اثر الگوی کاشت و تراکم بوته بر رشد، انتقال مجدد ماده خشک و عملکرد دانه ذرت دانه‌ای (*Zae mays* L.)

فرشاد سرخی*

استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد میاندوآب، دانشگاه آزاد اسلامی، میاندوآب، ایران.

* نویسنده مسئول: farsorkhy@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۱۶

چکیده

جهت بررسی اثر تراکم بوته و الگوی کاشت بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و رشدی ذرت سینگل کراس ۷۰۴، آزمایشی به صورت فاکتوریل درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در دانشگاه آزاد اسلامی واحد میاندوآب انجام شد. سطوح مختلف تیمارها شامل سه سطح تراکم بوته (۷، ۹ و۱۱ بوته در مترمربع) و دو سطح الگوی کاشت (کشت تک ردیفی و دو ردیفی) بودند. نتایج این پژوهش نشان داد که بالاترین عملکرد دانه با ۱۴۱۲۱ کیلوگرم در هکتار به تراکم ۹ بوته در متر مربع و الگوی کشت دو ردیفی تعلق داشت. بیش‌ترین تعداد بلال در مترمربع در تراکم ۱۱ بوته در مترمربع مشاهده شد که با تراکم ۹ بوته در مترمربع اختلاف معنی‌داری نداشت. با افزایش تراکم، وزن هزار دانه کاهش یافت، البته بین تراکم‌های ۷ و ۹ بوته در مترمربع اختلاف معنی-داری مشاهده نشد. بیش‌ترین تعداد دانه در بلال و طول بلال به تراکم ۷ بوته در مترمربع و کشت دو ردیفی اختصاص داشت که با تراکم ۹ بوته در مترمربع و کشت دو ردیفی اختلاف معنی‌داری نداشت. بالاترین شاخص سطح برگ و ارتفاع بوته نیز به تراکم ۱۱ بوته در متر مربع و الگوی کاشت دو ردیفی تعلق داشت. بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص کلروفیل و درصد انتقال مجدد به ترتیب به تراکم های ۷ و ۱۱ بوته در مترمربع اختصاص داشت. ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که همبستگی بین عملکرد دانه با تعداد دانه در بلال، طول بلال، تعداد بلال، شاخص سطح برگ و انتقال مجدد مثبت و معنی‌دار است. طبق نتایج این پژوهش، تراکم ۹ بوته در مترمربع و الگوی کاشت دو ردیفی برای زراعت ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در منطقه میاندوآب توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، اجزای عملکرد، میزان کلروفیل و سطح برگ.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.4.1]

مقدمه

ذرت (*Zea Maye* L.) یکی از گیاهان با ارزش زراعی است که تنوع، سازگاری بالا و ارزش غذایی فراوان آن را در ردیف مهم‌ترین گیاهان زراعی جهان قرار داده است (Cox *et al*., 2006). بر اساس سطح زیر کشت و تولید، ذرت سومین محصول مهم بعد از گندم و برنج در دنیا می‌باشد (Azam *et al*., 2006). عملکرد دانه متأثر از رقابت درون گیاهی برای تسهیم مواد فتوسنتزی و برون گیاهی برای استفاده از عوامل محیطی رشد است (Farnia and Mansouri, 2014). ذرت به تراکم بوته بسیار حساس است و اگر تراکم به‌کار رفته کم باشد از عوامل تولید بهره برداری بهینه نمی‌شود، از سوی دیگر افزایش بیش از حد تراکم بوته باعث عقیمی گل‌ها و کاهش عملکرد دانه می‌شود، حداکثر عملکرد زمانی به‌دست می‌آید که رقابت درون و برون بوته‌ای برای عوامل رشد به حداقل رسیده و گیاه بتواند از این عوامل حداکثر استفاده را کند (Hashemi *et al*., 2005). تنظیم تراکم مطلوب در ذرت به این دلیل که این گیاه توانایی تولید پنجه را ندارد، برای حصول عملکرد مطلوب بسیار مهم است با افزایش فاصله بین بوته‌ها، به‌دلیل کاهش رقابت بر سر عوامل محدودکننده رشد، امکان جذب آب، نور و عناصر غذایی افزایش یافته و این عامل خود باعث افزایش فتوسنتز می‌شود. Raja (۲۰۰۱) گزارش کرد که کاهش وزن دانه‌ها بر اثر افزایش تراکم مربوط به کاهش میزان تجمع وزن خشک دانه در دوره سه هفته بعد از گل-دهی تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک می‌باشد. Shapir و Wortman (۲۰۰۶) گزارش نمودند که تغییرات میزان عملکرد دانه همراه با افزایش تراکم ابتدا افزایشی و سپس کاهشی بود. در واقع تغییرات دانه به‌صورت سهمی می‌باشد و محدودیت عملکرد در تراکم‌های کم به‌علت کمبود بوته و در تراکم‌های بالا به‌دلیل بوته‌های عقیم می‌باشد و رقابت برای جذب آب و مواد غذایی و نور است که تراکم را در هر منطقه‌ای مشخص می‌نماید. Purcell و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته از۴۹۳۰۰ به ۵۹۵۰۰ بوته در هکتار عملکرد دانه از ۱۱/۱۴به ۱۵/۰۲ تن در هکتار افزایش پیدا کرد. تراکم بوته در واحد سطح برگ بر میزان جذب نور توسط پوشش گیاهی اثر گذاشته و چنان‌چه پوشش مزرعه بتواند حداکثر نور ورودی را جذب کند، عملکرد افزایش خواهد یافت (Sarjamei *et al*., 2014). با افزایش تراکم، رقابت بین بوته‌ها تشدید می‌شود و لذا سطح برگ بوته کاهش می‌یابد، ولی به‌دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح با توسعه سطح برگ میزان جذب نور و مواد فتوسنتزی بیش‌تر می‌شود (Rahmani *et al*., 2009). درالگوی کاشت معمولی، بوته‌ها دروسط پشته‌های با فاصله ۷۵ سانتی‌متر و به‌صورت یک‌ردیفی کشت می‌شوند. دراین الگوی کاشت به خاطر محدودیت-هایی که درتامین رطوبت مورد نیاز گیاه مخصوصا در اوایل دوره رشد وجود دارد، موجب رقابت شدید بوته ها در تراکم‌های بالا می‌شود (Farnham, 2001). یکی دیگر از مشکلات الگوی کاشت معمولی آرایش نامناسب و فاصله کم بوته‌ها روی ردیف است، که موجب می‌شود با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، رقابت بین بوته‌ها زودتر شروع شده و این رقابت

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.4.1]

