Archive of SID

نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال نهم، شماره اول، پاییز ۱۳۹۸

ISSN 2251-7480

تأثیر آبیاری بخشی منطقه ریشه و تراکم بوته بر عملکرد و بهره‌وری مصرف آب ذرت علوفه‌ای

حسین صحرادی [۱]، و فیاض آقایاری [۲*]

۱) دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحدکرج، کرج، ایران.

۲*) استادیار، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران.

* نویسنده مسئول مکاتبات: Aghayari_ir@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۱۸

چکیده

به منظور بررسی تأثیر روش‌های مختلف آبیاری بخشی منطقه ریشه و تراکم بوته بر عملکرد و بهره‌وری مصرف آب گیاه ذرت علوفه‌ای، آزمایشی به صورت اسپیلیت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مؤسسه تحقیقات خاک و آب کرج اجرا شد. عامل روش آبیاری در ۳ سطح شامل آبیاری کامل به صورت تمام جویچه‌ای، آبیاری بخشی منطقه ریشه به صورت یک در میان متناوب وآبیاری بخشی منطقه ریشه به صورت یک در میان ثابت در کرت‌های اصلی و عامل تراکم بوته در ۳ سطح شامل تراکم ۷۵۰۰۰، ۸۵۰۰۰ و ۹۵۰۰۰ بوته در هکتار در کرت‌های فرعی قرار گرفت. نتایج نشان داد بالاترین بهره‌وری مصرف آب عملکرد دانه در روش آبیاری بخشی منطقه ریشه به صورت یک در میان متناوب با ۲۱/۶ درصد افزایش نسبت به روش آبیاری تمام جویچه‌ای حاصل گردید. به طور کلی روش آبیاری بخشی منطقه ریشه به صورت متناوب نسبت به دیگر روش‌های آبیاری به منظور افزایش بهره‌وری آب برتری قابل توجهی داشت. بیشترین بهره وری آ عملکرد بیولوژیک‌تر (۱۱/۹۷ کیلوگرم در متر مکعب) و بهره وری آب عملکرد بیولوژیک خشک (۳/۹۱ کیلوگرم در مترمکعب) در تیمار آبیاری جویچه‌ای یک در میان متناوب و تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار به ترتیب با افزایش ۲۷/۲ و ۳۱/۲ درصد نسبت به تیمار شاهد بدست آمد. بنابراین استفاده از روش آبیاری بخشی منطقه ریشه به صورت متناوب به همراه تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار برای بهبود بهره‌وری مصرف آب ذرت علوفه ای در منطقه کرج توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری جویچه‌ای یک درمیان؛ عملکرد علوفه؛ کارآیی مصرف آب؛ کم آبیاری

مقدمه

کم آبیاری به‌عنوان روشی که می‌تواند حداکثر تولید و سود خالص را به همراه بیاورد، به‌عنوان یک فناوری مهم، هدفمند، هوشمند و اقتصادی در مهندسی آبیاری مطرح است (سپاسخواه، ۱۳۸۵). کم آبیاری یک راهکار بهینه برای به عمل آوردن محصولات تحت شرایط کمبود آب است که همراه با کاهش محصول در واحد سطح و افزایش آن با گسترش سطح می‌باشد. گرچه، راهکار بهینه از نقطه نظر زارع، کاربرد حجمی از آب آبیاری است که درآمد خالص او را به حداکثر می‌رساند و نه مقدار آبی که بیشترین محصول را تولید می‌کند. کم آبیاری راهکار بهینه‌سازی است که درآن به گیاه اجازه داده می‌شود با دریافت آب کمتر از نیاز، محصول خود را کاهش دهند. هدف اصلی از اجرای کم آبیاری، همانا افزایش کارایی مصرف آب چه از طریق کاهش آب آبیاری در هر نوبت و یا حذف آبیاری‌هایی است که کمترین بازدهی را دارند

www.SID.ir

Archive of SID

(Farre and Faci, 2009). چنانچه منابع آب موجود محدود و یا هزینه‌های مربوط به آن زیاد باشد، از بعد تحلیل اقتصادی، سود خالص در حالت حداکثر تولید محصول در هکتار کمتر خواهد بود و لزوماً حداکثر تولید (عملکرد) محصول منجر به دستیابی حداکثر سود خالص نمی‌گردد. از طرف دیگر وقتی که مشکلات و محدودیت هایی از نظر تأمین سرمایه، انرژی، نیروی کارگر (ماهر وغیر ماهر) و دیگر منابع تولید وجود داشته باشند و یا هنگامی که هزینه این گونه منابع زیاد باشند، استفاده از تکنیک کم آبیاری، توسط سیستم‌های آبیاری، می‌تواند در افزایش سود خالص مفید باشد (سپاسخواه، ۱۳۸۵).

آبیاری جویچه‌ای یک درمیان از شیوه‌های کم‌آبیاری و از راهکارهای مدیریت مصرف آب در اراضی فاریاب است که با آبیاری نیمی از جویچه‌ها به طور ثابت یا متغیر قابل اجراست. در آبیاری جویچه‌ای یک درمیان متناوب جویچه‌ها به صورت یک درمیان آبیاری می‌شوند. به این ترتیب که در یک آبیاری دو جویچهٔ کناری و در آبیاری بعدی فقط جویچه وسط آبیاری می‌شود. در این روش نیمی از ریشهٔ گیاه فقط یک دورهٔ خشکی را تحمل می‌کند که این خشکی دائمی نیست و در آبیاری بعد مرتفع می‌شود و نیمهٔ دیگر تحت تنش خشکی قرار می‌گیرد. بخشی از ریشه، که خشک مانده است، به مثابهٔ واکنشی فیزیولوژیکی در برابر تنش آبی، مقداری هورمون شیمیایی، با نام آبسسیک اسید، در ریشه تولید می‌کند که انتقال این ماده به شیرهٔ گیاهی موجب قلیایی شدن آن و کاهش میزان بازشدگی روزنه می‌شود و موجبات کاهش هدررفت آب را فراهم می‌آورد. فراهم ساختن شرایط برای تولید این ماده در ریشه با تر و خشک کردن متناوب آن ایجاد می‌شود (Stoll *et al*, 2000). Sepaskhah و Khajehabdollahi (۲۰۰۵) با بررسی برروی آبیاری جویچه‌ای یک در میان ذرت با دورهای ۴، ۷ و ۱۰ روز معمولی و یک در میان گزارش نمودند که آبیاری جویچه‌ای ۴ روز یک در میان نسبت به آبیاری جویچه‌ای ۷ روز معمولی آب کمتری مصرف نموده و در عملکرد محصول نیز کاهش چندانی رخ نداده است. سرائی تبریزی و همکاران (۱۳۸۹)، اثر چهار تیمار آبیاری شیاری شامل آبیاری کامل (درحد ۱۰۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک)، کم آبیاری سنتی درحد ۷۵ و ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک و آبیاری بخشی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک را بر بهبود کارایی مصرف آب سویا بررسی کردند نتایج نشان داد کارایی مصرف آب در تیمار آبیاری بخشی نسبت به تیمار کم آبیاری سنتی در حد ۵۰ و ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک و تیمار آبیاری کامل به ترتیب ۴۸/۳، ۶۱/۹ و ۷۰/۱ درصد افزایش یافته است.

تراکم بوته بزرگترین متغیر مدیریتی قابل استفاده در سازگار نمودن نیازهای گیاه با فراهمی منابع محیطی محسوب می‌شود، این واکنش‌ها به شدت به انعطاف-پذیری گیاه و فراهمی منابع وابسته است (Jose *et al*, 2000). تعیین تراکم کاشت یکی از اولویت‌های مهم تحقیقاتی در کاشت یک محصول در هر منطقه می‌باشد. به بیان دیگر، تغییر تراکم کاشت یکی از ابزارهای مدیریت زراعی جهت بهره‌برداری از عوامل محیطی، عناصر غذایی و به‌ویژه نور می‌باشد، لذا ساختار پوشش گیاهی (کانوپی) ذرت می‌تواند تأثیر مهمی در افزایش عملکرد داشته باشد، چرا که کارایی فتوسنتز و رشد در ذرت به طور معنی‌داری وابسته به چگونگی ساختار کانوپی و توزیع عمودی نور در داخل آن می باشد. تحقیقات نشان داده است که با افزایش تراکم، عملکرد دانه ذرت تا حدی افزایش یافته و پس از آن ثابت می‌ماند و در تراکم‌های خیلی بالا به علت رقابت شدید بین گیاهان و در نتیجه محدود شدن منابع محیطی از قبیل آب، نور و مواد غذایی عملکرد کاهش می یابد (Shapiro and Wortmann, 2006).

