اثر فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته در ردیف بر رشد و تجمع ماده خشک پنبه در اصفهان

مجیدرضا خلیلی سامانی، محمدرضا خواجه‌پور و امیر قلاوند

به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس ، دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان و عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ پذیرش مقاله ۷۶/۶/۲۶

خلاصه

اثرات فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته در ردیف بر رشد و تجمع ماده خشک پنبه، رقم ورامین، در سال ۱۳۷۲ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان بررسی گردید. آزمایش با طرح کرتهای یکبار خرد شده در قالب بلوکهای کامل تصادفی در چهار تکرار پیاده شد. فاکتور اصلی شامل چهار فاصله ردیف [۵۰ (کشت در طرفین پشته عریض)، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ سانتیمتر] و فاکتور فرعی شامل چهار فاصله بوته (۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتیمتر) بود. شاخص سطح برگ، ارتفاع گیاه، ارتفاع پایین‌ترین شاخه رویشی، وزن خشک اجزاء گیاه و وزن خشک تک بوته در ۵۰، ۸۰، ۱۱۰، ۱۴۰ و ۱۷۰ روز بعد از کاشت در سطح کرتهای فرعی ارزیابی شدند. شاخص سطح برگ و وزن خشک برگ، ساقه و گیاه در واحد سطح در کلیه مراحل رشد تحت تأثیر فاصله ردیف قرار گرفته و با کاهش فاصله ردیف افزایش یافتند. اثر فاصله ردیف بر ارتفاع گیاه، وزن تک بوته و وزن خشک غوزه در نیمه دوم فصل رشد معنی‌دار شد. با کاهش فاصله ردیف، ارتفاع گیاه و وزن تک بوته کاهش یافت، ولی وزن خشک غوزه در واحد سطح افزایش پیدا کرد. شاخص سطح برگ و وزن خشک برگ، ساقه، غوزه و گیاه در واحد سطح در کلیه مراحل رشد تحت تأثیر فاصله بوته قرار گرفته و با کاهش فاصله بوته افزایش یافتند. ولی وزن خشک تک بوته و ارتفاع گیاه با افزایش فاصله بوته افزایش پیدا کردند. ارتفاع پایین‌ترین شاخه رویشی نیز با کاهش فاصله بوته افزایش یافت. اثر متقابل فاصله ردیف کاشت و فاصله بوته بر شاخص سطح برگ در ۱۱۰ روز بعد از کاشت و وزن خشک غوزه در ۱۴۰ روز بعد از کاشت معنی‌دار شد. بالاترین شاخص سطح برگ و وزن خشک غوزه با فاصله ردیف ۵۰ سانتیمتر و فاصله بوته ۱۰ سانتیمتر بدست آمد. با توجه به نتایج فوق ممکن است نتیجه گرفت که تراکم ۲۰ بوته در متر مربع (فاصله ردیف ۵۰ سانتیمتر با فاصله بوته ۱۰ سانتیمتر) می‌تواند برای تولید پنبه، رقم ورامین، در شرایط مشابه آزمایش حاضر مناسب باشد.

واژه‌های کلیدی: پنبه، آرایش کاشت، اندامهای رویشی و غوزه

مقدمه

عملکرد هر محصول زراعی حاصل رقابت برون و درون بوته‌ای برای عوامل محیطی رشد می‌باشد. حداکثر عملکرد زمانی حاصل می‌شود که این رقابت‌ها به حداقل خود رسیده و گیاه بتواند از عوامل محیطی رشد موجود حداکثر استفاده را بنماید. فواصل مناسب بین ردیف‌های کاشت و بین بوته‌ها در روی ردیف کاشت تعیین کننده فضای رشد قابل استفاده هر بوته می‌باشد. تراکم مناسب و توزیع متعادل بوته‌ها در واحد سطح موجب استفاده بهتر از رطوبت، مواد

غذایی و نور گردیده و موجب افزایش عملکرد می‌شود (۲). روشهای زراعی معمولا" به نوعی طراحی شده‌اند تا دریافت نور را از طریق پوشش کامل سطح زمین و با بالا بردن سرعت گسترش برگ حداکثر کنند، زیرا زمین فاقد پوشش انرژی نورانی را دریافت ولی به مواد فتوسنتزی تبدیل نمی‌کند. مطالعات مختلف (۷، ۸، ۱۲، ۱۵ و ۱۸) نشان داده‌اند که افزایش تراکم و توزیع یکنواخت‌تر بوته‌ها از طریق کاشت روی ردیفهای نزدیک بهم، سبب افزایش شاخص سطح برگ شده و در نتیجه جذب نور در داخل تاج پوشش (کنوپی) بهتر صورت می‌گیرد. با افزایش شاخص سطح برگ، میزان فتوسنتز خالص (۷) و سرعت تولید ماده خشک (۴ و ۷) افزایش می‌یابد. همچنین بین شاخص سطح برگ با وزن برگ (۱۱)، وزن خشک گیاه و ارتفاع بوته (۴) همبستگی قوی و مثبتی وجود دارد. تراکم گیاهی از طریق تأثیر بر میزان نور وارد شده به تاج پوشش بر ارتفاع گیاه تأثیر می‌گذارد (۱۰). مطالعات بسیاری (۱۱، ۱۲ و ۱۴) نشان داده‌اند که همراه با افزایش تراکم بوته در پنبه، طول میانگره‌ها و تعداد گره در ساقه اصلی کاهش یافته و در نتیجه ارتفاع گیاه نقصان می‌یابد. بررسی انجام شده توسط کویل و موریل (۱۶) در تراکمی بین ۷/۴ تا ۲۹/۶ بوته پنبه در متر مربع نشان داد که به ازای افزایش تراکم به میزان هر ۵ بوته در متر مربع یک گره در ساقه اصلی گیاه کاهش می‌یابد.

فزونی رقابت ناشی از افزایش تراکم سبب می‌گردد که سرعت تجمع ماده خشک در هر بوته کاهش یابد، ولی تجمع ماده خشک بر واحد سطح به دلیل افزایش تعداد بوته زیاد می‌گردد (۶ و ۱۱). وزن خشک برگ بیش از سایر اندامها تحت تأثیر تغییر تراکم قرار می‌گیرد. همچنین میزان تغییر در وزن ساقه برای ساقه‌های رویشی و زایشی یکسان نبوده و نسبت وزن خشک ساقه‌های زایشی به ساقه‌های رویشی همراه با افزایش تراکم زیاد می‌گردد و راندمان گیاه افزایش می‌یابد (۱۱). از آنجا که عوامل محیطی زیادی بر تراکم مناسب و نحوه توزیع مطلوب گیاهان در مزرعه تأثیر می‌گذارند، امکان ارائه توصیه‌ای یکسان برای تمام شرایط وجود ندارد. بدین لحاظ اثر فاصله ردیف کاشت و تراکم بوته در ردیف بر رشد و تجمع ماده خشک در رقم پنبه ورامین تحت شرایط اصفهان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روشها

آزمایش در سال ۱۳۷۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا شد. این مزرعه در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی واقع شده است و طبق تقسیم‌بندی کوپن دارای اقلیم خشک و بسیار گرم با تابستانهای خشک می‌باشد (۳). بافت خاک منطقه لوم رسی و pH آن حدود ۷/۵ است.

