

ارزیابی عملکرد، سرعت و دوره موثر پر شدن دانه ارقام ذرت در تراکم‌های مختلف بوته

رئوف سید شریفی^{1*}، محمد صدقی¹ و عبدالقیوم قلی‌پوری¹

تاریخ دریافت: 88/9/20 تاریخ پذیرش: 89/4/22

1- استادیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی

* مسئول مکاتبه [Email: Raouf_ssharifi@yahoo.com](mailto:Raouf_ssharifi@yahoo.com)

چکیده

عملکرد ذرت در کشور ما در مقایسه با دیگر کشورها پایین است. یکی از مهمترین فاکتورهای موثر، عدم کاربرد تراکم گیاهی مطلوب و اختلاف هیبریدهای ذرت در واکنش به تراکم گیاهی است. به منظور بررسی تاثیر تراکم‌های مختلف بوته بر عملکرد، سرعت و دوره موثر پر شدن دانه ارقام ذرت هیبرید، آزمایشی در سال زراعی 86 در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی را ارقام ذرت در سه سطح (*SC-404*, *DC-370*, *SC-504*) با تراکم‌های مختلف (هشت، 10 و 12 بوته در متر مربع) شامل می‌شدند. نتایج نشان داد که عملکرد و صفات وابسته به آن (به جز تعداد ردیف دانه) به طور معنی‌داری به واسطه تغییر در تراکم تغییر کرد. با افزایش تراکم تعداد دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف کاهش یافت. بالاترین عملکرد دانه در تراکم 10 بوته در متر مربع حاصل شد. واکنش ارقام ذرت به تراکم یکسان نبود. طوری که بالاترین عملکرد دانه به رقم *SC-504* و کمترین آن به *DC-370* تعلق داشت. بیشترین عملکرد دانه در تراکم 10 بوته در مترمربع به رقم *SC-504* تعلق داشت. در این بررسی با استفاده از یک مدل خطی دو تکه‌ای پارامتر-های مربوط به پر شدن دانه ارزیابی گردید. کلیه پارامترها به طور معنی‌داری تحت تاثیر رقم و تراکم قرار گرفتند. حداکثر وزن دانه، سرعت و دوره موثر پر شدن دانه در تراکم‌های پایین بوته بدست آمد. مقایسه میانگین ترکیبات تیماری نشان داد که حداکثر وزن دانه (0/35 میلی گرم) و دوره موثر پر شدن دانه به ترتیب به ترکیبات تیماری هیبرید *SC-504* با تراکم هشت بوته در متر مربع و *SC-404* با تراکم 8 بوته در متر مربع و حداقل آن به ترکیب تیماری *DC-370* با تراکم 12 بوته در متر مربع تعلق داشت.

واژه‌های کلیدی: تراکم، ذرت، سرعت و دوره موثر پر شدن دانه، عملکرد دانه

Evaluation of Yield, Rate and Effective Grain Filling Period of Maize Hybrids in Different Plant Densities

R Seyed Sharifi^{1}, M Sedghi¹ and A Gholipouri¹*

Received: 11 December 2009 Accepted: 13 July 2010

¹Assistant Profs, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

**Corresponding author: Email: Raouf_ssharifi@yahoo.com*

Abstract

The yield of maize in Iran is very low as compared to other maize producing countries. One of the most important effective factors is non application of optimal plant population per hectare and maize hybrids differ in their response to plant density. In order to study the effect of different plant densities on yield, rate and effective grain filling period in maize hybrids, a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted in 2007 at the Research Farm of the Faculty of Agriculture Mohaghegh Ardabili University. Experimental treatments were: maize hybrids in three levels (SC-404, DC-370, SC-504) with different plant densities (8, 10 and 12 plants.m⁻²). The results showed that yield and yield attributes characters (except of the number of grains rows) varied significantly due to the variation in population densities. The number of kernel per ear and number of grains per ear row increased with increasing plant density. The highest grain yield was obtained from 10 plant.m⁻² density. Response of maize hybrids wasn't the same for plant densities. The highest grain yield belonged to SC-504 hybrid and the least was in DC-370 hybrid. A two part linear model were used to quantifying the grain filling parameters. Cultivars and plant densities affected all grain filling parameters significantly. Maximum kernel weight, rate and effective grain filling period was obtained in low plant densities. Means of comparisons showed that maximum of kernel weight (0.35 mg) and effective grain filling period were obtained in SC-504 hybrid×8 plants.m² and SC-404 hybrid×8 plants/m². Minimum of it was obtained in DC-370 hybrid×12 plants/m².

Keywords: Density, Grain yield, Rate and effective grain filling period, Zea maize

مقدمه

تاریخ کاشت، شرایط اقلیمی هر منطقه و مشخصات رقم های مورد استفاده فرق می کند.

تراکم بوته بر سرعت و طول دوره پر شدن دانه که از عوامل موثر بر عملکرد به حساب می آید موثر است، به طوری که وزن دانه به عنوان یکی از اجزای مهم تعیین کننده عملکرد، به شدت تحت تاثیر تراکم، سرعت و طول دوره پر شدن دانه قرار می گیرد. ارتباط بین سرعت پر شدن دانه و طول دوره پر شدن دانه با وزن دانه از تحقیقات پایه ای در برنامه ها و مطالعات به نژادی و فیزیولوژیکی به شمار می رود و می تواند راهگشایی برای اصلاح گران در جهت رسیدن به حداکثر عملکرد باشد (دوراچ و بیکر، 1990). ضمن آنکه در حالت به کارگیری تراکم بالای بوته، انتخاب ژنوتیپ هایی با سرعت بالای پر شدن دانه مفید خواهد بود.

