

بررسی عملکرد سطوح عایق، نیمه‌عایق و طبیعی در فرایند بارش-رواناب سامانه‌های سطوح آبگیر، مطالعه موردی: ایستگاه پژوهشی خرم‌آباد ارومیه

منصور مهدی‌زاده یوشانلوئی*^۱ و محمد روغنی^۲

^۱ کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی و ^۲ استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۰۶

چکیده

ایجاد پوشش گیاهی دائمی و دارای بازدهی اقتصادی از جمله روش‌های مهار فرسایش آبی در نقاط مختلف است. امروزه، ایجاد سامانه‌های سطوح آبگیر باران برای جمع‌آوری حجم کافی آب باران از طریق افزایش ضریب رواناب از سطح آبگیر و همچنین، استفاده بهینه از بارش‌های کم حجم روزانه برای استقرار پوشش گیاهی در اراضی رواج دارد. بر این اساس، با توجه به تغییرات ایجاد شده در اکوسیستم و محیط‌زیست عرصه‌های طبیعی که عمدتاً ناشی از بهره‌برداری غیراصولی از منابع آب و خاک طی چند دهه گذشته است، لزوم بازنگری و بهینه‌سازی در سیستم‌های ذخیره نزولات آسمانی و ارائه تلفیقی از روش‌های مختلف را به منظور کسب نتایج در احیای و توسعه منابع طبیعی تجدید شونده، ضروری ساخته است. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف معرفی روش مناسب مدیریت بهره‌برداری تلفیقی از سطوح عایق و نیمه‌عایق، در بهینه‌سازی کمی و کیفی تولید رواناب سامانه‌های سطوح آبگیر برای توسعه باغات دیم در حوزه‌های آبخیز معرف مناطق خشک، نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب انجام شد. هدف این پژوهش، تحلیل و مدل نمودن میزان عمق رواناب استحصالی در سطوح آبگیر با تیمارهای مختلف، برای ارائه الگوی عمق رواناب قابل استحصال برای شرایط آب و هوایی نیمه‌خشک کشور به‌طور نمونه استان آذربایجان غربی است. محل انجام پروژه در فاصله ۳۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر ارومیه و در ایستگاه خرم‌آباد است. در این ایستگاه، سطوح آبگیر باران به ابعاد ۶×۵ متر مربع، با تیمارهای سطح عایق، نیمه‌عایق و طبیعی در چهار تکرار بر روی دامنه جنوبی و با شیب ۱۲ الی ۱۵ درصد احداث شد. مقادیر بارش روزانه و عمق رواناب حاصل از آن‌ها برای یک دوره آماری چهارساله و به تعداد ۱۰۰ واقعه بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب، اندازه‌گیری شد. برای بررسی فراوانی بارش‌های روزانه بیشتر از صفر، یک، پنج و ۱۰ میلی‌متر در هر ماه از داده‌های ۵۴ساله (۲۰۰۵-۱۹۵۱) ایستگاه هواشناسی سینوپتیک ارومیه به‌عنوان ایستگاه معرف شرایط اقلیمی نیمه‌خشک استفاده شد. نتایج نشان داد، بارش‌های روزانه بیشتر از یک و پنج میلی‌متر در فصل رشد گیاه شامل ماه‌های تیر، مرداد و شهریور به‌ترتیب دارای متوسط فراوانی یک‌بار در یک سال و یک‌بار در سه سال هستند. همچنین، حد آستانه بارندگی روزانه برای شروع رواناب به‌ترتیب برای سطوح آبگیر عایق، نیمه‌عایق و طبیعی برابر ۲/۵، ۳/۵ و ۴/۴ میلی‌متر و درصد ضریب تولید رواناب این سطوح به‌ترتیب برابر ۴۱/۱۷، ۱۰/۵۸ و ۱/۷۴ برای دوره زمانی فروردین الی آبان ماه است. لذا، استفاده از تیمار عایق برای ایجاد سطح آبگیر همراه با تعبیه سامانه ذخیره

رواناب حاصل از ماه‌های پرباران مثل فروردین و اردیبهشت و سامانه توزیع آب ذخیره شده در ماه‌های پر نیاز آبی گیاه شامل تیر، مرداد و شهریور توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: استحصال آب باران، بارندگی روزانه، باغات دیم، سطح آبخیز، ضریب رواناب

مقدمه

دشت‌های دامنه‌ای از جمله اراضی هستند که در اقلیم‌های نیمه‌خشک (به‌ویژه شمال غرب) کشور برای کشت غلات دیم اختصاص یافته‌اند. این اراضی عموماً در پایین‌تر از خط شکست کوهستان واقع شده و دارای شیب کمتر از حدود ۱۸ درصد هستند. همچنین، به دلیل شیب‌دار بودن و وقوع فرسایش آبی بعضاً به صورت رها شده در آمده و در صورت کشت نیز عملکرد محصول غلات دیم پایین است. لذا، در صورت احیای باروری این نوع از اراضی علاوه بر کاهش میزان فرسایش خاک باعث افزایش درآمد ساکنین حوزه آبخیز نیز خواهد شد (Rezaei, 2011).

از جمله راه‌های پیش‌رو برای عمران این نوع اراضی، بهره‌گیری از روش‌های احیای مراتع و یا جمع‌آوری آب باران در فصول پرباران از سطوح توسعه یافته نظیر پشت‌بام، جریان موقت در آبراهه‌های خشک و سطوح شیب‌دار دامنه تپه‌ها برای تولیدات کشاورزی است (Ngigi و همکاران، ۲۰۰۵، Kahinda و همکاران، ۲۰۰۸).