آزمایش به صورت طرح کرتهای یکبار خرد شده در قالب بلوکهای کامل تصادفی در چهار تکرار پیاده شد. فاکتور اصلی شامل چهار فاصله بین ردیف (۵۰ سانتیمتر بصورت کشت در طرفین پشته‌های عریض به فاصله ۱۰۰ سانتیمتر از وسط یک جوی تا وسط جوی مجاور، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ سانتیمتر بصورت کشت در وسط پشته) و فاکتور فرعی شامل چهار فاصله بین بوته (۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتیمتر) بود. هر کرت فرعی شامل هفت ردیف کاشت به طول ۱۲ متر بود که دو ردیف کناری آن بعنوان حاشیه منظور گردید. زمین محل آزمایش در سال قبل در وضعیت آیش قرار داشت. عملیات تهیه بستر شامل شخم پاییزه، دیسک بهاره و کودپاشی به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیم بود. برای کنترل علفهای هرز از تریفلورالین [1] به میزان ۲/۴ لیتر در هکتار بصورت پیش کاشتی استفاده بعمل آمد. جوی و پشته‌ها توسط فارور تهیه و تکمیل آنها به وسیله کارگر صورت گرفت. برای کرک‌زدایی از اسید سولفوریک ۸ مولار به مدت ۳۰ ثانیه استفاده شد. بذرها با سم کاربوکسین تیرام [2] به نسبت ۲ در هزار ضدعفونی شدند. کاشت در تاریخ ۵ خرداد و به صورت هیرم کاری صورت گرفت. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد. آبیاری‌های بعدی بر اساس ۷۰ میلیمتر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A صورت گرفت. در اوایل گلدهی معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت سرک و بطور یکنواخت در فواصل ردیف‌های کاشت پخش گردید.

به منظور تعیین روند رشد اندامهای مختلف گیاه در طول فصل رشد، از ۵۰ روز بعد از کاشت و به فواصل هر ۳۰ روز یکبار نمونه‌برداری از سطح واحدهای آزمایشی انجام گرفت. در زمان نمونه‌برداری آخر (۱۷۰ روز بعد از کاشت) به دلیل سرمازدگی اکثر تکرارها، فقط تکرار اول مورد نمونه‌برداری قرار گرفت. در هر یک

۱ - بانام شیمیایی α,α,α-Trifluro 2,6-dinitro-*N*, *N*-dipropyl-**P**-toluidine

۲ - حاوی مخلوطی از ۷۵ درصد کاربوکسین و ۸۰ درصد تیرام به نسبت ۱:۱

از نمونه‌برداریها، قطعه‌ای به مساحت ۲ متر مربع از دو خط کاشت هر کرت فرعی با رعایت حاشیه برداشت شد. در هر نوبت نمونه‌گیری شاخص سطح برگ، ارتفاع گیاه، وزن خشک کل بوته، برگ، ساقه و غوزه در بوته و در واحد سطح مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. برای تعیین شاخص سطح برگ از یک دستگاه فتوالکتریکی[1] استفاده گردید. جهت تعیین وزن خشک اندامهای مختلف گیاه ابتدا آنها را خرد و پس از رطوبت‌گیری اولیه در هوای آزاد در آون با حرارت ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردیدند. نمونه‌ها بلافاصله پس از خروج از آون با دقت یکصدم گرم توزین شده و وزن خشک آنها بر مبنای بوته و نیز در متر مربع محاسبه شد. اعداد حاصله با برنامه کامپیوتری اس - آ - اس[2] مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و میانگین‌ها در صورت معنی‌دار بودن اثر تیمارهای آزمایشی با آزمون دانکن مقایسه گردیدند. برای ترسیم منحنی‌ها و شکل‌ها از برنامه کامپیوتری کواتروپرو -۴[3] استفاده شد.

نتایج و بحث

مراحل شروع گلدهی، ۵۰ درصد گلدهی، شروع غوزه‌دهی و ۵۰ درصد غوزه‌دهی برای میانگین کلیه تیمارها به ترتیب ۶۴، ۸۴، ۹۴ و ۱۲۲ روز بعد از کاشت بود. بر این اساس مراحل نمونه‌گیری شامل ۵۰، ۸۰، ۱۱۰، ۱۴۰ و ۱۷۰ روز بعد از کاشت به ترتیب با میانگین مراحل نمو گیاه شامل کمی قبل از گلدهی، کمی قبل از ۵۰ درصد گلدهی، کمی بعد از شروع غوزه‌دهی، کمی بعد از ۵۰ درصد غوزه‌دهی و باز شدن غوزه‌ها منطبق بود. تیمار تراکم ۲۰ بوته درمتر مربع (فاصله ردیف ۵۰ سانتیمتر با فاصله بوته ۱۰ سانتیمتر) به ترتیب با ۶۱، ۸۱، ۹۲ و ۱۲۰ روز بعد از کاشت برای مراحل فوق‌الذکر زودرس‌ترین و تیمار ۴ بوته در متر مربع (فاصله ردیف ۱۰۰ سانتیمتر با فاصله بوته ۲۵ سانتیمتر) به ترتیب با ۶۶، ۸۶، ۹۶ و ۱۲۶ روز بعد از کاشت برای مراحل فوق دیررس‌ترین تیمار بود.

شاخص سطح برگ: شاخص سطح برگ در اوایل فصل رشد به کندی افزایش یافت، اما از ۵۰ تا ۱۴۰ روز بعد از کاشت (کمی بعد از ۵۰ درصد غوزه‌دهی) بطور خطی افزایش پیدا کرد و به میانگین حدود ۳/۵ رسید و پس از آن و با شروع ریزش برگها رو به نقصان گذاشت (شکل ۱). در مطالعات اشلی و همکاران (۴) نیز شاخص سطح برگ تا ۱۴ هفته بعد از سبز شدن افزایش یافته و به حدود ۵ رسید و در انتهای فصل رشد کاهش پیدا کرد.

فاصله ردیف کاشت در کلیه مراحل رشد بر شاخص سطح برگ تأثیر معنی‌داری داشت. در کلیه مراحل رشد حداقل و حداکثر شاخص سطح برگ به ترتیب با فاصله ردیف‌های ۱۰۰ و ۵۰ سانتیمتر بدست آمد. اختلاف بین این دو تیمار با گذشت زمان افزایش یافت. بطوریکه تفاوت شاخص سطح برگ در دو فاصله ردیف فوق‌الذکر از حدود ۰/۰۹ واحد در ۵۰ روز بعد از کاشت به حدود ۱/۷۸ واحد در ۱۴۰ روز بعد از کاشت رسید. همچنین در اکثر مراحل رشد بین فاصله ردیف ۶۰ سانتیمتر با فاصله ردیف‌های ۵۰ و ۸۰ سانتیمتر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بطور کلی در این آزمایش با کاهش فاصله ردیف کاشت، شاخص سطح برگ افزایش یافت (جدول ۱). نتایج مشابهی توسط فولر و رای (۱۱) و گلانپولو - سندوکا و همکاران (۱۲) گزارش شده است. با کاهش فاصله بین ردیف و نتیجتا" افزایش تعداد بوته در واحد سطح، تعداد برگ در واحد سطح زیاد شده و منجر به افزایش شاخص سطح برگ گردید. شاخص سطح برگ در تمام مراحل رشد تحت تأثیر فاصله بین بوته معنی‌دار شد. در کلیه مراحل رشد برتری فاصله بوته ۱۰ سانتیمتر بر سایر فواصل بین بوته نمایان بود و کمترین شاخص سطح برگ در فاصله بین بوته ۲۵ سانتیمتر بدست آمد. تفاوت فواصل بین بوته برای شاخص سطح برگ با گذشت زمان افزایش یافت، بطوریکه حداکثر اختلاف آنها در ۱۴۰ روز بعد از کاشت به ۲/۲۶ واحد رسید. همچنین در اکثر مراحل رشد بین فواصل بوته ۲۰ سانتیمتر با ۱۵ و ۲۵ سانتیمتر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در این آزمایش با کاهش فواصل بین بوته، شاخص سطح برگ افزایش یافت (جدول ۱).

