حفظ و بهره‌وری آب در مناطق کوهستانی اشکورات با استحصال آب باران

کورش کمالی

استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

**Email: kamali_kourosh@yahoo.com*

چکیده

استحصال آب باران یکی از شاخص‌ترین فنون مدیریت بهره‌برداری از آب باران برای مقابله با کم‌آبی است که در نقاط مختلف جهان به سرعت در حال توسعه می‌باشد. مناطق کوهستانی اشکورات شهرستان رودسر در استان گیلان که به عنوان قطب توسعه فندق و گیاهان دارویی کشور شناخته می‌شوند، ضرورت تامین آب مورد نیاز باغات و مزارع و هم‌چنین تامین آب شرب به‌ویژه در ماه‌های بحرانی، با بهره‌گیری از موهبت خدادادی باران و مه دو چندان است. ساکنان این مناطق از تمام ظرفیت‌های محیطی به منظور تامین آب مورد نیاز برای مصارف گوناگون بهره می‌برند. استحصال آب باران از پشت بام ساختمان‌های احداثی، سکوبندی و جوی تراز، احداث پشته‌های هلالی، بهره‌گیری از سطوح کوچک آب‌گیر روزمینی و استحصال آب از مه نمونه‌ای از این موارد است. به‌عنوان نمونه با ثبت ٦٩ واقعه مه‌آلود در طول یک‌سال در روستای سراورسو، ۵۰۰ لیتر آب از هر جمع‌کننده پرده‌ای یک مترمربعی استحصال شد. در این وقایع متوسط عملکرد جمع‌کننده‌ها ۷/۳ لیتر در مترمربع در روز بدست آمد. استفاده مناسب از روان‌آب‌های سطحی و مدیریت آب سبز با هدف افزایش بهره‌وری در باغ‌ها و مزارع، ضمن تولید بهینه محصول، حفاظت توامان آب و خاک را در بر دارد. لذا لازم است در این مناطق با تلفیق دانش بومی و نوین، بهترین و کارآمدترین شیوه‌ها را به‌منظور مدیریت رواناب، حفظ رطوبت خاک و کنترل تبخیر مورد توجه قرار داد. در این خصوص می‌بایست به آموزش کشاورزان و باغداران به عنوان کاربران هدف، اهتمام خاصی مبذول داشت. در این مقاله کاربست برخی از سامانه‌های سطوح آب‌گیر باران و مه به منظور تامین آب سبز و افزایش رطوبت خاک در باغ‌ها و مزارع با تکیه بر دانش بومی ساکنان مناطق کوهستانی اشکورات شهرستان رودسر، مورد توجه قرار گرفته است.

واژه های کلیدی: اشکورات، دانش بومی، ذخیره رطوبت خاک، سازگاری با کم آبی

بیان مسئله

استحصال آب به جمع‌آوری آب‌هایی با منشاء بارش‌های جوی و رواناب‌های ناشی از آن‌ها در اولین مراحل تشکیل و قبل از پیوستن به رودخانه‌های دائمی و ذخیره آن در مخزن و یا خاک برای مصارف مختلف اطلاق می‌شود. سامانه‌های جمع‌آوری آب باران روشی برای استفاده مطلوب‌تر از منابع نزولات آسمانی با هدف افزایش کیفیت و کمیت ذخیره آب در مخازن و یا ناحیه گسترش ریشه گیاه است (٦). معمولاً به مجموعه اجزاء به کار رفته در هر شیوه استحصال آب، یک سامانه سطوح آبگیر اطلاق می‌شود. سامانه‌های آبگیر پشت‌بام‌ها، سامانه‌های جمع‌آوری رواناب در دامنه‌ها نظیر ایجاد شیار بر روی خطوط تراز، بانکت‌ها، سکوها، کرت‌های لوزی شکل، سطوح آبگیر روزمینی به صورت سطوح آبگیر درون مزرعه‌ای، بندهای ذخیره آب در آبراهه‌ها، شبکه‌های پخش سیلاب، آب‌بندان‌ها و بندهای کوتاه قابل احداث در آبراهه‌ها نمونه‌هایی از چنین سامانه‌هایی هستند. در مبحث سامانه‌های سطوح آبگیر باران سه بخش اصلی سامانه‌ها شامل سطح آبگیر، انتقال و هدایت آب‌های جمع‌آوری شده به مخزن ذخیره آب و ذخیره‌سازی یا محل انبارش آب مطرح هستند. لذا سامانه‌های جمع‌آوری آب باران بر اساس سطح آب‌گیر، نوع مخزن ذخیره آب، استفاده از آب‌های استحصال شده و منشاء جمع‌آوری آب قابلیت طبقه‌بندی دارند.