در پژوهش انجام شده توسط Angoshtari (۲۰۰۳) در سه استان گلستان، کرمانشاه و خراسان در خصوص بررسی تاثیر شکل سامانه‌ها بر روی افزایش مقدار آب ذخیره شده در پروفیل خاک، نتایج به دست آمده حاکی از کارایی نسبتاً محسوس سامانه لوزی شکل در مقایسه با سطوح مسطح و هلالی شکل بوده است. این در حالی است که سامانه مسطح ضمن سهولت اجرا از هزینه‌های اجرایی کمتری نیز برخوردار است.

در پژوهشی که توسط Shahini (۲۰۰۳) انجام شد، تاثیر پوشش سطحی نظیر بستر طبیعی زمین و پوشش‌های عایق (نایلون) نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله بیانگر تاثیر به‌کارگیری سطوح عایق خصوصاً در بارش‌های با مقدار کم است. این موضوع در

طرح بهینه‌سازی سامانه‌های سطوح آبخیز استان گلستان تاثیر بسیار مهمی در استقرار نهال‌های زیتون داشته است.

Lalljee و Facknath (۱۹۹۹) گزارش کردند که پروفیل خاک می‌تواند به‌عنوان یک مخزن نگهدارنده آب عمل کند و این موضوع به عواملی نظیر عمق، بافت، ساختمان خاک، عمق نفوذ ریشه، میزان نفوذپذیری و ظرفیت نگهداری آب در خاک دارد. لذا، توجه به کلیه عوامل یاد شده می‌تواند نقش مهمی در استقرار و تداوم آن در پروفیل خاک ایفا نموده و به استقرار درختان مثمر کمک کند. لذا، به‌کارگیری روش‌های مختلف برای تبدیل بیشینه مقدار بارش به رواناب در وقایع بارندگی با شدت و عمق مختلف، نقش مهمی در استقرار و توسعه درختان مثمر فراهم خواهد نمود.

بررسی‌های انجام شده توسط Hosseini Abrishame (۱۹۹۲) نشان می‌دهد، ضمن این‌که در مناطق گرم، گیاهان بیشتر آب مورد نیاز خود را از ۲۵ سانتی‌متری بعدی پروفیل خاک جذب می‌کنند، آب حاصل از بارندگی‌های کمتر از پنج میلی‌متر نیز به ندرت به منطقه‌ای که آب مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد، خواهد رسید. لذا، ذخیره‌سازی آب در پروفیل خاک برای استفاده در فصول رشد گیاهان ضروری است که این موضوع اهمیت استفاده از سطح عایق در تولید بیشتر رواناب را ضروری ساخته است.

برای ایجاد باغات دیم بر روی اراضی شیب‌دار در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک و به‌ویژه پاسخگویی به نیاز روزافزون به مصرف آب و تغییر اقلیم، احداث سامانه‌های سطوح آبخیز باران یکی از ضروریات کلیدی است (Gunnell و Krishnamutthy, ۲۰۰۳، Pandey و همکاران، ۲۰۰۳).

در واقع، سامانه‌های سطوح آبخیز باران همان روش‌های سنتی اصلاح و تکمیل شده برای استفاده از

چین توسط Li و همکاران (۲۰۰۴)، اثر سطوح عایق مصنوعی شامل بتن، آسفالت، فایبرگلاس، لایه پلاستیک و لایه پلاستیک پوشیده با لایه شنی و سطوح عایق خاکی شامل دست نخورده و دارای پوشش گیاهی و عاری از پوشش گیاهی، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که از نظر حساسیت سطوح به میزان تولید رواناب، سطوح خاکی به شدت بارندگی و سطوح عایق مصنوعی به مقدار بارندگی بیشترین واکنش را نشان می‌دهند. همچنین، برای مناطق مسکونی میزان ضریب رواناب برای پشت بام در صورت مفروش شدن با موزائیک بین ۰/۷ الی ۰/۹، برای سطح زمین در صورت داشتن پوشش بتنی ۰/۶ الی ۰/۸، برای سطوح خاکی با شیب کمتر از ۱۰ درصد صفر الی ۰/۳، برای پوشش سنگی طبیعی ۰/۲ الی ۰/۵ و برای سطوح پوشش گیاهی ۰/۰۵ الی ۰/۱ توصیه شده است (Pacey و همکاران، ۱۹۸۹).

از جمله اقدامات دیگر برای کاهش ضریب نفوذپذیری خاک و افزایش ضریب رواناب، استفاده از سله بیولوژیکی مثل میکروفایت است. البته به صورت طبیعی نیز امکان پیدایش آن در سطح خاک وجود داشته، ولی می‌توان با تلقیح لایه سطحی خاک، اثر آن را تشدید نمود. مثلاً در پژوهش انجام یافته بر روی دشت‌های دامنه‌ای کشور چین توسط Xiao-hui و همکاران (۲۰۰۵) دریافتند که استفاده از تیمار میکروفایت بر روی پلات جمع‌آوری آب باران منجر به تفاوت معنی‌دار آماری بین رشد قطر برابر سینه درختان گونه جنگلی کاشته شده در مقایسه با تیمار شاهد شده است.

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 با سامانه‌های جمع‌آوری آن برای استفاده در تولیدات گیاهان زراعی، درختان میوه و یا درختان کاشته شده برای فضای سبز است. البته این موضوع در شرایط آب و هوایی مرطوب چندان قابل توجه نبوده، ولی برای شرایط اقلیمی نیمه‌خشک، وجود فصل خشک تابستان منجر به ایجاد تنش رطوبتی برای گیاه شده و در صورت عدم تامین به موقع رطوبت، موجب عدم تولید محصول می‌شود.