به کارگیری استراتژی کم آبیاری بر حداکثرسازی بهره‌وری رجحان دارد، به عنوان مثال Norwood (۲۰۰۰) به کارگیری کم آبیاری همراه با مدیریت کوددهی و

www.SID.ir

Archive of SID

انتخاب تراکم بوته مناسب در مناطق کم آب ذرت کاری کانزاس را به عنوان یک جایگزین مناسب در شرایط کاهش کمی و کیفی منابع آبهای زیرزمینی پیشنهاد نمود. برنامه‌ریزی صحیح کم آبیاری با تغییر در مدیریت کشت‌های متداول از قبیل پرهیز از به کارگیری تراکم زیاد بوته، مصرف زیاد بذر در مزرعه و استفاده کمتر از کودهای شیمیایی و سموم همراه است (سالمی و همکاران، ۱۳۹۳). تراکم بوته مطلوب به عنوان یک عامل مهم در توزیع عمودی نور داخل کانوپی می‌باشد و به عنوان اصلی‌ترین عامل در افزایش کارایی فتوسنتزی می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر روش‌های مختلف آبیاری بخشی منطقه ریشه به صورت جویچه‌ای یک در میان ثابت و متناوب و تراکم بوته بر عملکرد و بهره‌وری آب ذرت علوفه‌ای می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در تیر سال ۱۳۹۴ در مؤسسه تحقیقات خاک و آب کرج با مختصات جغرافیائی ´۴۸ °۳۵ عرض شمالی و ´۵۷ °۵۰ طول شرقی، با ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا، میانگین بارش سالانه ۲۳۹/۵ میلی‌متر و میانگین حداقل و حداکثر دمای سالانه آن به ترتیب ۸/۷ و ۲۱/۱ درجه سانتیگراد به اجرا در آمد. آزمایش به صورت طرح کرت-های یک بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت.

جدول۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (آنالیز خاک مزرعه)

عمق خاک (cm)	EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	کربن آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	PWP (درصد جرمی)	FC (درصد جرمی)	جرم مخصوص ظاهری ($g.cm^3$)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	بافت خاک
۰-۳۰	۱/۲۷	۸	۰/۶۱	۰/۰۶	۱۵/۳	۳۳۶	۱۰/۴	۲۰	۱/۵	۴۶	۳۰	۲۴	لومی
۳۰-۶۰	۰/۹۸	۸/۰	۰/۲۰	۰/۰۲	۱/۲	۲۹۰	۱۰	۱۸	۱/۵	۴۴	۴۴	۱۲	لومی

مقادیر کود مورد نیاز بر اساس جدول تجزیه خاک (جدول۱)، کود سوپرفسفات تریپل به میزان ۱۰۰کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت، همچنین کود اوره نیز به میزان ۳۰۰ کیلو در هکتار در ۳ نوبت یک سوم در زمان کاشت، یک سوم در مرحله ۵-۴ برگی و یک سوم در مرحله ۹ برگی توزیع گردید. بذر ذرت مورد استفاده، رقم سینگل کراس ۷۰۴ بود که از مؤسسه تحقیقات نهال و بذر تهیه گردید. کرت‌های اصلی شامل روش آبیاری و کرت‌های فرعی شامل تراکم کشت بود. هرکرت شامل پنج خط کاشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر از هم و به طول ۱۰ متر بود، به طوری که مساحت هر کرت ۳۷/۵ مترمربع به دست آمد. بین کرت‌های فرعی دو خط نکاشت (cm ۱۵۰) به‌عنوان فاصله بین کرت‌ها در نظر گرفته شد. بین کرت‌های اصلی نیز دو خط نکاشت (۱۵۰cm) به‌عنوان گارد لحاظ گردید. ترکیب تیماری مورد استفاده در این پژوهش در جدول ۲ آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲. مشخصات تیمارهای مختلف آزمایش

	نام تیمار	علامت اختصاری
آبیاری تمام جویچه‌ای (کامل)	تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار (فواصل بوته ها ۱۳cm)	I_1D_1
	تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار (فواصل بوته ها ۱۵cm)	I_1D_2
	تراکم ۹۵۰۰۰ بوته در هکتار (فواصل بوته ها ۱۸cm)	I_1D_3
آبیاری بخشی یک در میان متناوب	تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار (فواصل بوته ها ۱۳cm)	I_2D_1
	تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار (فواصل بوته ها ۱۵cm)	I_2D_2
	تراکم ۹۵۰۰۰ بوته در هکتار (فواصل بوته ها ۱۸cm)	I_2D_3
آبیاری بخشی یک در میان ثابت	تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار (فواصل بوته ها ۱۳cm)	I_3D_1
	تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار (فواصل بوته ها ۱۵cm)	I_3D_2
	تراکم ۹۵۰۰۰ بوته در هکتار (فواصل بوته ها ۱۸cm)	I_3D_3

برای تشخیص زمان آبیاری در این آزمایش از دستگاه TDR استفاده شد. بدین منظور دستگاه TDR در داخل کرت مربوط به روش‌های مختلف آبیاری (آبیاری تمام جویچه‌ای، آبیاری موضعی یک در میان متناوب، آبیاری موضعی یک در میان ثابت) قرار گرفت. لازم به ذکر است در ارتباط با تراکم‌های مختلف کاشت محل قرارگیری TDR در تراکم متوسط (۸۵۰۰۰ بوته در هکتار) در نظر گرفته شد، به طوری که دستگاه TDR برای اندازه‌گیری رطوبت در تیمار I1D2 در تکرار دوم، برای اندازه‌گیری رطوبت در تیمار I2D2 در تکرار سوم و برای اندازه‌گیری رطوبت در تیمار I3D2 در تکرار چهارم قرارداده شد.

معیار تشخیص زمان آبیاری بدین صورت بود که ابتدا مقدار رطوبت سهل‌الوصول و رطوبت در زمان آبیاری (IT) با توجه به روابط موجود بدست آمد و زمانی که دستگاه TDR رطوبت IT (رطوبت در زمان آبیاری) را نشان می داد آبیاری انجام می‌گرفت.

مقدار پارامتر IT از طریق روابط ذیل بدست آمد:

$$IT=(FC-RAW) \quad (۱)$$

$$RAW=(FC-PWP)\times MAD \quad (۲)$$

که در آن IT : رطوبت در زمان آبیاری، FC :رطوبت جرمی در نقطه ظرفیت زراعی، PWP : رطوبت جرمی در نقطه پژمردگی دائم،RAW : درصد جرمی رطوبت سهل الوصول، MAD : ضریب تخلیه مجاز رطوبتی (برای ذرت ۰/۶ در نظر گرفته شده است).

مطابق روابط ارائه شده مقدار رطوبت در زمان آبیاری براساس مشخصات خاک (جدول ۱) به صورت زیر بدست آمد:

$$RAW=(FC-PWP)\times MAD=(0.19 - 0.102)\times 0.6=0.054$$
$$IT=(FC-RAW)= (0.19- 0.054)= 0.137$$

نکته قابل توجه این است که با توجه به مقادیر عددی رطوبت در دستگاه TDR که در مقاطع زمانی یکسان و در تیمارهای مختلف آبیاری قابل قرائت بود همواره مقدار عددی رطوبت در روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت کمترین و در روش آبیاری تمام جویچه‌ای (نرمال) بیشترین اعداد بدست می‌آمد. برای جلوگیری از ایجاد استرس و تنش در آزمایش، زمان شروع آبیاری‌ها، یکسان در نظر گرفته شد و معیار شروع آبیاری، رسیدن رطوبت اولیه تیمار آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت به عدد

www.SID.ir

Archive of SID

۰/۱۳۷ (۱۳/۷ درصد) بود که از طریق رطوبت‌سنج TDR کنترل و مشخص می‌گردید.

