

" "

## Effect of row spacing and plant density on grain yield and yield components in maize (cv. Sc 704) in Miyaneh

بهروز صالحی

. بررسی اثرات فاصله ردیف و تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در منطقه میانه. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۶، شماره ۴، صفحه ۳۸۳-۳۹۴.

( )

(

/ cm  
/ cm

گیاهان پرسودتر با دوره رشد کوتاه‌تر استفاده شود  
(واحدی، ۱۳۶۸). ذرت گیاهی است پرسود با دوره رشد  
نسبتاً کوتاه که میزان عملکرد دانه آن در واحد سطح

برای تأمین غذای مردم جهان باید تولید محصولات  
کشاورزی در واحد سطح افزایش یابد و حتی‌الامکان از

تاریخ دریافت: ۱۳۸۱/۲/۳۰

\* عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر

نسبت به گیاهان مشابه به مراتب بیشتر بوده و می‌تواند قسمتی از نیاز جامعه بشری را جوابگو باشد. به علاوه از کلیه اندام‌های گیاهی (دانه، برگ و ساقه) ذرت برای تغذیه دام و تولید گوشت و شیر استفاده می‌شود. سایر فرآورده‌های ذرت نیز می‌توانند به طور مستقیم بخشی از نیازهای غذایی انسان را برآورده نمایند (واحدی، ۱۳۶۸). با اعمال مدیریت‌های مناسب زراعی نظیر تغییر مصنوعی میکروکلیم، تأمین به موقع نهاده‌های لازم (علیزاده و کوچکی، ۱۳۶۸)، کاشت زود هنگام ارقام زراعی پرمحصول در بهار و استفاده از ردیف‌های باریک برای افزایش تراکم کاشت، حداکثر پوشش گیاهی ایجاد می‌شود. بدین ترتیب به جای آن که نور در سطح عریان خاک تلف شود به وسیله جامعه گیاهی جذب می‌شود و در نتیجه میزان فتوسنتز در واحد سطح زمین افزایش می‌یابد (کوچکی، نصیری محلاتی و بنایان اول، ۱۳۷۰).

در مطالعات انجام شده در مورد بررسی اثرات فاصله ردیف و تراکم بوته، به دلیل وجود محیط‌های مختلف آب و هوایی توصیه واحدی وجود ندارد بر این اساس به منظور بهره‌گیری بهتر از عوامل محیطی مطالعه زیر انجام گردید.

بررسی حاضر در بهار سال زراعی ۱۳۷۸ در مزرعه‌ای واقع در شمال غربی میانه انجام گرفت. این منطقه در طول جغرافیایی ۲۵° و ۳۷° شرقی و در عرض جغرافیایی ۴۳' و ۴۷° شمالی در ارتفاع ۱۱۰۰ متری از سطح دریا واقع شده است.

مزرعه در یک واحد فیزیوگرافی از رسوبات رسی و بادبزنی رودخانه قوری چای میانه قرار داشت. این منطقه با توجه به تقسیم‌بندی دومارتن جزو مناطق نیمه خشک با تابستان‌های نسبتاً گرم و خشک و زمستان‌های سرد و مرطوب است (علیزاده و کوچکی، ۱۳۶۸) و بر اساس آمار هواشناسی میانه، میانگین درجه حرارت سالانه آن

۱۳ درجه سانتیگراد با میانگین حداقل سالانه ۶/۲ درجه سانتیگراد، میانگین حداکثر سالانه ۱۹/۸ درجه سانتیگراد و حداکثر مطلق ۴۰/۵ درجه سانتیگراد است. حداقل میزان بارندگی منطقه ۱۶۸ میلیمتر و حداکثر آن بیش از ۵۰۰ میلیمتر با متوسط ۳۰۶ میلیمتر است. تعداد روزهای یخبندان این ناحیه ۱۱۰ روز در سال است. بافت خاک منطقه از نوع لوم رسی و اسیدیته آن ۷/۵ است.

این بررسی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی را سه فاصله خطوط کاشت (۴۵، ۶۰ و ۷۵ سانتی‌متر) و سه تراکم بوته (۵۰، ۶۵ و ۸۰ هزار بوته در هکتار) تشکیل دادند. در این آزمایش از ذرت دیررس سینگل کراس ۷۰۴ با طول دوره رشد ۱۴۰-۱۲۰ روز استفاده شد.

قطعه زمین مورد مطالعه در پائیز سال ۱۳۷۷ شخم عمیق (۴۰-۳۰ سانتی‌متر) و در اوایل اردیبهشت ماه سال ۱۳۷۸ شخم سطحی (۲۵-۲۰ سانتی‌متر) زده شد. سپس برای تأمین عناصر غذایی با توجه به تجزیه نمونه خاک مزرعه کود فسفات آمونیوم و اوره به ترتیب به میزان ۲۵۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار به طور یکنواخت در مزرعه پخش گردید و زمین بر اساس تیمارهای آزمایش به صورت جوی و پشته (۴۵، ۶۰ و ۷۵ سانتی‌متر) درآورده شد.

کاشت در تاریخ ۲۰ اردیبهشت ماه با دست انجام گردید. هر کرت شامل ۶ ردیف کاشت به طول ۹ متر بود. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد. فواصل سایر آبیاری‌ها حدود ۸-۶ روز بود. برای تأمین نیتروژن مورد نیاز، معادل ۱۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار به صورت سرک مصرف گردید که نصف آن در مرحله تنک کردن و نصف دیگر قبل از گلدهی در کنار ردیف‌های کاشت به طور یکنواخت پخش گردید.

