

فناوری تولید آب از هوا (مطالعه موردی: روستای نغاشه، جزیره قشم)

سیاوش ابراهیمی^{۱*}، مجید قنادی^۲، علی اصغر قانع^۳، عبدالحمید حمزه پور^۴

۱- مدیر عامل شرکت سبز انرژی تجارت اروند، siavash@setarvand.com

۲- مشاور معاون مهندسی و توسعه شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، ghannadi48@gmail.com

۳- مشاور مدیر عامل شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، ghane@nww.ir

۴- مدیر عامل شرکت آب و فاضلاب روستایی هرمزگان، modiriyat@abfarhor.ir

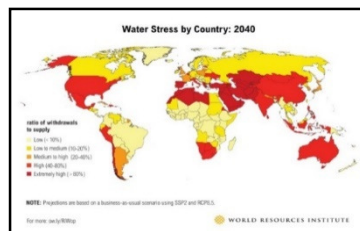
چکیده

فناوری تولید آب از رطوبت هوا، به ویژه در بخش‌های وسیعی از مناطق جنوبی، می‌تواند برای جبران بخشی از کمبود آب شرب استفاده شود. شناخت اندک از مزایا و توانمندی‌های این فناوری سازگار با محیط‌زیست، در کنار برخی از محدودیت‌های اجرایی، از موانع توسعه این فناوری در کشور به‌شمار می‌رود. به‌منظور بررسی امکان به‌کارگیری این فناوری، نمونه‌ای از دستگاه تولید آب از رطوبت هوا به ظرفیت اسمی ۶۰ لیتر در روز در روستای نغاشه جزیره قشم نصب شد. کارکرد ۱۵۰ روزه این دستگاه از تاریخ ۱۳۹۶/۱۰/۲۹ لغایت ۱۳۹۷/۰۴/۳۱ نشان داد که در شرایط متغیر آب‌وهوایی جزیره، این فناوری قادر است به‌طور متوسط تا حدود ۷۵ درصد توان اسمی آب با ویژگی مناسب شرب تولید کند. بهترین کارآمدی دستگاه (۲/۷ لیتر در ساعت) در دمای ۳۵ درجه و رطوبت ۸۰ درصد مشاهده شد. ایران به اولین کشور در منطقه تبدیل می‌شود که این فناوری را در داخل کشور بومی‌سازی می‌کند.

واژه‌های کلیدی: فناوری تولید آب از هوا، روستای نغاشه، جزیره قشم

۱- مقدمه

با استناد به اطلاعات موسسه World Resources Institute تا سال ۲۰۴۰ کل سطح ایران در محدوده بحرانی تنش آبی قرار می‌گیرد و برداشت از منابع آب در ایران ۸۰ درصد بیشتر از میزان توزیع آن خواهد بود^۱



تصویر شماره ۱- نقشه چگونگی پراکندگی تنش آبی (water stress) در جهان تا سال ۲۰۴۰

با عنایت به الطاف الهی در ارتباط با وجود منابع بی پایان و تجدید پذیر آب در هوا (رطوبت هوا)، استفاده از فناوری تولید آب از هوا این امکان را به مسئولین، بخش خصوصی و سایر هموطنان عزیز می‌دهد تا آب شرب مورد نیاز را از هوای اطراف و نه از منابع محدود و در حال افول آب‌های زیرزمینی تهیه کنند.

در این راستا، سبز انرژی از حدود دو سال پیش طرح‌های فنی مربوط به اجرای مزارع تولید آب از هوا در روستاهای جنوب ایران را به شرکت مهندسی آب و فاضلاب ارائه کرد، و در ادامه و با همکاری شرکت آبفای روستایی

استان هرمزگان، اولین پروژه تولید آب از هوا در روستاهای ایران و اولین پروژه تولید آب از هوا با استفاده از انرژی خورشیدی در خاورمیانه، در دی ماه سال ۱۳۹۶ در روستای نغاشه جزیره قشم توسط سبز انرژی اجرا، و به بهره برداری رسید.

مقاله پیش رو چگونگی اجرای این پروژه را در کنار معرفی فناوری تولید آب از هوا و راهکارهای فرهنگ سازی و گسترش استفاده از این فناوری در زیر ساخت های تولید و توزیع آب در کشور را بررسی می نماید.

۲- تولید آب از هوا

اتمسفر زمین منبعی بی پایان و دست نخورده از آب را در خود جای داده است. در هر لحظه از زمان، در حدود ۱۲/۹۰۰ کیلومتر مکعب آب در هوای اطراف زمین وجود دارد. یا به عبارتی دیگر ۱۲ میلیارد و ۹۰۰ میلیون مترمکعب آب^۱ نکته مهم این است که این منبع عظیم آب، بر خلاف آب های سطحی و زیرزمینی، بی پایان است و هیچگاه از بین نمی رود و اتمسفر زمین همواره در اثر تبخیر آب دریاچه ها، رودخانه ها، دریاها و اقیانوس ها مملو از آب می باشد. هوای وارد شده به درون دستگاه های AWG با استفاده از سیستم خنک کننده سرد شده تا به دمای نقطه شبنم (dew point) برسد. در این زمان رطوبت موجود در هوا از حالت بخار به مایع (آب) تبدیل می شود. در ادامه آب تولید شده در چند مرحله توسط سیستم های تعبیه شده در درون دستگاه، فیلتر شده و مواد معدنی مورد نیاز به آن اضافه می شود تا به آب شرب سالم و گوارا تبدیل شود.



