مجله علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد ششم، شماره ۳(۲۳)، ۱۳۹۱، صفحه ۲۶۴-۲۴۹

اثر فاصله بین ردیف، تراکم و الگوی کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای سینگل کراس۷۰۴ در کشت دوگانه

مهدی رمضانی[1*] و رضا رضایی سوخت آبندانی[1]

چکیده

به منظور بررسی اثر فواصل بین ردیف، تراکم و الگوی کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (سینگل کراس ۷۰۴) در کشت دوم بعد از برداشت برنج، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی قراخیل قائم‌شهر در سال زراعی ۱۳۸۸ اجرا شد. تیمارها شامل سه فاصله کاشت بین ردیف (۸۵، ۷۵، ۶۵ سانتی‌متر)، دو تراکم ۷۰ و ۸۰ هزار بوته در هکتار و دو الگوی کاشت (تک ردیف و دو ردیف زیگزاگی) بودند. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که حداکثر عملکرد دانه (۹۲۳۰ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۴۲/۱۱ درصد) تحت فاصله ۶۵ سانتی‌متر بین ردیف‌ها حاصل شد. عملکرد دانه و اجزای عملکرد از نظر آماری تحت تأثیر تراکم کاشت قرار نگرفتند. میزان عملکرد دانه در کشت دو ردیف زیگزاگی نسبت به تک ردیف حدود ۲۳/۶۶ درصد بیشتر بود. کلیه اجزای عملکرد در کشت دوردیف زیگزاگی بیشتر از تک ردیف بود. اثر متقابل فواصل بین ردیف × تراکم کاشت تنها بر عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت و طول بلال در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. عملکرد بیولوژیکی و تعداد ردیف در بلال از نظر آماری تحت اثر متقابل فواصل بین ردیف × الگوی کاشت در سطح احتمال ۵ درصد قرار گرفت. کمترین عملکرد دانه (۶۵۵۸ کیلو گرم در هکتار) تحت اثر متقابل سه عاملی فاصله ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف با تراکم ۸۰ هزار بوته و کشت تک ردیف حاصل گردید و حداکثر شاخص برداشت برای الگوی کاشت دو ردیف زیگزاگی با تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار و فاصله ۶۵ سانتی‌متر بین ردیف ۴۶/۸۶ درصد حاصل شد. عملکرد دانه با کلیه اجزای عملکرد همبستگی مثبت و بسیار بالایی در سینگل کراس ۷۰۴ ذرت داشت که به دلیل بالا بودن شرایط زراعی در کشت تأخیری تابستانه (هفته اول شهریور) بود. به‌طور کلی کشت دوگانه ذرت بعد از برداشت برنج سبب پایداری تولید، استفاده موثر از آب و منابع، افزایش میزان بهره‌وری و افزایش تولید می‌شود.

واژگان کلیدی: ذرت دانه‌ای، فواصل بین ردیف، تراکم، الگوی کاشت، عملکرد دانه.

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، عضو استعدادهای درخشان باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان

* نگارنده‌ی مسئول mehdiramezani1979@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۰/۹/۱۳

تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۳۱

مقدمه

با توجه به اهمیت ذرت و روند توسعه کشت آن در استان مازندران شناسایی ارقام پر محصول ذرت و تعیین شرایط کشت آنها از جمله تراکم مناسب و آرایش کاشت از عوامل اصلی و اساسی در تولید این گیاه ارزشمند می‌باشد. از این رو 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 (Shorgshti, 1998). به نظر می‌رسد توجه به این مهم در نزدیک شدن به سقف پتانسیل تولیدی گیاه نقش موثری داشته باشد. مطالعات نشان می‌دهد که در الگوی کشت دو ردیف ذرت در طرفین پشته به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر، به جای کشت تک ردیفه روی وسط پشته‌ها (شیوه رایج)، توزیع بوته‌ها روی هر پشته به صورت متوازی الاضلاع خواهد بود. این آرایش، فاصله و فضای مناسب‌تری را برای هر بوته جهت بهره‌گیری از نور و جذب رطوبت و کود و سایر عناصر فراهم می‌نماید (Duncan, 1984; Porter and Hicks, 1997; Sprague and Dudley, 1988) و حجم ریشه‌ها نیز به دلیل دارا بودن فضای وسیع‌تر، نسبت به روش کشت تک ردیف بیشتر می‌باشد و در مجموع ریشه‌ها در سطح و عمق بیشتری توسعه یافته و از مواد غذایی بهتر می‌توانند استفاده کنند (Duncan, 1984; Sprague and Dudley, 1988). در کشت دو ردیف، بوته‌های ذرت به دلیل برخورداری از نور و تغذیه بهتر، نسبت به کشت یک ردیفه دارای ارتفاع، قطر ساقه و محل استقرار بلال بهتری می‌شوند (Colloud, 1997; Shorgshti, 1998). به دلیل رشد سریع‌تر و توزیع مناسب‌تر بوته‌ها، در کشت دو ردیف پوشش سبز مزرعه زودتر صورت می‌گیرد، از تبخیر سریع و شدید مزرعه جلوگیری می‌شود، بوته‌ها با سایه اندازی بیشتر مانع رشد علف‌های هرز و هدر رفتن رطوبت و سایر نهاده‌ها می‌شوند و کارایی انرژی خورشید از طریق جذب بیشتر توسط برگ‌ها افزایش خواهد یافت (Seyedehvand *et al*., 2000). از عواملی که می‌تواند تابش نور به داخل پوشش گیاهی را توسط آن کم و زیاد کرد، ساختار ژنتیکی گیاه و آرایش کاشت است که بدین نحو می‌توان سبب افزایش عملکرد در واحد سطح شد (Zehtabian, 1996). کاهش جذب نور بخصوص در مرحله زایشی سبب کاهش تعداد دانه شده و بالطبع عملکرد به شدت کاهش می‌یابد (Kiniry *et al*., 1992; Read *et al*., 1998). با توجه به تأثیر شرایط اقلیمی هر منطقه روی میزان تراکم مطلوب بوته از جمله عوامل مهم برای حصول حداکثر عملکرد دانه در ذرت، تعیین تراکم و آرایش کاشت مناسب با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه و مشخصات رقم‌های مورد کاشت است (Akintoye *et al*., 1997; Larson and Hanway, 1997). بنایی و همکاران (Banaei *et al*., 2004) اظهار داشتند که رقم سینگل‌کراس ۷۰۴ در آرایش کاشت دو ردیف با فاصله دو ردیف ۲۰ سانتی‌متر روی پشته با تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار با متوسط عملکرد ۱۵/۲۲ تن در هکتار نسبت به تراکم‌های کمتر و بیشتر و آرایش کاشت یک ردیف برتری معنی‌داری داشت. بنا به گزارش زعفریان و همکاران (Zafarian *et al*., 2004) عملکرد دانه در آرایش کاشت دو ردیف نسبت به آرایش کاشت رایج (تک ردیفه) و تراکم ۱۰۰ هزار نسبت به ۷۰ هزار بوته در هکتار به ترتیب ۲۰/۷۷ و ۱۹/۹۴ درصد افزایش یافت. با کاهش فاصله بین ردیف‌ها و استفاده از آرایش کشت دو ردیفه، رقابت بین بوته‌ها در روی ردیف کاهش یافته و دستیابی به عمکردهای بالا از طریق افزایش تراکم امکان پذیر خواهد بود. به گزارش تیتو کافو و گاردنر (Teito-Kagho and Gardner, 1998) رابطه بین عملکرد دانه و تراکم ذرت به صورت

