طراحی و ساخت وسیله ای برای استحصال آب از مه و ابرهای قله ای

محمد موسوی بایگی* ـ سپیده شعبانزاده[1]

تاریخ دریافت ۸۵/۳/۲۳
تاریخ پذیرش ۸۶/۱۰/۱۰

چکیده

تأمین آب مورد نیاز مردم در مناطق خشک و نیمه خشک جهان از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در بسیاری از نقاط کره خاکی، علیرغم خشکی و کم بارانی، مشاهده می شود که معمولاً قله کوه ها پوشیده از ابرهای قله ای است و یا در مناطق پست، همیشه مه وجود دارد. بنابراین یکی از راه های تامین آب در چنین مناطقی، می تواند استحصال آب از مه و ابرهای قله ای باشد. به منظور امکان سنجی این فکر در عمل، طرح جمع آوری آب از مه و ابرهای قله ای در بلندی های خراسان رضوی به اجرا در آمد. در این طرح، جمع کننده هایی با ابعاد و شکل های متفاوت وخصوصیات مورد نظر طراحی و ساخته شد. نتایج حاصل نشان داد که با ساخت جمع کننده های بسیار ساده، می توان تا حد زیادی نیاز این قبیل مناطق به آب را بر طرف نمود. میزان رطوبت هوا، سرعت باد و ارتفاع ایستگاه در میزان آب استحصالی مؤثر است. آب حاصل از واحد حجم (متر مکعب) این جمع کننده ها بطور متوسط در روز های خشک می تواند تا ۴۰ لیتر در روز برسد. در تمامی روز های مرطوب، مخزن جمع کننده ها معمولاً سرریز شده و به دلیل عدم امکان راهپیمایی در کوه، امکان دیدبانی میسر نبود. همچنین افزایش سطح جمع کننده در معرض مه، رابطه مستقیم با دریافت آب استحصالی دارد.

واژه های کلیدی: ابر قله ای، مه، استحصال آب، جمع کننده

مقدمه

گر چه آب یکی از فراوانترین منا بع طبیعی است که در اختیار بشر قرار گرفته است، تنها ۳ درصد از کل آب های جهان خالص، شیرین و قابل استفاده است. علاوه بر این کمتر از یک درصد از همین مقدار آب خالص در دسترس بشر قرار دارد (۴). کشور ایران نیز به دلیل اینکه قسمت اعظمی از آن جزء مناطق خشک و نیمه خشک می باشد، از این کمبود بی نصیب نمانده و کم آبی همواره باعث بروز مشکلاتی جدی در زمینه های مختلف شده و کاهش بارندگی هر سال این وضعیت را بغرنج تر ساخته است. سعی و تلاش بیش از پیش لازم است که تا حد امکان از عوارض این مشکل کاسته شود. برای تأمین آب مورد نیاز مناطق روستایی و حومه شهری و نیز واحد های اقتصادی که در مناطق خاص فعالیت می کنند، باید راه حل های مناسب و ارزان قیمتی را جستجو کرد. روش های تأمین آب برای چنین مناطقی علاوه بر ارزان بودن باید به گونه ای باشد که عموم مردم منطقه با هر سطحی از دانش بتوانند از آن ها استفاده کرده و آب مورد نیاز خود را تهیه نمایند. یکی از راه هایی که می تواند مورد توجه قرار گیرد، استحصال آب از مه و ابرهای قله ای است (۱).

در بسیاری از نقاط وضعیت توپوگرافی و شرایط حاکم بر پارامترهای هواشناسی به گونه ای است که علیرغم خشکی و کم بارانی منطقه، معمولاً در قله کوه ها به صورت دائمی مه و ابرهای قله ای مشاهده می شود. مشاهدات نشان داده است که گیاهان و بوته هایی که از ارتفاع مناسبی برخوردار هستند، می توانند با عمل تراکم قطرك های موجود در مه و ابرهای قله ای را جمع کرده و مورد استفاده قرار دهند (۸). برای مثال از دو درخت زیتون کوچک مجاور هم در ناحیه ظفار عمان در سال ۱۹۸۹، به طور متوسط ۸۶۰ لیتر در روز برای یک دوره ۷۹ روزه، آب استحصال شد. این درختان در یک محیط بادخیز قرار گرفته بودند و مرتباً در

۱ – به ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی آب دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
* نویسنده مسئول: Email: mousavi b@Ferdowsi.um.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

معرض مه و باران ریزه قرار داشتند. درختان موجود در ناحیه ظفار مقدار آب بیش از حد نیاز خودشان را در این محیط مرطوب تولید کردند و رواناب سطحی قابل ملاحظه ای نیز در زیر این درختان دیده شد (۸).

