پتانسیل جمع آوری آب مه با استفاده از نبلینومتر (مورد مطالعه: استان تهران، منطقه گدوک)

علی خالقی[۱]

۱. دانشجوی دکتری مدیریت و کنترل بیابان، دانشکده کویر شناسی، دانشگاه سمنان

چکیده

آب منبع حیات و عامل رشد و توسعه جوامع بشری است. همه صاحبنظران بر این باورند که کشورمان از این موهبت الهی کم بهره است و در کمربند خشک و نیمه خشک با آن دست و پنجه نرم می‌کند. میانگین بارش سالانه کشور حدود یک سوم میانگین دنیاست و همین مقدار بارش نیز از توزیع مکانی و زمانی مناسبی بر خوردار نیست. مقدار کم بارش پدیده شوم خشکسالی و مقدار خیلی زیاد آن سیل و ویرانی به همراه دارد[۱]. دسترسی به منبع آب سالم یک حق بشر است. آب شیرین حیات انسان را حفظ می‌کند و برای سلامت انسان حیاتی است. در دسترس بودن آب به مقدار آب موجود از نظر فیزیکی و ایمن بودن آن برای مصرف انسان بستگی دارد. پتانسیل منطقه گدوک واقع در مرز استان تهران و مازندران بررسی شود. با توجه به شرایط اقلیمی خاص این منطقه امید است که با استفاده از جمع کننده مه و استحصال آب حاصل از جمع شدن مه در مقیاس کوچک برای حل مشکل کم آبی در مناطق خشک و کوهستانی کارساز باشد.

واژگان کلیدی : مه، جمع کننده مه، گدوک، پتانسیل

مقدمه

آب منبع حیات و عامل رشد و توسعه جوامع بشری است. همه صاحبنظران بر این باورند که کشورمان از این موهبت الهی کم بهره است و در کمربند خشک و نیمه خشک با آن دست و پنجه نرم می‌کند. میانگین بارش سالانه کشور حدود یک سوم میانگین دنیاست و همین مقدار بارش نیز از توزیع مکانی و زمانی مناسبی بر خوردار نیست. مقدار کم بارش پدیده شوم خشکسالی و مقدار خیلی زیاد آن سیل و ویرانی به همراه دارد[۱]. آب شیرین حیات انسان را حفظ می‌کند و برای سلامت انسان حیاتی است. تخمین زده می‌شود که حدود ۸۰۰ میلیون نفر در سراسر جهان دسترسی اولیه به آب آشامیدنی ندارند. حدود ۲.۲ میلیارد نفر (نزدیک به یک سوم جمعیت جهان) به منبع آب سالم و عاری از آلودگی دسترسی ندارند. همچنین بیش از ۲ میلیارد نفر در کشورهایی زندگی می‌کنند که تنش آبی بالایی دارند. تامین فعلی آب شیرین باید برای تامین نیازهای آتی تکمیل شود. طبیعت زنده گونه‌هایی تکامل یافته است که می‌توانند در خشک‌ترین مناطق جهان با جمع آوری آب از مه و تراکم در شب زنده بمانند [۳]. دسترسی به منبع آب سالم یک حق بشر است. آب شیرین حیات انسان را حفظ می‌کند و برای سلامت انسان حیاتی است. در دسترس بودن آب به مقدار آب موجود از نظر فیزیکی و ایمن بودن آن برای مصرف انسان بستگی دارد. برخی از مناطق خشک جهان فاقد آب آشامیدنی سالم کافی هستند. شکل ۱ نسبت جمعیت با دسترسی به آب آشامیدنی سالم را در سال ۲۰۱۵ نشان می‌دهد [۵،۶]. طبق مطالعات جامع آب کشور، ریزش‌های جوی کشور بالغ بر ۴۱۳ میلیارد مترمکعب می‌باشد. از این مقدار ۹۲ میلیارد مترمکعب به صورت جریان‌های سطحی جاری شده، ۲۵ میلیارد مترمکعب به طور مستقیم به آبخوان‌های آبرفتی نفوذ کرده و مابقی به صورت تبخیر و تعرق از دسترس خارج می‌گردد [۴]. بیابان به منطقه‌ای از زمین گفته می‌شود که بیش از ۲۵۰ میلی متر در سال بارندگی دریافت نمی‌کند. میزان تبخیر در یک بیابان اغلب بسیار بیشتر از میزان بارندگی سالانه است که منجر به کمبود رطوبت در طول یک سال می‌شود. همه بیابان‌ها خشک یا خشک هستند. آب کمی برای زنده ماندن هر طبیعت زنده‌ای وجود دارد. در نتیجه شرایط زندگی برای طبیعت زنده از جمله حیات گیاهی و جانوری خصمانه است. بیابان‌ها حدود یک سوم سطح زمین یا حدود ۱۰ درصد از کل سطح زمین را پوشش می‌دهند. آن‌ها خانه حدود ۱ میلیارد نفر یک ششم جمعیت زمین هستند.