در این بررسی زمان وقوع مراحل نمو شامل ۵۰ درصد سبز شدن، مرحله انتقال از رشد رویشی به زایشی، شروع گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیکی

(وقتی که ۷۵ درصد از دانه‌های قسمت مرکزی بلال لایه سیاه رنگ تشکیل دادند) یادداشت‌برداری گردیدند. جهت تعیین مرحله انتقال از رشد رویشی به زایشی از مرحله ۴ تا ۵ برگ هر روز ۳ بوته از ردیف‌های کاشت دوم و پنجم از خاک بیرون کشیده شدند و تغییرات مریستم انتهایی آن‌ها به وسیله ذره بین و بینوکولر مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به این که درجه حرارت شاخص ثابت و پایداری است و رشد و نمو تابع مستقیمی از آن است، لذا میزان درجه-روز رشد برای وقوع مراحل نمو با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید. (Bauer and Carter, 1980)

$$GDD = [T_{max} + T_{min} / 2] - T_b$$

که در آن GDD حرارتی روزانه برحسب درجه-روز رشد،  $T_{max}$  حداکثر دمای روزانه، ۳۰ درجه سانتیگراد،  $T_{min}$  حداقل دمای روزانه، ۱۰ درجه سانتیگراد،  $T_b$  درجه حرارت پایه است که برای ذرت ۱۰ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شد. (شبستری و مجتهدی، ۱۳۷۰). در این مطالعه قطر ساقه (از بالای سطح خاک و حداقل گره‌های سوم و چهارم به وسیله کولیس) و ارتفاع بوته (از سطح خاک تا زبانه برگ و یا ابتدای گل‌آذین نر بسته به زمان نمونه‌برداری) در مراحل انتقال، شروع گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شد و تعداد برگ در مرحله شروع گرده‌افشانی شمارش

گردید. برای تعیین وزن خشک بوته به تفکیک اجزاء در مراحل انتقال، شروع گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیکی از دو ردیف از چهار ردیف میانی هر کرت ده بوته متوالی برداشت و به طور جداگانه داخل پاکت گذاشته شدند و به مدت ۴۸ ساعت در درجه حرارت ۷۵-۷۰ درجه سانتیگراد درون آون تهویه‌دار قرار داده شدند و سپس با ترازوی دقیق توزین گردیدند. عملکردهای دانه و بیولوژیکی دو ردیف کاشت میانی (پس از حذف اثر حاشیه) تعیین گردید و عملکرد دانه بر اساس ۱۴ درصد رطوبت تنظیم شد. اجزای عملکرد برای ده بوته تصادفی از ردیف‌های کاشت غیرحاشیه‌ای تعیین شد. شاخص برداشت نیز از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی حاصل شد. خصوصیات اندازه‌گیری شده برای هر کرت و متوسط صفات اندازه‌گیری شده برای ده بوته یا بلال با استفاده از برنامه م/س ت سی مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار کو/تروپرو استفاده گردید.

درجه حرارت‌های حداقل و حداکثر هوا از ایستگاه سینوپتیک اداره هواشناسی میانه که در نزدیکی محل آزمایش بود گرفته شد (جدول ۱).

جدول ۱- تغییرات درجه حرارت هوا (سانتیگراد) در طول فصل رشد گیاه

Table 1. Change of temperature (°C) during the growing season of the plant

| ماه‌های سال        | میانگین درجه حرارت حداقل ماهانه | میانگین درجه حرارت حداکثر ماهانه | متوسط درجه حرارت ماهانه |
|--------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Months             | Average min. temp.              | Average max. temp.               | Average temp.           |
| (Apr-May) اردیبهشت | 10.2                            | 25.9                             | 18.1                    |
| (May- Jurv) خرداد  | 16.2                            | 33.0                             | 24.6                    |
| (Jurv-Jul ) تیر    | 18.2                            | 33.9                             | 26.1                    |
| (Jul- Aug) مرداد   | 20.7                            | 36.4                             | 28.5                    |
| (Aug- Sep ) شهریور | 17.5                            | 33.7                             | 25.6                    |

\* Aerology statistics Miyaneh township

\* آمار هواشناسی شهرستان میانه.

که تعداد روز از کاشت تا شروع گرده افشانی تحت تأثیر فاصله ردیف قرار نگرفت و لی اثر تراکم بوته بر آن معنی دار بود همچنین اثر متقابل فاصله ردیف و تراکم کاشت بر تعداد روز از کاشت تا مرحله شروع گرده افشانی معنی دار نگردید.

سینگل کراس ۷۰۴ از نظر تعداد روز از کاشت تا مرحله شروع گرده افشانی به ۷۸ روز (معادل ۹۷۰/۳ درجه- روز رشد) نیاز داشت.

- -

نتایج آماری به دست آمده بیانگر آن بود که تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی تحت تأثیر فاصله ردیف، تراکم بوته و اثر متقابل آن‌ها قرار نمی گیرد.

در مطالعه مین باشی (۱۳۷۴) مشخص شد که افزایش تراکم بوته تأثیری بر تعداد روز از کاشت تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی ندارد. ایرمیرن و میلبرن (Iremiren and Milborn, 1978) اعلام کردند که افزایش تراکم بوته روی زمان برداشت هیبریدهای مورد مطالعه تأثیری نداشته است.

سینگل کراس ۷۰۴ از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی به ۱۱۰/۳۹ روز و معادل ۱۷۷۸/۴۰ درجه- روز رشد نیاز داشت.

-

قطر ساقه در تمام مراحل نمو شامل مرحله انتقال از رشد رویشی به زایشی، شروع گرده افشانی و رسیدگی فیزیولوژیکی تحت تأثیر فاصله ردیف کاشت قرار نگرفت، اما در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی تحت تأثیر تراکم بوته قرار گرفت (جدول ۳).

