

## پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای به سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته تحت سامانه آبیاری قطره‌ای سطحی

شهرام اشرفی<sup>۱</sup>

### چکیده

به منظور ارزیابی سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته پژوهشی مزرعه‌ای به صورت کرت‌های نواری خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو حالت کشت یک ردیفه و دو ردیفه تحت سامانه آبیاری قطره‌ای سطحی، در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ در استان البرز اجرا شد. کرت‌های عمودی شامل چهار تیمار آبیاری ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی و کرت‌های افقی شامل سه تراکم ۶۵، ۷۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار و کرت‌های فرعی نیز شامل دو آرایش کاشت یک و دو ردیفه بود. نتایج نشان داد عملکرد دانه با افزایش میزان آب مصرفی، افزایش یافته است به طوری که سطح آبیاری ۱۲۵ درصد نیاز آبی و سطح آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی به ترتیب در سال‌های اول و دوم با میانگین‌های عملکرد ۱۲/۴۱، ۳/۴۶ و ۱۳/۲۸، ۳/۳۷ تن در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد را به خود اختصاص داده‌اند. در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی با افزایش مصرف آب به میزان ۲۵ درصد، عملکرد دانه به ترتیب برابر با ۲۱ و ۱۸ درصد برای سال‌های اول و دوم افزایش و در تیمار ۵۰ درصد با کاهش مصرف آب به میزان ۵۰ درصد، عملکرد دانه به میزان قابل توجهی، یعنی ۶۴ و ۶۹ درصد برای سال‌های اول و دوم 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 تراکم کشت ۶۵ هزار بوته در هکتار بدست آمده است. تحت تأثیر توأم سطوح مختلف آبیاری و آرایش کاشت، بیشترین مقدار عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و در کشت دو ردیفه، مشاهده شد. با توجه به محدودیت‌های بوجود آمده در منابع آبی کشور، اگر کلیه مناطق کشور را به سه منطقه کم آب، متوسط و پر آب تقسیم‌بندی نمائیم می‌توان پیشنهاد نمود که در مناطق کم آب میزان ۷۵ درصد نیاز آبی با تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار و آرایش کاشت یک ردیفه، و در مناطق با منابع آبی متوسط، میزان ۱۰۰ درصد نیاز آبی با تراکم ۷۵ هزار بوته و آرایش کاشت دو ردیفه و در مناطق با منابع آبی غنی، ۱۲۵ درصد نیاز آبی با تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار و آرایش کشت دو ردیفه به عنوان الگوی پیشنهادی برای حصول حد اکثر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت استفاده گردد. لازم به ذکر است که سایر نهاده‌های تولید شامل نور، درجه حرارت و مواد مغذی در خاک برای حصول به حداکثر تولید در این مناطق باید مهیا باشد.

**واژه‌های کلیدی:** قطره‌ای سطحی، کم آبیاری، تبخیر-تعرق، اجزای عملکرد ذرت، کشت یک ردیفه و دو ردیفه

### مقدمه

بهترین گزینه‌ها برای ایجاد کشاورزی پایدار می‌باشد (اشرفی و همکاران، ۱۳۹۳). ذرت در قسمت اعظم دنیا یک گیاه غذایی بسیار مهم به شمار می‌آید و از نظر تولید و سطح زیر کشت، بعد از گندم و برنج سومین محصول در میان غلات است (FAO, 2011). به تقریب کلیه قسمت‌های آن اعم از ساقه، برگ، دانه و حتی کاکل و چوب بلال آن مصرف می‌شود و بیش از ۵۰۰ نوع فرآورده مختلف از آن به دست می‌آید. در چند دهه اخیر، روش آبیاری قطره‌ای به عنوان یک راه حل بالقوه برای شرایط کمبود

با توجه به افزایش جمعیت و کاهش سالانه نزولات جوی و محدود بودن منابع تامین کننده آب در جهان، استفاده بهینه از منابع آبی برای کشت گیاهان زراعی در بخش کشاورزی، یکی از

۱- استادیار مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی و کشاورزی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران (shah1343@yahoo.com)  
تاریخ دریافت: ۹۸/۹/۸  
تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۱۲

آب توجه زیادی را به خود جلب کرده است (Venot et al., 2014; Ayars et al., 2015; Lamm et al., 2012). آنچه مسلم است کم آبیاری به کاهش عملکرد می انجامد و عملکرد گیاهان تحت تاثیر زمان و روش اعمال کم آبیاری قرار می گیرد. مقدار آب مصرفی و عملکرد محصول گیاه ذرت در سامانه های آبیاری توسط متخصصان مختلف مورد بررسی و تحقیق قرار گرفته است.

در تحقیقی در منوفیای مصر به بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری (۵ سطح آبیاری  $0/6ET$ ،  $0/8ET$ ،  $ET$ ،  $1/2ET$  و  $1/4ET$ ) بر روی گیاه ذرت پرداخته شد و نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کمترین و بیشترین عملکرد ذرت به ترتیب در سطح آبیاری  $0/6ET$  و  $ET$  مشاهده شد (Ameer, 2010). در تحقیق دیگری گزارش شد که احتمالاً کاهش عملکرد هر گیاه در اثر افزایش تراکم به علت کاهش تشعشع خورشیدی در قسمت های پایین پوشش گیاهی می باشد (Earley et al., 2001).

محققان دیگری نیز گزارش کردند که هیبریدهای مختلف ذرت نسبت به تراکم کاشت عکس العمل های متفاوتی نشان دادند، ولی هیبریدهای با ارتفاع بوته کمتر در مقابل افزایش تراکم عملکرد بهتری داشتند (Sangoi et al., 2002). در تحقیق دیگری که به بررسی تاثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی و تعیین عمق بهینه آبیاری ذرت علوفه ای پرداخته شد، گزارش کردند که تحت سطوح ۴۰ و ۱۳۰ درصد آبیاری کامل به ترتیب برابر با  $1/43$  و  $1/88$  تن در هکتار، کمترین و بیشترین عملکرد ذرت حاصل شد. همچنین بیشترین و کمترین میزان بهره وری مصرف آب نیز به ترتیب برابر با  $17/16$  و  $1/10$  کیلوگرم در مترمکعب در تیمارهای سطوح ۴۰ و ۱۳۰ درصد آبیاری کامل حاصل شد (حیدری سورجانی و همکاران، ۱۳۹۴).

در یافته های دیگر محققان نیز گزارش شد که میزان تولید دانه ذرت در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی تقریباً مشابه تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی بود ولی نسبت به دو تیمار ۵۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی، تیمار بدون آبیاری به طور معنی داری بیشتر بود

(Djaman, 2011). پیت در تحقیق خود تراکم ۴۴۴۰۰ تا ۵۴۳۰۰ بوته در هکتار را با فاصله ردیف های بین  $76/2$  تا  $106/6$  سانتی متر و فاصله بوته های روی ردیف  $15/2$  تا  $30/4$  سانتی متر برای مناطق جنوبی آمریکا را توصیه کرده است (Peet, 2004). اهمیت تولید ذرت و محدودیت منابع آب در ایران و جهان بر هیچکس پوشیده نیست. در سال های اخیر، چالش بزرگ بخش کشاورزی تولید غذای بیشتر از آب کمتر است که با افزایش تولید محصول از آب قابل حصول است. بنابراین، با توجه به اهمیت تولید ذرت و مسئله بحران آب در کشور انجام این تحقیق ضروری به نظر می رسد. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف بررسی پاسخ عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای به سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته در حالت کشت یک و دو ردیفه تحت سامانه آبیاری قطره ای سطحی در طی دو سال ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ در منطقه کرج اجرا گردید.