وجود تعداد بالایی از سکونتگاه‌های انسانی در دامنه‌های شمالی البرز از یک طرف و فقدان منابع آب لازم و تاسیسات آبرسانی در روستاهای مستقر در آن نیاز به راه حل‌های مناسب تامین آب شرب را بیش از پیش نشان می‌دهد. در این مقاله، مروری بر روش‌های برداشت آب الهام گرفته شده از مه و تراکم آب بخار آب از محیط، برای تکمیل تامین آب، ارائه می‌شود.

انواع مه

۱- مه تابشی

در شب‌هایی که آسمان صاف بوده و ابری نباشد و در عین حال سرعت باد نیز خیلی کم باشد، سطح زمین تابش‌های موج بلند از خود ساطع نموده و هوای مجاور در اثر این فرآیند سرد می‌شود. اگر این فرآیند ادامه یابد به دمای نقطه شبنم می‌رسد. در این حالت بر روی سطح اجسام و سطح زمین شبنم تشکیل می‌شود. حال اگر این سرمایش آنقدر ادامه یابد و ضخامت لایه سرد شده ضخیم باشد که علاوه بر شبنم رطوبت موجود بر روی هسته‌های تراکم موجود در هوا متراکم شود، قطرک‌های ریز مه تشکیل می‌شود. این نوع مه را مه تابشی می‌نامند .در مناطقی که تجمع هوای سرد وجود داشته باشد احتمال رخداد این مه بیشتر خواهد بود. به محض طلوع آفتاب و گرم شدن سطح زمین، این نوع مه تدریجاً از بین می‌رود.

۲- مه فرارفتی

مه فرارفتی در اثر جابجایی و حرکت افقی هوا به وجود می‌آید که در این مورد دو عامل اصلی و مهم دخیل هستند. اول اینکه هوای سرد ممکن است از سطح زمین به طرف سطح گرم اقیانوس وزیده و با هوای گرم روی اقیانوس مخلوط شده باشد و دوم، هوای گرم مرطوب بر روی سطحی وزیده و در اثر تماس با آن سرد گردد. در حالت اول بخار گرمی که از سطح آب تبخیر می‌شود فوراً متراکم شده و تشکیل مه دودی شکل را می‌دهد. این مورد وقتی که هوای سرد ساحلی به هوای گرم اقیانوس برخورد کند بسیار متداول است. حالت دوم در مواقعی اتفاق می‌افتد که هوای گرم و مرطوب از روی یک سطح سرد عبور کرده و باعث ایجاد مه دریایی شود. در واقع عامل اصلی این نوع مه اختلاف دمای بین هوا با سطح آب می‌باشد.