بنابراین فرض بر این است که می توان این قطرك ها را توسط جمع کننده هایی که به صورت مناسب طراحی و ساخته می شوند، جمع آوری نمود و مقدار قابل توجهی آب برای مصارف خانگی، کشاورزی و دامداری تهیه نمود. سرعت سقوط قطرك های مه آنقدر کم است که در هنگامی که بادها خیلی آرام می وزند، حرکت قطرك ها تقریباً افقی است و این بدین معنی است که یک سطح قائم می تواند مناسب ترین جمع کننده قطرك های آب مه در چنین ناحیه ای باشد. مشاهدات نشان داده است که درختان سبز با ارتفاع و آرایش مناسب، می توانند جمع کننده های خوبی باشند. از اینرو جمع کننده های مصنوعی شبیه به آن ها و به شکل صفحات شبکه ای قائم ساخته می شوند (۹). مقدار آب تولیدی، به سطح جمع کننده و کارآمد بودن جمع کننده در گرفتن قطرات آب موجود در مه و سرعت باد بستگی دارد (۸). آب محتوی مه نیز تابع ارتفاع شکل گیری آن است (۱۰). تشکیل مه تابعی از عوامل منطقه ای از قبیل توزیع فشار، گردش عمومی جو، دمای آب اقیانوس ها و شرایط پایداری جو یا شدت وارونگی دمایی است (۱). عبور ابر و مه از روی سطح حایل بستگی به رفتار باد دارد. از این رو ضروری است که جهت و سرعت باد در میکروتوپوگرافی مناطق تعیین شود. مطالعات نشان می دهد که جمع کننده هایی که در سطوح پایین نصب می شوند به دلیل اینکه در این سطوح، جریان باد با شدت کم می وزد و رطوبت و مه مداوم وجود دارد، قابلیت برداشت آب بیشتری را دارند، ولی در سطوح بالاتر جریان متلاطم هوا و رطوبت کمتر باعث می شود که آب استحصالی توسط جمع کننده به مراتب کمتر باشد (۳). اگر یک پدیده آب و هوایی که مه را تولید می کند ثابت باشد، مه مرتبا شکل خواهد گرفت (۲). به هر جهت این رفتار ممکن است از یک منطقه به منطقه ای دیگر متفاوت باشد و اتفاقات فصلی خاصی رخ دهد. مطالعات توپوگرافی، مکان هایی با ارتفاع مناسب، رشته کوه ها، تعداد قلل، سطح کشیدگی ها و گذرگاه ها را آشکار خواهد کرد. آشنایی با مکان های مناسب و سیستم های جمع کننده می تواند موجب تولید بیشترین آب خروجی از دستگاه شود (۶ و ۷).

برخی از عوامل مهم جغرافیایی شامل الگوهای جامع باد، محدوده کوه ها، ارتفاع، جهت وزش باد، فاصله از ساحل دریا، فضای بین جمع کننده ها، پستی و بلندی در نواحی مجاور و نقش توپوگرافی و شیب در دوام و پایداری یک طرح استحصال آب از مه مؤثر می باشند (۳).

بزرگترین طرح استحصال آب از مه که از سال ۱۹۹۲ تا کنون اجرا شده است، طرحی بوده که در یک روستای ۳۳۰ نفری در بیابان ساحلی خشک شمال شیلی اجرا شده و نتیجه آن به طور متوسط استحصال ۱۱ هزار لیتر آب در روز بوده است (۸).

اهداف

با توجه به اینکه کشور ایران در ناحیه کمربند خشک جهان واقع شده است و قسمت اعظم آن از کمبود آب کافی رنج می برد و نیز به منظور امکان سنجی این موضوع که آیا می توان برای قسمتی از نواحی خشک ایران، خصوصاً نواحی روستایی که حتی گاهی برای آب شرب مورد نیاز با مشکل مواجه هستند راهی را جستجو کرد که حداقل آب مورد نیاز هر واحد مسکونی را با روشی آسان و ارزان تأمین نمود، این طرح به اجرا در آمد. در حقیقت استفاده بهینه از منابع آب و نیز تلاش در جهت دستیابی به منابع آب جدید و روش های نوین استحصال آب از اهداف اصلی این طرح به حساب می آید. به این منظور موارد زیردر این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت:

۱- مطالعه شرایط و پارامترهای مؤثر در ایجاد مه، ۲- شناخت و بررسی مناطق مه خیز و مقایسه نقاط مه خیز با یکدیگر، ۳- مطالعه چگونگی و روش های مختلف جمع آوری آب از مه، ۴- بررسی امکان استحصال آب از مه در منطقه و ۵- طراحی جمع کننده های مناسب و مقایسه این جمع کننده ها از نظر میزان استحصال آب از مه.