یک منحنی سهمی است که حداکثر عملکرد دانه در تراکم ده بوته در متر مربع به‌دست می‌آید. از طرفی مطالعات انجام شده پیرامون آرایش کاشت ذرت در کشور حاکی از برتری آرایش کاشت دو ردیف نسبت به یک ردیف می‌باشد (Bazrafshan *et al*., 2005; Tahmasebi and Yaghmori, 2004). با توجه به نتایج تحقیقات به زراعی روی تاثیر تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد می‌توان نتیجه گرفت با آرایش دو ردیف می‌شود تراکم بوته در هکتار را افزایش داد و با عنایت به اینکه تراکم بسته به شرایط محیطی، حاصل‌خیزی خاک، ژنوتیپ، قدرت رشد، رطوبت، هدف تولید، رقابت با علف‌های هرز، پنجه‌زنی، اندازه و حجم بوته، رقابت با گیاه مجاور، رقابت درون گیاهی در نواحی مختلف فرق می‌کند. بنابراین، هدف از این تحقیق بررسی اثرات فواصل بین ردیف، تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد و برخی خصوصیات زراعی رقم ذرت دانه‌ای (رقم سینگل‌کراس ۷۰۴) در شرایط آب و هوایی استان مازندران در کشت تأخیری تابستانه به منظور دستیابی به مناسب‌ترین شیوه کاشت ذرت بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در سال زراعی ۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقات زراعی قراخیل (قائم‌شهر) به اجرا آمد. ایستگاه مورد نظر در عرض جغرافیایی ´۲۸ و °۳۶، طول جغرافیایی ´۱۸ و °۵۶ و ارتفاع ۱۴/۷ متر از سطح دریا قرار دارد. میزان متوسط بارندگی سالیانه آن ۷۴۵ میلی‌متر می‌باشد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک منطقه مورد آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است.

تیمارها شامل سه فاصله بین ردیف (۶۵، ۷۵ و ۸۵ سانتی‌متر) و دو الگوی کاشت (یک ردیفه خطی و دو ردیفه زیگزاگی) و دو تراکم ۷۰ و ۸۰ هزار بوته در هکتار بود. در کشت یک ردیفه خطی بوته‌های دو ردیف مجاور، به‌صورت موازی قرار گرفتند و در کاشت دو ردیفه گیاه به صورت زیگزاگی روی یک ردیف با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار گرفتند. مزرعه آزمایشی به ۴۸ پلات (کرت) مساوی به ابعاد ۷ × ۶ متر مربع تقسیم شد. زمین آزمایش در سال قبل نیز زیر کشت برنج بوده و در تاریخ اول شهریور به‌صورت تأخیری تابستانه (بعد از برداشت برنج) به‌عنوان کشت دوگانه اقدام به کشت ذرت دانه‌ای گردید. پیش از کاشت با توجه به آزمون خاک، مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع اوره به عنوان پایه به زمین داده شد و به‌وسیله دیسک با خاک مخلوط گردید و در مرحله ۷ – ۶ برگی مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به عنوان کود سرک اول و در مرحله ۱۴ – ۱۳ برگی به عنوان کود سرک دوم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به گیاه زراعی کشت شده داده شد. هر پلات شامل ۷ ردیف کاشت به طول ۷ متر ایجاد شد.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1 – The results of physicochemical analysis of soil in experimental site

$AV.P_2O_5$ mg/kg	$AV.KO_2$ mg/kg	Class	Clay%	Silt%	Sand%	%O.C	%O.M	%N	T.N.V	pH	EC dS/m	Depth cm
5	99	لومی	26	44	30	2.12	3.65	0.177	34	7.72	0.85	0-30

در هنگام کاشت با توجه به تراکم و الگوی کاشت مورد نظر ابتدا روی نخ فواصل علامت‌گذاری شد و پس از بند کشی هر کرت در محل علامت‌ها، چاله‌هایی به عمق ۵ – ۳ سانتی‌متر ایجاد و ۳ – ۲ عدد بذر در آنها قرار گرفت و روی بذرها به وسیله لایه‌ای از خاک نرم پوشیده شد. به دلیل بارندگی پس از کاشت، آبیاری صورت نگرفت. بوته‌ها در مرحله ۴ – ۲ برگی تنک گردید، به طوری که در هر کپه یک گیاه باقی ماند. مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد و برای مبارزه با آفات آگروتیس (کرم طوقه بر ذرت) و حلزون از سوین و سبوس (۳ کیلوگرم سوین و ۱۰۰ کیلوگرم سبوس برای یک هکتار) و همین طور برای مبارزه با کرم برگخوار از سم دیازینون محلول به غلظت ۱/۵ در هزار استفاده گردید. در طی مرحله رسیدگی برای تعیین صفات به‌صورت تصادفی از هر کرت نمونه‌برداری شد که شامل طول و قطر بلال به ترتیب بر حسب سانتی‌متر و میلی‌متر با اندازه‌گیری ۱۰ بوته، تعداد ردیف و دانه در بلال و تعداد دانه در هر بلال با شمارش از ۱۰ بوته در هر کرت، وزن هزار دانه با شمارش و توزین هر دانه با رطوبت ۱۲ درصد، عملکرد دانه و بیولوژیک با برداشت بوته‌ها از دو ردیف وسط از هر کرت با حذف اثرات حاشیه‌ای برحسب رطوبت ۱۲ درصد و شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک محاسبه گردید. داده‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و همبستگی با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) انجام شد.

