نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۴ ، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۷۷۳-۷۶۴

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 4, Winter 2013, p. 764-773

تأثیر تراکم بوته در تاریخ‌های مختلف کاشت بر شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین رقم KSC403su

فرهاد عزیزی[۱*]- علی ماهرخ[۲]

تاریخ دریافت: ۹۰/۵/۱۱
تاریخ پذیرش:۹۰/۱۰/۱۱

چکیده

این مطالعه به منظور تعیین تراکم مناسب در تاریخ‌های مختلف کاشت ذرت شیرین رقم KSC403su انجام شد. آزمایش با سه تیمار تاریخ کاشت (۱ خرداد، ۱۵ خرداد و ۱ تیر ماه)، به عنوان فاکتور اصلی و سه تراکم ۶۵، ۷۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار به عنوان فاکتور فرعی در سه تکرار به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۵ اجرا شد. نتایج نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر تعداد ردیف دانه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در سطح احتمال ۱ درصد و بر تعداد دانه در ردیف و عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. با تأخیر در کاشت تمام صفات آزمایشی کاهش یافتند که این کاهش برای تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف و عملکرد دانه تا ۱۵ خرداد ماه معنی‌دار نبود. با افزایش تاخیر در کاشت از اول خرداد به اول تیر ماه عملکرد دانه به میزان ۳۲/۵ درصد به طور معنی‌داری کاهش یافت و از ۱۴/۴۵ تن در هکتار به ۹/۷۸ تن در هکتار رسید. اثر تراکم بوته بر تمام صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. با افزایش تراکم بوته تمام صفات مورد مطالعه به جز عملکرد بیولوژیک کاهش معنی‌داری یافتند. بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۱۴/۲۰ تن در هکتار از تراکم ۶۵ هزار بوته در هکتار به دست آمد. اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته نیز بر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود ولی بر سایر صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود. با تأخیر در کاشت و افزایش تراکم بوته شاخص‌های رشد کاهش یافتند و فقط شاخص سطح برگ با افزایش تراکم بوته، افزایش یافت. از نتایج حاصله می‌توان چنین استنباط نمود که تاریخ کاشت مناسب برای حصول حداکثر عملکرد دانه در رقم مذبور در منطقه کرج، ۱ خرداد تا نهایتاً ۱۵ خرداد ماه می‌باشد و تراکم ۶۵ هزار بوته نیز بیشترین عملکرد دانه را تولید می‌نماید.

واژه های کلیدی: تراکم بوته، تاریخ کاشت، ذرت شیرین

مقدمه

ذرت شیرین (*Zea mays* var. saccharata) با انجام جهش ژنتیکی در لوکوس su از کروموزم شماره ۴ ذرت معمولی حاصل شده است. این تغییر ژنتیکی باعث تجمع قندها و پلی‌ساکاریدهای محلول در آندوسپرم دانه می‌گردد (۱۴). ذرت شیرین عمدتاً به منظور استفاده از میوه آن (بلال) کاشته می‌شود و در میان دسته‌ای از گیاهان زراعی که به عنوان سبزیجات طبقه‌بندی شده‌اند قرار دارد. از نظر ارزش زراعی برای صنایع تبدیلی (کنسرو سازی و منجمد کردن) مقام دوم و برای مصارف تازه مقام چهارم را دارا می‌باشد (۱۳).

یکی از اساسی‌ترین جنبه‌های مدیریت به‌زراعی ذرت، تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت بذر می‌باشد و از آنجایی که تاریخ کاشت در هر منطقه آب و هوایی متفاوت است، لذا وقوع تغییراتی را در روند رشد گیاه به همراه دارد. آزمایش‌های مختلف نشان داده که دوره رشد و نمو گیاهان از زمان کاشت تا برداشت همواره با تغییرات مهمی همراه بوده است (۲).

عملکرد دانه در کاشت دیر هنگام به مراتب بیشتر از عملکرد ماده خشک تحت تأثیر قرار می‌گیرد. این امر نشانگر آن است که تأثیر سوء تاریخ کاشت تنها بر فرایند فتوسنتز محدود نمی‌باشد، بلکه در کاشت دیرهنگام، دوره رشد رویشی به مراتب کوتاهتر شده و گل‌دهی در زمانی صورت می‌گیرد که زمان کافی برای بلوغ کامل بلال وجود ندارد و بلال‌های حاصل از نظر فیزیولوژیکی نارس و نابالغ خواهند شد (۱۱، ۱۲ و ۲۱). پندلتون و اگلی (۱۸) گزارش کردند که تأخیر در

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و مربی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
(*- نویسنده مسئول: Email: fazizi@ymail.com)

کاشت موجب کاهش عملکرد به طور خطی می‌شود زیرا دانه‌ها در دوره‌ای با طول روز کوتاه‌تر به مرحله رسیدگی می‌رسند و همچنین گیاهان، سطح برگ کمتری داشته و در نتیجه مجموع تولید ماده خشک کمتر خواهد بود. کاشت زودهنگام بهاره باعث می‌شود که مرحله تشکیل و پر شدن دانه‌ها با روزهای بلند و وجود انرژی تابشی بیشتر برخورد کنند.

انتخاب تراکم بوته مناسب نیز با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه و مشخصات ارقام مورد نظر از عوامل مهم برای تولید حداکثر محصول در زراعت ذرت می‌باشد. در سال‌های اخیر محققان زراعت به این نتیجه رسیده‌اند که محصول بالقوه زیادی که در اثر تأمین رطوبت کافی، افزایش حاصل‌خیزی خاک و بالاخره پتانسیل ژنتیکی گیاه زراعی حاصل می‌شود، تنها بعد از تنظیم نمودن تراکم و آرایش گیاهی مناسب در واحد سطح میّسر است (۳).

