تأثیر فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین در شرایط آب و هوایی اصفهان

ناهید خدائیان و مرتضی زاهدی[۱*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۴/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۵/۲۵)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین رقم KSC403 آزمایشی در سال ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. دو فاصله ردیف (۶۰ و ۷۵ سانتی‌متر) به‌عنوان فاکتور اصلی و چهار تراکم بوته (۵۰، ۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ هزار بوته در هکتار) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که با کاهش فاصله ردیف کاشت از ۷۵ به ۶۰ سانتی‌متر، شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، وزن تر ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه تر به‌طور معنی‌دار افزایش یافت؛ ولی ارتفاع گیاهان کاهش یافت. اثر فاصله ردیف کاشت بر تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال معنی‌دار نبود. با افزایش تراکم بوته ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی در مترمربع افزایش یافت. تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، وزن تر ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه تر در تراکم‌های ۹۰ و ۱۱۰ نسبت به تراکم‌های ۵۰ و ۷۰ هزار بوته در هکتار به‌طور معنی‌داری کمتر بود. برهمکنش فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته بر شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، تعداد دانه در بلال، وزن تر ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه تر از نظر آماری معنی‌دار بود. در کلیه تراکم‌های کاشت، میزان عملکرد دانه تر در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر نسبت به ۷۵ سانتی‌متر بیشتر بود. اما تفاوت بین دو فاصله ردیف در تراکم‌های ۵۰ و ۱۱۰ هزار بوته در هکتار معنی‌دار نبود. بیشترین عملکرد دانه تر (۳۳۹۴۰ کیلوگرم در هکتار) در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار و کمترین آن (۲۰۷۵۰ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۱۱۰ هزار و فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر به‌دست آمد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، برای حصول حداکثر عملکرد تر دانه ذرت شیرین در شرایط آب و هوایی اصفهان، فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ذرت شیرین، فاصله ردیف کاشت، تراکم بوته، عملکرد دانه

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mzahedi@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.11.2]

مقدمه

عملکرد دانه متأثر از رقابت درون گیاهی برای تسهیم مواد فتوسنتزی و برون گیاهی برای استفاده از عوامل محیطی رشد است. الگوی کاشت بوته‌ها در مزرعه بر میزان بهره‌وری از عوامل مؤثر بر رشد و رقابت درون و برون بوته‌ای تأثیر گذاشته و تعیین‌کننده عملکرد می‌باشد. برای به حداقل رساندن این رقابت‌ها و حصول عملکرد مطلوب، انتخاب حد مناسب تراکم گیاهی و نحوه توزیع بوته‌ها در واحد سطح از طریق تنظیم الگوی کاشت از اهمیت زیادی برخوردار است (۱۸). به علاوه، فاصله بین ردیف‌های کاشت و فاصله بوته‌ها در روی ردیف کاشت، تعیین‌کننده فضای رشد قابل استفاده هر بوته و در نتیجه عملکرد قابل حصول می‌باشد (۳۳). در آزمایش‌های متعددی، کاهش فاصله ردیف‌های کاشت ذرت نسبت به فاصله کاشت رایج (۷۵ سانتی‌متر) موجب افزایش عملکرد آن شده است (۱۱، ۱۳، ۲۳ و ۲۶). به‌طور کلی، فاصله کمتر ردیف کاشت و به تبع آن فاصله بیشتر بین بذرها در روی ردیف سبب توزیع یکنواخت‌تر بوته در واحد سطح می‌شود. در چنین شرایطی، سایه انداز گیاهی سریع‌تر بسته شده، گیاه زودتر به شاخص سطح برگ مطلوب رسیده و از فصل رشد استفاده بیشتری می‌کند. هم‌چنین کاهش رقابت بین بوته‌ها برای آب، مواد غذایی و نور به‌دلیل توزیع بهتر بوته می‌تواند سبب افزایش تولید گیاه گردد (۱۸ و ۲۳). در آزمایش فتحی (۱۱) ضریب استهلاک نوری برای ذرت شیرین با کاهش فواصل ردیف کاهش یافت. هم‌چنین مطالعات نشان می‌دهد که افزایش سرعت رشد رویشی اولیه و بسته شدن سریع‌تر سایه‌انداز گیاهی به‌دلیل کاهش تبخیر از سطح خاک و کاهش مقدار کل تبخیر و تعرق، افزایش عملکرد را در پی دارد (۱۷ و ۳۳).

با این حال، در برخی آزمایش‌ها کاهش فاصله ردیف‌های کاشت در ذرت افزایش عملکرد را به همراه نداشته است (۱۵، ۱۹ و ۳۴). یا حتی انتخاب فواصل ردیف باریک‌تر منجر به کاهش عملکرد نسبت به فاصله کاشت رایج شده است (۱۰ و ۲۸). برای مثال، در آزمایش صالحی (۲۸)، میزان عملکرد دانه ذرت در فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر نسبت به فواصل ردیف ۶۰ و ۴۵ سانتی‌متر بیشتر بود. با توجه به حصول نتایج متفاوت در آزمایش‌های مختلف، به نظر می‌رسد که میزان تأثیر تغییر فواصل ردیف بر عملکرد ذرت به میزان فراهمی عوامل محیطی محدودکننده رشد از جمله میزان رطوبت و مواد غذایی قابل دسترس گیاه و هم‌چنین به ژنوتیپ مورد استفاده و طول فصل رشد بستگی دارد (۲، ۱۳ و ۱۹). لذا ضرورت دارد واکنش گیاه به تغییر الگوی کاشت با توجه به شرایط خاص هر منطقه مورد بررسی قرار گیرد.