نتایج و بحث

طول بلال

همان طوری که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد طول بلال از نظر آماری تحت تأثیر الگوی کاشت در سطح احتمال ۱ درصد و اثرات متقابل فواصل بین ردیف × تراکم در سطح احتمال ۵ درصد قرار گرفت. طول بلال برای الگوی کاشت دو ردیفه زیگزاگی به نسبت ۲۲/۸ درصد بیشتر از تک ردیفه ساده (۱۷/۷۴ سانتی‌متر) بود (جدول ۳). بلندترین طول بلال برای فاصله ۸۵ سانتی‌متر بین ردیف و با تراکم ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار به‌دست آمد که برابر ۲۱/۳۰ سانتی‌متر بود (جدول ۴). اتمان و ولچ (Ottman and Welch, 1989) و زعفریان و همکاران (Zafarian *et al.*, 2004) و پورتر و هایسک (Porter and Hicks, 1997) و کوکس (Cox, 1997) و مرعشی و همکاران (Marashi *et al.*, 2007) افزایش طول بلال را در الگوی کاشت دو ردیف زیگزاگی گزارش کردند که به دلیل جذب بیشتر تشعشع خورشید نسبت به کشت تک ردیف خطی بود.

قطر بلال

قطر بلال از نظر آماری تنها تحت تأثیر الگوی کاشت در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۲). قطر بلال برای آرایش کاشت دو ردیفه زیگزاگی (۴۹/۵ میلی‌متر) با اختلاف ۵/۱ میلی‌متر بیشتر از یک ردیف خطی به‌دست آمد. بذر افشان و همکاران (Bazrafshan *et al.*, 2005) و مقنی نصری (Moghni Nasri, 2002) و پور یوسف (Pour Usef, 2001) نتایج مشابهی را به دلیل افزایش فتوسنتز در تک بوته و انتقال مواد فتوسنتزی از برگ و ساقه به بلال و افزایش قطر و وزن خشک بلال در واحد سطح اعلام نمودند.

تعداد ردیف در بلال

در میان منابع تغییرات الگوی کاشت و اثر متقابل تراکم × الگوی کاشت در سطح احتمال ۱ درصد و اثرات متقابل فواصل بین ردیف × الگوی کاشت و اثرات متقابل سه گانه در سطح احتمال ۵ درصد بر تعداد ردیف در سطح احتمال ۱ درصد

معنی‌دار بود (جدول ۲). همان‌طوری که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود تعداد ردیف در بلال برای الگوی کاشت دو ردیف زیگزاگی بیشتر از یک ردیف خطی بوده است که به‌ترتیب برابر ۱۴/۱۷ و ۱۲/۶۷ ردیف می‌باشد. بیشترین تعداد ردیف در بلال تحت اثرات متقابل فواصل بین ردیف × الگوی کاشت برای فاصله ۸۵ سانتی‌متر بین ردیف و با کاشت دوردیف زیگزاگی (۱۴/۴۸ ردیف) حاصل شد (جدول ۵). حداکثر تعداد ردیف در بلال تحت اثرات متقابل تراکم × الگوی کاشت برای دو ردیف زیگزاگی با تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار (۱۴/۴۲ ردیف) در سطح احتمال ۱ درصد به‌دست آمد (جدول ۶). رفیعی (Rafiei, 2007) و طاهر خانی و افشارمنش (Taherkhani and Afshar Manesh, 2007) بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال را مربوط به کشت دو ردیف اعلام کردند که به نظر می‌رسد بهره‌مندی بوته‌ها از فضای بیشتر، اصلی‌ترین دلیل برتری تعداد ردیف‌های دانه در بلال در تیمار آرایش کاشت دو ردیف باشد.

تعداد دانه در ردیف

همان طور که در جدول ۲ دیده می‌شود تعداد دانه در ردیف از نظر آماری تنها تحت تأثیر اثر ساده الگوی کاشت در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت. به‌طوری که تعداد دانه در هر ردیف برای الگوی کاشت دو ردیفه زیگزاگی (۴۲/۰۹ دانه) حدود ۲۵/۲ درصد بیشتر از تک ردیف خطی بود. این نتایج با یافته‌های بذر افشان و همکاران (Bazrafshan *et al.*, 2005) و مظاهری و همکاران (Mazaheri *et al.*, 2002) و اتمان و ولچ (Ottman and Welch, 1989) هماهنگی داشت که بیان داشتند الگوی کاشت دو ردیف، باعث افزایش تعداد دانه در ردیف نسبت به الگوی کاشت یک ردیف می‌گردد که در تراکم کمتر به علت پایین بودن تعداد بوته در واحد سطح و در تراکم‌های زیاد به علت رقابت برای جذب عوامل موثر در رشد و همچنین تفاوت معنی‌دار آماری بین سطوح تیماری آرایش کاشت، مربوط به وجود اختلافات میان سطح آرایش کاشت تک ردیف با سایر سطوح دو ردیف آرایش کاشت بود.

