نقش بارش و مساحت ریزحوضه بر استحصال آب باران در فصول مختلف سال (مطالعه موردی: منطقه طالقان)

مجید آخشی*[۱]، علی اکبر نظری سامانی[۲]، ابوالفضل عزیزیان [۳]، نجمه یرمی [۴]

۱*- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، *akhshi_70@ut.ac.ir*
۲- دانشیار گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، *aknazari@ut.ac.ir*
۳- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، *aazizian@ardakan.ac.ir*
۴- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، *nyarami@ardakan.ac.ir*

چکیده

ریزش آب باران می‌تواند دسترسی به آب طبیعی را در هر جایی فراهم نماید. با توجه به وجود بارش‌هایی با پراکنش و توزیع نامناسب در کشور، انتخاب بهترین و مناسب‌ترین روش جهت جمع‌آوری و دسترسی به آب‌باران، یک مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح را می‌طلبد. در ایران که جزء کشورهای خشک کره زمین با محدودیت منابع آبی محسوب می شود، استحصال آب باران یکی از بهترین تکنیک‌های مدیریت بهره‌برداری از آب‌باران برای مقابله با کم‌آبی می‌باشد. مبنای این روش اختصاص سطحی از زمین برای جمع‌آوری نزولات و سپس ذخیره‌سازی آن برای استفاده در زمان مورد نیاز است. لذا در تحقیق حاضر اقدام به بررسی پتانسیل استحصال آب‌باران در منطقه طالقان بوسیله‌ی ریزحوضه ها شد. داده‌برداری‌ها از ۹ ریزحوضه با سطوح ۱۰×۱۰، ۵×۵ و ۲/۵×۲/۵ مترمربع صورت گرفت. بعد از هر واقعه بارش، رواناب جمع شده در مخازن موجود در انتهای هر ریزحوضه اندازه‌گیری شد. داده‌های بارش سال آبی (۱۳۹۶-۹۷) از اداره هواشناسی دریافت و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان دادند در فصل زمستان با توجه به رطوبت بالای موجود در سطح خاک، پتانسیل تولید بیشتری برای ایجاد رواناب وجود دارد. نتایج اثر مساحت ریزحوضه بر تولید رواناب نیز نشان داد که با کاهش مساحت، ضریب رواناب بیشتر خواهد بود. بنابراین برای استحصال آب باران در منطقه طالقان باید از ریزحوضه‌هایی با مساحت کم استفاده شود. بر اساس نتایج پژوهش توصیه می شود برای استفاده بهینه از نزولات جوی و جهت توسعه فضای سبز بر روی دامنه‌ها ریزحوضه هایی با مساحت کوچک ایجاد گردد.

واژه‌های کلیدی:
استحصال آب باران، رواناب، ریزحوضه، مساحت، طالقان.

مقدمه

امروزه با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و کمبود آب، تأمین آب یک مسئله حیاتی است. بر اساس گزارش انجمن جهانی آب، در پنجاه سال آینده به علت رشد جمعیت و گسترش صنایع و شهرها، تقاضا برای آب افزایش خواهد یافت (Mahmoud و همکاران، ۲۰۱۴). برای کشورهای دچار کمبود آب، این تقاضا شدیدتر خواهد بود (Qadir و همکاران، ۲۰۰۷). باران و برف به‌عنوان منشا منابع آبی موجود در کره زمین می‌باشند که استحصال آن‌ها یکی از مهم‌ترین روش‌های مدیریت بهره‌برداری از آب برای مواجهه با کم‌آبی است. مبنای این روش اختصاص سطحی از زمین برای استحصال نزولات جوی می‌باشد.

با توجه به اینکه در بخش اعظم مناطق خشک ایران، متوسط بارندگی سالانه کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر و پراکنش آن نامناسب است؛ توجه به حفظ و ذخیره نزولات جوی همراه با کشت گونه‌های گیاهی در جمع‌آوری آب، احیا و اصلاح مراتع بیشتر نمایان می‌شود (ششهریاری، ۱۳۸۱). راهکارهای مقابله با کم‌آبی در دو استراتژی مدیریت صحیح منابع آب و استحصال از منابع جدید آب خلاصه می‌شود (خیرخواه زرکش و همکاران، ۱۳۸۶). توجه به محدودیت منابع آب‌های زیرزمینی و افت سطح ایستابی و شور شدن آب سفره‌ها به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، ما را به سمت بهره‌برداری از آب‌های سطحی ترغیب می‌کند. جمع‌آوری آب‌باران گزینه‌ای مناسب است برای انحصار و ذخیره‌ی رواناب سطحی جهت کاربردهای بعدی به ویژه در طول دوره‌هایی که محدودیت دسترسی به آب وجود دارد (Winnaar و همکاران، ۲۰۰۷).

