

کاربرد سامانه‌های سطوح آبگیر در ارتقای بهره‌وری آب باران در گلخانه‌ها (مطالعه موردی ایستگاه تحقیقاتی اسماعیل آباد)

۱*افشین یوسف گمرکچی

۱. بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران.
پست الکترونیک: a.gomrokchi@areeo.ac.ir

چکیده

یکی از راهکارهای مدیریتی برای کاهش فشار بر منابع آب، به‌کارگیری سامانه‌های استحصال آب باران است که می‌توان از آن برای تأمین بخشی از تقاضای آب غیرشرب استفاده کرد. اهمیت استحصال آب باران در مدیریت پایدار آب، چندوجهی است؛ این روش تقاضا برای منابع آب را کاهش می‌دهد، تأثیر رواناب ناشی از بارندگی‌های شدید را کاهش می‌دهد و می‌تواند به‌عنوان منبع آب حیاتی در دوره خشک‌سالی عمل کند. در این مقاله، نقش سامانه استحصال آب باران در تأمین بخشی از نیاز آبی گلخانه بررسی شده است. پژوهش حاضر در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسماعیل آباد استان قزوین با میانگین بارش سالانه کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر، به‌منظور امکان‌سنجی تأمین بخشی از آب مورد نیاز گلخانه قلمه‌زیتون از طریق سطوح آبگیر باران انجام شده است. در این تحقیق، به دلیل استفاده از رواناب سقف سوله‌ها برای تعیین دبی حداکثر استحصال از سطوح عایق، از روش استدلالی استفاده شد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که حجم کل باران جمع‌آوری شده از سطوح عایق به مساحت ۷۷۳۴ مترمربع، ۲۶۰۶ مترمکعب در سال بوده است. این میزان آب استحصالی در صورت ذخیره‌سازی مناسب، حدود ۲۷ درصد از نیاز آبی یک گلخانه ۴۰۰ مترمربعی خزانه‌ای قلمه‌زیتون را تأمین می‌کند. این رویکرد نه تنها وابستگی به منابع آب زیرزمینی را کاهش می‌دهد بلکه با بهبود کیفیت آب ورودی (به دلیل عدم وجود املاح سنگین)، می‌تواند فرایند رشد را تسهیل کند. بر این اساس، ادغام سامانه‌های استحصال آب باران در طراحی گلخانه‌های نوین، راهکاری کارآمد و پایدار برای ارتقای بهره‌وری در بخش کشاورزی محسوب می‌شود.

واژگان کلیدی: آب مصرفی، سطوح آبگیر، جمع‌آوری آب باران، زیتون، مه‌پاش

مقدمه

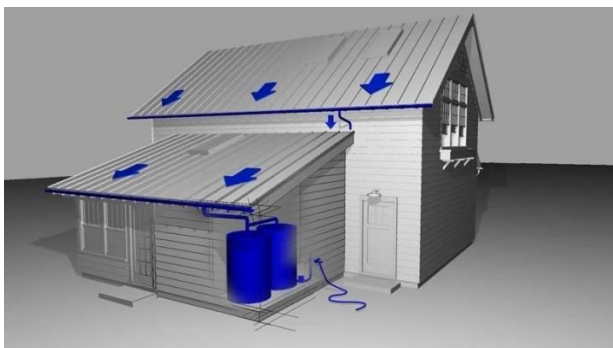
در سال‌های اخیر، بهره‌برداران بخش کشاورزی با مسائل اساسی از جمله کم‌آبی و شوری آب روبه‌رو هستند که تأمین مواد غذایی را دشوار ساخته است. این بهره‌برداران در کشورهای کمتر توسعه‌یافته، عمدتاً بر اهداف معیشتی نظیر از بین بردن گرسنگی و کاستن از فقر از طریق تولید غذای کافی تکیه دارند؛ در حالی که در کشورهای پیشرفته به ارتقای سطح رفاه اقتصادی توجه می‌شود (کیانی و آبیاری، ۱۳۹۸). بنابراین دسترسی بهره‌برداران کشاورزی به عوامل تولید اساسی نظیر آب باکیفیت، امری حیاتی است (رنجبر و همکاران، ۱۴۰۳). با توجه به اینکه آب باکیفیت در کشور به اندازه اراضی زراعی وجود ندارد، چاره‌ای جز به‌کارگیری منابع آبی شور برای تداوم فعالیت‌های کشاورزی نیست (رحیمیان و همکاران، ۱۴۰۰)؛ این راهکار می‌تواند رقابت موجود برای به‌کارگیری منابع آبی باکیفیت را نیز کاهش دهد (کیانی و صالحی، ۱۳۹۴).

