مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۶ ، شماره ۲، سال ۱۳۸۹

اثر تراکم بوته و آرایش کاشت بر روی عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴

Effect of Plant Density and Planting Pattern on Grain Yield and Yield Components in Grain Maize *cv.* KSC704

علیرضا صابری[۱]، محمدتقی فیض‌بخش[۲]، حسن مختارپور[۳]، افشین مساوات[۴] و مرتضی عسکر[۵]

۱ و ۳ و ۴- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان
۲- محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان
۵- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد اصلاح نباتات و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۶/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۶/۲۵

چکیده

صابری، ع.، فیض‌بخش، م. ت.، مختارپور، ح.، مساوات، ا.، و عسکر، م. ۱۳۸۹. اثر تراکم بوته و آرایش کاشت بر روی عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۶** (۲): ۱۳۶ - ۱۲۳.

به منظور بررسی اثر تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴ آزمایشی به مدت دو سال زراعی (۱۳۸۳ و ۱۳۸۴) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. فاکتور اول تراکم بوته شامل چهار سطح (۵۵، ۶۵، ۷۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار) و فاکتور دوم آرایش کاشت با دو سطح یک ردیفه و دو ردیفه بود. نتایج نشان داد که اثر سال بر روی کلیه خصوصیات به جز تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در هر ردیف معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه (۷/۴۳۸ تن در هکتار) در سال دوم برداشت شد. اثر آرایش کاشت نیز بر روی ارتفاع بوته، طول بلال و عملکرد دانه معنی‌دار بود و بیشترین عملکرد دانه از آرایش کشت دو ردیفه به میزان ۷/۲۳ تن در هکتار بدست آمد. اثر تراکم بوته بر روی کلیه صفات مورد بررسی به جز تعداد ردیف در بلال معنی‌دار بود و بیشترین عملکرد دانه (۷/۸۷۲ تن در هکتار) از تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار بدست آمد. اثر متقابل سال × آرایش کاشت نیز معنی‌دار بود و بیشترین عملکرد دانه (۷/۵۳۷ تن در هکتار) در سال اول و از آرایش کاشت دو ردیفه برداشت شد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که با آرایش کاشت دو ردیفه رقابت بین بوته‌ها کاهش یافته و تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار برای کشت ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴ در استان گلستان قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آرایش کاشت، تراکم بوته، عملکرد دانه، اجزاء عملکرد دانه.

آدرس پست الکرونیکی نگارنده مسئول: alireza_57@yahoo.com

مقدمه

ذرت یکی از گیاهان با ارزش علوفه‌ای است که تنوع، سازگاری بالا و ارزش غذایی فراوانش آن را در ردیف مهم‌ترین گیاهان زراعی جهان قرار داده است. تعیین تراکم بهینه و الگوی مناسب کاشت برای استفاده مطلوب از نهاده‌ها مانند زمین، آب، نور و مواد غذایی نقش مفید و موثری دارد و موجب افزایش کمی و کیفی محصول می‌شود (Nourmohammadi *et al.*, 1997).

ذرت گیاهی است که به تراکم بوته بسیار حساس می‌باشد و اگر تراکم به کار رفته کم باشد، از عوامل تولید بهره‌برداری بهینه نمی‌شود، از سوی دیگر افزایش بیش از حد تراکم بوته، باعث عقیمی گل‌ها و کاهش عملکرد دانه می‌شود (Harper, 1983). هاشمی دزفولی و هربرت (Hashemi-Dezfouli and Herbert, 1992) گزارش کردند که کاهش میزان مواد پرورده قابل دسترس در سطوح بالای تراکم بوته به واسطه کاهش نور، موجب کاهش تعداد دانه در ردیف بلال و سقط دانه‌ها در انتهای بلال می‌شود. یکی از عوامل مهم برای به دست آوردن حداکثر عملکرد در زراعت ذرت تعیین تراکم مناسب با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه و مشخصات ارقام کشت شده است. با افزایش تراکم، طول بلال‌ها و وزن دانه‌ها در بلال (میانگین تولید یک بوته) کاهش می‌یابد، ولی عملکرد دانه در هکتار تا حد معینی افزایش و بعد از آن کاهش می‌یابد (Nourmohammadi *et al.*, 1997).