حد متعادل تراکم بوته به مقدار فراوانی عامل محدودکننده رشد بستگی دارد. رقابت برای نور را مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد، تحت شرایطی از تراکم زیاد و عدم محدودیت رطوبت خاک شناخته‌اند (۱۶). تراکم بوته در واحد سطح بر میزان جذب نور توسط پوشش گیاهی تأثیر گذاشته و چنانچه پوشش مزرعه بتواند حداکثر نور ورودی را جذب نماید عملکرد افزایش خواهد یافت (۱۱). با افزایش تراکم، رقابت بین بوته‌ای تشدید شده و لذا سطح برگ و وزن خشک تک بوته کاهش می‌یابد. ولی به‌دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح، با توسعه سطح برگ ممکن است میزان جذب نور و تولید مواد فتوسنتزی بیشتر شده و به تبع آن وزن خشک گیاه در واحد سطح افزایش یابد (۳). به‌طور معمول، با افزایش تراکم، به‌دلیل افزایش وزن خشک گیاه در واحد سطح، عملکرد دانه تا حد معینی افزایش می‌یابد و پس از آن در محدوده‌ای از تراکم عملکرد ثابت می‌ماند و با افزایش بیشتر تراکم، به‌علت افزایش رقابت بین گیاهان، عملکرد کاهش می‌یابد. حد مطلوب تراکم بوته به الگوی کاشت، نحوه توزیع گیاهان در مزرعه و نوع واریته بستگی دارد (۸ و ۱۱).

ذرت شیرین در اثر جهش ژنتیکی از ذرت معمولی حاصل شده است. این تغییرات ژنتیکی باعث کاهش سنتز نشاسته و افزایش تجمع قندها در آندوسپرم دانه شده است. دانه‌های این گیاه قبل از رسیدن کامل دارای مقادیر نسبتاً زیادی قند است که به‌صورت بلال و یا برای تهیه کنسرو مورد استفاده قرار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.11.2]

می‌گیرند (۹، ۲۰ و ۲۱). در سال‌های اخیر، آزمایش‌هایی در رابطه با تعیین الگو و تراکم کاشت مناسب این گیاه در مناطق خوزستان (۳، ۱۱ و ۱۲)، گرگان (۲۰)، ورامین (۳۰) و مازندران (۳۱) انجام گرفته است. با عنایت به تأثیر شرایط اقلیمی هر منطقه بر انتخاب الگوی مناسب کاشت، این تحقیق به منظور بررسی اثر فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین، رقم KSC403، در شرایط آب و هوایی اصفهان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی اثر فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین رقم KSC403 در سال ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان به اجرا در آمد. بافت خاک مزرعه لوم رسی و وزن مخصوص ظاهری آن ۱/۳۴ گرم بر سانتی‌مترمکعب می‌باشد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی شامل دو فاصله ردیف کاشت (۶۰ و ۷۵ سانتی‌متر به‌صورت جوی و پشته) و کرت‌های فرعی شامل چهار تراکم کاشت (۵۰، ۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ هزار بوته در هکتار) بود. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت به طول ۱۰ متر بود. زمین محل آزمایش در سال قبل به‌صورت آیش بود. خاک مزرعه در زمان کاشت حاوی ۰/۰۵٪ نیتروژن کل و به‌ترتیب ۳۵ و ۲۱۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر و پتاسیم بود. عملیات کاشت در تاریخ ۹ تیرماه انجام گرفت. عمق کاشت بذرها ۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای کنترل علف‌های هرز از مخلوط علف‌کش آترازین به میزان ۱/۸ کیلوگرم در هکتار و علف‌کش لاسو به مقدار ۶ لیتر در هکتار پس از کاشت و همراه با آبیاری اول استفاده شد. به‌دلیل وجود زنجره‌های ناقل بیماری ویروس موزائیک کوتولگی، گیاهان با استفاده از سم دیازینون مایع ۶۰٪ به میزان ۳ لیتر در هکتار در مرحله ۳-۴ برگی سم‌پاشی گردیدند. میزان ۷۵ کیلوگرم نیتروژن به فرم کود اوره به‌صورت سرک در مرحله ۴-۵ برگی مصرف شد. به‌دلیل کافی بودن موجودی فسفر و پتاسیم خاک، از کودهای فسفره و پتاس استفاده نشد. نمونه‌برداری از گیاهان در دو مرحله ظهور گل نر و زمان برداشت (شیری شدن دانه) انجام شد. در هر یک از این مراحل، پنج بوته متوالی از هر خط میانی کاشت، جمعاً ۱۰ بوته از هر کرت، با رعایت حاشیه برداشت و اندازه‌گیری‌های مورد نظر روی نمونه‌ها انجام شد. در مرحله ظهور گل نر، صفات شاخص سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی و در مرحله شیری شدن دانه‌ها ارتفاع بوته، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، وزن تر ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه تر اندازه‌گیری شدند. سطح برگ با استفاده از دستگاه مساحت‌سنج کامپیوتری اندازه‌گیری و شاخص سطح برگ محاسبه شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک گیاه، ابتدا نمونه‌ها در آون تهویه‌دار، در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۴۸ ساعت نگهداری و سپس وزن خشک آنها با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد نهایی، بلال‌های گیاهان واقع در سطحی معادل ۲ مترمربع با حذف ردیف‌های حاشیه برداشت گردیدند. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها، از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

