ابداع و بررسی روشی نوین در استحصال و جمع‌آوری آب باران

رضا چمن پیرا[1*] اسفندیار حسنی‌مقدم[2]

۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران

۲- محقق موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، واحد لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳

چکیده

تا کنون برای جمع آوری آب باران از روش‌های مختلفی استفاده شده است، اما هر یک از این روش‌ها به تنهایی دارای معایبی هستند که باعث منسوخ یا محدود شدن استفاده از آن‌ها گردیده است. روش جمع‌آوری آب باران با استفاده از دستگاه استحصال آب باران (R.H.M) روش نوینی است که برای اولین بار با الهام از آبیاری کوزه‌ای، تکنیک‌های استحصال آب و آبیاری قطره‌ای شکل گرفته است. به طوری که از تلفیق این سه روش، دستگاهی بسیار ساده، ارزان، کاربردی و قابل اجرا در مناطق مختلف ایران و جهان، بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک و حتی نیمه مرطوب که دسترسی به آب نا ممکن یا کم است، ساخته می‌شود. این دستگاه در زمینه تأمین آب مورد نیاز بخش‌های مختلف کشاورزی، شرب، توریسم و... کاربرد دارد. با ابداع و ساخت این دستگاه، مشکلات و معایب سه روش فوق به طور کامل بر طرف می‌گردد. دستگاه استحصال آب باران دستگاهی ساده و چند منظوره است. هدف اصلی این دستگاه تأمین آب کافی به منظور ایجاد و توسعه باغات و درختکاری در مناطق کم آب یا فاقد منابع آب می‌باشد همچنین از آن برای ایجاد اشتغال مولد نیز استفاده می‌شود. از عمده‌ترین اهداف فرعی این دستگاه می‌توان به حفاظت از منابع آب‌های زیرزمینی و جلوگیری از فرسایش خاک اشاره کرد. روش کار در گام نخست بر اساس طراحی، ساخت و نصب دو نمونه دستگاه استحصال آب باران با ظرفیت‌های باران‌گیری ۴۳۰ و ۱۸۰۰ لیتر انجام شد. در مرحله بعد با استفاده از یک دستگاه باران‌سنج، نسبت به اندازه‌گیری ارتفاع بارش روزانه و حجم آب ذخیره شده در مخزن دستگاه اقدام و قابلیت آنها در ذخیره سازی و نگهداری آب باران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد، این دستگاه از کارایی لازم برای استحصال و نگهداری آب باران تا زمان بهره‌برداری برخوردار بوده و کل تلفات آب، در طول فرآیند باران‌گیری و ذخیره سازی آب باران تا زمان بهره‌برداری، کمتر از ۵ درصد می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری میکرو، استحصال آب باران، تامین آب، ذخیره‌سازی، مناطق خشک و نیمه خشک

مقدمه

از جمله راهکارهای سازگاری با خشکی، استفاده بهینه از منابع آب است. امروزه بخش کشاورزی عمده‌ترین مصرف‌کننده آب در جهان محسوب می‌شود. به همین علت باید بهره‌وری مصرف آب در این بخش بالا رود. روش‌های جمع‌آوری آب باران و رواناب علاوه بر اقتصادی بودن، راه حل مناسبی برای سازگاری با کمبود آب به شمار می‌آیند. جمع‌آوری آب باران با استفاده از دستگاه ابداعی استحصال آب باران[2] (R.H.M) روشی نوین است که از تلفیق سه روش آبیاری کوزه‌ای، تکنیک‌های استحصال آب و آبیاری قطره‌ای ساخته می‌شود.

[1*] نویسنده مسئول: رضا چمن‌پیرا g.chamanpira@areeo.ac.ir

[2] Rainwater harvesting machine

یکی از روش‌های قدیمی، کم مصرف و ارزان قیمت آبیاری در مناطق خشک و نیمه خشک ایران روش آبیاری کوزه‌ای است. شیوه کار چنین است که گودالی را در زمین و اطراف ریشه درخت می‌کنند و کوزه‌های گلی را داخل آن چال می‌کنند و اطرافشان را با خاک و کود پر می‌کنند، به گونه‌ای که سر کوزه بیرون از خاک بماند. پس از آنکه کوزه را از آب پرکردند، آب به تدریج از طریق جداره سفالی کوزه تراوش می‌کند و به خاک وارد می‌شود. آبیاری کوزه‌ای توسط ایرانیان باستان اختراع گردید که بعدها به سایر نقاط دنیا گسترش یافت (Bainbridge, 2001; Abu-Zreig et al., 2009). استفاده از این روش از حدود ۵۰ سال پیش منسوخ شده است. دلیل آن، حجم کم آبگیری کوزه‌ها، نیاز به نیروهای انسانی زیاد برای کارگذاشتن کوزه‌ها در خاک و پرکردن دستی کوزه‌ها از آب و نیز احتمال شکستن و خرد شدن آنها حین عملیات کشاورزی بود. وارد شدن تکنولوژی حفر چاه‌های عمیق و پمپ‌های آب هم از دیگر دلایل آن به شمار می‌رود. با توجه به کم‌آبی‌ها و نیاز به صرفه جویی در منابع آبی، هم اکنون سیستم‌های آبیاری جدیدی با اقتباس از آبیاری کوزه‌ای و با استفاده از لوله‌های سفالی اختراع شده‌اند که با مکانیزم تحت فشار یا اختلاف سطحی کار می‌کنند. جمع‌آوری آب باران با استفاده از تکنیک‌ها و روش‌های مختلف در مناطق خشک و نیمه خشک که به منظور تأمین آب بیشتر برای کشاورزی، شرب و صنعت انجام می‌شود را اصطلاحا Water Harvesting یا استحصال آب می‌گویند. بدیهی است برای دست یافتن به این امر، سطحی را به عنوان حوضه جمع آوری یا سطح گیرش (Catchment) در نظر می گیریم که دراین سطح ارتفاع آب کم اما از نظر سطح و حجم دارای آب فراوان می باشد. این آب باید در منطقه محدودتری (مخزن) جمع آوری شود تا بعدا مورد استفاده قرار گیرد. استحصال آب باران برای آبیاری تکمیلی در بسیاری از مناطق خشک با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته است. بدین منظور آب باران از اراضی مجاور جمع آوری و ذخیره می‌شود و در زمان کمبود آب به مصرف گیاه می‌رسد (Laura, 2004). جمع آوری آب باران حتی در نقاطی که متوسط بارندگی سالیانه فقط ۵۰ تا ۸۰ میلی‌متر می‌باشد، قابل اجرا است. این مقدار پایین‌ترین حد بارندگی به نظر می‌رسد، اما بررسی‌ها نشان داده که در یک حوضه آبخیز (سطح وسیع) با بارندگی سالیانه ۲۴ میلی‌متر، رواناب قابل استفاده ایجاد می‌شود. شیوه‌های جمع‌آوری آب باران و سیلاب برای کشاورزی در مناطق وسیعی از آمریکا، جنوب مکزیک، شمال آفریقا و تمام نقاط خاورمیانه به شکل‌های مختلف انجام شده و هم اکنون نیز انجام می‌شود. پشت بام‌ها، محوطه حیاط‌ها، سنگفرش‌ها و سطوح غیرقابل نفوذ طبیعی و همچنین حوضه‌های آبخیز، از جمله سطوح جمع‌آوری آب باران به شمار می‌روند. برای استحصال آب باران روش‌های زیادی وجود دارد، اما یکی از روش‌های معمول استحصال آب، جمع‌آوری آب باران با استفاده از مخازن کوچک فلزی یا چوبی، سبدهای پلاستیکی، چاله‌های خاکی و غیره می‌باشد تا در زمان مورد نیاز از آب دخیره شده، استفاده گردد. اما عملکرد این روش به علت تبخیر زیاد و نفوذ آب به لایه‌های زیرین، بسیار پایین بوده و عملاً امکان استفاده از کل آب ذخیره شده، بخصوص در فصول خشک که نیاز آبی سیستم‌های حیاتی حداکثر است وجود ندارد. از طرف دیگر اجرای این روش در سطوح وسیع بسیار وقت‌گیر و پرهزینه بوده و توجیه اقتصادی نیز ندارند. به همین دلیل چندان مورد اقبال نیست. در روش آبیاری قطره‌ای (Drip irrigation) آب با فشار کم از روزنه یا وسیله‌ای به نام قطره چکان از شبکه خارج و به صورت قطراتی در پای گیاه ریخته می‌شود. گاهی این نوع آبیاری را آبیاری موضعی نیز می‌نامند. شبکه‌ای که آب را در سراسر مزرعه توزیع می‌نماید به کمک قطره چکان و با فشار کم در روی زمین پاشیده می‌شود. استفاده از این سامانه‌ها علاوه بر کاهش مصرف آب، افزایش عملکرد محصول را به دنبال خواهد داشت (Cetin & Bilget, 2002). در شرایط محدودیت منابع آب و فراوانی نسبی اراضی قابل کشت که شرایط حاکم بر اکثر مناطق ایران است، باید بر بالا بردن تولید به ازای واحد آب مصرفی و استفاده بهینه از این منابع متمرکز شد (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵). این روش در دهه پنجاه ترویج شد و سطوح بزرگی با این روش آبیاری شدند ولی به مرور زمان مزایا و معایب این روش مشخص شد. هزینه‌های زیاد، تکنیک‌های نسبتاً پیشرفته این روش و وجود املاح و نمک‌ها در آب‌های ایران که پس از نفوذ و عبور رواناب از لایه‌های مختلف زمین به آب اضافه می‌شوند (که سبب گرفتگی قطره چکان‌ها می‌شوند) از

