نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۶، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۸، ص. ۱۴۷-۱۳۵

Water Management in Agriculture
Vol. 6, No. 1, Spring and Summer 2019, 135-147

اثر توأم سطوح مختلف آبیاری، آرایش کاشت و تراکم بوته برعملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (KSC700) تحت سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی

شهرام اشرفی[۱]

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر توامان سطوح مختلف آبیاری، آرایش کاشت و تراکم بوته برعملکرد و اجـزای عملکـرد ذرت دانـه‌ای (KSC700) تحت سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به صورت کرت‌های نواری خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامـل تصـادفی در سـه تکرار، در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در استان البرز اجرا شد. کرت‌های عمودی شامل سه تیمار آبیاری ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کرت-های افقی شامل سه تراکم ۶۵، ۷۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار وکرت‌های فرعی نیز شامل دو آرایش کاشت یک و دو ردیفه بود. نتایج نشـان داد که بیشترین و کم‌ترین میزان عملکرد دانه در سال اول و دوم پژوهش به ترتیب با مقادیر ۱۲/۲۸ و ۳/۶۴ تن در هکتار و ۱۲/۸۹ و ۳/۵۸ تن در هکتار به تیمار۱۰۰ درصد نیاز آبی و۵۰ درصد نیاز آبی اختصاص یافت. تحت شرایط تراکم بوته ۶۵ هزار بوته و کشـت دوردیفـه و در شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی، بیشترین مقدار عملکرد دانه، ارتفاع بوته،ارتفاع بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیـف دانـه، وزن هـزار دانـه و بیوماس گیاه مشاهده شد. در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی با کاهش مصـرف آب بـه میـزان ۲۵ درصـد، عملکرد دانه به ترتیب برابر با ۲۱/۷۴ و ۲۳/۷۳ درصد برای سال‌های اول و دوم کاهش یافت ولی در تیمار ۵۰ درصد با کاهش مصـرف آب به میزان ۵۰ درصد، عملکرد دانه به میزان قابل‌توجهی، یعنی ۷۰/۳۵ و ۷۲/۲۲ درصد به ترتیب برای سـال‌هـای اول و دوم کـاهش یافـت. میزان عملکرد و اجزای عملکرد (ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، وزن هـزار دانـه و بیومـاس گیـاه) در همـه تیمارهای مورد پژوهش در تقابل با شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی بیشترین مقدار و در تقابل با ۵۰ درصد نیاز آبـی، حـدقل مقـدار را دارا بود. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی در تقابل با تراکم کاشت ۶۵ هزار بوته در هکتار و آرایش کاشـت دو-ردیفه، در جهت دستیابی به حداکثر میزان عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای قابل‌توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آرایش کاشت، بیوماس گیاه، تراکم بوته، کم‌آبیاری، نیاز آبی، وزن هزار دانه

مقدمه

آب یکی از مهم‌ترین منابع محدود در مناطق خشک و نیمه-خشک است. با توجه به روند فعلی جمعیت و برنامه‌ریزی رشد آینده، به میزان ۶۰ درصد از جمعیت جهان ممکن است تا سال ۲۰۲۵ از کمبود آب رنج ببرند، بنابراین بهبود در بهره‌وری آب مصرفی محصولات تحت همه حالات کمبود آب ضروری است (Ayars et al., 2015). از آنجاییکه کشاورزی با استفاده از ۷۰ تا ۹۰ درصد از ذخیره آب توسعه یافته است، به عنوان اولین منبع برای پاسخگویی به نیازهای رقابتی برای آب مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. باید به این موضوع توجه داشته باشیم که نزدیک به ۴۰ درصد از مواد غذایی جهان از کشاورزی آبی بدست می‌آید که تحت این شرایط، فشار اضافی در آینده برای افزایش تقاضای مواد غذایی وجود خواهد داشت. در این میان سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی یکی از کوچکترین اجزاء روش‌های آبیاری میکرو است ولی مقبولیت گسترده‌تری را به خود اختصاص داده است (Ayars et al., 2015). شواهد برای ایجاد ثبات در عملکرد محصولات تحت کم‌آبیاری با سیستم قطره‌ای زیر-سطحی و مدارک روزافزون حاکی از آن است که سیستم قطره‌ای

۱- استادیار مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی و کشاورزی، سـازمان تحقیقـات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران (shah1343@yahoo.com)
تاریخ دریافت: ۹۸/۲/۱۳
تاریخ پذیرش:۹۸/۵/۱۴

زیرسطحی می‌تواند عملکرد و کارایی مصرف آب محصولات کشاورزی را نسبت به آبیاری بارانی موقعی که کم‌آبیاری اعمال می‌شود در یک سطح بیشتری تثبیت کند (Bordovsky and Porter, 2003). از آنجایی‌که محدودیت نهادی و هیدرولوژیکی ممکن است مستلزم کم‌آبیاری در برخی شرایط باشد و با توجه به اینکه تمرکز اصلی آبیاری بدست آوردن بازده اقتصادی بیشتر است، با کاربرد سیستم قطره‌ای زیرسطحی می‌توان در یک سطح وسیع‌تر به هدف مذکور دست یافت (Lamm et al., 2012). تحقیقات متعددی در زمینه تأثیر سامانه‌ها و رژیم‌های مختلف آبیاری را بر روی اجزای عملکرد، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، خصوصیات کیفی و کارآیی مصرف آب در محصولات مختلف انجام شده است. از جمله این تحقیقات می‌توان به پژوهش عمیر اشاره کرد که به بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری روی گیاه ذرت، در ۵ سطح آبیاری ET ،ET،۰/۸ ET،۰/۶ ET ۱/۲ و ET ۱/۴ در منوفیای مصر پرداخت، نشان داده شد که کمترین و بیشترین عملکرد به ترتیب متعلق به ET ۰/۶ و ET بود و بالاترین و پایین‌ترین شاخص سطح برگ به ترتیب متعلق به سطوح ET ۱/۴ و ET ۰/۶ بود (Ameer, 2010). دجامان با اعمال کم‌آبیاری روی ذرت دانه‌ای و با در نظر گرفتن چهار تیمار ۵۰،۶۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و یک تیمار بدون آبیاری، بیان کرد میزان تولید دانه در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی تقریباً مشابه تیمار ۷۵ درصد بوده ولی نسبت به دو تیمار ۵۰ و ۶۰ درصد، تیمار بدون آبیاری به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. بیشترین بهره‌وری مصرف آب در سال ۲۰۰۹ مربوط به تیمار ۶۰ درصد و در سال ۲۰۱۰ متعلق به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بود (Djaman, 2011). سانگوی و همکاران گزارش کردند هیبریدهای مختلف ذرت نسبت به تراکم کاشت عکس-العمل‌های متفاوتی نشان دادند، ولی هیبریدهای با ارتفاع بوته کمتر در مقابل افزایش تراکم عملکرد بهتری داشتند (Sangoi et al., 2002). ایرلی و همکاران گزارش کردند که احتمالاً کاهش عملکرد هر گیاه در اثر افزایش تراکم می‌تواند به علت کاهش تشعشع خورشیدی در قسمت‌های پایین پوشش گیاهی باشد (Earley et al., 2001).

دهقانی‌سانیج و همکاران (۱۳۹۶) نیز افزایش عملکرد خشک و تر گیاه را تحت سامانه قطره‌ای زیرسطحی در مقایسه با سامانه قطره‌ای سطحی گزارش کردند. حیدری سورشجانی و همکاران (۱۳۹۴)، به بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکردکمی و کیفی و تعیین عمق بهینه آبیاری ذرت علوفه‌ای پرداختند و نشان دادند که کمترین و بیشترین عملکرد ذرت به ترتیب مربوط به سطوح ۴۰ و ۱۳۰ درصد آبیاری کامل به ترتیب برابر با ۱/۴۳ و ۱/۸۸تن در هکتار بود. بیشترین و کمترین میزان بهره‌وری مصرف آب نسبت به عملکرد محصول تازه، به ترتیب مربوط به تیمارهای ۵۵ و۱۳۰ درصد آبیاری کامل و به ترتیب برابر ۱۷/۱۶ و ۱/۱۰ کیلوگرم در مترمکعب بود. انتخاب تراکم گیاهی مناسب در واحد سطح با توجه به شرایط هر منطقه و مشخصات ارقام یکی دیگر از عوامل مهم برای تولید حداکثر محصول در زراعت ذرت می‌باشد. مسجدی و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی چهار سطح مختلف آبیاری روی ذرت گزارش کردند افزایش فواصل بین آبیاری‌ها باعث کاهش معنی‌دار عملکرد زیستی به میزان ۲۶ درصد می‌شود. نتایج تحقیقات حاکی از آن است که زمانی که با شرایط کمبود آب و تنش آبی محصول مواجه هستیم، کاربرد سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی میتواند با طراحی و مدیریت صحیح باعث افزایش سطح تولید، افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت و همچنین بالا بردن بهره-وری آب آبیاری شود (دهقانی‌سانیج و همکاران، ۱۳۹۵). بحران غذا یکی از اساسی‌ترین مسائل بشر بوده است که تلاش برای حل آن به کمک دو شیوه کنترل رشد جمعیت و افزایش تولیدات کشاورزی صورت پذیرفته است. در این راستا با توجه به اهمیت محصولات اساسی و راهبردی گروه غلات و از آن جمله ذرت که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم عمده‌ترین بخش مواد غذایی جهان را تشکیل می‌دهند، برنامه‌ریزی لازم در جهت افزایش تولید این محصولات غیرقابل اجتناب است. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر توأم سطوح مختلف آبیاری، آرایش کاشت و تراکم بوته برعملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (KSC700) تحت سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی طی دو سال زراعی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر طی دو سال زراعی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات فنی مهندسی واقع در شهرستان کرج در ایستگاه تحقیقاتی ۴۰۰ هکتاری موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و با میانگین ارتفاع۱۳۱۲ متر از سطح دریا اجرا شد. شهرستان کرج در آب و هوای خشک و نیمه‌خشک واقع شده و میانگین بارندگی سالیانه در ایستگاه هواشناسی کرج ۲۷۹/۳ میلی‌متر می‌باشد. حداکثر بارندگی در فروردین ماه معادل ۳۷/۶ میلی‌متر و حداقل میزان بارندگی در تیر ماه ۰/۵ میلی‌متر می‌باشد. میانگین حداکثر درجه سانتی‌گراد در تیر ماه ۳۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل درجه حرارت در دی ماه ۲- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. متوسط درجه حرارت روزانه ۱۶/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. جهت تعیین خصوصیات خاک نمونه‌گیری از اعماق ۲۰-۰، ۴۰-۲۰، ۶۰-۴۰ و ۸۰-۶۰ سانتی‌متری خاک انجام شد که در جدول (۱) ارائه شده است. با توجه به این جدول، بافت خاک، لومی و رطوبت حجمی در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی به ترتیب ۲۶/۴ و ۹/۵ ۰درصد می‌باشد. آب موردنیاز برای آبیاری مزارع ایستگاه ۴۰۰ هکتاری اصلاح بذر از چند حلقه چاه تامین می‌شود. برای اندازه‌گیری کیفیت آب آبیاری سه نمونه آب از خروجی لوله‌های انتقال‌دهنده آب به محل طرح گرفته شد که نتایج تجزیه آن مطابق جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک مزرعه