اثر فاصله ردیف و تراکم بوته بر ارتفاع گیاه به‌ترتیب در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار شد؛ ولی برهمکنش آنها معنی‌دار نشد (جدول ۱). ارتفاع گیاه با افزایش فاصله ردیف و تراکم بوته افزایش یافت. میزان این افزایش در فاصله ردیف ۷۵ نسبت به فاصله ۶۰ سانتی‌متر ۴٪ و برای تراکم‌های ۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ نسبت به تراکم ۵۰ هزار بوته در هکتار به‌ترتیب ۳/۸، ۷/۷ و ۹/۴ درصد بود. با افزایش فاصله ردیف‌ها، به‌دلیل کاهش فواصل بین بوته‌ها در روی هر ردیف، فضای قابل دسترس گیاه کاهش یافته و رقابت بین بوته‌ها افزایش می‌یابد. هم‌چنین، با

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.11.2]

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثرهای عوامل آزمایشی بر ارتفاع (سانتی‌متر)، شاخص سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی (گرم)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		ارتفاع گیاه	شاخص سطح برگ	وزن خشک اندام هوایی	
				در بوته	در مترمربع
بلوک	۲	۱/۸۳	۰/۰۰۶۶	۷۳/۶۱	۴۴۱۵/۱
فاصله ردیف	۱	۲۸۸/۷۷*	۰/۹۹**	۶۵۸۵/۲۵**	۵۰۱۶۷۲/۳**
خطای الف	۲	۱۴/۱۷	۰/۰۱	۵/۹	۵۱۲/۶
تراکم بوته	۳	۳۸۷/۸۳**	۲/۷**	۱۰۹۳۵/۶۸**	۱۵۱۰۸۶/۳**
فاصله ×تراکم	۳	۱۹/۱۶	۰/۴۲**	۲۸۴/۱۴**	۵۵۰۸۷**
خطای ب	۱۲	۶/۹۱	۰/۰۰۷۳	۴/۹۱	۳۲۶/۹
فاصله ردیف		مقایسه میانگین‌ها			
۶۰ سانتی‌متر		۱۸۰ b	۵/۳۰a	۱۹۹a	۱۵۲۱a
۷۵ سانتی‌متر		۱۸۷ a	۴/۹۰ b	۱۶۶b	۱۲۳۲ b
تراکم بوته					
۵۰۰۰۰		۱۷۴ d	۴/۱۳d	۲۲۸a	۱۱۳۹c
۷۰۰۰۰		۱۸۱ c	۵/۲۰c	۲۰۷b	۱۴۴۶b
۹۰۰۰۰		۱۸۸ b	۵/۴۴b	۱۶۱c	۱۴۴۸b
۱۱۰۰۰۰		۱۹۲ a	۵/۶۴a	۱۳۴d	۱۴۷۳a

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪

در هر ستون و برای هر صفت، تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشد.

افزایش تراکم بوته، میزان نوری که به کف سایه‌انداز می‌رسد کمتر شده و تخریب نوری اکسین صورت نمی‌گیرد. از طرف دیگر، با افزایش تراکم، کیفیت نور دریافتی نیز تغییر می‌کند. به‌طوری که نور قرمز توسط برگ‌های بالایی جذب و میزان نور مادون قرمز در پایین سایه‌انداز افزایش می‌یابد، که مجموعه این عوامل می‌تواند باعث افزایش طول میانگره‌ها و ارتفاع بوته‌ها گردد (۳۲). افزایش ارتفاع بوته در اثر افزایش تراکم بوته توسط روی و بیسواس (۲۷) نیز گزارش شده است.

شاخص سطح برگ

اثر فاصله ردیف و تراکم بوته بر شاخص سطح برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). شاخص سطح برگ با کاهش فاصله ردیف و با افزایش تراکم بوته افزایش یافت. میزان این افزایش در فاصله ردیف ۶۰ نسبت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر ۸/۲ درصد و برای تراکم های ۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ نسبت به تراکم ۵۰ هزار بوته در هکتار به‌ترتیب ۲۰/۶، ۲۴/۱ و ۲۶/۸ درصد بود. هانتر و همکاران (۵) نیز با بررسی دو فاصله ردیف ۴۶ و ۹۱ سانتی‌متر در ذرت گزارش کردند که شاخص سطح برگ در فواصل ردیف باریک‌تر بیشتر بود. بولاک و همکاران (۵) و فتحی (۱۱) نیز شاخص سطح برگ بیشتری را برای فواصل ردیف کمتر گزارش کردند. با کاهش فاصله ردیف کاشت، آرایش کاشت به آرایش مربعی نزدیک‌تر می‌شود که این

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.11.2]

امر باعث کاهش رقابت درون و برون بوته‌ای و بهره‌وری بهتر از عوامل محیطی مثل نور، آب و مواد غذایی می‌گردد (۱۸ و ۲۳). 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 بیشتری را در تراکم‌های بیشتر موجب شده است. فتحی (۱۱) با بررسی چهار سطح تراکم ۶۵، ۷۵، ۸۵ و ۹۵ هزار بوته در هکتار، بیشترین سطح برگ ذرت شیرین را در تراکم ۹۵ هزار بوته در هکتار به‌دست آورد. نتایج مشابهی توسط کاکس و همکاران (۶) نیز به‌دست آمد.

برهمکنش فاصله ردیف و تراکم بوته بر شاخص سطح برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید (جدول ۱). در تراکم‌های بیشتر (۹۰ و ۱۱۰ هزار بوته در هکتار) شاخص سطح برگ در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر نسبت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر به‌ترتیب ۱۲ و ۲۰ درصد بیشتر بود. در حالی‌که در تراکم‌های کمتر (۵۰ و ۷۰ هزار بوته در هکتار) اختلاف بین دو فاصله ردیف از این نظر معنی‌دار نبود (جدول ۳). بیشترین مقدار برای شاخص سطح برگ در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و تراکم ۱۱۰ هزار و کمترین آن در هر دو فاصله ردیف در تراکم ۵۰ هزار بوته در هکتار به‌دست آمد. با عنایت به نتایج به‌دست آمده، در شرایط این آزمایش، فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر از نظر تولید سطح برگ فقط در تراکم‌های بیشتر نسبت به فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر مزیت بیشتری داشت.