## مواد و روش ها

### مشخصات منطقه مورد مطالعه

پژوهش حاضر به صورت اسپیلت بلوک (طرح بلوک های خرد شده) در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی و در سه تکرار، در سال های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ 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  $35^\circ$  درجه و  $48'$  دقیقه شمالی و طول جغرافیایی  $51^\circ$  درجه و  $10'$  دقیقه شرقی و با میانگین ارتفاع متوسط  $1312$  متر از سطح دریا اجرا شد. کرت های عمودی شامل چهار تیمار آبیاری ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی به ترتیب با علامت های  $a_1$ ،  $a_2$  و  $a_3$  و  $a_4$  و کرت های افقی شامل سه تراکم ۶۵، ۷۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار به ترتیب با علامت های  $b_1$ ،  $b_2$  و  $b_3$  و کرت های فرعی نیز شامل دو آرایش کاشت یک و دو ردیفه به ترتیب با علامت های  $c_1$  و  $c_2$  بود، که بر روی پشته های ۷۵ سانتی متری کشت گردیدند. منطقه از لحاظ آب و هوایی جزء مناطق خشک و نیمه خشک بود و میانگین بارندگی سالیانه در ایستگاه هواشناسی کرج  $279/3$  میلی متر می باشد.

نمونه‌های خاک از اعماق ۰-۲۰، ۲۰-۴۰، ۴۰-۶۰ و ۶۰-۸۰ سانتی‌متری برداشت و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها تعیین گردید. 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 درصد می‌باشد.

حداکثر بارندگی در فروردین ماه معادل ۳۷/۶ میلی‌متر و حداقل میزان بارندگی در تیر ماه ۰/۵ میلی‌متر می‌باشد. میانگین حداکثر درجه 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. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از آماده‌سازی زمین

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 ( $\text{gr/m}^3$ )	۱/۴۲	۱/۴۲	۱/۴۲	۱/۴۲
رطوبت حجمی در ظرفیت مزرعه (%)	۲۲/۵	۲۲/۴۱	۲۲/۳۷	۲۲/۱
رطوبت حجمی در نقطه پژمردگی (%)	۹/۸	۹/۶	۹/۵	۹/۴۵
واکنش خاک pH	۷/۶۲	۷/۷۹	۷/۵۹	۷/۵۴
هدایت الکتریکی EC ( $\text{dS/m}$ )	۱/۴۳	۱/۷۱	۱/۸۱	۲/۷۶
( $\text{meq/lit}$ ) Ca+Mg	۱۶/۰	۲۰/۰	۲۴/۰	۲۶/۰
( $\text{meq/lit}$ ) Na	۴/۱۱	۴/۱۸	۴/۸۳	۵/۴۵
( $\text{meq/lit}$ ) Cl	۱۴/۰	۱۴/۰	۱۲/۰	۱۰/۰
( $\text{meq/lit}$ ) $\text{HCO}_3$	۲/۰	۳/۲	۴/۰	۴/۰
( $\text{meq/lit}$ ) $\text{SO}_4$	۷/۳۸	۱۰/۳۲	۱۱/۵۱	۱۵/۲

محل طرح گرفته شد که نتایج تجزیه آن مطابق جدول (۲) ارائه شده است

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

جدول ۲- نتایج تجزیه کیفی آب

پارامترها	EC (dS/m)	pH	کاتیون‌های محلول (meq/lit)				آنیون‌های محلول (meq/lit)			SAR
			Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
آب آبیاری	۰/۸	۷/۸	۳	۲/۴	۲/۴	—	—	۱/۸	۲/۳۵	۱/۹۳

T-Tape ساخت شرکت آبفشان جنوب بودند. فاصله قطره-چکان‌ها روی لوله ۳۰ سانتی متر، شدت آبدی در فشار ۰/۸ بار در هر متر از طول لوله آبدی ۴/۲ لیتر در ساعت، ضخامت نوار ۲۰۰ میکرون، قطر داخلی نوار ۱۶/۵ میلی‌متر و فشار ترکیبگی نوار، ۴ بار بود.

در این پژوهش دور آبیاری با توجه به مشکلات موجود جهت آبیاری مزرعه به تعداد سه آبیاری در هر هفته و در روزهای معین

برای آماده‌نمودن زمین ابتدا در پائیز هر سال محل اجرای طرح شخم عمیق زده‌شده 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. سامانه آبیاری استفاده شده در این پژوهش سامانه آبیاری قطره‌ای سطحی بود. لوله‌های آبیاری قطره‌ای استفاده شده در این پژوهش لوله‌های

و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌طور یکنواخت توزیع شد. کود اوره به دفعات و از طریق تانک کود در طول دوره رشد به سیستم تزریق شد. به‌منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۰ (KSC700) شامل عملکرد دانه، ارتفاع گیاه، ارتفاع اولین بلال، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و وزن بیوماس اندازه‌گیری شد. آنالیز آماری و همچنین مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی و فرعی با نرم‌افزار MSTATC انجام گرفت.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مستقل سطوح مختلف آب آبیاری بر میزان عملکرد، اجزای عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای که در هر دو سال مورد پژوهش (سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴)، در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار داشت. اما در سال دوم پژوهش سطح آبیاری بر روی ارتفاع بلال اختلاف معنی‌داری نداشت. تراکم بوته در سال اول پژوهش بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای به غیر از بیوماس گیاه در سطح یک درصد معنی‌دار بود اما بر بیوماس گیاه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. در سال دوم پژوهش تراکم بوته تاثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد نداشت. آرایش کاشت نیز در هر دو سال پژوهش، تاثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای نداشت، که دلیل معنی‌دار نشدن آن طبق نظر ویل کاکس این است که در محدوده تراکم‌های متعارف اثر آرایش کاشت بر عملکرد اندک است (Wilcox, 1974). در سال اول پژوهش، تاثیر توأم 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. اما در سال دوم پژوهش بر عملکرد، ارتفاع بوته، تعداد ردیف دانه و بیوماس گیاه در سطح یک درصد و بر تعداد دانه در ردیف، ارتفاع بلال و وزن هزار دانه در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار گذاشت (جدول ۳).

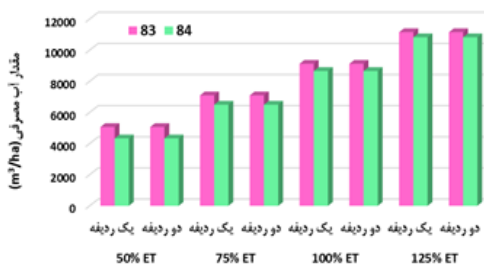
شنبه، دوشنبه و چهارشنبه انجام گردید. برای محاسبه حجم آب آبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای، تبخیر - تعرق پتانسیل ( $ET_0$ ) با استفاده از اطلاعات روزانه ایستگاه هواشناسی استان البرز و با روش فائو پنمن - مانیتث (PM) تعیین گردید (Allen et al., 1998). سپس با استفاده از ضریب گیاهی ( $K_c$ ) اصلاح‌شده ذرت برای منطقه کرج با استفاده از دستورالعمل نشریه فائو ۵۶ (Allen et al., 1998)، تبخیر و تعرق گیاه ( $ET_c$ ) به دست آمد. در نهایت تعرق گیاهی و عمق ناخالص آبیاری در سامانه قطره‌ای سطحی از روابط زیر محاسبه گردید:

$$ET_c = ET_0 \times K_c \quad (۱)$$

$$T_d = ET_c [0.1(P_d)^{0.5}] \quad (۲)$$

$$I_g = T_d / (Eu/100) \quad (۳)$$

در این رابطه  $ET_c$ : تبخیر و تعرق روزانه گیاه (میلی‌متر بر روز)،  $ET_0$ : تبخیر و تعرق گیاه مرجع (میلی‌متر بر روز)،  $K_c$ : ضریب گیاهی روزانه ذرت در دوره‌های مختلف رشد برای منطقه کرج،  $T_d$ : 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 آبیاری در هر نوبت (میلی‌متر)،  $Eu$ : ضریب یکنواختی قطره‌چکان‌ها (درصد). مقدار آب مصرفی برای هر کدام از تیمارهای مورد پژوهش در طول سال‌های زراعی ۱۳۸۳ الی ۱۳۸۴ در شکل (۱) ارائه شده است.