تصویر شماره ۳ - یک دستگاه تولید آب از هوای ۵۰۰ لیتری متصل به پنل های خورشیدی در روستایی در مکزیک (طراحی و اجرا توسط شرکت Eole Water فرانسه)



تصویر شماره ۲ - یک دستگاه تولید آب از هوای ۶۰ لیتری متصل به پنل های خورشیدی در روستای نغاشه جزیره قشم (طراحی و اجرا توسط شرکت سبز انرژی و شرکت Eole Water فرانسه)

- استفاده از این فناوری نوین، این امکان منحصر به فرد را در اختیار اشخاص حقیقی، صاحبان صنایع، مسئولین و ارگان های مرتبط با تولید و توزیع آب قرار می دهد که:
- آب مورد نیاز را در محل پروژه ها و بدون نیاز به حفر چاه و اتصال به شبکه توزیع آب کشور، و بدون استفاده از تانکر های حمل آب، تولید و توزیع کنند.
 - آب را از منبعی کاملاً جدید (هوا) تهیه کنند و بدین وسیله از سایر منابع آب (از جمله آب های زیر زمینی) محافظت کنند.

۲-۱ انواع دستگاه های تولید آب از هوا

رطوبت، دما و ارتفاع سه عامل تعیین کننده در میزان تولید آب این دستگاه ها می باشند. بر این اساس دستگاه های تولید آب از هوا را می توان به دو دسته زیر تقسیم کرد^۲:

• دستگاه های مخصوص مناطق با رطوبت بالا:

این دستگاه ها که از آن ها به عنوان دستگاه های استاندارد هم یاد می شود، بهترین بهره وری را در مناطقی که رطوبت و دمای مناسب در تمامی طول سال در آن وجود دارد، به کاربر ارائه می کنند. مناطق ساحلی استان های مجاور خلیج فارس در ایران، از این دست مناطق هستند که بهترین شرایط تولید را برای دستگاه های استاندارد فراهم می آورند. توان تولید اعلام شده توسط شرکت سازنده برای این نوع از دستگاه ها معمولاً برای استاندارد دمای ۳۰ درجه و رطوبت ۸۰ درصد، و در ارتفاع صفر از سطح دریا در نظر گرفته می شود. به عنوان مثال اگر شرکت سازنده توان تولید یک دستگاه را ۲۵۰ لیتر در روز اعلام کند، این بدان معناست که اگر این دستگاه در طی ۲۴ ساعت شبانه روز، در ارتفاع هم سطح دریا به طور مداوم کار کند، و دما و رطوبت محیط نیز بطور متوسط و متناوب ۳۰ درجه و ۸۰ درصد باشند، این دستگاه قادر است در طول ۲۴ ساعت ۲۵۰ لیتر آب تولید کند. به طور کلی هرچه دما و رطوبت بالا تری داشته باشید و به سطح دریا نزدیک تر باشید می توانید با استفاده از این فناوری آب بیشتری را تولید کنید، و در نتیجه هزینه تولید آب را نیز کاهش دهید.

• دستگاه های مخصوص مناطق خشک و بیابانی:

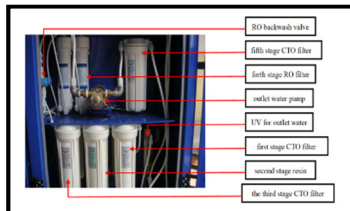
در مناطقی که دارای آب و هوای خشک می باشند و خصوصاً در فصل زمستان که دمای نقطه شبنم به زیر صفر می رسد (شهر های فلات مرکزی ایران)، امکان تولید آب به روش استاندارد یا وجود ندارد و یا اینکه برای مدت کوتاهی در طول سال (معمولاً در ماه های گرم فصل تابستان)، به میزان کمی امکان پذیر می باشد. به عنوان مثال یک دستگاه استاندارد ۲۵۰ لیتری در جزیره کیش به طور متوسط در ماه فروردین در حدود ۱۵۰ لیتر آب در روز تولید می کند. اما همین دستگاه در صورتی که در همین ماه در شهر کاشان مورد استفاده قرار گیرد به طور متوسط تنها ۵۰ لیتر آب در روز تولید می کند. برای تهیه آب از هوا در این شرایط دستگاه های مخصوصی لازم است که با مصرف انرژی بیشتر و استفاده از فرآیند تولید پیچیده تر میزان بهره وری را در این شرایط تا میزان ۵۰ درصد نسبت به دستگاه های استاندارد افزایش می دهند. بدیهی است که هزینه تولید آب توسط این دستگاه ها بالاتر از هزینه تولید آب از هوا با دستگاه های استاندارد می باشد. سیستم سرمایشی هوشمند در این سری از دستگاه ها در صورتی که سیستم استاندارد تولید آب از هوا به دلیل پایین بودن رطوبت در شرایط خشک با کاهش تولید مواجه شود، فعال شده و با ترکیب سرد کردن هوا و گردش جریان هوا منجر به افزایش تولید آب از رطوبت موجود در اتمسفر می شود.

