نشریه آب و خاک
جلد ۲۴، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۸۹، ص. ۱۲۴۵-۱۲۳۶

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 6, Jan-Feb 2011, p. 1236-1245

اثر سطوح مختلف آب بر کارایی مصرف آب رقم ذرت دانه‌ای زودرس ۳۰۲ در روش آبیاری بارانی

محمد مهدی نخجوانی مقدم[۱*]- حسین دهقانی سانیج[۲]- مهدی اکبری[۳]- سید حسین صدرقاین[٤]

تاریخ دریافت:۸۹/۲/۱۶
تاریخ پذیرش:۸۹/۶/۲۸

چکیده

ارقام جدید ذرت دانه‌ای در کشور با هدف کاهش دوره رشد، افزایش عملکرد و تحمل تنش‌های محیطی ارائه می‌شوند. با توجه به توسعه سیستم-های آبیاری بارانی در کشور، به منظور بررسی کارایی مصرف آب رقم جدید ذرت دانه‌ای زودرس KSC302 تحت سطوح مختلف آب به روش آبیاری بارانی، پژوهشی طی دو سال زراعی به صورت آزمایش کرتهای خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در منطقه کرج انجام گردید. سطوح آبیاری (a) شامل ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی برآورد شده به روش پنمن مانتیث (با اعمال ضرایب گیاهی) در کرت‌های اصلی و سه تراکم کاشت (b) ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ هزار بوته در هکتار در کرت‌های فرعی قرارگرفتند. نتایج نشان داد که با افزایش عمق آب آبیاری عملکرد دانه ذرت به طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌طوریکه با افزایش آب آبیاری به میزان ۲۵ درصد نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد تامین نیاز آبی برآورد شده به روش پنمن مانتیث، عملکرد گیاه به‌طور غیر خطی افزایش یافت. در عوض با کاربرد ۷۵ درصد نیاز آبی، عملکرد دانه رقم مذکور به میزان ۲۸/۵ درصد نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش یافت. حداکثر مقدار کارایی مصرف آب در سال‌های اول و دوم (به ترتیب ۱/۱۶ و ۱/۰۴۶ کیلوگرم بر متر مکعب) در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و در تراکم کاشت ۱۰۰ هزار بوته در هکتار مشاهده گردید. بطور کلی بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، کاشت رقم ذرت زود رس ۳۰۲ در منطقه کرج و تحت روش آبیاری بارانی در شرایطی قابل توصیه است که بتوان با برنامه ریزی صحیح آبیاری و بکارگیری ۹۰۰۰ متر مکعب آب در هکتار، کارایی مصرف آب را به ۱/۱ کیلوگرم بر متر مکعب رساند.

واژه‌های کلیدی: رقم KSC302 ذرت دانه‌ای، آبیاری بارانی، عملکرد و کارایی مصرف آب

مقدمه

رشد سریع جمعیت و نیاز به تولید مواد غذایی بیشتر و از طرفی محدودیت منابع آبی در دسترس، ارزش آب را به عنوان یک عنصر اساسی در زندگی جوامع بشری بیش از پیش روشن نموده است. در این راستا ضرورت توجه به امنیت غذایی و محدودیت منابع آبی در کشور باعث گردیده است که مهمترین چالش بخش کشاورزی در شرایط کنونی تولید بیشتر غذا از آب کمتر باشد. این هدف تنها در صورتی تحقق می‌یابد که راهکارهای مناسبی برای استفاده مؤثرتر از منابع آبی در بخش کشاورزی به‌کار گرفته شوند. بهبود و بهینه‌سازی عوامل مؤثر در تولید و مدیریت کاربرد آب در مزرعه باعث صرفه‌جویی در منابع محدود آب، نیروی کار و حفاظت از خاک شده و علاوه بر آن موجبات افزایش محصول را فراهم می‌سازد.

در بین گیاهان زراعی، ذرت به دلیل داشتن ویژگی‌های فراوان و قدرت سازگاری بالا در شرایط اقلیمی گوناگون، تولید بالای ماده خشک و ارزش غذایی مطلوب از جایگاه ویژه‌ای در تولید و امنیت غذایی برخوردار است. این گیاه پس از گندم و برنج مهم‌ترین محصول زراعی در کشور می‌باشد. رودز و بنرت (۱۸) به‌این نتیجه رسیدند که گیاه ذرت نیاز آبی بالایی دارد و اگر با محدودیت شدید رطوبتی و مواد غذائی مواجه نشود، بهره‌وری بالایی دارد. مقدار آب مورد نیاز برای تولید یک کیلوگرم ماده خشک در ذرت های زودرس حدود ۲۵۰ تا ۳۰۰ لیتر و در مورد ذرت های دیررس ۳۵۰ تا ۴۰۰ لیتر می باشد (۵). در منطقه کانزاس غربی دارسمن و همکاران (۷) دریافتند، هنگامی‌که مجموع کل آب آبیاری و بارندگی برابر ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه ذرت باشد، این امر سبب افزایش عملکرد گیاه ذرت و همچنین کاهش نفوذ عمقی از زیر منطقه توسعه ریشه گیاه می‌گردد. همچنین مشخص گردیده است که هیبریدهای زودرس در استفاده از آب برای تولید دانه

۱ و۴- مربی پژوهشی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج
(*- نویسنده مسئول : (Email: mehdin55@yahoo.com
۲و۳- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج

کارآمدتر هستند و تحت شرایط خشکی طولانی مدت، ذرت زودرس عملکرد بهتری نسبت به تیپ های دیررس دارد (۴). پاندا و همکاران (۱۷) دریافتند که گیاه ذرت بیشترین آب مورد نیاز خود را از عمق ۰ تا ۴۵ سانتی‌متری از سطح خاک جذب می کند. بنابراین آنها توصیه کردند که برای برنامه ریزی آبیاری گیاه ذرت در یک خاک با بافت شنی لومی و تحت شرایط آب و هوایی نیمه گرمسیری، تأمین میزان رطوبت خاک تنها در عمق صفر تا ۴۵ سانتی‌متری از سطح خاک مد نظر قرار گیرد. این امر توسط سیستم آبیاری با درجه یکنواختی بالا ممکن می‌باشد. نّوروود (۱۴) طی یک تحقیق ۴ ساله بر روی ذرت در منطقه کانزاس آمریکا، متوجه شد که پس از برداشت ذرت، مقادیر قابل توجهی آب همچنان در پروفیل خاک باقی می‌ماند؛ این قضیه اهمیت آبیاری به‌موقع و به مقدار مورد نیاز ذرت را گوشزد می‌کند تا گیاه قبل از پایان فصل رشد بتواند از آب موجود برای تولید دانه استفاده نماید و این حجم زیاد آب از دسترس خارج نگردد. ابرین و همکاران (۱۵) نتیجه گرفتند که استفاده از سیستم آبیاری بارانی در مقایسه با آبیاری جویچه‌ای سبب افزایش عملکرد و سودمندی در تولید ذرت می‌شود. مارتینز وهمکاران (۱۳) دریافتند با کاربرد آب به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی در سیستم آبیاری بارانی، ذرت با کاهش عملکرد زیادی مواجه نشد.