مقدار رطوبت خاک در زمان آبیاری در تیمارهای مربوط به روش‌های مختلف آبیاری بر اساس دستگاه رطوبت‌سنج تعیین گردید به طوری که رطوبت قبل از آبیاری برای تیمارهای آبیاری تمام جویچه‌ای (نرمال)، آبیاری بخشی یک در میان متناوب و آبیاری بخشی یک در میان ثابت به ترتیب معادل ۱۴/۱، ۱۳/۹و ۱۳/۷ درصد به دست آمد.

حجم آب ورودی به هر کرت (به مساحت ۳۷/۵ مترمربع) در تیمارهای مربوط به روش‌های مختلف آبیاری با استفاده از روابط ذیل محاسبه و اعمال شد.

$$d = (FC - IT) \times \rho_b \times D \qquad (۳)$$

که در آن:

d : عمق آب آبیاری (متر)؛ FC : رطوبت جرمی در نقطه ظرفیت زراعی؛ IT : رطوبت جرمی در قبل از آبیاری؛ ρ_b : جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتیمتر مکعب) و D : عمق موثر ریشه که در این تحقیق ۰/۶ متر درنظر گرفته شده است.

حجم کل آب آبیاری مربوط به یک کرت از طریق رابطه زیر به دست آمد.

$$V_g = \frac{d \times A}{R} \qquad (۴)$$

که در آن:

Vg: حجم کل آب آبیاری (متر مکعب)، d: عمق آب آبیاری (متر)، A: مساحت مربوط به یک کرت (۳۷/۵ متر مربع)، R: راندمان کاربرد (۹۰ درصد در نظر گرفته شد) می‌باشد. حجم آب آبیاری در تیمارهای مختلف آبیاری مطابق جدول ۳ می‌باشد.

جدول ۳. تاریخ و حجم کل آب آبیاری تحت تیمارهای مختلف آبیاری

ردیف	تاریخ آبیاری	حجم آب آبیاری (متر مکعب در هکتار)		
		آبیاری تمام جویچه‌ای (کامل)	آبیاری بخشی یک در میان متناوب	آبیاری بخشی یک در میان ثابت
۱	۱۳۹۴/۴/۲۸	۴۰۸/۳	۴۰۸/۳	۴۰۸/۳
۲	۱۳۹۴/۴/۳۱	۴۰۸/۳	۴۰۸/۳	۴۰۸/۳
۳	۱۳۹۴/۵/۵	۴۰۸/۳	۴۰۸/۳	۴۰۸/۳
۴	۱۳۹۴/۵/۹	۴۰۸/۳	۲۱۲/۵	۲۲۱
۵	۱۳۹۴/۵/۱۶	۴۰۸/۳	۲۱۲/۵	۲۲۱
۶	۱۳۹۴/۵/۲۰	۴۰۸/۳	۲۱۲/۵	۲۲۱
۷	۱۳۹۴/۵/۲۶	۴۰۸/۳	۲۱۲/۵	۲۲۱
۸	۱۳۹۴/۶/۵	۴۰۸/۳	۲۱۲/۵	۲۲۱
۹	۱۳۹۴/۶/۱۰	۴۰۸/۳	۲۱۲/۵	۲۲۱
۱۰	۱۳۹۴/۶/۱۵	۴۰۸/۳	۲۱۲/۵	۲۲۱
۱۱	۱۳۹۴/۶/۲۰	۴۰۸/۳	۲۱۲/۵	۲۲۱
۱۲	۱۳۹۴/۶/۲۵	۴۰۸/۳	۲۱۲/۵	۲۲۱
۱۳	۱۳۹۴/۶/۳۱	۴۰۸/۳	۲۱۲/۵	۲۲۱
۱۴	۱۳۹۴/۷/۸	۴۰۸/۳	۲۱۲/۵	۲۲۱
۱۵	۱۳۹۴/۷/۲۲	۴۰۸/۳	۲۱۲/۵	۲۲۱
	جمع کل	۶۱۲۴	۳۷۷۵	۳۸۷۵

www.SID.ir

Archive of SID

پس از گذشت ۹۳ روز پس از کاشت، ازهر کرت فرعی برای اندازه‌گیری میزان عملکرد بیولوژیک تر و عملکرد بلال تر، خطوط ۲، ۳ و ۴ هر واحد آزمایشی (کرت) جهت نمونه-برداری انتخاب شدند. سپس به طول ۲ متر از خطوط مذکور (به مساحت ۴/۵ مترمربع) رکوردگیری‌های لازم انجام پذیرفت. پس از اتمام رشد و رسیدگی فیزیولوژیکی، در روز ۱۲۱ پس از کاشت به منظور تعیین ارتفاع بوته، قطر ساقه، عملکرد بلال خشک و تعیین عملکرد دانه از مساحت باقی مانده خطوط ۲، ۳ و ۴ هر واحد به طول ۲ متر و مساحت ۴/۵ مترمربع رکوردگیری صورت پذیرفت. با توجه به اینکه روش‌های متعددی در برآورد بهره‌وری آب به عنوان مهمترین خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه وجود دارد، در این تحقیق بهره-وری آب عملکرد بیولوژیک و بهره‌وری آب عملکرد دانه از تقسیم عملکرد بیولوژیک یا عملکرد دانه بر میزان آب مصرفی به دست آمد. پس از جمع‌آوری داده‌های اندازه‌گیری شده، تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS، رسم نمودارها با Excel و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثرات اصلی روش‌های مختلف آبیاری و تراکم بوته و همچنین اثرات متقابل آنها بر صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۴ ارائه شده است. همچنین مقایسه میانگین اثرات اصلی روش‌های مختلف آبیاری و تراکم بوته بر صفات مورد نظر در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۴. تجزیه واریانس اثر روش‌های مختلف آبیاری و تراکم بوته بر صفات مورد مطالعه ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	عملکرد بلال تر	عملکرد بلال خشک	عملکرد بیولوژیک تر
تکرار	۳	۲۴۰/۷۷ ns	۰/۰۶ ns	۴۹۳۷۲۸۱۷/۵*	۲۵۰۳۵۸۲۶/۴۷*	۱۲۱۹۸۰۴۸۷ ns
روش آبیاری (I)	۲	۲۰۷۳/۴۴*	۰/۳۱**	۷۶۴۹۹۴۸۴/۷*	۱۲۳۴۴۲۱۳/۸۶*	۱۱۱۲۱۲۴۳۶۹**
خطای I	۶	۳۱۸/۵۵	۰/۰۲۴	۷۲۲۳۶۳۶/۸	۳۳۸۷۶۰۰/۵۳	۶۷۲۸۲۳۰۵
تراکم بوته (D)	۲	۴۱۹/۴۴ ns	۰/۰۶۶ ns	۳۲۴۸۸۹۰/۲ ns	۳۳۱۲۳۰/۱۹ ns	۷۸۱۷۰۱۵۸**
اثر متقابل (I*D)	۴	۱۹۴/۶۹ ns	۰/۱۸**	۱۸۰۸۲۴۲/۲ ns	۹۱۵۷۷۱/۵۷ ns	۴۸۳۶۴۷۲۵*
خطای D	۳۵	۳۳۶/۰۱	۰/۰۳۸	۲۲۶۷۱۷۸/۲	۱۸۱۲۱۶۶/۶	۱۰۶۹۵۲۴۵
ضریب تغییرات (٪)		۷/۰۶	۸/۳۱	۴/۰۴	۱۷/۱۲	۷/۶۸