سیلاب‌ها است که با اسامی علمی نوین و متناسب با ویژگی‌ها و کاربردهای هر یک از آن‌ها معرفی شده است (Mahoo و Hatibu، ۲۰۰۰).

در بسیاری از کشورها در حال توسعه از جمله در برزیل سعی شده، تامین بخشی از آب مصرفی خانگی و کشاورزی را از طریق جمع‌آوری آب باران انجام دهند (Gnadlinger، ۲۰۰۳). از جمله دلایل مطرح شدن این روش آسانی و سادگی اجرا به وسیله کارگر، هزینه کم و داشتن املاح کم محلول در آب باران و تمرکز مستقیم آب باران جمع‌آوری شده در چاله نهال‌ها است (Bainbridge و Fidelibus، ۲۰۰۵).

موضوع مهم در احداث باغات دیم بر روی سطوح شیب‌دار مشخصات فنی ایجاد سطوح آبگیر است، به نحوی که بتواند سازگار با شرایط اقلیمی منطقه به‌ویژه از نظر رابطه بارش و رواناب تا حدودی رطوبت مورد نیاز گیاه را در ماه‌های گرم سال از جمله اواخر تیر، مرداد و شهریور که بیشترین نیاز آبی وجود دارد، تامین کند (Singh و Prinz، ۲۰۰۰). بدین لحاظ اخذ رواناب از بارش‌های اتفاق افتاده در این ماه‌ها و به‌ویژه برای وقایع انفرادی بارش با عمق کم از موارد مهم است.

از مسائل قابل توجه در بررسی رابطه بین بارش و رواناب، وجود یک حد آستانه شروع ایجاد رواناب برای یک واقعه مشخص بارندگی است. اما آستانه شروع رواناب بستگی به ویژگی‌های بارش از قبیل شدت، رطوبت پیشین و ویژگی‌های فیزیکی سطح تولیدکننده رواناب دارد. به‌طور مثال، میزان این آستانه را در طراحی‌ها برای شرایط طبیعی و زمین دست نخورده سطح جمع‌آوری کننده آب باران، عموماً پنج میلی‌متر برای واقعه بارندگی در نظر می‌گیرند (Hudson، ۱۹۸۷). بدین دلیل، پژوهش‌های مختلفی برای انتخاب نوع سطوح جمع‌آوری آب باران از نظر مساحت و نحوه تیمار سطح آن‌ها برای افزایش ضریب رواناب به انجام رسیده است.

Shahini (۲۰۰۳) در پژوهش خود دریافت که شکل هندسی سطوح آبگیر و نوع پوشش سطح آن‌ها نظیر زمین طبیعی و پوشش عایق لایه پلاستیکی در عمق رواناب تولیدی به‌ویژه سطوح عایق در بارش‌های با مقدار کم موثر است. در ناحیه نیمه‌خشک کشور

نفوذ آن‌ها آهسته است. سطح آب زیرزمینی پایین بوده و محدودیت شوری و یا قلیابیت وجود ندارد. سازندهای زمین‌شناسی منطقه جزو دوره اولیگوسن و شامل ماسه‌سنگ و کنگلومرا می‌باشد.

روش پژوهش: ابعاد سطح سامانه با استفاده از رابطه (۱) و بارش با دوره برگشت دوساله و یا متوسط سالانه و به‌کارگیری ضریب رواناب سطحی، محاسبه شد (Critchley, ۱۹۹۱).

$$MC = RA \times (WR - DR) / (DR \times K \times EFF) \quad (1)$$

که در آن، MC مساحت آبیگر (متر مربع)، RA متوسط گسترش ریشه گیاه مورد استفاده (متر مربع)، WR نیاز آبی گیاه (میلی‌متر در سال)، DR مقدار بارش طرح (میلی‌متر)، K ضریب رواناب و EFF ظرفیت نگهداشت آب در خاک به درصد می‌باشد.

مساحت سامانه یا آبیگر با در نظر گرفتن متوسط بارش سالانه ۳۲۰ میلی‌متر، نیاز آبی گیاه ۶۱۰ میلی‌متر (فرشی)، ضریب نگهداشت ۵۰ درصد (FAO) و ضریب رواناب ۴۰ درصد و با گسترش ریشه‌ای برابر هفت متر مربع به شرح زیر محاسبه شد.

$$= [7(610 - 320)] / (320 \times 0.40 \times 0.50) \\ \text{مساحت سامانه} \\ = (7 \times 290) / 64 = 30 \text{ m}^2$$

کرت‌های آزمایشی با سه تیمار و چهار تکرار بر روی یک دامنه شیب‌دار با ابعاد سه متر در جهت شیب و پنج متر عمود بر جهت شیب با مساحت ۱۵ متر مربع و در قالب طرح آماری بلوک‌های کاملاً تصادفی احداث شد. شیب متوسط دامنه قرارگیری کرت‌ها ۱۲ الی ۱۵ درصد و دارای جهت جنوبی است. تیمارهای سطوح آبیگر شامل کرت‌هایی با سطح طبیعی بدون پوشش گیاهی و سنگریزه (تیمار A)، سطح نیمه‌عایق (تیمار B) و سطح عایق با پوشش نایلون (تیمار C) است. در تیمار طبیعی سطح کرت‌ها به‌صورت دست نخورده باقی‌مانده و در تیمار نیمه‌عایق کلیه پوشش گیاهی کرت تمیز شده قسمتی از آن با نایلون و شن نخودی پوشیده و در تیمار عایق سطح کرت‌ها با نایلون پوشیده و با لایه‌ای از شن نخودی پوشیده شد.