اثر متقابل فاصله بین ردیف با فاصله بین بوته بر شاخص سطح برگ در ۱۱۰ روز بعد از کاشت (اوایل غوزه‌دهی) در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است. حداقل و حداکثر شاخص سطح برگی به ترتیب با تراکم‌های ۴ بوته در متر مربع (فاصله ردیف ۱۰۰ سانتیمتر با فاصله بوته ۲۵ سانتیمتر) و ۲۰ بوته در متر مربع (فاصله ردیف ۵۰ سانتیمتر با فاصله بوته ۱۰ سانتیمتر) حاصل شد. نتایج حاصله از این آزمایش با مطالعات

1-DBLTA-T,Leaf area meter, England 2 - SAS(Statistical Analysis System) 3- Quatro Pro-4

جدول ۱ - میانگین‌های[1] شاخص سطح برگ و ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) طی فصل رشد (روز بعد از کاشت) و ارتفاع پایین‌ترین شاخه رویشی (سانتی‌متر)، به تفکیک فاصله بین دو ردیف و فاصله بین بوته (سانتی‌متر)

تیمار آزمایش	شاخص سطح برگ					ارتفاع گیاه					ارتفاع پایین‌ترین شاخه رویشی
	۵۰	۸۰	۱۱۰	۱۴۰	۱۷۰[2]	۵۰	۸۰	۱۱۰	۱۴۰	۱۷۰[2]	
فاصله بین ردیف											
۵۰	۰/۲۲a	۱/۶۳a	۳/۱۱a	۴/۲۳a	۲/۰	۲۳/۶a	۵۴/۴a	۸۳c	۱۰۲c	۱۰۲	۱۴/۸a
۶۰	۰/۱۸a	۱/۲۹b	۲/۷۴a	۳/۷۸ab	۱/۹	۲۳/۵a	۵۳/۷a	۸۵bc	۱۰۳c	۱۰۴	۱۴/۵a
۸۰	۰/۱۴b	۰/۹۹b	۲/۶۴a	۳/۳۸b	۱/۷	۲۳/۵a	۵۳/۷a	۹۲ab	۱۰۹b	۱۱۲	۱۴/۸a
۱۰۰	۰/۱۳b	۰/۸۷c	۱/۸۳b	۲/۵۵c	۱/۴	۲۵/۱a	۵۹/۳a	۹۴a	۱۱۹a	۱۲۰	۱۴/۶a
فاصله بین بوته											
۱۰	۰/۲۳a	۱/۵۵a	۳/۸۰a	۴/۷۵a	۲/۲	۲۳/۱a	۵۶/۷a	۸۶a	۱۰۴b	۱۰۵	۱۶/۷a
۱۵	۰/۱۵b	۱/۱۷b	۲/۳۶b	۳/۷۷b	۱/۸	۲۳/۴a	۵۴/۳a	۸۹a	۱۰۷b	۱۰۹	۱۴/۸b
۲۰	۰/۱۴c	۱/۰۹b	۲/۲۱b	۲/۹۴c	۱/۷	۲۴/۶a	۵۴/۹a	۸۹a	۱۰۹b	۱۱۰	۱۴/۰b
۲۵	۰/۱۳c	۰/۹۷b	۱/۹۴b	۲/۴۹d	۱/۳	۲۴/۷a	۵۵/۶a	۹۰a	۱۱۴a	۱۱۶	۱۳/۳b

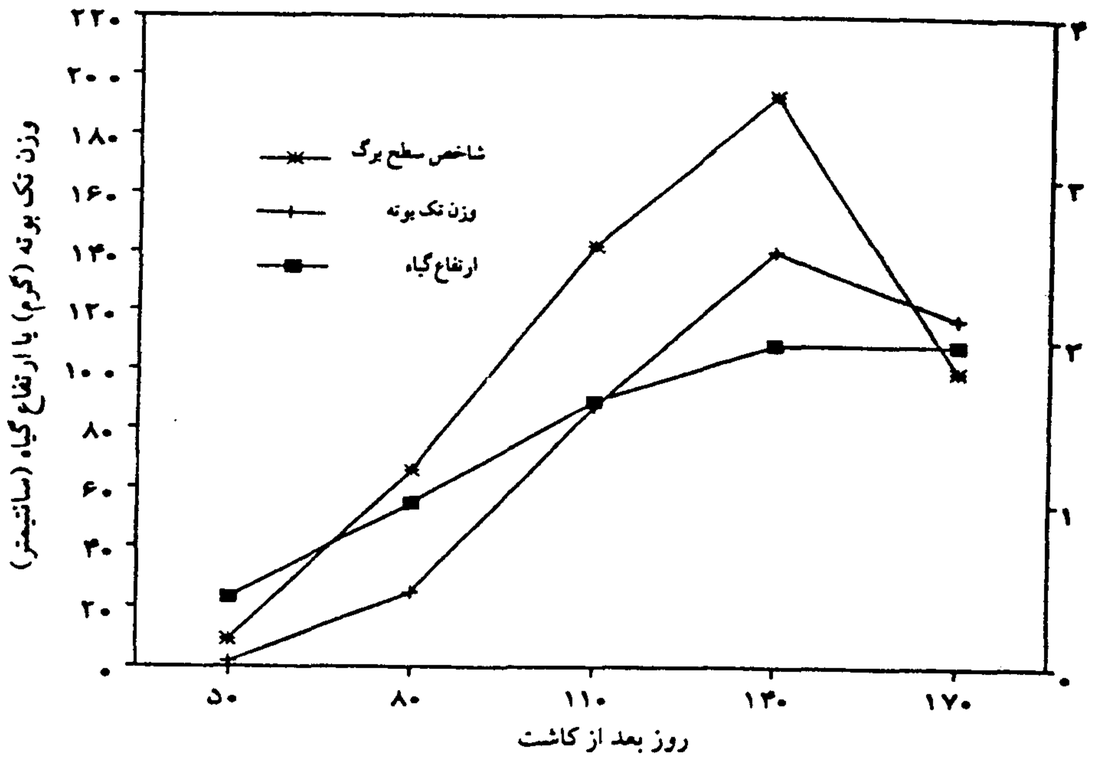
۱ - میانگین‌های هر گروه در هر ستون که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

۲ - در ۱۷۰ روز بعد از کاشت به دلیل سرمازدگی اکثر تکرارها، نمونه‌برداری در سطح یک تکرار انجام شد و مقایسه میانگین‌ها صورت نگرفت.

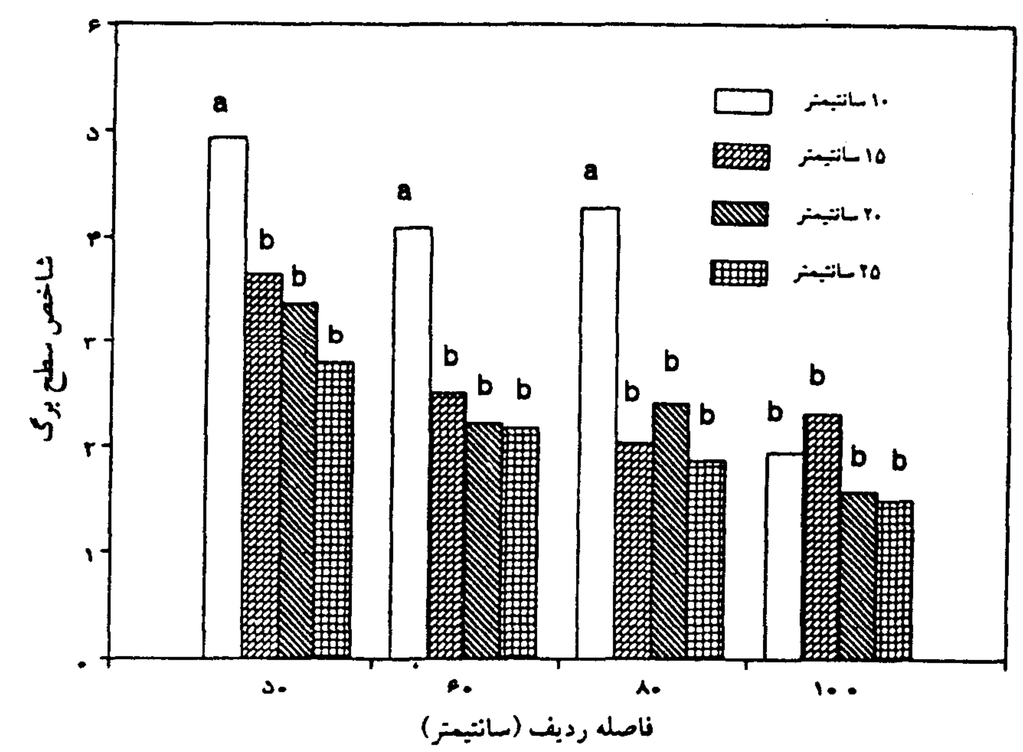
(کمی بعد از ۵۰ درصد غوزه‌دهی) به ۱۰۸ سانتیمتر رسید. در این زمان رشد گیاه به دلیل وقوع سرمای پاییزه متوقف شد (شکل ۱). در مطالعات کربی و همکاران (۱۴) ارتفاع پنبه تا زمان بلوغ غوزه افزایش و سپس ثابت ماند.

