مجله پژوهش‌های پنبه ایران
جلد نهم، شماره اول، ۱۴۰۰
۱۷۱-۱۸۸
www.jcri.ir

واکنش زراعی ارقام و هیبریدهای مختلف پنبه به تغییر تراکم بوته در واحد سطح

سپیده جلیلیان[۱]، حمید مدنی[۲]، موسی الرضا وفایی تبار[۳]، نورعلی ساجدی[۲]

[۱] دانشجوی دکتری رشته زراعت ،گروه زراعت،واحد اراک،دانشگاه آزاد اسلامی ، اراک، ایران

[۲] دانشیار گروه زراعت،واحد اراک،دانشگاه آزاد اسلامی،اراک ،ایران

[۳]دانشیار بخش تحقیقات پنبه و گیاهان لیفی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی تهران، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۹/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۶

چکیده

سابقه و هدف: بر اساس بررسی‌های انجام گرفته با افزایش تراکم بوته، واکنش ارقام پنبه از نظر عملکرد و زودرسی یکسان نیست و عملکرد محصول در مناطق با شرایط آب و هوایی مختلف، حتی با تراکم کاشت یکسان برای یک رقم معین نیز متفاوت است بنابراین تعیین مناسب ترین تراکم کشت برای ارقام جدید پنبه در مناطق اقلیمی مختلف نقش مهمی در تولید محصول و مصرف بذر بهینه پنبه دارد. لذا به منظور تعیین میزان عملکرد و بررسی اجزای عملکرد ارقام جدید پنبه از ابعاد بهزراعی این مطالعه در ورامین انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش که در مزرعه بخش تحقیقات پنبه و گیاهان لیفی ورامین انجام شد تعداد ده ژنوتیپ پنبه شامل شش رقم ورامین، بختگان، ساجدی، ساحل، T2، T14 و چهار هیبرید (ساحل× ساجدی)، (بختگان×T2)، (ورامین×T14) و (ساجدی×T14) تحت سه تراکم گیاهی ۵.۵ ، ۶.۴ و۱۲.۸ بوته در مترمربع در یک آزمایش مزرعه ای از نوع اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و در طی سال‌های ۱۳۹۶ و۱۳۹۷ مورد ارزیابی قرار گرفتند. در طول فصل رشد و بعد از مرحله رسیدگی فیزیولوژیک صفات کمی شامل عملکرد بوته، وزن غوزه، تعداد غوزه در بوته، وزن الیاف بوته، وزن پنبه دانه در بوته و ارتفاع بوته اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها و نتیجه گیری: نتایج تجزیه واریانس نشان داد در این آزمایش بین ارقام پنبه در هر دو سال انجام آزمایش و بین سطوح مختلف تراکم کشت در سال زراعی ۱۳۹۶ اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. تفاوت‌های مذکور از نظر عملکرد بوته، تعداد غوزه در بوته، وزن الیاف در بوته و وزن پنبه دانه

*نویسنده مسئول:h-madani@iau-arak.ac.ir

در بوته مطرح است. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و تراکم بر عملکرد بوته نشان داد هیبرید ورامین×T14 در تراکم ۵.۵ بوته در مترمربع به‌ترتیب در سال‌های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ دارای بیشترین عملکرد بوته، تعداد غوزه در بوته، وزن الیاف، وزن پنبه دانه در بوته نسبت به سایر ارقام و هیبریدها بود. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد تراکم ۵.۵ بوته در مترمربع برای پنبه و خصوصا برای هیبرید وارمین×T14 که دارای خصوصیات کمی و کیفی مطلوبتری نسبت به سایر ارقام بود مطلوب و قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: وارمین×T14، هیبرید، بهزراعی، تراکم بوته و ارتفاع بوته

مقدمه

پنبه مهمترین محصول لیفی در سراسر جهان، با ۳۳ میلیون هکتار کشت در۸۲ کشوراست که عمدتا درآسیا و آمریکا کشت می‌شود (دپارتمان کشاورزی ایالات‌متحده، ۲۰۱۸). در دهه‌های اخیر، اصلاحات ژنتیکی در پنبه آن را از نظر عملکرد، کیفیت و سهولت مدیریت بهبود بخشیده است (USDA-ERS، ۲۰۱۷) انجمن ملی پنبه آمریکا برآورد کرده است که هزینه تهیه بذر حدود ۱۶درصد از کل هزینه‌های تولید پنبه در ایالات متحده تشکیل می‌دهد (NCCA،۲۰۱۷). هزینه‌های بالای بذر انگیزه مهمی برای تولیدکنندگان ایجاد می‌کند تا در صورت امکان تراکم جمعیت کاشت را کاهش دهند. از آن‌جایی که تراکم کاشت بذر نقش مهمی در اقتصاد تولید پنبه دارد و عملکرد و اجزای عملکرد پنبه تحت تأثیر پارامترهای ژنتیکی و شیوه‌های زراعی قرار می‌گیرند لذا مطالعه ارقام جدید پنبه در این شرایط کاملا ضرورت دارد (گازمن، ۲۰۱۹).

تراکم بهینه کاشت می‌تواند در مناطق مختلف دنیا متفاوت باشد، بنابراین انجام مطالعات منطقه‌ای برای انتخاب بهترین بذر ضروری است. انتخاب مناسب ترین تراکم کشت پنبه در مناطق مختلف می‌تواند در به حداکثر رساندن عملکرد بسیار موثر باشد. به‌عنوان مثال، عملکرد دانه پنبه در تراکم ۶ بوته پنبه در مترمربع ۴۷۷/۴ کیلوگرم در هکتار بود و با افزایش تراکم به ۹ و۱۲بوته در مترمربع عملکرد دانه پنبه به‌ترتیب ۱۵و ۱۲درصد افزایش پیدا کرد (حسینی و همکاران، ۲۰۱۳). تعیین تراکم بهینه، تغییر در سیستم‌های تولید محصولات را نیز بهبود می بخشد. مطالعات متعددی در مورد پنبه گزارش شده است که به دلیل تغییر در توزیع فضایی گیاهان، عملکرد و کیفیت الیاف افزایش یافته است و به عنوان گزینه موثر در زمینه‌های تجاری استفاده می‌شود (ژی، ۲۰۱۶).

نوروزیه و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند با کاهش تراکم بوته از ۱۲/۵به ۴/۲ بوته در مترمربع ارتفاع بوته افزایش می یابد. رایفی زاده (۲۰۱۶) گزارش داد که درکشت به صورت فواصل ردیف خیلی

کم (۲۰ سانتی متر)،گیاه از ارتفاع و عملکرد دانه بیشتر و تعداد انشعابات ساقه اصلی کمتری نسبت به کشت رایج (فاصله ردیف ۶۰سانتی متر) برخوردار است.

تعیین مناسب ترین تراکم بوته در واحد سطح یکی از مهمترین اصول به زراعی در افزایش تولید این محصول در ارقام جدید پنبه در کشور ما نیز می‌باشد. با توجه به اینکه تولید پنبه در مقایسه با سایر محصولات کشاورزی نیاز به صرف هزینه بیشتری دارد از این رو تداوم در تولید بذر این محصول ارزشمند نیازمند استفاده از روش‌هایی برای کاستن هزینه‌های تولید محصول می‌باشد. نتیجه تحقیقات دنیویان و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند کاشت متراکم پنبه باعث افزایش عملکرد، زودرسی، کاهش مصرف سموم علف کش و در نهایت کاهش قابل توجه هزینه‌های تولید می‌شود. بر اساس بررسی‌های انجام گرفته با افزایش تراکم بوته، عکس‌العمل ارقام پنبه از نظر عملکرد و زودرسی یکسان نیست. محققان مختلف نشان دادند تفاوت عکس‌العمل گیاه به تراکم کاشت، به رقم، زمان کاشت، اقلیم و خاک بستگی دارد (کربی و همکاران، ۱۹۹۰؛ هیتولت، ۱۹۹۳؛ جونز، ۲۰۰۱). با توجه به مطالعات مذکور این تحقیق با هدف ارزیابی تاثیر تراکم‌های مختلف بوته در واحد سطح بر صفات مورفولوژیک برخی ارقام و هیبریدهای پنبه در منطقه ورامین صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی پنبه واقع در ورامین با طول جغرافیایی ۵۱/۳۸، عرض جغرافیایی ۳۵/۲۱ و ارتفاع ۹۲۷متر از سطح دریا به مرحله اجرا درآمد. مجموع بارندگی تجمعی و میانگین درجه حرارت سالیانه محل انجام آزمایش به‌ترتیب ۱۴۰ میلی‌متر و ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد بود.