آمانو و سالازار (Amano and Salazar, 1998) تراکم‌های مختلف ذرت شیرین را مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که تراکم گیاهی تأثیری روی تاریخ ظهور کاکل ندارد. با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه، ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ و عملکرد کاه افزایش می‌یابد، ولی طول بلال و تعداد بلال در هر گیاه کاهش می‌یابد. همچنین جنتر و کمپر (Genter and Camper, 1993) گزارش نمودند با افزایش تراکم بوته، رقابت جهت دریافت نور بیشتر شده در نتیجه طول میانگره‌ها افزایش می‌یابد و از قطر ساقه کاسته می‌شود و ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد. ارلی و همکاران (Early *et al.*, 1966) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته، قطر ساقه ذرت کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد که افزایش تراکم گیاهی باعث تشدید رقابت بین گیاهان برای جذب منابع محیطی می‌گردد و در این میان قطر ساقه هم تحت تاثیر قرار گرفته و کاهش می‌یابد. همچنین تیتو کاگو و گاردنر (Tetio-Kagho and Gardner, 1988) در گزارش دادند با افزایش تراکم بوته و کاهش فواصل ردیف کاشت ارتفاع گیاه و قطر ساقه تغییر می کنند و هر چه تعداد بوته افزایش و فاصله ردیف کاهش یابد نوری که به کف کانوپی می رسد کاهش یافته و رقابت بین اندام های گیاه برای جذب بیشتر تشعشع زیاد شده و

از طرف دیگر تخریب نوری اکسین صورت نمی گیرد که مجموعه این عوامل می‌توانند باعث افزایش طول میانگره‌ها، کاهش قطر ساقه و افزایش ارتفاع بوته گردد. اکثر پژوهشگران گزارش کرده‌اند که تعداد دانه در ردیف بلال، بیشترین حساسیت را به تراکم بوته داشته ولی تعداد ردیف دانه در بلال را به عنوان یک صفت ژنتیکی ذکر کرده‌اند که از تراکم بوته متأثر نمی‌شود (Hashemi-Dezfouli and Herbert, 1992; Tetio-Kagho and Gardner, 1988).

در ارقامی از ذرت که امکان پر کردن فاصله بین بوته‌ها از طریق تولید پنجه وجود ندارد تأثیر میزان بذر مصرفی یا تراکم جمعیت گیاهی بسیار مشخص است. افزایش تعداد بوته در هکتار تا حد معینی سبب افزایش عملکرد و فراتر از آن باعث کاهش عملکرد می گردد. دلایل کاهش عملکرد را میتوان رقابت برای نور، آب، مواد غذایی و دیگر عوامل محیطی محدودکننده رشد ذکر نمود (Duncan, 1984). هاشمی دزفولی و هربرت (Hashemi-Dezfouli and Herbert, 1992) گزارش نمودند که با افزایش تراکم، در حالی که عملکرد هر گیاه کاهش می‌یابد، مجموع جذب نور توسط کانوپی در حداکثر مقدار خود بوده و عملکرد کل افزایش خواهد یافت. هارپر (Harper, 1983) نشان داد که با افزایش تراکم بوته ممکن است تغییراتی در تخصیص مواد پرورده بین قسمت‌های مختلف گیاهی نیز رخ دهد و در این صورت، ممکن است تعداد زیادی از بوته‌ها عقیم شوند. بنابراین تولید دانه کاهش، ولی تولید ماده خشک کل ثابت باقی می‌ماند.

در مطالعه‌ای توسط دلوگری و کروکستون (Deloughery and Crookstone, 1979) پنج رقم ذرت با تراکم‌های ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ هزار بوته در هکتار مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه گرفتند که با افزایش تراکم بوته، شاخص برداشت به طور معنی‌داری کاهش یافت. برخی دیگر از پژوهشگران نیز گزارش کردند که با افزایش تراکم گیاهی شاخص برداشت کاهش می‌یابد (Genter and Camper, 1993).

وزن بلال یکی دیگر از صفات گیاهی است که تحت تأثیر تراکم بوته قرار می گیرد. در مطالعه‌ای که توسط دانکن (Dancan, 1984) انجام شد معلوم شد که با افزایش تراکم گیاهی در ذرت، وزن بلال در هر گیاه کاهش می‌یابد. این کاهش وزن به علت سایه‌اندازی بوته‌های مجاور ذکر گردید.

کارلن و کمپ (Karlen and Camp, 1985) نشان دادند که در سطح پایین و بالای تراکم بوته، عملکرد ذرت به ترتیب توسط تعداد بوته در واحد سطح و تولید بوته‌های عقیم و نازا محدود می‌شود. از جمله عوامل مهم برای به دست آوردن حداکثر عملکرد دانه در ذرت، تعیین تراکم مناسب با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه و مشخصات

ارقام مورد کاشت است (Akintoye *et al.*, 1997).

