دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

قابلیت سنجی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران با هدف تأمین آب باغات دامنه‌ای در مناطق نیمه‌خشک

محمد نکویی[1] مهر و سید نعیم امامی[2]

۱- مربی پژوهشی تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری
۲- استادیار تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی شهرکرد- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری،
(نویسنده مسوول: emami1348@yahoo.com)
تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۵ تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۲۰
صفحه: ۱۶۵ تا ۱۷۶

چکیده

تحقیق حاضر که با هدف بررسی قابلیت سامانه‌های جمع‌آوری آب باران در تولید رواناب به منظور تأمین قسمتی از آب مورد نیاز باغات در اراضی شیبدار به اجرا در آمده است، تلاشی نوآورانه جهت برقراری ارتباط نزدیک بین فعالیت‌های آبخیزداری و تولید محصولات باغی با رویکرد امنیت غذایی می‌باشد. برای این منظور در استان چهارمحال و بختیاری تعداد ۹ سامانه‌ی آبگیر مستطیل شکل به ابعاد ٤×۳ متر مربع با سه تیمار مدیریتی شامل سطح عایق (پوشش پلاستیک و سنگریزه)، خاک لخت (جمع‌آوری پوشش سطحی سامانه) و شاهد (زمین دست نخورده) و در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی بر روی دامنه‌ای با شیب ۲۰ درصد احداث گردید. در پایین دست هر سامانه، یک مخزن جهت جمع‌آوری و ذخیره رواناب‌ها تعبیه شد. در طول دوره آماربرداری، میزان بارش روزانه و حجم آب جمع‌آوری شده در داخل هر مخزن، بعد از هر واقعه بارش اندازه‌گیری گردید. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار عایق دارای بیشترین توان تولید رواناب بوده به طوری که میانگین رواناب در این تیمار، حدود ۵ برابر تیمار جمع‌آوری پوشش سطحی و ۱۷/۵ برابر تیمار شاهد (زمین دست نخورده) است. میانگین ضریب رواناب در تیمارهای عایق، جمع‌آوری پوشش سطحی و پوشش طبیعی به ترتیب برابر ٦٤/۳، ۷/۷ و ۱/۸ درصد محاسبه شد. همچنین نتایج نشان داد که بارش‌های کمتر از ۵ میلی‌متر، تنها در سطوح عایق منجر به تولید رواناب شده است. لذا مزیت دیگر به کارگیری سطوح عایق را می‌توان در تولید رواناب در بارش‌های حداقل بر شمرد. این موضوع با توجه به فراوانی وقایع بارندگی با مقادیر کمتر از ۵ میلیمتر در مناطق خشک و نیمه‌خشک، لزوم استفاده از سطوح عایق در استحصال آب باران در این مناطق را ضروری‌تر می‌سازد. بر این اساس استفاده از سطوح عایق همراه با تعبیه سامانه ذخیره رواناب حاصل از ماه‌های پرباران و توزیع آب ذخیره شده در ماه‌های خشک به منظور تأمین قسمتی از آب مورد نیاز باغات در اراضی شیبدار توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: استحصال آب باران، سامانه‌های سطوح آبگیر، سطوح عایق، ضریب رواناب، چهارمحال و بختیاری

مقدمه

ایران کشوری است که به دلیل واقع شدن در عرض جغرافیایی ۳۰ الی ۴۰ درجه شمالی دارای نزولات جوی اندک در مقایسه با سایر مناطق کره زمین است. کمبود رطوبت ذخیره شده در خاک در شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک و همچنین عدم بهره‌برداری مناسب از ریزش‌های جوی از سوی ساکنین این گونه مناطق، از عوامل اصلی در کاهش تولیدات گیاهی، تشدید فرسایش خاک و هدر رفت آب حاصل از بارش می‌باشد (۸). این ویژگی طبیعی ایجاب می‌کند که از ظرفیت رطوبتی کشور بیشترین استفاده به عمل آید. یکی از اقدامات موثر در این زمینه استفاده از سامانه‌های جمع‌آوری نزولات جوی است به طوری که این سامانه‌ها باعث افزایش پایداری و کیفیت منابع آب می‌شوند (۱). دانشمندان با بررسی امکان جمع‌آوری آب باران از سطح بام خانه‌ها در منطقه جنوب آسیا عنوان کرده‌اند که سامانه‌های جمع‌آوری آب باران یک راه حل ساده و مقرون به صرفه برای رفع نیازهای خانگی در جوامع روستایی محسوب می‌شود (۲۲). برخی از دانشمندان اذعان کرده‌اند که با توجه به الگوهای نامشخص آب و هوایی در شرایط آینده، سامانه‌های جمع‌آوری آب باران روشی مطمئن برای امنیت آب محسوب شده و اثربخشی این سامانه‌ها در مدیریت خشکسالی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به اثبات رسیده است (۴،۲۳).

سامانه‌های سطوح آبگیر باران از قدیم بنحوی مورد استفاده توسط انسان بوده و در سال‌های اخیر تحقیقات مختلف در ارتباط با نحوه طراحی این سامانه‌ها در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است. یکی از موارد مهم طراحی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران، نحوه آماده‌سازی (تیمار) سطح آبگیر برای به دست آوردن بیشترین مقدار رواناب حاصل از هر واقعه بارندگی و به عبارت دیگر کاهش نفوذپذیری است (۳۲). به کارگیری پوشش‌هایی نظیر قیر، پارافین و یا استفاده از نایلون با پوشش حفاظتی سنگریزه از جمله این روش‌ها به شمار می‌رود (۱۷). در اراضی طبیعی نیز از طریق کوبیدن سطح خاک و استفاده از قطعات بزرگ سنگ به عنوان سطوح نفوذ ناپذیر در سطح سامانه، می‌توان موجب افزایش ضریب رواناب شد.

امروزه تحقیقات گسترده‌ای در اکثر مناطق دنیا در خصوص استفاده از سطوح عایق و نیمه‌عایق انجام گرفته که تفاوت آن‌ها در نوع بهره‌برداری رواناب استحصال شده می‌باشد (۳۲). در این ارتباط رضایی (۲۸) با استفاده از تیمار سطوح عایق و طبیعی در تلفیق با تحلیل فراوانی مقادیر بارندگی، به کارگیری سطوح عایق را در منطقه زنجان ضروری دانست. فراوانی مقادیر بارندگی کمتر از ۱۰ میلی‌متر و رفتار متفاوت آن‌ها در سطوح عایق در مقایسه با سطوح

طبیعی، از نتایج مهم این تحقیق بوده است.

قادری (۳۲) در ایستگاه تحقیقاتی سارال با استفاده از تیمار سطح عایق و طبیعی، رفتار سامانه‌ها را مورد بررسی قرار داد. نتایج این تحقیق بیانگر تأثیر قابل توجه سطح عایق در تأمین آب مورد نیاز گونه‌های مثمر گیاهی بوده است. همچنین نکویی‌مهر و همکاران (۲۴) نقش سطوح عایق را با هدف استحصال آب باران به منظور تأمین آب درختان بادام بسیار موثر شمرده‌اند.

