امکان‌سنجی طراحی سامانه جمع‌آوری رواناب باران در سطوح آبگیر کوچک به‌کمک مدل AWBM[1] برای کشت ذرت علوفه‌ای SC_{704}

رمضان طهماسبی*[1]، فرود شریفی[2]، فریدون کاوه[3] و ابوالقاسم توسلی[4]

[1] عضو هیأت علمی مؤسسه آموزش عالی علمی ـ کاربردی جهادکشاورزی ، ایران

[2] عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری ، ایران

[3] استاد گروه آبیاری دانشگاه آزاد اسلامی ـ واحد علوم و تحقیقات ، ایران

[4] استاد پژوهشی مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری ، ایران

(تاریخ دریافت: ٨٤/٥/٨ ، تاریخ تصویب: ٨٨/٦/٣٠)

چکیده

یکی از بخش‌های عمده هدررفت آب در ایران هدررفت رواناب باران است. Kirkby (2001) در بررسی اثر خصوصیات سطح خاک در تولید رواناب در مقیاس‌های زمانی و مکانی نتیجه گرفت که خصوصیات سطح خاک مانند پستی و بلندی، بافت و ساختمان خاک در مقدار و الگوی مکانی رواناب مؤثر هستند. در این تحقیق که در آبخیز لتیان انجام شد ، تعداد بیست کرت آزمایشی جمع آوری کننده رواناب احداث شدند و در انتهای آنها بانکت‌هایی به ابعاد طولی برابر با عرض کرت جمع‌آوری کننده رواناب، عمق ٠/٥ متر و عرض بانکت نیز ٠/٥ متر احداث شد. عمق رواناب حاصل از هر بارندگی طبیعی و ١٢ بارندگی مصنوعی که با باران ساز با شدت‌های ٨ میلی متر تا ٤٢ میلی متر در ساعت ایجاد شده بود، اندازه‌گیری شد. با توجه به اینکه داخل بانکت‌های انتهای کرت‌ها با پلاستیک پوشش داده شده بود، همه رواناب جمع‌آوری شده روی آن اندازه‌گیری شد. سپس پوشش پلاستیکی بیرون کشیده شد تا آب کاملاً در بانکت نفوذ کند. پس از ٢٤ ساعت عمق آب جمع‌آوری شده روی بانکت اندازه‌گیری شد که تا چه عمقی نفوذ کرده است. پس از آن پوشش پلاستیکی ایجاد می‌شد تا برای اندازه‌گیری رواناب بعدی آماده باشد. بخشی از آب باران جمع‌آوری شده در یک بشکه با حجم ٢٢٠ لیتر ذخیره شد و روی آن از اول بهار با پوشش پلاستیکی پوشانده شد تا از تبخیر جلوگیری شود و از آب جمع‌آوری شده برای تأمین آب کم آبیاری در ١٥ خرداد تا ٣٠ تیرماه به میزان ٦٢ میلی‌متر استفاده شد و در کرت‌های ٩ گانه ذرت علوفه ای SC_{704} کشت شد. نتایج مقایسه عملکرد محصول نشان داد که با نسبتهای ١:١، ٢:١ و ٣:١ (نسبت سطوح جمع‌آوری کننده رواناب باران به سطح کشت شده ذرت) میزان عملکرد علوفه ذرت به ترتیب ٩/٦، ٢٢/٦ و ٢٨/٨ تن در هکتار بوده است. در حالی که در تیمار شاهد که هیچ‌گونه محدودیت آب وجود نداشت و به میزان ٤١/٥ تن در هکتار عملکرد محصول علوفه ذرت بوده است، کل آب مصرفی در سه تیمار بالا به ترتیب ٦١٦، ٦٩٦ و ٧٧٦ میلی‌متر بوده است (باران مستقیم به علاوه آب جمع‌آوری شده از رواناب) و عمق آب آبیاری کمکی در هر سه تیمار ٦٢ میلیمتر بوده است. به این ترتیب عملکرد محصول به ترتیب ٢٣، ٥٥ و ٦٩ درصد نسبت به تیمار شاهد (کشت با آبیاری کامل) بوده است. در این تحقیق تأثیر پوشش گیاهی و بافت خاک هم در مقدار رواناب مورد مقایسه قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: آبخیز لتیان ، بانکت ، جمع‌آوری آب باران ، تیمار شاهد ، ذرت‌علوفه‌ای SC_{704}

* نویسنده مسئول: تلفن: ٠٩١١-١٥٢٢٢٣٠ فاکس: ٠١٥١-٢٢٣٩١٠١

E-mail: r_tahmasebi@yahoo.com

١-Area Water Balance Model

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

یکی از بخش‌های عمده هدررفت آب در ایران، هرزروی رواناب باران است. Sharifi (1994) هفت مدل برآورد رواناب را در استرالیا مقایسه کرد و نتیجه گرفت که مدل AWBM از دیگر مدل‌ها برای برآورد رواناب حوضه مناسب‌تر است. Banyasadi at el. (1997)، کشت درختان دیم را در کرمان تنها با رواناب جمع‌آوری شده انجام دادند و این روش در افزایش رشد و تولید محصول مؤثر بود. Boers (1994) در پاکستان با جمع‌آوری آب باران به کشت درختان پسته اقدام نمود و نتیجه گرفت که برای هر درخت پسته در منطقه‌ای با میانگین بارش سالانه ۲۴۰ میلی‌متر میزان کرت جمع‌آوری کننده باران برابر با ۸۲۰ متر مربع مناسب است. Cluff (1989) با بهره‌گیری از سامانه‌های استحصال آب باران نتیجه گرفت که بخش اعظمی از اراضی که به واسطه کمبود آب، غیر قابل بهره‌گیری برای کشاورزی هستند با این سامانه‌ها می‌توان قسمتی از آن‌ها را برای سطوح جمع‌آوری رواناب و قسمتی دیگر را تحت کشت قرار داد. Cartner and Miller (1991) از دانشگاه ایالتی کانزاس و بخش تحقیقات کشاورزی بوتسوآنا نشان دادند که سامانه‌های جمع‌آوری آب‌باران در آن منطقه باعث افزایش عملکرد گندم تا میزان ۸۰ درصد شده‌است.

Kirkby (2001) در بررسی اثر ویژگی‌های میزان خاک (شیب، پوشش گیاهی و بافت خاک)در تولید رواناب در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف نتیجه گرفت که ویژگی‌های میزان خاک مانند پستی و بلندی، بافت و ساختمان خاک در میزان و الگوی مکانی رواناب مؤثر هستند.