جمع‌آوری آب‌باران برای مصارف انسان، شرب حیوانات و مصارف کشاورزی، از قرن‌ها پیش رایج بوده است. از نمونه‌های آن می‌توان به سازه‌های بومی در مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک اشاره کرد. روش‌های بومی استحصال آب شیرین باران، صرفه‌جویی در مصرف آب، استفاده حداکثر از آب و حفاظت خاک، دارای اساس و پایه علمی بوده است (ابریشمی، ۱۳۶۸). در این راستا یکی از مهم‌ترین و ضروری‌ترین مراحل به کارگیری سیستم‌های جمع‌آوری آب‌باران، مکان‌یابی و شناسایی محل‌های مناسب برای اجرای آن است. با شناسایی محل‌های مناسب، صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در زمان و هزینه صورت می‌گیرد.

مقدار کارایی روش‌های استحصال آب و سطوح آبگیر باران به ویژگی های مختلف اعم از نوع خاک، شرایط سطحی آن، شیب و اقلیم منطقه بستگی دارد. آنچه مسلم است یافتن سطح مناسب در هر منطقه تابع شرایط مختلفی همچون عوامل مذکور، نوع پوشش گیاهی است. از سوی دیگر مطالعات نشان داده اند که مساحت سطح ریزحوضه گیرش باران نقش مهمی بر مقدار ضریب رواناب دارد و بنابراین کارآیی زمانی زیاد خواهد بود که عرصه با حداکثر ضریب رواناب انتخاب شود. به عنوان نمونه در پژوهش انجام شده توسط سپاسخواه و ده بزرگی (۱۳۹۲) مشخص شد که در منطقه باجگاه استان فارس مناسب‌ترین مساحت با بیشترین ضریب رواناب عبارتند از ۱۰ مترمربع بر روی شیب ۲٪ است. نکویی مهر (۱۳۹۳) با بررسی میزان آب قابل استحصال از سامانه های سطوح آبگیر باران جهت کشت درختان مثمر در اراضی شیب‌دار در شرایط بحران آب نشان داد که در بین سه تیمار سطح عایق، سطح لخت (جمع آوری سنگریزه و پوشش گیاهی سطح سامانه) و شاهد (پوشش طبیعی زمین) بر روی دامنه‌ای با شیب ۲۰ درصد، تیمار عایق دارای بیشترین میانگین تولید رواناب بوده است. بر این اساس استفاده از سطوح عایق با هدف استحصال آب باران در جهت تأمین قسمتی از آب مورد نیاز درختان مثمر در اراضی شیب‌دار را توصیه کرد.Yosef و Asmamaw (۲۰۱۵) بیان نمودند که استحصال آب باران، پتانسیل کاهش زمانی و مکانی بحران آب برای مصارف خانگی، توسعه کشاورزی و مدیریت بهتر منابع آب را دارد. استفاده از رواناب به کمک ریزحوضه ها برای کاشت یا احیاء پوشش گیاهی بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک از دیر باز مورد توجه بوده است. عوامل متعددی بر تولید رواناب در ریزحوضه موثر است که شرایط سطح زمین و خصوصیات بارش از جمله مهمترین آنهاست. اثر فصل بارندگی در تولید رواناب تاکنون کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. پژوهش حاضر به منظور تعیین نقش شرایط فیزیکی سطح زمین (تراکم و جوی و پشته) و مساحت‌های مختلف ریزحوضه بر مقدار رواناب تولیدی ناشی از بارندگی در فصول مختلف سال در منطقه طالقان به منظور استحصال آب باران انجام شد.