اثر مدیریت آب آبیاری بر روی کارایی مصرف آب (WUE) ذرت دانه‌ای از جنبه‌های متفاوت کم‌آبیاری، برنامه‌ریزی آبیاری و آبیاری تکمیلی در مقالات مختلف مورد بحث و بررسی قرار گرفته است (۱۶ و ۲۲). احمد آلی (۱) طی یک آزمایش سه ساله به بررسی کارآیی مصرف آب ذرت دانه‌ای رقم KSc704 تحت سطوح متفاوت آبیاری در منطقه میاندوآب پرداخت. وی حداکثر کارآیی مصرف آب رقم مذکور را در سطوح نیاز آبی ۸۰ و ۱۰۰ درصد و حداکثر عملکرد دانه را در سطح نیاز آبی ۱۲۰ درصد گزارش کرد. اشرفی و نجفی (۲) نیز حداکثر عملکرد ذرت دانه‌ای رقم KSc700در منطقه کرج را در تیمار ۱۲۰ درصد نیاز آبی و در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی گزارش نموده‌اند. برای بررسی تاثیر کم آبیاری بر روی عملکرد و کارایی مصرف آب ارقام مختلف ذرت زودرس، آزمایشی برروی سه رقم ذرت‌دانه‌ای زودرس (ارقام ۳۰۱ ، ۳۰۳ و ۳۱۵) در منطقه ورامین انجام شد. نتایج نشان داد که کم آبیاری سبب افزایش کارآئی مصرف آب ارقام مختلف ذرت زودرس شد. بطور متوسط به ازاء یک درصد کاهش رطوبت نسبت به آبیاری کامل، عملکرد دانه ارقام مختلف ذرت کاهشی معادل ۱/۴ درصد داشت (۳). بررسی منابع و مراجع در دسترس، نشان می‌دهد که در رابطه با مدیریت آبیاری و تاثیر روش-های نوین آبیاری بر عملکرد ارقام جدید زودرس ذرت دانه‌ای که در اکثر مناطق کشور بصورت کشت دوم کاشته می‌شوند، پژوهش چندانی انجام نگرفته و کمبود تحقیقات در این زمینه احساس می‌شود. از اینرو پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر مقادیر متفاوت آب بر کارایی مصرف آب رقم جدید زودرس ذرت دانه‌ای ۳۰۲ و تعیین رابطه عملکرد رقم مذکور با میزان آب مصرفی در روش آبیاری بارانی به انجام رسید.

مواد و روش ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج (عرض جغرافیایی ۳۵ درجه ۴۹ دقیقه شمالی) طی دو سال زراعی (۱۳۸۵ و ۱۳۸۶) به صورت آزمایش کرتهای خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گردید. عامل اصلی سه سطح آبیاری براساس ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی گیاه که براساس رابطه پنمن مانتیث و پس از اعمال ضرایب گیاهی ذرت بر آورد گردید (به ترتیب تیمارهای a1، a2 و a3) و عامل فرعی سه تراکم کاشت ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ هزار بوته در هکتار (به ترتیب تیمارهای b1، b2 و b3) بود. برای تعیین خصوصیات فیزیکی خاک، نمونه هایی از اعماق ۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰ سانتی‌متری از محل انجام آزمایش گرفته شد و بافت خاک بر اساس آزمایش هیدرومتری تعیین گردید (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک محل آزمایش

عمق خاک (cm)	بافت خاک	رطوبت حجمی در حد ظرفیت زراعی (%)	وزن مخصوص ظاهری خاک (gr/cm^3)
۰-۲۰	لوم	۲۶/۳	۱/۳۶
۲۰-۴۰	لوم	۲۷	۱/۴۲
۴۰-۶۰	لوم	۲۸/۶	۱/۴۲

عملیات کاشت در هر دو سال در دهه سوم خرداد ماه و به صورت دستی انجام شد، بدین منظور تعداد ۹ کرت اصلی به ابعاد ۱۲ در ۱۲ متر و ۲۷ کرت فرعی به ابعاد ۴ در ۱۲ متر ایجاد گردید. فاصله بین ردیف های کشت ۷۵ سانتی متر و فاصله بین بوته ها در روی هر ردیف نیز بسته به نوع تراکم متغیر بود. در هر کرت فرعی ۶ ردیف به طول ۱۲ متر کشت شد که دو خط وسط، اصلی و دو خط کناری، حاشیه بودند. در این آزمایش سیستم آبیاری از نوع آبیاری بارانی کلاسیک ثابت طراحی و اجرا گردید. برای آبیاری کرت‌های فرعی از آبپاش‌های برنجی قابل تنظیم VYR 50 (ساخت اسپانیا) با مشخصات فنی؛ فشار کارکرد بین ۳ الی ۴/۵ اتمسفر، میزان آبدهی بین ۲۸ الی ۳۵ لیتر دردقیقه و شعاع پاشش بین ۱۰ الی ۱۵ متر استفاده گردید. در هر یک از چهار گوشه هر کرت فرعی و با فاصله ۱۲ متر از یکدیگر، یک آبپاش تمام دور قرار گرفت. فاصله بین تکرارهای آزمایش ۳ متر و بین تیمارهای اصلی ۶ متر به منظور جلوگیری از تداخل تیمار آبیاری در نظر گرفته شد. زمان آبیاری با