این تحقیق در راستای شناخت، برآورد و جمع‌آوری میزان رواناب از هر بارندگی و بررسی قابلیت کاربرد مدل AWBM در برآورد رواناب در آبگیرهای کوچک با تراکم مختلف پوشش گیاهی، شیب‌های مختلف و شدت‌های مختلف بارندگی در منطقه‌ای نیمه‌خشک در شمال تهران به نام لشگرک انجام شده است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۲۰ کرت آزمایشی جمع‌آوری کننده رواناب احداث شدند و در انتهای آن‌ها بانکت‌هایی به ابعاد طولی برابر با عرض کرت جمع‌آوری کننده رواناب، عمق ۰/۵ متر و عرض بانکت ۰/۵ متر احداث شد. عمق رواناب بدست آمده از هر بارندگی در انتهای مدت بارندگی با توجه به این که در درون این بانکت‌ها پلاستیک فرش شده بود و همه رواناب روی آن باقی می‌ماند، اندازه‌گیری شد. پس از هر اندازه‌گیری پوشش پلاستیکی از یک سو کنار زده می‌شد تا آب به‌کل در بانکت نفوذ کند و پس بار دیگر پوشش پلاستیکی برقرار می‌شد تا برای اندازه‌گیری رواناب بارش بعدی آماده باشد. البته بارندگی‌های کمتر از ۱۰ میلی‌متر در شبانه روز، به‌تقریب رواناب قابل اندازه‌گیری ایجاد نکرده‌اند و از آن‌ها صرفنظر شد. تا مشخص شود که هر عمق رواناب تا چه عمقی از خاک نفوذ می‌کند (قابلیت نگهداری آب خاک مشخص شد). همچنین پس از پایان بارندگی، میزان نفوذ میانگین در کرت جمع‌آوری کننده رواناب هم اندازه‌گیری شد تا در معادله بیلان آب مورد بهره‌گیری قرار گیرد. موقعیت این کرت‌ها در شکل شماره (۱) در قطعه زمینی به گستره ۲ هکتار دیده می‌شود.

کرت‌ها با توجه به شرایط پوشش گیاهی، شیب و بافت خاک، مساحتی معادل ۳۰ تا ۱۰۰ متر مربع داشته‌اند. وضعیت پوشش گیاهی کرت‌های جمع‌آوری کننده رواناب به‌کل طبیعی و دست نخورده بود و برای تکراری‌های سه گانه در عرصه دو هکتاری بررسی شد تا همانند آن در تکرار با همان ویژگی‌ها احداث شده داده‌های بارندگی – شیب – پوشش گیاهی – بافت خاک – عمق رواناب – نفوذ در کرت جمع کننده، نفوذ رواناب پس از اندازه‌گیری در بانکت از آبان ۸۰ تا بهمن ۸۱ اندازه‌گیری و ثبت شدند. سپس برای تجزیه و تحلیل در ۳ تیمار شیب (۲ تا ۲۰ درصد، ۲۱ تا ۴۰ درصد و ۴۱ تا ۶۰ درصد) و ۳ تیمار پوشش گیاهی (۱۰ تا ۳۰ درصد، ۳۱ تا ۵۰ درصد و ۵۱ تا ۷۰ درصد) قرار گرفتند.

برای اندازه‌گیری بارندگی روزانه، دو دستگاه باران سنج بهره‌گیری شده است و دو سال آبی به‌طور کامل

Archive of SID

www.SID.ir

بارندگی‌های روزانه اندازه‌گیری و ثبت شد. همچنین برای اندازه‌گیری تبخیر روزانه، از یک دستگاه طشتک تبخیر کلاس A بهره‌گیری شد. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش نیز در جدول ۱، ۲ و ۳ نشان داده شده است. سه کلاس مختلف از خاک کشتزار مورد آزمایش به گونه‌ای انتخاب شد تا معرف کلیه کرت‌های مورد آزمایش باشد. این موضوع از ۱۵ نمونه برداشت شده از خاک کرت‌های آزمایشی که داده‌های آنها در جدول (۱) آمده است، نیز قابل نتیجه‌گیری است. نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متر برداشت شد. محل‌های نمونه‌برداری، وسط کرت‌های جمع‌آوری کننده رواناب باران است. کرت‌ها طوری انتخاب شد تا در میزان ۳۰ تا ۱۰۰ متر مربع از نظر بافت خاک یکنواخت بوده باشد.

با توجه به میزان بارندگی، رواناب، نفوذ آب باران در خاک و تبخیر، ضریب رواناب در هر کدام از کرت‌های جمع‌آوری کننده رواناب بدست آمده است. با توجه به عمق باران و رواناب اندازه‌گیری شده از شمار ۱۰ کرت و داده‌های شیب، بافت خاک و تراکم پوشش گیاهی این کرت‌ها، مشخصه‌های مدل AWBM ($A_3, A_2, A_1, C_3, C_2, C_1$) محاسبه شد. مشخصه‌های C_3, C_2, C_1 به ظرفیت نگهداشت آب باران در سطح کرت پیش از ایجاد رواناب و پس از آن مربوط می‌باشند و A_3, A_2, A_1 مساحتی از کرت هستند که دارای ظرفیت‌های به ترتیب C_3, C_2, C_1 می‌باشند. سپس با بهره‌گیری از ضرایب بدست آمده، عمق رواناب در ۱۰ کرت همانند جمع‌آوری کننده‌ی رواناب برآورد شد. همچنین با بهره‌گیری از مدل AWBM و ورود داده‌های بارندگی – تبخیر و رواناب روزانه یک دوره ۱۰ ساله حوضه آبخیز لتیان برای دوره دیگر ۱۰ ساله برآورد رواناب انجام شد. در واقع، با بهره‌گیری از داده‌های باران – رواناب و تبخیر روزانه یک دوره ۱۰ ساله، ضرایب $A_3, A_2, A_1, C_3, C_2, C_1$ برآورد شد و سپس با این ضرایب، این حوضه بزرگ (۷۱۰ کیلومتر مربعی)، رواناب ۱۰ ساله دیگر را برآورد کرد. نتایج برآورد شده مدل با میزان اندازه‌گیری شده موجود مقایسه شده است.

پس از جمع‌آوری آب باران در ۹ کرت آزمایشی که در شکل‌های ۲ و ۳ دیده می‌شود، در میزان ۹ بشکه که گستره کشت هر یک ۰/۲۵ مترمربع بود، کشت ذرت انجام شد. این کشت در قالب یک طرح آزمایشی مربع لاتین با سه تیمار و برای هر تیمار سه تکرار انجام شده است. تیمار در این آزمایش، نسبت میزان جمع‌آوری کننده‌ی رواناب به میزان کشت شده ذرت علوفه‌ای بوده است. سه تیمار عبارت‌اند از: نسبت‌های ۱:۱، ۲:۱ و ۳:۱ بوده‌اند. علاوه بر این سه تیمار، یک تیمار شاهد با آبیاری کامل بر پایه برآورد نیاز آبی با روش پنمن مانتیس فائو وجود داشته است. در تیمارهای سه گانه بالا، میزان ۶۲ میلی‌متر آبیاری کمکی نیز انجام شد. تاریخ کشت ذرت علوفه‌ای ۱۵ اردیبشهت و تاریخ برداشت ۲۰ مرداد ماه بود. آبیاری کمکی در فاصله بین ۱۵ خرداد تا ۳۰ تیرماه و در سه نوبت انجام شد. این آب از محل رواناب جمع‌آوری و ذخیره شده در یک بشکه ۲۲۰ لیتری صورت گرفت.

