مروری بر روشهای استحصال آب باران از رطوبت هوا(شبنم و مه)

زهره شیبانی زاده*[۱]، سید حسین رجایی[۲]، علی باقریان کلات[۳]، علی واحدی طرقی[۴] و رضا صدیق[۵]
۱*-دانشجو کارشناسی ارشد-کارشناس پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی *(Shaybanizafeh_sh@yahoo.com)*
۲- دکتری علوم و مهندسی آب-محقق مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی
۳- دکتری زمین شناسی مهندسی-محقق مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی
۴- دانشجو کارشناسی ارشد-کارشناس پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی
۵- کارشناس ارشد سازه‌های آبی- مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان رضوی

چکیده

امروزه با توجه به محدودیت آب شیرین در جهان، نگرانیهای زیادی در خصوص منابع آب ایجاد ششده است. و ایین موضوع وقتتی جای نگرانی بیشتر دارد که بدانیم، فقط حدود ۳ درصد از کل آبهای جهان شیرین و قابل استفاده میباشد. علاوه بر ایین کمتتر از ییک درصد از همین مقدار آب خاص، در دسترس بشر قرار دارد. لذا یکی از راههای مقابله با کم آبی، استفاده از آبههای نامتعارف میباششد. استحصال آبهای نا متعارف به نوعی می‌تواند در مقوله سیستم‌های سطوح آبگیر قرار گیرد. در این زمینه برخی منابع آب های نامتعارف نیاز به سیتم‌های ویژه در خصوص استحصال آب دارد. یکی از منابع اب‌های نا متعارف شبنم و مه موجود در هوای مجاور زممین است. این رطوبت اگرچه در یک نقطه ممکن است کم باشد ولی در حجم زیاد فضای اطراف ما به عنوان منبع بزرگگی از آب وجود دارد. به طور خاص در این تحقیق بر استحصال آب از رطوبت هوا پرداخته میشود. نتایج تا کنون نشان داده با ساخت جمع کننده های بسیار ساده، میتوان تا حد زیادی نیاز این قبیل مناطق به آب را بر طرف نمود. آب حاصل از واحد حجم(متر مکعب) این جمع کننده‌ها بطور متوسط در روز های خشک میتواند تا ۴۵۰ لیتر در روز برسد و در تمامی روزهای مرطوب، مخخزن جمع کنننده ها معمولاً سرریز میشوند. همچنین افزایش سطح جمع کننده در معرض مه، رابطه مستقیم با دریافت آب استحصالی دارد. در این مقاله در ابتدا به بییان انواع مه، شرایط اقلیمی و جغرافیایی مناطق مناسب و نهایتا به معرفی جمع‌کننده‌ها و انواع آنها پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی:
شبنم، مه، استحصال آب، جمع کننده

مقدمه:

توزیع ناهمگن بارندگی در سطح کره زمین باعث پیدایش مشکلاتی در رابطه با کمبود و یا زیاد بودن آب قابل دسترس شده است. طوریکه در بسیاری از مناطق مردم از کم آبی رنج میبرند در حالیکه در بعضی از نقاط وقوع سیل های ناشی از بارندگی زیاد باعث وقوع خسارات مالی و جانی میشود. لذا لازم است که باید با تمام امکانات و انرژی با این مشکلات مبارزه شود، به عنوان مثال، در مناطق خشک کره زمین، سعی در انتقال آب از سایر نقاط پر آب میشود و یا اجرای دیگر پروژه‌های منابع آبی که بکار گرفته شده است..

