

اثر آرایش کاشت، تراکم بوته و سطوح نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴

Effect of planting pattern, plant density and nitrogen levels on grain yield and yield components of maize cv. SC704

محمد حسین ایزدی^۱ و یحیی امام^۲

چکیده

ایزدی م. ح. و ی. امام. ۱۳۸۹. اثر آرایش کاشت، تراکم بوته و سطوح نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴. *مجله علوم زراعی ایران*. ۱۲ (۳) ۲۵۱-۲۳۹.

تغییر در ساختار سایه‌انداز گیاهی برای ایجاد شرایطی که بوته‌ها بتوانند حداکثر تابش را جذب کنند، یکی از مهم‌ترین راهکارها در جهت افزایش عملکرد گیاهان زراعی است. در راستای این هدف در یک آزمایش مزرعه‌ای اثر آرایش کاشت، تراکم بوته و سطوح نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد، رطوبت دانه و شاخص برداشت ذرت دانه‌ای (هیبرید سینگل کراس ۷۰۴) در سال ۱۳۸۷ بررسی شد. این پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. آرایش کاشت (یک‌ردیفه عادی، دوردیفه موازی و دو ردیفه زیگزاگ) به عنوان عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شد. تراکم بوته ۸۰۰۰۰، ۹۰۰۰۰، ۱۰۰۰۰۰ و ۱۱۲۵۰۰ در هکتار عامل فرعی و دو سطح نیتروژن خالص ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار عامل اصلی را تشکیل دادند. نتایج نشان داد که برهمکنش آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه و وزن هزاردانه معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه (۱۵۵۵۰ کیلوگرم در هکتار) از تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار و آرایش کاشت دوردیفه زیگزاگ بدست آمد. برهمکنش سطوح نیتروژن و تراکم بوته، همچنین برهمکنش سطوح نیتروژن و آرایش کاشت بر عملکرد دانه، تعداد دانه در بالال، شاخص برداشت و وزن هزاردانه نیز معنی‌دار گردید، بنحوی که بیشترین شاخص برداشت از مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و آرایش کاشت دوردیفه زیگزاگ به مقدار ۶۱/۳۸ درصد بدست آمد. بطور کلی، به نظر می‌رسد که با افزایش مصرف نیتروژن تا ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار در آرایش کاشت زیگزاگ، بتوان عملکرد دانه بیشتری در واحد سطح از مزارع ذرت سینگل کراس ۷۰۴، بدست آورد.

واژه‌های کلیدی: آرایش بوته‌ها روی پشته، رقابت بین بوته‌ای، عملکرد دانه، کود نیتروژن و هیبرید ذرت سینگل کراس ۷۰۴.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۷/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۰/۱۰

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک yaemam@shirazu.ac.ir)

مقدمه

غلات، مهم‌ترین گیاهان غذایی کره زمین و تامین کننده ۷۰ درصد غذای مردم می‌باشند و بطور کلی ۷۵ درصد کل انرژی و نیمی از پروتئین مورد نیاز بشر از غلات تامین می‌شود (Emam, 2007). در حال حاضر تقریباً تمامی زمین‌های مرغوب و مناسب کشاورزی، به خدمت گرفته شده‌اند و زمین‌هایی که کشت و کار نمی‌شوند، اغلب زمین‌های فقیر و کم‌استعدادی است که گاهی موانع عمده‌ای برای تولید در آنها وجود دارد، به گونه‌ای که تولید در این زمین‌ها اقتصادی نمی‌باشد (Emam and Seghateleslami, 2005). بنابراین اتخاذ راهکارهایی به منظور افزایش تولید در واحد سطح از جمله تعیین الگوی مناسب آرایش کاشت بوته‌ها در واحد سطح از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد.

نتایج برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که آرایش کاشت بوته‌ها می‌تواند بر دسترسی آن‌ها به نور، آب و عناصر غذایی مؤثر باشد (Begna et al., 1997). در یک آزمایش مشاهده شد که آرایش کاشت دوردیف ذرت روی هر پشته، به تولید عملکرد دانه بیشتری منجر شد (Ottman and Welch, 1989). در همین آزمایش با افزایش فاصله بین ردیف بوته‌ها از ۱۱۴ سانتیمتر، عملکرد دانه در مقایسه با فواصل بین ردیف ۷۶ سانتیمتر، کاهش یافت. فواصل زیادتر بوته‌ها، باعث رسیدن زیادتر تابش به خاک (Emam and Seghateleslami, 2005) و افزایش تبخیر از سطح خاک شده و عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (Ottman and Welch, 1989).

در آزمایشی در شمال خوزستان، دو الگوی کاشت ذرت (یک و دوردیفه) و چهار تراکم بوته (۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ هزار بوته در هکتار) در دو هیبرید SC720 و TWC600 مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تاثیر تراکم بوته و اثر متقابل هیبرید در الگوی کاشت بر عملکرد دانه و تعداد دانه در بلال معنی‌دار بود. هیبرید SC720 با تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار و آرایش کاشت دوردیف روی پشته، بیشترین

عملکرد دانه را تولید کرد (Barzegari, 2003). در پژوهشی دیگر در خوزستان با فاصله بین بوته ۲۵، ۳۰ و ۳۵ سانتیمتر و آرایش‌های کاشت یک‌ردیفه و دوردیفه زیگزاگ گزارش شد که آرایش کاشت دوردیفه به عملکرد بیشتری ختم شد. بعلاوه، بیشترین عملکرد دانه از فاصله بین بوته ۲۵ سانتیمتر و آرایش کاشت دوردیفه بدست آمده است (Marashi et al., 2007).