**،*: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۴. تجزیه واریانس اثر روش‌های مختلف آبیاری و تراکم بوته بر صفات مورد مطالعه ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک خشک	عملکرد دانه	بهره وری آب عملکرد بیولوژیک تر	بهره وری آب عملکرد بیولوژیک خشک	بهره وری آب عملکرد دانه
تکرار	۳	۹۱۴۴۴۲۶۸۲ ns	۳۳۴۳۲۹۶/۰۳ ns	۵/۶۸ ns	۰/۶۵ ns	۰/۱۹ ns
روش آبیاری (I)	۲	۸۲۴۹۵۰۴۵/۱ **	۳۵۶۹۹۳۶۸/۳۶ *	۳۷/۶۶ *	۲/۹۹ *	۰/۵۷ *
خطای I	۶	۶۶۹۶۷۲۴	۱۷۰۵۵۶۸/۵۸	۳/۶۴	۰/۳۴	۰/۱۲
تراکم بوته (D)	۲	۶۹۵۶۷۴۳/۸ *	۲۵۴۶۷۷۴/۷۸ *	۳/۲۲ **	۰/۲ *	۰/۱ ns
اثر متقابل (I*D)	۴	۱۱۲۳۹۱۹۲/۷ **	۹۸۶۷۹۵/۶۵ ns	۲ *	۰/۴۳ *	۰/۰۳ ns
خطای D	۳۵	۱۸۷۳۲۰۲/۸	۷۸۰۳۱۸/۴	۰/۵۲	۰/۰۷	۰/۰۴
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۱۱	۱۴/۹	۷/۱	۹/۱۹	۱۵/۴۳

**،*: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار است

نتایج تجزیه واریانس (جدول۴) روش‌های مختلف آبیاری و تراکم بوته ذرت نشان داد اثرات اصلی روش‌های مختلف آبیاری بر روی صفات قطر ساقه، عملکرد بیولوژیک تر، عملکرد بیولوژیک خشک در سطح احتمال یک درصد ($P<0.01$) و بر صفات ارتفاع بوته، عملکرد بلال تر، عملکرد بلال خشک، عملکرد دانه و بهره وری آب عملکرد بیولوژیک‌تر، بهره وری آب عملکرد بیولوژیک خشک، بهره وری آب عملکرد بیولوژیک تر و بهره وری آب عملکرد بیولوژیک تر در سطح یک درصد ($P<0.01$) و بر صفات عملکرد بیولوژیک خشک، بهره وری آب عملکرد بیولوژیک خشک و عملکرد دانه در سطح پنج درصد ($P<0.05$) معنی‌دار شد.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر روش‌های مختلف آبیاری و تراکم بوته بر صفات مورد نظر در ذرت

تیمار	ارتفاع بوته (cm)	عملکرد بلال تر (Kg/ha)	عملکرد بلال خشک (Kg/ha)	عملکرد دانه (Kg/ha)	بهره وری آب عملکرد دانه (Kg/m^3)
آبیاری تمام جویچه‌ای (کامل)	۲۷۴/۱۶a	۱۳۳۹۶a	۹۰۳۰/۸a	۷۶۹۸/۲a	۱/۲۵ab
آبیاری بخشی یک در میان متناوب	۲۵۵b	۱۰۳۸۷b	۷۲۷۷/۳b	۵۷۷۴/۸b	۱/۵۲a
آبیاری بخشی یک در میان ثابت	۲۴۹b	۸۳۸۰b	۷۲۷۱b	۴۲۵۶/۵c	۱/۰۹b
تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار	۲۶۴/۶۶a	۱۱۱۵۶a	۸۰۳۳/۸a	۶۲۷۶/۱a	۱/۳۴a
تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار	۲۵۳a	۱۰۱۴۴/۵a	۷۷۰۲/۹a	۶۰۶۰/۸ab	۱/۳۲a
تراکم ۹۵۰۰۰ بوته در هکتار	۲۶۰/۵a	۱۰۸۶۲/۱a	۷۸۴۲/۳a	۵۳۹۲/۶b	۱/۱۸a

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در آزمون دانکن می‌باشد

همچنین اثر متقابل روش‌های مختلف آبیاری و تراکم بوته بر روی صفت قطر ساقه و عملکرد بیولوژیک خشک در سطح یک درصد ($P<0.01$) و بر روی صفات عملکرد بیولوژیک تر، بهره‌وری آب عملکرد بیولوژیک تر، بهره-

www.SID.ir

Archive of SID

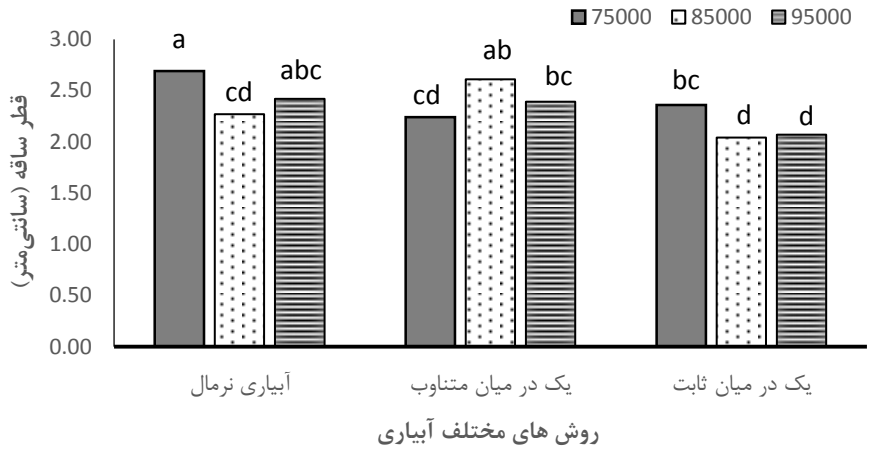
وری آب عملکرد بیولوژیک خشک در سطح پنج در صد ($P<0.05$) معنی‌دار بود.

ارتفاع بوته

ارتفاع بوته یکی از مهمترین صفات در تعیین عملکرد علوفه و دریافت نور می‌باشد. داشتن ارتفاع بالا منجر به دریافت نور بیشتر و افزایش رقابت می‌شود و کارایی مصرف نور افزایش یافته و در نتیجه عملکرد بیولوژیک نیز افزایش خواهد یافت. بر طبق نتایج مقایسه میانگین ارتفاع بوته مشخص شد که ذرت در تیمار آبیاری کامل بیشترین ارتفاع بوته را داشت (۲۷۴/۱۶ سانتی‌متر) و تیمار آبیاری بخشی یک در میان متناوب و ثابت به ترتیب با ۲۵۵ و ۲۴۹ سانتی‌متر ارتفاع بوته کمتری داشتند و از نظر آماری نیز در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۵). بر اساس نتایج ارائه شده توسط اکبری نودهی (۱۳۹۳)، اثر روش‌های مختلف آبیاری بر ارتفاع بوته در ذرت علوفه‌ای معنی‌دار شد. به صورتی که میزان ارتفاع بوته در تیمار آبیاری کامل بیشترین و به ترتیب در آبیاری بخشی متناوب و آبیاری بخشی ثابت کاهش نشان داد. با توجه به مندرجات جدول ۳ میزان حجم آب ورودی در تیمارهای آبیاری جویچه‌ای یک در میان متناوب نسبت به تیمارهای آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت کمتر اعمال شده است؛ با این حال ارتفاع بوته در روش آبیاری یک در میان ثابت نسبت به روش آبیاری یک در میان متناوب تفاوت معنی‌داری نداشت. ولی فر و همکاران (۱۳۹۲) گزارش نمودند که ارتفاع گیاه ذرت در روش آبیاری یک در میان متناوب و شاهد با روش آبیاری یک در میان ثابت تفاوت معنی‌دار آماری داشتند و در روش آبیاری یک در میان ثابت ارتفاع گیاه کاهش یافت.

قطر ساقه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر روش آبیاری و نیز اثر متقابل روش آبیاری و تراکم بوته بر قطر ساقه معنی‌دار ($P<0.05$) شد (جدول۴). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که در شرایط آبیاری کامل و یک در میان ثابت، بیشترین قطر ساقه در تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار به دست آمد درحالی که در شرایط آبیاری بخشی یک در میان متناوب بیشترین قطر ساقه در تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار به دست آمد (شکل ۱). بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمار آبیاری کامل در تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار با ۲/۶۹ سانتی متر بود و کمترین قطر ساقه در تیمار آبیاری بخشی یک در میان ثابت و تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار با ۲/۰۴ سانتی‌متر به دست آمد. بررسی‌های Krank و Genkoglan (۲۰۰۳) نشان داد تنش رطوبتی و کاهش مصرف آب باعث کاهش معنی‌دار قطر ساقه و ارتفاع گیاه گردید.