نمو بذر در هر گیاهی از جمله ذرت را می توان به سه مرحله تقسیم نمود: مرحله اول، مرحله باروری و دوره تقسیم سلولی است. در این مرحله تمامی ساختارهای بذر شکل می گیرند. مرحله دوم بذر مواد اندوخته ای که ارزش اقتصادی دارند در خود انباشته می سازد. مرحله سوم از زمانی شروع می شود که تجمع مواد اندوخته ای قبل از آن در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی متوقف می شود (فونتنز و اوهلوج، 1982). رسیدگی فیزیولوژیکی به صورت زمان حصول حداکثر ماده خشک تعریف شده و نشان دهنده پایان تجمع ماده خشک و پایان دوره پر شدن دانه است. این تعریف اولین با توسط شاو و لومیس (1950) که بر روی ذرت تحقیق می کردند، ارایه شده است. سایر محققان نیز به این مرحله از رشد بذر به شکل رسیدگی نسبی (الدریچ، 1983)، رسیدگی فیزیولوژیکی (اندرسون، 1985) و رسیدگی وزنی (الیس و پاتیا فیلهو، 1992) اشاره داشته اند. به اعتقاد دانکن و همکاران (1965) انباشتگی ماده خشک در دانه ها بعد از گلدهی آغاز می شود و از دو فاز خطی و سکون تشکیل شده است. نمو بذری که به عنوان عملکرد اقتصادی یک محصول دانه ای در نظر

رشد روز افزون جمعیت به ویژه درکشورهای درحال توسعه امکانات موجود را چنان تحت تاثیر قرار داده است که به منظور تأمین غذای مورد نیاز این جمعیت درحال افزایش، استفاده از گیاهان با عملکرد بالا مانند ذرت لازم و ضروری به نظر می رسد. به کارگیری تراکم مناسب بوته در واحد سطح از مهم ترین عوامل به زراعی موثر در عملکرد این گیاه است. عدم تولید پنجه و تک بلال بودن از ویژگی های مهم ارقام اصلاح شده است که بر اهمیت تعداد بوته استقرار یافته و تراکم مطلوب این گیاه زراعی می افزاید. فارنهام (2001)، نوروود (2001)، پاون و کمبراتو (1995) و ویدیکوم و تلتن (2002) معتقدند با انتخاب تراکم مطلوب بوته می توان به عملکرد مناسبی در ذرت دست یافت. کارلن و کمپ (1985) گزارش کردند که در سطح پایین و بالای تراکم بوته، عملکرد ذرت به ترتیب توسط تعداد بوته در واحد سطح و تولید بوته های عقیم و نازا محدود می شود. در حالت کلی، بخشی از کاهش عملکرد ذرت در تراکم های بالا به افزایش تعداد بلال های غیر مثمر یا کاهش تعداد دانه در بلال و یا هر دو مربوط می شود (تیتو کارگو و گاردنر، 1988). مطالعات بانزیگر و گلوور (1980) نشان داد که افزایش تراکم موجب کاهش عملکرد تک بوته می شود. کاهش تعداد دانه در بلال ممکن است از کاهش تعداد در گل های ابتدایی، از گرده افشانی ضعیف به دلیل غیر همزمانی کاکل دهی و ظهور گل تاجی یا از عدم تکامل دانه ها پس از تلقیح ناشی شود. به نظر می رسد که در تراکم های بالاتر، افزایش فاصله ظهور گل تاجی تا کاکل دهی و کاهش طول دوره پر شدن دانه ها بیشتر خسارت آور باشد. مطالعات زیادی به منظور بررسی اثر تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت انجام شده است، ولی متأسفانه هنوز روشی که بتواند به سهولت تراکم مطلوب را برای هر رقم مشخص نماید وجود ندارد. زیرا به کارگیری تراکم مناسب بسته به شرایط محیطی، حاصلخیزی خاک، ژنوتیپ، قدرت رشد گیاه، رطوبت، هدف تولید، رقابت با علف های هرز، اندازه و حجم بوته، مقاومت به ورس،

پر شدن دانه است و فراهمی آسیمیلات ها یک عامل مهم برای دوره موثر پر شدن دانه محسوب می شود (تولنار و دینارد، 1982؛ سیریلو و اندرد، 1996، اندرد و فریور، 1996). در ضمن طول دوره پر شدن و وزن دانه بوسیله میزان آسیمیلات های در دسترس و توانایی دانه ها به استفاده از این آسیمیلات ها در طول دوره پر شدن دانه بستگی دارد و تغییر در روابط منبع و مخزن بوسیله تغییر در تراکم می تواند سرعت و طول دوره پر شدن دانه ها را تحت تاثیر قرار دهد (تولنار، 1977؛ سیریلو و اندرد، 1996؛ بوراس و اوتگو، 2001؛ اندرد و فریور، 1996).

با توجه به این که در شرایط اقلیمی اردبیل بارندگی های بهاری موجب می شود که ذرت در تاریخ های مختلف کاشت شود و کشت های تاخیری موجب کوتاه شدن دوره های مختلف رشدی به ویژه دوره پر شدن دانه می شود، در چنین محیط هایی ژنوتیپ های با سرعت بالای پر شدن دانه مفید خواهند بود. بنابراین در این بررسی تلاش شده است تا با بررسی ارقام میان رس و زودرس ذرت در تراکم های مختلف بوته ضمن مطالعه سرعت و دوام پر شدن دانه، بهترین رقم و تراکم کاشت این گیاه تعیین شود.

مواد و روش ها

آزمایش در بهار سال زراعی 86 در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی با مختصات جغرافیایی 48 درجه و 30 دقیقه طول شرقی و 38 درجه و 15 دقیقه عرض شمالی با ارتفاع 1350 متر از سطح دریا اجرا گردید. اقلیم محل اجرای طرح از نوع نیمه خشک سرد بوده و دارای یک فصل خشک طولانی به ویژه در تابستان می باشد. خاک منطقه از نظر مواد آلی فقیر و زمین محل اجرای آزمایش در سال زراعی قبل در آیش بود. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم و دیسک در بهار بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار پیاده گردید. تیمارهای مورد بررسی را ارقام ذرت در سه سطح (SC-404، SC-504 و DC-370) با تراکم های (هشت، 10 و 12 بوته در متر مربع) تشکیل می دادند.

