



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۶ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۳
صفحه‌های ۹۹-۱۱۰

اثر فاصله ردیف کاشت در رقابت پنبه با گاوپنبه بر رشد گیاه زراعی

اسماعیل قربانیپور^{۱*}، فرشید قادری^۲، جاوید قرخلو^۲

۱. کارشناس ارشد، گروه زراعت، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲. استادیار، گروه زراعت، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۲۷

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۱/۱۲/۲۰

چکیده

به منظور ارزیابی اثر رقابتی گاوپنبه بر پنبه، آزمایشی در بهار سال زراعی ۱۳۹۰، به صورت کرت‌های خردشده، در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا شد. فاکتورها شامل فاصله بین ردیف کاشت پنبه، در سه سطح (۲۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی‌متر) به عنوان کرت اصلی، و تراکم علف هرز گاوپنبه، در پنج سطح (صفر (شاهد)، ۱، ۳، ۵ و ۱۲ بوته در متر مربع) به عنوان کرت فرعی بود. در این پژوهش، بیشترین ارتفاع بوته پنبه (۱۲۹/۴ سانتی‌متر) در فاصله ردیف کاشت ۸۰ سانتی‌متر و در وضعیت بدون علف هرز به دست آمد. بیشترین وزن خشک (۸۶۳/۸ گرم در متر مربع) و حداکثر شاخص سطح برگ (۹/۰۴) پنبه نیز در فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر پنبه و در وضعیت بدون علف هرز مشاهده شد. براساس نتایج، عملکرد نهایی و ش در فواصل ردیف کاشت مختلف پنبه و در وضعیت بدون علف هرز غیرمعنادار بود. بیشترین عملکرد پنبه به مقدار ۴۹۸۶/۷۳ کیلوگرم در هکتار، در پنبه کشت شده با فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متری و در وضعیت بدون علف هرز به دست آمد. به طور کلی، کاهش فاصله ردیف کاشت پنبه به واسطه افزایش تراکم بوته در واحد سطح، سبب افزایش توان رقابتی پنبه در رقابت بر سر منابع مشترک با علف هرز شد و در نتیجه، عملکرد پایدارتری در رقابت با تراکم‌های مختلف گاوپنبه به دنبال داشت.

کلیدواژه‌ها: ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، علف هرز، فاصله ردیف خیلی کم، وزن خشک.

۱. مقدمه

پنبه در گروه گیاهان روغنی و لیفی قرار دارد. این گیاه دارای ۵۰ گونه مختلف است که در بین آنها گونه *Gossypium hirsutum* L. دارای بیشترین سطح زیر کشت در جهان است [۳۲]. کشت پنبه به طور معمول با فواصل ردیف بین ۷۰-۱۰۰ سانتی متر صورت می گیرد [۱۲]. افزایش کارایی مصرف نور از طریق افزایش نور دریافتی توسط گیاه، افزایش بازده استفاده از نور یا ترکیبی از این دو امکان پذیر است [۳۱]. مقدار تشعشع دریافت شده توسط گیاه زراعی به شاخص سطح برگ و ساختار کانوپی بستگی دارد [۷]. به این صورت که افزایش شاخص سطح برگ به افزایش تشعشع دریافتی منجر می شود. در آزمایشی مشخص شد که میزان نوری که در سیستم کاشت با فاصله ردیف خیلی کم (UNR)^۱ به سطح خاک نفوذ می کند، نسبت به سیستم کشت معمول (CR)^۲ بیش از ۷۰ درصد کاهش می یابد [۲۱]. در تحقیقی، تشعشع دریافتی با افزایش شاخص سطح برگ ۵۵ درصد افزایش یافت [۲۴]. شاخص سطح برگ از جمله صفات تعیین کننده توانایی گیاهان در جذب نور است و هر گونه کاهش آن، موجب کاهش دریافت و جذب نور می شود [۲۵]. به طور کلی، سطح برگ بیانگر توانایی گیاه در جذب نور ورودی و به دنبال آن تولید ماده خشک است. هر عاملی که سبب کاهش این شاخص شود، گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد. تحقیقات نشان داد کاشت پنبه با فاصله ردیف ۲۰ سانتی متر، سبب شاخص سطح برگ بیشتری در مقایسه با پنبه کشت شده با فاصله ردیف ۸۰ سانتی متر می شود [۴]. یکی از مشکلات مهم در داشت پنبه که سبب افت عملکرد می شود، تأثیرات رقابتی علف های هرز با گیاه زراعی پنبه است. از مهم ترین علف های هرز پنبه،

به خصوص در استان گلستان، گاوپنبه است. گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medic.) علف هرزی یکساله است که مانند پنبه به خانواده پنیرک (Malvaceae) تعلق دارد. مدت زیادی است که گاوپنبه به عنوان علف هرز مزارع گیاهانی نظیر پنبه، ذرت، گوجه فرنگی، سویا و آفتابگردان معرفی شده است [۹]. یکی از راه های کاهش خسارت علف های هرز در پنبه، کشت پنبه در فاصله ردیف های خیلی کم است که مطالعات مختلفی در این خصوص انجام گرفته است. رشد پنبه در فاصله ردیف خیلی کم می تواند فوایدی همچون جذب بهتر آب و افزایش عملکرد را به همراه داشته باشد [۱۱، ۱۸، ۲۳، ۳۰]. تراکم بوته نقش مهمی در تغییرات ساختار کانوپی پنبه در برخی مراحل رشدی برگ دارد. در اکثر مطالعات مشخص شده که کاهش فاصله ردیف، سبب افزایش قدرت رقابتی گیاه زراعی می شود و در نتیجه از شدت خسارتی که در پی رقابت با علف های هرز موجود در جامعه گیاهی بر گیاه زراعی تحمیل می شود، کاسته می شود. نتایج آزمایش دیگری نشان داد کاهش فاصله ردیف کاشت سبب بهبود توان رقابتی پنبه می شود [۱۵]. به طور کلی، کاهش فاصله بین ردیف کاشت و افزایش تراکم گیاهی در سیستم UNR، به واسطه افزایش سایه اندازی، سبب کاهش وزن خشک در علف های هرز می شود [۶].