هر دو گروه این دستگاه ها توان تولید از ۳۰ لیتر تا ۱۰ هزار لیتر آب در روز را دارا می باشند. طبق برآورد سبز انرژی قیمت انواع این دستگاه ها در بازار جهانی در سال ۲۰۱۸، با احتساب عوارض گمرکی برای ورود به ایران و هزینه های مربوط به تحویل و نصب و راه اندازی در محل پروژه ها، و با در نظر گرفتن مدل و توان تولید هر دستگاه، از ۱۰۸۰۰ دلار تا ۴۶۰۰۰ دلار متغیر می باشد. همچنین هزینه تعویض سالیانه فیلتر های این دستگاه ها، بستگی به مدل و حجم تولید دستگاه، از ۵۰ دلار تا ۳۲۰۰ دلار تخمین زده می شود.

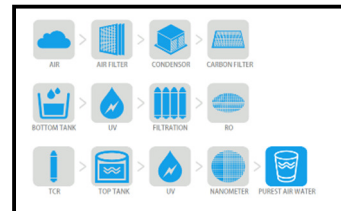
۳- کیفیت آب تولید شده

کیفیت آب شرب تولید شده مطابق با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO) می باشد. هوای وارد شده به دستگاه ابتدا از فیلترهای هوای مخصوص عبور داده می شود تا گرد و غبار و ذرات مضر از آن جدا شود، بعد از آن رطوبت هوای تصویه شده به کمک کندانسور و اواپراتورها و با سرد کردن آن از حالت گاز به مایع تبدیل می شود و با رساندن آن به نقطه شبنم به آب تبدیل می شود. آب تولید شده پس از گذر از چندین مرحله فیلترهای

نانو و کربن، و همچنین لامپ های یو وی (UV) و پس از اضافه شدن مواد معدنی مورد نیاز، به صورت آبی کاملا گوارا و سالم، و بدون هیچگونه باکتری، آلودگی و مواد شیمیایی مضر، برای استفاده در دسترس می باشد. به پیوست شماره ۱، نتیجه آنالیز آب دستگاه در فرانسه، اسپانیا و ابوظبی به همراه مقایسه آن ها با آخرین رهنمود سازمان بهداشت جهانی موجود می باشد.



تصویر شماره ۶ - بخشی از سیستم تصویه آب در یک دستگاه با ظرفیت ۲۵۰ لیتر



تصویر شماره ۵ - مراحل مختلف تصویه هوا و آب در سیستم های AWG

۴- پروژه روستای نغاشه جزیره قشم ۱- ایده اولیه و انتخاب محل نصب

شرکت سبز انرژی به عنوان اولین شرکت ایرانی که فناوری و دستگاه های تولید آب از هوا را به طور تخصصی به متقاضیان در بازار ایران ارائه می کند، از اواخر سال ۱۳۹۵، و با توجه به پتانسیل بالای این فناوری در اجرای طرح های مربوط به آب رسانی روستایی و مدیریت بحران کم آبی در کشور، طرح اجرای یک پروژه تحقیقاتی از این دست در جنوب ایران را به شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور ارائه کرد.



تصویر شماره ۷ - عکس ماهواره ایی از روستای نغاشه در جزیره قشم

با مساعدت، روشنفکری و آینده نگری مدیران و کارشناسان شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، و پس از جلسات متعدد و بررسی های انجام شده، روستای نغاشه، واقع در دهستان صلخ، از توابع بخش شهاب شهرستان قشم در استان هرمزگان به عنوان محل نصب اولین دستگاه تولید آب از هوا در روستاهای کشور انتخاب گردید. این منطقه به دلیل مجاورت با دریا و شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب (متوسط ۳۱ درجه سانتی گراد دما و ۴۶٪ رطوبت در سال)، محیطی مناسب را برای تولید آب از هوا، تقریباً در تمامی ماه های سال، فراهم می کند.

۴-۲ انتخاب دستگاه

از آنجایی که این پروژه می بایست در کنار قیمت و حجم تولید آب مناسب، تمامی قابلیت های دستگاه های AWG، از جمله نحوه مدیریت مصرف انرژی، را نیز به نمایش می گذاشت، کارشناسان سبز انرژی دستگاه LA MICRO ساخت شرکت Eole Water فرانسه را برای این پروژه تحقیقاتی انتخاب کردند. سیستم هوشمند انتخاب منبع انرژی و همچنین

سیستم کنترل و تبدیل انرژی خورشیدی تعبیه شده در این دستگاه، کاربر را قادر می سازد تا منابع مختلف انرژی را به این دستگاه متصل کند.