جدول ۱- مشخصات آب و هوای منطقه مورد آزمایش

	حداقل میانگین دما		حداکثر میانگین دما		میانگین بارندگی	
	سانتی‌گراد				میلی‌متر	
ماه	سال ۱۳۹۶	سال ۱۳۹۷	سال ۱۳۹۶	سال ۱۳۹۷	سال ۱۳۹۶	سال ۱۳۹۷
اردیبهشت	۱۶.۵۴	۱۳.۹۵	۳۳.۲۴	۳۰.۰۷	۲۲.۵	۹.۳
خرداد	۲۰.۸۴	۲۰.۳	۳۸.۶۸	۳۸.۰۷	۰	۵.۱
تیر	۲۳.۳۵	۲۴.۴۹	۴۰.۱۱	۴۲.۴۵	۲	۰
مرداد	۳۸.۵۶	۲۲.۵۸	۳۸.۵۶	۴۰.۱۴	۰	۰
شهریور	۳۵.۵	۱۷.۵۷	۳۵.۵	۳۵.۱۹	۰	۱
مهر	۱۰.۸۵	۱۲.۳۳	۲۸.۰۸	۲۶.۶	۰	۱۲.۳
آبان	۲۰.۸۸	۶.۵	۲۰.۸۸	۱۶.۷۴	۰.۲	۶.۵
آذر	۱۵.۰۸	۳.۱۹	۱۵.۰۸	۱۴.۶۱	۱	۳.۱

جدول ۲- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش قبل از کشت

سال	آهن	منگنز	مس	روی	بر	فسفر	پتاسیم	نیتروژن	کربن آلی	بافت خاک
	mg/kg							٪		
۱۳۹۶	۲/۴۳	۱۳/۳۷	۰/۷۶	۰/۶۴	۱/۱۹	۱۵/۹	۵۱۰	۶	۰/۶	لومی
۱۳۹۷	۷/۲۱	۲۰/۱	۱/۰۸	۱/۱۲	۰/۹۸	۲۲/۹۲	۵۳۰/۷	۴	۰/۹۸	لومی

به‌دلیل اهمیت یافته‌های بهزراعی ناشی از تحقیق درخصوص تعیین تراکم بهینه در ارقام و هیریدهای مختلف پنبه این آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و طی دو سال انجام شد. فاکتور اصلی شامل سه تراکم گیاهی ۵.۵، ۶.۴ و۱۲.۸ بوته در متر مربع بود و فاکتور فرعی شامل ده رقم پنبه ارقام ورامین، بختگان، ساجدی، ساحل، T2، T14 و چهار هیبرید شامل (ساحل×ساجدی)، (بختگان×T2)، (ورامین×T14) و (ساجدی×T14) بود. بذور مورد استفاده از موسسه تحقیقات پنبه ورامین تهیه گردیدند.باتوجه به نتایج سایر پژوهش‌های انجام شده و میانگین پنج ساله دمای منطقه ورامین ،تاریخ کاشت در هر دو سال ۲۵ اردیبهشت در نظر گرفته شد.

در هر دو سال برای آماده‌سازی مزرعه آزمایشی ابتدا و قبل از کشت، عملیات شخم و دیسک اعمال و بر اساس توصیه کودی مقدار ۲۵ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در سه نوبت به خاک اضافه گردید. در اول اردیبهشت بذور هر رقم در ۶ ردیف به طول ۲ متر با فاصله روی ردیف ۳۰، ۲۰ و ۱۰ سانتی‌متر به‌ترتیب معادل تراکم‌های ۵.۵، ۶.۴ و۱۲.۸ بوته در مترمربع کشت گردیدند.

برای تنظیم تراکم ابتدا در هر محل کاشت ۵-۳ عدد بذر کشت شد که بعد از سبز شدن در مرحله چهار برگی تراکم‌های مورد نظر با عملیات تنک تنظیم گردید. آبیاری بصورت نشتی بلافاصله پس از کشت انجام شد و آبیاری‌های بعدی تا زمان استقرار گیاهچه هر ۳ روز یکبار و از مرحله استقرار به بعد به طور تقریبی هر ۱۰-۷ روز یکبار انجام گردید. به منظور کنترل علف‌های هرز از علفکش سونالان به مقدار ۳/۵ لیتر در هکتار به صورت قبل از کاشت استفاده شد و در طول فصل رشد رویشی عملیات وجین به صورت دستی انجام گرفت. برای مبارزه با آفات متداول پنبه شامل تریپس، کرم غوزه و شته نیز مبارزه شیمیایی به شیوه‌های توصیه شده صورت گرفت.

در زمان رسیدگی نهایی بوته‌های موجود در ۲ مترمربع از هر کرت آزمایشی به شکل تصادفی از سه ردیف وسط هر کرت با رعایت حاشیه برداشت و صفات مختلف شامل عملکرد بوته، وزن غوزه، تعداد غوزه در بوته، وزن الیاف در بوته، وزن دانه در بوته و ارتفاع بوته و اجزای عملکرد پنبه محاسبه گردید. تجزیه‌های آماری و تجزیه واریانس برای صفات مختلف به کمک نرم‌افزارهای SAS و مقایسه میانگین‌ها از روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اختلاف آماری معنی‌داری در سطح یک درصد بین ارقام پنبه از نظر صفات مورد بررسی در سال‌های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ وجود داشت (جدول ۳). همچنین اختلاف آماری معنی‌داری بین تراکم‌های بوته از نظر عملکرد بوته، تعداد غوزه در بوته، وزن الیاف در بوته و وزن دانه در بوته در سال زراعی ۱۳۹۶ وجود داشت. با این حال در سال ۱۳۹۷، اختلاف آماری معنی‌داری بین تراکم‌های بوته از نظر وزن غوزه وجود داشت (جدول ۴). اثر متقابل رقم×تراکم بوته در سال زراعی ۱۳۹۶ اثر معنی‌داری بر عملکرد بوته، تعداد غوزه در بوته، وزن الیاف در بوته و وزن دانه در بوته داشت و در سال زراعی ۱۳۹۷ اثر معنی‌داری بر عملکرد بوته، وزن غوزه، تعداد غوزه در بوته، وزن الیاف در بوته و وزن دانه در بوته مشاهده شد (جدول ۳).

عملکرد بوته: نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تراکم نشان داد پنبه در تراکم ۵.۵ بوته در مترمربع دارای بیشترین عملکرد بوته در هر دو سال مورد مطالعه بود (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر عملکرد بوته نشان داد هیبرید ورامین×T14 در هر دو سال دارای بیشترین میزان عملکرد بودند، با این حال ژنوتیپ T2 تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد با این هیبرید نداشت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × تراکم بوته بر عملکرد بوته در سال زراعی ۱۳۹۶ نشان داد هیبرید ورامین×T14 در تراکم ۵.۵ بوته در مترمربع دارای بیشترین عملکرد بوته بود (جدول ۵). همچنین رقم ساحل×ساجدی کمترین عملکرد بوته در بین ارقام مورد مطالعه را نشان داد. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × تراکم بوته بر عملکرد بوته در سال زراعی ۱۳۹۷ نشان داد پنبه ژنوتیپ T2 در تراکم ۵.۵ بوته در مترمربع دارای بیشترین عملکرد بوته بود (جدول ۵). همچنین ارقام ساحل و T14 دارای کمترین عملکرد بوته در بین ارقام مورد مطالعه بود. بنابراین کاشت متراکم به عنوان یک روش مدیریت کلیدی برای بهبود عملکرد محصول در نظر گرفته می شود(چن، ۲۰۱۳، وان، ۲۰۱۳). با این حال، عملکرد محصول همیشه با افزایش تراکم کاشت افزایش نمی‌یابد، اگرچه سایر عوامل زراعی ممکن است موثرتر باشند. علاوه بر این، عملکرد محصول گاهی در مناطق با شرایط آب و هوایی مختلف، حتی با تراکم کاشت یکسان و مدیریت بهینه متفاوت است (گاراردئوس، ۲۰۰۹). در

مطالعه‌ی لیو و همکاران (۲۰۲۰)، بیشترین عملکرد در تراکم ۱۰۵۰۰۰ بوته در هکتار گزارش شد براساس دامنه داده‌های تجربی به عنوان تراکم مطلوب کاشت برای شهرآنیانگ در استان هنان چین در نظر گرفته شد. در آن بررسی عملکرد پنبه از نظر اجزای عملکرد، از جمله وزن غوزه و تراکم غوزه در بوته، تحت تأثیر تراکم کاشت قرار گرفت. در مطالعه لیو و همکاران (۲۰۱۹) با افزایش تراکم کاشت، وزن غوزه و تراکم غوزه کاهش یافت.

در نتایج حاضر با افزایش تراکم بوته در مترمربع عملکرد افزایش یافت. در همین راستا ژانگ و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند عملکرد وش و عملکرد بیوماس با افزایش تراکم از ۱۲ به ۲۴ بوته در مترمربع به طور معنی‌داری افزایش یافت. در مطالعه ژائو و همکاران (۲۰۱۶)، نیز مشخص شد با افزایش تراکم بوته در هکتار، تعداد بوته‌ها افزایش می‌یابد.