در یک آزمایش در ساری، تاثیر تراکم بوته در چهار سطح ۵۵، ۶۵، ۷۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار و فاصله ردیف در سه سطح ۵۵، ۶۵ و ۷۵ سانتیمتر مشاهده شد که با افزایش تراکم تا ۷۵ هزار بوته در هکتار و کاهش فاصله ردیف‌ها، عملکرد دانه ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ افزایش می‌یابد و در تراکم ۵۵ هزار بوته در هکتار و با فاصله ردیف ۷۵ سانتیمتر، کمترین عملکرد بدست آمد (Esmaili and Bankesaz, 2002). نتایج پژوهش‌ها در مورد تاثیر فاصله ردیف‌های کاشت ذرت بر عملکرد دانه نتایج یکسانی نداشته است و از عدم تاثیر فاصله ردیف بر عملکرد (Weidong et al., 2004) تا هفت درصد افزایش عملکرد دانه (Vanderlip et al., 1988) گزارش شده است.

نتایج یک پژوهش دو ساله مزرعه‌ای نشان داده که با افزایش تراکم بوته از ۵۱۱۴۰ به ۷۱۶۳۰، ۹۵۲۴۰ و ۱۴۲۸۶۰ بوته در هکتار، عملکرد دانه افزایش یافته و بالاترین عملکرد (۱۲/۸ تن در هکتار) از بیشترین تراکم بوته بدست آمده است (Ulger et al., 1997). گزارش شده است که در استان فارس، بیشترین عملکرد ذرت دانه‌ای هیبرید ۷۰۴ از تراکم ۱۳/۳۴ بوته در مترمربع بدست آمده است (Emam and Ranjbar, 2001). در مورد هیبریدهای زودرس و متوسط رس ذرت، نتایج یک پژوهش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از ارقام متوسط رس و تراکم ۱۱/۱۱ بوته در متر مربع بدست آمد (Dastfal and Emam, 1996). در یک پژوهش، برهمکنش تراکم‌های ۵۶۰۰ تا ۹۰۰۰۰ بوته در

هکتار و عرض پشته‌های ۳۸، ۵۶ و ۷۶ سانتیمتر بر عملکرد دانه ذرت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار، چنانچه عرض ردیف‌ها از ۷۶ سانتیمتر به ۵۶ سانتیمتر کاهش یابد، عملکرد دانه دو درصد افزایش می‌یابد. همچنین، اگر عرض پشته از ۵۶ سانتیمتر به ۳۸ سانتیمتر کاهش یابد، عملکرد دانه چهار درصد افزایش می‌یابد. در این پژوهش نتیجه گرفته شده که کم کردن فاصله ردیف‌ها، عملکرد دانه را تنها در صورت افزایش تراکم بوته و افزایش تعداد دفعات آبیاری، افزایش می‌دهد (Widdicombe and Thelen, 2002).

نتایج یک پژوهشی با مصرف همزمان مقادیر کود نیتروژن و تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد که افزایش مصرف نیتروژن، تنها با افزایش مقدار آبیاری باعث ازدیاد عملکرد دانه می‌شود (Di Paolo and Rinaldi, 2008). گزارش‌های متعددی در مورد واکنش هیبریدهای ذرت به مصرف نیتروژن در مناطق مدیترانه‌ای منتشر شده است. به عنوان مثال، در پژوهشی با کاشت هیبریدهای تجاری ذرت دانه‌ای نشان داده شده که بهترین واکنش گیاه ذرت به نیتروژن، با مصرف ۲۵۰-۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بدست آمده و کمترین مقدار نیتروژن در خاک باقی‌ماند (Di Paolo and Rinaldi, 2008). پژوهشی مزرعه‌ای در استان فارس، نشان داد که بهترین شیوه‌ی تقسیط نیتروژن در کشت ذرت به صورت: ۲۵ درصد همزمان با کاشت، ۲۵ درصد در مرحله‌ی ۷-۵ برگی، ۲۵ درصد در مرحله‌ی ۱۴-۱۲ برگی و باقیمانده در مرحله‌ی ظهور گل تاجی می‌باشد (Siedi, 1999).

هرچند در ایران پژوهش‌های متعددی در مورد تاثیر عواملی نظیر تراکم بوته، نیتروژن و آرایش کاشت بر عملکرد ذرت دانه‌ای انجام گرفته، لیکن برهمکنش این سه عامل بر عملکرد دانه و اجزای آن در ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ مورد بررسی دقیق قرار نگرفته است. هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تاثیر عوامل سه گانه فوق و برهمکنش آنها بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و سایر اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای هیبرید

تنظیم مقدار نیتروژن مصرفی در کشت ذرت به یک موضوع بسیار مهم اقتصادی و زیست محیطی تبدیل شده است. این موضوع، بویژه در مناطقی که ذرت در شرایط آبیاری کشت می‌شود، از اهمیت بیشتری برخوردار است. کشاورزان بطور سنتی، مقادیری بسیار بیشتر از حد بهینه نیتروژن را در مزارع ذرت استفاده می‌کنند (Emam, 2007). مصرف مقادیر بهینه کود نیتروژن برای تولید حداکثر عملکرد و کاهش آثار منفی زیست محیطی مهم می‌باشد (English et al., 1996). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که مصرف زیادتر از حد بهینه نیتروژن، نه تنها به بهبود عملکرد دانه نمی‌انجامد، بلکه باعث هدر روی کود، کاهش سوددهی کشت گیاه زراعی و افزایش آبتشویی نیترات و آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود (Cox et al., 1993). از طرفی، مصرف کم نیتروژن، دلیل کاهش رشد و عملکرد محصول ذرت شناخته شده است (Ulger et al., 1997). با توجه به موارد فوق، ضروری است که مقادیر بهینه کود نیتروژن برای هر منطقه براساس پژوهش تعیین شود. این مقادیر باید به‌صورتی باشد که حداکثر عملکرد دانه و حداقل آبتشویی نیتروژن را داشته باشد (Schroder et al., 2000).