شدیدتر شود. یکی از روش‌های پیشنهادی برای رفع مشکلات الگوی کاشت معمولی، کشت دو ردیف ذرت در کنار پشته‌ها است که به‌علت توزیع مناسب‌تر بوته‌ها، رقابت بین آن‌ها کاهش یافته و موجب استفاده بهتر از عوامل محیطی، درنتیجه افزایش عملکرد محصول خواهد شد (Abuzar *et al*., 2011). Cox و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که ذرت در یک الگوی کاشت هم‌فاصله از رشد بیش‌تری برخوردار بوده و جذب تشعشع بیش‌تری داشته است. یکی از راه‌های نزدیک کردن الگوی کاشت به آرایش هم‌فاصله، کاهش فاصله بین ردیف‌های کاشت می‌باشد (Azam *et al*., 2006). از عواملی که می‌توان با آن‌ها تابش نور به داخل پوشش گیاهی را کم و زیاد کرد، ساختار ژنتیکی گیاه و آرایش کاشت مناسب است که سبب افزایش عملکرد در واحد سطح می شوند (Pedersen *et al*., 2003). در کشت‌های دو ردیفی بوته‌های ذرت، به دلیل استفاده بهتر از نور و مواد غذایی، نسبت به کشت یک ردیفی، از ارتفاع، قطر ساقه و محل استقرار بلال بهتری برخوردار می‌شوند (Farnham, 2001; Turgut *et al*., 2005). هدف از این تحقیق بررسی اثر تراکم بوته و الگوی کاشت و برهمکنش آن‌ها بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی در ذرت سینگل کراس ۷۰۴ و تعیین بهترین تراکم بوته و الگوی کاشت برای ذرت در منطقه میاندوآب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تراکم‌ها و الگوهای کاشت مختلف بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و رشدی در ذرت سینگل کراس ۷۰۴، پژوهشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی میاندوآب در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. مشخصات خاک مزرعه مورد آزمایش طبق جدول ۱ می‌باشد. آبیاری با دور ۷ روز و به روش جوی و پشته انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل فاکتور تراکم بوته در سه سطح (۷، ۹ و ۱۱ بوته در مترمربع) و فاکتور دوم الگوی کاشت در دو سطح (کشت تک ردیفی و دو ردیفی) بودند. زمین محل آزمایش در سال زراعی قبل زیر کشت گندم بود و در زمان کاشت یک شخم ۳۰ سانتی‌متری زده شد. سپس برای خرد کردن کلوخ‌ها از دیسک بشقابی یک‌طرفه استفاده شد. ۲۵۰ کیلوگرم کود فسفات‌دی‌آمونیوم و ۳۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار توسط کودپاش سانتریفیوژ به‌صورت یکنواخت در سطح زمین توزیع شد. با استفاده از کولتیواتور پنجه غازی عمل اختلاط کود با خاک و همزمان مبارزه با علف‌های هرز بین ردیف ها انجام گرفت. مابقی کود اوره در دو نوبت به‌صورت دستی و در زمان آبیاری به شکل سرک به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار در مراحل ۵ الی ۶ برگی و قبل از ظهور تاسل ذرت اعمال شد. تعداد ردیف‌های کاشت در هر کرت ۶ ردیف بوده و طول ردیف‌های کاشت در هر کرت ۱۰ متر درنظر گرفته‌شد. فواصل بین ردیف‌های کاشت ۷۵ سانتی‌متر بود. کاشت دو ردیفی به نحوی انجام شد که فاصله دو خط از مرکز پشته از یک‌دیگر ۲۰ سانتی‌متر بود به‌عبارتی در همان فضای در نظر گرفته‌شده برای کاشت یک‌ردیفی، دو ردیف به فاصله خطوط

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.4.1]

۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شد.

جدول ۱: خاک مزرعه مورد آزمایش

عمق خاک (cm)	pH	EC (ds/m)	کربن آلی (٪)	میزان فسفر قابل جذب(ppm)	میزان پتاسیم قابل جذب (ppm)	نیتروژن کل (٪)	شن (٪)	رس (٪)	سیلت (٪)	کلاس بافت خاک
۰-۳۰	۷/۵	۲/۷۴	۰/۷۶	۱۲/۴	۴۳۷/۸	۰/۰۸	۶۵	۱۰/۵	۲۲/۵	شن لومی

در الگوی کاشت تک‌ردیفی به ترتیب ۱۹، ۱۴/۸ و ۱۲/۱ سانتی‌متر و در الگوی کاشت دو ردیفی به‌ترتیب ۳۸، ۲۹/۶ و ۲۴/۲ سانتی‌متر بود. کاشت به‌صورت کپه‌ای و به‌صورت هیرم‌کاری انجام شد. جهت اطمینان از استقرار یکنواخت بوته‌ها در هر کپه سه بذر کاشته‌شد و عملیات تنک کردن در مرحله ۳ الی ۴ برگی انجام شد. در انتهای فصل رشد و با رسیدگی فیزیولوژیک نمونه‌برداری با حذف دو ردیف کاشت کناری و با انتخاب تصادفی ۵ بوته برای اندازه‌گیری صفات (عملکرد دانه، تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، طول بلال، قطر بلال) انجام‌شد. سطح برگ در مرحله ظهور گل‌آذین تاجی با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج[1]مدل ۳۱۰۰-Li اندازه‌گیری و شاخص سطح برگ محاسبه شد (Robertson *et al*., 2012). در مرحله ظهور گل‌آذین تاجی میانگین شاخص کلروفیل در سه نقطه برگ (نوک، وسط و قاعده برگ) شامل برگ پرچم و سه برگ ماقبل برگ پرچم با دستگاه ۵۰۲- SPAD تعیین شد (Oliveira *et al*., 2014). برای اندازه‌گیری درصد انتقال مجدد ساقه، ابتدا ارتفاع ساقه تا زیر پایک گل‌آذین تاجی تعیین شد. برای خشک‌کردن نمونه‌ها (۵ نمونه از هر کرت) از آون تهویه‌دار با دمای حدود ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت استفاده شد سپس درصد انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ساقه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Min *et al*., 2011):

درصد انتقال مجدد ماده خشک ساقه = (وزن خشک ساقه در زمان رسیدگی – وزن خشک ساقه در زمان گلدهی) / وزن خشک ساقه در زمان گلدهی × ۱۰۰ رابطه ۱:

جهت تجزیه و تحلیل تیمارها از نرم افزار SPSS و MSTATC، برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن (۵ درصد) استفاده شد.

[1] Leaf area meter

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.4.1]

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

اثر برهمکنش تراکم و آرایش کاشت در سطح احتمال پنج درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع بوته با ۲۰۹ سانتی‌متر به آرایش کاشت دو ردیفی و تراکم ۱۱بوته در مترمربع تعلق داشت و کم‌ترین ارتفاع بوته با مقدار ۱۹۱ سانتی‌متر از تراکم ۷ بوته در متر مربع و آرایش کاشت تک‌ردیفی به‌دست‌آمد (جدول ۴). Dehdashti و Riahinia (۲۰۰۸) ، Balem و همکاران (۲۰۱۴) وIjaz1 و همکاران (۲۰۱۵) نیز اختلاف معنی‌داری را در مورد اثـر تراکم بر روی ارتفاع بوته گزارش کردند. می‌توان استنباط نمود که در کشت دو ردیفی ایجاد رقابت در بین بوته‌ها برای نور باعث افزایش رشد طولی ساقه‌ها شده است و هم‌چنین با افزایش تراکم بوته نوری که به کف کانوپی می‌رسد، کاهش یافته و رقابت بین اندام‌های گیاه برای جذب بیش‌تر تشعشع زیاد می‌شود و از طرف دیگر تخریب نوری اکسین صورت نمی‌گیرد که مجموعه این عوامل می‌توانند باعث افزایش طول میان‌گره‌ها، کاهش قطر ساقه و افزایش ارتفاع بوته شود. Jose و همکاران (۲۰۱۵) تراکم‌های مختلف ذرت شیرین را مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه، ارتفاع گیاه و شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد. بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته همبستگی مثبت ولی غیرمعنی‌داری (۰/۰۶۳ ^{ns}) مشاهده شد (جدول ۵). این امر بدیهی به‌نظر می‌رسد زیرا با افزایش ارتفاع بوته توان رقابتی گیاه در جذب نور بهبود می‌یابد.