اگرچه نتایج بدست آمده در سایر مطالعات کمی متفاوت است آن هم به دلیل شرایط مختلف اما در مجموع نتایج مشابه برای تراکم بالا بدست آمد. البته در برخی مطالعات نیز مشخص شد در فاصله ردیف‌های کشت مختلف برای پنبه، میزان عملکرد تقریبا ثابت بوده است (ژائو و همکارن ۲۰۱۶؛ ژانگ و همکاران ۲۰۱۶). همچنین، برخی مطالعات دیگر حاکی از برتری فاصله ردیف بیشتر (سلیم و همکاران، ۲۰۰۹) و برخی مطالعات فواصل ردیف کم را به عنوان فاصله ردیف مناسب تر معرفی کردند. قجری و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند با افزایش تعداد بوته در واحد سطح، عملکرد افزایش داشته است. با کاهش فاصله بوته رقابت برای آب، مواد غذایی و نور افزایش یافته و مواد فتوسنتزی کمتری در بوته تولید می گردد. این موضوع سبب ریزش اندام‌های زایشی و کاهش بقای غوزه در پنبه شده در نتیجه تعداد غوزه و وزن غوزه در تک بوته کاهش می یابد، اما این کاهش با افزایش تعداد بوته در مترمربع جبران خواهد شد. این افزایش تعداد غوزه در مترمربع کاهش عملکرد در تک بوته را جبران نموده و باعث افزایش عملکرد در واحد سطح می گردد (قجری و همکاران، ۲۰۱۲). گیاه پنبه با افزایش تراکم و کاهش فضای رشد از رشد طولی اندام‌های رویشی خود کاسته، بدین صورت گیاه با تنظیم تعداد اندام زایشی شامل گل و غوزه می تواند خود را با تغییرات تراکم منطبق و عملکرد را تقریبا در یک سطح نگاه دارد (دنیویان و همکاران، ۲۰۰۷).

وزن غوزه: نتایج مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر وزن غوزه در سال زراعی ۱۳۹۶ نشان داد هیبرید ساحل×ساجدی، بختگان و ساحل دارای بیشترین وزن غوزه بودند (جدول ۴). همچنین هیبرید T14 دارای کمترین وزن غوزه در بین ارقام مورد مطالعه بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × تراکم بوته بر وزن غوزه در سال زراعی ۱۳۹۷ نشان داد رقم T2 در تراکم ۱۲.۸ بوته در مترمربع دارای بیشترین وزن غوزه بود (جدول ۵). همچنین ارقام ساحل و T14 در تراکم ۶.۴ و ۵.۵ بوته در مترمربع دارای کمترین وزن غوزه در بین ارقام مورد مطالعه بود (جدول ۵).

همان‌طورکه نتایج این بررسی نشان داد تراکم کمتر بوته باعث افزایش وزن غوزه‌ها شد که مطالعه لیو و همکاران (۲۰۲۰) نیز در راستای این مطالعه بود که افزایش تراکم بوته در نهایت کاهش وزن غوزه و تعداد آن را به دنبال داشت. اما در مطالعه ژائو و همکاران (۲۰۱۵) به رغم کاهش وزن غوزه با افزایش تراکم شاهد افزایش تعداد غوزه‌ها بودند. نتیجه مشابهی در مورد منشاء غوزه‌ها در مطالعه خان و همکاران (۲۰۲۰) وجود داردکه آن‌ها دلیل کاهش وزن غوزه به رغم افزایش تعداد غوزه را ارتفاع بوته‌ها مطرح کردند.

قادری‌فر و همکاران (۲۰۱۲) تغییرات وزن غوزه در سیستم‌های کشت با فواصل ردیف خیلی کم و رایج را به نوع رقم مورد مطالعه نسبت دادند. ژائو و همکاران نیز افزایش وزن غوزه در فواصل ردیف معمول را به کمتر بودن تعداد گیاه در واحد سطح مرتبط دانست. محققان معتقدند عملکرد وش در پنبه از سه جزء تعداد غوزه در بوته، وزن غوزه و تراکم بوته تشکیل شده است که اثرات جبرانی بین این سه جزء وجود دارد و افزایش تراکم بوته سبب کاهش وزن و تعداد غوزه در هر بوته می‌شود.

در این آزمایش اجزای عملکرد پنبه با کاهش فاصله کاشت گیاه زراعی روبه کاهش بود. بر اساس نتایج این مطالعه، وزن غوزه با افزایش فاصله کاشت بوته پنبه افزایش یافت که با نتایج هیتهولت (۱۹۹۳)، جونز و و ولز (۱۹۹۸)، بدنارز و همکاران (۲۰۰۰) و بوکوت (۲۰۰۵) مطابقت داشتند. ژائو و همکاران (۲۰۱۶) متذکر شدند با افزایش تراکم علاوه بر این که مواد فتوسنتزی برای هر بوته کاهش می‌یابد مواد معدنی قابل دسترس برای هر بوته کاهش یافته که پیامد آن کاهش اندازه غوزه بود. بوکوت (۲۰۰۵) گزارش کرد وزن غوزه در پنبه کشت شده در فاصله ردیف ۱۰۰ سانتی متر (با میزان۳/۹۴ گرم)، بیشتر از وزن غوزه در پنبه در فاصله ردیف کاشت ۲۵ سانتی‌متری (با میزان ۳/۴۹ گرم) بود. در این زمینه به نظر می‌رسد با کاهش فاصله ردیف رقابت بین بوته‌ها بر سر عناصر غذایی رقابت بخش رویشی و زایشی هر بوته برای جذب مواد فتوسنتزی افزایش می‌یابد و با توجه به افزایش سایه اندازی، ساخت مواد فتوسنتزی کاهش یافته درنتیجه می توان انتظار داشت مقصدهای اصلی جذب که غوزه‌ها هستند، توان کمتری برای جذب مواد ساخته شده دارند و در نتیجه وزن غوزه‌ها کاهش یافته است.

تعداد غوزه در بوته: نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تراکم نشان داد تراکم ۵.۵ بوته پنبه در مترمربع دارای بیشترین تعداد غوزه در بوته در سال ۱۳۹۶ بود. بیشترین تعداد غوزه در بوته در سال ۱۳۹۷ در تراکم ۶.۴ بوته در مترمربع بدست آمد (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر تعداد غوزه در بوته نشان داد هیبرید T14× ورامین در هر دو سال دارای بیشترین تعداد غوزه در بوته بودند (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم×تراکم بوته روی تعداد غوزه در بوته در سال زراعی ۱۳۹۶ نشان داد هیبرید ورامین×T14 در تراکم ۵.۵ بوته در مترمربع دارای بیشترین تعداد غوزه

در بوته بود (جدول ۵). همچنین ارقام ساحل و بختگان و هیبرید ساحل×ساجدی در تراکم ۶.۴ و ۵.۵ بوته در مترمربع دارای کمترین تعداد غوزه در بوته در بین ارقام مورد مطالعه بود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × تراکم بوته بر تعداد غوزه در بوته در سال زراعی ۱۳۹۷ نشان داد هیبرید ورامین×T14 در تراکم ۱۲.۸ بوته در مترمربع دارای بیشترین تعداد غوزه در بوته بود (جدول۵).

سایر نتایج نشان داد هیبرید ورامین×T14 در تراکم‌های مختلف از نظر تعداد غوزه در بوته تفاوت معنی‌داری نداشت. ژنوتیپ T14 در تراکم ۱۲.۸ بوته در مترمربع دارای کمترین تعداد غوزه در بوته در بین ارقام مورد مطالعه بود. به نظر می رسد با افزایش تعداد بوته در مترمربع به دلیل عوامل رقابتی همانند نور، دی اکسید کربن، آب و مواد غذایی تعداد غوزه باقی مانده در هر بوته کاهش می یابد ولی به خاطر افزایش تعداد بوته در واحد سطح، تعداد غوزه درمترمربع افزایش می یابد. افزایش فاصله بوته باعث افزایش تعداد غوزه در بوته به طور معنی دار شد.

در این باره قجری و اکرم قادری (۲۰۰۶) بیان داشتند با افزایش فاصله بوته تعداد غوزه در بوته به طور خطی افزایش می‌یابد. به‌طوری که با بیشتر شدن فاصله بوته از ۱۰ به ۳۰ بوته در مترمربع حدود ٪۴۰ غوزه بیشتری در بوته تشکیل گرید. نتیجه این بررسی با یافته‌های تحقیق بوکوت (۲۰۰۵) همسو است. همچنین قربانپور و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند با افزایش تراکم بوته پنبه، تعداد غوزه در واحد سطح به طور معنی داری افزایش یافت، به طوری که با افزایش تراکم از ۵.۵ به ۱۲.۸بوته در مترمربع، تعداد غوزه در مترمربع از ۶۲/۲ به ۷۴/۷ عدد رسید.