در واقع عملکرد نهایی دانه، حاصلضرب وزن دانه در تعداد دانه می‌باشد. به نظر می‌رسد که وزن دانه می‌تواند جزء باثبات عملکرد باشد همچنانکه پونلایت و همکاران (Poneleit *et al.*, 1980) نشان دادند. آن‌ها همچنین گزارش دادند که وزن دانه در تنظیم عملکرد جزء فعال می‌باشد، اما نسبت به دیگر اجزا عملکرد از حساسیت کمتری برخوردار است. تعداد دانه در بلال نیز یکی از اجزاء مهم عملکرد دانه در ذرت است که به شدت تحت تأثیر تراکم بوته قرار می‌گیرد. در ذرت، تعداد دانه در بلال با افزایش تراکم به طور ناگهانی کاهش می‌یابد (Andrade *et al.*, 1993). ادمیدز و دی‌نارد (Edmeades and Daynard, 1979) دلیل این کاهش را در میزان فتوسنتز در واحد گیاه، تولینار و همکاران (Tollenaar *et al.*, 1992) کاهش در آهنگ رشد گیاه و آندرید و همکاران (Andrade *et al.*, 1993) کاهش در نفوذ نور فعال در فتوسنتز می‌دانند.

در کشت‌های دو ردیفه بوته‌های ذرت، به دلیل استفاده بهتر از نور و مواد غذایی، نسبت به کشت یک ردیفه، از ارتفاع، قطر ساقه و محل استقرار بلال بهتری برخوردار می‌شوند (Colloud, 1997) از عواملی که می‌توان با آن‌ها تابش نور به داخل پوشش گیاهی را کم و زیاد کرد، ساختار ژنتیکی گیاه و آرایش کاشت مناسب است که سبب افزایش عملکرد در واحد سطح می‌شوند (Zahtabian, 1996). کاهش جذب نور بخصوص در مرحله زایشی سبب کاهش تعداد دانه شده و در نتیجه عملکرد به شدت کاهش می‌یابد (Reed *et al.*, 1988). طهماسبی و یغموری (Tahmasbi and Yaghmori, 2004) در بررسی اثر تراکم و الگوهای کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت نتیجه گرفتند که افزایش تراکم موجب افزایش عملکرد دانه شد و بیشترین عملکرد دانه از تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار بدست آمد. اثر الگوی کاشت بر عملکرد دانه معنی‌دار بود، به طوری که الگوی کاشت زیگزاگ دارای بیشترین عملکرد دانه بود. در بین تیمارهای مختلف بیشترین عملکرد دانه مربوط به هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار در الگوی کاشت زیگزاگ بدست آمد و عملکرد دانه در تراکم و الگوی کاشت ذکر شده دارای اختلاف معنی‌داری با هیبرید سینگل کراس ۷۰۰ نبود.

شاه‌کرمی و رفیعی (Shahkarami and Rafiee, 2009) در آزمایش تراکم و آرایش کاشت ذرت در خرم‌آباد دریافتند که در آرایش کاشت یک ردیفه با استفاده از رقم دیررس سینگل کراس ۷۰۰ حداکثر عملکرد دانه از تراکم ۷۰هزار بوته در هکتار بدست آمد، اما با اعمال آرایش کاشت دو ردیفه می‌توان تراکم مطلوب ذرت را تا صد هزار بوته در هکتار افزایش داد و عملکرد

دانه را بهبود بخشید.

با توجه به نتایج تحقیقات به زراعی بر روی تأثیر تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد دانه می‌توان نتیجه گرفت که با آرایش کاشت دو ردیفه می‌توان تراکم بوته در واحد سطح را افزایش داد. هدف از این آزمایش بررسی اثر آرایش کاشت، تراکم بوته و بر هم کنش آن‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد در ذرت دانه‌ای (هیبریدسینگل کراس ۷۰۴) و تعیین بهترین تراکم بوته و آرایش کاشت در منطقه گرگان بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تراکم و آرایش‌های مختلف کاشت بر عملکرد و برخی صفات زراعی ذرت دانه‌ای (سینگل کراس ۷۰۴) آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان واقع در شمال گرگان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی در تابستان ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ اجرا شد. آمار مربوط به هواشناسی در این ایستگاه در جدول شماره ۱ ارائه شده است. رقم مورد مطالعه سینگل کراس ۷۰۴ بود که جزو ذرت‌های گروه دیررس بوده و طول دوره رویش آن ۱۳۵-۱۲۵ روز است.