مواد و روش‌ها

۱- معرفی منطقه مطالعه

پژوهش حاضر در ایستگاه تحقیقاتی و پژوهشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران در منطقه طالقان و در روستای گلینک انجام شد. منطقه مورد مطالعه که در استان البرز واقع شده است، بخشی از زیرحوزه‌ای بنام زیرحوزه حسنجون می‌باشد، و این زیرحوزه بخشی از حوزه آبخیز طالقان است. زیرحوزه حسنجون از بزرگترین زیرحوزه‌های حوزه آبخیز طالقان و با مساحت تقریبی ۹۵۰۰ هکتار، حدود ۷/۶ درصد از مساحت حوزه آبخیز طالقان را شامل می‌شود. این زیرحوزه در محدوده عرض شمالی ′۱۰ °۳۶ تا ′۱۵ °۳۶ و محدوده طول شرقی ′۴۴ °۵۰ تا ′۴۷ °۵۰ در سمت شمالی طالقان‌رود واقع شده است.

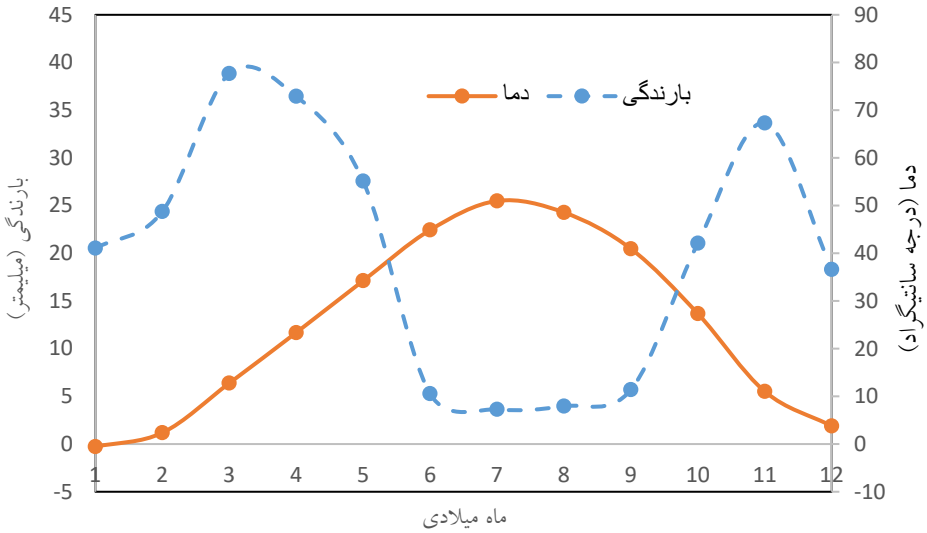
این مرکز پژوهشی با ارتفاع متوسط ۱۸۷۰ متر از سطح دریا در یکی از دامنه‌های شرقی زیرحوزه حسنجون قرار داشته و مساحتی حدود چهار هکتار دارد. فضای سبز موجود در این مرکز با آب شهری آبیاری می شود و روزانه مقادیر زیادی آب جهت آبیاری استفاده می‌گردد. با توجه به مساعدت و همکاری قطب علمی مدیریت پایدار حوزه‌های آبخیز و دسترسی آسان به منطقه بخشی از دامنه موجود در این ایستگاه که دارای شیب، پوشش گیاهی و توپوگرافی یکسانی بود به عنوان منطقه مطالعاتی انتخاب گردید (شکل ۱).

شکل ۱- نمایی از محل انجام پژوهش واقع در ایستگاه پژوهشی و تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

متوسط بارش منطقه حدود ۴۷۰ میلی‌متر است. جدول ۱ بارندگی ایستگاه سینوپتیکی منطقه طالقان را طی دوره آماری ۱۰ ساله از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۷ و در ماه‌های مختلف سال نشان می‌دهد. شکل ۲ نیز منحنی آمبروترمیک را طی این دوره آماری نشان می‌دهد. همان‌طور که از این شکل مشخص است ماه‌های ژوئن، ژولای، آگوست و سپتامبر (خرداد تا شهریور) میزان بارندگی کمتر از دو برابر درجه حرارت می‌باشد و جزء ماه‌های خشک سال به شمار می‌آیند و بقیه ماه‌های سال جزء ماه‌های مرطوب سال به شمار می‌روند.

