دوره‌ی۳۳، شماره‌ی ۴، شماره‌ی پیاپی ۱۲۹، زمستان ۱۳۹۹، صفحه‌های ۱۲۲-۱۱۰
شناسه‌ی دیجیتال: 10.22092/wmej.2020.342844.1339

پژوهش‌های آبخیزداری

امکان‌سنجی جمع‌آوری آب باران در تیمارها و زمان‌های مختلف در آبخیز طالقان

مجید آخشی
دانش‌آموخته‌ی کارشناسی‌ارشد آبخیزداری، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان
نجمه یرمی
(نویسنده‌ی مسئول)* استادیار علوم و مهندسی آب، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان
ابوالفضل عزیزیان
استادیار علوم و مهندسی آب، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان
علی‌اکبر نظری‌سامانی
دانشیار دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه تهران

*رایانامه‌ی نویسنده‌ی مسئول: nyarami@ardakan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: ۳۰ شهریور ۱۳۹۹

چکیده
جمع‌آوری باران در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک با زیر حوزه روشی مناسب برای تولید محصول و مقابله با کم‌آبی است. امکان سنجی جمع‌آوری باران در آبخیز طالقان در زیر حوزه‌هایی با مساحت‌های ۱۰۰، ۲۵ و ۶/۲۵ مترمربع با سه تیمار ایجاد جوی و پشته، تراکم تراز سطحی و شاهد در سال آبی ۹۶-۱۳۹۵ بررسی شد. آزمایش در قالب طرح مجموعه‌ی کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. حجم روان‌آب جمع‌آوری شده پس از هر بارش در فصل‌های مختلف مشخص شد. ارتباط بین مقدار و ضریب روان آب با ارتفاع بارش و آستانه‌ی بارش برای تولید روان‌آب مشخص شد. نتیجه‌ها نشان داد که بارش‌های بهاری بترتیب ۶۲/۵ و ۶۵/۴ ٪ بیش از بارش‌های زمستانی و پاییزی روان‌آب تولید کرد. متراکم‌کردن خاک سطح باعث افزایش روان‌آب و ضریب آن بترتیب ۱۷/۳ و ۱۹/۸٪ از شاهد شد. افزون بر آن، تراکم خاک اندازه‌ی ارتفاع بارش آستانه را ۷٪ کاهش داد. مقدار و ضریب روان‌آب با ایجاد جوی و پشته بترتیب ۲۲ و ۲۰٪ کاهش یافت، اما بارش آستانه ۴٪ فزونی گرفت. مقدار روان‌آب و بارش آستانه در زیر حوزه های بزرگ‌تر کم‌تر از زیر حوزه‌های کوچک‌تر بود. کاربرد زیر حوزه‌های جمع‌آوری روان‌آب برای کاشتن گیاهان در منطقه با تراکم خاک سطح (افزایش هفت درصدی چگالی ظاهری خاک) توصیه می‌شود، و مساحت آن با توجه به نوع گیاه تعیین می‌شود.

واژگان کلیدی: جمع‌آوری روان‌آب، زیر حوزه، طالقان، فصل بارش، مساحت

مقدمه

کمبود منابع و افزایش مصرف آب، تأمین آن را به‌ویژه در کشاورزی پرمصرف به چالشی اساسی تبدیل کرده است. به گزارش انجمن جهانی آب، در پنجاه سال آینده به‌علت رشد جمعیت و گسترش صنایع و شـــهرها، تقاضا برای آب افزایش خواهد یافت (محمود و همکاران ۲۰۱۴). این تقاضا برای کشـــورهای دچار کم‌بود آب شدیدتر خواهد بود (قدیر و همکاران ۲۰۰۷). یکی از روش‌هایی که نامســـتقیم می‌تواند جای‌گزین منابـــع آب معمول نظیر چاه، قنات و رودخانه باشد، مصرف مستقیم باران است. این روش برای توسعه‌ی منابع به‌ویژه در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک کاربرد دارد که از مســـیر آن می‌توان آب مورد نیاز مصرف خانگی، دام و کشـــاورزی را در مقیاس کوچک تأمین کرد (صادق‌زاده‌ریحان و همـــکاران ۲۰۱۴). با توجه به این‌که بخش بزرگی از فلات ایران منطقه‌های خشک و نیمه‌خشـــک با بارندگی کم است، و توزیع زمانی آن نسبت به‌دوره‌ی بیشـــینه‌ی نیاز آبی گیاهان نامناسب اســـت، توجه به حفظ و ذخیره‌ی بارش‌ها برای کشت گونه‌های گیاهی مناسب بیش‌تر نمایان می‌شود (شهریاری ۲۰۰۲). مصرف باران در قدیم در شـــهرها برای تأمین آب شرب و آبیاری انجام می‌شد و هنوز هم در برخی شـــهرها و روستاهای سراسر جهان به‌کار می‌رود. اخیراً به این فناوری همچون روشی برای مدیریت و حفاظت آب توجه شده است (محمود و همکاران ۲۰۱۴). یکی از کنش‌هـــای مؤثر برای جمع‌آوری آب به‌خصوص در زمین‌های شـــیب‌دار که ظرفیت تولید روان‌آب در آن‌ها زیاد اســـت، ایجاد سامانه‌های ســـطح آبگیر باران است. این ســـامانه‌ها بر این پایه طراحی می‌شـــود که روان‌آب تراز آبخیز با مســـاحت کوچک به پای گیاه هدایت شـــود و پس از نفوذ و ذخیره‌ی آن در ناحیه‌ی ریشه، به‌مصرف گیاه برسد. روش سطح آبگیر کوچک (زیر حوزه) به‌طور معمول برای کاشت درختان به‌کار برده‌می‌شود و شرایطی را ایجاد می‌کند که روان‌آب تراز کوچکی به پای درخت برســـد و به‌کار برده‌شـــود (سپاسخواه ۲۰۱۴). کارآیی روش‌های مصرف آب با کاربرد ســـطح آبگیر باران بـــه ویژگی‌های مختلف از قبیل نوع خاک و شـــرایط تراز آن، شیب و اقلیم منطقه بستگی دارد. آن‌چه مســـلم است یافتن تراز مناسب در هر منطقه تابع شرایط مختلفی هم‌چون عامل‌های نام‌برده و نوع پوشـــش گیاهی است. ازسوی دیگر پژوهش‌ها نشان داده‌اند که مساحت تراز زیر حوزه گیرش باران نقش مهمی بر مقدار ضریب روان‌آب دارد و کارآیی آن زمانی زیاد خواهد بود که عرصه با بیشـــینه‌ی ضریب روان‌آب انتخاب شود.