جدول۲: تجزیه واریانس ارتفاع بوته، قطر ساقه ، طول بلال و تعداد بلال درمترمربع در ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	تغییرات میانگین مربعات			
		ارتفاع بوته	قطر ساقه	طول بلال	تعداد بلال در مترمربع
تکرار	۳	۱۲۴/۷۸^{ns}	۳۴/۲۶^{ns}	۱۵/۱۷^{ns}	۱۸/۷۸^{ns}
تراکم	۲	۳۹۱/۱۳*	۱۱۰/۱۷*	۲۴/۳۶*	۶۸/۷۲ **
الگوی کاشت	۱	۴۱۴/۸۷*	۶۲/۰۵*	۳۱/۴۸*	۴۳/۸۴^{ns}
تراکم در الگوی کاشت	۲	۵۴۴/۱۶*	۵۹/۳۴*	۳۸/۶۵*	۱۹/۳۳^{ns}
خطا	۱۵	۷۴/۲۹	۱۱/۸۲	۶/۲۸	۱۴/۸۶
ضریب تغییرات (٪)		۱۲/۲۶	۳/۹۷	٤/۷٥	٦/۹۳

^{ns} ، * و ** به‌ترتیب به مفهوم غیر معنی‌دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

قطر ساقه

تراکم، آرایش کاشت و اثر متقابل بر قطر ساقه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان‌داد کم‌ترین قطر ساقه با ۲۰ سانتی‌متر به آرایش کاشت دو ردیفی و تراکم ۱۱ بوته در مترمربع تعلق داشت

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1396.9.34.4.1]

و بیش‌ترین قطر ساقه نیز با مقدار ۲۴ سانتی‌متر در تراکم ۷ بوته در متر مربع و آرایش کاشت تک ردیفی مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۳: تجزیه واریانس تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، شاخص کلروفیل برگ، عملکرد دانه و انتقال مجدد در ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	تغییرات میانگین مربعات					
		تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه	شاخص کلروفیل برگ	شاخص سطح برگ	عملکرد دانه	انتقال مجدد
تکرار	۳	۶۵/۹۱ ns	۳۶۵/۶۷ ns	۳۹/۶۱ ns	۴/۰۵ ns	۲۸۰/۷۲ ns	۴۶/۲۸ ns
تراکم	۲	۱۱۳/۵۶ *	۶۲۹/۱۰ *	۱۰۹/۷۷ *	۴۵/۷۸ **	۷۷۴/۴۵ **	۹۹/۵۴ *
الگوی کاشت	۱	۲۳۵/۹۷ *	۷۷۴/۴۸ *	۱۶۶/۳۸ *	۱۸/۰۹ *	۷۱۲/۸۹ *	۱۹۰/۳۵ **
تراکم در الگوی کاشت	۲	۱۷۵/۸۷ *	۱۲۶/۱۹ ns	۸۰/۲۹ *	۲۷/۷۳ *	۸۶۲/۲۹ **	۵۵/۲۷ ns
خطا	۱۵	۲۸/۵۱	۱۲۲/۴۱	۲۰/۸۵	۳/۹۵	۹۳/۱۴	۱۶/۰۲
ضریب تغییرات (٪)		۷/۲٤	۱۱/۸٦	٥/۸٤	۷/۰٤۱	۹/۸۰	۹/۷۱

ns، * و ** به‌ترتیب به مفهوم غیر معنی‌دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

جدول ۴: مقایسه میانگین ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول بلال، شاخص سطح برگ و تعداد دانه در بلال ذرت

تراکم ($plant.m^{-2}$)	الگوی کاشت	ارتفاع بوته (cm)	قطر ساقه (mm)	طول بلال (cm)	تعداد دانه در بلال
۷	تک ردیفی	۱۹۱/۴۷ d	۲۳/۸۶ a	۲۱/۶۵ b	۶۱۴/۲۴ b
	دو ردیفی	۱۹۶/۸۶ c	۲۲/۱۷ c	۲۳/۳۴ a	۷۹۱/۷۵ a
۹	تک ردیفی	۱۹۷/۰۱ c	۲۲/۰۵ b	۱۹/۸۷ c	۵۵۶/۳۷ c
	دو ردیفی	۲۰۲/۴۰ b	۲۱/۳۴ d	۲۲/۸۹ a	۷۶۷/۹۶ a
۱۱	تک ردیفی	۲۰۴/۱۶ b	۲۲/۱۳ c	۱۸/۹۲ d	۴۹۷/۲۸ d
	دو ردیفی	۲۰۸/۹۷ a	۲۰/۴۳ e	۲۱/۴۳ b	۶۵۴/۹۳ c

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می باشند.

ادامه جدول ۴: مقایسه میانگین شاخص کلروفیل، شاخص سطح برگ و عملکرد دانه در ذرت

تراکم ($plant.m^{-2}$)	الگوی کاشت	شاخص کلروفیلSPAD	شاخص سطح برگ	عملکرد دانه ($kg.\ ha^{-1}$)
۷	تک ردیفی	۵۰/۵۸ a	۳/۵۳ d	۹۹۰۵/۶۳ e
	دو ردیفی	۵۱/۷۶ a	۴/۱۸ c	۱۱۲۴۷/۶۵ d
۹	تک ردیفی	۴۹/۸۴ a	۴/۶۱ b	۱۲۹۷۹/۸۳ b
	دو ردیفی	۵۰/۴۵ a	۵/۳۲ a	۱۴۱۲۰/۸۷ a
۱۱	تک ردیفی	۴۱/۰۹ c	۴/۸۶ b	۱۲۱۲۸/۳۷ c
	دو ردیفی	۴۴/۱۶ b	۵/۵۴ a	۱۳۸۰۵/۷۱ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می باشند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.4.1]

قطر ساقه یکی‌دیگر از صفات گیاهی است که تحت اثر تراکم بوته قرار می‌گیرد. در مطالعه‌ای توسط Sarjamei و همکاران (۲۰۱۴) ذرت با تراکم‌های ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ هزار بوته در هکتار مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه گرفتند که با افزایش تراکم بوته، قطر ساقه به طور معنی‌داری کاهش یافت. این کاهش وزن به‌علت سایه-اندازی بوته‌های مجاور ذکر شد زیرا این امر موجب رقابت برای دریافت نور بیش‌تر می‌شود و در نتیجه طول میان‌گره‌ها بیش‌تر شده و از قطر ساقه کاسته می‌شود. Balem و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش کردند افزایش ارتفاع گیاه بر اثر افزایش تراکم در واحد سطح با تجمع بیش‌تر ماده خشک در واحد سطح همراه است، ولی این امر به کاهش قطر ساقه منجر شده و شرایط لازم برای بروز ورس در گیاهان را فراهم می‌آورد. با افزایش تراکم کاشت، ارتفاع بوته به طور معنی‌داری افزایش می-یابد، که این فرایند منجر به کاهش قطر ساقه می‌گردد (Ayub *et al*., 2003). همین امر در جدول ۵ مشاهده شد، به-طوری‌که همبستگی قطر ساقه با ارتفاع بوته منفی و معنی‌دار بود (**۰/۹۷۱-).