یکی از راهکارهای مبارزه با کم آبی در مناطق خشک، استفاده بهینه از منابع آبی موجود و نیز تلاش در جهت دستیابی به منابع آبی جدید می‌باشد. با توجه به مطالب بیان شده، اگر بخواهیم تعریفی اولیه و بسیار کللی از سیستم‌های استحصال آب ارائه دهیم می‌توان گفت به روش‌های جمع‌آوری و ذخیره آب گویند که آب ذخیره شده بعدها برای رفع نیازهای دام، حیات وحش، کشاورزی و استفاده‌های محلی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. استحصال آب روشی برای توسعه منابع آب سطحی بیا هدف افزایش کمییت و کیفیت منابع آب موجود است. استفاده از منابع آبی مانند شبنم، سیل، مه، جریان‌های آب زیر قشری، جریان‌های هوای غنی رطوبتی، سطوح آبگیر باران، قنوات و ... از جمله مواردی هستند که در تمدن قدیم نیز همواره مورد استفاده قرار گرفته‌اند. برای مثال بومیان فلسطین در اطراف تاکستان‌های خود دیوارهایی کندویی دایره‌ای شکل می‌ساختند که این دیواره ها موجبات استحصال شبنم و مه را در تاکستان فراهم می‌کرد یا اینکه در جزایر قناری آب جمع آوری شده از شاخ و برگ درختتان، ببرای سال‌ها تنهها منبع آب ببرای انسان‌ها و حیوانات به کار میرفت(۵). کشورهای زیادی بر روی استحصال آب از مه سرمایه گذاری کرده‌اند. شیلی، پرو، اکوادور، کانادا، نامیبیا و نپال از جمله این کشورها می‌باشند. در شیلی در یکی از روستاها که پروژه استحصال آب از مه اجرا شده است، روزانه حدود ۱۱۰۰۰ لیتر آب آشامیدنی از این منبع تامین می‌شود(۴). در منابع تاریخی و آثار بجامانده از اقدامات تجربی ساکنین مناطق خشک در ایران، به خوبی می‌توان به آشنایی پیشینیان دربهره‌برداری از پدیده شبنم و مه پی بردبه عنوان مثال، زارعین در مناطق مه خیز درزمین‌های خود جوی و پشته‌ها را برای استفاده حداکثر از شبنم، عمود ببر حرککت مه احداث کرده‌اند. در ایین مقالله ببه روش استحصال آب از مه و شبنم برای مناطقی که رطوبت نسبی بالای ۷۰ درصد داشته و در بیشتر موارد سال وزش بباد، شرایط مناسبی جهت استحصال آب از مه داشته باشد، اشاره دارد.

فرآیند استحصال آب از مه و رطوبت هوا یقیناً یک منبع جایگزین برای تهیه آب شرب نبوده لیکن می‌تواند مکمل بسیار مناسبی برای جبران کمبودها باشد. طرح استحصال را می‌توان در مکان‌های مختلفی نظیر استان هرمزگان همچون مناطق ساحلی رطوبتی استان‌های بوشهر، سیستان و بلوچستان، خوزستان، مناطق ساحلی شمال و مناطق کوهستانی شمال و شمال‌غرب کشور که درجه حرارت پایین و رطوبت بالایی داشته و دارای مه شدید هستند ، اجرا کرد(۲).

براساس مطالعات انجام شده هزینه‌های دستگاه شبکه توری برای نصب در پشت بام منازل در مقایسه با وسایل سیستم‌های آبرسانی دیگر بسیار پایین بوده ضمن آنکه دستگاه‌های مذکور هیچ‌گونه انرژی مصرف ننموده و اثر سوئی بر محیط زیست ندارد. گفتنی است از نظر بهداشتی نیز آب استحصال شده تمیز و سالم بوده و خطرات احتمالی که روش‌های دیگر انتقال آب به منطقه را تهدید می‌کند، در این روش وجود ندارد. امروزه در کشورهای توسعه یافته که در آن‌ها حتی کمبود آب شرب وجود ندارد، برای آبیاری جنگل‌ها، مراتع و کشاورزی این روش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

یکی از روش‌های جمع آوری آب را می‌توان جمع آوری مه و شبنم معرفی نمود. این نوع جمع آوری آب را می‌تتوان ببه دو زیبر مجموعه جمع آوری شبنم و جمع آوری مه تقسیم نمود. در هر دو حالت ببا استفاده از سطوحی ککه جاذب رطوبت هستند، آب گردآوری شده و به مخازن حمل خواهد شد. در این سیستم‌ها کل انرژی مورد نیاز بوسیله جاذبه و کاهش دمای هوا تأمین خواهد شد.