پاندی و همکاران (۲۰۰۳) اظهار داشتند که برای ایجاد باغ‌های دیم روی زمین شیب‌دار در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک و برای تأمین نیاز روزافزون به‌مصرف آب و در نظرگرفتن شـــرط تغییر اقلیم، احداث سامانه‌های ســـطح آب‌گیر باران یکی از ضروریات کلیدی است. در بسیاری از کشورهای در حال توسعه از جمله در برزیل سعی شده است، بخشی از آب مصرفی خانگی و کشاورزی را از جمع‌آوری بـــاران تأمین کنند (گنادلینگر ۲۰۰۳). پژوهش علی و همکاران (۲۰۱۰) در کشور سوریه در شرایط رژیم بارندگی مدیترانه‌یـــی با متوســـط بارندگی ۱۱۱ میلی‌متر نشـــان داد که دامنه‌ی مقدار روان‌آب جمع‌آوری شده در بارندگی‌های مختلف بسیار متغیر اســـت و به مقدار و شدت بارندگی، شرایط اولیه‌ی رطوبت خاک، مساحت زیر حوزه، تیمارها و روش‌های جمع‌آوری روان‌آب بســـتگی دارد. در این پژوهش بارش آستانه برای تولید روان‌آب چهار میلی‌متر تخمین زده شـــد. مهدی‌زاده‌یوشانلویی و روغنی (۲۰۱۵) در بررســـی عمل‌کرد ســـطح عایق، نیمه‌عایق و طبیعی در فرآیند بارش روان‌آب ســـامانه‌های ســـطح آب‌گیر در ایســـتگاه پژوهشـــی خرم آباد در ۳۰ کیلومتری شهر ارومیه نشان داد که حد آســـتانه‌ی بارندگی روزانه برای شروع روان‌آب به‌ترتیب برای ســـطوح عایق، نیمه‌عایق و طبیعی برابر ۲/۵، ۳/۵ و ۴/۴ میلی‌متـــر و ضریب تولید روان‌آب این ســـطوح به‌ترتیب ۴۱/۱۷، ۱۰/۵۸ و ۱/۷۴ برای دوره‌ی زمانی فروردین تا آبان ماه اســـت. ازاین‌رو تیمار عایق برای ایجاد سامانه‌ی آب‌گیر و ایجاد ســـامانه‌ی ذخیره‌ی روان‌آب در ماه‌های پربارش برای مصرف در ماه‌های گرم کم‌بارش توصیه شـــد. نکویی‌مهر (۲۰۱۴) با بررسی انـــدازه‌ی آب مصرفی از ســـامانه‌های ترازهای آب‌گیر باران برای کشت درختان مثمر در زمین‌های شیب‌دار نشان داد که در بین ســـه تیمار تراز عایق، تراز بدون پوشش (جمع‌آوری سنگ‌ریزه و پوشش گیاهی تراز سامانه) و شاهد (پوشش طبیعی زمین) روی دامنه‌یی با شـــیب ۲۰٪، تیمار عایـــق دارای بیش‌ترین میانگین تولید روان‌آب بوده است. برپایه‌ی تراز عایق با هدف مصرف باران برای تأمین قسمتی از آب مورد نیاز درختان مثمر در زمین‌های شیب‌دار را توصیه کرد.

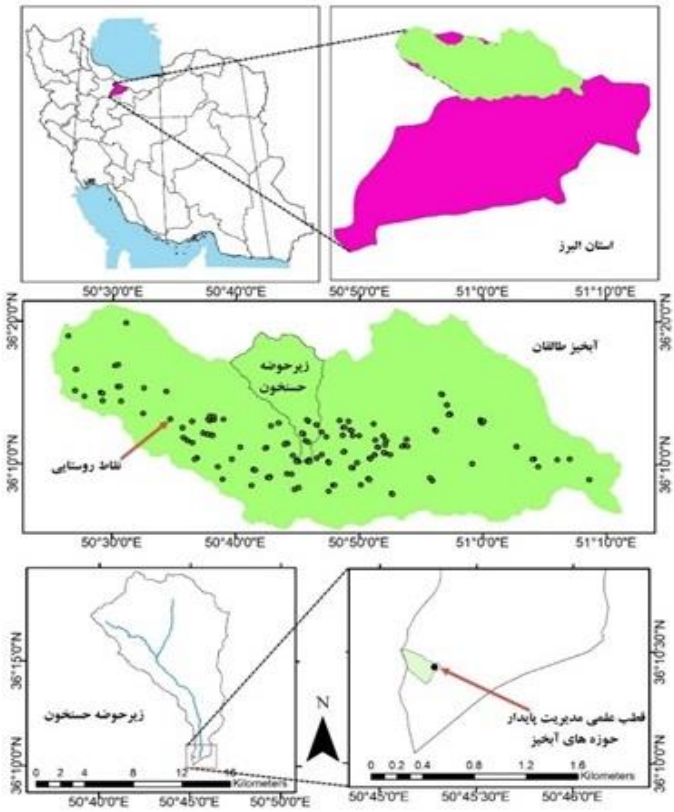
پژوهش توکلی (۲۰۱۳) در اســـتان آذربایجان‌شرقی بر بادام دیم نشـــان داد که با تکیه بر مدیریت کنترل تبخیر در زیر حوزه‌ها، تیمار برتر و توصیه‌شـــونده شـــامل اندازه‌ی تـــراز روان‌آب ۷×۷ مترمربـــع به‌علاوه‌ی ســـطوح روان‌آب تمیز و غلتک زده‌شـــده و بی‌نیاز از پلیمر در پای درختان بود و تفاوتی بین شکل حوزه‌های جمـــع‌آوری روان‌آب نبود، اگرچه آرایش مربعی اندکی بر آرایش نیم‌دایره‌یی برتری داشـــت. سپاســـخواه و فولادمند (۲۰۰۴) در مدل رایانه‌یی برای طراحی ســـامانه‌های جمع‌آوری باران در زیر حوزه کشـــت انگور دیم، ایجاد یـــک حوضچه‌ی کوچک برای هر تک درخت را یکی از بهترین روش‌های فنی موجود برای مهار و ذخیره‌ی باران برای کشـــت دیم درختان انگور در زمین با شیب مناســـب معرفی کردند. ارزیابی ســـامانه‌های سطح آب‌گیر باران برای آبیاری تکمیلی کشـــت دیم دو محصـــول گندم و بادام در ایستگاه تحقیقات سیساب بجنورد (طباطبایی یزدی و همکاران ۲۰۰۷) نشان داد که برای کشت‌های یک‌ساله نظیر گندم قبول خطر کم‌آبیاری حدود ۳۵٪، بی‌مخزن ذخیره، بیشینه‌ی بازدهی

سامانه‌های سطح آب‌گیر کوچک می‌شود. در مورد گیاهانی نظیر بادام که در تابستان نیاز به آبیاری دارند، کاربرد سطح آب‌گیر بزرگ که در آن مخزن ذخیره‌ی مناسب پیش‌بینی شده باشد اجتناب‌ناپذیر است. پژوهش یرمی و همکاران (۲۰۱۷) با ایجاد زیر حوزه‌های کشت در منطقه‌ی زرین دشت استان فارس نشان داد که روان‌آب تولید شده از تیمار شاهد (خاک طبیعی منطقه) دارای بیش‌ترین مقدار بود. انتظار می‌رفت که پوشش رس و ایجاد جوی و پشته در تراز خاک، باعث افزایش روان‌آب شود اما به‌علت دست‌خورده شدن تراز خاک و افزایش نسبی اندازه‌ی نفوذپذیری تراز خاک رخ نداد. عزیز و تریق (۲۰۱۸) ظرفیت جمع‌آوری باران برای کشت پایدار زیتون در منطقه‌های خشک پاکستان را ارزیابی کردند. نتیجه‌های کاربرد زیر حوزه‌ها به‌طور معنی‌داری عمل‌کرد بهتر زیتون را نسبت به تیمار شاهد به‌ویژه در زمین خاکی شیب‌دار نشان داد. در این پژوهش مشخص شد که ۸۵٪ از باران مؤثر با ایجاد زیر حوزه‌ها به‌وسیله‌ی گیاهان زیتون بهره گرفته شد. زیر حوزه‌های V شکل نسبت به مربع و مستطیل شکل باعث افزایش بیش‌تر محصول زیتون شد. آیانشولا و داودا (۲۰۱۹) مقدار و ضریب روان‌آب در زیر حوزه‌های نگاریم (لوزی شکل) را در نیجریه بررسی کردند. در پژوهش آن‌ها متوسط ضریب روان‌آب ۳/۸۵ و نسبت مساحت زیر حوزه به ناحیه‌ی کشت برای مرکبات ۱/۰۴۷۸ تعیین شد.