عمق نمونه‌ها / پارامترها	۰-۲۰ (cm)	۲۰-۴۰ (cm)	۴۰-۶۰ (cm)	۶۰-۸۰ (cm)
درصد شن	۳۹/۷۸	۳۵/۹۳	۳۶/۰۰	۳۲/۰۵
درصد سیلت	۴۱/۷۲	۴۵/۶۴	۴۵/۵۹	۴۹/۵۸
درصد رس	۱۸/۵۰	۱۸/۴۳	۱۸/۴۱	۱۸/۳۷
بافت خاک	لوم	لوم	لوم	لوم
وزن مخصوص ظاهری (gr/m^3)	۱/۴۲	۱/۴۲	۱/۴۲	۱/۴۲
رطوبت حجمی در ظرفیت مزرعه (%)	۲۲/۵	۲۲/۴۱	۲۲/۳۷	۲۲/۱
رطوبت حجمی درنقطه پژمردگی (%)	۹/۸	۹/۶	۹/۵	۹/۴۵
واکنش خاک pH	۷/۶۲	۷/۷۹	۷/۵۹	۷/۵۴
هدایت الکتریکی EC (dS/m)	۱/۴۳	۱/۷۱	۱/۸۱	۲/۷۶
(meq/lit) Ca+Mg	۱۶/۰	۲۰/۰	۲۴/۰	۲۶/۰
(meq/lit) Na	۴/۱۱	۴/۱۸	۴/۸۳	۵/۴۵
(meq/lit) Cl	۱۴/۰	۱۴/۰	۱۲/۰	۱۰/۰
(meq/lit) HCo_3	۲/۰	۳/۲	۴/۰	۴/۰
(meq/lit) SO_4	۷/۳۸	۱۰/۳۲	۱۱/۵۱	۱۵/۲

جدول ۲- نتایج تجزیه کیفی آب

پارامترها	EC (dS/m)	pH	کاتیون‌های محلول (meq/lit)				آنیون‌های محلول (meq/lit)			SAR
			Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	Cl^-	SO_4^{-2}	HCo_3^-	
آب آبیاری	۰/۸	۷/۸	۳	۲/۴	۲/۴	–	–	۱/۸	۲/۳۵	۱/۹۳

پژوهش حاضر به‌صورت اسپیلت بلوک (طرح بلوک‌های خردشده) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام گردید. کرت‌های عمودی شامل سه تیمار آبیاری ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ترتیب با علامت‌های a_1، a_2 و a_3 و کرت‌های افقی شامل سه تراکم ۶۵، ۷۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار به ترتیب با علامت‌های b_1، b_2 و b_3 و کرت‌های فرعی نیز شامل دو آرایش کاشت یک و دو ردیفه به ترتیب با علامت‌های c_1 و c_2 بود، که بر روی پشته‌های ۷۵ سانتی‌متری کشت

گردیدند. لوله‌های آبیاری قطره‌ای استفاده شده در این پژوهش لوله‌های T–Tape ساخت شرکت آبفشان جنوب بودند. فاصله قطره‌چکان‌ها روی لوله ۳۰ سانتی متر، فاصله لوله‌های قطره-چکان‌دار از سطح زمین ۱۵ سانتی‌متر، شدت آبدهی در فشار ۰/۸ بار در هر متر از طول لوله آبده ۴/۲ لیتر در ساعت، ضخامت نوار ۲۰۰ میکرون، قطر داخلی نوار ۱۶/۵ میلی‌متر و فشار ترکیدگی نوار، ۴ بار بود.

برای آماده نمودن زمین ابتدا در پائیز هرسال محل اجرای طرح شخم عمیق زده شده و در بهار به محض امکان شروع عملیات کشاورزی اقدام به شخم سبک، کودپاشی، دیسک و ماله برای تسطیح گردید. در نیمه دوم اردیبهشت هر سال با درآوردن شیارها با فاروئر مزرعه آماده کاشت بذر شد. در این پژوهش دور آبیاری با توجه به مشکلات موجود جهت آبیاری مزرعه به تعداد سه آبیاری در هر هفته و در روزهای معین شنبه، دوشنبه و چهارشنبه انجام گردید. برای محاسبه حجم آب آبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای، تبخیر – تعرق پتانسیل (ET_o) با استفاده از اطلاعات روزانه ایستگاه هواشناسی استان البرز و با روش فائو پنمن – مانتیث (PM) تعیین گردید (Allen et al., 1998)، سپس با استفاده از ضریب گیاهی (K_c) اصلاح‌شده ذرت برای منطقه کرج با استفاده از دستورالعمل نشریه فائو ۵۶ (Allen et al., 1998)، تبخیر و تعرق گیاه (ET_c) به دست آمد:

$$Kcmid\ adj = Kcmid + [0.04\ (U2-2)-0.004(Rhmin-45)]\ [h/3]^{0.3} \quad (۱)$$

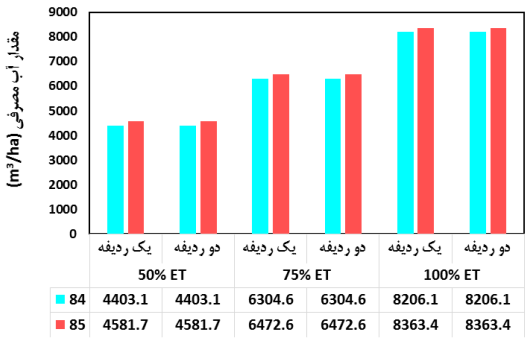
$$Kcend\ adj = Kcend + [0.04\ (U2-2)-0.004(RHmin-45)]\ [h/3]^{0.3} \quad (۲)$$

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad (۳)$$

$$T_d = ET_c\,[0.1\ (P_d)\ 0.5] \quad (۴)$$

$$I_g = T_d\ /\ (Eu/100) \quad (۵)$$

در این رابطه ET_c: تبخیر و تعرق روزانه گیاه (میلی‌متر بر روز)، ET_o: تبخیر و تعرق گیاه مرجع (میلی‌متر بر روز)، K_c: ضریب گیاهی روزانه ذرت در دوره‌های مختلف رشد برای منطقه کرج: h: متوسط ارتفاع گیاه در طول مرحله رشد میانی و نهائی بر حسب متر، Rh_{min}: رطوبت نسبی بر حسب درصد، Kc_{mid} و K_{cend}: به ترتیب ضرائب گیاهی میانی و انتهائی وقتی که گیاه در شرایط استاندارد قرار دارد، $Kc_{mid\ adj}$ و $K_{cend\ adj}$: به ترتیب ضرائب گیاهی میانی و انتهائی تعدیل شده می‌باشند. T_d: مقدار نیاز آبی گیاه مرجع یا تعرق روزانه در آبیاری قطره‌ای، ET_c: مقدار روزانه نیاز آبی یا تبخیر و تعرق گیاه مرجع با فرض پوشش کامل گیاهی P_d: سطح سایه‌انداز گیاه (درصد مساحت سطح خاک که توسط پوشش گیاهی در هنگام ظهر سایه‌اندازی شده)، I_g: عمق ناخالص آب آبیاری در هر نوبت (میلی‌متر)، E_u: ضریب یکنواختی قطره‌چکان‌ها (درصد). در شکل (۱) مقدار آب مصرفی برای هر کدام از تیمار¬های مورد پژوهش ارائه شده است.