برای طراحی سامانه‌های سطوح آب‌گیر باران، تعیین شیوه و یا الگوی واحد امری غیرمنطقی است؛ بلکه کار طراحی هر روش باید بر اساس اصول علمی و فنی و متناسب با هدف و شرایط محلی و اجتماعی و امکانات موجود صورت گیرد. در طراحی یک سامانه برای بهره‌برداری از آب باران و یا رواناب‌های حاصل از آن اصولی باید مورد توجه قرار گیرد. شیب زمین، بافت خاک، برآورد سطح رواناب، انتخاب ابعاد مناسب سامانه و ... از نکات قابل توجه در احداث سامانه‌های سطوح آب‌گیر باران کوچک مقیاس است. بی‌تردید بررسی نیازهای مردم منطقه و شناخت ویژگی‌های فرهنگی و اجتماعی آنان در پذیرش یا عدم پذیرش شیوه‌های تهیه، انبارش و مصرف آب از اطلاعات ضروری و اولیه است. به هر ترتیب سامانه‌های سطوح آب‌گیر و استحصال آب باران در صورتی پایدار خواهند بود که علاوه بر رعایت معیارهای اجتماعی و اقتصادی، بر ضوابط و معیارهای فنی نیز انطباق کافی داشته باشد.

معرفی دستاورد

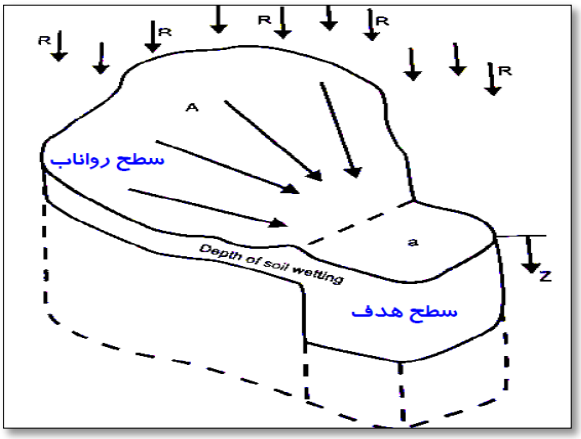
در بسیاری از مناطق کوهستانی و مرتفع اشکورات شهرستان رودسر در استان گیلان که در امتداد رشته کوه البرز واقع شده‌اند، به دلیل ویژگی‌های فیزیوگرافی و توپوگرافی امکان دسترسی به منابع آب زیرزمینی و آب سطحی رودخانه‌ها و یا چشمه‌های طبیعی فراهم نیست. لذا ساکنان این مناطق از تمام ظرفیتهای محیطی موجود به منظور تامین آب مورد نیاز برای مصارف خانگی، شرب و آبیاری باغات و مزارع خود بهره می‌برند. لازم به ذکر است معیشت مردم منطقه وابسته به فندق‌کاری است، که سطح زیرکشت آن بیش از ۱۲هزار هکتار می‌باشد. علاوه بر فندق، انواع گیاهان دارویی هم‌چون گل گاوزبان، گل بنفشه، کنگر، گلپر، گزنه، گون، گل همیشه بهار، قارچ‌های خوراکی و دیگر گیاهان دارویی در اشکورات رشد و پرورش می‌یابند.