جدول ۱- آمار بارندگی ایستگاه طالقان

سال	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	ژولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	مجموع
۲۰۰۸	۳۲/۶	۴۷/۹	۱۰/۲	۲۶/۵	۲۱/۲	۲/۴	۷/۴	۲/۲	۲۴/۳	۲۸/۳	۶۹/۴	۳۴/۵	۳۰۶/۹۰
۲۰۰۹	۱۳	۹۸/۳	۲۲/۱	۸۹/۶	۴۴/۸	۱۱/۹	۰	۰/۱	۴۶	۱۱/۳	۱۰۲/۷	۳۴	۴۷۳/۸۰
۲۰۱۰	۳۰/۱	۸۳/۴	۵۱/۲	۱۴۷/۱	۸۱	۰/۳	۰	۴/۹	۰/۲	۲۶/۸	۱۸/۹	۱۷/۶	۴۶۱/۵۰
۲۰۱۱	۶۴/۴	۴۵/۴	۹۳/۱	۱۱۵/۶	۶۷/۷	۴۵/۵	۰/۸	۴۲/۷	۳	۱۲۸/۳	۹۵	۱۵/۷	۷۱۷/۲۰
۲۰۱۲	۳۴/۸	۵۲/۱	۶۶/۴	۴۴/۷	۷۲/۸	۶/۴	۲۶/۱	۴/۲	۰/۱	۴۰/۴	۵۳/۷	۴۳/۵	۴۴۵/۲۰
۲۰۱۳	۴۴/۳	۳۶/۸	۶۰	۲۷/۵	۶۸/۸	۰	۰	۹	۰	۲۵	۵۶/۵	۸۵/۳	۴۱۳/۲۰
۲۰۱۴	۱۲/۳	۹/۲	۱۱۸/۶	۳۳/۷	۵۸/۹	۳۲/۷	۱۱/۳	۰/۷	۰	۳۳/۳	۵۸/۵	۹/۴	۳۷۸/۶۰
۲۰۱۵	۲۳/۸	۲۸	۱۰۹/۸	۳۱/۷	۳۲/۵	۴	۲۴/۳	۰/۶	۳۹/۹	۸۷/۴	۱۸۳/۱	۲۰/۶	۵۸۵/۷۰
۲۰۱۶	۱۲۴/۸	۳۴/۶	۱۷۰/۷	۹۳	۳۳/۸	۲/۴	۱	۱	۰	۱۱/۳	۱۴/۵	۷۳/۲	۵۶۰/۳۰
۲۰۱۷	۳۰/۶	۵۱/۸	۷۴/۷	۱۱۹/۶	۶۹/۹	۰	۱/۷	۱۴	۰/۵	۲۹	۲۰/۹	۳۲/۳	۴۴۵/۰۰
متوسط	۴۱/۰۷	۴۸/۷۵	۷۷/۶۸	۷۲/۹	۵۵/۱۴	۱۰/۵۶	۷/۲۶	۷/۹۴	۱۱/۴	۴۲/۱۱	۶۷/۳۲	۳۶/۶۱	۴۷۸/۷۴