	یک ردیفه	دو ردیفه	یک ردیفه	دو ردیفه	یک ردیفه	دو ردیفه
	50% ET		75% ET		100% ET	
84	4403.1	4403.1	6304.6	6304.6	8206.1	8206.1
85	4581.7	4581.7	6472.6	6472.6	8363.4	8363.4

شکل ۱- مقادیر آب مصرفی تیمارهای مختلف آبیاری

مقدارکود مصرفی در تمام تیمارها یکسان بود و برای ذرت کود موردنیاز در هکتار ۳۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۴۰۰ کیلوگرم اوره به‌طور یکنواخت توزیع شد. کود اوره به دفعات و از طریق تانک کود در طول دوره رشد به سیستم تزریق شد. به-منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد صفات گیاهی ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۰ (KSC700) شامل عملکرد دانه، ارتفاع گیاه، ارتفاع بلال، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، وزن بیوماس اندازه‌گیری شد. به‌منظور آنالیزهای آماری و همچنین مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی و فرعی از نرم‌افزار MSTATC استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که در هر دو سال مورد پژوهش (سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵)، اثر مستقل سطوح مختلف آب آبیاری بر میزان عملکرد، اجزای عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشت. اما تراکم بوته و آرایش کاشت تاثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای

نداشت. اثرات متقابل سطوح مختلف آب آبیاری و تراکم بوته و سطوح مختلف آبیاری و آرایش کاشت نیز بر میزان عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشت. همچنین در سال اول پژوهش اثر متقابل تراکم بوته و آرایش کاشت بر ارتفاع بوته و تعداد دانه در ردیف در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشت اما بر سایر پارامترهای عملکرد و اجزای آن اختلاف معنی‌دار نداشت. در سال دوم پژوهش اثر متقابل تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد و تعداد دانه در ردیف در سطح یک درصد معنی‌دار شد و بر سایر پارامترها اختلاف معنی-داری وجود نداشت. در هر دو سال پژوهش نیز اثر متقابل سه‌گانه سطوح آبیاری و تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۳ و ۴).

.

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (سال ۱۳۸٤)

منابع تغییرات	درجه آزادی (d.f)	عملکرد دانه	ارتفاع بوته	ارتفاع بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	وزن هزار دانه	بیوماس
تکرار	۲	۰/۱۴۸	۳۶۰/۶۵۰	۲۱۲/۸۳۳	۲۶/۶۲۴	۲۵/۱۶۷	۱۰۵۸/۴۴	۰/۰۰۹
سطح آبیاری	۲	۳۵۲/۰۴**	۹۹۲۰/۵۹**	۶۳۴۵/۶۶**	۶۲۸/۰۴**	۷۸/۰۰**	۲۳۲۰۴/۶**	۵/۵۱۵**
خطای سطح آبیاری	۴	۰/۵۶۸	۳۰/۴۸	۱۳۳/۸۶۳	۱۶/۶۹۶	۸/۱۶۷	۴۱/۲۵۲	۰/۰۴۷
تراکم بوته	۲	۰/۶۰۵^{ns}	۵۲/۰۵ ^{ns}	۷/۸۹ ^{ns}	۹۵/۹۱*	۱/۵۵۶ ^{ns}	۲۰۴/۵ ^{ns}	۰/۴۶۴ ^{ns}
خطای تراکم بوته	۴	۰/۴۸۱	۱۳۶/۲۸۵	۱۱۳/۲۵۱	۷/۴۴	۱/۳۰۶	۷۳/۹۲۱	۰/۰۸۵
اثرات متقابل سطح آبیاری در تراکم بوته	۴	۰/۱۱۵ **	۳۰/۹۲۹ **	۹۲/۲۲ **	۱۰/۵۲ **	۱/۵۵۶ **	۲۱۹/۴ **	۰/۰۰۹ **
خطای سطح آبیاری در تراکم بوته	۸	۰/۳۰۱	۲۵/۱۴	۴۸/۱۵۲	۴/۵۵	۰/۹۷۲	۱۱۵/۶۴	۰/۰۹۸
آرایش کاشت	۱	۰/۰۴۳ ^{ns}	۵۸/۴۹۰ ^{ns}	۲/۰۵۳ ^{ns}	۰/۹۸۷ ^{ns}	۰/۰۷۴ ^{ns}	۲/۹۴ ^{ns}	۰/۲۹۸ ^{ns}
اثرات سطح آبیاری در آرایش کاشت	۲	۰/۰۲۲ **	۱۳۱/۶۸۵ **	۱۰/۵۰ **	۴/۴۵۲ **	۰/۵۱۹ **	۳۱/۲۰۲ **	۰/۰۲۲ **
اثرات تراکم بوته در آرایش کاشت	۲	۰/۰۱۳ ^{ns}	۱۲۴/۶۱۹**	۱۷۴/۸ ^{ns}	۹/۵۳**	۰/۰۷۴ ^{ns}	۱۰۹/۰۳ ^{ns}	۰/۰۱۷ ^{ns}
اثرات سطح آبیاری در تراکم بوته در آرایش کاشت	۴	۰/۱۲۷ **	۷۸/۷۱۱**	۸۱/۱۹ **	۱/۹۸ **	۰/۳۵۲ **	۲۲۶/۱۸ **	۰/۱۳۸ **
خطای کل	۱۸	۰/۰۷۵	۲۳/۱۰۴	۶۴/۷۷	۱/۶۱۴	۰/۲۹۶	۹۴/۳۳	۰/۰۴۸
میانگین کل		۸/۵۱۵	۱۸۲/۳۹۳	۶۴/۷۷	۳۸/۱۸۷	۱۵/۸۹	۲۵۳/۷۵	۰/۱۶۱
ضریب تغییرات (٪)		٪ ۳/۲۲	٪ ۲/۶۴	٪ ۹/۲۳	٪ ۳/۳۳	٪ ۳/۴۳	٪ ۳/۸۳	٪ ۱۰/۱۳

**** معنی‌داری در سطح ۱٪، *معنی‌داری در سطح ۵٪ و ns غیر معنی‌دار**

جدول ٤- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (سال ۱۳۸۵)

منابع تغییرات	درجه آزادی (d.f)	عملکرد دانه	ارتفاع بوته	ارتفاع بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	وزن هزار دانه	بیوماس
تکرار	۲	۰/۳۷۳	۲۹۷/۱۲۵	۴۱۷/۱۳۹	۱۹/۳۷۶	۱۳/۴۱۴	۱۱۷۶/۱۷۳	۰/۶۳۶
سطح آبیاری	۲	۴۰۵/۲۱۸**	۱۱۰۰۶/۹**	۶۴۷۳/۶۵**	۱۰۳۸/۸۸*	۷۰/۶۵۴**	۲۰۰۷۶/۱**	۶/۱۱۵ **
خطای سطح آبیاری	۴	۰/۳۵۶	۲۲/۲۹۷	۷۰/۲۹۶	۲۴/۰۵۶	۳/۷۷۹	۷۷/۰۹۸	۰/۱۸۴
تراکم بوته	۲	۰/۷۸۰ ^{ns}	۷۳/۴۲۴ ^{ns}	۳۰/۵۴۸ ^{ns}	۲۳/۹۶ ^{ns}	۰/۰۳۶ ^{ns}	۷۴۶/۲۶۴ ^{ns}	۰/۴۹۷ ^{ns}
خطای تراکم بوته	۴	۰/۷۷۳	۲۷۷/۴۲۶	۱۴۱/۲۶۷	۲۳/۵۲۳	۲/۳۷۴	۱۲۱/۸۱۲	۰/۲۴۰
اثرات متقابل سطح آبیاری در تراکم بوته	۴	۰/۵۶۷ **	۳۴/۰۷۹ **	۴۷/۹۵۹ **	۱۳/۱۶۶ **	۲/۱۱۷ **	۲۰/۱۵۸ **	۰/۰۷۳ **
خطای سطح آبیاری در تراکم بوته	۸	۰/۲۵۰	۱۵۱/۹۰۶	۷۱/۴۳۳	۹/۹۶۴	۰/۸۸۰	۱۱۶/۷۴۰	۰/۰۹۹
آرایش کاشت	۱	۰/۰۳۸ ^{ns}	۳۰/۸۳ ^{ns}	۱۲/۰۱۳ ^{ns}	۹/۵۴۲ ^{ns}	۰/۰۴۷ ^{ns}	۷۸۳/۳۷۰ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
اثرات سطح آبیاری در آرایش کاشت	۲	۰/۰۴۹ **	۸۳/۷۶۱ **	۲۶/۵۲۸ **	۱/۶۶۸ **	۰/۰۰۵ **	۵۲/۵۶۸**	۰/۰۴۲ **
اثرات تراکم بوته در آرایش کاشت	۲	۰/۱۳۱ **	۲۲/۶۷۱ ^{ns}	۷/۳۰۳ ^{ns}	۴/۳۶۵ **	۰/۰۱۴ ^{ns}	۱۰/۱۳۷ ^{ns}	۰/۰۳۰ ^{ns}
اثرات سطح آبیاری در تراکم بوته در آرایش کاشت	۴	۰/۰۳۰ **	۸۲/۳۳۹ **	۱۰۰/۳۳۰ **	۱/۴۷۳ **	۰/۱۵۵ **	۹۲/۸۹۲ **	۰/۰۳۸ **
خطای کل	۱۸	۰/۰۳۸	۳۶/۳۴۷	۴۱/۱۹۴	۲/۷۱۴	۰/۱۹۰	۲۰۲/۲۹۳	۰/۰۱۸
میانگین کل		۸/۷۶۹	۱۸۳/۴۷۴	۸۷/۸۴	۳۹/۰۶۵	۱۵/۹۴۱	۲۵۶/۸۳	۲/۳۹۴
ضریب تغییرات (٪)		٪ ۲/۲۳	٪ ۳/۲۹	٪ ۷/۳۱	٪ ۴/۲۲	٪ ۲/۷۳	٪ ۵/۵۴	٪ ۵/۶۱