توجه به آمار هواشناسی روزانه بگونه‌ای تعیین گردید که میزان تخلیه مجاز رطوبتی تیمار شاهد (تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی) در حدود ۵۰ درصد باشد. بدین منظور قبل از هر نوبت آبیاری با استفاده از دستگاه TRIME رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه گیاه کنترل گردید. در طول هر فصل رشد، مقادیر روزانه تبخیر و تعرق مرجع (ET_0) با استفاده از داده‌های هواشناسی و از طریق معادله پنمن مانتیث تعیین گردید. سپس نیاز آبی گیاه از طریق اعمال مقادیر ضرایب گیاهی که قبلا براساس شرایط اقلیمی تصحیح شده بودند، در مقادیر ET_0بصورت روزانه تعیین گردید. تقویم زراعی رقم ۳۰۲ ذرت دانه‌ای و میزان بارندگی در طی دو فصل زراعی در جدول ۲ ارائه شده است. از آنجا که رقم مذکور جز ارقام زودرس می‌باشد، در طی دو فصل زراعی دوره رشد کوتاهتری نسبت به سایر ارقام ذرت دانه‌ای که در مزرعه تحقیقاتی کاشت شده بود (ارقام دیررس KSC704 و KSC-700با دوره رشد بیش از ۱۳۵روز) داشت؛ به طوریکه طول دوره رشد آن در سال اول ۱۲۳ روز و در سال دوم برابر ۱۲۷ روز بود. میزان باران در طی دو دوره رشد مقادیر کمی بوده و برای سال اول و دوم به ترتیب برابر با ۸ و ۱۰ میلیمتر بود.

جدول ۲ - تقویم زراعی و میزان بارندگی در طی دو سال زراعی

سال اول (۱۳۸۵)		سال دوم (۱۳۸۶)	
تاریخ کاشت	۳۰ خرداد	تاریخ کاشت	۲۳ خرداد
تاریخ برداشت	۱آبان	تاریخ برداشت	۲۷ مهر
بارندگی (میلیمتر)	۸	بارندگی (میلیمتر)	۱۰
تبخیر-تعرق مرجع (میلیمتر)	۶۵۶	تبخیر-تعرق مرجع (میلیمتر)	۷۰۰

در این پژوهش با توجه به اندازه‌گیری مقادیر CU و DU در مزرعه (به ترتیب برابر ۸۲ و ۷۲ درصد)، راندمان آبیاری در حدود ۷۵ درصد برآورد و در نظر گرفته شد. مقدار کود مصرفی براساس آزمون خاک محاسبه و برای تمامی تیمارها بطور یکسان اعمال گردید. قبل از کاشت کود فسفات آمونیوم (به مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) به انضمام نیمی از کود اوره مورد نیاز (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) مورد استفاده قرار گرفت و نصف دیگر کود اوره (۲۰۰ کیلو گرم در هکتار) در مرحله ۹-۸ برگی از طریق سیستم آبیاری بارانی به زمین داده شد. در آبان‌ماه، برداشت محصول در زمانی که رطوبت دانه‌های ذرت به ۲۵-۲۰ درصد رسید و رنگ نوک دانه ها به سیاهی متمایل شد، انجام شد. همچنین با اندازه گیری مقادیر عملکرد دانه (Ya) و میزان آب داده شده به گیاه (I)، مقادیر WUE در تیمارهای مختلف تعیین و روابط عملکرد و کارایی مصرف آب با میزان آب آبیاری تعیین گردید. بر اساس مدل استوارت و همکاران (۲۱)، یک مدل خطی بین نسبت کاهش عملکرد و آب مصرفی ذرت بسط داده شد و ضریب حساسیت عملکرد (ky) تعیین گردید. نتایج حاصل از اندازه‌گیری صفات مورد نظر با استفاده از نرم افزار SPSS و به کمک آزمون دانکن مورد مقایسه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد

اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در هر دو سال انجام آزمایش با افزایش سطح آبیاری عملکرد دانه بلال افزایش یافت (جدول۴). بیشترین میانگین دوساله عملکرد دانه از تیمار

جدول ۳- خلاصه نتایج تجزیه مرکب دو ساله واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزاء عملکرد

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)		
		عملکرد دانه	وزن بیوماس	کارایی مصرف آب
سال (Y)	۱	۰/۷۹۱ $^{n.s}$	۱/۰۷۲**	۰/۰۴۱ $^{n.s}$
خطا (E)	۴	۰/۶۵۵	۰/۱۷۹	۰/۰۰۹
آبیاری (A)	۲	۷۵/۸۲۱**	۲/۵۷۹**	۰/۰۳ $^{n.s}$
Y*A	۲	۱/۳۹۶ $^{n.s}$	۰/۳۶۴ *	۰/۰۰۷ $^{n.s}$
E	۸	۰/۸۶۷	۰/۰۸۱	۰/۰۱۴
تراکم (B)	۲	۲/۴۲۳ $^{n.s}$	۰/۰۲۰ $^{n.s}$	۰/۰۲۳ $^{n.s}$
A*B	۴	۱/۷۰۵ $^{n.s}$	۰/۰۲۰ $^{n.s}$	۰/۰۱۶ $^{n.s}$
Y*B	۲	۶/۰۹۸*	۰/۰۰۴ $^{n.s}$	۰/۰۶۴ *
Y*A*B	۴	۰/۹۷۱ $^{n.s}$	۰/۰۲۸ $^{n.s}$	۰/۰۱۳ $^{n.s}$
خطای کل	۲۴	۱/۴۴۴	۰/۰۹۱	۰/۰۱۸

** = معنی دار در سطح ۱ درصد * = معنی دار در سطح ۵ درصد $^{n.s}$= غیر معنی دار

۱۲۵ درصد نیاز آبی (۱۰/۹ تن در هکتار) و کمترین میانگین دوساله عملکرد دانه از تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی (۶/۹ تن در هکتار) حاصل گردید (شکل۱).