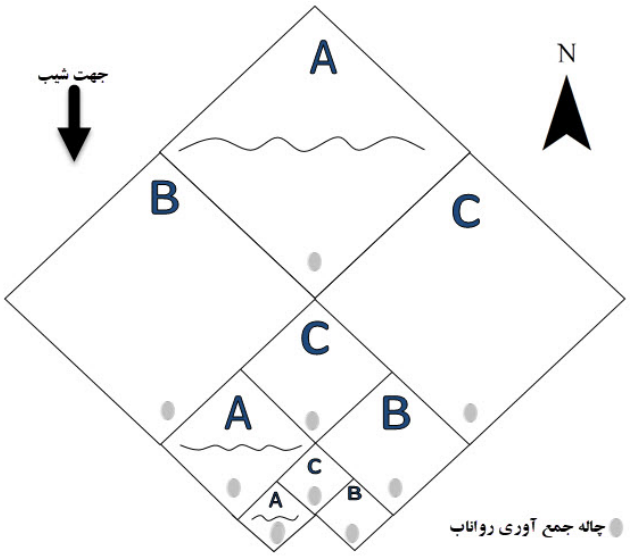


شکل ۲- منحنی آمبروترمیک ایستگاه طالقان

۲- روش انجام آزمایش

در این پژوهش شرایط آب و هوایی، شیب، سازند زمین‌شناسی، خاک منطقه، توزیع کمی و کیفی بارندگی و پوشش گیاهی یکسان و دو عامل مساحت و نفوذپذیری به عنوان متغیرهای تحقیق، مورد بررسی قرار گرفتند. لذا قطعات در یک واحد کاری یکسان از نظر موارد ذکر شده استقرار یافتند (شکل ۳). تمامی قطعات دارای شیب طبیعی ۱۰ درصد، سازند زمین‌شناسی رسوبات کواترنری، خاک دارای بافت لوم-رسی- شنی و فاقد پوشش گیاهی بودند. محل جمع‌آوری رواناب‌ها در انتهای شیب در هر ریزحوضه قرار داشت و از ظروف پلاستیکی در منتهی‌الیه قطعات برای جمع آوری رواناب استفاده گردید.

در منطقه مورد نظر تعداد نه سامانه آبگیر (ریزحوضه) مربع‌شکل با ابعاد متفاوت ۱۰×۱۰ متر، ۵×۵ متر و ۲/۵×۲/۵ مترمربع در قالب سه تکرار تهیه گردید. برای هر مساحت سه تیمار تراکم، جوی- پشته و شاهد (سطح خاک دست‌نخورده) در شرایط طبیعی موجود منطقه در نظر گرفته شد (شکل ۳). نحوه ایجاد تیمارها و انتخاب محل استقرارشان به صورت تصادفی بود که پس از مشخص شدن جای هر تیمار ابتدا پوشش‌گیاهی حذف شد. سپس در تیمار جوی و پشته، با بیل جوی‌هایی که هدایت‌کننده رواناب به سمت چاله جمع‌آوری بود جهت شیب ایجاد گردید. در تیمار دوم یعنی تیمار متراکم بعد از حذف پوشش‌گیاهی از غلطک رفت و برگشت بعد از اولین بارندگی استفاده شد و نهایتاً در تیمار شاهد هم بدون هیچ‌گونه عملیاتی و تنها اقدام به حذف گیاهان از سطح زمین گردید. در محل چاله‌های جمع‌آوری از ظروف پلاستیکی برای جمع‌آوری رواناب استفاده شد.



شکل ۳ - نحوه آرایش ریزحوضه ها و ترکیب تیمارها در هر ریزحوضه (A تیمار جوی و پشته، B تیمار شاهد و C تیمار متراکم)

پس از هر واقعه بارش و مراجعه به محل کرت‌ها، اقدام به اندازه‌گیری میزان رواناب جمع‌شده نموده و بعد از ثبت داده‌ها مخازن تخلیه و برای بارش بعدی آماده می‌شدند. بعد از اتمام فصل بارش با مراجعه به اداره کل هواشناسی استان البرز، آمار بارش روزانه منطقه که در ایستگاه سینوپتیک ۹۹۳۲۱ واقع در یک کیلومتری محل مورد مطالعه و در شهرک طالقان ثبت شده بود، دریافت گردید.

در این پژوهش با در نظر گرفتن فاصله بین بارندگی و حذف روزهای بدون بارش، روزهای بارندگی متوالی به صورت یک رخداد مورد بررسی قرار گرفتند و لذا از تعداد ۸۷ روز بارش در مجموع ۳۵ رخداد بارش درنظر گرفته شد. از این ۳۵ رخداد بارندگی، تعداد بارش‌های یک روزه و دو روزه میزان بیشتری در برابر تعداد بارش‌های متوالی سه روزه و یا بیشتر به‌خود اختصاص دادند (جدول ۲). در ادامه با کنار گذاشتن رخدادهایی که منجر به تولید رواناب نشدند، مجموعاً ۲۱ واقعه بارندگی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بطوریکه فصل زمستان با ۱۰، فصل بهار با ۸ و فصل پاییز با ۳ رخداد به ترتیب دارای بیشترین تا کمترین رخداد بارندگی مورد مطالعه بودند. حجم رواناب موجود در هر ریزحوضه را بر مساحت آن تقسیم نموده و ارتفاع رواناب بدست آمد. این نتایج به صورت مجزا برای هر فصل، هر تیمار و همچنین به صورت کلی توسط نرم افزار **SPSS** مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفتند.

جدول ۲- آمار رخدادهای بارندگی روزهای متوالی بارش

تعداد روزهای متوالی بارش	کل فصول	بهار	پاییز	زمستان
۱	۱۴	۵	۵	۴
۲	۱۰	۲	۱	۷
۳	۳	۲	۰	۱
۴	۳	۱	۰	۲
۵	۱	۰	۱	۰
۶	۲	۱	۰	۱
۷	۱	۱	۰	۰
۸	۱	۱	۰	۰
جمع وقایع بارش	۳۵	۱۳	۷	۱۵

نتایج و بحث

۱- بررسی رابطه بین ارتفاع رواناب (R) و بارش (P)

جدول ۳ نتایج ارتباط بین ارتفاع رواناب و مقدار بارش را در فصول و تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که در آن، **R** ارتفاع رواناب بر حسب میلی‌متر، **a** و **b** ضرایب ثابت معادله و **P** بارش بر حسب میلی‌متر می‌باشد. در این معادلات توان مثبت، رابطه مستقیم بارش و رواناب را نشان می‌دهد. بیشترین توان در فصل پاییز و کمترین آن به طور مساوی در دو فصل بهار و زمستان دیده می‌شود. در بین تیمارها، تیمار متراکم بیشترین میزان و تیمار شاهد کمترین میزان توان برای بارندگی را به خود اختصاص داده است. نتایج مشابهی توسط فولادمند و سپاسخواه (۱۳۸۰) در باجگاه واقع در استان فارس ارائه شده است. آنها همچنین تأکید نمدند ارتباط بارش-رواناب برای مدلسازی طراحی سیستم استحصال آب باران ضروری است.

جدول ۳- روابط بین ارتفاع رواناب (R) و بارش (P)

$R=a \times P^b$	کل تیمار	شاهد	جوی و پشته	متراکم
کل فصول	R= 0.37×P0.62	R= 0.42×P0.59	R= 0.35×P0.62	R= 0.32×P0.66
بهار	R= 0.15×P0.45	R= 0.13×P0.51	R= 0.14×P0.48	R= 0.17×P0.36
پاییز	R= 0.06×P0.98	R= 0.07×P0.98	R= 0.05×P0.98	R= 0.05×P0.99
زمستان	R= 0.90×P0.45	R= 0.99×P0.43	R= 0.88×P0.45	R= 0.83×P0.47

۲- بررسی رابطه بین ارتفاع رواناب (R) و مساحت ریزحوضه (A)

ارتباط مساحت ریزحوضه با ارتفاع رواناب بررسی شد. نتایج معادلات حاصل در هر تیمار و فصل در جدول ۴ ارائه شده است. در این جدول، R ارتفاع رواناب بر حسب میلی‌متر، a و b ضرایب ثابت معادله و A مساحت ریزحوضه برحسب مترمربع می‌باشد. توان های بدست آمده برای مساحت نشان داد که بیشترین تولید رواناب در فصل زمستان و کمترین مقدار در فصل پاییز رخ داده است و از طرف دیگر در بین تیمارها، تیمار جوی و پشته بیشترین و تیمار متراکم کمترین میزان تولید رواناب را داشتند. در تمامی این روابط، مقادیر توان‌های سطح، منفی شده که نشان‌دهنده رابطه معکوس بین مساحت و ارتفاع رواناب می‌باشد. بزرگترین مقادیر این توان‌های منفی برای فصل زمستان و تیمار جوی و پشته بدست آمده است. هرچند بین مساحت و رواناب تولیدی رابطه معکوس وجود دارد اما برای تولید رواناب از ریزحوضه یک سطح بهینه در هر تیمار وجود خواهد داشت که منجر به تولید محصول اقتصادی نیز خواهد شد (مشگی و سپاسخواه، ۱۳۸۵). همچنین سپاسخواه و همکاران (۱۳۹۲)، در تعیین رواناب در ریزحوضه‌های جمع‌آوری رواناب بارش در سطوح مختلف نتیجه گرفتند اگر ابعاد کوچکی برای ریزحوضه‌های جمع‌آوری رواناب در نظر گرفته شود می‌توان رواناب بالاتری جمع آوری نمود که با نتایج این تحقیق در بیان اثرگذاری مساحت کرت‌ها بر میزان رواناب و البته ضریب رواناب همخوانی دارد. به‌طوری‌که نتایج نشان دادند، مساحت‌های کوچک، رواناب بیشتری تولید می‌کنند که می‌تواند به‌علت پخش باران در سطح کم و فرصت کم نفوذ باشد لذا باران سریع از کل سطح جمع شده و به سمت مخزن جمع‌آوری سرازیر می شود. اما در سطح‌های بزرگ باران تا رسیدن به مخزن جمع‌آوری فرصت نفوذ بیشتری را داشته و لذا رواناب کمتری ایجاد خواهد کرد.

جدول ۴- روابط بین ارتفاع رواناب (R) و سطح ریزحوزه (A) در تیمارها و فصل‌های مختلف

$R=a \times A^b$	کل تیمار	شاهد	جوی و پشته	متراکم
کل فصول	$R= 8.37\times A^{-0.69}$	$R= 13.14\times A^{-0.86}$	$R= 3.79\times A^{-0.39}$	$R= 14.41\times A^{-0.93}$
بهار	$R= 3.84\times A^{-1.01}$	$R= 6.17\times A^{-1.21}$	$R= 5.69\times A^{-1.18}$	$R= 1.65\times A^{-0.67}$
پاییز	$R= 56.84\times A^{-1.98}$	$R= 1101.72\times A^{-3.45}$	$R= 9.69\times A^{-1.16}$	$R= 203.16\times A^{-2.71}$
زمستان	$R= 12.59\times A^{-0.62}$	$R= 18.63\times A^{-0.76}$	$R= 5.46\times A^{-0.31}$	$R= 24.51\times A^{-0.90}$

بنابراین طبق تحلیل فوق با در نظرگرفتن تیمارها و فصل‌ها و از روابط بدست آمده نتیجه می شود که تیمار شاهد در فصل پاییز کمترین مقدار رواناب را ایجاد نموده است. با توجه به خشک‌بودن خاک بعد از فصل تابستان، بارش بیشتر نفوذ کرده و تولید رواناب به حداقل رسیده است. اما در همین فصل و در تیمار جوی و پشته بیشترین مقدار رواناب نسبت به متراکم نمودن و یا کوبیدن زمین وجود دارد که بیانگر اثر بخشی ایجاد جوی و پشته در زمین نسبت به متراکم کردن آن در فصل پاییز می‌باشد.

در بین تیمارها تولید رواناب در تیمار جوی و پشته بیشتر از سایر تیمارها است. بدیهی است که شیارهای موجود در سطح هدایتگر رواناب‌های ایجاد شده است. نتایج همچنین حاکی از بی‌تاثیر بودن کوبیده شدن زمین در ایجاد رواناب است. این موضوع می‌تواند به دلیل سنگلاخی بودن زمین باشد. لازم بذکر است آزمایش بافت خاک نشان داد، محدوده مورد مطالعه حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد سنگریزه دارد. همچنین در منطقه سنگ‌هایی وجود دارد که در عمق کمی از خاک قرار دارند. لذا باید متراکم نمودن سطح زمین با ادوات سنگین‌تر صورت پذیرد تا تراکم اثر بخشی خود را نشان دهد.

۳- اثر فصل بر ضریب رواناب

مطابق نتایج تجزیه واریانس اثر فصل های بارش بر ضریب رواناب معنی دار بود اما اثر تیمار بر ضریب رواناب از نظرآماری معنی دار نبود (جدول ۵). یرمی و همکاران (۱۳۹۶) نیز به این نتیجه رسیدند که جهت استحصال آب باران نیاز به تیمار خاصی درکرت‌های جمع‌آوری نیست و با شرایط طبیعی و شیب یکنواخت امکان جمع‌آوری آب باران وجود دارد. گروه بندی اثر اصلی فصل‌ها بر ضریب رواناب به صورت جدول ۶ حاصل شد. نتایج حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین ضریب رواناب فصل زمستان و دو فصل دیگر بود. در حالیکه ضریب رواناب فصل بهار و پاییز اختلاف معنی‌دار نداشتند. اما در فصل زمستان ضریب رواناب بیشتر از سایر فصول بود. دلیل این رطوبت بیشتر خاک در فصل زمستان است که منجر به نفوذ کمتر و رواناب بیشتر می شود.