روان‌آب به کمک زیر حوزه‌ها برای کاشت یا احیای پوشش گیاهی به‌ویژه در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک از دیرباز مورد توجه بوده است. عامل‌های متعددی بر تولید روان‌آب در زیر حوزه مؤثر است که اندازه‌ی زیر حوزه، شرایط تراز زمین و ویژگی‌های بارش از جمله مهم‌ترین آن‌ها است. اثر فصل (زمان) بارندگی در تولید روان‌آب تاکنون کم‌تر بررسی شده است. ازاین‌رو، پژوهش برای تعیین نقش شرایط ساختمانی تراز زمین (متراکم‌کردن خاک و ایجاد جوی و پشته) و مساحت‌های مختلف زیر حوزه بر مقدار روان‌آب تولیدی ناشی از بارندگی در فصل‌های مختلف سال در آبخیز طالقان برای جمع‌آوری باران انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی و پژوهشی دانشکده‌ی منابع طبیعی دانشگاه تهران (قطب علمی مدیریت پایدار آبخیز) در آبخیز طالقان و در روستای گلینک انجام شد. منطقه در استان البرز و بخشی از زیر حوزهی به نام حسنجون، یکی از بزرگ‌ترین زیر حوزه‌های طالقان با مساحت تقریبی ۹۵۰۰ هکتار است که حدود ۷/۶٪ از مساحت آبخیز طالقان را شامل می‌شود. این زیر حوزه در محدوده‌ی عرض شمالی ′۱۰ °۳۶ تا ′۱۵ °۳۶ و محدوده‌ی طول شرقی ′۴۴ °۵۰ تا ′۴۷ °۵۰ در سمت شمالی طالقان‌رود است (شکل ۱). این مرکز پژوهشی با ارتفاع متوسط ۱۸۷۰ متر از تراز دریا در یکی از دامنه‌های شرقی زیر حوزه حسنجون است و مساحتی حدود چهار هکتار دارد. فضای سبز در این مرکز با آب لوله‌کشی شهری آبیاری می‌شود. حجم زیادی از آب برای آبیاری مصرف می‌شود که با ایجاد زیر حوزه‌های کشت و جمع‌آوری باران می‌توان در مصرف این مقدار آب شهری صرفه‌جویی کرد. بخشی از دامنه‌ی موجود در این ایستگاه که دارای شیب، پوشش گیاهی و پستی‌و بلندی یک‌سانی بود برای منطقه‌ی پژوهشی انتخاب شد (شکل۲). متوسط بارش سالانه‌ی منطقه حدود ۴۷۰ میلی‌متر است. جدول (۱) توزیع سالانه‌ی بارندگی ایستگاه هم‌دید آبخیز طالقان را در دوره‌ی آماری ۱۰ ساله از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۷ نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت زیر حوزه حسنجون و قطب علمی مدیریت پایدار آبخیز.

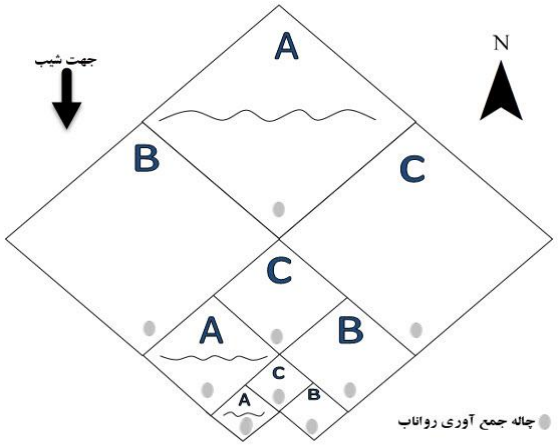
شکل ۲- نمایی از محل انجام پژوهش در ایستگاه پژوهشی و تحقیقاتی دانشکده‌ی منابع طبیعی دانشگاه تهران.

جدول ۱- متوسط بارندگی ماهانه‌ی (میلی‌متر) ایستگاه طالقان در دوره‌ی ۱۰ ساله (۲۰۱۷-۲۰۰۸).

ماه میلادی	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن
تاریخ شمسی	۱۱ دی-۱۱ بهمن	۱۲ بهمن-۹ اسفند	۱۰ اسفند-۱۱ فروردین	۱۲ فروردین-۱۰ اردیبهشت	۱۱ اردیبهشت-۱۰ خرداد	۱۱ خرداد-۹ تیر
بارندگی	۴۱/۰۷	۴۸/۷۵	۷۷/۶۸	۷۲/۹۰	۵۵/۱۴	۱۰/۵۶
ماه میلادی	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
تاریخ شمسی	۱۰ تیر-۹ مرداد	۱۰ مرداد-۹ شهریور	۱۰ شهریور-۸ مهر	۹ مهر-۹ آبان	۱۰ آبان-۹ آذر	۱۰ آذر-۱۰ دی
بارندگی	۷/۲۶	۷/۹۴	۱۱/۴۰	۴۲/۱۱	۶۷/۳۲	۳۶/۶۱

مجموع سالانه
۴۷۸/۷۴

تمام شـــرایط برای ناحیه‌ی انجام آزمایش یکسان بود و فقط دو عامل مساحت و شـــرایط تراز خاک به‌حالت متغیرهای تحقیق، بررســـی شـــد. زیر حوزه‌های جمع‌آوری روان‌آب مانند شکل ۳ در ســـه تکرار طراحی شد. شـــیب زمین به‌شکل طبیعی ۱۰٪، سازند زمین‌شناسی رسوبات کواترنری، خاک دارای میانه‌بافت-رسی-شـــنی است. زمین از پوشـــش گیاهی پاک شد. پستی و بلندی‌های جزئی در محل آزمایش حذف و شیب یکنواخت شد. محل جمع‌آوری روان‌آب که یک گودال بود که در انتهای شیب در هر زیر حوزه ایجاد شـــد و از ظرف پلاستیکی در گودال‌های حفر شـــده برای جمع‌آوری روان‌آب بهره گرفته‌شد. در هر واحد (تکرار- بلوک) تعداد نه سامانه‌ی آب‌گیر (زیر حوزه) مربع شکل بـــا ابعـــاد ۱۰×۱۰، ۵×۵ و ۲/۵×۲/۵ مترمربع (شـــکل ۳) ایجاد شـــد. برای هر مساحت سه ویژگی تراکم، جوی و پشته و شاهد (تراز خاک دســـت‌نخورده) در نظر گرفته شد. آزمایش به‌شکل فاکتوریل در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با ســـه تکرار اجرا شـــد. اختصاص ویژگی وضعیت تراز خاک در کرت‌ها به‌شـــکل تصادفی انجام شـــد. جوی و پشته‌ها به‌شـــکل دستی در جهت شـــیب برای هدایت روان‌آب به‌سمت چاله جمع‌آوری ایجاد شد. در تیمـــار تراکم بعد از اولین بارندگی غلطک ســـنگی با ۱۰ بار رفت و برگشـــت برای متراکم ســـاختن تراز خـــاک به‌کارگرفته شـــد به‌طوری‌که چگالی ظاهری خـــاک از ۱/۴۵ به ۱/۵۵ گرم بر ســـانتی‌مترمکعب (حدود هفت درصد) افزایش یافت. پس از هر بارندگی حجم روان‌آب جمع‌آوری‌شـــده در ظرف تعیین و از تقســـیم آن بر تراز زیر حوزه عمق روان‌آب محاسبه شد. ضریب روان‌آب در هر زیر حوزه نیز از تقسیم روان‌آب به مقدار بارندگی به‌دســـت آمد. آمار بارش روزانه در منطقه از ایستگاه هم‌دید در شهرک طالقان در یک کیلومتری محل تهیه شد. در این پژوهش با کنار گذاشـــتن رخدادهای بارشـــی که منجر به تولید روان‌آب نشـــدند، مجموعاً ۲۱ بارندگی تجزیه و تحلیل شد. از این تعداد بارش زمستان با ۱۰، بهار با هشت و پاییز با سه رخداد به‌ترتیب دارای بیش‌ترین تا کم‌ترین رخـــداد بارندگی بود. داده‌ها با نرم افزار SPSS تجزیه و تحلیل شد. مقایسه‌ی میانگین‌ها بر پایه‌ی آزمون دانکن در تراز مقایسه‌ی ۵٪ انجام شد.