افزایش تراکم بوته پنبه، رشد رویشی گیاه را محدود می کند [۱۷]. مطالعات نشان دادند که با کاهش تراکم بوته پنبه، ارتفاع بوته افزایش یافت [۲۷، ۲۸]. در آزمایشی، ارتفاع بوته پنبه در فواصل ردیف ۲۵ و ۳۸ سانتی متر نسبت به فاصله ردیف ۱۰۱، در حدود ۱۱ سانتی متر کوتاه تر بود [۲۳]. در تحقیقی دیگر، ارتفاع بوته پنبه در فاصله ردیف ۱۰۰ سانتی متری ۲۳ سانتی متر بیشتر از پنبه کشت شده با فاصله ردیف ۲۵ سانتی متری گزارش شد [۸]. در برخی مطالعات، اختلافی در عملکرد بین سیستم کشت با فواصل

1. Ultra Narrow Row (UNR)
2. Conventional Row (CR)

خیلی کم با کشت پنبه در فاصله ردیف معمول مشاهده نشد [۲۶، ۲۷]. همچنین، در سیستم کاشت UNR، با وجود کمتر بودن تعداد غوزه، ساقه‌های رویا و تعداد گره در بوته، عملکرد در دو سال از سه سال آزمایشی بیشتر از سیستم کاشت معمول بود [۳۰]. همچنین در پژوهشی دیگر، محققان تراکم ۲۲ بوته در متر مربع را مناسب‌ترین تراکم بوته در سیستم کشت پنبه با فاصله ردیف خیلی کم معرفی کردند [۲۰]. تراکم یک تا دو بوته گاوپنبه در متر مربع سبب کاهش ۲۰ تا ۴۰ درصدی عملکرد پنبه شد [۹]. در سال‌های اخیر در استان گلستان، تولید پنبه به‌روش کاشت معمول به‌دلیل محدودیت‌هایی مانند وجود علف‌های هرز با مشکلات بسیاری روبه‌رو بوده است، به‌طوری‌که، بخش زیادی از هزینه تولید به کنترل علف‌های هرزی همچون گاوپنبه اختصاص داده شده بود. به همین منظور و براساس اهمیت پنبه در استان گلستان و تأثیر منفی علف هرز گاوپنبه در تولید این محصول، این مطالعه با هدف بررسی روند رشد گیاه زراعی طی فصل رشد در رقابت با تراکم‌های مختلف گاوپنبه در فواصل مختلف ردیف کاشت انجام گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال زراعی ۱۳۹۰، در مزرعه تحقیقاتی شماره ۱ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی، و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۰ متر از سطح دریا انجام گرفت. بافت خاک مزرعه آزمایشی از نوع لوم رسی سیلتی، اسیدیته خاک ۷/۹ تا ۸ و متوسط بارندگی سالیانه ۶۰۸ میلی‌متر است.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با آرایش کرت‌های خردشده و در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورها، شامل فاصله بین ردیف کاشت پنبه، در سه سطح

(فاصله ردیف خیلی کم یعنی ۲۰ سانتی‌متر و معادل تراکم ۲۴ بوته در متر مربع، فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر معادل تراکم ۱۲ بوته در متر مربع، و فاصله ردیف معمول ۸۰ سانتی‌متر و معادل تراکم ۶ بوته در متر مربع) به‌عنوان کرت اصلی و تراکم علف هرز گاوپنبه، در پنج سطح (صفر (شاهد)، ۱، ۳، ۵ و ۱۲ بوته در متر مربع) به‌عنوان کرت فرعی بود. فاصله روی ردیف پنبه نیز در تمام تیمارها ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کرت‌های آزمایشی در این آزمایش، شامل پنج ردیف کاشت به طول ۷ متر بود و از رقم ارمغان استفاده شد. زمین زراعی مورد نظر ابتدا به‌منظور تهیه بستر کاشت در پاییز سال قبل یک شخم عمیق خورد و سپس قبل از کاشت دو نوبت دیسک زده شد. قبل از عملیات دیسک، کودهای لازم (کود سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل به‌مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و کود اوره به‌مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌صورت دستی به خاک اضافه شد. همچنین کود اوره در قالب سرک به‌مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله گلدهی (در تاریخ ۲۶ تیر) همراه با آبیاری به خاک افزوده شد. کشت پنبه به‌صورت دستی و در تاریخ ۱۰ اردیبهشت صورت گرفت. به‌منظور کشت پنبه، ابتدا در هر محل کاشت، ۴ بذر پنبه قرار گرفت و پس از سبز شدن، در مرحله چهار و شش‌برگی عملیات تنک انجام گرفت. برای کاشت علف هرز، بذور گاوپنبه ابتدا با استفاده از تیمار آب جوش به‌مدت ۱۰ ثانیه، رفع کمون شد [۲] و سپس به‌صورت دستی در فضای بین ردیف گیاه زراعی در عمق ۲ تا ۴ سانتی‌متری کشت شد. تراکم علف هرز گاوپنبه، طی دو مرحله (مرحله دوبرگی و چهاربرگی)، از طریق تنک دستی به تراکم مورد نظر در هر تیمار رسانده شد. سایر علف‌های هرز، در طول دوره، به‌صورت دستی کنترل شدند.

به‌منظور مطالعه اثر رقابتی گاوپنبه بر توسعه و گسترش

راست گوشه سه پارامتره (معادله ۳) استفاده شد [۱۰]:

$$Y = Y_{wf} \times \left[1 - \left(\frac{I \times W}{100 \cdot (1 + \frac{I \times W}{A})} \right) \right] \quad (3)$$

در این رابطه، Y_{wf} : مقدار عملکرد در وضعیت بدون علف هرز؛ I : کاهش عملکردی که در نتیجه حضور اولین گیاه هرز گاوپنبه بر محصول تحمیل می شود؛ W : تراکم علف هرز گاوپنبه؛ و A : حداکثر تلفات یا درصد تلفات عملکرد در وضعیتی است که تراکم گاوپنبه به سمت بی نهایت میل می کند. در پایان، تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار Sigmaplot (version 11) انجام گرفت.

۳. نتایج و بحث

در این مطالعه، روند افزایش ارتفاع بوته پنبه طی فصل رشد از رابطه ای سیگموئیدی پیروی کرد. براساس برآورد معادله [۱]، بیشترین ارتفاع بوته پنبه در فاصله ردیف کاشت ۸۰ سانتی متر پنبه معادل ۱۲۹/۴ سانتی متر به دست آمد (جدول ۱). از طرف دیگر، با ورود علف هرز ارتفاع بوته پنبه کاهش یافت، به طوری که با ورود یک بوته گاوپنبه در متر مربع ارتفاع بوته پنبه در فاصله ردیف کاشت ۸۰ سانتی متر معادل ۱۰۳/۷ سانتی متر برآورد شد (جدول ۱). ارتفاع پنبه در رقابت با تراکم ۱۲ بوته گاوپنبه در فواصل ردیف ۲۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی متر پنبه کاهش یافت و به ترتیب ۶۱/۵۴، ۷۱/۰۲ و ۶۷/۹۴ سانتی متر برآورد شد (جدول ۱). براساس برآورد معادله ۱، اختلاف ارتفاع بوته پنبه در کرت بدون علف هرز نسبت به کرت با تراکم ۱۲ بوته گاوپنبه در فواصل ردیف ۲۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی متر پنبه به ترتیب ۲۰/۴۶، ۲۳/۲۰ و ۶۱/۵ سانتی متر بود (جدول ۱).

