

گزارش فنی

مقدمه

نظر به این که مناطق کم بارش، وسعت قابل توجهی از کشور را به خود اختصاص داده، لذا به کارگیری علمی سیستم‌های استحصال نزولات جوی، از اهمیت به سزایی برخوردار است. تاکنون تحقیقات گسترده‌ای در اکثر مناطق دنیا در خصوص استفاده از سطوح عایق و نفوذناپذیر جهت استحصال آب باران انجام گرفته که تفاوت آن‌ها در نوع بهره‌برداری از رواناب استحصال شده می‌باشد [۵]. روش سطوح آبگیر کوچک به طور معمول برای کاشت درخت استفاده می‌شود و مشخصه آن ورود مستقیم آب از یک سطح آبگیر کوچک به پای ریشه گیاه می‌باشد. این شیوه سبب افزایش معنی‌دار محصول و بهره‌وری آب می‌گردد [۱۲].

نتایج تحقیقات قادری [۳]، بیانگر تأثیر قابل توجه سطح عایق در تأمین آب مورد نیاز گونه‌های مثمر گیاهی بوده است. در همین ارتباط روغنی [۱۰] و قیطوری [۴] نقش سطوح عایق را در استحصال آب باران بسیار تأثیر گذار دانسته‌اند. نتایج تحقیقات یاد شده بیانگر افزایش ضریب رواناب تا ۶۰ درصد بوده است. همچنین طباطبایی [۱۱] تأثیر چند نوع پوشش سطحی شامل سیمان، خاک رس کوبیده، نوعی امولسیون، مالچ نفتی و سطح طبیعی را در تولید رواناب مورد بررسی قرار داد و تیمار تثبیت با آهک را در تولید رواناب مناسب دانست.

مجموعه مطالب فوق مبین این نکته است که استحصال آب از طریق سامانه‌های سطوح آبگیر به مفهوم استفاده از ریزش‌های جوی از طریق مدیریت بارندگی تلقی می‌شود. با این اقدام می‌توان با استفاده از ریزش‌های جوی، آب مورد نیاز را برای مصارف مختلف استحصال نمود. پژوهش حاضر با هدف بررسی به کارگیری روش‌های مختلف مدیریتی در بستر سامانه‌های سطوح آبگیر جهت بهینه‌سازی تولید رواناب و برآورد دقیق حجم رواناب تولیدی، در استان چهارمحال و بختیاری به اجرا در آمد تا از طریق سامانه‌های سطوح آبگیر باران بتوان به تأمین آب باغات دامنه‌ای در اراضی شیب‌دار کم بازده همت گمارد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در محدوده ایستگاه تحقیقاتی قلعه غارک در شهرستان شهرکرد به اجرا در آمده است. اقلیم منطقه به روش آمبرژه، نیمه خشک سرد بوده و میانگین سالیانه بارندگی منطقه ۳۲۰ میلی‌متر برآورد شده است.

بررسی نقش سطوح عایق در جمع‌آوری آب باران با هدف تأمین آب باغات دامنه‌ای در حوزه‌های آبخیز (مطالعه موردی: استان چهارمحال و بختیاری)

محمد نکویی مهر^۱ و محمد روغنی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۸/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۱۲

چکیده

پژوهش حاضر در استان چهارمحال و بختیاری با هدف بررسی تأثیر به کارگیری روش‌های مختلف مدیریتی در بستر سامانه‌های سطوح آبگیر جهت بهینه‌سازی تولید رواناب به اجرا در آمده است. برای این منظور تعداد نه سامانه‌ی آبگیر مستطیلی شکل به ابعاد سه در چهار متر با سه تیمار عایق، جمع‌آوری پوشش سطحی سامانه و شاهد (پوشش طبیعی زمین)، بر روی دامنه‌ای با شیب ۲۰ درصد احداث گردید. در پایین دست هر سامانه، یک مخزن جهت جمع‌آوری و ذخیره رواناب‌ها تعبیه شد. اطلاعات بارش از طریق باران نگار و حجم آب جمع‌آوری شده در داخل هر مخزن، بعد از هر واقعه بارش اندازه‌گیری گردید. نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تیمار عایق دارای بیشترین میانگین تولید رواناب بوده به طوری که میانگین رواناب در این تیمار، حدود پنج برابر تیمار جمع‌آوری پوشش سطحی و ۱۷/۵ برابر مقدار اندازه‌گیری شده در تیمار شاهد (زمین دست‌نخورده) می‌باشد. تحلیل آماری نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS، حاکی از اختلاف معنی‌دار تیمار عایق می‌باشد ($P < 0/01$). میانگین ضریب رواناب در تیمار عایق، ۶۴/۳ درصد محاسبه شده است. بر این اساس استفاده از سطوح عایق با هدف استحصال آب باران در جهت تأمین آب باغات دامنه‌ای در اراضی شیب‌دار کم بازده توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: جمع‌آوری آب باران، سامانه‌های سطوح آبگیر، سطوح عایق، ضریب رواناب، چهارمحال و بختیاری