با نصب یک مخزن ذخیره آب در پایین‌دست هر یک از کرت‌ها، رواناب تولید شده به‌وسیله لوله به داخل مخزن‌ها هدایت و اندازه‌گیری شد. آماربرداری از

جمع‌بندی نتایج پژوهش دیگران نشان می‌دهد که کاهش میزان فرسایش خاک باعث افزایش درآمد ساکنین حوزه آبخیز شده و تاثیر به‌کارگیری سطوح عایق در اخذ بارش‌های با مقدار کم را میسر می‌سازد. همچنین، تامین بخشی از آب مصرفی خانگی و کشاورزی در کشورهای در حال توسعه از طریق جمع‌آوری آب باران انجام می‌شود.

موارد یاد شده به همراه سایر تحقیقات انجام شده در این زمینه که عمدتاً به‌کارگیری مواد مختلف را با هدف افزایش توان ذخیره‌سازی رطوبت در پروفیل خاک مورد بررسی قرار می‌دهد، می‌تواند به‌عنوان یک گزینه در سامانه‌های سطوح آبیگر به‌کار گرفته شود. بنابراین هدف از پژوهش حاضر تحلیل و مدل نمودن میزان عمق رواناب استحصالی در سطوح آبیگر با تیمارهای مختلف، برای ارائه الگوی عمق رواناب قابل استحصال برای شرایط آب و هوایی نیمه‌خشک کشور (به‌طور نمونه استان آذربایجان غربی) است.

مواد و روش‌ها

ویژگی‌های عمومی محل استقرار کرت‌های

آزمایشی: کرت‌های آزمایشی در ایستگاه پژوهشی خرم‌آباد در ۲۸ کیلومتری جنوب شهرستان ارومیه (منطقه باراندوز) در مختصات جغرافیایی "۳۰' ۳۰" ۴۵° تا "۵' ۴۵" ۴۵° طول شرقی و "۱۰' ۲۵" ۳۷° تا "۴۵" ۳۷° عرض شمالی با مساحت ۸/۵ هکتار قرار گرفت. منطقه مورد مطالعه که در محدوده شهرستان ارومیه قرار دارد، بر اساس تقسیم بندی اقلیمی گوسن دارای اقلیم استپی سرد است. با توجه به اطلاعات هواشناسی موجود میزان بارندگی ۳۳۶ میلی‌متر بوده که بیشترین آن در فروردین ماه است. معدل سالیانه درجه حرارت ۱۱ درجه سانتی‌گراد است. متوسط بیشینه و کمینه سالیانه درجه حرارت ۱۷/۹ و ۶/۳ درجه سانتی‌گراد و بیشینه مطلق ۲۸ (مرداد ماه) و کمینه مطلق ۲۲/۸- درجه سانتی‌گراد (بهمن ماه) است. متوسط نم نسبی سالیانه ۵۹/۹ درصد است. شیب متوسط منطقه بین ۱۲ الی ۱۵ درصد است. منطقه مورد مطالعه دارای زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های معتدل با خاک‌هایی آهکی، عمق اراضی زراعی خیلی عمیق، بافت خاک سنگین بوده و قابلیت

مقدار آب قابل استحصال به‌وسیله بارش‌های روزانه در ماه‌های مختلف ضروری است. به‌طوری که با دست‌یابی به چنین داده‌هایی و استفاده از معادله رگرسیون رابطه عمق رواناب (تابع) با بارش‌های روزانه، امکان برآورد عمق رواناب در ماه‌های متفاوت همراه با فراوانی وقوع آن‌ها میسر می‌شود. برای بررسی موضوع از داده‌های بارندگی روزانه ایستگاه سینوپتیک ارومیه واقع در فاصله ۳۵ کیلومتری شمال غربی محل اجرای طرح استفاده شد. بدین منظور، فراوانی بارش‌های روزانه با تعداد روزهای بارانی بیشتر از یک، پنج و ۱۰ میلی‌متر ایستگاه هواشناسی یاد شده استخراج شد. با تعیین حد آستانه بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب برای تیمارهای عایق، نیمه‌عایق و طبیعی نسبت به محاسبه ضریب همبستگی بین فراوانی عمق بارندگی‌های روزانه پوشش‌دهنده حد آستانه‌ای به‌دست آمده، اقدام شد. با توجه به معنی‌دار بودن ضریب همبستگی و خطی بودن رابطه فراوانی بارندگی‌های روزانه آستانه تولید رواناب برآورد شد.

نتایج و بحث

تعداد وقایع بارندگی روزانه و تعداد وقایع بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب در محل استقرار کرت‌ها با توجه به داده‌های ثبت شده استخراج شد (جدول ۱).

میزان بارندگی و رواناب حاصل از آن از اردیبهشت ۱۳۸۸ شروع شده و تا تیرماه ۱۳۹۱ ادامه یافت. زمان آماربرداری مربوط به فصول بهار و تابستان و دو ماه پاییز (مهر و آبان) یعنی هشت ماه در هر سال بود. بعد از هر بارش در طول ۲۴ ساعت دو بار میزان بارش توسط متصدی باران‌سنج معمولی موجود در ایستگاه اندازه‌گیری شد. سپس، ۲۴ ساعت بعد از وقوع بارندگی نسبت به اندازه‌گیری آب جمع شده و میزان رسوب در مخازن ۲۰۰ و ۵۰۰ لیتری اقدام شد. تنها بارش‌هایی منجر به تولید رواناب ثبت شده است. با تقسیم عمق رواناب به عمق بارندگی میزان ضریب رواناب برای هر واقعه بارندگی روزانه محاسبه شد. بررسی تفاوت حجم رواناب‌های تولید شده در هر واقعه بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب در بین تیمارها و مقایسه میانگین‌ها از روش دانکن در محیط نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