**** معنی‌داری در سطح ۱٪، *معنی‌داری در سطح ۵٪ و ns غیر معنی‌دار**

نتایج مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف آبیاری بر میزان عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای نشان داد که بیشترین و کم‌ترین میزان عملکرد دانه در سال اول پژوهش به ترتیب با مقادیر ۱۲/۲۸ و ۳/۶۴ تن در هکتار به تیمار۱۰۰ درصد نیاز آبی (a_3) و۵۰ درصد نیاز آبی (a_1) و در سال دوم پژوهش به ترتیب با مقادیر ۱۲/۸۹ و ۳/۵۸ تن در هکتار به

تیمار۱۰۰ درصد نیاز آبی (a_3) و۵۰ درصد نیاز آبی (a_1) اختصاص یافت (جدول ۵). بالاترین ارتفاع بوته و ارتفاع بلال در سال ۱۳۸۴ به ترتیب برابر با مقادیر ۲۰۴/۶ و ۱۰۵/۳ سانتی‌متر به تیمار۱۰۰ درصد نیاز آبی (a_3) و در سال ۱۳۸۵ به ترتیب برابر با مقادیر ۲۰۸/۵ و۱۰۶/۲ سانتی‌متر به تیمار۱۰۰ درصد نیاز آبی (a_3) اختصاص یافت. همچنین بیشترین تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف بلال، وزن هزار دانه و بیوماس گیاه در سال ۱۳۸۴ به ترتیب با مقادیر ۴۳/۱۳، ۱۷/۵۶، ۲۸۹/۲ گرم و ۲/۷۰۷ کیلوگرم در تیمار۱۰۰ درصد نیاز آبی (a_3) و در سال ۱۳۸۵ نیز به ترتیب با مقادیر ۴۶/۳۱، ۶۴/۱۷، ۲۸۹/۴ و۲/۹۹۷ کیلوگرم در تیمار۱۰۰ درصد نیاز آبی (a_3) حاصل شد. همچنین کمترین مقدار هر کدام از اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در هر کدام از سال‌های مورد پژوهش نیز در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی (a1) مشاهده شد (جدول ۵).

یافته‌های دیگر محققان نیز نشان داد که رابطه مستقیمی بین کاهش محصول و عدم تامین آب موردنیاز گیاه در کلیه مراحل رشد محصول وجود دارد. اکثر فرآیندهایی که در گیاه صورت می‌گیرد، چه به صورت مستقیم و چه غیرمستقیم به وجود آب موردنیاز گیاه بستگی دارد (Sander et al., 2004).

جدول۵- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته در سال‌های ۱۳۸٤ و ۱۳۸۵

	عملکرد دانه (ton/ha)		ارتفاع بوته (cm)		ارتفاع بلال (cm)		تعداد دانه در ردیف		تعداد ردیف دانه		وزن هزار دانه (gr)		بیوماس (kg)	
تیمار	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵
a_1	۳/۶۴c	۳/۵۸c	۱۵۷/۹c	۱۵۹/۱c	۶۷/۷۹c	۶۸/۳۶c	۳۱/۶۴c	۳۱/۱۶c	۱۳/۵۶c	۱۳/۷۷b	۲۱۷/۴c	۲۲۲/۷c	۱/۶۰c	۱/۸۳b
a_2	۹/۶۱b	۹/۸۳b	۱۸۴/۷b	۱۸۲/۸b	۸۸/۶۴b	۸۸/۹۱b	۳۹/۷۹b	۳۹/۷۳b	۱۶/۵۶b	۱۶/۴۱ab	۲۵۴/۶b	۲۵۸/۴b	۲/۱۷b	۲/۳۵ab
a_3	۱۲/۲۸a	۱۲/۸۹a	۲۰۴/۶a	۲۰۸/۵a	۱۰۵/۳a	۱۰۶/۲۰a	۴۳/۱۳a	۴۶/۳۱a	۱۷/۵۶a	۱۷/۶۴a	۲۸۹/۲a	۲۸۹/۴a	۲/۷۰a	۲/۹۹a
b_1	۸/۶۶a	۸/۹۵a	۱۸۰/۴a	۱۸۵/۸a	۸۶/۹۷a	۸۷/۷۱a	۴۰/۷۱a	۴۰/۲۴a	۱۶/۲۲a	۱۵/۸۹a	۲۵۷/۳a	۲۶۳/۸a	۲/۳۴a	۲/۳۷a
b_2	۸/۳۰a	۸/۸۰a	۱۸۳/۵a	۱۸۲/۴a	۸۷/۹۸a	۸۹/۲۰a	۳۷/۶۷ab	۳۹/۰۱a	۱۵/۶۷a	۱۵/۹۷a	۲۵۰/۷a	۲۵۱/۱a	۲/۰۹a	۲/۵۶a
b_3	۸/۵۷a	۸/۵۴a	۱۸۳/۲a	۱۸۲/۳a	۸۶/۷۴a	۸۶/۶۰a	۳۶/۱۸b	۳۷/۹۴a	۱۵/۷۸a	۱۵/۹۷a	۲۵۳/۲a	۲۵۵/۵a	۲/۰۴a	۲/۲۳a

ساکلاریو و همکارانش نیز در نتایج خود افزایش سطح آبیاری را عامل بسیار مهمی در افزایش عملکرد دانسته‌اند (Sakellariou et al., 2007). بر اساس مقایسات میانگین به روش دانکن مشاهده می‌شود که بین افزایش میزان سطح آبیاری و افزایش عملکرد یک رابطه مثبت و مستقیم وجود دارد (جدول ۵). افزایش عملکرد، حاصل افزایش وزن چوب بلال و هم حاصل افزایش وزن و تعداد دانه در هر بلال می‌باشد. در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی با کاهش مصرف آب به میزان ۲۵ درصد، عملکرد دانه به ترتیب برابر با ۲۱/۷۴ و ۲۳/۷۳ درصد برای سال های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ کاهش می‌یابد ولی در تیمار ۵۰ درصد با کاهش مصرف آب به میزان ۵۰ درصد، عملکرد دانه به میزان قابل‌توجهی، یعنی ۷۰/۳۵ و ۷۲/۲۲ درصد برای سال های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ کاهش می‌یابد. نتایج نشان داد که افزایش ارتفاع بوته گیاه نیز رابطه مستقیمی با افزایش میزان آب دارد که در این ارتباط تیمار۱۰۰ درصد نیاز آبی (a_3) بیشترین و تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی (a_1) کمترین مقدار ارتفاع بوته را در طول دو سال پژوهش به خود اختصاص داد. مقادیر میانگین‌های ارتفاع بوته در سطوح آبیاری ۱۰۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی در سال‌های اول و دوم به ترتیب ۲۰۴/۶، ۱۵۷/۹ و ۲۰۸/۵، ۱۵۹/۱ سانتی‌متر، بیشترین و کمترین ارتفاع بوته را در طول این دو سال به خود اختصاص دادند. در طول دو سال پژوهش مقادیر حد اکثر و حد اقل تعداد دانه در ردیف به ترتیب ۴۳/۱۳، ۳۱/۶۴ و ۴۶/۳۱، ۳۱/۱۶ عدد بدست آمده است. اثر تنش خشکی بر روی این صفت نیز به شکل عدم تلقیح (به دلیل خشک‌شدن کلاله‌ها، افزایش فاصله بین زمان ظهور گل آذین و گل ابریشم) بروز می‌کند که می‌تواند منجر به کاهش عملکرد در تیمارهای ۵۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی (a_1 و a_2) آبیاری گردد.

نتایج آزمایشات لام و تروین نیز بیانگر افزایش تعداد دانه در ردیف ذرت با افزایش سطح آبیاری می‌باشد (Lamm and Trooien, 2001). نتایج نشان می‌دهد که کاهش مصرف آب برای ذرت باعث کاهش تعداد ردیف دانه نیز می‌گردد. از آنجایی‌که تشکیل دانه در بلال وابستگی مستقیمی با میزان تلقیح دارد و میزان تلقیح نیز با میزان رطوبتی که در اختیار بوته قرار گرفته است رابطه مستقیمی دارد، به‌راحتی می توان معنی‌دار شدن اثر آبیاری در این صفت و رابطه افزایش تعداد ردیف دانه با افزایش سطح آبیاری را تفسیر کرد (Sabindemetes and Pellerin, 1992). معنی‌دار شدن اثر تیمار سطح آبیاری بر صفت وزن بیوماس، نشانگر این حقیقت است که فتوسنتز، ماده سازی و به‌طور کلی تولید ماده خشک توسط گیاه، وابستگی جدا نشدنی با میزان آب در دسترس دارد و با افزایش سطح آبیاری وزن بوته نیز افزایش می‌یابد که این نتایج با نتایج ساکلاریو و همکاران (Sakellariou et al., 2007) و صادقی و همکاران (۱۳۸۵) مطابقت دارد. نتایج نشان می‌دهد که وزن هزار دانه در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی بیشترین و در سطح آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی کمترین مقدار را دارا بوده است. با توجه به آزمون دانکن، با افزایش سطح آبیاری، وزن هزار دانه نیز افزایش یافت.