شکل۱. اثر متقابل روش آبیاری و تراکم بوته بر قطر ساقه

میانگین‌ها دارای حروف مشابه در هر ستون طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد بلال‌تر

نتایج مقایسه میانگین عملکرد بلال‌تر نشان داد که بین روش‌های مختلف آبیاری اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۵). آبیاری کامل با ۱۳۳۹۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین و آبیاری بخشی یک در میان ثابت با ۸۳۸۰ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد بلال‌تر را داشت. با توجه به اینکه ذرت علوفه‌ای در مرحله خمیری نرم برداشت می‌شود و بالا بودن عملکرد بلال‌تر باعث افزایش کیفیت سیلو خواهد شد، بنابراین با مدیریت مناسب نوع آبیاری می‌توان کیفیت علوفه را افزایش داد. با توجه به روند کاهشی که در تأثیر روش‌های مختلف آبیاری بر عملکرد بلال‌تر مشاهده می‌شود؛ بین روش آبیاری بخشی یک در میان ثابت با روش آبیاری بخشی یک در میان متناوب اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج مشابهی توسط برخی محققین (Smith *et al*, 2002; Zhang *et al*, 2004) مبنی بر اینکه در شرایط کم آبیاری که محصولات عمداً در معرض تنش آبی قرار می‌گیرند، منجر به کاهش عملکرد بلال ذرت می‌گردد نیز گزارش شده است.

عملکرد بلال خشک

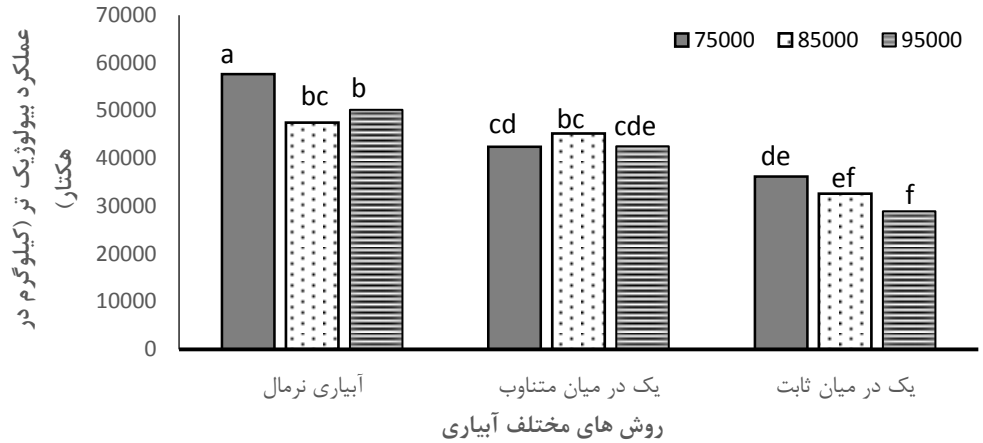
اثر روش‌های مختلف آبیاری بر عملکرد بلال خشک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد این در حالیست که اثر اصلی تراکم کاشت بوته و نیز برهمکنش اعمال روش-های مختلف آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد بلال خشک تأثیر معنی‌داری نداشته است (جدول۴). مقایسه میانگین اثر روش آبیاری بر عملکرد بلال خشک نشان داد که در شرایط آبیاری نرمال با ۹۰۳۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین و روش آبیاری بخشی یک در میان ثابت با ۷۲۷۱ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد بلال خشک را داشت (جدول۵). روش آبیاری بخشی متناوب با روش بخشی ثابت اختلاف معنی‌داری نداشت و عملکرد بلال خشک در روش‌های آبیاری جویچه‌ای یک در میان ۱۹ درصد نسبت به حالت آبیاری تمام جویچه‌ای کمتر بوده است. درواقع کاهش میزان حجم آب ورودی به کرت‌هایی که به روش جویچه‌ای یک در میان (متناوب و ثابت) آبیاری می‌شدند منجر به کاهش عملکرد نسبت به روش تمام جویچه‌ای شده است.

عملکرد بیولوژیک‌تر

با توجه به اهمیت ذرت علوفه‌ای در سیلو کردن، داشتن وزن تر بالا می‌تواند یکی از فاکتورهای مهم در محاسبه عملکرد باشد. از اینرو مدیریت‌های زراعی باید به‌گونه‌ای باشد که عملکرد بیولوژیک‌تر افزایش یابد. مدیریت آبیاری یکی از مدیریت‌های مناسب در افزایش عملکرد گیاه ذرت است. با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل روش‌های آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیک‌تر، نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در شرایط آبیاری نرمال و آبیاری بخشی یک در میان ثابت بیشترین عملکرد بیولوژیک‌تر در تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار به دست آمد؛ اما در شرایط آبیاری بخشی یک در میان متناوب بیشترین عملکرد در تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار به دست آمد (شکل۲). بیشترین عملکرد بیولوژیک‌تر در تیمار آبیاری نرمال با تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار به دست آمد (۵۷۶۳۵ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار نیز در تیمار آبیاری یک در میان ثابت در تراکم ۹۵۰۰۰ بوته در هکتار با ۲۸۸۶۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲. اثر متقابل روش آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیک‌تر

میانگین‌ها دارای حروف مشابه در هر ستون طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

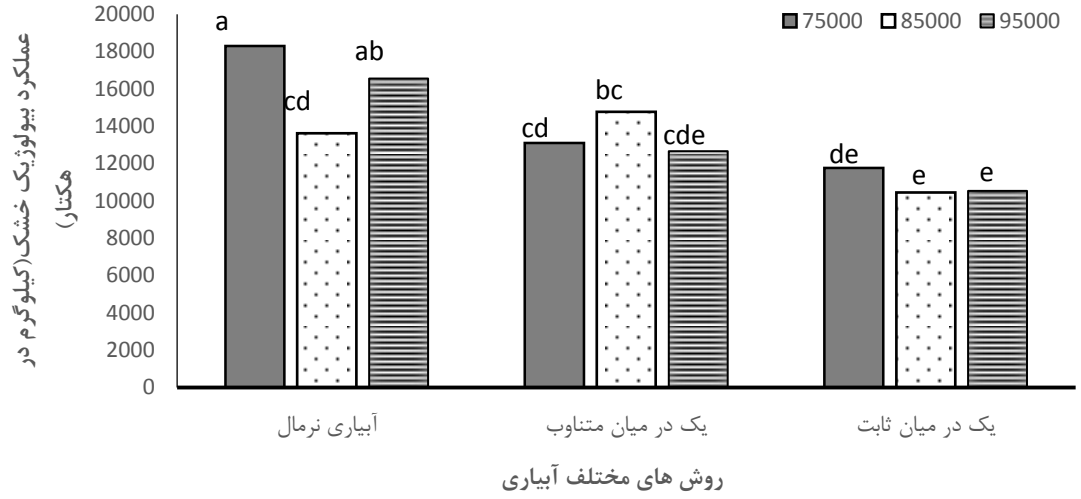
صمصامی‌پور و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که تیمار آبیاری کامل جویچه‌ها در کل دورهٔ رشد بیشترین عملکرد علوفهٔتر و تیمار آبیاری یک در میان متناوب در کل دورهٔ رشد کمترین عملکرد علوفهٔتر را داشت. به طور کلی عملکرد بیولوژیک‌تر در شرایط آبیاری بخشی یک در میان متناوب و ثابت نسبت به شرایط آبیاری نرمال کاهش پیدا کرد به نحوی که این کاهش در روش یک در میان ثابت بیشتر بود. اکبری نودهی(۱۳۹۳) نیز در بررسی خود اعلام کرد که با اعمال آبیاری یک در میان به واسطه اعمال تنش، کاهش ۲۰ درصدی عملکردتر محصول اتفاق افتاده است؛ بعبارت دیگر ماکزیمم عملکردتر مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و آبیاری کامل جویچه‌ها و کمترین مقدار عملکرد مربوط به تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی و آبیاری یک در میان ثابت جویچه ها بوده است؛ بنابراین کمترین عملکرد مربوط به آبیاری یک در میان ثابت شیارها بوده است. همچنین رضایی استخرویه و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که بیشترین عملکرد بیولوژیک‌تر متعلق به تیمار خشکی بخشی ریشه با جابجائی جویچه-های مرطوب بعد از یک آبیاری در مرحله دوم رشد گیاه و کمترین آن مربوط به تیمار خشکی بخشی ریشه با جابجائی جویچه‌های مرطوب بعد از سه آبیاری در تمام دوره رشد گیاه بود.