جمع‌آوری مه

تحت شرایط اقلیمی مناسب، قطرات موجود در مه بر روی سطوح سرد جمع شده و می‌توان این آب را جمع آوری نمود. بهترین مثال از این حالت را می‌توان در پرو و شیلی مشاهده نمود که منطقه‌ای ساحلی بوده و همواره شاهد وقوع مه می‌باشند. نام محلی این مه کامانچاس می‌باشد. مه بوسیله باد به مناطق ساحلی هدایت می‌شود و می‌توان آن را با ابزارآلات خاصی گردآوری نمود. در این مورد

نیاز است که ابر استراتوکومولوسی در ارتفاع ۴۰۰ تا ۱۲۰۰ متری موجود بوده و منطقه کوهستانی باشد(۸). چهار فاکتور مهم در تعیین مناطق مناسب برای جمع آوری مه باید مد نظر قرار گرفته شود. پتانسیل جمع آوری حجم زیادی آب خود به فراوانی وقوع مه، سرعت و جهت باد، محتوای رطوبتی مه در منطقه، ارتفاع زیر ۷۰۰ متر پیشنهاد شده است و دما نزدیکی به محل استفاده از آب، خصوصیات توپوگرافی و دسترسی به منطقه این چهار فاکتور می‌باشند. این عوامل هزینه مورد نیاز برای تأسیس سیستم را مشخص خواهنند ککرد البته باید به سایر جوانب مانند امنیت تجهیزات، مالکیت زمین و مشارکت مردم محلی در اجرای این برنامه‌ها نیزدقت کافی داشت(۹).

تا کنون مهمترین نتیجه حاصله از آزمایشات شیمیایی بر روی آب استحصال شده از رطوبت هوا نشان داده که آب عاری از هر گونه عامل بیماری بوده است. مقادیر زیاد موجودات هتروترفیک موجود نیز خطر جدی محسوب نمی‌شد چرا که محدوده مشخصی برای آن تهیه نشده است .به هر حال این موجودات را می‌توان با استفاده از فیلتر شنی ساده از آب جدا کرد. ویژگی‌های لازم آب آشامیدنی از نظر باکتریولوژیکی، باتوجه به وجود یا عدم استحصال آب از مه وجود باکتری کلیفرم در نمونه‌ها تعیین می‌گردد. این بباکتری ککه در دستگاه گوارش انسان و حیوانات رشد می‌کند شاخص آلودگی یا پاکیزگی آب‌ها می‌باشد. حد مطلوب آن این است ککه در ۰/۱ لیتتر نمونه‌ای که از آب گرفته می‌شود حتی یک کلیفرم نیز وجود نداشته باشد. مقدار کلرید سدیم در نمونه اولیه بسیار زییاد می‌باششد ککه ممکن است از انتقال نمک برروی جمع کننده‌ها حاصل شده باشد. بنابراین جمع کننده‌ها قبل از نمونه برداری دوم مورد شستششوقرار گرفتند(۱).

جمع آوری شبنم

بهترین نمونه‌های جمع آوری شبنم را می‌توان در حاشیه دریای مدیترانه و در صحرای نقب مشاهده نمود. در این مناطق رطوبت بوسیله پشته‌هایی از سنگ که چاه‌های هوایی نامیده می‌شوند ببه دام انداختته می‌ششده است. در عصر حاضر، سیستم‌های سنتی جمع‌آوری شبنم به صورت مدرن درآمده‌اند .به عنوان مثال یک سیستم خنک‌کننده جدید قادر است در مساحت ۲۰۰ متتر مربع در روز ۲۰ لیتر آب خالص فراهم آورد(۷).

تشکیل شبنم در شرایطی صورت می‌پذیرد که دمای سطح به زیر دمای ششبنم برسد. طبیعی است اوللین معیارها در انتخاب مکان‌های مناسب برای جمع آوری شبنم وجود رطوبت نسبی بالا و رسیدن دمای سطح به زیر دمای شبنم خواهد بود(۶).

مه و انواع آن:

برای تعریف مه نمی‌توان تعریف دقیق و روشنی را بیان کرد، چون در اکثر منابع تعریفی که شده است بباتعریف ابر ششباهت‌های زیادی وجود دارد. اما باید به این نکته توجه کرد که مه در نزدیک سطح زمین به وجود می‌آید یعنی درطبقه پایین جو، درصورتی ککه ابر از مشخصه‌های ارتفاعات بالای جو می‌باشد.

به هرحال تعریفی از مه را می‌توان اینگونه بیان کرد که مه حاصل تراکم و سرد شدن هوای مرطوب و گرم است که به نقطه شبنم رسیده و ذرات بخار آب موجود درآن به صورت متراکم درآمده و به صورت ابری است، که ببه آن ممه می‌گویننند. یعننی اینککه ههوای مرطوب وگرم دریا باعبور سریع از روی خشکی‌های سرد دمای آن به سرعت کم می‌شود و به نقطه شبنم می‌رسد ومتتراکم ششده ممه ایجاد می‌شود. نکته که باید دقت کرد اینکه اگر دمای هوا پس از تشکیل مه زیاد شود مه ازهم پاشیده می‌شود و ضخامت ممه ههم ببه میزان رطوب، دما، باد وغیره بستگی دارد. در زیر به انواع مه وچگونگی تشکیل هرکدام می‌پردازیم.