با توجه به جداول ۳ و ۴ مشاهده می‌شود که تراکم بوته اثر معنی‌داری بر روی عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت ندارد. با این حال بیشترین مقدار عملکرد دانه، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، وزن هزار دانه و بیوماس گیاه در سال‌های اجرای طرح در تراکم کشت ۶۵۰۰۰ بوته (b_1) در هکتار بدست آمده است (جدول ۵). تفاوت کم بین تراکم‌های بوته در این تحقیق می‌تواند یکی از دلائل بی‌اثر بودن تراکم بر عملکرد دانه باشد. در این زمینه سابیندمس و اسپلرین طی مطالعه‌ای گزارش نمودند که احتمالاً کاهش عملکرد هر گیاه در اثر افزایش تراکم به علت کاهش تشعشع خورشیدی در قسمت‌های پائین پوشش گیاهی می‌باشد (Sabindemetes and Pellerin, 1992). در مناطقی که نور و درجه حرارت به اندازه کافی وجود دارد، برای معنی‌دار شدن اثر تراکم بر عملکرد باید تفاوت بین تیمارهای تراکم بوته بیشتر باشد تا این تفاوت اثر خود را اولاً بر میزان آب مصرفی گیاه و ثانیاً بر میزان نور دریافتی در طول فصل رشد بگذارد. به نظر می‌رسد در ذرت کاهش محصول دانه که در اثر تراکم زیاد به وقوع می‌پیوندد به علت افزایش درصد گیاهان نابارور باشد به‌طوری که اگر بلافاصله در مرحله کاکل‌دهی گیاهان مزرعه تنک شود متوسط تعداد دانه در هر گیاه برابر با حالتی است که گیاهان از ابتدا کاملاً تنک کاشته شده باشند (Early et al., 1996).

نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که با افزایش تراکم، تعداد دانه در ردیف کاهش می‌یابد و بیشترین تعداد دانه در ردیف در تراکم کم یعنی ۶۵ هزار بوته در هکتار به‌دست آمده است (جدول ۵). در تراکم‌های بالا به علت وجود سایه در پوشش گیاهی، رقابت میان گیاهان برای جذب تشعشع زیاد شده و در نتیجه تعداد دانه در ردیف بلال به علت ناباروری کاهش می‌یابد. سایر تیمارهای اعمال شده در این بررسی، بر روی تعداد دانه در ردیف تأثیر قابل‌توجهی را به وجود نیاورد. اثر آرایش کاشت نیز بر روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای معنی‌دار نشد (جداول ۳ و ۴). دلیل معنی‌دار نشدن اثر آرایش کاشت بر عملکرد بر طبق نظر ویل کاکس، در محدوده تراکم‌های متعارف اثر آرایش کاشت بر عملکرد اندک است (Wilcox, 1974).

تأثیر توأم سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای

اثر متقابل تیمار سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته نشان داد که تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی در تراکم ۶۵ هزار بوته در هکتار (a_3b_1) بیشترین میزان عملکرد را به ترتیب با مقادیر ۱۲/۵۳ و ۱۳/۳۱ تن در هکتار در هر دو سال پژوهش ۸۴ و ۸۵ به خود اختصاص داد و کمترین میزان عملکرد به ترتیب با مقادیر ۳/۶۳ و ۳/۴۴ تن در هکتار در سال اول پژوهش در تیمار تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی و تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار و در سال دوم در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی و تراکم ۶۵ هزار بوته در هکتار مشاهده شد. کمترین میزان ارتفاع بوته، ارتفاع بلال و تعداد دانه در ردیف برای هر دو سال پژوهش در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی و تراکم کاشت ۸۵ هزار بوته در هکتار (a_1b_3) مشاهده شد. بیشترین میزان تعداد ردیف دانه، وزن هزار دانه و بیوماس گیاه در تیمار

۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و تراکم کاشت ۶۵ هزار بوته در هکتار مشاهده شد (جدول ۶).

جدول ٦- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای تحت تاثیر اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و تراکم کاشت در سال-های ۱۳۸٤ و ۱۳۸۵

	عملکرد دانه (ton/ha)		ارتفاع بوته (cm)		ارتفاع بلال (cm)		تعداد دانه در ردیف		تعداد ردیف دانه		وزن هزار دانه (gr)		بیوماس (kg)	
تیمار	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵
a_1b_1	۳/۶۳e	۳/۴۴e	۱۵۶/۷c	۱۶۴/۴c	۶۸/۹۳c	۶۶/۱c	۳۴/۹۷c	۳۲/۵۴d	۱۴/۰۰d	۱۴/۰۰d	۲۲۷/۳c	۲۳۱/۳de	۱/۸۰de	۱/۷۵e
a_1b_2	۳/۵۷e	۳/۷۰e	۱۵۸/۳c	۱۵۷/۳c	۷۱/۶۳c	۷۳/۲۲c	۳۱/۰۰d	۳۱/۳۳e	۱۳/۰۰e	۱۳/۲۳d	۲۱۱/۹c	۲۱۵/۳e	۱/۵۱e	۲/۱۰d
a_1b_3	۳/۷۳e	۳/۵۹e	۱۵۸/۶c	۱۵۵/۶c	۶۲/۸۲c	۶۵/۷۷c	۲۸/۹۷d	۲۹/۶۸ad	۱۳/۶۷de	۱۴/۰۷d	۲۱۳/۱c	۲۲۱/۴e	۱/۴۹e	۱/۶۴e
a_2b_1	۹/۸۱c	۱۰/۱۱c	۱۸۱/۳b	۱۸۴/۱b	۸۶/۶۰b	۸۹/۸۵b	۴۳/۲۰a	۴۲/۳۷b	۱۷/۱۷ab	۱۶/۵۷b	۲۵۸/۷b	۲۶۵/۳bc	۲/۳۲bc	۲/۲۸cd
a_2b_2	۹/۳۰d	۹/۷۰d	۱۸۴/۸b	۱۸۱/۶b	۸۶/۷۷b	۸۷/۵۲b	۳۹/۰۰b	۳۸/۱۷b	۱۶/۶۷bc	۱۶/۸۳c	۲۵۲/۹b	۲۵۴/۱cd	۲/۱۶cd	۲/۴۶c
a_2b_3	۹/۷۲cd	۹/۶۹۸d	۱۸۸/۰b	۱۸۲/۹b	۹۲/۵۶ab	۸۹/۳۶b	۳۷/۱۷b	۳۸/۶۷c	۱۵/۸۳c	۱۵/۸۳c	۲۵۲/۲b	۲۵۵/۸cd	۲/۰۵cd	۲/۳۰cd
a_3b_1	۱۲/۵۳a	۱۲/۳۱a	۲۰۳/۴a	۲۹۰/۰a	۱۰۵/۴۰a	۱۰۷/۲a	۴۳/۹۷a	۴۵/۹۲b	۱۷/۸۳ab	۱۸/۱۰a	۲۹۴/۴a	۲۹۴/۹a	۲/۹۱a	۳/۰۸a
a_3b_2	۱۲/۰۵b	۱۲/۰۱a	۲۰۷/۶a	۲۰۸/۲a	۱۰۵/۶۰a	۱۰۶/۹a	۴۳/۰۰a	۴۷/۵۳a	۱۷/۳۳ab	۱۷/۸۳a	۲۸۷/۲a	۲۸۴/۰ab	۲/۶۱ab	۳/۱۵a
a_3b_3	۱۲/۲۶ab	۱۲/۳۴a	۲۰۳/۰a	۲۰۸/۴a	۱۰۴/۸۰a	۱۰۴/۷a	۴۲/۴۲a	۴۵/۴۷a	۱۷/۵۰a	۱۷/۰۰a	۲۸۶/۰a	۲۹۴/۹ab	۲/۶۰ab	۲/۷۶a

تأثیر توأم سطوح مختلف آبیاری و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای

نتایج نشان داد که تأثیر توأم سطوح مختلف آبیاری و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری گذاشت، به‌طوری‌که بیشترین میزان عملکرد دانه در هر دو سال پژوهش به ترتیب با مقادیر ۱۲/۲۹ و ۱۲/۸۹ تن در هکتار در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کشت دو ردیفه (a_3c_2) مشاهده شد. بیشترین مقدار اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای شامل ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، وزن هزار دانه و بیوماس گیاه نیز در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کشت دو ردیفه (a_3c_2) مشاهده شد. کمترین مقدار عملکرد و هر کدام از اجزای عملکرد ذرت نیز برای هر کدام از سال‌های پژوهش در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی و در کشت دوردیفه (a_1c_2) مشاهده گردید (جدول ۷).