تصویر شماره ۸ - دستگاه LA MICRO مجهز به سیستم هوشمند کنترل انرژی

استفاده از منابع انرژی های تجدید پذیر در سیستم های AWG نه تنها باعث کاهش گازهای گلخانه ایی حاصل از تولید انرژی برای این دستگاه ها می شود، بلکه استقرار این سیستم ها در مناطقی که دسترسی به شبکه برق کشور با سختی همراه است را نیز ممکن می سازد. بنابراین دستگاهی که بتواند استفاده از منابع انرژی های تجدید پذیر در پروژه روستای نغاشه را به نمایش بگذارد از اولویت های اجرای این پروژه تحقیقاتی به شمار می رفت. سایر اطلاعات فنی مربوط به این دستگاه در جدول شماره یک به نمایش گذاشته شده است.

جدول شماره یک - مشخصات فنی دستگاه روستای نغاشه

مدل	LAMICO
حجم تولید آب	تا ۶۰ لیتر در روز (در دمای ۳۰ درجه و رطوبت ۸۰٪)
ابعاد (میلی متر)	۸۱۸ طول * ۶۸۰ عرض * ۱۷۶ ارتفاع
وزن	۱۰۵ کیلوگرم
مصرف انرژی	۱,۲ کیلووات
تامین انرژی	پنل خورشیدی، باتری و برق شبکه

۳-۴ نحوه اجراء

دستگاه بعد از ورود به ایران به همراه پنل های خورشیدی (تهیه شده از بازار داخلی) در تاریخ ۱۳۹۶/۱۰/۲۸ به جزیره قشم منتقل شد. سپس با هماهنگی شرکت آبفای روستایی استان هرمزگان دستگاه به منزل رئیس شورای روستای نغاشه جهت نصب و راه اندازی منتقل گردید. متخصصین سبز انرژی سپس سازه فلزی نگهدارنده دستگاه و پنل های خورشیدی را با کمک نیروی کار داخل جزیره در تاریخ ۱۳۹۶/۱۰/۲۹ طراحی و نصب کردند. در مرحله بعد پنل های خورشیدی و دستگاه LA MICRO به روی سازه فلزی منتقل و تثبیت شدند.



تصویر شماره ۱۰ - انتقال دستگاه و پنل های خورشیدی



تصویر شماره ۹ - اجرای چهارچوب فلزی دستگاه و پنل خورشیدی



تصویر شماره ۱۲- بازدید مدیران شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور



تصویر شماره ۱۱- اتصال منبع ذخیره آب به سیستم

نکته قابل ملاحظه در اجرای این پروژه، و کلیه پروژه های مشابه تولید آب از هوا، سرعت اجرای این پروژه ها می باشد. در پروژه جزیره قشم، کلیه مراحل طراحی، ساخت، حمل و نصب در مدت زمان حدود هفت هفته به انجام رسید. لازم به ذکر است، در صورتی که حتی اجرای این پروژه نیاز به تعداد بیشتری دستگاه نیز داشت (تا ۱۰ عدد)، در مدت زمان اجرای پروژه تغییری ایجاد نمی شد، و زمان اجرای پروژه در محدوده هفت هفته باقی می ماند - به دلیل اینکه معمولاً مدت زمان ساخت یک تا ۱۰ عدد دستگاه برای شرکت های تولید کننده ثابت است. به طور کلی زمان مورد نیاز برای اجرای پروژه های AWG (مزارع تولید آب از هوا)، بسته به تعداد دستگاه ها و حجم آب درخواستی، بین ۲ تا ۵ ماه متغییر می باشد. بر این اساس سیستم های تولید آب از هوا می توانند به عنوان ابزاری نوین در سبد تولید و توزیع آب کشور در کنار سایر روش های تولید و انتقال آب، خصوصاً در مواردی که سرعت اجرای پروژه های آبرسانی مهم می باشد، مورد استفاده قرار گیرند.

۴-۴ بررسی حجم تولید آب و مصرف انرژی

قبل از نصب دستگاه در جزیره قشم، آب و هوای منطقه (متوسط دما، رطوبت و نقطه شبنم)، سه عامل مهم در محاسبه حجم تولید آب، توسط متخصصان سبز انرژی مورد بررسی قرار گرفت (جدول شماره ۲) سپس اطلاعات بدست آمده با همکاری شرکت سازنده جهت پیش بینی حجم تولید مورد پردازش قرار گرفت. براساس پیش بینی ها این دستگاه در جزیره قشم توان تولید متوسط ۸/۹۴۶ لیتر آب شرب در سال را دارا می باشد.