گندم در کشور و حتی در جهان محصولی راهبردی محسوب می‌شود و سطح زیرکشت زیادی (تقریباً نیمی از اراضی تحت کشت کشور) را به خود اختصاص می‌دهد. بدین ترتیب، مرور و تحلیلی بر وضعیت بهره‌وری آب گندم کشور و مقایسه مقادیر آن با مقادیر جهانی، اهمیت دارد. دامنه‌ی بهره‌وری آب گندم در کشور از ۰/۲۵ تا ۲/۲ کیلوگرم بر مترمکعب و در جهان از ۰/۳ تا ۳/۹ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر است. این گستره‌ی وسیع، نشان‌دهنده‌ی تأثیرپذیری شدید بهره‌وری از شرایط اقلیمی و عوامل گوناگون دیگر است. متوسط بهره‌وری آب گندم در کشور برابر ۰/۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب است که در مقایسه با اعداد جهانی در حد وسط (روبه‌پایین) قرار می‌گیرد. فاصله بهره‌وری آب گندم کشور تا کشورهای پیشرو با مقادیر بالای بهره‌وری آب گندم، نظیر بیشتر کشورهای اروپای غربی، آفریقای جنوبی و مصر در خاورمیانه، نسبتاً زیاد و نزدیک به ۵۰ درصد است. همچنین امکان زیادی برای کم‌آبی در بیشتر مناطق خشک و

نیمه‌خشک جهان یکی از مهم‌ترین چالش‌های تأمین و مدیریت منابع آب به شمار می‌رود. در چنین شرایطی، استفاده بهینه از منابع آب موجود و تلاش برای دستیابی به منابع آبی جدید، دو راهکار اساسی برای کاهش آثار این معضل محسوب می‌شوند. در این میان، برنامه‌ریزی برای جمع‌آوری آب باران از سطوح عایق، مانند پشت‌بام ساختمان‌ها، سقف کارخانه‌ها و انبارها، معابر و خیابان‌ها، می‌تواند در بسیاری از مناطق منبعی پایدار و قابل اتکا برای تأمین بخشی از نیاز آبی فراهم سازد. سامانه‌های استحصال آب باران از جمله فناوری‌های کم‌هزینه و اثربخش در مدیریت منابع آب هستند که با هدف افزایش ظرفیت جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و بهره‌برداری از آب باران طراحی و اجرا می‌شوند. این راهبرد، به‌ویژه در مناطق دارای محدودیت منابع آب، به‌عنوان یکی از گزینه‌های مؤثر برای سازگاری با کم‌آبی، بیش‌ازپیش مورد توجه قرار گرفته است. هرچند بهره‌گیری از روش‌های مختلف استحصال آب باران سابقه‌ای چند هزار ساله دارد و از دیرباز برای مقابله با کمبود آب به کار گرفته شده است، استفاده از سامانه‌های توسعه‌یافته و نوین آن به‌منظور تأمین بخشی از نیاز آبی بخش کشاورزی، در سال‌های اخیر گسترش یافته است. از دیدگاه علمی، استحصال آب باران به فرایند جمع‌آوری رواناب حاصل از بارندگی بر روی سطوح عایق، مانند پشت‌بام‌ها، پارکینگ‌ها و سایر سطوح نفوذناپذیر و استفاده هدفمند از آن اطلاق می‌شود (شکل‌های ۱ و ۲). مبنای این روش، اختصاص سطحی مناسب برای جمع‌آوری نزولات جوی، ذخیره‌سازی آب حاصل و استفاده از آن در زمان نیاز است (محسنی ساروی و همکاران، ۱۳۹۰).