ترنسیو و همکاران (۳۴)، سامانه‌های جمع‌آوری آب باران را به منظور آبیاری گونه‌های جنگلی در کشور پرتغال مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که از این سامانه‌ها، ۴/۵ برابر میزان مورد نیاز، آب استحصال شده است. در همین ارتباط حسینی (۱۵)، روغنی (۳۰،۲۹)، شاهینی (۳۱) و قیطوری (۹) نقش سطوح عایق را بسیار تأثیرگذار دانسته‌اند. نتایج تحقیقات یاد شده بیانگر افزایش ضریب رواناب تا ۶۰ درصد بوده است. این در حالی است که ضریب رواناب سطوح طبیعی در تحقیقات یاد شده در محدوده ۲۰ درصد و کمتر بوده است.

تحقیقات گسترده‌ای بر روی سامانه‌های دارای مالچ سنگریزه‌ای و سامانه‌های جوی و پشته به همراه استفاده از پلاستیک و سنگریزه در منطقه شمال غرب کشور چین جهت افزایش تولید محصول هندوانه انجام گرفته است (۳۶). نتایج این تحقیقات نشان داده است که تولید محصول هندوانه و بهره‌وری آب در سامانه‌های پلاستیک و سنگریزه، افزایش معنی‌داری پیدا کرده است. سایر تحقیقات در این منطقه بر روی دانه‌های روغنی موید آن است که سامانه آبگیر جوی و پشته به همراه استفاده از آبیاری تکمیلی به میزان ۶۰ میلیمتر، بهترین تیمار از لحاظ عملکرد دانه و مقدار روغن بوده است (۱۰). همچنین تحقیقات بر روی سامانه‌های کوچک مقیاس جمع‌آوری آب باران در مناطق نیمه‌خشک کشور هند نشان داده است که این سامانه‌ها باعث افزایش عملکرد محصول و تنوع زراعی در منطقه شده‌اند و میزان استقبال مردم از این سامانه‌ها رو به افزایش است (۵).

برخی از دانشمندان در گذشته استحصال آب باران از طریق استفاده از نایلون را به لحاظ تخریب سریع آن تا حدودی مشکل بر شمرده‌اند، لیکن امروزه وجود نایلون‌های گلخانه‌ای و یا حفاظت از آن‌ها به وسیله پوشش‌های سنگریزه‌ای رواج داشته و طول عمر آن‌ها تا ۲۰ سال نیز گزارش شده است (۱۶). مطالعات اخیر کارتد و همکاران (۳) نشان داده است که استفاده از سطوح عایقی نظیر ژئوممبران[1] نقش مهمی در افزایش ضریب رواناب و استحصال موفق آب باران داشته است.

روش سطوح آبگیر کوچک به طور معمول برای کاشت درخت استفاده می‌شود و مشخصه آن ورود مستقیم آب از یک سطح آبگیر نسبتاً کوچک به پای ریشه گیاه می‌باشد. در این حالت سطح عایق در بالادست چاله نهال جهت استحصال آب باران و تولید رواناب بیشتر به کار گرفته می‌شود (۲۵،۱۳).

علاوه بر ویژگی‌های سطوح عایق برای تولید رواناب بیشتر، الگوی توزیع زمانی بارندگی در طول فصول رشد گیاهان نیز یکی از عوامل دخیل در بهره‌برداری از آب باران توسط سامانه‌های جمع‌آوری آن برای استفاده در تولیدات درختان میوه و یا درختان کاشته شده برای فضای سبز است. این موضوع در شرایط آب و هوایی نیمه‌خشک به دلیل وجود فصل خشک تابستان و احتمال ایجاد تنش رطوبتی برای گیاه و کاهش محصول از اهمیت بیشتری برخوردار است. برای مثال در تحقیقی در یمن با بارندگی سالانه ۴۹۲ میلی‌متر دریافتند که لازم است برای دوام تولید کشاورزی در طول تیرماه که دارای متوسط بارندگی حدود ۲۲ میلیمتر است از آبیاری تکمیلی استفاده شود (۲۶).

مجموعه مطالب فوق مبین این نکته است که استحصال آب از طریق سامانه‌های سطوح آبگیر به مفهوم استفاده از ریزش‌های جوی از طریق مدیریت بارندگی تلقی می‌شود. با این اقدام می‌توان از یک‌سو با استفاده از ریزش‌های جوی، آب مورد نیاز را برای مصارف مختلف استحصال نمود و از سوی دیگر در صورت ذخیره‌سازی آب‌های استحصال شده در پروفیل خاک، از فرسایش خاک، تمرکز رواناب‌های سطحی و جاری شدن سیلاب‌ها جلوگیری نمود. تحقیق حاضر در استان چهارمحال و بختیاری با هدف بررسی توانایی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران در تولید رواناب به منظور تأمین قسمتی از آب مورد نیاز باغات در اراضی شیبدار به اجرا در آمد تا از این طریق بتوان به افزایش تولید محصول، بهبود اقتصاد معیشتی روستاییان و توسعه پایدار حوزه‌های آبخیز منطقه همت گمارد. در شکل شماره ۱ نمایی از پلات‌های آزمایشی احداث شده در منطقه و رشد و نمو درختان بادام دیم تحت شرایط سطوح آبگیر پلاستیک و سنگریزه نشان داده شده است.

1- Geomembrane

(ب) (الف)

شکل ۱- الف- پلات‌های آزمایشی احداث شده، ب- بادام دیم کشت شده تحت شرایط سامانه آبگیر عایق

Figure 1. A- Experimental plats, B- rainfed almond cultivated under conditions of insulator surface system