از آنجا که رطوبت خاک غیرقابل اعتماد ترین و کمیاب ترین منبع تامین آب برای گیاه محسوب میشود (۷)، لذا مدیریت رطوبت خاک و بهره‌گیری از آب سبز به ویژه در احداث باغ‌های فندق از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. به‌طوری‌که مدیریت آب سبز می‌تواند فقدان یا کمبود آب آبی در این اراضی را جبران نماید. ذکر این نکته ضروری‌است که اساس مدیریت باغ دیم بر مبنای تطابق و حفظ رطوبت با توسل به شیوه‌های کاهش تبخیر سطوح اطراف درخت، شخم و سله‌شکنی، کاهش تبخیر از اندام‌های گیاه و حذف تعرق علف‌های هرز استوار است. در این مقاله به برخی از سامانه‌های سطوح آبگیر باران به منظور افزایش ذخیره رطوبتی خاک با تکیه بر مطالعات میدانی و توجه به دانش بومی ساکنان این مناطق اشاره می‌شود.

پشته‌های هلالی

باغداران منطقه اشکورات با ایجاد یک پشته هلالی یا ابرویی در شیب بالایی درختان فندق، با جمع‌آوری و تمرکز رواناب ناشی از باران از سطحی بزرگ‌تر (سطح رواناب)، آن را برای استفاده مفید و مطلوب در سطحی کوچک‌تر (سطح هدف) و در محدوده توسعه ریشه درختان ذخیره می‌کنند (شکل ۱). با ایجاد چاله و پشته هلالی در اطراف درخت فندق، استحصال مستقیم باران و جمع‌آوری رواناب در چاله ها صورت گرفته و رطوبت در پروفیل خاک محدوده توسعه ریشه درخت فندق ذخیره می‌شود (شکل ۲).

حجم رواناب جمع آوری شده، از یک سطح بزرگتر و تمرکز آن در یک سطح کوچکتر سبب میشود تا یک ذخیره رطوبتی مناسب برای ادامه رشد درخت فندق ایجاد شود و از بروز تنش رطوبتی در زمانی که بارش وجود ندارد، جلوگیری کند. در سامانه جمع‌آوری رواناب با آرایش نیم‌دایره‌ای، عمق چاله حدود ۲۰-۱۵ سانتی‌متر و قطر چاله متناسب با سن و تعداد پایه یا تنه درخت فندق، بین دو تا چهار متر متغیر است. در این سامانه، سطح آب‌گیر باران متداول در منطقه برای هر درخت فندق حدود ۳۶ مترمربع است. معمولاً سامانه جمع‌آوری رواناب با آرایش نیم‌دایره‌ای در مناطقی با میزان بارندگی سالانه ۶۰۰-۳۰۰ میلی‌متر و شیب اراضی پنج درصد، با سطح حوزه آب‌گیر ۵۰-۲۵ مترمربع و سطح ناحیه کشت ۱۰-۵ مترمربع با نسبت سطح ناحیه کشت به سطح حوزه آبگیر ۱:۸ تا ۱:٤ توصیه می‌شود (٤). هم‌چنین کاربرد بقایای گیاهی در بستر کاشت و در محدوده سایه‌انداز درخت فندق، به منظور بهبود کیفیت خاک و افزایش ظرفیت آب در خاک توصیه می‌شود.



شکل ۱- فرایند جمع‌آوری و تمرکز رواناب ناشی از باران از سطحی بزرگ‌تر (سطح رواناب) و ذخیره آن برای استفاده مفید و مطلوب در سطحی کوچک‌تر (سطح هدف)

شکل ۲- ایجاد چاله در سایه‌انداز درختان فندق، به‌منظور بهبود بهره‌وری آب و ذخیره رطوبت در خاک