خاک محل آزمایش دارای بافت لوم رسی (Clay Loam) با هدایت الکتریکی (EC) ۱ تا ۱/۵ میلی‌موس بر سانتی‌متر و pH=۷/۵-۸ بود. عمق خاک زراعی ۳۰ سانتی‌متر، ارتفاع ایستگاه از سطح دریا ۵ متر و متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۴۵۰ میلی‌متر بود. عملیات آماده سازی زمین و کاشت شامل یک شخم، دو دیسک عمود برهم، ایجاد جوی پشته‌هایی به فاصله ۷۵ سانتی‌متر با فاروئر و ریختن بذور در چاله‌هایی با فواصل معین روی پشته‌ها بود، که در اوایل تیرماه (بعد از برداشت گندم) انجام گرفت. مقادیر کود مصرفی در تمام تیمارها یکسان و بر اساس آزمون خاک و توصیه آزمایشگاه خاکشناسی طبق فرمول کودی ۱۹۲ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره، ۱۳۸ کیلوگرم P2O5 از منبع فسفات آمونیوم و ۶۰ کیلوگرم پتاسیم از منبع فسفات پتاسیم استفاده شد. یک سوم از کود اوره همزمان با کاشت و دو سوم باقیمانده در مرحله ۸-۶ برگی همزمان با آبیاری به خاک اضافه شد. از عملیات دیگر قبل از کاشت مصرف ارادیکان (به میزان ۵ لیتر در هکتار) به منظور مبارزه با بذور علف‌های هرز بود که بلافاصله توسط دیسک با خاک مخلوط شد. جهت کاشت، بذرهای ذرت با قارچکش کاربوکسین تیرام به میزان ۲/۵ در هزار (به منظور ضدعفونی بذر)آغشته شدند. برای کاشت، حفره‌هایی به عمق ۵-۳ سانتی‌متر در فواصل تعیین شده بر روی خطوط کاشت ایجاد شد.

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام گردید. فاکتور اول تراکم بوته شامل چهار سطح ۵۵، ۶۵، ۷۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار و

جدول ۱ - آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان در دو سال زراعی ۸۴ - ۱۳۸۳.

Table1 . Metereological data at Agricultual Research Station of Gorgan in 2003 and 2004 cropping seasons

Month	ماه	بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)		میانگین دما (°C) Mean temperature (°C)		میانگین دمای ماکزیمم (°C) Mean of maximum temperature (°C)		میانگین دمای مینیمم (°C) Mean of minimum temperature (°C)		تبخیر (میلی متر) Evaporation (mm)		میانگین رطوبت نسبی (درصد) Mean of Relative humidity (%)	
		2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004
July	تیر	86.9	9.2	28.1	27.65	31.7	31.8	22.0	23.5	5.7	5.9	69.20	66.10
Agust	مرداد	4.8	10.7	28.1	29.60	33.2	34.7	24.2	24.5	6.5	7.0	68.25	62.80
September	شهریور	69.2	36.3	28.4	26.20	32.5	30.6	21.9	21.8	21.3	4.3	52.15	71.65
October	مهر	24.1	30.8	22.5	23.65	28.1	28.2	14.7	19.1	3.9	3.5	65.15	72.20
November	آبان	49.5	102.2	16.5	15.15	22.3	20.1	11.7	10.2	2.3	4.7	71.35	69.65
December	آذر	107.1	41.1	12.0	12.45	14.7	17.8	4.0	7.1	1.6	1.0	73.45	73.15

فاکتور دوم شامل دو سطح: یک ردیفه و دو ردیفه با فاصله ۲۰ سانتی‌متر در روی هر پشته بود. کاشت دو ردیفه به نحوی انجام گردید که فاصله دو خط از مرکز پشته از یکدیگر ۲۰ سانتی‌متر بود به عبارتی در همان فضای در نظر گرفته شده برای کاشت یک ردیفه ، دو ردیف به فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شد. هر تیمار روی چهار پشته به طول ۶ متر شامل ۴ خط کاشت و فاصله خطوط کشت از یکدیگر، ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تراکم‌های مورد نظر بر روی خطوط کاشت اعمال گردید. در هر کپه سه بذر کاشته شد و پس از سبز شدن در مرحله ۴-۳ برگی با عمل تنک کردن، در هر کپه یک بوته باقی ماند. پس از کاشت از علف‌کش‌های آترازین (به میزان ۱ کیلو در هکتار) و لاسو (به میزان ۴ لیتر در هکتار) نیز استفاده شد. از زمان کاشت تا برداشت ضمن عملیات زراعی، یادداشت‌برداری‌های لازم در مراحل مختلف رشد و نمو انجام گرفت. جهت اندازه‌گیری خصوصیات زراعی و صفات مورد نظر شامل ارتفاع بوته، ارتفاع بلال، طول بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف بلال و وزن هزار دانه ۱۰ بوته به طور تصادفی در هر کرت انتخاب شد و صفات مورد بررسی از طریق میانگین‌گیری آنها محاسبه گردید.

برداشت نهایی در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی بعد از حذف حاشیه‌ها از سطح ۸/۷ مترمربع در هر کرت انجام شد. و پس از جدا کردن دانه از بلال بوسیله دستگاه شیلر عملکرد دانه بر اساس رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید.