جدول ۵-تجزیه واریانس اثر تیمار و فصل بر ضریب رواناب

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.471[a]	8	.059	2.577	.011
Intercept	1.956	1	1.956	85.687	.000
Treatment	.004	2	.002	.081	.922
Season	.454	2	.227	9.938	.000
Treatment * Season	.013	4	.003	.145	.965
Error	4.109	180	.023		
Total	8.092	189			
Corrected Total	4.579	188			

جدول ۶- اثر فصل‌ها بر ضریب رواناب

فصل	کد فصل	زیرمجموعه	
		۱	۲
پاییز	۳	۰/۰۶ B	
بهار	۱	۰/۱۰ B	
زمستان	۴		۰/۱۹ A
	Sig.	۰/۱٤	۱/۰۰

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق حاکی ا ست که مقدار و ضریب رواناب بی شتری از م ساحت های کوچکتر ریزحو ضه جمع آوری می توان انتظار داشت. همچنین رواناب و ضریب رواناب بیشتر در فصل زمستان نسبت به دو فصل پاییز و بهار اتفاق می افتد. بعلاده اثر تیمارها متراکم سازی سطح و جوی و پشته بر میزان تولید رواناب بسیار کم هست و برهم نزدن سطح خاک و تنها ایجاد مساحت‌های متفاوت برای استحصال گزینه مناسب خواهد بود. در نهایت با توجه به امکان های جمع آوری رواناب از ریزحوضه می توان از این سامانه برای کاشت درخت به منظور ایجاد باغ و احیاء پوشش گیاهی استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

از همکاری پر سنل ای ستگاه تحقیقاتی و آموز شی دان شکده منابع طبیعی دان شگاه تهران و همچنین دکتر مقدم‌نیا کمال -قدردانی می‌شود.

منابع

- ابریشمی، م. ۱۳۶۸. جمع‌آوری آب باران و سیلاب در مناطق روستایی-انتشارات آستان قدس رضوی.
- خیرخواه زرکش، م .، م، ناصری و ح.ر، خلیل پور. ۱۳۸۶. پهنه‌بندی مناطق مناسب برای تغذیه‌ی مصنوعی در دشت ورامین به کمک GIS و سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری (DSS). فصلنامه‌ی محیط شناسی، ۴۲: ۸-۱.
- سپاسخواه، ع.ر و ف. ده بزرگی. ۱۳۹۲. جمع آوری رواناب در زیر حوضه برای استفاده بهینه در کشاورزی. چاپ اول. نشر پارسی شیراز.
- شهریاری، ا. ۱۳۸۱. بررسی اثرات شوری در دو گونه Atriplex. دانشکدهکشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- فولادمند. ح.ر. و ع.ر. سپاسخواه. ۱۳۸۰. مدل طراحی سیستم های جمع آوری آب باران در ریز حوضه های کشت، نخستین همایش

آبخیزداری و مدیریت استحصال آب در حوضه های آبخیز، بوشهر، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.

- مشگی، ع. و ع.ر. سپاسخواه. ۱۳۸۵. تعیین مساحت بهینه ریز حوضه های کشت درختان دیم برای طراحی سیستم های جمع‌آوری آب باران با استفاده از مدل رایانه ای بر اساس روشهای احتمالاتی، دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران.
- نکویی مهر، م.۱۳۹۳. بررسی میزان آب قابل استحصال از سامانه های سطوح آبگیر باران جهت کشت درختان مثمر در اراضی شیب‌دار در شرایط بحران آب. دومین همایش ملی بحران آب دانشگاه شهرکرد.
- یرمی، ن. ا. عزیزیان.، س. شریعتی. و ع. پایدار اردکانی. ۱۳۹۶. بررسی پتانسیل استحصال آب باران در منطقه زرین دشت استان فارس. چهاردهمین همایش ملی آبیاری و کاهش تبخیر. دانشگاه شهید باهنر کرمان. کرمان.
- Mahmoud, W. H., N. A. Elagib, H. Gaese and J. Heinrich. 2014. Rainfall conditions and rainwater harvesting potential in the urban area of Khartoum. Resources, Conservation and Recycling, 91: 89–99.
- Qadir, M., B. R. Sharma, A. Bruggeman, R. Choukr-Allah and F. Karajeh. 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.
- Winnaar G. Jewitt G. P. W. and Horan M. 2007. A GIS-based approach for identifying potential runoff harvesting sites in the Thukela River basin, South Africa, Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 32(15): 1058-1067.
- Yosef, B, A. and Asmamaw, D. K. 2015. Rain water harvesting: An option for dry land agriculture in arid and semi-arid Ethiopia. Int, J. water Res. Environ. Eng. 7 (2): 17-28.