گرفته می شود دارای دو مرحله سرعت پر شدن دانه¹ (GFR) و دوره پر شدن دانه² (GFD) است. سرعت پر شدن دانه بیانگر تجمع ماده خشک در زمان و طی مرحله خطی نمو دانه است و تجمع ماده خشک طی مراحل تاخیری نمو بذر را نشان نمی دهد و معمولاً با انجام رگرسیون خطی از مقادیر وزن خشک بذر که در زمان های مختلف طی نمو آن بدست آمده و پس از حذف داده های غیر خطی آن که معرف مراحل تاخیری است برآورد می شود (کافی و همکاران 1380). دوره موثر پر شدن دانه، اکثراً برای ارزیابی نسبی طول دوره پر شدن بذر مورد استفاده قرار می گیرد. دوره موثر پر شدن را می توان با تقسیم وزن بذر رسیده بر سرعت پر شدن دانه محاسبه نمود. این متغیر نخستین بار توسط دینارد و همکاران (1971) تعریف شده و از تقسیم عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) بر سرعت کل تجمع ماده خشک در بذر (کیلوگرم در هکتار در روز) طی مرحله خطی نمو بذر بدست می آید. همچنین در مورد تک بذر دوره موثر پر شدن دانه را می توان با تقسیم وزن بذر رسیده بر سرعت پر شدن دانه محاسبه نمود (نادری و همکاران 1379). اسپیرتز و ووس (1985) اظهار داشتند که بین سرعت و مدت پر شدن دانه رابطه منفی برقرار است. افزایش سرعت پر شدن دانه می تواند کاهش وزن دانه در شرایط دشوار را که عمدتاً از طریق کوتاه شدن دوره پر شدن دانه حادث می شود جبران نماید. انتخاب ژنوتیپ هایی که توانایی بالایی در سرعت پر شدن دانه داشته باشند می توانند در افزایش عملکرد دانه در شرایط دشوار، موثر واقع شود. تولنار (1989) معتقد است افزایش عملکرد ذرت را در طی دهه های 1950 تا 1980 در کانادا به واسطه افزایش در تجمع ماده خشک در طول دوره پر شدن دانه بوده است. فاکورد و ماک (1980) اظهار داشتند که هیبرید های اصلاح شده ذرت ماده خشک بیشتری را به واسطه افزایش در طی پر شدن دانه تولید می کنند. وزن نهایی دانه نتیجه رشد دانه در طول دوره خطی یا دوره موثر

¹Grain Filling Rate

²Grain Filling Duration

پر شدن دانه را نشان می‌دهد (الیس و پاتیا فیلهو، 1992). با برآزش این مدل بر کلیه داده‌ها ابتدا دو پارامتر مهم پر شدن دانه یعنی سرعت پر شدن دانه (b) و زمان رسیدگی وزنی (t_0) بدست آمده و سپس مقدار عددی t_0 در قسمت دوم رابطه 1 قرار داده شد و GW که وزن دانه است محاسبه گردید. برای تعیین دوره موثر پر شدن دانه از رابطه 2 به شرح زیر استفاده شد (الیس و پاتیا فیلهو، 1992):

$$EFP = MGW / GFR \quad [2]$$

در این رابطه EFP دوره موثر پر شدن دانه، MGW حداکثر وزن دانه و GFR سرعت پر شدن دانه است. برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد و برخی دیگر از صفات مرتبط از جمله تعداد دانه در بلال، دانه در ردیف و ردیف دانه در پایان دوره رشد از خطوط اصلی هر کرت هشت بوته از بین بوته‌های رقابت‌کننده به طور تصادفی انتخاب و میانگین داده‌های حاصل در جدول تجزیه واریانس استفاده شد. عملکرد دانه از سطحی معادل یک متر مربع و با رعایت اثر حاشیه‌ای از خطوط اصلی هر کرت برآورد گردید. برای محاسبه سرعت و دوره پر شدن دانه از رویه DUD و دستور $Proc NLIN$ نرم افزار SAS استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها از نرم افزارهای SAS و $Excel$ استفاده گردید.

نتایج و بحث

تأثیر تراکم‌های مختلف بوته بر سرعت و طول دوره پر شدن دانه ارقام ذرت را شکل‌های 1 تا 3 نشان می‌دهد. در ضمن معادلات برآزش شده برای هر رقم در تراکم‌های مختلف در کنار هر شکل نشان داده شده است.

بررسی سرعت پر شدن دانه در تراکم‌های مختلف بوته در هیبرید $SC-504$ نشان داد که الگوی نمو بذر در کلیه تراکم‌ها مشابه است (شکل 1). به این ترتیب که ابتدا وزن دانه در تراکم‌های مختلف بوته به

هرکرت شامل شش خط کشت به طول شش متر و فاصله بین ردیفی $0/75$ متر بود که کاشت به صورت دستی انجام شد. به منظور آماده کردن زمین با استفاده از دستگاه جوی - پشته ساز، پشته‌هایی به عرض 75 سانتی متر ایجاد و کاشت بذر هر رقم از طریق باز کردن شیار بر روی پشته‌ها به صورت خشکه کاری و با دست انجام شد. عمق کاشت $4-5$ سانتی متر در نظر گرفته شد. تراکم‌های مورد نظر از طریق تغییر فاصله بذر بر روی ردیف‌ها تنظیم شدند. در طول دوره رشد برای مبارزه با علف‌های وجین با دست اعمال گردید. به منظور بررسی تأثیر تراکم‌های مختلف بوته بر سرعت پر شدن دانه ارقام ذرت متأثر از تراکم‌های مختلف بوته، تقریباً از 82 روز بعد از کاشت یعنی پس از پایان دوره گلدهی و شروع دوره پر شدن دانه در فواصل زمانی پنج روزه از خطوط اصلی هر کرت با رعایت اثر حاشیه‌ای سه بوته از بین بوته‌های رقابت‌کننده به طور تصادفی انتخاب و پس از انتقال به آزمایشگاه، ابتدا دانه‌ها از بلال جدا شدند. متعاقباً تعدادی دانه از هر بلال شمارش و خشک گردید. سپس وزن خشک تک بذر از محاسبه وزن خشک کل به تعداد بذر برآورد گردید (رونانی و همکاران، 2004). به منظور برآورد، تجزیه و تحلیل و تفسیر پارامترهای مربوط به پر شدن دانه از یک مدل رگرسیون خطی (دو تکه‌ای) به صورت زیر استفاده گردید.