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

خلاصه تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. ارتفاع بوته و ارتفاع بلال تحت تأثیر سال در سطح ۱٪ معنی‌دار قرار گرفتند (جدول ۲). بیشترین مقادیر این دو صفت در سال دوم اجرای آزمایش بدست آمد (جدول ۳). مختارپور و همکاران (Mokhtarpour *et al.*, 2007) به نتایج مشابهی دست یافتند. اثر آرایش کاشت بر روی ارتفاع بوته در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته از آرایش کاشت دو ردیفه با ۲۱۰ سانتی‌متر بدست آمد (جدول ۳). می‌توان استنباط نمود که در کشت دو ردیفه ایجاد رقابت در بین بوته‌ها برای نور باعث افزایش رشد طولی ساقه‌ها گردید. اثر متقابل سال × آرایش کاشت، ارتفاع بوته و ارتفاع بلال را در سطح آماری ۵٪ تحت تأثیر قرار داد و بیشترین مقادیر آنها در سال دوم از آرایش کاشت یک ردیفه به ترتیب به مقدار ۲۲۵/۶ و ۱۲۵ سانتی‌متر بدست آمد (جدول ۳).

جدول ۲ – خلاصه تجزیه واریانس کرکب برای اثر تراکم بوته، آرایش کاشت و سال بر روی برخی صفات زراعی در ذرت دانه‌ای سنگل کراس ۷۰۴ در سال‌های زراعی ۸۴-۱۳۸۳

Table 2. Summary of combined analysis of variance for effect of plant density, planting pattern and year on some agronomic characteristics in grain maize *cv.* KSC704 in 2004 and 2005 cropping seasons

S.O.V.			میانگین مربعات MS							
	منابع تغییرات	درجه آزادی d.f.	ارتفاع بوته Plant Height	ارتفاع بلال Ear Height	طول بلال Ear Length	تعداد دانه در ردیف Kernel No. Per Row	تعداد ردیف در بلال Row No. Per Ear	وزن هزار دانه 1000 Kernel Weight	عملکرد دانه Grain Yield	شاخص برداشت Harvest Index
Year(Y)	سال	1	9957.546**	5312.588**	7.763*	33.495^{ns}	0.016^{ns}	3326.759*	22.184**	247.182**
Y/R	تکرار (سال)	6	142.779	108.639	2.308	67.650	0.543	1717.783	1.582	84.690
Planting pattern (P)	آرایش کاشت	1	1307.729**	164.160^{ns}	20.828**	41.120^{ns}	0.063^{ns}	9028.800^{ns}	9.257**	70.531^{ns}
P × Y	سال × آرایش کاشت	1	595.970*	312.847*	1.467^{ns}	6.188^{ns}	0.0601^{ns}	90.630^{ns}	5.051*	343.809**
Plant density (D)	تراکم	3	826.985**	315.547**	35.554**	197.525**	2.104^{ns}	8151.773**	9.889**	243.715**
D × Y	سال × تراکم	3	19.956^{ns}	87.866^{ns}	2.362	14.552^{ns}	1.563^{ns}	696.256^{ns}	0.345^{ns}	23.722^{ns}
D × P	آرایش کاشت × تراکم	3	99.439^{ns}	9.318^{ns}	1.222^{ns}	4.997^{ns}	0.821^{ns}	696.595^{ns}	1.148^{ns}	33.250^{ns}
Y × P × D	آرایش کاشت × تراکم × سال	3	91.308^{ns}	81.018^{ns}	1.355^{ns}	3.484^{ns}	1.430^{ns}	555.544^{ns}	0.614^{ns}	29.411^{ns}
Error	اشتباه	42	125.297	50.864	1.071	23.587	1.197	476.698	0.584	30.615
CV%	ضریب تغییرات (٪)	-	4.54	6.36	6.17	14.95	8.03	7.49	13.49	13.56

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns : غیر معنی‌دار

* and ** : Significant at the 5% and 1% level of probability, respectively

ns : Non-significant

جدول ۳ ـ مقایسه میانگین اثر تراکم بوته، آرایش کاشت، سال و اثر متقابل سال × آرایش کاشت بر روی برخی صفات زراعی ذرت دانه ای طی سال‌های زراعی ۸۴-۱۳۸۳

Table 3. Mean comparison for effect of plant density, planting pattern, year and year × planting pattern on some agronomic characteristics in grain maize *cv.* KSC704 in 2004 and 2005 cropping seasons