جدول شماره ۲- اطلاعات آب و هوای جزیره قشم

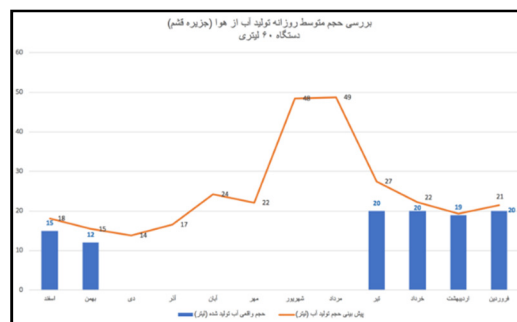
اطلاعات آب و هوای جزیره قشم (متوسط سالانه)												
اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	نما
22.0	21.0	22.0	27.0	33.0	36.0	38.0	39.0	39.0	37.0	34.0	27.0	(ساعتی گرادیان)
55.0	49.0	42.0	41.0	49.0	41.0	51.0	50.0	47.0	40.0	38.0	53.0	(٪ رطوبت)
13	10.8	10.4	15.2	22.8	24.2	28.2	29	28.4	25	21.6	17.6	(نقطه شبنم ساعتی گرادیان)

در نهایت حجم تولید پیش بینی شده با حجم واقعی تولید آب در پروژه، مورد مقایسه قرار گرفت (جدول شماره ۳). بر اساس مقایسه این داده ها در شش ماه، بین بهمن ۱۳۹۶ تا تیر ۱۳۹۷ (شش ماه کارکرد دستگاه از زمان نصب) حجم تولید واقعی به طور متوسط تنها در حدود ۱۵ درصد کمتر از پیش بینی های اولیه بوده است و بسیار به پیش بینی های ابتدایی نزدیک می باشد. به عنوان مثال در ماه فروردین حجم تولید واقعی تنها یک لیتر کمتر از میزان پیش بینی شده می باشد (۴/۷ درصد کمتر از میزان پیش بینی شده) و یا در اردیبهشت ماه دقیقاً برابر با میزان پیش بینی

شده بوده است. به طور کلی کارکرد دستگاه در طی شش ماه از زمان نصب بسیار خوب و به واقعیت نزدیک بوده است. در بررسی این داده ها توجه به نکات زیر حائز اهمیت است:

- در محاسبات اولیه فرض بر این بوده که دما و رطوبت در تمامی طول روز ثابت باشد (مثال: ۲۷ درجه و ۵۳ درصد در فروردین ماه)، ولی در شرایط واقعی دما و رطوبت به طور لحظه ایی تغییر می کنند و در نتیجه امکان پیش بینی دقیق حجم تولید آب وجود ندارد.
- حجم تولید واقعی به صورت متوسط در هر ماه محاسبه شده و در جدول شماره ۳ گردآوری شده است. در برخی از روزها حجم واقعی آب تولید شده در روز از مقدار پیش بینی شده نیز بیشتر بوده است.

جدول شماره ۳ - مقایسه حجم آب پیش بینی شده با حجم آب تولید شده در شرایط واقعی^۶



از نظر میزان مصرف انرژی با توجه به داده های بدست آمده از پروژه، دستگاه مذکور به طور متوسط ۳۰۰ وات انرژی برای تولید هر لیتر آب شرب در شرایط آب و هوایی جزیره قشم مصرف می کند. شایان ذکر است که میزان محاسبه مصرف انرژی برای هر لیتر آب آشامیدنی در هر منطقه جغرافیایی و با توجه به نوع دستگاه متفاوت می باشد، و هر چه رطوبت کمتر باشد انرژی بیشتری جهت استحصال آب از هوا مورد نیاز است.

۵- افق پیش رو

نصب یکی از پیشرفته ترین دستگاه های تولید آب از هوا در جهان در اولین پروژه تولید آب از هوا در کشور، امکان بررسی جنبه های مختلف این فناوری را، در همان گام نخست، برای بخش خصوصی، متخصصین و مسئولین مرتبط با مدیریت منابع آب در ایران فراهم می کند. از جمله نکات کلیدی در زمینه استفاده از فناوری تولید آب از هوا می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- دولت می تواند از دسترسی مداوم روستاییان (بالاخص در مناطق محروم)، به حداقل آب شرب مورد نیاز آن ها اطمینان حاصل کند. دسترسی به آب شرب سالم از جمله مهمترین عوامل جلوگیری از مهاجرت روستایی و کاهش تنش های امنیتی مربوط به کمبود آب در این مناطق می باشد.
- صاحبان صنایع با تولید آب با خلوص بالا از هوا، نه تنها باعث افزایش سلامت کارکنان خود و ارتقاء کیفیت محصولات آب - بنیان می شوند، بلکه در مبارزه با بحران کم آبی در کشور نیز مشارکت می کنند.
- مزارع تولید آب از هوا می توانند به عنوان زیر ساختی مطمئن - که در زمان کوتاه ۲ تا ۵ ماه قابل اجرا هستند- در کنار طرح های بلند مدت گسترش شبکه تولید و توزیع آب کشور مورد استفاده قرار گیرند.
- اجرای پروژه های تولید آب از هوا، مخصوصا در مناطق روستایی، به اشتغال زایی در آن منطقه کمک می کند. دسترسی مداوم به آب شرب سالم از مهمترین عوامل جلوگیری از مهاجرت روستایی می باشد. و باعث تداوم طرح های اشتغال زایی در روستاها می شود.