برای بررسی رابطه بین عمق بارندگی‌های روزانه به‌عنوان متغیر مستقل و عمق رواناب به‌عنوان متغیر وابسته و تعیین آستانه شروع رواناب با توجه به عمق بارندگی روزانه و تیمارهای مختلف از ضریب همبستگی و معادلات رگرسیون یک متغیره استفاده شد. آمار درازمدت ثبت بارندگی‌های روزانه برای امکان‌سنجی عدم قطعیت (احتمال وقوع) در ارتباط با

جدول ۱- فراوانی وقایع بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب در محل استقرار کرت‌ها

ماه سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	جمع
۱۳۸۸	۰	۲-۲	۱-۱	۰	۳-۳	۰	۶-۶	۳-۳	۲-۲	۲-۲	۶-۸*	۲۵-۲۷
۱۳۸۹	۵-۷	۱۳-۱۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۸-۲۳
۱۳۹۰	۰	۵-۵	۱-۲	۰	۰	۱-۱	۲-۲	۰	۰	۰	۰	۹-۱۰
۱۳۹۱	۷-۷	۳-۳	۱-۱	۲-۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۳-۱۳
جمع	۱۲-۱۴	۲۳-۲۶	۳-۴	۲-۲	۳-۳	۱-۱	۸-۸	۳-۳	۲-۲	۲-۲	۶-۸	۶۵-۷۳

* در تمام خانه‌های جدول، اعداد سمت راست (بیشتر) بیانگر فراوانی وقایع بارندگی روزانه و اعداد سمت چپ (کمتر) بیانگر وقایع بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب، کمینه در تیمار عایق است.

جدول ۳ نیز مقایسه میانگین تیمارها با روش دانکن انجام شد و نسبت میانگین تیمار سطح عایق و نیمه‌عایق به سطح شاهد به‌ترتیب برابر با ۲۴ و شش به‌دست آمد.

تفاوت حجم رواناب تولید شده برای هر واقعه بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب در بین تیمارها و بلوک‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به این جدول، میانگین تیمارها در سطح کمتر از یک درصد خطا دارای تفاوت معنی‌دار با همدیگر است. در

جدول ۲- تجزیه واریانس و سطح معنی داری بلوک‌ها و تیمارها

منابع تغییرات	درجه آزادی	انحراف معیار	میانگین مربعات	ضریب فیشر	سطح اطمینان
بلوک	۳	۱۳۲۵۰/۰۶	۴۴۱۶/۶۸	۰/۹۳۵۰	۰/۴۸۰
تیمار	۲	۹۲۳۱۷۵/۷۹	۴۶۱۵۸۷/۸۹	۹۷/۷۴۴	۰/۰۰۰
کل	۶	۲۸۳۳۴/۶۰	۴۷۲۲/۴۳	۱/۲۷۰	۰/۲۶۹

جدول ۳- مقایسه میانگین تیمارها به روش دانکن

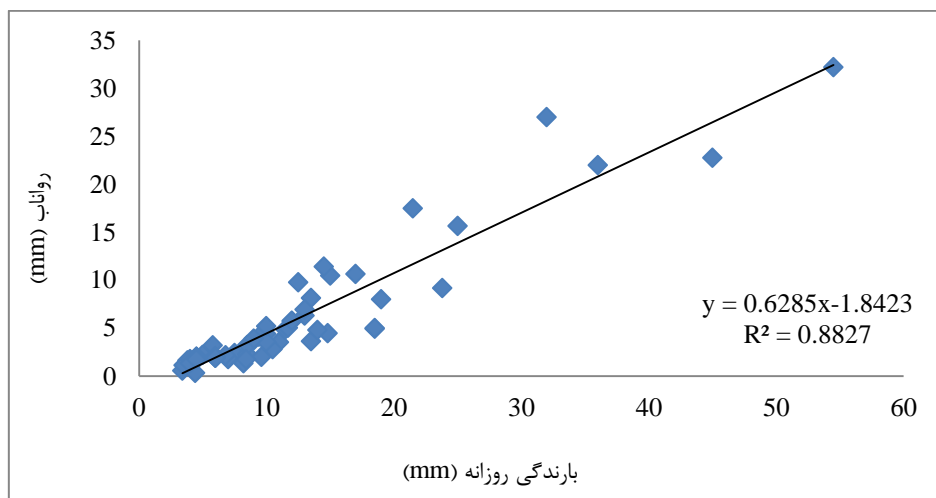
تیمار	گروه بندی دانکن	میانگین	تعداد داده‌ها	تیمار	نسبت میانگین تیمار به شاهد
عیق	C	۸۶/۷۰	۲۴۰	۱	۲۴/۳۵
نیمه عایق	B	۲۰/۹۳	۲۴۰	۲	۵/۸۸
دست نخورده	A	۳/۵۶	۲۴۰	۳	۱/۰۰

روزانه خطی با ضریب تعیین برابر ۰/۸۸ و با سطح معنی داری یک درصد خطا، به صورت رابطه (۲) ارائه شده است.

$$R = 0.627P - 1.8082 \quad (2)$$

که در آن، R عمق رواناب (میلی متر) و P میزان بارندگی روزانه (میلی متر) می باشد.