طول بلال

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر تراکم، الگوی کاشت و اثر متقابل تراکم در الگوی کاشت بر طول بلال معنی‌دار است (جدول ۲). در الگوی کاشت دو ردیفی طول بلال به‌طور معنی‌دار بیش‌تر از الگوی کاشت تک-ردیفی بود و این امر در تمامی تراکم‌ها مشاهده شد (جدول ۴). بیش‌ترین طول بلال به ترتیب به تراکم ۷ و ۹ بوته در متر مربع و الگوی کاشت دو ردیفی با ۲۳ و ۲۲ سانتی‌متر تعلق داشت که از لحاظ آماری در یک سطح قرار دارند. طول بلال در تراکم ۱۱ بوته در مترمربع به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که کم‌ترین طول بلال مربوط به تراکم ۱۱بوته در مترمربع و الگوی کاشت تک‌ردیفی با مقدار ۱۸سانتی‌متر بود (جدول ۴). می‌توان بیان کرد که الگوی کاشت دوردیفی نسبت به تک ردیفی در تراکم‌های ۷، ۹ و ۱۱ بوته در مترمربع به‌ترتیب طول بلال را ۸، ۱۵ و ۱۳ درصد افزایش داد و با بیش‌تر شدن تراکم در واحد سطح از ۷ به ۹ و ۱۱ بوته در مترمربع طول بلال به ترتیب ۵ و ۱۰ درصد کاهش یافت. محققان دیگر نیز در این زمینه به نتایج مشابهی دست یافتند (Dawadi and Sah, 2012; Jose *et al*., 2015). بنابراین می‌توان گفت که در تراکم‌های بالا به‌دلیل افزایش رقابت بین بوته‌ها و محدودیت منابع، سهم مواد پروردهای که به هر بلال می‌رسد کم‌تر می‌شود و در نتیجه طول بلال کم‌تر می‌شود (Gozubenli, 2010; Robles *et al*., 2012). Gozubenli (۲۰۱۰) و Ijaz1 و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که افزایش تراکم موجب کاهش تدریجی اندازه بلال، می‌شود، زیرا فضای مورد نیاز به مرور کم شده و گیاه میزان کم‌تری مواد غذایی جذب می‌کند، پس به همان نسبت مواد غذایی کم‌تری را به بلال انتقال می‌دهد که این امر موجب تولید بلال‌های کوچک‌تر می‌شود. هم‌چنین بین

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1396.9.34.4.1]

طول بلال و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری (*۰/۳۴۴) در سطح پنج درصد مشاهده شد که نشان می‌دهد افزایش طول بلال با افزایش تعداد دانه در بلال باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود (جدول ۵).

تعداد بلال

طبق جدول تجزیه واریانس اثر تراکم بر تعداد بلال در مترمربع معنی‌دار ولی اثر الگوی کاشت و اثر متقابل تراکم در الگوی کاشت غیر معنی‌دار بود (جدول ۲). افزایش تراکم باعث افزایش معنی‌دار تعداد بلال در مترمربع شد، به‌طوری‌که حداکثر تعداد بلال در تراکم ۱۱ بوته در مترمربع با ۱۴عدد به‌دست آمد. تعداد بلال در تراکم های ۹ و ۷ بوته در هکتار به ترتیب ۱۳ و ۱۰ عدد بود. تراکم های ۹ و ۱۱ بوته در هکتار اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند ولی تراکم ۷ بوته در هکتار از لحاظ آماری در سطوح پایین‌تری قرار داشت (شکل ۱). ملاحظه شد افزایش تراکم از ۷ به ۹ و ۱۱ بوته در مترمربع به ترتیب باعث افزایش ۳۲ و ۴۸ درصدی تعداد بلال در مترمربع شد. گزارش شده است که افزایش تراکم از ۶۵۰۰۰ به ۸۵۰۰۰ بوته در هکتار باعث افزایش ۳۶/۹۲ درصدی تعداد بلال شد (Dawadi and Sah, 2012). یکی از اجزای مهم عملکرد دانه در ذرت شامل تعداد بلال در واحد سطح می باشدکه خود تحت اثر سطوح ژنتیکی و شرایط محیطی قرار دارد (Rahmati, 2012). Yilmaz و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که تعداد بلال در بوته به‌طور معنی‌داری تحت اثر فواصل بوته روی ردیف قرار دارد. بین تعداد بلال در واحد سطح با عملکرد دانه در سطح یک درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری (** ۰/۸۰۹) دیده شد (جدول ۵)، در این تحقیق با افزایش تعداد بلال در واحد سطح عملکرد دانه افزایش یافت.

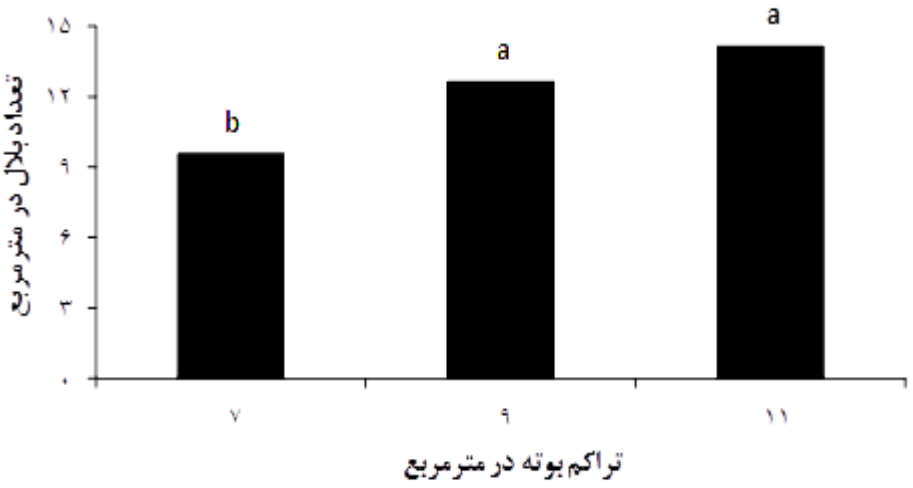
تعداد دانه در بلال

اثر تراکم، الگوی کاشت و اثر متقابل تراکم در الگوی کاشت بر تعداد دانه در بلال در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین تعداد دانه در بلال با مقدار ۷۹۲ عدد به تراکم ۷ بوته در مترمربع و الگوی کاشت دو ردیفی و کم‌ترین تعداد دانه در بلال با مقدار ۴۹۸ عدد به تراکم ۱۱ بوته در مترمربع و الگوی کاشت تک ردیفی اختصاص داشت. از لحاظ تعداد دانه در بلال در تراکم های ۷ و ۹ بوته در متر مربع در الگوی کاشت دو ردیفی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در تمامی تراکم‌ها، تعداد دانه در بلال در الگوی کاشت دو ردیفی به‌طور معنی‌دار بیش‌تر از الگوی کاشت تک ردیفی است (جدول ۴). الگوی کاشت دو ردیفی نسبت به تک ردیفی در تراکم های ۷، ۹ و ۱۱ بوته در مترمربع به ترتیب ۲۹، ۳۸ و ۳۲ درصد افزایش تعداد دانه در بلال را به همراه داشت. با افزایش تراکم از ۷ به ۹و ۱۱ بوته در مترمربع نیز به ترتیب تعداد دانه در بلال ۶ و ۱۸ درصد کاهش یافت. در این تحقیق نیز با افزایش تراکم تعداد دانه در بلال کاهش پیدا کرد که مطابق با نتیجه Dehdashti و Riahinia (۲۰۰۸) بود که بیان کردند دلیل کاهش تعداد دانه در بلال را می توان به‌علت رقابت و کمبود عوامل محیطی مانند نور، رطوبت، حرارت و مواد غذایی در اثر افـزایش تـراکم دانسـت. Xiaoyu و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.4.1]

همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که کاهش میزان مواد پرورده قابل دسترس در سطوح بالای تراکم بوته به واسطه کاهش نور، موجب کاهش تعداد دانه در ردیف بلال و سقط دانه‌ها در انتهای بلال می‌شود.