عملکرد دانه ذرت در مناطق مدیترانه‌ای، بسته به نوع هیبرید، بین ۱۵-۱۱ تن در هکتار، با جذب ۲۵۰-۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار هم گزارش شده است

سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط استان فارس بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تأثیر آرایش کاشت، تراکم بونه و سطوح نیتروژن بر ویژگی‌های ذرت دانه‌ای هیبرید ۷۰۴، پژوهشی در سال زراعی ۸۷-۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۵۳ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا) انجام شد. در این آزمایش سه نوع آرایش کاشت بکار گرفته شدند.

آرایش اول، کشت متداول، که در آن بذرها به صورت یک ردیف روی هر پشته کشت می‌شدند (P1). آرایش دوم شامل کشت موازی دو ردیف بذر روی هر پشته (دو بذر مجاور، روبروی هم کشت شدند

(P2) و آرایش سوم، کشت دو ردیف بذر روی هر پشته بصورت زیگزاگ (P3) بود. در آرایش‌های دوردیفی (موازی یا زیگزاگ)، فواصل کاشت بذر از یکدیگر ۲۵ سانتیمتر در نظر گرفته شد.

در این آزمایش، از چهار تراکم ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱/۲۵ بوته در مترمربع استفاده شد. همچنین با توجه به نتایج آزمون خاک (جدول ۱)، دو سطح کود نیتروژن‌دار از منبع اوره به مقدار ۱۹۰ و ۳۸۰ کیلوگرم در هکتار در چهار مرحله (۲۵ درصد کود همزمان با کاشت، ۲۵ درصد در مرحله ۵-۷ برگی، ۲۵ درصد در مرحله ۱۴-۱۲ برگی و ۲۵ درصد در مرحله ظهور گل تاجی) مصرف شد (Siedi, 1999). این آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. سطوح کود نیتروژن در کرت‌های اصلی، تراکم‌های بوته در کرت‌های

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق صفر تا ۴۰ سانتیمتری

Table1. Some soil physico-chemical propertices of experimental site at 0-40 cm depth

EC (dS.m ⁻¹)	هدایت الکتریکی	1
pH of paste	اسیدیته کل اشباع	7.74
Saturation percentage	درصد اشباع	60
Clay (%)	رس	40
Silt (%)	سیلت	42
Sand (%)	شن	18
TNV (%)	مواد خثی شونده	20
Total N (%)	نیتروژن کل	0.12
OC (%)	کربن آلی	1.26
P(ava) mg.kg ⁻¹	فسفر قابل جذب	21.5
K(ava) mg.kg ⁻¹	پتاسیم قابل جذب	450

جلوگیری از آسیب بیماری کوتولگی زبر ذرت و موزاییک خطی، بذرها با استفاده از سم گاوچو تیمار شدند. کاشت بذرها با دست در عمق ۶ سانتیمتری سطح پشته در کشت دوم (۱۳۸۷/۴/۱۵) صورت گرفت. در هر محل کاشت، دو بذر کاشته شد که پس از سبز شدن و در مرحله ۳ برگی، گیاهچه‌های اضافی حذف شدند و فقط یک بوته در هر محل کاشت باقی گذاشته شد. در طی فصل رشد، آبیاری بر اساس نیاز گیاه صورت

فرعی و آرایش‌های کاشت در کرت‌های فرعی فرعی قرار داده شدند. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۳×۶ متر (هر کرت شامل ۴ خط به فاصله ۷۵ سانتیمتر و به طول ۶ متر بود) و فاصله کرت‌ها از یکدیگر یک متر در نظر گرفته شد. در این پژوهش از هیبرید دیررس ۷۰۴، که رقم متداول منطقه است و فاصله زمانی بین کاشت تا برداشت آن حدود ۱۲۵ روز می‌باشد، استفاده شد. پیش از کاشت، بذور سالم و یکنواخت انتخاب و برای

پذیرفت و علف‌های هرز با وجین دستی کنترل شدند. با توجه به اینکه بیماری شایع در منطقه، کوتولگی زیر ذرت و موزاییک خطی می‌باشد و این بیماری به‌وسیله حشره‌ی زنجرک منتقل می‌شود، سم پاشی با سم دسیس انجام گرفت.

در پایان فصل و پس از رسیدن بوته‌ها به مرحله‌ی رسیدگی فیزیولوژیک (رسیدن لایه سیاه به پایین‌ترین نقطه بذر، Emam, 2007)، بوته‌های دو مترمربع از ناحیه مرکزی هر کرت با دست برداشت شدند. پس از خشک کردن نمونه‌ها، اندازه‌گیری‌های مربوط به عملکرد دانه (با ۱۵ درصد رطوبت)، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، متوسط تعداد بلال در هر بوته، تعداد دانه در بلال و رطوبت دانه انجام و شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک محاسبه شد (Emam, 2007). برای بدست آوردن وزن خشک نمونه‌ها از آون تهویه‌دار (دمای ۷۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۷۲ ساعت) استفاده شد. برای اندازه‌گیری رطوبت دانه، از هر کرت یک بلال برداشت شد و قبل از خشک کردن در آون، دانه‌ها از محور بلال جدا و توزین شدند. سپس، دانه‌ها در آون تهویه‌دار خشک و مجدداً وزن شد و میزان رطوبت دانه تعیین گردید. داده‌های جمع‌آوری شده، با استفاده از نرم افزار SAS.12 مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تعداد دانه در بلال