شکل ۳- نحوه‌ی آرایش زیر حوزه‌ها و ترکیب تیمارها (A تیمار جوی و پشته، B تیمار شاهد و C تیمار تراکم)، مربع‌های بزرگ، متوسط و کوچک به‌ترتیب دارای طول ضلع ۱۰، ۵ و ۲/۵ متر است.

ارتبـــاط بین مقدار (R) و ضریـــب روان‌آب (Cr) با بارش (P) و مســـاحت زیر حوزه (A) توانی اســـت (معادله‌های ۱ تا ۳). با تحلیل وایازی مقدار بارش آســـتانه برای شـــروع روان‌آب (P^*) تعیین شد (معادله‌ی ۴).

$$R \text{ or } Cr = aP^b \quad (۱)$$

$$R \text{ or } Cr = aA^b \quad (۲)$$

$$R \text{ or } Cr = aP^bA^c \quad (۳)$$

$$R = a(P - P^*) \quad (۴)$$

a، b و c ضرایب ثابت اختصاصی

تجزیه‌ی واریانـــس اثر تیمار تراز (ST) و مســـاحت زیر حوزه (A) در فصل‌های مختلف (S) در جدول ۲ آورده شـــده است. اثرهای اصلی و ترکیبی عامل‌های آزمایش بر روان‌آب و ضریب روان‌آب معنی‌دار بود. مقایســـه‌ی نسبی میانگین مربعات نشان داد که مؤثرترین عامل بـــر روان‌آب و ضریب روان‌آب به‌ترتیب فصل بارش و مســـاحت زیر حوزه بـــود. در بین اثرهای ترکیبی نیـــز مؤثرترین عامل اثر ترکیبی فصل بارش و تیمار تراز بر این دو ویژگی بود.

مقایســـه‌ی میانگین مقدار و ضریـــب روان‌آب زیر حوزه‌ها با اثر اصلی عامل‌های آزمایش در جدول ۳ آورده شـــده است. تراکم

خـــاک تراز در زیر حوزه منجر به تولید ۱۷/۳٪ روان‌آب بیش‌تر و ۱۹/۸٪ ضریب روان‌آب بزرگ‌تر از شاهد (خاک دست‌نخورده) شد. این درهنگامی بود که ایجاد جوی و پشته نسبت به شاهد مقـــدار و ضریب روان‌آب تولیدی را به‌ترتیب ۲۲ و ۲۰٪ کاهش داد.

جدول ۲- تجزیه‌ی پراش (میانگین مربعات) اثر فصل بارش، تیمار تراز خاک و مساحت زیر حوزه بر مقدار و ضریب روان‌آب.

ویژگی	منابع تغییر								ضریب تغییر
	بلوک	تراز (ST)	مساحت (A)	فصل (S)	ST×A	A×S	ST×S	ST×A×S	خطا	
روان‌آب	۱۲/۹۳۷^{ns}	۶۵/۹۴۲**	۸۵۶/۱۲۶**	۲۱۸۶/۰۸۸**	۳۹/۹۳۹**	۲۵/۷۹۶*	۴۹۹/۵۵۲**	۳۶/۵۶۶**	۴/۶۷۹	٪ ۶/۷
ضریب روان‌آب	۰/۰۱۰^{ns}	۰/۰۰۹**	۰/۱۰۳**	۰/۰۶۷**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۱**	۰/۰۲۰**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۰	٪ ۹/۹

ns **بی‌معنا** ، * و ** معنی‌دار به‌ترتیب در **تراز** یک و ۵٪.

نقش مساحت زیر حوزه در تولید روان‌آب بیش‌تر، از مقایسه‌ی میانگین مقادیر روان‌آب مشـــخص شد (جدول ۳). زیر حوزه با مســـاحت کم‌تر منجر به ۱/۴۳ و ۴/۵۶ برابرشدن تولید روان‌آب به‌ترتیب در زیر حوزه‌های ۲۵ و ۶/۲۵ مترمربعی شد (نسبت به زیر حوزه ۱۰۰ مترمربعی). مقادیر متناظر برای ضریب روان‌آب ۱/۲۲ و ۴/۴۴ برابر شدن ضریب تولید روان‌آب در مساحت‌های ۲۵ و ۶/۲۵ مترمربعـــی نســـبت به زیر حوزه با مســـاحت ۱۰۰ مترمربع بود.

جدول ۳- مقایسه‌ی میانگین مقدار و ضریب روان‌آب زیر حوزه متأثر از تیمار تراز ، مساحت زیر حوزه و فصل بارش.

	تیمار تراز		
	شاهد	جوی و پشته	تراکم
روان‌آب [۲] (mm)	۷/۲۵b[۱]	۵/۶۵c	۸/۷۷a
ضریب روان‌آب	۰/۰۷۷b	۰/۰۶۱c	۰/۰۹۶a
	مساحت زیر حوزه (m^2)		
	۱۰×۱۰	۵×۵	۲/۵×۲/۵
روان‌آب (mm)	۲/۴۱c	۵/۸۵b	۱۳/۴۱a
ضریب روان‌آب	۰/۰۲۷c	۰/۰۶۰b	۰/۱۴۷a
	فصل بارش		
	پاییز	زمستان	بهار
روان‌آب (mm)	۰/۷۰c	۲/۹۳a	۰/۹۰b
ضریب روان‌آب	۰/۰۴۷c	۰/۰۵۱b	۰/۱۳۶a

۱- حروف مشترک در هر ردیف نبودن اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در تراز ۵٪ بر پایه‌ی آزمون دانکن است.
۲- روان‌آب به‌ازای یک بارش در هر فصل محاسبه شده است.