افزایش عملکرد دانه در تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی بیانگر آن است که در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی برآورد شده به روش پنمن مانتیث (با اعمال ضرایب گیاهی)، نیاز آبی گیاه بطور کامل تأمین نشده است. به عبارت دیگر در تیمار مذکور نوعی کم‌آبیاری انجام شده است. از آنجا که ضرایب گیاهی علاوه بر شرایط اقلیمی به نوع رقم گیاه نیز وابسته‌اند بنابراین به نظر می‌رسد عدم تامین نیاز آبی کامل گیاه در تیمار ۱۰۰درصد ، ناشی از پایین بودن ضرایب گیاهی در نظر گرفته شده برای رقم مذکور باشد. این امر سبب آن گردید که اثرات کم-آبیاری در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی تشدید گردد و عملکرد دانه رقم مذکور در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی به میزان ۲۸/۵ درصد (بطور میانگین در طول دو سال) نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش یابد. این امر نشان می‌دهد که رقم ۳۰۲ ذرت دانه‌ای رقمی حساس به تنش رطوبتی می‌باشد و با کاهش میزان آب آبیاری، عملکر دانه نیز کاهش می‌یابد. هاول و همکاران (۱۱) دلیل این امر را مختل‌شدن فعالیتهای فیزیولوژیک می‌دانند. لام و همکاران (۱۲) نیز در تحقیقات خود دریافتند که کاهش عمق آب آبیاری سبب کاهش عملکرد ذرت دانه‌ای می‌شود که با نتایج حاصله همخوانی مناسبی دارد.

اثر متقابل آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد دانه معنی‌دار نشد (جدول ۳) لیکن مقایسه میانگین‌های حاصل از اثر متقابل آبیاری و تراکم کاشت نشان داد که میانگین عملکرد دانه تیمارهای نه‌گانه در گروه‌های مختلف آماری قرار گرفتند. در بین تیمارهای مختلف، تیمار سطح آبیاری ۱۲۵ درصد نیاز آبی با تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار دارای بیشترین میانگین دوساله عملکرد دانه (۱۱/۶ تن در هکتار) بود (شکل ۲).

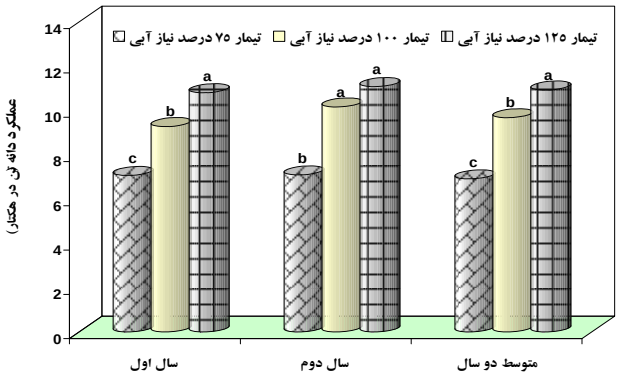
تابع تولید

بررسی نتایج عملکرد دانه و عمق آب آبیاری نشان می‌دهد که در محدوده مورد مطالعه (۷۰۰ تا ۱۲۰۰ میلیمتر) همزمان با افزایش عمق آب آبیاری، عملکرد گیاه بصورت یک رابطه غیر خطی ($r=0.99$) افزایش یافته‌است (شکل ۳). نتایج گزارش شده توسط سایر محققین نیز دلالت بر غیر خطی بودن رابطه آب و عملکرد دارد. دراین خصوص می‌توان به مطالعات استوارت و هَگان (۲۰) و سولومون (۱۹) اشاره کرد

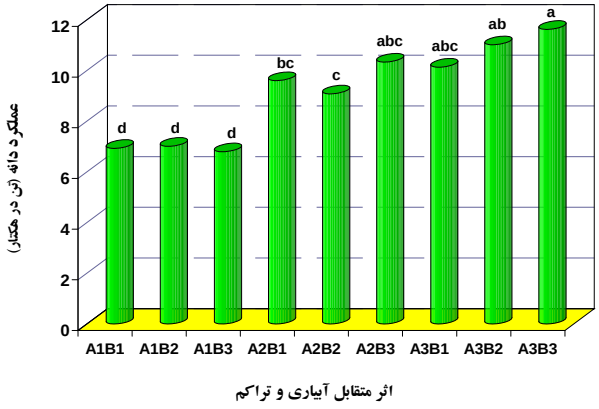
جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات اصلی آبیاری در صفات مورد مطالعه (به روش دانکن) * (متوسط دو ساله)

تیمار	عملکرد دانه (تن در هکتار)	وزن بیوماس (کیلوگرم در واحد سطح)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی	۶/۹۱c	۱/۳۵۷c	۰/۹۴۹a
تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی	۹/۶۷b	۱/۷۵۷b	۱/۰۳۲a
تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی	۱۰/۹۲a	۲/۱۱۳a	۰/۹۶۶a

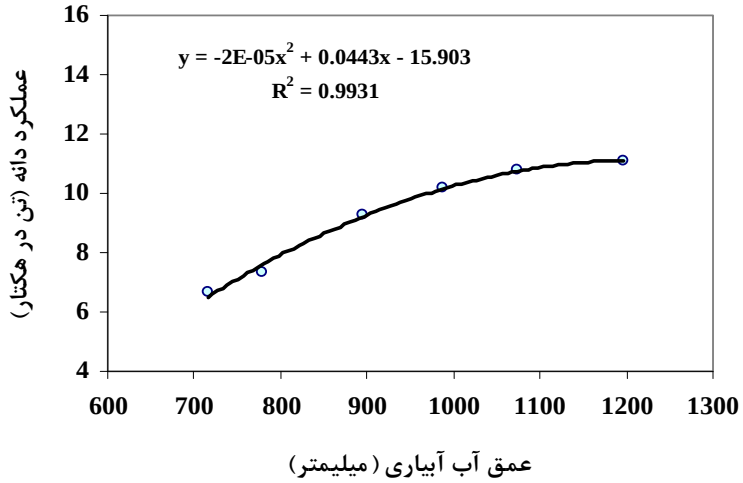
*در هر ستون اعداد دارای حروف مشابه از نظر آماری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.