معایب آبیاری قطره‌ای بوده و باعث شده که کشاورزان با دقت و تحقیقات بیشتری از این روش آبیاری استفاده کنند؛ ولی این موارد دلیل نمی‌شود که روش آبیاری قطره‌ای را مطرود بدانیم و در پی رفع معایب آن نباشیم. مهمترین تفاوت آبیاری قطره‌ای با سایر روش‌های آبیاری در این است که بین تبخیر-تعرق و مقدار آبی که باید به زمین داده شود، در یک دوره زمانی محدود (۲۴ تا ۷۲ ساعت) توازن برقرار می‌شود. این امر باعث می‌شود با توجه به محدود بودن میزان آب در دسترس، بیشترین بهره‌وری از آب انجام پذیرد. از آنجا که سیستم‌های آبیاری موضعی- قطره‌ای ثابت هستند، خودکار کردن بسیاری از آنها آسان است. این سیستم‌ها برای مدیران آبیاری که قصد اختلاط کود و آب (کود آبیاری) را درون سیستم آبیاری دارند، مناسب هستند.

سطوح آبگیر نوین، در واقع سامانه‌های اصلاح و تکمیل شده سنتی هستند که با اسامی علمی نوین و در تناسب با ویژگی‌ها و کاربردهای هر یک از سامانه‌ها به جوامع مختلف انسانی معرفی شده‌اند (Cartaud et al., 2005). در سال‌های اخیر استفاده از این روش‌ها به‌دلیل وجود خشکی و بروز خشکسالی‌های متعدد، چه در داخل کشور و چه در خارج کشور مورد توجه قرار گفته است (زارعی و شهپری، ۱۳۹۲). در بیشتر مواقع جمع‌آوری و استحصال آب یک نوع روش آبیاری است، با این تفاوت که بهره بردار زمان لازم برای بهره برداری از آب را در اختیار ندارد؛ بهره بردار می‌بایست آب ناشی از بارندگی را به هر شکل ممکن ذخیره نماید تا در فصل مورد نیاز از آن استفاده کند (چمن‌پیرا، ۱۳۹۵). تا کنون در دنیا مطالعاتی بر روی طراحی دستگاه استحصال آب باران صورت نگرفته است. طبق بررسی‌های به عمل آمده در پژوهشی در استان گلستان، هنوز هیچ‌گونه مطالعاتی حتی بر روی طراحی و بهینه‌سازی مخازن ذخیره کننده آب باران انجام نشده است (معماریان و همکاران، ۱۳۹۳). سامانه استحصال آب باران از جمله روش‌هایی است که به طور مستقیم باعث کاهش فشار بر منابع آب می‌شود (پهلوانی و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج حاصل از پژوهشی در آمریکا نشان داد که استحصال آب باران می‌تواند مصرف آب را ۵۰ تا ۹۴ درصد کاهش دهد که این موضوع بستگی به الگوی بارش و مساحت سطح گیرش دارد (Rostad & Montalto, 2012). یکی از روش‌هایی که به طور غیرمستقیم می‌تواند جایگزین منابع آب معمول، نظیر چاه، قنات و رودخانه شود، استحصال مستقیم آب باران است (رحیم‌پور و همکاران، ۱۳۹۵). با توجه به مطالب ذکر شده، و همچنین مسایلی از قبیل کمبود آب، رشد جمعیت، خشکسالی‌های پی‌درپی، تنش آبی، کاهش محصول و خطر ایجاد بحران آب در سال‌های آتی، به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک، ضرورت بهره برداری بهینه از منابع و توجه به راه حل‌های نوین را بیش از پیش نمایان می‌سازد؛ بنابراین یکی از راه حل‌های مفید برای مقابله با کم آبی و برطرف کردن معایب سه روش فوق‌الذکر در تأمین آب آبیاری، استفاده از دستگاه استحصال آب باران است. هدف اصلی ابداع و اجرای این پروژه، تأمین آب کافی به منظور ایجاد و توسعه باغات و درختکاری در مناطق کم آب یا فاقد منابع آب و ایجاد اشتغال مولد است.

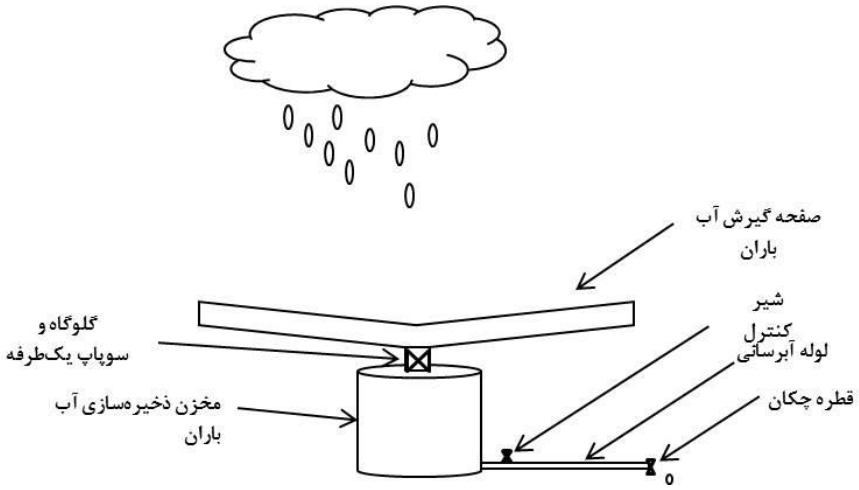
مواد و روش‌ها

محل اجرای طرح، شهر خرم‌آباد است که در حد فاصل ′ ۵۵ º۴۷ تا ′ ۵۰ º۴۸ طول شرقی و ′ ۱۰ º۳۳ تا ′ ۴۳ º۳۳ عرض شمالی با متوسط بارندگی ۵۲۰ میلیمتر در غرب کشور ایران قرار دارد. روش کار بر اساس تعیین ابعاد مناسب دستگاه استحصال آب باران شکل گرفت. سپس با استفاده از امکانات موجود در بازار، دو نمونه تحقیقاتی دستگاه استحصال آب باران، طراحی و ساخته شد. دستگاه‌های مذکور در قطعات تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش جهاد کشاورزی استان لرستان نصب گردیدند. با توجه به میانگین بارندگی سالانه‌ی منطقه و ابعاد سطح گیرش باران در دستگاه‌های مذکور، به ترتیب امکان دریافت و ذخیره سازی ۴۳۰ و ۱۸۰۰ لیتر آب باران در طول سال فراهم گردید. به منظور کنترل و بررسی شرایط موجود، یک دستگاه باران‌سنج در محدوده کار، نصب و اقدام به اندازه‌گیری ارتفاع بارش روزانه و حجم آب ذخیره شده در مخازن گردید. دستگاه استحصال آب باران در موارد مختلفی؛ مثل کشاورزی، باغداری، جنگل کاری و ایجاد فضای سبز، شرب، محیط زیست، حیات وحش و... کاربرد دارد. با توجه به اینکه هدف

اصلی ابداع و ساخت دستگاه استحصال آب باران، تأمین آب مورد نیاز درختان میوه در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد، روش اجرایی و نحوه کاشت درخت و چگونگی نصب دستگاه بخصوص در اراضی شیبدار تشریح می‌گردد.