۱- نویسنده مسئول و عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری m_nekooeimehr@yahoo.com
۲- عضو هیأت علمی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

برای انجام تحقیق حاضر، تعداد نه سامانه آبیگر مستطیلی شکل به ابعاد سه در چهار متر با سه تیمار عایق، جمع‌آوری پوشش سطحی سامانه و پوشش طبیعی زمین، بر روی دامنه‌ای با شیب ۲۰ درصد و خاک سیلتی لوم با استفاده از پشته‌های خاکی احداث گردید. برای ساخت سامانه عایق، ابتدا پوشش گیاهی سطح سامانه حذف شد و با استفاده از نایلون ضخیم و یک لایه پنج سانتیمتری از سنگریزه بادامی بر روی آن، بستر سامانه عایق گردید. در پایین دست هر سامانه، یک بشکه ۲۰۰ لیتری جهت جمع‌آوری رواناب تعبیه شد. حجم آب جمع‌آوری شده در داخل هر مخزن، بعد از هر رگبار منتهی به تولید رواناب به دقت اندازه‌گیری گردید. با تقسیم حجم رواناب به سطح سامانه، ارتفاع رواناب محاسبه گردید و با مقایسه آن با ارتفاع بارش، ضریب رواناب محاسبه شد. اطلاعات مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل بارش‌ها از گراف‌های باران‌نگار ایستگاه تحقیقات کشاورزی فرخ شهر در فاصله یک کیلومتری محل اجرای طرح، استخراج گردید. تجزیه و تحلیل داده‌های بارش - رواناب با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SAS انجام شد.

نتایج و بحث

میزان حجم رواناب تولید شده از ۲۱ رخداد بارش منجر به تولید رواناب در تیمارهای به کار برده شده در طی دو سال آبی متوالی (۸۸-۸۹ الی ۸۹-۹۰) و همچنین محاسبه ضریب رواناب برای هر یک از تیمارها، در جدول (۱) آورده شده است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که در بارش‌های مورد بررسی، تیمار عایق نسبت به تیمارهای دیگر بیشترین میزان حجم و فراوانی تولید رواناب را داشته است. از مجموع ۲۱ رخداد منجر به تولید رواناب (حداقل برای تیمار عایق و حداکثر برای همه تیمارها)، تیمار جمع‌آوری پوشش سطحی در هفت واقعه و تیمار شاهد در ۱۰ واقعه قادر به تولید رواناب نبوده‌اند. بررسی وقایع بارندگی‌های منجر به تولید رواناب در تیمار عایق در طی دوره پژوهش نشان می‌دهد که مناسب‌ترین ماه برای جمع‌آوری آب باران، فروردین ماه است. مجموع حجم رواناب تولید شده از سطح تیمار عایق در طی ماه فروردین در دوره تحقیق، به ۹۵۶ لیتر بالغ می‌شود. همچنین نتایج نشان می‌دهد که بارش‌های کمتر از پنج میلی‌متر، تنها در سطوح عایق منجر به تولید رواناب شده است (جدول ۱). این امر تأثیر قابل توجه سطوح عایق را در ایجاد رواناب از بارش‌هایی با عمق کم نشان می‌دهد. این موضوع با توجه به فراوانی وقایع بارندگی با مقادیر کمتر از پنج میلی‌متر در مناطق خشک و نیمه خشک، لزوم استفاده از سطوح عایق در استحصال آب باران در این مناطق را ضروری‌تر می‌سازد.

به منظور بررسی اختلاف بین تیمارها، تجزیه واریانس داده‌های رواناب در تیمارهای مختلف انجام شد. نتایج نشان داد که بین مقادیر رواناب در تیمارهای مختلف، تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/01$). به منظور بررسی آماری بیشتر از آزمون دانکن استفاده شد. در جدول (۲) میانگین سطوح مختلف تیمار در آزمون دانکن

نشان داده شده است. نتایج این جدول حاکی از آن است که کمترین میزان رواناب در تیمار شاهد (دست‌نخورده) مشاهده شده است. تیمار جمع‌آوری پوشش سطحی منجر به افزایش نسبی رواناب شده به طوری که میانگین رواناب تولید شده در این تیمار، به سه و هفت دهم برابر میزان شاهد رسیده است. تیمار عایق بیشترین میانگین رواناب را نشان داده به طوری که میانگین رواناب در این تیمار، حدود پنج برابر تیمار جمع‌آوری پوشش گیاهی و ۱۷/۵ برابر تیمار شاهد می‌باشد.