مواد و روش ها

می دانیم که در سطح اقیانوس ها و دریاهای آزاد به طور طبیعی مه تشکیل می شود. مه های تابشی نیز در نواحی پستی بوجود می آیند که فاقد مقدار آب مایع کافی یا سرعت باد مناسب برای جمع آوری آب هستند (۳). از جمله نقاط دیگری که مه می تواند تشکیل شود می توان از قله کوه های با ارتفاع متوسط نام برد. آنجا

Archive of SID

www.SID.ir

که هوای گرم و نسبتا مرطوب دشت بر روی شیب کوه صعود کرده و در ارتفاع بالاتر و به موجب افتاهنگ دما به حالت اشباع می رسد. نوك قله بسیاری از این کوه ها در طول سال معمولا پوشیده از ابرهای قله ای است.

طرح ارزیابی استحصال آب از مه به کمک سه جمع کننده متفاوت برای اندازه گیری مقادیر متوسط تولیدی آب از مه در چهره های خاص زمینی با پوشش های متفاوت درارتفاعات مختلف انجام گرفت. ایستگاه های تحت مطالعه در ارتفاعات شمالی استان خراسان رضوی قرار دارند. ایستگاه اول در کیلومتر ۵۵ جاده مشهد- کلات و در ارتفاع تقریبی ۱۸۰۰ متر از سطح دریا واقع شده است وکار نصب دستگاه ها و جمع آوری آب در اواخر زمستان سال ۱۳۸۳ صورت گرفته است. ایستگاه دیگر در دامنه کوه های الله اکبر در شمال مشهد در ارتفاعات متفاوت ۱۱۷۰ , ۲۱۵۰ و ۲۴۰۰ متری انتخاب شد و نصب و استحصال در طول فصل بهار سال ۱۳۸۴ صورت گرفت. مطالعات متعددی انجام شد و نمونه های متفاوتی از جمع کننده ها که تا کنون در سایر نقاط جهان طراحی شده بود مورد ارزیابی قرار گرفت و نهایتا با توجه به شرایط بومی و اقلیمی منطقه سه نمونه جمع کننده طراحی گردید. این جمع کننده ها باید دارای ویژگی های خاصی می بودند. اولاً باید در عین سادگی امکان ساخت آن ها در هر نقطه ای از کشور و توسط هر نیروی غیر متخصصی نیز وجود داشته باشد، ثانیاً می بایست ارزان قیمت باشند تا هزینه ی زیادی را به خانواده روستایی تحمیل نکنند. ثالثاً باید نیازمند هیچگونه نیروی محرکه ای از قبیل نیروی برق یا موتور مکانیکی نباشند و در نهایت باید سبک و قابل حمل باشند.

با توجه به موارد فوق چهار نوع دستگاه جمع کننده در سه مدل متفاوت طراحی و ساخته شد که عبارتند از: (الف) جمع کننده مخروطی تک جداره، (ب) جمع کننده مخروطی دو جداره، (ج)جمع کننده پرده ای و (د) جمع کننده مخروطی چند جداره.

الف - جمع کننده مخروطی تک جداره

این جمع کننده ازتعداد زیادی از رشته نخ های پلاستیکی تشکیل شده که دو دایره حلقوی به شعاع های متفاوت را به هم متصل می کند (شکل ۱). نحوه قرار گرفتن حلقه های دایره ای بگونه ای است که دایره بزرگتر در بالا و حلقه با شعاع کوچکتر در

شکل(۱) جمع کننده مخروطی تک جداره

زیر آن و به فاصله ۵۰ سانتی متر قرار گرفته است. حلقه بالایی توسط سه عدد پایه فلزی که به بدنه جعبه نگهدارنده متصل است، محکم شده و حلقه کوچکتر در دهانه قیفی که آب استحصالی را به مخزن منتقل می کند، قرار گرفته است. به این ترتیب رشته های نخ، سطحی به شکل مخروط ناقص و وارونه را تشکیل می دهند. قطرك های مه و ابر و نیز بخار آب در برخورد با این رشته ها متراکم شده و قطرات حاصل در اثر نیروی ثقل به طرف پایین و به درون قیف هدایت می شوند. خروجی قیف در داخل جعبه نگهدارنده به یک قطعه شیلنگ متصل شده و انتهای شیلنگ نیز آب را به داخل مخزن جمع کننده هدایت می کند. برای اینکه هیچ اختلاطی با آب حاصل از بارندگی صورت نگیرد سایبانی به قطر ۳۰ سانتی متر در بالای جمع کننده تعبیه شده است. این کار صرفاً برای تمیز دادن مقدار آب خالص استحصالی از ابر و مه صورت گرفته است.