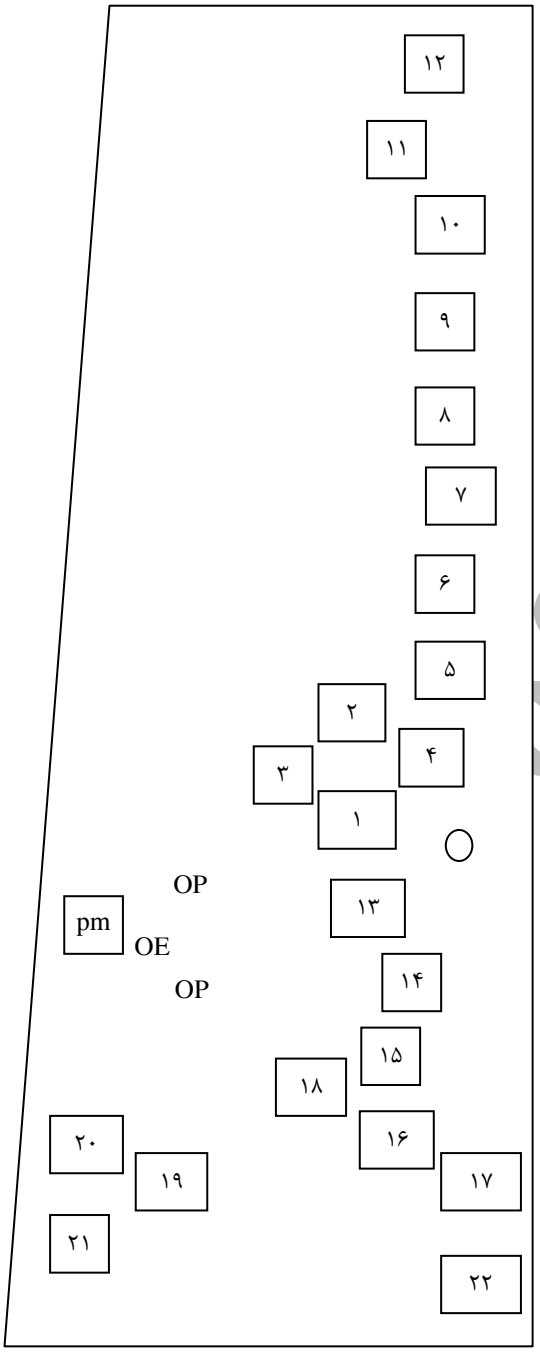
نتایج

- نتایج آزمایش ها و نقش سامانه استحصال آب باران در افزایش تولید ذرت علوفه‌ای

پس از برداشت ذرت، وزن محصول در هر تیمار تنها سه بوته‌ی میانه (از مجموع ۵ بوته در هر کرت) انتخاب شده و وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. میانگین‌های سه تکرار هر تیمار با همدیگر مقایسه شد که نتایج آن در جدول (۶) تجزیه واریانس آمده است. همچنین رابطهٔبین عملکرد محصول، وزن تر و وزن ریشه با نسبت‌های مختلف اشاره شده، مقایسه شد که نتایج آن‌ها نیز در شکل‌های ۴ تا ۷ آمده است. ویژگی‌های فیزیکی بافت خاک،شیب زمین، درصد تراکم پوشش گیاهی، میزان رطوبت و ویژگی‌های شیمیایی خاک محل آزمایش جدول‌های ۱، ۲ و ۳ ارایه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



۱: کرت ۱ به ابعاد ۱۰×۶ متر
۲: کرت ۲ به ابعاد ۱۰×۶ متر
۳: کرت ۳ به ابعاد ۶×۵ متر
۴: کرت ۴ به ابعاد ۱۰×۶ متر
۵: کرت ۵ به ابعاد ۸×۶ متر
۶: کرت ۶ به ابعاد ۸×۶ متر
۷: کرت ۷ به ابعاد ۹×۷ متر
۸: کرت ۸ به ابعاد ۹×۸ متر
۹: کرت ۹ به ابعاد ۱۰×۸ متر
۱۰: کرت ۱۰ به ابعاد ۷×۶ متر
۱۱: کرت ۱۱ به ابعاد ۸×۶ متر
۱۲: کرت ۱۲ به ابعاد ۸×۶ متر
۱۳: کرت ۱۳ به ابعاد ۱۰×۶ متر
۱۴: کرت ۱ به ابعاد ۶×۴ متر
۱۵: کرت ۱ به ابعاد ۱۰×۶ متر
۱۶: کرت ۱ به ابعاد ۱۰×۶ متر
۱۷: کرت ۱ به ابعاد ۱۰×۶ متر
۱۸: کرت ۱ به ابعاد ۱۰×۶ متر
۱۹: کرت ۱ به ابعاد ۱۰×۶ متر
۲۰: کرت ۱ به ابعاد ۱۰×۶ متر
۲۱: کرت ۱ به ابعاد ۵×۴ متر
۲۲: کرت ۱ به ابعاد ۵×۴ متر
نگهبانی
Pm محل استقرار موتور پمپها
OE محل طتشک تبخیر
OP محل باران سنج

شکل ۱- چگونگی قرار گرفتن کرت های آزمایشی

www.SID.ir

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی بافت‌خاک محل‌آزمایش همراه با درصد شیب و تراکم پوشش گیاهی (کرت‌های جمع‌آوری رواناب و باران)

کد نمونه	رس (درصد)	لای (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک	شیب (درصد)	تراکم پوشش گیاهی (درصد)	رطوبت خاک (درصد)
۱	۴۳	۳۶	۲۱	SC	۷	۲۵	۳/۴
۲	۳۶	۵۰	۱۴	SCL	۸	۱۰	۱۰/۸
۳	۳۸	۳۸	۲۴	CL	۵	۵۰	۲/۷
۴	۴۶	۳۲	۲۲	C	۵۲	۵۵	۶/۰
۵	۴۰	۳۴	۲۶	CL	۵۲	۴۸	۲/۵
۶	۴۴	۳۴	۲۲	C	۳۳	۴۰	۱/۸
۷	۴۲	۳۶	۲۲	C	۳۴	۵۵	۱/۵
۸	۴۲	۲۶	۳۲	C	۳۸	۵۵	۳۴/۰
۹	۴۲	۳۲	۲۶	C	۳۸	۶۰	۱/۵
۱۰	۴۴	۳۶	۲۰	C	۳۶	۷۰	۳۴/۰
۱۱	۴۲	۳۶	۲۲	C	۱۸	۴۵	۱/۶
۱۲	۳۶	۳۰	۳۴	CL	۱۲	۳۰	۱/۸
۱۳	۴۲	۳۸	۴۲	C	۳۶	۳۰	۱/۳
۱۴	۳۰	۲۰	۵۰	SCL	۳۶	۴۰	۱/۲
۱۵	۳۶	۲۸	۳۶	CL	۴۶	۴۰	۲/۳

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی خاک محل آزمایش از نظر میزان رطوبت

ردیف	عمق خاک (سانتی‌متر)	وزن مخصوص حقیقی (gr/cm^3)	ظرفیت کشتزار (درصد)	نقطه پژمردگی (درصد وزنی)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	ماسه (درصد)	بافت خاک	درصد اشباع
۱	۳۰_۰	۲/۵۸	۱۹/۵۱	۱۰/۰۲	۲۷/۹۳	۴۳/۹	۲۸/۱۵	رسی- لومی	۳۹/۱۹
۲	۶۰_۳۰	۲/۵۴	۱۹/۷۵	۹/۶۰	۲۹/۹۷	۳۷/۵۷	۳۲/۴۶	رسی- لومی	۳۹/۰۰
۳	۹۰_۶۰	۲/۶۲	۱۹/۸۳	۱۰/۱۱	۲۸/۰۷	۳۷/۸۲	۳۴/۱۱	رسی- لومی	۳۸/۷۸

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- ویژگی‌های شیمیایی خاک محل آزمایش