مراحل انجام کار

به طور کلی برای هر درخت، یک دستگاه استحصال آب باران که شامل مخزن ذخیره‌سازی آب، صفحه گیرش آب باران، گلوگاه و سوپاپ یکرفه به منظور جلوگیری از تبخیر آب درون مخزن، شیر کنترل (مکانیکی/ خودکار)، لوله آبرسانی، قطره چکان و اتصالات لازم می‌باشد، به طور منفرد در نظر گرفته می‌شود (شکل ۱).



شکل (۱): شمای دستگاه استحصال آب باران

طراحی مخزن ذخیره آب به سطح گیرش، مقدار آب دریافت شده از آن برای ذخیره سازی و مقدار آب مورد نیاز برای آبیاری درخت بستگی دارد. همچنین طراحی باید دربرگیرنده تلفات آب در هنگام ذخیره‌سازی نیز باشد (Das, 2002). به عنوان یک قاعده کلی، ظرفیت مخزن متناسب با آب مورد نیاز گیاه (درخت) در طول دوره رویش در نظر گرفته می‌شود (رابطه ۱). قطر صفحه گیرش باران نیز متناسب با متوسط بارش سالانه منطقه و ظرفیت مخزن محاسبه می‌گردد؛ مثلاً اگر یک درخت برای رشد و تولید محصول در منطقه‌ای با متوسط بارندگی سالانه ۳۰۰ میلی‌متر به ۲۰ دور آبیاری و هر دور ۹۰ لیتر آب نیاز داشته باشد، ظرفیت مخزن از حاصل ضرب تعداد دوره آبیاری در مقدار هر دوره بدست می‌آید، بنابراین در مثال اخیر برای هر درخت یک مخزن ۱۸۰۰ لیتری و یک صفحه گیرش باران با قطر ۲/۷۶ متر مورد نیاز است. قطرهای مناسب صفحه گیرش باران با توجه به متوسط بارندگی سالانه و ظرفیت مخزن با استفاده از روابط (۱)، (۲) و (۳) از جدول شماره (۱) استخراج می‌گردد.

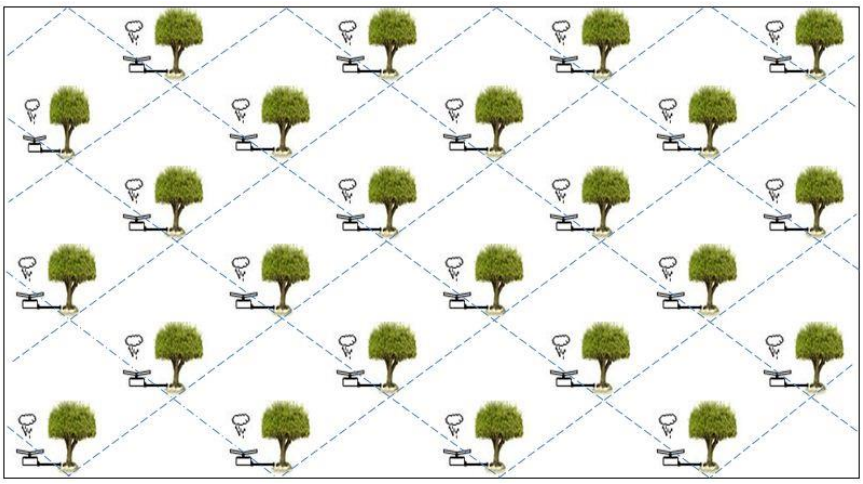
$$A = \frac{w}{p} \qquad (۱)$$

$$D = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \times 2 \qquad (۲)$$

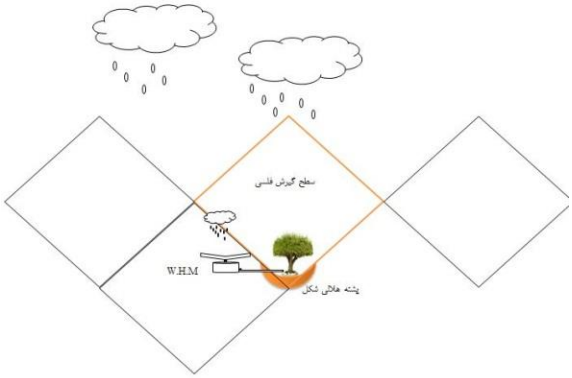
$$V = P \times A \qquad (۳)$$

در روابط بالا، A: مساحت صفحه گیرش باران بر حسب (m^2)، w: آب مورد نیاز گیاه (Lit)، P: متوسط بارش سالانه (mm)، D: قطر صفحه گیرش باران (m)، V: ظرفیت مخزن (Lit) می‌باشد.

دستگاه استحصال آب باران در موارد مختلفی؛ مثل کشاورزی، باغداری، جنگل کاری و ایجاد فضای سبز، شرب، محیط زیست و حیات وحش و... کاربرد دارد. با توجه به اینکه هدف اصلی اختراع دستگاه استحصال آب باران، تأمین آب مورد نیاز درختان میوه در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد، روش اجرایی و نحوه کاشت درخت و چگونگی نصب دستگاه به خصوص در اراضی شیبدار تشریح می‌گردد. ابتدا محدوده‌ای برای درختکاری در دامنه‌ها یا اراضی شیب‌دار مشخص می‌شود، سپس روی خطوط تراز به فواصل مشخص (بر حسب نوع درخت و شرایط منطقه) چاله‌هایی حفر می‌گردد. نحوه قرار گیری چاله‌ها باید به صورت شطرنجی باشد، به طوری که پس از اتصال چاله‌ها با خصوط قطری فرضی شکل‌های لوزی شکل (میکروکچمنت) حاصل گردد. مناسب‌ترین روش جمع آوری آب باران با در نظر داشتن حفظ رطوبت و به دنبال آن کاهش تبخیر از سطح خاک، ایجاد سامانه‌های لوزی شکل در دامنه‌های شیب‌دار است (حسینی و روغنی ۱۳۹۱). در شرایطی که امکان کشت در اراضی شیب‌دار وجود دارد، استفاده از فناوری‌های تامین آب در محل کشت با استفاده از الگوی کشت مناسب و روش‌های استحصال اب باران راهکاری مناسب خواهد بود (شاهینی و روغنی، ۱۳۹۳). وظیفه اصلی این سامانه‌ها جمع آوری و هدایت آب حاصل از بارش به انتهای سامانه و نفوذ آن به داخل خاک می‌باشد. میکروکچمنت‌ها در مکان‌هایی با متوسط بارش سالانه از ۸۷/۵ میلی‌متر (Karnieli et al., 1988) تا ۶۵۰ میلی‌متر (Anaya & Tovar, 1975) قابل اجرا است. این کار علاوه بر افزایش رطوبت در انتهای سامانه، تأثیر شایان توجهی در افزایش سطح سفره‌های آب زیرزمینی و کاهش فرسایش و رسوب دارد (حسینی و روغنی، ۱۳۹۱). آب باران به دو روش استحصال می‌گردد، یکی ذخیره در خاک برای افزایش رطوبت خاک و دیگری ذخیره در مخزن برای آبیاری در فصول خشک، در این الگو از تلفیق هر دو روش برای به حداکثر رساندن استحصال آب باران استفاده می‌گردد. تلفیق روش‌های مذکور الزامی نیست و در صورت فراهم بودن شرایط و داشتن توجیه اقتصادی، فواصل کاشت درختان را باید به گونه‌ای در نظر گرفت که فضای کافی برای نصب دستگاه استحصال آب باران موجود باشد. در روش تلفیقی سطح هریک از لوزی‌ها به‌عنوان نوعی سطح گیرش آب باران محسوب می‌شود که در رأس زوایای پایینی هر لوزی یک درخت مستقر می‌شود (شکل ۲). با ایجاد پشته‌های هلالی شکل در پایین دست درختان، حوضچه‌های کوچکی ایجاد می‌شود که رواناب حاصل از بارندگی را که از طریق سطوح فلسی دریافت شده است را به درون حوضچه‌ها هدایت کند تا باعث افزایش رطوبت خاک شود. سطح ارتفاعی دستگاه استحصال آب باران باید نسبت به محل استقرار درخت بالاتر باشد تا آب به صورت ثقلی بطرف قطره چکان حرکت نماید. توصیه می‌شود تمام یا قسمتی از مخزن ذخیره آب در زیر زمین قرار گیرد تا دستگاه به خوبی مستقر شده و از گزند باد و تابش خورشید محفوظ بماند (شکل ۳).