تراکم بسیار زیاد بوته موجب افزایش سایه‌اندازی در درون پوشش گیاهی شده و از طریق ایجاد محدودیت در میزان نوری که به بوته‌ها می‌رسد، عملکرد و اجزای عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۲). در تراکم‌های زیاد رقابت برای رطوبت، مواد غذایی و نور افزایش می‌یابد (۴ و ۸). از جمله نتایج این رقابت کاهش در قطر ساقه، افزایش ارتفاع گیاه و ارتفاع بلال از سطح زمین است (۱۰ ، ۱۶ و ۲۰). برخی از محققین کاهش خطی تعداد ردیف دانه در بلال را همگام با افزایش تراکم بوته گزارش نموده‌اند، با وجود این اظهار داشته‌اند که تعداد ردیف دانه در بلال در مقایسه با سایر اجزاء عملکرد ذرت، نسبت به تراکم بوته و سایه‌اندازی حساسیت کمتری از خود نشان می‌دهد (۲۴).

تیتیوکافو و گاردنر (۲۶) گزارش کردند که رابطه بین عملکرد دانه و تراکم بوته ذرت به صورت یک منحنی سهمی است که حداکثر عملکرد دانه در تراکم ده بوته در متر مربع به دست می‌آید. در مطالعات متعددی افزایش تراکم بوته در ذرت موجب افزایش شاخص سطح برگ گیاه گردید (۵ ، ۶ ، ۷ و ۱۷). تاخیر در کاشت و افزایش تراکم بوته موجب کاهش شاخص برداشت می‌گردد که این امر به نسبت میان عملکرد اقتصادی دانه با سایر اندام‌های گیاهی ربط داده می‌شود (۱ و ۲۳).

واتال (۲۷) و تیتوکاگو و گاردنر (۲۵) طی بررسی‌های خود اعلام کردند که سرعت رشد گیاه تا زمانی که شاخص سطح برگ به ۳ برسد به صورت خطی افزایش داشته است، ولی به موازات افزایش شاخص سطح برگ و جذب ۹۵ درصد نور، مقدار سرعت رشد گیاه (CGR)[1] افزایش بیشتری نشان می‌دهد. حداکثر CGR زمانی حاصل می‌شود که گیاه از تراکم بالا و توزیع مناسب در واحد سطح برخوردار بوده و قادر به حداکثر استفاده از نور و عوامل محیطی باشد. پندی و همکاران (۱۹) گزارش کردند که تراکم کاشت و کمبود آب از عوامل مهم محیطی موثر بر CGR است. افزایش تراکم بوته سبب افزایش رقابت گیاهان بر سر جذب مواد غذایی شده و در نهایت کمبود عناصر غذایی سبب کاهش CGR می‌شود.

در تحقیقی که در رابطه با اثر تراکم بوته بر NAR[2] در ذرت به عمل آمد، حداکثر میزان فتوسنتز خالص در ۵۸ روز بعد از کاشت اتفاق افتاد و بعد از این مرحله بدلیل سایه‌اندازی برگ‌ها و ایجاد رقابت و افزایش تنفس گیاه، میزان NAR روند کاهشی پیش گرفت. در تراکم‌های کمتر، میزان NAR کمتر از تراکم‌های بیشتر بود که دلیل آن کمتر بودن تعداد برگ‌های فعال و جوان در واحد سطح می‌باشد (۲۸).

از آنجا که تاریخ کاشت و تراکم بوته از عوامل بسیار مهم و ضروری مدیریت مزرعه به شمار می‌روند، این مطالعه به منظور یافتن بهترین تراکم بوته و تاریخ کاشت برای تنها رقم ذرت شیرین داخلی (KSC403su) و تأثیر این عوامل بر شاخص‌های رشد و عملکرد رقم مذکور در منطقه کرج انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر کرج، در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ اجراء شد. این مزرعه در کرج با ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا بین ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه طول شرقی واقع شده است. میزان متوسط بارندگی سالیانه ۲۷۵ میلی‌متر بوده که با زمستان‌های سرد جزو مناطق سرد کم باران به شمار می‌رود. عملیات تهیه بستر شامل شخم برگردان، رتیواتور، دیسک و تسطیح بهاره بود. قبل از کاشت، معادل ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره که نیمی از آن قبل از کاشت و مابقی در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی به عنوان کود سرک توزیع شد و سپس آبیاری صورت گرفت.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. در کرت‌های اصلی، سه تاریخ ۱ خرداد، ۱۵ خرداد و ۱ تیر ماه و در کرت‌های فرعی سه تراکم ۶۵۰۰۰، ۷۵۰۰۰ و ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار به طور تصادفی قرار گرفتند. فاصله بین تکرارها ۱ متر، فاصله بین خطوط کاشت ۷۵ سانتیمتر، طول هر کرت ۶ متر و در هر کرت ۵ ردیف و در کل ۲۷ کرت در نظر گرفته شد. پیش از کاشت بر روی پشته‌ها شیارهایی به عمق ۴ سانتیمتر ایجاد گردید، سپس در فواصل مربوط به هر تیمار تراکم بوته ، تعداد ۳-۲ بذر کاشته شد. تنک نمودن بوته‌ها در مرحله ۴ تا ۷ برگی انجام گرفت. وجین علف‌های هرز از مرحله ابتدایی کاشت تا مراحل نهایی به صورت دستی انجام شد.

نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری وزن خشک کل بوته و سطح

1 - Crop Growth Rate

2 -Net Assimilation Rate

برگ، به فاصله هر ۱۵ روز یکبار انجام شد. سطح برگ با دستگاه مساحت سنج کامپیوتری (مدل Li-3100 c) تعیین گردید. اندام‌های هوایی شامل برگ، ساقه و بلال به منظور خشک شدن به مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت در آون با دمای ۸۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند و سپس با ترازوی دقیق توزین گردیدند.

منحنی شاخص‌های رشد شامل شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت اسیمیلاسیون خالص، سرعت رشد نسبی و شاخص برداشت با استفاده از معادلات زیر و براساس GDD[1] (درجه روز رشد) محاسبه گردید (۱۵).

$$CGR = (W_2 - W_1)/(t_2 - t_1) \times \frac{1}{GA}$$

$$NAR = \frac{CGR}{LAI}$$

$$RGR = (\ln W_2 - \ln W_1)/(t_2 - t_1)$$

$$HI = \frac{YE}{YB} \times 100$$

در روابط فوق، W_2-W_1 : تغییرات وزن خشک، T_2-T_1 : فاصله زمانی بین دو نمونه‌برداری و GA : واحد سطح زمین، CGR : سرعت رشد محصول، RGR : سرعت رشد نسبی، NAR : سرعت اسیمیلاسیون خالص، YE : عملکرد اقتصادی و YB : عملکرد بیولوژیک می‌باشند.