فاصله ردیف کاشت در مراحل اولیه رشد تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه نداشت. اختلاف معنی‌دار بین فواصل ردیف برای ارتفاع گیاه در ۱۱۰ روز بعد از کاشت (اوایل غوزه‌دهی) نمایان شد (جدول ۱). لیکن در کلیه مراحل رشد حداقل و حداکثر ارتفاع گیاه به ترتیب در فواصل بین ردیف ۵۰ و ۱۰۰ سانتیمتر بدست آمد. تفاوت بین دو تیمار مذکور با گذشت زمان افزایش یافته و در ۱۴۰ روز بعد از کاشت به ۱۷ سانتیمتر رسید. در این آزمایش با کاهش فاصله ردیف از ارتفاع گیاه کاسته شد. مطالعات بسیاری (۱۱، ۱۲ و ۱۶) نشان داده‌اند که با کاهش فاصله ردیف و به دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح، تعداد گره، طول میان گره و سرعت تولید گره‌های اولیه در گیاه نقصان یافته و ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد. فاصله بوته نیز همانند فاصله بین ردیف در اوایل فصل رشد بر ارتفاع گیاه تأثیر معنی‌داری نداشت، ولی در انتهای فصل رشد تأثیر فاصله بوته بر ارتفاع گیاه معنی‌دار شد. حداکثر ارتفاع بوته با فاصله بوته ۲۵ سانتیمتر و حداقل ارتفاع با فاصله بین بوته ۱۰ سانتیمتر بدست آمد (جدول ۱). کربی و همکاران (۱۴) دریافتند که در مراحل اولیه رشد به دلیل فقدان رقابت بین اندامهای رویشی و زایشی گیاه برای مواد حاصل از فتوسنتز، ارتفاع گیاه در تراکم‌های مختلف یکسان است ولی پس از گذشت زمان، به دلیل ایجاد رقابت، افزایش در تعداد گره و طول میانگره‌ها در گیاه محدود گشته و از ارتفاع گیاه در تراکم‌های بالا کاسته می‌شود. در آزمایش حاضر ارتفاع گیاه با شاخص سطح برگ در اوایل فصل رشد همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت ($r = +0/35^{**}$). اما این همبستگی در انتهای فصل رشد منفی شد ($r = -0/43^{**}$). نتایج مشابهی توسط اشلی و همکاران (۴) گزارش شده است. ظاهرا" در اوایل فصل رشد و همزمان با افزایش ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ زیاد می‌گردد. ولی در انتهای فصل رشد دلیل ریزش شدیدتر برگها در بوته‌های بلندتر، همبستگی بین ارتفاع گیاه و شاخص سطح برگ منفی می‌گردد.

ارتفاع پایین‌ترین شاخه رویشی: فاصله ردیف کاشت بر ارتفاع پایین‌ترین شاخه رویشی از سطح خاک تأثیر معنی‌داری نداشت. ول



شکل ۱- تغییرات شاخص سطح برگ،ارتفاع گیاه‌و وزن خشک تک بوته طی فصل رشد.



شکل ۲ - مقایسه اثر متقابل فاصله بین ردیف با فاصله بین بوته روی شاخص سطح برگ در ۱۱۰ روز بعد از کاشت. ستونهایی که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

عده‌ای از محققین (۷ و ۱۱) منطبق است. در مطالعات گلانپولو - سندوکا و همکاران (۱۲) نیز با افزایش تراکم از ۹۰ به ۳۶۰ هزار بوته در هکتار شاخص سطح برگ افزایش یافت. همراه با افزایش تراکم و به دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح، تعداد برگ در واحد سطح نیز افزایش یافته و منجر به افزایش شاخص سطح برگ می‌گردد.

ارتفاع گیاه: ارتفاع گیاه در اوایل فصل رشد به کندی افزایش یافت، بطوریکه در ۵۰ روز بعد از کاشت به ۲۳ سانتیمتر رسید. پس از آن تا شروع سرمای پاییزه و همگام با تسریع در رشد گیاه، ارتفاع گیاه نیز با سرعت بیشتری افزایش یافت و در ۱۴۰ روز بعد از کاشت

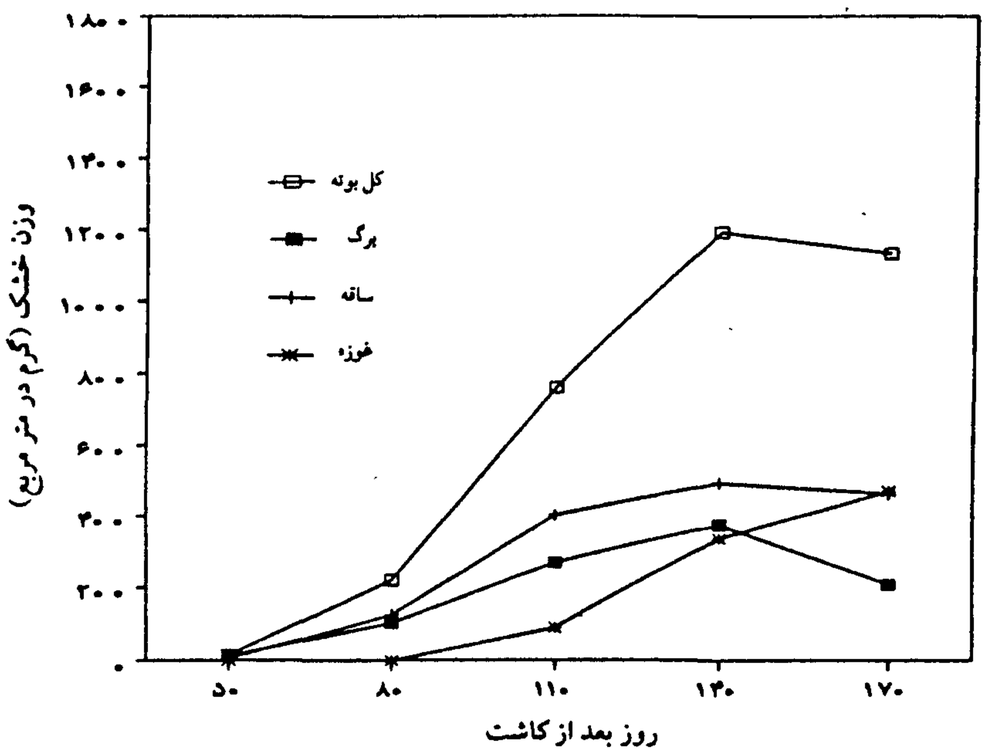
فاصله بین بوته بر ارتفاع پایین‌ترین شاخه رویشی از سطح خاک تأثیر معنی‌داری گذاشت. حداقل و حداکثر ارتفاع پایین‌ترین شاخه رویشی از سطح خاک به ترتیب در فواصل بین بوته ۲۵ و ۱۰ سانتیمتر حاصل شد (جدول ۱). نتایج مشابهی در سایر مطالعات (۱ و ۸) بدست آمده است. احتمالا" به دلیل نزدیک شدن بوته‌ها به یکدیگر و وجود نوعی اثر مجاورتی در فاصله بین بوته ۱۰ سانتیمتر، اولین شاخه رویشی در ارتفاع بالاتری از سطح خاک تشکیل شد.