ب- جمع کننده مخروطی دو جداره

جمع کننده مخروطی دو جداره (شکل ۲) بسیار شبیه جمع کننده مخروطی تک جداره است، با این تفاوت که در نوع جدید دو حلقه دایره ای در بالا و دو حلقه دایره ای در پایین قرار دارد و نخ های پلاستیکی دو جداره موازی را تشکیل می دهند که در واقع هر یک از این دو جداره سطح جانبی یکی از دو مخروط ناقص با شعاع های متفاوت و وارونه می باشند.

ج- جمع کننده پرده ای

به منظور استفاده عملی از جمع کننده ها بایستی طراحی به

Archive of SID

www.SID.ir

شکل(۲) جمع کننده مخروطی دو جداره

شکل(۳) جمع کننده پرده ای

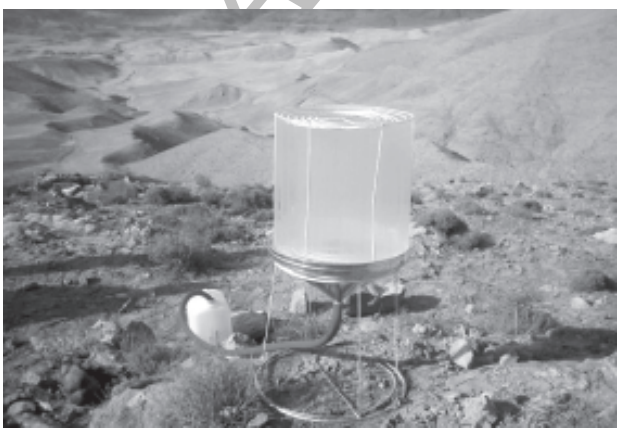
صورتی انجام گیرد که در عین سادگی عملاً امکان بهره برداری از آن وجود داشته باشد. قسمت اصلی جمع کننده پرده ای، یک چارچوب یا قاب فلزی به ابعاد یک متر است. البته این ابعاد می تواند کوچکتر یا بزرگتر باشد. در این پژوهش ابعاد قاب عمداً یک متر انتخاب شده است تا سطح آن یک متر مربع باشد. به این ترتیب به راحتی می توانیم آب استحصالی در واحد سطح را بدست آوریم. در این دستگاه مجدداً رشته های نخ پلاستیکی از بالا به پایین تنیده شده اند. در حدود ۵۸۰ رشته نخ پلاستیکی با عرض ۱ و ضخامت ۰/۱ میلی متر درون یک قاب مستطیل شکل به صورت دو لایه کشیده شده است. نخ ها بصورت کاملاً موازی با یکدیگر کشیده شده اند و ارتفاع قاب از سطح زمین حدود ۹۰ سانتی متر است، ضلع پایینی قاب در داخل یک لوله پی وی سی که در امتداد طول آن شکافی به اندازه مناسب ایجاد شده، قرار داده شده است. دو انتهای این لوله کاملاً عایق بندی شده است. این لوله به نحوی تعبیه شده که دارای شیب ملایم یک درصد می باشد و به انتهای پایینی آن، شیلنگی وصل شده که آب را به مخزن منتقل می کند.

قطره های شکل گرفته روی شبکه نخ ها با یکدیگر تشکیل قطرات بزرگتر را می دهند و در اثر جاذبه زمین به سمت جمع کننده ای که در زیر قاب قرار دارد، حرکت می کنند و سپس به یک گالن جمع کننده هدایت می شوند. کل قسمت های جمع کننده بر روی تیرك هایی محکم شده است و تیرك ها بر روی زمین با طناب هایی محکم شده اند تا در هنگام وزش باد شدید، مقاومت کافی داشته باشند (شکل ۳).

د - جمع کننده خروطی چند جداره

جمع کننده ای مخروطی چند جداره شامل ۷ دایره متحدالمرکز ساخته شد که سیستم این جمع کننده نیز کاملاً مشابه با جمع کننده مخروطی دو جداره بود. قطر دایره داخلی این جمع کننده ۲۰ سانتی متر و قطر استوانه خارجی ۵۰ سانتی متر وارتفاع این جمع کننده ۵۲ سانتی متر است که در ارتفاع ۷۰ سانتی متری از سطح زمین قرار می گیرد (شکل ۴).