اجرا، هزینه پایین نگهداری و قابلیت استفاده در مقیاس‌های مختلف، از واحدهای کوچک تا سامانه‌های بزرگ، استحصال آب باران را به راهکاری قابل اتکا برای کشورهای خشک و نیمه‌خشک تبدیل کرده است (Prieto-Jiménez et al., 2024). باوجود این مزایا، یکی از مهم‌ترین چالش‌های توسعه سامانه‌های استحصال آب باران، جنبه‌های اقتصادی اجرای آن‌هاست. برای نمونه، نتایج تحلیل اقتصادی این سامانه‌ها در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی نشان داد که نسبت منفعت به هزینه، با در نظر گرفتن فرضیات مطالعه، ۱۴ به ۱ بوده است که اقتصادی بودن اجرای این سامانه‌ها را با نرخ سود سالانه پنج درصد تأیید می‌کند (طباطبایی یزدی و همکاران، ۱۳۸۹). از این رو، توجه به مزیت نسبی در طراحی و اجرای سامانه‌های استحصال آب باران، یکی از ارکان مهم برنامه‌ریزی و جهت‌دهی فعالیت‌های ترویجی در این حوزه محسوب می‌شود.

افزون بر این، محدودیت منابع آب در بخش کشاورزی و تشدید آثار تغییرات اقلیمی، طی سال‌های اخیر توسعه کشت‌های گلخانه‌ای را بیش‌ازپیش ضروری ساخته است. امکان کنترل عوامل محیطی، کاهش خسارت‌های ناشی از سرمازدگی و گرم‌زدگی، استفاده بهینه از منابع آب‌وخاک، مدیریت دقیق‌تر مصرف کود و سم، تولید خارج از فصل و افزایش کمیت و کیفیت محصول، از مهم‌ترین مزیت‌های این شیوه تولید به شمار می‌روند. به همین دلیل، کشت گلخانه‌ای به‌عنوان روشی با بهره‌وری بالا و مزیت نسبی قابل توجه، روندی رو به رشد یافته است. در چنین شرایطی، به‌کارگیری سامانه‌های استحصال آب باران در گلخانه‌ها، به دلیل نیاز آبی کمتر و مدیریت‌پذیرتر نسبت به کشت در فضای باز و همچنین امکان اجرای این سامانه‌ها در واحدهای گلخانه‌ای با مساحت محدود، می‌تواند به افزایش بهره‌وری آب و ارتقای مزیت نسبی این واحدها کمک کند.



شکل ۱- طرح شماتیک سامانه استحصال آب باران از سطوح عایق



شکل ۲- نمونه‌ای جمع‌آوری آب باران از سطوح عایق

نکته حائز اهمیت آن است که در مناطق خشک، آب و نه زمین، عامل محدودکننده تولیدات کشاورزی به شمار می‌رود. از این رو، در چنین شرایطی، راهبرد اصلی مدیریت منابع آب باید بر حداکثرسازی بهره‌وری آب، نه صرفاً افزایش عملکرد (میزان تولید در واحد سطح)، استوار باشد؛ زیرا این رویکرد نقش موثرتری در مدیریت مصرف آب ایفا می‌کند (توکلی، ۱۳۹۲).

در همین راستا، اهمیت استحصال آب باران در مدیریت پایدار منابع آب روزبه‌روز افزایش یافته است. این رویکرد، افزون بر کاهش تقاضا برای منابع آب متعارف، آثار ناشی از رواناب حاصل از بارندگی‌های شدید را نیز کاهش می‌دهد و می‌تواند در دوره‌های خشک‌سالی به‌عنوان منبعی مطمئن برای تأمین بخشی از نیاز آبی مورد استفاده قرار گیرد (Raimondi et al., 2024). همچنین مزایای فنی و زیست‌محیطی این سامانه‌ها موجب شده است که توجه نهادهای بین‌المللی و سیاست‌گذاران به توسعه و گسترش آن‌ها جلب شود. سادگی