عملکرد بیولوژیک خشک

مقایسه میانگین اثرات متقابل روش‌های مختلف آبیاری و تراکم بر عملکرد بیولوژیک خشک نشان داد که تیمارهای آبیاری نرمال با تراکم ۷۵۰۰۰ و ۹۵۰۰۰ بوته در هکتار بیشترین عملکرد بیولوژیک خشک را به ترتیب به میزان ۱۸۳۰۱ و ۱۶۵۶۱ کیلوگرم در هکتار داشتند و تیمارهای آبیاری بخشی ثابت با تراکم های ۸۵۰۰۰ و ۹۵۰۰۰ بوته در هکتار کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک خشک را به ترتیب به میزان ۱۰۴۵۲ و ۱۰۵۳۵ کیلوگرم در هکتار داشتند (شکل ۳). بعبارت دیگر با کاهش حجم آب در تیمارهای آبیاری بخشی یک در میان متناوب و ثابت به میزان ۳۸ و ۳۶ درصد نسبت به حالت آبیاری تمام جویچه‌ای، شاهد کاهش عملکرد بیولوژیک خشک در ذرت هستیم که قابل پیش بینی بود.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳. اثر متقابل روش آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد بیولوژیک خشک

میانگین‌ها دارای حروف مشابه در هر ستون طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Rafiee و Shakarami (۲۰۱۰) با اعمال سه تیمار آبیاری یک در میان ثابت، متغیر و معمولی جویچه‌ای مشاهد نمودند که تأثیر معنی‌داری بین تیمارها به وجود نیامده است؛ ولی با اعمال آبیاری یک در میان ثابت و متغیر به ترتیب ۲۶/۲ و ۲۳ درصد کاهش آب آبیاری و ۱۱ و ۱۳/۶ درصد کاهش عملکرد ایجاد شده است. عملکرد بیولوژیک خشک در شرایط روش‌های آبیاری جویچه‌ای یک در میان (متناوب و ثابت) از نظر تراکم‌های مختلف اختلاف معنی‌داری نداشتند.

عملکرد دانه

با توجه به نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس اثر اصلی روش‌های مختلف آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین سه روش آبیاری اختلاف معنی‌داری وجود داشت و بیشترین عملکرد دانه در روش آبیاری کامل با ۷۶۹۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و کمترین عملکرد دانه نیز مربوط به روش آبیاری بخشی یک در میان ثابت با ۴۲۵۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول۵) . نتایج مشابهی توسط Sepaskhah و Ghasemi (۲۰۰۸) گزارش شد که مقدار کم آب در آبیاری یک در میان ثابت و متناوب نسبت به آبیاری کامل شیارها به واسطه تنش، عملکرد را کاهش می‌دهد. مقایسه میانگین عملکرد دانه بر اساس تراکم بوته نشان داد که تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار با ۶۲۷۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تراکم ۹۵۰۰۰ بوته در هکتار با ۵۳۹۲ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را داشت. تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار با دو تراکم دیگر اختلاف معنی‌داری نداشت. با افزایش تراکم کشت با توجه به رقابت به وجود آمده تعداد دانه در بوته کاهش می‌یابد در نتیجه عملکرد دانه کاهش خواهد یافت و تعداد دانه‌های چروکیده و پوک افزایش می‌یابد که یکی از عوامل کاهش عملکرد می‌باشد. کانگ و همکاران (۲۰۰۰)، در یک آزمایش تحقیقاتی که ۳ تیمار روش آبیاری فارو (آبیاری فارو ثابت، آبیاری متناوب و آبیاری مرسوم) در کرت‌های اصلی و ۳ تیمار میزان‌های مختلف آبیاری در کرت‌های فرعی، مورد مقایسه قرار گرفتند، نشان دادند که علیرغم کاهش ۵۰ درصد در میزان آب آبیاری، عملکرد دانه افزایش چشم‌گیر نسبت به سایر تیمارها نداشته است. همچنین هنر و سپاسخواه (۱۳۷۵) در یک مطالعه تحقیقاتی آبیاری شیاری یک در میان و معمول بر روی ذرت نتیجه گرفتند که محصول شاخ و برگ ذرت از نظر آماری تحت تأثیر شیوه آبیاری بوده

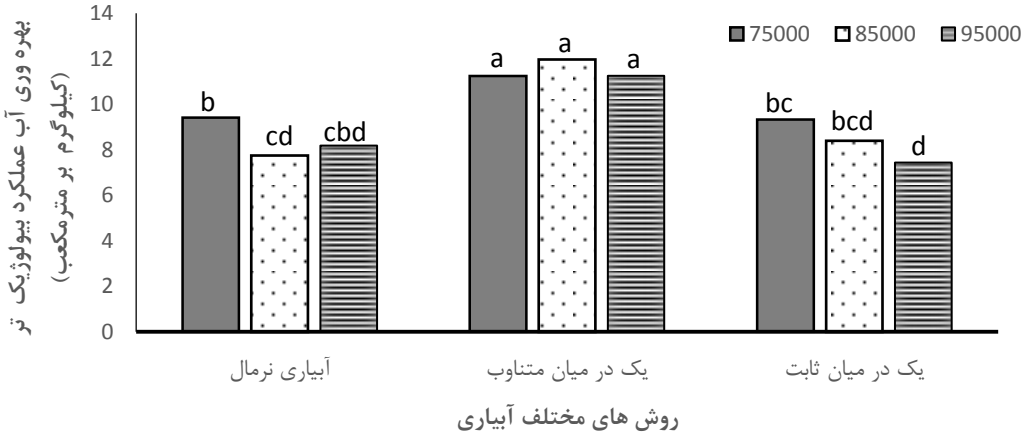
www.SID.ir

Archive of SID

است ولی محصول دانه در آبیاری شیاری یک در میان ثابت و متغیر به ترتیب ۴۲ و ۵۰ درصد کمتر از آبیاری معمول بود.

بهره‌وری مصرف آب عملکرد بیولوژیک‌تر

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روش آبیاری و تراکم کاشت بوته نشان داد که در آبیاری تمام جویچه‌ای و آبیاری بخشی یک در میان ثابت با افزایش تراکم، بهره-وری مصرف آب عملکرد بیولوژیک‌تر کاهش بیشتری داشته است اما در شرایط آبیاری یک در میان متناوب با افزایش تراکم بهره‌وری آب تغیر چندانی نداشته و در یک گروه آماری قرار گرفته است (شکل۴). بیشترین بهره وری آب بر اساس عملکرد بیولوژیک‌تر در روش آبیاری بخشی یک در میان متناوب با تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار با ۱۱/۹۷ کیلوگرم بر مترمکعب آب و کمترین بهره‌وری آب نیز در تیمار آبیاری بخشی یک در میان ثابت با تراکم ۹۵۰۰۰ بوته در هکتار با ۷/۴۴ کیلوگرم بر متر مکعب آب بدست آمد.



شکل۴. اثر متقابل روش آبیاری و تراکم بوته بر بهره وری آب عملکرد بیولوژیک‌تر

میانگین‌ها دارای حروف مشابه در هر ستون طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

کریمی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند آبیاری جویچه-ای کامل بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد بیولوژیک‌تر را به خود اختصاص داد اما بیشترین کارایی مصرف آب در آبیاری بخشی یک درمیان جویچه‌ای حاصل گردید. بهره‌وری آب عملکرد بیولوژیک‌تر در شرایط آبیاری متناوب در هر سه تراکم ۷۵۰۰۰، ۸۵۰۰۰ و ۹۵۰۰۰ بوته در هکتار با اختلاف معنی‌داری؛ بالاترین میزان را نسبت به تراکم‌های مشابه در روش‌های دیگر آبیاری نشان داده است. اکبری نودهی(۱۳۹۳) در بررسی‌های نتایج خود اعلام کرد ماکزیمم مقدار کارایی مصرف آب مربوط به تیمار۶۰ درصد نیاز آبی و آبیاری یک در میان متناوب جویچه‌ها و کمترین مقدار کارآیی مصرف آب مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و آبیاری کامل جویچه‌ها بوده است. همچنین وی گزارش نمود که بر اساس نتایج، راندمان مصرف آب در تیمارهای با آبیاری متناوب جویچه‌ها بیشتر از آبیاری ثابت جویچه‌ها می‌باشد. نتایج مشابهی توسط Rafiee و Shakarami (۲۰۱۰)؛ Sepaskhah و Ghasemi (۲۰۰۸) وSepaskhah و Khajehabdollahi (۲۰۰۵) ارائه شده است.