وزن خشک اندام هوایی

اثر فاصله ردیف و تراکم بوته بر وزن خشک گیاه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). وزن خشک اندام هوایی در بوته و در مترمربع در فاصله ردیف ۶۰ نسبت به فاصله ۷۰ سانتی‌متر به‌ترتیب حدود ۲۰ و ۲۴ درصد بیشتر بود. در این آزمایش، توزیع یکنواخت‌تر بوته‌ها در ردیف‌های باریک‌تر و نزدیک‌تر شدن الگوی کاشت به الگوی مربعی باعث ایجاد وضعیت مطلوب‌تر برای رشد گیاهان و افزایش سطح برگ و به تبع آن افزایش تولید مواد فتوسنتزی و تجمع ماده خشک در گیاهان شده است. در مطالعه بولاک و همکاران (۵) نیز تولید ماده خشک در ذرت در الگوی کاشت مربعی بیشتر از الگوی کاشت مستطیلی بود. وزن خشک اندام هوایی در بوته در تراکم‌های ۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ نسبت به ۵۰ هزار بوته در هکتار به‌ترتیب حدود ۹، ۲۹ و ۴۱ درصد کاهش ولی وزن خشک اندام هوایی در واحد سطح به‌ترتیب ۲۷، ۲۷ و ۲۹ درصد افزایش یافت (جدول ۱). در تراکم‌های بیشتر، سایه‌اندازی بیشتر و تولید مواد فتوسنتزی کمتر سبب کاهش وزن خشک تک بوته‌ها می‌شود. در آزمایش بذرافشان و همکاران (۳) نیز با افزایش تراکم، وزن تک بوته ذرت شیرین کاهش ولی میزان ماده خشک تولیدی در واحد سطح افزایش یافت.

برهمکنش فاصله ردیف و تراکم بوته بر وزن خشک اندام هوایی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). در کلیه تراکم‌ها، وزن خشک اندام هوایی در بوته و در مترمربع در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر نسبت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر بیشتر بود. ولیکن اختلاف بین دو فاصله ردیف در تراکم‌های مختلف مشابه نبود (جدول ۳). بیشترین وزن خشک تک بوته در فاصله ردیف ۶۰ و تراکم ۵۰ هزار و کمترین آن در فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر و تراکم ۱۱۰ هزار بوته در هکتار به‌دست آمد. در حالی‌که وزن خشک اندام هوایی در واحد سطح در فاصله ردیف ۶۰ و تراکم ۱۱۰ بیشترین و در فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر و تراکم ۵۰ هزار بوته در هکتار کمترین بود. گرچه با کاهش تراکم بوته با اختصاص فضای بیشتر به تک بوته‌ها رشد آنها بهبود می‌یابد. ولیکن در تراکم‌های بالاتر تعداد بوته بیشتر در واحد سطح می‌تواند کاهش وزن تک بوته‌ها را جبران کند. از طرف دیگر، به نظر می‌رسد که در این آزمایش فاصله کمتر ردیف کاشت و به تبع آن فاصله بیشتر بذرها روی ردیف سبب توزیع یکنواخت‌تر و کاهش رقابت بین بوته‌ها شده و در نتیجه مجموع این شرایط موجب حصول بیشترین تولید ماده خشک گیاه در بالاترین تراکم اعمال شده در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر شده است.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.11.2]

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثرهای عوامل آزمایشی بر تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، وزن تر ۱۰۰ دانه (گرم) و عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد دانه
بلوک	۲	۰/۲	۱/۱	۲۱۶/۷	۱/۱۲	۱/۰۱
فاصله ردیف	۱	۲۳/۲۶	۴/۵	۶۸۳/۷۳	۱۸/۳۷**	۸۸/۰۵*
خطای الف	۲	۱/۵۲	۰/۹	۵۸/۲۸	۰/۰۹۱	۱/۰۲
تراکم بوته	۳	۶/۷۲**	۳۱/۲۱**	۵۰۶۹/۸**	۴۳/۵۹**	۹۴/۷**
فاصله ×تراکم	۳	۰/۵	۱/۲۷	۸۶۱/۲**	۶/۴۴**	۱۶/۸۴**
خطای ب	۱۲	۰/۴۶	۰/۷۹	۱۴۲/۸۱	۰/۸۱	۰/۷۷
فاصله ردیف		مقایسه میانگین‌ها				
۶۰ سانتی‌متر		۱۸/۴^{a}	۳۸/۶^{a}	۵۵۴^{a}	۲۷/۱^{a}	۲۸۰۶۹^{a}
۷۵ سانتی‌متر		۱۶/۴^{a}	۳۹/۵^{a}	۵۴۴^{a}	۲۵/۴^{b}	۲۴۲۳۸^{b}
تراکم بوته						
۵۰۰۰۰		۱۸/۵ ^{a}	۴۱/۰ ^{a}	۵۷۵ ^{a}	۲۹/۹ ^{a}	۲۹۰۳۶ ^{a}
۷۰۰۰۰		۱۸/۳^{a}	۴۰/۷ ^{a}	۵۶۸ ^{a}	۲۶/۵ ^{b}	۲۹۷۴۸ ^{a}
۹۰۰۰۰		۱۶/۹^{b}	۳۸/۳ ^{b}	۵۴۳ ^{b}	۲۵/۱ ^{c}	۲۴۵۱۸ ^{b}
۱۱۰۰۰۰		۱۶/۲^{b}	۳۶/۲^{c}	۵۱۱ ^{c}	۲۳/۶ ^{d}	۲۱۳۱۱ ^{c}

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و غیرمعنی‌دار

در هر ستون و برای هر صفت، تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشد.