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات مورد بررسی با استفاده از نرم افزار MSTATC تجزیه و میانگین صفات در صورت معنی‌دار بودن با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند. کلیه شکل‌های لازم با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد

تفاوت تعداد ردیف دانه در بلال در تراکم‌های متفاوت و در تاریخ‌های مختلف کاشت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال در تاریخ کاشت اول با میانگین ۱۶/۹ و کمترین آن در تاریخ کاشت سوم با میانگین ۱۴/۸۷ بدست آمد (جدول ۲). حداکثر تعداد ردیف دانه در بلال (۱۷/۲۷ ردیف) در تراکم ۶۵ هزار بوته در هکتار و حداقل آن (۱۴/۹ ردیف) در تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار به دست آمد (جدول ۲). برخی از محققین کاهش خطی تعداد ردیف دانه در بلال را همگام با افزایش تراکم بوته گزارش نموده‌اند، با وجود این اظهار داشتند که تعداد ردیف دانه در بلال در مقایسه با سایر اجزاء عملکرد ذرت، نسبت به تراکم بوته و سایه‌اندازی حساسیت کمتری از خود نشان می‌دهد (۲۴).

تعداد دانه در هر ردیف بلال بطور معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد تحت تاثیر تاریخ‌های مختلف کشت قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در هر ردیف بلال در تاریخ کاشت اول با میانگین ۳۵/۰۶ و کمترین آن در تاریخ کاشت سوم با میانگین ۲۷/۶۴ به دست آمد. تعداد دانه در هر ردیف بلال از تاریخ کاشت اول تا سوم به مقدار ۲۱/۱۶ درصد کاهش یافت (جدول ۲). تعداد دانه در هر ردیف بلال در تراکم‌های مختلف بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). در تراکم ۶۵ هزار بوته در هکتار میانگین تعداد دانه در هر ردیف بلال ۳۷/۵ عدد و در تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار تعداد آن ۲۴/۷۳ عدد بود (جدول ۲). بیشتر بودن تعداد دانه در ردیف در تراکم ۶۵ هزار بوته در هکتار را می‌توان به کمتر بودن رقابت بر سر جذب نور، رطوبت و مواد غذایی دانست و در نتیجه سهم آسیمیلاتی که در اختیار فاز زایشی برای رسیدن به حداکثر پتانسیل تولید گل و دانه لازم می‌باشد، بیشتر از سایر تراکم‌های کاشت بوده است. امام (۹) اظهار داشت که تعداد دانه در بلال از حساس‌ترین اجزای عملکرد در تراکم‌های مختلف کاشت می‌باشد. سپهری (۲) گزارش کرد که تاخیر در کاشت به شدت بر روی تعداد دانه در هر ردیف اثر گذاشته است. شامای و کاترن (۲۲) بیان کردند که تاخیر در کاشت سبب ۱/۸ درصد کاهش عملکرد دانه در واحد سطح گردیده است. افزایش تراکم و سایه‌اندازی در گیاهان به خاطر عدم گرده افشانی مناسب سبب کاهش تعداد دانه در هر ردیف بلال می‌شود. تتیوکاگو و گاردنر (۲۵) اظهار داشتند که افزایش تراکم بوته در واحد سطح، بدلیل افزایش رقابت برای رسیدن به نور و جذب مواد غذایی، باعث می‌شود انرژی و توان بیشتری صرف افزایش ارتفاع از طریق افزایش طول میانگره‌ها شود و نهایتاً این حالت در مراحل بعدی سبب کاهش تعداد دانه در ردیف بلال می‌گردد. پارامترهای تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در هر ردیف تحت تاثیر تراکم‌های مختلف کاشت قرار می‌گیرند. آنها گزارش کردند که با افزایش بیش از حد تراکم بوته تعداد دانه در هر بوته به میزان ۷۹ درصد کاهش یافت.

تفاوت وزن هزار دانه در تاریخ‌های مختلف کاشت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). حداکثر وزن هزار دانه از تاریخ کاشت اول با میانگین ۱۶۷/۸۵ گرم و حداقل آن از تاریخ کاشت سوم با میانگین۱۰۲/ ۱۱۴ گرم بدست آمد (جدول ۲). تاخیر در کاشت تا ۱۵ خرداد و ۱ تیر ماه به ترتیب سبب کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه به میزان ۱۲/۲۳ و ۳۲/۰۷ درصد گردید. بالا بودن دمای محیط و پایین بودن رطوبت نسبی هوا در مرحله زایشی و پر شدن دانه، علاوه بر اینکه باعث عقیمی و پوکی دانه‌ها می‌گردد منجر به تولید دانه‌هایی با وزن کمتر نیز خواهد شد.

رید و همکاران (۲۱) گزارش کردند که اوایل دوره بعد از گرده‌افشانی یعنی هنگام تقسیم سلول‌های آندوسپرم و تامین مواد فتوسنتزی کافی برای بلال در دوره پر شدن دانه، تاثیر مهمی در وزن

1 - Growth Degree Day

هزار دانه خواهد گذاشت.

تراکم‌های مختلف بوته تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن هزار دانه داشت (جدول ۱). بیشترین وزن هزار دانه (۱۶۶ گرم) در تراکم ۶۵ هزار بوته در هکتار و کمترین میزان آن (۱۱۹/۷۷ گرم) در تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار حاصل گردید (جدول ۲). بیشتر بودن وزن هزار دانه در تراکم ۶۵ هزار بوته را احتمالاً می‌توان به رقابت کمتر بوته‌ها بر سر جذب عوامل تعیین کننده رشد به خصوص آب و مواد غذایی و در نتیجه سنتز بیشتر مواد فتوسنتزی و در نهایت بالاتر بودن سهم آسیمیلات اختصاص داده شده به هر دانه در مقایسه با تراکم‌های بیشترکاشت دانست. محققین بسیاری گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته، وزن هزار دانه ذرت کاهش می‌یابد (۲۸).