ویژگی‌های نمونه	pH	EC (ds/m)	SAR	آنیون‌ها و کاتیون‌ها (meq/lit)								
				Co3--	-- Hco3	Cl -	So4 --	کاتیون	Ca ++	Mg ++	Na +	K +	جمع آنیون
۳۰_۰	۸/۳۰	۰/۴۵	۱/۴۹	_	۱/۶	۶	۷/۲۲	۱۴/۸۲	۱۰	_	۳/۳۵	_	۱۳/۵
۶۰_۳۰	۸/۰۰	۰/۵۷	۱/۶۸	_	۲/۴	۸	۷/۶۸	۱۸/۰۸	۱۲	_	۴/۱۲	_	۱۶/۱۲
۹۰_۶۰	۸/۱۹	۰/۵۶	۱/۵۳	_	۳/۶	۶	۷/۵۴	۱۷/۱۴	۱۲	_	۳/۷۵	_	۱۵/۷۵
نمونه آب	۷/۷۵	۰/۲۷	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_

Archive of SID

This PDF was created using the Sonic PDF Creator.
To remove this watermark, please license this product at www.investintech.com

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

- ارزیابی مدل AWBM در برآورد رواناب

نتایج میزان رواناب اندازه‌گیری شده در طی ۱۲ روز بارندگی که در شبانه‌روز بیش‌تر از ۱۰ میلی‌متر بارندگی داشتند و ایجاد رواناب کرده‌اند، در سه تیمار شیب که پیشتر معرفی شد،مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. میزان محاسبه شده رواناب توسط مدل در ماه‌های مختلف از دقت قابل قبول برخوردار نبوده است ولی برای برآورد رواناب سالانه از دقت کافی برخوردار می‌باشد. مقایسه نتایج برآورد شده رواناب توسط مدل با میزان اندازه‌گیری شده، بیان‌کننده‌ی آن است که مدل با دقت بالای ۹۸ درصد میزان رواناب را محاسبه کرده است.

تغییرات ضرایب A_1، A_2 و A_3 در کرت‌ها توسط مدل با توجه به داده‌های ۱۰ کرت آزمایشی که به مدل داده شد، قابل چشم‌پوشی تلقی شد. قابل یادآوری است که مدل این ضرایب را خودش بر پایه داده‌های واقعی ورودی به مدل تعیین می‌کند. نتایج میزان عمق رواناب بدست آمده از تیمارهای شیب نشان داد که بین تیمار اول با تیمار دوم و بین تیمار اول با تیمار سوم اختلاف معنی‌دار وجود داشته است. عمق رواناب دیده شده در این تیمارها (میانگین چهار تکرار در هر تیمار) اول، دوم و سوم به ترتیب ۹۵/۵، ۸۰/۷۵ و ۶۲/۱ میلی‌متر به دست آمده است که به ترتیب به تیمار شیب‌های ۶۰-۴۱، ۴۰-۲۱ و ۲۰-۲ درصد تعلق داشته است. ضریب تغییرات این آزمایش ۱۳/۲۴ بوده است. جدول شماره ۴ تجزیه واریانس اثر شیب‌های مختلف را در ایجاد رواناب نشان می‌دهد.

جدول ۴ - جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای شیب در ایجاد رواناب

منبع	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	میزان Fمحاسبه شده	میزان معنی‌دار بودن
تکرار	۳	۷۷۰/۴۳	۲۵۶/۸۱	۲/۳۱۷۸	۰/۰۱۷
تیمار شیب	۲	۲۲۴۵/۸۲	۱۱۲۲/۹۱	۱۰/۱۳۴۵	۰/۰۱۱۹
خطای آزمایش	۶	۶۶۴/۸	۱۱۰/۸	-	-
کل	۱۱	۳۶۸۱	-	-	-

چون ضریب تغییرات کمتر از ۲۰ بوده است، نتیجه گرفته شد که دقت آزمایش خوب بوده است. مقایسه اختلاف میانگین‌های عمق رواناب در سه تیمار شیب از نظر معنی‌دار بودن به ترتیب زیر بوده است:

تیمار ۱- شیب ۲۰-۲ درصد، میانگین عمق رواناب ۶۲/۱۳ میلیمتر b

اولویت ۱- تیمار ۳ : میانگین عمق رواناب ۹۵/۵۶ میلیمتر a

تیمار۳ شیب ۴۰-۲۱ درصد، میانگین عمق رواناب ۸۰/۷۵ میلیمتر a

اولویت ۲- تیمار ۲: میانگین عمق رواناب ۸۰/۷۵ میلیمتر a

تیمار ۳- شیب ۶۰-۴۱ درصد، میانگین عمق رواناب ۶۲/۱۳ میلیمتر a

اولویت ۳- تیمار ۱: میانگین عمق رواناب ۶۲/۱۳ میلیمترb

نتایج بررسی‌های اثر پوشش گیاهی در کاهش ضریب رواناب نشان داد که اختلاف بین عمق رواناب بدست آمده از تکرارهای تیمار اول و دوم معنی‌دار نبوده است. ولی میانگین تیمار اول با تیمار سوم اختلاف معنی‌دار داشته است. همچنین تیمار دوم با تیمار سوم هم در میزان ۹۵٪ اختلاف معنی‌دار نداشته است. منظور از تراکم پوشش گیاهی درصد میزان پوشیده شده از پوشش گیاهی نسبت به کل گستره کرت‌های جمع‌آوری کننده آب باران بوده است. نتایج تجزیه واریانس این آزمایش در جدول شماره ۵ آمده است.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵ - تجزیه واریانس اثر تیمارهای پوشش گیاهی در ایجاد رواناب

منبع	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	میزان Fمحاسبه شده	میزان معنی‌دار بودن
تکرار	۳	۱۲۲۸/۷	۴۰۹/۵۸	۶/۰۴۶	۰/۰۳۰۲
تیمار شیب	۲	۶۳۹/۰۴	۳۱۹/۵۲	۴/۷۱	۰/۰۵۸۸
خطای آزمایش	۶	۴۰۶/۴۶	۶۷/۷۴	-	-
کل	۱۱	۲۲۷۴/۲۳	-	-	-

شمار ۱۲ کرت از ۲۰ کرت آزمایشی به گونه‌ای انتخاب شدند که در سه گروه تراکم پوشش گیاهی تیمار اول: تراکم پوشش گیاهی ۳۰-۱۰ درصد ؛ تیمار دوم تراکم پوشش گیاهی ۵۰-۳۱ درصد و تیمار سوم تراکم پوشش گیاهی ۷۰-۵۱ درصد قرار گیرند.

بین تکرارهای تیمارها در میزان ۹۵٪ اختلاف معنی‌دار وجود داشته است. همچنین اختلاف بین تیمارهای پوشش گیاهی در میزان ۹۵٪ معنی‌دار بوده است. زیرا که میزان معنی‌دار بوده و بزرگتر از ۰/۰۱ است. ضریب تغییرات آزمایش هم برابر با ۱۰/۸۷ ٪ بوده است که نشان از دقت خوب آزمایش دارد.