شکل ۱: اثر تراکم بوته بر تعداد بلال در متر مربع

Ayalew و همکاران (۲۰۱۷) کاهش میزان فتوسنتر در واحد گیاه، Imran و همکاران (۲۰۱۵) کاهش سرعت رشد گیاه و Farnia و Mansouri (۲۰۱۴) کاهش نفوذ نور فعال درفتوسنتز را دلیل کاهش تعداد دانه در بلال بیان کرده‌اند. نتایج تحقیق Shapiro و Wortman (۲۰۰۶) نیز با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد، بدین ترتیب که بیش‌ترین تعداد دانه در بلال از کشت دو ردیفی حاصل شد، در ضمن با افزایش تراکم ظهور کاکل در مقایسه با ظهور گل تاجی خیلی بیش‌تر به تعویق افتاده و تعداد تخمک های تلقیح شده کاهش یافت به عبارت دیگر ظرفیت ذخیره سازی آسیمیلات کاهش می یابد و نسبت بوته‌های عقیم افزایش یافته و تعداد دانه در بلال با کاهش مواجه می‌شود (Cox *et al*., 2006). افزایش تراکم گیاه باعث تشدید رقابت بین گیاهان مجاور شده و هر گیاه بلال کوتاه تری تولید می‌کند و به دنبال آن تعداد دانه در بلال کاهش می‌یابد (Abuzar *et al*., 2011). در آزمایش Tahmasbi and Mohasel (۲۰۰۹) نیز تعداد دانه در بلال در الگوی کاشت مربعی نسبت به الگوی کاشت ساده بیش‌تر بود. در آزمایشی نیز گزارش شد با افزایش تراکم از ۶۵ به ۹۵ هزار بوته در هکتار، تعداد دانه در بلال کاهش می‌یابد (Gozubenli, 2010). بین تعداد دانه در بلال و تعداد بلال در واحد سطح همبستگی منفی و غیر معنی‌دار (۰/۱۲۸) وجود داشت (جدول ۵). به عبارت دیگر با افزایش تعداد بلال از تعداد دانه در بلال کاسته شد. این امر به‌دلیل رقابت ایجاد شده بین مخزن‌ها جهت دریافت مواد فتوسنتزی است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.4.1]

وزن هزار دانه

طبق جدول تجزیه واریانس اثر تراکم و الگوی کاشت بر وزن هزار دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار ولی اثر متقابل تراکم در الگوی کاشت غیر معنی‌دار بود (جدول ۳). با افزایش تراکم وزن هزار دانه کاهش یافت، البته بین تراکم-های۷ و ۹ بوته در مترمربع به ترتیب با وزن هزار دانه ۳۰۷ و ۲۸۸ گرم اختلاف معنی داری مشاهده نشد، ولی وزن هزار-دانه در تراکم ۱۱ بوته در مترمربع با مقدار ۲۲۵ گرم کاهش معنی‌داری یافت (شکل ۲). تراکم ۱۱ بوته در مترمربع به دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح، رقابت بین بوته‌ها بیش‌تر شده و این امر موجب ضعف بوته‌ها و در نتیجه وزن هزاردانه به‌طور معنی‌داری نسبت به تراکم‌های ۷ و ۹ بوته در مترمربع کاهش یافته است. وزن هزاردانه در الگوی کاشت دو ردیفی به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از الگوی کاشت تک ردیفی بود (شکل ۲). مشاهده شد وزن هزار دانه در الگوی کاشت دوردیفی نسبت به تک ردیفی ۱۹ درصد افزایش نشان داد و در تراکم‌های ۹ و ۱۱ بوته در مترمربع نسبت به تراکم ۷ بوته در مترمربع به ترتیب ۶ و ۲۷ درصد کاهش داشت. به‌طور کلی تجمع تولیدات فتوسنتزی و افزایش وزن دانه بستگی کامل به سایه‌اندازی گیاهی و تراکم بوته دارد (Rahmati, 2012). Abuzar و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که با افزایش تراکم ذرت تعداد دانه در بلال و وزن دانه‌ها کاهش می‌یابد. در مطالعه‌ای کـه توسـط Ayalew و همکاران (۲۰۱۷) انجام شد، نشان دادند که با افزایش تراکم گیـاهی در ذرت، وزن بلال در هر گیاه کاهش مـی‌یابـد. این کاهش وزن به علت سـایه انـدازی بوتـه‌هـای مجاور ذکر شد. طبق گزارش Yilmaz و همکاران (۲۰۰۸) میزان تولید در ذرت بستگی به نحوه آرایش بوته ها و تشعشع رسیده به بوته‌ها دارد. هرچه فاصله بین بوته‌ها تا حد یک تراکم مناسب بیش‌تر شود میزان تجمع مواد پرورده در دانه‌ها افزایش می‌یابد. آرایش کاشت دو ردیفی نیز امکان استفاده بهتر را از فضا برای بوته فراهم می‌کند و تجمع مواد پرورده نسبت به کاشت تک ردیفی افزایش می‌یابد (Sarjamei *et al*., 2012). بین وزن هزاردانه و عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد (*۰/۴۰۷-) مشاهده شد (جدول ۵). از آن‌جایی که در این آزمایش افزایش عملکرد دانه با افزایش تعداد بلال در واحد سطح و به عبارتی افزایش تعداد دانه در واحد سطح همراه است لذا نتیجه‌گیری می‌شود که سهم اختصاص یافته به هر دانه کاهش یافته است. با زیاد بودن تعداد مقصد، آسیمیلات‌ها بین تعداد زیادی دانه تقسیم شده‌اند و این امر کاهش وزن هزار دانه را به همراه داشت.

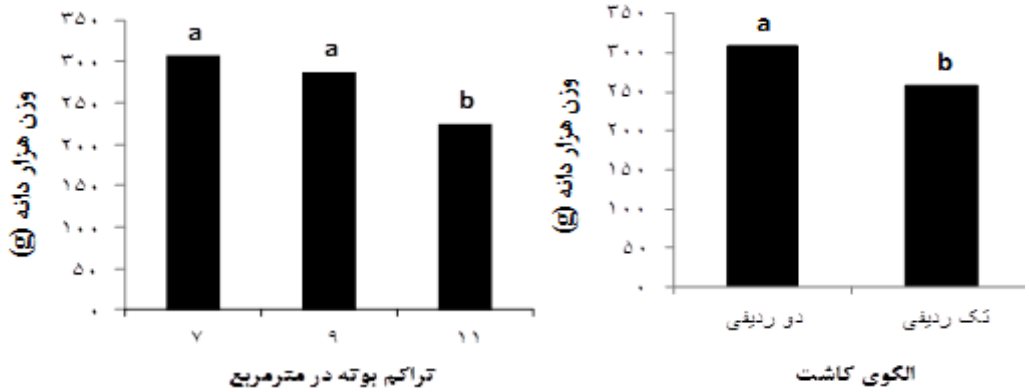
شاخص کلروفیل برگ

اثر متقابل تراکم در الگوی کاشت بر شاخص کلروفیل برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). طبق جدول مقایسه میانگین اثر متقابل الگوی کاشت در تراکم‌های ۷ و ۹ بوته در مترمربع از لحاظ آماری در یک سطح قرار داشتند، ولی با افزایش تراکم به ۱۱ بوته در مترمربع اثر الگوی کاشت بر شاخص کلروفیل معنی‌دار شد، به‌طوری‌که کم‌ترین شاخص کلروفیل به تیمار

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.4.1]

الگوی کاشت یک طرفه و تراکم ۱۱ بوته در مترمربع با مقدار ۴۱ تعلق داشت (جدول ۴). در مجموع الگوی کاشت دو ردیفی نسبت به تک ردیفی در هر یک از تراکم های ۷، ۹ و ۱۱ بوته در مترمربع به‌ترتیب ۲، ۱ و ۷ درصد افزایش ایجاد کرد.