تاریخ کاشت و تراکم بوته اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد بیولوژیکی (جدول ۱) داشتند. بیشترین عملکرد بیولوژیکی در تاریخ کاشت اول و کمترین آن در تاریخ کاشت سوم مشاهده شد (جدول ۲). با افزایش تراکم بوته عملکرد بیولوژیکی افزایش معنی داری یافت. بیشترین عملکرد بیولوژیکی در تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار به میزان ۵۲/۶۸ تن در هکتار و کمترین آن در تراکم ۶۵ هزار بوته به میزان ۴۵/۷۸ تن در هکتار به دست آمد (جدول ۲). تاخیر در کاشت سبب کوتاه‌تر شدن دوره رشد و در نتیجه کاهش بیوماس گیاهی گردید. هاول (۱۲) اظهار داشت که کاشت به موقع ذرت، باعث افزایش طول فصل زراعی می‌شود. این امر فرصت بیشتری را برای گیاه جهت تولید گره‌ها و افزایش طول میانگره‌ها فراهم می‌کند. در نتیجه منجر به افزایش ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیکی گیاه می‌شود. با افزایش تراکم بوته به سبب ایجاد رقابت گیاهی، مقدار بیوماس هر بوته کم می‌شود، ولی بدلیل افزایش بوته در واحد سطح مقدار بیوماس کل افزایش می‌یابد (۱۲). لیو و همکاران (۱۶) اظهار داشتند که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح عملکرد بیولوژیکی تک بوته کاهش یافت، ولی عملکرد بیولوژیکی در هکتار افزایش پیدا کرد.

عملکرد دانه تحت تاثیر تاریخ‌های مختلف کشت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت اول با میانگین ۱۴/۴۵ تن در هکتار و کمترین آن در تاریخ کاشت سوم با میانگین ۹/۷۸ تن در هکتار بدست آمد. عملکرد دانه در تاریخ کاشت اول و دوم معنی‌دار نبود (جدول ۲). تاخیر در کاشت سبب کاهش شدید عملکرد دانه به میزان ۳۲/۳۱ درصد گردید (جدول ۲). تاخیر در کاشت سبب کوتاه شدن فصل رشد و برخورد دوران حساس گرده‌افشانی و تلقیح با گرمای شدید هوا می‌شود، این امر موجب از بین رفتن گرده‌ها و کاهش میزان تلقیح و در نتیجه کاهش عملکرد دانه شد. اثر تراکم بوته نیز بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۶۵ هزار بوته (۱۴/۲ تن در هکتار) بدست آمد. عملکرد دانه در تراکم‌های ۷۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار به ترتیب برابر ۱۲/۵۴ و ۹/۹۱ تن در هکتار بود (جدول ۲).

عملکرد دانه در ذرت به تعداد گیاه در واحد سطح، تعداد بلال در هر گیاه، تعداد ردیف دانه در هر بلال، تعداد دانه در هر ردیف و وزن هزار دانه بستگی دارد. در اثر افزایش بیش از میزان مناسب تعداد بوته در واحد سطح، بیشترین کاهش در تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه که تاثیر مستقیمی بر عملکرد دارند، صورت گرفت. عوامل محیطی متعددی بر عملکرد و اجزای عملکرد در ذرت تاثیر می‌گذارند. از تاثیرات مهم افزایش تراکم بوته، کاهش عملکرد بدلیل رقابت شدید جهت جذب منابع محیطی شامل آب، نور و مواد غذایی می‌باشد. دانکن (۸) اظهار داشت که بین تعداد بوته و عملکرد هر بوته اثر متقابل وجود دارد. وی بیان نمود که عملکرد دانه پس از رسیدن به یک تراکم مطلوب شروع به کاهش می‌نماید. بنابراین با افزایش تراکم بوته در واحد سطح عملکرد دانه پس از رسیدن به یک حد معین (تراکم مطلوب) شروع به کاهش نمود درصورتیکه عملکرد دانه تک بوته، با افزایش تراکم بوته کاهش یافت.

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد تحت تأثیر تراکم بوته در تاریخ های مختلف کاشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد ردیف دانه	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۹/۶۱	۶/۸۱	۵۹۸/۰۹	۳/۲۳	۲/۳۳	۷/۷۹
تاریخ کاشت	۲	۹/۳۹**	۱۳۷/۰۶*	۶۶۴۲/۸۰**	۶۱۹/۹۸**	۴۹/۳۵*	۹۵/۵۴**
خطای اول	۴	۰/۴۵	۱۹/۶۷	۱۱۶/۲۷	۰/۵۴	۳/۲۹	۴/۴۳
تراکم بوته	۲	۱۳/۱۵**	۳۹۰/۳۸**	۴۷۰۷/۹۶**	۱۰۷/۷۹**	۴۲/۱۳**	۱۹۲/۴۰**
تراکم بوته× تاریخ کاشت	۴	۰/۲۸^{ns}	۳/۶۸^{ns}	۳۵۹/۷۹^{ns}	۰/۴۷*	۱/۴۳^{ns}	۹/۸۰*
خطای دوم	۱۲	۰/۳۷	۵/۰۴۵	۲۰۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۸۸	۱/۹۰
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۸۳	۷/۰۱	۹/۸۹	۰/۶۳	۷/۷۱	۱۰/۱۵

* و ** به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار است.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین

تیمار	تعداد ردیف دانه	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
تاریخ کاشت						
۱ خرداد ماه	۱۶/۹۰a*	۳۵/۰۶a	۱۶۷/۸۵a	۵۴/۸۱a	۱۴/۴۵a	۲۶/۳۶a
۱۵ خرداد ماه	۱۶/۰۷a	۳۳/۴۴ab	۱۴۷/۳۲b	۵۲/۸۳b	۱۲/۴۲a	۲۳/۵۰b
۱ تیر ماه	۱۴/۸۷b	۲۷/۶۴b	۱۱۴/۰۲ c	۳۹/۵۵c	۹/۷۸b	۲۴/۷۲b
تراکم(بوته در هکتار)						
۶۵۰۰۰	۱۷/۲۷a	۳۷/۵۰a	۱۶۶/۰۰a	۴۵/۷۸c	۱۴/۲۰a	۳۱/۰۱a
۷۵۰۰۰	۱۵/۶۶b	۳۳/۹۰b	۱۴۳/۴۲b	۴۸/۷۳b	۱۲/۵۴b	۲۵/۷۳b
۸۵۰۰۰	۱۴/۹۰c	۲۴/۷۳c	۱۱۹/۷۷c	۵۲/۶۸a	۹/۹۱c	۱۸/۸۱c

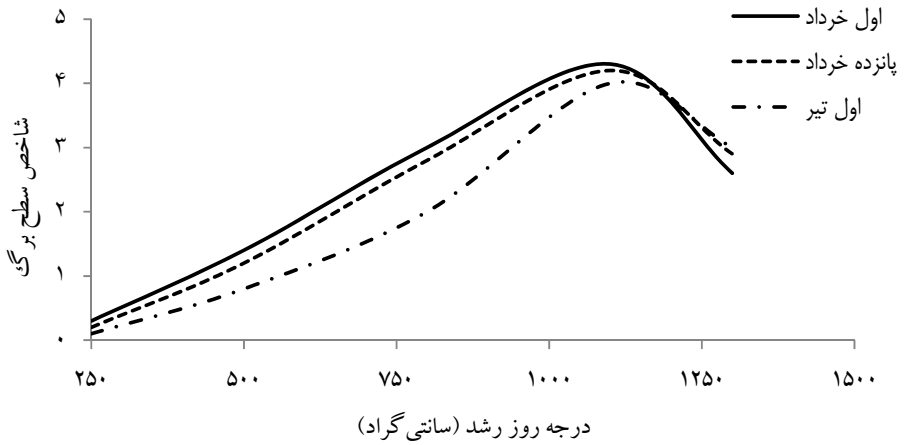
* اختلاف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند.

تاریخ‌های مختلف کاشت و تراکم بوته اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر شاخص برداشت داشتند (جدول ۱). در بین تاریخ‌های مختلف کاشت بیشترین شاخص برداشت در تاریخ کاشت اول (اول خرداد) و کمترین آن در تاریخ کاشت سوم (اول تیر) بدست آمد. همچنین از میان تراکم‌های مختلف بوته بیشترین شاخص برداشت در تراکم ۶۵ هزار بوته در هکتار و کمترین آن در تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار مشاهده شد (جدول ۲).

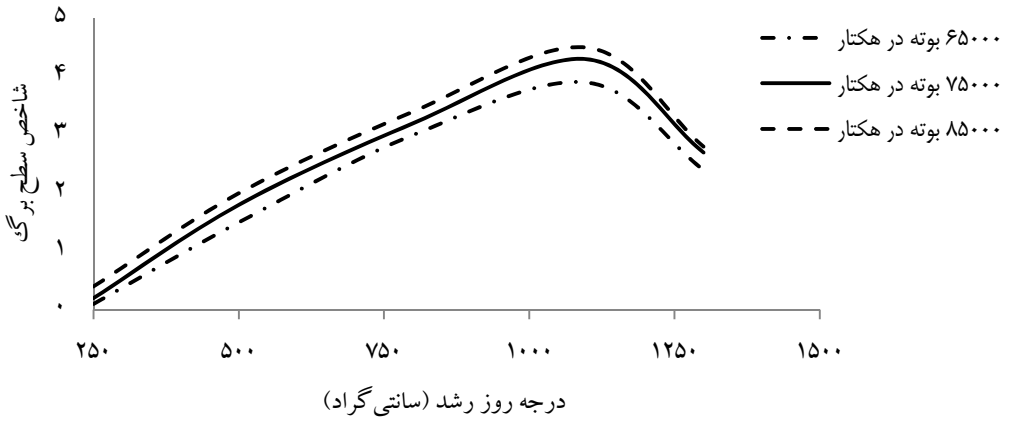
باصفا (۱) گزارش نمود که تاخیر در کاشت سبب کاهش شاخص برداشت می‌شود. وی همچنین اظهار داشت که تراکم بوته بیش از حد باعث کاهش شاخص برداشت می‌شود، که دلیل آن در تراکم‌های زیاد بوته، میزان کم آلومتری عملکرد اقتصادی (دانه) با سایر اندام‌های گیاهی می‌باشد. استیکلر و لود (۲۳) گزارش نمودند که در هیبریدهای پر محصول ذرت، شاخص برداشت ثابت است، که این امر به میزان زیاد آلومتری بین دانه و سایر اندام‌های گیاهی نسبت داده شده است.

شاخص‌های رشد

حداکثر شاخص سطح برگ در تاریخ کاشت اول و تراکم ۸۵ هزار بوته در هکتار به دست آمد (شکل‌های ۱ و ۲). با تاخیر در کاشت و کاهش تراکم بوته، شاخص سطح برگ کاهش یافت. میزان شاخص سطح برگ در اوایل دوره رشد پایین بود و به تدریج با گذشت زمان و با رشد و گسترش گیاه افزایش یافت و در محدوده ۱۱۰۰ درجه روز رشد به حداکثر میزان خود رسید و بعد از آن به دلیل پیر شدن برگ‌ها و ریزش برگ‌های پایینی، به تدریج روند نزولی پیدا کرد. به نظر می‌رسد در تراکم‌های بالا بدلیل اینکه گیاهان میزان برگ بیشتری در واحد سطح تولید می‌کنند و همچنین به نحو مناسبتری می‌توانند سطح مزرعه را بپوشانند و کانوپی بسته‌ای را تشکیل دهند، سطح برگ بیشتری تولید می‌شود.