مقایسه اختلاف میانگین تیمارهای پوشش گیاهی به شرح زیر بوده است:

تیمار اول: عمق رواناب برابر با ۸۵/۱۵ میلیمتر a

تیمار دوم : عمق رواناب برابر با ۷۲/۵۵ میلیمتر a

تیمار سوم: عمق رواناب برابر با ۶۸/۶۳ میلیمتر ab

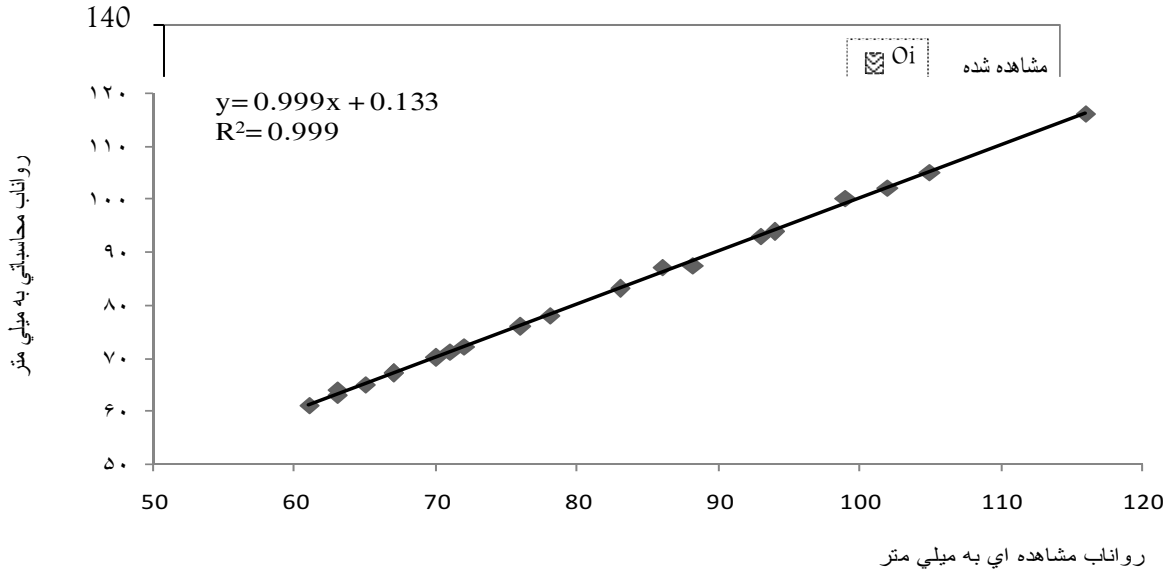
بنابراین، بین تیمارهای اول و سوم اختلاف معنی‌دار وجود دارد ولی بین تیمارهای اول و دوم و همین‌طور دوم با سوم، اختلاف معنی‌دار در میزان ۹۵٪ دیده نشده است. در رابطه با برآورد عمق رواناب توسط مدل AWBM با بهره‌گیری از داده‌های دیده شده از ۱۰ کرت آزمایشی شمار ۱۰۰ فایل داده برای واسنجی نمودن مدل تهیه شد. این داده‌ها شامل بارش، تبخیر و رواناب روزانه و ماهانه بوده است. سپس مدل با بهره‌گیری از این داده‌ها ضرایب خود را به هنگام نموده و برای ۱۰ کرت آزمایشی دیگر برآورد رواناب با آن انجام شده است. نتایج میزان برآورد شده توسط مدل با میزان دیده شده از همان ۱۰ کرت کمتر از ۵٪ اختلاف داشته‌اند. میزان برآورد شده‌ی مدل، کمتر از میزان دیده شده بوده است که شکل (۱)، نمودار (هیستوگرام) مربوطه میزان دیده شده و میزان برآورد شده‌ی رواناب را نشان می‌دهد. بنابراین، با توجه به این نتیجه پاسخ‌های مدل برای آبگیر کوچک برای برآورد رواناب بسیار مناسب بوده است. زیرا که رواناب‌های با عمق ۵۵ تا ۱۰۴ میلی‌متر از کل بارندگیِ ۳۷۵ میلی‌متر طی ۱۲ روز بارش را برابر با ۵۴ تا ۱۰۲ میلی‌متر نشان داده است. ولی برآورد رواناب کرت‌های آزمایشی یا آبگیرهای کوچک برای دوره‌های ماهانه از دقت لازم برخوردار نبوده است. برای میزان رواناب ماهانه تفاوت میزان برآورد شده‌ی مدل با میزان دیده شده در شکل (۲) دیده می‌شود و بیانگر آن است که تا ۲۵٪ اختلاف در برآورد رواناب توسط مدل وجود دارد که برآورد مدل کمتر از میزان دیده شده است. در عوض در ماه‌های بدون رواناب واقعی مدل، میزان رواناب را نمایان می‌سازد. یعنی بصورت رواناب دیررس نشان می‌دهد. به عبارت دیگر در مواقع رخداد رواناب، بخشی از آن را بصورت ذخیره در خاک در نظر می‌گیرد. شکل (۳) هم‌خوانی برآورد رواناب توسط مدل در ۲۰ کرت آزمایشی را با میزان دیده شده نشان می‌دهد.

Archive of SID

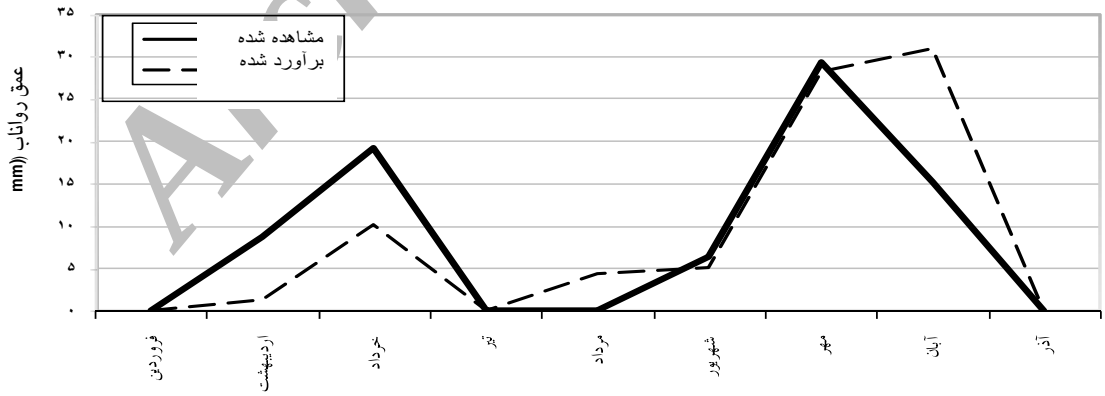
www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ١- نمودار (هیستوگرام) میزان دیده شده و برآورد شده توسط رواناب با بهره‌گیری از داده‌های سال آبی ٨١-١٣٨٠ در لشگرک



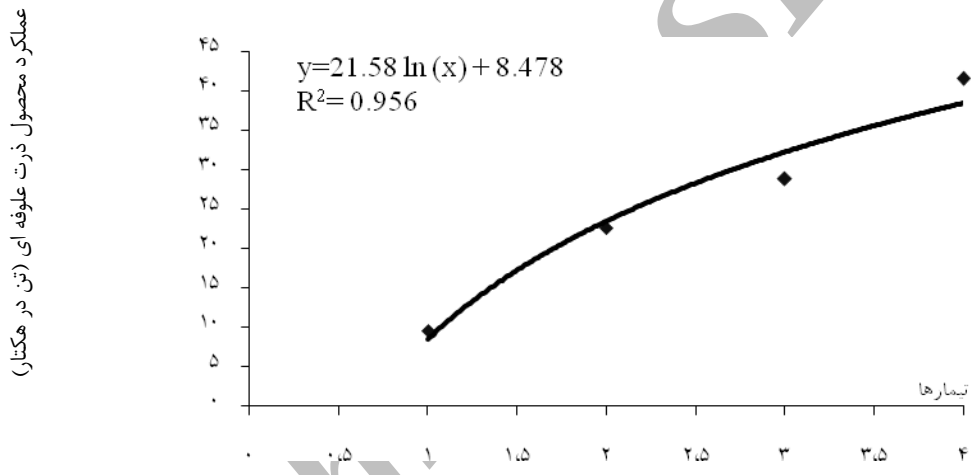
شکل ٢- میزان رواناب دیده شده و برآورد شده‌ی مدل با بهره‌گیری از داده های سال آبی ١٣٨٠-٨١