تعداد دانه در بلال

در میان منابع تغییرات تنها الگوی کاشت در سطح احتمال ۱ درصد بر تعداد دانه در بلال اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). به‌طوری که تعداد دانه در بلال برای الگوی کاشت دو ردیف زیگزاگی حدود ۳۲/۷ درصد بیشتر از تک ردیف خطی (۳۹۲/۰۵ دانه در بلال) حاصل شد (جدول ۳). رفیعی (Rafiei, 2007) و صالحی (Salehi, 2004) نیز نتایج بالا را تأیید می‌نمایند زیرا با افزایش تراکم و توزیع نامناسب بوته‌ها ظهور کاکل (ابریشم) در مقایسه با ظهور گل‌تاجی خیلی بیشتر به تعویق می‌افتد و تعداد تخمک‌های تلقیح شده (دانه) کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر ظرفیت ذخیره‌سازی مخزن کاهش می‌یابد که نتیجه آن افزایش نسبت گلچه‌های عقیم و کاهش تعداد دانه در بلال است.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه از نظر آماری تنها تحت تأثیر الگوی کاشت در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۲). وزن هزار دانه برای الگوی کاشت دو ردیف زیگزاگی (۴۰۲/۲ گرم) با اختلاف ۳۵/۶ گرم بیشتر از تک ردیف خطی بود. در این رابطه طهماسبی و راشد محصل (Tahmasebi and Rashed Mohasel, 2009) طبق آزمایشی بیشترین وزن هزار دانه را متعلق به الگوی کاشت زیگزاگ اعلام نمودند که به دلیل استفاده بهتر از عوامل محیطی می‌باشد، با این وجود وزن هزار دانه، صفتی است که وابستگی بیشتری به ویژگی‌های ژنتیکی ارقام دارد و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد.

عملکرد دانه

همان طوری که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود عملکرد دانه از نظر آماری تحت تأثیر الگوی کاشت و اثرات متقابل سه عاملی در سطح احتمال ۱ درصد و تحت تأثیر اثر ساده فواصل بین ردیف و اثرات متقابل تراکم کاشت × الگوی کاشت در سطح احتمال ۵ درصد قرار گرفت. میزان عملکرد دانه تحت الگوی کاشت دو ردیف زیگزاگی حدود ۲۳/۲۸ درصد بیشتر از تک ردیف خطی بود که به ترتیب برابر ۱۰۰۳۲/۱۴۶ و ۷۶۹۷/۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین، حداکثر و حداقل عملکرد دانه تحت فواصل بین ردیف به ترتیب برای فاصله ۶۵ و ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف حاصل شد که به‌ترتیب برابر ۹۲۳۰ و ۸۴۷۵ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). حداکثر عملکرد دانه تحت اثرات متقابل تراکم × الگوی کاشت به‌ترتیب برای الگوی کاشت دو ردیف زیگزاگی با تراکم ۸۰۰۰۰ و ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار حاصل گردید که به‌ترتیب برابر ۱۰۲۹۰ و ۹۷۷۵ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۶).

همان طوری که در جدول ۷ ملاحظه می‌شود کمترین عملکرد دانه تحت اثرات متقابل فواصل بین ردیف × تراکم × الگوی کاشت برای فاصله ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف با تراکم ۸۰۰۰۰ بوته و تک ردیف خطی حاصل گردید که برابر ۶۵۵۸ کیلوگرم در هکتار بود. طهماسبی و راشد محصل (Tahmasebi and Rashed Mohasel, 2009) و عارفی و همکاران (Arefi *et al.*, 2007) و بذر افشان و همکاران (Bazrafshan *et al.*, 2005) نیز همین نتایج را گزارش نمودند، دلیل آن این است که با افزایش رقابت در تراکم‌های بالا به طور نسبی عملکرد دانه کاهش پیدا می‌کند و بیشترین عملکرد دانه متعلق به الگوی کاشت زیگزاگی بود.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک از نظر آماری تحت تاثیر الگوی کاشت واثرات متقابل سه عاملی در سطح احتمال ۱ درصد و تحت اثرات متقابل فواصل بین ردیف × تراکم کاشت و فواصل بین ردیف × الگوی کاشت در سطح احتمال ۵ درصد قرار گرفت (جدول ۲). میزان عملکرد بیولوژیکی برای الگوی کاشت دو ردیف زیگزاگی بیشتر از تک ردیف خطی بود که به ترتیب برابر ۲۳۲۳۰/۶۲۵ و ۲۰۴۵۹/۱۶۷ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد بیولوژیکی تحت اثرات متقابل فواصل بین ردیف × الگوی کاشت بترتیب برای الگوی کاشت دو ردیف زیگزاگی با فواصل ۸۵، ۷۵ و ۶۵ سانتی‌متر بین ردیف به‌دست آمد که به‌ترتیب برابر ۲۳/۸۸۰، ۲۲/۹۴۰ و ۲۲/۸۷۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵). همچنین، در جدول ۶ ملاحظه می‌شود که حداکثر عملکرد بیولوژیکی تحت اثرات متقابل تراکم × الگوی کاشت برای الگوی کاشت زیگزاگی با تراکم ۸۰۰۰۰ و ۷۰۰۰۰ حاصل گردید که به‌ترتیب برابر ۳۳/۲۵۰ و ۲۳/۲۲۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. حداکثر عملکرد بیولوژیکی تحت اثرات متقابل سه گانه به ترتیب برای الگوی کاشت دو ردیف زیگزاگی با تراکم ۷۰۰۰۰ بوته و فاصله ۸۵ سانتی‌متری بین ردیف (۲۴۶۵۰ کیلوگرم در هکتار) و الگوی کاشت دو ردیف زیگزاگی با تراکم ۸۰۰۰۰ بوته و فواصل ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف (۲۴۳۹۰ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۷).

در این رابطه رفیعی (Rafiei, 2007) و ترویر (Troyer, 1996) نیز در مورد علت افزایش عملکرد بیولوژیک در الگوی کاشت زیگزاگ و تراکم مناسب را به دلیل آرایش مناسب‌تر بوته‌ها و افزایش یکنواختی توزیع شاخص سطح برگ و در نتیجه استفاده بهتر از عوامل محیطی مرتبط دانستند.