وزن الیاف بوته: نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تراکم نشان داد تراکم ۵.۵ بوته در مترمربع دارای بیشترین وزن الیاف بوته در هر دو سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ بود (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر وزن الیاف نشان داد هیبرید T14× ورامین در هر دو سال دارای بیشترین وزن الیاف بودند (جدول ۴). با این حال ژنوتیپ T2 تفاوت معنی‌داری از نظر وزن الیاف در بوته با این هیبرید نداشت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × تراکم بوته بر وزن الیاف بوته در سال زراعی ۱۳۹۶ نشان داد هیبرید T14× ورامین در تراکم ۵.۵ بوته در مترمربع دارای بیشترین وزن الیاف بوته بود (جدول ۵). همچنین ارقام ساحل و بختگان و هیبرید ساحل×ساجدی در تراکم ۶.۴ و ۵.۵ بوته در مترمربع دارای کمترین وزن الیاف بوته در بین ارقام مورد مطالعه بود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × تراکم بوته بر وزن الیاف بوته در سال زراعی ۱۳۹۷ نشان داد ژنوتیپ T2 در تراکم ۵.۵ بوته در مترمربع دارای بیشترین وزن الیاف بوته بود (جدول ۵). ژنوتیپ T14 در تراکم ۶.۴ بوته در مترمربع دارای کمترین وزن الیاف بوته در بین ارقام مورد مطالعه بود.

جدول ۳- مقایسه نتایج تجزیه واریانس صفات پنبه تحت تراکم‌های مختلف در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		عملکرد بوته (کیلوگرم در هکتار)		وزن غوزه(گرم)		تعداد غوزه در بوته		وزن الیاف در بوته (گرم)		وزن دانه در بوته(گرم)		ارتفاع بوته(سانتی متر)	
		۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷
تکرار	۳	۹۳۹/۷۱	۲۱/۸۹	۰/۳۵	۵/۲۳	۶۴/۴۱	۲۱۰۷/۷۷	۶۱/۱۶	۱۴/۹۹	۵۳۵/۸۱	۳۸۷/۰۶	۵۸۲/۴۵	۶۰۵/۹۸ns
تراکم بوته	۲	۵۱۵۸۶/۰۸**	۳۶۶۹/۳۱ns	۱/۴۳ns	۹/۳۱*	۱۸۹۱/۱۱*	۱۴۶۴/۲۰*	۶۱۵۴/۵۱**	۳۸۳/۹۴ns	۲۲۰۰۱/۷۳*	۱۶۸۷/۸۳ns	۲۹۹/۱۳ns	۳۱۱/۲۰ns
خطا	۶	۴۸۲۶/۰۴	۷۷۰/۱۹	۰/۳۰	۱/۲۰	۲۰۶/۱۹	۷۰۵/۶۱	۵۱۷/۰۱	۸۲/۱۳	۲۲۳۱/۷۲	۳۵۷/۰۴	۱۰۸/۰۲	۱۱۲/۳۸
رقم	۹	۵۹۰۷۵/۷۳**	۱۶۰۸۰/۴۳**	۱۳/۹۵**	۱۳/۶۳**	۳۸۲۷/۳۷**	۶۶۲۹/۷۳**	۵۵۲۷/۵۸**	۱۴۰۶/۸۰**	۲۸۷۰۶/۵۷**	۸۰۳۰/۶۵**	۱۳۱۱/۷۴**	۱۳۶۴/۷۳**
رقم×تراکم بوته	۱۸	۱۳۶۲۳/۴۰**	۱۳۴۷/۸۱**	۰/۳۹۹ns	۷/۴۷**	۶۸۹/۱۱**	۸۴۰/۳۳*	۱۳۰۹/۶۶**	۱۳۹/۸۳**	۶۵۶۰/۳۵**	۶۲۵/۶۰**	۲۷۲/۲۸ns	۲۸۴/۳۳ns
خطای آزمایشی	۸۱	۱۷۹۰/۴۱	۳۹۷/۰۴	۰/۴۵۲	۰/۷۰	۹۷/۱۲	۳۹۱/۱۰	۱۸۳/۷۷	۴۵/۴۸	۸۷۸/۶۴	۱۸۱/۲۷	۳۱۳/۰۵	۳۲۵/۷۰
درصد ضریب تغییرات		۱۴/۷	۱۹/۴	۱۸/۲	۲۰/۱	۱۳/۸	۱۷/۶	۹/۸	۸/۱	۱۳/۸	۱۷/۹	۱۶/۹	۲۰/۱

ns، * و ** بهترتیب عدم تفاوت معنی دار و وجود تفاوت معنی دار در سطح احتمال آماری ۵٪ و ۱٪.با توجه به اینکه اثر سال در تجزیه واریانس معنی دار شد لذا در این مقاله تجزیه واریانس هر سال بطور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارها بر صفات مورد بررسی در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

تیمار	میانگین								
	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)		وزن غوزه (گرم)		تعداد غوزه در بوته		وزن الیاف در بوته (گرم)		وزن دانه در بوته (گرم)		ارتفاع بوته (سانتیمتر)	
	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷
تراکم ۱۲،۸ بوته در مترمربع	۱۱۴/۲۵^{b}	۸۲/۱۳^{b}	۵/۰۹^{b}	۳/۵۹^{a}	۲۳/۷۲^{b}	۳۳/۹۶^{a}	۴۰/۱۵^{b}	۲۵/۰۶^{b}	۷۴/۱۰^{b}	۵۸/۰۶^{b}	۱۲۷/۲۵^{a}	۱۲۹/۷۹^{a}
تراکم ۶،۴ بوته در مترمربع	۱۲۱/۰۹^{b}	۸۹/۵۰^{ab}	۵/۱۶^{ab}	۲/۶۴^{b}	۲۵/۸۳^{b}	۴۵/۱۷^{a}	۴۰/۵۰^{b}	۲۷/۶۱^{ab}	۸۰/۵۹^{b}	۶۱/۸۸^{ab}	۱۲۶/۱۸^{a}	۱۲۸/۷۱^{a}
تراکم ۵،۵ بوته در مترمربع	۱۷۹/۵۹^{a}	۱۰۱/۹۶^{a}	۵/۴۵^{a}	۲/۹۶^{b}	۳۶/۵۵^{a}	۴۳/۵۰^{a}	۶۱/۸۱^{a}	۳۱/۲۳^{a}	۱۱۷/۵۷^{a}	۷۰/۷۳^{a}	۱۳۱/۳۶^{a}	۱۳۳/۹۹^{a}
ساحل×ساجدی	۷۶/۱۲^{e}	۷۶/۱۲^{e}	۶/۵۰^{a}	۴/۲۱^{a}	۱۱/۷۰^{e}	۱۸/۸۰^{f}	۴۷/۹۳^{d}	۲۴/۱۷^{ef}	۴۸/۱۸^{d}	۵۱/۹۵^{de}	۱۴۲/۵۹^{a}	۱۴۵/۴۴^{a}
بختگان×T2	۱۲۵/۹۱^{c}	۱۲۴/۱۵^{b}	۵/۲۷^{b}	۴/۳۰^{a}	۲۴/۴۱^{cd}	۳۶/۵۲^{cde}	۴۳/۵۲^{c}	۳۷/۲۰^{bc}	۸۲/۳۹^{c}	۸۶/۹۴^{b}	۱۱۸/۳۳^{cd}	۱۲۰/۷۰^{cd}
ورامین×T14	۳۲۰/۲۸^{a}	۱۴۱/۶۴^{a}	۴/۲۹^{c}	۱/۵۳^{e}	۷۴/۹۵^{a}	۹۹/۷۶^{a}	۱۰۰/۹۳^{a}	۴۰/۵۴^{ab}	۲۱۹/۳۶^{a}	۱۰۱/۰۹^{a}	۱۲۳/۴۵^{bc}	۱۲۵/۹۲^{bc}
ساجدی×T14	۱۶۴/۶۰^{b}	۶۸/۶۵^{e}	۵/۲۱^{b}	۱/۵۱^{e}	۳۳/۸۷^{b}	۵۴/۵۷^{b}	۵۷/۴۰^{b}	۲۰/۴۹^{fg}	۱۰۷/۲۰^{b}	۴۸/۱۶^{e}	۱۳۴/۵۸^{ab}	۱۳۷/۲۷^{ab}
ورامین	۱۶۶/۶۰^{b}	۸۹/۸۷^{cd}	۵/۶۶^{b}	۳/۲۹^{bc}	۲۹/۴۱^{bc}	۳۸/۶۰^{bcd}	۵۹/۸۵^{b}	۲۹/۴۱^{de}	۱۰۶/۷۵^{b}	۶۰/۴۶^{d}	۱۲۹/۷۹^{abc}	۱۳۳/۳۸^{abc}
T14	۱۰۱/۹۶^{cd}	۴۵/۲۸^{f}	۳/۳۳^{d}	۲/۲۳^{d}	۳۰/۵۴^{bc}	۳۰/۴۶^{def}	۳۲/۶۶^{cd}	۱۳/۳۰^{h}	۶۹/۳۰^{cd}	۳۱/۹۷^{f}	۱۳۶/۳۳^{ab}	۱۳۹/۰۶^{ab}
T2	۱۰۳/۰۲^{cd}	۱۴۶/۲۳^{a}	۵/۳۳^{b}	۴/۲۱^{a}	۱۹/۵۸^{de}	۴۸/۹۷^{bc}	۳۴/۸۹^{cd}	۴۵/۲۸^{a}	۶۸/۱۳^{cd}	۱۰۰/۹۴^{a}	۱۲۸/۸۳^{abc}	۱۳۱/۴۱^{abc}
بختگان	۹۲/۴۹^{cd}	۷۰/۴۴^{e}	۶/۴۵^{a}	۲/۸۶^{cd}	۱۴/۸۳^{e}	۲۷/۷۵^{def}	۳۳/۰۳^{cd}	۲۱/۷۳^{f}	۵۹/۴۵^{cd}	۴۸/۷۱^{e}	۱۳۲/۶۲^{abc}	۱۳۵/۲۷^{abc}
ساجدی	۱۱۹/۴۷^{c}	۱۰۵/۵۴^{c}	۴/۰۱^{c}	۳/۷۲^{ab}	۲۹/۷۹^{bc}	۳۱/۸۹^{def}	۴۱/۷۴^{e}	۳۲/۴۴^{cd}	۷۷/۰۵^{c}	۱۰۵/۳۷^{d}	۱۳۵/۴۳^{ab}	۱۳۷/۰۴^{d}
ساحل	۱۱۲/۶۷^{c}	۴۷/۳۷^{f}	۶/۳۰^{a}	۲/۷۷^{cd}	۱۷/۹۱^{de}	۲۱/۴۳^{ef}	۴۲/۹۲^{c}	۱۵/۱۰^{gh}	۶۹/۷۴^{cd}	۳۲/۲۶^{f}	۱۳۰/۷۵^{abc}	۱۳۲/۳۶^{abc}