شکل ۱- عملکرد دانه ذرت در تیمارهای مختلف آبیاری



شکل ۲- اثر متقابل آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد دانه

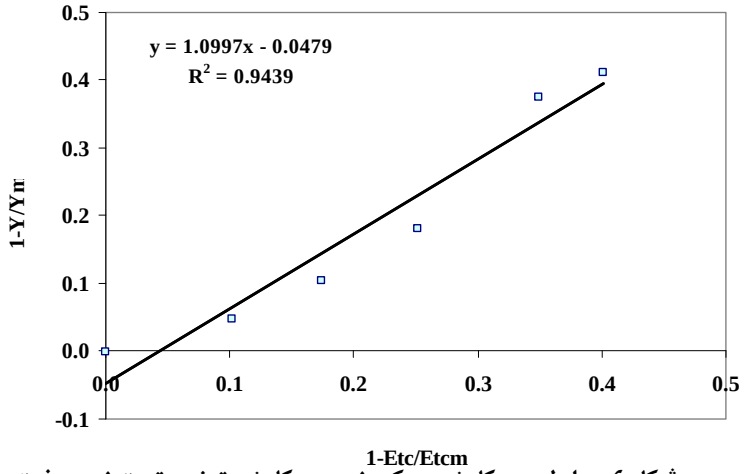


شکل ۳- رابطه بین عملکرد دانه ذرت و عمق آب داده شده

بررسی نتایج نشان می‌دهد که در محدوده عمق آبیاری ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ میلیمتر عملکرد ذرت با شیب زیادی و تقریبا بصورت خطی افزایش یافته‌است، لکن پس از عمق آبیاری ۱۰۰۰ میلیمتر، شیب رابطه عملکرد با آب آبیاری بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است به‌عبارت دیگر افزایش عمق آب آبیاری به بیش از ۱۰۰۰ میلیمتر، تاثیر زیادی بر عملکرد محصول نداشته است (کمتر از ۹ درصد). همچنین کاهش شدید شیب منحنی عملکرد محصول با آب آبیاری در محدوده عمق آبیاری ۱۱۰۰ تا ۱۲۰۰ میلیمتر نشانگر آنست که نیاز آبی گیاه در تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی (محدوده عمق آبیاری ۱۲۰۰میلیمتر) به احتمال زیاد تأمین گردیده است و افزایش عمق آب آبیاری به بیش از این مقدار تأثیر معنی‌داری بر عملکرد محصول نخواهد داشت.

ضریب حساسیت عملکرد (ky) برای رقم ۳۰۲ ذرت دانه‌ای برابر ۱/۱ با ضریب تغییرات ۰/۹۴ به دست آمد (شکل ۴). حساسیت گیاه ذرت به تنش آبی نشان دهنده آن است که در شرایط کم آبی، کاربرد روشهای مدیریتی آبیاری بدون افت محصول ممکن نمی باشد (۱۲). دورنباس و کاسام (۹) این ضریب را برای ذرت ۱/۲۵ و دجو و جینگ‌ون (۸) ۱/۲۱ گزارش کرده اند.

دلیل عمدهٔ تفاوت ضریب ky ذرت حاصل از این پژوهش با مقادیر گزارش شده توسط سایر محققین به نظر می‌رسد ناشی از نوع واریته مورد استفاده، شرایط اقلیمی متفاوت، اعمال شرایط متفاوت تنش و همچنین برخی عوامل دیگر باشد.



شکل ٤ - رابطه بین کاهش عمکرد نسبی و کاهش تبخیر-تعرق نسبی ذرت

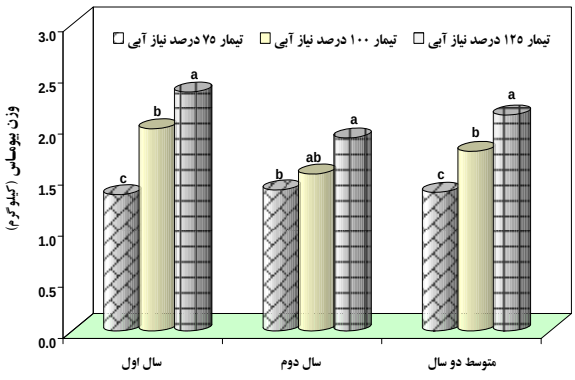
وزن بیوماس

با افزایش میزان آب آبیاری، عملکرد بیوماس ذرت دانه‌ای افزایش یافت. این میزان افزایش از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. (جدول ۳). معنی دار شدن اثر آبیاری بر وزن بیوماس نشانگر این است که فتوسنتز، ماده سازی و به طور کلی تولید ماده خشک توسط گیاه ذرت، وابستگی شدیدی با میزان آب در دسترس دارد و افزایش عمق آبیاری تأثیر بسزایی بر وزن بیوماس تولیدی دارد. این نتیجه با نتایج تحقیقات اک (۱۰) مطابقت دارد. بیشترین میانگین دوساله وزن بیوماس از سطح آبیاری ۱۲۵ درصد نیاز آبی (۲/۱۱ کیلوگرم) و کمترین آن از سطح آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی (۱/۳۶ کیلوگرم) بدست آمد (شکل ۵). افزایش بیوماس ذرت در تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی نیز نشان دهنده آن است که تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، در واقع یک تیمار کم آبیاری و تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی (محدوده عمق آبیاری ۱۲۰۰میلیمتر) به احتمال زیاد تیمار آبیاری کامل گیاه است. البته در خصوص تاثیر کاربرد عمق آبیاری بیشتر ۱۲۰۰ میلیمتر بر افزایش بیوماس رقم ذرت دانه‌ای زودرس ۳۰۲ نیاز به تحقیقات بیشتری است.

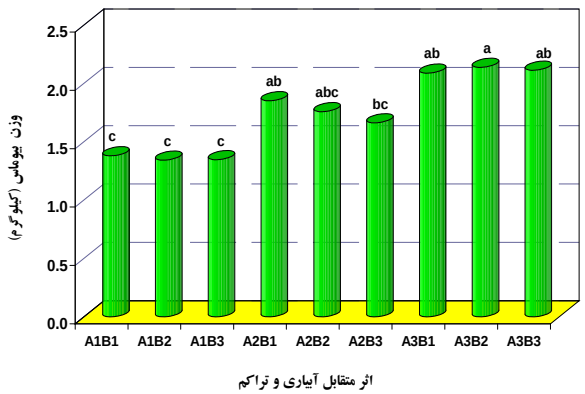
اثر متقابل آبیاری و تراکم کاشت بر وزن بیوماس معنی‌دار نبود (جداول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌های حاصل از اثر متقابل آبیاری وتراکم نشان داد که بین میانگین دو ساله وزن بیوماس تیمارهای نه-گانه در سطح ۵ درصد تفاوت وجود داشت. در بین تیمارهای نه گانه تیمار a3b2 با میانگین دوساله وزن بیوماس ۲/۱۴ کیلوگرم دارای بیشترین و سه تیمار a1b1، a1b2 و a1b3 با قرار گرفتن در یک گروه آماری و با میانگین دوساله وزن بیوماس ۱/۳۶ کیلوگرم، کمترین میزان وزن بیوماس را دارا بودند (شکل ۶).