جمع کننده های فوق در سطحی با ارتفاع معین و عمود بر جهت باد غالب دشت نصب شدند و به طور روزانه اطلاعات مربوط به سمت و سرعت باد توسط بادنما و بادسنج در محل، اندازه گیری شده و رطوبت نسبی با قرائت دماسنج های تر و خشک و سپس استفاده از نمودارهای ترمودینامیکی، مورد محاسبه قرار گرفت. در اثر رخداد مه تابشی در دامنه کوه ها و یا حرکت ابرهای قله ای در ارتفاعات، قطرك های مه و ابر به نخ های نایلونی جمع



شکل(۴) جمع کننده مخروطی چند جداره

Archive of SID

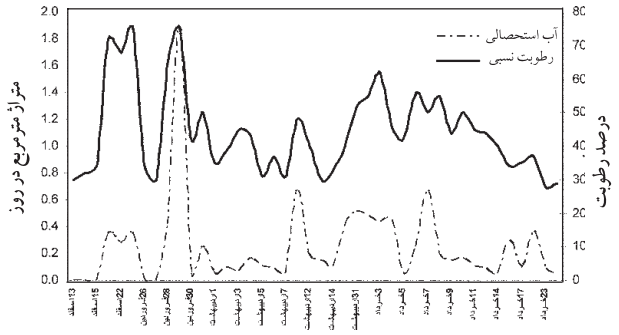
www.SID.ir

کننده ها برخورد کرده و عمل تراکم و شکل گیری قطرات روی نخ ها رخ می دهد. قطره های تشکیل شده در اثر نیروی ثقل و روی رشته پلاستیکی به پایین می لغزند و به درون قیف جمع کننده وارد می شوند.

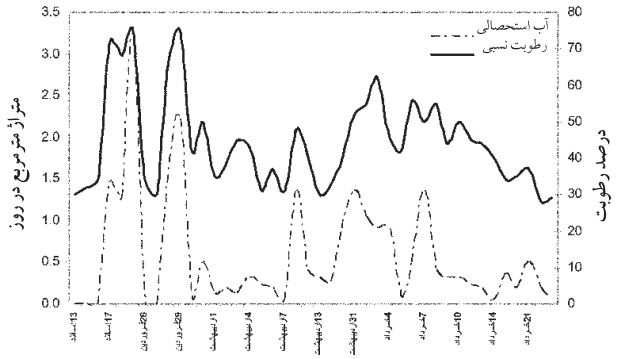
نتایج

مقدار آب جمع شده در هر یک از انواع جمع کننده در جدول ۱ نشان داده شده است. البته توجه داشته باشید که اطلاعات این جدول مربوط به ایامی است که شرایط آب و هوایی، امکان دیدبانی ایستگاه را به دیدبانان داده است، یعنی هوا کاملاً خشک و راهپیمایی در کوه راحت بوده است. در بسیاری از مواقع که این امکان وجود نداشته، مخزن جمع کننده ها معمولاً سرریز شده اند و تخمین دقیقی از مقدار آب استحصالی را در دست نیست. بنابراین آنچه مسلم است مقدار آب استحصالی واقعی به مراتب بیش از مقادیر ارائه شده در جدول است. این مقدار رابطه مستقیم با رطوبت نسبی محیط دارد (نمودارهای ۱، ۲ و ۳). این موضوع در نتایج بدست آمده نیز کاملاً مشهود است. همچنین همانطور که در جدول ۱ مشاهده می شود، مقادیر آب استحصال شده در واحد سطح در سه مدل جمع کننده ساخته شده متفاوت می باشد، و جمع کننده دو جداره، تک جداره و پرده ای به ترتیب بیشترین تا کمترین مقدار آب را در واحد سطح و در طی شبانه روز استحصال نموده اند.

