:
V. Alipouri, MSc.
Department of Environmental Health Faculty of Health, Hormozgan University of Medical Sciences.
Bandar Abbas, Iran
Tel:+98 917 368 6708
Email:
valipoor@hums.ac.ir

Key words: Atmospheric Moisture - Water Extraction – Condensation - Bandar Abbas

Archive of SID

www.SID.ir