شاخص برداشت

همان طوری که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود شاخص برداشت از نظر آماری تحت تأثیر الگوی کاشت در سطح احتمال ۱ درصد و تحت اثر ساده فاصله بین ردیف و اثرات متقابل فواصل بین ردیف × تراکم کاشت و تراکم × الگوی کاشت در سطح احتمال ۵ درصد قرار گرفت. بیشترین شاخص برداشت تحت فواصل بین ردیف برای فاصله ۶۵ سانتی‌متر (۴۳/۱۱ درصد) و کمترین شاخص برداشت برای الگوی کاشت دو ردیف زیگزاگی بیشتر از تک ردیف خطی حاصل شد که به‌ترتیب برابر ۴۳/۲۵ و ۳۷/۵۹ درصد بوده است (جدول ۳). حداکثر شاخص برداشت تحت اثرات متقابل فواصل بین ردیف × تراکم کاشت برای تراکم ۸۰۰۰۰ بوته با فاصله ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف (۴۳/۲۴ درصد) و کمترین شاخص برداشت برای همین تراکم با فاصله ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف (۳۷/۳۲ درصد) حاصل گردید (جدول ۴). بیشترین شاخص برداشت تحت اثرات متقابل تراکم × الگوی کاشت به‌ترتیب برای الگوی کاشت دو ردیف زیگزاگی با تراکم‌های ۸۰۰۰۰ و ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار حاصل گردید که به‌ترتیب برابر ۴۴/۴۱ و ۴۲/۱۰ درصد می‌باشد (جدول ۶). طهماسبی و راشد محصل (Tahmasebi and Rashed Mohasel, 2009) و زافرونی و اسچنیتر (Zaffaroni and Schneither, 1991) و روی و بیسواس (Roy and Biswas, 1992) و کوکس (Cox, 1996) نیز افزایش شاخص برداشت با افزایش تراکم و نوع آرایش کاشت را تأیید می‌نمایند.

ضریب همبستگی

عملکرد دانه با تمامی اجزای عملکرد مانند طول بلال (**۰/۷۰۹)، قطر بلال (**۰/۶۶۷)، تعداد ردیف در بلال (**۰/۹۰۳)، تعداد دانه در هر ردیف (**۰/۸۱۳)، تعداد دانه در بلال (**۰/۸۷۴) و وزن هزار دانه (**۰/۸۳۶) همبستگی مثبت و بالایی در سینگل کراس ۷۰۴ نشان داد. با توجه به این‌که کشت به صورت تأخیری تابستانه بعد از برداشت برنج در هفته اول شهریور صورت پذیرفت به‌دلیل کاهش طول دوره برای جذب نور تمامی اجزای عملکرد تحت تراکم و به‌ویژه الگوی کاشت قرار می‌گیرد، لذا تمامی اجزای عملکرد در تعیین عملکرد دانه اثرگذار می‌باشد، لذا در کشت تأخیری تابستانه ذرت کاهش هر یک از اجزای عملکرد می‌تواند در کاهش عملکرد دانه موثر واقع شود (جدول ۸). نتایج آزمایش‌های متعدد رفیعی (Rafiei, 2007) و طهماسبی و یغموری (Tahmasebi and Yaghmori, 2004) و بذر افشان و همکاران (Bazrafshan *et al*., 2005) با نتایج به‌دست آمده در این آزمایش مطابقت دارد که فرآیند رشد ذرت از الگوی خاصی تبعیت می‌کند و معمولاً استفاده بهینه از شرایط محیطی و نوع آرایش کاشت سبب بالا بردن همبستگی بین اجزای عملکرد می‌گردد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به عملکرد مطلوبی که از تیمارهای مختلف فواصل بین ردیف، تراکم و الگوی کاشت در ذرت دانه‌ای به‌دست آمد و با در نظر گرفتن این‌که در زمین مورد کشت در زمین مورد کشت تک محصول برنج اجرا می‌شد، توصیه می‌گردد ذرت تأخیری نیز در زمین‌هایی که فقط مورد کشت گندم، جو و کلزا قرار می‌گیرند، جهت افزایش بهره‌وری زمین به سمت کشت دوگانه و کشت دو ردیف زیگزاگی سوق داده شود زیرا در این تحقیق میزان عملکرد دانه نسبت به کشت تک ردیف حدود ۲۳/۲۶ درصد بیشتر بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای KSC704 تحت فواصل بین ردیف، الگوی کاشت و تراکم در کشت تأخیری تابستانه

Table 1- Variance analysis for the yield and yield components of KSC704 corn under the spacing between rows, planting pattern and density in late summer planting

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی D.F	طول بلال Ear length	قطر بلال Ear diameter	تعداد ردیف در هر بلال Row No. per ear	تعداد دانه در هر ردیف Grain No. per row	تعداد دانه در بلال Grain No. per ear	وزن هزار دانه 1000 KW	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	3	15.139**	1.955	1.224**	4.246	1539.3	41.746	221371.1	7901853.3**	9.316
فاصله بین ردیف Row spacing (S)	2	3.703	3.090	0.296	2.076	2252.4	137.976	2285235. 9*	213938.1	42.890*
تراکم Density (D)	1	0.025	9.810	0.200	9.541	818.4	364.652	1843.9	334167.2	1.238
تراکم × فاصله بین ردیف D× S	2	6.940*	6.844	0.201	39.298	7553.5	148.578	127315.9	4860098.4*	34.071*
الگوی کاشت Pattern (P)	1	336.550**	13.652**	27.150**	1352.563**	435482.9**	15233.252**	65406854.1**	92171775.5**	383.918**
فاصله بین ردیف× الگوی کاشت S ×P	2	1.034	1.131	0.526*	33.071	5332. 4	5.016	935345.4	3855350.5*	1.473
تراکم × الگوی کاشت D × P	1	0.775	3.685	1.435**	11.021	5129.5	687.810	302585.3*	471042.2	47.740*
فاصله بین ردیف× الگوی کاشت × تراکم S × D ×P	2	1.411	2.433	0.701*	9.085	4297.6	651.441	4086209.5**	7764535.9**	20.353
خطای آزمایش Error	33	2.221	3.583	0.158	18.495	4045.9	221.077	485602.708	1198090.4	8.401
ضریب تغییرات C.V.%		7.32	4.03	2.96	11.69	13.1	3.87	7.86	5.01	7.17

* and ** are significant at 5 and 1 percent, respectively.