مه تابشی(Radiation Fog)

این نوع مه در شب‌های صاف و هوای آرام ایجاد می‌شود. در این شرایط، هوای ققرار گرفتته در ببالای زممین ششروع ببه سردششدن می‌کند و سپس رطوبت موجود در آن، تبدیل به قطره‌های بسیار ریز آب شده و در ارتفاع کمی از سطح زمین شناور می‌ماند. مه تابشی در گروه انواع مه قرار می‌گیرد که زمستان و پاییز بیشتر در دشت‌های سرسبز شاهد آن هستیم.

شکل ۱: نموده‌ای از منظره مه تابشی

مه آبدار یا فرا رفتی(Advection fog)

نوعی از مه که بر اثر وزش رطوبت و قرار گرفتن در بالای یک محیط خنک (مانند آب روزخانه) تشکیل می‌شود. این گونه از ممه در عکس‌هایی که از پل معروف سانفرانسیسکو گرفته می‌شود زیاد به چشم می‌خورد، اما به‌لحاظ علمی در تمامی قسمت‌های ساحل دریای آرام در شمال آمریکا شاهد حضور مه آبدار هستیم.

شکل ۲: نمونه‌ای از منظره مه آبدار

مه دره(Valley Fog)

یکی از انواع مه که در دره‌ها تشکیل می‌شود. به‌لحاظ علمی می‌توان مه دره را در گروه مه تابشی قرار داد. زمانی که هوای سرد و سنگین می‌شود با آب متراکم تشکیل این مه رخ می‌دهد و در زیر لایه‌ای از هوای گرم‌تر بالای دره قرار می‌گیرد. این گونه مه در چنین شرایطی ممکن است برای چندین روز باقی بماند.

شکل ۳: نمونه‌ای از منظره مه دره

مه یخبندان(Freezing Fog)

در مه یخبندان که یکی دیگر از انواع مه به حساب می‌آید، قطره‌های آب که مه را تشکیل داده‌اند در معرض هوای زیبر صفر قرار گرفته و در حال تبدیل‌شدن به یخ هستند اما هنوز یخ نزده‌اند؛ درنتیجه شاهد تشکیل مه یخبندان هستیم. به عبارت ساده‌تر مه یخبندان همان مه معمولی است اما در مجاورت هوای زیر صفر، در حال تبدیل‌شدن به دانه‌های یخ است.

شکل ۴: نمونه‌ای از منظره مه یخبندان

یخ‌مه(Frozen fog)

یکی دیگر از انواع مه که شباهت زیادی به مه یخبندان دارد، یخ مه نامیده می‌شود. در این نوع مه با ذرات ریز مه طرف هستیم که کاملاً یخ زده‌اند و به دانه‌های کریستال تبدیل شده‌اند و به صورت معلق در هوا باقی مانده‌اند. این نوع مه را در قسمت‌های بسیار سرد که دمای هوا به ۵ درجه زیر صفر می‌رسد شاهد هستیم.

شکل ۵: نمونه‌ای از منظره یخ مه

مه تبخیری(Evaporation fog)

یکی دیگر از انواع مه را مه تبخیری می‌گویند، این گونه مه بیشتر در فصل پاییز و زمانی که هوای بالای رودخانه سرد می‌شود به وجود می‌آید. در این شرایط لایه‌ای از هوای سرد که به آب گرم رودخانه نزدیک است شروع به گرم شدن می‌کند و در نتیجه رطوبت موجود در آب به داخل این هوای سرد بالای آب تبخیر می‌شود. در نتیجه شاهد مه تبخیری در رودخانه‌ها و برکه‌ها هستیم. ایین گوننه مه حتی ممکن است روی استخرها و حوضچه‌های بزرگ نیز در فصل پاییز تشکیل شود.