شکل ۱- مقادیر آب مصرفی تیمارهای مختلف آبیاری

مقدار کود مصرفی برای ذرت در تمام تیمارها به طور یکسان اعمال شد و کود موردنیاز ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (سال ۱۳۸۳)

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	۴/۶۴۱	۶۴۶۶/۰۵	۱۶۸/۹۷	۲۰/۲	۱۵/۳	۲۷۹۸/۱۵	۰/۰۹۱
سطح آبیاری	۳	۲۶۸/۶۶**	۲۸۰۴۷/۹**	۹۳۸۰/۵**	۱۹۳۶/۱**	۱۱۸/۶**	۲۲۱۱۴/۱**	۱۰/۵۳**
خطای سطح آبیاری	۶	۱/۶۱۸	۵۲۸/۲	۱۴۷/۲	۳۸/۹	۲/۹۱	۱۳۳۲	۰/۰۰۷
تراکم بوته	۲	۲/۲۸۹**	۲۸۰/۱**	۲۷۵/۲**	۴۱/۳**	۰/۸**	۸۶۶/۳**	۱/۳۳*
خطای تراکم بوته	۴	۱/۸۷۶	۹۸۴/۴	۵۹۵/۵	۴۸/۱	۵/۷۱	۹۷۰/۹	۰/۱۶۱
اثرات متقابل سطح آبیاری در تراکم بوته	۶	۰/۸۹۶**	۱۱۷/۷**	۱۶۱/۰**	۱۰/۱**	۲/۲۱**	۱۱۵۱/۰۹**	۰/۲۱۱**
خطای سطح آبیاری در تراکم بوته	۱۲	۱/۳۳۶	۴۸۰/۰	۲۵۴/۶	۱۶/۱	۱/۰۷	۱۸۴۰/۱	۰/۱۵۴
آرایش کاشت	۱	۰/۰۱۴ <sup>ns</sup>	۶۱۱/۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۷ <sup>ns</sup>	۵/۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۶۴ <sup>ns</sup>	۷۴۱/۱ <sup>ns</sup>	۰/۱۱۸ <sup>ns</sup>
اثرات سطح آبیاری در آرایش کاشت	۳	۰/۰۰۳**	۲۷۸/۲**	۱۵۶/۳**	۱/۱**	۰/۰۰۵**	۷۸۶/۳**	۰/۰۴۵**
اثرات تراکم بوته در آرایش کاشت	۲	۰/۱۳۴**	۶۰/۰**	۹۰/۴ <sup>ns</sup>	۷/۲**	۰/۰۱۹**	۲۵۵۹/۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۴۶**
اثرات سطح آبیاری در تراکم بوته در آرایش کاشت	۶	۰/۱۵۰**	۲۲۵/۵**	۱۷۴**	۱۱/۵**	۰/۱۲۷**	۱۰۴۱/۸**	۰/۱۸۳*
خطای کل	۲۴	۰/۱۱۳	۱۹۳/۶	۱۵۵/۸	۶/۹	۰/۰۸۱	۸۹۱/۷	۰/۰۵۲
میانگین کل	۷۱	۸/۰۵۵	۱۹۱/۸۵۶	۸۶/۲۷	۳۵/۱	۱۴/۹۱	۲۹۶/۲	۲/۴۵
ضریب تغییرات (%)		۴/۱۷	۷/۲۵	۱۴/۴۷	۷/۴۸	۱/۹۱	۱۰/۰۸	۹/۳۳

 \*\* معنی‌داری در سطح ۱٪، \* معنی‌داری در سطح ۵٪ و <sup>ns</sup> غیر معنی‌دار

جدول ۴- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (سال ۱۳۸۴)

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	۱/۸	۲۸۰/۹۴	۳۹۱/۲	۷/۱۸	۲/۵۸	۶۸۶/۵	۰/۹۵۴
سطح آبیاری	۳	۳۵۱/۷**	۱۶۲۲/۹**	۲۰۲۹/۸ <sup>ns</sup>	۲۰۴۴/۳**	۱۵۶/۳**	۲۸۲۳۹/۹*	۹/۳۷**
خطای سطح آبیاری	۶	۱/۵۸۹	۱۱۲۶/۹۰۱	۲۷۵/۱۴	۳۸/۷	۱/۱۶۲	۳۴۵۸/۷	۰/۳۳
تراکم بوته	۲	۱/۱۰۱ <sup>ns</sup>	۲۰۷۸/۱۷ <sup>ns</sup>	۸۳۸/۱ <sup>ns</sup>	۳۲/۲ <sup>ns</sup>	۳/۵۹ <sup>ns</sup>	۳۲۰/۱ <sup>ns</sup>	۰/۴۶ <sup>ns</sup>
خطای تراکم بوته	۴	۰/۸۰۷	۲۱۱۲/۳۲	۲۶۱۸/۸	۹/۹	۲/۴۵	۲۸۴۶/۶	۰/۱۹
اثرات متقابل سطح آبیاری در تراکم بوته	۶	۰/۷۴۷**	۸۶۷/۶**	۲۷۰/۹۴*	۶۶/۳*	۲/۱۳**	۳۸۷۶/۳*	۰/۱۷**
خطای سطح آبیاری در تراکم بوته	۱۲	۰/۳۹۴	۴۹۵/۹	۱۹۶۵	۲۶/۷	۱/۴۰	۹۳۶/۴	۰/۱۹
آرایش کاشت	۱	۰/۰۰۴ <sup>ns</sup>	۲۴/۶ <sup>ns</sup>	۸۰/۷ <sup>ns</sup>	۱/۵۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۸ <sup>ns</sup>	۳۹/۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۳ <sup>ns</sup>
اثرات سطح آبیاری در آرایش کاشت	۳	۰/۰۴۱**	۲۰۶/۴**	۳۷/۷۹**	۷/۰۳**	۰/۰۷۵**	۶۳۵/۱**	۰/۰۲۲**
اثرات تراکم بوته در آرایش کاشت	۲	۰/۱۵۱ <sup>ns</sup>	۵۵/۴**	۱۷/۸**	۲/۱۶**	۰/۴۴*	۳۰۰/۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۳۳**
اثرات سطح آبیاری در تراکم بوته در آرایش کاشت	۶	۰/۰۲۸**	۷۸/۹**	۳۶/۶**	۴/۲۳**	۰/۱۹**	۲۱۱/۸**	۰/۰۱۰**
خطای کل	۲۴	۰/۰۵۸	۱۱۳/۰	۳۸/۸۷	۳/۷۷	۰/۱۵۶	۴۸۱/۹	۰/۰۲۴
میانگین کل	۷۱	۸/۵	۲۱۴/۶۷	۱۱۳/۷۹	۳۲/۹۳	۱۴/۳۴	۳۱۰/۴	۲/۷۳
ضریب تغییرات (%)		۲/۸۴	۴/۹۵	۵/۴۸	۵/۹	۲/۷۵	۷/۰۷	۵/۶۵

 \*\* معنی‌داری در سطح ۱٪، \* معنی‌داری در سطح ۵٪ و <sup>ns</sup> غیر معنی‌دار

در طول دو سال پژوهش تیمار سطوح مختلف آبیاری اثری معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) روی عملکرد دانه داشت، به‌طوری‌که سطح آبیاری ۱۲۵ درصد نیاز آبی و ۵۰ درصد نیاز آبی به ترتیب در سال‌های اول و دوم با میانگین‌های عملکرد ۱۲/۴۱، ۳/۴۶ و ۱۳/۲۸، ۳/۳۷ تن در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد را در طول این دو سال به خود اختصاص دادند. با توجه به نتایج

حاصل از این پژوهش مشاهده می‌شود که با اعمال کم‌آبیاری کاهش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت را در هر دو سال پژوهش شاهد بودیم (جدول ۵). در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی با افزایش مصرف آب به میزان ۲۵ درصد، عملکرد دانه به ترتیب برابر با ۲۱ و ۱۸ درصد برای سال‌های اول و دوم افزایش یافت و در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی

و در سال ۱۳۸۴ نیز به ترتیب با مقادیر ۴۴/۲۶، ۱۶/۸۸، ۳۲۳/۷ گرم و ۳/۵۷ کیلوگرم در تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی (a4) حاصل شد. 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). ارتباط مستقیم بین کاهش محصول و عدم تامین آب مورد نیاز گیاه در مراحل رشد ذرت توسط یافته‌های دیگر محققان نیز به اثبات رسیده است (اشرافی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Sander et al., 2004؛ Sakellariou et al., 2007).