** و * به ترتیب در سطح احتمال یک درصد و ۵ درصد معنی‌دار است.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده صفات مورد بررسی ذرت دانه‌ای KSC704 در کشت تأخیری تابستانه

Table 3 – Mean comparison of simple effects of studied traits in maize KSC704 in late summer planting

تیمارها Treatments		طول بلال Ear length (cm)	قطر بلال Ear diameter (mm)	تعداد ردیف در هر بلال Row No. per ear	تعداد دانه در هر ردیف Grain No. per row	تعداد دانه در بلال Grain No. per ear	وزن هزار دانه 1000 KW (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
فواصل بین ردیف	65	19.96 a	47.11 a	13.47 a	36.92 a	381.3 a	9330 a	21880 a	42.11 a	490.5 a
	75	20.21 a	46.49 a	13.27 a	36.38 a	387.1 a	8475 b	21720 a	38.84 b	474.2 a
	85	20.89 a	47.34 a	13.54 a	37.06 a	384.8 a	8890 ab	21940 a	40.33 ab	497.3 a
تراکم کاشت	70000	20.37 a	47.42 a	132.36 a	37.22 a	387.15 a	8858.62 a	21928.33 a	40.26 a	491.49 a
	80000	20.33 a	47.52 a	13.49 a	36.33 a	381.64 a	8871.02 a	21761.46 a	40.58 a	483.17 a
الگوی کاشت	تک ردیف Single row	17.70 b	44.42 b	12.67 b	31.47 b	366.58 b	7697.50 b	720459.17 b	37.59 b	392.05 b
	زیگزاگی Zigzag	23 a	49.53 a	14.17 a	42.09 a	402.21 a	10032.15 a	23230.62 a	43.25 a	582.55 a

*: میانگین های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

* Means with similar letters in each column are not significantly different at the 5% probability level according to Duncan test.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل فواصل بین ردیف × تراکم کاشت برخی صفات ذرت دانه ای KSC704 در کشت تأخیری تابستانه

Table 4 - Comparison between row spacing × plant density interaction KSC704 some traits of maize cultivation in late summer

فواصل × تراکم	طول بلال Ear length (cm)	قطر بلال Ear diameter (mm)	تعداد ردیف در هر بلال Row No. per ear	تعداد دانه در هر ردیف Grain No. per row	تعداد دانه در بلال Grain No. per ear	وزن هزار دانه 1000 KW (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
65 cm×70000	20.35 ab	46.92 ab	13.36 ab	37.83 a	499.3 a	380.8 a	9126 ab	22210 a	40.98 ab
65 cm×80000	19.56 b	47.29 ab	13.57 a	36.01 a	481.6 a	381.8 a	9333 a	21540 a	43.24 a
75 cm×70000	19.48 b	46.90 ab	13.13 b	35.08 a	454.6 a	390.3 a	8547 b	21170 a	40.36 abc
75 cm×80000	20.95 ab	46.08 b	13.43 ab	37.68 a	493.7 a	383.9 a	8403 b	22270 a	37.32 c
85 cm×70000	21.30 a	48.46 a	13.60 a	38.79 a	520.4 a	390.4 a	8903 ab	22410 a	39.45 bc
85 cm×80000	20.48 ab	46.21 b	13.48 b	35.33 a	474.1 a	379.3 a	8876 ab	21480 a	41.20 ab

*: میانگین های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

* Means with similar letters in each column are not significantly different at the 5% probability level according to Duncan test.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل فواصل بین ردیف × الگوی کاشت برخی صفات ذرت دانه ای KSC704 در کشت تأخیری تابستانه

Table 5 – Mean ccomparison of distances between rows × planting pattern interaction for some characteristics in maize KSC704 in late summer planting

فواصل × الگوی کاشت	طول بلال Ear length (cm)	قطر بلال Ear diameter (mm)	تعداد ردیف در هر بلال Row No. per ear	تعداد دانه در هر ردیف Grain No. per row	تعداد دانه در بلال Grain No. per ear	وزن هزار دانه 1000 KW (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
تک ردیف × 65	17.23 b	44.85 b	12.73 c	33.22 b	415.5 b	363 b	8194 c	20880 b	39.26 cd
زیگزاگی× 65	22.69 a	49.36 a	14.21 ab	40.61 a	565.5 a	399.5 a	10270 a	22870 a	44.95 a
تک ردیف × 75	17.36 b	43.72 b	12.70 c	29.92 b	373.8 b	369.9 b	7456 d	20500 b	36.32 d
زیگزاگی× 75	23.06 a	49.25 a	13.85 b	42.83 a	574.5 a	404.3 a	9495 b	22940 a	41.36 bc
تک ردیف× 85	18.52 b	44.69 b	12.60 c	31.27 b	386.9 b	366.8 b	7443 d	20010 b	37.20 d
زیگزاگی× 85	23.25 a	49.99 a	14.48 a	42.84 a	607.7 a	402.9 a	10340 a	23880 a	43.45 ab

*: میانگین های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

* Means with similar letters in each column are not significantly different at the 5% probability level according to Duncan test.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم × الگوی کاشت برخی صفات ذرت دانه ای KSC704 در کشت تأخیری تابستانه

Table 6 – Mean comparison of planting pattern × density interaction for some traits in maize KSC704 in late summer planting

تراکم × الگوی کاشت	طول بلال Ear length (cm)	قطر بلال Ear diameter (mm)	تعداد ردیف در هر بلال Row No. per ear	تعداد دانه در هر ردیف Grain No. per row	تعداد دانه در بلال Grain No. per ear	وزن هزار دانه 1000 KW (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
تک ردیف ×70000	17.60 b	45.15 b	12.78 c	32.40 b	406.5 b	373.1 b	7942 b	20640 b	38.43 b
زیگزاگی× 70000	23.15 a	49.71 a	13.94 b	42.06 a	576.3 a	401.2 a	9775 a	23220 a	42.10 a
تک ردیف × 80000	17.81 b	43.69 b	12.57 c	30.55 b	377.6 b	360.0 c	7453 b	20280 b	36.74 b
زیگزاگی× 80000	22.85 a	49.36 a	14.42 a	42.13 a	588.8 a	403.2 a	10290 a	23250 a	44.41 a

*: میانگین های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

* Means with similar letters in each column are not significantly different at the 5% probability level according to Duncan test.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل سه عاملی صفات مورد مطالعه در ذرت دانه‌ای KSC704 در کشت تأخیری تابستانه