نتایج نشان داد که تعداد دانه در بلال در سطح یک درصد تحت تاثیر سطوح نیتروژن، تراکم بوته و آرایش کاشت قرار گرفت (جدول ۲). با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار، بیشترین تعداد دانه در بلال (۴۴۳) بدست آمد. در تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار، بیشترین تعداد دانه در بلال (۴۵۲) تولید شد. تعداد دانه در بلال در آرایش کاشت زیگزاگی بیشترین

(۴۳۸) بود (جدول ۳). تعداد دانه در بلال یکی از اجزای مهم عملکرد دانه در ذرت است که تحت تاثیر رقابت بین بوته‌ها قرار می‌گیرد (Tollenaar, 1989). افزایش تعداد دانه در بلال با کاهش تراکم بوته با نتایج سایر پژوهشگران (Sadeghi, 2000; Siedi, 1999) مطابقت دارد. افزایش تعداد دانه در بلال با افزایش مصرف کود نیتروژن نیز توسط پژوهشگران دیگر (Vanderlip et al., 1988; Sadeghi, 2000) گزارش شده است.

برهمکنش نیتروژن و تراکم بوته بر تعداد دانه در بلال نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بلال (۵۸۶) از مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۸۰۰۰۰ بوته بدست آمد (جدول ۴). برهمکنش نیتروژن و آرایش کاشت نیز نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بلال (۶۲۸) با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن و در آرایش زیگزاگ بدست آمد (جدول ۵). در برهمکنش تراکم بوته و آرایش کاشت، بیشترین تعداد دانه در بلال (۵۶۵) از آرایش دوردیفه زیگزاگ و تراکم ۹۰۰۰۰ بوته بدست آمد (جدول ۶). پژوهشگران کاهش تعداد دانه در بلال در تراکم‌های زیادتر بوته را به کم شدن نفوذ تابش فعال به درون سایه‌انداز گیاهی (Andrade et al., 1993) کاهش سرعت رشد گیاه (Tollenaar et al., 1992) و کاهش فتوسنتز در هر بوته (Edmeades and Daynard, 1979) نسبت داده‌اند. مشاهدات این آزمایش در طول فصل رشد حاکی از آن است که از تراکم‌های ۹۰۰۰۰ بوته در واحد سطح به بالا، نور اندکی به بخش‌های پایینی سایه‌انداز می‌رسید و تعدادی از برگ‌ها در شرایط سایه دائمی قرار داشتند.

وزن هزار دانه

آرایش کاشت دوردیفی زیگزاگی بیشترین میزان وزن هزار دانه (۲۸۹/۶ گرم) را ایجاد کرد. برهمکنش سطوح نیتروژن و آرایش کاشت نیز بر وزن هزار دانه معنی‌دار گردید و بیشترین مقدار (۲۹۴/۸ گرم) این شاخص از مصرف حداکثر کود و آرایش زیگزاگی

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد، رطوبت دانه و شاخص برداشت ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴ در تیمارهای آرایش کاشت، تراکم بوته و کود نیتروژن
Table 2. Analysis of variance for maize (SC704) yield, yield components, grain moisture content and harvest index in planting pattern, plant density and nitrogen fertilizer treatments

میانگین مربعات (MS)							
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	وزن هزار دانه 1000 grain weight	رطوبت دانه Grain moisture content	شاخص برداشت Harvest index	تعداد دانه در بلال Grain.ear ⁻¹	عملکرد دانه Grain yield
Replication	تکرار	2	514.556 ^{ns}	11.379 ^{ns}	0.00025 ^{ns}	161.46 ^{ns}	1202958.4 ^{ns}
Nitrogen (N)	نیتروژن	1	5339.75*	22.9863 ^{ns}	0.2091**	133913.08**	806444480.2**
Plant density (D)	تراکم بوته	3	6614.09 ^{ns}	29.766*	0.00041 ^{ns}	41346.74**	18683134**
Planting pattern (P)	آرایش کاشت	2	5146.186*	64.7058**	0.00635**	31099.10**	114087844**
N×D	نیتروژن×تراکم بوته	3	3266.087*	24.4903 ^{ns}	0.00107*	6201.30**	3334768**
N×P	نیتروژن×آرایش کاشت	2	869.769*	6.3490 ^{ns}	0.00208**	11378.78**	41209208**
D×P	تراکم بوته×آرایش کاشت	6	834.555**	9.1129 ^{ns}	0.0003 ^{ns}	1141.84**	2686086.1**
N×D×P	نیتروژن×تراکم بوته×آرایش کاشت	6	385.407 ^{ns}	8.5904 ^{ns}	0.00043 ^{ns}	2305.48 ^{ns}	1143997 ^{ns}
Error (E)	خطا	32	189.17	9.3184	0.00033	723.75	1426359
C.V (%)	ضریب تغییرات		5.01	9.20	3.18	6.72	9.54

ns: Non-significant

* and **:Significant at 5% and 1% Probability levels, respectively

ns: غیر معنی‌دار

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

" اثر آرایش کاشت، تراکم بوته....."