مواد و روش‌ها

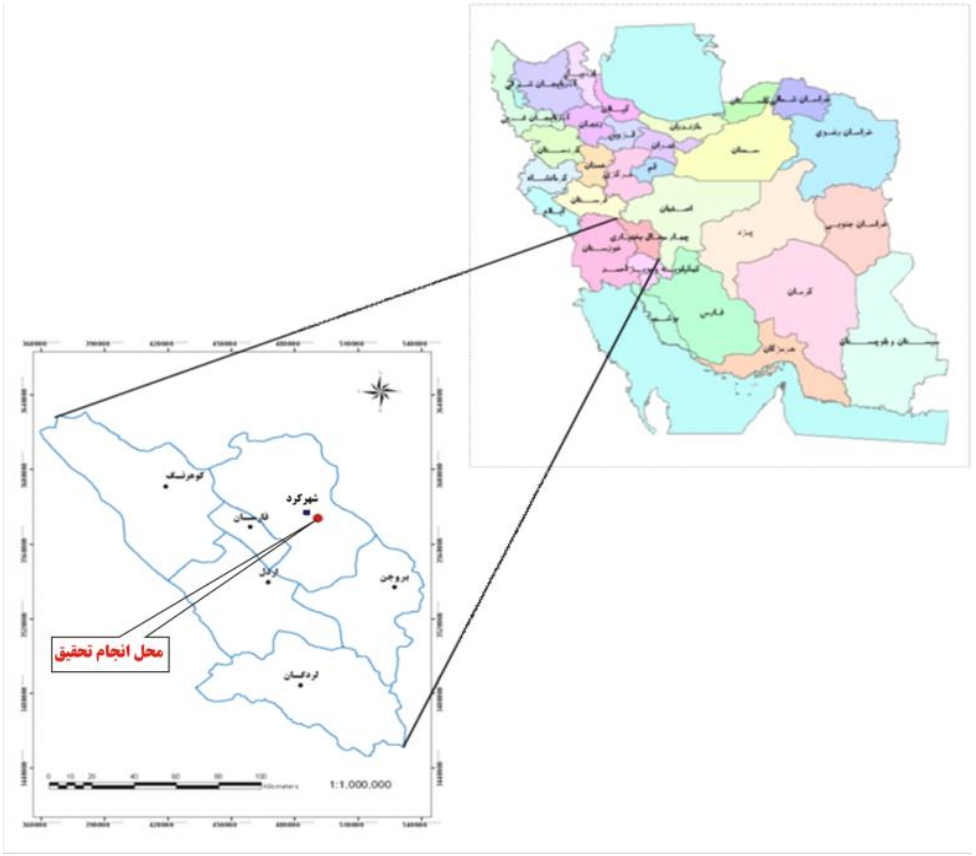
این تحقیق در محدوده ایستگاه تحقیقاتی قلعه قارک (وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری) در شهرستان شهرکرد و با مختصات ″۱۷، ′۱۸، °۳۲ عرض شمالی و ″۴۶، ′۵۶، °۵۰ طول شرقی در فاصله ۵ کیلومتری شرق مرکز استان به اجراء در آمده است. ارتفاع از سطح دریا در محل اجرای طرح ۲۱۶۲ متر و کاربری آن مرتع می‌باشد. اقلیم منطقه به روش آمبرژه، نیمه‌خشک سرد بوده و میانگین سالیانه بارندگی منطقه ۳۰۰ میلی‌متر است. برخی از گونه‌های مهم مرتعی در ایستگاه مذکور در جدول شماره ۱ آورده شده است. در شکل شماره ۲ موقعیت منطقه در استان و کشور نشان داده شده است.

برای انجام این تحقیق، تعداد ۹ سامانه آبگیر مستطیل شکل با مساحت ۱۲ مترمربع با سه تیمار مدیریتی شامل سطح عایق (پوشش پلاستیک و سنگریزه)، خاک لخت (جمع‌آوری پوشش گیاهی سطح سامانه) و پوشش طبیعی زمین در سه تکرار و در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی بر روی دامنه‌ای با شیب ۲۰ درصد و خاک سیلتی لوم با استفاده از پشته‌های خاکی احداث گردید. به علت محصور بودن محدوده ایستگاه، امکان ورود افراد متفرقه، دام و حیوانات وحشی به داخل سامانه‌ها وجود نداشت.

جدول ۱- برخی از گونه‌های مهم مرتعی در محل تحقیق

Table 1. Some of the important rangeland species in the research area

چوبک کرک غده‌ای	*Acanthophyllum glandulosum*	پیچک سرسان	*Convolvulus commutatus*
کرفیچ	*Hertia angustifolia*	پونه‌سای انبوه	*Nepeta glomerulosa*
سنبله‌ای مودار	*Stachys pilifera*	شب‌بوی کوهی	*Micrantha multicaulis*
چای کوهی	*Stachys lavandulifolia*	مریم‌گلی پرساقه	*Salvia multicaulis*
سنبله‌ای ارغوانی	*Stachys inflata*	اکلیل کوهی	*Astragalus hamosus*
گون کتیرایی	*Astragalus gossypinus*	زنبق بیابانی	*Iris songarica*



شکل ۲- موقعیت محل تحقیق در استان و کشور
Figure 2. The location of the research site in the province and country

برای ساخت سامانه عایق، ابتدا پوشش گیاهی سطح سامانه حذف شد و با استفاده از نایلون ضخیم و یک لایه ۵ سانتیمتری از سنگریزه بادامی بر روی آن، بستر سامانه عایق گردید. لبه نایلون بر روی پشته‌های خاکی خوابانیده شد تا رسوبی از بیرون وارد سیستم نشود و تمامی رواناب ایجاد شده در داخل سامانه، به پایین دامنه منتقل گردد. قسمت انتهایی سامانه طوری طراحی شد که همه رواناب به یک نقطه خروجی منتقل شود. در پایین دست هر سامانه، یک بشکه ۲۰۰ لیتری به منظور جمع‌آوری رواناب تعبیه شد تا رواناب تولید شده توسط لوله به داخل بشکه هدایت گردد. بر روی درب مخزن جمع‌آوری رواناب، پلاستیک پوشش داده شد تا از بارش مستقیم به داخل آن جلوگیری به عمل آید. در شکل ۳ نمایی از تیمار عایق (پلاستیک و سنگریزه) در حین اندازه‌گیری میزان رواناب نشان داده شده است.

شکل ۳- اندازه‌گیری مقدار رواناب در مخزن جمع‌آوری رواناب در تیمار عایق
Figure 3. Measurement of runoff amount in runoff collection reservoir in insulating treatment

در تیمار خاک لخت (جمع‌آوری پوشش سطحی)، کلیه پوشش‌گیاهی موجود در سطح سامانه چیده و سنگریزه‌های سطحی نیز جمع‌آوری گردید و با استفاده از غلطک کوچک، سطح تیمار صاف و تمیز شد. این عمل هر سال تکرار شد تا سطح تیمار در سال‌های انجام پژوهش از شرایط یکسانی برخوردار باشد. در شکل ۴ نمایی از این تیمار نشان داده شده است. در تیمار شاهد سطح سامانه‌ها با همان پوشش طبیعی خود به صورت دست نخورده باقی ماند.

آماربرداری از میزان بارندگی و رواناب حاصل از آن در طی دو سال آبی متوالی (۹۴-۹۳ الی ۹۵-۹۴) انجام شد. اطلاعات مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل بارش‌ها از باران‌سنج ساده و گراف‌های باران‌نگار ایستگاه تحقیقات کشاورزی فرخ شهر در فاصله ۱ کیلومتری محل اجرای طرح، استفاده گردید. حجم آب جمع‌آوری شده در داخل هر مخزن، بعد از هر رگبار منتهی به تولید رواناب به دقت اندازه‌گیری گردید. سپس بشکه کاملاً تخلیه شده و برای بارش بعدی در محل خود جاگذاری شد. در شکل ۳ اندازه‌گیری مقدار رواناب در تیمار عایق نشان داده شده است. با تقسیم حجم رواناب به سطح سامانه، ارتفاع رواناب محاسبه گردید و با مقایسه آن با ارتفاع بارش، ضریب رواناب محاسبه شد. برای بررسی معنی‌دار بودن تفاوت در عمق رواناب تولیدی در تیمارهای مختلف و همچنین تجزیه و تحلیل داده‌های بارش-رواناب از نرم‌افزارهای Excel و SPSS استفاده شد.