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای تحت تاثیر اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و آرایش کاشت در سال‌های ۱۳۸٤ و ۱۳۸۵

	عملکرد دانه (ton/ha)		ارتفاع بوته (cm)		ارتفاع بلال (cm)		تعداد دانه در ردیف		تعداد ردیف دانه		وزن هزار دانه (gr)		بیوماس (kg)	
تیمار	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵
a_1c_1	۳/۶۷۳c	۳/۶۶۸c	۱۵۸/۷d	۱۶۰/۳c	۶۷/۲۸c	۶۶/۶۷c	۳۲/۰۰c	۳۱/۵c	۱۳/۴۴c	۱۳/۸۰c	۲۱۹/۱c	۲۱۸/۹c	۱/۴۸۹c	۱/۸۹۲c
a_1c_2	۳/۶۱۹c	۳/۴۹۴c	۱۵۷/۰d	۱۵۷/۸c	۶۸/۳۰c	۷۰/۰۶c	۳۱/۲۹c	۳۰/۸۱c	۱۳/۶۷c	۱۳/۷۳c	۲۱۵/۸c	۲۲۶/۴c	۱/۷۱۱c	۱/۷۷۴c
a_2c_1	۹/۶۸۰b	۹/۸۳۴b	۱۸۴/۸c	۱۷۹/۸b	۸۸/۷۳b	۸۸/۴۶b	۳۹/۶۷b	۴۰/۴۹b	۱۶/۵۶b	۱۶/۴۲b	۲۵۴/۵b	۲۵۴/۹b	۲/۱۳۶b	۲/۳۴۱b
a_2c_2	۹/۵۵۳b	۹/۸۴۰b	۱۸۴/۶c	۱۸۵/۹b	۸۸/۵۵b	۸۹/۳۶b	۳۹/۹۱b	۳۸/۹۸b	۱۶/۵۶b	۱۶/۴۰b	۲۵۴/۷b	۲۶۱/۸b	۲/۲۱۹b	۲/۳۶۱b
a_3c_1	۱۲/۲۸۰a	۱۲/۸۸a	۲۰۰/۵b	۲۰۸/۰a	۱۰۶/۳۰a	۱۰۷/۰a	۴۲/۴۹a	۴۶/۴۷a	۱۷/۷۸a	۱۷/۶۹a	۲۸۸/۳a	۲۸۸/۸a	۲/۶۳۷a	۲/۹۶۲a
a_3c_2	۱۲/۲۹۰a	۱۲/۸۹a	۲۰۸/۸a	۲۰۹/۰a	۱۰۴/۳۰a	۱۰۵/۵a	۴۳/۷۷a	۴۶/۱۴a	۱۷/۳۳a	۱۷/۶۰a	۲۹۰/۱a	۲۹۰/۱a	۲/۷۷۷a	۳/۰۳۱a

تأثیر توأم تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای

در جدول ۸ اثر متقابل تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای ارائه شده است. همانطوری‌که مشاهده می‌شود در سال اول پژوهش اثر متقابل تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد دانه ذرت تاثیر معنی‌داری نداشت. بیشترین میزان عملکرد دانه برای هر دو سال پژوهش به‌ترتیب با مقادیر ۸/۶۶ و ۸/۹۵ در تیمار ۶۵ هزار بوته در هکتار و در کشت دو ردیفه (b_1c_2) مشاهده گردید و در مقابل تیمار ۸۵ هزار بوته در هکتار در تقابل با کشت دوردیفه (b_3c_2) کمترین مقدار عملکرد را به خود اختصاص داد (جدول ۸). اثر متقابل تراکم بوته و آرایش کاشت در سال دوم پژوهش بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود. اما در سال اول پژوهش در سطح یک درصد معنی‌دار بود و با توجه به نتایج مشاهده می‌شود که بیشترین مقدار ارتفاع بوته در هر دو سال پژوهش در تیمار ۶۵ هزار بوته در هکتار و در کشت دو ردیفه (b_1c_2) مشاهده گردید. در سایر

پارامترهای، ارتفاع بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، وزن هزار دانه نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما با بیشترین میزان از هر پارامتر در هر دو سال پژوهش در تیمار ۶۵ هزار بوته در هکتار و در کشت دو ردیفه (b_1c_2) مشاهده شد. اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد تحت اثر متقابل تراکم بوته و آرایش کاشت در سال اول پژوهش در بیوماس گیاه نیز مشاهده شد و بیشترین میزان بیوماس گیاه نیز برابر با ۲/۳۸ کیلوگرم در تیمار ۶۵ هزار بوته در هکتار و در کشت دوردیفه مشاهده شد (جدول ۸).

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای تحت تاثیر اثر متقابل تراکم بوته و آرایش کاشت در سال‌های ۱۳۸٤ و ۱۳۸۵

	عملکرد دانه (ton/ha)		ارتفاع بوته (cm)		ارتفاع بلال (cm)		تعداد دانه در ردیف		تعداد ردیف دانه		وزن هزار دانه (gr)		بیوماس (kg)	
تیمار	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵
b_1c_1	۸/۶۵a	۸/۹۵a	۱۷۹/۱b	۱۸۵/۶a	۸۴/۹۸a	۸۷/۲۴a	۴۱/۴a	۴۰/۱۹a	۱۶/۲۲a	۱۵/۸۹a	۲۵۸/۴a	۲۶۰/۵a	۲/۳۰ab	۲/۳۸a
b_1c_2	۸/۶۶a	۸/۹۵a	۱۸۱/۸ab	۱۸۶/۰a	۸۸/۹۷a	۸۸/۱۸a	۴۰/۰۲ab	۴۰/۳۰a	۱۶/۲۲a	۱۵/۸۹a	۲۵۶/۳a	۲۶۷/۱a	۲/۳۸a	۲/۳۷a
b_2c_1	۸/۳۵a	۸/۶۷ab	۱۸۰/۰ab	۱۸۲/۳a	۸۶/۸۰a	۸۸/۰۹a	۳۶/۹۸cd	۳۹/۴۰ab	۱۵/۶۷a	۱۶/۰۲a	۲۵۲/۸a	۲۴۹/۳a	۲/۰۱bc	۲/۶۱a
b_2c_2	۸/۲۶a	۸/۸۵ab	۱۸۷/۱a	۱۸۲/۴a	۸۹/۱۷a	۹۰/۳۱a	۳۸/۳۶bc	۳۸/۶۲ab	۱۵/۶۷a	۱۵/۹۱a	۲۴۸/۵a	۲۵۲/۹a	۲/۱۷abc	۲/۵۲a
b_3c_1	۸/۶۲a	۸/۶۶bc	۱۸۴/۹ab	۱۸۰/۲a	۹۰/۵۰a	۸۶/۷۷a	۳۵/۷۸d	۳۸/۸۷ab	۱۵/۸۹a	۱۶/۰۰a	۲۵۰/۷a	۲۵۲/۸a	۱/۹۴c	۲/۲۰a
b_3c_2	۸/۵۳a	۸/۴۲c	۱۸۱/۵ab	۱۸۴/۳a	۸۲/۹۷a	۸۶/۴۴a	۳۶/۵۹cd	۳۷/۰۱a	۱۵/۶۷a	۱۵/۹۳a	۲۵۵/۸a	۲۵۸/۳a	۲/۱۴abc	۲/۲۷a

تأثیر توأم سطوح آبیاری، تراکم بوته و آرایش کشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای

بر اساس مقایسه میانگین و آزمون دانکن در سال اول پژوهش ۶ تیمار $a_3b_1c_1$، $a_3b_1c_2$، $a_3b_2c_1$، $a_3b_2c_2$، $a_3b_3c_1$ و $a_3b_3c_2$ در یک گروه آماری با حداکثر مقدار عملکرد و ۶ تیمار $a_1b_1c_1$، $a_1b_1c_2$، $a_1b_2c_1$، $a_1b_2c_2$، $a_1b_3c_1$ و $a_1b_3c_2$ در یک گروه آماری با حداقل میزان عملکرد قرار دارند. در سال دوم پژوهش نیز ۴ تیمار $a_3b_1c_1$، $a_3b_1c_2$، $a_3b_2c_1$ و $a_3b_2c_2$ در یک گروه آماری با حداکثر مقدار عملکرد و ۶ تیمار $a_1b_1c_1$، $a_1b_1c_2$، $a_1b_2c_1$، $a_1b_2c_2$، $a_1b_3c_1$ و $a_1b_3c_2$ در یک گروه آماری با حداقل میزان عملکرد قرار گرفتند. بیشترین مقدار عملکرد دانه در هر دو سال پژوهش به ترتیب برابر با مقدار ۱۲/۶۸و ۱۳/۴۲ تن در هکتار در تیمار $a_3b_1c_1$ و $a_3b_1c_2$ مشاهده شد. در سال دوم پژوهش ۶ تیمار $a_3b_1c_1$،$a_3b_1c_2$، $a_3b_2c_1$، $a_3b_2c_2$، $a_3b_3c_1$ و $a_3b_3c_2$ در یک گروه آماری با حداکثر مقدار عملکرد دانه قرار گرفتند (جدول ۹). بیشترین میزان ارتفاع بوته در سال اول پژوهش در تیمار $a_3b_2c_2$ و برابر با مقدار ۲۱۶/۳ سانتی‌متر و در سال دوم پژوهش نیز بیشترین میزان ارتفاع بوته در یک گروه آماری مشابه a و در تیمارهای $a_3b_1c_1$، $a_3b_1c_2$، $a_3b_2c_1$، $a_3b_2c_2$، $a_3b_3c_1$ و $a_3b_3c_2$ مشاهده شد. بیشترین مقدار ارتفاع بلال در سال اول پژوهش در تیمار $a_3b_1c_2$ و برابر با مقدار۱۰۷ سانتی‌متر بدست آمد. در سال دوم پژوهش نیز ۲ تیمار $a_3b_1c_2$ و $a_3b_2c_1$ در یک گروه آماری با حداکثر مقدار ارتفاع بلال به ترتیب با مقادیر ۱۰۷/۵ و ۱۰۹/۲ سانتی‌مترقرار گرفتند. بیشترین تعداد دانه در ردیف و ردیف دانه در سال اول و دوم پژوهش در تیمار$a_3b_3c_1$، $a_3b_3c_2$ مشاهده گردید. در سال اول پژوهش تیمارهای $a_3b_2c_1$، $a_3b_3c_1$ و $a_3b_3c_2$ از نظر مقدار وزن هزار دانه در یک گروه آماری قرار گرفتند و بیشترین مقدار وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. در سال دوم پژوهش نیز تیمار $a_3b_1c_1$ بیشترین مقدار وزن هزار دانه را به خود اختصاص داد. بیشترین مقدار بیوماس گیاه در سال اول پژوهش در تیمار $a_3b_1c_2$ و در سال دوم پژوهش نیز ۳ تیمار $a_3b_1c_2$، $a_3b_2c_1$ و $a_3b_2c_2$ بیشترین مقدار بیوماس گیاه رادر یک گروه آماری به خود اختصاص دادند (جدول ۹).