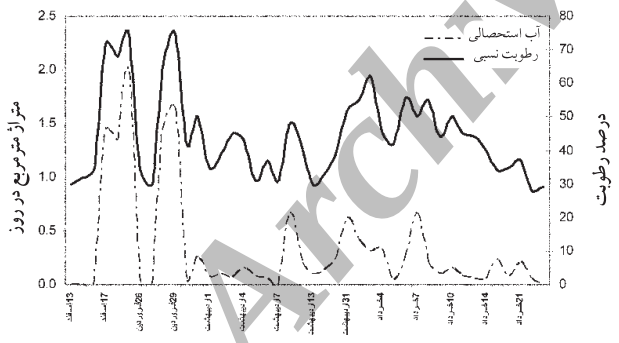
البته این مطلب از درجه اهمیت بالایی برخوردار است که جهت قرارگیری جمع کننده ها در روی شیب کوه در جهت وزش باد غالبی باشد که مه را با خود حمل می کند. مشاهدات منطقه ای و نتایج این سه ایستگاه متفاوت نشان می دهد که تکرار رخداد مه در ماه های اردیبهشت و خرداد بیشتر از ماه های دیگر مورد بررسی می باشد و می دانیم عامل مؤثر در استحصال آب از مه تکرار رخداد مه است. با مقایسه جمع کننده ها و مقادیر آب جمع شده در آن ها و تأثیر جهت و سرعت باد در جمع کننده ها متوجه می شویم که در هوای با رطوبت نسبی ثابت، زمانی که سرعت باد بیشتر است، مقدار آب جمع آوری شده نیز افزایش می یابد، البته جهت وزش باد نیز در مقدار آب استحصالی نقش به سزایی دارد، و همانطور که در نمودارهای ۴، ۵ و ۶ دیده می شود در همه جمع کننده ها رابطه بین سرعت باد و مقدار آب استحصالی روند خاصی داشته



نمودار(۱) مقدار آب استحصال شده از دستگاه پرده ای نسبت به رطوبت نسبی



نمودار(۲) مقدار آب استحصال شده از جمع کننده مخروطی دوجداره نسبت به رطوبت نسبی



نمودار(۳) مقدار آب استحصال شده از جمع کننده مخروطی یک جداره نسبت به رطوبت نسبی

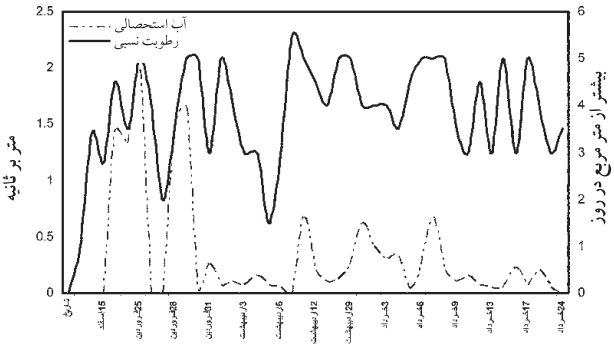
و با افزایش سرعت باد، مقدار آب استحصالی بیشتر می شود.

بحث

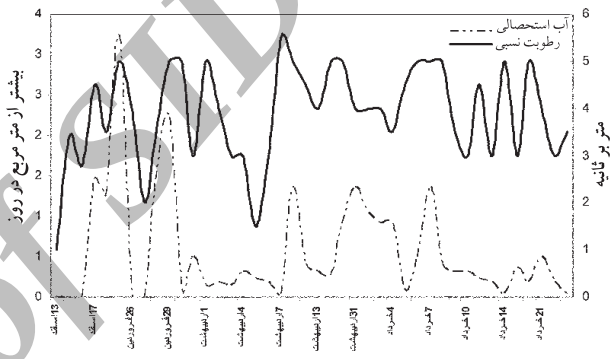
نتایج حاصل نشان می دهد که میزان آب استحصالی در جمع کننده دو جداره بیش از دو جمع کننده دیگر است، در حالی که انتظار می رفت که جمع کننده پرده ای به دلیل آنکه در ارتفاع بالاتری