شکل ۴- تیمار جمع‌آوری پوشش‌گیاهی و سنگریزه سطح سامانه(زمین تمیز شده)
Figure 4. Vegetation and gravel collection treatment(removed surface)

نتایج و بحث

میزان حجم رواناب تولید شده از ۲۱ رخداد بارش منجر به تولید رواناب در تیمارهای به کار برده شده (کمینه برای تیمار عایق و بیشینه در همه تیمارها) در طی دو سال آبی متوالی (۹۴-۹۳ الی ۹۵-۹۴) و همچنین محاسبه ضریب رواناب برای هر یک از تیمارها، در جدول ۲ آورده شده است. وجود اعداد صفر در جدول مذکور به معنی عدم تولید رواناب در تیمار مربوطه است.

جدول ۲- مقادیر متوسط رواناب تولید شده ناشی از رگبارهای مورد بررسی

Table 2. The average amount of runoff generated from the storms studied

تاریخ بارش	بارندگی (میلی‌متر)	شاهد (دست نخورده)		جمع آوری پوشش سطحی		عایق	
		حجم رواناب (لیتر)	ضریب رواناب	حجم رواناب (لیتر)	ضریب رواناب	حجم رواناب (لیتر)	ضریب رواناب
۹۳/۸/۱۲	۴۳/۴	۳۹/۳	۰/۰۷۵	۱۴۰/۵	۰/۲۷۰	۲۳۰/۰	۰/۴۴۲
۹۳/۸/۲۶	۲۴/۲	۵/۸	۰/۰۲۰	۱۸/۰	۰/۰۶۲	۱۵۹/۰	۰/۵۴۷
۹۳/۱۱/۴	۱۴/۱	۳/۵	۰/۰۲۰	۱۱/۰	۰/۰۶۵	۱۱۷/۰	۰/۶۹۱
۹۳/۱۱/۱۱	۱/۶	۰	۰	۰	۰	۱۱/۸	۰/۶۱۴
۹۳/۱۱/۱۴	۲۱/۵	۴/۹	۰/۰۱۹	۱۳/۲	۰/۰۵۱	۱۶۱	۰/۶۲۴
۹۳/۱۲/۱	۱۰/۹	۱/۱	۰/۰۰۸	۲/۶	۰/۰۲۰	۳۸/۹	۰/۲۹۷
۹۳/۱۲/۶	۱۵	۴/۰	۰/۰۲۲	۱۰/۹	۰/۰۶۰	۱۴۶/۷	۰/۸۱۵
۹۳/۱۲/۱۰	۲/۵	۰	۰	۰	۰	۲۵/۴	۰/۸۴۷
۹۴/۱/۷	۲۱/۷	۵/۳	۰/۰۲۰	۱۳/۴	۰/۰۵۱	۱۵۹/۳	۰/۶۱۱
۹۴/۱/۲۰	۲۰/۵	۹/۹	۰/۰۴۰	۱۶/۵	۰/۰۶۷	۱۵۵/۱	۰/۶۳۰
۹۴/۱/۲۵	۲۶/۱	۱۹/۹	۰/۰۶۳	۱۰۵/۳	۰/۳۳۶	۱۶۸/۷	۰/۵۳۸
۹۴/۱/۲۷	۷/۱	۶/۵	۰/۰۷۶	۱۹/۳	۰/۲۲۶	۷۳/۲	۰/۸۵۹
۹۴/۱/۲۹	۵/۶	۰	۰	۱۳/۲	۰/۱۹۶	۵۰/۷	۰/۷۵۴
۹۴/۲/۳	۵/۱	۰	۰	۸/۴	۰/۱۳۷	۴۹/۲	۰/۸۰۴
۹۴/۱۰/۱۸	۲	۰	۰	۰	۰	۱۶/۵	۰/۶۸۷
۹۴/۱۱/۱۱	۴/۸	۰	۰	۰	۰	۴۴/۵	۰/۷۷۲
۹۵/۱/۳	۴/۴	۰	–	۰	۰	۲۳/۹	۰/۴۵۲
۹۵/۱/۱۶	۱۲	۳/۳	۰/۰۲۳	۵/۵	۰/۰۳۸	۹۸/۵	۰/۶۸۴
۹۵/۱/۲۴	۲/۲	۰	۰	۰	۰	۱۵/۴	۰/۵۸۳
۹۵/۲/۶	۵/۲	۰	۰	۲/۶	۰/۰۴۲	۵۰/۸	۰/۸۱۴
۹۵/۲/۱۱	۳/۵	۰	۰	۰	۰	۱۸/۷	۰/۴۴۵
میانگین (درصد)		۱/۸		۷/۷		۶۴/۳	

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که در بارش‌های مورد بررسی، تیمار عایق نسبت به تیمارهای دیگر بیشترین میزان حجم و ظرفیت تولید رواناب را داشته است. از مجموع ۲۱ رخداد منجر به تولید رواناب (حداقل برای یکی از تیمارها)، تیمار جمع‌آوری پوشش در ۷ واقعه و تیمار شاهد در ۱۰ واقعه قادر به تولید رواناب نبوده‌اند. بررسی وقایع بارندگی‌های منجر به تولید رواناب در تیمار عایق در طی دوره پژوهش نشان می‌دهد که مناسب‌ترین ماه برای جمع‌آوری آب باران در منطقه، فروردین ماه است. ۸ واقعه از ۲۱ واقعه بارش منجر به تولید رواناب، مربوط به فروردین ماه است، ۳ واقعه مربوط به اردیبهشت ماه، ۲ واقعه مربوط به آبان ماه، ۴ واقعه مربوط به بهمن ماه و ۳ واقعه مربوط به اسفند ماه است. بنابراین در منطقه مورد تحقیق، فروردین بیشترین بارش‌های منجر به تولید رواناب را داشته و در اولویت اول قرار می‌گیرد. مجموع حجم رواناب تولید شده از سطح تیمار عایق در طی ماه فروردین در دوره تحقیق، به ۷۴۵ لیتر می‌رسد. همچنین بیشترین شدت بارندگی در طی رخدادهای مورد بررسی به میزان ۱۰/۶ میلی‌متر بر ساعت برآورد شده است. همچنین بر اساس یافته‌های جدول ۲، بارش‌های کمتر از ۵ میلی‌متر، تنها در سطوح عایق منجر به تولید رواناب شده است. این امر تأثیر قابل توجه سطوح عایق را در ایجاد رواناب از بارش‌هایی با عمق کم نشان می‌دهد. این موضوع با توجه به فراوانی وقایع بارندگی با مقادیر کمتر از ۵ میلی‌متر در مناطق خشک و نیمه‌خشک، لزوم استفاده از سطوح عایق در استحصال آب باران در این مناطق را ضروری‌تر می‌سازد.