افزایش تراکم بوته در واحد سطح قطر ساقه را کاهش داد و بیشترین آن در تراکم ۵ بوته در مترمربع حاصل شد که از لحاظ آماری با قطر ساقه در تراکم‌های ۶/۵ و ۸ بوته در مترمربع اختلاف معنی داری داشت، ولی این دو تراکم از لحاظ آماری اختلاف معنی داری با همدیگر نداشتند. قطر ساقه در

( )

- -

تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد سبز شدن تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی و اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفت. چنین به نظر می‌رسد که این مرحله پیش از اینکه تحت تأثیر فاصله ردیف و تراکم بوته قرار گیرد، بیشتر تحت تأثیر پتانسیل بذر و شرایط خاک از نظر مواد غذایی، درجه حرارت و رطوبت است. محققان دیگر (طهماسبی، ۱۳۶۸ و مین باشی، ۱۳۷۴) نیز در مطالعه خود دریافتند که تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد سبز شدن تحت تأثیر تراکم بوته قرار نمی گیرد.

متوسط تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد سبز شدن، ۷/۱ روز بود که طی آن معادل ۵۰/۹۵ درجه- روز رشد تجمع یافت.

- -

تعداد روز از کاشت تا مرحله انتقال از رشد رویشی به زایشی تحت تأثیر فواصل ردیف و تراکم بوته و اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفت. دلیل آن را می‌توان به نبودن رقابت برای جذب آب و مواد غذایی و عوامل محیطی نسبت داد.

در مطالعه‌ای (مین باشی، ۱۳۷۴) مشخص شد که تعداد روز از کاشت تا مرحله انتقال از رشد رویشی به زایشی تحت تأثیر تراکم بوته قرار نمی گیرد و این طور به نظر می‌رسد که عدم رقابت بین گیاهان در این مرحله از رشد برای عوامل محیطی سبب عدم تفاوت معنی دار بین تراکم‌های مورد مطالعه باشد.

تعداد روز از کاشت تا مرحله انتقال از رشد رویشی به زایشی به طور متوسط ۳۰/۸ روز طول کشید و طی آن ۳۳۲/۴۵ درجه- روز رشد تجمع یافت.

- -

تعداد روز از کاشت تا مرحله شروع گرده افشانی تحت تأثیر فاصله ردیف و تراکم بوته و اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفت. در مطالعه دماوندی (۱۳۷۶) مشخص شد

قطر ساقه در فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر و تراکم ۵ بوته در مترمربع حاصل می شود و اختلاف آن با قطر ساقه در سایر تراکم ها و فواصل کاشت از نظر آماری معنی دار است.

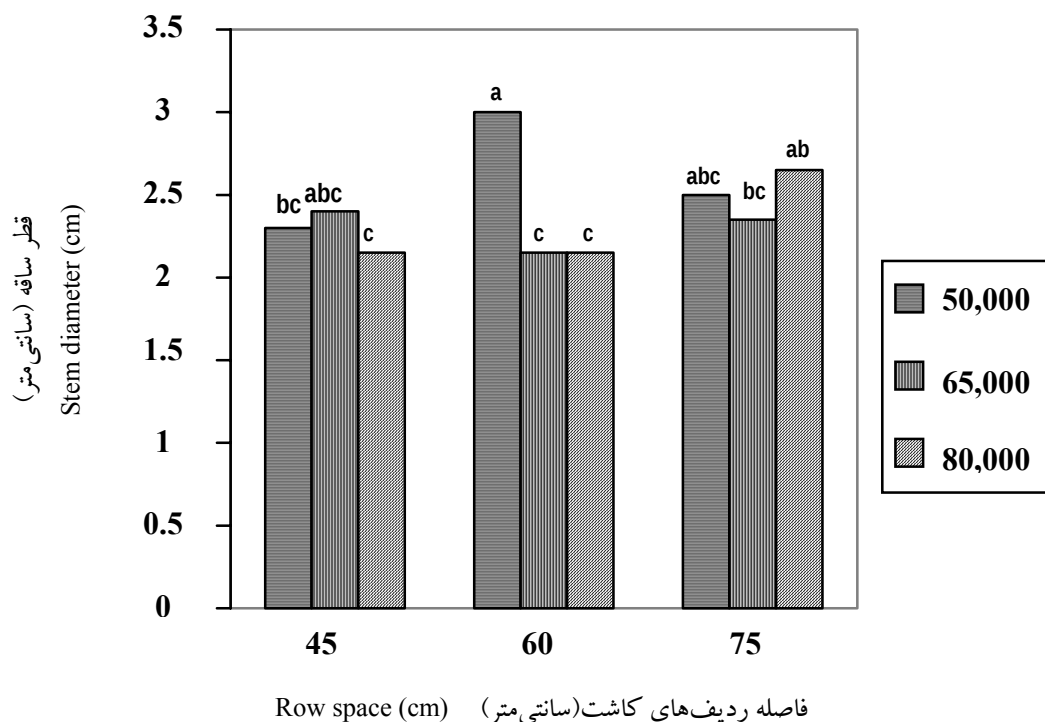
علت را می توان این طور بیان کرد که در این تیمار بوته ها حداکثر فاصله را از هم دارند و در نتیجه آرایش کاشت بوته ها به حالت مربعی نزدیک شده است و توزیع بهتر بوته در واحد سطح و رسیدن نور به برگ های پایین تر سبب می شود که هورمون اکسین بیشتر تجزیه شده و تخریب بیشتر آن باعث کوتاه شدن ارتفاع بوته شود و گیاه از طریق قطری رشد کند.

در فواصل ردیف کاشت ۴۵ و ۷۵ سانتی متر اختلاف معنی داری بین تراکم های مورد مطالعه وجود نداشت.

مرحله انتقال و شروع گرده افشانی به دلیل عدم رقابت گیاهان برای عوامل محیطی تحت تأثیر تراکم بوته قرار نگرفت.

ارلی و همکاران (Early et al., 1966) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته قطر ساقه ذرت کاهش پیدا می کند. به نظر می رسد که افزایش تراکم گیاهی باعث تشدید رقابت بین گیاهان برای جذب منابع محیطی می گردد و در این میان قطر ساقه هم تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش می یابد.