- توزیع آب شرب سالم در بین روستاها باعث افزایش سلامت روستاییان و کاهش میلیاردها تومان هزینه های درمانی مرتبط با آب ناسالم می شود، از جمله کاهش بیماری های کلیوی، گوارشی و پوستی.
 - فناوری تولید آب از هوا از سایر منابع آب کشور از جمله آب های زیر زمینی محافظت می کند.
 - دستگاه های تولید آب از هوا به کاهش استفاده از بطری های پلاستیکی آب کمک می کنند، و باعث محافظت از محیط زیست در برابر اثرات مخرب بطری های پلاستیکی می شوند.
 - با استفاده از این فناوری می توان آب شرب مورد نیاز را در محل مورد نظر و بدون اتصال به شبکه آب و برق کشور تولید کرد.
- بر این اساس وزارت نیرو و شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور می توانند در سه بخش اصلی، در جهت کمک به توسعه این فناوری در ایران، فعالیت کنند:
- (۱) کمک به قانون گذاری های مرتبط جهت افزایش سرمایه گذاری و توسعه فناوری.
 - (۲) فرهنگ سازی با اجرای پروژه های تولید آب از هوا در ادارات دولتی.
 - (۳) اجرای پروژه های آبرسانی روستایی در حجم بزرگتر از روستای نغاشه در سایر روستاهای جنوب کشور.

۶- قانون گذاری

با توجه به نوپا بودن فناوری تولید آب از هوا در ایران، تدوین چهارچوب های قانونی مرتبط توسط وزارت نیرو می تواند به گسترش استفاده از این فناوری، خصوصا در بخش خصوصی، کمک کند. تدوین ساختارهای قانونی در مورد جنبه های مختلف استفاده از فناوری تولید آب از هوا، از جمله استاندارد کیفیت آب تولید شده، و تعیین قیمت خرید آب تولید شده توسط دولت به گسترش سرمایه گذاری در پروژه های تولید آب از هوا، و رقابت سالم در بخش خصوصی می انجامد.

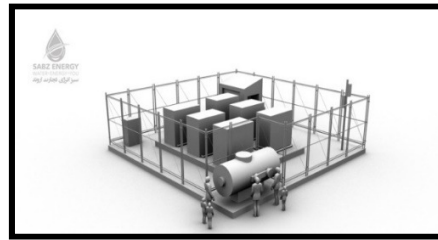
۷- ادارات دولتی و فرهنگ سازی

دولت می تواند با اجرای اولین پروژه های تولید آب از هوا در ادارات دولتی، نقش مهمی را در اطلاع رسانی و گسترش فرهنگ استفاده از فناوری تولید آب از هوا داشته باشد. بسیاری از ساختمان های ادارات دولتی، خصوصا از زیرمجموعه های وزارت نیرو در استان های حاشیه خلیج فارس می توانند آب شرب و بهداشتی مورد نیاز روزانه کارکنان خود را از طریق استقرار دستگاه های تولید آب از هوا در محوطه ساختمان و انتقال آب تولید شده به سیستم توزیع آب ساختمان فراهم نمایند. اجرای چنین پروژه هایی نه تنها باعث صرفه جویی چند میلیون لیتری در سال در برداشت از سیستم توزیع آب کشور توسط این ادارات می شود، بلکه باعث تشویق بخش خصوصی و سایر اشخاص به استفاده از این فناوری نیز می شود.

۸- اجرای پروژه های مشابه

۸-۱ مزارع تولید آب از هوا

با در کنار هم قرار دادن دو یا چند عدد از دستگاه های تولید آب از هوا می توان با ایجاد یک مزرعه تولید آب از هوا تا چندین هزار لیتر آب شرب سالم را به صورت روزانه از هوای اطراف استخراج کرد. یک مزرعه آب ۲۰ هزار لیتری واقع در استان های حاشیه خلیج فارس، متشکل از چهار عدد دستگاه ۵۰۰۰ لیتری، توان تولید متوسط ۴ میلیون لیتر آب شرب در سال را دارا می باشد.



تصویر شماره ۴ - طرح یک مزرعه تولید آب از هوا

با استفاده از این مزارع می توان شبکه وسیع و غیر متمرکزی (decentralized) از ایستگاه های تولید آب از هوا را ایجاد کرد که هر کدام به طور مستقل و بدون اتصال به شبکه توزیع آب کشور می توانند نیاز آب شرب و بهداشتی مورد نیاز، خصوصا در جوامع روستایی را تامین کنند. از جمله مزایای استفاده از مزارع تولید آب در زمینه تولید و توزیع آب شرب می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- با توجه به سرعت ساخت دستگاه های تولید آب از هوا، و همچنین سهولت در نصب و راه اندازی آن ها، این گونه پروژه های در مدت زمان کوتاه بین ۲ تا ۵ ماه -بستگی به تعداد دستگاه و حجم تولید- قابل اجرا می باشند.
- امکان توسعه ظرفیت تولید در آینده، به سادگی با اضافه کردن دستگاه های بیشتر در هر زمان امکان پذیر است.
- کاهش هزینه ها و خطرات انتقال آب با استفاده از تانکرهای حمل آب.
- کاهش هزینه های نصب و نگهداری از خطوط انتقال آب.

