

واژه‌های کلیدی: اراضی شیبدار، بارندگی روزانه، تیمار سطوح آبگیر، ضریب رواناب و لایه غیر قابل نفوذ نایلونی

گزارش فنی

## لزوم سطح عایق برای جمع‌آوری آب باران در نواحی نیمه خشک

علی رضائی<sup>۱</sup> و سید جمال موسوی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۰۹ تاریخ پذیرش: ۸۹/۰۷/۱۸

### چکیده

ایجاد پوشش گیاهی دائمی و دارای بازدهی اقتصادی از راه‌های کنترل فرسایش در دشت‌های دامنه‌ای به روش مشارکت مردمی است. به همین منظور ایجاد سامانه‌های سطوح آبگیر باران همراه با افزایش ضریب رواناب سطحی خصوصاً در بارش‌های حداقل روزانه لازم می‌باشد. با توجه به نیاز کشور، بخصوص استان زنجان به استفاده از روش‌های مناسب ایجاد سامانه جمع‌آوری آب باران با هدف تامین آب و توسعه باغات مثمر در اراضی شیب‌دار این طرح تحقیقاتی در ایستگاه قره‌چریان زنجان اجراء گردید. نظر به اینکه ایستگاه سینوپتیک زنجان به عنوان ایستگاه معرف شرایط اقلیمی نیمه خشک محسوب می‌گردد، لذا فراوانی بارش‌های روزانه در هر ماه و برای یک دوره آماری ۴۵ ساله و برای مقادیر بیشتر از صفر، ۱، ۵ و ۱۰ میلی‌متر تهیه گردید. سطوح آبگیر با تیمارهای سطح عایق، نیمه عایق و طبیعی در چهار تکرار بر روی سطح شیب‌دار ایجاد و میزان بارش روزانه و عمق رواناب اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میزان فراوانی بارش‌های روزانه با عمق مساوی یا بیشتر از ۱، ۵ و ۱۰ میلی‌متر در ماه‌های گرم شامل تیر، مرداد و شهریور بترتیب دارای متوسط فراوانی وقوع حدوداً یک بار در یک، سه و ده سال هستند. تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها و تحلیل رگرسیونی بین عمق بارندگی روزانه و عمق رواناب ایجاد شده نشان می‌دهد که تیمارها دارای تفاوت آماری معنی‌دار در سطح یک درصد خطا می‌باشند. همچنین حد آستانه بارندگی برای شروع رواناب در سطوح عایق، نیمه عایق و طبیعی در حدود ۱، ۴ و ۷ میلی‌متر و متوسط درصد ضریب رواناب ۴۳/۹، ۱۲/۱۵ و ۳/۰۴ می‌باشد.

### مقدمه

دشت‌های دامنه‌ای اراضی هستند که در اقلیم‌های نیمه خشک (به ویژه در شمال غرب) کشور برای کشت غلات دیم اختصاص یافته و در بیشتر اوقات به صورت رها شده می‌باشند. سامانه‌های سطوح آبگیر باران روش‌های سنتی اصلاح و تکمیل شده برای استفاده از سیلاب‌ها هستند که می‌توانند برای احداث باغ بر روی این اراضی مفید واقع شوند [۵]. موضوع مهم در احداث باغ‌های دیم بر روی سطوح شیب‌دار مشخصات فنی ایجاد سطوح آبگیر است [۴]. بدلیل آنکه این سامانه باید بتواند سازگار با شرایط اقلیمی منطقه بویژه از نظر رابطه بارش و رواناب تا حدودی رطوبت مورد نیاز گیاه را در ماه‌های گرم سال (از جمله تیر، مرداد و شهریور که بیشترین نیاز آبی وجود دارد) تأمین نماید [۷]. از مسائل قابل توجه در رابطه بین بارش و رواناب وجود یک حد آستانه شروع ایجاد رواناب برای یک واقعه بارندگی است. در طراحی میزان این آستانه را برای سطح پلات‌ها در شرایط طبیعی به طور معمول، در تحقیقات ۵ میلی‌متر برای هر واقعه بارندگی در نظر می‌گیرند [۶]. از جمله خلیل‌پور [۱] (بررسی تأثیر کاربرد مواد جاذب رطوبت در افزایش قدرت نگهداری آب در خاک)، قادری [۳] (بهینه‌سازی سیستم‌های سطوح آبگیر از طریق افزایش ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک در کردستان)، صادق‌زاده [۲] (بررسی روش‌های ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک) و ... اشاره نمود.