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس LSD در سطح احتمال ۵٪ نمی‌باشند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها بر صفات مورد بررسی در سال‌های ۱۳۹۶و ۱۳۹۷

تراکم بوته	ارقام	میانگین											
		عملکرد بوته (کیلوگرم در هکتار)		وزن غوزه (گرم)		تعداد غوزه در بوته		وزن الیاف در بوته (گرم)		وزن دانه در بوته (گرم)		ارتفاع بوته (سانتی متر)	
		۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۷
تراکم ۱۲،۸ بوته در مترمربع	ساحل×ساجدی	۸۵/۱۰^{gi}	۷۱/۴۳^{ik}	۶/۰۴^{ab}	۴/۷۶^{be}	۱۴/۲۵^{hk}	۱۵/۱۰^{k}	۳۱/۱۳^{gi}	۲۲/۲۲^{hk}	۵۳/۹۸^{gi}	۴۹/۲۰^{jl}	۱۴۲/۷۵^{ab}	۱۴۵/۶۱^{ab}
	بختگان×T2	۱۰۴/۴۴^{di}	۱۱۵/۱۵^{eh}	۵/۵۶^{ab}	۵/۵۰^{b}	۱۹/۲۵^{fk}	۲۰/۷۳^{hk}	۳۶/۵۰^{fi}	۳۲/۷۷^{dg}	۶۹/۲۸^{fi}	۷۸/۳۷^{eg}	۱۲۵/۷۵^{b}	۱۲۸/۲۷^{bc}
	ورامین×T14	۲۸۱,۳۵^{dh}	۱۵۷/۰۸^{b}	۴/۲۷^{bc}	۱/۵۲^{l}	۳۳/۱۲^{cf}	۱۱۴/۸۰^{a}	۴۷/۹۸^{dg}	۴۴/۵۱^{bc}	۸۷/۳۰^{dg}	۱۱۲/۵۶^{ab}	۱۰۷/۱۳^{c}	۱۰۹/۲۷^{c}
	ساجدی×T14	۱۶۵/۳۶^{cd}	۶۶/۴۸^{jl}	۵/۳۷^{ab}	۱/۲۷^{l}	۳۱/۵۰^{cg}	۵۲/۳۸^{cg}	۵۸/۳۶^{cd}	۲۰/۰۷^{il}	۱۰۷/۰۰^{cd}	۴۶/۳۹^{km}	۱۴۰/۵۰^{ab}	۱۴۳/۳۱^{ab}
	ورامین	۱۶۰/۳۹^{cd}	۷۸/۱^{ij}	۵/۵۳^{ab}	۵/۲۸^{bc}	۲۹/۵۰^{dg}	۱۶/۰۵^{jk}	۵۷/۳۶^{ce}	۲۵/۹۹^{fi}	۱۰۳/۰۳^{ce}	۵۲/۱۰^{jk}	۱۲۵/۵۰^{b}	۱۲۸/۰۱^{bc}
	T14	۹۴/۳۶^{fi}	۴۱/۵^{lm}	۳/۱۲^{d}	۳/۹۱^{dg}	۳۰/۳۷^{cd}	۱۱/۶۰^{k}	۳۰/۲۰^{gi}	۱۲/۸۱^{km}	۶۴/۱۶^{gi}	۲۸/۶۸^{mn}	۱۲۸/۸۸^{ab}	۱۳۱/۴۵^{c}
	T2	۱۰۴/۴۴^{di}	۱۱۹/۵۸^{dj}	۴/۸۹^{bc}	۷/۰۴^{a}	۲۱/۰۰^{ek}	۱۷/۹۹^{ik}	۳۵/۱۶^{gi}	۳۵/۴۷^{cf}	۶۹/۲۸^{gi}	۸۴/۰۴^{dg}	۱۳۲/۲۵^{ab}	۱۳۴/۹۰^{bc}
	بختگان	۱۱۶/۴۱^{di}	۶۶/۴^{jl}	۶/۳۱^{ab}	۲/۸۹^{gk}	۱۸/۷۵^{fk}	۲۴/۶۱^{gl}	۴۱/۵۳^{di}	۲۰/۸۶^{ik}	۷۴/۸۹^{di}	۴۵/۵۳^{km}	۱۲۷/۲۵^{ab}	۱۲۹/۸۰^{bc}
	ساجدی	۹۸/۸۴^{ei}	۸۴/۱۳^{hj}	۳/۷۶^{cd}	۲/۳۵^{hl}	۲۶/۵۰^{ei}	۳۶/۷۹^{ek}	۳۳/۵۹^{gi}	۲۵/۴۵^{gi}	۶۵/۲۵^{gi}	۵۸/۶۶^{hk}	۱۰۴/۳۸^{c}	۱۰۶/۴۶^{c}
	ساحل	۷۶/۵۸^{hi}	۳۵/۵^{m}	۶/۱۰^{ab}	۱/۳۷^{l}	۱۳/۰۰^{hk}	۲۹/۵۸^{fk}	۲۹/۷۶^{gi}	۱۰/۴۷^{lm}	۴۶/۸۱^{gi}	۲۵/۰۲^{n}	۱۳۸/۱۳^{ab}	۱۴۰/۸۹^{ab}
تراکم ۶،۴ بوته در مترمربع	ساحل×ساجدی	۶۵/۸۵^{j}	۹۸/۸۳^{gi}	۶/۹۸^{a}	۴/۳۱^{bf}	۹/۳۷^{kj}	۲۴/۸۷^{gk}	۲۴/۱۵i	۳۱/۶۱^{dh}	۴۱/۷۰^{i}	۶۷/۲۱^{gi}	۱۴۴/۱۳^{ab}	۱۴۷/۰۱^{ab}
	بختگان×T2	۱۰۷/۶۸^{di}	۱۱۱/۶۸^{eh}	۴/۹۹^{bc}	۲/۳۱^{hl}	۲۱/۳۷^{ek}	۵۹/۱۱^{ce}	۳۷/۷۰^{ei}	۳۳/۲۴^{dg}	۶۹/۹۸^{ei}	۷۸/۴۳^{eg}	۱۱۶/۵۰^{bc}	۱۱۸/۸۳^{bc}
	ورامین×T14	۳۱۴/۱۲^{b}	۱۲۴/۸۳^{cg}	۴/۲۵^{c}	۱/۳۵^{l}	۷۴/۲۵^{b}	۹۳/۱۵^{ab}	۹۰/۸۵^{b}	۳۵/۹۴^{de}	۲۲۳/۲۸^{b}	۸۸/۸۸^{ce}	۱۳۴/۵۰^{ab}	۱۳۷/۱۹^{ab}
	ساجدی×T14	۱۱۷/۶۱^{di}	۶۴/۹۵^{lk}	۵/۳۸^{ab}	۱/۶۹^{kl}	۲۶/۱۲^{ci}	۶۲/۶۵^{cd}	۴۱/۱۱^{di}	۲۱/۹۸^{hk}	۷۶/۵۰^{di}	۵۲/۵۶^{ik}	۱۲۸/۱۳^{ab}	۱۳۰/۶۹^{b}
	ورامین	۱۲۸/۴۶^{di}	۱۰۸/۲۲^{eh}	۵/۳۴^{ab}	۲/۹۴^{gi}	۲۴/۶۲^{dj}	۴۳/۶۶^{cj}	۴۶/۳۹^{dh}	۳۶/۰۳^{be}	۸۲/۰۸^{dh}	۷۲/۱۸^{eh}	۱۳۲/۲۵^{ab}	۱۳۴/۹۰^{ab}
	T14	۹۳/۳۹^{fi}	۳۵/۰۵^{cf}	۳/۲۹^{cd}	۱/۲۲^{l}	۲۷/۳۷^{dh}	۳۳/۶۸^{ek}	۲۹/۶۱^{gi}	۹/۸۵^{m}	۶۳/۷۸^{gi}	۲۵/۱۹^{h}	۱۲۷/۲۵^{ab}	۱۲۹/۸۰^{cd}