Archive
www.SID.ir

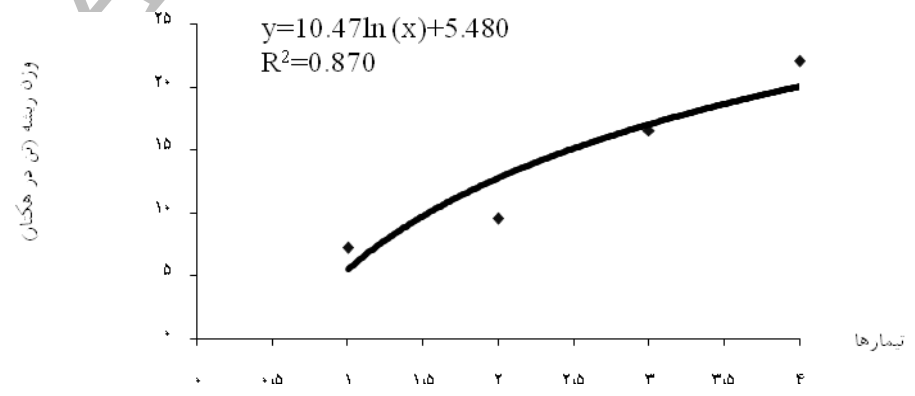
Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد محصول ذرت علوفه‌ای در سه تیمار نسبت‌های میزان جمع‌آوری آب‌باران به میزان زیرکشت که برابر با ۱:۱، ۲:۱ و ۳:۱ بوده،به ترتیب برابر ۹/۶، ۲۲/۶ و ۲۸/۸ تن در هکتار، در حالی‌که در تیمار شاهد که هیچ محدودیت آب وجود نداشت، عملکرد آن ۴۱/۵ تن در هکتار بوده‌است. بدین ترتیب، صرفه‌جویی حدود ۷۰ درصد آب از راه آب‌آبیاری یعنی مصرف ۲۶۲ میلی‌متر با احتساب آب ذخیره شده در خاک به‌جای ۸۲۰ میلی‌متر تحقق پذیرفته است. بنابراین، عملکرد محصول با تیمارهای بالا برابر ۲۳، ۵۵ و ۶۹ درصد میزان عملکرد شاهد بدست آمده است. قابل یادآوری است که میزان کل بارش (باران + برف) + رواناب در تیمارهای ۱:۱ تا ۱:۳ به‌ترتیب برابر با ۶۱۶، ۶۹۶ و ۷۷۶ میلی‌متر بوده است. یادآوری می‌شود که در هر سه تیمار عمق آب آبیاری کمکی برابر ۶۲ میلی‌متر بوده است که در چهار نوبت به کرت‌ها داده شد. در ضمن مقایسهٔ عملکرد محصول ذرت در شکل‌های ۴، ۵ و ۷ و نتایج تجزیه واریانس عملکرد محصول در جدول ۶ آمده است. منظور از تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴ در نمودار ۴ عبارت‌اند از: تیمارهای ۱:۱، ۲:۱، ۳:۱ (نسبت‌های میزان جمع‌آوری کننده رواناب به میزان زیر کشت ذرت) و شاهد(با آبیاری کامل) می‌باشند.

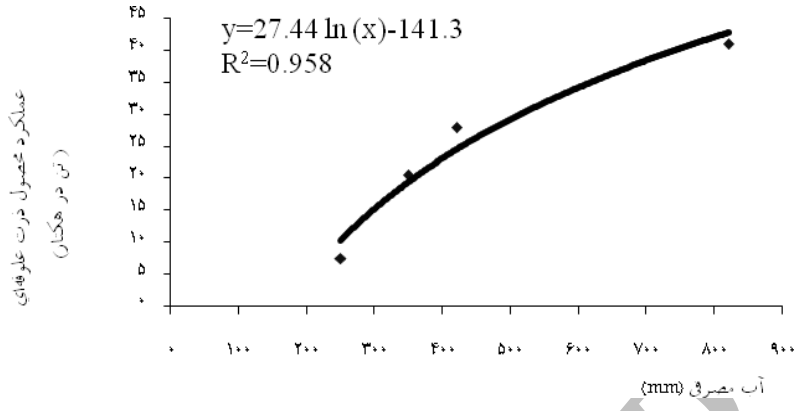


شکل ۴- رابطه بین نسبت های مختلف سطح جمع آوری کننده رواناب به سطح زیر کشت با عملکرد ذرت (بر حسب تن در هکتار)

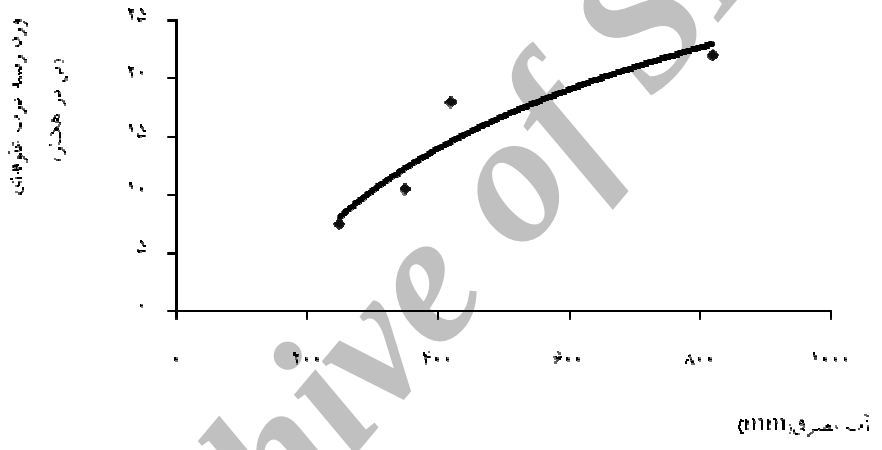


شکل ۵- رابطه بین نسبت‌های سطح جمع‌آوری‌کننده رواناب به سطح زیر کشت و وزن ریشه‌های ذرت

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۶- رابطه بین میزان آب مصرفی و عملکرد ذرت علوفه‌ای



شکل ۷- رابطه آب مصرفی و وزن ریشه ذرت علوفه ای (تن در هکتار)

جدول ۶ - تجزیه واریانس تیمارهای مختلف نسبت‌های میزان جمع‌آوری‌کننده آب باران به میزان زیرکشت با عملکرد ذرت علوفه‌ای SC_{701}

میزان K	منبع	درجهٔ آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F محاسبه شده	درجه‌معنی‌دار بودن
۱	تکرار	۲	۳۹/۲۱۶	۱۹/۶۰۸	۰/۷۷۹۴	-
۲	تیمار	۳	۱۸۲۶/۰۵۴	۶۰۸/۶۸۵	۲۴/۱۹۴۵	۰/۰۰۰۹*
۳	خطا	۶	۱۵۰/۹۴۸	۲۵/۱۵۸	-	-
کل		۱۱	۲۰۱۶/۲۱۹	-	-	-