شکل (۲): نحوه قرار گرفتن دستگاه استحصال آب باران در روش باغداری اراضی شیبدار



شکل (۳): پشته هلالی و سطح گیرش فلسی

نتایج و بحث

با توجه به متوسط بارندگی سالانه مناطق مختلف آب و هوایی، ظرفیت متناسب مخزن ذخیره آب و قطر صفحه گیرش باران محاسبه می‌گردد. با توجه به وضعیت آب و هوایی در خشک‌ترین مناطق با متوسط بارش سالانه ۵۰ میلی‌متر و مناطق نیمه‌خشک تا نیمه مرطوب که متوسط بارش سالانه به ۸۵۰ میلی‌متر می‌رسد، ابعاد دستگاه محاسبه شد (جدول ۱). با شروع بارندگی‌ها، آمار بارش و حجم آب ذخیره شده در مخزن اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد، تلفات ناشی پرتاب قطرات باران به خارج صفحه گیرش در اثر وزش باد و تبخیر اولیه از سطح صفحه گیرش کمتر از ۵ درصد می‌باشد که نشان دهنده‌ی کارآیی دستگاه استحصال آب باران است (شکل ۴).

جدول (۱): استخراج ظرفیت متناسب مخزن ذخیره آب و قطر صفحه گیرش باران با توجه به متوسط بارندگی سالانه منطقه

متوسط بارندگی سالانه (میلی‌متر)	ظرفیت مخزن محاسباتی (لیتر)									
	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰*	۵۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۹۰۰	۱۰۰۰	۱۸۰۰*
	قطر صفحه گیرش (متر)									
۵۰	۲/۲۶	۲/۷۶	۳/۱۹	۳/۵۷	۳/۹۱	۴/۲۲	۴/۵۱	۴/۷۹	۵/۰۵	۶/۷۷
۸۰	۱/۷۸	۲/۱۹	۲/۵۲	۲/۸۲	۳/۰۹	۳/۳۴	۳/۵۷	۳/۷۸	۳/۹۹	۵/۳۵
۱۰۰	۱/۶۰	۱/۹۵	۲/۲۶	۲/۵۲	۲/۷۶	۲/۹۹	۳/۱۹	۳/۳۹	۳/۵۷	۴/۷۹
۱۵۰	۱/۳۰	۱/۶۰	۱/۸۴	۲/۰۶	۲/۲۶	۲/۴۴	۲/۶۱	۲/۷۶	۲/۹۱	۳/۹۱
۲۰۰	۱/۱۳	۱/۳۸	۱/۶۰	۱/۷۸	۱/۹۵	۲/۱۱	۲/۲۶	۲/۳۹	۲/۵۲	۳/۳۹
۲۵۰	۱/۰۱	۱/۲۴	۱/۴۳	۱/۶۰	۱/۷۵	۱/۸۹	۲/۰۲	۲/۱۴	۲/۲۶	۳/۰۳
۳۰۰	۰/۹۲	۱/۱۳	۱/۳۰	۱/۴۶	۱/۶۰	۱/۷۲	۱/۸۴	۱/۹۵	۲/۰۶	۲/۷۶
۳۵۰	۰/۸۵	۱/۰۴	۱/۲۱	۱/۳۵	۱/۴۸	۱/۶۰	۱/۷۱	۱/۸۱	۱/۹۱	۲/۵۶
۴۰۰	۰/۸۰	۰/۹۸	۱/۱۳	۱/۲۶	۱/۳۸	۱/۴۹	۱/۶۰	۱/۶۹	۱/۷۸	۲/۳۹
۱۵۰	۰/۷۵	۰/۹۲	۱/۰۶	۱/۱۹	۱/۳۰	۱/۴۱	۱/۵۰	۱/۶۰	۱/۶۸	۲/۲۶
۵۰۰	۰/۷۱	۰/۸۷	۱/۰۱	۱/۱۳	۱/۲۴	۱/۳۴	۱/۴۳	۱/۵۱	۱/۶۰	۲/۱۴
*۵۵۰	۰/۷۰	۰/۸۶	۰/۹۹	۱/۱۱	۱/۲۱	۱/۳۱	۱/۴۰	۱/۴۸	۱/۵۶	۲/۱۰
۶۰۰	۰/۶۵	۰/۸۰	۰/۹۲	۱/۰۳	۱/۱۳	۱/۲۲	۱/۳۰	۱/۳۸	۱/۴۶	۱/۹۵
۶۵۰	۰/۶۳	۰/۷۷	۰/۸۹	۰/۹۹	۱/۰۸	۱/۱۷	۱/۲۵	۱/۳۳	۱/۴۰	۱/۸۸
۷۰۰	۰/۶۰	۰/۷۴	۰/۸۵	۰/۹۵	۱/۰۴	۱/۱۳	۱/۲۱	۱/۲۸	۱/۳۵	۱/۸۱
۷۵۰	۰/۵۸	۰/۷۱	۰/۸۲	۰/۹۲	۱/۰۱	۱/۰۹	۱/۱۷	۱/۲۴	۱/۳۰	۱/۷۵
۸۰۰	۰/۵۶	۰/۶۹	۰/۸۰	۰/۸۹	۰/۹۸	۱/۰۶	۱/۱۳	۱/۲۰	۱/۲۶	۱/۶۹
۸۵۰	۰/۵۵	۰/۶۷	۰/۷۷	۰/۸۷	۰/۹۵	۱/۰۲	۱/۰۹	۱/۱۶	۱/۲۲	۱/۶۴

*اجرا شده

با توجه به قابلیت دستگاه‌های استحصال آب باران در جمع آوری و ذخیره سازی آب ناشی از بارش‌ها، حجم آب-های ذخیره شده محاسبه گردید. مقایسه نتایج بدست آمده با داده‌های محاسباتی نشان داد، تفاوت این دو ناچیز و کمتر از ۵ درصد می‌باشد (جداول ۲ و ۳).