اثر متقابل فاصله ردیف و تراکم کاشت بر قطر ساقه در مرحله شروع گرده افشانی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید. به عبارت دیگر روند و شدت تغییرات قطر ساقه در تراکم های مختلف هر فاصله کاشت متفاوت بوده است. شکل ۱ بیانگر این است که بیشترین



شکل ۱- اثر متقابل فاصله ردیف و تراکم کاشت بر قطر ساقه در مرحله شروع گرده افشانی

Fig. 1. Interaction effect of row space and plant density on stem diameter in the beginning of pollination stage.

تحت تأثیر فاصله ردیف کاشت قرار نگرفت، ولی در کلیه مراحل نمو تحت تأثیر تراکم بوته قرار داشت (جدول ۳). بیشترین وزن خشک برگ در مرحله

در کلیه مراحل نمو شامل مرحله انتقال، شروع گرده افشانی و رسیدگی فیزیولوژیکی وزن خشک برگ

برگ‌های میانی جامعه گیاهی که نقش مؤثری در فراهم کردن مواد فتوسنتزی دارند، برسد.  
مین باشی (۱۳۷۴) گزارش کرد که با افزایش تراکم بوته وزن خشک گل آذین نر در مترمربع به صورت معنی داری افزایش می‌یابد. اثر متقابل فاصله ردیف و تراکم بوته بر وزن خشک گل آذین نر در مراحل شروع گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیکی معنی دار نگردید.

-

- -

تعداد بلال در بوته تحت تأثیر فاصله ردیف و تراکم کاشت و اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفت (جدول ۳). تقریباً همه بوته‌ها یک بلال داشتند و این نتیجه نشان می‌دهد که احتمالاً تعداد بلال در بوته بیشتر تحت کنترل عوامل ژنتیکی بوده و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. دماوندی (۱۳۷۶) گزارش کرد که تعداد بلال در بوته تحت تأثیر فاصله ردیف و تراکم کاشت و اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفت.

- -

اثر فاصله ردیف کاشت بر تعداد دانه در بلال از نظر آماری معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین تعداد دانه در بلال مربوط به فاصله ردیف کاشت ۷۵ سانتی‌متر بود که می‌تواند به دلیل کاهش رقابت گیاهان برای جذب نور باشد. تعداد دانه در بلال تحت تأثیر تراکم کاشت قرار نگرفت (جدول ۴)، اما با افزایش تراکم تعداد دانه در بلال سیر نزولی پیدا کرد که این امر می‌تواند به دلیل رقابت و کمبود عوامل محیطی نظیر نور، رطوبت، حرارت و مواد غذایی در اثر افزایش تراکم باشد.

پونلیت و اگلی (Poneleit and Egli, 1979) سطوح تراکم ۱۱۳۲۵ و ۴۵۳۰۲ بوته در هکتار را در مورد چند هیبرید ذرت بررسی کردند و نتیجه گرفتند که در تراکم بالا از ۲۰ درصد کاهش در عملکرد، ۱۴ درصد آن مربوط به تعداد دانه کمتر است. اثر متقابل فاصله ردیف و تراکم کاشت بر تعداد دانه در بلال معنی دار نگردید.

رسیدگی فیزیولوژیکی مربوط به تراکم ۸ بوته در مترمربع بود که از لحاظ آماری با تراکم ۶/۵ و ۵ بوته در مترمربع تفاوت معنی داری داشت که دلیل آن را می‌توان به توزیع مناسب بوته در واحد سطح، حداکثر استفاده از عوامل محیطی مثل نور، رطوبت و حرارت ربط داد. همچنین بین تراکم ۶/۵ و ۵ بوته در مترمربع نیز اختلاف معنی داری وجود داشت.

وزن خشک برگ در بوته در کلیه مراحل نمو تحت تأثیر تراکم بوته قرار گرفت و با افزایش تراکم بوته در واحد سطح از وزن خشک برگ در بوته کاسته شد که سایه‌اندازی بیشتر و جذب نور کمتر در تراکم زیاد سبب این مسأله است. اکبری (۱۳۷۰) گزارش کرد که اثر تراکم بر وزن خشک برگ در مترمربع معنی دار است. کومینز و دابسون (Cummins and Dubson, 1973) گزارش کردند که با افزایش تراکم ذرت از ۴۹ به ۸۶ هزار بوته در هکتار سهم برگ از کل ماده خشک از ۲۷ درصد به ۳۲ درصد افزایش می‌یابد. اثر متقابل فاصله ردیف و تراکم بوته بر وزن خشک برگ در مراحل مختلف معنی دار نگردید.

-

وزن خشک گل آذین نر در مراحل شروع گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیکی تحت تأثیر فاصله ردیف کاشت قرار نگرفت، ولی اثر تراکم کاشت بر آن معنی دار بود (جدول ۴). با افزایش تراکم بوته در واحد سطح وزن خشک گل آذین نر افزایش یافت و بیشترین آن در هر دو مرحله در تراکم ۸ بوته در مترمربع به دست آمد که با تراکم ۶/۵ بوته در مترمربع اختلاف معنی دار نداشت، ولی با تراکم ۵ بوته در مترمربع اختلاف معنی دار داشت. بالا بودن وزن خشک گل آذین نر در تراکم بالا می‌تواند به دلیل بالا بودن وزن خشک برگ و ساقه و انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به گل آذین نر و همچنین تعداد بیشتر بوته در مترمربع باشد. البته کوچک بودن گل آذین نر یک مزیت محسوب می‌شود و موجب می‌شود که سایه‌اندازی کمتر شده و نور بیشتری به

- -

تعداد ردیف در بلال تحت تأثیر فاصله ردیف و تراکم کاشت و اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفت (جدول ۴). به نظر می‌رسد که این صفت کمتر در کنترل عوامل محیطی و بیشتر در کنترل ژنتیکی است. رید و همکاران (Reed et al., 1988) گزارش کردند که افزایش تراکم کاشت اثر معنی‌داری بر تعداد ردیف در بلال ندارد.