شکل ۶: نمونه‌ای از منظره مه تبخیری

تحت شرایط اقلیمی مناسب، قطرات موجود در مه بر روی سطوح سرد جمع شده و می‌تتوان ایین آب راجمع آوری نمود. در جمع‌آوری مه از مناطق چند فاکتور مهم را باید در نظر داشت. پتانسیل جمع آوری مه باید مد نظر قرار گرفته شود. نزدیکی ببه محل استفاده از آب و خصوصیات توپوگرافی منطقه که باید به گونه‌ای باشد که امکان جذب بخارات وجود داشته باشد. ببرای استحصال مه ساحلی کم ارتفاع، تپه ها یا توده‌های شنی مناسب می‌باشد ولی برای استحصال ابرهای با ارتفاع بیشتر، کوهستان‌های بلنند مد نظر است.

مکانیسم استحصال آب از مه

می‌دانیم که در سطح اقیانوس‌ها و دریاهای آزاد به طور طبیعی مه تشکیل میشود. مه‌های تابشی نیز در نواحی پستی بوجود می‌آید که فاقد مقدار آب مایع کافی یا سرعت باد مناسب برای جمع آوری آب هستند(۴). از جمله نقاط دیگری که مه میتواند تششکیل ششود، قله کوه‌های با ارتفاع متوسط است، آنجا که هوای گرم و نسبتا مرطوب دشت، بر روی شیب کوه صعود کرده و در ارتفاع ببالاتر ببدلیل افت دما به حالت اشباع میرسد.(۳).

با توجه به اینکه تمام بخار آب ناشی از تابش انرژی خورشید، به نزولات تبدیل نمی‌شوند لذا بخشی از آن آب به دلیل پایین ببودن تراکم به بارش تبدیل نشده و در فضا به صورت مرئی و نامرئی (مه و رطوبت هوا) پراکنده می‌شوند. با استفاده از اطلاعات هواشناسی می‌توان مناطق دارای این پتانسیل را شناسایی کرد و آنها را به آب شیرین و گوارا تبدیل کرد. بنابراین بعد از پتانسیل سنجی رطوبت هوا و محاسبه نقطه شبنم در طرح استحصال، سیستم جمع کننده مه و رطوبت هوا ضروری است. قطرات بباران رییز دارای قطر ۴۰ میکرومتر تا ۰/۵ میلی‌متر و سرعت سقوط آنها کمتر از ۱ سانتی متر بر ثانیه تا حدود ۵ سانتیمتر ببر ثانییه است. قطره‌های مه نییز سرعت سقوط خیلی پایینی دارند که حتی در بادهای خیلی آرام هم به صورت افقی جابجا می‌شوند. با این توضیح جمع کننده مناسب برای قطره‌های مه می‌توانند یک سطح قائم یا تقریبا قائم باشند که بر همین اساس جمع کننده‌های مصنوعی را ببه شکل صفحات شبکه ای قائم می‌سازند.

طراحی یک جمع کننده آب از رطوبت هوا:

مهمترین بخش در یک طرح استحصال آب از رطوبت هوا، طراحی و ساخت یک سیستم جمع کننده آب می‌باشد. این طراحی بایستی به گونه‌ای صورت بگیرد که در عین سادگی امکان بهره‌برداری از آن برای بیشتر عموم مردم وجود داشته باشد. انواع مختلفی از این جمع‌کننده‌ها تاکنون طراحی شده است که می‌توان به جمع‌کننده‌های پرده‌ای، جمع‌کننده‌های مخروطی تک جداره، جمع کننده‌های مخروطی دو جداره وجمع کننده های مخروطی چند جداره اشاره نمود. البته باید در طراحی جمع‌کننده‌ها این نکته را در نظر داشت که جهت قرارگیری جمع‌کننده‌ها در روی شیب کوه در جهت وزش باد غالبی باشد که مه را با خود حمل میکند. در ذیل اشاره مختصری به خصوصیات انواع جمع‌کننده‌ها می‌کنیم.

الف: جمع کننده مخروطی تک جداره

این جمع کننده از تعداد زیادی از رشته نخ‌های پلاستیکی تشکیل شده که دو دایره خلقوی به شعاع‌های متفاوت را به هم متصل می‌کند. نحوه قرار گرفتن حلقه‌های دایره‌ای بگونه‌ای است که دایره بزرگتر در بالا و حلقه با شعاع کوچکتر در زیر آن به فاصله ۵۰ سانتی‌متری 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 می‌کند، قرار گرفته است. به این ترتیب رشته‌های نخ، سطحی به شکل مخروط ناقص و وارونه را تشکیل میدهد.