سکوبندی و جوی‌تراز

هدف اصلی از سکوبندی، ایجاد بستر مناسب کشت و افزایش بازدهی اقتصادی در اراضی شیب‌دار است. در این روش با خاک‌برداری و خاک‌ریزی در اراضی شیب‌دار و تبدیل آن به تعدادی پله با سطح تقریباً افقی و با دیواره‌های تقریباً عمودی، شرایط برای توسعه بهینه باغ‌ها فراهم می‌شود. درخت کاری روی خطوط تراز نیز یک روش بسیار مناسب برای اراضی با شیب ۱۵-۲۰ درصد بوده که مستلزم مخارج زیاد تسطیح زمین نیست؛ ضمن آن‌که باعث جابجا شدن لایه حاصلخیز سطح‌الارض نیز نمی‌شود. در این روش درخت‌ها روی خطوط تراز کاشته می‌شوند. معمولاً در اراضی با شیب ۲۰-۱۵ درصد از جوی‌های تراز و در اراضی با شیب بیش از ۲۰ درصد از سیستم سکوبندی استفاده می‌شود.

در کاشت درختان بر روی خطوط تراز، درختان روی ردیف‌هایی قرار می‌گیرند که نقاط روی هر ردیف دارای ارتفاع یکسان می‌باشند (شکل ۳). فاصله ردیف‌ها در این روش یکسان نبوده و بستگی به شیب زمین دارد. در قسمت‌هایی که شیب تند وجود دارد، فاصله ردیف‌ها کم‌تر و در قسمت‌هایی که شیب ملایم وجود دارد فاصله ردیف‌ها بیش‌تر می‌شود. نکته قابل توجه در این رابطه توجه به دانش بومی باغداران منطقه اشکورات است. این باغداران بر اساس دانش بومی خود مبادرت به احداث سامانه سطوح آبگیر باران به منظور افزایش ذخیره رطوبت خاک نموده‌اند. دانش بومی چون در بطن محیط طبیعی و اجتماعی محلی تکامل یافته است با شرایط بومی نیز کاملاً سازگار است.

شکل ۳- احداث باغ فندق در اراضی شیب‌دار بر روی جوی‌های تراز

جمع‌آوری آب باران از پشت بام‌ها

جمع‌آوری آب باران از پشت بام‌ها برای مصارف شرب و خانگی دارای پیشینه زیاد در بسیاری از نواحی نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب جهان است. این روش امکان جمع‌آوری آب باران در فصول مرطوب سال و ذخیره‌سازی آن برای مصرف در فصول خشک را فراهم می‌آورد. در نواحی شمال شرقی ایران به‌ویژه در مناطق گمیشان، مراوه تپه، آق قلا و بندر ترکمن به دلیل پایین بودن جریان پایه رودخانه‌ها و هم‌چنین کیفیت پایین آب‌های سطحی و شور بودن منابع آب زیرزمینی، جمع‌آوری آب باران از پشت بام‌ها برای مصارف شرب و خانگی رایج است (۲). مبانی فنی – اجرایی و زیست محیطی سامانه جمع‌آوری آب باران در ساختمان‌ها و منازل مسکونی توسط محققان مورد توجه قرار گرفته است (۵). با مقایسه کل حجم آب استحصالی از سطوح پشت بام و کل حجم آب دریافت‌شده شهری خانوار در طول یکسال در مشهد، مشخص شد که حجم آب استحصالی حدود ۲۷/۱ درصد از آب مورد نیاز یک خانوار چهار نفری را در طول سال تأمین مینماید (۱). در برخی از روستاهای اشکورات جمع‌آوری آب باران از پشت‌بام راه‌کار مناسبی برای فایق آمدن بر معضل کم آبی است. آب باران جمع‌آوری شده از سقف، از طریق یک یا دو ناودان به مخزن موجود در کنار خانه هدایت و در آن ذخیره می‌شود. آنچه در زمینه جمع‌آوری آب از پشت بام‌ها قابل ذکر است امکان‌پذیری بهینه‌سازی استفاده از منابع آب قابل دسترس برای برطرف کردن قسمتی از نیازهای انسان به آب به‌ویژه در مناطق روستایی برای مصارف مختلف است. اکنون جمع‌آوری آب باران از پشت بام‌ها در مناطق کوهستانی اشکورات شهرستان رودسر به یکی از متداول‌ترین روش‌های تأمین آب برای مصارف خانگی و تامین بخشی از نیاز آبی باغ‌های فندق تبدیل شده است (شکل ٤).