معرفی دستاورد

منطقه مورد بررسی در بالادست منطقه اقبالیه، با مختصات جغرافیایی $36^{\circ}15'17''$ عرض شمالی و $49^{\circ}54'28''$ طول شرقی، در حومه غربی شهر قزوین و در مجموعه اراضی ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسماعیل‌آباد، وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، واقع شده است. میانگین بارندگی بلندمدت این منطقه ۲۹۳ میلی‌متر در سال است. این مرکز با کاربری پژوهشی، دارای چندین سوله و ساختمان با ابعاد مختلف است. مساحت کل اراضی مورد بررسی حدود ۶ هکتار است که در میان ساختمان‌های موجود، سوله مجموعه ورزشی با زیربنای حدود ۱۲۴۵ مترمربع و ساختمان مدیریت با زیربنای حدود ۱۰۵۸ مترمربع، بزرگ‌ترین سازه‌های این مجموعه به شمار می‌روند (شکل ۳).



شکل ۳- نمایی از سطوح عایق (سقف سوله) در ایستگاه تحقیقاتی اسماعیل‌آباد

در این پژوهش، امکان‌سنجی بهره‌گیری از پتانسیل سطوح عایق و سامانه جمع‌آوری آب باران برای تأمین بخشی از نیاز آبی گلخانه کشت قلمه زیتون در سال ۱۴۰۴ بررسی شد. همان‌گونه که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، گلخانه کشت قلمه زیتون به همراه مخازن اولیه جمع‌آوری آب باران در محل اجرای طرح مستقر شده‌اند. شایان ذکر است این مخازن

محدودیت منابع آب، الگوی کشت را در بسیاری از مناطق به سمت توسعه شهرک‌های گلخانه‌ای سوق داده و این روند در استان قزوین نیز مشهود است. با این حال، تأمین آب مورد نیاز این شهرک‌ها همچنان یکی از چالش‌های اساسی و پرهزینه توسعه گلخانه‌ها به شمار می‌رود. این در حالی است که سطوح عایق گلخانه‌ها ظرفیت مناسبی برای جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آب باران دارند و می‌توان از این ظرفیت برای تأمین بخشی از نیاز آبی آن‌ها بهره گرفت. اهمیت این موضوع در اسناد بالادستی کشور نیز مورد تأکید قرار گرفته است. بر اساس ماده ۲۷ قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی، دولت مکلف شده است به گونه‌ای برنامه‌ریزی کند که حداقل ۱۵ درصد متوسط بلندمدت نزولات جوی سالانه کشور به حجم آب استحصالی افزوده شود (قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳۸۹). این الزام در قانون برنامه پنج‌ساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران نیز مورد تأکید قرار گرفته است؛ به‌طوری‌که بر اساس بند «ح» ماده ۳۸ این قانون، وزارت نیرو موظف شده است با بهره‌گیری از مشارکت‌های مردمی، حجم آب استحصالی کشور را حداقل معادل ۱۵ درصد متوسط بلندمدت نزولات جوی سالانه افزایش دهد که پنج درصد آن باید از طریق استحصال آب‌های جوی و سامانه‌های استحصال آب باران تأمین شود (قانون برنامه پنج‌ساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۳). بر این اساس، با توجه به الزامات قانونی، محدودیت منابع آب زیرزمینی و ظرفیت موجود برای بهره‌برداری از آب باران در گلخانه‌ها، پژوهش حاضر با هدف بررسی پتانسیل جمع‌آوری آب باران از سطوح عایق و امکان‌سنجی تأمین بخشی از نیاز آبی گلخانه، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسماعیل‌آباد استان قزوین انجام شد.