با کاهش ۲۵ درصد در مصرف آب، عملکرد دانه به‌ترتیب برابر با ۳۱ و ۳۹ درصد برای سال‌های اول و دوم کاهش یافت. در تیمار ۵۰ درصد با کاهش مصرف آب به میزان ۵۰ درصد، عملکرد دانه به میزان قابل‌توجهی، یعنی ۶۴ و ۶۹ درصد برای سال‌های اول و دوم کاهش یافت. در سال اول و دوم پژوهش تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی (a4) بالاترین ارتفاع بوته و ارتفاع بلال را به ترتیب برابر با مقادیر ۲۳۳/۷، ۱۱۰/۶ سانتی‌متر و ۲۴۱/۴، ۱۲۸/۷ سانتی‌متر به خود اختصاص داد. همچنین بیشترین تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف بلال، وزن هزار دانه و بیوماس گیاه در سال ۱۳۸۳ به ترتیب با مقادیر ۴۵/۸۴، ۱۷/۵۱، ۳۲۶/۱ گرم و ۳/۳۱ کیلوگرم در تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی (a4)

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای تحت تاثیر اثر مستقل سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴

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 ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴
a1	۳/۴۶d	۳/۳۷d	۱۳۹/۶c	۱۷۱/۸b	۵۵/۸۳c	۱۰۴/۸a
a2	۶/۶۵c	۶/۵۱c	۱۸۸/۶b	۲۱۹/۱a	۸۵/۶۲b	۱۰۷/۷a
a3	۹/۷۱b	۱۰/۸۳b	۲۰۵/۵ab	۲۲۶/۴a	۹۳/۰۶b	۱۱۳/۹a
a4	۱۲/۴۱a	۱۳/۲۸a	۲۳۳/۷a	۲۴۱/۴a	۱۱۰/۶a	۱۲۸/۷a
b1	۸/۳۵۷a	۸/۴۲a	۱۹۲/۷a	۲۰۷/۸a	۸۶/۵۸a	۱۱۲/۱a
b2	۸/۰۷a	۸/۳۳a	۱۹۴/۸a	۲۲۵/۳a	۸۹/۴۸a	۱۰۰/۹a
b3	۷/۷۴a	۸/۷۴a	۱۸۸/۱	۲۱۰/۹a	۸۲/۷۳a	۱۲۰/۴a

برای ذرت کاهش تعداد ردیف دانه را نیز در پی داشت. با توجه به اینکه تشکیل دانه در بلال رابطه مستقیمی با میزان تلقیح و میزان رطوبتی که در اختیار بوته قرار گرفته است، دارد، معنی‌دار شدن اثر آبیاری در این صفت و رابطه افزایش تعداد ردیف دانه با افزایش سطح آبیاری به خوبی قابل تفسیر است (Sabindemetes and Pellerin, 1992). با توجه به ارتباط فتوسنتز، ماده‌سازی و به‌طور کلی تولید ماده خشک توسط گیاه، با میزان آب در دسترس گیاه می‌توان معنی‌دار شدن اثر تیمار سطح آبیاری بر صفت وزن بیوماس را گزارش کرد و می‌توان به این حقیقت اشاره کرد که 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

نتایج نشان داد که افزایش ارتفاع بوته گیاه نیز رابطه مستقیمی با افزایش میزان آب دارد که در این ارتباط تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی (a4) بیشترین و تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی (a1) کمترین مقدار ارتفاع بوته را در طول دو سال پژوهش به خود اختصاص داد. مقادیر میانگین‌های ارتفاع بوته در سطوح آبیاری ۱۲۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی در سال‌های اول و دوم به ترتیب ۲۳۳/۷، ۱۳۹/۶ و ۲۴۱/۴، ۱۷۱/۸ سانتی‌متر، بیشترین و کمترین ارتفاع بوته را در طول این دو سال به خود اختصاص دادند. مقادیر حد اکثر و حداقل تعداد دانه در ردیف به ترتیب ۴۵/۸۴، ۲۲/۰۶ و ۴۴/۲۶، ۱۹/۹۴ عدد در طول دو سال اول و دوم پژوهش حاصل شد. بر طبق تحقیقات لم و تروین نیز افزایش تعداد دانه در ردیف ذرت با افزایش سطح آبیاری حاصل می‌شود (Lamm and Trooien, 2001). کاهش مصرف آب

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 قابل توجهی را به وجود نیاورند. در جدول ۶ اثر متقابل تیمار سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته بر روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که در سال اول و دوم پژوهش، تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی در تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار ( $a_4b_2$ ) بیشترین میزان عملکرد را به ترتیب با مقادیر ۱۲/۵۲ و ۱۳/۲۷ تن در هکتار به خود اختصاص داد و کمترین میزان عملکرد به ترتیب با مقادیر ۲/۷۸ و ۳/۲ تن در هکتار در سال اول و دوم پژوهش در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی و تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار مشاهده شد. بیشترین مقدار هر کدام از اجزای عملکرد ذرت شامل ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، وزن هزار دانه و بیوماس گیاه برای هر دو سال پژوهش در تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و تراکم ۶۵ هزار بوته در هکتار ( $a_4b_1$ ) مشاهده شد و در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی و تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار ( $a_1b_3$ ) کمترین مقدار هر کدام از صفات نامبرده حاصل شد (جدول ۶).

آبیاری ۱۲۵ درصد نیاز آبی بیشترین و در سطح آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی کمترین مقدار را دارا بود. مقایسه میانگین اثر تراکم بوته بر روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت نشان داد که تحت تراکم ۶۵۰۰ بوته ( $b_1$ ) در هکتار 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 حاصل شد (جدول ۵). با توجه به نتایج می‌توان چنین برداشت کرد که تفاوت کم بین تراکم‌های بوته در این تحقیق می‌تواند یکی از دلایل بی‌اثر بودن تراکم بر عملکرد دانه باشد. سایر محققان دیگر نیز در تحقیقات مشابه با تحقیق حاضر گزارش کردند که کاهش عملکرد هر گیاه در اثر افزایش تراکم بوته می‌تواند به علت به علت کاهش تشعشع خورشیدی در قسمت‌های پایین پوشش گیاهی رخ دهد (Sabindemetes and Pellerin, 1992). علاوه بر کاهش عملکرد گیاه، در نتیجه افزایش تراکم بوته، کاهش تعداد دانه در ردیف را نیز شاهد بودیم 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

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای تحت تأثیر اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴

تیمار	عملکرد دانه (ton/h)		ارتفاع بوته (cm)		ارتفاع بلال (cm)		تعداد دانه در ردیف		تعداد ردیف دانه		وزن هزار دانه (gr)		بیوماس (kg)	
	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴
$a_1b_1$	۴/۱۶d	۳/۶e	۱۴۳/۳d	۱۷۵/۹bc	۵۸/۳۷cd	۱۳۸/۵ab	۲۲/۸e	۲۱/۲۸d	۱۲/۴e	۱۱/۷۳c	۲۴۷/۱bc	۲۸۲/۱bc	۱/۵۴e	۲/۰۶cd
$a_1b_2$	۳/۴۲e	۳/۳e	۱۳۹/۰d	۱۸۷/۵bc	۵۵/۸d	۹۹/۲ab	۲۲/۹e	۱۹/۹۷d	۱۱/۲۷f	۱۰/۳۷c	۲۴۰/۳bc	۲۴۶/۸d	۱/۵۱e	۲/۱۸cd
$a_1b_3$	۲/۷۸e	۳/۲e	۱۳۶/۵d	۱۵۲/۱c	۵۳/۳d	۷۶/۱ac	۲۰/۴۷e	۱۹/۱۷d	۱۰/۰۶f	۱۰/۳۷c	۲۳۶/۴c	۲۲۳/۴d	۱/۴۹e	۱/۶۴d
$a_2b_1$	۶/۹۹c	۶/۵d	۱۹۰/۴c	۲۰۶/۸ab	۹۱/۵b	۱۰۱/۸ab	۳۳/۷c	۲۵/۲۲d	۱۴/۵c	۱۲/۵۳bc	۳۰۳/۶ab	۲۶۳/۴c	۲/۴۳d	۲/۲۷cd
$a_2b_2$	۶/۹۰c	۶/۲d	۱۸۹/۹c	۲۴۰/۳a	۸۸/۷c	۱۱۱/۱ab	۳۲/۲c	۲۶/۳۷cd	۱۳/۵d	۱۲/۲۳bc	۲۹۲/۷bc	۲۸۶/۴bc	۲/۱۳de	۲/۴۷bcd
$a_2b_3$	۶/۰۵cd	۶/۹d	۱۸۵/۶c	۲۱۰/۲ab	۷۶/۶bcd	۱۱۰/۳ab	۳۰/۳d	۳۵/۴۳c	۱۴/۳c	۱۴/۲۳b	۲۸۷/۵bc	۲۶۱/۸bc	۲/۱۱de	۲/۳۰cd
$a_3b_1$	۹/۸۳b	۱۰/۳c	۲۰۶/۲b	۲۳۳/۲a	۹۱/۵b	۱۱۵/۶ab	۴۲/۹b	۳۹/۴۳ab	۱۶/۵b	۱۶/۶۳a	۳۱۲/۲ab	۳۲۷/۶ab	۳/۲۲ab	۳/۲۵ab
$a_3b_2$	۹/۴۳b	۱۰/۷bc	۲۱۴/۱b	۲۳۱/۶a	۱۰۰/۱ab	۱۱۰/۱ab	۳۸/۶bc	۳۶/۱۳ab	۱۶/۷b	۱۶/۴۳a	۳۰۲/۵b	۲۹۷/۶b	۳/۴۵cd	۳/۱۳ab
$a_3b_3$	۹/۸۶b	۱۱/۵b	۱۹۶/۳b	۲۱۴/۳b	۸۷/۵۴abc	۱۱۶ab	۳۹/۷bc	۳۶/۱۳ab	۱۵/۷bc	۱۶/۹۳a	۲۹۴/۶bc	۲۸۸/۸bc	۲/۵۸bcd	۲/۷۷abc
$a_4b_1$	۱۲/۵۲a	۱۳/۲۷a	۲۳۶/۹a	۲۴۳/۲a	۱۱۵/۹a	۱۵۴/۱a	۴۷/۴a	۴۶/۱۱a	۱۷/۸a	۱۷/۳۲a	۳۳۷/۱a	۳۳۹a	۳/۶۸a	۳/۵a
$a_4b_2$	۱۲/۴۳a	۱۳/۲۷a	۲۳۴/۱a	۲۴۱/۶a	۱۰۸/۳a	۱۱۶/۸ab	۴۵/۹ab	۴۳/۵۵ab	۱۷/۶ab	۱۶/۸۷a	۳۰۹/۰ab	۳۱۸/۷ab	۳/۲۵b	۳/۶۲a
$a_4b_3$	۱۲/۲۶a	۱۳/۲۱a	۲۳۰/۰a	۲۳۹/۳a	۱۰۷/۵ab	۱۱۵/۶ab	۴۴/۳ab	۴۳/۱۲ab	۱۷/۱ab	۱۶/۴۶a	۳۰۷/۶ab	۳۱۳/۵ab	۲/۹۹c	۳/۶۲a

پژوهش در تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و در کشت دو ردیفه ( $a_4c_2$ )، بیشترین مقدار عملکرد دانه به ترتیب با مقادیر ۱۲/۴۲ و ۱۳/۳۳ تن در هکتار حاصل شد. همچنین بیشترین مقدار اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای شامل ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، تعداد دانه

نتایج نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه تحت تأثیر توأم سطوح مختلف آبیاری و آرایش کاشت قرار گرفت و در سطح یک درصد دارای اختلاف معنی‌داری شد. همان‌طوری که از نتایج برداشت می‌شود در سال اول و دوم

در ردیف، تعداد ردیف دانه، وزن هزار دانه و بیوماس گیاه نیز در تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی و در کشت دو ردیفه ( $a_4c_2$ )، مشاهده شد. کمترین مقدار عملکرد و هرکدام اجزای عملکرد ذرت نیز

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای تحت تاثیر اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری و آرایش کاشت در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴

تیمار	عملکرد دانه (ton/ha)	ارتفاع بوته (cm)	ارتفاع بلال (cm)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	وزن هزار دانه (gr)	بیوماس (kg)
سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴
a1c1	۳/۴۳d	۳/۳۵d	۱۳۶/۰d	۱۷۲/۲d	۵۴/۸۴c	۱۰/۹۳c	۱۱/۶۷d
a1c2	۳/۴۳d	۳/۳۵d	۱۳۶/۰d	۱۷۲/۲d	۵۴/۸۴c	۱۰/۹۳c	۱۱/۶۷d
a2c1	۶/۶۳c	۶/۵۴c	۱۸۸/۷c	۲۱۶/۱c	۸۹/۵۵b	۱۲/۹۶b	۲۹/۳۴c
a2c2	۶/۶۷c	۶/۴۸c	۱۸۸/۷c	۲۲۲/۱c	۸۱/۶۹b	۱۲/۹۶b	۲۹/۳۴c
a3c1	۹/۷۱b	۱۰/۸۹b	۱۹۷/۳bc	۲۲۲/۱c	۸۹/۵۵b	۱۲/۹۶b	۲۹/۳۴c
a3c2	۹/۷b	۱۰/۷۷	۲۱۳/۷b	۲۲۹/۸bc	۹۶/۱۶b	۱۲/۹۶b	۲۹/۳۴c
a4c1	۱۲/۴۹a	۱۲/۴۴a	۲۳۳/۸a	۲۴۵/۲a	۱۱۰/۶a	۱۶/۹۳a	۱۷/۴۷a
a4c2	۱۲/۴۲a	۱۲/۳۳a	۲۳۳/۸a	۲۳۷/۵ab	۱۱۰/۵a	۱۶/۸۳a	۱۷/۵۵a

نگرفت و همه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند. در مقابل در سال دوم پژوهش بیشترین با اختلاف معنی‌داری یک درصد در بین تیمارها، بیشترین مقدار برابر با ۱۱۹/۷ سانتی‌متر در تیمار تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار و در کشت یک‌ردیفه مشاهده شد. در سال اول و دوم پژوهش در تیمار تراکم ۶۵ هزار بوته در هکتار و در کشت دو ردیفه بیشترین تعداد دانه در ردیف با مقادیر ۳۶/۶۷ و ۳۴/۶۰، ردیف دانه با مقادیر ۱۵/۱۲ و ۱۴/۸۲ و بیوماس گیاه به ترتیب با مقادیر ۲/۷۷ و ۲/۸۷ کیلوگرم مشاهده شد. لازم به ذکر است در هر دو سال پژوهش اختلاف معنی‌داری در وزن هزار دانه گیاه مشاهده شد و با اختلاف بسیار ناچیز بیشترین مقدار به ترتیب برای سال اول و دوم برابر با ۲۹۷/۳ و ۲۸۸/۳ گرم حاصل شد (جدول ۸).