کم‌ترین مقدار و ضریب روان‌آب در بارش‌های پاییز مشاهده شد (جدول ۳). بارش‌های زمستان به‌طور متوسط ۳/۱ و ۲/۳ برابر روان‌آب بیش‌تری به‌ترتیب از بارش‌های پاییز و بهار تولید کرد. یک بارش بهار به‌طور متوســـط ۲۹٪ بیـــش از یک بارش پاییز روان‌آب تولید کرد. با توجه به ضریب روان‌آب نتیجه‌ها نشـــان داد که بـــارش بهار به‌ترتیب ۶۲/۵ و ۶۵/۴٪ بیش از بارش‌های زمستان و پاییز به روان‌آب تبدیل می‌شود.
مقایســـه‌ی میانگین مقـــدار و ضریب روان‌آب بـــا تأثیر تیمار مســـاحت زیر حوزه و فصل بارش در جدول ۴ نشان داده شده اســـت. نتیجه ها نشـــان داد که مقدار و ضریب روان‌آب در زیر حوزه‌ها در زمستان از دو فصل دیگر با اختلاف معنی‌دار بیش‌تر بود. هرچند بارندگی‌های زمســـتان مدت طولانی و شـــدت کم دارد، امـــا زیادبـــودن رطوبت خاک در زمســـتان به‌دلیل دما و تبخیر کم، منجر به روان‌آب زیاد شـــد. بیشینه‌ی این دو عامل در کم‌ترین مساحت زیر حوزه (۲/۵×۲/۵) مشاهده شد.
تفاوت آماری بین مقدار و ضریب روان‌آب در تیمارهای ســـطح خاک فقط در زیر حوزه‌های کوچک (۲/۵×۲/۵) مشـــاهده شد به‌طوری‌که مقدار روان‌آب در تیمار تراکم سطح خاک به‌ترتیب ۸۵ و ۲۰٪ نسبت به جوی و پشته و شاهد بیش‌تر بود (جدول ۵). مقدارهای متناظر برای ضریب روان‌آب به‌ترتیب ۷۱ و ۲۲٪

بود. در مساحت‌های بزرگ‌تر زیر حوزه تیمارهای سطح خاک منجر به تولید روان‌آب و ضریب روان‌آب بزرگ‌تر از نظر آماری نشد. این مساحت‌ها تیمار شاهد یعنی دست‌کاری نشدن سطح خاک برای جمع‌آوری روان‌آب ارجحیت دارد.
مقدار و ضریب روان‌آب اندازه‌گیری شده در فصل‌های مختلف سال با ایجاد جوی و پشته، کم‌تر از تیمارهای تراکم و شاهد بود (معنی‌دار یا بی‌معنا). این بدان معنی است که با بهم‌ریختن خاک سطح برای ایجاد جوی و پشته و افزایش نفوذ آب در سطح زیر حوزه روان‌آب کم‌تری تولید می‌شود. در بهار به‌دلیل رطوبت زیاد خاک ناشی از بارش‌های زمستان تولید روان‌آب (هرچند بی‌معنا) بیش‌تر از پاییز بود.

جدول ۴- برهم‌کنش تیمار مساحت زیر حوزه و فصل بارش بر مقدار و ضریب روان‌آب.

	تیمار تراز خاک	مساحت زیر حوزه (m^2)		
		۱۰×۱۰	۵×۵	۲/۵×۲/۵
روان‌آب (mm)	پاییز	۰/۳۰۷e[1]	۰/۴۸۸de	۳/۳۹۳cd
	زمستان	۵/۳۲۳c	۱۴/۲۷۸b	۳۳/۱۶۵a
	بهار	۱/۵۸۸de	۲/۷۹۹d	۳/۶۸۶cd
ضریب روان‌آب	پاییز	۰/۰۱۰۳g	۰/۰۱۶۷fg	۰/۱۱۵۱b
	زمستان	۰/۰۴۱۱de	۰/۱۱۰۳b	۰/۲۵۵۹a
	بهار	۰/۰۳۰۳ef	۰/۰۵۳۴cd	۰/۰۷۰۲c

۱- میانگین‌های دارای حرف مشترک در تراز ۵٪ بر پایه‌ی آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارد.

جدول ۵- برهم‌کنش تیمار تراز خاک و مساحت زیر حوزه بر مقدار و ضریب روان‌آب.

	فصل بارش	مساحت زیر حوزه (m^2)		
		۱۰×۱۰	۵×۵	۲/۵×۲/۵
روان‌آب (mm)	شاهد	۲/۴۷۹e[1]	۵/۱۶۴d	۱۴/۱۱۷b
	جوی و پشته	۲/۰۴۲e	۵/۷۳۰d	۹/۱۷۲c
	تراکم	۲/۶۹۷e	۶/۶۶۸d	۱۶/۹۵۶a
ضریب روان‌آب	شاهد	۰/۰۲۸۳f	۰/۰۵۳۷e	۰/۱۵۰۵b
	جوی و پشته	۰/۰۲۱۱f	۰/۰۵۳۸e	۰/۱۰۷۳c
	تراکم	۰/۰۳۲۳f	۰/۰۷۳۰d	۰/۱۸۳۴a

۱- میانگین‌های دارای حرف مشترک در تراز ۵٪ بر پایه‌ی آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارد.

جدول ۶- برهم‌کنش تیمار تراز خاک و فصل بارش بر مقدار و ضریب روان‌آب.

	فصل بارش	تیمار تراز خاک		
		پاییز	زمستان	بهار
روان‌آب (mm)	شاهد	۱/۲۳۲e[1]	۱۷/۶۸۳b	۲/۸۴۴de
	جوی و پشته	۱/۲۷۰e	۱۴/۰۸۹c	۱/۵۸۶de
	تراکم	۱/۶۸۶de	۲۰/۹۹۲a	۳/۶۴۲d
ضریب روان‌آب	شاهد	۰/۰۴۱۸ef	۰/۱۳۶۴b	۰/۰۵۴۲de
	جوی و پشته	۰/۰۴۳۱ef	۰/۱۰۸۸c	۰/۰۳۰۳f
	تراکم	۰/۰۵۷۲de	۰/۱۶۲۱a	۰/۰۶۹۴d

۱- میانگین‌های دارای حرف مشترک در تراز ۵٪ بر پایه‌ی آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارد.

جدول ۷ رابطه‌ی به‌دست آمده بین مقدار و ضریب روان‌آب سالانه با مقدار بارندگی و مساحت زیر حوزه (معادله‌های ۱ تا ۳) را در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد. در این معادله‌های نمای مثبت برای بارندگی و نمای منفی برای مساحت زیر حوزه

از رابطه‌ی مستقیم این دو عامل با بارندگی و رابطه‌ی معکوس آن‌ها با مساحت زیر حوزه بود. به‌عبارت دیگر مقدارهای بیش‌تر بارندگی منجر به روان‌آب و ضریب روان‌آب بزرگ‌تر شد که در مساحت بزرگ‌تر زیر حوزه روان‌آب و ضریب روان‌آب کوچک‌تر بود.

برپایه‌ی معادله‌های به‌دست آمده به‌ازای بارش مشخصی مانند ۱۰ میلی‌متر مقدار روان‌آب در شرایط تراکم خاک تراز ۰/۱۵ میلی متر و ضریب روان‌آب آن ۱/۹٪ بود. این مقدار روان‌آب ۶۳٪ بیش‌تر از مقدار متناظر در تیمار شاهد و ۸ برابر بیش‌تر از مقدار روان آب در تیمار جوی و پشته بود. با مساحت ۱۰ مترمربعی برای زیر حوزه، مقدار و ضریب روان‌آب به‌ترتیب ۹/۱۷ میلی‌متر و ۹/۹٪ بود. این مقدار روان‌آب نسبت به تیمار شاهد و جوی و پشته به‌ترتیب ۲۱ و ۶۱٪ بیش‌تر بود.