شکل۲: اثر تراکم بوته (الف) و الگوی کاشت (ب) بر وزن هزار دانه

با افزایش تراکم از ۷ به ۹ و۱۱ بوته در مترمربع به ترتیب ۲ و ۱۷ درصد شاخص کلروفیل کاهش یافت. این کاهش می‌توان به‌دلیل افزایش تراکم و هم‌چنین کاشت متراکم‌تر بوته‌های ذرت در یک ردیف باشد که موجب کاهش نور دریافتی و کاهش در جذب رطوبت و مواد معدنی به‌علت افزایش شدت رقابت بین بوته‌ها باشد. مجنون حسینی و همکاران (۱۳۸۲) دلیل این کاهش را ناشی از عوامل درونی گیاه بر اثر رقابت بوته‌ها برای جذب عناصر غذایی خاک بیان کردند. Vaishya و Qazi (۱۹۹۲) گزارش کردند که محتوی کلروفیل برگ نخود به‌طور معنی‌داری تحت اثر میزان تراکم قرار گرفت. این نتایج نشان داد که ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار به‌طور معنی‌داری محتوی کلروفیل بالاتری نسبت به میزان ۱۲۵ کیلوگرم بذر در هکتار داشتند. Kumar و همکاران (۲۰۰۵) نیز طی یک مطالعه بر گیاه عدس اظهار داشتند، که با افزایش تراکم، میزان کلروفیل تا یک حد اپتیمم با افزایش مواجه می‌شود.

شاخص سطح برگ

بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تراکم و الگوی کاشت و برهمکنش آن‌ها بر شاخص سطح برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). با افزایش تراکم ذرت و اعمال الگوی کاشت دو ردیفی شاخص سطح برگ افزایش معنی‌داری یافت. بیش-ترین میزان شاخص سطح برگ ذرت مربوط به تراکم ۱۱ بوته و الگوی کاشت دو ردیفی با ۶ و کم‌ترین آن نیز مربوط به تراکم ۷ بوته و الگوی کاشت تک ردیفی ذرت با ۳ بود (جدول ۴). مشاهده شد که در آرایش کاشت دو ردیفی نسبت به آرایش کاشت تک ردیفی در تراکم های ۷، ۹ و ۱۱ بوته در مترمربع شاخص سطح برگ به ترتیب ۱۸، ۱۵ و ۱۴ درصد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1396.9.34.4.1]

افزایش یافت. Karbasiun and Soleymani (۲۰۱۴) و Sarjamei و همکاران (۲۰۱۴) نیز شاخص سطح برگ بیش‌تری را در کشت دو ردیفی نسبت به تک ردیفی گزارش کردند. زیرا این امر باعث کاهش رقابت درون و برون بوته‌ای و بهره‌وری بهتر از عوامل محیطی مثل نور، آب و موادغذایی می‌شود (Stewart *et al*., 2003). افزایش شاخص سطح برگ همراه با افزایش تراکم بوته نشان می‌دهد که تعداد بوته بیش‌تر در واحد سطح، کاهش سطح برگ در تک بوته را جبران کرده و سطح برگ بالاتری را در تراکم‌های بیش‌تر موجب شده است (Valadabadi and Farahani, 2010). با بررسی چهار سطح تراکم ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ هزار بوته در هکتار، بیش‌ترین سطح برگ ذرت را در تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار بدست آورند (Dehdashti and Riahinia, 2008). نتایج مشابهی نیز توسط Moosavi و همکاران (۲۰۱۰) به‌دست آمد. همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد (۰/۳۰۹) بین شاخص سطح برگ و عملکرد دانه مشاهده شد (جدول ۵)، که بیانگر اثر سطح فتوسنتزی بر افزایش عملکرد دانه است.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تراکم، الگوی کاشت و اثر متقابل تراکم در الگوی کاشت بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). در این تحقیق مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که عملکرد دانه در الگوی کاشت دو ردیفی در تمامی تراکم‌ها بیش‌تر از الگوی کاشت تک ردیفی است و با افزایش تراکم به ۱۱ بوته در متر مربع عملکرد دانه کاهش یافت. مشخص شد که بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به تراکم ۹ بوته در مترمربع و الگوی کاشت دوردیفی با مقدار ۱۴۱۲۱ کیلوگرم در هکتار است. البته اختلاف معنی‌داری بین تراکم های ۹ و ۱۱ بوته در مترمربع در الگوی کاشت دو ردیفی دیده نشد (جدول ۴). عملکرد دانه در تراکم‌های پائین به علت کم بودن تعداد بوته در واحد سطح و در تراکم زیاد به علت رقابت برای جذب عوامل موثر در رشد و هم‌چنین ایجاد ناهماهنگی در ظهور گل‌های نر و ماده محدود می‌شود (Hashemi *et al*., 2005). Widdicombe and Thelen (۲۰۰۲) گزارش کردند که کاهش میزان مواد پرورده قابل دسترس در سطوح بالای تراکم بوته به‌واسطه کاهش نور، موجب کاهش تعداد دانه در ردیف بلال و سقط دانه‌ها در انتهای بلال می‌شود. Andrade و همکاران (۲۰۰۲) و Shapir and Wortman (۲۰۰۶) گزارش کردند که با افزایش تراکم، عملکرد دانه تا حدی افزایش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند ولی در تراکم‌های خیلی بالا به علت رقابت شدید بین گیاهان و در نتیجه محدود شدن منابع طبیعی از قبیل آب، نور و مواد غذایی عملکرد دانه کاهش می‌یابد. تراکم‌های بالا در افزایش عملکرد موثرند، با افزایش تراکم عملکرد تک بوته کاهش پیدا می‌کند ولی بوته‌های اضافی جبران این کاهش را می‌نماید و لذا عملکرد افزایش پیدا می‌کنند (Gozubenli, 2010). در مراحل اولیه رشد هر اندازه تراکم بوته افزایش یابد مقدار محصول افزایش می‌یابد، چون سطح فتوسنتز کننده زیادتر می‌شود و ۹۵ درصد نور جذب می‌شود، اما زمانی که پوشش گیاهی کاملا زمین را پوشاند با

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.4.1]

افزایش تراکم مقدار عملکرد دانه تا حدی افزایش و بعد کاهش پیدا می‌کند (Dawadi and Sah, 2012). همکاران (۲۰۰۲) ذرت را در سه تراکم ۳۹۵۳۵، ۴۹۴۲۰ و ۵۹۳۰۳ بوته در هکتار با سه فاصله ردیف ۱۰۲، ۷۶ و ۵۱ سانتی‌متر مورد آزمایش قرار دادند و گزارش کردند که تراکم اثر معنی داری بر عملکرد داشته و بیش‌ترین عملکرد در تراکم ۵۹۳۰۳ بوته در هکتار حاصل شد. در آزمایشی که توسط Farnham (۲۰۰۱) انجام شد حاکی از آن است که با افزایش تراکم از ۵۰ هزار بوته در هکتار به ۸۰ هزار بوته در هکتار، باعث افزایش عملکرد دانه از ۵/۲۷ به ۶/۳ تن در هکتار شد.