اثر متقابل تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری داشت. به‌طوری‌که در سال اول پژوهش بیشترین میزان عملکرد دانه به ترتیب برابر با مقدار ۸/۴۵ تن در هکتار در تیمار تراکم ۶۵ هزار بوته در هکتار و در کشت دوردیفه مشاهده شد و تیمار ۸۵ هزار بوته در هکتار در تقابل با کشت دوردیفه ( $b_3c_2$ ) کمترین مقدار عملکرد را به خود اختصاص داد (جدول ۸). در سال دوم پژوهش اختلاف معنی‌داری تحت تاثیر متقابل تراکم بوته و آرایش کاشت بر میزان عملکرد گیاه مشاهده نشد. ارتفاع بوته گیاه در سال اول و دوم پژوهش به ترتیب با مقادیر ۱۹۷/۳ و ۲۲۵/۷ سانتی‌متر در تیمار تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار در کشت دوردیفه به ماکزیمم مقدار رسید. در سال اول پژوهش ارتفاع بلال تحت تاثیر اثر متقابل تراکم بوته و آرایش کاشت قرار

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای تحت تاثیر اثر متقابل تراکم بوته و آرایش کاشت در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴

تیمار	عملکرد دانه (ton/ha)	ارتفاع بوته (cm)	ارتفاع بلال (cm)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	وزن هزار دانه (gr)	بیوماس (kg)
سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴
b1c1	۸/۲۶۴ab	۸/۴۷a	۱۹۱/۱ab	۲۰۷/۸b	۸۶/۶۶a	۱۱۰/۵b	۱۱۴/۱ab
b1c2	۸/۴۵a	۸/۶۴a	۱۹۴/۲ab	۲۰۷/۸b	۸۶/۵۱a	۱۱۴/۱ab	۱۱۴/۱ab
b2c1	۸/۰۱۵bc	۸/۳۶a	۱۹۲/۳ab	۲۲۴/۸	۸۷/۴۶a	۱۰۸/۵b	۱۱۴/۱ab
b2c2	۸/۱۲۶b	۸/۳۷a	۱۹۷/۳a	۲۲۵/۷a	۹۱/۵۱a	۱۰۹/۴b	۱۱۴/۱ab
b3c1	۷/۷۳۵c	۸/۳۱a	۱۸۳/۴b	۲۰۸/۶b	۸۴/۵۸a	۱۱۹/۷a	۱۱۹/۷a
b3c2	۷/۷۴۴c	۸/۳۶a	۱۹۲/۲ab	۲۳۱/۲ab	۸۰/۸۸a	۱۲۱/۱a	۱۲۱/۱a

تیمار  $a_4b_3c_1$ ،  $a_4b_2c_2$ ،  $a_4b_2c_1$ ،  $a_4b_1c_2$ ،  $a_4b_1c_1$  حداکثر مقدار عملکرد دانه را به ترتیب با مقادیر ۱۲/۴۸، ۱۲/۳۸، ۱۲/۵۵،

بررسی مقایسه میانگین اثرات سه گانه سطوح مختلف آبیاری، تراکم بوته و آرایش کاشت نشان داد که در سال اول پژوهش ۶



تیمار ،  $a_1b_1c_2$  ،  $a_1b_2c_1$  ،  $a_1b_2c_2$  ،  $a_1b_3c_1$  و  $a_1b_3c_2$  مشاهده شد (جدول ۹). در سال اول پژوهش نیز بیشترین میزان ارتفاع بوته در ۶ تیمار  $a_4b_1c_1$  ،  $a_4b_1c_2$  ،  $a_4b_2c_1$  ،  $a_4b_2c_2$  ،  $a_4b_3c_1$  و  $a_4b_3c_2$  به ترتیب با مقادیر ۲۱۶/۴ ، ۲۲۸/۷ ، ۲۳۳/۱ ، ۲۳۷/۱ ، ۲۳۵/۲ و ۲۳۲/۵ سانتی‌متر حاصل شد و همه‌ی این تیمارها نیز در یک گروه آماری قرار گرفتند. اما در سال دوم پژوهش نتایج مقداری متفاوت از سال اول پژوهش بود و بیشترین ارتفاع بوته در تیمار  $a_4b_2c_1$  و برابر با مقدار ۲۴۸/۸ سانتی‌متر مشاهده شد.

۱۲/۵۰ ، ۱۲/۱۵ و ۱۲/۳۸ تن در هکتار به خود اختصاص دادند و در یک گروه آماری قرار گرفتند و ۶ تیمار  $a_1b_1c_2$  ،  $a_1b_1c_1$  ،  $a_1b_3c_1$  ،  $a_1b_3c_2$  و  $a_1b_2c_2$  حداقل مقدار عملکرد دانه را به ترتیب با مقادیر ۴/۰۷۷ ، ۴/۲۵ ، ۳/۵۳ ، ۳/۳۱ ، ۲/۶۸ و ۲/۸۸ تن در هکتار را به خود اختصاص دادند. در سال دوم پژوهش نیز همانند سال اول بیشترین مقدار عملکرد دانه در تیمارهای ۶ تیمار  $a_4b_1c_1$  ،  $a_4b_1c_2$  ،  $a_4b_2c_1$  ،  $a_4b_2c_2$  ،  $a_4b_3c_1$  و  $a_4b_3c_2$  به ترتیب با مقادیر ۱۳/۲ ، ۱۳/۴۲ ، ۱۳/۱۳ ، ۱۳/۴۲ ، ۱۳/۳۸ و ۱۳/۱۷ تن در هکتار مشاهده شد و همه‌ی این تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین مقدار عملکرد نیز در تیمارهای ۶