تجمع ماده خشک:

وزن تک بوته: وزن تک بوته تا ۵۰ روز بعد از کاشت ناچیز بود و سپس تا ۸۰ روز بعد از کاشت بکندی افزایش یافت. از این زمان (اوایل گلدهی) تا ۱۴۰ روز بعد از کاشت (کمی بعد از ۵۰ درصد غوزه‌دهی) وزن تک بوته با سرعت زیادی افزایش یافت و به حدود ۱۳۹ گرم رسید، ولی با شروع ریزش برگها رو به نقصان گذاشت (شکل ۱). مطالعات دیگران (۶، ۹ و ۱۷) نیز با نتایج این آزمایش منطبق می‌باشد.

فاصله ردیف کاشت در مراحل اولیه رشد بر وزن تک بوته تأثیر معنی‌داری نداشت. ولی از ۸۰ روز بعد از کاشت تأثیر فاصله ردیف کاشت بر وزن تک بوته معنی‌دار شد. در کلیه مراحل رشد حداقل و حداکثر وزن تک بوته به ترتیب در فواصل بین ردیف ۵۰ و ۱۰۰ سانتیمتر بدست آمد. حداکثر اختلاف بین این دو تیمار در ۱۴۰ روز بعد از کاشت حاصل و حدود ۴۶ گرم بود. بطور کلی در این آزمایش با کاهش فاصله ردیف وزن تک بوته نقصان یافت (جدول ۲). عدم رقابت میان بوته‌ای در اوایل فصل رشد باعث گردید که بین وزن تک بوته‌ها اختلاف معنی‌داری در مراحل اولیه رشد نباشد، ولی با گذشت زمان و تشدید رقابت بین ردیفی، با کاهش فاصله ردیف میزان فتوسنتز در گیاه کاهش یافته و از وزن تک بوته‌ها کاسته گردید. در مطالعات فولر و رای (۱۱) نیز به دلیل ایجاد رقابت و به دلیل کاهش تعداد شاخه رویشی و زایشی در گیاه، ماده خشک بر واحد گیاه در تراکم‌های بالا کاهش یافت. فاصله بین بوته در تمام مراحل رشد بر روی وزن تک بوته تأثیر معنی‌داری داشت. در کلیه مراحل رشد وزن تک بوته کمتری با کاهش فاصله بوته و افزایش تراکم بدست آمد. همچنین تفاوت بین تیمارها با گذشت زمان افزایش یافت، بطوریکه در ۵۰ روز بعد از کاشت اختلاف دو تیمار ۱۰ و ۲۵ سانتیمتر حدود ۰/۷۲ گرم بود ولی این تفاوت در ۱۴۰ روز بعد از کاشت به ۵۶ گرم رسید (جدول ۲). بخشی از وزن بیشتر تک بوته با ارتفاع بیشتر بوته‌ها قابل توجیه بود ($r = +0/67^{**}$). نتایج مشابهی در سایر مطالعات (۹، ۱۱ و ۱۷) گزارش شده است. ظاهرا" رقابت بین بوته‌ای در داخل ردیف‌های کاشت زودتر از رقابت بین ردیف‌های کاشت ایجاد می‌شود. رقابت موجود از همان مراحل اولیه رشد بر وزن تک بوته تأثیر گذاشته و در تراکم‌های بالا باعث کاهش وزن تک بوته از طریق کاهش در فتوسنتز گیاه و در نتیجه کاهش در تعداد شاخه‌های رویشی و زایشی می‌گردد. باست و همکاران (۶) در مطالعات خود نشان داد که اگر تراکم بوته از ۶/۶ به ۳/۳ بوته در متر مربع کاهش یابد وزن تک بوته‌ها از ۱۰۸ تا ۱۲۵ گرم به ۲۳۲ تا ۲۶۷ گرم افزایش پیدا می‌کند.

وزن خشک گیاه در واحد سطح: در اوایل فصل رشد تجمع ماده خشک در پنبه به کندی صورت گرفت، بطوریکه در ۵۰ روز بعد از کاشت حدود ۱۵/۶ گرم در متر مربع ماده خشک حاصل شد. ساقه و برگ به ترتیب ۳۶ و ۶۶ درصد وزن خشک گیاه را در این زمان تشکیل دادند. تجمع وزن خشک از ۸۰ تا ۱۴۰ روز بعد از کاشت بصورت خطی و سریع افزایش یافت و پس از آن مختصری کاهش پیدا کرد. بخش قابل توجهی از کاهش وزن ناشی از ریزش برگها و کاهش وزن ساقه (احتمالا" به دلیل انتقال مواد) توسط افزایش وزن غوزه‌ها جبران گردید (شکل ۳). در ۱۴۰ روز بعد از کاشت، که با حداکثر تجمع ماده خشک (۱۲۱۷ گرم در متر مربع) منطبق بود، ساقه، برگ و غوزه به ترتیب ۴۰، ۳۰ و ۳۰ درصد از وزن خشک کل را تشکیل دادند. نتایج مشابهی در سایر مطالعات (۱۵ و ۱۶) بدست آمده است.



شکل ۳- تغییرات وزن خشک کل بوته، برگ، ساقه و غوزه (گرم در متر مربع) طی فصل رشد.

جدول ۲ -میانگین های[1] وزن تک بوته و ماده خشک گیاه در واحد سطح به تفکیک فاصله بین ردیف و فاصله بین بوته (سانتی‌متر) طی فصل رشد (روز بعد از کاشت).

تیمار آزمایش	وزن تک بوته (گرم)					ماده خشک گیاه (گرم در متر مربع)				
	۵۰	۸۰	۱۱۰	۱۴۰	۱۷۰[2]	۵۰	۸۰	۱۱۰	۱۴۰	۱۷۰[2]
فاصله بین ردیف										
۵۰	۱/۶۸a	۲۳ab	۷۱b	۱۱۵c	۱۱۳	۲۰/۵a	۲۹۱a	۸۶۷a	۱۴۱۶a	۱۳۹۴
۶۰	۱/۷۰a	۲۴ab	۷۹b	۱۲۹b	۱۲۱	۱۷/۲a	۲۴۵a	۸۱۶a	۱۳۰۴ab	۱۲۲۵
۸۰	۱/۶۵a	۲۲b	۹۹a	۱۵۲a	۱۴۱	۱۲/۵b	۱۶۹b	۷۷۰a	۱۱۶۶b	۱۰۷۲
۱۰۰	۲/۰۲a	۲۹a	۹۸a	۱۶۱a	۱۴۸	۱۲/۳b	۱۷۳b	۵۸۲b	۹۸۵c	۹۰۵
فاصله بین بوته										
۱۰	۱/۳۹c	۱۹c	۷۲a	۱۱۲c	۱۰۶	۲۰/۴a	۲۹۱a	۱۰۵۱a	۱۶۱۸a	۱۵۳۵
۱۵	۱/۶۸bc	۲۲bc	۷۴b	۱۳۴b	۱۲۴	۱۶/۳b	۲۱۲b	۶۹۰b	۱۲۵۴b	۱۱۵۷
۲۰	۱/۸۷ab	۲۷ab	۹۴a	۱۴۴b	۱۳۸	۱۳/۳c	۱۹۸b	۶۸۰b	۱۰۳۰c	۹۸۹
۲۵	۲/۱۱a	۳۰a	۱۰۷a	۱۶۸a	۱۵۶	۱۲/۴c	۱۷۷b	۶۱۵b	۹۶۶c	۸۹۲

۱ - میانگین‌های هر گروه در هر ستون که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

۲ - در ۱۷۰ روز بعد از کاشت به دلیل سرمازدگی اکثر تکرارها، نمونه‌برداری در سطح یک تکرار انجام شد و مقایسه میانگین‌ها صورت نگرفت.