I شدت بارش در رگبارهای کوتاه‌مدت با دوره بازگشت مورد نظر و A مساحت سطح جمع‌آوری‌کننده رواناب (سطوح عایق سوله‌ها) است (Chow, 1988). یکی از نکات مهم در بررسی رابطه بارش و رواناب، وجود آستانه آغاز تشکیل رواناب برای هر رخداد بارندگی است. این آستانه به عواملی مانند شدت بارش، سرعت نفوذ آب در سطح، ظرفیت ذخیره سطحی، رطوبت پیشین خاک و ویژگی‌های فیزیکی سطح تولیدکننده رواناب بستگی دارد. بر این اساس، آستانه بارندگی روزانه برای آغاز تشکیل رواناب در سطوح آبگیر عایق، ۲/۵ میلی‌متر در نظر گرفته شد (Hudson, 1987). افزون بر این، مقادیر متفاوتی برای ضریب رواناب سطوح عایق در منابع مختلف گزارش شده است که این اختلاف می‌تواند ناشی از تفاوت در رژیم بارندگی، نوع پوشش و جنس سقف، شیب بام و سایر ویژگی‌های سازه باشد. از این‌رو، با توجه به شیب و نوع پوشش سقف سوله‌های مورد مطالعه، ضریب رواناب برابر با ۹۰ درصد در نظر گرفته شد (Chow, 1988؛ Imteaz et al., 2012). برای برآورد حجم رواناب سالانه، ابتدا مساحت تمامی سوله‌های واقع در محدوده مرکز اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از داده‌های بارش ماهانه (شکل ۵) و ضریب رواناب، حجم رواناب قابل استحصال از سطوح عایق تمامی سوله‌های مرکز تحقیقات محاسبه شد. مساحت سطوح عایق (سوله‌ها) در جدول ۱ ارائه شده است.

بخشی از پروژه استحصال آب باران از سطوح آبگیر هستند و در فاز نخست اجرای طرح به‌منظور جمع‌آوری و ذخیره‌سازی رواناب ناشی از بارندگی احداث شده‌اند. در ادامه و بر اساس برنامه‌ریزی انجام‌شده، هدف نهایی طرح ایجاد یک استخر ذخیره آب با ظرفیت متناسب با حجم آب استحصال از رواناب سطوح عایق موجود در مجموعه است تا امکان بهره‌برداری مؤثر از آب باران در تأمین بخشی از نیاز آبی گلخانه فراهم شود.



شکل ۴- نمایی از گلخانه و مخازن اولیه جمع‌آوری آب باران در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسماعیل‌آباد

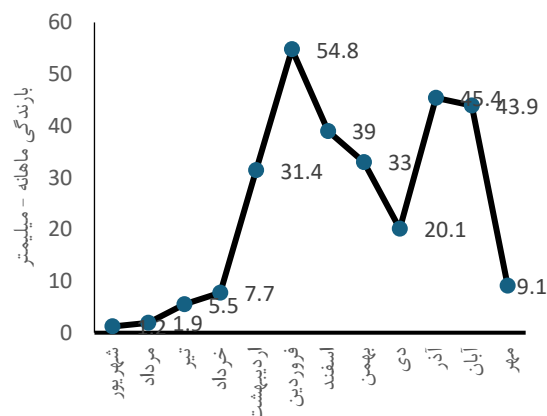
استحصال آب از سطوح عایق

سامانه استحصال آب باران از سطوح عایق سوله‌ها، یکی از روش‌های کارآمد مدیریت منابع آب به‌شمار می‌رود. در این سامانه، آب باران از سقف سوله‌ها جمع‌آوری و از طریق ناودان‌ها و کانال‌های انتقال به مخازن ذخیره هدایت می‌شود. آب ذخیره‌شده می‌تواند در برنامه بهره‌برداری گلخانه برای تأمین بخشی از نیاز آبی گیاه یا خنک‌سازی فضای گلخانه مورد استفاده قرار گیرد. به‌منظور تعیین دبی حداکثر آب قابل استحصال از سطوح عایق، از روش استدلالی استفاده شد. در این روش، دبی اوج با استفاده از رابطه $(Q_p = CIA)$ محاسبه می‌شود که در آن، C ضریب رواناب سطح جمع‌آوری‌کننده،