Archive of SID

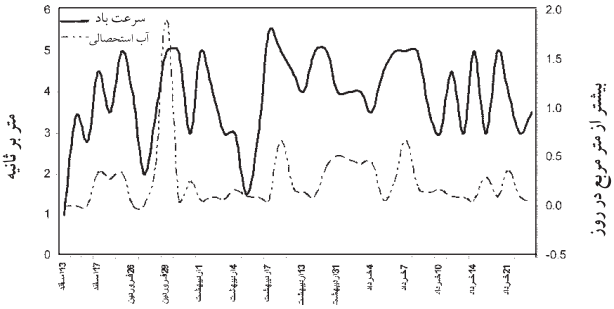
www.SID.ir



نمودار(۴) مقایسه سرعت باد با مقدار آب استحصال شده در جمع کننده مخروطی یک جداره



نمودار(۵) مقایسه سرعت باد با مقدار آب استحصال شده در جمع کننده مخروطی دوجداره



نمودار(۶) مقایسه سرعت باد با مقدار آب استحصال شده در جمع کننده پرده ای

از سطح زمین نصب شده است و نسبتا کمتر تحت تأثیر تلاطم های لایه ای مجاور سطح زمین قرار دارد، آب بیشتری استحصال نماید ولی نتایج نشان می دهند که جمع کننده های مخروطی و خصوصاً جمع کننده دو جداره، علیرغم نزدیکی به سطح زمین آب بیشتری را جمع نموده اند. این مطلب مبین این است که تلاطم های لایه سطحی در این مورد کمتر مؤثر بوده وجهت وزش باد نقش مهمتری را بازی می کند. چون باد در هر جهتی که بوزد بر بخشی از جمع کننده مخروطی عمود می باشد، بنابراین جمع کننده مخروطی بویژه نوع دو جداره آن، مؤثرتر است. .

همچنین مشاهده شد که در یک سطح مقطع ثابت وقتی تعداد جداره های نخی بیشتر باشد، مقدار آب استحصال شده افزایش می یابد. بنابراین به نظر می رسد که طراحی یک جمع کننده مخروطی با تعداد جداره های بیشتر می تواند به مراتب میزان استحصال آب را افزایش دهد. این مقدار افزایش رابطه مستقیم با تعداد جداره های جمع کننده خواهد داشت و مثلا اگر جمع کننده ای با ۲۰ جداره نخی موجود باشد، مقدار آب قابل استحصال نیز تا ۲۰ برابر قابل افزایش است. بر این اساس جمع کننده ای مخروطی شامل ۷ دایره متحدالمرکز ساخته شد، که سیتم این جمع کننده نیز کاملا مشابه با جمع کننده مخروطی دو جداره بود. پس از ساخت این جمع کننده آن را در منطقه مورد مطالعه قرار داده و پس از داده برداری های متفاوت در طی ماه های فروردین و اردیبهشت سال ۱۳۸۵ ومقایسه مقادیر آب استحصال شده در این جمع کننده با سه جمع کننده دیگر، مشاهده شد که فرض اولیه در مورد این جمع کننده های مخروطی کاملاً درست می باشد. در این مقایسه، مقادیر آب استحصالی در این جمع کننده با مقادیر آب استحصالی در جمع کننده های دیگر در یک رطوبت نسبی ثابت در نظر گرفته شد و مشاهده شد که مقادیر میانگین آب استحصالی در واحد سطح در این جمع کننده تقریباً ۷ برابر مقدار میانگین آب استحصالی در جمع کننده مخروطی تک جداره است. جمع کننده های مخروطی علیرغم همه مزیت هایی که دارند، دارای این عیب بزرگ نیز می باشند که نمی توان آن ها را برای مقاصد عملی به کار گرفت. زیرا ساخت آن ها در اندازه هایی که آب استحصالی قابل توجهی را بدست دهند بسیار سخت، و هزینه ساخت آن ها نیز بسیار بالا خواهد بود. از این دسته از جمع کننده ها فقط می توان برای مقاصد تحقیقاتی سود برد. بنابر این به منظور استفاده عملی از جمع کننده ها بایستی طراحی به صورتی انجام گردد که در عین سادگی عملاً امکان بهره برداری از آن وجود داشته باشد. در عمل، جمع کننده های پرده ای دارای کاربرد بهتر و راحت تری هستند، زیرا ساخت آن ها به مراتب راحت تر است و می توان با هر تعداد لایه ای که مورد نظر است این جمع کننده ها را ساخت، ضمن آنکه هزینه ساخت این جمع کننده ها نیز بسیار کمتر می باشد. با توجه به تأثیر مستقیم تعداد لایه ها بر آب استحصالی، چنانچه تعداد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول(۱) مقادیر آب استحصال شده در جمع کننده ها