شاخص کارایی مصرف آب

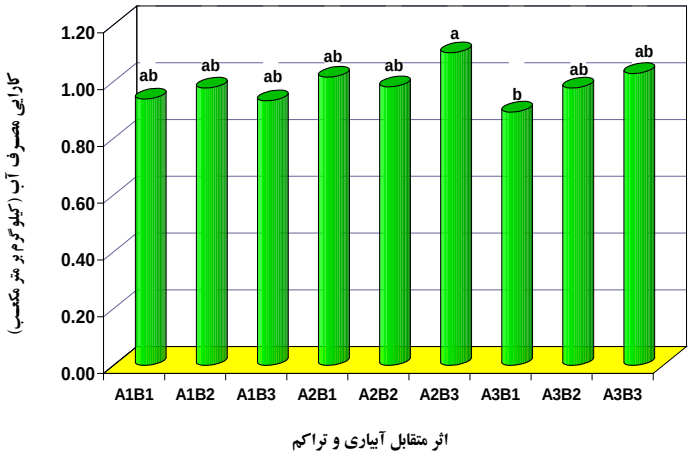
اثر سطوح مختلف آبیاری بر کارایی مصرف آب دانه ذرت معنی-دار نشد (جدول ۳). این نتیجه نشان می‌دهد که شیب افزایش عملکرد و آب داده شده در محدوده مورد مطالعه تقریبا یکسان بوده است. به-عبارت دیگر با افزایش عمق آب آبیاری، به همان میزان عملکرد محصول نیز افزایش یافته است لذا کارایی مصرف آب تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشته است. اگرچه در هر دو سال انجام آزمایش بین میزان کارایی مصرف آب سطوح مختلف آبیاری اختلاف قابل ملاحظه‌ای مشاهده نگردید، لیکن نتایج نشان داد که در هر دو سال، تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی نسبت به دو تیمار دیگر دارای بیشترین میزان کارایی مصرف آب بود (جداول ۵ و ۶). اثر متقابل آبیاری و تراکم کاشت بر کارایی مصرف آب ذرت دانه ای معنی‌دار نگردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌های دو ساله حاصل از اثر متقابل آبیاری وتراکم کاشت بر کارایی مصرف آب رقم مذکور بیانگر آن است که دربین تمامی تیمارهای آزمایشی، تیمار a2b3 (سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار) دارای بیشترین میانگین دوساله کارایی مصرف آب به میزان ۱/۱ کیلوگرم بر متر مکعب بود (شکل ۷). مقادیر کارایی مصرف آب ذرت در تیمارهای مختلف و در تراکم‌های متفاوت کاشت در جداول ۵ و۶ ارائه شده است. حداکثر مقدار WUE در سال اول (۱/۱۶ کیلوگرم بر متر مکعب) و همچنین در سال دوم (۱/۰۴ کیلوگرم بر متر مکعب) در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی مشاهده گردید.



شکل ۵- اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر عملکرد بیوماس



شکل ٦- اثر متقابل آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد بیوماس



شکل ۷- اثر متقابل آبیاری و تراکم کاشت بر کارایی مصرف آب

جدول ۵- عملکرد، آب مصرفی و کارایی مصرف آب ذرت تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و تراکم کاشت در سال اول

تیمارآبیاری	عملکرد دانه(kg/ha)			میزان آب مصرفی* (m^3/ha)	کارائی مصرف آب (kg/m3)		
	۸۰هزار بوته در هکتار	۹۰هزار بوته در هکتار	۱۰۰هزار بوته در هکتار		۸۰هزار بوته در هکتار	۹۰هزار بوته در هکتار	۱۰۰هزار بوته در هکتار
۷۵٪ نیاز آبی	۶۵۹۳	۷۸۵۷	۶۷۵۰	۷۱۵۳	۰/۹۲۲	۱/۰۹۸	۰/۹۴۴
۱۰۰٪ نیاز آبی	۸۲۰۰	۹۲۵۳	۱۰۳۷۰	۸۹۴۷	۰/۹۱۷	۱/۰۳۴	۱/۱۵۹
۱۲۵٪ نیاز آبی	۹۵۲۷	۱۰۹۶۰	۱۱۹۱۰	۱۰۷۴۱	۰/۸۸۷	۱/۰۲۱	۱/۱۰۹

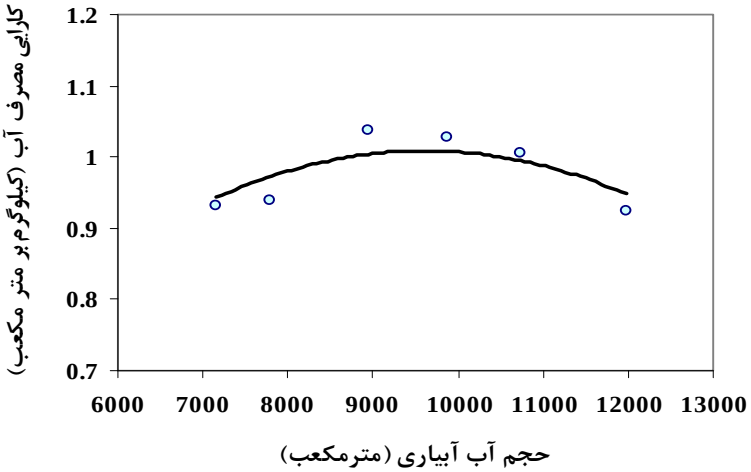
*میزان آب مصرفی در سه تراکم کاشت یکسان است

جدول ٦- عملکرد، آب مصرفی و کارایی مصرف آب ذرت تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و تراکم کاشت در سال دوم

