نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره ۱، فروردین - اردیبهشت ۱۳۸۹، ص ۱۵۶-۱۴۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 1, Mar. – Apr. 2010, p. 147-156

بررسی اثر تراکم پنبه (*Gossypium hirsutum*) و سلمه‌تره (*Chenopodium album*) بر برخی ویژگی های رشدی پنبه در منطقه بیرجند

مجتبی ولایتی[۱]- غلامرضا زمانی[۲] - مجید جامی الاحمدی[۳*]

تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۲۸
تاریخ پذیرش: ۸۸/۵/۱۸

چکیده

به منظور بررسی تاثیر تراکم پنبه (*Gossypium hirsutum*)، رقم ورامین، و سلمه‌تره (*Chenopodium album*) بر برخی ویژگی‌های رشدی پنبه، مطالعه‌ای در سال ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی انجام شد. علف هرز سلمه‌تره در چهار تراکم (۰، ۶، ۹ و ۱۲ بوته در متر مربع) و پنبه در سه تراکم (۶، ۹ و ۱۲ بوته در متر مربع) کشت شدند. همچنین ۳ کرت در هر بلوک به کشت خالص سلمه‌تره با تراکم های ۶، ۹ و۱۲ بوته در متر مربع اختصاص یافت. نتایج تحقیق حاکی از کاهش سرعت رشد محصول پنبه تحت تاثیر تراکم های مختلف سلمه‌تره بود، همچنین سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص پنبه تحت تأثیر تراکم های مختلف سلمه‌تره روند کاهشی نشان دادند. تجمع ماده خشک پنبه نیز تحت تاثیر تراکم های مختلف سلمه‌تره، کاهش یافت. در کشت مخلوط پنبه با تراکم های ۶ ، ۹ و ۱۲ بوته سلمه‌تره نسبت به تیمار فاقد علف‌هرز به ترتیب ۳۵ ، ۴۲ و ۴۸ درصد کاهش در تجمع وزن خشک مشاهده شد. در این آزمایش افزایش تراکم پنبه توانست مقداری از اثرات منفی مربوط به کاهش صفات مورد مطالعه تحت تاثیر اثر حضور علف‌هرز سلمه‌تره را تقلیل دهد. نتایج این آزمایش نشان داد که احتمالا می‌توان از افزایش تراکم گیاه زراعی به عنوان یک ابزار مدیریتی در جهت مبارزه با علف های هرز پنبه و جلوگیری از کاهش عملکرد ناشی از آن استفاده نمود.

واژه های کلیدی: پنبه، تراکم، رقابت، آنالیز رشد، تجمع ماده خشک

مقدمه

شناخت راهبردهای رقابتی علف های هرز برای تلفیق اصول بوم شناختی رشد علف های هرز با مدیریت آنها حائز اهمیت است، اما پیچیدگی های روابط رشد این گیاهان توسعه دستاوردهای مدیریت تلفیقی آنها را دشوارتر می‌سازد و لذا تشخیص روابط رقابتی علف های هرز و گیاهان زراعی در کشت های مخلوط آنها می‌تواند تأثیر مهمی بر تصمیم گیری‌های مدیریت علف های هرز داشته باشد (۵).

از میان شاخصهای رشدی معمول، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و سرعت جذب خالص برای تحلیل رشد گیاهان در مخلوطهای گیاهی مرسوم هستند (۲۳). همچنین راش و رادوسویچ (۲۲) از آنالیزهای رشد گیاه برای مشخص کردن قدرت تهاجمی به عنوان ابزاری برای اندازه گیری توانایی رقابتی علف های هرز استفاده کرده و دریافتند که شاخص سطح برگ و سرعت جذب خالص بیشترین اهمیت را در قدرت تهاجمی گونه های علف هرز دارد. سمب (۲۳) نیز اظهار داشت که گونه های با قابلیت رقابتی زیاد به وسیله سرعت رشد نسبی بالا مشخص می‌شوند. کیلی و تولن (۱۶) دریافتند که سرعت رشد نسبی (RGR) برنج وحشی[۴] تحت شرایط سایه ۴۷٪ کاهش داشت. این کاهش در رشد به علت نفوذ کمتر تشعشع فعال کننده فتوسنتزی (PAR) به لایه های پائینتر بود.

افزایش تراکم گیاه زراعی، اثرات مختلفی در مدیریت گیاه زراعی دارد. اعتقاد بر این است که با افزایش تراکم (تا حد مطلوب) به دو علت گیاه فرصت بیشتری برای جذب نور، آب و مواد غذایی دارد. تراکم بیشتر گیاه زراعی اولاً سبب کاهش رشد، بیوماس و تولید بذر در علف های هرز می‌شود و ثانیاً به علت جذب نور بیشتر توسط

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد شناسایی و مبارزه با علفهای هرز و استادیاران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(* - نویسنده مسئول: (Email: mja230@yahoo.com