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

سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴

تیمار	عملکرد دانه (ton/ha)		ارتفاع بوته (cm)		ارتفاع بلال (cm)		تعداد دانه در ردیف	
	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴
$a_1b_1c_1$	۴/۰۷ef	۳/۵۴f	۱۴۰/۴e	۱۵۲/۷i	۵۷ef	۷۳/۶f	۲۱/۰۷h	۱۸/۴j
$a_1b_1c_2$	۴/۲۵e	۳/۶۵f	۱۴۶/۲de	۱۵۱/۵i	۵۳/۷۳f	۸۰/۱f	۲۴/۵۳gh	۱۸/۱۶j
$a_1b_2c_1$	۳/۵۳efg	۳/۱۷f	۱۳۳/۳e	۱۸۶/۷gh	۵۱/۳f	۹۹/۳e	۲۴/۸۷gh	۲۱/۰۷hji
$a_1b_2c_2$	۳/۳۱fgh	۳/۲۲f	۱۴۴/۷de	۱۸۸/۲gh	۵۶/۳ef	۹۹e	۲۰/۹۳h	۱۸/۸۷j
$a_1b_3c_1$	۲/۶۸acd	۲/۳۶f	۱۳۴/۵e	۱۷۷/۱hi	۵۶/۲ef	۱۳۹/۲b	۲۰/۶۷h	۲۰/۸۷ij
$a_1b_3c_2$	۲/۸۸gh	۲/۲۶f	۱۳۸/۶e	۱۷۴/۸gi	۶۰/۴def	۱۳۷/۸b	۲۰/۲۷h	۲۲/۲۷ghij
$a_2b_1c_1$	۶/۶۸acd	۶/۵۵de	۱۹۰/۶bc	۲۰۱/۲fgh	۸۹/۹abcd	۹۹/۴e	۳۴/۰def	۲۷/۳f
$a_2b_1c_2$	۷/۳۱c	۶/۴۷de	۱۸۹/۱bc	۲۱۲/۴cdefg	۹۳/۱abcd	۱۰۴/۲de	۳۳/۴def	۲۴/۱۳fghi
$a_2b_2c_1$	۷/۰۷c	۶/۱۶e	۱۹۱/۶bc	۲۳۷/۹abcd	۸۷/۴vabcde	۱۱۰/۶cde	۳۲/۱۷ef	۲۵/۷۳fgh
$a_2b_2c_2$	۶/۷۴cd	۶/۱۷e	۱۸۹/۱bc	۲۴۲/۷ab	۸۹/۹abcd	۱۱۱/۷cde	۳۲/۳۳ef	۲۷fg
$a_2b_3c_1$	۶/۱۵d	۶/۹۱d	۱۹۰/۶bc	۲۰۹/۱efg	۹۱/۲abcd	۱۱۲/۹cde	۳۱/۸۷ef	۳۵e
$a_2b_3c_2$	۵/۹۵d	۶/۸۱d	۱۸۷/۷bc	۲۱۱/۳defg	۶۲cdef	۱۰۷/۸cde	۲۸/۸۳fg	۳۵/۸۷e
$a_3b_1c_1$	۹/۸۱b	۱۰/۲۱c	۱۸۳/۶abc	۲۳۰/۶abcde	۹۱/۵۳abcd	۱۱۳cde	۴۳/۰Yabc	۳۹/۶۰cde
$a_3b_1c_2$	۹/۸۵b	۱۰/۳۶c	۲۰۶/۲abc	۲۳۵/۸abcde	۹۱/۴vabcd	۱۱۸/۲c	۴۲/۶Yabc	۳۹/۲۷de
$a_3b_2c_1$	۹/۳۵b	۱۰/۷۶c	۲۰۶/۲abc	۲۲۹/۹abcde	۹۷ab	۱۰۹/۸cde	۳۷/۶۷cde	۳۹/۳۳de
$a_3b_2c_2$	۹/۵b	۱۰/۶۲c	۲۰۹/۶ab	۲۳۳/۲abcde	۱۰۳/۲ab	۱۱۰/۵cde	۳۹/۶bcd	۳۹/۶۷cde
$a_3b_3c_1$	۹/۷b	۱۱/۷b	۲۱۸/۶cd	۲۰۸/۲efg	۸۱/۳bcdef	۱۰۹/۴cde	۴۱/۴۷bc	۳۶/۶۰e
$a_3b_3c_2$	۹/۷۶b	۱۱/۳۳b	۱۷۶/۱ab	۲۲۰/۳bcdef	۹۳/۸abc	۱۲۲/۶c	۳۷/۹۳cde	۳۵/۶۷e
$a_4b_1c_1$	۱۲/۴۸a	۱۳/۲a	۲۱۶/۴a	۲۴۶/۷ab	۱۰۸/۱ab	۱۵۴/۲a	۴۵/۶Yab	۴۲/۲۷abcd
$a_4b_1c_2$	۱۲/۳۸a	۱۳/۴۲a	۲۲۸/۷a	۲۳۱/۶abcde	۱۰۷/۷ab	۱۵۳/۹a	۴۶/۰Yab	۴۴/۸۴ab
$a_4b_2c_1$	۱۲/۵۵a	۱۳/۱۳a	۲۳۳/۱a	۲۴۸/۸a	۱۱۴/۰ab	۱۱۴/۳cde	۴۸/۴۷a	۴۵/۳ab
$a_4b_2c_2$	۱۲/۵a	۱۳/۴۲a	۲۳۷/۱a	۲۳۴/۵abcde	۱۱۶/۵a	۱۱۶/۳cd	۴۶/۲Yab	۴۶/۹۳a
$a_4b_3c_1$	۱۲/۱۵a	۱۳/۳۸a	۲۳۵/۲a	۲۴۰/۱abc	۱۰۹/۶ab	۱۱۷/۲cd	۴۳/۴Yabc	۴۱/۹۷bcd
$a_4b_3c_2$	۱۲/۳۸a	۱۳/۱۷a	۲۳۲/۵a	۲۴۶/۵ab	۱۰۷/۳ab	۱۱۶/۱cd	۴۵/۱۳ab	۴۴/۲Yabc

#### ادامه جدول ۹

تیمار	تعداد ردیف دانه		وزن هزار دانه (gr)		بیوماس (kg)	
	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴	سال ۸۳	سال ۸۴

۲/۰۶۷h	۱/۶۵ijk	۲۲۶/۸gh	۲۵۴/۲bcdef	۱۰/۴gh	۱۱/۶j	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>
۲/۰۵h	۱/۴۳ij	۲۱۹/۵h	۲۲۷/۳f	۱۱/۰۷g	۱۱/۶j	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>
۲/۲۳gh	۱/۳ij	۲۵۳/۲fgh	۲۳۵/۹ef	۱۰/۶۷gh	۱۱/۰j	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>
۲/۱۳gh	۱/۷۲hij	۲۴۰/۳gh	۲۳۶/۷def	۱۰/۰۷h	۱۰/۹۳j	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>
۱/۶۵i	۱/۲۸k	۲۶۷/۱defg	۲۵۴/۰abcd	۱۱/۷۳h	۱۲/۴i	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> c <sub>1</sub>
۱/۶۳i	۱/۷hijk	۲۹۷/۷abcde	۲۴۰/۸cdef	۱۱g	۱۲/۵۳i	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> c <sub>2</sub>
۲/۲۳fgh	۲/۴vefg	۲۶۰/۳defgh	۲۹۵/۲abcde	۱۲/۴۰ef	۱۴/۶g	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>
۲/۲۱gh	۲/۳۹efg	۲۶۶/۶defg	۳۱۱/۹ab	۱۲/۶۷e	۱۴/۴۷g	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>
۲/۵fg	۲/۰۵ghi	۲۸۷/۱bcdef	۲۹۱/۴abcde	۱۲/۲۷ef	۱۳/۶h	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>
۲/۴۳fgh	۲/۲fgh	۲۸۵/۷cdef	۲۹۴/۰abcd	۱۲/۲۰ef	۱۳/۴۷h	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>
۲/۲۲fgh	۲/۱۲fgh	۲۵۶/۹efgh	۲۸۱/۶abcd	۱۴/۲۰d	۱۴/۱۳gh	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> c <sub>1</sub>
۲/۲۸fgh	۲/۱fgh	۲۶۶/۷defg	۲۹۳/۳abcd	۱۴/۲۷d	۱۴/۵۳g	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> c <sub>2</sub>
۳/۳abc	۳/۰۷bcd	۳۲۵/۷abc	۳۰۸/۶abcd	۱۶/۶۷abc	۱۶/۵۳d	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>
۳/۲abc	۳/۳abc	۳۲۹/۵abc	۳۱۵/۸abcd	۱۶/۶bc	۱۶/۴۷de	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>
۳/۱de	۲/۵۳ef	۲۹۲/۳abc	۳۰۱/۹abcd	۱۶/۴۷c	۱۶/۴۷de	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>
۳/۱۷cd	۲/۳vefg	۳۰۲/۹bcdef	۳۰۳/۲abcd	۱۶/۴c	۱۷cd	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>
۲/۶۳ef	۲/۴۸efg	۲۹۰/۹abcd	۲۹۳/۸abcd	۱۶/۹۳abc	۱۵/۸ef	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> c <sub>1</sub>
۲/۹۰de	۲/۶۸de	۲۸۶/۷bcdef	۲۹۵/۳abcd	۱۶/۹۳abc	۱۵/۶f	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> c <sub>2</sub>
۲/۵۷ab	۲/۴۸b	۳۳۸/۸a	۳۲۱/۴abc	۱۷/۲۷ab	۱۷/۱bcd	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>
۳/۶۲a	۳/۸۸a	۳۳۹/۲a	۳۳۴/۳a	۱۷/۳۶a	۱۷/۲۵abc	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>
۳/۶۵a	۳/۴۸b	۳۲۰/۰abc	۲۹۲/۰abcd	۱۷/۰۴abc	۱۷/۶abc	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>
۳/۵۸ab	۳/۰۲cd	۳۱۷/۴abc	۳۲۶/۱ab	۱۶/۷۱abc	۱۷/۶abc	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>
۳/۴۳ab	۲/۹۸cd	۳۳۰/۷ab	۳۱۷/۳abc	۱۶/۴۸c	۱۷/۷۳ab	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub> c <sub>1</sub>
۳/۶۲a	۲/۹۹cd	۲۹۶/۲abcdef	۲۹۷/۹abcd	۱۶/۴۳c	۱۷/۸a	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub> c <sub>2</sub>