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد، رطوبت دانه و شاخص برداشت ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در تیمارهای آرایش کاشت، تراکم بوته و کود نیتروژن

Table 3. Mean comparison of yield, yield components grain moisture content and harvest index of maize (SC704) in planting patterns, plant density and nitrogen fertilizer treatments

Planting pattern	آرایش کاشت	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	رطوبت دانه Grain moisture content (%)	شاخص برداشت Harvest index (%)	تعداد دانه در بلال Grain.ear ⁻¹	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)
SR	یک ردیفه	260.4c	32.7b	56.8c	366.7c	10520c
PDR	دور دیفه موازی	273.0b	34.9a	58.0b	395.5b	12170b
ZDR	دور دیفه زیگزاگ	289.6a	31.7c	59.4a	438.2a	14840a
Nitrogen (kg.ha ⁻¹)						
نیتروژن						
90		265.7b	32.5a	52.4b	357.0b	9166b
180		282.9a	33.7a	63.2a	443.3a	15859a
Plant density (Plant.ha ⁻¹)						
تراکم بوته						
80000		289.5a	34.9a	57.2a	452.2a	11100c
90000		288.6a	32.7ab	58.2a	419.4b	12940ab
100000		270.4b	31.8b	58.2a	389.7c	13480a
112500		248.8c	33.0ab	57.6a	339.3d	12540b

در هر ستون برای هر تیمار میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column and for each treatment, followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

SR: Single Row, PDR: Parallel Double Row, ZDR: Zigzag Double Row

جدول ۴- برهمکنش سطوح نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد، رطوبت دانه و شاخص برداشت ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴

Table 4. Interaction of nitrogen fertilizer and plant density on maize (SC704) yield, yield components grain moisture content and harvest index

نیتروژن Nitrogen (kg.ha ⁻¹)	تراکم بوته Plant density (Plant.ha ⁻¹)	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	رطوبت دانه Grain moisture content (%)	شاخص برداشت Harvest index (%)	تعداد دانه در بلال Grain. ear ⁻¹	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)
90	80000	264.7c	34.2a	51.7c	385.3d	7765d
	90000	274.8c	32.7a	52.4bc	365.6e	9105c
	100000	276.2c	33.4a	53.9b	336.3fg	10039c
	112500	267c	35.6a	51.7c	232.9g	9754c
180	80000	314.3a	37.9a	62.8a	586.2a	14427b
	90000	302.4b	34.7a	64.1a	566.0b	16769a
	100000	295.5b	34.1a	62.5a	536.2c	16911a
	112500	290.6b	33.7a	63.5a	470.2ef	15330a

در هر ستون برای هر تیمار میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column and for each treatment, followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

بلال‌هایی نقش داشته است. پژوهش‌های تکمیلی در این راستا قابل توصیه است.

شاخص برداشت

شاخص برداشت در سطح یک درصد، تحت تاثیر سطوح نیتروژن قرار گرفت (جدول ۲) و با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به بیشترین مقدار (۶۳/۲۵ درصد) رسید (جدول ۳). بعلاوه، تاثیر آرایش کاشت بر شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲) و بیشترین شاخص برداشت (۵۹/۴ درصد) از آرایش کاشت زیگزاگی بدست آمد (جدول ۳). برهمکنش سطوح نیتروژن و آرایش‌های کاشت بر شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲) و بیشترین مقدار (۶۳/۸۳ درصد) از مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و آرایش کاشت زیگزاگی بدست آمد (جدول ۵). برهمکنش نیتروژن و تراکم بوته نیز بر شاخص برداشت معنی‌دار شد (جدول ۲) و بیشترین شاخص برداشت (۶۳/۵۸ درصد) از مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن و تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار بدست آمد (جدول ۴). این موضوع حاکی از آن است که با افزایش دسترسی بوته‌ها به نیتروژن، در سطوح بالاتر مصرف نیتروژن، و همچنین کاهش رقابت بدلیل تغییر در آرایش کاشت بوته‌ها، سهم بیشتری از مواد پرورده به دانه‌ها اختصاص یافته است (Bruns and Abbas, 2005; Emam and Seghateleslami, 2005).

عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تاثیر سطوح نیتروژن، تراکم بوته و آرایش کاشت در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). بطور کلی، عملکرد دانه در آرایش کاشت زیگزاگی بیشترین مقدار (۱۴۸۴۰ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۳). با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین عملکرد دانه (۱۵۸۵۹ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (جدول ۳). نقش مثبت کود نیتروژن در افزایش عملکرد دانه ذرت توسط سایر پژوهشگران نیز

بدست آمد (جدول ۵). برهمکنش سطوح نیتروژن و تراکم بوته نیز بر وزن هزار دانه معنی‌دار شد و بیشترین مقدار این شاخص (۳۱۴/۳ گرم) از مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تراکم ۸۰۰۰۰ بوته بدست آمد (جدول ۴). نتایج پژوهش‌های مشابه نیز حاکی از آن است که وزن هزار دانه چندان تحت تاثیر تراکم بوته قرار نمی‌گیرد (Emam and Seghateleslami, 2005). لیکن، نیتروژن تاثیر معنی‌داری بر آن دارد (Vanderlip et al., 1988). با توجه به اینکه در پژوهش حاضر، متوسط تعداد بلال در بوته، تحت تاثیر هیچ یک از تیمارهای آزمایشی و اثر متقابل آنها قرار نگرفت، بنابراین، تفاوت در عملکرد دانه‌ی تیمارها به تفاوت در تعداد دانه و یا وزن هزار دانه آنها نسبت داده شده است.