جدول (۲): نتایج حاصل از ثبت داده‌های مشاهداتی مخزن کوچک

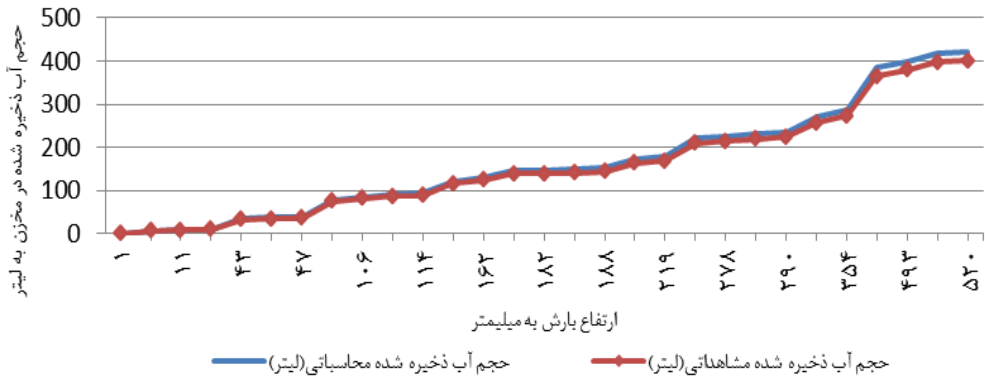
مقدار حجم آب ذخیره شده در مخزن (لیتر)	تلفات مخزن (درصد)	تلفات صفحه گیرش (درصد)	ظرفیت گیرش (لیتر)	قطر صفحه گیرش (متر)	بارندگی سالانه (میلی‌متر)
۴۰۰	۰	۵	۴۲۱	۱	۵۲۰

جدول (۳): نتایج حاصل از ثبت داده‌های مشاهداتی مخزن بزرگ

مقدار حجم آب ذخیره شده در مخزن (لیتر)	تلفات مخزن (درصد)	تلفات صفحه گیرش (درصد)	ظرفیت گیرش (لیتر)	قطر صفحه گیرش (متر)	بارندگی سالانه (میلی‌متر)
۱۷۱۰	۰	۵	۱۸۰۰	۲/۱	۵۲۰

شکل (۴): دستگاه استحصال آب باران و باران سنج نصب شده

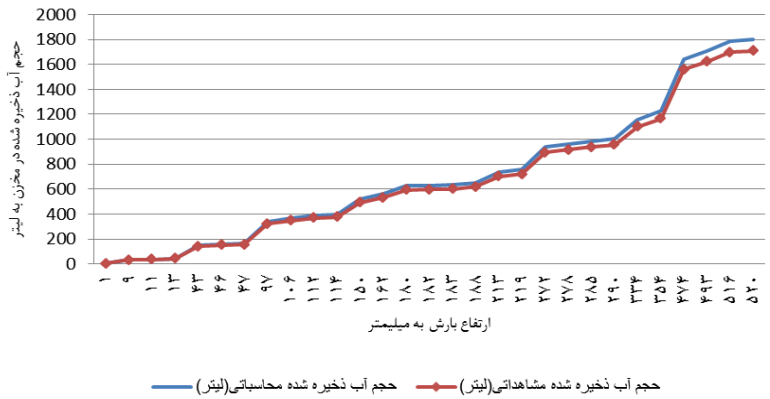
داده‌های بارش و حجم آب باران ذخیره شده در مخازن دستگاه‌های استحصال آب باران در طول سال آبی ۹۶-۹۵ ثبت شد (جداول ۴ و ۵) و نتایج حاصل از ثبت داده‌های مشاهداتی و محاسباتی به صورت نمودار ترسیم گردید (شکل-های ۵ و۶).



شکل (۵): نمودار مقایسه حجم آب ذخیره شده‌ی داده‌های مشاهداتی و محاسباتی در مخزن کوچک

جدول (۴): ارتفاع رخدادهای بارش و حجم آب ذخیره شده در مخزن تانکر (مشاهداتی) و داده‌های محاسباتی مخزن کوچک

حجم آب ذخیره شده در مخزن تانکر به لیتر	حجم آب ذخیره شده محاسباتی به لیتر	ارتفاع تجمعی بارش به میلی‌متر	ارتفاع بارش به میلی‌متر	تاریخ رخداد بارندگی
۰/۷۷	۰/۸۱	۱	۱	۹۵/۰۸/۱۱
۷/۱۲	۷/۴۹	۹/۲۵	۸/۲۵	۹۵/۰۸/۱۲
۸/۱۲	۸/۵۴	۱۰/۵۵	۱/۳	۹۵/۰۸/۱۴
۹/۶۶	۱۰/۱۶	۱۲/۵۵	۲	۹۵/۰۸/۱۵
۳۲/۷۴	۳۴/۴۶	۴۲/۵۵	۳۰	۹۵/۰۸/۱۷
۳۵/۲۸	۳۷/۱۳	۴۵/۸۵	۳/۳	۹۵/۰۸/۱۸
۳۶/۴۴	۳۸/۳۵	۴۷/۳۵	۱/۵	۹۵/۰۹/۰۶
۷۴/۹۱	۷۸/۸۵	۹۷/۳۵	۵۰	۹۵/۰۹/۱۲
۸۱/۴۵	۸۵/۷۳	۱۰۵/۸۵	۸/۵	۹۵/۰۹/۱۵
۸۶/۰۷	۹۰/۵۹	۱۱۱/۸۵	۶	۹۵/۰۹/۲۵
۸۷/۹۹	۹۲/۶۲	۱۱۴/۳۵	۲/۵	۹۵/۰۹/۳۰
۱۱۵/۴۶	۱۲۱/۵۴	۱۵۰/۰۵	۳۵/۷	۹۵/۱۰/۰۵
۱۲۴/۵۴	۱۳۱/۰۹	۱۶۱/۸۵	۱۱/۸	۹۵/۱۰/۰۶
۱۳۸/۷۸	۱۴۶/۰۸	۱۸۰/۳۵	۱۸/۵	۹۵/۱۰/۰۷
۱۳۹/۹۳	۱۴۷/۲۹	۱۸۱/۸۵	۱/۵	۹۵/۱۰/۰۸
۱۴۰/۷۰	۱۴۸/۱۰	۱۸۲/۸۵	۱	۹۵/۱۰/۱۱
۱۴۴/۵۵	۱۵۲/۱۵	۱۸۷/۸۵	۵	۹۵/۱۰/۱۲
۱۶۴/۱۰	۱۷۲/۷۳	۲۱۳/۲۵	۲۵/۴	۹۵/۱۰/۱۳
۱۶۸/۷۹	۱۷۷/۶۷	۲۱۹/۳۵	۶/۱	۹۵/۱۰/۱۴
۲۰۹/۱۹	۲۲۰/۱۹	۲۷۱/۸۵	۵۲/۵	۹۵/۱۱/۰۸
۲۱۳/۸۱	۲۲۵/۰۵	۲۷۷/۸۵	۶	۹۵/۱۱/۰۹
۲۱۹/۰۴	۲۳۰/۵۶	۲۸۴/۶۵	۶/۸	۹۵/۱۱/۱۰
۲۲۳/۵۰	۲۳۵/۲۶	۲۹۰/۴۵	۵/۸	۹۵/۱۱/۲۲
۲۵۷/۳۶	۲۷۰/۹۰	۳۳۴/۴۵	۴۴	۹۵/۱۱/۲۵
۲۷۲/۷۵	۲۸۷/۱۰	۳۵۴/۴۵	۲۰	۹۵/۱۲/۱۶
۳۶۵/۰۹	۳۸۴/۳۰	۴۷۴/۴۵	۱۲۰	۹۵/۱۲/۲۱
۳۷۹/۳۳	۳۹۹/۲۸	۴۹۲/۹۵	۱۸/۵	۹۶/۰۱/۱۱
۳۹۷/۰۲	۴۱۷/۹۱	۵۱۵/۹۵	۲۳	۹۶/۰۱/۱۶
۴۰۰/۱۰	۴۲۱/۱۵	۵۱۹/۹۵	۴	۹۶/۰۱/۱۸



شکل (۶): نمودار مقایسه حجم آب ذخیره شده‌ی داده‌های مشاهداتی و محاسباتی در مخزن بزرگ

جدول (۵): ارتفاع رخدادهای بارش و حجم آب ذخیره شده در مخزن تانکر (مشاهداتی) و داده‌های محاسباتی مخزن بزرگ