۳- باران مه

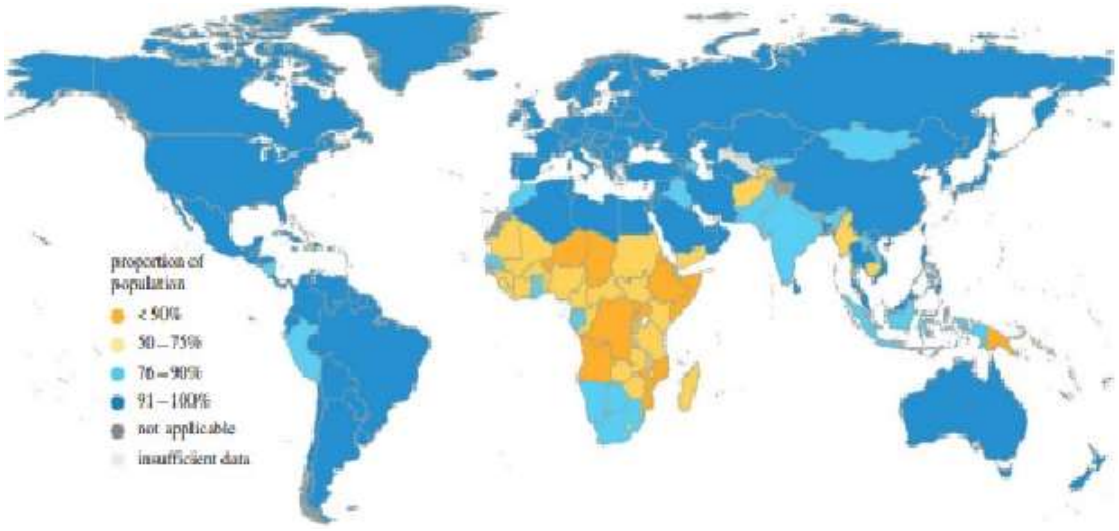
این نوع مه‌ها شاید مهم‌ترین نوع مه زمینی باشند که در اثر اشباع هوا به علت بارانی که از ابرها می‌ریزد به وجود می‌آیند. با صعود هوای گرم بر روی زبانه هوای سرد این هوا به صورت بی‌درو خنک شده و بالاخره در اثر تراکم بخار آب در هوای گرم‌تر ایجاد ابر می‌نماید. هوای سرد نیز خود ممکن است مرطوب بوده و نزدیک نقطه شبنم باشد. حال اگر در ابرهایی که روی هوای سرد تشکیل می‌شوند باران ایجاد شود این باران در حین ریزش، هنگامی که از میان هوای سرد که البته اشباع کامل نیست بگذرد، بخشی از آن تبخیر گردیده و باعث اضافه شدن بخار به هوای سرد می‌گردد. اضافه شدن بخار و رساندن هوای سرد به حد اشباع از یک طرف و سردی خود هوا از سوی دیگر، باعث ایجاد مه در این هوا می‌گردد که این مه ممکن است از سطح زمین تا پایه ابر ادامه داشته باشد.

۴- مه فراشیبی

این نوع مه هنگامی تشکیل می‌شود که هوای نسبتاً مرطوب در روی یک دشت در امتداد شیب به بالا صعود کند. در مسیر این صعود سرد شدن بی‌دررو سبب کاهش دمای هوا می‌شود. در نهایت، ممکن است هوا به نقطه شبنم رسیده و مه وسیعی را تشکیل دهد. این نوع مه در اکثر دشت‌های کشاورزی معمول است.

۵- مه تبخیری

وقتی درجه حرارت آب نسبت به هوائی که روی آن جریان دارد گرم‌تر باشد این نوع مه روی دریا پدید می‌آید. این هوای گرم شده، بخار آب را قبل از صعود و داخل شدن به هوای سردتر بالای آن یعنی محلی که سردی باعث تراکم بخار آب می‌شود جذب می‌کند. اثر کلی این پدیده، پدید آمدن بخار بوده و اغلب در زمستان‌ها روی رودخانه‌ها و همچنین در سواحل شرقی قاره‌ها پدید می‌آید.



شکل ۱ نسبت جمعیت با دسترسی به خدمات اولیه آب آشامیدنی در سال ۲۰۱۵. صد و هشتاد و یک کشور بیش از ۷۵ درصد پوشش داشتند.

پیشینه مطالعاتی

غنمی جابر و همکاران [۷] امکان سنجی تولید آب از مه را با استفاده از جمع کننده‌هایی با ابعاد و شکل‌های متفاوت در شهرستان نمین مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که آب حاصل ازاین جمع کننده‌ها به طور متوسط در روزهای خشک می‌تواند تا ۴۷ لیتر در روز برسد و تا حد زیادی نیاز آبی منطقه را برطرف نماید.

محمودی و همکاران [۸] به مطالعه امکان سنجی استحصال آب از رطوبت هوا در جنوب استان سیستان و بلوچستان پرداختند. طی آزمایش میدانی و بررسی آمارهای موجود مشخص گردید بیشترین مقدار آب استحصالی مربوط به ماه خرداد با ۸.۶ لیتر بر مترمربع در روز و کم‌ترین مقدار آن ۱.۱ لیتر بر مترمربع در روز مربوط به ماه بهمن بوده است.

اولیور [۹] خلاصه‌ای از روش‌های مورد استفاده برای انتخاب سایت و طراحی سیستم جمع آوری آب از مه را در سواحل جنوب غربی آفریقا مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که به طور متوسط، میزان آب تولید شده حدود ۴.۶ لیتر آب در هر متر مربع در روز و با حداکثر تولید روزانه نزدیک به ۴۰۰۰ لیتر بود.