جدول ۱- مساحت و کاربری سطوح عایق (سوله‌ها) در محدوده مطالعه

ردیف	نوع کاربری سوله	مساحت سطوح عایق (متر مربع)
۱	مجموعه ورزشی	۱۲۴۵
۲	گیاهان دارویی	۱۶۸
۳	فرآوری گیاهان	۱۱۳
۴	اداری	۱۰۵۸
۵	فرهنگی	۲۷۹
۶	پارکینگ و تعمیرگاه	۲۹۰
۷	آزمایشگاه	۷۹۹
۸	غذاخوری	۶۱۳
۹	پژوهشی	۷۴۰
۱۰	خوابگاه	۷۸۴
۱۱	نمازخانه	۲۵۸
۱۲	آموزشی	۷۸۶
۱۳	انبار ماشین آلات	۱۵۷
۱۴	کارگاه ۲	۲۲۵
۱۵	کارگاه ۱	۲۱۹
	مجموع	۷۷۳۴

و آبخضر، ۱۳۸۳). برای رفع این مشکل، محققین معادلات تجربی شدت-مدت- فراوانی متفاوتی را ارائه نموده‌اند. قهرمان و سپاسخواه (۱۳۶۹)، بر اساس اطلاعات باران‌نگارهای کشور و تحلیل رگبارها و تعیین منحنی‌های شدت-مدت- فراوانی، روابط شدت-مدت- فراوانی بارندگی در ایران را پیشنهاد کرده‌اند. در تحقیق حاضر روش قهرمان به‌عنوان روش مناسب جهت تخمین مقادیر شدت-مدت-فراوانی بارندگی‌های کوتاه‌مدت منطقه طرح مورد استفاده قرار گرفت (قهرمان، ۱۳۷۵). در مرحله بعد با استفاده از مقادیر بارش تجمعی، حجم رواناب ناشی از وقایع بارش‌ها در دوره آماری برای سطوح سوله‌های مرکز تحقیقات محاسبه گردید. شکل ۶ مقادیر ماهانه حجم رواناب برای کل سطوح عایق را نشان داده است. بر اساس محاسبات انجام شده، حجم کل رواناب سالانه در محدوده مورد مطالعه با ضریب رواناب ۹۰ درصد، ۲۶۰۶ مترمکعب است.



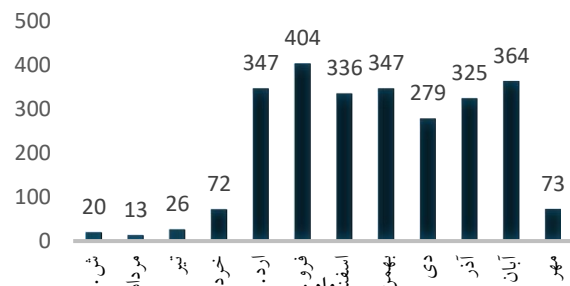
شکل ۵- مقادیر بلند مدت بارندگی ماهانه (میلیمتر) در ایستگاه تحقیقاتی اسماعیل‌آباد

از ابزارهای مهم برای برآورد رواناب ناشی از بارندگی، روابط شدت-مدت-فراوانی است. در صورت وجود باران‌نگار می‌توان با تحلیل آماری فراوانی بارش‌ها، شدت‌های بارندگی در تداوم مورد نظر را به‌دست آورد. اما برای مناطق فاقد باران‌نگار از چنین روشی نمی‌توان استفاده کرد (قهرمان