$$Gw = a + bt \quad t < t_0 \quad [1]$$

$$Gw = a + bt \quad t > t_0$$

که در آن GW وزن دانه، t زمان، b شیب خط تا مرحله رسیدگی وزنی که بیانگر سرعت پر شدن دانه است، t_0 پایان دوره پر شدن دانه و a عرض از مبدا است. این مدل تغییرات وزن دانه نسبت به زمان را به دو مرحله تفکیک می‌کند: مرحله اول که در حقیقت مرحله خطی پر شدن دانه است، وزن دانه تا رسیدن به حداکثر مقادیر خود در زمان t_0 که در حقیقت زمان رسیدگی وزنی است، به صورت خطی افزایش پیدا می‌کند. شیب خط رگرسیون در این مرحله ($t < t_0$) سرعت

دانه نیز بین تراکم‌های مختلف در این رقم تفاوت‌هایی با هم داشتند. طوری که طول این دوره در تراکم 8 بوته در مترمربع در حدود 38/8 روز و در تراکم 12 بوته در مترمربع 35/71 روز برآورد گردید (جدول 1). به نظر می‌رسد که در تراکم‌های بالاتر، افزایش فاصله ظهور گل تاجی تا کاکل دهی منجر به کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها می‌گردد (بانزیکر و گلوور، 1980، تیتو کارگو و گاردنر، 1988). در پژوهش انجام شده توسط اگلی و همکاران (1981) در گیاه سویا، گل‌هایی که زودتر گرده افشانی کرده بودند دوره پر شدن دانه بیشتری نیز داشتند. حداکثر وزن دانه در تراکم 8 هشت بوته در مترمربع برآورد گردید که با دیگر سطوح تراکمی اختلاف داشت. حداکثر سرعت پر شدن دانه و هم دوره موثر پر شدن دانه، در سطوح پایین تراکم برآورد گردید و به همین دلیل حداکثر وزن دانه که حاصل برآیند این دو عامل است در تراکم‌های پایین‌تر برآورد گردید. گی و همکاران (1980) نیز حداکثر وزن دانه را به رابطه بین سرعت و طول دوره پر شدن دانه نسبت دادند.

صورت خطی افزایش یافت و به حداکثر خود رسید (رسیدگی وزنی). پس از این مرحله، وزن دانه از تغییراتی چندانی برخوردار نبود و به صورت یک خط افقی در آمد. معادلات رگرسیونی برازش داده شده نشان داد که بین تراکم‌های مختلف از نظر سرعت پر شدن تفاوت‌هایی وجود دارد. به عبارتی شیب خطی برازش شده برای تراکم‌های مختلف بوته یکسان نبود که حاکی از تفاوت در سرعت پر شدن دانه در تراکم‌های مختلف بوته بود. با افزایش تراکم، سرعت پر شدن دانه کاهش یافت. به طوری که شیب خط در تراکم هشت بوته در متر مربع (0/009) در مقایسه با تراکم‌های 10 و 12 بوته در متر مربع (با شیب‌های 0/008 و 0/007) بیشتر بود. مقدار حداکثر وزن دانه در تراکم‌های پایین‌تر در مدت زمان بیشتری در مقایسه با تراکم‌های بالاتر برآورد گردید که ناشی از افزایش دوام پر شدن دانه در تراکم‌های پایین‌تر در مقایسه با تراکم‌های بالاتر بود. در ضمن با گذشت زمان از آغاز پر شدن دانه اختلاف در وزن خشک دانه بین تراکم‌های مختلف بوته افزایش یافت (شکل 1). دوره موثر پر شدن

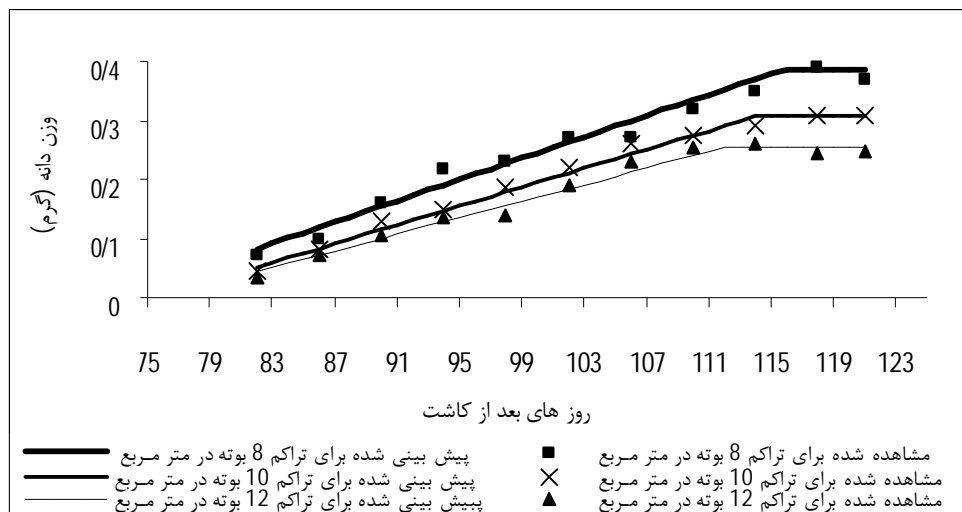
جدول 1- مقایسه میانگین تاثیر تراکم‌های مختلف بوته بر سرعت و دوره موثر پر شدن دانه در ارقام ذرت