به طور کلی، ارتفاع پنبه کشت شده با فاصله ردیف های مختلف طی فصل رشد و در رقابت با تراکم های مختلف علف هرز در آزمایش حاضر تغییرات متفاوتی از خود نشان داد. به این ترتیب، با ورود علف هرز به جامعه گیاهی کاهش

گیاه زراعی پنبه طی فصل رشد، خصوصیات ارتفاع بوته، وزن خشک و سطح برگ پنبه از طریق نمونه برداری به صورت تخریبی، در طول دوره رشد، بررسی شد. به طور کلی، هفت مرحله نمونه برداری انجام گرفت که در هر مرحله نمونه برداری پنج بوته پنبه از مزرعه برداشت و برای اندازه گیری های مورد نظر به آزمایشگاه منتقل شد. به این ترتیب، نمونه های اول تا چهارم با فاصله زمانی هفت روز و نیز نمونه برداری پنجم تا هفتم هر ۱۰ تا ۱۲ روز انجام گرفت. همچنین، برای اندازه گیری سطح برگ از دستگاه سنجش سطح برگ^۱ استفاده شد. به منظور بررسی رابطه شاخص ها با درجه روز رشد (دمای تجمعی روزانه)^۲ پس از کاشت پنبه از تابع سیگموئیدی (معادله ۱) استفاده شد [۳].

$$Y = a / (1 + \exp(-b(t - m))) \quad (1)$$

در این رابطه، t : زمان بر حسب روز پس از کاشت؛ Y : ارتفاع، ماده خشک یا شاخص سطح برگ تجمعی گیاه در زمان t ؛ a : حداکثر میزان ارتفاع، ماده خشک یا شاخص سطح برگ تجمعی گیاه؛ b : شیب افزایش ارتفاع، ماده خشک یا شاخص سطح برگ؛ و m : زمانی که گیاه به ۵۰ درصد حداکثر ارتفاع، ماده خشک یا شاخص سطح برگ خود می رسد است. GDD نیز براساس معادله ۲ محاسبه شد:

$$GDD = \sum [(T_{max} + T_{min})/2 - T_b] \quad (2)$$

در این رابطه، T_{max} و T_{min} : حداکثر و حداقل دمای اتفاق افتاده طی روز t ؛ و T_b : حداقل دمای مورد نیاز پنبه برای رشد و نمو است که معادل ۱۲ درجه سانتی گراد در نظر گرفته شد [۱]. دمای روزانه از ایستگاه هواشناسی هاشم آباد تهیه شد. برای محاسبه عملکرد کل و ش دو متر از سه ردیف وسط هر کرت برداشت شده و عملکرد کل و ش ارزیابی شد. برای کمی سازی کاهش عملکرد پنبه در رقابت با تراکم های مختلف علف هرز از معادله هذلولی

1. Leaf area meter, mode Delta-t, Burwell, Cambridge, England
2. Growth Degree Day (GDD)

اثر فاصله ردیف کاشت در رقابت پنبه با گاوپنبه بر رشد گیاه زراعی

اساس، ارتفاع بوته به علت افزایش رقابت درون گونه‌ای و بین گونه‌ای در تراکم زیاد بوته در واحد سطح در فواصل ردیف مختلف محدود شد و به همین ترتیب، کاهش تراکم بوته در واحد سطح (بوته پنبه یا گاوپنبه) سبب شد پنبه توان بیشتری در گسترش ارتفاع خود داشته باشد. بنابراین، بیشترین ارتفاع پنبه در کرت با فاصله ردیف ۸۰ سانتی متر و در وضعیت بدون علف هرز (در کمترین سطح از رقابت درون گونه‌ای و بین گونه‌ای) به دست آمد.

ارتفاع پنبه در سیستم کاشت CR محسوس تر بود، در حالی که به علت افزایش توان رقابتی گیاه زراعی در فواصل ردیف باریک تر، ارتفاع بوته پنبه کمتر تحت تأثیر رقابت با گاوپنبه قرار گرفت. در آزمایشی دیگر نیز، ارتفاع بوته در سیستم UNR به طور میانگین ۱۷ سانتی متر کوتاه تر از پنبه کشت شده با سیستم کاشت CR گزارش شده است [۳۰]. همچنین در مطالعه‌ای، به ازای افزایش تراکم هر گاوپنبه در متر مربع از ردیف گیاه زراعی، ارتفاع گاوپنبه ۵/۵ سانتی متر افزایش و در مقابل، ارتفاع پنبه ۵/۷ سانتی متر کاهش یافت [۶]. بر این

جدول ۱. برازش مدل رگرسیون غیر خطی $[Y = a/1 + \exp(-b(t-m))]$ به داده‌های ارتفاع پنبه در برابر درجه روز رشد در رقابت با تراکم‌های مختلف گاوپنبه در فواصل ردیف ۲۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی متر

ارتفاع بوته (cm)					
R ²	m±SE	b±SE	a±SE	تراکم علف هرز (plant/m ²)	فاصله ردیف (cm)
۰/۹۷	۷۶۱/۱ ± ۴۴/۱۷	۰/۰۰۵ ± ۰/۰۰۱	۸۱/۰۸ ± ۴/۷۵	۰	
۰/۹۴	۷۲۶/۴ ± ۳۷/۵۸	۰/۰۰۶ ± ۰/۰۰۱	۷۳/۴۴ ± ۳/۸۳	۱	
۰/۹۸	۶۹۵/۱ ± ۲۸/۳۶	۰/۰۰۵ ± ۰/۰۰۱	۶۴/۳۰ ± ۲/۴۷	۳	۲۰
۰/۹۸	۷۱۹/۱۰ ± ۳۳/۰۱	۰/۰۰۵ ± ۰/۰۰۱	۶۶/۸۲ ± ۳/۰۳	۵	
۰/۹۸	۷۲۲/۲۰ ± ۴۹/۵۰	۰/۰۰۴ ± ۰/۰۰۱	۶۱/۵۴ ± ۳/۸۴	۱۲	
۰/۹۸	۷۷۱/۲۰ ± ۳۳/۷۹	۰/۰۰۴ ± ۰/۰۰۱	۹۴/۲۲ ± ۴/۰۷	۰	
۰/۹۹	۷۱۷/۲۰ ± ۲۱/۸۰	۰/۰۰۷ ± ۰/۰۰۱	۸۱/۹۳ ± ۲/۶۱	۱	
۰/۹۸	۸۰۷/۶۰ ± ۲۶/۹۲	۰/۰۰۵ ± ۰/۰۰۰۵	۸۵/۷۷ ± ۳/۰۵	۳	۴۰
۰/۹۸	۶۵۹/۲۰ ± ۲۳/۴۸	۰/۰۰۷ ± ۰/۰۰۰۱	۷۱/۴۸ ± ۲/۲۲	۵	
۰/۹۸	۶۷۴/۵۰ ± ۲۴/۸۱	۰/۰۰۶ ± ۰/۰۰۱	۷۱/۰۲ ± ۲/۴۹	۱۲	
۰/۹۸	۸۸۷/۳۰ ± ۴۳/۷۶	۰/۰۰۴ ± ۰/۰۰۰۴	۱۲۹/۴ ± ۷/۰۹	۰	
۰/۹۸	۷۷۶/۰۰ ± ۲۳/۲۷	۰/۰۰۶ ± ۰/۰۰۱	۱۰۳/۷۰ ± ۳/۳۴	۱	
۰/۹۶	۷۵۳/۳۰ ± ۲۵/۶۷	۰/۰۰۶ ± ۰/۰۰۱	۹۵/۵۵ ± ۳/۳۹	۳	۸۰
۰/۹۸	۶۶۱/۲۰ ± ۱۸/۹۴	۰/۰۰۶ ± ۰/۰۰۱	۷۷/۹۴ ± ۲/۱۲	۵	
۰/۹۹	۶۲۳/۵۰ ± ۱۸/۸۹	۰/۰۰۷ ± ۰/۰۰۱	۶۷/۹۴ ± ۲/۰۱	۱۲	