Table 7 – Mean comparison of three-factor interaction for studied traits in maize KSC704 cultivated in late summer

فواصل × تراکم × الگوی کاشت Treatments	طول بلال Ear length (cm)	قطر بلال Ear diameter (mm)	تعداد ردیف در هر بلال Row No. per ear	تعداد دانه در هر ردیف Grain No. per row	تعداد دانه در بلال Grain No. per ear	وزن هزار دانه 1000 KW (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
تک ردیف × 70000×65	17.20 b	45.25 b	12.75 bc	34.45 bc	430.2 c	361 de	8140 bc	20910 de	38.92 cde
زیگزاگی × 70000× 65	23.50 a	48.60 a	13.98 a	41.20 ab	568.4 ab	400.6 ab	10110 a	23510 ab	43.03 abc
تک ردیف × 80000× 65	17.25 b	44.45 b	12.70 bc	32 c	400.8 c	365 de	8248 bc	20840 de	39.61 bcde
زیگزاگی × 80000× 65	21.88 a	50.13 a	14.45 a	40.03 ab	562.5 ab	398.5 ab	10420 a	22240 bcd	46.86 a
تک ردیف × 70000× 75	16.80 b	44.55 b	12.95 bc	29.92 c	382.7 c	384 bcd	8353 bc	20850 de	40.06 bcde
زیگزاگی × 70000× 75	22.15 a	49.25 a	13.30 b	40.22 ab	526.5 b	396.6 abc	8740 b	21490 cde	40.66 bcde
تک ردیف × 80000× 75	17.92 b	42.90 b	12.45 c	29.92 c	364.9 c	355.9 e	6558 d	20140 e	32.59 f
زیگزاگی × 80000× 75	23.98 a	49.25 a	14.40 a	45.42 a	622.6 ab	412 a	10250 a	24390 a	42.06 bed
تک ردیف × 70000× 85	18.80 a	45.65 b	12.65 c	32.38 c	406.6 c	374.4 cde	7334 cd	20160 e	36.32 ef
زیگزاگی × 70000× 85	23.80 a	51.28 a	14.55 a	44.75 a	634.1 a	406.4 ab	10470 a	24650 a	42.58 abcd
تک ردیف × 80000× 85	18.25 b	43.72 b	12.55 c	29.73 c	367.1 c	359.2 e	7553 cd	19850 e	38.08 de
زیگزاگی × 80000× 85	22.70 a	48.70 a	14.40 a	40.92 ab	581.2 ab	399.3 ab	10200 a	23110 abc	44.31 ab

*: میانگین های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

* Means with similar letters in each column are not significantly different at the 5% probability level according to Duncan test.

جدول ۸- همبستگی بین صفات در ذرت دانه‌ای KSC704 در کشت تأخیری تابستانه

Table 8 - Correlation between the characteristics of KSC704 corn planting in late summer

	عملکرد دانه Grain yield	**عملکرد بیولوژیک** Biological yield	**شاخص برداشت** Harvest index	**طول بلال** Ear length	**قطر بلال** Ear diameter	**تعداد ردیف در هر بلال** Row No. per ear	**تعداد دانه در هر ردیف** Grain No. per row	**تعداد دانه در بلال** Grain No. per ear	**وزن هزار دانه** 1000 KW
عملکرد دانه Grain yield	1								
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.802**	1							
شاخص برداشت Harvest index	0.855**	0.378*	1						
طول بلال Ear length	0.709**	0.791**	0.409**	1					
قطر بلال Ear diameter	0.667**	0.595**	0.509**	0.658**	1				
تعداد ردیف در هر بلال Row No. per ear	0.903**	0.847**	0.661**	0.784**	0.664**	1			
تعداد دانه در هر ردیف Grain No. per row	0.813**	0.746**	0.612**	0.742**	0.673**	0.758**	1		
تعداد دانه در بلال Grain No. per ear	0.874**	0.809**	0.651**	0.803**	0.712**	0.865**	0.978**	1	
وزن هزار دانه 1000 KW	0.836**	0.740**	0.648**	0.663**	0.615**	0.775**	0.813**	0.830**	1

* and ** significant at the 5 and 1 percent probability levels respectively.

* و ** به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

References منابع مورد استفاده

- Akintoye, H.A., E.O. Lucas, and J.G. Kling. 1997. Effects of density of planting and time of nitrogen application on maize varieties indifferent ecological zones of West Africa communications in soil. *Science and Plant Journal*. 28: 1163 – 1175.
- Arefi, S., A. Afshar and M. Rezaei. 2007. Density and row spacing effects on yield and yield components in maize hybrid 404 second crop in Sect. *Journal of Agricultural Sciences*. 3: (In Persian).
- Banaei, S., J. Shamlou, R. Moeini. 2004. Effect of plant density and planting pattern (one row and two rows on the stack) on corn yield SC704. 8th Digit of Crop Science Congress. Faculty of Agriculture, University of Guilan. Rasht. Page 349. (In Persian).
- Bazrafshan, F., G. Fathi, A. Siadat, A. Aieneh band, and Kh. Alami Saeid. 2005. Effects of planting pattern and plant density on yield and yield components of sweet corn. *Journal of Agricultural Science*. 28(2): 117-126. (In Persian).
- Colloud, G.F. 1997. Sowing mays in the high densities. *Revue Susse Dagri Culture*. 29(4): 48-60.
- Cox, W.J. 1996. Whole plant physiological and yield responses of maize to plant density. *Agronomy Journal*. 88: 489-496.
- Cox, W.J. 1997. Corn silage and grain yield responses to plant densities. *Journal Production Agriculture*. 70: 405-410.
- Duncan, W.G. 1984. A theory to explain the relationship between corn population and grain yield. *Agriculture*. 70: 405-410.
- Kiniry, J.R., C. Tischler, W.D. Rosenthal, and T.J. Gerik. 1992. Won structural carbohydrat utilization by sorghum and maize shaded during growth. *Crop Science*. 32: 131-137.
- Larson, W.E., and J.J. Hanway. 1977. Corn production in C.F. Sparague (ed.) corn and corn improvement. Agronomy No. 18. Am. Soc of Agronomy.
- Marashi, S.K.S., Sh. Zakernezhad, A. Lak, and A. Siadat. 2007. Effect of planting pattern and plant density on corn yield KSC704 weather in Ahvaz. *Journal of Agriculture*. (3)30: 63-70. (In Persian).
- Mazaheri, D., M. Askari Raad, and A. Bankeh Saz. 2002. Evaluate the effect of plant density and planting pattern on yield and yield components of maize. *Journal of Research and Development*. 54: 46-48.
- Moghni Nasri, M. 2002. Effect of planting density on yield and yield components of maize single cross 704. Proceedings of the Seventh International Congress of Crop Science. Page 38.
- Ottman, M.Y. and L.F. Welch. 1989. Planting pattern and radiation intereception, plant nutrient concentration and yield in corn. *Agronomy Journal*. 81(2): 167-174.
- Porter, P.M. and D.R. Hicks. 1997. Corn response to row width and plant population in the northern corn belt. *Journal of production Agric*. 10: 239-248.