همانگونه که اشاره گردید با کاهش فاصله ردیف و افزایش تراکم، رقابت میان بوته‌ای تشدید شده و میزان تجمع ماده خشک بر گیاه کاهش یافت. ولی افزایش تعداد بوته در واحد سطح از طریق افزایش در شاخص سطح برگ، جذب نور و تولید مواد فتوسنتزی سبب گردید که میزان تجمع ماده خشک در واحد سطح همراه با افزایش تراکم از ۴ به ۲۰ بوته در متر مربع افزایش یابد. همبستگی بالا ($r = ۰/۹۰^{**}$) بین وزن خشک گیاه در واحد سطح و شاخص سطح برگ نشانگر اهمیت افزایش شاخص سطح برگ در تأمین مواد فتوسنتزی مورد نیاز برای رشد گیاه می‌باشد. تأثیر فاصله بین ردیفهای کاشت در افزایش وزن خشک گیاه در واحد سطح در کلیه نمونه‌برداریها طی فصل رشد معنی‌دار بود و تفاوت بین تیمارها با گذشت زمان افزایش یافت (جدول ۲). در تمام نمونه‌برداریها وزن خشک گیاه کمتری در واحد سطح در فاصله ردیفهای ۸۰ و ۱۰۰ سانتیمتر بدست آمد. اثر فاصله بین بوته روی وزن خشک گیاه در واحد سطح در کلیه نمونه‌برداریها طی فصل رشد معنی‌دار بود. فواصل بین بوته ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتیمتر تا ۱۱۰ روز بعد از کاشت تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، ولی در ۱۴۰ روز بعد از کاشت فقط فواصل بین بوته ۲۰ و ۲۵ سانتیمتر با یکدیگر مشابه بودند. بطور کلی ماده خشک گیاه در واحد سطح همراه با افزایش فاصله بین بوته‌ها کاهش یافت (جدول ۲). نتایج مشابهی توسط فولر و رای (۱۱)، کربی و همکاران (۱۵) و گلانپولو - سندوکا و همکاران (۱۲) گزارش شده است. فولر و رای (۱۱) در مطالعات خود در محدودهٔ تراکم‌های ۳۸۷۵۰ تا ۶۲۰۰۰۰ بوته در هکتار دریافتند که با گذشت زمان و در اثر افزایش رقابت، ماده خشک بر واحد گیاه در فضای بسته‌تر کاهش می‌یابد. ولی افزایش تعداد بوته در واحد سطح از طریق افزایش در شاخص سطح برگ، جذب نور و افزایش میزان مواد فتوسنتزی در واحد سطح منجر به افزایش تجمع ماده خشک در واحد سطح می‌شود.

وزن خشک برگ: وزن خشک برگ در تمامی مراحل رشد تحت تأثیر فاصله بین ردیف قرار گرفت. در کلیه مراحل رشد حداقل و حداکثر وزن خشک برگ به ترتیب در فاصله ردیفهای ۱۰۰ و ۵۰ سانتیمتر حاصل شد. تفاوت این دو تیمار در ۵۰ روز بعد از کاشت (قبل از شروع گلدهی) ۵/۵ گرم در متر مربع بود، ولی این تفاوت در ۱۴۰ روز بعد از کاشت (کمی بعد از مرحله ۵۰ درصد غوزه‌دهی) به حدود ۱۴۹ گرم بالغ شد. در تمام مراحل رشد بین فواصل ردیف ۵۰ و ۶۰ سانتیمتر و در اکثر مراحل بین فواصل ردیفهای ۸۰ و ۱۰۰ سانتیمتر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در این آزمایش با کاهش فواصل بین ردیف وزن خشک برگ در واحد سطح افزایش یافت (جدول ۳). نتایج مشابهی در سایر مطالعات (۱۱ و ۱۵) بدست آمده است. وزن خشک برگ تحت تأثیر فاصله بین بوته، در تمامی مراحل رشد معنی‌دار شد. برتری فاصله بوته ۱۰ سانتیمتر در کلیه مراحل رشد معنی‌دار بود، در حالیکه فاصله بین بوته ۲۵ سانتیمتر حداقل ماده خشک برگ را تولید کرد (جدول ۳). با افزایش تراکم، رقابت میان بوته‌ای تشدید شده، ارتفاع گیاه و تعداد شاخه گیاه کم شده و بوته‌های کوچکتری با برگهای کمتری بوجود می‌آیند. ولی به دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح و توزیع تعادل‌تر بوته‌ها، این کمبود جبران شده و باعث می‌گردد که تعداد برگ در واحد سطح افزایش یافته و میزان جذب نور و تولید مواد فتوسنتزی در برگها زیاد شود و در نتیجه وزن خشک برگ در واحد سطح افزایش یابد. بکستون و همکاران (۸) و کربی و همکاران (۱۵) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته تعداد برگ و در نتیجه وزن خشک برگ در واحد سطح زیاد می‌شود. بکستون و همکاران (۸) نشان دادند که در تراکم‌های بالا وزن خشک برگ ۳۳ درصد از کل وزن خشک گیاه را شامل می‌شود. ولی در مطالعه حاضر تراکم بر روی نسبت وزن خشک برگ به وزن گیاه تأثیر معنی‌داری نداشت. همچنین همبستگی بالایی بین وزن خشک برگ در واحد سطح و شاخص سطح برگ ($r = ۰/۹۷^{**}$) بدست آمد. این امر نشانگر آن است که وزن خشک برگ می‌تواند برای تخمین شاخص سطح برگ و یا بجای آن در مدلهای رشد مورد استفاده قرار گیرد. از آنجا که اندازه‌گیری شاخص سطح برگ امری پرهزینه و وقت‌گیر است، چنین جایگزینی مطلوب بنظر می‌رسد.

وزن خشک ساقه: فاصله ردیف کاشت بر تجمع ماده خشک ساقه تأثیر معنی‌داری در تمام مراحل رشد داشت. در کلیه مراحل رشد حداقل و حداکثر وزن خشک ساقه به ترتیب در فاصله ردیف ۱۰۰ و ۵۰ سانتیمتر بدست آمد. حداکثر اختلاف بین دو تیمار مذکور در ۱۴۰ روز بعد از کاشت حاصل گردید و حدود ۱۲۸ گرم در متر مربع بود. در تمام مراحل رشد بین فواصل ۵۰ و ۶۰ سانتیمتر و در مراحل اولیه رشد بین فواصل ردیف ۸۰ و ۱۰۰ سانتیمتر و در

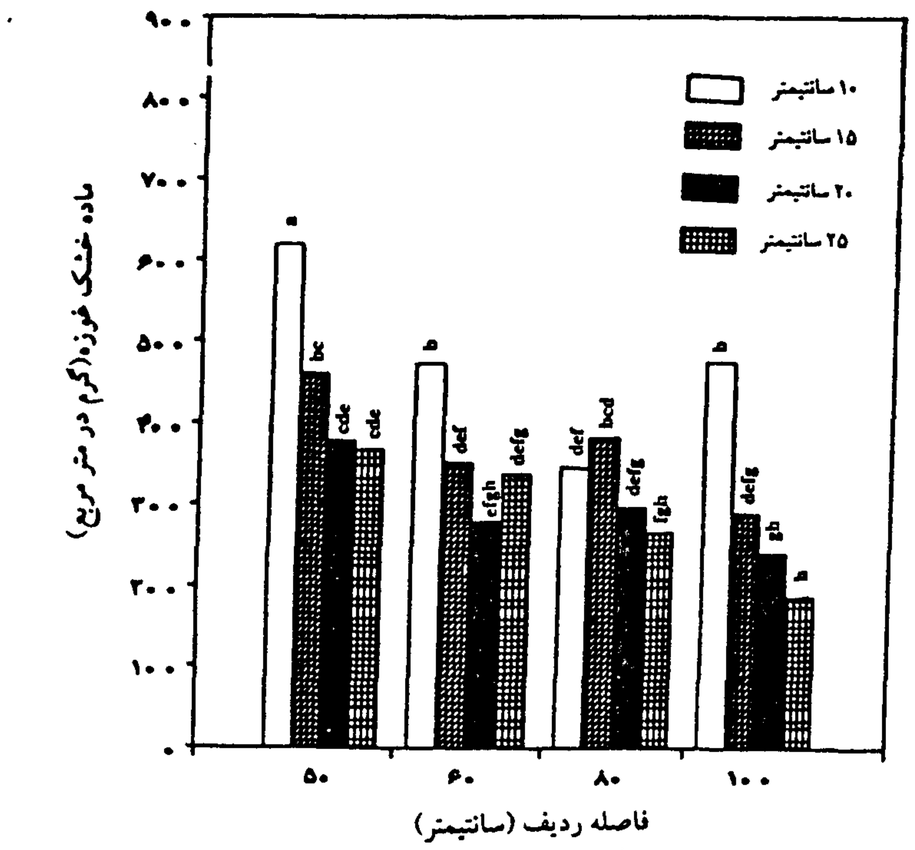
جدول ۳ - میانگین‌های ماده خشک برگ، ساقه و غوزه (گرم در متر مربع) به تفکیک فاصله بین ردیف و فاصله بین بوته (سانتی‌متر) طی فصل رشد (روز بعد از کاشت)