a: حداکثر ارتفاع گیاه، b: شیب افزایش ارتفاع گیاه، m: بر حسب درجه روز رشد زمانی که گیاه به ۵۰ درصد حداکثر ارتفاع خود می‌رسد و R²: ضریب تبیین است.

ماده خشک پنبه در واحد سطح با کاهش فاصله ردیف کاشت گیاه زراعی افزایش یافت و بیشترین ماده خشک پنبه (۸۶۳/۸ گرم در متر مربع) در فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی متر و در وضعیت بدون علف هرز برآورد شد. در مقابل، ماده خشک گیاه زراعی در کرت بدون علف هرز و با فاصله ردیف کاشت ۸۰ سانتی متر، به ۵۸۷/۱ گرم در متر مربع کاهش یافت.

به طور کلی، افزایش فاصله ردیف کاشت پنبه سبب شد بیشترین ماده خشک پنبه در مدت زمان بیشتری به دست آید. براساس نتایج، معادله [۱] برازش مناسبی به داده‌های وزن خشک پنبه داشت. براساس برآورد معادله ۱، بوته‌های پنبه در کرت بدون علف هرز و در فواصل ردیف کاشت ۲۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی متر گیاه زراعی به ترتیب، پس از ۹۹۶/۷، ۹۷۵/۵ و ۱۰۷۱/۴ درجه روز رشد به ۵۰ درصد حداکثر وزن خشک خود رسیدند (جدول ۲). همچنین،

جدول ۲. برازش مدل رگرسیون غیرخطی $[Y = a/1 + \exp(-b(t-m))]$ به داده‌های وزن خشک پنبه در برابر درجه روز رشد در رقابت با تراکم‌های مختلف گاوپنبه در فواصل ردیف ۲۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی متر

وزن خشک (g/m^2)					
R2	m±SE	b±SE	a±SE	تراکم علف هرز (plant/m ²)	فاصله ردیف (cm)
۰/۹۴	۹۹۶/۷۰±۵۱/۹۵	۰/۰۰۵±۰/۰۰۱	۸۶۳/۸۰±۶۵/۱۹	۰	
۰/۹۶	۸۵۹/۹۰±۳۶/۹۹	۰/۰۰۶±۰/۰۰۱	۵۰۳/۹۰±۲۷/۳۱	۱	
۰/۹۷	۸۷۱/۱۰±۵۰/۸۳	۰/۰۰۵±۰/۰۰۱	۴۱۸/۱۰±۲۸/۷۶	۳	۲۰
۰/۹۹	۷۹۳/۹۰±۳۳/۲۴	۰/۰۰۶±۰/۰۰۱	۲۹۹/۵۰±۱۴/۱۰	۵	
۰/۹۹	۹۱۱/۶۰±۶۳/۹۰	۰/۰۰۴±۰/۰۰۱	۳۲۹/۶۰±۲۷/۵۴	۱۲	
۰/۹۷	۹۷۵/۵۰±۵۱/۳۵	۰/۰۰۴±۰/۰۰۱	۵۴۶/۴۰±۳۷/۳۳	۰	
۰/۹۷	۹۷۲/۰۰±۸۰/۸۷	۰/۰۰۴±۰/۰۰۱	۳۹۸/۶۰±۴۴/۱۴	۱	
۰/۹۹	۱۰۷۹/۷۰±۷۶/۲۷	۰/۰۰۴±۰/۰۰۱	۳۲۹/۵۰±۳۳/۲۷	۳	۴۰
۰/۹۹	۷۵۷/۴۰±۲۱/۸۵	۰/۰۰۸±۰/۰۰۱	۲۴۷/۷۰±۸/۳۶	۵	
۰/۹۹	۷۷۸/۱۰±۳۴/۵۷	۰/۰۰۶±۰/۰۰۱	۱۵۴/۹۰±۷/۳۹	۱۲	
۰/۹۵	۱۰۷۱/۴۰±۸۵/۱۸	۰/۰۰۴±۰/۰۰۱	۵۸۷/۱۰±۷۳/۱۱	۰	
۰/۹۲	۱۰۴۷/۶۰±۹۷/۱۴	۰/۰۰۵±۰/۰۰۰۱	۴۹۰/۱۰±۶۹/۵۱	۱	
۰/۹۸	۹۳۸۶/۳۰±۷۹/۰۰	۰/۰۰۴±۰/۰۰۱	۲۳۰/۶۰±۲۴/۵۵	۳	۸۰
۰/۹۹	۷۵۷/۹۰±۲۳/۵۶	۰/۰۰۸±۰/۰۰۰۱	۱۴۳/۸۰±۵/۲۶	۵	
۰/۹۹	۶۱۸/۶۰±۱۵/۸۰	۰/۰۱۱±۰/۰۰۲	۷۸/۵۲±۲/۳۵	۱۲	

a: حداکثر وزن خشک گیاه، b: شیب افزایش وزن خشک، m: بر حسب درجه روز رشد زمانی که گیاه به ۵۰ درصد حداکثر وزن خشک خود می‌رسد و R^2 : ضریب تبیین است.