شکل ٤- نمایی از استحصال آب باران از سقف شیروانی ساختمان در روستای کوهستانی سراورسو اشکورات رودسر

سطوح آبگیر روزمینی

روان‌آب‌های سطحی و ورقه‌ای تولیدی از سطوح آب‌گیر تیمار شده (از طریق شکل‌دهی، کوبیدن و فشرده نمودن خاک پس از پاک‌سازی سطح خاک از سنگریزه و خار و خاشاک) و هدایت آن به داخل مخزن، امکان آبیاری تکمیلی مزارع گیاهان دارویی و باغ‌های فندق منطقه اشکورات را فراهم آورده است. اراضی با طول دامنه کم‌تر از ۵۰ متر به صورت سطوح آب‌گیر کوچک مقیاس درون مزرعه‌ای، تولیدکننده روان‌آب‌های سطحی ورقه‌ای بوده که به داخل مخزن هدایت می‌شوند (شکل ۵).

شکل ۵- جمع‌آوری آب باران از سطح کوچک آب‌گیر و ذخیره آن در مخزن

کاربرد مالچ به منظور کنترل تبخیر

پس از جمع‌آوری و هدایت بارش، حجم قابل ملاحظه‌ای آب در بستر خاک و پیرامون درختان ذخیره شده که صرف تعرق محصول و استمرار رشد می‌گردد. اما فضای پیرامونی درخت به‌طور طبیعی مستعد تبخیر و از بین رفتن رطوبت ذخیره شده است. مالچ، به‌عنوان یک حائل مابین رطوبت داخل خاک و هوای بیرون، با هدف کاهش تبخیر استفاده می‌شود. مالچ عبارت است از هرگونه موادی است که با قرار گرفتن بر سطح خاک، ضمن حفاظت از رطوبت آن، مانع افزایش دما در سطح خاک و اطراف گیاه شده و از طرف دیگر با کاهش رشد علف‌های هرز موجب جلوگیری از فرسایش خاک نیز می‌شود (شکل ٦).

شکل ٦- استفاده از مالچ گیاهی به منظور کنترل تبخیر و کاهش رشد علف‌های هرز

استحصال آب از مه

شیوه‌ی استحصال آب از مه، یکی از منابع آبی در مناطق کوهستانی اشکورات محسوب می‌شود. وجود مناطقی با بیش از ۵۰ روز مه آلودگی در این مناطق کوهستانی (۸)، فرصت مناسبی را برای جمع‌آوری آن برای مصارف شرب و باغداری فراهم آورده است. رطوبت موجود در هوا یکی از منابع آبی است. برای برداشت آب از مه باید قطرک‌های ریزی که قابلیت بارش ندارند به تله بیفتند. این کار به شیوه‌های مختلف از جمله استفاده از تورهای مشبک و به‌هنگام عبور مه از آن‌ها میسر است. مواد این تورها به همراه عوامل محیطی مانند فراوانی وقوع مه و سرعت باد بر حجم آب جمع‌آوری شده تأثیر قابل توجهی دارند.