- -

اثر فاصله ردیف کاشت بر تعداد دانه در ردیف از نظر آماری معنی‌دار نبود ولی اثر تراکم بر این صفت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۴). بیشترین تعداد دانه در ردیف در تراکم ۵ بوته در مترمربع و کمترین آن در تراکم ۸ بوته در مترمربع به دست آمد که دلیل این کاهش را می‌توان به رقابت بین گیاهان برای عوامل محیطی مانند نور، رطوبت حرارت و مواد غذایی نسبت داد. تراکم ۵ بوته در مترمربع با تعداد ۴۵/۷ دانه در هر ردیف با تراکم ۶/۵ و ۸ بوته در مترمربع از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری داشت ولی بین این دو تراکم (به ترتیب با ۴۱/۲ و ۴۰/۱ دانه در ردیف) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. شریف‌زاده (۱۳۷۰) گزارش کرد که بین تراکم‌های ۸۵ و ۹۵ هزار بوته در هکتار از نظر تعداد دانه در ردیف اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. اثرات متقابل بین عوامل آزمایشی بر تعداد دانه در ردیف معنی‌دار نبود.

- -

اثر فاصله ردیف کاشت بر وزن هزار دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین وزن هزار دانه مربوط به فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر بود که با فاصله ردیف‌های ۶۰ و ۴۵ سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری داشت ولی فاصله ردیف‌های ۶۰ و ۴۵ سانتی‌متر از این نظر اختلاف معنی‌داری نداشتند. زیرا در فاصله ردیف زیاد گیاه به عوامل محیطی (نور، حرارت و رطوبت) بیشتری دسترسی دارد و در نهایت مواد فتوسنتزی

بیشتری را به دانه‌ها منتقل می‌سازد، ولی در فاصله ردیف کم این عوامل کمتر در اختیار گیاه قرار می‌گیرند و باعث می‌شوند که وزن هزار دانه کم شود. اثر تراکم بر وزن هزار دانه معنی‌دار نگردید (جدول ۴)، با افزایش تراکم کاشت وزن هزار دانه تغییر محسوسی پیدا نکرد. شریف‌زاده (۱۳۷۰) گزارش کرد که بین تراکم‌های ۸۵ و ۹۵ هزار بوته در هکتار از نظر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. اثر متقابل فاصله ردیف و تراکم کاشت بر وزن هزار دانه معنی‌دار نگردید.

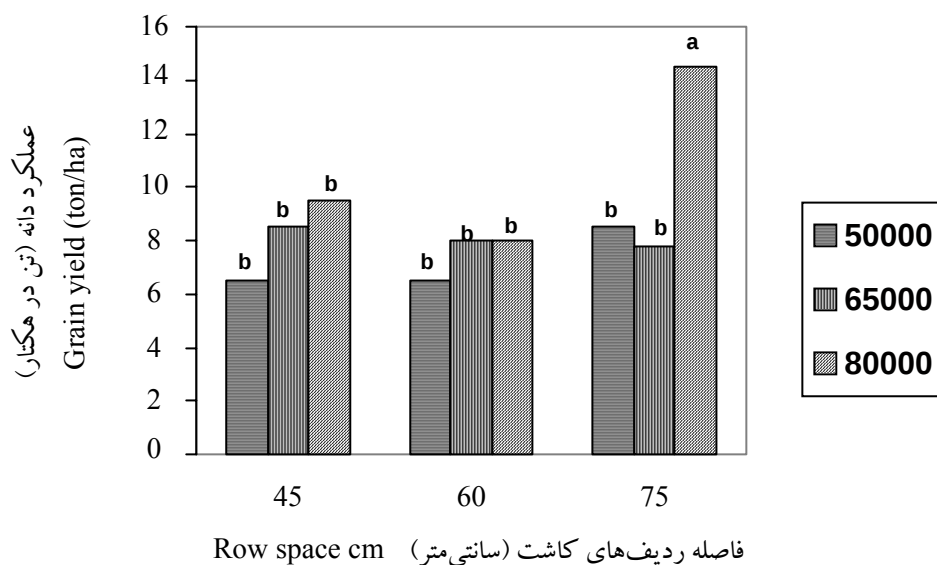
- -

اثر فاصله ردیف کاشت بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه (۱۰/۰۹ تن در هکتار) مربوط به فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر بود که دلیل آن توزیع مناسب بوته در واحد سطح، کاهش رقابت برای جذب نور و حرارت، افزایش شاخص سطح برگ، افزایش تولیدات فتوسنتزی و تخصیص بهتر آن‌ها است. بالا بودن عملکرد دانه در فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر را می‌توان به تعداد بیشتر دانه در بلال و وزن هزار دانه بیشتر نسبت داد که نسبت به فاصله ردیف‌های ۶۰ و ۴۵ سانتی‌متر به ترتیب ۲۹، ۱۷/۵ و ۱۳، ۱۳/۵ درصد افزایش نشان می‌دهند.

عملکرد دانه تحت تأثیر تراکم بوته در واحد سطح قرار گرفت (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه مربوط به تراکم ۸ بوته در مترمربع بود که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تراکم‌های ۶/۵ و ۵ بوته در مترمربع داشت، ولی دو تراکم اخیر از لحاظ آماری تفاوتی بایکدیگر نداشتند. با افزایش تراکم بوته در واحد سطح از عملکرد تک بوته کاسته شد که دلیل آن را می‌توان به رقابت بین گیاهان برای عوامل محیطی نظیر نور، رطوبت و مواد غذایی نسبت داد. اما با افزایش تراکم بوته بر تعداد بوته‌ها افزوده شده و این افزایش بوته کمبود عملکرد تک بوته را جبران نمود و در نهایت عملکرد در واحد سطح افزایش یافت.