برای تعیین رابطه رگرسیونی بین عمق بارش روزانه و عمق رواناب نظیر از کل داده‌های جمع‌آوری شده در ارتباط با هر تیمار ولی در تمام تکرارها استفاده شد. برای این کار، ابتدا پراکنش داده‌های بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب در ارتباط با میزان رواناب برای تیمار عایق به طور گرافیکی بررسی شد (شکل ۱). رابطه عمق رواناب و میزان بارندگی



شکل ۱- پراکنش داده‌های بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب با عمق رواناب برای سطوح عایق

سالانه آن‌ها بین یک الی پنج میلی متر با توجه به عمق بارندگی روزانه اقدام شد (جدول ۴).

جدول ۵ فراوانی سالانه بارندگی‌های روزانه آستانه تولید رواناب در ماه‌های رشد محصول را نشان می‌دهد، امکان تکرار همه ساله تولید رواناب برای تیمارهای عایق، نیمه‌عایق و طبیعی در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و آبان و نیز تولید رواناب برای

متوسط حد آستانه شروع رواناب برای تیمارهای عایق، نیمه‌عایق و طبیعی به ترتیب برابر با ۲/۵، ۳/۵ و ۴/۴ میلی متر بارندگی روزانه است. از آن جا که دامنه نوسان بارندگی‌های روزانه حد آستانه تولید رواناب برای تیمارهای مختلف بین ستون‌های یک و پنج میلی متر و ضریب همبستگی بین دو ستون یاد شده برابر با ۰/۹۷ است. لذا نسبت به توزیع خطی فراوانی

تیمارهای عایق و نیمه‌عایق در خرداد ماه وجود دارد. در مرداد ماه برای هیچ‌کدام از تیمارها احتمال تولید رواناب وجود ندارد. در تیر ماه برای هر دو سال و هر سه تیمار تولید رواناب وجود دارد. احتمال وقوع بارندگی روزانه منجر به تولید رواناب برای تیمار عایق در ماه شهریور کمتر از یک و در حدود ۷۵ درصد است. جدول ۶ مقدار عمق رواناب اندازه‌گیری شده در دوره آماربرداری را به تفکیک ماه، سال و تیمار که حاصل میانگین چهار تکرار است، نشان می‌دهد.

جدول ۴- فراوانی سالانه بارندگی‌های روزانه برای ماه‌های رشد محصول

حد بارش روزانه	بیشتر از صفر میلی‌متر	بیشتر از یک میلی‌متر	بیشتر از پنج میلی‌متر	بیشتر از ۱۰ میلی‌متر
اردیبهشت	۱۲	۷/۵	۲/۹	۱/۵
خرداد	۵	۲/۸	۰/۹	۰/۴
تیر	۲/۲	۰/۹	۰/۳	۰/۲
مرداد	۱/۷	۰/۵	۰/۱	۰
شهریور	۲/۱	۱	۰/۳	۰/۱
مهر	۷/۱	۴/۱	۱/۳	۰/۶
آبان	۸/۳	۵/۴	۲/۶	۱/۴

جدول ۵- فراوانی سالانه بارندگی‌های روزانه آستانه رواناب برای ماه‌های رشد محصول

حد بارش روزانه	بیشتر از ۲/۵ میلی‌متر	بیشتر از ۳/۵ میلی‌متر	بیشتر از ۴/۴ میلی‌متر
فروردین	۳/۲۵	۳	۲/۷۵
اردیبهشت	۴/۵	۴/۵	۳/۷۵
خرداد	۱	۱	۰/۷۵
تیر	۰/۵	۰/۵	۰/۵
مرداد	۰	۰	۰
شهریور	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵
مهر	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
آبان	۲	۲	۲

جدول ۶- عمق رواناب ماهانه تیمارها در طول دوره آماربرداری (میلی‌متر)

سال	تیمار	ماه‌ها						
		فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر
۱۳۸۸	عایق	-	۳/۵۹	۳/۱۹	۰	۰	۲۹/۹۷	۰
	نیمه‌عایق	-	۱/۷	۱/۳۵	۰	۰	۱۴/۳۹	۰
	طبیعی	-	۰/۰۴	۰/۰۲۶	۰	۰	۰/۶۸	۰
۱۳۸۹	عایق	۱۳/۲۷	۳۵/۵۴	۰	۰	۰	۰	۰
	نیمه‌عایق	۳/۹۸	۷/۴۴	۰	۰	۰	۰	۰
	طبیعی	۰/۸۸۹	۱/۶۳	۰	۰	۰	۰	۰
۱۳۹۰	عایق	۰	۷۲/۵۵	۲/۲	۰	۰	۰	۸/۱۳
	نیمه‌عایق	۰	۱۸/۷۷	۰/۵	۰	۰	۰	۱/۵
	طبیعی	۰	۲/۸۶	۰	۰	۰	۰	۰/۳
۱۳۹۱	عایق	۱۸/۷۹	۷/۴۶	۷/۸۴	۷/۵	۰	۰	۰
	نیمه‌عایق	۴/۹۵	۳/۰۴	۱/۳	۲/۵	۰	۰	۰
	طبیعی	۱/۰۲	۰/۲۸	۰/۱۹	۰/۳۹	۰	۰	۰

مربوط به تیمار عایق و میزان بارندگی ۱۵ میلی‌متر بوده، هر چند که در طول دوره آماربرداری مقدار بارندگی روزانه ۵۴/۵ میلی‌متر هم وجود داشته است. همچنین، ضریب تغییرات ضریب رواناب تیمارهای نیمه‌عایق و طبیعی به تیمار عایق به‌ترتیب برابر با ۱/۷۲ و ۱/۸۱ است.