شکل ۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ ذرت شیرین در تاریخ های مختلف کاشت

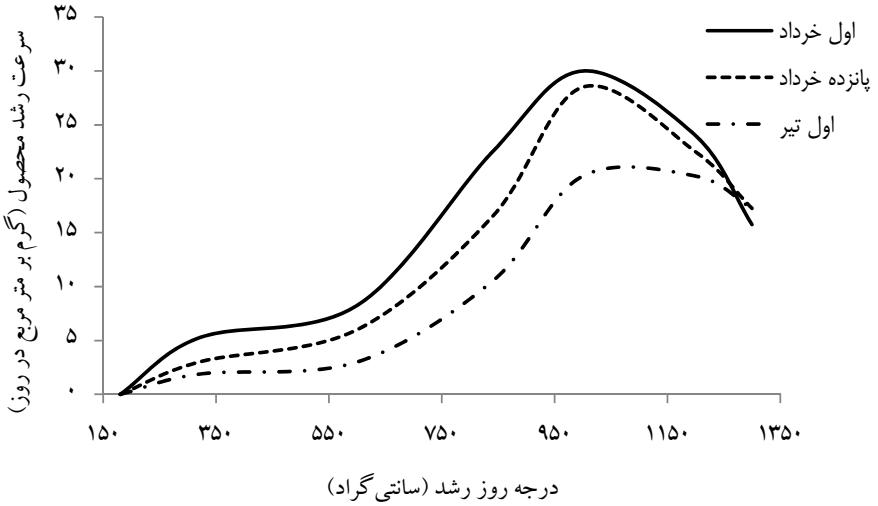


شکل ۲- روند تغییرات شاخص سطح برگ ذرت شیرین در تراکم های مختلف کاشت

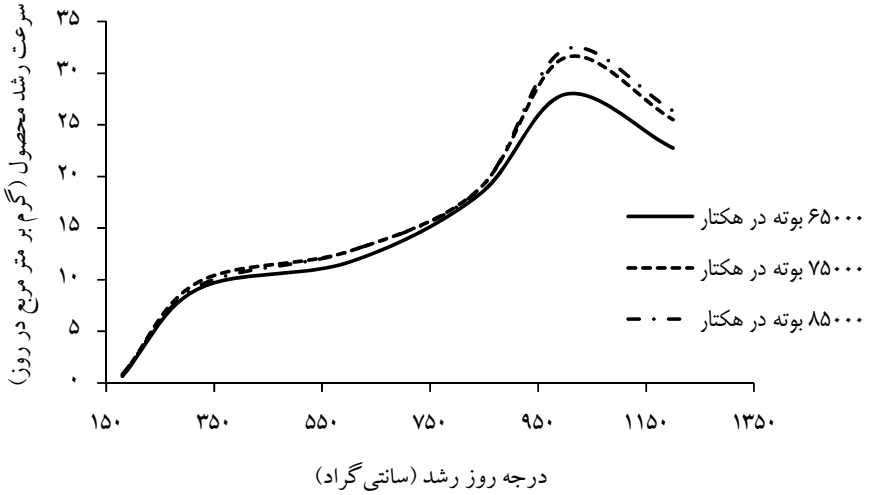
هنگامی که GDD حدود ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد است انـدام‌هـای نر و ماده بطور کامل رشد کرده و گیاه گرده‌افشانی می‌نمایـد. ذرت در این مرحله حداکثر شاخص سطح برگ را دارا مـی‌باشـد (۱۹). آمـانو و سالازار (۵) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته در ذرت و سورگوم شاخص سطح برگ افزایش یافت. در آزمایـشی کـه توسـط مـاجور و همکاران (۱۷) انجام گرفت، مشخص شـد کـه افـزایش تـراکم بوتـه کارایی مصرف انـرژی خورشـید را بـالا بـرده اسـت. وی دلیـل آن را افزایش سطح برگ عنوان نمود. چاتورودی (۷) اظهار داشت که رابطه مستقیم و خطی بین تراکم بوتـه و شـاخص سـطح بـرگ وجـود دارد. بیانچی و سیدوسی (۶) افزایش شاخص سطح برگ را بـدلیل افـزایش تراکم بوته گزارش کردند.

سرعت رشد محصول در همـاهنگی بـا شـاخص سـطح بـرگ در اوایل دوره رشد پایین بود و به تدریج با گذشت زمـان رونـد صـعودی یافت و پس از رسیدن به یک حد ماکزیمم، با پیری و ریزش برگ هـا و پایین آمدن سطح فتوسنتز کننده کاهش یافت. در تاریخ کاشـت اول بیشترین سرعت رشد محصول وجود داشت (شکل ۳). با کاهش تراکم بوته در واحد سطح نیز میزان سـرعت رشـد محـصول افـزایش یافـت (شکل ۴)، بطوریکه در تراکم ۶۵ هزار بوته در هکتار بیـشترین میـزان سرعت رشد محصول دیده شد.

واتال (۲۷) طی بررسی‌های خود اعلام کرد که سرعت رشد گیـاه تا زمانی که شاخص سطح برگ به ۳ برسد، افزایش خطی داشته ولـی به مـوازات افـزایش آن جهـت جـذب ۹۵ درصـد نـور، میـزان CGR افزایش بیشتری از خود نشان می‌دهد. حـداکثر CGR زمـانی حاصـل می‌شود که گیاه از تراکم مطلوب و توزیع مناسـب کـه بـرای حـداکثر استفاده از نور و عوامل محیطی مطابقت دارد، برخوردار باشد.