دارد، ولی بین تراکم‌های ۶/۵ و ۵ بوته در مترمربع از این لحاظ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. زیرا گرچه در تراکم کم عملکرد تک بوته زیادتر است، ولی این افزایش نمی‌تواند جبران کاهش عملکرد ناشی از تعداد کمتر بوته را بنماید. از طرف دیگر در فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر نور بیشتری به برگ‌های وسطی و پایینی که نقش مؤثری در تغذیه بالال دارند می‌رسد و با افزایش تراکم کاشت بازده استفاده از نور زیاد می‌شود و اثر متقابل مثبت بین فاصله ردیف و تراکم کاشت باعث افزایش عملکرد دانه در واحد سطح می‌شود.

مطیعی و سیادت (۱۳۷۳) گزارش کردند که بین تراکم‌های مختلف ذرت سینگل کراس ۷۰۴ اختلاف معنی‌داری وجود داشت و با افزایش تراکم گیاهی تا ۱۰۰ هزار بوته در هکتار ابتدا عملکرد تا تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار افزایش و سپس کاهش یافت. اثر متقابل فاصله ردیف و تراکم بوته بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۴). شکل ۴ نشان می‌دهد که در فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر بیشترین عملکرد دانه (۱۴/۱۸ تن در هکتار) مربوط به تراکم ۸ بوته در مترمربع است که با تراکم‌های ۶/۵ و ۵ بوته در مترمربع از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری



شکل ۲- اثر متقابل فاصله ردیف و تراکم کاشت بر عملکرد دانه

Fig. 2. Interaction effect of row space and plant density on grain yield

و ۴۵ سانتی‌متر از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند.

اثر تراکم بوته بر شاخص برداشت معنی‌دار نگردید (جدول ۴) و با افزایش تراکم شاخص برداشت تغییر محسوسی پیدا نکرد. ریچارد و همکاران (Richard et al., 1979) گزارش کردند که افزایش تراکم گیاهی شاخص برداشت را کاهش می‌دهد. اثر

اثر فاصله ردیف کاشت بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نگردید (جدول ۴). بالاترین شاخص برداشت (۴۴/۷۴ درصد) مربوط به فاصله ردیف کاشت ۷۵ سانتی‌متر بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با فواصل ردیف کاشت ۶۰ و ۴۵ سانتی‌متر داشت ولی فواصل ردیف

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های \* تعداد روز از کاشت تا مراحل مختلف رشد

Table 2. Mean comparison for number of days in different growth stages

| تیمار<br>Treatment                                                    | تعداد روز از کاشت تا مراحل مختلف رشد<br>No. of days to different growth stage |                      |                                 |                                              |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
|                                                                       | ۵۰ درصد سبز شدن<br>50% Emergence                                              | انتقال<br>Transition | شروع گرده افشانی<br>Pollination | رسیدگی فیزیولوژیکی<br>Physiological maturity |
| فاصله ردیف (سانتی‌متر)<br>Row space (cm)                              |                                                                               |                      |                                 |                                              |
| 45                                                                    | 7.08 <sup>a</sup>                                                             | 30.33 <sup>a</sup>   | 78.25 <sup>a</sup>              | 112.00 <sup>a</sup>                          |
| 60                                                                    | 7.33 <sup>a</sup>                                                             | 31.25 <sup>a</sup>   | 87.92 <sup>a</sup>              | 109.60 <sup>a</sup>                          |
| 75                                                                    | 6.92 <sup>a</sup>                                                             | 30.83 <sup>a</sup>   | 67.83 <sup>a</sup>              | 109.60 <sup>a</sup>                          |
| تراکم کاشت (بوته در هکتار)<br>plant density (plant ha <sup>-1</sup> ) |                                                                               |                      |                                 |                                              |
| 50000                                                                 | 7.25 <sup>a</sup>                                                             | 31.08 <sup>a</sup>   | 78.00 <sup>a</sup>              | 111.20 <sup>a</sup>                          |
| 65000                                                                 | 7.08 <sup>a</sup>                                                             | 30.50 <sup>a</sup>   | 77.25 <sup>a</sup>              | 109.80 <sup>a</sup>                          |
| 80000                                                                 | 7.00 <sup>a</sup>                                                             | 30.83 <sup>a</sup>   | 78.75 <sup>a</sup>              | 110.30 <sup>a</sup>                          |

\* در هر ستون و برای هر عامل آزمایشی، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ در آزمون چنددامنه‌ای دانکن نشان نمی‌دهند.

In each treatment, means followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 5% probability level using DMRT.