تاریخ	جمع کننده مخروطی یک جداره $l\ m^{-2}\ day^{-1}$	جمع کننده مخروطی‌دوجداره $l\ m^{-2}\ day^{-1}$	جمع کننده پرده‌ای $l\ m^{-2}\ day^{-1}$
۱۳ اسفند	۱/۴۴۳	۱/۴۵۵	۰/۳۴۵
۱۵ اسفند	۱/۳۴	۱/۲۷۳	۰/۲۷۶
۲۲ اسفند	۱/۹۸۵	۳/۲۲۷	۰/۳۴۵
۲۶ فروردین	۱/۴۴۳	۱/۴۵۵	۰/۴۱۴
۲۸ فروردین	۱/۶۴۹	۲/۲۲۷	۰/۷
۳۰ فروردین	۰/۲۵۸	۰/۹۰۹	۰/۴۰۵
۱ اردیبهشت	۰/۶۱۹	۱/۳۶۴	۰/۵۱۷
۳ اردیبهشت	۰/۴۱۲	۱/۰۴۵	۰/۴۷۴
۵ اردیبهشت	۰/۳۰۹	۰/۹۰۹	۰/۴۳۱
۷ اردیبهشت	۰/۳۳۵	۰/۹۰۹	۰/۴۴۸
۱۴ اردیبهشت	/۲۵۸	۰/۵	۰/۲۵۰
۳۱ اردیبهشت	۰/۶۷۰	۱/۳۶۴	۰/۶۷۲
۳ خرداد	۰/۲۰۶	۰/۴۰۹	۰/۱۹
۷ خرداد	۰/۱۰۳	۰/۳۱۸	۰/۱۴۷
۱۱ خرداد	۰/۱۵۵	۰/۳۱۸	۰/۱۶۴
۱۴ خرداد	۰/۰۷۷	۰/۲۲۷	۰/۱۰۳
۱۷ خرداد	۰/۰۵۲	۰/۱۸۲	۰/۲۹۳
۲۳ خرداد	۰/۲۳۲	۰/۳۶۴	۰/۳۶۲

پرده های جمع کننده پرده ای را به تعداد بیست عدد افزایش دهیم، با عنایت به داده های مربوطه می توان نتیجه گرفت که آب استحصالی از چنین جمع کننده ای در حدود ۴۰ لیتر در روز خواهد بود.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از سازمان هواشناسی کشور به خاطر حمایت مالی قدردانی و تشکر می نمایند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. رحیمی، م. ۱۳۷۸. استحصال آب از مه، سازمان هواشناسی کشور.

۲. علیزاده. ا.، غ، کمالی، ف. موسوی. و م. موسوی بایگی. ۱۳۸۲، هوا واقلیم شناسی، شماره ۱۸۲: ۱۳۳-۱۳۷

3. Bresci.E. 2002. Wake characterization downstream of a fog collector. Atmospheric Research, 64, (1-4): 217-225,.
4. Burkard.R, et al. 2003. Fog water collection system. Atmospheric Environment. 37: 2979-2990.
5. Schemenauer R. and Cereceda,P. 1994. Fog collections role in water planning for developing countries. Natural Sources Forum, (2-8): 91-100
6. McIlveen, Robin. 1995. Fundamentals of weather and climate. CHAPMAN and HALL, London, ().
7. Guido. A .et al, Fog Harvesting. 1992. Source Book of Alternative Technologies for Fresh water Augmentation in Latin America and the Caribbean; Newsletter and Technical Publications, Part B, Technology Profiles. 1-3.
8. Oliver. J. and C.J. de Rautenbach. 2002. The implementation of fog water collection systems in South Africa. Atmospheric Research. 64, (1-4) : 227-238.
9. Maria Victoria Marzol Jaen. 2001. Fog Water Collection in Rural Park in the Canary Islands, Atmospheric Research, Spain, 64, Issues1-4, p-239-250.
10. Schemenauer R . and P. Cereceda . 1997. Fog Collection , Tiempo , Tissues 26 Dec.

Archive of SID

www.SID.ir

Design and construction of an apparatus for fog and cap cloud collection (A new method of water harvesting)

M. Mousavi Baygi* – S. Shabanzadeh [1]

Abstract

Water supply in arid and semi-arid regions is an important matter. Despite of aridity and lack of rainfall in many areas around the world, there are lots of hills that their caps shrouded by cap cloud and fog. Therefore, fog collection may be considered as a way of water supplying in such areas. This research has been carried out on the collection of water from fog in high land of Khorassan-Razavi province. The instruments used during this study were fog collectors of different sizes and shapes, meteorological instruments and visual measurements of the fog. The experiments indicated fog water collection holds considerable potential as an alternative water source in the mountainous area. The amount of obtained water is depending on wind velocity, relative humidity and height of site. The maximum amount of water collected from 1 m3 was about 40 liter per day. According to the results, multiple nylon mesh system can absorb and collect more water than a plain system. The results also showed that the amount of water increases with an increase in relative humidity.

Key words: Fog collector, Cap clouds, water harvesting

Archive of SID

* Corresponding auther Email: mousavi b@Ferdowsi.um.ac.ir
1- Contribution from College of Agricalture, Ferdowsi University of Mashhad

www.SID.ir