جدول۵: ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه

صفات	عملکرد دانه	تعداد بلال در مترمربع	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه	شاخص سطح برگ	انتقال مجدد	طول بلال	قطر ساقه	ارتفاع بوته
عملکرد دانه	۱								
تعداد بلال در مترمربع	۰/۸۰۹**	۱							
تعداد دانه در بلال	۰/۴۳۲*	-۰/۱۲۸^{ns}	۱						
وزن هزار دانه	-۰/۴۰۷*	-۰/۰۱۱^{ns}	-۰/۸۹۴**	۱					
شاخص سطح برگ	۰/۳۰۹*	۰/۷۲۲**	۰/۱۹۶^{ns}	۰/۰۸۴^{ns}	۱				
انتقال مجدد	۰/۳۱۲*	-۴۰۹*	۰/۹۴۱**	۰/۸۸۷**	۰/۰۳۹^{ns}	۱			
طول بلال	۰/۳۴۴*	-۰/۴۱۵*	۰/۹۳۰**	۰/۱۶۱^{ns}	-۰/۳۹۸*	۰/۴۷۹*	۱		
قطر ساقه	-۰/۱۳۷*	-۰/۵۱۰*	۰/۰۸۷^{ns}	۰/۴۴۹*	-۰/۳۱۶*	۰/۹۵۲**	۰/۶۲۰^{ns}	۱	
ارتفاع بوته	۰/۰۶۳^{ns}	۰/۳۰۱*	-۰/۱۲۷^{ns}	-۰/۴۳۳*	۰/۸۸۰**	-۰/۳۶۳*	-۰/۱۳۲^{ns}	-۰/۹۷۱**	۱

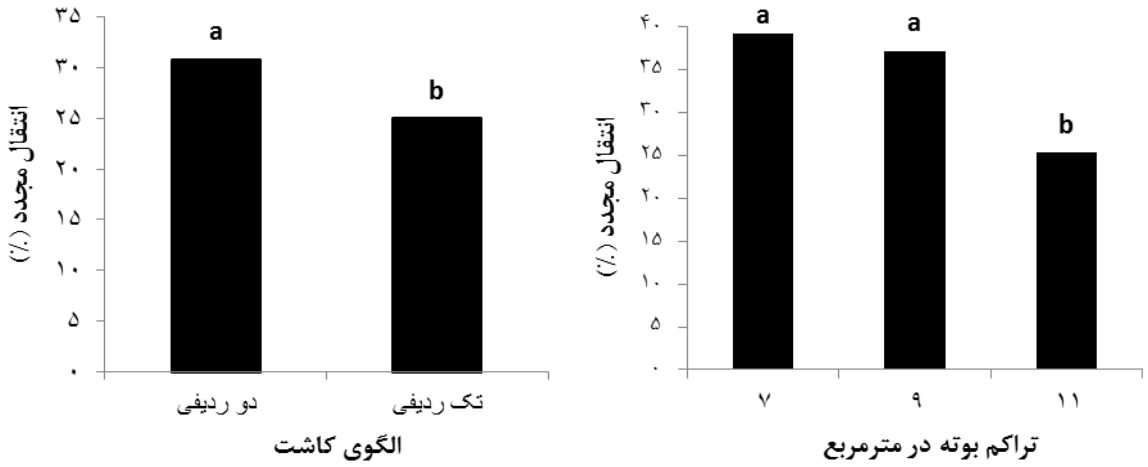
^{ns}، * و ** به‌ترتیب به مفهوم غیرمعنی دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

انتقال مجدد ماده خشک

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش اثر تراکم و الگوی کاشت بر درصد انتقال مجدد ساقه معنی‌دار شد (جدول ۳). افزایش تراکم از ۷ بوته در مترمربع به ۹ و ۱۱ بوته در مترمربع به‌ترتیب درصد انتقال ماده خشک از ۳۹ درصد به ۳۷و ۲۵ درصد کاهش یافت. به‌عبارتی تراکم ۹ و ۱۱ بوته در مترمربع به‌ترتیب باعث کاهش ۲ و ۱۴ درصد در انتقال ماده خشک ساقه شدند که البته اثر تراکم ۹ بوته در مترمربع غیرمعنی‌دار ولی اثر تراکم ۱۱ بوته در مترمربع معنی‌دار بود (شکل ۳-الف). درصد انتقال مجدد ساقه در آرایش کاشت یک ردیفه از ۲۵ درصد به ۳۱ درصد در آرایش کاشت دو ردیفه افزایش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.4.1]

پیدا کرد (شکل ۳). دلیل این افزایش می‌تواند به‌دلیل فراهم شدن فضای مناسب و کاهش رقابت و افزایش نور دریافتی باشد، که در نتیجه باعث افزایش میزان فتوسنتز و تعداد دانه و وزن هزار دانه در بوته شده و در نتیجه نیاز به مواد فتوسنتزی بیش‌تر شده و انتقال مجدد ذخایر ساقه نیز افزایش یافته است (Arduini *et al*, 2006; Falihzade *et al*., 2013). حسینی و همکاران (۱۳۸۲) و Uhart و Andrade (۱۹۹۵) نیز گزارش کردند که افزایش تراکم باعث کاهش انتقال مجدد ساقه می‌شود. میزان انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای ساقه توسط اندازه مخزن، محیط و رقم کنترل می‌شود. تغییر نسبت منبع به‌مخزن می‌تواند اثر زیادی بر مواد ذخیره‌ای ساقه داشته باشد. پس از گرده افشانی مهم‌ترین و قوی‌ترین مخزن، دانه های در حال پر شدن می باشند. بنابراین میزان تقاضای مخزن (دانه ها) مهم‌ترین مؤلفه در تعیین میزان انتقال ذخایر ساقه می باشد (Bonnett and Incoll, 1992). در تراکم های بالا به دلیل کاهش مخزن تقاضا برای دریافت مواد فتوسنتزی کاهش یافته لذا بسیاری از مواد فتوسنتزی در ساقه ذخیره شده و انتقال نمی‌یابند (Falihzade *et al*.,2013). هم‌چنان که در جدول ۴ دیده می‌شود انتقال مجدد ماده خشک در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه (۰/۳۱۲*) دارد (جدول ۵). می‌توان چنین استنباط نمود که تیمارهایی با انتقال مجدد بالا دارای عملکرد دانه بالاتری هستند. با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان بیان کرد در کشت دو ردیفی به‌علت استفاده بهتر از عوامل محیطی عملکرد در واحد سطح افزایش یافت. بنابراین توصیه می‌شود جهت کشت ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ در استان آذربایجان غربی و به‌ویژه منطقه میاندوآب از تراکم ۹ بوته در مترمربع و آرایش کاشت دو ردیفی استفاده شود.



شکل۳: اثر تراکم بوته (الف) و الگوی کاشت (ب) بر انتقال مجدد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.4.1]

منابع

مجنون حسینی، ن. محمدی، ه. پوستینی، ک. و زینالی خانقاه، ح.۱۳۸۲. تأثیر تراکم بوته بر صفات زراعی، میزان کلروفیل و درصد انتقال مجدد ساقه در ارقام نخود سفید .مجله علوم کشاورزی ایران .۳۴ (۴): ۱۰۱۱- ۱۰۱۹.

Abuzar, M. R., Sadozai, G. U., Baloch, A. A., Shah, I. H., Javaid, T. and Hussain, N. 2011. Effect of plant population densities on yield of maize. Journal of Animal and Plant Sciences 21 (4): 692-695.

Andrade, F. H., Calvino, P., Cirilo, A. and Barbieri, P. 2002. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. Agronomy Journal 94: 975-980.

Arduini, I. Masoni, A. Ercoli, L. and Mariotti, M. 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. European Journal of Agronomy 25: 3098-318.

Balem, Z., Modolo, A. J., Trezzi, M. M., Vargas, T. O., Baesso, M. B., Brandelero, E. M. and Trogello, E. 2014. Conventional and twin-row spacing in different population densities for maize (*Zea mays* L.). African Journal of Agriculture Research 23: 1787-1792.

Bonnett, G. D. and Incoll, L. D. 1992. The potential per-anthesis and post-anthesis contribution of stem internodes to grain yield in crops of winter barley. Annals of Botany 69: 219-225.