جدول ۹- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای تحت تاثیر اثر متقابل سطوح آبیاری، تراکم بوته و آرایش کشت در سال‌های ۱۳۸٤ و ۱۳۸۵

تیمار	عملکرد دانه (ton/ha)		ارتفاع بوته (cm)		ارتفاع بلال (cm)		تعداد دانه در ردیف	
	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵
$a_1b_1c_1$	۳/۵۵c	۳/۵۷e	۱۵۷/۱f	۱۶۷/۶cd	۶۲/۹۳gh	۶۵/۱۷fg	۳۵/۸۰de	۳۲/۵۷f
$a_1b_1c_2$	۳/۷۱c	۳/۳۱e	۱۵۶/۳f	۱۶۱/۱d	۷۴/۹۰defgh	۶۷/۰۳fg	۳۴/۱۳ef	۳۲/۳۳f
$a_1b_2c_1$	۳/۶۵c	۳/۶۹e	۱۶۰/۹f	۱۵۶/۳d	۷۳/۴۳defgh	۷۳/۳۳efg	۳۱/۳۳fg	۳۱/۴۰f
$a_1b_2c_2$	۴/۹۰۳c	۳/۷۲e	۱۵۵/۶f	۱۵۸/۲d	۶۹/۸۳efgh	۷۳/۱۰efg	۳۰/۶۷g	۳۱/۲۷f
$a_1b_3c_1$	۳/۸۱c	۳/۷۳e	۱۵۸/۲f	۱۵۷/۱d	۶۵/۴۷fgh	۶۱/۵۰g	۲۸/۸۷g	۳۰/۵۳f
$a_1b_3c_2$	۳/۶۵c	۳/۴۵e	۱۵۹/۰f	۱۵۴/۰d	۶۰/۱۷h	۷۰/۰۳bcd	۲۹/۰۷g	۲۸/۸۳f
$a_2b_1c_1$	۹/۷۳b	۱۰/۱۰c	۱۸۱/۷e	۱۸۱/۷bc	۸۸/۲۰abcde	۸۹/۶۷cd	۴۴/۴۰a	۴۲/۶۰bcd
$a_2b_1c_2$	۹/۸۹b	۱۰/۱۲c	۱۸۰/۸e	۱۸۶/۴b	۸۵/۰۰bcdef	۹۰/۰۳bcd	۴۲/۰۰ab	۴۲/۱۳cd
$a_2b_2c_1$	۹/۴۰b	۹/۵۹d	۱۸۰/۴e	۱۷۷/۴bc	۸۱/۵۳cdefg	۸۱/۷۰de	۳۷/۶۰cd	۳۸/۵۳de
$a_2b_2c_2$	۹/۲۱b	۹/۸۰cd	۱۸۹/۲de	۱۸۵/۷b	۹۲/۰۰abcd	۹۳/۳۳abcd	۴۰/۴۰bc	۳۷/۸۰e
$a_2b_3c_1$	۹/۹۰b	۹/۸۰cd	۱۹۲/۴cde	۱۸۰/۳bc	۹۶/۴۷abc	۹۴/۰۰abcd	۳۷/۰۰de	۴۰/۳۳de
$a_2b_3c_2$	۹/۵۵b	۹/۵۹d	۱۸۳/۷e	۱۸۵/۴b	۸۸/۶۶abcde	۸۴/۷۲de	۳۷/۳۳cde	۳۷/۰۰e
$a_3b_1c_1$	۱۲/۶۸a	۱۳/۲۰a	۱۹۸/۶bcd	۲۰۷/۶a	۱۰۳/۸۰ab	۱۰۶/۹ab	۴۴/۰۰a	۴۵/۴۰abc
$a_3b_1c_2$	۱۲/۳۸a	۱۳/۴۲a	۲۰۸/۲ab	۲۱۰/۳a	۱۰۷/۰a	۱۰۷/۵a	۴۳/۹۳a	۴۶/۴۶ab
$a_3b_2c_1$	۱۲/۰a	۱۳/۰a	۱۹۸/۸bcd	۲۱۳/۲a	۱۰۵/۴ab	۱۰۹/۲a	۴۲/۰۰ab	۴۸/۲۷a
$a_3b_2c_2$	۱۲/۱a	۱۳/۰۳a	۲۱۶/۳a	۲۰۳/۳a	۱۰۵/۷a	۱۰۴/۵abc	۴۴/۰۰a	۴۶/۸۰ab
$a_3b_3c_1$	۱۲/۱۵a	۱۲/۴۶b	۲۰۴/۲bc	۲۰۳/۲a	۱۰۹/۶bc	۱۰۴/۸abc	۴۱/۴۷ab	۴۵/۷۳abc
$a_3b_3c_2$	۱۲/۳۸a	۱۲/۲۳b	۲۰۱/۸abc	۲۱۳/۵a	۱۰۰/۱bc	۱۰۴/۶abc	۴۳/۳۷ab	۴۵/۲۰abc

ادامه جدول ۹

تیمار	تعداد ردیف دانه		وزن هزار دانه (gr)		بیوماس (kg)	
	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵	سال ۸۴	سال ۸۵
$a_1b_1c_1$	۱۳/۶۷d	۱۴/۰۰e	۲۳۱/۱fgh	۲۲۴/۷efg	۱/۸۸۳def	۱/۷۹f
$a_1b_1c_2$	۱۴/۳۳d	۱۴/۰۰e	۲۲۳/۶gh	۲۳۷/۹defg	۱/۷۱۷efg	۱/۷۲f
$a_1b_2c_1$	۱۳/۰۰d	۱۳/۴۰e	۲۱۳/۲h	۲۱۳/۳g	۱/۳۰۰g	۲/۲۳de
$a_1b_2c_2$	۱۳/۰۰d	۱۳/۰۷e	۲۱۰/۵h	۲۱۷/۳fg	۱/۷۱۷efg	۱/۹۶ef
$a_1b_3c_1$	۱۳/۶۷d	۱۴/۰e	۲۱۳/۰h	۲۱۸/۷fg	۱/۲۸g	۱/۶۵f
$a_1b_3c_2$	۱۳/۶۷d	۱۴/۱۳e	۲۱۳/۲h	۳۳۴/۱efg	۱/۷۰fg	۱/۶۳f
$a_2b_1c_1$	۱۷/۰۰abc	۱۶/۶۰bcd	۲۶۴/۰bcde	۲۵۸/۱bcde	۲/۲۸bcde	۲/۲۰de
$a_2b_1c_2$	۱۷/۳۳ab	۱۶/۵۳bcd	۲۵۳/۳ef	۲۷۲/۳abcd	۲/۳۶bcd	۲/۳۶cd
$a_2b_2c_1$	۱۶/۶۷abc	۱۶/۶۷bcd	۲۵۷/۱de	۲۵۳/۷cdef	۲/۰۵cdef	۲/۵۰cd
$a_2b_2c_2$	۱۶/۶۷abc	۱۷/۰۰abc	۲۴۸/۷ef	۲۵۴/۵bcdef	۲/۲۶bcdef	۲/۴۳cd
$a_2b_3c_1$	۱۶/۰۰bc	۱۶/۰۰cd	۲۴۲/۵efg	۲۵۲/۹cdef	۲/۰۷cdef	۲/۳۱cd
$a_2b_3c_2$	۱۵/۶۷c	۱۵/۶۷d	۲۶۲/۰cde	۲۵۸/۷bcde	۲/۰۳cdef	۲/۲۸cd
$a_3b_1c_1$	۱۸/۰۰a	۱۷/۰۷abc	۲۸۰/۱abcd	۲۹۸/۷a	۲/۷۴ab	۳/۱۵de
$a_3b_1c_2$	۱۷/۰۰abc	۱۷/۱۳abc	۲۹۱/۹a	۲۹۱/۰abc	۳/۰۸a	۳/۰۲a
$a_3b_2c_1$	۱۷/۳۳ab	۱۸/۰۰a	۲۸۸/۱a	۲۸۰/۹abc	۲/۶۸ab	۳/۱۰a
$a_3b_2c_2$	۱۷/۳۳ab	۱۷/۳۷ab	۲۸۶/۳abc	۲۸۷/۰abc	۲/۵۳abc	۳/۱۶a
$a_3b_3c_1$	۱۸/۰۰a	۱۸/۰۰a	۲۹۶/۷a	۲۸۶/۷abc	۲/۴۸bc	۲/۶۳bc
$a_3b_3c_2$	۱۷/۶۷a	۱۸/۰۰a	۲۹۲/۲a	۲۹۲/۲abc	۲/۷۱ab	۲/۹۰ab