اثر فاصله ردیف کاشت در رقابت پنبه با گاوپنبه بر رشد گیاه زراعی

کشت شده در فاصله ردیف ۸۰ سانتی متر (با تراکم ۶ بوته در متر مربع)، بیشتر از دوبرابر بود. در آزمایشی، پس از گذشت ۷۸ روز از کاشت و در تراکم‌های ۱۳۸۸۹۰، ۶۹۴۴۰ و ۳۱۲۵۰ بوته در هکتار، سطح برگ پنبه به ترتیب ۶/۸، ۴/۶ و ۲/۸ گزارش شد (۲۹). در مطالعه‌ای، در کشت پنبه با کاهش فاصله ردیف کاشت از ۸۰ به ۲۰ سانتی متر، شاخص سطح برگ بحرانی افزایش یافت. در این تحقیق، حداکثر شاخص سطح برگ در پنبه ارقام گلستان، ساحل و سپید با فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی متر به ترتیب ۷/۱، ۷/۶ و ۷/۰ گزارش شد [۴].

در مطالعه حاضر، نتایج حاکی از این بود که ۵۰ درصد حداکثر شاخص سطح برگ در پنبه کشت شده با فاصله ردیف ۲۰ سانتی متر و در شرایط بدون علف هرز پس از ۹۱۹/۱ درجه روز رشد تجمعی حاصل می‌شود. در وضعیت نبود علف هرز، ۵۰ درصد حداکثر شاخص سطح برگ در فواصل ردیف ۴۰ و ۸۰ سانتی متر به ترتیب پس از گذشت ۷۱۱/۶ و ۹۹۷/۶ درجه روز رشد به دست آمد (جدول ۳). تولید سطح برگ پنبه در سیستم کاشت با فاصله ردیف ۲۰ سانتی متر در رقابت با تراکم‌های مختلف علف هرز موفق تر بود، به طوری که هرچه فاصله ردیف کاشت پنبه کمتر شود، افت تولید سطح برگ به‌ازای افزایش تراکم گاوپنبه در واحد سطح کاهش می‌یابد. در حالت کلی، رقابت گاوپنبه با گیاه زراعی، تولید سطح برگ پنبه را با محدودیت مواجه کرد، به طوری که افزایش تراکم بوته گاوپنبه، سطح برگ تولید شده طی فصل و همچنین حداکثر شاخص سطح برگ را کاهش داد. به نظر می‌رسد کاهش فاصله ردیف کاشت پنبه و به دنبال آن افزایش تراکم بوته پنبه سبب می‌شود گیاه زراعی طی فصل رشد، تأثیر منفی تنش رقابتی با علف هرز را کاهش، و تولید سطح برگ خود را افزایش دهد. براساس نتایج، حداکثر شاخص سطح برگ در پنبه کشت شده با فاصله ردیف خیلی کم

تولید ماده خشک هر گونه گیاهی، نسبت سهم آن گونه از منابع مشترک با گونه‌های دیگر جامعه گیاهی را بیان می‌کند که طی رقابت کسب می‌شود و شاخصی از توان رقابتی آن گونه به‌شمار می‌رود [۵]. به‌طور کلی، در این آزمایش تولید ماده خشک پنبه طی فصل رشد در فواصل ردیف کمتر سرعت بیشتری داشت. ولی، ورود و افزایش تراکم علف هرز و به دنبال آن اعمال رقابت برون‌گونه‌ای سرعت و مقدار تولید ماده خشک را کاهش داد. به‌هرحال، در بررسی تولید وزن خشک بوته در متر مربع، گیاه زراعی در سیستم کاشت UNR موفق تر بود و افزایش تراکم پنبه در واحد سطح سبب تولید بیشتر ماده خشک شد. به‌عبارت دیگر، پنبه در سیستم کاشت UNR سهم بیشتری از منابع غذایی را به خود اختصاص داده بود که حاکی از بیشتر بودن توان رقابتی گیاه زراعی در مقایسه با پنبه کشت شده با فواصل ردیف کاشت پهن تر بود. در آزمایش‌هایی روی سویا نتایج مشابهی به دست آمده بود [۱۶، ۲۲]. همچنین مطالعات نشان دادند کشت با ردیف‌های باریک سورگوم دانه‌ای توان رقابتی گیاه زراعی در برابر علف هرز گاوپنبه و ارزن وحشی را افزایش می‌دهد. بدین ترتیب، گیاه زراعی در تولید ماده خشک در فواصل ردیف کمتر و در رقابت با علف هرز موفق تر بوده است [۱۹].

باتوجه به نتایج این مطالعه، پنبه کشت شده با فاصله ردیف ۲۰ سانتی متر بیشترین شاخص سطح برگ را نسبت با فواصل ردیف ۴۰ و ۸۰ سانتی متر تولید کرد. براساس برآورد معادله سیگموئیدی استفاده شده در برازش داده‌های سطح برگ پنبه (معادله ۱)، حداکثر شاخص سطح برگ پنبه کشت شده در فواصل ردیف ۲۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی متر و در شرایط بدون علف هرز به ترتیب ۹/۰۴، ۲/۹۳ و ۴/۳۲ برآورد شد (جدول ۳). بنابراین، در وضعیت نبود گاوپنبه، حداکثر شاخص سطح برگ گیاه زراعی در فاصله ردیف ۲۰ سانتی متر (با تراکم ۲۴ بوته در متر مربع) نسبت به پنبه

اسماعیل قربانپور و همکاران

بیش از دو برابر حداکثر شاخص سطح برگ پنبه رشد یافته در فواصل ردیف ۴۰ و ۸۰ سانتی متر بود. همچنین، در بیشترین تراکم گاوپنبه نیز پنبه با فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی متر سطح برگ بیشتری در مقایسه با پنبه با فواصل ردیف کاشت پهن تر تولید کرده بود. این نتایج تأکیدی بر نتایج مطالعات گذشته است [۱۳، ۱۴].

جدول ۳. برازش مدل رگرسیون غیرخطی $[Y = a/1 + \exp(-b(t-m))]$ به داده‌های شاخص سطح برگ پنبه در برابر درجه روز رشد در رقابت با تراکم‌های مختلف گاوپنبه در فواصل ردیف ۲۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی متر