اجزای عملکرد

تأثیر فاصله ردیف بر تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در هر ردیف از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج مشابهی توسط فتحی (۱۱) و صالحی (۲۸) گزارش شده است. گرچه اثر ساده فاصله ردیف بر تعداد دانه در بلال از نظر آماری معنی‌دار نبود، با این حال، برهمکنش فاصله ردیف و تراکم بوته بر تعداد دانه در بلال در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). در مطالعه سنگوئی و همکاران (۲۹) تعداد دانه در بلال در فاصله ردیف ۵۰ نسبت به فاصله ۱۰۰ سانتی‌متر بیشتر بود. در آزمایش بولاک و همکاران (۵) نیز تعداد دانه در بلال در الگوی کاشت مربعی نسبت به الگوی کاشت مستطیلی بیشتر بود.

اثر تراکم بر تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد؛ ولی اثر متقابل آنها معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقادیر این صفات در تراکم‌های ۵۰ و ۷۰ هزار بوته در هکتار بیشترین بود. ولی با افزایش بیشتر تراکم، کاهش یافت. مقدار این کاهش در تراکم‌های ۹۰ و ۱۱۰ نسبت به ۵۰ هزار بوته در هکتار برای تعداد ردیف دانه در بلال به‌ترتیب ۷/۶ و ۱۱/۸ و برای تعداد دانه در هر ردیف ۶/۶ و ۱۱/۷ درصد بود. نتایج مشابهی توسط محققین دیگر (۳، ۲۸ و ۳۲) گزارش شده است.

اثر تراکم بوته بر تعداد دانه در بلال در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). تعداد دانه در بلال در تراکم‌های ۹۰ و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.11.2]

جدول ۳. اثر متقابل فاصله ردیف و تراکم بوته بر شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی (گرم)، تعداد دانه در بلال، وزن تر ۱۰۰ دانه (گرم) و عملکرد تر دانه (کیلوگرم در هکتار)

فاصله ردیف (سانتی‌متر)	تراکم بوته			
	۵۰۰۰۰	۷۰۰۰۰	۹۰۰۰۰	۱۱۰۰۰۰
	شاخص سطح برگ			
۶۰	۴/۱ ۰^{d}	۵/۲۱ ^{c}	۵/۷۶ ^{b}	۶/۱۶ ^{a}
۷۵	۴/۱۶ ^{d}	۵/۲ ۰^{c}	۵/۱۱ ^{c}	۵/۱۲ ^{c}
	وزن خشک اندام هوایی (تک بوته)			
۶۰	۲۳۸ ^{a}	۲۱۷^{b}	۱۸۳ ^{d}	۱۵۷ ^{e}
۷۵	۲۱۸ ^{b}	۱۹۶ ^{c}	۱۳۹ ^{f}	۱۱۱ ^{g}
	وزن خشک اندام هوایی (در مترمربع)			
۶۰	۱۱۹۲ ^{f}	۱۵۲۱ ^{c}	۱۶۵۰ ^{b}	۱۷۲۲ ^{a}
۷۵	۱۰۸۷ ^{g}	۱۳۷۱ ^{d}	۱۲۴۷ ^{e}	۱۲۲۳ ^{ef}
	تعداد دانه در بلال			
۶۰	۵۶۵ ^{ab}	۵۷۰ ^{ab}	۵۵۲ ^{b}	۵۲۹ ^{c}
۷۵	۵۸۵ ^{a}	۵۶۵ ^{ab}	۵۳۲ ^{c}	۴۹۲ ^{d}
	وزن ۱۰۰ دانه			
۶۰	۳۱/۸ ^{a}	۲۷/۷ ^{b}	۲۵/۸ ^{c}	۲۳/۱ ^{e}
۷۵	۲۸ /۰^{b}	۲۵/۰ ^{cd}	۲۴/۴ ^{cde}	۲۴/۱ ^{de}
	عملکرد تر دانه			
۶۰	۲۹۷۹۰ ^{b}	۳۳۹۴۰ ^{a}	۲۶۶۷۰ ^{c}	۲۱۸۷۰ ^{de}
۷۵	۲۸۲۸۰ ^{b}	۲۵۵۵۰ ^{c}	۲۲۳۶۰ ^{d}	۲۰۷۵۰ ^{e}

برای هر صفت، تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشد.

۱۱۰ به‌طور معنی‌داری کمتر از تراکم‌های ۵۰ و ۷۰ هزار بوته در هکتار بود. کاهش تعداد دانه در بلال به‌دلیل کاهش مقادیر هر دو صفت تعداد ردیف و تعداد دانه در ردیف بود؛ گرچه با افزایش تراکم از ۹۰ به ۱۱۰ فقط تعداد دانه در ردیف کاهش یافت. در آزمایش فتحی (۱۱) نیز با افزایش تراکم از ۶۵ به ۹۵ هزار بوته در هکتار، تعداد دانه در بلال کاهش یافت.