به منظور مدل نمودن میزان عمق رواناب استحصالی از سطوح آبیگر با تیمارهای به کار برده شده در شرایط اقلیمی نیمه خشک، میانگین ضریب رواناب در تیمارهای مختلف محاسبه شد. ضریب رواناب یکی از معیارهایی است که ویژگی نفوذپذیری یک سطح را در مقابل بارندگی نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که میانگین ضریب رواناب در تیمارهای شاهد و جمع‌آوری پوشش سطحی در طی بارش‌های مورد بررسی، به ترتیب یک و هشت دهم و هفت و هفت دهم درصد محاسبه شده است. این امر حکایت از آن دارد که پوشش گیاهی و خار و خاشاک موجود در سطح سامانه آبیگر دارای نقش قابل توجه در کاهش ضریب رواناب داشته و تنها حذف آن از سطح سامانه، ضریب رواناب را چهار برابر افزایش داده است. این در حالی است که متوسط ضریب رواناب در تیمار عایق، ۶۴/۳ درصد محاسبه شده است. بالاترین ضریب رواناب مشاهده شده برابر ۸۶ درصد مربوط به تیمار عایق و میزان بارندگی هفت و یک دهم میلی‌متر بوده است (جدول ۱).

نتیجه‌گیری

این پژوهش به منظور برآورد دقیق حجم رواناب تولیدی از بستر سامانه‌های سطوح آبیگر عایق (نایلون و سنگریزه) به اجرا در آمد. یکی از موارد مهم طراحی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران، نحوه آماده‌سازی (تیمار) سطح آبیگر برای به دست آوردن بیشترین میزان رواناب حاصل از هر رخداد بارندگی می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که با عایق نمودن سطح سامانه‌های آبیگر می‌توان شاهد افزایش چشمگیر تولید رواناب در مناطق مورد نیاز بود. این نتایج با مطالعات اختر و همکاران [۱] و هلمریچ و هورن [۶] مطابقت دارد. ایشان بیان می‌کنند که استفاده از سطوح عایق دارای نقش مهمی در استحصال موفق آب باران داشته است. تأثیر سطوح عایق را می‌توان در استحصال باران در بارش‌های با مقدار و شدت کم دانست. این موضوع با توجه به فراوانی وقایع بارندگی با مقادیر کمتر از پنج میلی‌متر در مناطق خشک و نیمه خشک کشور، لزوم استفاده از سطوح عایق را دوچندان می‌سازد. در این ارتباط رضایی [۹] و لی و همکاران [۷] با مقایسه تیمارهای سطوح عایق و طبیعی در تلفیق با تحلیل فراوانی مقادیر بارندگی، به کارگیری سطوح عایق را ضروری دانسته‌اند. از آنجا که در پژوهش حاضر، بیشتر رواناب تولید شده در ماه‌هایی

جدول (۱): مقادیر حجم رواناب تولید شده از رگبارهای مورد بررسی و محاسبه ضریب رواناب در تیمارهای مختلف

Table 1. Rrunoff volume amounts and runoff coefficient in different treatments

تاریخ بارش	بارندگی (میلیمتر)	شاهد(دست نخورده)	جمع آوری پوشش سطحی	عایق
بارش	(میلیمتر)	Natural surface	Removed surface	Isolated surface
		حجم رواناب ضریب رواناب (لیتر)	حجم رواناب (لیتر) ضریب رواناب	حجم رواناب (لیتر) ضریب رواناب
Rainfall date	Precipitation (mm)	runoff coefficient	Rrunoff volume (l.)	runoff coefficient
88.8.12	43.4	0.075	140.5	0.442
88.8.26	24.2	0.020		0.547
88.11.4	14.1	0.020	11	0.691
88.11.11	1.6	-	0	0.614
88.11.14	21.5	0.019	13.2	0.624
88.12.1	10.9	0.008	2.6	0.297
88.12.6	15	0.022	10.9	0.815
88.12.10	2.5	-	0	0.847
89.1.7	21.7	0.020	13.4	0.611
89.1.20	20.5	0.040	16.5	0.630
89.1.25	26.1	0.063	105.3	0.538
89.1.27	7.1	0.076	19.3	0.859
89.1.29	5.6	-	13.2	0.754
89.2.3	5.1	-	8.4	0.804
89.10.18	2	-	0	0.687
89.11.11	4.8	-	0	0.772
90.1.3	4.4	-	0	0.452
90.1.16	12	0.023	5.5	0.684
90.1.24	2.2	-	0	0.583
90.2.6	5.2	-	2.6	0.814
90.2.11	3.5	-	0	0.445
میانگین (درصد)	Mean (%)	1.8	7.7	64.3