تیمار آزمایش	۵۰		۸۰		۱۱۰			۱۴۰			۱۷۰[۲]		
	برگ	ساقه	برگ	ساقه	برگ	ساقه	غوزه	برگ	ساقه	غوزه	برگ	ساقه	غوزه
فاصله بین ردیف													
۵۰	۱۳/۵a	۷/۰a	۱۲۷a	۱۶۴a	۳۰۴a	۴۷۲a	۹۵a	۴۳۳a	۵۲۹a	۴۵۵a	۲۲۵	۴۹۷	۶۷۲
۶۰	۱۱/۳a	۶/۰a	۱۱۰a	۱۳۵a	۲۹۳a	۴۲۳a	۹۵a	۴۱۴a	۵۲۹a	۳۶۱b	۲۰۴	۵۰۱	۵۱۰
۸۰	۸/۵b	۴/۳b	۸۱b	۹۷b	۲۷۲a	۴۲۰a	۸۷a	۳۴۴a	۴۹۸a	۳۲۴bc	۱۸۳	۴۶۶	۴۲۳
۱۰۰	۸/۰b	۴/۱b	۷۹b	۹۲b	۲۰۳b	۲۹۶b	۷۸a	۲۸۴b	۴۰۱b	۲۹۹c	۱۵۲	۳۷۸	۳۷۵
فاصله بین بوته													
۱۰	۱۳/۵a	۶/۹a	۱۲۶a	۱۶۵a	۳۷۴a	۵۶۲a	۱۱۶a	۴۸۲a	۶۵۸a	۴۷۸a	۲۵۳	۶۳۱	۶۵۱
۱۵	۱۰/۸b	۵/۵b	۹۷b	۱۱۵b	۲۴۴b	۳۶۰b	۸۸ab	۳۸۶b	۴۹۵b	۳۷۱b	۱۹۸	۴۶۲	۴۹۷
۲۰	۸/۸c	۴/۶bc	۹۰b	۱۱۰b	۲۴۲b	۳۵۲b	۷۸ab	۳۲۰c	۴۱۳c	۲۹۹c	۱۶۸	۳۸۳	۴۳۸
۲۵	۸/۲c	۴/۳c	۸۴b	۹۸b	۲۱۳b	۳۳۸b	۶۴b	۲۸۵c	۳۹۱c	۲۹۰c	۱۴۱	۳۵۷	۳۹۴

۱ - میانگین‌های هر گروه در هر ستون که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

۲ - در ۱۷۰ روز بعد از کاشت به دلیل سرمازدگی اکثر تکرارها، نمونه‌برداری در سطح یک تکرار انجام شد و مقایسه میانگین‌ها صورت نگرفت.

انتهای فصل رشد بین فواصل ردیف ۵۰ تا ۸۰ سانتیمتر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در این آزمایش با کاهش فاصله ردیف کاشت وزن خشک ساقه در واحد سطح افزایش یافت (جدول ۳). اثر فاصله بین بوته روی وزن خشک ساقه در واحد سطح در کلیه نمونه‌برداریهای طی فصل رشد معنی‌دار بود. برتری فاصله بین بوته ۱۰ سانتیمتر در کلیه مراحل رشد معنی‌دار شد. با اینکه فاصله بوته ۲۵ سانتیمتر حداقل وزن خشک ساقه را تولید کرد، اما تفاوت آن با فاصله بوته ۲۰ سانتیمتر در کلیه مراحل رشد و با فاصله بوته ۱۵ سانتیمتر در ۸۰ و ۱۱۰ روز بعد از کاشت معنی‌دار نبود. بطور کلی در این آزمایش با کاهش فواصل بین بوته وزن خشک ساقه در واحد سطح افزایش یافت (جدول ۳). مطالعات بسیاری (۸، ۱۱ و ۱۵) نشان داده‌اند که با افزایش تراکم، گیاه در محیط بسته‌ای قرار گرفته، رقابت برون و درون بوته‌ای تشدید شده و به دلیل کاهش تعداد و توسعه شاخه‌های جانبی، کاهش ارتفاع گیاه و کاهش ضخامت ساقه، میزان ماده خشک ساقه بر واحد گیاه کاهش می‌یابد. ولی افزایش تراکم از طریق تأثیر بر شاخص سطح برگ منجر به افزایش جذب نور و مواد فتوسنتزی شده و عملکرد بیولوژیکی را افزایش می‌دهد. همبستگی مثبت و بالای وزن خشک ساقه با وزن خشک برگ و شاخص سطح برگ (بترتیب $r = ۰/۸۶^{**}$ و $r = ۰/۸۲^{**}$) نشانگر اهمیت سطح فتوسنتز کننده در افزایش وزن خشک ساقه است.



شکل ۴ - مقایسه اثر متقابل فاصله ردیف با فاصله بوته روی وزن خشک غوزه در ۱۴۰ روز بعد از کاشت. ستونهایی که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

وزن خشک غوزه: تأثیر فاصله ردیف کاشت بر وزن خشک غوزه در ۱۴۰ روز بعد از کاشت معنی‌دار شد. در این زمان حداقل و حداکثر ماده خشک غوزه به ترتیب در فاصله ردیفهای ۱۰۰ و ۵۰ سانتیمتر بدست آمد. اختلاف بین این دو تیمار به مرور زمان افزایش یافت. برای مثال در ۱۴۰ روز بعد از کاشت اختلاف بین دو تیمار مذکور ۱۵۶ گرم و در ۱۷۰ روز بعد از کاشت به حدود ۳۰۰ گرم در متر مربع رسید. در این آزمایش با کاهش فاصله ردیف، وزن خشک غوزه افزایش یافت (جدول ۳). وزن خشک غوزه تحت تأثیر فاصله بین بوته قرار گرفت. در کلیه مراحل نمونه‌برداری برتری فاصله بوته ۱۰ سانتیمتر نسبت به فاصله بوته ۲۵ سانتیمتر معنی‌دار بود. در تمامی مراحل رشد بین فاصله بوته ۲۰ و ۲۵ سانتیمتر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بطور کلی با افزایش تراکم، وزن خشک غوزه افزایش یافت (جدول ۳). اثر متقابل فاصله ردیف با فاصله بوته روی وزن خشک غوزه در ۱۴۰ روز بعد از کاشت (کمی بعد از مرحله ۵۰ درصد غوزه‌دهی) در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها در شکل ۴ انجام شده است. حداقل و حداکثر وزن خشک غوزه به ترتیب با تراکم‌های ۴ (فاصله ردیف ۱۰۰ سانتیمتر با فاصله بوته ۲۵ سانتیمتر) و ۲۰ بوته در متر مربع (فاصله ردیف ۵۰ سانتیمتر با فاصله بوته ۱۰ سانتیمتر) بدست آمد. بطور کلی با افزایش تراکم و کاهش فاصله ردیف، وزن خشک غوزه در واحد سطح افزایش یافت. این افزایش را ممکن است ناشی از افزایش تعداد غوزه در واحد سطح دانست. مطالعات بسیاری (۵، ۱۱، ۱۳ و ۱۸) نشان داده‌اند که با کاهش فاصله ردیف و افزایش تراکم، تعداد غوزه و در نتیجه وزن غوزه در واحد گیاه کاهش می‌یابد. ولی افزایش تعداد غوزه در واحد سطح باعث افزایش وزن خشک غوزه در تراکم‌های بالا می‌شود. در تراکم‌های بالا به دلیل افزایش در شاخص سطح برگ، جذب نور، سرعت رشد محصول و مواد فتوسنتزی در واحد سطح افزایش پیدا می‌کند. از طرفی در تراکم‌های بالای پنبه به دلیل کاهش رشد رویشی، غوزه‌ها در نزدیکی ساقه اصلی تشکیل شده و مواد فتوسنتزی بیشتری را دریافت می‌کنند. این امر منجر به افزایش وزن خشک غوزه در واحد سطح می‌شود. همبستگی بالا و مثبت بدست آمده میان وزن خشک غوزه با وزن خشک برگ و شاخص سطح برگ (بترتیب $r = ۰/۸۰^{**}$ و $r = ۰/۷۹^{**}$) در مطالعه حاضر بیانگر این مطلب است که افزایش در وزن خشک برگ از طریق تأثیر بر شاخص سطح برگ و جذب نور باعث افزایش وزن خشک غوزه