سطح برگ					
R ²	m±SE	b±SE	a±SE	تراکم علف هرز (plant/m ²)	فاصله ردیف (cm)
۰/۹۵	۹۱۹/۱۰ ±۳۹/۷۷	۰/۰۰۶ ±۰/۰۰۱	۹/۰۳۷۷±۰/۵۴۲۳	۰	
۰/۹۶	۷۹۸/۵۰ ±۵۱/۹۵	۰/۰۰۷ ±۰/۰۰۲	۴/۶۴۵۱±۰/۳۵۰۲	۱	
۰/۹۸	۶۸۲/۵۰ ±۲۹/۰۸	۰/۰۰۷ ±۰/۰۰۱	۲/۶۰۲۹±۰/۱۱۴۱	۳	۲۰
۰/۹۹	۸۳۵/۷۰ ±۴۸/۳۳	۰/۰۰۶ ±۰/۰۰۱	۳/۸۷۱۹±۰/۲۶۷۴	۵	
۰/۹۹	۷۴۱/۱۰ ±۳۱/۱۵	۰/۰۰۶ ±۰/۰۰۱	۲/۶۹۳۵±۰/۱۱۶۷	۱۲	
۰/۹۸	۷۱۱/۶۰ ±۳۱/۴۳	۰/۰۰۹ ±۰/۰۰۲	۲/۹۲۶۳±۰/۱۴۸۱	۰	
۰/۹۳	۷۲۷/۷۰ ±۲۸/۲۵	۰/۰۱۳ ±۰/۰۰۳	۲/۴۱۳۴±۰/۱۲۴	۱	
۰/۹۶	۷۴۳/۱۰ ±۳۸/۲۴	۰/۰۰۸ ±۰/۰۰۲	۲/۰۳۴۷±۰/۱۲۲۴	۳	۴۰
۰/۹۲	۶۸۳/۰۰ ±۲۳/۴۷	۰/۰۱۶ ±۰/۰۰۶	۲/۱۷۵۵±۰/۱۰۸۲	۵	
۰/۹۸	۷۵۱/۴۰ ±۵۱/۷۲	۰/۰۰۶ ±۰/۰۰۲	۱/۶۰۳۶±۰/۱۱۶۳	۱۲	
۰/۹۵	۹۹۷/۶۰ ±۱۱۸/۰۰	۰/۰۰۴ ±۰/۰۰۱	۴/۳۲۰۷±۰/۷۰۶۷	۰	
۰/۹۸	۸۰۲/۷۰ ±۲۲/۱۳	۰/۰۱۱ ±۰/۰۰۲	۲/۸۶۵۸±۰/۱۱۳۳	۱	
۰/۹۸	۸۳۳/۸۰ ±۴۸/۶۰	۰/۰۰۶ ±۰/۰۰۱	۱/۸۰۶۱±۰/۱۲۴۹	۳	۸۰
۰/۹۹	۶۶۳/۲۰ ±۲۱/۹۲	۰/۰۱۲ ±۰/۰۰۳	۱/۱۳۵۱±۰/۴۵۸۹	۵	
۰/۹۹	۷۰۰/۸۰ ±۲۹/۳۲	۰/۰۰۸ ±۰/۰۰۲	۱/۰۷۴۹±۰/۴۸۸	۱۲	

a: حداکثر شاخص سطح برگ گیاه، b: شیب افزایش شاخص سطح برگ، m: بر حسب درجه روز رشد زمانی که گیاه به ۵۰ درصد حداکثر شاخص سطح برگ خود می‌رسد و R²: ضریب تبیین است.

جدول ۴ پارامترهای این معادله ارائه شده است. به این ترتیب، بیشترین عملکرد وش با ۴۹۸۶/۷۳ کیلوگرم در هکتار در وضعیت بدون علف هرز و در فاصله ردیف ۴۰ سانتی متر برآورد شد (جدول ۴). همچنین، عملکرد نهایی وش در فواصل ردیف کاشت ۲۰ و ۸۰ سانتی متری گیاه

در این مطالعه، به منظور بررسی تغییرات عملکرد در پاسخ به سطوح مختلف رقابتی با گاوپنبه از معادله هذلولی راست گوشه (معادله ۲) استفاده شد. در شکل ۴ برازش معادله هذلولی راست گوشه به داده‌های عملکرد حاصل فواصل ردیف مختلف کاشت در رقابت با گاوپنبه و در

اثر فاصله ردیف کاشت در رقابت پنبه با گاوپنبه بر رشد گیاه زراعی

ردیف پهن‌تر توانسته است خسارت ناشی از علف هرز گاوپنبه را کاهش دهد. عملکرد نهایی پنبه در فواصل ردیف ۲۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی‌متر در رقابت با ۱۲ بوته گاوپنبه در متر مربع به ترتیب ۲۲/۲۲، ۳۳/۳۳ و ۴۴/۴۴ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (شکل ۲). به عبارت دیگر، عملکرد نهایی پنبه در فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر در تراکم زیاد گاوپنبه دوبرابر عملکرد در فاصله ردیف ۸۰ سانتی‌متر بود. در مطالعه‌ای، تراکم یک تا دو بوته در متر مربع گاوپنبه سبب کاهش ۲۰ تا ۴۰ درصدی عملکرد و ش در پنبه شد [۸].

به‌طور کلی، تحقیقات نشان داده است که حداکثر اثر علف هرز (کل تلفات عملکرد گیاه زراعی) از حد خاصی تجاوز نمی‌کند و به‌طور معمول در کمتر از حداکثر تراکم علف هرز رخ می‌دهد [۵]. براساس نتایج، افزایش تراکم گاوپنبه تا پنج بوته در متر مربع بیشترین شیب کاهش عملکرد و ش را داشت و به‌دنبال آن افزایش تراکم از ۵ به ۱۲ بوته در متر مربع گاوپنبه تأثیر چندانی در کاهش عملکرد و ش پنبه در فواصل ردیف کاشت مختلف نشان نداد. بنابراین می‌توان گفت حداکثر افت عملکرد به‌واسطه وجود علف هرز گاوپنبه در تراکم ۵ بوته رخ داده است و تراکم بیشتر از ۵ بوته در متر مربع تغییر چندانی در کاهش عملکرد و ش پنبه نداشته است (شکل‌های ۱ و ۲).

زراعی و در وضعیت بدون علف هرز به‌ترتیب ۴۴۸۷/۳۴ و ۴۶۰۸/۳۷ کیلوگرم در هکتار برآورد شد (جدول ۴). براساس برآورد معادله، اختلاف معناداری در عملکرد نهایی و ش در وضعیت بدون علف هرز در فواصل ردیف مختلف کاشت پنبه وجود نداشت. در این مطالعه، عملکرد و ش پنبه با افزایش تراکم علف هرز در واحد سطح کاهش یافت که این کاهش، در سیستم کاشت UNR با سرعت کمتری نسبت به فواصل ردیف کاشت ۴۰ و ۸۰ سانتی‌متر پنبه اتفاق افتاد (شکل‌های ۱ و ۲). پارامتر I در معادله هذلولی راست‌گوشه بیانگر کاهش عملکرد و ش با ورود اولین علف هرز گاوپنبه است. با توجه به برآورد معادله ۲، با ورود اولین علف هرز، مقدار افت عملکرد نسبت به وضعیت بدون علف هرز در سیستم کاشت ۲۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی‌متری به ترتیب ۱۵/۵۹، ۳۴/۱۹ و ۶۶/۱۲ درصد به‌دست آمد (جدول ۴). همچنین، پارامتر A که بیانگر حداکثر کاهش عملکرد، زمانی که تراکم گاوپنبه به بی‌نهایت میل می‌کند است، نیز تحت تأثیر فاصله ردیف کاشت قرار گرفت. افت عملکرد در کرت با فواصل ردیف کاشت ۲۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی‌متری پنبه و در رقابت با بیشترین تراکم گاوپنبه در متر مربع نسبت به وضعیت بدون علف هرز به ترتیب ۶۹/۳۳، ۹۶/۶۱ و ۹۰/۲۵ درصد برآورد شد (جدول ۴). در واقع، نتایج نشان می‌دهند که سیستم کاشت با فواصل ردیف خیلی کم در مقایسه با فواصل