الحاج و باهراوی [۱۰] به تکینک‌های جدید جمع آوری آب باران بر اساس داده‌های سنجش از دور پرداختند. نتایج بررسی‌ها نشان داد که برخی از مناطق جنوب عربستان سعودی به اندازه کافی واجد شرایط هستند تا به عنوان سایت‌های احتمالی برای برداشت بهتر آب باران در نظر گرفته شوند.

فس‌های و همکاران [۱۱] به بررسی تکنولوژی‌های گذشته که در جمع آوری آب از مه استفاده شده است، پرداختند. آن‌ها اذعان داشتند که اقلیم منطقه و ویژگی‌های توپوگرافیک تاثیر بسزایی در استحصال آب از مه دارد و همچنین تکنیک‌های مدرن مانند سنجش از دور جهت استحصال آب از مه می‌تواند در مدیریت بهتر مشکلات ناشی از منابع آب برای جوامع محلی، کمک زیاد داشته باشد.

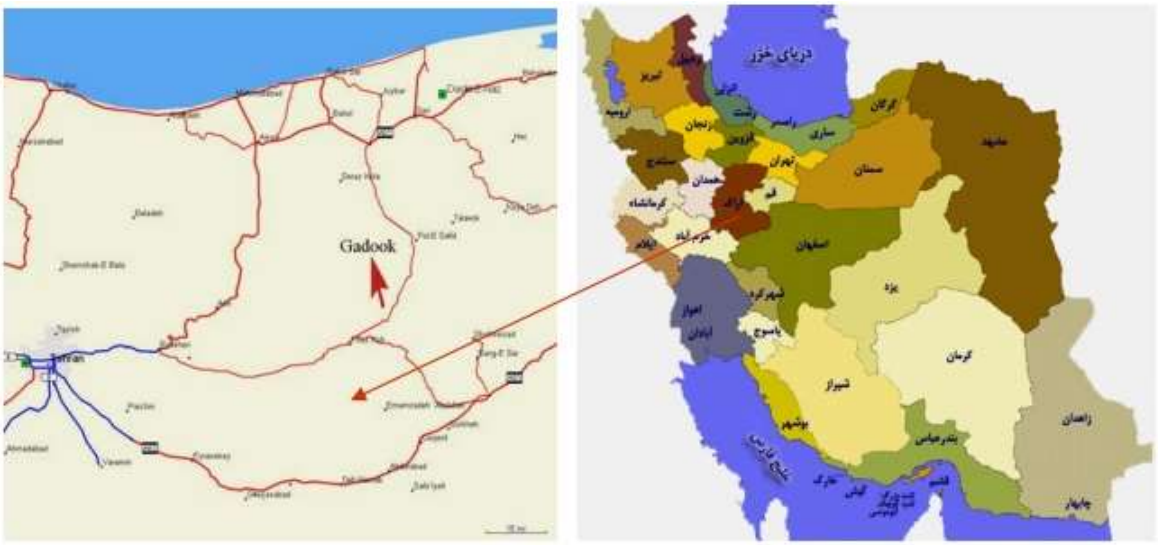
قوش و همکاران [۱۲] امکان احتمالی استخراج مه از برج خنک کننده در یک نیروگاه حرارتی را مورد آزمایش قرار دادند. نتایج حاصل از مطالعه آن‌ها نشان داد که حدود ۴۰ درصد آب از دسترفته برای بازیابی ۵۰۰ مگاوات انرژی که حدود ۱۰.۵ متر مکعب آب در ساعت مصرف می‌نماید، را می‌توان با استفاده از روش پیشنهادی بدست آورد.

مواد و روش

این مقاله بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای تدوین شده است.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، در فاصله ۵۵ کیلومتری جنوب بخش سوادکوه در استان مازندران، بین طول‌های جغرافیایی ۵۲ در جه و ۵۶ دقیقه و ۵۲ درجه و ۵۷ دقیقه و عرض‌های جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه و ۳۵ درجه و ۵۲ دقیقه درجه شمالی واقع شده است. مقدار متوسط بارندگی سالانه منطقه ۳۱۲ میلیمتر است که حداکثر و حداقل آن به ترتیب در ماه‌های بهمن و تیر است. منطقه مورد مطالعه، منطقه‌ای کوهستانی است که حداقل و حداکثر ارتفاع آن از سطح دریا به ترتیب ۲۲۰۰ متر و ۲۷۰۰ متر است، از نظر درجه حرارت مرداد ماه، گرم‌ترین و بهمن ماه، به ترتیب سردترین ماه سال هستند. نوع نزولات اکثرا در بهار و پاییز به شکل باران و در زمستان به شکل برف بوده و خاک منطقه نیز غنی از مواد آلی، با بافت لومی تا لومی شنی و ساختمان خاک دانه‌ای است [۲].