شکل ۷: جمع کننده مخروطی تک جداره

قطره‌های مه و ابر و نیز بخار آب در برخورد با این رشته‌ها متراکم شده و قطرات حاصل در اثر نیروی ثقل به طرف پایین وبه درون قیف هدایت می‌شوند. خروجی قیف در داخل جعبه نگهدارنده به یک فطعه شیلنگ متصل شده و انتهای شیلنگ نیز آب را به داخل مخزن جمع‌کننده هدایت می‌کند. برای اینکه هیچ اختلاطی با آب حاصل از بارندگی صورت نگیرد سایبانی به قطر ۳۰ سانتی‌متر در بالای جمع کننده تعبیه شده است.این کار صرفاً برای تمیز دادن مفدار آب خالص استحصالی از ابر و مه صورت گرفته است.

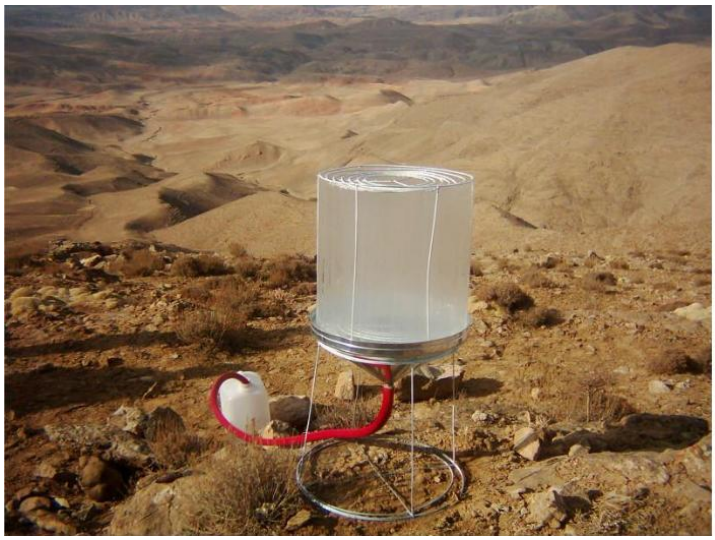
ب: جمع کننده مخروطی دو جداره:

جمع کننده مخروطی دو جداره بسیار شبیه به جمع کننده مخروطی تک جداره است، با این تفاوت که در نوع جدید دو حلقه دایره‌ای در پایین قرار دارد و نخ‌های پلاستیکی دو جداره موازی را تشکیل می‌دهند که در واقع هر یک از این دو جداره سطح جانبی یکی از دو مخروط ناقص با شعاع‌های متفاوت و وارونه میباشد.

شکل ۸: جمع کننده مخروطی دو جداره

ج: جمع کننده مخروطی چند جداره

جمع کنندهای مخروطی چند جداره شامل ۷ دایره متحدالمرکز ساخته شد که سیستم این جمع‌کننده نیز کاملاً مشابه با جمع کننده مخروطی دو جداره بود. قطر دایره داخلی این جمع‌کننده ۲۰ سانتی‌متر و قطر استوانه خارجی ۵۰ سانتی‌متر وارتفاع این جمع کننده ۵۲ سانتی‌متر است که در ارتفاع ۷۰ سانتی‌متری از سطح زمین قرار می‌گیرد. جمع کننده‌های فوق درسطحی با ارتفاع معین و عمود بر جهت باد غالب دشت نصب شدند. 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 کوه‌ها و یا حرکت ابرهای قله‌ای در ارتفاعات، قطره‌های مه و ابر به نخهای نایلونی جمع کننده‌ها برخورد کرده و عمل تراکم و شکل گیری قطرات روی نخها رخ می‌دهد. قطره‌های تشکیل شده در اثر نیروی ثقل و روی رشته پلاستیکی به بایین می‌لغزند و به درون قیف جمع کننده وارد می‌شوند



شکل ۹: جمع کننده مخروطی چند جداره

با توجه به آنالیز انجام شده در این سه مدل نشان داده‌است که، مقادیر آب استحصال شده در واحد سطح در سه مدل جمع کننده ساخته شده، متفاوت می‌باشد و جمع کننده دو جداره، تک جداره و چند جداره به ترتیب بیشترین تا کمترین مقدار آب را در واحد سطح در طی شبانه روز استحصال نموده‌اند(۳).