Treatment	تیمار	ارتفاع بوته (سانتیمتر) Plant Height (cm)	ارتفاع بلال (سانتیمتر) Ear Height (cm)	طول بلال (میلیمتر) Ear Length (cm)	تعداد دانه در ردیف Kernel No. Per Row	تعداد ردیف در بلال Rows No. Per Ear	وزن هزار دانه (گرم) 1000 Kernel Weight (g)	عملکرد دانه Grain Yield (t/ha^{-1})	شاخص برداشت (٪) Harvest index (%)
					Year سال				
Y_1	سال اول	193.1b	103.0b	16.43a	33.22a	13.63a	268.6b	6.262b	42.69a
Y_2	سال دوم	218.0a	121.2a	17.13a	31.77a	13.60a	314.2a	7.438a	38.76a
					Planting Pattern آرایش کاشت				
P_1	یک ردیفه	210.1a	113.7a	16.21b	31.69a	13.59a	279.5a	6.469b	39.67a
P_2	دو ردیفه	201.0b	110.5a	17.35a	33.30a	13.65a	303.3a	7.230a	41.77a
					Y×P سال×آرایش کاشت				
$Y_1 \times P_1$	یک ردیفه× سال اول	194.5c	102.4b	16.01b	32.11b	13.51a	255.5c	7.339a	43.96a
$Y_1 \times P_1$	دو ردیفه×سال اول	191.6c	103.6b	16.85ab	34.33a	13.76a	281.7bc	7.537a	41.42ab
$Y_2 \times P_1$	یک ردیفه ×سال دوم	225.6a	125a	16.41b	31.28b	13.67a	303.5ab	5.599b	35.39b
$Y_2 \times P_2$	دو ردیفه ×سال دوم	210.4b	117.4a	17.85a	32.26ab	13.54a	324.9a	6.922a	42.13a
					Plant Density تراکم بوته				
55000 plant/ha	۵۵ هزار بوته در هکتار	196.2c	106.4b	18.58a	36.79a	14.12a	318.4a	5.966c	39.63b
65000 plant/ha	۶۵ هزار بوته در هکتار	204.1b	111.8ab	17.21ab	33.83ab	13.39a	301.5ab	6.688bc	40.27ab
75000 plant/ha	۷۵ هزار بوته در هکتار	208.1b	112.8ab	16.28bc	30.41bc	13.65a	274.8bc	7.872a	45.69a
85000 plant/ha	۸۵ هزار بوته در هکتار	213.7a	117.3a	15.05c	28.96c	13.32a	270.8c	6.871b	36.30b

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column and for each treatment, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- Using Duncan's Multiple Range Test.

اثر تراکم بوته بر ارتفاع بوته و ارتفاع بلال در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲) و بیشترین ارتفاع بوته و بلال از تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار به ترتیب ۲۱۳/۷ و ۱۱۷/۳ سانتی‌متر بدست آمد (جدول ۳). چنین استنباط می‌شود که با افزایش تراکم بوته نوری که به کف کانوپی می‌رسد کاهش یافته و رقابت بین اندام‌های گیاه برای جذب بیشتر تشعشع زیاد می‌شود و از طرف دیگر تخریب نوری اکسین صورت نمی‌گیرد که مجموعه این عوامل می‌توانند باعث افزایش طول میانگره‌ها، کاهش قطر ساقه و افزایش ارتفاع بوته گردید (Feyzbakhsh *et al.*, 2007; Tetio-Kalgo and Gardner, 1988).

طول بلال تحت تأثیر اثر سال، آرایش کاشت و تراکم بوته قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان داد که بیشترین طول بلال از آرایش کاشت دو ردیفه با ۱۷/۳۵ سانتی‌متر بدست آمد (جدول ۳). با افزایش تراکم بوته طول بلال کاهش یافت و بیشترین طول بلال از تراکم ۵۵ هزار بوته در هکتار بدست آمد (جدول ۳). محققان دیگر نیز در این زمینه به نتایج مشابهی دست یافتند(Mokhtarpour *et al.*, 2007; Feyzbakhsh *et al.*, 2007). بنابراین می‌توان گفت که در تراکم‌های بالا به دلیل افزایش رقابت بین بوته‌ها و محدودیت منابع، سهم مواد پرورده‌ای که به هر بلال می‌رسد کمتر می‌شود (Duncan, 1984) و در نتیجه طول و قطر بلال کاهش می‌یابد (Feyzbakhsh *et al.*, 2007; Sadeghi and Bahrami, 2002; Zamanian and Najafi, 2002).

تعداد دانه در ردیف تحت تأثیر تراکم بوته در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد دانه در ردیف از تراکم ۵۵ هزار بوته در هکتار به میزان ۳۶/۷ دانه در هر ردیف بدست آمد و با افزایش تراکم از تعداد آن کاسته شد (جدول ۳). با افزایش تراکم و توزیع نامناسب بوته‌ها ظهور کاکل (ابریشم) در مقایسه با ظهور گل تاجی خیلی بیشتر به تعویق می‌افتد و تعداد تخمک‌های تلقیح شده (دانه) کاهش می‌یابد، به عبارت دیگر ظرفیت ذخیره‌سازی مخزن کاهش می‌یابد و نسبت گلچه‌های عقیم افزایش یافته و تعداد دانه در هر بلال کاهش می‌یابد (Saberi *et al.*, 2006).

تعداد ردیف در بلال تحت تأثیر هیچکدام از عوامل مورد بررسی قرار نگرفت. این صفت بیشتر تحت تاثیر ژنتیک گیاه می‌باشد و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می گیرد (Feyzbakhsh *et al.*, 2007).