جدول ۷- رابطه[1] بین مقدار (R, mm) و ضریب روان‌آب (Cr) با بارش (P, mm) و مساحت زیر حوزه (A, m^2).

رابطه	تیمار		
	شاهد	جوی و پشته	تراکم
$R=a(P)^b$	$R= ۰/۰۰۱\times P^{۱/۹۶۴}$	$R= ۰/۰۰۰۱\times P^{۲/۱۹۹}$	$R= ۰/۰۰۲\times P^{۱/۸۷۲}$
$R=a(A)^b$	$R= ۸/۴۲۳\times A^{-۰/۰۴۷}$	$R= ۵/۸۶۲\times A^{-۰/۰۱۲}$	$R= ۱۰/۲۱۳\times A^{-۰/۰۴۷}$
$R=a(P)^b(A)^c$	$R= ۰/۰۰۱\times P^{۱/۸۸۳}\times A^{-۰/۰۸۸}$	$R= ۰/۰۰۰۱\times P^{۱/۹۲۴}\times A^{۰/۳۱۹}$	$R= ۰/۰۰۳\times P^{۱/۷۹۱}\times A^{-۰/۰۹۳}$
$Cr=a(P)^b$	$Cr= ۰/۰۰۲\times P^{۰/۸۹۸}$	$Cr= ۰/۰۰۱\times P^{۰/۹۲۸}$	$Cr= ۰/۰۰۳\times P^{۰/۸۰۰}$
$Cr=a(A)^b$	$Cr= ۰/۰۸۹\times A^{-۰/۰۴۲}$	$Cr= ۰/۰۵۱\times A^{-۰/۰۵۴}$	$Cr= ۰/۱۰۷\times A^{-۰/۰۳۵}$
$Cr= a(P)^b(A)^c$	$R= ۰/۰۰۱\times P^{۰/۸۸۳}\times A^{-۰/۰۸۸}$	$R= ۰/۰۰۰۱\times P^{۰/۹۲۴}\times A^{۰/۳۱۹}$	$R= ۰/۰۰۳\times P^{۰/۷۹۱}\times A^{-۰/۰۹۳}$

۱- در این رابطه a، b و c ضریب ثابت است.

با تحلیل وایازی مقدار کل روان‌آب تولید شده در مقابل کل بارندگی (معادله‌ی ۴) در تیمارهای مختلف تراز و مساحت‌های زیر حوزه، بارش آستانه یا کمینه‌ی بارش لازم برای تولید روان‌آب مشخص شد (جدول ۸). طبق نتیجه‌های آستانه‌ی بارش برای تولید روان‌آب در تیمارهای شاهد، جوی و پشته و تراکم به‌ترتیب ۲۸/۱، ۲۹/۲ و ۲۶/۱ میلی‌متر بود. به عبارت دیگر ایجاد جوی پشته چهار درصد آستانه‌ی بارش در تولید روان‌آب را نسبت به خاک دست‌نخورده افزایش داد. که تراکم خاک تراز این مقدار را هفت درصد کاهش داد. آستانه‌ی بارش در ایجاد روان‌آب در زیر حوزه‌های ۱۰۰، ۲۵ و ۶/۲۵ متر مربعی در این آزمایش به‌ترتیب ۲۲/۰، ۲۸/۸ و ۲۸/۴ میلی‌متر تعیین شد. آستانه‌ی بارش برای تولید روان‌آب در مساحت‌های کوچک‌تر، بیش‌تر از مساحت‌های بزرگ‌تر زیر حوزه است هرچند که کل روان‌آب تولیدی در مساحت‌های بزرگ‌تر، کم‌تر است (جدول ۴ و ۵).

جدول ۸- روابط بین مقدار رواناب (R, mm) و بارندگی (P) در تیمارهای مختلف سطح و مساحت ریزحوضه.

روابط / تیمار سطح	شاهد	جوی و پشته	تراکم
معادله	$R=۰/۱۷۱(P-۲۸/۱)$	$R=۰/۱۳۷(P-۲۹/۲)$	$R=۰/۲۰۱(P-۲۶/۱)$
ضریب تعیین	$R^2=۰/۴۶$	$R^2=۰/۶۲$	$R^2=۰/۴۷$
روابط / مساحت	۱۰×۱۰	۵×۵	۲/۵×۲/۵
معادله	$R=۰/۰۴۸(P-۲۲/۰)$	$R=۰/۱۴۱(P-۲۸/۸)$	$R=۰/۳۱۹(P-۲۸/۴)$
ضریب تعیین	$R^2=۰/۸۸$	$R^2=۰/۹۴$	$R^2=۰/۸۲$

بحث و نتیجه‌گیری

عامل‌های مهم تولید روان‌آب در زیر حوزه یعنی مساحت و شرایط خاک سطحی در تولید روان‌آب از بارندگی‌های رخ داده در فصل‌های مختلف سال ارزیابی شد. مقدار و الگوی بارندگی‌های رخ داده در پاییز، زمستان و بهار به‌قدری متفاوت بود که در ترکیب با شرایط خاک تأثیرگزارترین عامل بر مقدار

و ضریب روان‌آب زیر حوزه‌ها بود. تحلیل اثر اصلی فصل بارش، تیمار تراز خاک و مساحت زیر حوزه بر روان‌آب و ضریب روان‌آب نشان داد که متراکم کردن خاک تراز مؤثرتر از ایجاد جوی‌وپشته بود. ایجاد جوی و پشته نتوانست سبب افزایش تولید روان‌آب (نسبت به خاک دست‌نخورده) در زیر حوزه‌ها شود که از این نظر توصیه شونده نیست. اثر تراکم خاک تراز در افزایش روان‌آب و ضریب روان‌آب زیر حوزه‌های جمع‌آوری باران با سپاسخواه و همکاران (۱۹۹۲) نیز گزارش شد.

زیر حوزه‌های کوچک‌تر روان‌آب بیش‌تری تولید کرد. جریان روان‌آب ایجاد شده در زیر حوزه بزرگ‌تر ضمن حرکت در شیارهای تراز خاک به‌دلیل مواجهه با طول مسیر و زبری بیش‌تر، فرصت نفوذ خواهد یافت. روان‌آب زیر حوزه کوچک‌تر خیلی زود به ناحیه ی جمع‌آوری می‌رسد. تولید روان‌آب بیش‌تر در مساحت‌های کوچک‌تر زیر حوزه‌های کشت با سپاسخواه (۲۰۱۴) و شارما و همکاران (۱۹۸۶) گزارش شده است.

زمان بارش با توجه به نوع بارندگی (شدت و مدت) و نیز وضعیت رطوبتی خاک بر مقدار و ضریب روان‌آب اثر دارد. این بررسی نیز منعکس‌کننده‌ی این واقعیت بود، به‌نحوی که بارش‌های پاییز کم‌ترین مقدار و ضریب روان‌آب را در پی داشت. دلیل این امر خشک‌بودن خاک و جذب بیش‌تر آب در خاک در ابتدای فصل بارش است. بیش‌ترین مقدار روان‌آب از بارندگی‌های زمستان تولید شد. این بیش‌تر به‌دلیل رطوبت زیاد خاک در زمستان و نبودن پذیرش آب با خاک بود. به‌همین دلیل بارندگی در بهار نیز منجر به روان‌آب بیش‌تر نسبت به بارش پاییز شد. این نتیجه‌ها ضرورت مهار روان‌آب در زمستان و ذخیره‌ی آن در خاک را در بهار و تابستان را روشن می‌کند. دلیل بزرگ‌تربودن ضریب روان‌آب در بهار از پاییز و زمستان علاوه‌بر رطوبت زیادتر خاک در بهار از پاییز می‌تواند شدت بیش‌تر بارش‌های بهاری (از نوع هم‌رفتی) نسبت به بارش‌های زمستان که عموما طولانی‌تر و با شدت کم‌تر است (بارش‌های نظام‌مند) باشد.