رابطه همبستگی بین مقدار و شدت بارندگی با میزان رواناب تولید شده در تیمارها، در جدول ۳ آورده شده است. نتایج جدول ۳ حاکی از ارتباط قوی و معنی‌دار ($p<0/01$) بین مقدار و شدت بارندگی و تولید رواناب در تیمارها بوده است. به عبارت دیگر عکس‌العمل همه تیمارها نسبت به رگبارهای مورد بررسی یکسان بوده، اگرچه تیمار عایق نسبت به دو تیمار دیگر از همبستگی بیشتری برخوردار بوده است. بنابراین افزایش مقدار و شدت بارندگی نقش اساسی در افزایش تولید رواناب در تیمارهای مختلف سامانه‌های سطوح آبگیر داشته است. تحقیقات بسیاری در این زمینه مقدار و شدت بارش را از فاکتورهای اصلی در تولید رواناب سطحی می‌دانند (۲۷).

جدول ۳- ضریب همبستگی پیرسون بین مقدار و شدت بارندگی با رواناب تولید شده در تیمارهای مختلف
Table 3. Pearson correlation coefficient between amount and intensity of rainfall with runoff generated in different treatments

تیمار	مقدار بارندگی	شدت متوسط بارندگی
شاهد(زمین دست نخورده)	۰/۷۹**	۰/۷۷**
جمع آوری پوشش سطحی	۰/۸۵**	۰/۷۸**
عایق	۰/۹۵**	۰/۹۱**

**: معنی‌داری در سطح احتمال یک در صد

به منظور بررسی فراوانی عمق بارش‌ها در منطقه، درصد فراوانی بارش‌های روزانه در ایستگاه هواشناسی فرخ شهر طی یک دوره بیست ساله (۱۳۹۶-۱۳۷۶) مورد تحلیل قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۴ آورده شده است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که ۶۸ درصد فراوانی بارش‌های روزانه، مربوط به بارش‌های کمتر از ۵ میلی‌متر می‌باشد. این مهمترین عامل توجیه‌کننده لزوم اعمال تیمارهایی است که بتواند بیشترین رواناب را در ماه‌های مورد نیاز از کمترین مقدار بارندگی‌های روزانه تأمین کند. بنابراین با استحصال بارش‌های با عمق کم، می‌توان رطوبت مورد نیاز درختان در باغات دامنه‌ای را در محل استقرار آن‌ها مهیا نمود. این نتایج با یافته‌های مطالعات انجام شده در استان زنجان (۲۸) مطابقت دارد. تحقیقات در ایستگاه قره‌چریان زنجان در طی سال‌های ۸۷ الی ۹۰ بر روی میزان توانایی سطوح عایق، نیمه‌عایق و طبیعی در تولید رواناب به منظور ایجاد پوشش گیاهی انجام شد. این مطالعات نشان داد که حد آستانه بارندگی روزانه برای شروع رواناب به ترتیب برای سطوح عایق، نیمه‌عایق و طبیعی (زمین دست نخورده) برابر ۲/۱، ۳ و ۵ میلی‌متر می‌باشد. همچنین امکان تکرار همه ساله تولید رواناب برای ماه‌های رشد محصول، فقط برای تیمار عایق امکان‌پذیر است و تیمارهای نیمه‌عایق و طبیعی فاقد این توانایی هستند به طوری که تیمار طبیعی در ماه‌های پر نیاز آبی گیاه (خرداد، تیر، مرداد و شهریور) هیچگونه روانابی تولید نکرده است.

جدول ۴- درصد فراوانی بارش‌های روزانه در ایستگاه هواشناسی فرخ شهر(۱۳۹۶-۱۳۷۶)
Table 4. Frequency percentage of daily rainfall in Farrokhshahr meteorological station (1997-2017)

بارندگی (میلی‌متر)	درصد فراوانی	درصد فراوانی تجمعی
کمتر از ۱	۳۷	۳۷
۱-۵	۳۱	۶۸
۵-۱۰	۱۳	۸۱
۱۰-۱۵	۹	۹۰
۱۵-۲۰	۶	۹۶
۲۰-۲۵	۱	۹۷
بیشتر از ۲۵	۳	۱۰۰

به منظور بررسی آماری نتایج به دست آمده، تجزیه واریانس برای داده‌ها انجام شد. اصولاً به منظور مقایسه میانگین بین گروه‌ها از این روش آماری استفاده می‌شود. نتایج تجزیه واریانس داده‌های رواناب در تیمارهای مختلف در جدول ۵ نشان داده شده است. این نتایج نشان می‌دهد که بین مقادیر رواناب در تیمارهای عایق، جمع‌آوری پوشش سطحی و شاهد (زمین دست نخورده)، تفاوت کاملاً معنی‌دار وجود دارد ($p<۰/۰۱$). به منظور ارزیابی بیشتر تفاوت بین تیمارها، از آزمون دانکن استفاده شد و نتایج آن در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس داده‌های رواناب در تیمارهای مختلف
Table 5. Results of ANOVA of runoff data in different treatments

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدارF
تیمار	۲	۵۹/۹۹	۲۹/۹۹	۱۰۹/۰۸**
باقیمانده	۱۸۶	۵۱/۱۵	۰/۲۷۵	
کل	۱۸۸	۱۱۱/۱۵		

**: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد

نتایج جدول شماره ۶ حاکی از آن است که کمترین میزان رواناب در تیمار شاهد (زمین دست نخورده) مشاهده شده است. تیمار جمع‌آوری پوشش سطحی منجر به افزایش نسبی رواناب شده به طوری که میانگین رواناب تولید شده در این تیمار، به ۳/۷ برابر میزان شاهد رسیده است. تیمار عایق بیشترین میانگین رواناب را نشان داده به طوری که میانگین رواناب در این تیمار، حدود ۵ برابر تیمار جمع‌آوری پوشش گیاهی و ۱۷/۵ برابر تیمار شاهد می‌باشد. به عبارت دیگر عایق نمودن سطح سامانه، به طور قابل ملاحظه‌ای میزان تولید رواناب را افزایش داده است و از این طریق می‌توان قسمتی از آب مورد نیاز درختان مثمر را در شرایط دیم تأمین نمود. این نتایج موید تحقیقات انجام شده توسط نکویی‌مهر و

همکاران (۲۴) و شاهینی (۳۱) است. آن‌ها تأثیر بکارگیری سطوح عایق را در افزایش تولیدات گیاهی قابل ملاحظه دانسته و اذعان نمودند که از این طریق می‌توان شاهد رشد و نمو بهتر و افزایش تولید محصول در درختان مثمر دیم در باغات دامنه‌ای بود. در شکل ۵، رشد و نمو درختان بادام دیم تحت شرایط تیمار عایق (پلاستیک و سنگریزه) در منطقه شهرکرد دیده می‌شود (۲۴).

