مجله علمی - پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیـــزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering
سال چهارم - شماره ۱۱ - تابستان ۱۳۸۹
Vol. 4, No. 11, Summer 2010

گزارش فنی

لزوم سطح عایق برای جمع آوری آب باران در نواحی نیمه خشک

علی رضائی[۱] و سید جمال موسوی[۲]

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 سامانه های سطوح آبگیر باران همراه با افزایش ضریب رواناب سطحی خصوصاً دربارش های حداقل روزانه لازم می باشد. با توجه به نیاز کشور، بخصوص استان زنجان به استفاده از روش های مناسب ایجاد سامانه جمع آوری آب باران با هدف تامین آب و توسعه باغات مثمر در اراضی شیب دار این طرح تحقیقاتی در ایستگاه قره‌چریان زنجان اجراء گردید. نظر به اینکه ایستگاه سینوپتیک زنجان به عنوان ایستگاه معرف شرایط اقلیمی نیمه خشک محسوب می گردد، لذا فراوانی بارش های روزانه در هر ماه و برای یک دوره آماری ۴۵ ساله و برای مقادیر بیشتر از صفر، ۱، ۵ و ۱۰ میلی متر تهیه گردید. سطوح آبگیر با تیمارهای سطح عایق، نیمه‌عایق و طبیعی در چهار تکرار بر روی سطح شیب دار ایجاد و میزان بارش روزانه و عمق رواناب اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که میزان فراوانی بارش های روزانه با عمق مساوی یا بیشتر از ۱، ۵ و ۱۰ میلی متر 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 می دهد که تیمارها دارای تفاوت آماری معنی دار در سطح یک درصد خطا می باشند. همچنین حد آستانه بارندگی برای شروع رواناب در سطوح عایق، نیمه‌عایق و طبیعی در حدود ۱، ۴ و ۷ میلیمتر و متوسط درصد ضریب رواناب ۴۳/۹، ۱۲/۱۵ و ۳/۰۴ می باشد.

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

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

مقدمه

دشت های دامنه ای اراضی هستند که در اقلیم های نیمه خشک (به ویژه در شمال غرب) کشور برای کشت غلات دیم اختصاص یافته و در بیشتر اوقات به صورت رها شده می باشند. سامانه های سطوح آبگیر باران روش های سنتی اصلاح و تکمیل شده برای استفاده از سیلاب ها هستند که می توانند برای احداث باغ بر روی این اراضی مفید واقع شوند [۵]. موضوع مهم در احداث باغ های دیم بر روی سطوح شیب دار 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 ماه های 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 پلات ها در شرایط طبیعی به طور معمول، در تحقیقات ۵ میلی متر برای هر واقعه بارندگی در نظر می گیرند [۶]. از جمله خلیل پور [۱] (بررسی تأثیر کاربرد مواد جاذب رطوبت در افزایش قدرت نگهداری آب در خاک)، قادری [۳] (بهینه سازی سیستم های سطوح آبگیر از طریق افزایش ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک در کردستان)، صادق زاده [۲] (بررسی روش های ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک) و ... اشاره نمود.

مواد و روش‌ها

پلات های آزمایشی در مجتمع ایستگاه تحقیقاتی قره‌چریان در ۳۵ کیلومتری غرب شهر زنجان (منطقه قره‌پشتلو) 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 میلی متر 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 می شود. ایستگاه سینوپتیک زنجان در فاصله ۳۵ کیلومتری و در شرق محل وقوع پلات ها واقع شده و با توجه به داشتن آمار طولانی مدت (بیش از ۴۵ سال) از وضعیت

جدول ۱ - وضعیت متوسط عمق بارندگی در ایستگاه زنجان برای دوره آماری ۱۹۵۶ تا ۲۰۰۰ میلادی

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

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 سانتی‌متر 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 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 اندازه‌گیری 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 میلی‌متر 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