رقم	سرعت پر شدن دانه (گرم در روز)	دوره موثر پر شدن دانه (روز)	حداکثر وزن دانه (میلی گرم)
SC-504 با تراکم 8 بوته در متر مربع	0/009 <i>b</i>	38/88 <i>a</i>	35 <i>b</i>
SC-504 با تراکم 10 بوته در متر مربع	0/008 <i>c</i>	36/25 <i>b</i>	29 <i>c</i>
SC-504 با تراکم 12 بوته در متر مربع	0/007 <i>d</i>	35/71 <i>b</i>	25 <i>e</i>
SC-404 با تراکم 8 بوته در متر مربع	0/0093 <i>b</i>	39/78 <i>a</i>	37 <i>a</i>
SC-404 با تراکم 10 بوته در متر مربع	0/009 <i>b</i>	38/33 <i>a</i>	345 <i>b</i>
SC-404 با تراکم 12 بوته در متر مربع	0/0083 <i>c</i>	36/14 <i>b</i>	3 <i>c</i>
DC-370 با تراکم 8 بوته در متر مربع	0/011 <i>a</i>	32/72 <i>c</i>	36 <i>ab</i>
DC-370 با تراکم 10 بوته در متر مربع	0/00903 <i>b</i>	31/78 <i>c</i>	28 <i>d</i>
DC-370 با تراکم 12 بوته در متر مربع	0/0084 <i>c</i>	29/404 <i>d</i>	247 <i>e</i>

میانگین‌های دارای حروف غیر مشترک در هر ستون اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند.

0/0083 و 0/0084) بیشتر بود. مقدار حداکثر وزن دانه در هر دو رقم در تراکم های پایین تر در مدت زمان بیشتری در مقایسه با تراکم های بالاتر برآورد گردید که ناشی از افزایش در دوام پر شدن دانه در تراکم های پایین تر در مقایسه با تراکم های بالاتر بود. در ضمن با گذشت زمان از آغاز پر شدن دانه اختلاف در وزن خشک دانه بین تراکم های مختلف بوته تا رسیدگی وزنی افزایش یافت (شکل های 2 و 3). دوره موثر پر شدن دانه نیز بین تراکم های مختلف در این ارقام تفاوت هایی با هم داشتند. طوری که در تراکم هشت بوته در متر مربع در ارقام *SC-404* و *DC-370* به ترتیب 39/78 و 32/72 روز و در تراکم های 12 بوته در متر مربع به ترتیب 36/14 و 29/404 روز برآورد گردید (جدول 1). بدیهی است که یکی از علت های اصلی اختلاف در عملکرد بین تراکم های مختلف بوته در یک رقم و بین ارقام مختلف مورد بررسی (جدول 1) می-تواند تفاوت در سرعت و دوره پر شدن دانه در تراکم های مختلف بوته و در ارقام مورد بررسی باشد.

بررسی روند سرعت پر شدن دانه در تراکم های مختلف بوته در هیبرید های *DC-370* و *SC-404* نشان داد که الگوی نمو بذر در کلیه تراکم ها در این ارقام از روند مشابهی تبعیت می کند (شکل های 2 و 3). بدین ترتیب که ابتدا وزن دانه در تراکم های مختلف بوته به صورت خطی افزایش یافت و به حداکثر خود رسید (رسیدگی وزنی). پس از این مرحله، وزن دانه از تغییراتی چندانی برخوردار نبود و به صورت یک خط افقی در آمد. معادلات رگرسیونی برازش داده شده نشان داد که بین تراکم های مختلف از نظر سرعت پر شدن تفاوت هایی وجود دارد. به عبارتی شیب خطی برازش شده برای تراکم های مختلف بوته یکسان نبود که حاکی از تفاوت در سرعت پر شدن دانه در تراکم های مخلف بوته بود (جدول 1). با افزایش تراکم سرعت پر شدن دانه کاهش یافت. به طوری که شیب خط در تراکم هشت بوته در متر مربع در ارقام *SC-404* و *DC-370* به ترتیب (0/0093 و 0/011) در مقایسه با تراکم 10 بوته در متر مربع (با شیب های 0/009 و 0/00903) و تراکم 12 بوته در متر مربع (با شیب های