برهمکنش فاصله ردیف و تراکم بر تعداد دانه در بلال در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). تعداد دانه در بلال در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر در تراکم‌های ۹۰ و ۱۱۰ هزار بوته در هکتار نسبت به فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر به‌ترتیب برابر ۳/۸ و ۷ درصد بیشتر بود (جدول ۳). در حالی‌که در تراکم‌های ۵۰ و ۷۰ هزار، تفاوت بین دو تیمار فاصله ردیف کاشت معنی‌دار نبود. این نتایج نشان می‌دهد که تحت شرایط این آزمایش، فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر از نظر تولید تعداد دانه بیشتر در بلال فقط در تراکم‌های زیاد، نسبت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر، مزیت داشت. بیشترین تعداد دانه در بلال در هر دو فاصله ردیف در تراکم‌های ۵۰ و ۷۰ هزار و کمترین آن در فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر و تراکم ۱۱۰ هزار بوته در هکتار به‌دست آمد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.11.2]

اثر فاصله ردیف و تراکم بوته بر وزن ۱۰۰ دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). وزن ۱۰۰ دانه در فاصله ردیف ۶۰ نسبت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر ۶/۵ درصد بیشتر بود. نتایج مشابهی توسط مطالعه سنگوئی و همکاران (۲۹) و بولاک و همکاران (۵) به‌دست آمد. به نظر می‌رسد کاهش رقابت و تولید سطح برگ بیشتر در فاصله ردیف کمتر موجب افزایش مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به هر دانه شده است. وزن تر ۱۰۰ دانه در تراکم‌های ۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ نسبت به تراکم ۵۰ هزار بوته در هکتار به‌ترتیب حدود ۱۲، ۱۶ و ۲۱ درصد کمتر بود (جدول ۲). کاهش وزن دانه‌ها در تراکم‌های بیشتر به‌دلیل کاهش توان فتوسنتزی گیاه در اثر سایه‌اندازی بر یکدیگر و جذب نور کمتر توسط تک بوته‌ها می‌باشد. نتایج مشابهی توسط دیگر محققین (۴، ۷ و ۱۱) گزارش شده است.

برهمکنش فاصله ردیف و تراکم بوته بر وزن دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). در تراکم ۵۰ و ۷۰ هزار بوته در هکتار، وزن دانه در فاصله ردیف ۶۰ نسبت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر به‌ترتیب ۱۲ و ۹/۸ درصد بیشتر بود (جدول ۳). ولیکن تفاوت بین دو فاصله ردیف در تراکم‌های ۹۰ و ۱۱۰ هزار معنی‌دار نبود. بیشترین وزن دانه در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و تراکم ۵۰ هزار و کمترین آن در هر دو فاصله ردیف در تراکم ۱۱۰ هزار بوته در هکتار به‌دست آمد.

عملکرد دانه

اثر فاصله ردیف بر عملکرد دانه تر در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). عملکرد دانه در فاصله ردیف ۶۰ نسبت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر ۱۳/۷ درصد بیشتر بود. در این آزمایش، با توجه به این‌که تعداد دانه در بلال به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار فاصله ردیف قرار نگرفت، به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد دانه در فواصل ردیف کمتر عمدتاً به شاخص سطح برگ بیشتر، افزایش مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به دانه‌ها و افزایش وزن دانه‌ها مربوط می‌شود. فتحی (۱۱) نیز علت حصول عملکرد بیشتر ذرت شیرین در فواصل ردیف کمتر را جذب بیشتر نور توسط پوشش گیاهی، شاخص سطح برگ بیشتر و افزایش وزن دانه‌ها گزارش نمود. ویدیکومب و تلن (۳۵) نیز عملکرد بیشتر فواصل ردیف ۵۶ و ۳۸ نسبت به فاصله ۷۶ سانتی‌متر را گزارش نمودند. نتایج مشابهی توسط پورتر و همکاران (۲۶) و نیلسن (۲۲) به‌دست آمد.

پازکیویز (۲۴) براساس مطالعات جامع حاصل از آزمایش‌های متعددی گزارش کرد که در ایالت‌های شمالی آمریکا ذرت تولید شده با استفاده از فواصل ردیف کمتر از ۷۶ سانتی‌متر به‌طور میانگین ۸٪ افزایش عملکرد داشت. هم‌چنین کاکس و همکاران (۲۶) اظهار نمودند که در مناطق بالاتر از عرض ۴۴ درجه شمالی، ذرت کاشته شده در فواصل ردیف باریک‌تر نسبت به فواصل ردیف معمول، از نظر عملکرد برتری دارند. به‌طور کلی، احتمال بهره‌بری بهتر از مواد غذایی، نور و رطوبت توسط فواصل ردیف کمتر در طول دوره زمانی قبل از بسته شدن سایه‌انداز به حد بیشینه می‌رسد. این شرایط همزمان با دوره‌ای بحرانی از رشد است که تعیین‌کننده پتانسیل تولید دانه در گیاه می‌باشد. لذا افزایش بهره‌بری از نور در عرض‌های شمالی‌تر در خلال این مرحله بحرانی ممکن است علت حصول عملکرد بیشتر در فواصل ردیف کمتر در این مناطق باشد. چنانچه کمبود عوامل مؤثر در رشد در مراحل دیرتر فصل رشد یعنی در دوره بعد از بسته شدن سایه‌انداز حادث شود، احتمال حصول عملکرد بیشتر از فواصل ردیف کمتر کاهش می‌یابد.

آندراد و همکاران (۱) گزارش کردند که تحت شرایط بهینه برای رشد در حالتی‌که جذب نور توسط پوشش گیاهی با فواصل ردیف عریض‌تر مطلوب است، احتمال حصول عملکرد بیشتر در فواصل ردیف کمتر به حداقل می‌رسد. از طرف دیگر، تلن (۳۳) اشاره می‌نماید که در یک خاک با بافت درشت، با ظرفیت نگهداری کم آب در اوائل فصل رشد، پوشش گیاهی تولید می‌شود که دارای جذب نور نسبتاً کمی باشد. بنابراین، امکان حصول عملکرد بیشتر در فواصل ردیف کمتر در یک خاک حاصلخیز نسبت به یک خاک با حاصلخیزی کمتر بیشتر است. با توجه به نتایج به‌دست آمده در آزمایش‌های مختلف به

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.11.2]

نظر می‌رسد که احتمال برداشت عملکرد بیشتر در فواصل ردیف کمتر نسبت به فواصل ردیف رایج ذرت در شرایط حضور عوامل محیطی محدود کننده عملکرد بیشتر است (۳۳). با این‌حال، چنانچه شدت کمبود رطوبت زیاد باشد حتی امکان حصول عملکرد کمتر از فواصل ردیف باریک‌تر وجود دارد.