همانطور که پیش تر اشاره شد، ایجاد سیستم های غیر متمرکز تولید و توزیع آب از جمله مزایای استفاده از دستگاه های تولید آب از هوا می باشد. با در نظر گرفتن این موضوع، دولت می تواند با اجرای پروژه های مشابه به پروژه روستای نغاشه، با صرف هزینه و زمان کم شبکه گسترده ایی از ایستگاه های تولید آب از هوا را در روستاهای محروم و کم جمعیت واقع در استان های حاشیه خلیج فارس ایجاد نماید. روستاییان در این مناطق می توانند با استفاده از این فناوری به دو روش کلی و به طور مداوم به آب شرب سالم دسترسی پیدا کنند:

- مزارع تولید آب از هوا: این مزارع از در کنار هم قرار گرفتن دو یا چند عدد دستگاه تولید آب از هوا تشکیل می شوند. این مزارع را می توان در یک قطعه زمین در نزدیکی روستا برپا کرد. آب تولید شده در منبعی جمع آوری می شود. روستاییان می توانند با حضور در سایت مزرعه، آب مورد نیاز خود را تهیه کنند. همچنین امکان اتصال مزرعه آب به شبکه آبرسانی مستقر در روستا، و یا انتقال آب تولید شده با ایجاد یک شبکه انتقال جدید به هر خانه در روستا وجود دارد.
- استقرار دستگاه های تولید آب از هوا در منازل روستاییان: با قرار دادن یک عدد دستگاه ۳۰ یا ۶۰ لیتری (مدل های ارزان قیمت خانگی) در هر خانه می توان آب شرب مورد نیاز هر خانوار در آن روستا را در خانه روستاییان تهیه کرد.

به عنوان مثال، استان بوشهر همواره با مشکلات تهیه و توزیع آب شرب مواجه بوده است. علت اصلی این مشکل نداشتن منابع آب کافی در استان و انتقال بخش بزرگی (۹۰ درصد) از آب استان از استان های همجوار است که خود با مشکل کم آبی مواجه هستند. در حال حاضر تعداد ۶۱۹ روستا با جمعیتی بالغ بر ۳۱۲ هزار نفر در این استان وجود دارد که تقریبا تمامی آن ها با مشکل دسترسی به آب آشامیدنی مواجه هستند و تعداد ۱۶۷ عدد از این روستاها فاقد شبکه آبرسانی هستند. طبق آمار شرکت سهامی آب و فاضلاب روستایی استان بوشهر شاخص بهره مندی ساکنان روستاهای این استان از آب شرب سالم ۵۶٫۲٪ می باشد^۷ این بدان معناست که نزدیک به ۱۷۶ هزار نفر در روستاهای این استان

از دسترسی دائمی به آب شرب سالم بی بهره هستند. با استفاده از فناوری تولید آب از هوا می توان آب شرب مورد نیاز تمامی این روستاها را در محل تولید و توزیع کرد.

۹- بومی سازی فناوری تولید آب از هوا در ایران

شرکت سبز انرژی در نظر دارد که پس از فرهنگ سازی و اجرای دو تا سه طرح اولیه مزرعه تولید آب از هوا با استفاده از دستگاه های وارداتی، مقدمات احداث خط تولید این دستگاه ها را با همکاری یکی از سازندگان مطرح بین المللی در ایران فراهم کند. با احداث خط تولید این دستگاه ها در ایران و در طی دو دوره ۳ ساله و ۵ ساله، پیش بینی می شود که هزینه های تولید و توزیع آب توسط این سیستم ها به ترتیب ۳۰٪ و ۵۰٪ کاهش پیدا خواهد کرد.

۹-۱ نکات کلیدی در خصوص بومی سازی فناوری تولید آب از هوا در ایران:

- ایران به اولین کشور در منطقه تبدیل می شود که نه تنها از فناوری تولید آب از هوا در زیر ساخت های تولید و توزیع آب استفاده می کند، بلکه این فناوری را نیز در داخل کشور بومی سازی می کند.
- تولید و توزیع آب با استفاده از این فناوری در ایران به طرز چشمگیری توسعه می یابد.
- هزینه تولید آب توسط این سیستم ها تا سقف ۵۰٪ کاهش می یابد.
- پروژه های تولید آب از هوا باعث افزایش سرمایه گذاری و اشتغال زایی در فناوری های نوین مربوط به مدیریت منابع آب در کشور می شود.