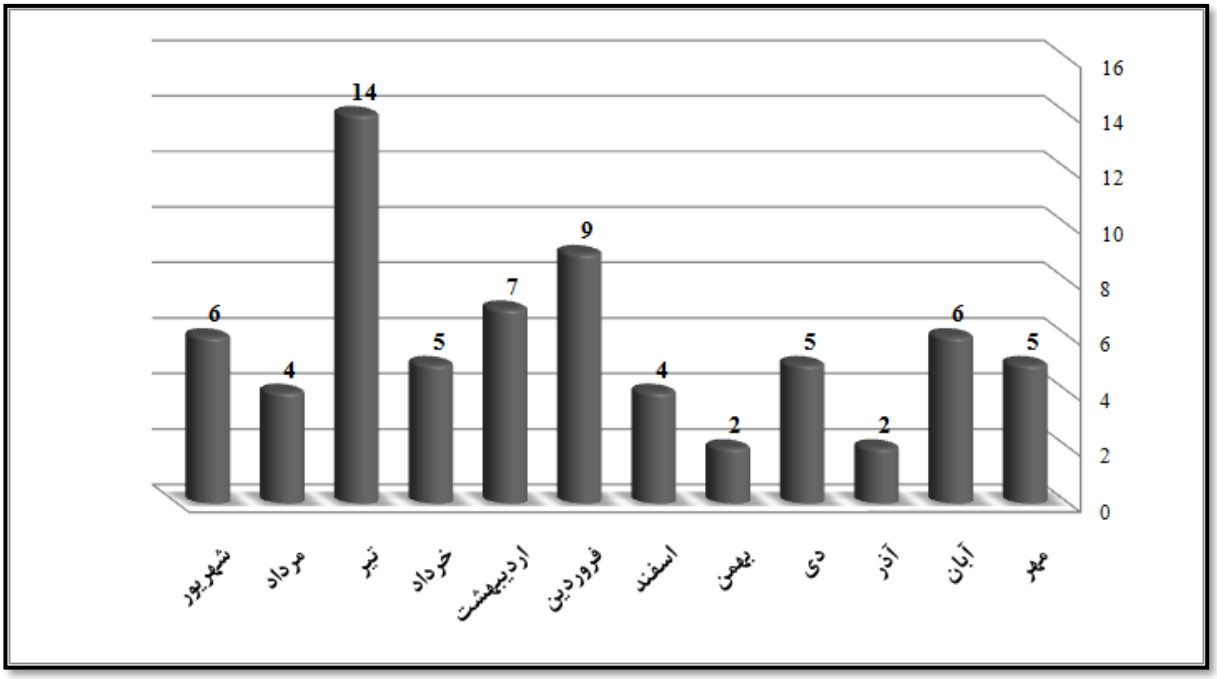
بررسی میانگین میزان رطوبت نسبی (٦٣/٧ درصد) در مناطق کوهستانی اشکورات رودسر نشان دهنده بالابودن این ویژگی است. لذا با ساخت و کارگذاری سامانه‌های استاندارد جمع‌آوری آب از مه به ابعاد ۱*۱ متر در یک مزرعه گیاهان دارویی و باغ فندق و اندازه‌گیری روزانه آب جمع‌آوری‌شده (شکل ۷)، کارآیی استحصال آب از مه در روستای سراورسو ارزیابی و نتایج

حاصله تحلیل شد (۳). لازم به ذکر است استفاده از جمع‌کننده‌های عمودی شکل پرده‌ای در جمع‌آوری حجم قابل توجهی از آب تاثیر به‌سزایی دارند. زیرا ساخت آن‌ها به مراتب راحت‌تر بوده و می‌توان با هر تعداد لایه، این جمع‌کننده‌ها را ساخت.