*اختلاف بین تیمارها در میزان ۰/۹۹ معنی‌دار می‌باشد، زیرا درجه معنی‌دار بودن با نرم‌افزار $MSTAT_C$ کمتر از ۰/۰۱ است و درجه تغییرات نیز برابر ۱۸/۹۵ درصد است که دقت آزمایش قابل قبول می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی نتایج به دست آمده با بهره‌گیری از مدل نشان می‌دهد که ضرایب A1، A2، A3، BF1، K_{bas}، K_{surf} مدل در برآورد رواناب از کرت‌های آزمایشی ثابت بوده است. یعنی برای برآورد عمق رواناب بدست آمده از هر بارندگی از ضرایب یکسانی بهره‌گیری کرده است. علت آن را می‌توان به کوچک بودن میزان آبگیر و نبود اختلاف قابل ملاحظه در میزان کرت‌های آزمایشی نسبت داد. ضرایب C1، C2، C3 در همگی آبگیرها یا کرت‌های جمع‌آوری کننده‌ی آب باران متفاوت بوده، ولی در آبگیرهای با شیب نزدیک بهم و تراکم پوشش گیاهی همانند، به یکدیگر نزدیک‌تر هستند. این ضرایب بدلیل کوچک بودن گستره آبگیر از سو خود مدل انتخاب می‌شود، ولی در چند مرحله با بهره‌گیری از داده‌های باران، رواناب و تبخیر واسنجی شده است. بطوری که فاصله بین میزان برآورد مدل و میزان دیده شده به کمینه ممکن کاهش یافت.

ارزیابی مدل AWBM نشان داد که برای برآورد عمق رواناب از آبگیرهای کوچک می‌توان از آن بهره برد. در مناطقی که عمق رواناب به عنوان داده در اختیار نباشد و از نظر بارندگی، شیب، بافت خاک و پوشش گیاهی؛ همانند محل آزمایش در حوضه آبخیز لتیان – کوهستانی و نیمه خشک باشد می‌توان از این ضرایب برای برآورد رواناب با مدل بهره‌گیری کرد. اختلاف بین میزان برآورد شده و دیده شده‌ی هر ماه را می‌توان به عدم اطلاع دقیق از میزان آب ذخیره شده‌ی نیمرخ خاک در حد فاصل هر دو بارندگی متوالی طی طول ماه نسبت داد. بنابراین، از این مدل برای طراحی سامانه‌های جمع‌آوری آب باران برای برآورد رواناب سالانه با احتمال صحت ۹۵٪ با اطمینان می‌توان بهره‌گیری کرد. لازم به یادآوری است این مدل برای هشت حوضه آبریز در استرالیا مورد بهره‌گیری قرار گرفت که برای هفت حوضه نتایج آن با اندازه‌گیری واقعی تا دقت ۹۵٪ همخوانی داشته است (Sharifi, 1997). همچنین استفاده‌ای که از این مدل برای حوضه آبریز لتیان (که بیشترین همانندی را با محل آزمایش این تحقیق داشته است) نشان داد که برآورد رواناب سالانه از این حوضهٔ ۷۱۰۰۰ هکتاری در طی ۱۰ سال برابر با ۷۵ تا ۹۵ درصدِ داده‌های دیده شده بوده است. یعنی هیچ سالی برآورد مدل با میزان دیده شده بیش از ۲۵٪ اختلاف نداشته است که برای برآورد رواناب حوضه‌های بدون آمارِ رواناب سودمند و کارآمد می‌باشد.

همچنین نتایج برآورد رواناب این مدل با مدل SWATRE که توسط Boers (1994) در سه آبخیز در پاکستان، نیجر و نیجریه برای جمع آوری آب باران مورد بهره‌گیری قرار گرفته است، نیز تأیید می‌شود. یعنی حجم رواناب بدست آمده در شرایط برابر از نظر پوشش گیاهی و شیب و بافت خاک از بارندگی همانند برابر بوده است. در ارتباط با برآورد رواناب ماهانه هم در حوضه آبریز لتیان و هم در آبگیرهای کوچک، دقت برآورد مدل به اندازه دقت آن در برآورد رواناب سالانه نبوده است ولی در عین حال این دقت و نزدیکی (یعنی برآورد عمق رواناب ماهانه از حوضه) در آبگیرهای کوچک همانگونه که در شکل (۲) نیز نشان داده شده، به مراتب بهتر از حوضه‌های آبریز بزرگتر بوده است.

نتایج آزمایش شیب‌های مختلف و تفاوت تیمار ۱ با ۲ و ۱ با ۳ و عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمار ۲ و ۳ می‌تواند به این دلیل باشد که تکرارهای گروه شیب اول یعنی ۲۰-۲ درصد به دلیل شرایط پستی و بلندی (توپوگرافی) محل آزمایش همگی کمتر از ۸٪ بوده‌اند که به ترتیب چهار تکرارِ شیب این تیمار دارای شیب‌های ۵، ۷، ۵ و ۴ درصد بوده‌اند. یعنی معدل شیب تکرارهای این تیمار ۵/۲۵ ٪ بوده است. در حالی که میانگین چهار تکرار تیمار شیب ۴۰-۲۱ درصد عبارت بود از ۳۵/۲ و چهار تکرار این تیمار دارای شیب‌های ۳۳، ۳۴، ۳۸ و ۳۶ درصد بوده‌اند. همین‌طور شیب‌های تکرارهای تیمار سوم عبارت بودند از: ۵۲، ۵۲، ۴۶ و ۴۶ درصد که معدل آنها ۴۹٪ بوده است. همانطور که دیده می‌شود چون فاصله بین شیب ۳۵/۲ تا ۴۹ درصد که حدود ۱۴٪ می‌باشد، کمتر از فاصله معدل شیب‌های تکرارهای تیمار ۱ با معدل شیب ۲ تیمارِ دیگر (یعنی برابر با ۳۰٪) می‌باشد در نتیجه اختلاف بین تیمار ۱ با ۲ و ۱ با ۳ معنی‌دار، ولی تیمار ۲ با ۳ معنی‌دار نیست.

Archive of SID

www.SID.ir

این نتیجه با نتیجه تحقیقات Kirkby (2001) نیز تأیید می‌شود.

بهره‌گیری از بشکه‌ها برای کاشت ذرت علوفه‌ای صرفاً جنبه‌ی تحقیقاتی داشته تا بتوان رطوبت بهره‌گیری شده واقعی را کنترل کرد و فرونشت عمقی را ناچیز فرض کرد. همچنین انتخاب ذرت علوفه‌ای به این دلیل بوده است که از پنج ماه خشک بدون باران منطقه، دو ماه آن هم زمان با دوره‌ی رشد ذرت نبوده است، یعنی شهریور و مهرماه برای این گونه‌ی ذرت با توجه به برداشت آن در اواخر مرداد یا اوایل شهریور نیاز به آبیاری نخواهد بود. چنانچه از نشاء ذرت در این تحقیق بهره‌گیری می‌شد، امکان داشت که عملکرد افزایش پیدا کند.