جدول ۶- نتایج آزمون دانکن

Table 6. Duncan test results

تیمار	میانگین تبدیل شده
شاهد (زمین دست نخورده)	$۴/۹۳^{c} \pm ۱/۲۰$
جمع‌آوری پوشش سطحی	$۱۸/۱۱^{b} \pm ۱/۲۰$
عایق (پلاستیک و سنگریزه)	$۸۶/۴۰^{a} \pm ۱/۲۰$

به منظور مدل نمودن میزان عمق رواناب استحصالی از سطوح آبگیر با تیمارهای به کار برده شده در شرایط اقلیمی نیمه‌خشک، میانگین ضریب رواناب در تیمارهای مختلف محاسبه شد. ضریب رواناب یکی از معیارهایی است که ویژگی نفوذپذیری یک سطح را در مقابل بارندگی نشان می‌دهد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میانگین ضریب رواناب در تیمارهای شاهد (زمین دست نخورده) و جمع‌آوری پوشش سطحی در طی بارش‌های مورد بررسی، به ترتیب ۱/۸ و ۷/۷ درصد محاسبه شده است. این امر حکایت از آن دارد که پوشش گیاهی و خار و خاشاک موجود در سطح سامانه آبگیر دارای نقش قابل توجه در کاهش ضریب رواناب داشته و تنها حذف آن از سطح سامانه، ضریب رواناب را ۴ برابر افزایش داده است. این مزیتی است که تیمار جمع‌آوری پوشش سطحی به دلیل تمیز کردن همه ساله سطح پلات از گیاهان و افزایش ضریب رواناب نسبت به تیمار طبیعی به دست آورده است. تحقیقات هادی‌قورقی و اوسطی (۱۱) نیز در ارتباط با تأثیر روش‌های مدیریتی در کنترل میزان رواناب نشان می‌دهد که اعمال قرق و احیای پوشش گیاهی باعث افزایش نفوذپذیری و کاهش حجم و ضریب رواناب می‌شود.

در پژوهش حاضر، تیمار عایق به دلیل داشتن لایه پلاستیکی دارای بیشترین ضریب رواناب نسبت به دو تیمار دیگر است. بالاترین ضریب رواناب مشاهده شده برابر ۸۶ درصد مربوط به تیمار عایق بوده است. متوسط ضریب رواناب در تیمار عایق، ۶۴/۳ درصد محاسبه شده است. به عبارت دیگر در منطقه‌ای با متوسط بارش سالانه ۳۰۰ میلی‌متر، از هر مترمربع سطح پلاستیک و سنگریزه، می‌توان ۱۹۳ لیتر آب استحصال نمود. این یافته را می‌توان نسبتاً سازگار با کارهای محققین دیگری مثل لی و گنگ (۲۰) و لی و همکاران (۲۱) ارزیابی کرد. آن‌ها دریافتند که لایه پلاستیکی پوشیده با لایه شنی، ۵۶ الی ۷۷ درصد رواناب تولید می‌نماید که این مقدار با حد متوسط ضریب رواناب در این تحقیق همخوانی دارد.

شکل ۵- رشد و نمو درختان بادام دیم تحت شرایط تیمار پلاستیک و سنگریزه (۲۴)

Figure 5. Growth of dry farming almond trees under plastic and pebble treatment conditions (24)

با توجه به توضیحات مزبور می‌توان اذعان نمود که تیمار عایق دارای برتری بوده و ایجاد آن برای جمع‌آوری رواناب به ویژه از بارندگی‌های روزانه بسیار کم برای تأمین قسمتی از آب مورد نیاز گیاهان در مناطق نیمه‌خشک ضرورت دارد. البته مهمترین موضوع چالش برانگیز در بکارگیری سطوح آبگیر عایق در مناطق نیمه‌خشک، الگوی توزیع زمانی بارندگی در

طول فصول رشد گیاهان و وجود ماه‌های خشک است که احتمال ایجاد تنش رطوبتی برای گیاه و کاهش محصول را در پی خواهد داشت. بنابراین بهتر است در حالت استفاده از تیمار عایق، یک سیستم ذخیره آب مانند استخر برای ذخیره رواناب ماه‌های پر بارش و توزیع آب ذخیره شده در ماه‌های پر نیاز آبی گیاه احداث شود. این امر سبب جلوگیری از وارد شدن تنش رطوبتی و صدمه دیدن احتمالی تولید محصول می‌شود. تحقیقات راپولد (۲۶) در مناطق نیمه‌خشک کشور یمن نیز نشان می‌دهد که برای دوام تولید کشاورزی در طول تابستان لازم است از آبیاری تکمیلی استفاده شود. سایر بررسی‌ها در این زمینه نشان می‌دهد که ذخیره رواناب در ماه‌های پر باران و آبیاری تکمیلی محصول سورگوم در ماه‌های خشک در ناحیه نیمه‌خشک بورکینافاسو، باعث افزایش ۴۱ درصدی تولید و بهبود شرایط اقتصادی شده است (۷). همچنین ویی و همکاران (۳۵) در تحقیقات خود در مناطق شمال غربی چین عنوان کرده‌اند که سامانه‌های پلاستیک و سنگریزه به همراه آبیاری تکمیلی، باعث کم شدن تنش خشکی در مراحل حساس رشد گندم شده است.

مطالعات انجام شده در استان چهارمحال و بختیاری نشان می‌دهد که میزان نیاز آبی درخت بادام در منطقه برابر با ۴۰۰۰ مترمکعب در هکتار در سال می‌باشد (۱۲). با فرض کاشت ۴۰۰ اصله درخت بادام در هر هکتار(عرف منطقه)، نیاز آبی هر درخت بادام در سال معادل ۱۰ مترمکعب است. این میزان آب به صورت آبیاری از دهه سوم فروردین لغایت دهه اول آبان ماه با دور ۱۰ روز یکبار و مجموعاً ۲۰ نوبت اعمال می‌شود (شرایط آبیاری کامل).

بر اساس تحقیقات نکویی‌مهر و همکاران (۲۴) در استان چهارمحال و بختیاری، در صورت بکارگیری سامانه‌های سطوح آبگیر باران جهت کشت درختان مثمر، کافی است فقط ۵ درصد از کل میزان آب مورد نیاز درختان بادام به عنوان آبیاری تکمیلی تأمین شود(۵۰۰ لیتر به ازاء هر درخت). در این شرایط درختان از رشد و نمو و تولید محصول نسبتاً خوبی برخوردار خواهند شد. بنابراین با در نظر گرفتن ۵ ماه خشک در منطقه و دور آبیاری یکبار در ماه، باید مجموعاً ۵ نوبت و به میزان ۱۰۰ لیتر در هر نوبت به ازاء هر درخت، آبیاری تکمیلی در نظر گرفت.

با توجه به متوسط ضریب رواناب در سطوح پلاستیک و سنگریزه (۶۴/۳ درصد) و استحصال ۱۹۳ لیتر رواناب از هر مترمربع این سطوح در منطقه‌ای با میانگین بارش سالانه ۳۰۰ میلیمتر، برای فراهم نمودن حداقل آب مورد نیاز هر درخت بادام، به سطحی معادل ۲/۵ مترمربع از پوشش عایق نیاز است. چنانچه یک سیستم شامل سطح عایق و استخر به منظور ذخیره‌سازی آب در بالادست محل کشت درختان احداث گردد، می‌توان میزان آب مورد نیاز جهت آبیاری تکمیلی درختان در فصل خشک را در آن ذخیره نمود و بدین ترتیب قسمتی از آب مورد نیاز درختان از طریق استحصال آب باران تأمین خواهد شد و شاهد افزایش تولید محصول در درختان مثمر دیم در باغات دامنه‌ای خواهیم بود. بر این اساس یکی از مهمترین اهداف ترویج سامانه‌های سطوح آبگیر باران به منظور کشت درختان مثمر در این سامانه‌ها، بهبود وضعیت معیشتی ساکنین حوزه‌ها و ارتقاء سطح زندگی آن‌ها می‌باشد. الیاسی و همکاران (۶) در تحقیقات خود عنوان نموده‌اند که مسائل اقتصادی یکی از مهم‌ترین عوامل در افزایش انگیزه ساکنین حوزه‌های آبخیز به منظور مشارکت در فعالیت‌های آبخیزداری است. این نتایج در هماهنگی با اهداف و یافته‌های تحقیق حاضر می‌باشد. مطالب بیان شده بر نقش قابل توجه سامانه‌های سطوح آبگیر باران به ویژه سامانه عایق در استحصال آب باران تأکید دارد. نتایج سایر تحقیقات انجام شده (۲،۱۴، ۱۸) در زمینه‌ی ابداع سامانه‌های جمع‌آوری باران در مناطق مورد نیاز به آب، بدون اتکاء به منابع آب سطحی و زیرزمینی و تنها با استفاده از نزولات جوی، حکایت از تأئید یافته‌های تحقیق حاضر دارد.

بنابراین در یک جمع‌بندی کلی می‌توان نتیجه گرفت که در مناطق مستعد در اقلیم خشک و نیمه‌خشک، به کارگیری پوشش عایق(نایلون و سنگریزه) در سامانه‌های سطوح آبگیر باران در اراضی شیبدار، نقش مهمی در استحصال و جمع‌آوری آب باران در جهت تأمین رطوبت مورد نیاز درختان میوه در محل استقرار آن‌ها ایفا نموده و موجب افزایش تولید، بهبود اقتصاد معیشتی روستاییان و توسعه پایدار حوزه‌های آبخیز می‌گردد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از راهنمایی‌های ارزشمند هماهنگ‌کننده ملی پروژه جناب آقای مهندس محمد روغنی تقدیر و تشکر نمایند و همچنین از آقایان مهندس روانبخش رئیسیان، مهندس سید مجتبی اسدی، کریم صفری و سرکار خانم مهندس الیاسی به دلیل زحمات زیادی که در اجرای این پروژه کشیده‌اند، صمیمانه سپاسگزاری نمایند.

منابع

1. Alamdari, N., D.J. Sample, J. Liu and A. Ross. 2018. Assessing climate change impacts on the reliability of rainwater harvesting systems. Resources, Conservation and Recycling, 132: 178-189.
2. Abu- Zreig, M., F. Ababneh and F. Abdullah. 2019. Assessment of rooftop rainwater harvesting in northern Jordan. Physics and Chemistry of the Earth, (In Press).
3. Cartaud, F., N. Touze-Foltz and Y. Duval. 2005. Experimental investigation of the influence of a geotextile beneath the geomembrane in a composite liner on leakage through a hole in the geomembrane. Geotext, Geomember, 23(2): 117-143.
4. Christian Amos, C., A. Rahman and J. Mwangi Gathenya. 2018. Economic analysis of rainwater harvesting systems comparing developing and developed countries: A case study of Australia and Kenya. Journal of Cleaner Production, 172: 196- 207.
5. Deora, S. and G. Nanore. 2019. Socio economic impacts of Doha Model water harvesting structures in Jalna, Maharashtra. Agricultural Water Management, 221: 141-149.
6. Elyasi, A., K. Shahedi and R. Rastegar. 2018. Effective factors on stakeholder willingness to participate at watershed management projects in Hezarkhani watershed. Jwmr, 8(16): 259-270.
7. Fox, p. and J. Rockstrom. 2000. Water harvesting for supplementary irrigation of cereal crops to overcome intraseasonal dry-spells in the Sahel. Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere, 25(3): 289-296.
8. Ghaderi, N. 2006. Optimization of rainwater microcatchment systems by increasing stability of moisture in soil profile (Kordestan province). Research project final report. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute. Tehran, Iran. 70 pp (In Persian).
9. Gheitoori, M. 2006. Assesment and comparison of three contour banking methods including level, semilunar and paved contour banks in precipitation storage in Kermanshah province. Research project final report. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute. Tehran, Iran. 75 pp. (In persian).
10. Gu, X., Y. Li, Y. Du and M. Yin. 2017. Ridge- furrow rainwater harvesting with supplemental irrigation to improve seed yield and water use efficiency of winter oilseed rape. Journal of Integrative Agriculture, 16(5): 1162-1172.
11. Hadighorghi, J. and K. Osati. 2018. Impacts of enclosure and aspect on runoff and sediment yields (Case study: Khamesan paired watersheds). Jwmr, 8(16): 113-122.
12. Haghighat, A. 1999. Determination of Almond available water capacity. Proceeding of the first national conference on Almond. Shahrekord, Iran, pp: 157-167 (In Persian).
13. Hatibu, N., M.B. Young, J.W. Gowing and H.F. Mahoo. 2003. Developing improved dryland systems for maize in semi-arid Tanzania, Part 1: Experimental evidence for the benefits of rainwater harvesting. Experimental agriculture, 39: 293-306. Cambridge University Press.
14. Helmreich, B. and H. Horn. 2009. Opportunities in rainwater harvesting, Desalination, 248(1-3): 118-124.
15. Hoseini, M. 2007. Investigation of soil evaporation reduction methods on rainwater microcatchment systems in Tehran province. Research project final report. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute. Tehran, Iran, 36 pp (In Persian).
16. Hudson, N.W. 1987. Soil and water conservation in semi-arid areas. FAO, Soil Resources, Management and Conservation Service.
17. Lalljee, B. and S. Facknath. 1999. Water harvesting and alternate sources of water for agriculture. PROSI Magazine, N. 368-Agriculture.
18. Lani, N., A. Syafiuddin, Z. Yusop, U. Adam, M. Zakibin and M. Amin. 2018. Performance of small and large scales rainwater harvesting systems in commercial buildings under different reliability and future water tariff scenarios. Science of The Total Environment, 636: 1171-1179.
19. Li, X.Y. 2000. Soil and water conservation in arid and semiarid areas: The Chinese Experience. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Anzhou, P.R.China.
20. Li. X.Y. and J.D. Gong. 2002. Compacted microcatchments with local earth materials for rainwater harvesting in the semi-arid region of China. Journal of Hydrology, 257(1-4):134-144.
21. Li, X.Y., Z.K. Xie and X.K. Yan. 2004. Runoff characteristics of artificial catchment materials for rainwater harvesting in the semiarid regions of China. Agricultural Water Management, 65: 211- 224.
22. Mahmood, A. and F. Hossain. 2017. Feasibility of managed domestic rainwater harvesting in South Asian rural areas using remote sensing. Resources, Conservation and Recycling, 125: 157-168.
23. Musayev, S., E. Burgess and J. Mellor. 2018. A global performance assessment of rainwater harvesting under climate change. Resources, Conservation and Recycling, 132: 62-70.
24. Nekooeimehr, M., M. Roghani, S.N. Emami and H. Moradi. 2017. Investigation of impact of using managed water harvesting systems in increasing crop yield. Research project final report. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute. Tehran, Iran, 68 pp (In Persian).