جدول ۲ - تجزیه واریانس بلوک‌ها و تیمارها

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

جدول ۳- آزمون میانگین متغیر عمق رواناب در تیمارها

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

جدول ۴- معادلات رگرسیونی بارندگی روزانه و عمق رواناب

نوع تیمار	معادله ریاضی عمق رواناب	آستانه بارندگی روزانه برای شروع رواناب، میلیمتر	متوسط درصد ضریب رواناب	ضریب تعیین (R^2)	سطح خطای معنی‌داری
عایق	R= 0.5349p-0.6035	۱/۱۳	۴۳/۹	0.8158	٪۱
نیمه عایق	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 بترتیب عمق بارندگی روزانه و رواناب به میلیمتر

روزانه بیشتر از صفر، ۱، ۵ و ۱۰ بترتیب 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 معنی‌دار وجود ندارد ولی بین تیمارها تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد خطا وجود دارد (جداول ۲ و ۳).

همچنین حد آستانه شروع رواناب برای سطوح عایق، نیمه عایق و طبیعی بترتیب 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 عایق 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 عایق، نیمه عایق 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 عایق، نیمه‌عایق و طبیعی بترتیب گویای تغییرات کاهش حدود سه برابری ضریب رواناب بوده و دارای تفاوت آماری معنی‌دار هم می‌باشند (جداول 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 عایق دارای ضریب رواناب حدود ۴۴ درصد است و در قیاس با سطوح نیمه عایق ۲/۶ برابر بیشتر رواناب تولید می‌کند. این توان عملکرد در قبال هزینه احداث سطوح نیمه‌عایق قابل مقایسه نبوده و لازم است مبتنی بر فن‌آوری 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 عایق برای جمع‌آوری آب باران در اقلیم نیمه‌خشک ضروری است. اما در صورت استفاده از سطوح نیمه عایق جمع‌آوری و ذخیره آب در مواقع پرباران لازم است [۵ و ۸]. ضمناً لازم است فن‌آوری احداث سطوح عایق 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

۱. خلیل‌پور، م. ر. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر کاربرد مواد جاذب رطوبت در افزایش قدرت نگهداری آب در خاک، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

۲. صادق‌زاده، م. ا. ۱۳۸۱. گزارش سالیانه طرح تحقیقاتی بررسی روش‌های ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

۳. قادری، ن. ۱۳۸۳. گزارش سالیانه طرح تحقیقاتی بهینه‌سازی سیستم‌های سطوح آبگیر از طریق افزایش ماندگاری

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.

7. Prinz, 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.

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.

مجله علمی - پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیـــزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 4, No. 11, Summer 2010
سال چهارم - شماره ۱۱ - تابستان ۱۳۸۹

Abstract (Technical Note)

Necessity of Impervious layer for Rain Water Harvesting in Semiarid Areas

A. Rezaei[1] and S.J. Mosavie[2]

Establishing permanent plant cover with economical efficiency and rural participatory is a way to control water erosion of piedmonts. For this purpose, making rain water harvesting micro- catchments systems along with increasing surface runoff coefficient is necessary especially during low daily rainfalls. This research project established in Garacharyan station of Zanjan with regard to requirement of country and province of Zanjan. Because Zanjan synoptic station is considered to be the index of semiarid climate couditions, so the daily rain frequency is prepared for every month, 45 years statistied duration and for values larger than 0, 1, 5 and 10 mm. The surface treatments of rain water harvesting plots were impediment, semi impediment and natural with 4 blocks that established on a slope and measured the depth of daily rainfall and caused runoff. The results show that daily rain frequency with depth equal to 1, 5 and 10mm or larger, have average frequency of occurence of one time in one, three and 10 years, respectively, in warm months of July August and September. The variance analysis, mean comparing and regression analysis between depth of daily rainfall and runoff showed that the treatments have significant differences at 1% level. So the threshold of daily rainfall for runoff occurrence due to treatments of impediment, semi impediment and natural are 1, 4 and 7 mm and average runoff coefficients are 43.9, 12.15 and 3.04 percent, respectively.

Keywords: Daily Rainfall, Piedmont, Nylon Impervious Layer, Runoff Coefficient and Water Harvesting Plots

1- Research Assisstant Professor of Agriculture and Natural Resources Research Center of Zanjan, Rezaei_ali2000@yahoo.com
2- Watershed Management Deputy of General Office of Natural Resources and Watershed Management of Zanjan Province