T2	۸۸/۳۸^{gi}	۱۹۱/۰۸^{jl}	۵/۱۳^{b}	۱/۹۸^{il}	۱۷/۳۷^{gk}	۶۷/۴۸^{bc}	۲۹/۶۶^{gi}	۴۰/۹۳^{bd}	۶۳/۷۸^{gi}	۸۷/۱۱^{cf}	۱۱۹/۳۸^{bc}	۱۲۱/۷۶^{d}
بختگان	۷۶/۷۹^{hi}	۶۶/۳^{fi}	۶/۲۳^{ab}	۳/۴۲^{fh}	۱۲/۵۰^{kj}	۲۲/۰۴^{ji}	۲۷/۴۳^{hi}	۲۰/۳۵^{jk}	۴۹/۳۶^{hi}	۴۵/۹۴^{km}	۱۲۸/۸۸^{ab}	۱۳۱/۴۵^{b}
ساجدی	۱۰۴/۷۳^{di}	۹۹/۸۳^{fi}	۳/۹۵^{cd}	۴/۲۵^{cf}	۲۶/۵۰^{ei}	۲۵/۵۴^{ek}	۳۵/۵۱^{gi}	۳۰/۶۹^{eh}	۶۹/۲۳^{gi}	۶۹/۱۳^{fi}	۱۰۵/۰۰^{c}	۱۰۷/۱۰^{c}
ساحل	۱۱۳/۹۳^{di}	۴۷/۷^{km}	۶/۰۵^{ab}	۲/۹۲^{gi}	۱۸/۸۷^{hk}	۱۹/۶۱^{lk}	۴۲/۶۳^{di}	۱۵/۴۵^{jm}	۷۱/۳۰^{di}	۳۲/۲۴^{ln}	۱۲۵/۸۸^{b}	۱۲۸/۳۹^{bc}
ساحل×ساجدی	۷۷/۴۰^{hi}	۵۸/۱۳^{jm}	۶/۴۸^{ab}	۳/۵۷^{eg}	۱۱/۵۰^{jk}	۱۶/۴۴^{jk}	۲۸/۵۴^{gi}	۱۸/۶۷^{jm}	۴۸/۸۶^{gi}	۳۹/۴۵^{kn}	۱۴۰/۹۰^{ab}	۱۴۳/۷۳^{ab}
بختگان×T2	۱۶۴/۲۸^{cd}	۱۴۹/۶۳^{bc}	۵/۲۵^{ab}	۵/۰۸^{bd}	۳۲/۶۳^{cf}	۲۹/۷۴^{fk}	۵۶/۳۶^{cf}	۴۵/۶۱^{b}	۱۰۷/۹۱^{cf}	۱۰۴/۰۱^{bc}	۱۱۲/۷۵^{c}	۱۱۵/۰۱^{bc}
T14×ورامین	۵۱۱/۴۵^{a}	۱۴۲/۰۳^{bd}	۴/۳۶^{bc}	۱/۷۲^{jl}	۱۱۷/۵۰^{a}	۹۱/۳۷^{ab}	۱۶۳/۹۵^{a}	۴۱/۱۸^{bd}	۳۴۷/۵۰^{a}	۱۰۱/۸۳^{bd}	۱۰۷/۱۳^{c}	۱۳۱/۳۳^{b}
T14×ساجدی	۲۱۰/۸۴^{c}	۶۴/۹۵^{jl}	۴/۸۷^{bc}	۱/۵۷^{l}	۴۴/۰۰^{c}	۴۸/۷۱^{cg}	۷۲/۷۴^{bc}	۱۹/۴۳^{jm}	۱۳۸/۱۰^{bc}	۴۵/۵۳^{km}	۱۳۵/۱۳^{ab}	۱۳۷/۸۳^{bc}
تراکم ۵.۵ بوته در	۲۱۰/۹۶^{c}	۸۳/۳^{hi}	۶/۱۳^{ab}	۶/۶^{l}	۳۴/۱۳^{ce}	۵۶/۱۰^{cf}	۷۵/۸۱^{bc}	۲۶/۲۰^{fi}	۱۳۵/۱۵^{bc}	۵۷/۱۰^{hk}	۱۳۱/۶۳^{ab}	۱۳۴/۲۶^{c}
مترمربع	۱۱۸/۱۴^{di}	۵۹/۳^{jm}	۳/۵۵^{cd}	۱/۵۶^{l}	۳۳/۸۷^{ce}	۴۶/۱۲^{cg}	۳۸/۱۹^{di}	۱۷/۲۳^{jm}	۷۹/۹۵^{di}	۴۲/۰۶^{kn}	۱۵۲/۸۸^{a}	۱۵۵/۹۳^{a}
T2	۱۹۱/۰۸^{a}	۵/۹۵^{ab}	۳/۶۱^{eg}	۲۰/۳۷^{ek}	۶۱/۴۶^{ce}	۳۹/۸۵^{di}	۵۹/۴۴^{a}	۱۳۱/۶۲^{a}	۷۶/۳۹^{di}	۱۳۴/۸۸^{ab}	۱۳۷/۵۷^{ab}
بختگان	۷۸/۶۳^{ij}	۶/۸۲^{ab}	۲/۲۷^{hl}	۱۳/۲۵^{kj}	۳۶/۶۱^{ek}	۳۰/۱۶^{gi}	۲۳/۹۷^{gi}	۵۴/۱۰^{gi}	۵۴/۶۵^{hk}	۱۴۱/۷۵^{ab}	۱۴۴/۵۹^{ab}
ساجدی	۱۳۲/۶۸^{be}	۴/۳۳^{bc}	۴/۵۵^{bf}	۳۶/۳۷^{cd}	۳۳/۳۵^{ek}	۵۶/۱۳^{cf}	۴۱/۱۷^{bd}	۹۶/۶۶^{cf}	۹۱/۵۰^{ce}	۱۰۶/۷۵^{c}	۱۰۸/۸۹^{c}
ساحل	۱۵۴/۸۴^{ef}	۵۸/۹۳^{jm}	۶/۷۷^{ab}	۴/۰۳^{dg}	۲۱/۸۷^{ek}	۱۵/۱۳^{jk}	۱۹/۳۹^{im}	۵۶/۴۰^{cf}	۹۱/۱۱^{cf}	۳۹/۵۳^{kn}	۱۲۸/۷۵^{b}	۱۳۰/۸۲^{b}
LSD	۶۲/۸۵	۲۸/۸۹	۰/۹۳	۱/۲۱	۱۴/۳۷	۲۸/۵۵	۲۰/۲۰	۹/۷۳	۴۳/۸۱	۱۹/۵۴	۲۴/۲۹	۲۴/۷۸

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری دارای تفاوت آماری معنی‌دار بر اساس LSD در سطح احتمال ۵٪ نمی‌باشند.

کارماکار و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند با افزایش تراکم از ۱/۵ به ۵/۱ بوته در مترمربع، عملکرد الیاف به میزان ۳۸٪ افزایش یافت، اما بین تراکم‌های ۵/۱ و ۸/۷ بوته در مترمربع تفاوت آماری مشاهده نشد. لی و همکاران (۲۰۱۷) نیز افزایش معنی‌دار عملکردهای دانه، الیاف و بیولوژیک را با افزایش تراکم پنبه از ۳ به ۷/۵ بوته در مترمربع گزارش کردند.