جدول ۳- مقایسه میانگین قطر ساقه و وزن خشک برگ در مراحل مختلف رشد

| تیمار<br>Treatment                                                    | قطر ساقه سانتی‌متر در مراحل:<br>Stem diameter in stages of: |                                 |                                              | وزن خشک برگ (گرم در مترمربع)<br>Leaf dry weight (g/m <sup>2</sup> ) |                                 |                                              |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
|                                                                       | انتقال<br>Transition                                        | شروع گرده‌افشانی<br>Pollination | رسیدگی فیزیولوژیکی<br>Physiological maturity | انتقال<br>Transition                                                | شروع گرده‌افشانی<br>Pollination | رسیدگی فیزیولوژیکی<br>Physiological maturity |
|                                                                       | انتقال<br>Transition                                        | شروع گرده‌افشانی<br>Pollination | رسیدگی فیزیولوژیکی<br>Physiological maturity | انتقال<br>Transition                                                | شروع گرده‌افشانی<br>Pollination | رسیدگی فیزیولوژیکی<br>Physiological maturity |
| فاصله ردیف (سانتی‌متر)<br>Row space (cm)                              |                                                             |                                 |                                              |                                                                     |                                 |                                              |
| 45                                                                    | 1.38 a                                                      | 2.35 a                          | 2.52 a                                       | 51.20 a                                                             | 404.20 a                        | 437.90 a                                     |
| 60                                                                    | 1.41 a                                                      | 2.46 a                          | 2.52 a                                       | 53.80 a                                                             | 442.20 a                        | 449.00 a                                     |
| 75                                                                    | 1.45 a                                                      | 2.52 a                          | 2.66 a                                       | 54.12 a                                                             | 425.70 a                        | 470.70 a                                     |
| تراکم کاشت (بوته در هکتار)<br>Plant density (plant ha <sup>-1</sup> ) |                                                             |                                 |                                              |                                                                     |                                 |                                              |
| 50000                                                                 | 1.52 a                                                      | 2.55 a                          | 2.66 a                                       | 59.06 a                                                             | 364.60 b                        | 370.90 c                                     |
| 65000                                                                 | 1.47 a                                                      | 2.39 a                          | 2.50 b                                       | 52.78 ab                                                            | 420.60 ab                       | 427.70 b                                     |
| 80000                                                                 | 1.29 a                                                      | 2.38 a                          | 2.53 b                                       | 47.27 b                                                             | 466.90 a                        | 557.00 a                                     |

\* در هر ستون و برای هر عامل آزمایشی، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ در آزمون چنددامنه‌ای دانکن نشان نمی‌دهند.

In each treatment, means followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 5% probability level using DMRT.

جدول ۴- مقایسه میانگین وزن خشک گل آذین در مراحل مختلف، اجزاء عملکرد، عملکرد و شاخص برداشت

Table 4. Mean comparison for tassel dry weight in different stages, yield components, yield and harvest index

| تیمار<br>Treatment                                 | وزن خشک گل آذین نر (گرم در مترمربع)<br>Tassel dry weight (g/m <sup>2</sup> ) |                                              | تعداد دبال در بوته | تعداد ردیف در بلال | تعداد دانه در بلال | تعداد دانه در ردیف | وزن هزار دانه    | عملکرد دانه | شاخص برداشت   |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|-------------|---------------|
|                                                    | شروع گرده افشانی<br>Pollination                                              | رسیدگی فیزیولوژیکی<br>Physiological maturity | Ear number         | Row number         | Grain number       | Grain number       | Thousand         | Grain yield | Harvest index |
|                                                    |                                                                              |                                              | per plant          | per ear            | per ear            | per row            | kernel weigh (g) | Ton/ha      | %             |
| فاصله ردیف (سانتی متر)<br>Row space (cm)           |                                                                              |                                              |                    |                    |                    |                    |                  |             |               |
| 45                                                 | 46.33 a                                                                      | 20.16 a                                      | 1.25 a             | 15.17 a            | 608.30 b           | 40.83 a            | 202.80 b         | 8.25 ab     | 41.13 ab      |
| 60                                                 | 41.68 a                                                                      | 17.55 a                                      | 1.08 a             | 14.67 a            | 554.00 b           | 43.25 a            | 204.30 b         | 7.62 b      | 39.39 b       |
| 75                                                 | 45.91 a                                                                      | 19.70 a                                      | 1.25 a             | 15.33 a            | 714.50 a           | 42.83 a            | 231.00 a         | 10.09 a     | 44.74 a       |
| تراکم کاشت (بوته در هکتار)<br>Plant density (plant |                                                                              |                                              |                    |                    |                    |                    |                  |             |               |
| ha <sup>-1</sup> )                                 | 38.21 b                                                                      | 16.11 b                                      | 1.17 a             | 14.50 a            | 628.70 a           | 45.67 a            | 210.90 a         | 7.16 b      | 40.51 a       |
| 50000                                              | 45.05 ab                                                                     | 18.60 ab                                     | 1.25 a             | 15.50 a            | 627.50 a           | 41.17 b            | 216.20 a         | 8.28 b      | 42.49 a       |
| 65000                                              | 50.66 a                                                                      | 22.71 a                                      | 1.67 a             | 15.17 a            | 620.70 a           | 40.08 b            | 210.90 a         | 10.25 a     | 42.25 a       |
| 80000                                              |                                                                              |                                              |                    |                    |                    |                    |                  |             |               |

در هر ستون و برای هر عامل آزمایشی، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ در آزمون چنددامنه‌ای دانکن نشان نمی‌دهند.\*

In each treatment, means followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 5% probability level using DMRT.

متقابل عوامل آزمایشی بر شاخص برداشت معنی‌دار  
نگردید.  
اثر مثبتی اعمال کردند. عملکرد دانه در فاصله ردیف  
۷۵ سانتی‌متر بیشتر از فواصل ردیف ۴۵ و ۶۰ سانتی‌متر  
گردید.

در مطالعه انجام شده عملکرد دانه تحت تأثیر تراکم  
بوته قرار گرفت و بیشترین عملکرد دانه در تراکم  
۸۰ هزار بوته در هکتار (۱۰/۵۲ تن در هکتار) به دست  
آمد، ولی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین  
تراکم‌های ۶۵ و ۵۰ هزار بوته در هکتار مشاهده نشد.  
با این که با آزمایش‌های یکساله نمی‌توان توصیه‌ای  
ارایه نمود ولی براساس نتایج به دست آمده، از این  
آزمایش فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر با تراکم ۸۰ هزار  
بوته در هکتار برای تولید ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در  
مناطق مشابه با شرایط این آزمایش توصیه می‌شود.