حدود ۲۰ لیتر در ساعت برای هر مترمربع و ۱۲ ساعت کارکرد روزانه، در مجموع حدود ۹۶۰۰ مترمکعب برآورد شد. بر این اساس، در صورت ذخیره‌سازی مناسب آب باران، آب استحصال از سطوح عایق می‌تواند حدود ۲۷ درصد نیاز آبی این گلخانه را تأمین کند. مقایسه حجم آب استحصال میزان مصرف آب گلخانه نشان داد که سامانه‌های استحصال آب باران قادرند بخش قابل توجهی از نیاز آبی گلخانه را تأمین کنند و در نتیجه، برداشت و پمپاژ آب از منابع آب زیرزمینی را کاهش دهند. از این رو، سامانه استحصال آب باران صرفاً یک روش ذخیره‌سازی آب نیست بلکه راهبردی برای مدیریت پایدار منابع آب به شمار می‌رود که با تأمین آب باکیفیت و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری، بهره‌وری تولید در گلخانه را افزایش می‌دهد. با این حال، مهم‌ترین مانع توسعه و اجرای سامانه‌های جمع‌آوری آب باران، هزینه سرمایه‌گذاری اولیه آن‌هاست؛ زیرا در بسیاری از موارد، بازگشت سرمایه در دوره بهره‌برداری به‌طور کامل محقق نمی‌شود. هرچند بخش قابل توجهی از اجزای این سامانه، مانند سوله، بام، محوطه، ناودان‌ها و شبکه انتقال آب باران، جزئی از سازه اصلی محسوب می‌شوند یا به‌صورت متداول در ساختمان وجود دارند اما احداث و جانمایی مخزن ذخیره آب باران، مهم‌ترین و پرهزینه‌ترین بخش سامانه است. از این رو، طراحی حجم و ابعاد مخزن باید متناسب با نیاز آبی، الگوی بارش منطقه و حجم آب قابل استحصال انجام شود؛ زیرا کوچک بودن مخزن موجب کاهش کارایی سامانه و بزرگ بودن آن سبب افزایش غیرضروری هزینه‌های احداث خواهد شد.

توصیه ترویجی

با توجه به اینکه بارندگی، هرچند با مقادیر متفاوت، تقریباً در همه مناطق کشور رخ می‌دهد، بهره‌گیری از آن با مدیریت صحیح می‌تواند بخشی از کمبود منابع آب را جبران کند.



شکل ۶- مقادیر ماهانه رواناب (بر حسب متر مکعب) در ماه‌های مختلف سال در محدوده مورد مطالعه

در یک جمع‌بندی، می‌توان بیان کرد که حجم سالانه آب باران قابل استحصال از سطوح عایق با مساحت ۷۷۳۴ مترمربع در اقلیم نیمه‌خشک منطقه مورد مطالعه، برابر با ۲۶۰۶ مترمکعب است. هدف از طراحی و اجرای سامانه استحصال آب باران در گلخانه مورد بررسی، بهره‌گیری از قابلیت جمع‌آوری و ذخیره آب باران برای تأمین بخشی از نیاز آبی گلخانه بوده است. شکل ۷ نمایی از خزانه قلمه زیتون و سامانه مه‌پاش مستقر در گلخانه ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسماعیل‌آباد را نشان می‌دهد.



شکل ۷- نمایی از خزانه قلمه زیتون و سیستم مه‌پاش در گلخانه ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسماعیل‌آباد

با توجه به دوره نگهداری قلمه‌های زیتون در گلخانه تا زمان ریشه‌زایی کامل و آماده‌سازی برای انتقال به زمین اصلی (حدود ۱۰۰ روز)، میزان مصرف آب در گلخانه ۴۰۰ مترمربعی مورد مطالعه با استفاده از سامانه مه‌پاش، با مصرف

بر منابع آب زیرزمینی، به افزایش بهره‌وری آب و پایداری تولید کشاورزی کمک کند.

منابع

۱. توکلی، ع. ۱۳۹۲. تعیین مشخصه‌های فنی سامانه‌های استحصال و جمع‌آوری آب باران برای بادام دیم. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۱۴(۲)، ۱-۱۶.

۲. طباطبائی یزدی، ج.، ح. توکلی. ۱۳۸۹. گزارش طرح پژوهشی استحصال آب باران برای تأمین بخشی از آب مورد نیاز فضای سبز مشهد. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

۳. قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی ابلاغی ۱۳۸۹/۰۵/۱۹. مجلس شورای اسلامی.

۴. قانون برنامه پنجساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران (۱۴۰۳-۱۴۰۷). مصوب ۱۴۰۳/۰۴/۱۸. مجلس شورای اسلامی.