وزن پنبه دانه در بوته: نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تراکم نشان داد تراکم ۵.۵ بوته در مترمربع دارای بیشترین وزن پنبه دانه در بوته در هر دو سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ بود (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر وزن دانه در بوته نشان داد هیبرید ورامین T14×در هر دو سال دارای بیشترین وزن دانه در بوته بود (جدول ۴). با این حال ژنوتیپ T2 تفاوت معنی‌داری از نظر وزن دانه در بوته با این هیبرید نداشت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × تراکم بوته بر وزن بذر در بوته در سال زراعی ۱۳۹۶ نشان داد هیبرید ورامین× T14 در تراکم ۵.۵ بوته در مترمربع دارای بیشترین وزن بذر در بوته بود (جدول ۵). همچنین ارقام ساحل و بختگان و هیبرید ساحل×سجادی در تراکم ۶.۴ و ۵.۵ بوته در مترمربع دارای کمترین وزن بذر در بوته در بین ارقام مورد مطالعه بود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × تراکم بوته بر وزن بذر در بوته در سال زراعی ۱۳۹۷ نشان داد ژنوتیپ T2 در تراکم ۵.۵ بوته در مترمربع دارای بیشترین وزن بذر در بوته بود (جدول ۳). ژنوتیپ T14 در تراکم ۶.۴ بوته در مترمربع دارای کمترین وزن بذر در بوته در بین ارقام مورد مطالعه بود. این نتایج با مطالعات لیو و همکاران (۲۰۱۹)، و بوکت (۲۰۰۵) مطابقت دارد.

رایفی زاده و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند در کشت با فواصل ردیف خیلی کم (۲۰ سانتی‌متر)،گیاه پنبه از عملکرد وش، الیاف و دانه بیشتر نسبت به کشت رایج (فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر) برخوردار بود.در مورد وزن دانه در مطالعات اخیر نتایج زیادی بر اساس بررسی‌های ما بدست نیامد و بیشتر تاکید روی تعداد دانه در غوزه‌ها بود.

ارتفاع بوته: نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تراکم نشان داد تراکم ۵.۵ بوته در مترمربع دارای بیشترین ارتفاع بوته در هر دو سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ بود (جدول۴). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر ساده رقم بر ارتفاع بوته نشان داد هیبرید ساجدی× T14 در هر دو سال دارای بیشترین ارتفاع بوته بودند (جدول۴). نتایج مقایسه میانگین بر ارتفاع در سال زراعی ۱۳۹۶ نشان داد هیبرید ساحل×ساجدی دارای بیشترین ارتفاع بود (جدول ۵). همچنین رقم ساجدی دارای کمترین ارتفاع در بین ارقام مورد مطالعه بود. نتایج مقایسه میانگین بر ارتفاع در سال زراعی ۱۳۹۷نشان داد هیبرید ساحل×ساجدی دارای بیشترین ارتفاع بود (جدول ۵). همچنین رقم ساجدی دارای کمترین ارتفاع در بین ارقام مورد مطالعه بود.

در این مطالعه اثر تراکم بوته بر ارتفاع بوته در هر دو سال اختلاف آماری معنی‌داری را نشان نداد، این نتیجه در مغایرت با نتایج سایر محققان بود. قجری و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند کاهش فاصله ردیف از ۸۰ به ۶۰ سانتی‌متر ارتفاع بوته را از ۱۱۱/۲۹ سانتی‌متر به ۱۰۱/۴۰ سانتی‌متر کاهش می‌دهد. کاهش ارتفاع گیاه با کاهش تراکم در نتایج سیبرت و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش شده است. تغییرات ارتفاع گیاه با تغییر تراکم گیاهی در پنبه یک صفت وابسته به رقم می‌باشد. قادری‌فر و همکاران (۲۰۱۲) واکنش ارتفاع نهایی گیاه به سیستم کشت را به نوع رقم مرتبط دانستند. در بررسی نامبردگان روی دو رقم گلستان (رقم زودرس، پاکوتاه) و رقم سپید، اختلاف ارتفاع در دو سیستم کشت با فواصل خیلی کم و فواصل رایج از نظر آماری معنی‌دار نبود در حالی که در رقم ساحل، کاهش فواصل ردیف سبب افزایش ارتفاع نهایی گیاه شد. در بررسی سایر محققان کاهش فواصل ردیف در پنبه سبب کاهش ارتفاع نهایی بوته شد (کلوسون و همکاران، ۲۰۰۶). با ادامه رشد و افزایش اندازه گیاه، بوته‌های پنبه با یکدیگر برای مواد غذایی، آب و نور رقابت می کنند که این رقابت در شرایط کاهش فاصله ردیف یا افزایش تراکم گیاهی افزایش پیدا می‌کند که سبب افزایش ارتفاع بوته می‌شود.

ویگینز و همکاران (۲۰۱۳) تاثیر رقم و محیط بر ارتفاع گیاه را معنی‌دار گزارش نمودند و ژنوتیپ ST4288B2F با ۲۲/۴ سانتی متر افزایش ارتفاع در طی دوره گلدهی بیشترین و ژنوتیپ FM1740B2F فقط با ۱۷/۲ سانتی‌متر افزایش ارتفاع گیاه می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای محدودیت رشد ژنوتیپ‌ها در یک سناریوی مشخص تولید باشد. رقمی که گره‌های میوه زا و ارتفاع بیشتری در طی دوره گلدهی دارد می‌تواند به عملکرد بالاتری از محصول پنبه دست یابد.

نتیجه گیری کلی

بطورکلی نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش تغییر تراکم از ۱۲.۸ بوته در مترمربع به ۵.۵ بوته میزان عملکرد در ارقام و هیبریدهای جدید پنبه و اجزای عملکرد آنها افزایش یافت. انتخاب تراکم بهینه برای کشت پنبه موجب افزایش بهره برداری از منابع و بهبود عملکرد در ارقام جدید می‌شود. همچنین هیبرید T14× ورامین به‌عنوان یک هیبرید امیدبخش دارای خصوصیات عملکردی بهتری نسبت به سایر ارقام و هیبریدها در این مطالعه بود. بنابراین توصیه می‌شود تراکم ۵.۵ بوته در مترمربع و استفاده از هیبرید T14× ورامین را برای سایر بررسی‌های بهزراعی پنبه در مناطق مشابه توصیه نمود.

منابع

1. Bednarz, C.W., ON SHURLEY, W., Anthony , W.S. and Nichols, R.L. 2005. Yield, quality, and profitability of cotton produced at varying plant densities. Agron. J.97:235-240.

2. Boqute, D.J. 2005. Cotton in ultra –narrow spacing; plant density and nitrogen fertilizer rates.Agron.J. 97:279-287.
3. Chen, G., Gao, J., Zhao, M., Dong, S., Li, K., Yang, Q., et al. 2012. Distribution, yield structure, and key cultural techniques of maize superhigh yield plots in recent years. Acta Agronomica Sinica. 38(1): 80–85.
4. Clawson, E.L., Cothren, J.T. and Blouin, D.C. 2006. Nitrogen fertilization and yield of cotton in ultra-narrow and row spacings. Agronomy Journal. 98: 72-79.
5. Donyavian, H.R., and Hematjoo, M.H. 2011. Effect of dense planting on quantitative and qualitative traits of different cultivars of cotton (*G.Hirsutum*). The 5th conference on New Ideas in Agriculture, Khorasgan, Islamic Azad University, Khorasgan Branch.
6.Donyavian, H., and Ranjbar, G.A. 2007. Effect of density on yield, yield components and fiber quality of sahel cotton. Pajouhesh-va-Sazandegi, 20(3): 32-39. (In Persian with English abstract).
7.Gerardeaux, E., Jordan-Meille, L., and Pellerin, S. 2009. Radiation interception and conversion to biomass in 2 potassium-deficient cotton crops in South Benin. The Journal of Agricultural Science. 147 (2): 155–68.
8.Ghaderi-Far, F., Alimagham, S.M., Kameli, A.M., and Jamali, M. 2012. Isabgol (*Plantogo ovate* Forsk) seed germination and emergence as affected by environmental factors and planting depth. International Journal of Plant Production. 6(2): 186-194.
9.Ghajari, A., and Akramghaderi, F. 2006. Influence of row spacing and population density of yield and yield components of three cotton cultivars in Gorgan. J. Agric. Sci. 12: 844-852. (In Persian)
10.Ghajary, A., Miri, A., Zangi, M. and Soltani, S. 2012. Determination of the best suitable planting pattern and plant density of early maturing cotton cultivars following canola harvesting. Journal of Crop Production, 4(4): 103-121. (In Persian with English abstract).
11.Ghorbanpour, I., Ghaderifar, F., and Gherekhlo, J. 2014. The effect of row spacing on competition of cotton with velvetleaf in on crop growth. Journal of Crops Improvement, 16(1): 99-100. (In Persian with English abstract)
12.Guzman, Manuel, Vilain, Luis, Rondon, Tatiana, Sanchez, Juan. 2019. "Sowing Density Effects in Cotton Yields and Its Components" Agronomy 9(7): 349.
13.Heitholt, J.J., and Meredith, W.R. 1993. Growth, boll opening rate and fiber properties of narrow-row cotton. Agron. J. 85: 590-594.
14.Hosseini, S., Velayti, A., and Attarzadeh, M. 2013. Effect of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and common lambsquarter (*chenopodium album* L.)
15.Jones, M.A., and Wells, R. 1998. Fiber yield and quality of cotton growth at two divergent population densities. Crop Science. 38: 1190-1195.