شکل 1- روند تغییرات سرعت پر شدن دانه ذرت رقم *SC-504* در تراکم های مختلف بوته

$$Y = -0/655 + 0/009X$$

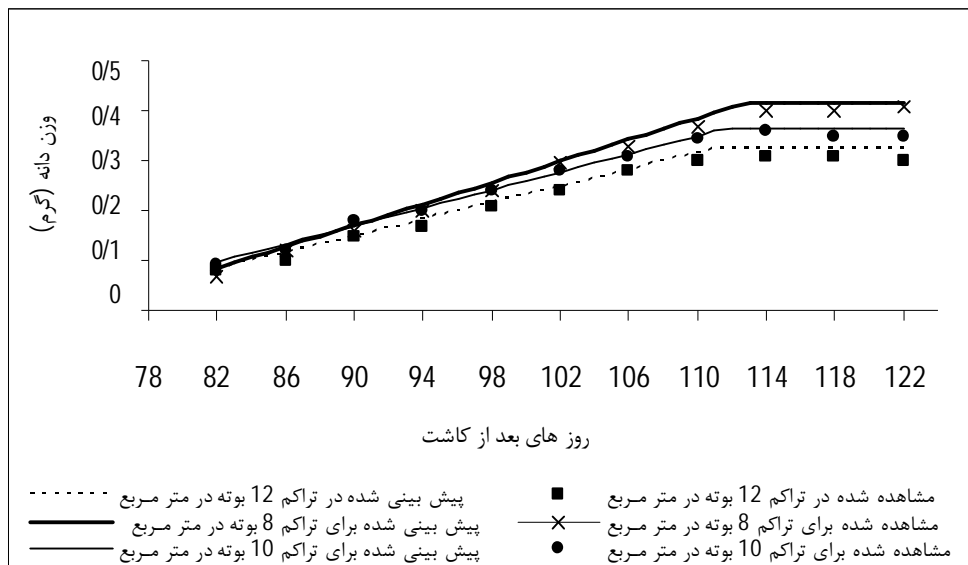
تراکم 8 بوته در متر مربع

$$Y = -0/605 + 0/008X$$

تراکم 10 بوته در متر مربع

$$Y = -0/53 + 0/007X$$

تراکم 12 بوته در متر مربع

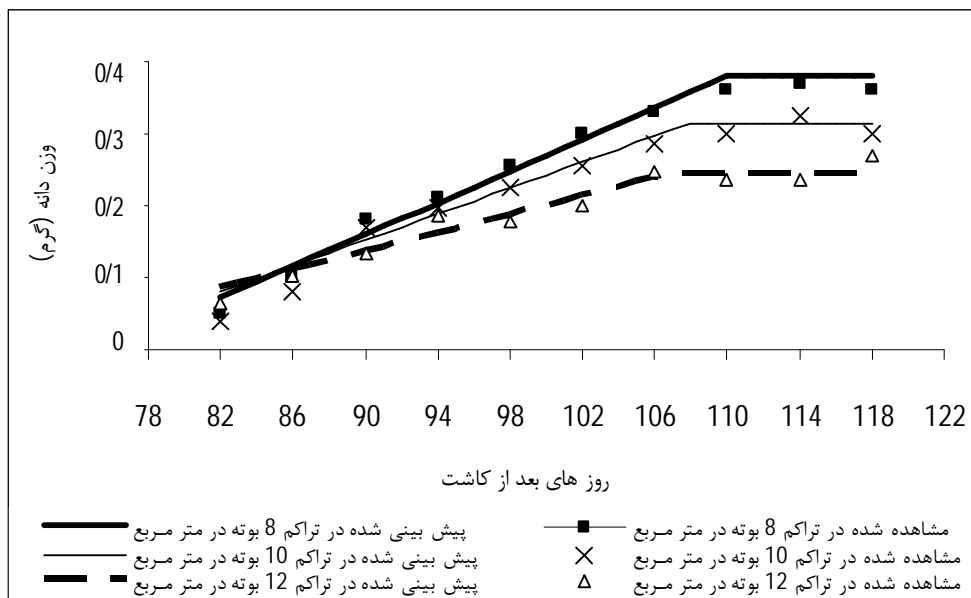


شکل 2- روند تغییرات سرعت پر شدن دانه ذرت رقم SC-404 در تراکم های مختلف بوته

$$Y = -0/792 + 0/0093X \quad \text{تراکم 8 بوته در متر مربع}$$

$$Y = -0/64 + 0/009X \quad \text{تراکم 10 بوته در متر مربع}$$

$$Y = -0/598 + 0/0083X \quad \text{تراکم 12 بوته در متر مربع}$$



شکل 3- روند تغییرات سرعت پر شدن دانه ذرت رقم DC-370 در تراکم های مختلف بوته

$$Y = -0/83 + 0/011X \quad \text{تراکم 8 بوته در متر مربع}$$

$$Y = -0/64 + 0/00903X \quad \text{تراکم 10 بوته در متر مربع}$$

$$Y = -0/481 + 0/0084X \quad \text{تراکم 12 بوته در متر مربع}$$

نشان داد که تعداد دانه در بلال از حساس‌ترین اجزای عملکرد در تراکم های مختلف کاشت می‌باشد. کاهش تعداد دانه در بلال موجب می‌شود به دلیل کاهش عملکرد تک بوته، عملکرد در واحد سطح نیز کاهش یابد. این یافته با نتایج دیگر محققان مطابقت دارد (سیادت و شایگان 1373، هاشمی دزفولی 1992 و زانگ و همکاران 2006). زیرا با افزایش تراکم فضای زیستی هر بوته کاهش می‌یابد. این کاهش فضا موجب می‌شود که حجم خاک کمتری در اختیار ریشه‌های گیاه قرار گیرد و از میزان آب و مواد غذایی و فضای رویشی که در اختیار گیاه قرار می‌گیرد کاسته شود. ضمن آنکه کاهش فضای زیستی موجب کاهش انرژی خورشیدی جذب شده توسط برگ‌های گیاه شده و در نهایت موجب کاهش تولید می‌شود. همچنین بیشتر بودن نازایی و عدم همزمانی تلقیح بین گل‌های نر و ماده برای لقاح در تراکم‌های بالا می‌تواند یکی از دلایل کاهش تعداد دانه در بلال باشد (سیادت و شایگان 1373، سانگوی و همکاران 2002).

تعداد دانه در ردیف

در ارقام مورد بررسی با افزایش تراکم، تعداد دانه در ردیف کاهش یافت (جدول 2). اندرود و اهارت (1992) گزارش کردند در تراکم‌های بالاتر از حد مطلوب به دلیل کمی نور در دسترس ذرت، تعداد دانه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. امام (2001) نیز گزارش کردند که تعداد دانه در ردیف در بین هیبریدها متفاوت است. نتایج مشابهی نیز توسط ما و همکاران (2007) گزارش شده است مبنی بر این که تعداد دانه در ردیف بین هیبریدهای ذرت متفاوت است.

ردیف دانه

در ارقام مورد بررسی با افزایش تراکم ذرت، تعداد ردیف دانه تحت تاثیر قرار نگرفت (جدول 2). این یافته با نتایج بررسی‌های روی و بیس واس (1992)، تیتو و گاردنر (1988)، ما و همکاران (2007) مبنی بر

تاثیر تراکم‌های مختلف بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام ذرت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تاثیر تراکم-های مختلف بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در جدول 2 ارائه شده است.