بهره‌وری مصرف آب عملکرد بیولوژیک خشک

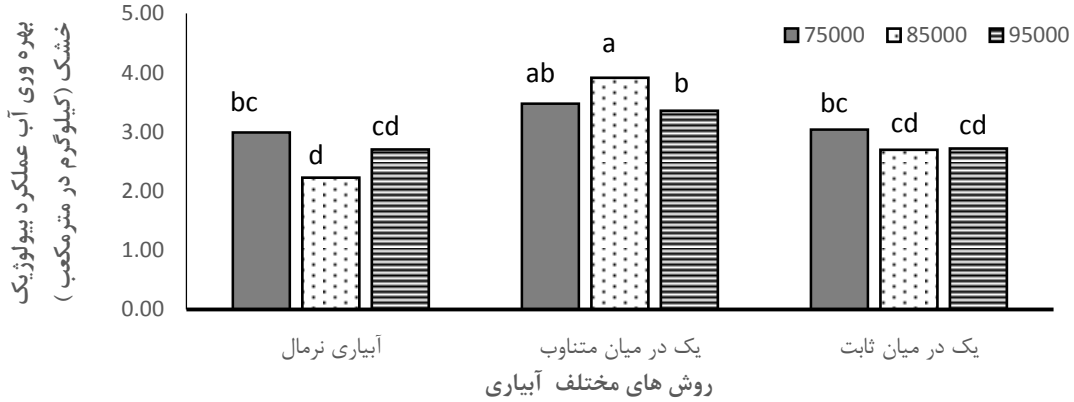
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روش‌های آبیاری و تراکم کاشت بیانگر این است که بیشترین بهره‌وری آب عملکرد بیولوژیک خشک را تیمار آبیاری بخشی یک در میان متناوب در تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار با ۳/۹۱ کیلوگرم در مترمکعب آب داشت و کمترین مقدار نیز مربوط به

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار آبیاری نرمال در تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار با ۲/۲۲ کیلوگرم در مترمکعب آب بود (شکل۵). اکبری نودهی (۱۳۹۳) بیشترین کارآیی مصرف آب را در تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی با آبیاری یک در میان ثابت جویچه‌ها و کمترین مقدار کارآیی مصرف آب مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی با آبیاری کامل جویچه‌ها بدست آورد. Rafiee و Shakarami (۲۰۱۰) نیز در در بررسی سه روش آبیاری جویچه‌ای معمول، یک در میان ثابت و متغیر گزارش کردند، بیشترین کارایی مصرف آب ذرت در روش جویچه‌ای یک در میان ثابت برابر ۴/۴ کیلوگرم عملکرد بیولوژیک به ازای هر متر مکعب آب مصرفی به دست آمد یعنی آبیاری یک در میان ثابت بالاترین راندمان مصرف آب را داشته است.

کارایی مصرف آب عملکرد بیولوژیک خشک حساسیت بالایی به مقدار آب آبیاری داشته و با کاهش حجم آب مصرفی، این مشخصه مهم مدیریتی افزایش می‌یابد اما این روند در روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان با اختلاف محسوسی مشاهده می‌شود. آقایاری و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند میزان کارایی مصرف آب عملکرد بیولوژیک ذرت در روش آبیاری یک در میان ثابت نسبت به آبیاری تمام جویچه‌ای بطور معنی داری ۲۲/۴ درصد افزایش یافت. Sepaskhah و Khajehabdollahi (۲۰۰۵) افزایش بهره وری آب در روش جویچه‌ای یک در میان را نسبت به روش تمام جویچه‌ای گزارش کردند. در روش آبیاری نرمال و یک در میان ثابت، بهره وری آب عملکرد بیولوژیک خشک در تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار نسبت به تراکم‌های دیگر کمتر بود. اما در روش آبیاری یک در میان متناوب بین تراکم‌های مختلف اختلاف زیادی وجود نداشت. در واقع درتراکم کاشت ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار نسبت به ۷۵۰۰۰ و ۹۵۰۰۰ بوته در هکتار به ترتیب ۱۲ و ۱۶ درصد افزایش بهره وری آب عملکرد بیولوژیک خشک دیده شد.



شکل۵. اثر متقابل روش آبیاری و تراکم بوته بر بهره وری آب عملکرد بیولوژیک خشک

میانگین‌ها دارای حروف مشابه در هر ستون طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

بهره وری مصرف آب عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد روش‌های مختلف آبیاری بر روی بهره وری آب عملکرد دانه معنی‌دار شده است (جدول ۴). به صورتی که روش آبیاری بخشی یک در میان متناوب با ۱/۵۲ کیلوگرم بر مترمکعب آب بیشترین و روش آبیاری بخشی یک در میان ثابت با ۱/۰۹ کیلوگرم بر مترمکعب آب کمترین بهره وری آب عملکرد دانه را داشتند. نتیجه این بررسی با نتایج Oktem و همکاران(۲۰۰۳) مبنی بر کاهش بهره‌وری آب با افزایش حجم آبیاری مطابقت دارد. این درحالی است که روش آبیاری کامل با دو روش آبیاری دیگر اختلاف معنی‌داری نداشت. با توجه به بالا بودن بهره‌وری آب عملکرد دانه در روش آبیاری بخشی یک در میان متناوب می‌توان از این روش برای بهبود بهره‌وری آب عملکرد دانه ذرت بهره گرفت.

Kang و همکاران (۲۰۰۰) با مقایسه آبیاری تمام جویچه-

www.SID.ir

Archive of SID

ای ذرت به این نتیجه رسیدندکه آبیاری یک درمیان تناوبی، ضمن افزایش عملکرد دانه، سبب صرفه‌جویی۵۰ درصدی درمصرف آب شده است. نامبردگان روش آبیاری یک درمیان متناوب را یک روش مؤثر جهت کاهش مقدارآب مصرفی ذرت در نواحی خشک معرفی کردند. اثر تراکم بوته بر روی بهره‌وری آب عملکرد دانه معنی‌دار نبود. مطابق نتایج سرائی تبریزی و همکاران (۱۳۸۹) کارایی مصرف آب عملکرد دانه سویا در تیمار آبیاری بخشی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک نسبت به تیمار کم آبیاری سنتی در حد ۵۰ و ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک و تیمار آبیاری کامل به ترتیب ۴۸/۳، ۶۱/۹ و ۷۰/۱ درصد افزایش یافت. افراسیاب و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی اثر مقادیر مختلف آبیاری و تراکم بوته در روش آبیاری قطره‌ای – نواری بر ذرت دانه‌ای اعلام کردند تیمار آبیاری با ۵۰٪ نیاز آبی و تراکم ۶۵۰۰۰ بوته در هکتار و تیمار آبیاری با ۱۰۰٪ نیاز آبی و تراکم‌های ۷۵۰۰۰ و ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار به ترتیب کمترین و بیشترین کارایی مصرف آب عملکرد دانه ذرت را داشتند. محققان این تحقیق معتقدند در روش آبیاری قطره‌ای– نواری به دلیل بالا بودن کارایی مصرف آب در تیمار آبیاری با ۱۰۰٪ نیاز آبی نسبت به سایر تیمارهایی که در آنها کم آبیاری صورت گرفته، اعمال کم آبیاری توصیه نمی‌شود. حتی اگر در مناطقی کمبود آب وجود دارد بهتر است سطح زیر کشت کاهش داده شود تا اینکه کم آبیاری صورت بگیرد.

نتیجه‌گیری

با توجه به بالا بودن بهره‌وری آب عملکرد بیولوژیک تر و خشک و همچنین بهره‌وری آب عملکرد دانه ذرت در روش آبیاری بخشی به صورت یک در میان متناوب، می‌توان از این روش برای بهبود بهره‌وری آب عملکرد ذرت در شرایط کم آبی بهره گرفت. همچنین در ارتباط با تراکم بوته نتایج نشان داد تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار نسبت به دو تراکم دیگر برتری نسبی دارد. بطور کلی استفاده از روش آبیاری بخشی منطقه ریشه به صورت متناوب به همراه تراکم ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار برای بهبود بهره وری مصرف آب ذرت علوفه ای در منطقه کرج توصیه می‌گردد.