### مواد و روش‌ها

پلات‌های آزمایشی در مجتمع ایستگاه تحقیقاتی قره‌چریان در ۳۵ کیلومتری غرب شهر زنجان (منطقه قره‌پستلو) با طول جغرافیایی ۲۰° ۴۸ و عرض جغرافیایی ۵۵° ۳۶ واقع شده است. نوع اقلیم منطقه نیمه خشک سرد، ارتفاع از سطح دریا ۱۸۰۰ متر، میانگین دما و بارندگی سالانه بترتیب ۱۰ درجه سانتیگراد و حدود ۳۰۰ میلی‌متر است. از این میزان بارندگی سالانه تقریباً ۳۴ درصد در بهار، ۳۱ درصد در زمستان، ۳۱ درصد در پاییز و تنها حدود چهار درصد در تابستان نازل می‌شود. ایستگاه سینوپتیک زنجان در فاصله ۳۵ کیلومتری و در شرق محل وقوع پلات‌ها واقع شده و با توجه به داشتن آمار طولانی مدت (بیش از ۴۵ سال) از وضعیت

۱- نویسنده مسئول و استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع

طبیعی استان زنجان، Rezaei\_ali2000@yahoo.com

۲- معاونت آبخیزداری اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان زنجان

شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	سالیانه
۲/۶۷	۳/۶۶	۴/۶۳	۱۵/۴	۵۳/۰۳	۴۰/۸۲	۴۳/۳۱	۲۸/۰۳	۲۹/۶۸	۲۷/۴۲	۲۹/۳۹	۱۷/۲۶	۲۹۵/۳

داده‌ها استفاده شد. بدین ترتیب برای انجام تجزیه و تحلیل رفتار تولید رواناب هر تیمار، ۵۲ جفت داده عمق بارندگی و عمق رواناب نظیر از روز سی ام اردیبهشت ماه تا سوم آذرماه ۱۳۸۷ سال شمسی بدست آمد (بدلیل آنکه برای هر واقعه بارندگی یعنی بارش ۲۴ ساعته چهار مورد عمق رواناب اندازه گیری شده است). سپس بر اساس داده‌های بدست آمده به تفکیک هر تیمار رابطه رگرسیونی بین عمق بارش و عمق رواناب برقرار شد. در مرحله بعد فراوانی بارندگی روزانه ایستگاه هواشناسی سینوپتیک زنجان برای تعداد روزهای بارانی بیشتر از ۱، ۵ و ۱۰ میلیمتر برای ماه‌های اردیبهشت الی آبان هر سال استخراج گردید. سپس بر اساس معادله‌های رگرسیونی بارش- رواناب مربوط به هر تیمار میزان عمق رواناب قابل استحصال برای هر واقعه بارندگی روزانه قابل وقوع برآورد شده است.

### نتایج

آمار فراوانی بارش‌های ۲۴ ساعته دراز مدت ایستگاه سینوپتیک زنجان برای طول دوره آماری ۴۵ ساله (۱۹۵۶ الی ۲۰۰۰ میلادی) نشان می‌دهد که با افزایش عمق بارش‌های روزانه مقدار فراوانی آنها کاهش یافته و فراوانی بارش‌های روزانه به کمترین مقدار در ماه‌های گرم می‌رسند. بطوری‌که فراوانی بارش‌های روزانه بیشتر از ۱ و ۵ میلی متر بترتیب در ماه‌های گرم شامل تیر، مرداد و شهریور دارای متوسط فراوانی حدوداً یک بار در یک سال و یک بار در سه سال هستند. بحرانی‌ترین ماه از بین دوره انتخابی برای رشد گیاه مردادماه می‌باشد که تعداد فراوانی بارش‌های روزانه در سال برای عمق بارش

فراوانی عمق و پراکنش زمانی بارندگی روزانه ثبت شده در آن برای تحلیل فراوانی بارندگی‌های ۲۴ ساعته با عمق‌های مختلف برای شرایط اقلیمی نیمه خشک استفاده شد (جدول ۱). اما برای محاسبه ضریب رواناب بارش‌های اتفاق افتاده، از داده‌های باران سنج نصب شده در محل استفاده گردید.