عملکرد دانه

در ارقام مورد بررسی با افزایش تراکم ذرت، عملکرد دانه ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت (جدول 2). تیتو و گاردنر (1988) نیز نتایج مشابهی گزارش کرده اند. این چنین کاهش سهمی شکل عملکرد دانه در واحد سطح به تراکم گیاهی با نتایج سایر پژوهشگران از جمله روی و بیس واس (1992) مطابقت دارد. زانگ و همکاران (2006) گزارش کردند که با افزایش تراکم از 54000 تا 94000 بوته در متر مربع عملکرد ابتدا افزایش یافت، ولی در بالاتر از تراکم 97000 بوته در متر مربع عملکرد کاهش یافت. کاهش عملکرد دانه در تراکم های بالا شاید به دلیل افزایش بلال های نازا و افزایش فاصله زمانی ظهور گل‌های نر و ماده باشد. به عبارتی با افزایش تراکم، به دلیل تاخیر بیشتر در ظهور کاکل در مقایسه با گل تاجی، تعداد تخمک‌های تلقیح شده کاهش می‌یابد. در نتیجه با کاهش ظرفیت ذخیره سازی مخزن، نسبت گلچه‌های عقیم افزایش یافته و تعداد دانه در بلال کاهش می‌یابد. بین ارقام مورد بررسی نیز تفاوت‌هایی وجود داشت طوری که بیشترین عملکرد به رقم *SC-504* (با عملکرد 5/1 تن در هکتار) و کمترین آن به هیبرید *DC-370* (با عملکرد 3/38 تن در هکتار) تعلق داشت.

تعداد دانه در بلال

در تمامی ارقام مورد بررسی با افزایش تراکم، تعداد دانه در بلال کاهش یافت (جدول 2). مقایسه میانگین این صفت نشان می‌دهد که تعداد دانه در بلال از 391/8 دانه در تراکم هشت بوته در متر مربع تا 354/2 دانه در تراکم 12 بوته در واحد سطح متغیر بود. نتایج مشابهی نیز توسط وی پاون و انتایی (1995) گزارش شده است. بررسی‌های انجام گرفته توسط امام (2001)

جدول 2- تجزیه واریانس تاثیر تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام ذرت

میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییر
عملکرد دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	دانه در بلال		
32765**	182/46**	61 /79**	2/22**	2	تکرار
7347/4**	19 /57**	34/21**	3/41**	2	رقم
3180/01**	18 /15**	0/0151	5/17**	2	تراکم
33/75	0/0 168	0/0046	0/85	4	تراکم × رقم
22/93	0/ 0 817	0/074	0/165	16	خطای آزمایشی

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول 3- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام ذرت متاثر از تراکم های مختلف بوته

دانه در بلال	تعداد ردیف دانه	تعداد دانه در ردیف	عملکرد دانه	صفت
350/7 <i>c</i>	14/55 <i>c</i>	26/37 <i>c</i>	3/38 <i>c</i>	DC-370
366/2 <i>b</i>	15/82 <i>b</i>	28/13 <i>b</i>	4/64 <i>b</i>	SC-404
406/1 <i>a</i>	18/ 38 <i>a</i>	29/3 <i>a</i>	5/1 <i>a</i>	SC-504
391/8 <i>a</i>	16/34 <i>a</i>	29/35 <i>a</i>	3/91 <i>c</i>	8 تراکم های ذرت (بوته)
367/72 <i>b</i>	16/1 <i>a</i>	27/93 <i>b</i>	4/77 <i>a</i>	10 (در مترمربع)
354/2 <i>c</i>	16/3 <i>a</i>	26/5 <i>c</i>	4/65 <i>b</i>	12

میانگین های دارای حروف غیرمشابه در هر ستون اختلاف آماری معنی داری باهم دارند.

نظر سرعت پر شدن تفاوت های وجود دارد. به عبارتی شیب خطی برازش شده برای تراکم های مختلف بوته یکسان نبود. طوری که با افزایش تراکم سرعت پر شدن دانه کاهش یافت. مقدار حداکثر وزن دانه در هر رقم در تراکم های پایین تر در مدت زمان بیشتری در مقایسه با تراکم های بالاتر برآورد گردید که ناشی از افزایش در دوام پر شدن دانه در تراکم های پایین تر در مقایسه با تراکم های بالاتر بود. در ضمن تاثیر تراکم های مختلف مورد بررسی بر عملکرد و اجزای عملکرد نشان داد که بین ارقام و تراکم های مختلف تفاوت های معنی داری وجود دارد. حداکثر عملکرد دانه در بین ارقام مورد بررسی به رقم **SC-504** و در بین تراکم های مختلف بوته در تراکم 10 بوته در مترمربع برآورد گردید.

اینکه تعداد ردیف دانه در دامنه وسیعی از تراکم ها ثابت می ماند هماهنگ است. به عبارتی این جز از عملکرد بیشتر تحت کنترل عوامل ژنتیکی و کمتر تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می گیرد و لذا نقش اندکی در عملکرد بر عهده دارد (سانگوی، 2000).

نتیجه اینکه بررسی روند سرعت پر شدن دانه در تراکم های مختلف بوته در این ارقام نشان داد که الگوی نمو بذر در کلیه تراکم ها مشابه است. بدین ترتیب که وزن دانه در تراکم های مختلف بوته تا مرحله رسیدگی وزنی به صورت خطی افزایش یافت. پس از این مرحله، وزن دانه از تغییراتی چندانی برخوردار نبود و به صورت یک خط افقی درآمد. معادلات رگرسیونی برازش داده شده نشان داد که بین تراکم های مختلف از