اثر سال و تراکم بوته بر وزن هزار دانه تحت تأثیر معنی‌دار بود (جدول ۲). شرایط بهتر آب و هوایی در زمان پر شدن دانه باعث گردید وزن هزار دانه در سال دوم اجرای آزمایش بیشتر بود (جداول ۱ و ۲). مقایسه میانگین‌های تراکم بوته نشان داد که با افزایش تراکم بوته از وزن هزار دانه کاسته شد

و بیشترین وزن هزار دانه از تراکم ۵۵ هزار بوته در هکتار به مقدار ۳۱۸/۴ گرم بدست آمد. صابری و همکاران (Saberi *et al.*, 2006) نیز به نتایج مشابهی در این زمینه دست یافتند.

اثر سال بر عملکرد دانه در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲) و بیشترین عملکرد دانه در سال دوم اجرای آزمایش به میزان ۷/۴۳۸ تن در هکتار بدست آمد. همچنین اثر آرایش کاشت بر روی عملکرد دانه در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید و بیشترین عملکرد دانه از آرایش کاشت دو ردیفه به میزان ۷/۲۳۰ تن در هکتار بدست آمد (جدول ۳). مطالعات محققان نشان می‌دهد که الگوی کاشت دو ردیفه ذرت در طرفین پشته به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر به جای کشت نواری تک ردیفه که بر روی وسط پشته‌ها (شیوه رایج) صورت می‌گیرد، فاصله و فضای مناسب‌تری را برای هر بوته جهت بهره‌گیری از نور و جذب رطوبت و کود و سایر عناصر غذایی فراهم می‌نماید(Sprague and Budly, 1998; Poter and Hicks, 1997). حجم ریشه‌ها نیز به دلیل دارا بودن فضای وسیع‌تر نسبت به روش کشت یک ردیفه بیشتر می‌باشد و در مجموع ریشه‌ها در سطح و عمق بیشتری توسعه یافته و از مواد غذایی بهتر استفاده می‌کنند (Duncan, 1994; Sprague and Budly, 1998). مجموعه این عوامل می‌تواند یکی از عوامل مهم در افزایش عملکرد دانه ذرت در کشت دو ردیفه باشد.

اثر متقابل سال × آرایش کاشت بر عملکرد دانه در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار بود و بیشترین مقدار آن در سال دوم از آرایش کاشت دو ردیفه به میزان ۷/۵۳۷ تن در هکتار بدست آمد (جدول ۳). اثر تراکم بوته بر روی عملکرد دانه نیز در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید (جدول ۲) وبیشترین عملکرد دانه از تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار بدست آمد (جدول ۳). عملکرد دانه در تراکم‌های پائین به علت کم بودن تعداد بوته در واحد سطح و در تراکم زیاد به علت رقابت برای جذب عوامل موثر در رشد و همچنین ایجاد ناهماهنگی در ظهور گل‌های نر و ماده محدود می‌شود (Saberi *et al.*, 2006). در این تحقیق با افزایش تراکم بوته تعداد دانه در ردیف، طول بلال، عملکرد دانه و شاخص برداشت کاهش یافتند (جدول ۲). در واقع با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه در هر بوته کاهش می‌یابد (Nourmohammadi *et al.*, 1997). بنابراین افزایش عملکرد دانه در نتیجه افزایش تعداد بوته در واحد سطح می‌باشد که جبران کاهش عملکرد در هر بوته را می‌کند. با افزایش تراکم بوته رقابت در میان گیاهان افزایش یافته و ضمن سایه‌اندازی در مرحله گلدهی که تاج پوشش گیاه به طور کامل تشکیل گردیده است موجب گرده‌افشانی ضعیف و ظهور گلهای عقیم می‌شود که در نتیجه اولین نقطه اثر حاصل این فرایند روی عملکرد اقتصادی و کاهش تعداد دانه در ردیف خواهد بود. در این آزمایش نیز

افزایش تراکم بوته سبب کاهش تعداد دانه در ردیف شد.

اثر سال و تراکم بوته بر شاخص برداشت معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین شاخص برداشت (۴۵/۶ درصد) از تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار بدست آمد (جدول ۳).

با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در کشت دو ردیفه به علت نزدیکی به حالت کشت مربعی عملکرد در واحد سطح و شاخص برداشت افزایش یافت. بنابراین توصیه می‌شود جهت کشت ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ در استان گلستان از تراکم ۷۵ هزار بوته و آرایش کاشت دو ردیفه استفاده گردد.

References

Akintoye, H. A., Lucas, E. O., and Kling, J. G. 1997. Effects of density of planting and time of nitrogen application on maize varieties in different ecological zones of west Africa. Communications in Soil Science and Plant Analysis 28: 1163-1175.

Amano, L. O., and Salazar, A. M. 1989. Comparative productivity of corn and sorghum affected by population density and nitrogen fertilization. Philippine-Agriculturist 72: 247-254.