اثر تراکم بوته بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار به‌دست آمد؛ گرچه تفاوت آن با تراکم ۵۰ هزار بوته در هکتار معنی‌دار نبود. عملکرد دانه در تراکم‌های ۹۰ و ۱۱۰ نسبت به تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار به‌ترتیب حدود ۱۸ و ۲۸ درصد کمتر بود. تمدن رستگار (۳۱) با بررسی سه سطح تراکم ۵۵، ۶۵ و ۷۵ هزار بوته در هکتار بیشترین عملکرد دانه برای ذرت شیرین رقم KSC404 را در ساری در تراکم ۶۵ هزار به‌دست آورد. در آزمایش مختارپور و همکاران (۲۰) با استفاده از تراکم‌های ۴۵ تا ۷۵ هزار بوته در هکتار، بیشترین عملکرد ذرت شیرین رقم KSC403 در گرگان از تراکم ۷۵ هزار بوته در هکتار به‌دست آمد. پونلیت و اگلی (۲۵) کاهش تلقیح، افزایش رقابت برای جذب نور و در نتیجه طولانی‌شدن فاصله گرده‌افشانی تا ظهور کاکل و کاهش دوره پر شدن مؤثر دانه را علت اصلی کاهش عملکرد دانه در اثر افزایش تراکم بوته در ژنوتیپ‌های مختلف ذرت اعلام داشتند.

اثر متقابل فاصله ردیف و تراکم بوته بر عملکرد دانه تر در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). در کلیه تراکم‌ها، میزان عملکرد در فاصله ردیف ۶۰ نسبت به ۷۵ سانتی‌متر بیشتر بود. ولی تفاوت بین دو فاصله ردیف در تراکم‌های ۵۰ و ۱۱۰ هزار بوته در هکتار معنی‌دار نبود (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه تر (۳۳۹۴۰ کیلوگرم در هکتار) در فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار و کمترین آن (۲۰۷۵۰ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۱۱۰ هزار و فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر به‌دست آمد. در آزمایش ویدیکمب و تلن (۳۵) در مقایسه فواصل ردیف ۵۶ و ۳۸ با فاصله ۷۶ سانتی‌متر و تراکم های ۵۶ تا ۹۰ هزار بوته در هکتار، اثر متقابل فاصله ردیف و تراکم بوته بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود. نتایج مشابهی توسط فرنهم (۱۰) به‌دست آمد. در آزمایش پورتر و همکاران (۲۶) نیز اثر متقابل فاصله ردیف و تراکم بوته در دو منطقه از سه منطقه مورد آزمایش معنی‌دار نبود. به‌عبارت دیگر، در این آزمایش‌ها، فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر در کلیه تراکم‌های مورد مطالعه از نظر تولید عملکرد دانه برتری داشته است.

نتیجه‌گیری

در این آزمایش، عملکرد دانه ذرت شیرین به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر فاصله ردیف و تراکم بوته و برهمکنش آنها قرار گرفت. گیاهان در فواصل ردیف باریک‌تر، از طریق تولید سطح برگ بیشتر و دانه‌های سنگین‌تر، عملکرد بیشتری تولید نمودند. گرچه با افزایش تراکم بوته، وزن خشک گیاه در واحد سطح افزایش یافت ولی عملکرد تر دانه در واحد سطح در تراکم‌های بیش از ۷۰ هزار بوته در هکتار در هر دو فاصله ردیف ۶۰ و ۷۵ سانتی‌متر کاهش یافت. بیشترین عملکرد تر دانه از رقم KSC403 ذرت شیرین در آرایش کاشت حاصل از تلفیق فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار به‌دست آمد.

منابع مورد استفاده

1. Andrade, F. H., P. Calvino, A. Cirilo and P. Barbieri. 2002. Yield response to narrow rows depends on increased radiation interception. *Agronomy Journal* 94: 975-980.
2. Barbieri, P. A., H. R. Sainz Rozas, F. H. Andrade and H. E. Echeverria. 2000. Row spacing effects at different levels of nitrogen availability in maize. *Agronomy Journal* 92: 283-288.
3. Bazrafshan, F., G. Fathi, S. A. Siadat, A. Ayenehband and K. Alami-Saeed. 2005. Effects of planting pattern and plant density on yield and yield components of sweet corn. *Iranian Journal of Crop Science* 28: 117-126. (In Farsi).
4. Borras, L., G. A. Maddonni and M. E. Otegui. 2003. Leaf senescence in maize hybrids: Plant population, row spacing and kernel set effects. *Field Crops Research* 82: 13-26.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.11.2]