16.Jones, M.A.2001. Evaluation of ultra-narrow row cotton in south arolina.p.522-524.in Proc. Beltwide Cotton Conf., Anahiem, CA.9-13 Jan. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN.
17.Kaggwa-Asiimwe, R., Andrade-Sanchez, P., and Wang, G. 2013. Plant architecture influences growth and yield response of upland cotton to population density. Field Crops Research; 145: 52–9.
18.Karmakar, P. and Shera, P.S. 2020. Lethal and sublethal effects of insecticides used in cotton crop on the mealybug endoparasitoid Aenasius arizonensis. International Journal of Pest Management, 66(1): 13-2.
19.Kerby, T.A., Cassman, K.G. and Keely, M. 1990. Genotypes and plant densities for narrow row cotton systems. I: Height, Nodes, earliness, and location of yield. Crop Sci. 30: 644-649
20. Khan, N., Han, Y., Xing, F.; Feng, L., Wang, Z., Wang, G., Yang, B., Fan, Z., Lei, Y., Xiong, S., Li, X., and Li, Y. 2020. Plant Density Influences Reproductive Growth, Lint Yield and Boll Spatial Distribution of Cotton. Agronomy, 10: 14.
21.Li, P., Dong, H., Zheng, C., Sun, M., Liu, A., and Wang, G. 2017. Optimizing nitrogen application rate and plant density for improving cotton yield and nitrogen use efficiency in the North China Plain. PloS ONE, 12(10): 1-15. E0185550. https:// doi.org/10.1371/ journal.
22.Liu, L., Li, C., Han, Y., Wang, Z., Feng, L., and Zhi, X. et al. 2019. Adjusting cotton planting density under the climatic conditions of Henan Province, China. PLoS ONE 14(9): e0222395.
23.Liu, Y-E., Hou, P., Xie, R-Z., Hao, W-P., Li, S-K., and Mei, XR. 2015. Spatial variation and improving measures of the utilization efficiency of accumulated temperature. Crop Science, 55(4): 1806–1817.
24.Liu, Z., Zhou, W., Wang, C., Hu, W., and Chen, Z. 2020. Cotton thread modified with ionic liquid copolymerized polymer for online in-tube solid-phase microextraction and HPLC analysis of nonsteroidal anti-inflammatory drugs. J. Sep. Sci. Jul. 43(14): 2827-2833.
25.NCCA, 2017. National Cotton council of America. Cotton Production Costs and Returns:United States. Published online. http://www.cotton. org/econ/cropinfo/ costsreturns/ usa.cfm.
26.Nowruozi, M., Shamsabadi, H., and Nowrouzieh, Sh. 2014. Effect of conservatinal tillage and plant density on yield of two cottons cultivars. Iranian Journal of Cotton Researches. 2(1): 105-122. (In Persian with English Abstract)
27.Raefizadeh, A. 2016. The effect of weed interference with cotton in conventional and ultra-row spacing conditions. M.Sc. Thesis, Department of Agriculture, Islamic Azad University, Sabzevar Branch, Sabzevar, Iran. (In Persian with English abstract).

28.Saleem, M.F., Anjum, S.A., Shakeel, A., Ashraf, M.Y., and Khan, H. 2009. Effectof row spacing on earliness and yield in cotton. Pakistan Journal of Biology. 41(5): 2179-2188.

Sibbert, J.D., Stewart, A.M. and Leonard, B.R. 2006. Configuration. Agron. J. 98:562-568.

29.United States Department of Agriculture. Cotton: World Markets and Trade. USDA—Foreign Agricultural Service. Monthly Report December. 2018. Available online: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/ cotton.pdf (accessed on 22 February 2019).

30.USDA-ERS, 2017. Recent Trends in GE Adoption. Updated in July 12, 2017. Published online. https://www.ers.usda.gov/data-products/adoption-of-genetically-engineered-crops-in-the-us/recent-trends-in-ge-adoption/.Wh

31.Van Ittersum M.K., and Cassman, K.G. 2013.Yield gap analysis—Rationale, methods and applications Introduction to the Special Issue. Field Crops Research. 143:1–3.

32.Wiggins, M.S., Brian, G., Leib, T., Mueller, C. and Christopher, L.M. 2013. Investigation of physiological growth, fiber quality, yield, and yield stability of upland cotton varieties in differing environments. The Journal of Cotton Science. 17: 140–148.

33.Xiao-yu, Z., Ying-chun, H., Ya-bing, L., Guo-ping, W., Wen-li, D., Xiao-xin, L., Shu-chun, M., and Lu, F. 2016. Effects of plant density on cotton yield components and quality. Journal of Integrative Agriculture, 15(7): 1469–1479.

34.Xiao-yu, Z.,Ying-chub, H., Ya-bing, L., Guo-ping, W., Wen-li, D., Xiao-xin, L., SHU-CHUN, M., and Lu, F. 2016. Effects of plan density on cotton yield components and quality. Journal of Integrative Agriculture. 15 (7): 1469-1479.

35.Zhang, D., Luo, Z., Liu, S., Li, W., Tang, W., and Dong, H. 2016. Effects of deficit irrigation and plant density on the growth, yield and fiber quality of irrigated cotton. Field Crops Research, 197: 1–9.

Agronomic response of different cotton cultivars and hybrids to changes in plant density

Hamid Madani*[1], Sepideh Jalilian[2], Mosareza Vafaie-Tabar [3], Nourali Sajedi [4]

1. Arak branch, Islamic Azad University-Arak -Iran
2. Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran
3. Research Associate Professor of Cotton Research department of Tehran province Agriculture and Natural Resources Center (Varamin)
4. Arak branch, Islamic Azad University-Arak -Iran P.O.Box:38135/567 Arak branch, Islamic Azad University-Arak -Iran P.O.Box:38135/567

* **Corresponding Author**, Email: h-madani@iau-arak.ac.ir

Received: 2020.10.02----------Accepted: 2021.12.30

Abstract

Background and Objectives: According to studies, cotton varieties do not respond equally to yield and early maturity with increasing planting density, and crop yields vary in areas with different climatic conditions even at the same planting density for a given variety. Determining the most suitable planting density for new cotton varieties in different climatic regions plays an important role in crop production and optimum consumption of cotton seeds. Therefore, this study was conducted in Varamin, Iran, to determine the yield and evaluate the yield components of new cotton varieties according to agricultural aspects.

Materials and Methods: In this study, conducted in the field of Varamin Cotton and Fiber Crop Research Department, ten cotton genotypes including six cultivars of Varamin, Bakhtegan, Sajedi, Sahel, T2, T14 and four hybrids (Sahel × Sajedi), (Bakhtegan T2 ×), (Varamin T14 3) and (Sajedi T14 ×) were grown under three plant densities of 5.5, 6.4 and 12.8 plants per square meter were evaluated in 2017 and 2018 in a split plot field experiment in a randomized block design with four replications. Quantitative traits such as plant yield, boll weight, number of bolls per plant, plant fiber weight, cotton seed weight per plant and plant height were measured during the growing season and after physiological maturity.

Results: The results of the analysis of variance showed that in this experiment, there was a statistically significant difference between the cotton varieties in both experimental years and between different levels of crop density in the crop year 2017. The differences mentioned were related to plant yield, number of bolls per plant, weight of fiber per plant and weight of cotton seeds per plant. The results of comparing the mean interaction of variety and density on plant yield showed that Varamin T14 hybrid at a density of 5.5 plants per square meter had the highest plant yield, number of bolls per plant, fiber weight, and cotton weight per plant compared to the other varieties and hybrids in each of the crop years 2017 and 2018.

Conclusion: the results of this study showed that a planting density of 5.5 plants per square meter is desirable and recommended for cotton, especially for the hybrid Varmine T14 ×, which showed better quantitative and qualitative characteristics than other varieties.

Keywords: varmin×T14, hybrid, plant density, cotton, plant height.