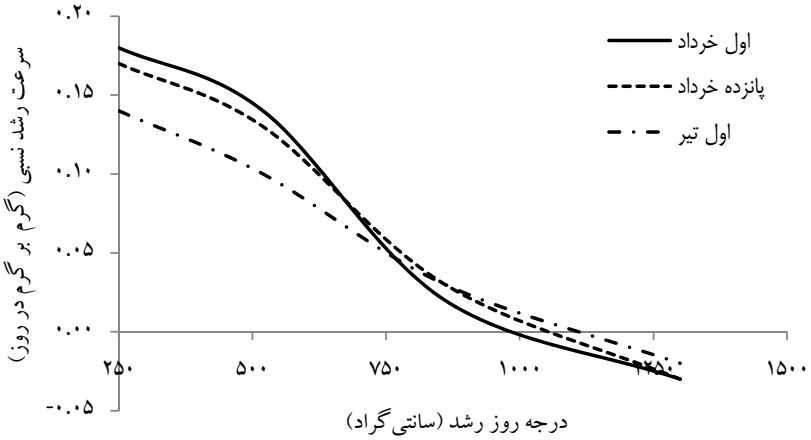


شکل ۳- روند تغییرات سرعت رشد محصول ذرت شیرین درتاریخ‌های مختلف کاشت

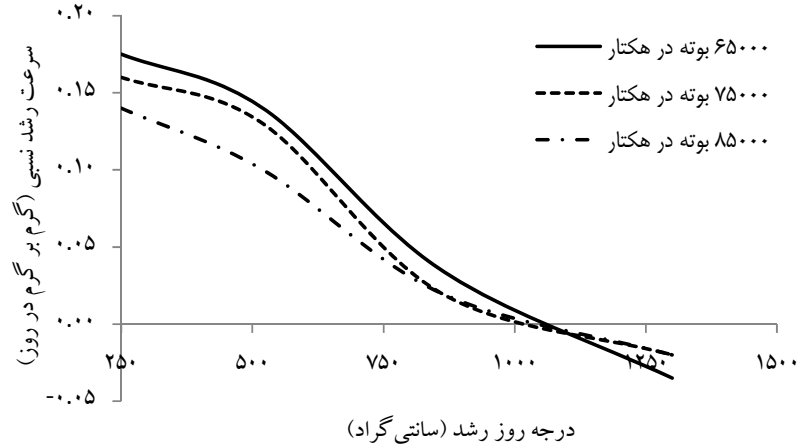


شکل ٤- روند تغییرات سرعت رشد محصول ذرت شیرین در تراکم های مختلف بوته

سرعت رشد گیاه با افزایش تراکم بوته تا یک حد مشخص افزایش می‌یابد و در واقع بیشترین مقدار CGR خود تاکیدی بر حداکثر LAI و جذب نور می‌باشد. حداکثر سرعت رشد نسبی در تاریخ کاشت اول و تراکم بوته کمتر (شکل‌های ۵ و ۶) مشاهده شد. دلیل این امر توزیع مناسب بوته‌ها، همپوشانی مناسب برگ‌ها و سایه‌اندازی کمتر آنها است که باعث استفاده بهتر از عوامل محیطی گردید.



شکل ۵- روند تغییرات سرعت رشد نسبی ذرت شیرین در تاریخ‌های مختلف کاشت



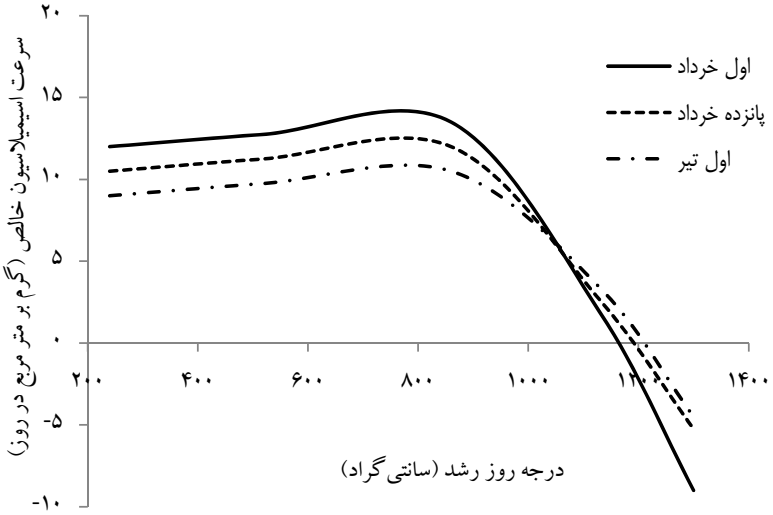
شکل ۲- روند تغییرات سرعت رشد نسبی ذرت شیرین در تراکم های مختلف کاشت

سرعت رشد نسبی از ابتدا تا پایان دوره رشد به صورت خطی کاهش یافت. از آنجا که با افزایش سن گیاه بر بافت‌های ساختمانی گیاه افزوده می‌شود و این بافت‌های ساختمانی سهمی در رشد ندارند، به همین دلیل سرعت رشد نسبی با گذشت زمان و در نتیجه رشد گیاه و افزایش مقدار تنفس در اواخر فصل رشد منفی می‌گردد.

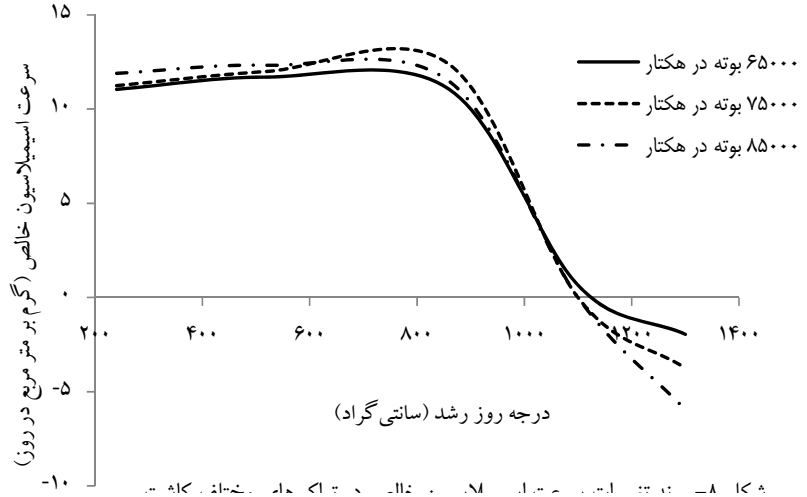
سرعت اسیمیلاسیون خالص در تاریخ کاشت اول خرداد و تراکم ۶۵ هزار بوته در هکتار نسبت به سایر تیمارها برتری داشت (جدول ۸ و ۷). در اوایل فصل رشد، به دلیل عدم سایه‌اندازی و کاهش تنفس برگ‌ها، NAR حداکثر بود. از ۸۶۰ درجه روز رشد به بعد، به دلیل سایه‌اندازی بیشتر برگ‌ها و تنفس بیشتر در هر بوته، مقدار NAR کاهش یافت و سیر نزولی خود را شروع نمود. با کاهش تراکم بوته، کاهش سایه‌اندازی موجب افزایش NAR گردید تا اینکه در انتهای فصل رشد، همراه با ریزش برگ‌ها و کاهش شاخص سطح برگ مقدار آن منفی گردید.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد، بین تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف (که مهمترین جزء عملکرد هستند) و عملکرد دانه در تاریخ کاشت اول و دوم تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، بنابراین تاریخ کاشت مناسب برای حصول حداکثر عملکرد دانه در ذرت شیرین رقم KSC403su، در منطقه کرج، ۱ خرداد تا نهایتاً ۱۵ خرداد ماه می‌باشد و تأخیر در کاشت بیش از ۱۵ خرداد ماه باعث افت شدید عملکرد خواهد شد. ۶۵ هزار بوته در هکتار نیز بهترین تراکم بوته تشخیص داده شد. انجام مطالعات بیشتر برای تعیین مناسب‌ترین تاریخ و تراکم کاشت در ارقام مختلف ذرت شیرین ضروری به نظر می‌رسد.