رطوبت دانه

رطوبت دانه شاخصی مهم در ارتباط با رسیدگی تکنولوژیک بذر ذرت می‌باشد که زمان مناسب برای برداشت را تعیین می‌نماید (Emam, 2007). این شاخص در سطح یک درصد تحت تاثیر آرایش کاشت و تراکم بوته قرار گرفت ولی سطوح نیتروژن بر آن تاثیری نداشت (جدول ۲). با افزایش تراکم بوته، رطوبت دانه‌ها در موقع رسیدگی تکنولوژیک، کاهش یافت و کمترین رطوبت دانه (۳۱/۸۹ درصد) از تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار بدست آمد (جدول ۳). نتایج برخی پژوهش‌ها نیز حاکی از آن است که رطوبت دانه‌ها در ذرت، هرچند تحت تاثیر سطوح نیتروژن قرار نگرفته، لیکن با افزایش تراکم، کاهش می‌یابد (Scharf et al., 2002). نتایج یک آزمایش نشان داد که رطوبت دانه‌ها تحت تاثیر هیبرید ذرت، تراکم بوته و فاصله بین ردیف قرار گرفته و با افزایش تراکم بوته و کاهش فاصله بین ردیف‌ها، رطوبت دانه‌ها هنگام برداشت، کمتر بوده است (Widdicombe and Thelen, 2002). مشاهدات طول فصل رشد بوته‌های ذرت در مزرعه حاکی از آن است که تعداد برگ‌های بلال پوش کمتر در تراکم‌های زیادتر بوته، احتمالاً در تخلیه آسان‌تر رطوبت از چنین

" اثر آرایش کاشت، تراکم بوته....."

جدول ۵- برهمکنش سطوح نیتروژن و آرایش کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد، رطوبت دانه و شاخص برداشت ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴

Table 5. Interaction of nitrogen fertilizer and planting patterns on maize (SC704) yield, yield components grain moisture content and harvest index

نیتروژن Nitrogen (kg.ha ⁻¹)	آرایش کاشت Planting pattern	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	رطوبت دانه	شاخص برداشت	تعداد دانه در بلال Grain.ear ⁻¹	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)	
			Grain moisture content (%)	Harvest index (%)			
90	SR	یک ردیفه	255.3b	32.1a	51.5c	345.6d	8395e
	PDR	دوردریفه موازی	257.4b	34.9a	52.9c	376.1c	8992e
	ZDR	دوردریفه زیگزاگ	284.4a	30.7a	52.9c	390.4c	10110d
180	SR	یک ردیفه	265.4b	33.4a	60.8b	505.5b	12650c
	PDR	دوردریفه موازی	288.5a	34.9a	63.1a	512.2b	15530b
	ZDR	دوردریفه زیگزاگ	294.8a	32.7a	63.8a	627.7a	19580a

در هر ستون برای هر تیمار، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means in each column and for each treatment, followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability levels- using Duncan's Multiple Range Test.

SR: Single Row, PDR: Parallel Double Row, ZDR: Zigzag Double Row

جدول ۶- برهمکنش تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد، رطوبت دانه و شاخص برداشت ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴

Table 6. Interaction of plant density and planting patterns on maize (SC 704) yield, yield components grain's moisture and harvest index

تراکم بوته Plant density (Plant.ha ⁻¹)	آرایش کاشت Planting Patterns		وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	رطوبت دانه Grain moisture content (%)	شاخص برداشت Harvest index (%)	تعداد دانه در بلال Grain.ear ⁻¹	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)
80000	SR	یک ردیفه	277.8cd	35.1a	55.5a	414.0b	9051d
	PDR	دوردریفه موازی	280.0 bcd	36.1a	58.0a	452.0b	11150c
	ZDR	دوردریفه زیگزاگ	288.7 a	33.5a	58.2a	490.6b	13190b
90000	SR	یک ردیفه	284.8bc	32.7a	56.3a	376.9b	10430cd
	PDR	دوردریفه موازی	285.2abc	33.9a	57.6a	426.7b	13200b
	ZDR	دوردریفه زیگزاگ	285.7bc	31.5 a	60.8a	564.5a	15180a
100000	SR	یک ردیفه	280.8e	31.4a	56.9a	360.2b	11300c
	PDR	دوردریفه موازی	285.6bc	32.8a	58.6a	420.3b	13570b
	ZDR	دوردریفه زیگزاگ	286.7ab	31.3a	59.1a	532.2a	15550a
112500	SR	یک ردیفه	270.0f	31.6a	55.7a	325.6b	11310c
	PDR	دوردریفه موازی	274.2e	36.8a	57.8a	314.2b	10870c
	ZDR	دوردریفه زیگزاگ	265.1de	30.5a	59.4a	378.0b	12890b

در هر ستون برای هر تیمار، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means, in each column and for each treatment, followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

SR: Single Row, PDR: Parallel Double Row, ZDR: Zigzag Double Row

(جدول ۵). بیشتر بودن عملکرد دانه در آرایش کاشت زیگزاگی در تراکم‌های بالاتر ممکن است به دلیل رقابت کمتر بین بوته‌های مجاور در این نوع آرایش کاشت بوده باشد. سایر پژوهشگران نیز به این موضوع توجه داشته‌اند، برای مثال، سیده‌وند و همکاران (Sidevand *et al.*, 2000)، پوریوسف و همکاران (Pouryusef *et al.*, 2002)، آزادگله و کاظمی (Azadgoleh and Kazemi, 2007) و همچنین صالح و همکاران (Saleh *et al.*, 2008) در مقایسه الگوهای کاشت دوردیفه و یک ردیفه در ذرت به این نتیجه رسیدند که عملکرد دانه در الگوی کاشت دوردیفه بیشتر از یک ردیفه بوده است که این نتیجه با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد.