مقدار متوسط ضریب رواناب در طول دوره داده‌برداری برای تیمارهای عایق، نیمه‌عایق و طبیعی به‌ترتیب برابر با ۴۱/۱۷، ۱۰/۵۸ و ۱/۷۴ درصد است. درصد ضریب رواناب تیمارها برای بارندگی‌های طول دوره رشد محصول در مدت چهار سال در جدول ۷ ارائه شده است. بالاترین ضریب رواناب مشاهده شده،

جدول ۷- درصد ضریب رواناب تیمارهای مختلف برای بارندگی‌های فروردین الی آبان از سال ۱۳۸۸ الی ۱۳۹۱

بارندگی روزانه (mm)	تیمارها			بلوک
	طبیعی	نیمه‌عایق	عایق	
-	۲/۱۶	۱۷/۶	۳۷/۴۵	یک
-	۱/۶۹	۴/۵۷	۳۳/۴	دو
-	۱/۲۲	۱۲/۲۱	۴۵/۹۳	سه
-	۱/۸۹	۷/۹۲	۴۷/۸۸	چهار
۱۰/۲	۱/۷۴	۱۰/۵۸	۴۱/۱۷	میانگین
۵۴/۵	۱۶	۴۰	۹۷	بیشینه
۱	۰	۰	۰	کمینه
۹/۷۲	۱/۵۱	۸/۸۲	۱۹/۶۸	انحراف معیار
۰/۹۵	۰/۸۷	۰/۸۳	۰/۴۸	ضریب تغییرات

- فاقد داده

نتیجه‌گیری

ولی همه ساله در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور تولید رواناب حادث نمی‌شود. هر چند که نسبت جمع عمق رواناب تولیدی آن در طول سال‌های ۸۸، ۸۹، ۹۰ و ۹۱ نسبت به تیمار طبیعی در حدود هفت برابر است. این مزیتی است که تیمار نیمه‌عایق به‌دلیل پوشش نیمی از سطح کرت و تمیز کردن سطح پلات از گیاهان و افزایش ضریب رواناب نسبت به تیمار طبیعی برای تولید رواناب به‌دست آورده است.

تیمار عایق به‌دلیل داشتن لایه پلاستیکی دارای بیشترین ضریب رواناب و بیشترین فراوانی تولید رواناب نسبت به دو تیمار دیگر دارد. به‌جز ماه‌های تیر، مرداد، شهریور و مهر امکان وقوع همه ساله کمینه یک بار و بیشینه چهار بار برای ماه‌های فروردین، اردیبهشت، خرداد و آبان دارد و نسبت جمع عمق رواناب حاصل از آن در طول سال‌های ۱۳۸۸، ۸۹، ۹۰ و ۹۱ (البته تنها در ماه‌های مورد نظر) نسبت به تیمار نیمه‌عایق بیشینه حدود پنج و کمینه دو برابر و نسبت به تیمار طبیعی بیشینه حدود ۳۳ و کمینه ۲۳ برابر است.

مهمترین موضوع در پژوهش حاضر تحلیل رابطه بین شرایط اقلیمی با فراوانی تولید رواناب با توجه به نوع تیمارها و توزیع زمانی آن‌ها از نظر تولید آب است. ماه‌های مهم تامین آب برای گیاهان منطقه از فروردین تا آبان ماه است. در این ماه‌ها با افزایش دما، نیاز آبی گیاهان افزایش می‌یابد و در مقابل نزولات جوی و در نتیجه آب قابل استفاده در دسترس گیاه کاهش می‌یابد. این مهمترین مسئله‌ای است که باعث می‌شود تا به دنبال اعمال روش‌هایی برای تولید رواناب بیشتر در چنین ماه‌های بود. تیمار طبیعی نمی‌تواند نیاز آبی گیاه را در سامانه‌های سطوح آبخیز باران در این ماه‌ها تامین کند. میزان فراوانی آستانه تولید رواناب هر ساله در منطقه برای تیمارهای عایق، نیمه‌عایق و شاهد برای ماه‌های فروردین و اردیبهشت در حدود سه بار در سال و برای آبان ماه دو بار در سال است. در سایر ماه‌های رشد گیاه یعنی تیر، مرداد، شهریور و مهر امیدی به تامین آب از این تیمار وجود ندارد.

تیمار نیمه‌عایق در مقایسه با تیمار طبیعی از قدرت فراوانی و تولید رواناب بیشتری برخوردار است.

تولید رواناب برای ماه‌های گرم فصل رشد گیاه اجتناب شود. در حالت استفاده از تیمار عایق با ضریب رواناب بالا توصیه می‌شود، برای ماه‌های گرم سال مانند ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور از مخازن آب برای ذخیره رواناب حاصل از ماه‌های پر باران مثل فروردین و اردیبهشت استفاده شود.

تشکر و قدردانی

از زحمات همکاران محترم در بخش حفاظت خاک و آبخیزداری مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی آقایان مهندس طاهری، نجفی، ییلاقی و خانم مهندس چوبتراش که در انجام این پژوهش اینجانب را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

با توجه به مطالب بالا می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که تیمار عایق دارای برتری در جمع‌آوری رواناب به‌ویژه از بارندگی‌های روزانه با مقادیر کم است. نقطه ضعف این تیمار این است که در تمام ماه‌های رشد گیاه فاقد فراوانی مورد نیاز است. بنابراین، لازم است که یک سیستم ذخیره‌ای آب برای ذخیره رواناب در ماه‌های پر باران مانند فروردین و اردیبهشت احداث نمود. این کار را می‌توان با عملیات آبخیزداری در بالادست انجام داد.