از سال اتفاق افتاده که نیاز آبی گیاهان به حداقل خود می‌رسد، لذا احداث سیستم‌های ذخیره آب در کنار سطوح آبیگر باران و توزیع آب ذخیره شده در ماه‌های پرنیاز ضروری می‌باشد. این یافته با کارهای فوکس و راکسترام [۲] سازگار می‌باشد. ایشان دریافتند که ذخیره رواناب استحصال شده از سطوح آبیگر در ماه‌های پرباران و آبیاری تکمیلی محصول در ماه‌های خشک، سبب افزایش تولید به میزان ۴۱ درصد گشته است. در این پژوهش میانگین ضریب رواناب در تیمار عایق در طی بارش‌های مورد بررسی، ۶۴/۳ درصد محاسبه گردیده است. این رقم برای محاسبه دقیق حجم رواناب تولیدی از سطوح عایق (نایلون و سنگریزه) در شرایط مشابه، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. تحقیقات انجام شده در کشور چین نشان می‌دهد

جدول (۲): مقایسه میانگین تیمارها به روش دانکن

Table 2. Compare of the mean of treatments by Duncan method

میانگین Mean	Treatment	تیمار
۴,۹۳ ^c ± ۱,۲۰	Natural surface	شاهد(دست نخورده)
۱۸,۱۱ ^b ± ۱,۲۰	Removed surface	جمع آوری پوشش سطحی
۸۶,۴۰ ^a ± ۱,۲۰	Isolated surface	عایق

حروف انگلیسی غیر مشترک نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

6. Helmreich, B. and Horn, H., 2009. Opportunities in rainwater harvesting, *Desalination*, 248(1-3): 118-124.

7. Li, X.Y. Xie, Z. K. and Yan, X. K., 2004. Runoff characteristics of artificial catchment material for rainwater harvesting in the semiarid regions of China. *Agricultural Water Management*, 65: 211-224.

8. Li. X. Y. and Gong, J.D. 2002. Compacted microcatchments with local earth materials for rainwater harvesting in the semi-arid region of China. *Journal of Hydrology*, 257(1-4):134-144.

9. Rezaei, A. and Mousavi, J.1388. Effect of isolated surface for rainwater harvesting in semi-arid regions. The fifth national conference on Iranian watershed management science and engineering. Agriculture university of Gorgan. 7 p.

10. Roghani, M. 1389. Effect of microcatchment systems in establishment and developing of hillside orchards. Proceeding of the second national conference on water resources. Kerman. 11 p.

11. Tabatabaei, j. 1386. Final report of research plan of evaluation of efficiency of some mulching cover for increasing runoff generation. Soil conservation and watershed management research institute. 152 p.

12- Yajun, W., Zhongkui, X., Sukhdev, S., Cecil, V. and Yubao, Z., 2011. Effects of gravel –sand mulch, plastic mulch and ridge and furrow rainfall harvesting system combinations on water use efficiency and watermelon yield in a semi-arid Loess Plateau of China. *Agricultural Water Management*, 101: 88-92.

که ضریب رواناب لایه پلاستیکی پوشیده با لایه شنی، بین ۵۶ الی ۷۷ درصد متغیر است [۸]. بنابر این در یک جمع‌بندی کلی می‌توان نتیجه گرفت که در مناطق مستعد در اقلیم خشک و نیمه خشک، به کارگیری پوشش عایق (نایلون و سنگریزه) در سیستم‌های سطوح آبگیر در اراضی شیب‌دار کم بازده، نقش مهمی در استحصال و جمع‌آوری آب باران در جهت تأمین رطوبت مورد نیاز درختان میوه در محل استقرار آنها ایفا نموده و موجب افزایش تولید در حوزه‌های آبخیز می‌گردد.

منابع

1. Akhtar, A., Attila, Y., Atef, A. and Theib, O. 2010. Micro-catchment water harvesting potential of an arid environment. *Agricultural Water Management*, (98): 96-104.

2. Fox, p. and Rockstrom, j., 2000. Water harvesting for supplementary irrigation of cereal crops to overcome intraseasonal dry-spells in the Sahel, *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere*, 25(3): 289-296.

3. Ghaderi, N. 1385. Final report of research plan of optimizing microcatchment systems by increasing moisture storage in soil profile. Soil conservation and watershed management research institute.

4. Gheitoori, M. 1386. Final report of research plan of assessment and comparison of three contour banking methods including level, semilunar and paved contour banks in precipitation storage in Kermanshah province. Soil conservation and watershed management research institute. 75 p.

5. Hatibu, N., Young, M. B., Gowing, J. W. and Mahoo, H. F., 2003. Developing improved dryland systems for maize in semi-arid Tanzania, Part 1: Experimental evidence for the benefits of rainwater harvesting. *Experimental agriculture*, 39: 293-306, Cambridge University Press.