- Pourusef, M. 2001. Effect of planting pattern and plant density on yield and yield components and physiological characteristics of hybrid maize varieties. Master's thesis, Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Tehran University. (In Persian).
- Rafiei, M. 2007. Density and planting pattern on yield of corn cultivars single cross 700. *Seed and Plant Journal*. 23: 217-232. (In Persian).
- Read, A.J., G.W. Sigletary, J.R. Shussler, and D.R. Williamson. 1988. Shading effects on dry mater and nitrogen partitioning, kernel number and yield of maize. *Crop Science*. 28: 814-825.
- Roy, S.K. and P.K. Biswas. 1992. Effect of plant density and detopping silking on cob growth fodder and grain yield of maize. *Journal of Agric. Sci. Camb*. 119: 297-301.
- Salehi, B. 2004. Effects of row spacing and plant density on yield and yield components of maize single cross 704 in the Central Region. *Journal of Agricultural Science*. 6(4): 383-393. (In Persian).
- Seyedehvand, M., J. Valizan, M. Ghanad, and A. Bankeh Saz. 2000. Change the pattern of SC 704 corn planting density and performance. Iranian Crop Science Congress, Babolsar. Page 299. (In Persian).
- Shorgshti, M. 1998. Best selection of pattern density and its impact on qualitative and quantitative characteristics of corn silage SC Branch 704 under the weather. Master's thesis Agriculture. Islamic Azad University of Karaj. (In Persian).
- Sprague C.F. and J.W. Dudley. 1988. Corn and corn Improvement. The American Society of Agronomy, Third Edition, Medison, Wiscon sin U.S.A. PP 774.
- Troyer, A.F. 1996. Breeding widely adapted, popular maize hybrids. *Euphytica* 92: 163-174.
- Taherkhani, M., and Gh. Afshar Manesh. 2007. Effect of planting pattern, row spacing and plant density on grain yield. *Journal of Research and Development in Agriculture and Horticulture*. 77: 199-192.
- Tahmasebi A., and Sh. Yaghmori. 2004. Effect of planting density on yield and yield components of two maize single cross hybrid 700 and 704. 8th Congress of Agronomy. Faculty of Agriculture, University of Guilan. Page 413.
- Tahmasebi, A., and M.H. Rashed Mohasel. 2009. Effect of plant density and planting pattern on yield and yield components of two maize hybrids. *Journal of Agricultural Research*. (1)7: 105 -1114. (In Persian).
- Teito-Kagho, F., and F.P. Gardner. 1988. Response of maize to plant population. II: Reproductive development on yield and yield adjustment. *Agronomy Journal*. 80: 935-945.
- Zafarian, F., Z. Tahmasebi, M. Agha Alikhani, and M. Rezvani. 2004. Effect of split application of nitrogen and plant density on yield and yield components in maize grown in single-row and double row configurations. 8th Congress of Crop Science. Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht. Page 393.

- Zaffaroni, E. and A.A. Schneither. 1991. Sun flower production as influenced by plant type, plant population and row arrangement. *Agronomy Journal*. 83: 11-19.
- Zehtabian, Gh.R.. 1996. Effect of light reduction on the growth of maize. *Journal of Agricultural Science*. 47(1): 245-258.

The Effect of Row Spacing, Plant Population and Planting Pattern on Yield and Yield Components of Corn (SC 704) in Double Cropping

Ramezani, M.[1*] and R. Rezaei Sokht-Abandani[1]

Received: December 2011, Accepted: 21 May 2013

Abstract

To evaluate the effect of row spacing, plant population and planting pattern on yield and yield components of corn (single cross 704) in the double cropping after paddy rice, a factorial experiment in a randomized complete block design with four replications was conducted in Research Gharakheil Agricultural Research Center of Qaemshahr, Iran in 2009. Treatments consisted of three row distances (65, 75, 85 cm), plant populations of 70000 and 800000 plants per hectare and two planting patterns (single-row and zigzag double-row). Results showed that maximum grain yield (9230 kg/ha) and harvest index (42.11 %) between row distance were obtained from 65 cm. Seed yield and yield components were not significantly affected by plant density. Seed yield of zigzag two-row planting pattern was 23.26 percent higher than single row planting pattern. All of the yield components in a single row were less than of zigzag double row planting patterns. The row spacing × plant density interactions for biomass, HI and ear length were significant at 5% level of probabilities. Planting pattern × row spacing interaction for biomass and number of rows per ear showed significant differences at the 5% level of probabilities. The lowest seed yield (6558 kg/ha) was obtained from 75 cm row spacing× single row planting pattern × 80 thousand density interactions and highest harvest index (46.86 %) from 80000 plants per hectare × 65 cm row spacing × double row zigzag planting pattern interaction. Grain yield was positively and highly correlated with all yield components, which may be due to delayed planting date (the first week of September) and proper growing condition for corn. It could be concluded that double cropping of corn after rice, results in yield stability and efficient use of water resources, in this area.

Keywords: Corn, Row spacing, Plant density, Planting pattern, Yield.

[1]- Young Researchers and Elites Club, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
**** Corresponding Author:*** *mehdiramezani1979@yahoo.com*