در رابطه با اثر جمع‌آوری آب باران در کشت ذرت علوفه‌ای در منطقه حوضه آبریز سد لتیان به منظور گسترش میزان زیر کشت آبی، بهره‌گیری از رواناب، تولید علوفه، جلوگیری از فرسایش خاک و کاهش ورود دام برای تعلیف مستقیم به مراتع در این حوضه و در نهایت جلوگیری از پر شدن سریع مخزن سد لتیان دیده شده است که با میزان ۸٪ آب مورد نیاز در شرایط کشت آبی برابر با ۷۵٪ عملکرد محصول در حالت آبیاری کامل، محصول ذرت علوفه‌ای SC_{704} بدست آمد. این دستاورد بزرگی است و می‌تواند در میزان ۷۰۰۰۰ هکتاری آبخیز لتیان در بخش قابل ملاحظه‌ای از آن که شرایط شیب، بافت خاک و پوشش گیاهی همسان دارند، مورد بهره‌گیری قرار گیرد. نیاز کل آب محصول ذرت در منطقه ۸۲۰ میلیمتر بوده که ۳۷۵ میلیمتر آن از بارندگی مستقیم و با توجه به شرایط بشکه‌ها میزان ۳۵۰ میلی‌متر آن باران مؤثر بوده و ۶۲ میلی‌متر هم آبیاری کمکی صورت گرفت که در کل برابر با ۴۱۲ میلی‌متر شد. از مابقی ۴۰۸ میلی‌متر، میزان ۳۱۵ میلی‌متر از نسبت‌های میزان جمع‌آوری کننده رواناب به میزان زیر کشت ۳:۱ تأمین شده است. نسبت‌های ۱:۱ و ۲:۱ این شاخص به ترتیب برابر ۱۰۵ و ۲۱۰ میلی-متر رواناب جمع‌آوری کرده و تحویل بشکه‌های کشت ذرت شده است. بنابراین کل آب تأمین شده از محل باران مستقیم، رواناب و آبیاری کمکی برابر ۷۲۷ میلی‌متر بوده که ۷۵٪ محصول شاهد (بدون هیچ کمبود آبیاری)، عملکرد بدست آمده است. در نتیجه با آب یک هکتارِ کنونی در منطقه به کمک سامانه‌های جمع‌آوری رواناب، دستکم تا ۵ هکتار را می‌توان برابر ۷۵٪ محصول آبی در هر هکتار بدست آورد که در مجموع برابر با ۳/۷۵ هکتار کشت آبی با محصول کامل خواهد بود.

منابع

-Anaya M.G. and J.S.Tovar .1975. Different Soil Treatments for Harvesting Water for Radish Production in the Mexico Valley. In Proc.Water Harvesting Symp.Phoenix, AZ,ARS, W-22, USDA,pp.315-320.

- Banyasadi M., A. Ansari, F. Khosravian and A. Zangi . 1997. *Study of Trees Dry Farming by Surface Runoff,* The 8th International Conference on Rainwater Catchment's Systems Proceedings, Tehran _ Iran. Vol:2, pp.921-997.

- Boers Th.M. 1994.Rainwater Harvesting Systems in Semi-arid and Arid Zones. Wangningen University Press.

- Boers Th.M. & J. Ben_Asher. 1980. Harvesting Water in the Desert in Annual Report 1979. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wangningen.The Netherlands. pp.6-23.

- Boers Th.M & J. Ben_Asher. 1982. A Review of Rainwater Harvesting.Agric.Water Management. pp.145-158.

Archive of SID

www.SID.ir

- Cluff C.B. 1989. Water Harvesting Systems in Arid Land. Arizona Univ Tucson, Coll. Of Engineering, Desalination DSLNAH Vol.72, pp:149-159

- Cartner D.C. & S. Miller. 1991. Three Years Experiences With an on-Farm Microcatchment Water Harvesting System in Botswana. Agricultural Water Management. pp.191-203.

- Kirkby M. 2001. Modeling the Interactions between Soil Surface Properties and Water. Elsevier, Catenna, pp: 89-102 (www.elsevier.com /locate/catena)

- Sharifi F. (1997). An Investigation into Rainfall-runoff Process Modeling Aiming at Estimating Runoff from Engauged Catchments. 8th International Conference on Rainwater Catchments System (ICRCS), 21-25 April 1997, page: 500-516, Tehran Iran

- Sharifi F & Boyd M.J (1994), A Comparison of the SFB and AWBM Rainfall-Runoff Models. 25th-Congress of The International Association of Hydrogeologists/ International Hydrology & Water Resources Symposium of the Institution of Engineers, Australia. ADELAIDE 21-25 November. The Institution of Engineers, Australia, pp. 491-494 (National Conference Publication No. 94/15).

Archive of SID

www.SID.ir

Designing of Rainwater Collecting Systems in Micro Catchment by Using AWBM Model for Cultivating of Forage Maize SC_{704}.

R. Tahmasebi[*1], F. Sharifi[2], F. Kaveh[3] and A. Tavassoli[4]

[1] Faculty member, Technical & Vacational Higher Education Institute, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, I.R. Iran

[2] Faculty member, Soil Conservation and Watershed Management Research Center, Tehran, I.R. Iran

[3] Professor, Islamic Azad University, Science and Research Campus, Tehran, I.R. Iran

[4] Research Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Center, Tehran, I.R. Iran

(Received: 30 July 2005, Accepted: 21 September 2009)

Abstract

One of the major sectors of water loss is the loss of rain runoff. Kirkby (2001) the Effect of soil surface characteristics in the production of runoff in time and space scales concluded that soil properties such as undulating, soil texture and structure on the amount and spatial pattern of runoff are effective. In this research that was conducted in the Latian watershed, twenty experimental plot Manufacturer runoff collected at the end they were constructed Bankettes longitudinal dimension equal to the width of runoff plot, poster collection, depth 0.5 meter and width of 0.5 meter was constructed. Depth of rainfall runoff from natural and 12 each with artificial rainfall intensity rainfall simulator with 8 mm to 42 mm per hour was established, was measured. Since the end Bankettes within plots were covered with plastic, all collected runoff was measured on it. The plastic cover was pulled out of water completely penetrating Bankette. After 24 hours on Bankette collected water depth was measured so that how deep the penetration has. After the plastic cover was created to prepare for the next runoff is measured. Part of the rainwater Collected in a barrel with a volume of 220 liter were stored on the first of the spring was covered with a plastic cover to prevent evaporation of collected water for limited irrigation water supply in June to 30 July to 15 of 62 mm were used and in forage maize plots nine branches were planted SC_{704}. The results showed that compared with the yield ratios of 1:1, 2:1 and 3:1 (ratio of surface runoff collected rain Manufacturer of level of corn planted) yield of forage corn, respectively 9.6, 22.6 and 28.8 T.ha respectively. Whereas in the control treatment, there was no water limitation and the rate of 41.5 T.ha of forage maize yield was, The total water used in the three above treatments, respectively 616, 696 and 776 mm was. (In addition to direct rain water collected from runoff) and supplementary irrigation water depths in all three treatments was 62 mm. Thus yield respectively 23, 55 and 69 percent compared to the control (grown with full irrigation) has been. In this research the effect of vegetation and soil in runoff amounts were compared.

Keywords: Latian watershed, Bankette, Rainwater Collected, Control Treatment, Forage Maize SC_{704}

*Corresponding author: Tel: +98 911 1522230 , Fax: +98 151 2239101 , E-mail: r_tahmasebi@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir