# اثر تاریخ کاشت تابستانه (کشت دوم) و تراکم بوته بر متغیرهای مرفولوژیک، فنولوژیک و عملکرد دانه و علوفه چند هیبرید ذرت در منطقه بناب

**علی اصغر علیلو[1*]، حسینعلی فتحی قوشقیه[2] و اسماعیل محمدی[2]**

تاریخ دریافت: 90/4/13 تاریخ پذیرش: 90/12/16

1- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

2- کارشناس ارشد، جهاد کشاورزی بناب

* مسئول مکاتبه : E-mail : Aliasghar.aliloo@gmail.com

**چکیده**

به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت تابستانه و تراکم بوته روی متغیرهای مرفولوژیک، فنولوژیک و عملکرد دانه و علوفه هیبریدهای 704، 540 و 500 ذرت، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در شهرستان بناب انجام شد. در این آزمایش فاصله بین ردیف‌ها 75 سانتی متر و فواصل روی ردیف 12، 15 و 18 سانتی متر بود که به ترتیب تراکم‌های111000، 89000 و 74000 بوته را در هکتار ایجاد کرد. در این مطالعه بیشترین تعداد ردیف در بلال با 18/1 ردیف به هیبرید 500 تعلق داشت، هیبرید 704 با 24/4 دانه، بالاترین تعداد دانه در ردیف بلال را تولید نمود و از نظر تعداد دانه در بلال اختلاف معنی‌داری بین هیبریدها ملاحظه نشد. همچنین عملکرد علوفه تر با تولید 48/1 تن در هکتار از هیبرید 704 حاصل شد و هیبریدهای 540 و500 به ترتیب با تولید 42/6 و 40/8 تن در هکتار در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. برتری هیبرید 704 مربوط به تولید بیوماس بالا در واحد بوته بود، به طوری که این هیبرید با تولید 118/9 گرم وزن خشک در بوته اختلاف معنی‌داری با سایر هیبرید های مورد مطالعه داشت. با افزایش تراکم بوته، عملکرد علوفه در واحد سطح به طور معنی دار افزایش و عملکرد تر تک بوته بطور معنی‌دار کاهش یافت. بیشترین عملکرد از فاصله روی ردیف 12 سانتی‌متری، با تولید 46/3 تن در هکتارحاصل شد. بررسی صفات فنولوژیکی نشان داد تنها هیبرید زودرس500 در شرایط آب و هوایی بناب می‌تواند به مرحله رسیدگی (خمیری شدن دانه) برسد. با توجه به حداکثر بودن کیفیت در این مرحله می‌توان در صورت تهیه سیلو از هیبرید 500 و در صورت استفاده از علوفه ذرت بصورت تازه از هیبرید دیررس 704 با حداکثر تراکم استفاده کرد.

**واژه‌های کلیدی**: تراکم کاشت، ذرت علوفه‌ای، صفات مرفولوژیکی، عملکرد، کاشت تابستانه و متغیرهای فنولوژیکی

Archive of SID

www.SID.ir

# The Effect of Sowing Date and Plant Density on Morphology, Phenology and Yield Variables of Maize Hybrids in Bonab Region

**AA Aliloo[1*], H Fathi Goshgye[2] and E Mohammadi[2]**

Received: 04 July 2011 Accepted: 06 March 2012
[1]Assist, Dept of Agronomy and Plant Breeding , Faculty of Agric, University of Maragheh, Iran
[2] MSc Dept of Agric of Bonab, Iran
*Corresponding author E-mail: Aliasghar.aliloo@gmail.com

**Abstract**

In order to investigate the effect of sowing date and plant density on morphology, phenology and yield variables of 704, 540 and 500 maize hybrids, a factorial experiment was carried out based on complete randomized block design with four replications. In this research, row space was fixed at 75cm and inter row spacing was 12, 15 and 18cm that create 111500, 89000 and 74000 plants per hectare, respectively. In this study, the highest number of kernel rows per ear, with 18.1 rows, was obtained by hybrid 500. Whereas, the highest number of kernels per row, with 24.4 kernels, was produced by hybrid 704. But, among studied hybrids, the number of kernel per ear was not significant. The results also showed that the highest forage yield, with 48.1 ton per hectare, was obtained by hybrid 704 and hybrids 540 and 500 with 42.6 and 40.8 ton forage yield per hectare ranked next, respectively. High performance of hybrid 704 depends on its high biomass production so that the dry weight of hybrid 704 was 118.9 gram per plant that had significantly differences compared to other hybrids. With increasing of plant density, forage yield per plant was decreased significantly and forage yield per unit area was increased. The highest forage yield per unit area, with 46.3 ton per hectare, was acquired from 12cm row spacing. The study of phonological traits demonstrated that in Bonab region only hybrid 500 could reach to maturity stage (dough stage) for harvest. With respect to high quality of maize forage for silage at dough stage, the hybrid 500 for is suitable and if the purpose is grazing, sown of hybrid 704 with highest density is recommended.

**Key words:** Forage maize, Planting date, Plant density, Morphology, Phenology and Yield variables

Archive of SID

www.SID.ir

**مقدمه**

با توجه به رشد روزافزون جمعیت، افزایش عملکرد گیاهان زراعی امری لازم برای تأمین غذای مورد نیاز انسان است (رستگار 1384). ذرت (*Zea mays* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است که با تولید بیش از 817 میلیون تن دانه در سال، رتبه اول تولید جهانی غلات را به خود اختصاص داده است (بی-نام 2009). بیشترین مصرف آن در تغذیه دام و طیور بصورت دانه، علوفه سبز و سیلو می باشد. به این ترتیب بطور غیر مستقیم از طریق گوشت، تخم‌مرغ و لبنیات مورد تغذیه انسان قرار می‌گیرد. ذرت بدلیل داشتن ویژگی های همچون تولید زیاد علوفه در واحد سطح، کیفیت بالای علوفه‌ی سیلو شده و قابلیت جذب بالا در دام‌های مصرف کننده در رده یکی از بهترین گیاهان علوفه‌ای قرارگرفته است (دنزلی و همکاران 2006). با توجه به ویژگی‌های ذکر شده، این محصول می‌تواند از فشار چرای دام‌ها که یکی از عوامل اصلی تخریب مراتع هستند بکاهد.

در یک جامعه گیاهی و در یک محیط معین، هرگاه نهاده‌های ضروری رشد در سطحی مناسب قرار داشته باشند، توانایی تولید توسط میزان جذب تشعشع فعال فتوسنتزی تعیین می‌گردد (لی و همکاران 2007). یکی از متداول‌ترین و در عین حال ساده‌ترین روش‌های افزایش جذب تشعشع، افزایش تعداد بوته در واحد سطح است که باعث افزایش شاخص سطح برگ می‌شود (ادواردز و همکاران 2005). با این روش هر چند عملکرد تک بوته بواسطه افزایش رقابت بین گیاهان کاهش می‌یابد، اما در مجموع بر میزان جذب تشعشع توسط جامعه گیاهی افزوده می‌شود و عملکرد نهایی بالا می‌رود (امان‌اله و خلیل، 2009). ذرت گیاهی است که به تراکم بسیار حساس می‌باشد. اگر تراکم گیاهی کم باشد استفاده کافی از پتانسیل مزرعه به عمل نمی‌آید. اگر تراکم زیاد باشد به دلیل کاهش میزان مواد فتوسنتزی قابل دسترس، تعداد گل‌های عقیم بیشتر می‌گردد، تعداد دانه در بلال کاهش می‌یابد و دانه در انتهای بلال تشکیل نمی‌گردد (بذر افشان و همکاران 1384)، کیفیت نور دریافتی هم تغییر می‌کند بطوری که نور قرمز توسط برگ‌های بالایی جذب می‌شود (آفالو و همکاران 1999) و نور قرمز دور در پایین سطح سایه انداز افزایش می‌یابد. افزایش نسبت نور قرمز دور به قرمز موجب کاهش تنفس گیاهی، اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به بخش‌های فوقانی سایه انداز و ساقه اصلی، افزایش فاصله میان گره‌ها و در نتیجه ارتفاع گیاه می‌گردد (کاسال و همکاران 1998). در تراکم‌های زیاد همچنین رقابت برای رطوبت، مواد غذایی و نور افزایش می‌یابد که از جمله نتایج آن، کاهش قطر ساقه، بالا رفتن ارتفاع گیاه و افزایش ارتفاع محل تشکیل بلال از سطح زمین است (گوزوبنلی و همکاران 2003). تیتو کاگو و گاردنر (1988) نیز گزارش دادند که با افزایش تراکم بوته و یا کاهش فواصل ردیف کاشت، تخریب نوری اکسین صورت نمی‌گیرد که می‌تواند باعث افزایش طول میانگره‌ها، کاهش قطر ساقه و افزایش ارتفاع بوته گردد. اکثر پژوهشگران گزارش کردند که تعداد دانه در ردیف بلال، بیشترین حساسیت را به تراکم بوته نشان می‌دهد در حالی که تعداد ردیف دانه در بلال یک صفت ژنتیکی است که از تراکم بوته متأثر نمی‌شود (هاشمی دزفولی و هربرت 1992، تیتو کاگو و گاردنر 1988). وزن بلال یکی دیگر از صفات گیاهی است که تحت تأثیر تراکم بوته قرار می‌گیرد. در مطالعه‌ی دانکن (1984) معلوم شد که با افزایش تراکم گیاهی در ذرت، وزن بلال در هر بوته کاهش می‌یابد . علت این کاهش وزن سایه‌اندازی بوته‌های مجاور ذکر گردید. تعداد دانه در بلال نیز یکی از اجزای مهم عملکرد دانه در ذرت است که با افزایش تراکم به شدت کاهش می‌یابد (آندراده و همکاران 1993).

تراکم بوته‌ای که به حداکثر عملکرد منجر می-گردد با ژنوتیپ، شرایط آب و هوایی، حاصلخیزی خاک و تاریخ کاشت تغییر می‌نماید(مظاهری، 1373).

از جمله عوامل مهم برای به دست آوردن حداکثر عملکرد دانه در ذرت، تعیین تراکم مناسب با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه و مشخصات ارقام مورد کاشت است (آکینتوی و همکاران 1997). ارقام

Archive of SID

www.SID.ir

زودرس که بر اساس تقسیم بندی فائو شامل گروه‌های رسیدگی 100 الی500 (زودرس، خیلی زودرس و فوق العاده زودرس) می‌باشند، از طول دوره رشد و نمو کوتاه‌تری نسبت به ارقام دیررس برخوردار هستند و می‌توانند در اکثر مناطق ذرت کاری کشور به خصوص مناطق سرد و معتدل به عنوان کشت اول مطرح و مورد استفاده قرار گیرند. در صورت کاشت ارقام دیررس در مناطق معتدل به دلیل محدودیت در فصل رشد، مرحله گل‌دهی و یا مرحله پر شدن دانه با سرما مواجه خواهد شد و افت کمی و کیفی محصول را در پی خواهد داشت، بنابراین معرفی و کاشت هیبریدهای پر محصول و زودرس ذرت می‌تواند باعث پایداری تولید در این مناطق گردد (دهقان‌پور، 1385). ذرت را می‌توان بعد از گیاهانی مانند گندم و جو کشت کرد. کاشت ذرت بعد از گندم و یا جو (کاشت دوگانه)در بعضی از کشورهای آسیا، آفریقا و آمریکای جنوبی و همچنین برخی از نواحی ایران مانند استان‌های فارس، خراسان و اصفهان رایج است. هدف از کشت دوگانه بهره‌برداری حداکثر از زمین است تا از منابع به طور کارآمدی استفاده شود. کمااینکه در آمریکا از این نوع کشت برای افزایش با زدهی تولید مزارع استفاده می شود (مظاهری، 1373).

در سال‌های اخیر آزمایشات متعددی جهت معرفی هیبریدهای مناسب برای مناطق مختلف کشور صورت گرفته است که نتایج خوبی به همراه داشته است. خدادادی (1379) با بررسی اثر فاصله ردیف و تاریخ کاشت بر عملکرد سه هیبرید ذرت سیلویی در منطقه شهرکرد گزارش کرد که هیبرید سینگل کراس 704 نسبت به هیبریدهای دیگر برای کشت اول برتری دارد درحالی‌که برای کشت دوم، یعنی بعد از برداشت جو (تاریخ کاشت نهم تیرماه)، هیبرید خیلی زودرس سینگل کراس 108 به علت کامل کردن مراحل فنولوژیکی قبل از رسیدن سرمای شهریور ماه مناسب-تر می‌باشد. چوگان و مساوات (1379) اثر تاریخ کاشت تابستانه (کشت دوم) برعملکرد و اجزای عملکرد دانه هیبریدهای ذرت را در منطقه گرگان مورد آزمایش قرار دادند نتایج نشان داد که با تاخیر در کاشت از عملکرد تمامی هیبرید های مورد مطالعه کاسته شد با این حال حداکثر وزن دانه در بلال، اندازه دانه، تعداد دانه در ردیف بلال و تعداد دانه در بلال به هیبرید پرمحصول سینگل کراس 704 تعلق داشت. طهماسبی و همکاران (1380) و زمانیان و نجفی (1381) بهترین تراکم بوته برای هیبرید پر محصول 704 را 80 هزار بوته در هکتار برای منطقه کرج اعلام کردند. طهماسبی و یغموری (2004) در بررسی اثر تراکم و الگوهای کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت نتیجه گرفتند که افزایش تراکم موجب افزایش عملکرد دانه شد و بیشترین عملکرد دانه از تراکم 85 هزار بوته در هکتار بدست آمد. در بین ارقام مختلف بیشترین عملکرد دانه مربوط به هیبرید سینگل کراس 704 بود که البته اختلاف معنی داری با هیبرید سینگل کراس 700 نداشت. شاه کرمی و رفیعی (2009) در آزمایش بررسی تراکم و آرایش کاشت ذرت درخرم آباد دریافتند که در آرایش کاشت یک ردیفه با استفاده از رقم دیررس سینگل کراس 700 حداکثر عملکرد دانه از تراکم 70 هزار بوته در هکتار بدست آمد، ایشان همچنین اظهار کردند که با اعمال آرایش کاشت دو ردیفه می توان تراکم مطلوب ذرت را تا صد هزار بوته در هکتار افزایش داد و عملکرد دانه را بهبود بخشید.

با افزایش گرایش جهانی به تولید ذرت، کشور ما نیز در سالهای اخیر از طریق افزایش سطح زیر کشت و معرفی ارقام و هیبریدهای جدید، سعی در استفاده هر چه بیشتر از توان تولیدی این محصول ارزشمند را دارد. بر این اساس و از آنجایی‌که تا کنون امکان بررسی کاشت و توسعه هیبریدهای مختلف ذرت در کشت تابستانه در منطقه بناب فراهم نشده بود پژوهش حاضر طراحی و به مرحله اجرا درآمد.

**مواد و روش‌ها**

این تحقیق در سال زراعی 1389 در مزرعه تحقیقاتی و ترویجی اداره جهاد کشاورزی شهرستان بناب انجام گرفت. شهرستان بناب با عرض جغرافیایی37 درجه و 23 دقیقه و طول جغرافیایی 46 درجه و2 دقیقه شرقی و با ارتفاع 1258 متر بالاتر از

Archive of SID

www.SID.ir

سطح دریا در جنوب غربی استان آذربایجان شرقی واقع شده اشت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار جهت ارزیابی توان تولیدی هیبریدهای ذرت (فاکتور اول) در کشت تابستانه با سه تراکم (فاکتور دوم) انجام شد. مواد گیاهی مورد آزمایش که از کشت و صنعت مغان واقع در استان اردبیل تهیه شدند، شامل هیبریدهای سینگل کراس704، سینگل کراس 540 و سینگل کراس 500 و به ترتیب متعلق به گروههای رسیدگی دیررس، میان رس و زودرس بودند. فاصله بین ردیف‌ها در هر سه تراکم 75 سانتی‌متر و فاصله روی ردیف‌ها 12، 15 و 18 سانتی‌متر بود که به ترتیب تراکم 111000، 89000 و 74000 بوته در هکتار را ایجاد کرد. بعد از عملیات آماده سازی زمین و بستر کاشت، برای هر کرت (5m×6m) چهار ردیف کاشت به طول شش متر ایجاد شد. در تاریخ 15 تیر بذور در عمق 4-3 سانتی متری خاک به صورت کپه‌ای کاشته شدند و در مرحله 6 برگی به یک بوته تنک گردیدند. جهت اطمینان از سبز شدن بذور، آبیاری با دور چهار روز انجام شد و پس از سبز شدن و استقرار گیاهچه آبیاری بر اساس نیاز گیاه صورت گرفت. میزان مصرف کود براساس آزمون خاک و توصیه موسسه تحقیقات خاک و آب کشور شامل200کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم، 200 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و 300 کیلوگرم در هکتار کود اوره بود که در دو نوبت در مراحل شش تا هشت و 10 تا 12 برگی انجام گرفت. در طول فصل رشد محصول، یادداشت برداری‌های لازم جهت مطالعه صفات فنولوژیک ( تعداد روز تا سبزشدن، تعداد روز تا ظهور گل تاجی، تعداد روز تا ظهور کاکل ها و تعداد روز تا رسیدگی و برداشت) با حذف اثر حاشیه از تمام کرت‌ها صورت گرفت برای این منظور ردیف‌های کناری هر کرت در اندازه‌گیری وارد نشد.

در مرحله رسیدگی و برداشت، میانگین ارتفاع گیاه، قطر ساقه، طول بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال و تعداد دانه در بلال با اندازه گیری از روی 10 بوته در هر کرت به دست آمد . وزن خشک و تر تک بوته و نیز عملکرد علوفه تر و خشک با برداشت از دو ردیف از وسط هر کرت با حذف اثرات حاشیه ای در زمان برداشت اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

### متغیرهای فنولوژیکی

تعداد روز از جوانه زنی تا سبز شدن (ظهور 50 درصد گیاهچه‌ها) در مزرعه برای هر سه هیبرید مورد آزمایش در روز هفتم اتفاق افتاد. در واقع با توجه به مناسب بودن دمای هوا و دمای خاک در هفته سوم تیر ماه (به ترتیب 36 و 31 درجه سانتی‌گراد) تعداد روز لازم جهت سبز شدن همه هیبریدها در مدت زمان کوتاهی بوقوع پیوست. محمود و همکاران (2007) مناسبترین دمای خاک برای جوانه زنی ذرت را بین 25 الی 30 درجه سانتی گراد گزارش کردند. نیلسن و همکاران (2002) با بررسی اثرات تاریخ کشت روی فنولوژی ذرت گزارش کردند که با تاخیر در کاشت از تعداد روز لازم جهت سبز شدن کاسته می‌شود. بدلیل دمای بالا، درجه- روز- رشدی (GDD) لازم برای مرحله سبز شدن در مدت زمان کوتاهی تامین می‌شود و ورود به مرحله رشدی یا زایشی با سرعت بالاتری صورت می گیرد (نیلسن و همکاران 1994). با توجه به قوه زیست بالا در بذور هیبریدهای مورد مطالعه و وجود شرایط خاکی بسیار ایده‌ال برای جوانه‌زنی، درصد سبز شدن در تمامی کرت‌ها اختلاف معنی‌داری نداشت و تقریباً صد در صد بذور سبز شدند.

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها روی صفات مورد مطالعه (جدول 1) نشان داد که اثر نوع هیبرید روی صفات زمان ظهور تاج و زمان ظهور ابریشم بلال در سطح احتمال یک درصد معنی دار شده است. مقایسه میانگین این صفات (جدول 2) نشان داد که کم-ترین زمان برای ظهور تاج و ابریشم بلال، مربوط به هیبرید 500 می‌باشد و هیبرید های 540 و 704 به

Archive of SID

www.SID.ir

ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند (جدول 2). بدلیل شروع فصل سرما هیبریدهای 540 و704 به برداشت تکنیکی یعنی مرحله خمیری نرم نرسیدند و تنها در هیبرید 500 بود که 50 درصد بوته ها به این مرحله وارد شدند. درکشت های دیرهنگام هدف این است که محصول بتواند از باقیمانده فصل رشد طوری استفاده کند که قادر باشد به طور معمول به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی برسد. تصمیم بر اینکه چه زمانی بایستی از ارقام با گروه رسیدگی زودتر استفاده شود بایستی نسبت به رتبه‌بندی هیبریدها براساس واحدهای دمایی مورد نیاز و برآورد واحدهای دمایی باقیمانده تا آخر فصل انجام گیرد (نیلسن و همکاران 1994).

تولیدکنندگانی که ذرت را به صورت زودهنگام کشت می کنند نگران سرمای دیررس زمستانه، ظهور ضعیف و رشد زودهنگام بوته هستند و آنهایی هم که ذرت را دیرهنگام کشت می کنند نمی دانند از کدام گروه‌های رسیدگی هیبریدها استفاده کنند و از نوع تأثیر کاشت دیرهنگام بر عملکرد و رطوبت نهایی دانه بی اطلاع هستند (لور و همکاران 1999). با توجه به اینکه در کشت‌های دوم (تابستانه) زودرسی ارقام ذرت یک صفت مطلوب به شمار می‌آید، هیبرید 500 می تواند با توجه به شرایط محیطی منطقه بناب به مرحله برداشت برسد.

**متغیرهای مرفولوژیکی**

با توجه به جدول (1) اثر نوع هیبرید روی ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول بلال و همچنین اثر تراکم روی ارتفاع بوته معنی‌دار نشد. لوکاس (1986)، سینگ و تاج بخش (1986)، بنگاروا و همکاران (1989) و رمضانی و همکاران (1388) نیز اختلاف معنی‌داری را در مورد اثر تراکم بر روی ارتفاع بوته گزارش نکردند. با این وجود، برخی از پژوهشگران ارتباط مستقیم افزایش ارتفاع گیاه با افزایش تراکم بوته را گزارش نمودند (ایسه‌چی 1992، روی و بیسواز، 1992 و زمانیان ونجفی، 1381).

اثر تراکم بوته روی قطر ساقه و طول بلال به ترتیب در سطح احتمال پنج درصد و سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول 1). با افزایش تراکم بوته (کاهش فاصله روی ردیف) قطر ساقه کاهش یافت. بیشترین اندازه قطر ساقه با 2/54 سانتی‌متر مربوط به فاصله روی ردیف 18 سانتی‌متر بود (جدول3) اما بین فاصله روی ردیف 12 و 15 سانتی‌متر با وجود کاهش قطر ساقه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تیتو کاگو و گاردنر (1988)، محمدی (1377) و رمضانی وهمکاران (1388) در تحقیقاتشان گزارش کردند که با کاهش فواصل ردیف کاشت و افزایش تراکم گیاه از یک طرف از شدت نوری که به کف کانوپی می‌رسد کاسته می-شود و رقابت بین اندام‌های گیاه برای جذب بیشتر تشعشع افزایش می‌یابد و از طرف دیگر تخریب نوری اکسین صورت نمی‌گیرد، که مجموعه این عوامل می-توانند باعث افزایش طول میانگره ها، کاهش قطر ساقه و افزایش ارتفاع گیاه گردند (دوبی و همکاران 2001).

با افزایش تراکم بوته، طول بلال کاهش معنی‌دار نشان داد (جدول 3) بیشترین اندازه بلال با 12/02 سانتی‌متر، مربوط به فاصله روی ردیف 18 سانتی‌متر بود که اختلاف معنی‌داری با سایر تراکم ها داشت ولی بین فواصل روی‌ردیف 12 و 15 سانتی‌متر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. محققان دیگری نیز بیان کردند که افزایش تراکم موجب کاهش تدریجی اندازه بلال‌ها می‌گردد. زیرا فضای مورد نیاز گیاه به مرور کمتر می‌شود هر بوته میزان مواد غذایی کمتری را جذب می‌نماید و به همان نسبت ماده خشک کمتری را به بلال‌ها انتقال می دهد (اوگانلا و همکاران 1988، کاکس 1997، دوبی و همکاران 2001، مولنار و سروری 2005 و فیض‌بخش و همکاران 2007).

**متغیرهای مربوط به عملکرد**

با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر نوع هیبرید روی تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد علوفه تر در واحد سطح، در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول 1). همچنین اثر همین عامل روی تعداد ردیف

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ - تجزیه واریانس اثر هیبریدهای مختلف ذرت و تراکم بوته روی متغیرهای مورد مطالعه

| منابع تغییر | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | زمان ظهور تاسل | زمان ظهور ابریشم بلال | ارتفاع بوته | قطر ساقه | طول بلال | تعداد دانه در ردیف بلال | تعداد ردیف دانه در بلال | عملکرد تر بوته | عملکرد خشک بوته | عملکرد علوفه تر |
| تکرار | ۲ | ۲/۲۲ns | ۰/۸۲ | ۱۵۴/۸۷ns | ۰/۰۱ | ۰/۴۹ns | ۲۶/۲۹ns | ۰/۲۵ | ۱/۰۵ | ۱/۸۱ | ۱/۴۲ |
| هیبرید | ۲ | ۲۲۷/۸۲ ** | ۲۲۷/۸۲ ** | ۱۱۰/۰ ns | ۰/۰۲ | ۰/۴۶ | ۲۲/۶۶ns | ۰/۴۱ | ۵۵/۶۵ns | ۰/۹۲ ns | ۱۲۶/۵۲ ns |
| تراکم بوته | ۲ | ۲/۷۷ns | ۲/۷۷ns | ۹۵/۲۹ | ۰/۰۶ns | ۰/۹۶ns | ۲۰/۲۹ns | ۰/۵۲ | ۲۰/۲۹ns | ۲۲۷/۲۲ ns | ۲۲۷/۲۲ ns |
| تراکم بوته×هیبرید | ۴ | ۰/۱۱ | ۰/۲۵ | ۲۲/۱۸ | ۰/۰۲ | ۰/۴۲ | ۲/۵۲ | ۰/۲۵ | ۱۶/۲۶ | ۷/۰۱ | ۸/۶۷ |
| اشتباه آزمایش | ۱۶ | ۰/۶۵۲۲ | ۰/۶۵۲۲ | ۵۲/۵۰۹۷ | ۰/۰۱۰۹ | ۰/۰۶۱۰ | ۶/۴۲۲۲ | ۰/۲۵ | ۱۷/۶۴ | ۴/۰۲ | ۱۲/۸۹۶ |
| ضریب تغییرات | | ۱/۲۹ | ۰/۶۲۲ | ۴/۸۲ | ۰/۲۱ | ۴/۸۸ | ۱۱/۶۵ | ۴/۴۵ | ۱۴/۴۰ | ۸/۶۴ | ۹/۲۱ |

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

جدول ۲ - مقایسه میانگین اثر هیبریدها روی متغیرهای مورد مطالعه

| هیبرید (ذرت) | زمان ظهور تاسل (روز) | زمان ظهور ابریشم بلال (روز) | تعداد دانه در ردیف | طول بلال (سانتی متر) | قطر ساقه (سانتی متر) | ارتفاع بوته (سانتی متر) | زمان ظهور ابریشم بلال (روزها) | تعداد ردیف دانه در بلال | تعداد دانه در بوته | عملکرد تر بوته (گرم) | عملکرد خشک بوته (گرم) | عملکرد علوفه تر (تن در هکتار) | عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۷۰۴ | ۶۴/۶۶ a | ۶۶/۶۵ a | ۱۶/۱ b | ۱۰/۶۰ b | ۱/۶۶ b | ۱۴۶/۸۸ b | ۶۶/۶۵ a | ۱۴/۶۶ a | ۲۴۶/۴ b | ۴۴۰/۴۴ a | ۱۱۶/۴۵ a | ۴۶/۶۲ a | ۱۰/۶۵ a |
| ۵۴۰ | ۶۵/۶۵ b | ۶۷/۱۱ b | ۱۶/۶ ab | ۱۱/۵۲ b | ۱/۶۵ b | ۱۴۶/۸۸ b | ۶۷/۱۱ b | ۱۴/۶ a | ۲۱۶/۶ ab | ۴۷۷/۴۷ b | ۱۰۵/۱۵ b | ۴۲/۶ b | ۹/۲۷ b |
| ۵۰۱ | ۵۴/۶۶ c | ۶۴/۱۱ c | ۱۶/۶ b | ۱۱/۶۲ a | ۱/۶۲ a | ۱۴۶/۱۱ a | ۶۴/۱۱ c | ۱۴/۶ a | ۱۹۶/۶ b | ۴۵۶/۱۵۷ c | ۱۰۰/۱۵ c | ۴۰/۶ b | ۹/۹۹ c |
| میانگین‌های هر ستون با حروف هم علامت اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد ندارند | | | | | | | | | | | | | |

جدول ۳ - مقایسه میانگین اثر تراکم (فاصله روی ردیف) روی متغیرهای مورد مطالعه

| فاصله بوته روی ردیف بوته | زمان ظهور تاسل (روز) | زمان ظهور ابریشم بلال (روزها) | تعداد دانه در بوته بلال | عملکرد تر بوته (گرم) | عملکرد خشک بوته (گرم) | عملکرد علوفه تر (تن در هکتار) | عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۲ سانتی متر | ۶۵/۵۵a | ۶۷/۱ a | ۱۶/۱ b | ۲۱۱/۱۶ c | ۹۲/۶۲ a | ۴۶/۶۲ a | ۱۰/۶۱a |
| ۱۵ سانتی متر | ۶۵/۶۱ b | ۶۶/۱۱ b | ۱۶/۵۵ ab | ۲۰۶/۱۵ b | ۱۰۲/۶۱ b | ۴۶/۶۲ ab | ۹/۵۶ b |
| ۱۸ سانتی متر | ۶۵ ab | ۶۶/۱۱ a | ۱۶/۶ a | ۲۱۲/۱۶ a | ۱۱۴/۱۵ a | ۴۶/۱۱ b | ۹/۲۲ c |
| میانگین‌های هر ستون با حروف هم علامت اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد ندارند | | | | | | | |

www.SID.ir

دانه در بلال، عملکرد تر تک بوته، عملکرد خشک تک بوته و عملکرد خشک علوفه در واحد سطح، در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول 1).

مقایسه میانگین اثر نوع هیبرید روی تعداد دانه در ردیف بلال نشان داد که هیبرید 704 و هیبرید 500 به ترتیب با 24/4 و 19/3 بیشترین و کمترین تعداد دانه در ردیف بلال را تولید کردند (جدول 2). تعداد ردیف دانه در بلال در هیبرید500 با 18/1 ردیف از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با سایر هیبریدهای مورد آزمایش داشت ولی بین هیبرید 704 و هیبرید 540 تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول 2).

مقایسه میانگین اثر نوع هیبرید روی عملکرد تر و عملکرد خشک تک بوته نشان داد که هیبرید 704 با تولید 540/44 گرم وزن تر و 118/9 گرم وزن خشک برای هر بوته بیشترین مقدار تولید را به خود اختصاص داده است که از لحاظ آماری با سایر هیبریدهای مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری داشت. از این نظر هیبرید-های 540 و 500 به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول 2). بیشترین عملکرد علوفه تر در واحد سطح به میزان 48/1 تن در هکتار از هیبرید 704 حاصل شد و کمترین میزان تولید نیز مربوط به هیبرید 500، با تولید 40/8 تن در هکتار بود هرچند بین هیبریدهای 540 و 500 تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول 2). هیبرید 704 بیشترین عملکرد خشک در واحد سطح را نیز با تولید10/57 تن در هکتار به خود اختصاص داد (جدول 2) و هیبریدهای 540 و 500 به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند.

با کاهش فاصله روی ردیف، تعداد دانه در ردیف بلال کاهش معنی‌داری نشان داد ( جدول 3). بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال در فاصله روی ردیف 18 سانتی‌متر حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با فاصله روی ردیف 12 سانتی‌متر داشت ولی بین فواصل 18 و 15 سانتی‌متر اختلاف آماری دیده نشد. صابری و همکاران، (1389) اظهار کردند که با افزایش تراکم، ظهور کاکل (ابریشم) در مقایسه با ظهور گل تاجی بیشتر به تعویق می‌افتد در نتیجه به دلیل کاهش ظرفیت مخزن، تعداد گلچه‌های عقیم افزایش می‌یابد ،تعداد تخمک‌های تلقیح شده کاهش می‌یابد و از تعداد دانه در هر بلال کاسته می‌شود . اگرچه به نظر می‌رسد که همبستگی بالایی بین تعداد دانه در بلال با تعداد دانه در ردیف بلال وجود دارد ولی تعداد دانه در ردیف بلال بیشترین تغییرات را در مقابل مدیریت های زراعی، عوامل زیستی و غیر زیستی نشان می‌دهد.

با توجه به جدول 3 با افزایش تراکم، عملکرد علوفه تر و خشک تک بوته کاهش یافت. بیشترین عملکرد تر و خشک تک بوته به تر تیب با 566/1 و 124/5 گرم از فاصله روی ردیف 18 سانتی‌متر بدست آمد و کمترین مقدار برای هر دو متغیر به فاصله روی ردیف 12 سانتی‌متر تعلق داشت (جدول3). با زیاد شدن تراکم، عمکرد علوفه تر و خشک در واحد سطح افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول 3). بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک در واحد سطح از فاصله روی ردیف 12 سانتی‌متر به ترتیب با 46/3 و 10/12 تن در هکتار حاصل شد و کمترین میزان تولید برای هر دو متغیر مربوط به فاصله روی ردیف 18 سانتی‌متر بود. کاهش عملکرد علوفه تک بوته و افزایش عملکرد آن در واحد سطح با افزایش تراکم گیاهی در ذرت و سایر گیاهان زراعی توسط بذرافشان و همکاران (1384)، خدادادی (1379)، طهماسبی وهمکاران (1380)، زمانیان و نجفی (1381)، رفیعی (1386)، رمضانی و همکاران (1388) و صابری و همکاران (1389) گزارش شد. با افزایش تراکم گیاهی بواسطه زیاد شدن رقابت بین بوته‌ای، عملکرد علوفه تک بوته کاهش می‌یابد، اما چون افزایش تعداد بوته در واحد سطح، باعث افزایش شاخص سطح برگ می‌گردد که آن هم به نوبه خود افزایش جذب تشعشع خورشیدی توسط جامعه گیاهی را به دنبال دارد (ادواردز و همکاران 2005). از این رو عملکرد نهایی علوفه بالا می‌رود (امان اله و خلیل 2009). در تراکم‌های بیش از حد در صورت عدم وجود ورس و شیوع آفات، عملکرد علوفه معمولاً ثابت می‌ماند (سارلانگو و همکاران 2007). در تراکم‌های بالای گیاهی، در صورت فراهم بودن منابع کافی محیطی، گیاه ذرت ظرفیت پایینی از رشد و نمو اندامهای زایشی را برای بهره‌گیری از این منابع قابل دسترس

Archive of SID

www.SID.ir

اختصاص می‌دهد (لومیس و کونر 1996). اما در تراکم-های بسیار بالا چون منابع قابل استفاده برای هر بوته بویژه در مرحله کاکل‌دهی کاهش می‌یابد، از عملکرد تک بوته نیز به شدت کاسته می‌شود بطوری که این کاهش عملکرد توسط تعداد بوته در واحد سطح جبران نمی-گردد (وگا و همکاران 2000) و در نتیجه عملکرد دانه در واحد سطح کاهش می‌یابد. در تراکم‌های پایین گیاهی هم به علت اثرپذیری کم برگ های ذرت در مقابل تغییرات محیطی عملکرد دانه ذرت پایین می‌آید (کاکس 1996). در این میان ویدیکوب و تلن (2002) اظهار می‌دارند که تراکم مناسب یعنی تعداد گیاهی که حداکثر عملکرد را تولید کند به نوع هیبریدها بستگی دارد. معمولا تراکم مناسب برای هیبریدهای زودرس در مقایسه با هیبرید-های دیررس، بیشتر در نظر گرفته می‌شود (ادواردز و همکاران 2005) یعنی برای هیبریدهای زودرس که دارای سطح برگ کم و تغییرپذیری کم هستند، جهت دست‌یابی به حداکثر جذب انرژی خورشیدی تراکم بالاتری انتخاب می‌گردد (اپینات و همکاران 2001).

با توجه به نتایج اخیر در صورت تهیه سیلو از ذرت علوفه‌ای در کشت تابستانه، می‌توان از هیبرید زودرس 500 که قبل رسیدن سرمای اوایل پاییز به مرحله خمیری می‌رسد با حداکثر تراکم بوته در واحد سطح استفاده کرد. زیرا هر چند که عملکرد این هیبرید از هیبریدهای دیگر کمتر می‌باشد اما گزارشات نشان می‌دهند که تعلیف دام‌ها با سیلوی تهیه شده از علو فه-ای که به مرحله خمیری نرسیده‌اند اثرات سوء بر روی جذب مواد غذایی توسط دام می‌گذارد و حتی فرایند سیلو کردن را مختل می‌کند چرا که در این حالت نشت مواد در سیلو افزایش می یابد و احتمال فساد سیلو نیز بالا می رود (داویر و همکاران 2003). در صورتی که هدف از تولید علوفه، مصرف آن بصورت تازه (سبز) باشد می‌توان از هیبرید دیررس 704 با حداکثر تراکم بوته در واحد سطح استفاده کرد.

**منابع مورد استفاده**


بذرافشان ف، فتحی ق، سیادت س، آینه بند ا و عالمی س، 1384. بررسی اثرات الگوی کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین. نشریه مجله علمی کشاورزی، شماره 28، صفحات 126-117.

چوگان ر و مساوات س، 1379. اثر تاریخ کاشت تابستانه (کشت دوم) برعملکرد و اجزای عملکرد دانه هیبریدهای ذرت و تعیین روابط بین آنها از طریق تجزیه علیت. نهال و بذر، شماره 16، صفحات 88-98 .

خدادادی ح، 1379. اثر فاصله ردیف و تاریخ کاشت بر عملکرد سه هیبرید ذرت سیلویی در منطقه شهرکرد. نهال و بذر، شماره 16، صفحات 65-52.

دهقان پور، ز. 1385. بررسی عملکرد و پایداری در هیبریدهای زودرس ذرت. نهال و بذر، شماره 22، صفحات 53-45 .

رفیعی م، 1386. اثر تراکم و آرایش کاشت برعملکرد ذرت دانه رقم سینگل کراس 700. نهال و بذر، شماره 23، صفحات 232-217.

رستگار م ع، 1384. زراعت نباتات علوفه‌ای. انتشارات برهمند.

رمضانی م، مبصر ح، محسنی م و رضایی ر، 1388. اثر فاصله بین ردیف، تراکم و الگوی کاشت ذرت سیلویی 704 درکشت تأخیری تابستانه بعد از برداشت برنج. یافته های نوین کشاورزی، شماره 2، صفحات 261-249.


Archive of SID

www.SID.ir

زمانیان م و نجفی ا، 1381. بررسی اثر فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته بر عملکرد سیلویی و صفات مورفولوژیکی ذرت رقم 704 . نهال و بذر، شماره 18، صفحات 200-214 .

صابری ع، فیض‌بخش م ت، مختارپور ح، مساوات ا و عسکر م، 1389. اثر تراکم بوته و آرایش کاشت بر روی عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت دانه ای رقم سینگل کراس 704. مجله به زراعی نهال و بذر، شماره 26، صفحات 136-123.

طهماسبی سروستانی ز، امیدی ح و چوگان ر، 1380. اثر تراکم و محدودیت منبع بر عملکرد، اجزای عملکرد و انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن در ذرت. نهال و بذر، شماره 17، صفحات 314- 294.

طهماسبی ا و یغموری ش، 1382. اثر تراکم و الگوی کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دو هیبرید ذرت KSC704 و KSC700 . چکیده مقالات هشتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، 5-3 شهریور، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. صفحه 413.

فیض بخش مت، نعمتی نا، مختار پور ح، مساوات سا، صابری عر و شیخ ف، 1386. تاثیر حذف پنجه‌ها و تراکم بوته بر روی عملکرد و اجزای عملکرد بلال ذرت شیرین. فصلنامه پژوهش و سازندگی، جلد 77، صفحه‌های 130-125.

محمدی ع، 1377. بررسی اثر تراکم و فواصل خطوط کاشت بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک و عملکرد ذرت 704. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج. صفحه، 436

مظاهری د، 1373. زراعت مخلوط .انتشارات دانشگاه تهران .

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

Amanullah RA and Khalil SK, 2009. Effects of plant density and N on phenology and yield of maize. Journal of Plant Nutrition 32: 246-246.

Andrade FH, Uhart SA and Frugone MI, 1993. Intercepted radiation at flowering and kernel number in maize: shade versus plant density effects. Crop Science 33: 482-485.

Anonymous, 2009. Food and agriculture organization of the united nations (FAO). Faostat / or (http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567# ancor)

Aphalo PJ, Ballaré CL and Scopel AL, 1999. Plant-plant signalling, the shade avoidance response and competition. – Journal of Experimental Botany 50: 1629–1634.

Bangarwa AS, Kairon MS and Singh KD, 1989. Effect of planting density and level and proportion of nitrogen fertilization on growth, yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). Indian Journal of Agricultural Sciences 58: 854-856.

Casal JJ, Sánchez RA and Botto JF, 1998. Modes of action of phytochromes. – Journal of Experimental Botany 49: 127–138.

Archive of SID

www.SID.ir

Cox WJ, 1996.Whole-plant physiological and yield responses of maize to plant density. Agronomy Journal 88: 489–496.

Cox WJ, 1997. Corn silage and grain yield response to plant densities. Journal Production Agriculture 70: 405-410.

Densley RJ, Austin GM, Williams ID, Tsimba R and Edmeades GO, 2006. Maize silage and winter crop options to maximise dry matter and energy for NZ dairy systems. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 68:193-197.

Douby KA, Ali EA, Toaima SE, Abdel A and Aziz AM, 2001. Effect of nitrogen fertilizer, defoliation and plant density on maize grain yield. Egyptian of Agricultural Research 79: 965-982.

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

Dwyer LM, Evanson L and Hamilton RI, 2003. Maize physiological traits related to grain yield and harvest moisture in mid to shortseason environments. Crop Science 34: 985-992.

Edwards JT, Purcell LC and Vories ED, 2005. Light interception and yield of short-season maize (*Zea mays* L.) hybrids in the Midsouth. Agronomy Journal 97:225–234.

Epinat-Le Signor CS, Dousse J, Lorgeou JB, Denis R, Bonhomme P and Charcosset A, 2001. Interpretation of genotype environment interactions for early maize hybrids over 12 years. Crop Science 41:663–669.

Esechie HA, 1992. Effect of planting density on growth and yield of irrigated maize (*Zea mays* L.) in the Batinah coast region of Oman. Journal of Agricultural Sciences,Cambridge, 119: 165-169.

Gozubenli H, Sener O, Konuskan O and Kilinc M, 2003. Effect of hybrid and plant density on grain yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). Indian Journal of Agronomy 48: 203-205.

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

Lauer JG, Carter PR, Wood TM, Daniel GD, Robert WR and Mlynarek MJ, 1999. Corn hybrid response to planting date in the northern Corn Belt. Agronomy Journal 91:834-839.

Lee SH, Tewari RK, Hahn E and Paek KY, 2007. Photon flux density and light quality induce changes in growth, stomatal development, photosynthesis and transpiration of *Withania somnifera* (L.) Dunal. Plantlets. Plant Cell Tiss Organ Cult 90:141–151.

Loomis RS and Connor DJ, 1996. Crop ecology. Productivity and management in agricultural systems Cambridge Univ. Press, Cambridge

Lucas EO, 1986. The effect of density and nitrogen fertilizer on growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in Nigeria. Journal of Agricultural Sciences, Cambridge 107:573-578.

Archive of SID

www.SID.ir

Mahmoud A, Medany AK, Hegazy HF and Mona MM, 2007. Prediction of seed germination and seedling growth of four crop plants as affected by root zone temperature World Journal of Agricultural Sciences 3: 714-720

Molnar Z and Sarvari M, 2005. Effect of plant density on the maize yield. Cereal Research Communications, 33: 275-278.

Nielsen RL, Thomison PR, Brown GA and Halter AL, 1994. Hybrid maturity selection for delayed planting: Do GDD maturity ratings help? P. 191-205. In: Rep. Annual Corn and Sorghum Industry Res. Conf., 49th, Chicago. 7-8 Dec. 1994. American Seed Trade Association, Washigton, DC.

Nielsen RL, Thomison PR, Brown GA, Halter AL, Wells J and Wuethrich KL, 2002. Delayed planting effects on flowering and grain maturation of dent corn. Agronomy Journal 94: 549-558.

Ogunlela VB, Amoruwa GM and Olongunde OO, 1988. Growth, yield components and micronutrient nutrition of field maize grown as affected by nitrogen fertilization and plant density. Nutr. Cyc. in Agroeco. 17: 189-196.

Roy SK and Biswas PK, 1992. Effect of plant density and detopping following silking on cob growth, fodder and grain yield of maize (*Zea mays* L.) Journal of Agricultural Sciences, Cambridge 119: 297-301.

Sarlangue TFH, Andrade PA and Larry CP, 2007. Why do maize hybrids respond differently to variations in plant density? Agronomy Journal 99:984-991.

Shahkarami G and Rafiee M, 2009. Response of corn (*Zea mays* L.) to planting pattern and density in Iran. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science 5: 69-73.

Singh G and Tajbakhsh M, 1986. Effect of nitrogen and population levels on the growth and yield of maize cultivars. Journal of Research, Punjab Agricultural University 23: 544-548.

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

Vega CRC, Sadras VO, Andrade FH and Uhart SA, 2000. Reproductive allometry in soybean, maize and sunflower. Ann. Bot. (Lond.) 85:461–468.

Widdicombe WD and Thelen KD, 2002. Row width and plant density effects on corn grain production in the northern Corn Belt. Agronomy Journal 94:1020–1023.

Archive of SID

www.SID.ir