می‌شود.

نتیجه‌گیری

اگر چه خصوصیات رشدی تک بوته در اثر کاهش فاصله ردیفهای کاشت و فاصله بوته در روی ردیف کاشت دچار نقصان گردید، اما با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، شاخص سطح برگ، وزن خشک برگ، ساقه و غوزه زیاد شده و جبران کننده کاهش رشد تک بوته بودند. نتایج حاصل از این مطالعه نشانگر آن است که با افزایش تراکم بوته در واحد سطح بهره‌وری مناسب‌تری از نور، فضای رشد، آب و مواد غذایی به عمل آمده و رشد محصول افزایش می‌یابد. بر اساس نتایج حاصله ممکن است تراکم ۲۰ بوته در متر مربع (کاشت بوته‌ها به فاصله ۱۰ سانتیمتر در طرفین پشته‌های عریض به فاصله ۱ متر) را برای رقم پنبه ورامین در شرایط مشابه مطالعه حاضر مناسب دانست.

مراجع مورد استفاده **REFERENCES**

۱ - خواجه‌پور، م.ر. ۱۳۷۰. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲۵۱ صفحه.

۲ - سرمدنیا، غ و ع. کوچکی. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد. ۴۶۷ صفحه.

۳ - کریمی، م. ۱۳۶۶. آب و هوای منطقه مرکزی ایران. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۹۷ صفحه.

- Ashley, D.A., B.D. Doss., & O.L. Bennett. 1965. Relations of cotton leaf area index to plant growth and fruiting. Agron. J. 57:61-64.

- Baker, S.H. 1976. Response of cotton to row patterns and plant population. Agron. J. 68:85-88.

- Bassett, D.M., W.D. Anderson., & C.H.E. Werkhoven. 1970. Dry matter production and nutrient uptake in irrigated cotton *(Gossypium hirsutum* L.*)*. Agron. J. 62:299-303.

- Bhatt, J.G., R.C. Shah., & A.N. Sharma. 1976. Net assimilation rate of cotton in relation to spacing. J. Agric. Sci., Camb. 86:281-285.

- Buxton, D.R., R.E. Briggs., L.L. Patterson., & S.D. Watkins. 1977. Canopy characteristics of narrow-row cotton as influenced by plant density. Agron. J. 69:929-933.

- Constable, G.A. 1977. Narrow row cotton in the Namoi Valley. II. Plant population and row spacing. Aust. J. Exp. Agric. and Animal Husbandry. 17:143-147.

- Duncan, W.G. 1969. Cultural manipulation for higher yield. pp 327-339. In J.D. Eastin, F.A. Haskins, C.Y., Sullivan, and C.H.M. Van Bavel (eds.). Physiological aspects of crop yield. Am. Soc. Agron. and Crop Sci. Am., Madison, Wis.

- Fowler, J.L., & L.L. Ray. 1977. Response of two cotton genotypes to five equidistant spacing patterns. Agron. J. 69:733-738.

- Galanopoulou - Sendouka, S., A.G. Sficas., N.A. Fotiadis., A.A. Gaginnas., & P.A. Gerakis. 1980. Effect of population density, planting date, and genotype on plant growth and development of cotton. Agron. J. 72:347-352.

- Hawkins, B.S., & H.A. Peacok. 1971. Resopnes of'Atlas' cotton to variations in plant per hill and within - row spacing. Agron. J. 63:611-613.

- Kerby, T.A., K.G. Cassman., & M. Keeley. 1990. Genotypes and plant densities for narrow - row

cotton systems. I. Height, nodes, earliness, and location of yield. Crop. Sci. 30:644-649.

15 - Kerby, T.A., K.G. Cassman., & M. Keeley. 1990. Genotypes and plant densities for narrow - row cotton systems. II. Leaf area and dry - matter partitioning. Crop Sci. 30:649-653.

16 - Koil, S.E., & L.G. Morrill. 1976. Influence of nitrogen, narrow rows, and plant population on cotton yield and growth. Agron. J. 68:897-901.

17 - Saleem, M.B.A. 1975. Morphological characteristics in narrow - row, high population cotton as related to carbohydrate status. Dissertation Abstr. Int. 36(6), 2559.

18 - Seshari, V. 1989. Effect of plant density and growth - regulator on growth and yield of two hybrids of cotton *(Gossypium hirsutum*G. barbadense)*. Indian J. Agric Sci. 59(2):107-109.

The Effects of Row Spacing and Planting Density on Growth and Dry Weight Accumulation in Cotton in Isfahan

M. R. KHALILI SAMANI, M. R. KHAJEHPOUR AND A. GHALAVAND

Former Graduate Student, Tarbiat Modaress University; Associate Professor, Isfahan University of Technology, and Faculty of University of Tarbiat Modaress

Accepted 18 Oct 1997

SUMMARY

The effects of inter and intra - row spacings on growth and dry weight of cotton were studied during 1993 at the Agricultural Research Station, Isfahan University of Technology. A randomized complete block design with a split - plot layout was used with four replications. Main plots consisted of four row spacings (50, 60, 80 and 100 cm) and sub - plot were four intra - row spacings (10, 15, 20 and 25 cm). Leaf area index, plant height, lowest auxillary branch, dry weight of plant parts and mean plant weight were evaluated at 50, 80, 110, 140 and 170 days after planting. Leaf area index and dry weight of leaves, shoots and plant per m^2 were significantly affected by row spacing at all samplings, and increased as row spacing decreased. Plant height and weight were significantly reduced and dry weight of bolls increased as the row distance decreased. Leaf area index and dry weight of leaves, shoots, bolls and plants per unit area were increased at all samplings as distances betweem plants in a row was reduced. But plant height and weight were increased as distances between plants in a row was increased. Decrease in plants distances increased height of the lowest auxillary branches from the soil surface. Leaf area index at 110 days after planting and dry weight of bolls at 140 days after planting were significantly influenced by row spacing - planting distances interactions. Leaf area index and dry weight of bolls increased along with the plant population. From these results, it might be concluded that density of 20 plants per m^2 (average row distance of 50 cm with planting on both sides of a wide bed and 10 cm between plants) might be suitable for cotton, CV Veramin, production under conditions similar to this experiment.

Keywords: Cotton, Planting Pattern, Vegetative organs & Boll