منابع مورد استفاده

- سیادت ع و ع شایگان، 1373. تاثیر هیبرید و تراکم بر روی عملکرد ذرت تابستانه و بهاره در استان خوزستان. مجله علمی کشاورزی. شماره 17، صفحات 32-56.
- کافی م، کامکار و مهدوی دامغانی ا، 1380. زیست شناخت بذر و عملکرد محصولات دانه ای (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- نادری ا، هاشمی دزفولی ا، مجیدی هروان ا، رضایی ع و نورمحمدی ق، 1379. مطالعه همبستگی صفات موثر بر وزن دانه و تعیین اثر برخی پارامترهای فیزیولوژیک بر عملکرد دانه ژنوتیپ های گندم بهاره در شرایط مطلوب و تنش خشکی. نهال و بذر. شماره 16، صفحات 374-386.
- Aldrich SR, 1983. Maturity measurement in corn and indication that grain development continue after premature cutting. Agron. J.35:667-688.*
- Anderson SR, 1985. Developments of pods and seeds of bridfoot trifoli. Lotus corniculatus L., as related to maturity and seed yields. Agron J. 47:483-487.*
- Andrade FH and Ahart S, 1992. Radiation use efficiency of maize grown in a cold area. Field Crop Res. 28:345-353.*
- Andrade FH and Ferreior MA, 1996. Reproductive growth of maize , sunflower and soybean at different source levels during grain filling. Field Crops Res.48:155-165.*
- Baenziger PS and Glover DB, 1980. Effect of reducing plant population on yield and kernal characteristics of normal maize. Crop Sci. 20: 444 - 447.*
- Borras L and Otegue ME, 2001. Maize kernel weight response to post flowering source – sink ratio. Crop Sci.49:'1816-1822.*
- Cirilo AG and Andrade FH, 1996. Sowing date and kernel weight in maize. Crop Sci.36:325-331.*
- Daynard TB, Tannar JW and Duncan WG, 1971. Duration of the grain filling period and its relationship to grain yield in corn (Zea mays l.). Crop Sci.11:45-48.*
- Dorarach, BA and Baker RJ, 1990. Grain filling in three spring wheat genotypes. Statistical analysis. Crop Sci.30:525-529.*
- Duncan WG, Hatifield AL and Ragland JH, 1965. The growth and yield of corn. II: Daily growth of corn kernels. Agron. J.57:221-223.*
- Egli DB, Fraser J, Leggett JE and Ponelett GC, 1981. Control of seed growth in soybean (Glycine max L.). Annnal of Botany 48:171-176.*
- Ellis R and H Pieta-Filho C, 1992. The development of seed quality in spring and winter cultivars of barely and wheat. Seed Sci 2:19-25.*
- Emam Y, 2001. Sensitivity on grain yield components to plant population density in non-prolific maize (Zea maize l.) hybrids, Indian Journal Agricultural Sci.71:367-370.*

- Farnham DE, 2001. Row spacing, plant density and hybrid effects on corn grain yield and moisture. *Agron. J.* 93:1049-1053.**
- Fakorede MAB and Mock JJ, 1980. Growth analysis of maize variety hybrids obtained from two recurrent selection programmers for grain yield. *New Phytol.* 85:393-408.**
- Fontes LAN and Ohlogge AJ, 1982. Influence of seed size and population on yield and other characteristics of soybean. *Aron. J.* 64:833-836.**
- Gay SD, Egli B and Reicosky DA, 1980. Physiological aspects of yield components in soybeans. *Agron J.* 72:387-391.**
- Hashemi-Dezfoli A and Herbert SJ, 1992. Intensifying plant density response of corn with artificial shade. *Agron. J.* 84: 547-551.**
- Karlen DL and Camp CR, 1985. Row spacing plant population, and water management effects on corn in the Atlantic Coastal plain. *Agro. J.* 77:393-398.**
- Ma GS, Xue JQ, Lu HD, Zhang RH, Tai SJ and Ren JH, 2007. Effects of planting date and density on population physiological indices of summer corn (*Zea mays L.*) in central Shaanxi irrigation area. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao.* 18(6):1247-53. In Chinese.**
- Norwood CA, 2001. Dryland corn in western Kansas: Effects of hybrid maturity, planting date and plant population. *Agron. J.* 93:540-547.**
- Powon W and Camberatto JJ, 1995. Altering source-sink relationship in prolific maize hybrids: Consequences for nitrogen uptake and remobilization. *Crop Sci.* 35:836-845.**
- Ronanini DR, Savin R and Hall AJ, 2004. Dynamic of fruit growth and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus L.*) exposed to brief interval of high temperature during grain filling. *Field Crop Research* 83:79-90.**
- Roy SK and Biswas, PK 1992. Effect of density and detopping following silking on cob growth, fodder and grain yield of maize (*Zea mays L.*). *J. Agric. Sci.* 114: 297-301.**
- Sangoi L, 2000. Understanding plant density effects on maize and development: an important issue to maximize grain yield. *Ciecia Rural, Santa maria* 31(1): 159-168.**
- Sangoi L, Gracietti MA and Bianchetti CR, 2002. Response of Brazilian maize hybrids from different ears to changes in plant density. *Field Crop Res.* 79:39-51.**
- Shaw EH and Loomis WE, 1950. Bases for prediction of corn yields. *Plant Physiology* 25:225-244.**
- Spieters JHJ and Vos J, 1985. Grain growth of wheat and its limitation by carbohydrate and nitrogen supply. Pp:129-141. *Crop Sci.* 36: 541-549.**
- Tetio-Kargho F and Gardner FP, 1988. Response of maize to plant population density. II: Reproductive development yield, and yield components. *Agron. J.* 80: 935-940.**

- Tollenaar M, 1977. Sink-source relationships during reproductive development in maize. A review, Maydica 22:49-85.*
- Tollenaar M and Daynard. B, 1982. Effect of source:sink ratio on dry matter accumulation and leaf senescence of maize. Can . J . Plant Sci.62:855-860.*
- Tollenaar M, 1989. Genetic improvement in grain yield of commercial maize hybrids grown in Ontario from 1959 to 1988. Crop Sci. 29: 1935-1371.*
- Vipawon A and Anthai C, 1995. Effect of plant density on yield quality of sweet corn seeds. Research Reports Bangkok (Thailand). Pp. 41-42.*
- Widdicombe WD and Thelen KD, 2002. Row width and plant density effects on corn grain production in the northern corn belt. Agron J. 94:1020-1023.*
- Zhang JS, Dong K, Wang C, Hu and Liu P, 2006. Effects of shading on the growth, development and grain yield of summer maize. Agron. J. 45:106-111.*