حجم آب ذخیره شده در مخزن تانکر به لیتر	حجم آب ذخیره شده محاسباتی به لیتر	ارتفاع تجمعی بارش به میلی‌متر	ارتفاع بارش به میلی‌متر	تاریخ رخداد بارندگی
۳/۲۹	۳/۴۶	۱	۱	۹۵/۰۸/۱۱
۳۰/۴۲	۳۲	۹/۲۵	۸/۲۵	۹۵/۰۸/۱۲
۳۴/۷۰	۳۶/۵۳	۱۰/۵۵	۱/۳	۹۵/۰۸/۱۴
۴۱/۲۷	۴۳/۴۴	۱۲/۵۵	۲	۹۵/۰۸/۱۵
۱۳۹/۹۴	۱۴۷/۳۰	۴۲/۵۵	۳۰	۹۵/۰۸/۱۷
۱۵۰/۷۹	۱۵۸/۷۲	۴۵/۸۵	۳/۳	۹۵/۰۸/۱۸
۱۵۵/۷۲	۱۶۳/۹۱	۴۷/۳۵	۱/۵	۹۵/۰۹/۰۶
۳۲۰/۱۶	۳۳۷	۹۷/۳۵	۵۰	۹۵/۰۹/۱۲
۳۴۸/۱۱	۳۶۶/۴۳	۱۰۵/۸۵	۸/۵	۹۵/۰۹/۱۵
۳۶۷/۸۵	۳۷۸/۲۰	۱۱۱/۸۵	۶	۹۵/۰۹/۲۵
۳۷۶/۰۷	۳۹۵/۸۶	۱۱۴/۳۵	۲/۵	۹۵/۰۹/۳۰
۴۹۳/۴۸	۵۱۹/۴۵	۱۵۰/۰۵	۳۵/۷	۹۵/۱۰/۰۵
۵۳۲/۲۹	۵۶۰/۳۰	۱۶۱/۸۵	۱۱/۸	۹۵/۱۰/۰۶
۵۹۳/۱۳	۶۲۴/۳۴	۱۸۰/۳۵	۱۸/۵	۹۵/۱۰/۰۷
۵۹۸/۰۶	۶۲۹/۵۳	۱۸۱/۸۵	۱/۵	۹۵/۱۰/۰۸
۶۰۱/۳۵	۶۳۲/۹۹	۱۸۲/۸۵	۱	۹۵/۱۰/۱۱
۶۱۷/۷۹	۶۵۰/۳۰	۱۸۷/۸۵	۵	۹۵/۱۰/۱۲
۷۰۱/۳۳	۷۳۸/۲۳	۲۱۳/۲۵	۲۵/۴	۹۵/۱۰/۱۳
۷۲۱/۳۹	۷۵۹/۳۵	۲۱۹/۳۵	۶/۱	۹۵/۱۰/۱۴
۸۹۴/۰۵	۹۴۱/۱۰	۲۷۱/۸۵	۵۲/۵	۹۵/۱۱/۰۸
۹۱۳/۷۸	۹۶۱/۸۷	۲۷۷/۸۵	۶	۹۵/۱۱/۰۹
۹۳۶/۱۴	۹۸۵/۴۱	۲۸۴/۶۵	۶/۸	۹۵/۱۱/۱۰
۹۵۵/۲۲	۱۰۰۵/۴۹	۲۹۰/۴۵	۵/۸	۹۵/۱۱/۲۲
۱۰۹۹/۹۲	۱۱۵۷/۸۱	۳۳۴/۴۵	۴۴	۹۵/۱۱/۲۵
۱۱۶۵/۷۰	۱۲۲۷/۰۵	۳۵۴/۴۵	۲۰	۹۵/۱۲/۱۶
۱۵۶۰/۳۵	۱۶۴۲/۴۷	۴۷۴/۴۵	۱۲۰	۹۵/۱۲/۲۱
۱۶۲۱/۱۹	۱۷۰۶/۵۱	۴۹۲/۹۵	۱۸/۵	۹۶/۰۱/۱۱
۱۶۹۶/۸۳	۱۷۸۶/۱۴	۵۱۵/۹۵	۲۳	۹۶/۰۱/۱۶
۱۷۰۹/۹۹	۱۷۹۹/۹۸	۵۱۹/۹۵	۴	۹۶/۰۱/۱۸

امروزه به دلیل وقوع خشکسالی‌های بلند مدت و نیاز بیشتر بـه تولیـد محصـولات کشـاورزی در نتیجـه‌ی افـزایش جمعیت، روش‌های نوین استحصال آب باران بیش از پیش مورد توجه قرار دارند. در این روش‌ها از مخـازن ذخیـره آب برای جمع‌آوری و استحصال آب استفاده می‌شود تا در دوره کمبود آب برای آبیاری گیاهان به کار گرفته شود (Oweis

et al., 1999). روش‌های مختلف استحصال آب باران به منظور ذخیره آب در خاک از جمله روش‌هایی است که از گذشته تا کنون برای افزایش رطوبت و تامین نیاز آبی گیاهان استفاده می‌شود، اما کاربرد این روش‌ها به تنهایی در مناطقی که نیاز به آب آبیاری در فصل رویش گیاهی حداکثر و مقدار بارندگی حداقل یا صفر است موفقیت آمیز نمی‌باشد؛ زیرا نمی توان رطوبت ذخیره شده در خاک را تا فصل خشک نگهداری کرد و در نتیجه عملکرد گیاهان کاهش یافته و یا از بین می‌روند (Cluff, 1980). با توجه به اینکه پراکنش بارندگی در منطقه مورد مطالعه و همچنین در بخش‌های گسترده‌ای از کشور ایران نامناسب بوده و فصول بارندگی بر دوره رویش منطبق نمی‌باشد، لذا استفاده از روش‌های سنتی به تنهایی کاربرد چندانی ندارد؛ بنابراین استفاده از روش‌های نوین که مبتنی بر استفاده از مخزن ذخیره‌سازی است توصیه می‌شود (درخشان و همکاران، ۱۳۹۳). در این تحقیق نتایج حاصل از مقایسه داده‌های مشاهداتی و محاسباتی نشان داد، دستگاه استحصال آب باران از کارایی لازم برای جمع‌آوری و ذخیره سازی آب باران برخوردار است. بررسی‌ها نشان می‌دهد، میزان تلفات آب در هنگام جمع‌آوری و ذخیره‌سازی آب باران تا زمان بهره‌برداری از آب ذخیره شده کمتر از ۵ درصد است. از مزایای مهم این دستگاه می‌توان به روش آبیاری میکرو اشاره کرد که باعث کاهش مصرف آب، افزایش رشد، بالا رفتن عملکرد و کیفیت محصول، افزایش بهره‌وری آب، کاهش خطر شوری برای گیاهان، تعدیل کاربرد کود و مواد شیمیایی از طریق کنترل کود دهی محلول در مخزن ذخیره آب باران، کنترل رشد علفهای هرز، کاهش در مصرف انرژی، تسهیل در عملیات کشاورزی، حفظ ساختمان خاک و حفاظت بیشتر از محیط زیست می‌گردد. نتایج این پژوهش با تحقیقات انجام شده توسط (Rowe, 2011؛ Arun Kumar et al., 2013؛ Aditya Morey et al., 2016) همخوانی دارد. در گام بعد و در تکمیل این پژوهش و به منظور بررسی‌های اقتصادی و عملکرد این دستگاه، اقدام به احداث باغ و تولید محصولات باغی با استفاده از سه روش آبیاری شامل: ۱) استفاده از دستگاه استحصال آب باران ۲) استفاده از روش استحصال آب در عرصه پخش سیلاب ۳) روش معمول آبیاری برای کاشت درختان (شاهد) و مقایسه نتایج این سه روش با یکدیگر در ایستگاه تحقیقاتی پخش سیلاب و عرصه‌های پیرامون آن گردید که هم اکنون طرح تحقیقاتی آن تصویب و در ایستگاه پخش سیلاب بر آبخوان کوهدشت استان لرستان به مدت چهار سال در حال اجرا است.