Andrade, F. H., Uhart, S. A., and Frugone, M. I. 1993. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize: shade versus plant density effects. Crop Science 33: 482-485.

Colloud, G. F. 1997. Sowing maize in the high densities. Revue Susse Dagri Culture 29: 4.

Deloughery, R. L., and Crookston, R. K. 1979. Harvest index of corn affected by population density, maturity rate, and environment. Agronomy Journal 71: 577-580.

Duncan, W. G. 1984. A theory to explain the relationship between corn population and grain yield. Crop Science 24: 1141-1145.

Early, E. B., Miller, R. J., Reichert, G. L., Hageman, R. H., and Seif, R. D. 1996. Effect of shade on maize production under field conditions. Crop Science 6: 1-6.

Edmeades, G. O., and Daynard, T. B. 1979. The relationship between final yield, photosynthesis at flowering in individual maize. Canadian Journal of Plant Science 59: 585-601.

Feyzbakhsh, M. T., Nemati, N. A., Mokhtarpour, H., Mosavat, S. A., Saberi, A. R., and Sheikh, F. 2007. The effect of removal and plant density on yield and yield

components of sweet corn. Pajouhesh and Sazandegi 77: 125-130 (In Persian).

Genter, C. F., and Camper, H. M. 1993. Component plant part development in maize as affected by hybrids and population density. Agronomy Journal 65: 669-671.

Harper, J. L. 1983. Approaches to the study of plant competition. Pp. 1-39. In: F. L. Milthorpe (Ed.), Mechanisms in Biological Competition. 15th Symposium of Society of Experimental Biology.

Hashemi-Dezfouli, A., and Herbert, S. J. 1992. Intensifying plant density response of corn with artificial shade. Agronomy Journal 84: 547-551.

Karlen, D. L., and Camp, C. R. 1985. Row spacing, plant population, and water management effects on corn in the Atlantic Coastal Plain. Agronomy Journal 77: 393-398.

Poneleit, C. G., Egli, D. B., Cornelius, P. L., and Reicosky, D. A. 1980. Variation and associations of kernel growth characteristics in maize population. Crop Science 20: 766-770.

Mokhtarpour, H., Mosavat, S. A., Bazi, M. T., and Saberi, A. R. 2007. Effects of sowing date and plant density on yield of sweet corn KSC403. Iranian Journal of Crop Sciences 8: 171-183 (In Persian with English Abstract).

Nourmohammadi, GH., Siadat, A., and Kashani, A. 1997. Cereal Production. Chamran University Publications. Ahwaz, Iran. 394pp. (In Persian).

Proter, P. M., and Hicks, D. K. 1997. Corn response to row width and plant population in the northern corn-belt. Journal of Periodical Agriculture 10: 293.

Reed, A. J., Sigletary, G. W., Shussler, J. R. and Williamson, D. R. 1988. Shading effects on dry matter and nitrogen partitioning, kernel number and yield of maize. Crop Science 28: 814-825.

Saberi, A. R., Mazaheri, D., and Heidari Sharif Abad, H. 2006. Effect of density and planting on yield and some agronomic characteristics of maize KSC647. Agricultural and Natural Resources Science 1: 67-76 (In Persian).

Sadeghi, H., and Bahrami, M. J. 2002. Effect of planting density and nitrogen levels on yield and yield components of corn. Iranian Journal of Crop Sciences 3:403-412 (In Persian with English Abstract).

Shahkarami, G., and Rafiee, M. 2009. Response of corn (*Zea mays* L.) to planting pattern and density in Iran. American-Eurasian Journal of Agriculture and

Environment Science 5(1): 69-73.

Spargue, C. F., and Budly, J. W. 1988. Corn and corn improvement. Third edition, Madison, Wisconsin, U.S.A.

Tahmasbi, A., and Yaghmori, Sh. 2004. Effect of plant and planting pattern on yield and yield components of corn *cv.* KSC704 and KSC700. Proceedings of the 8th Iranian Crop Science Congress, The University of Guilan, Rasht, Iran. Pp. 413.

Tetio-Kagho, F. and Gardner, F. P. 1988. Response of maize to plant population density. II. Reproductive development yield and yield adjustments. Agronomy Journal 80: 935-940.

Tollenaar, M., Dwyer, L. M. and Stewart, D. W. 1992. Ear and kernel formation in maize hybrids representing three decades of grain yield improvement in Ontario. Crop Science 32: 432-438.

Zahtabian, Gh. R. 1996. Effect of light reduction on growth of corn. Agricultural Science 47: 31-47 (In Persian with English Abstract).

Zamanian, M., and Najafi, E. 2002. Assessment of row spacing and plant density effects on sillage yield and morphological characteristics of corn *cv.* KSC 704. Seed and Plant 18: 200-214 (In Persian with English Abstract).