در مجموع تحلیل برهم‌کنش فصل بارش، تیمارهای تراز خاک و مساحت زیر حوزه نشان داد که در مساحت‌های بزرگ‌تر از ۲۵ مترمربع نیاز به هیچ تیمار تراز در زیر حوزه‌ها برای جمع‌آوری روان‌آب بیش‌تر نیست. بل‌که همان خاک سطحی دست‌نخورده با شیب یک‌نواخت و عاری از گیاه وضعیت مناسبی برای جمع‌آوری روان‌آب دارد. یرمی و همکاران (۲۰۱۷) نیز به این نتیجه رسیدند که برای به‌دست‌آوردن باران نیاز به تیمار خاصی درکرت‌های جمع‌آوری نیست و با شرایط طبیعی و شیب یکنواخت امکان جمع آوری باران است. با توجه به مقدار فراوان بارندگی در زمستان تمهیداتی برای ذخیره‌ی روان‌آب و جلوگیری از ایجاد فرسایش در زیر حوزه‌ها ضروری است. برای افزایش ذخیره‌ی آب در خاک (در ناحیه‌ی جمع‌آوری روان‌آب) افزودن مواد آلی می‌تواند اقدام مفیدی باشد. در زیر حوزه‌های کوچک‌تر از ۲۵ مترمربع عملیات کم هزینه تراکم خاک تراز در ناحیه‌ی تولید روان‌آب در زیر حوزه می‌تواند اقدامی مؤثر برای تولید روان‌آب باشد.

برای مدل‌سازی طراحی سامانه‌ی مصرف باران تعیین ارتباط بارندگی-روان‌آب-مساحت زیر حوزه ضروری است. کاربرد معادله‌های به‌دست آمده نشان داد که به‌ازای بارشی مشخص، بیش‌ترین روان‌آب با تراکم خاک تراز رخ داده است. نقش مؤثر تراکم خاک تراز زیر حوزه در افزایش روان‌آب را سپاسخواه و فولادمند (۲۰۰۴) نیز در منطقه‌ی باجگاه در استان فارس گزارش کردند. بین مساحت زیر حوزه و روان‌آب تولیدی رابطه‌یی معکوس بود. یعنی با حوزه‌های کوچک‌تر روان‌آب بیش‌تری جمع‌آوری می‌شود. اما باید اشاره کرد که برای تولید روان‌آب از زیر حوزه با کشت گیاه، یک تراز بهینه در هر تیمار خواهد بود که منجر به تولید محصول اقتصادی خواهد شد (مشگی ۲۰۰۶). پس با توجه به نوع گیاه کاشته شده در زیر حوزه می‌توان مساحت بهینه‌ی اقتصادی آن را معین کرد. طالبان (۲۰۰۶) از جمع‌آوری روان‌آب در سطح‌های مختلف زیر حوزه نتیجه گرفت که اگر ابعاد کوچکی برای زیر حوزه‌های جمع آوری روان‌آب در نظرگرفته شود می‌توان روان‌آب بیش‌تری جمع‌آوری کرد که با نتیجه‌های این تحقیق در اثرگزاری مساحت بر اندازه و ضریب روان‌آب هم‌خوانی دارد. این موضوع می‌تواند به‌علت پخش باران در تراز کوچک‌تر و فرصت نفوذ کم باشد. ازاین‌رو باران سریع از کل سطح جمع شد و به سمت مخزن جمع‌آوری سرازیر شد. اما در سطوح بزرگ باران تا رسیدن به مخزن جمع آوری فرصت نفوذ بیش‌تری داشت و ازاین‌رو روان‌آب کم‌تری ایجاد شد.

محاسبه‌ی آستانه‌ی بارش برای تولید روان‌آب در تیمارهای مختلف نشان داد که با تراکم خاک در تراز زیر حوزه و مسدودشدن منافذ نفوذ آب، آستانه‌ی بارش برای ایجاد روان‌آب کاهش یافته است. هنگامی‌که هزینه‌ی تراکم خاک تراز برای زارع پرداختنی باشد تیمار متراکم‌کردن خاک توصیه می‌شود. نقش متراکم‌کردن خاک و کاربرد خاک‌پوش در کاهش آستانه‌ی بارش برای تولید روان‌آب در آزمایش‌های مختلف در سپاسخواه (۲۰۱۴) نیز گزارش شده است. از آن‌جاکه ایجاد جوی‌وپشته با افزایش نفوذ آب در خاک، در تولید روان‌آب نقش منفی داشت و توصیه نیست، قضاوت در مورد توصیه‌ی تیمار تراکم تراز یا تیمار خاک دست‌نخورده نیاز به تحلیل اقتصادی با توجه به نوع محصول کاشته شده در زیر حوزه دارد. به‌ویژه این‌که نقش تراکم در افزایش روان‌آب چشم گیر نبود (جدول ۵ و ۸). تحلیل مقدارهای آستانه‌ی بارش در ایجاد روان‌آب در مساحت‌های مختلف نشان داد که این شاخص در مساحت‌های بزرگ‌تر زیر حوزه، کم‌تر بود. این موضوع بیش از آن‌که توجیه ساختمانی داشته باشد دلیل ریاضی دارد. یعنی در یک خاک معین با توجه به بافت، درصد سنگ‌ریزه و نفوذ باران در آن،

و شـــدت باران، صرف نظـــر از اندازه‌ی ناحیـــه‌ی جمع‌آوری با کمینه‌یی از بارش روان‌آب شـــروع می‌شود. با بارش‌های بیش‌تر مقدار روان‌آب افزایش می‌یابد که این افزایش در مســـاحت‌های بزرگ‌تر، کم‌تر از مساحت‌های کوچک‌تر است. زیرا در زیر حوزه بزرگ‌تر جریان آب در شیارهای جریان با مقاومت و فرصت نفوذ بیش‌تر مواجه می‌شـــود. در زیر حـــوزه کوچک‌تر روان‌آب ایجاد شده ســـریع به ناحیه‌ی جمع‌آوری می‌رسد. در نتیجه با تحلیل وایـــازی مقدارهای روان‌آب و بارش در مســـاحت‌های کوچک‌تر شیب خط بزرگ‌تر بود، و خط وایازی محور بارش (محور افقی) را در فاصلـــه‌ی طولانی‌تری از مبدأ قطع می‌کند که آســـتانه‌ی بارش بیش‌تری را به‌دســـت می‌دهد. انتخاب مساحت برای زیر حوزه جمع‌آوری روان آب با توجه به نوع گیاه و نیاز آبی آن است (خلیلی‌سامانی و همکاران ۲۰۲۰). مساحت زیر حوزه می‌تواند با تحلیل اقتصادی بهینه انتخاب شود (مشگی ۲۰۰۶).