ارزیابی اقتصادی طرح

برای ارزیابی اقتصادی پروژه اگر چه می‌توان از روش‌های مختلفی استفاده کرد اما متداول‌ترین آن‌ها روش نسبت منفعت به هزینه (B/C) است (سلطانی، ۱۳۸۷). نسبت محاسبه شده با معیار یک مقایسه می‌گردد. در صورتی که این نسبت بزرگتر از یک باشد پروژه قبول و در غیر این صورت رد می‌شود. کاشت گونه‌های مثمر؛ مثل انجیر، زیتون، مو، بادام، انار، پسته و... و گیاهان سازگار با شرایط اکولوژیکی در مناطق مختلف، به روش استحصال آب باران امکان‌پذیر است. در این پژوهش، ارزیابی اقتصادی طرح به روش نسبت هزینه به سود (B/C) بر مبنای احداث باغ زیتون که در بین محصولات ذکر شده، در کشور کمترین درآمد اقتصادی را دارد، انجام شد. متوسط عملکرد زیتون در ایران ۲۰۹۲ کیلوگرم در هکتار است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶). برای احداث یک هکتار باغ زیتون ۳۰۰ اصله نهال با فواصل ۵ متر در ۶ متر، غرس می‌گردد. آب مورد نیاز هر درخت با احتساب ۶ دوره آبیاری، هر بار ۵۰ لیتر، با رعایت تمام اصول فنی کاهش هدر رفت آب؛ مثل آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، استفاده از مالچ‌های گیاهی، کشت به روش چاله فلسی، استفاده از میکرو کچمنت و... معادل ۳۰۰ لیتر محاسبه شد. لذا برای هر درخت یک دستگاه استحصال آب باران ۳۰۰ لیتری تعبیه می‌گردد. با توجه به بررسی‌های به عمل آمده، هزینه ساخت هر دستگاه استحصال آب باران، یک میلیون ریال برآورد شد. با در نظر گرفتن هزینه‌های کاشت، داشت و برداشت، جمع کل ارزش هزینه‌ها (C) و جمع کل ارزش درآمدها (B)، طی یک دوره ۱۰ ساله محاسبه و نسبت منفعت به هزینه (B/C) طرح بدست آمد. مقدار عددی نسبت (B/C) طرح، بدون در نظر گرفتن نرخ تنزیل برابر با ۲/۲۲ حاصل شد (جدول ۶).

پس از محاسبه هزینه‌ها و درآمدها، ارزش فعلی خالص آن‌ها با نرخ تنزیل ۱۰٪ از طریق عملگر، (NPV) در محیط نرم‌افزار اکسل تعیین گردید (رابطه ۵). در مرحله بعد نسبت (B/C) با توجه به ارزش فعلی خالص ۱/۸ برآورد شد که نشان دهنده قابل قبول بودن طرح می‌باشد (جدول ۷).

$$NPV\ (i) = PV1 + PV2 + ... + PVn = FV1/\ (1+i) + FV2/\ (1+i)\ ^2 + ... + FVn/\ (1+i)\ ^n \quad (۵)$$

در این رابطه، i نرخ تنزیل، n مجموع دوران احداث و بهره‌برداری، PV ارزش فعلی، FV ارزش آتی می‌باشد.

جدول (۶): هزینه‌ها و درآمدهای ناشی از کاشت درخت زیتون

سال	هزینه‌ها (هزار ریال)				(C)	عملکرد	قیمت واحد	(B)	نسبت
	دستگاه استحصال آب باران	کاشت	داشت	برداشت	ارزش هزینه‌ها (ریال)	(کیلوگرم در هکتار)	(هزار ریال)	ارزش درآمدها (هزار ریال)	(B/C)
۱	۳۰۰۰۰۰	۴۴۰۰۰	۰	۰	۳۴۴۰۰۰	۰	۰	۰	
۲	۰	۰	۸۰۰۰	۰	۸۰۰۰	۰	۰	۰	
۳	۰	۰	۸۸۰۰	۰	۸۸۰۰	۰	۰	۰	
۴	۰	۰	۹۶۸۰	۳۵۰۰	۱۳۱۸۰	۷۰۰	۸۰	۵۶۰۰	
۵	۰	۰	۱۰۶۴۸	۴۹۵۰	۱۵۵۹۸	۹۰۰	۸۸	۷۹۲۰۰	
۶	۰	۰	۱۱۷۱۳	۷۲۰۰	۱۸۹۱۳	۱۲۰۰	۹۶۸	۱۱۶۱۶۰	
۷	۰	۰	۱۲۸۸۴	۹۹۰۰	۲۲۷۸۴	۱۵۰۰	۱۰۶۴۸	۱۵۹۷۲۰	
۸	۰	۰	۱۴۱۷۲	۱۲۴۱۰	۲۶۵۸۲	۱۷۰۰	۱۱۷۱۳	۱۹۹۱۱۸	
۹	۰	۰	۱۵۵۹۰	۱۵۲۰۰	۳۰۷۹۰	۱۹۰۰	۱۲۸۸۴	۷۹۷/۲۴۴	
۱۰	۰	۰	۱۷۱۴۹	۱۹۳۶۰	۳۶۵۰۹	۲۲۰۰	۱۴۱۷۲	۳۱۱۷۹۵	
جمع	۳۰۰۰۰۰	۴۴۰۰۰	۱۰۸۶۳۶	۷۲۵۲۰	۵۲۵۱۵۶			۱۱۶۶۷۹۰	۲/۲۲

جدول (۷): ارزش کنونی هزینه‌ها و درآمدهای کل طرح با نرخ تنزیل ۱۰٪ و نسبت (B/C)

(C) ارزش کنونی هزینه‌ها (هزار ریال)	(B) ارزش کنونی درآمدها (هزار ریال)	نسبت (B/C)
۴۰۶۵۴۰	۷۳۴۵۴۵	۱/۸

نتیجه‌گیری

اگر زمین عامل محدود کننده تولید نباشد و فقط آب عامل محدود کننده باشد، می‌توان با آب صرفه جویی شده از طریق کم آبیاری سطح بیشتری را زیر کشت برد و عملکرد کل و در نهایت درآمد را افزایش داد (مقبلی و همکاران ۱۳۹۳). گر چه ساخت نمونه‌های تحقیقاتی این دستگاه هزینه‌بر است، اما بررسی‌ها نشان داد، استفاده از روش استحصال آب باران توجیه اقتصادی دارد. برای بهره‌برداری اقتصادی بیشتر و توسعه‌ی این روش در اقصی نقاط کشور، نیاز به تولید انبوه، طراحی مناسب و استفاده از مواد ارزان قیمت می‌باشد. ساخت انبوه دستگاه استحصال آب باران، قیمت تمام شده را به شدت کاهش داده و منجر به ساخت دستگاهی ارزان و مقرون به صرفه خواهد شد. جنس این دستگاه عمدتاً از مواد پلی اتیلن ارزان قیمت بوده و از اجزاء سبک و قابل حمل ساخته می‌شود که پس از مونتاژ قابل بهره برداری است. طراحی به گونه‌ای صورت می‌گیرد که در صورت خرابی هر یک از قطعات، قابلیت تعویض وجود داشته باشد. مزایای این روش شامل: ایجاد اشتغال در بخش ساخت و تولید دستگاه، ایجاد اشتغال در بخش تولیدات کشاورزی، جلوگیری از هدررفت آب، پیشگیری از تنش‌های ناشی از خشکی و خشکسالی و بحران آب، ارزان قیمت

بوده و نسبت به سایر روش‌های آبیاری به نیروی انسانی کمتری نیاز دارد. به دلیل دریافت مستقیم آب باران مشکل املاح، نمک‌ها و ذرات معلق در آب ذخیره شده وجود ندارد. همچنین امکان اختلاط کودهای محلول در آب درون مخزن، راندمان بالا و تلفات حداقلی آب (بهره برداری بهینه)، در صورت طراحی مناسب و استفاده از مواد پلی اتیلن سبک، به آسانی قابل حمل بوده و امکان نصب در مناطق خشک و نیمه خشک و کم آب را دارد. دارای کاربردهای مختلف کشاورزی، شرب، حیاط وحش و... دارای امکان تجاری سازی و تولید انبوه و دارای نقش موثر در ایجاد اشتغال و بهبود وضعیت اقتصادی کشور می‌باشد.