نتایج بدست آمده نشان می‌دهد در صورت مهیا بودن شرایط لازم برای تولید محصول ذرت مانند نور، درجه حرارت و مواد مغذی در خاک، مقدار آب مصرفی در مزرعه نقش بسیار موثری در میزان تولید دارد. نتیجه بدست آمده از دو سال پژوهش با تیمار سطوح مختلف آبیاری نشان داد که عملکرد دانه با افزایش میزان آب مصرفی، افزایش یافته است به طوریکه سطح آبیاری ET<sub>۱۲۵</sub>% و سطح آبیاری ET<sub>۵۰</sub>% به ترتیب در سالهای اول و دوم با میانگینهای عملکرد ۱۲/۴۱، ۳/۴۶ و ۱۳/۲۸، ۳/۳۷ تن در هکتار بیشترین و کمترین عملکرد را به خود اختصاص داده‌اند. در این ارتباط مقادیر محصول بدست آمده ناشی از کاربرد سطوح مختلف آب نشان داده است که در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی با افزایش مصرف آب به میزان ۲۵ درصد، عملکرد دانه به ترتیب برابر با ۲۱ و ۱۸ درصد برای سالهای اول و دوم افزایش یافت و در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی با کاهش ۲۵ درصد در مصرف آب، عملکرد دانه به ترتیب برابر با ۳۱ و ۳۹ درصد برای سالهای اول و دوم کاهش یافت. در تیمار ۵۰ درصد با کاهش مصرف آب به میزان ۵۰ درصد، عملکرد دانه به میزان قابل توجهی، یعنی ۶۴ و ۶۹ درصد برای سال

در سال اول پژوهش نیز بیشترین مقدار ارتفاع بلال به در ۶ تیمار a<sub>4</sub>b<sub>3</sub>c<sub>2</sub> و a<sub>4</sub>b<sub>3</sub>c<sub>1</sub>، a<sub>4</sub>b<sub>2</sub>c<sub>2</sub>، a<sub>4</sub>b<sub>2</sub>c<sub>1</sub>، a<sub>4</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub>، a<sub>4</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub> اختصاص یافت و این ۶ تیمار همی در یک گروه آماری قرار گرفتند. اما در سال دوم پژوهش دو تیمار a<sub>4</sub>b<sub>1</sub>c<sub>1</sub> و a<sub>4</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub> بیشترین مقدار ارتفاع بلال را به خود اختصاص دادند. اثرات متقابل سه گانه سطوح مختلف آبیاری، تراکم بوته و آرایش کاشت بر روی تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، وزن هزار دانه و بیوماس گیاه نیز اختلاف معنی‌داری گذاشت. به‌طوری‌که در سال اول و دوم پژوهش بیشترین تعداد دانه در ردیف در تیمار a<sub>4</sub>b<sub>2</sub>c<sub>1</sub> به ترتیب با مقادیر ۴۸/۴۷ و ۴۶/۹۳ حاصل شد. بیشترین تعداد ردیف دانه در سال اول و دوم پژوهش به ترتیب در تیمارهای a<sub>4</sub>b<sub>3</sub>c<sub>2</sub> و a<sub>4</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub> حاصل شد. همچنین در هر دو سال پژوهش نیز تیمار a<sub>4</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub> بیشترین مقدار وزن هزار دانه را به ترتیب با مقادیر ۳۳۴/۳ و ۳۳۹/۲ گرم به خود اختصاص دادند. بیشترین مقدار بیوماس گیاه نیز در هر دو سال پژوهش به تیمار a<sub>4</sub>b<sub>1</sub>c<sub>2</sub> اختصاص یافت (جدول ۹).

## نتیجه‌گیری

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.

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.

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 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.

FAO. 2011. Subset production crops database. Accessed 18 Feb 2015. FAO, Rome. <http://faostat3.fao.org/home/index.html>

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 antonio, Tx. 73-80.

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.

Peet, M. 2004. Sweet corn. Available: <http://www.ncsu.edu/sustainable/profiles/botcorn.html>.

Sabindemetes, M. and S.Pellerin.1992. Effect of mutual shading on the emergence of nodal and root/shoot ratio of maize .Plant and Soil .147:87-93.

های اول و دوم کاهش یافت. تنش آبی در طول دو سال اجرای پژوهش عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت را تحت تأثیر قرار داد. تراکم بوته اثر معنی‌داری بر روی عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت نداشت. 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 ۶۵ هزار بوته ( $b_1$ ) در هکتار بدست آمده است. اثر متقابل تیمار سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته بر روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای نشان داد که در سال اول و دوم پژوهش، تیمار ۱۲۵ درصد نیاز آبی در تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار ( $a_4b_2$ ) بیشترین میزان عملکرد را به ترتیب با مقادیر ۱۲/۵۲ و ۱۳/۲۷ تن در هکتار به خود اختصاص داد و کمترین میزان عملکرد به ترتیب با مقادیر ۲/۷۸ و ۳/۲ تن در هکتار در سال اول و دوم پژوهش در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی و تراکم ۸۵ 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. تحت تأثیر توأم سطوح مختلف آبیاری و آرایش کاشت، بیشترین مقدار عملکرد و 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 ۱۲۵ درصد نیاز آبی و در کشت دو ردیفه ( $a_4c_2$ )، مشاهده شد. کمترین مقدار عملکرد و هرکدام اجزای عملکرد ذرت نیز برای هر کدام از سال‌های پژوهش در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی و در کشت یک‌ردیفه ( $a_1c_1$ ) مشاهده گردید.

## منابع

اشرفی، ش.، صدق‌زاد، س.ح. و باغانی، ج. ۱۳۹۳. اثر تراکم بوته و سطوح مختلف آب، بر کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۸ (۶): ۱۱۹۰-۱۱۸۳.

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): ۱۲۵-۱۳۷.

- hybrids from different eras to changes in plant density. *Field Crops Research*. 79 (1): 39-51
- Venot, J.P., Zwartveen, M., Kuper, M., Boesveld, H., Bossenbroek, L., Kooij, S.V.D., Wanvoeke, J., Benouniche, M., Errahj, M., Fraiture, C.D. and Verma, S. 2014. Beyond the promises of technology: a review of the discourses and actors who make drip irrigation *Irrigation and Drainage*, 63:186-194.
- Wilcox, J.R. 1974. Response of three soybean strains to equidistant and spacing. *Agronomy Journal*. 66:409-412.
- Sakellariou, M., Papalexis, D., Nakos, N. and Kalavrouziotis, 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 Environment Hydraulics Laboratory, 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

## Response of Yield and Yield Component of Maize to Different Levels of Irrigation and Plant Density Under Surface Drip Irrigation System

S.h. Ashrafi<sup>1</sup>

### Abstract

In order to evaluate different levels of irrigation and plant density, a field study was laid out as split plot design based on randomized complete blocks with three replications in single and two-row cultivation under surface drip irrigation system. Main plots were four irrigation levels: 50, 75, 100 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 grain yield increased with increasing water consumption, so that in the first and second years, 125% ET and 50% ET treatment, with averages of 12.41, 3.46 and 13.28, 3.37 tons per hectare, respectively, have the highest and lowest yields. Compared to 100% of water requirement, in 125% of water requirement with 25% increase in water consumption, grain yield increased by 21 and 18% for the first and second years, respectively. But in the 50% of water requirement, with 50% reduction in water consumption, grain yield decreased significantly by 64% for the first and second years. The highest grain yield, plant height, ear height, number of seeds per row, number of grain rows, 1000-seed weight and plant biomass were obtained at a planting density of 65,000 plants per hectare. Under interaction of levels of irrigation and planting arrangement, The highest yield and yield components of maize were observed in 125% of water requirement and in two-row cultivation. Due to the limitations in the country's water resources and by dividing the country's regions into three regions: low water, medium and high water It can be suggested that in low water areas, 75% of the water requirement with a density of 75,000 plants per hectare and single row planting arrangement, in areas with moderate water resources, 100% of water requirement with a density of 75,000 plants and two-row planting arrangement and in areas with rich water resources, 125% of the water requirement with a density of 85,000 plants per hectare and a two-row crop arrangement should be used as a proposed model to achieve maximum yield and yield components of corn.

**Keyword:** Deficit irrigation, Evapotranspiration, Single and two-row cultivation, Surface drip irrigation, Yield components

<sup>1</sup> Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research Education, and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran (Email: shah1343@yahoo.com)

Received: 29 November 2019

Accepted: 1 February 2019