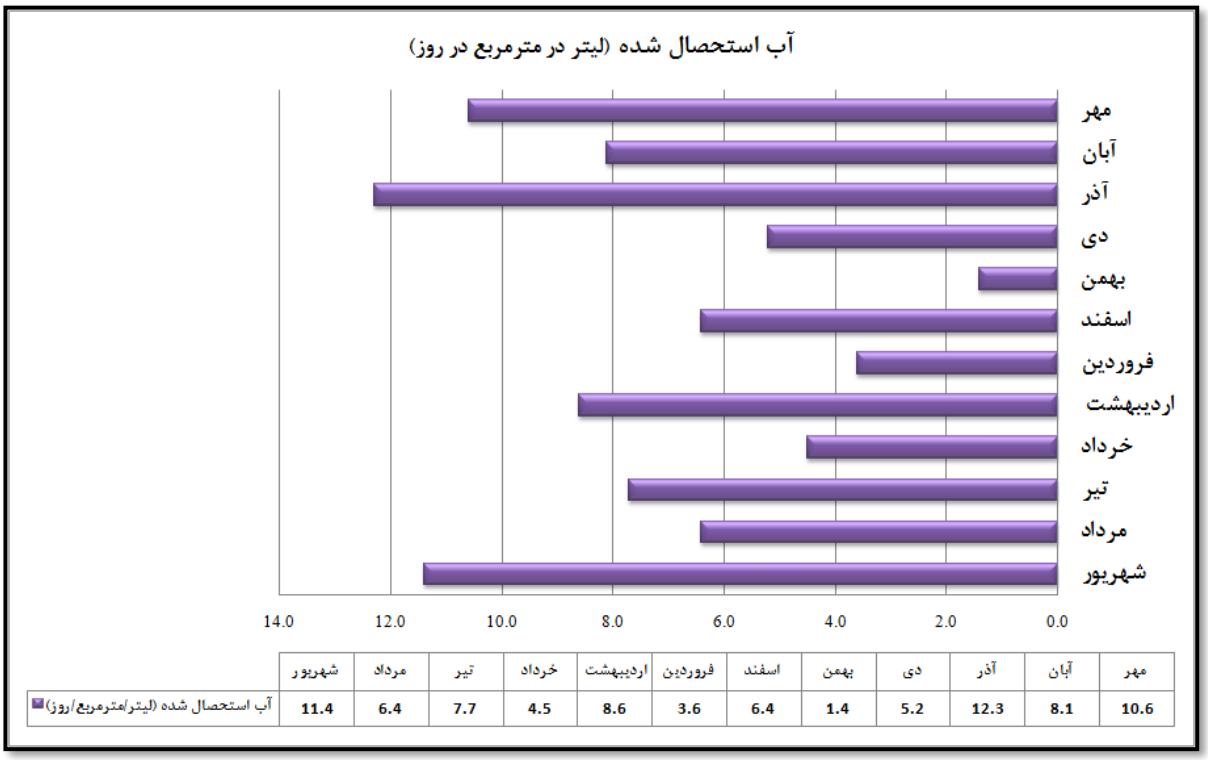
شکل ۷- نمایی از استقرار سامانه‌های جمع‌کننده آب از مه در روستای کوهستانی سراورسو اشکورات رودسر

بررسی و پایش یک‌ساله جمع‌آوری آب در این روستا از سامانه‌های استحصال آب از مه، ٦٩ واقعه مه‌آلود را ثبت نمود (شکل ۸). مقدار کل آب جمع‌آوری‌شده برای هر مترمربع از این جمع‌کننده‌ها به طور میانگین ۵۰۰ لیتر در سال بود. در این وقایع متوسط عملکرد جمع‌کننده‌ها ۷/۳ لیتر در مترمربع در روز به‌دست آمد. بررسی متوسط عملکرد جمع‌کننده‌ها نشان داد که حداکثر مقدار برداشت ماهانه در آذرماه با ۱۲/۳ (لیتر/ مترمربع/ روز) و حداقل آن ۱/٤ (لیتر/ مترمربع/ روز) در بهمن‌ماه بوده است (شکل ۹).

ذکر این نکته ضروری است که فرآیند استحصال آب از مه و رطوبت هوا یک منبع جایگزین برای تهیه آب شرب و یا آبیاری باغات و مزارع نیست، لیکن می‌تواند مکمّل بسیار مناسبی برای جبران کمبودها باشد. رونق کشاورزی و باغبانی در مقیاس کوچک و بهبود شرایط زندگی از اثرات مثبت جمع‌آوری مه است.



شکل ۸- تعداد وقایع مه‌آلود ثبت شده در هر ماه طی دوره یک‌ساله اندازه‌گیری



	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر
آب استحصال شده (لیتر/مترمربع/روز)	11.4	6.4	7.7	4.5	8.6	3.6	6.4	1.4	5.2	12.3	8.1	10.6

شکل ۹- نمودار میانگین ماهانه آب استحصالی از سامانه جمع‌کننده پرده‌ای (لیتر/ مترمربع/ روز)