25. Oweis, T., A. Hachum and J. Kijne. 1999. Water harvesting and supplementary irrigation for improved water use efficiency in dry areas. SWIM paper 7. Colombo, SriLanka: International Water Management Institute.
26. 26 - Rappold, D. 2005. Precipitation analysis and agricultural water availability in the Southern Highlands of Yemen, Hydrology Process, 19: 2437-2449.
27. Raeisian, R., A.H. Charkhabi and M. Nekooeimehr. 2005. Investigation of soil erodibility in Gorgak watershed in Chaharmahal and Bakhtiari by using of rainfall simulator. Research project final report. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute. Tehran, Iran. 107 pp (In Persian).
28. Rezaei, A. 2013. Capability of rainwater harvesting systems in semiarid area for establishment of plant coverage. Pajouhesh and Sazandegi, (watershed management Research), 100: 39-49, (In Persian).
29. Roghani, M. 2007. Guideline of establishment of rainwater microcatchment systems for fruitful trees development. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute. Tehran, Iran, 60 pp (In Persian).
30. Roghani, M. 2010. Role of rainwater microcatchment systems on fruitful trees development in hillside orchards. Proceeding of the second national conference on water resources. Kerman. Iran, 11 pp (In Persian).
31. Shahini, G. 2007. Optimization of rainwater microcatchment systems by increasing stability of moisture in soil profile (Golestan province). Research project final report. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute. Tehran, Iran, 68 pp (In Persian).
32. Shoaei, Z., J. Ghoddoosi, A. Telvari, M.H. Mahdian and A. Ghafoori. 2003. Rainwater catchment systems for stable development of environmental resources. Scientific researches council of Iran, 712 pp (In Persian).
33. Tabatabaei, J. 2007. Evaluation of several mulching cover efficiency for increasing of runoff. Research project final report. Soil Conservation and Watershed Management Research Institute. Tehran, Iran, 152 pp (In Persian).
34. Terencio, D.P.S., L.F. Fernandes, R.M.V. Cortes and F.A.L. Pacheco. 2017. Improved framework model to allocate optimal rainwater harvesting sites in small watersheds for agro- forestry uses. Journal of Hydrology, 550: 318-330.
35. Wei, T., Z. Dong, C. Zhang, S. Ali, X. Chan, Q. Han, F. Zhang, Z. Jia, P. Zhang and X. Ren. 2018. Effects of rainwater harvesting planting combined with deficiency irrigation on soil water use efficiency and winter wheat yield in a semiarid area. Field Crops Research, 218: 231-242.
36. Yajun, W.X., S. Zhongkui, V. Sukhdev and Z. Yubao. 2011. Effects of gravel-sand mulch, plastic mulch and ridge and furrow rainfall harvesting system combinations on water use efficiency and watermelon yield in a semi-arid Loess Plateau of China. Agricultural Water Management, 101: 88-92.

Capability of Rainwater Harvesting Systems to Provide Water Requirements in Hillside Orchards of Semi-Arid Regions

Mohammad Nekooeimehr[1] and Seyed Naeim Emami[2]

1- Scientific member Agricultural Research, Education and Extension Organisation- SHahrekoed- Farohkshahr Road -Agricultural Research Center of Chaharmahal and Bakhtiari Province
2- Assistant Professor, Agricultural research, Education And Extension Organisation-SHahrekoed- Farohkshahr Road - Agricultural Research Center of Chaharmahal and Bakhtiari Province,
(Corresponding author: emami1348@yahoo.com)
Received: May 26, 2019 Accepted: November 11, 2019

Abstract

The present research has been executed in order to investigation of rainwater harvesting systems capability in runoff generation for supplying part of water required for hillside orchards. It is an innovative effort to establish a close link between watershed management activities and the production of horticultural products with a food security approach. Towards this attempt, in Chaharmahal and Bakhtiary province, 9 rectangular rainwater harvesting systems with dimensions of 4 × 3 m^2 and 3 different managerial treatments (insulator surface, removed surface and natural vegetation cover) with 3 replicates and completely randomized design were made on a slope of 20 percent. At the end of each system, a reservoir has been installed to collect runoff coming from the plot. Rainfall amounts are estimated using a rain-gauge nearby and runoff volume was measured in the reservoir. Compare of the mean of treatments indicated that the system with insulator surface has generated the maximum runoff volume. The runoff volume generated by insulator surface was 5 times that of removed surface and 17.5 times that of natural vegetation cover. The results showed that the mean runoff coefficient derived from the systems with insulator surface, removed surface and natural vegetation cover were respectively 64.3, 7.7 and 1.8 percent. Also, the results showed that rainfall less than 5 mm has generated runoff only at insulator surface. Therefore, the other advantage of using insulator surfaces can be considered in the production of runoff in minimum rainfall. This issue, due to the frequency of rainfall events with values less than 5 mm in arid and semi-arid regions, makes it more necessary to use the insulator surfaces for harvesting of rainwater in these areas. So the use of insulator surfaces along with the installation of a runoff storage system and distribution of stored water in dry months is recommended to supply part of the water needed for hillside orchards.

Keywords: Rainwater Harvesting, Rainwater Catchment Systems, Insulator Surfaces, Runoff Coefficient, Chahrmahal and Bakhtiari