نتایج کلی پژوهش حاضر نشان داد که تراکم بوته و آرایش کاشت برهمکنش معنی‌داری بر عملکرد دانه ذرت دانه‌ای هیبرید ۷۰۴ داشته به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه از آرایش کاشت زیگزاگ و تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار بدست آمد. بعلاوه، اثر متقابل سطوح نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد دانه معنی‌دار بود و بیشترین عملکرد دانه با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار بدست آمد. درک جزئیات تاثیر تراکم بهینه بوته و تغییر در موقعیت استقرار بوته‌ها در مزرعه با هدف افزایش جذب عناصر غذایی و تابش و همچنین کاهش رقابت بین بوته‌ای، نیازمند پژوهش‌های تکمیلی است.

مورد توجه قرار گرفته است (Bruns and Abbas, 2005; Emam and Seghateleslami, 2005). بیشترین عملکرد دانه (۱۳۴۸۰ کیلوگرم در هکتار) از تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار بدست آمد (جدول ۳). افزایش عملکرد دانه ذرت با افزایش تراکم بوته تا رسیدن به تراکم بهینه بوته در واحد سطح، با نتایج پژوهشگران دیگر (Dastfal and Emam, 1996; Scharf *et al.*, 2002; Widdicombe and Thelen, 2002) نیز مطابقت دارد.

برهمکنش تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد دانه نشان داد که، بیشترین عملکرد (۱۵۵۵۰ کیلوگرم در هکتار) از آرایش کاشت زیگزاگ و تراکم ۱۰۰۰۰۰ بوته در هکتار بدست آمد (جدول ۶). در پژوهش بگنا و همکاران (Begna *et al.*, 1997). نیز برهمکنش تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد دانه ذرت معنی‌دار گردید و بیشترین عملکرد دانه از تراکم ۶۵۰۰۰ بوته در هکتار و آرایش کاشت زیگزاگ بدست آمد. برهمکنش سطوح نیتروژن و تراکم بوته نیز بر عملکرد دانه معنی‌دار شد و بیشترین عملکرد دانه (۱۶۷۶۹ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و از تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در هکتار بدست آمد (جدول ۴).

این یافته نیز با نتایج سایر پژوهشگران از جمله سیدی (Siedi, 1999) و صادقی (Sadeghi, 2000) مطابقت دارد. مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در آرایش کاشت زیگزاگی بیشترین عملکرد دانه (۱۹۵۸۰ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد

References

- Andrade, F. H., S. A. Uhart. and M. I. Frugone. 1993. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize: shade versus plant density effects. Crop. Sci. 33: 482-485.
- Azadgoleh, M. A. E. and Z. Kazemi. 2007. A study of the planting pattern and density effects on yield and physiological growth parameters in two corn cultivars (*Zea mays* L.). Ecol. Environ. and Conserv. 13: 467-472.
- Barzegari, M. 2003. Effect of planting pattern and density on grain maize yield in north of Khoozestan. 7th Iranian Crop Science Congress. Aug. 24- 26, Karaj-Iran. P 69. (In Persian).

منابع مورد استفاده

- Begna, S. H., R. I. Hamilton, L. M. Dwyer, D. W. Stewart and D. L. Smith. 1997.** Effects of population density and planting pattern on the yield and yield components of leafy reduced-stature maize in a short-season area. 1997. J. of Agron. Crop Sci. 179: 9-17.
- Berenguer, P., P. Santiveri, J. Boixadera and J. Lloveras. 2008.** Fertilization of irrigated maize with pig slurry combined with mineral nitrogen. Europ. J. Agron. 28: 635–645.
- Berenguer, P., F. Santiveri, J. Boixadera and J. Lloveras. 2009.** Nitrogen fertilisation of irrigated maize under Mediterranean conditions. Europ. J. Agron. 30: 163–171.
- Bruns, H. A. and H. K. Abbas. 2005.** Ultra high plant population and nitrogen fertility effects on corn in the Mississippi Valley. Agron. J. 97: 1136-1140.
- Dastfal, M. and Y. Emam. 1996.** Effect of plant density on yield and yield components of three grain maize hybrids as double crop in Doroodzan- Fars Province. 4th Iranian Crop Science Congress. Aug. 24- 26, Isfahan University of Technology. P 186. (In Persian).
- Di Paolo, E. and M. Rinaldi. 2008.** Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. Field Crops Res. 105, 202–210.
- Edmeades, G. O. and T. B. Daynard. 1979.** The relationship between final yield photosynthesis at flowering in individual maize plant. Can. J. Plant. Sci. 59: 585-601.
- Emam, Y. 2007.** Cereal Production. Shiraz University Press. Third edition. 190 pages. (In Persian).
- Emam, Y. and G. H. Ranjbar. 2001.** Effect of plant density and water stress in vegetative stage on yield and water use efficiency in grain maize. Iran. J. Crop Sci. 17. pp 50-62. (In Persian with English abstract).
- Emam, Y. and M. J. Seghateleslami. 2005.** Crop Yield, Physiology and Processes. Shiraz University Press. 593 pages. (In Persian).
- English, M. and S. N. Raja. 1996.** Perspectives on deficit irrigation. Agric. Water Manage. 32: 1–14.
- Esmaili, M. and A. Bankesaz. 2000.** Effects of planting density and row spacing on grain maize SC704 yield and yield components in Mazandaran climate condition. 6th Iranian Crop Science Congress. Babolsar. P 337. (In Persian).
- Marashi, K., Sh. Zaker Nejad, S. Lak and A. Siadat. 2007.** Assessment of planting patterns and plant density on yield and yield components of corn (*Zea mays* L. Hybrid K. S. C. 704) under Ahwaz climate conditions. Sci. J. Agric. 3: 63-70. (In Persian with English abstract).
- Ottman, M. J. and L. F. Welch. 1989.** Planting patterns and radiation interception, plant nutrient concentration and yield in corn. Agron. J. 81: 167-174.
- Pouryusef, M., D. Mazaheri., M. Ghanadha and A. Bankesaz. 2002.** Effect of planting pattern and plant density on yield and yield component two maize hybrid. 7th Iranian Crop Science Congress. Aug. 24- 26, Karaj. P 85. (In Persian).
- Sadeghi, H. 2000.** Effect of plant density and nitrogen levels on physiological characteristics, yield and yield