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش تنش آبی، صفات عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای کاهش یافت. بیشترین مقدار عملکرد دانه، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، وزن هزار دانه و بیوماس گیاه در سال‌های اجرای طرح در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و تراکم کشت ۶۵ هزار بوته

(b_1) در هکتار بدست آمده است. کمترین مقدار عملکرد و هر کدام از اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در هر کدام از سال‌های مورد پژوهش نیز در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی (a_1) مشاهده شد. اعمال کم آبیاری برای زراعت ذرت چندان اثربخش نبود. در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی با کاهش مصرف آب به میزان ۲۵ درصد، عملکرد دانه به ترتیب برابر با ۲۱/۷۴ و ۲۳/۷۳ درصد برای سال های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ کاهش یافت ولی در تیمار ۵۰ درصد با کاهش مصرف آب به میزان ۵۰ درصد، عملکرد دانه به میزان قابل توجهی، یعنی ۷۰/۳۵ و ۷۲/۲۲ درصد به ترتیب برای سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ کاهش یافت. تراکم بوته اثر معنی‌داری بر روی عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت نداشت. بیشترین مقدار عملکرد دانه، ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، وزن هزار دانه و بیوماس گیاه در سال‌های اجرای طرح در تراکم کشت ۶۵ هزار بوته (b_1) در هکتار بدست آمده است. اثر متقابل تیمار سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته نشان داد که تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی در تراکم ۶۵ هزار بوته در هکتار (a_3b_1) بیشترین میزان عملکرد را به ترتیب با مقادیر ۱۲/۵۳ و ۱۳/۳۱ تن در هکتار در هر دو سال پژوهش ۸۴ و ۸۵ به خود اختصاص داد. کمترین میزان ارتفاع بوته، ارتفاع بلال و تعداد دانه در ردیف برای هر دو سال پژوهش در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی و تراکم کاشت ۸۵ هزار بوته در هکتار (a_1b_3) مشاهده شد. تحت تأثیر توأم سطوح مختلف آبیاری و آرایش کاشت بیشترین میزان عملکرد دانه و اجزای عملکرد در هر دو سال پژوهش به ترتیب با مقادیر ۱۲/۲۹ و ۱۲/۸۹ تن در هکتار در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کشت دو ردیفه (a_3c_2) مشاهده شد. بر اساس مقایسه میانگین و آزمون دانکن در سال اول پژوهش ۶ تیمار $a_3b_1c_1$، $a_3b_1c_2$، $a_3b_2c_1$، $a_3b_2c_2$، $a_3b_3c_1$ و $a_3b_3c_2$ در یک گروه آماری با حداکثر مقدار عملکرد و ۶ تیمار $a_1b_1c_1$، $a_1b_1c_2$، $a_1b_2c_1$، $a_1b_2c_2$، $a_1b_3c_1$ و $a_1b_3c_2$ در یک گروه آماری با حداقل میزان عملکرد قرار دارند.

منابع

حیدری سورشجانی، س.، شایان‌نژاد، م.، نادری، م. و حقیقتی، ب. ۱۳۹۴. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت علوفه‌ای (رقم NS) و تعیین عمق بهینه آبیاری آن در شرایط کمبود آب. نشریه علوم آب و خاک. ۱۹ (۷۳): ۱۳۷-۱۲۵.

دهقانی‌سانیج، ح.، کنعانی، ا. و اخوان، س. ۱۳۹۶. ارزیابی تبخیر-تعرق ذرت و اجزای آن و ارتباط آنها با شاخص سطح برگ در سیستم آبیاری قطرهای سطحی و زیرسطحی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۳۱ (۶): ۱۵۶۰-۱۵۴۹.

دهقانی‌سانیج، ح.، کنعانی، ا. و حمامی، م. ۱۳۹۶. کاربردسیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و پارامترهای مدیریت آن در زراعت ذرت. نشریه مدیریت آب در کشاورزی. جلد ۳ (۲): ۵۲-۳۹.

صادقی، ف.، غ. احمدی و ع. رضائی‌زاده. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای، تراکم کاشت و آرایش کاشت بر عملکرد رقم ایدبخش ذرت (KSC700). خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران.

مسجدی، ع.و شکوه‌فز، ع. و علوی فاضل، م. ۱۳۸۷. تعیین مناسبترین دور آبیاری ذرت تابستانه (هیبرید۷۰۴.SC) و بررسی اثر تنش خشکی بر محصول با استفاده از اطلاعات تشت تبخیر کلاس A. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲ (۴۶): ۵۵۰-۵۴۳.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith M. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage. No, 56. FAO, Rome.

Ameer. H. K. 2010. Corn crop response under managing different irrigation and salinity levels. Agricultural Water Management. 97: 1553 – 1563.

Ayars, J.E., Fulton, A. and Taylor, B. 2015. Subsurface drip irrigation in California—Here to stay? Agricultural Water Management. 157: 39-47.

Bordovsky, J. P. and Porter, D. 2003. Cotton response to pre-plant irrigation level and irrigation capacity using spray, LEPA and subsurface drip irrigation. ASAE Paper No. 032008. St. Joseph, Mich.: ASAE.

Djaman, k. 2011. Crop evapotranspiration, crop coefficients, plant growth and yield parameters, and nutrient uptake dynamics of maize (zea mays l.) Under full and limited irrigation. Effect

root/shoot ratio of maize .Plant and Soil .147:87-93.

Sakellariou, M., Papalexis, D., Nakos, N. and Kalav rouziotis, L. K. 2007. Methods on growth and energy production of sweet sorghum (Var. Keller) on a dry year in Greece. University of Thessaly, school of Agricultural sciences, Department of Agriculture, crop production and Rural Enviroment Hydraulics Laboratry, volos, Greece.

Sander, J.Z. and Bastiaanssen, W.G. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigation wheat, rice, cotton and maize. Agricultural Water Management. 69:115-133.

Sangoi, L., Gracietti, M. A., Rampazzo, C. and Bianchetti, P. 2002. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. Field Crops Research. 79 (1): 39-51

Wilcox, J.R. 1974. Response of three soybean strains to equidistant and spacing. Agronomy Journal. 66:409-412.

of irrigation on yield and above-ground biomass, University of Nebraska, Lincoln. 61-67.

Earley, E., Rath, B., Sief, R. D. and Hageman, R. H. 2001. Effects of shade applied at different stage of plant development on corn production. Crop Science. 7:151-159.

Early, E.B., Miller, R.J. and Seif, R.D. 1966. Effects of shade on maize production under field conditions .Crop Science. 6:1- 7.

Lamm, F. R., Bordovsky, J. P., Schwankl, L. J., Grabow, G. L., Enciso-Medina, J., Peters, R. T., Colaizzi, P. D., Trooien, T. P. and Porter, D. O. 2012. Subsurface drip irrigation: Status of the technology in 2010. Transactions of the ASABE. 55(2): 483-491.

Lamm, F. and Trooien, T. 2001. Irrigation capacity and plant population effects on corn production using spi.in proc, Irrigation assn.int'l.irrigation technical conf. Nov. 4-6, 2001, San antanio, Tx. 73-80.

Sabindemetes, M. and S.Pellerin.1992. Effect of mutual shading on the emergence of nodal and

Water Management in Agriculture
Vol. 6, No. 1, Spring and Summer 2019, 135-147

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۶، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۸، ص. ۱۴۷-۱۳۵

Interaction of Different Levels of Irrigation, Planting Arrangement and Plant Density on Yield and Yield Components of Maize (KSC700) under Subsurface Drip Irrigation System

S.h. Ashrafi[1]

Abstract

The aime of this study was to investigate interaction of different levels of irrigation, planting arrangement and plant density on yield and yield components of maize (KSC700) under subsurface drip irrigation system . The experimental design was laid out as split plot design based on randomized complete blocks with three replications. Main plots were three irrigation levels: 50, 75 and 100% of water requirement and sub plots were three plant densities: 65000, 75000 and 85000 plants per hectare and sub-sub plots were two planting patterns, one and two row plant per bed. The results showed that the highest and lowest grain yields in the first and second years of the study (with the values of 12.28 and 3.64 and 12.89 and 3.58ton/ha, respectively) were allocated to 100 and 50 of water requirement, respectively. Under plant density conditions of 65,000 plants per hectare and two-row cultivation with 100% water requirement, maximum grain yield, plant height, ear height, number of seeds per row, number of grain rows, 1000-seed weight and plant biomass were observed. Compared to 100% of water requirement, in 75% of water requirement with 25% reduction in water consumption, grain yield decreased by 21.74 and 23.73% for the first and second years, respectively.But in the 50% of water requirement, with 50% reduction in water consumption, grain yield decreased significantly (ie 70.35 and 72.22% for the first and second years). Yield and yield components (plant height, ear height, number of seeds per row, number of grain rows, 1000-seed weight and plant biomass) in all studied treatments in contrast to 100% water requirement conditions have the highest amount and in contrast to 50% of the water requirement have a minimum amount. Based on the results of this study, providing 100% of the water requirement in contrast to the planting density of 65,000 plants per hectare and two-row planting arrangement, in order to achieve the maximum yield and yield components of corn can be recommended.

Keyword: Deficit irrigation, Planting arrangement, Plant biomass, Plant density, Water requirement, 1000-Seed weight

[1] Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran (Email: shah1343@yahoo.com)
Received: 3 May 2019
Accepted: 5 August 2019