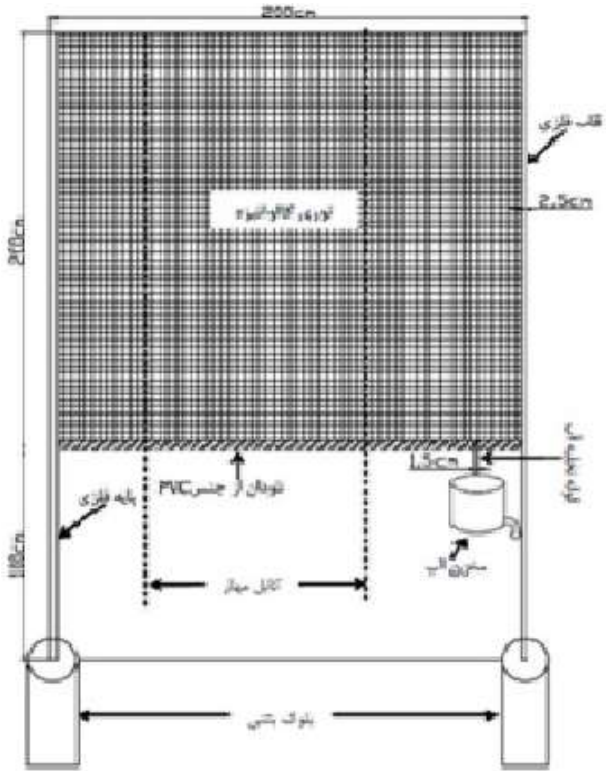
شکل ۲ موقعیت منطقه گدوک در کشور و استان مازندران

جمع آوری آب با استفاده از نبلینومتر

یک نفر از هر ۱۰ نفر مردم جهان دچار کمبود آب آشامیدنی سالم هستند، تاکنون در این مسیر قدم‌های زیادی برداشته شده است اما اکثر این روش‌ها پرهزینه‌اند، یکی از جدیدترین روش‌ها در بسیاری از نقاط دنیا برای بدست آوردن آب استفاده از مه است که اصطلاحا به آن clouds fishing گفته می‌شود. با استفاده از این روش به راحتی می‌توان آب آشامیدنی سالم و ارزان بدست آورد، ایده استحصال آب از مه اولین بار در امریکای جنوبی در دهه ۱۹۸۰ شروع شد و توسعه پیدا کرد، اکنون نیز پروژه‌هایی در شیلی، پرو، افریقای جنوبی؛ غنا، اریتره و امریکا وجود دارد.

برای استحصال آب به این شیوه، جمع کننده مه، توری‌های مشبک و مخزن آب نیاز است، جمع‌کننده مه شامل یک توری مشبک با منافذ ریز است که بوسیله پایه‌های محکم بر زمین عمود می‌شود. جنس این توری‌های مشبک معمولا فلزی است و زیر آن نیز مخازن آب برای جمع آوری قرار دارد. در این روش مه و رطوبت موجود در هوا در فرایند میعان از طریق چسبیدن به این تورهای شبکه‌ای، وارد مخازن شده و آب به دست می‌آید. این روش استحصال آب به سادگی و ارزانی توسط توری‌های ظریفی با ابعاد یک متر مربع انجام می‌شود که در مسیر باد نصب می‌شوند هنگام برخورد مه به توری ذرات آب به دام افتاده و به صورت قطرات آب در مخزن جمع‌آوری می‌شود، به طور متوسط میزان برداشت از هر مترمربع تورهای مشبک، روزانه ۳ لیتر است. طی تحقیقات بیشتری که در راستای توسعه این فرایند صورت پذیرفته است، شیوه جدیدی در ساختار توری‌های مشبک به‌کار گرفته شده است، به این ترتیب که بافت این توری‌های مشبک فقط به صورت عمودی است. بق نتایج اولیه به دست آمده میزان برداشت آب به ازای هر مترمربع به ۹ لیتر در روز می‌تواند افزایش یابد، البته که هر روزه با گسترده‌تر شدن بحران جهانی آب، شیوه‌ها و روش‌های پیشرفته‌تر نیز به منظور میزان بیشتر استحصال و نیز استفاده در مناطق آب و هوایی متفاوت در حال انجام است. این روش در مناطق نزدیک به ساحل کشورمان نیز که مشکل آب آشامیدنی دارند می‌تواند کاربرد موثری داشته باشد، در سراسر جهان بسیاری از افرادی که در نزدیکی سواحل زندگی می‌کنند از مه، آب استخراج می‌کنند، با این روش می‌توان در مناطق مختلفی از کشورمان آب آشامیدنی سالم و ارزان به دست آوریم. با توجه به اینکه میزان رطوبت و سرعت باد از مهم‌ترین عوامل در استحصال آب از این روش است، بنابراین با بررسی‌های کارشناسی دقیق بسیاری از مناطق کشورمان را که دارای چنین خصوصیاتی است شناسایی شده و قابلیت بهره‌برداری پیدا خواهد کرد. همچنین استارتاپ‌های بسیاری در این حوزه می‌تواند شکل گرفته و جوانان بسیاری می‌توانند در این حوزه مشغول به کار شوند.