نتیجه‌های این پژوهش امکان برداشت روان‌آب در آبخیز طالقان با زیر حوزه است. این روش را برای ایجاد باغ و یا احیای پوشش گیاهی در منطقه می‌توان به‌کارگرفت. لازم اســـت تراز زیر حوزه دارای شـــیب یک‌نواخت و عاری از گیاه باشـــد تا ظرفیت تولید روان آب افزایش یابد. افزایـــش بیش‌تر روان‌آب با متراکم‌کردن خاک تراز زیر حوزه میســـر اســـت. اما ایجاد جوی‌وپشته توصیه نمی‌شـــود. به دلیل این‌که مقدار روان‌آب تولیدشده در زمستان فراوان است تمهیداتی برای ذخیره‌ی آن در خاک ضروری است. از این رو هر اقدامی که ظرفیت ذخیره‌ی آب در ناحیه‌ی کشت را افزایش دهد توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

از همکاری کارکنان ایســـتگاه تحقیقاتی و آموزشی دانشکده‌ی منابع طبیعی دانشگاه تهران و آقای دکتر مقدم‌نیا در اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

فهرست منابع

Ali A, Yazar A, Abdul Aal A, Oweis T, Hayek, P. 2010. Micro-catchment water harvesting potential of an arid environment. Agricultural Water Management. 98(1): 96–104.

Ayanshola AM, Dauda KA. 2019. Development of a negarim micro-catchment system for citrus production. Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environment. 11(1): 51–61.

Aziz M, Tariq M. 2018. Assessing the potential of rain-water harvesting (in situ) for sustainable Olive (Olea europaea L.) cultivation in water-scarce rain-fed areas. Irrigation and Drainage Systems Engineering. 7(2): 1–8.

Gnadlinger J. 2003. Rainwater catchment and sustainable development in the Brazilian semi-arid tropics (BSATs)-An Integrated Approach. 11th IRCS Conference, Mexico City. 12 p.

Khalili-Samani N, Azizian A, Yarami N, Soltani S. 2020. Suitable regions for rain-fed tree culture in Central Zagros (Chaharmahal-Bakhtiari Province of Iran). Journal of Irrigation Science and Engineering. (Pending publication).

Mahmoud WH, Elagib NA, Gaese H, Heinrich J. 2014. Rainfall conditions and rainwater harvesting potential in the urban area of Khartoum. Resources, Conservation and Recycling. 91(10): 89–99.

Mehdizadeh Youshanloei M, Roghani M. 2015. Investigation of operation of isolated, semi-isolated and natural surfaces in rainfall- runoff process of water harvesting system, A case study: Khorram Abad station. Watershed Engineering and Management. 7(4): 415–424. (In Persian).

Meshgi A. 2006. Optimal determination of rain-fed vineyard micro-catchment cultivation for designing water harvesting systems using stochastic computer model. M.Sc. Seminar. Faculty of Agriculture. Shiraz University. 203 p. (In Persian).

Nekuei Mehr M. 2014. Investigating the amount of harvestable water from rainwater catchment systems for fruit trees cultivation in sloping lands under water crisis. Proceeding of the 2nd National Conference on Water Crisis, Shahrekord University, Shahrekord, Iran. 6 p. (In Persian).

Pandey DN, Gupta AK, Anderson DM. 2003. Rainwater harvesting as an adaptation to climate change. Current Science. 85(1): 46–59.

Qadir M, Sharma BR, Bruggeman A, Choukr-Allah R, Karajeh F. 2007. Non-conventional water resources and opportunities for water augmentation to achieve food security in water scarce countries. Agricultural Water Management. 87 (1): 2–22.

Sadeghzadeh Reyhan ME, Zarehaghghi D, Neyshabouri MR. 2014. Valuation of rainwater harvesting methods in increasing soil moisture and pistachio seedling growth. Water and Soil Science. 23(4): 203–214. (In Persian).

Sepaskhah AR, 2014. Micro-catchment water harvesting for optimum use in agriculture. Shiraz University Press. (In Persian).

Sepaskhah AR, Foolandmand HR. 2004. A computer model for design of micro-catchment water harvesting systems for rain-fed vineyard. Agricultural Water Management. 64(3): 213–232.

Sepaskhah AR, Kamgar-Haghighi AA, Moosavi SAA. 1992. Evaluation of hydrological parameters for design of micro-catchment water harvesting in a semi-arid climate. Iranian Journal of Science and Technology, Transaction B: Engineering. 16(1): 105–116.

Shahriari A. 2002. Investigating the effect of salinity on two species of Atriplex. Research Report, College of Agriculture and Natural Resources, Tehran University. 90 p. (In Persian).

Sharma KD, Pareek OP, Singh HP. 1986. Micro-catchment water harvesting for raising jujube

orchards in an arid climate. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. 29(1): 112–118.

Tabatabei Yazdi J, Davari K, Raouf Y. 2007. Economic analysis of water harvesting techniques for agricultural use (case study: Natural resources research station of north Khorasan). Proceeding of the 6th conference of Iranian Agricultural Economics, Ferdowsi University, Mashhad, Iran. 9 p. (In Persian).

Taleban V. 2006. Determination of the runoff coefficient in micro-catchment rainwater harvesting. M.Sc. Seminar, Faculty of Agriculture, Shiraz University. 78 p. (In Persian).

Tavakoli AR. 2013. Determination of technical Characters of micro-catchments water harvesting systems for rain-fed almond trees. Journal of Agricultural Engineering Research. 14(2):1–16.

Yarami N, Azizian A, Shariati S, Paydar Ardakani A. 2017. Investigation of the rainwater harvesting potential in Zarrin-Dasht Region, Fars Province. Proceeding of the 14th National Conference on Irrigation and Evaporation Reduction, Kerman University, Kerman, Iran. 8 p. (In Persian).

Watershed Management Research

VOL. 33, No. 4, Ser. No: 129, Winter 2021, pp. 110 -122
DOI: 10.22092/wmej.2020.342844.1339

Rainwater Harvesting Potential in Different Treatments and Times on the Taleghan Watershed

Majid Akhshi
M.Sc. graduate in Watershed Management, College of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University
Najmeh Yarami
(Corresponding Author)* Assistant Professor, Water Science and Engineering Department, College of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University
Abolfazl Azizian
Assistant Professor, Water Science and Engineering Department, College of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University
Ali Akbar Nazari Samani
Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

*Corresponding Author Email: nyarami@ardakan.ac.ir
Received: 17 May 2020 Accepted: 20 September 2020

Abstract
Rainwater harvesting (RWH) in arid and semi-arid regions using micro-catchments (MCS) is an appropriate technique to produce crops and to deal with water shortages. The potential of RWH on the Taleghan Watershed was investigated using MCS covering areas of 100, 25, and 6.25 m^2 under three treatments: furrowing, surface compaction, and control (no treatment) during the 2016/2017 hydrological year. The experimental design was a complete randomized block in a factorial manner with three replications. The volume of the collected runoff was measured after each precipitation event in different seasons. The relationship between the amount and coefficient of runoff (R and Cr, respectively) with precipitation and the threshold of precipitation for runoff production (TPR) was determined. Results showed that the spring precipitation produced 62.5 and 65.5% higher R than the winter and autumn rainfall, respectively. Moreover, surface compaction produced 17.3 and 19.8% higher R and Cr than the control, respectively; it also reduced TPR by 7%. However, under furrowing, the R and Cr values decreased by 22 and 20%, respectively; while, TPR increased by 4% more than the control. Furthermore, the values of R and TPR in larger MCS were less than those of the smaller MCS. Overall, the use of MCS for R harvesting and plant cultivation with surface soil compaction (increasing bulk density by 7%) is recommended in regions where their areas is determined by the plant type.

Keywords: Area, micro-catchment, rainfall season, runoff harvesting, Taleghan