تیمارآبیاری	عملکرد دانه(kg/ha)			میزان آب مصرفی* (m^3/ha)	کارائی مصرف آب (kg/m3)		
	۸۰هزار بوته در هکتار	۹۰هزار بوته در هکتار	۱۰۰هزار بوته در هکتار		۸۰هزار بوته در هکتار	۹۰هزار بوته در هکتار	۱۰۰هزار بوته در هکتار
۷۵٪ نیاز آبی	۷۴۳۰	۶۶۷۰	۷۱۷۰	۷۷۸۷	۰/۹۵۴	۰/۸۵۶	۰/۹۲
۱۰۰٪ نیاز آبی	۹۴۶۰	۹۱۷۰	۱۰۳۰۰	۹۸۷۳	۰/۹۵۸	۰/۹۲۹	۱/۰۴۴
۱۲۵٪ نیاز آبی	۱۰۷۳۰	۱۱۱۷۰	۱۱۳۳۰	۱۱۹۶۳	۰/۸۹۷	۰/۹۳۳	۰/۹۴۸

*میزان آب مصرفی در سه تراکم کاشت یکسان است

بررسی نتایج مقادیر آب مصرفی و کارایی مصرف آب رقم جدید ۳۰۲ ذرت دانه‌ای نشان می‌دهد که ابتدا با افزایش حجم آب آبیاری، مقادیر WUE افزایش (بصورت رابطه غیر خطی) و بعد از رسیدن به حداکثر مقدار مجددا کاهش یافته است (شکل۸). زوارت و بستیانسن (۲۲) نیز الگوی مشابهی را برای ذرت در مناطق مختلف پیدا کردند. بر اساس نتایج حاصل از پژوهش، میزان حداکثر WUE (۱/۱ کیلوگرم بر متر مکعب) در روش آبیاری بارانی تقریباً با مصرف ۹۰۰۰ مترمکعب آب در هکتار برای رقم زودرس ۳۰۲ ذرت دانه‌ای بدست می‌آید. بعبارت دیگر با افزایش حجم آب آبیاری به بیش از ۹۰۰۰ متر مکعب، مقدار WUE رقم مذکور کاهش می‌یابد (شکل ۸). بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق برای دسترسی به مقدار حداکثر WUE در روش آبیاری بارانی در منطقه کرج، کاشت رقم ذرت زودرس KSc302 در شرایطی قابل توصیه است که با برنامه ریزی صحیح آبیاری و بکارگیری ۹۰۰۰ متر مکعب آب در هکتار، کارایی مصرف آبی بیش از ۱/۱ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل شود.



شکل ۸- رابطه بین کارایی مصرف آب ذرت و حجم آب آبیاری

اشرفی و نجفی (۲) نیز با انجام یک تحقیق سه ساله در منطقه کرج دریافتند که با مصرف ۸۲۰۰ متر مکعب آب در هکتار در روش آبیاری قطره‌ای زیر سطحی، کارایی مصرف آب بیش از ۱/۲ کیلوگرم بر متر مکعب برای رقم دیررس KSc700 ذرت دانه ای حاصل می گردد.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

نتایج نشان داد که با افزایش عمق آب آبیاری به روش آبیاری بارانی (از سطح ۷۵ الی ۱۲۵ درصد نیاز آبی برآورد شده به روش پنمن مانتیث) عملکرد دانه رقم ذرت زود رس ۳۰۲ به طور معنی‌داری افزایش یافت. افزایش عملکرد در تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی بیانگر آن است که در تیمار ۱۰۰ درصد، نیاز آبی گیاه بطور کامل تأمین نشده است. به عبارت دیگر در تیمار مذکور نوعی کم آبیاری انجام شده است، لذا این امر سبب آن گردیده است که اثرات کم‌آبیاری در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی تشدید شود و عملکرد دانه رقم مذکور به میزان ۲۸/۵ درصد نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی کاهش یابد. این نتایج نشان می‌دهد که رقم زودرس ۳۰۲ ذرت دانه‌ای رقمی حساس به تنش رطوبتی می‌باشد و حداکثر عملکرد زمانی حاصل می‌شود که نیاز آبی گیاه بطور کامل تامین گردد.

بررسی نتایج نشان می‌دهد که در محدوده عمق آبیاری ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ میلیمتر عملکرد رقم مذکور تقریبا بصورت خطی افزایش یافته است، لکن پس از عمق آبیاری ۱۰۰۰ میلیمتر، شیب رابطه عملکرد با آب آبیاری بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است بعبارت دیگر افزایش عمق آب آبیاری به بیش از ۱۰۰۰ میلیمتر، تاثیر زیادی بر عملکرد محصول نداشته است. همچنین کاهش شدید شیب منحنی عملکرد محصول با آب آبیاری در محدوده عمق آبیاری ۱۱۰۰ تا ۱۲۰۰ میلیمتر نشانگر آنست که نیاز آبی گیاه در تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی (محدوده عمق آبیاری ۱۲۰۰میلیمتر) به احتمال زیاد تأمین گردیده است و افزایش عمق آب آبیاری به بیش از این مقدار تأثیر معنی‌داری بر عملکرد محصول نخواهد داشت.

حداکثر مقدار WUE در سال اول (۱/۱۶ کیلوگرم بر متر مکعب) و همچنین در سال دوم (۱/۰۴ کیلوگرم بر متر مکعب) در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی مشاهده گردید.

بین ضریب ky بدست آمده در این پژوهش با ضرایب ky گزارش شده توسط سایر محققین اختلافاتی مشاهده شد که احتمالا نوع واریته مورد استفاده، شرایط اقلیمی متفاوت، اعمال شرایط متفاوت تنش و همچنین برخی عوامل دیگر ممکن است باعث این اختلافات شده باشند.

بطور کلی بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش کاشت رقم ذرت زود رس ۳۰۲ در منطقه کرج و تحت روش آبیاری بارانی در شرایطی قابل توصیه است که با برنامه ریزی صحیح آبیاری و بکارگیری ۹۰۰۰ متر مکعب آب در هکتار، کارایی مصرف آب بیش از ۱/۱ کیلوگرم بر متر مکعب حاصل گردد.

منابع

۱- احمد آلی ج. ۱۳۸۸. بررسی کارایی مصرف آب آبیاری سیستم‌های نشتی میکرو در کشت یک و دو ردیفه ذرت دانه‌ای. نشریه شماره ۶۳۰ مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره ثبت ۸۸/۶۲۴.