د: جمع کننده پرده‌ای

به منظور استفاده عملی از جمع کننده‌ها بایستی طراحی به صورتی انجام گیرد که در عین سادگی عملاً امکان بهره برداری از آن وجود داشته باشد. قسمت اصلی جمع کننده پرده‌ای، یک چارچوب یا قاب فلزی به ابعاد یک متر است. البته این ابعاد می‌تواند کوچکتر یا بزرگتر باشد. در این دستگاه مجدداً رشته‌های نخ پلاستیکی از بالا به پایین تنیده شده‌اند. در حدود ۵۸۰ رشته نخ پلاستیکی با عرض ۱ و ضخامت ۰/۱ میلی‌متر درون یک قاب مستطیل شکل به صورت دو لایه کشیده شده است. نخ‌ها بصورت کاملاً موازی با یکدیگر کشیده شده‌اند و ارتفاع قاب از سطح زمین حدود ۹۰ سانتی‌متر است، ضلع پایینی قاب در داخل یک لوله پی‌وی‌سی که در امتداد طول آن شکافی به اندازه مناسب ایجاد شده، قرارداده شده است. دو انتهای این لوله کاملا عایق بندی شده است. این لوله به نحوی تعبیه شده که دارای شیب ملایم یک درصد می‌باشد و به انتهای پایینی آن،شیلنگی وصل شده که آب را به مخزن منتقل می‌کند. قطره‌های شکل گرفته روی شبکه نخ ها با یکدیگر تشکیل قطرات بزرگتر را می‌دهند و در اثر جاذبه زمین به سمت جمع کننده‌ای که در زیر قاب قرار دارد، حرکت می‌کنند و سپس به یک گالن جمع کننده هدایت می‌شوند. کل قسمت‌های جمع کننده بر روی تیرک‌هایی محکم شده است و تیرک‌ها بر روی زمین با طناب هایی محکم شده‌اند تا در هنگام وزش باد شدید، مقاومت کافی داشته باشند.

شکل ۱۰: جمع کننده پرده‌ای

علاوه بر مه که در واقع شرایط فوق اشباء رطوبت در نزدیکی سطح زمین است، در شرایط طبیعی هوای اطراف ما دارای رطوبت ۵ تا ۹۵ درصدی است. این میزان رطوبت که بطور طبیعی همواره وجود دارد منبع بزرگی از آب در سطح زمین است. استحصال آب از این رطوبت نیز به نوعی با استحصال آب از مه مشابهت دارد. در این خصوص باتوجه به رشد تکنولوژی، تکنیک‌های متنوعی برای جمع آوری آب از رطوبت هوا توسط برخی شرکت‌ها ارائه شده است در ادامه نمونه‌هایی از آن ارائه شده است.

ه: برج وارکا

این سیستم که توسط یک شرک ایتالیایی ارائه شده است بسته به ابعاد و فرم اجرایی قابلیت استحصال آب تا ۱۰۰ لیتر در روز را دارد. نمونه‌ای از این سیستم در شکل ۱۱ ارائه شده است. اساس کار این سیستم با الهام از طبیعت خصوصاً گونه‌های گیاهی مناطق خشک و حتی برخی گونه‌های حشارت که از طریق ساختار پوشش بدنی خود در طول شب رطوبت هوا را جمع می‌کنند و به مصرف می‌رسانند، طراحی شده است.

شکل ۱۱: برج جمع کننده وارکا

و: دستگاه واترجن

این سیستم نیز تلفیقی از ادوات مکانیکی و الکتریکی و همچنین پره‌های جاذب مه است. در این دستگاه که نمونه‌ی آن در شکل ۱۲ ارائه شده است دارای یک فن مکنده در قسمت بالایی دستگاه است که هوا را از محیط اطراف به داخل دستگاه جذب می‌کند. ایین هوا که دارای رطوبت است از داخل یک تونل عبور کرده و در طول مسیر مبردهایی دمای محیط داخلی تونل را کاهش داده و باعث می‌شوند قطرات کوچک مه با تجمیع بصورت قطرات بزرگتر تبدیل شوند. این قطرات در فواصل مشخص ببا پرده‌های جاذب رطوبت برخورد می‌کند. قطرات آب استحصالی در اثر وزن به داخل مخزن ذخیره در قسمت پایین دستگاه وارد شده و قابل استفاده خواهند بود. کیفیت آب استحصالی در این دستگاه در حد آب شرب بوده و انواع مختلف آن باتوجه به ابعاد از ۱۵ تتا ۴۵۰ لیتتر آب را در طول روز استحصال می‌کنند.