بر طبق نتایج به دست آمده از این آزمایش بالاترین  
عملکرد دانه (۱۴/۱۸ تن در هکتار) مربوط به فاصله  
ردیف کاشت ۷۵ سانتی‌متر و تراکم ۸ بوته در مترمربع  
است (جدول ۴ و شکل ۴). اثر فاصله ردیف و تراکم  
کاشت بر عملکرد دانه تقریباً یکسان بود. علت افزایش  
عملکرد را می‌توان به اثر متقابل مثبت بین فاصله ردیف  
کاشت و تراکم بوته و کاهش رقابت برای عوامل  
محیطی نظیر حرارت، نور و افزایش تولیدات فتوسنتزی  
از طریق افزایش سطح برگ و تخصیص بهتر مواد  
فتوسنتزی به اندام‌های ذخیره کننده ربط داد. مجموع این  
عوامل باعث افزایش معنی‌داری در وزن خشک ساقه،  
وزن خشک برگ، وزن خشک بلال و وزن خشک بوته  
و در نهایت عملکرد دانه گردید.  
تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه تحت تأثیر فاصله  
ردیف کاشت قرار گرفتند و در نهایت بر عملکرد دانه

بدین وسیله از زحمات و راهنمایی استادان گرامی  
آقایان دکتر ولیزاده، دکتر رضائی، دکتر خواجه پور،  
دکتر هاشمی دزفولی و مهندس علیمحمدی که باعث  
شدند تا این تحقیق به انجام برسد قدردانی می‌گردد.

## References

- ۱. بررسی اثرات تراکم و آرایش کاشت بر رشد، عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای در اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۸۳ صفحه.
- ۲. فاصله ردیف و تراکم بوته بر رشد، عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم ذرت دانه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان. ۳۲ صفحه.
- ۳. فیزیولوژی گیاهان زراعی. مرکز نشر دانشگاهی تهران. صفحه ۶۵-۶۰.
- ۴. اثر تراکم بوته بر رشد، عملکرد و اجزاء عملکرد هیبریدهای ذرت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۹۰ صفحه.
- ۵. اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و کنترل خسارات کرم ذرت در اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۷۰ صفحه.
- ۶. کشاورزی و آب و هوا. انتشارات جاوید مشهد. ۵۴ صفحه.
- ۷. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهی. انتشارات آستان قدس مشهد. ۷۳ صفحه.

.....  
کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات دانشگاه تبریز. ۱۳۷ صفحه.  
.....  
اثرات تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و کیفیت ذرت علوفه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی  
ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. صفحه ۴۵-۴۲.  
.....  
کاشت، داشت و برداشت ذرت. وزارت کشاورزی سازمان ترویج و آموزش کشاورزی. صفحه ۹۴.

- Bauer, P. J. and P. R. Carter. 1986.** Effect of seeding date, plant density, moisture availability and soil nitrogen fertility on maize kernel breakage susceptibility. *Crop Sci.* 26: 1220-1224.
- Cummins, D. G. and J. W. Dubson, JR. 1973.** Corn for silage as influenced by hybrid maturity row spacing, plant population, and Climate. *Agron. J.* 65: 240-243.
- Early, E. B., R. J. Miller, G. L. Reichert, R. H. Hageman and R. D. Seif. 1966.** Effect of shade on maize production under field condition. *Crop Sci.* 6: 1-6.
- Goldsworthy, P.R. and N. M. Fisher. 1984.** The physiology of tropical field crops., John Wiley and Sons. N.Y.
- Iremiren, G.O. and G. M. Milborn. 1978.** The growth of maize. IV. Dry matter yields and quality components for silage. *J. Agric. Sci., Camb.* 90: 569-577.
- Poneleit, C. G. and D. B. Egli. 1979.** Kernel growth rate and duration in maize of affected by plant density and genotype. *Crop Sci.* 18: 375-378.
- Reed, A. J., G. W. Sigletary, J. R. Shussler, and D. R. Williamson. 1988.** Shading effects on dry matter and nitrogen partitioning, kernel number and yield of maize. *Crop Sci.* 28: 819-825.
- Richard, M., L. Deloughery, and R. Kenterookson. 1979.** Harvest index of corn effect by population density, maturity rating and environment. *Agron. J.* 71: 577-580.
- Sprague, C. F. and J. W. Dudley. 1988.** Corn and corn improvement, Third Edition., Madison, Wisconsin U.S.A.
- Stoskopf Neal, C. 1981.** Understanding crop production, Reston Publishing Company. New York.

## Effect of row spacing and plant density on grain yield and yield components in maize (cv. SC 704) in Miyaneh

Salehi, B<sup>1</sup>

### ABSTRACT

To study the effect of row spacing (45, 60 and 75cm) and plant density (50, 60 and 80 thousand/ha) on grain yield and yield components in maize cv. Sc 704 a field experiment was conducted in Miyaneh in 200 cropping season. This experiment was arranged as factorial-using randomized complete block design with 4 replications. In this experiment, developmental and growth stages, morphological characteristics and ear, and dry weight of different parts of plant, grain yield and yield components and harvest index were measured and evaluated. The results showed that with increasing row spacing, plant dry weight at anthesis stage, thousand kernel weight, grain yield, harvest index and kernel number per ear were significant increased. It was also found that with increasing the plant density, some traits such as leaf dry weight between anthesis and physiological maturity stages, plant dry weight at anthesis and physiological maturity stage, and tassel dry weight at anthesis and physiological maturity stage, and grain yield were significantly increased, however leaf dry weight in transitional stage, stem diameter in physiological maturity stage, grain number per row and plant dry weight in transitional stage significantly decreased with increasing plant density. Interaction effect of row spacing and plant density on stem diameter anthesis stage, and grain yield was significant.

**Key words:** Row spacing, Plant density, Grain yield, yield components, Anthesis, Physiological maturity.

---

Recieved: April, 2002

1- Cientific board member, Abhar Islamic Azad University, Iran