5. Bullock, D. G., R. L. Nielsen and W. E. Nyquist. 1988. A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. *Crop Science* 28: 254-258.
6. Cox, W. J., D. R. Cherney and J. J. Hanchar. 1998. Row spacing, hybrid, and plant density effects on corn silage yield and quality. *Journal of Production Agriculture* 11: 128-134.
7. Dastfal, M., Y. Emam and M. T. Assad. 1999. Yield and yield adjustment of nonoprolific maize hybrids in response to plant population density. *Iranian Journal of Agricultural Research* 18: 139-152.
8. Duvick, D. N. and K. G. Cassman. 1999. Post-green revolution trends in yield potential of temperate maize in the North-Central United States. *Crop Science* 39: 1622-1630.
9. Farivar, A. 1999. Production and processing of sweet corn. *Zeitoon* 140: 38-42. (In Farsi).
10. Farnham, D. E. 2001. Row spacing, plant density, and hybrid effects on corn grain yield and moisture. *Agronomy Journal* 93: 1049-1053.
11. Fathi, G. 2006. Effects of planting pattern and population density on light extinction coefficient, light interception and grain yield of sweet corn (hybrid SC402). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 12: 131-143. (In Farsi).
12. Hashemi Dezfuli, A., K. Alami-Saeed, A. Siadat and M. R. Komeyli. 2001. Effects of planting date on yield potential of two sweet corn hybrids in Khuzestan climatological conditions. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 32: 681-689. (In Farsi).
13. Hodges, T. and D. W. Evans 1990. Light interception model for estimating the effects of row spacing on plant competition in maize. *Journal of Production Agriculture* 3: 190-195.
14. Hunter, R. B., L. W. Kannenberg and E. E. Gamble. 1970. Performance of five maize hybrids in varying plant populations and row widths. *Agronomy Journal* 62: 255-256.
15. Johnson, G. A., T. R. Hoverstad and R. E. Greenwald. 1998. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides and cultivation. *Agronomy Journal* 90: 40-46.
16. Joseph, K. D. S. M., M. M. Alley, D. E. Brann and W. D. Grawelle. 1985. Row spacing and seeding rate effects on yield and yield components of soft red winter wheat. *Agronomy Journal* 77: 211-214.
17. Karlen, D. L. and C. R. Camp. 1985. Row spacing, plant population and water management effects on maize in the Atlantic Coastal Plain. *Agronomy Journal* 77: 393-398.
18. Khajehpour, M. R. 2004. Principles and Fundamentals of Crop Production. Third edition, Isfahan University of Technology, Jahad-e-Daneshgahi Press, Isfahan. (In Farsi).
19. Lee, C. D. 2006. Reducing row widths to increase yield: Why it does not always work. Crop Management, doi:10.1094/CM-2006-0227-04-RV.
20. Mokhtarpour, H., S. A. Mosavat, M. T. Bazi and A. Saberi. 2006. Effects of sowing date and plant density on ear yield of sweet corn (*Zea mays* L.Var Saccharata) SC 403. *Iranian Journal of Crop Science* 8: 171-183. (In Farsi).
21. Neibauer, J. and E. Maynard. 2002. Sweet corn. Available online at: http://www.Produce quality and safety.com.
22. Nielsen, R. L. 1988. Influence of hybrids and plant density on grain yield and stalk breakage in maize grown in 15 inch row spacing. *Journal of Production Agriculture* 1: 190-195.
23. Olson, R. A. and D. J. Sander. 1988. Corn production. PP. 639-686. *In:* Sprague, G. F. and J. W. Dudley (Eds.), Corn and Corn Production, ASA CSSA & SSSA Press, Madison, WI.
24. Paszkiewicz, S. 1997. Narrow row width influence on corn yield. Proceeding of the 51st Annual Corn and Sorghum Research Conference, *American Seed* Trade Association, Washington DC.
25. Poneleit, C. G. and D. B. Egli. 1979. Kernel growth rate and duration in maize as affected by plant density and genotype. *Crop Science* 19: 385-388.
26. Porter, P. M., D. R. Hicks, W. E. Lueschen, J. H. Ford, D. D. Warnes and T. R. Hoverstad. 1997. Corn response to row width and plant density in the Northern Corn Belt. *Journal of Production Agriculture* 10: 293-300.
27. Roy, S. K. and P. K. Biswas. 1992. Effect of plant density and detopping following silking on cob growth, fodder and grain yield of maize (*Zea mays*). *Journal of Agricultural Science Cambridge* 119: 297-301.
28. Salehi, B. 2005. Effect of row spacing and plant density on grain yield and yield components in maize (cv. SC 704) in Miyaneh. *Iranian Journal of Crop Sciences* 6: 383-394. (In Farsi).
29. Sangoi, L., M. Ender, A. F. Guidolin, M. L. De. Almeida and E. P. C. Heberle. 2001. Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short summer. 36: Pesquisa Agropecuária Brasileira doi: 10.1590/S0100-204X2001000600003.
30. Sarlak, S. and M. Aghaalikhani. 2009. Effect of plant density and mixing ratio on crop yield in sweet corn (*Zea Mays* L. Var Saccharata) and mungbean (*Vigna Radiata* L.) intercropping. *Iranian Journal of Crop Sciences* 11: 367-380. (In Farsi).
31. Tamaddon Rastegar, M. 2000. Effects of planting date and densities on yield and yield components of sweet corn of KSC 404 in Mazandaran climatic condition (Sari). MSc. Thesis, Mazandaran University, Sari, Iran. (In Farsi).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.11.2]

32. Tetio-kagho, F. and F. P. Gardner. 1988. Responses of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield and yield adjustments. *Agronomy Journal* 80: 935-940.
33. Thelen, K. D. 2006. Interaction between row spacing and yield: Why it works. Crop Management, doi: 10.1094/CM 2006-0227-03-RV.
34. Westgate, M. E., F. Forcella, D. C. Reicosky and J. Somsen. 1997. Rapid canopy closure for maize production in the northern US corn belt: Radiation-use efficiency and grain yield. *Field Crops Research* 49: 249-258.
35. Widdicombe, W. D. and K. D. Thelen. 2002. Row width and plant density effects on corn grain production in the Northern Corn Belt. *Agronomy Journal* 94: 1020-1023.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1392.3.8.11.2]