شکل ۳ نبلینومتر (جمع کننده مه)



شکل ۴ شماتیک نبلینومتر

نتیجه گیری

براساس مطالب گفته شده در خصوص این روش و با توجه به شرایط اقلیمی و آب و هوایی منطقه گدوک (مه ناکی) واقع در مرز استان تهران و استان مازندران می‌توان به این نتیجه رسید که استفاده از این روش در این منطقه در یک مقیاس کوچک (روستا، محل اتراق عشایر و تاسیسات) بسیار موثر بوده اما نیاز به تحقیقات و بررسی‌های بیشتر توسط کارشناسان مجرب دارد. لذا به عنوان یکی از راهکارهای مدیریت خشکسالی و یا مقابله با کم آبی در مناطق خشک و کوهستانی می‌تواند مناسب عملکرده و بخشی از این مشکلات را حل نماید.

منابع

[۱] حسینی، م، روغنی، م، ۱۳۹۱، مقایسه روش های جمع آوری آب باران در سامانه های آبگیر لوزی شکل، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، سال ششم، شماره ۱۹، پاییز و زمستان ۱۳۹۱.

[۲] عطری، م، سوادکوهی، ف، اکبرزاده، م، ۱۳۸۹، معرفی گیاهان دارویی مراتع ییلاقی منطقه گدوک در استان مازندران، فصلنامه شناخت و کاربرد گیاهان دارویی، سال اول، شماره ۳، رمستان ۱۳۸۷، صفحات ۹-۱۴ .

[3] Bushan, B. 2020. Design of water harvesting towers and projections for water collection from fog and condensation.http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2019.0440

[4] JAMAB Company. 2000. Report of Water Integrated Plan for Country (in Persian).

[5] WHO/UNICEF 2017 Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines. Geneva, Switzerland: WHO/UNICEF. See washdata.org/sites/default/files/documents/reports/2018-01/JMP-2017-report-final.pdf.

[6] WWAP 2019 The United Nations world water development report 2019: leaving no one behind. WWAP (UNESCO World Water Assessment Programme). Paris, France: UNESCO.

[7] Ghanamijaber, M., M. Maleki and M. Gholizadeh. 2016. The Feasibility of Producing Water from Fog Case Study Fandooglo in Namin city. 5th conference on rainwater catchment systems. Gilan, Rasht, 24-25 February, 1-8 (In Persian).

[8] Mahmoudi, P., Ch. Khajeh Amiri Khaledi and M.R. Salari Fanodi. 2016. Examining the feasibility of water harvesting from air humidity in the Southern province of Sistan and Baluchestan. Journal of Water and Soil Conservation, 23(2): 253-265.

[9] Olivier, J. 2004. Fog harvesting: An alternative source of water supply on the West Coast of South Africa. Geo Journal, 61(2): 203.

[10] Elhag, M. and J.A. Bahrawi. 2014. Conservational use of remote sensing techniques for a novel rainwater harvesting in arid environment. Environmental Earth Sciences, 72(12): 4995-5005.

[11] Fessehaye, M., S.A. Abdul-Wahab M.J. Savage, T. Kohler, T. Gherezghiher and H. Hurni. 2014. Fog-water collection for community use. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 29: 52-62.

[12] Ghosh, R., T.K. Ray and R. Ganguly. 2015. Cooling tower fog harvesting in power plants-A pilot study. Energy, 89: 1018-1028.