تقدیر و تشکر

از مجموعه مدیریتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان بخصوص آقایان دکتر مراد سپهوند و مهندس طهماسب حسین‌پور که در تامین هزینه‌های طرح همکاری نمودند کمال تقدیر و تشکر را دارم. همچنین از آقای مهندس سعید احمدی که در طراحی و ساخت دستگاه زحمت کشیدند صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایم.

منابع

۱. رحیم‌پور، م.، س.م. تاجبخش و ه. معماریان (۱۳۹۵). استفاده از رواناب سطوح سنگی در آبیاری تکمیلی. مجله علمی- ترویجی سطوح آبگیر باران، (۱۴) ۱۲: ۸۳-۷۳.

۲. احمدی، ک.، ح. قلیزاده، ح. عبادزاده، ف. حاتمی، ر. حسین‌پور، ه. عبدشاه، م. رضایی و م. فضلی استبرق (۱۳۹۶). آمارنامه کشاورزی .تهران: وزارت جهادکشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

۳. پهلوانی، پ.، م. دستورانی، ج. طباطبایی یزدی و پ. وفاخواه (۱۳۹۵). بررسی و مقایسه پتانسیل استحصال آب باران از سطوح عایق بام ها در شرایط اقلیمی مختلف .مجله علمی- ترویجی سطوح آبگیر باران، (۱۴) ۱۲: ۱۰-۱.

۴. چمن‌پیرا، غ. (۱۳۹۵). ارزیابی تاثیر عملیات آبخیزداری در استحصال و جمع‌آوری رواناب حوضه دادآباد. مجله علمی- ترویجی سطوح آبگیر باران، (۱) ۴: ۳۵-۴۵.

۵. حسینی، م. و م. روغنی (۱۳۹۱). مقایسه روش‌های جمع‌آوری آب باران در سامانه‌های آبگیر لوزی شکل. علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. (۱۹) ۶: ۱۸-۷.

۶. درخشان، ه.، ا. زراعتی و ع. خاشعی (۱۳۹۳). استحصال آب باران برای صرفه جویی مصرف آب کشاورزی . سامانه های سطوح آبگیر باران ۲ (۴):۵۴-۴۷.

۷. زارعی، ق. و س. شهپری (۱۳۹۲). ویژگی‌های هیدرولیکی کپسول‌های سفالی سامانه آبیاری زیرسطحی در سه بافت خاک. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد (۱۴) ۴: ۷۲-۵۷.

۸. سپاسخواه، ع.ر.، ع.ر. توکلی و ف. موسوی (۱۳۸۵). اصول و کاربرد کم آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۹. سلطانی، غ. (۱۳۸۷). اقتصاد مهندسی، انتشارات دانشگاه شیراز، ص ۳۲۸.

۱۰. معماریان ه.، ا. توسلی، س.م. تاجبخش، ز. کومه، ع.ا. عباسی و ل. پارسایی (۱۳۹۳). تهیه دستور العمل جهت طراحی و بهینه سازی مخازن آب باران در ساختمانها .مجله علمی -ترویجی سطوح آبگیر باران ۲ (۴): ۵۵-۶۸.

۱۱. مقبلی، س.، م. دلبری و ن. کوهی (۱۳۹۳). تأثیر آبیاری قطره ای سطحی و زیر سطحی بر عملکرد گل محمدی تحت رژیم های مختلف آبیاری. تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۵ (۴): ۴۰۵-۴۱۲.

12. Abu-Zreig M., Khdair A. and Alazba A. *(2009). Factors affecting water seepage rate of clay pitchers in arid lands. University Sharjah*. J. Pur. Appl. Sci. *6 (1): 59-80.*
13. Anaya M.G. and Tovar J.S. *(1975). Different soil treatments for harvesting water for radish production in the Mexico valley*. Frasier, G.W. (Ed.) , Proceedings of the Symposium on Water Harvesting (pp. 320-345). Phoenix: AR, ARSW-22, USDA.
14. Arun Kumar D., Virendra B. Amol P. and Karankal B. *(2013). Rooftop Rain Water Harvesting for Groundwater Recharge in an Educational Complex*. Global Journal of Researches in Engineering Civil And Structural Engineering, *13 (1): 20-30.*
15. Bainbridge D.A. *(2001). Buried clay pot irrigation: A little known but very efficient traditional method of irrigation*. Agric. Water Manage. *48,79-88.*
16. Cartaud F., Touze-Folts N. and Duval Y. *(2005). Experimental investigation of the influence of a geotextile beneath the geomembrane in a composite liner on leakage through a hole in the geomembraneGeotext*. Geomembr, *23 (2): 117–143.*
17. Cetin O. and Bilget L. *(2002). Effects of different irrigation methods on shedding and yield of Cotton. Agric.* Water Manage, *54, 1–15.*
18. Cluff C.B. *(1980). Surface storage for water-harvesting agrisystems In Rainfall collection for agriculture in arid and semiarid regions*. Tucson: University of Arizona.
19. Das G. *(2002). Hydrology and soil Conservation Engineering.* New Delhi: University of Agricultiure and Technology.
20. Karnieli A., Ben-Asher J. and Dadi A. *(1988). An empirical approach for predicting runoff yield under desert conditions*. Agric.Water Manage, *14: 252-243.*
21. Laura R. *(2004). Water farms: a review of the physical aspects of water harvesting and runoff enhancement in rural landscapes*. Technical Report04/6, CSIRO Land and Water, Canberra ACT.
22. Morey A., Dhurve B., Haste V., Wasnik B. *(2016). Rain water harvesting system.* International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) , *3 (4):2158-2161.*
23. Oweis T., Hachum A. and Kijne J. *(1999). Water harvesting and supplementary irrigation for improved water use efficiency in dry areas*. Sri Lanka: International Water Management Institute.
24. Rostad N. and Montalto F. *(2012). Rainwater harvesting: using urban roof runoff for residential toilet flushing*. Woodhead Publishing Limited.
25. Rowe M.P. *(2011). Rain Water Harvesting in Bermuda*. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA) , *47 (6):1219–1227.*

Innovation and evaluating a new method in harvesting and rain water collecting

Reza Chamanpira*[1], Esfandyar Hassani Moghaddam E.[2]
1- Asistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran
2- Researcher of Seed and Plant Certification and Registration Research Institute, Lorestan Department, AREEO, Khorramabad, Iran

Received: 2017/06
Accepted: 2018/06

Abstract:

Various methods have been used for collecting water, but each one by itself has shortcomings that have prevented or limited its application. The method of rainwater collection by using a rainwater harvesting device (rainwater harvesting machine or R.H.M) is a new technique that was inspired by pitcher irrigation, techniques of water harvesting, and drip irrigation. Combination of these three methods had led to the manufacturing of a very simple and practical device that can be used in various parts of the world (including Iran), especially in arid and semi-arid and even in semi-humid regions where access to water is limited or impossible. This device has applications in supplying the water required for agriculture, drinking, tourism, etc. Rainwater harvesting devices have completely overcome the disadvantages of the three methods mentioned above. It is a simple and multi-purpose tool, and its main application is to provide sufficient water for establishing and developing orchards, planting trees in regions where water is scarce or unavailable, and job creation. Protection of groundwater resources and prevention of erosion are among the most important additional goals in utilizing this device. In the present research, two samples of rainwater harvesting devices with the capacities of storing 430 and 1800 liters of rainwater were first designed, produced, and installed. A rain gauge was then used to measure daily rain and the volume of rainwater stored in the tanks of the devices, and to study their ability to store and save rainwater. Results showed that the devices had the necessary efficiency for harvesting and storing rainwater for when water was needed. The total water loss during the processes of rainwater entrapment and storage until the time it was used amounted to less than five percent.

Keywords: Micro-catchment, Rainwater harvesting, Water supply, Storage, Arid and semi-arid areas