شکل ۱۲: نمونه دستگاه واترجن

نتایج و بحث

وجود رطوبت در هوای پیرامون زمین علاوه بر اینکه لازمه تداوم زندگی در روی کره خاکی است در بسیاری موارد قابلییت تتأمین آب مورد نیاز جوامع کوچک و نیازهای اولیه زندگی را دارد. در این خصوص استحصال آب از ممه باتوجه ببه میزان رطوبت توسط روش‌های مختلفی انجام می‌شود. در این مقاله برخی روش‌ها که مبتنی بر گسترش جدارهای جاذب رطوبت در مسیر جریان هوا است

معرفی شد. در بین سه نمونه از جمع‌کننده های معرفی شده میزان آب استحصالی در جمع کننده دو جداره علیرغم نزدیکی به سطح زمین بیش از دو جمع کننده دیگر است. این موضوع نشان می‌دهد تلاطم‌های لایه سطحی در این مورد کمتر موثر بوده و جهت وزش باد نقش مهمتری را بازی میکند. چون باد در هر جهتی که بوزد، بر بخشی از جمع‌کننده مخروطی عمود میباشد، بنابراین جمع کننده مخروطی بویژه دو جداره آن موثرتر است. جمع‌کننده‌های مخروطی علیرغم همه مزیت‌هایی که دارند باتوجه به میزان آب استحصالی هزینه ساخت آنها نیز بالا خواهد بود. با این وجود باتوجه به اهمیت تأمین آب خصوصاً در مناطق خشک و بیا هدف تتأمین آب شرب طرح‌های ساخت جمع‌کننده‌های آب از مه قابل توصیه خواهد بود. نمونه‌های معرفی شده در این مقاله از جمله ببرج وارکا و دستگاه واترجن از این دست می‌باشند. تلفیق این سیستم‌ها با سیستم‌های تأمین انرژی غیر فصیلی نظیر انرژی باد و انرژی خورشیدی می‌تواند به توجیه اقتصادی آنها کمک کند. در این خصوص نیز کارهایی انجام شده است که در آینده قطعاً نتتایج ککاربردی و عملییاتی آن در دسترس قرار خواهد گرفت. نکته مهم در این بحث تذکر این حقیقت است که در واقع زندگی در سطح زمین، حیات در بستر اقیانوسی بزرگ از هوای مرطوب است که می‌تواند در هر نقطه تأمین کننده آب مورد نیاز انسان و اطرافیان آن باشد.

منابع

- بذرکار، ح.، اسلمیان، س.، ۱۳۸۶. ارزیابی استحصال آب مه به عنوان یک منبع تامین آب در مناطق خشک و نیمه خشک. نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر ۱۰.
- محمودی، پ.، خواجه امیری خالدی،چ.،سالاری فنودی، م.، ۱۳۹۵. بررسی مطالعه امکان سنجی استحصال آب از رطوبت هوا در جنوب استان سیستان و بلوچستان. نشریه پژوهشهای حفاظت آب و خاک، جلد بیست و سوم، شماره دو .
- موسوی بایگی، محمد. شعبان‌زاده،سپیده. ۱۳۸۶. طراحی وسیله‌ای برای استحصال آب از مه و ابرهای قله‌ای، مجله علوم و صنایع غذایی، ویژه آب و خاک، جلد ۲۲ شماره۱،سال۱۳۸۷.
- Bresci.E.2002.Wakc characterization downstream of a fog collector.Atmospheric Research,64,(1-4):217-225.
- Burkard.R,et al.2003.Fog water collection system.Atmospheric Enviroment.37:2979-2990.
- Kirk,W.W.,et al.,Atmospheric Corrosion.1995:ASTM
- Mandal, R.B., Water Resource Management. 2006: Concept Publishing Company.
- Sharan,G.,Dew harvest:to supplement drinking water sources in arid coastal belt of Kutch.2006:Envionment& development series.Foundation Books.
- Olivier,J,Fog harvesting:An alternative source of water supply on the west coast of South Africa.GeoJournal,2004.61:p.203-214
- Olivier, J. 2002. Fog-Water Harvesting Along the West Coast of South Africa: A Feasibility Study. Water SA, 28: 4. 349-360.
- Oliver.J.and C.j.de Rautenbach.2002.The implementation of fog water collection system in south Africa. Atmospheric Reseach. 64,(1-4): 227-238