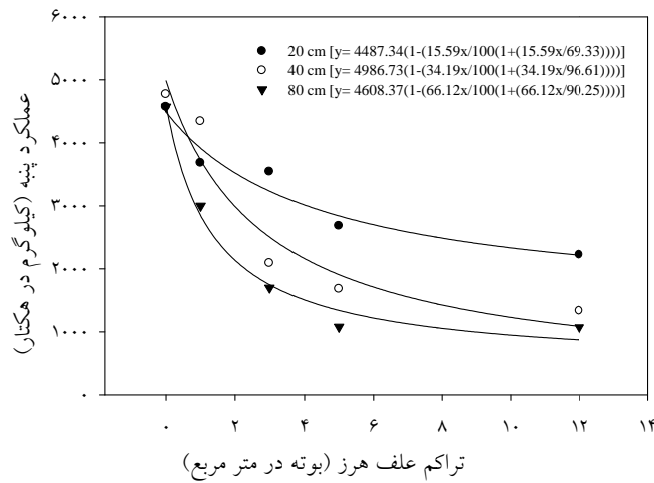
جدول ۴. ضرایب معادله هذلولی راست‌گوشه سه‌پارامتره $Y = Y_{wf} [1 - (I \times W / 100(1 + (I \times W / A)))]$ در پنبه کشت‌شده با فواصل ردیف

۲۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی‌متری و در رقابت با تراکم‌های (۰، ۱، ۳، ۵ و ۱۲ بوته در متر مربع) گاوپنبه

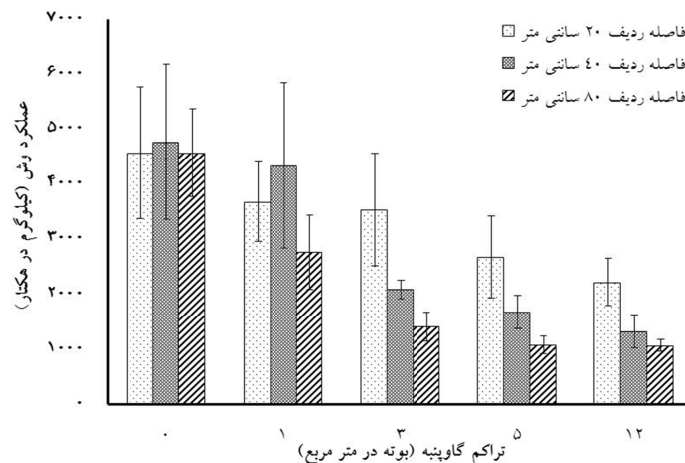
R ²	P value	A ±SE	I ±SE	Y _{wf} ±SE	فاصله ردیف
۰/۹۷	۰/۰۵	۶۹/۳۳±۱۹/۵۴	۱۵/۵۹±۸/۴	۴۴۸۷/۳۴±۲۸۳/۲۸	۲۰ سانتی‌متر
۰/۹۶	۰/۰۶	۹۶/۶۱±۲۴/۸۶	۳۴/۱۹±۲۰/۷	۴۹۸۶/۷۳±۵۷۴/۴۴	۴۰ سانتی‌متر
۰/۹۹	۰/۰۱	۹۰/۲۵±۷/۵۳	۶۶/۱۲±۱۹/۰۴	۴۶۰۸/۳۷±۲۵۵/۷۹	۸۰ سانتی‌متر

در این رابطه، Y_{wf}: عملکرد در وضعیت بدون علف هرز، I: افت عملکرد با ورود اولین علف هرز، و A: حداکثر تلفات یا درصد تلفات عملکرد در وضعیتی است که تراکم گاوپنبه به سمت بی‌نهایت میل می‌کند.

اسماعیل قربانپور و همکاران



شکل ۱. اثر تراکم‌های مختلف گاوپنبه بر عملکرد پنبه در فواصل ردیف ۲۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی متری با استفاده از معادله هذلولی راست گوشه



شکل ۲. روند تغییرات عملکرد نهایی و مشاهده شده گیاه زراعی در رقابت با تراکم‌های مختلف گاوپنبه در فواصل ردیف کاشت ۲۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی متر گیاه زراعی (علامت بار روی ستون‌ها بیانگر اختلاف استاندارد (standard error) بین تکرارهای هر تیمار است).

بودن شاخص سطح برگ پنبه و بسته شدن سریع‌تر تاج‌پوش در فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی متر در مقایسه با فاصله ردیف ۸۰ سانتی متر بیانگر کارایی بیشتر مصرف نور در سیستم UNR نسبت به سیستم کاشت CR بود. اما رقابت برون‌گونه‌ای و افزایش تراکم علف هرز گاوپنبه، مقدار نهایی ماده خشک و شاخص سطح برگ پنبه نسبت به وضعیت نبود علف هرز را کاهش داد. برپایه نتایج این

به‌طور کلی، نتایج حاکی از این بود که ارتفاع پنبه با کاهش فاصله ردیف کاشت (در نتیجه افزایش تراکم گیاه زراعی) و به دنبال آن افزایش رقابت درون‌گونه‌ای و نیز، افزایش تراکم علف هرز گاوپنبه در واحد سطح و به دنبال آن افزایش رقابت برون‌گونه‌ای دچار محدودیت شد. در مقابل، تولید ماده خشک پنبه با کاهش فاصله ردیف کاشت گیاه زراعی به ۲۰ سانتی متر افزایش یافت. همچنین، بیشتر