توصیه ترویجی

استحصال آب باران یک اقدام محلی برای تامین معیشت و توانمندسازی جوامع روستایی با مشارکت مردم است. در مناطق کوهستانی اشکورات، ایجاد سامانه‌های جمع‌آوری آب باران متناسب با شرایط خاص هر منطقه، با هدف افزایش ذخیره رطوبت خاک در باغ‌های فندق و کاهش تنش آبی انجام می‌گیرد. باغداران منطقه اشکورات با پشتوانه دانش بومی تا حد ممکن نیازهای توسعه باغ‌ها را مرتفع نموده‌اند؛ لیکن دانش بومی به تنهایی قادر به برآوردن این نیاز نیست. لذا لازم است:

۱- با تلفیق دانش بومی و نوین بهترین و کارآمدترین شیوه را به منظور مدیریت روان‌آب، حفظ رطوبت و کنترل تبخیر مورد توجه قرار داد.

۲- توجه به مسائل طراحی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران با در نظر گرفتن بافت خاک، عمق خاک، شیب زمین و میزان سایه‌اندازی، الگو و فواصل مناسب کاشت درختان و سطح جمع‌آوری روان‌آب حائز اهمیت است. لذا می‌بایست با توجه به شرایط اقتصادی و اجتماعی مناطق مختلف، به آموزش کشاورزان و باغداران به عنوان کاربران هدف، اهتمام خاصی مبذول داشت.

در پروژه استحصال آب از مه نیز توجه به الزامات فنی و اجتماعی هم‌چون فراوانی وقوع مه، سرعت و جهت باد، محتوای رطوبتی مه، ویژگی‌های توپوگرافی، نیاز مردم به آب و مشارکت مردم در اجرا، پایش و نگهداری سامانه‌ها حائز اهمیت فراوان است. با استحصال آب از مه در مناطق مستعد، منبع آبی جدیدی در کنار سایر منابع آبی و شیوه‌های استحصال آب باران، به جامعه بهره‌برداران و آبخیزنشینان مناطق کوهستانی مستعد معرفی می‌شود.

فهرست منابع

۱. دستورانی، م.ت. (۱۳۹۷). بررسی کمی و کیفی آب قابل استحصال در منازل مسکونی، هفتمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آب‌گیر باران، تهران.

۲. عرب‌خدری، م.، کمالی، ک. (۱۳۸۷). روش‌های سنتی حفاظت خاک و آب در ایران، انتشارات سبحان با همکاری انجمن آبخیزداری ایران، چاپ سلام، ۱۱۰ صفحه.

۳. کمالی، ک.، نیک‌کامی، د.، کاظمی، ح.، پورقاسم، ا.، جوادی، د.، کرمی، ح.، کریمی، ب.، زند، م.، خیرخواه زرکش، م.، داودی، ح.، لاهیجی، ع.، عبده کلاهچی، ع.ن.، اسلامی، م. (۱٤۰۲) ارزیابی کارآیی استحصال آب از مه به‌منظور آبیاری تکمیلی باغ‌های فندق در مناطق کوهستانی اشکورات، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، شماره فروست: ٦٤٨٣٣.

٤. معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور. (۱۳۸۸). دستورالعمل احداث باغ در اراضی شیب‌دار، نشریه شماره ۵۱۰، ۲۰۸صفحه.

۵. معماریان، ه.، تاج‌بخش، س.م.، عباسی، ع.ا.، توسلی، ا.، کومه، ز.، و پارسایی، ل. (۱۳۹۸). مبانی فنی–اجرایی و زیست محیطی سامانه جمع‌آوری آب باران در ساختمان‌ها، ستاد توسعه فن‌آوری‌های آب، خشک‌سالی، فرسایش و محیط زیست و انجمن سیستم‌های سطوح آبگیر باران.

6. Brooks K.N., Folliott, P.F., Gregersen, H.M., Thames, J.L. (1991). Hydrology and the Management of Watersheds. Iowa State Univ. Press, Ames.

7. Di-Dono, P. (2009). Managing green water: Soil moisture management. International Fund for Agricultural Development, Rome, Italy.
8. Rahimi, M. (2012). Analyzing the Temporal and Spatial Variation of Fog Days in Iran. Pure and Applied Geophysics. Volume 169, Issue 5-6, pp 1165-1172.