- component of grain maize in Kooshkak- Fars province. MSc dissertation of Agronomy. College of Agriculture. Shiraz University. 95 pages. (In Persian).
- Saleh, E. E., A. L. Essam., M. S. Ahmed and U. Schmidhalter. 2008.** Irrigation rate and plant density effects on yield and water use efficiency of drip-irrigated corn. *Agric. Water Manage.* 95:836–844.
- Scharf, C. P., W. J. Weibold and J. A. Lory. 2002.** Corn yield response to nitrogen fertilizer timing and deficiency level. *Agron. J.* 94: 435-441.
- Schroder, J. J., J. J. Neeteson, O. Oenema and P. C. Struik. 2000.** Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. *Field Crops Res.* 66, 151–164.
- Siedi, A. 1999.** Effect of plant density and method of nitrogen application on yield and yield components of maize (SC704). MSc dissertation of Agronomy. College of Agriculture. Shiraz University. 82 pages. (In Persian).
- Sidevand, M., J. Valizan., M. Ghanadha. and A. Bankesaz. 2000.** Evaluation of changing in planting pattern and density on yield of maize SC704. 6th Iranian Crop Science Congress. Sept. 3-6, Babolsar, Page 225. (In Persian).
- Tollenaar, M. 1989.** Genetic improvement in grain yield of commercial maize hybrids grown in Ontario from 1959 to 1988. *Crop. Sci.* 29: 1365-1371.
- Tollenaar, M., L. M. Dwyer and D. W. Stewart. 1992.** Ear and kernel formation in maize hybrids representing three decades of grain yield improvement in Ontario. *Crop. Sci.* 32: 432-438.
- Ulger, A. C., H. Ibrikci, B. Lakir and N. Guzel. 1997.** Influence of nitrogen rates and row spacing on corn yield, protein content and other plant parameters. *J. Plant Nutr.* 20: 1697-1709.
- Vanderlip, R. L., J. C. Okonkwo and J. A. Schaffer. 1988.** Corn response to precision of within-row plant spacing. *Appl. Agric. Res.* 3: 116-119.
- Villar-Mir, J. M., P. Villar-Mir, C. O. Stockle, F. Ferrer and M. Aran. 2002.** On-farm monitoring of soil nitrate-nitrogen in irrigated cornfields in the Ebro valley (Northeast Spain). *Agron. J.* 94, 373–380.
- Weidong, L., M. Tollenaar, G. Stewart and W. Deen. 2004.** Within-row plant variability does not affect corn yield. *Agron. J.* 96: 275-280.
- Widdicombe, W. D. and K. D. Thelen. 2002.** Row width and plant density effect on corn grain production in the northern corn belt. *Agron. J.* 94: 1020-1023.

Effect of planting pattern, plant density and nitrogen levels on grain yield and yield components of maize cv. SC704

Izadi, M. H.¹ and Y. Emam²

ABSTRACT

Izadi, M. H. and Y. Emam. 2010. Effect of planting pattern, plant density and nitrogen levels on grain yield and yield components of maize cv. SC704. **Iranian Journal of Crop Sciences. 12 (3) 239-251. (In Persian)**

Modifying canopy structure to provide conditions in which the crop canopy could absorb better light has been known as an important strategy to increase crop yield. In this field study, the effects of planting pattern, plant density and nitrogen levels on grain yield, yield components and some agronomic characteristics of maize cv. SC704 were evaluated in 2008 cropping season. The field experiment was carried out at the experimental farm of faculty of agriculture Shiraz University, in split-split-plot arrangements using RCBD with three replications. Planting patterns (conventional single row= SR, parallel double row = PDR, and zigzag double row = ZDR) were randomized in sub-sub-plots, plant densities, (80000, 90000, 100000 and 112500 plants.ha⁻¹) were randomized in sub- plots and nitrogen levels (90 and 180 kg.ha⁻¹) were assigned to main plts. Interaction effect of planting patterns and density on grain yield, grains per ear and 1000 grain weight was significant. The highest grain yield (15550 kg.ha⁻¹) was obtained from 100000 plants.ha⁻¹ and ZDR planting pattern. Interaction effect of nitrogen levels × density, and nitrogen levels × planting patterns on grain yield, harvest index, grains per ear and 1000 grain weight were also significant. Therefore, the highest biological yield was obtained from application of 180 kg N.ha⁻¹ at 100000 plants.ha⁻¹ (27045 kg.ha⁻¹). However, the highest harvest index was obtained from application of 180 kgN.ha⁻¹ and ZDR planting pattern (61.38%). It seems that application of 180 kgN.ha⁻¹ and ZDR planting pattern could improve the grain yield of maize cv. SC704.

Key words: Grain yield, Inter-plant competition, Maize cv. SC704, Nitrogen fertilizer and Planting pattern.

Received: October, 2009 Accepted: December, 2009

1- M.Sc., student, Shiraz University, Shiraz, Iran

2- Professor, Fac. of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran (Corresponding author) (Email: yaemam@shirazu.ac.ir)