شکل ۷- روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص در تاریخ‌های مختلف کاشت



شکل ۸- روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص در تراکم‌های مختلف کاشت

منابع

۱- باصفا، م. ۱۳۷۷. بررسی مناسبترین تاریخ کاشت ارقام ذرت دانه‌ای (بخش اول). گزارش نهایی شماره ۷۷/۱۱۰. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان. صفحه ۳۲.

۲- سپهری، ع. ۱۳۷۳. بررسی اثرات تاریخ کاشت و کود ازت بر روی عملکرد و اجزا آن در ذرت دانه‌ای رقم SC۶۰۴ در منطقه همدان. خلاصه مقالات سومین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تبریز. صفحه ۹۳.

۳- سیادت، ع .و شایگان، ع .۱۳۷۳ . مقایسه عملکرد دانه و برخی صفات زراعی ارقام ذرت تابستانه در تاریخ های مختلف کاشت در خوزستان. مجله علمی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز. جلد۱۷ صفحه۹۱- ۷۵.

4- Aerts, R. 1999. Interspecific competition in natural plant communities mechanisms, trade- offs and plant soil feed backs. *Journal of Experimental Botany* 50 (330): 29-37.

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

6- Bianchi, A. A. and M. Cuidocci. 1990. Light interception by a maize crop as a function of plant density and row spacing. *Field Crop Abstracts*. 43(6).

7- Chaturvedi, V. K. 1992. Quality evaluation of forage sorghum. *National Research Center for Sorghum, Ragendranagar, Hyderabad, India.*

8- Duncan, W. G. 1958. The relationships between corn population and yield. *Agronomy Journal* 50: 82-84.

9- Emam, Y. 2001. Sensitivity of grain yield components to plant population density in non-prolific maize hybrids. *Indian Journal of Agricultural Science* 71: 367-370.

10- Genter, C. F. and H. N. Comper. 1973. Component plant part development in maize as affected by hybrids and population density. *Agronomy Journal* 65:669.

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

12- Howell, T. A. 1990. Grain dry matter yield relations for winter wheat and sorghum. *Agronomy Journal* 82: 912-918.

13- Kalloo, G. and B. D. Bergh. 1993. Sweet corn breeding. In: Breeding vegetable crops. Ed. By M. J. Bassett. AVI Publishing Co., Westport, Connecticut p.777.

14- Kaukis, k. and D. W. Davis. 1986. Sweet corn breeding In: Breeding vegetable crops. Ed. By M. J. Bassett. AVI Publishing Co., Westport, Connecticut p.475-519.

15- Karimi, M. M. and H. M. Siddique. 1991. Crop growth rates of old and modern wheat cultivars. *Australian Journal of Agricultural Research* 42: 13-20

16- Lio, W. M. Tollenaar, G. Stewart and W. Deen. 2004. Response of corn grain yield to spatial and temporal variability in emergence. *Crop Science*. 44(3): 847-854.

17- Major, D. G., R. W. Beasley and R. I. Hamilton. 1991. Effect of maize maturity on radiation- use efficiency. *Agronomy Journal* 83:365-370.

18- Pendleton, J. W. and D. B. Egli. 1969. Potential yield of corn as affected by planting date. *Agronomy Journal* 61: 70-71.

19- Pandy, R. K., J. W. Maranville and M. M. Chetima. 2000. Deficit irrigation and nitrogen and densities effects on maize in a Sahelian environment. *Agricultural Water Management* 46 (1): 15-27.

20- Rajan I. and C. J. Sawaton. 2001. Understanding maize-weed competition: light quality and the whole plant. *Field Crop Research*. 71: 139-150.

21- Reed, A. J., G. W. Sigletay, J. R. Schussler, D. R. Williamson and A. L. Christy. 1999. Shading effects on dry matter nitrogen partitioning kernel number and yield of maize. *Crop Science*. 28:819-825.

22- Shummay, C. R. and J. I. Cottern. 1989. Planting date and moisture affection yield quality and alkaline processing characteristics of food-grade maize. *Crop Science*. 32: 1265-1268.

23- Stickler, F. C. and H. H. Loude. 1995. Effect of raw spacing and plant population on performance of corn grain sorghum and forage sorghum. *Agronomy Journal* 275-277.

24- Teasdale, J. R. 1995. Influence of narrow row/ high population corn on weed control and light

transmittance. *Weed Technology* 9: 113
25- Tetio-Kagho, F. and F. P. Gardener. 1988. a. Response of maize to plant density (I) reproduction development yield and yield adjustments. *Agronomy Journal* 80: 930-935.
26- Tetio- kagho, F. and F. P. Gardner. 1988. Response of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield and yield adjustments, *Agronomy Journal* 80: 935-940.
27- Vatal, W. 1991. Responses on maize to plant on population density. *Agronomy Journal* 11:930-935.
28- Williams, W. A., R. S. Loomis and C. R. Lepley. 1965. Vegetative growth of corn as affected by population density. I: productivity in relation to interception of solar radiation. *Crop Science* 5: 211-214.