۵. قهرمان، ب. ۱۳۷۵. رابطه به‌روز شده شدت-مدت-تناوب بارندگی در ایران با استفاده از باران یک ساعته ده ساله. مجله دانش کشاورزی، ۶، ۱۳-۳۰.

۶. قهرمان، ب. و سپاس خواه، ع. ۱۳۶۹. تخمین رابطه شدت-تناوب بارندگی در ایران با استفاده از باران یکساعته ده سال. مجموعه مقالات سومین کنگره بین المللی مهندسی راه و ساختمان.

۷. قهرمان، ب. و آبخضر، ح. ر. ۱۳۸۳. اصلاح روابط شدت-مدت-فراوانی بارندگی در ایران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۸(۲): ۱-۱۰.

از این رو، اجرای سامانه‌های استحصال آب باران به‌ویژه در بخش گلخانه‌ای، راهکاری عملی برای افزایش بهره‌وری آب و کاهش وابستگی به منابع آب زیرزمینی به شمار می‌رود. بر این اساس، توصیه‌های ترویجی زیر به بهره‌برداران ارائه می‌شود:

۱. سامانه‌های استحصال آب باران در مناطق پرباران، با جلوگیری از هدررفت رواناب و در مناطق نیمه‌خشک، با ذخیره‌سازی آب باران، نقش موثری در مدیریت منابع آب ایفا می‌کنند. در مناطق نیمه‌خشک، ایجاد و توسعه سطوح عایق مناسب برای جمع‌آوری آب باران، از الزامات اجرای این سامانه‌ها است.

۲. برآورد ظرفیت استحصال آب باران باید بر پایه تحلیل روابط شدت-مدت-فراوانی بارندگی و مساحت سطوح عایق انجام شود؛ زیرا این دو عامل، مهم‌ترین مولفه‌های تعیین‌کننده حجم آب قابل استحصال هستند.

۳. جمع‌آوری رواناب حاصل از بارندگی از طریق سطوح عایق نظیر سوله‌ها و پشت‌بام‌ها یا ایجاد سطوح آگیر در مناطقی که محدودیت زمین وجود ندارد، می‌تواند بخش قابل توجهی از نیاز آبی گلخانه‌ها را تأمین و وابستگی به منابع آب متعارف را کاهش دهد.

۴. برای توسعه و ترویج سامانه‌های استحصال آب باران در گلخانه‌ها، برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی برای گلخانه‌داران با محورهایی مانند طراحی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران، شیب‌بندی مناسب بام، اجرای شبکه انتقال آب، فیلتراسیون اولیه و اصول بهره‌برداری و نگهداری از سامانه، ضروری است.

اجرای این توصیه‌ها می‌تواند ضمن رفع موانع فنی و ذهنی بهره‌برداران، زمینه پذیرش گسترده‌تر فناوری استحصال آب باران را در واحدهای گلخانه‌ای فراهم سازد و با کاهش فشار

- balance Model. Resources Conservation and Recycling, 62,51-55.
12. Prieto-Jiménez, D., Oviedo-Ocaña, E. R., Gómez-Isidro, S., & Domínguez, I. C. 2024. A multicriteria decision analysis for selecting rainwater harvesting systems in rural areas: A tool for developing countries. Environmental Science and Pollution Research, 31,42476-42491. doi: 10.1007/s11356-024-33734-8.
13. Raimondi, A., Quinn, R., Gnecco, I., & Ostfeld, A. 2024. New advances in rainwater harvesting and treatment. Water, 16(11), 1591. doi:10.3390/w16111591.
۸. محسنی ساروی، م.، ا.صالح پورجم. و م.ک.کیانیان. ۱۳۹۰. جمع‌آوری آب باران: شهرتوسان، چاپ اول، انتشارات راه، ۸۰ صفحه.
9. Chow V. 1988. Applied hydrology, Mc Graw. Hill.
10. Hudson, N. 1987. Soil and water conservation in semi-arid areas. FAO, Soil Resources Management and Conservation Service.
11. Imteaz, M. A., Adeboy, O. B., Rayburg, S. & Shanableh A. 2012. Rainwater harvesting potential for southwest Nigeria using daily water