از آن‌جا که امکان اثرگذاری بر ویژگی‌های هیدروکلیماتولوژی منطقه وجود ندارد، لذا لازم است، کرت‌های تیمار عایق هر دو سال یک بار بازسازی سبک انجام شود تا میزان ضریب رواناب افزایش یابد. از تیمارهای نیمه‌عایق و طبیعی به‌دلیل عدم امکان

منابع مورد استفاده

1. Angoshtari, H. 2003. System performance evaluation of diamond pond, flat, crescent-shaped in storage precipitation, a case study: Khorasan province. Research Design Report, 8 pages (in Persian).
2. Critchley, W. and K. Siegert. 1991. Water harvesting. A Manual for the Design and Construction of Water Harvesting Schemes for Plant Production.
3. Fidelibus, M.W. and D.A. Bainbridge. 2005. Microcatchment Water Harvesting for Desert Revegetation. Soil Ecology and Restoration Group of United States International University, 12 pages.
4. Gnadlinger, J. 2003. Rainwater catchment and sustainable development in the Brazilian semi-arid tropics (BSATs)-An Integrated Approach. 11th IRCS Conference Mexico City, August 25-29, 1-11.
5. Gunnell, Y. and A. Krishnamurthy. 2003. Past and present status of runoff harvesting systems in dryland peninsular India: a critical review. A Journal of the Human Environment, 32(4): 320-324.
6. Hatibu, N. and H.F. Mahoo. 2000. Rainwater harvesting for natural resources management: a planning guide for Tanzania. RELMA Technical Handbook Series, 144 pages.
7. Hosseini Abrishame, S.M. 1992. Operation of irrigation. Publication of the Institute of Astan Quds Razavi, 87 pages (in Persian).
8. Hudson, N. 1987. Soil and water conservation in semi-arid areas. FAO, Soil Resources Management and Conservation Service.
9. Kahinda, J.M., E.S.B. Lillie, A.E. Taigbenu, M. Taute and R.J. Boroto. 2008. Developing suitability maps for rainwater harvesting in South Africa. Physics and Chemistry of the Earth, 33(8-13): 788-799.
10. Lalljee, B. and S. Facknath. 1999. Water Harvesting and Alternate Sources of Water for Agriculture. PROSI Magazine, 368: 115-123.
11. 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. Agriculture Water Management, 65: 211-224.
12. Ngigi, S.N., H.H.G. Savenije, J. Rockstrom and C.K. Gachene. 2005. Hydro-economic evaluation of rainwater harvesting and management Technologies: farmers investment options and risks in semi-arid Laikipia district of Kenya. Physics and Chemistry of the Earth, 30(11-16): 772-782.
13. Pacey, A. and A. Cullis. 1989. Rainwater harvesting: the collection of rainwater and runoff in rural areas. Intermediate Technology Publications, 55 pages.
14. Pandey, D.N., A.K. Gupta and D.M. Anderson. 2003. Rainwater harvesting as an adaptation to climate change. Current Science, 85(1): 46-59.
15. Prinz, D. and A.K. Singh. 2000. Technological potential for improvements of water harvesting study for the world commission on dams, Cape Town, South Africa (Report: Dams and Development).

16. Rezaei, A. 2011. Investigation of operation of isolated, semi-isolated and natural surfaces in rainfall-runoff process of water harvesting system. Final Report of Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 27 pages (in persian).
17. Shahini, Gh. 2003. Basin-level optimization systems by increasing moisture retention in soil profiles in the Golestan province. Final Report of Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 68 pages (in Persian).
18. Xiao-hui, Y., A. Xiao-hui, W. ke-qin, W. Bin-rui and Y.U. Chun-tang. 2005. Afforestation using micro-catchment water harvesting system with microphysics crust treatment on semi-arid Loess Plateau: a preliminary result. Journal of Forestry Research, 16(1): 9-14.

Investigation of operation of isolated, semi-isolated and natural surfaces in rainfall- runoff process of water harvesting system, case study: Khorramabad station

Mansoor Mehdizadeh Youshanloe^{*1} and Mohammad Roghani²

¹ MSc, Agricultural and Natural Resources Research Center, West Azerbaijan, Iran and ² Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Iran

Received: 26 January 2014

Accepted: 07 September 2014

Abstract

Establishing permanent plant cover with economical efficiency is one of the approaches to control water erosion of piedmonts. For this purpose making rain water harvesting micro catchments systems for collecting enough rainwater by increasing surface runoff coefficient of catchment is necessary especially about low daily rainfalls. Created for rainwater catchment systems in arid and semi-arid areas is essential. The project is located in 30 km. Eastern south of Urmia city in West Azerbaijan. The dimension of runoff area is 5×6 square meters. Construction three treatments in four replications. The rainwater plots built with surface treatments of impediment, semi-impediment and natural surface with 4 blocks. That's located on southern hillside with slope 12 to 15 percent. The Urmia synoptic station selected and prepared frequency of daily rainfall of every month with depths of more than 0, 1, 5 and 10 mm for period of 50 years. The results showed that average frequency of daily rainfalls with depth of equal or more than 1 and 5 mm for warm month (season of plants growth and production) include July, August and September was for every one year and one for every 3 years respectively. So the threshold of daily rainfall for runoff occurrence due to treatments of impediment, semi impediment and natural respectively are 2.5, 3.5 and 4.4 mm and percent of runoff coefficient 41.17, 10.58 and 1.74 for period of May to November of every year. Conclusion is that application of impediment rainwater catchment associated with runoff reserve system on rainy months (April and May) and reserved water distribution system on more water needy months (July, August, September) is recommended.

Keywords: Daily Rainfall, Dry Gardens, Rainwater catchments, Rainwater Harvesting, Runoff Coefficient

* Corresponding author: mehdizadehmansor@gmail.com