۵. مهدوی دامغانی، ع. و کامکار، ب. (۱۳۸۸). مروری بر رقابت علف‌های هرز و گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۳۵۲ ص.
6. Bailey WA, Askew SD, Dorai-Raj S and Wilcut JW (2003) Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) interference and seed production dynamics in cotton. *Weed Science*. 51: 94-101.
7. Bastiaans L, Kropff MJ, Goudriaan J and Van Laar HH (2000) Design of weed management systems with a reduced reliance on herbicides poses new challenges and prerequisites for modelling crop-weed interactions. *Field Crops Research*. 67: 161-179.
8. Boquet DJ (2005) Cotton in ultra-narrow row spacing: Plant density and nitrogen fertilizer rates. *Agronomy*. 97: 279-287.
9. Cortes JA, Mendiola MA and Castejon M (2010) Competition of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) weed with cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Economic damage threshold. *Spanish Journal of Agriculture Research* 8: 391-399.
10. Cousens R (1985) A simple model relating yield loss to weed density. *Annals of Applied Biology*. 107: 239-252.
11. Francisco J, Arriaga SAP, Jose FT and Dennis PD (2009) Cotton gas exchange response to standard and ultra-narrow row systems under conventional and no-tillage. *Crop Science*. 4: 42-51.
12. Ghajari A and Akram Ghaderi F (2007) Influence of row spacing and population density on yield and yield components of three cotton cultivars in Gorgan. *Journal of Agricultural Science*. 4: 833-844.
13. Horvath DP, Gulden R and Clay SA (2006) Microarray analysis of late season velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) impact on corn. *Weed Science*. 54: 983-994.

پژوهش، کاهش فاصله ردیف کاشت پنبه در سیستم UNR نسبت به فواصل ردیف کاشت پهن‌تر، به‌واسطه افزایش تراکم بوته در واحد سطح سبب افزایش توان رقابتی گیاه زراعی در رقابت بر سر منابع مشترک با علف هرز شد و بنابراین، تأثیر منفی رقابت گاوپنبه بر تولید ماده خشک و شاخص سطح برگ گیاه زراعی را کاهش داد و در نهایت، عملکرد پایدارتری در رقابت با تراکم‌های مختلف گاوپنبه به‌دنبال داشت. در نهایت اگرچه در این پژوهش، سیستم کاشت UNR سیستم برتر معرفی شد، برای جایگزین کردن آن با سیستم کاشت CR و توصیه آن به‌عنوان سیستم مناسب و برتر، مطالعه طولانی‌مدت و همه‌جانبه ضرورت دارد.

منابع

۱. اکرم قادری، ف.، سلطانی، ا.، سلطانی، ا.، و میری، ع. ا. (۱۳۸۷) تأثیر پرایمینگ بر واکنش به جوانه‌زنی دما در پنبه. *علوم کشاورزی و منابع طبیعی*. ۱۱(۳): ۴۴-۵۱.
۲. حاتمی‌مقدم، ز. و زینلی، ا. (۱۳۸۷) بررسی کارایی تیمارهای پیش‌سرمادهی و خراش‌دهی شیمیایی و مکانیکی در شکستن رکود بذر گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*). تولید گیاهان زراعی. ۱۱(۱): ۱۷-۳۷.
۳. فروغی، ع. (۱۳۹۰). مطالعه اکوفیزیولوژیکی رقابت بین کنجد (*Sesamum indicum* L.) و توق (*Xanthium strumarium* Medic.). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۹۸ ص.
۴. قادری‌فر، ف.، عالیمقام، س. م.، سنچولی، ا.، یوسفی‌داز، م. و میری، ع. (۱۳۹۱). مقایسه عملکرد و کیفیت الیاف پنبه در سیستم کاشت با فواصل ردیف خیلی کم و رایج. تولید گیاهان زراعی. ۵(۲): ۷۵-۹۱.

14. Horvath DP, Llewellyn D and Clay SA (2007) Heterologous Hybridization of Cotton Microarrays with Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) Reveals Physiological Responses Due to Corn Competition. *Weed Science*. 55: 546-557.
15. Jost PH and Cothren JT (2001) Phenotypic alterations and crop maturity differences in ultra-narrow row and conventionally spaced cotton. *Crop Science*. 41: 1150-1159.
16. Knezevic SZ, Evans SP and Mainz M (2003) Row spacing influences the critical timing for weed removal in soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*. 17: 666-673.
17. Larson JA, Gwathmey CO, Roberts RK and Hayes RM (2004) Effects of plant population density on net revenues from ultra-narrow-row cotton. *Cotton Science*. 8: 69-82.
18. Larson JA, Gwathmey CO and Hayes RM (2005) Effects of defoliation timing and desiccation on net revenues from ultra-narrow-row cotton. *Cotton Science*. 9: 204-214.
19. Limon-Ortega A, Mason SC and Martin AR (1998) Production practices improve grain sorghum and pearl millet competitiveness with weeds. *Agronomy*. 90: 227-232.
20. Molin WT and Hugie JA (2010) Effects of population density and nitrogen rate in ultra narrow row cotton. *Scholarly Research Exchange*. Pp. 1-6.
21. Molin WT, Hugie JA and Hirase K (2004) Prickly sida (*Sida spinosa* L.) and spurge (*Euphorbia hyssopifolia* L.) response to wide row and ultra narrow row cotton (*Gossypium hirsutum* L.) management systems. *Weed Biology Management*. 4: 222-229.
22. Mulugeta D and Boerboom CM (2000) Critical time of weed removal in glyphosate-resistant *Glycine max*. *Weed Science*. 48: 35-42.
23. Nichols SP, Snipes CE and Jones M (2004) Cotton Growth, Lint Yield, and Fiber Qualities Affected by Row Spacing and Cultivar. *Cotton Science*. 8: 1-12.
24. Pettigrew WT (2001) Environmental effect on cotton fiber carbohydrate concentration and quality. *Crop Science*. 41: 1108-1113.
25. Rajcan I and Swanton I (2001) Understanding light quality and whole plant. *Field Crop Research*. 71: 139-150.
26. Reddy KN, Borke IC, Clif Boykin J and Williford JR (2009) Narrow row cotton production under irrigated and non-irrigated environment: plant population and lint yield. *Cotton Science*. 13: 48-55.
27. Siebert JD and Stewart AM (2006) Influence of plant density on cotton response to mepiquat chloride application. *Agronomy*. 98: 1634-1639.
28. Stephenson DO, Barber LT and Bourland FM (2011) Effect of twin-row planting pattern and plant density on cotton growth, yield, and fiber quality. *Cotton Science*. 15: 243-250.
29. Thanisawanyangkora S, Sinoquet H, Jallas E and Cretenet M (1997) Changes in leaf orientation and canopy structure of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under different plant population densities. *Natural Science*. 31: 106-127.
30. Vories ED and Glover RE (2006) Comparison of growth and yield components of conventional and ultra-narrow row cotton. *Cotton Science*. 10: 235-243.
31. Willey RW (1990) Resource use in intercropping systems. *Agricultural Water Management*. 17: 215-231.
32. Zhang BH, Lin F, Yao CB and Wang KB (2000) Recent progress in cotton biotechnology and genetic engineering in China. *Current Science*. 79(10): 247-263.