۲- اشرفی ش. و نجفی ا. ۱۳۸۸. اثر سطوح مختلف آب، تراکم کاشت و آرایش کاشت بر روی عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای رقم KSC700 ذرت دانه‌ای تحت آبیاری قطره‌ای زیر سطحی. نشریه شماره ۷۱۶ مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره ثبت ۸۸/۴۰۴.

۳- انصاری ح.، میرلطیفی م. و شرفی ع.ا. ۱۳۸۵. تأثیر کم‌آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت زود رس. مجله علوم آب و خاک. ۲۰(۲):۳۴۸-۳۳۸.

۴- کوچکی ع.، حسینی م. و نصیری محلاتی م. ۱۳۷۴. رابطه آب و خاک و گیاه در گیاهان زراعی. چاپ دوم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۵۶۰ صفحه.

۵- گلشن راد ن. ۱۳۸۵. بررسی اثرات سطوح مختلف آبیاری قطره ای زیر سطحی (T-tape) دردو روش کاشت یک ردیفه ودو ردیفه با تراکم های مختلف در ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۰. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران، ۱۴۸ص.

6- Bean B., and Grik T. 1999. Evaluating corn row spacing and plant density in the Texas pan handle prograss report. www. Corn.org.

7- Darusman Khan A.H., Stone L.R., Spurgeon W.E., and Lamm F.R. 1997. Water flux below the root zone vs. irrigation amount in drip-irrigated corn. Agron. J. 89:375–379.

8- Deju Z., and Jingwen L. 1993. The water-use efficiency of winter wheat and maize on a salt - affected soil in the Huang Huai Hai river plain of China. Agri. Water Manage. 23:67-82.

9- Doorenbos J., and Kassam A.H. 1979. Yield response to water. Irrigation and Drainage. Paper 33. FAO, Rome.

10- Eck H.V. 1984. Irrigated corn yield response to nitrogen and water. Agron. J. 76(3):421-428.

11- Howell T.A., Yazar A., Schneider A.D., Duser D.A., and Copeland K.S. 1995. Yield and Water use efficiency of corn in response to lepa irrigation. Transaction of the ASAE 38 (6): 1737- 1747.

12- Lamm F.R., Royers D.H., and Manges H.L. 1995. Irrigation scheduling with planed soil water depletion. Transaction of the ASAE 37(5):1491-1497.

13- Martines S.R., Montero J., Corcoles J.I., Tarjuelo J.M., and Juan A.D. 2003. Effect of water distribution uniformity of sprinkler irrigation system oncornyield. http//afeid.montpellier. cemagref. fr/Mpl2003/.

14- Norwood C.A. 2000. Water use and yield of limited–irrigated and dryland corn. soil Sci. Soc. Am. J. 64:365-370.

15- O'Brien D.M., Lamm F.R., Stone L.R., and Rogers D.H. 2001. Corn yields and profitability for low-capacity irrigation system. Applied engineering in agriculture, ISSN 0883-854. 17(3):315-324

16- Oktem A., Simsek M., and Oktem A.G. 2003. Deficit irrigation effects on sweet corn (Zea mays saccharata Sturt) with drip irrigation system in a semi-arid region. Agric. Water Manage. 61(1):63-74.

17- Panda R.K., Behera S.K., and Kashyap P.S. 2004. Effective management of irrigation water for maize under stressed conditions. Agric. Water Manage. 66(3): 181-203.

18- Rhoads F.M., and Bennrt J.M. 1990. Corn Ln: Irrigation of Agricultural Crops .Stewart B. A. and D. R. Nielson (Eds.). American Society of Agronomy, Madison, USA, 569-597.

19- Solomon K.H. 1983. Irrigation uniformity and yield theory. Ph.D. dissertation. Agricultural and Irrigation Engineering Dept. Utah State University, Logan.

20- Stewart J.I., and Hagan R.M. 1973. Functions to predict effects of crop water deficits. J. Of Irrig. and Drain. Div. ASCE. 99 (IR4):421-439.

21- Stewart J.I., Danielson R.E., Hank R.J., Jackson E.B., Hagan R.M. Pruitt W.O., Franklin W.T., and Riley J.P. 1977. Optimizing crop production through control of water and salinity levels in the soil. Utah water Lab. PRWG 151-1. Utah. Logan.

22- Zwart S.J., and Bastiansen W.G.M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton, and maize. Agric. Water Manage. 69:115-133.

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 6, Jan-Feb 2011, p. 1236-1245

نشریه آب و خاک
جلد ۲۴، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۸۹، ص. ۱۲۴۵-۱۲۳۶

The Effects of Deficit Irrigation on Water Use Efficiency of New Early Maize Variety (CN. KSC.302) Using Sprinkler System

M.M. Nakhjavanimoghadam[1]*- H. Dehghanisanij[2]- M. Akbari[3]– S.H. Sadreghaen[4]
Received: 6-5-2010
Accepted: 19-9-2010

Abstract

In order to evaluate the effects of different depths of irrigation by sprinkler irrigation system on water use efficiency (WUE) of new early maize cultivar KSC302, an experiments was carried out in Karj during 2006 and 2007. Experimental design was split plot based on randomized complete blocks with three replications. Main plots were three irrigation levels: 75%, 100% and 125% ETc (estimating by Penman Monteith model) and sub plots were three plants densities: 80000, 90000 and 100000 plants per hectare. The results showed that increasing in the levels of irrigation from 75% ETc to 125% ETc, has a significant effect on yield. Yield increase in 125% ETc treatment indicated that water requirement has not fully supplied in 100% Etc treatment, and the effect of deficit irrigation was intensified in 75% ETc treatment. Maximum maize WUE was (1.159 and 1.044 kg m-3) for 100% ETc treatment in the first and second years, respectively. Maize WUE of 1.1 kg m-3 was recommended as optimum level to be considered in cropping system for Karaj. Applied irrigation depth for optimum level of maize WUE was 900 mm.

Keywords: Single cross 302 maize, Sprinkler irrigation, Yield , Water use efficiency

1,4- Scientific Board Agricultural Engineering Research Institute, Karaj
(*-Corresponding Author Email:mehdin55@yahoo.com)
2,3- Research Assistant Professors, Agricultural Engineering Research Institute, Karaj