پلات‌های آزمایشی با چهار تکرار و سه تیمار بر روی یک دامنه شیب‌دار با ابعاد ۴ متر در جهت شیب و ۵ متر عمود بر جهت شیب با مساحت ۲۰ مترمربع قرار گرفته‌اند. شیب متوسط دامنه قرارگیری پلات‌ها ۱۶ الی ۲۵ درصد و دارای جهت شرقی است. تیمارهای سطوح آبگیر شامل پلات‌هایی با سطح عایق (تیمار اول)، نیمه عایق (تیمار دوم) و طبیعی (تیمار سوم) می‌باشند. در تیمار عایق سطح پلات‌ها با نایلون و لایه‌ای از شن نخودی به ضخامت حدود ۱۰ سانتی متر پوشیده شده در نیمه عایق کلیه پوشش گیاهی موجود چیده و تمیز شده و در طبیعی بصورت دست نخورده باقی مانده است. با نصب بشکه در پایین دست هر یک از پلات‌ها رواناب تولید شده توسط لوله به داخل بشکه‌ها هدایت شده و اندازه‌گیری می‌شوند. یک دستگاه باران سنج در محل پلات‌ها نصب گردیده که مرجع تعیین اندازه بارش بوده و طول دوره آماری مورد استفاده در این مقاله نیز تنها مربوط به ماه‌های اردیبهشت تا آبان ۱۳۸۷ شمسی است.

با استفاده از نرم افزار SAS، تفاوت در بین تیمارها و بلوک‌ها به روش مدل عمومی خطی (GLM) و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام گرفت. برای تحلیل رگرسیونی رابطه بارش- رواناب، بدلیل نبود تفاوت در بین داده‌های تکرارها برای هر تیمار، از تمام

جدول ۲- تجزیه واریانس بلوک‌ها و تیمارها

مقدار p	مقدار F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	ماخذ
۰/۷۶۷۶	۰/۳۹	۱/۲۱۶	۳/۶۵	۳	بلوک
۰/۰۰۰۱	۹۳/۰۲	۲۹۳/۴۷	۵۸۶/۹۴	۲	تیمار

جدول ۳- آزمون میانگین متغیر عمق رواناب در تیمارها

گروه بندی دانکن	میانگین عمق رواناب	تعداد نمونه	نوع تیمار
A	۵/۲۶۸۲	۵۲	عایق
B	۱/۹۹۸۵	۵۲	نیمه عایق
C	۰/۶۷۴۹	۵۲	طبیعی

نوع تیمار	معادله ریاضی عمق رواناب	آستانه بارندگی روزانه برای شروع رواناب، میلی‌متر	متوسط درصد ضریب رواناب	ضریب تعیین ( $R^2$ )	سطح خطای معنی داری
عیاق	$R = 0.5349p - 0.6035$	۱/۱۳	۴۳/۹	0.8158	۱٪
نیمه عیاق	$R = 0.2917p - 1.1994$	۴/۱۱	۱۲/۱۵	0.666	۱٪
دست نخورده	$R = 0.1519p - 1.0429$	۶/۸۷	۳/۰۴	0.4221	۱٪

$R, p$  بر ترتیب عمق بارندگی روزانه و رواناب به میلی‌متر

آماري معنی دار هم می باشند (جدول ۲ و ۳). این امر حکایت از آن دارد که پوشش گیاهی و خار و خاشاک موجود در سطح پلات‌ها دارای نقش قابل توجه در کاهش ضریب رواناب بوده و تنها حذف آن از سطح پلات‌ها ضریب رواناب را سه برابر می‌سازد (جدول ۴). اما پلات‌های سطوح عیاق دارای ضریب رواناب حدود ۴۴ درصد است و در قیاس با سطوح نیمه عیاق ۲/۶ برابر بیشتر رواناب تولید می‌کند. این توان عملکرد در قبال هزینه احداث سطوح نیمه عیاق قابل مقایسه نبوده و لازم است مبتنی بر فن آوری باشند که علاوه بر کاهش هزینه میزان ضریب رواناب آن نیز برای بهره‌گیری از بارش‌های با عمق کمتر از یک میلی‌متر افزایش یابد.

نتیجه آنکه احداث سطح عیاق برای جمع‌آوری آب باران در اقلیم نیمه خشک ضروری است. اما در صورت استفاده از سطوح نیمه عیاق جمع‌آوری و ذخیره آب در مواقع پرباران لازم است [۵ و ۸]. ضمناً لازم است فن‌آوری احداث سطوح عیاق برای کاهش هزینه و افزایش ضریب رواناب بهبود یابد.

### تشکر و قدردانی

بدینوسیله از سعی و تلاش وافر همکاران ارجمند در مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آب‌خیزداری و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان برای تهیه و پیاده نمودن این طرح کمال امتنان را دارد.

### منابع

- خلیل‌پور، م. ر. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر کاربرد مواد جاذب رطوبت در افزایش قدرت نگهداری آب در خاک، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آب‌خیزداری
- صادق‌زاده، م. ا. ۱۳۸۱. گزارش سالیانه طرح تحقیقاتی بررسی روش‌های ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آب‌خیزداری
- قادری، ن. ۱۳۸۳. گزارش سالیانه طرح تحقیقاتی بهینه‌سازی سیستم‌های سطوح آبگیر از طریق افزایش ماندگاری

روزانه بیشتر از صفر، ۱، ۵ و ۱۰ بر ترتیب برابر با ۲/۲۲، ۰/۹۶، ۰/۲۷ و ۰/۰۴ است. با تحلیل آماری بلوک‌های کاملاً تصادفی مشخص گردید که در بین بلوک‌ها تفاوت آماری معنی دار وجود ندارد ولی بین تیمارها تفاوت معنی دار در سطح یک درصد خطا وجود دارد (جدول ۲ و ۳).

همچنین حد آستانه شروع رواناب برای سطوح عیاق، نیمه عیاق و طبیعی بر ترتیب نیازمند بارش‌های روزانه در حدود ۱، ۴ و ۷ میلی‌متر است (جدول ۴).

### بحث و نتیجه‌گیری

مقایسه میانگین عمق بارش‌های ماه‌های تیر، مرداد و شهریور (جدول ۱) با میزان میانگین فراوانی بارش‌های روزانه در ماه‌های مذکور و برای عمق‌های بارشی بیشتر از صفر و یک میلی‌متر در ایستگاه سینوپتیک زنجان مشخص می‌سازد که در اقلیم نیمه خشک میزان عمق و فراوانی بارش‌های روزانه عموماً (بجز در موارد استثنایی) کمتر از آن است که منجر به تولید رواناب در زمین‌های طبیعی شود. لذا در اقلیم نیمه خشک عمق و پراکنش وقایع بارندگی روزانه از عوامل بسیار مهم در توجیه ضرورت اعمال تیمار عیاق برای احداث سطوح آبگیر است. آنچه که از بررسی معادلات رگرسیونی (جدول ۴) بر می‌آید نشان می‌دهد که معادلات بدست آمده منطبق بر اصول عوامل موثر بر کاهش یا افزایش ضریب رواناب سطحی برای وقایع انفرادی است. بنحوی که مقدار متوسط ضریب رواناب در تیمارهای عیاق، نیمه عیاق و طبیعی سیر نزولی و در مقابل حد آستانه بارندگی روزانه برای شروع رواناب سیر صعودی دارد. لذا برای سطوح طبیعی تنها وقایع بارندگی روزانه با عمق برابر یا بیشتر از ۶/۸۷ میلی‌متر قادر به تولید رواناب است. در شرایطی که این نوع از وقایع بارندگی دارای فراوانی (احتمال وقوع) بسیار نادری برای ماه‌های تیر، مرداد و شهریور است.

مقایسه عمق رواناب و به عبارتی عملکرد سطوح آبگیر در بین تیمارهای عیاق، نیمه عیاق و طبیعی بر ترتیب گویای تغییرات کاهش حدود سه برابری ضریب رواناب بوده و دارای تفاوت

7. Prinjiz D. & Singh A. K. 2000. Technological Potential for Improvements of Water Harvesting Study for the World Commission on Dams, Cape Town, South Africa. Report: Dams and Development. For further information see [www.dams.org](http://www.dams.org).

8. Qadir, M., Sharma B.R., 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: 2-22.

رطوبت در پروفیل خاک در کردستان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان.  
۴. روغنی، م. ۱۳۸۶. گزارش نهائی طرح ملی بهینه سازی سیستمهای استحصال آب باران، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.

5. Hatibu, N. and Mahoo, H. F. 2000, Rainwater Harvesting For Natural Resources Management, A planning guide for Tanzania Technical Handbook No. 22, pp144.

6. Hudson, N. 1987. Soil and water conservation in semi-arid areas. FAO, Soil Resources, Management and Conservation Service.