Cox, W. J., Hanchar, J. J., Knoblauch, W. A. and Cherney, J. H. 2006. Growth, yield, quality and economics of corn silage under different row spacings. Agronomy Journal 98: 163-167.

Dehdashti, S. M. and Riahinia, S. 2008. Effect of plant density on some growth indexes, radiation interception and grain yield in maize (*Zea mays* L.). Journal of Biological Sciences 8(5): 908-913.

Dawadi, R. and Sah, S. K. 2012. Growth and yield of hybrid maize (*Zea mays* L.) in relation to planting density and nitrogen levels during winter season in Nepal. Journal of Tropical Agricultural Research 23 (3): 218-227.

Falihzade, F. Mojadam, M. and Lack, Sh. 2013. The effect of source-sink restriction and plant density changes on the role of assimilate remobilization in corn grain yield. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 5 (20): 2459-2465.

Farnham, D. E. 2001. Row spacing, plant density, and hybrid effects on corn grain yield and moisture. Agronomy Journal 93: 1049-1053.

Farnia, M. and Mansouri, M. 2014. Effect of Plant density to Yield and Yield components of Maize (*Zea mays* L.) Cultivars. Journal of Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences 3: 123-127.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.4.1]

Gozubenli, H. 2010. Influence of planting patterns and plant density on the performance of maize hybrids in the eastern Mediterranean conditions. Journal of Agriculture and Biology 12: 556-560.

Hashemi, A. M., Herbert S. J. and Putnam, D. H. 2005. Yield response of corn to crowding stress. Agronomy Journal 97: 839-846.

Karbasiun, A. and Soleymani, A. 2014. Effect of planting density and row spacing on light extinction coefficient, light interception and grain yield of corn (single cross704) in Esfahan. Research Journal of Fisheries and Hydrobiology 10 (9): 146-152.

Kumar, J., Kumar, D. and Nandan, R. 2005. Effects of dates of sowing and seed rates on yield of lentil varieties. Journal of Farming Systems Research and Development 11: 249-252.

Ijaz1, M. M., Raza, A. S., Ali, S., Ghazi, K., Yasir, T. A., Saqib, M. and Naeem, M. 2015. Differential planting density influences growth and yield of hybrid maize (Zea mays L.). Journal of Agriculture and Environmental Sciences 2: 1-4.

Imran, S., Arif, M., Khan, A., Khan, M. A., Shah, W, and Latif, A. 2015. Effect of nitrogen levels and plant population on yield and yield components of maize. Advances in Crop Science and Technology 3(2): 1-7.

Jose, A., Junior, E. M., Storck, L., Vargas, T. O., Dallacort, R., Basquite, M. and Brandelevo, E. M. 2015. Development and yield of maize (*Zea mays*) under plant density using single and twin-row spacing. African Journal of Agriculture Research 10 (11): 1344-1350.

Min, Z. Yunxia, G. fenghai, L. Zhibin, W. Hongwei, W and Zhensheng, S. 2011. Accumulation and translocation of dry matter and nitrogen in different purple corn hybrids (*Zea mays* L.). African Journal of Agricultural Research 6(12): 2820-2827.

Moosavi, S.G., Seghatoleslami, M. J. and Moazeni, A. 2012. Effect of planting date and plant density on morphological traits, LAI and forage corn (Sc. 370) yield in second cultivation. Journal of Basic and Applied Scientific Research 3 (1): 57-63.

Oliveira, A. C. S. Coelho, F. C. Vieira, H. D. Crevelari, J. A. and Rubim, R. F. 2014. Growth, nutrient content and SPAD value of corn in monoculture and in intercropping. American Journal of Plant Sciences 5: 2726-2733.

Pedersen, P. and Lauer, J. G. 2003. Corn and soybean responses to rotation sequence, row spacing, and tillage system. Agronomy Journal 95: 965-971.

Purcell, L. C., Ball, R. A., Reaper, J. D. and Vories, E. D. 2002. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. Crop Science 42: 172-177.

Rahmati, H. 2012. Effect of plant density and nitrogen rates on morphological characteristics grain Maize. Journal of Basic and Applied Scientific Research 2 (5): 4680-4683.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.4.1]

Raja, V. 2001. Effect of nitrogen and plant population on yield and quality of super sweet corn (Zea mays L.). Indian Journal of Agronomy 46: 246-249.

Robertson, A. Gitelson, A. Peng, Y. Vina, A. Arkebauer, T. and Rundquist, D. 2012. Green leaf area index estimation in maize and soybean: combining vegetation indices to achieve maximal sensitivity. Agronomy Journal 105:1336- 1347.

Robles, M., Ciampitti, I. and Vyn, I. J. 2012. Responses of maize hybrids to twin-row spatial arrangement at multiple plant densities. Agronomy Journal 104: 1747-1756.

Sarjamei, F., Khorasani, S. and Nezhad, N. 2014. Effect of planting methods and plant density, on morphological, phenological, yield and yield component of baby corn. Journal of Advance in Agriculture and Biology 2 (1): 20-25.

Shapiro, C. A. and Wortman, C. S. 2006. Corn response to nitrogen rate, row spacing and plant density in eastern Neberaska. Agronomy Journal 98: 529-535.

Stewart, D. W., Costa, C., Dwyer, L. M., Smith, D. L., Hamilton, R. I. and Ma, B. L. 2003. Canopy structure, light interception, and photosynthesis in maize. Agronomy Journal 95: 146-150.

Tahmasbi, A. and Mohasel, M. H. 2009. The effect of density and planting pattern on yield and yield components of two corn hybrids (KSC700 and KSC704) in Kurdistan. Agricultural Research Journal 7(1): 105-113.

Tewodros Ayalew, T., Abebe, B. and Yoseph, T. 2017. Response of Wheat (Tritium aestivum L.) to Variable Seed Rates: The Case of Hawassa Area, Southern Ethiopia. African Journal of Agricultural Research 12(14): 1177-1181.

Turgut, I., Duman, A., Bilgili, U. and Acikgoz, E. 2005. Alternate row spacing and plant density effects on forage and dry matter yield of corn hybrids (*Zea mays* L.). Journal of Agronomy Crop Science 191(2):146-151.

Uhart, S. A. and Andrade, F. H. 1995. Nitrogen defoliation in maize. I: Effects on crop growth, development, dry matter patitioning, and kernel set. Crop Science 35: 1376-1383.

Vaishya, R. D. and Qazi, M. F. 1992. Chlorophyll content in chickpea as influenced by seed rate and weed management practices. Intern. Chickpea Newsletters 26: 26-27.

Valadabadi, S. A. and Farahani, H. A. 2010. Effects of planting density and pattern on physiological growth indices in maize (*Zea mays* L.) under nitrogenous

fertilizer application. Journal of Agricultural Extension and Rural Development 2(3): 40-47.

Widdicombe, W. D. and Thelen, K. D. 2002. Row width and plant density effects on corn grain production in the northern Corn Belt. Agronomy Journal 94 (5): 1020-1023.

Xiaoyu, Z., Yingchun, H. A. N., Yabing, L. I., Guoping, W., Wenli, D. U., Xiaoxin, L. I., Shuchun, M.A.O. and Lu, F. 2016. Effects of plant density on cotton yield components and quality. Journal of Integrative Agriculture 15(7): 1469–1479.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.4.1]

wYilmaz, S., Erayman, M., Gozubenli, H. and Can, E. 2008. Twin or narrow – row Planting Patterns versus conventional planting in forage maize production in the Eastern Mediterranean. Journal of Cereal Research communications 36: 189-199.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1396.9.34.4.1]