۱۰- قدردانی

نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از مساعدت ها و همراهی جناب آقای مهندس پرویز نجاتی معاون پیشین آبفای استان هرمزگان، جناب آقای مهندس جبروت قنبری معاون محترم مهندسی و توسعه شرکت آب و فاضلاب روستایی استان هرمزگان، جناب آقای مهندس موسی فولادی رئیس اداره طرح، برنامه و توسعه شرکت آب و فاضلاب روستایی استان هرمزگان و جناب آقای عارف گورانی رئیس شورای روستای نغاشه جزیره قشم اعلام می دارند.

۱۱- پی نوشتها

1. Ranking the world's most water-stressed countries in 2040. World Resources Institute. <https://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world-s-most-water-stressed-countries-2040>
2. Gleick, P. H., 1996: Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, pp.817-823.
3. بر اساس مدل تقسیم بندی دستگاه های تولید آب از هوا مدون شده توسط شرکت سبز انرژی
4. به دلیل افزایش میزان مصرف انرژی و هزینه های ساخت نسبت به دستگاه های استاندارد.
5. www.worldweatheronline.com بر اساس اطلاعات و بسایت
6. متوسط حجم آب تولید شده در هر ماه سال بر اساس اطلاعات ثبتی روزانه توسط اپراتور دستگاه محاسبه شده است.
7. <http://www.abfarhor.ir/fa> بر اساس آمار وب سایت رسمی شرکت آب و فاضلاب روستایی استان هرمزگان:

۱۲- منابع

- Gleick, P. H., 1996: Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, pp.817-823
- Ranking the world's most water-stressed countries in 2040. World Resources Institute .
www.wri.org/blog/2015/08/rankingworld-s-most-water-stressed-countries-2040
 - World Health Organization (2017), Guidelines for Drinking Water Quality, WHO, Geneva.
 - اطلاعات آب هوایی وب سایت: www.worldweatheronline.com
 - وب سایت رسمی شرکت آب و فاضلاب روستایی استان هرمزگان: www.abfarhor.ir
 - اطلاعات ثبت شده در خصوص حجم تولید آب روزانه دستگاه توسط اپراتور دستگاه در پروژه جزیره قشم.
 - اطلاعات فنی ارائه شده در خصوص دستگاه ها توسط شرکت Eole Water در فرانسه، و شرکت Aquaer در اسپانیا.

پیوست شماره یک

جدول مقایسه کیفیت آب دستگاه های تولید آب از هوا با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی در سه کشور فرانسه، اسپانیا و امارات متحده عربی.

	واحد	آنالیز کیفیت آب دستگاه ها (فرانسه)	آنالیز کیفیت آب دستگاه ها (اسپانیا)	آنالیز کیفیت آب دستگاه ها (امارات)	رهنمود WHO
Conductivity	$\mu\text{S}/\text{cm}$	36.1	29.2	78	/
PH	pH	8.1	7.5	7.8	8.20 - 8.80
Chloride	mg/l	/	3.5	28	250.00
Hardness	mg/l	/	3.8	18	/
Iron	mg/l	/	0.06	0.011	0.10
Nitrates	mg/l	<2	0.06	/	3.00
Manganese	mg/l	/	/	< 0.002	0.05
Ammonium	mg/l	0.296	/	/	/
Chromium	mg/l	/	/	0.015	0.05
Lead	mg/l	/	/	< 0.008	0.01
Copper	mg/l	/	0.01	0.021	2.00
Color	/	Clear	Clear	Clear	/

Supply part of the demand for drinking water in Iran (a study of Naghashe Village in Qeshm Island).

**Siavash Ebrahimi*¹, Majid Ghannadi², Aliasghar Ghane³
Abdolhamid Hamzeh Pour⁴**

- 1- CEO, Sabz Energy Tejarat Arvand L.L.C, siavash@setarvand.com**
2- Senior Advisor, National Water and Wastewater Engineering Company of Iran, ghannadi48@gmail.com
3- Deputy Office of Director, National Water and Wastewater Engineering Company of Iran, ghane@nww.ir
4- Director, Hormozgan Water and Wastewater Company, modiriyat@abfarhor.ir

Abstract

Atmospheric water systems (AWSs) can be used in order to satisfy the need for fresh drinking water in Iran- especially in a vast area of the southern provinces of the country. The lack of knowledge about this technology among different stakeholders -both in the public and private sectors- is considered to be one of the main barriers to the development of the AWS projects. In order to study and analyze the capabilities of this technology, on January 19, 2018, an atmospheric water generator (AWG), with the output capacity of 60 liters a day, has been installed in Naqasheh village in Qeshm Island. The performance of the system during the 150 days since the inauguration has been satisfactory -in average 75% of the estimated performance. The best output (2.7 liters an hour) has been recorded at temperature of 35C and the humidity of 80%. This paper explores the technical aspects of the AWG technology, and investigates the development opportunities ahead of AWG projects in Iran by reviewing the implementation process and output data of the Qeshm Island project.

Atmospheric Water Generators, Naqasheh Village, Qeshm Island