منابع مورد استفاده

آقایاری، ف.، خلیلی، ف. و اردکانی، م.ر. ۱۳۹۵. اثر روش‌های متفاوت آبیاری و پلیمر سوپر جاذب بر عملکرد و بهره‌وری آب ذرت (*Zea mays* L.). اکوفیزیولوژی گیاهی، ۸(۲۴) : ۳۵-۴۸.

افراسیاب. پ.، دلبری. م. و جعفری، ح. ۱۳۹۵. بررسی اثرات مقادیر مختلف آبیاری، تراکم بوته و آرایش کاشت در روش آبیاری قطره ای- نواری بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت دانه‌ای در اسلام آباد غرب. تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۷(۴) : ۷۳۱-۷۴۱.

اکبری نودهی، د. ۱۳۹۳. تأثیر روش های آبیاری جویچه ای و کم آبیاری بر عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت علوفه ای در مازندران، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۸(۷۰): ۲۴۵-۲۵۴.

رضایی استخروئیه، ع.، هوشمند، ع.، برومندنسب، س. و خانجانی، م. ۱۳۹۱. تأثیر کم آبیاری و خشکی موضعی ریشه بر عملکرد و اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه ذرت دانه ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴. نشریه آب و خاک(علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۶(۶) : ۱۵۱۴-۱۵۲۱.

www.SID.ir

Archive of SID

سالمی، ح.، توکلی، ع. و حیدری، ن.۱۳۹۳. اثرات کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای و بهره‌وری آب در شبکه آبیاری نکوآباد اصفهان . نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۶(۴) : ۸۵۸-۸۶۹.

سپاسخواه، ع. ۱۳۸۵ . کم آبیاری به روش جویچه‌ای یک در میان. هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری وزهکشی. آبان ماه تهران، https://www.civilica.com/Paper-INCID08-INCID08_015.html

سرائی تبریزی، م.، بابازاده، ح.، پارسی نژاد، م. و مدرس ثانوی، س.ع.م. ۱۳۸۹. بهبود کارایی مصرف آب سویا با استفاده از آبیاری بخشی منطقه (Partial Root Drying). علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۵۲ (۱۴): ۱-۱۴.

صمصامی پور، م.، افراسیاب، پ.، امداد، م.، دلبری، م. و کاراندیش، ف. ۱۳۹۴. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت علوفه‌ای در مدیریت آبیاری جویچه‌ای یک در میان متناوب. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۶(۱) : ۱۱-۱۸.

کریمی، ز.، اشرف مهرابی، ع.، براری، م. و ناصری، ر. ۱۳۸۹. واکنش عملکرد علوفه تر و کارایی مصرف آب به نوع آبیاری و روش کاشت در ذرت سیلویی SC26 . دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه پایدار(فرصتها و چالشهای پیش رو)، اسفندماه شیراز. https://www.civilica.com/Paper-NSASD02-NSASD02_127.html

ولی فر، ع.، معافپوریان، غ.، تدین، م.س. و اشرف منصوری، غ. ۱۳۹۲. اثرات تغذیه بهینه پتاسیم و مدیریت های مختلف آبیاری بر کاهش مصرف آب ذرت. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۵(۱۴) : ۴۵-۵۸.

هنر، ت. و سپاسخواه، ع.ر. ۱۳۷۵. اصلاح و کاربرد مدل (CRPSM) برای مدیریت آبیاری ذرت، هشتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی، آبان ماه تهران، https://www.civilica.com/Paper-INCID08-INCID08_002.html

Farre, I. and Faci, J.M. 2009. Deficit irrigation in maize reducing agricultural water use in a Mediterranean environment, agricultural water management, 383-394.

Jose, C., lnma, F., Phillippe, D. and Faci, M. 2000. Simulation of maize yield under water stress with the EPIC phase and CROPWAT Modeles. Agron. J. 92: 669- 679.

Kang, S.Z., Shi, P., Pan, Y.H., Liang, Z.S. and Hu, X.T. 2000. Soil water distribution, uniformity and water use efficiency under alternate furrow irrigation in arid areas. Irrig. Sci. 19(4): 181-190.

Krank, H. and Genkoglan,C. 2003. Effects of deficit irrigation on the yield and growth of the succeeding corn crop under Harran Plain conditions. Ziraat- Fakultesi-Dergisi,Ataturk Universities. 34(2): 117-123.

Norwood, C.A. 2000. Water use and yield of limited-irrigated and dryland corn. Soil Science Society American Journal 64: 365–370.

Oktem, A., Simsek, M. and Oktem. A.G. 2003. Deficit irrigation effects on sweet corn (Zea ays saccharata dry matter production in a semiarid climate.Agricultural of water management. 95: 895 – 908.

Rafiee, M. and Shakarami, G. 2010. Water Use Efficiency of Corn as Affected by Every Other Furrow Irrigation and Planting Density. World Appl. Sci. J. 11(7): 826-829.

Shapiro, A.C. and Wortmann, S.C. 2006. Corn response to nitrogen rate, row spacing, and plant density in eastern Nebraska. Agron. J. 98: 529-535.

Sepaskhah, A.R. and Ghasemi, M. 2008. Every-other-furrow irrigation with different intervals for sorghum.Pakistan Journal of Biological Sciences, 11:9.1234-1239.

Sepaskhah, A.R. and Khajehabdollahi, M.H. 2005. Alternate furrow irrigation with different irrigation intervals for maize (*Zea mays L.*). Plant Production Science, 8(5): 592-600.

Smith, M., Kivumbi, D. and Heng, L.K. 2002. Use of the FAO CROPWAT Model in Deficit Irrigation Practice. Water Reports no. 22. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, pp 17-28.

Stoll, M., Loveys, B. and Dry, P. (2000). Improving water use efficiency of irrigated horticultural crops, J. Exp. Bot, 51, 1627–1634.

Zhang, Z.H., Cai, H.J. and Yang, R. 2004. Water requirements and crop coefficients of drip-irrigated crop under mulch in Minqin Vountry Oasis. Trans. CSAE 20 (5), 97–100.

www.SID.ir

Archive of SID

ISSN 2251-7480

Effect of partial root-zone drying irrigation and plant density on yield and water productivity of forage corn

Hossein Sahradi[1] and Fayaz Aghayari[2*]

1) MSc. Student, Department of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran
2 Assistant Professor, Department of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
* Corresponding author: Aghayari_ir@yahoo.com

Received: 28-08-2018 Accepted: 10-10-2019

Abstract

To study the effect of different methods of partial root-zone drying irrigation and plant density on yield and water productivity of forage corn a field experiment was carried out in split plot arrangement using randomized complete block design with four replications at soil and water research institute, Karaj, Iran in 2014-2015 growing year. Different irrigation methods in three levels: I1: conventional furrow irrigation, I2: intermittent alternate furrow irrigation, I3: the fixed alternate furrow irrigation that were located in the main plots and plant density in three levels: D1: 75000 plants per hectare, D2: density of 85,000 per hectare, D3: density of 95,000 plants per hectare that were located in the sub plots. Results showed that the highest water productivity of Grain yield was achieved in treatment of the intermittent alternate furrow irrigation which showed 21.6 % significant increase in comparison to conventional furrow irrigation. Generally, method of intermittent alternate partial irrigation was a significant advantage compared to other irrigation methods in order to increase water productivity. The highest water productivity for biological fresh yield (11.97 $kg.m^{-3}$) and WP for biological dry yield (3.91 $kg.m^{-3}$) was achieved in treatment of the intermittent alternate furrow irrigation and density of 85,000 plant per hectare that increased 27.2% and 31.2% as compared to control treatment, respectively. Thus, method of partial root-zone drying irrigation (intermittent alternate) and density of 85,000 plants per hectare to increase productivity of forage corn is suggested in Karaj area.

Keywords: Alternate furrow irrigation, Deficit irrigation, Forage yield, Water use efficiency

www.SID.ir