4 - Zizania palustris

کانوپی در سطح مزرعه، سبب عملکرد بیشتر می‌شود (۲۷). اثر افزایش تراکم پنبه و گیاهان زراعی مختلف بر افزایش قابلیت رقابتی، عملکرد و کنترل علف های هرز تا به حال موضوع تحقیقات بسیاری بوده است (۱۰، ۱۱، ۱۷، ۲۰ و ۲۱). در آزمایش مولین و همکاران (۱۸) و در بررسی رقابت پنبه با علف های هرز سیدا[1] و گونه‌ای فرفیون[2]، افزایش تراکم پنبه از ۱۰۰۰۰۰ بوته به ۳۰۸۸۸۲ بوته در هکتار و کاهش فاصله بین ردیف از ۱۰۰ به ۲۵ سانتی متر، کاهش بیوماس در علف هرز را به دنبال داشت. افزایش میزان بذر گندم به علت بیشتر شدن جذب نور توسط گیاه زراعی، به عنوان یک رهیافت ارزان قیمت برای مدیریت علف هرز یولاف وحشی، توصیه شده است (۹). در تحقیق وینر و همکاران (۲۵) مشخص شد که افزایش تراکم گندم بهاره همراه با آرایش کاشت یکنواخت نسبت به تراکم معمول کاشت، ۶۰٪ بیوماس علفهای هرز را کاهش داد. در آزمایش اولسن و همکاران (۲۰) نیز با افزایش تراکم گندم، بیوماس علفهای هرز در همه آرایشهای کاشت کاهش یافت.

در آزمایش مورگان و همکاران (۱۹)، در رقابت پنبه و گونه ای تاج خروس[3] با افزایش تراکم علف هرز به ۸ تا ۱۰بوته در متر طولی ردیف، بیوماس پنبه کاهش یافت. آکی و همکاران (۳) نیز در تراکم‌های ۲/۴ تا ۴۰ بوته گاوپنبه در متر مربع که همزمان با سویا جوانه زده بودند، مشاهده کردند که وزن خشک برگ، ساقه و ریشه سویا به علت کاهش منابع در دسترس کاهش یافت.

سلمه تره[4] یکی از مشکل سازترین علف های هرز دنیا (۱۵) و بویژه مزارع پنبه می‌باشد. این گیاه نسبت به دیگر علف های هرز در درجه حرارتهای بسیار پایینتری جوانه می‌زند (۶ و ۲۶). بنابراین با جوانه زنی زودتر در فصل رشد، بویژه قبل از گیاه زراعی، دارای برتری رقابتی است. سلمه می‌تواند تعداد زیادی بذر تولید کند که برای مدت چند سال در خاک زنده مانده و جمعیت های بعدی آن را تشکیل دهد (۷).

با توجه به اهمیت تراکم علف هرز در میزان خسارت زایی علف‌های هرز، بنظر می‌رسد بررسی اثر تراکم آنها در واحد سطح بر توانایی رقابتی گیاه زراعی و شاخصهای رشدی آن ضروری است. تراکم های پایین علف هرز ممکن است بسته به نوع محصول و علف‌هرز، موجب وارد شدن خسارت قابل توجهی به محصول نشود و در نتیجه می‌تواند نادیده گرفته شود؛ همچنین ممکن است در برخی شرایط حضور تعداد زیادی علف هرز نیز سبب افت چشمگیر عملکرد نشود، بنابراین برای تعیین میزان خسارت سلمه‌تره در مزارع پنبه لازم است تأثیر تراکم‌های مختلف این علف هرز بر برخی صفات پنبه مورد ارزیابی قرار گیرد. از این رو به منظور بررسی اثر تراکم های علف هرز سلمه و تراکم های کاشت پنبه، بر خصوصیات رشدی پنبه آزمایش طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند با عرض جغرافیایی ´۵۶ °۳۲ شمالی، طول جغرافیایی ´۱۳ °۵۹ شرقی و ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از ۳ تراکم کاشت پنبه شامل ۶، ۹ و ۱۲ بوته در متر مربع و ۴ تراکم سلمه تره شامل صفر، ۶، ۹ و ۱۲ بوته در هر متر مربع. همچنین در هر بلوک ۳ کرت نیز به کشت خالص سلمه تره با تراکم های ۶، ۹ و۱۲ بوته در متر مربع اختصاص یافت. هر کرت آزمایشی شامل ۵ خط کاشت به طول ۷ متر و با فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر از یکدیگر بود. کود مصرفی بر اساس عرف منطقه و بر مبنای ۴۷ کیلوگرم در هکتار پتاسیم،۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۶۹ کیلوگرم در هکتار فسفات (به ترتیب معادل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیترات پتاسیم ، ۱۹۵ کیلوگرم اوره و ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل) در نظر گرفته شد. کودهای فسفر و پتاسیم، همچنین یک سوم کود نیتروژن قبل از کاشت به زمین اضافه شد و پس از تنک بوته های پنبه، دو سوم باقیمانده از کل کود نیتروژن بطور یکنواخت در فاصله ردیف های کاشت پخش شد و بلافاصله آبیاری صورت گرفت.

پس از مهیا شدن شرایط اقلیمی در اواسط اردیبهشت ماه، کاشت بصورت دستی، ردیفی و خشکه کاری انجام شد. در ابتدا بذور پنبه رقم ورامین (*Gossypium hirsutum* L.) با چندین برابر تراکم معمول کشت شد و به علت آلودگی مناسب زمین از علف هرز سلمه از کاشت سلمه خودداری شد. پس از سبز شدن پنبه و رسیدن به مرحله ۴ تا ۶ برگی اقدام به تنک بوته های پنبه گردید، به طوری که برای تراکم ۶ بوته پنبه در متر مربع فاصله ۲۸ سانتی متری روی ردیف منظور شد و برای تراکم های ۹ و ۱۲ بوته پنبه به ترتیب فواصل ۱۸/۵ و ۱۴ در نظر گرفته شد. پس از سبز شدن علف هرز سلمه و رسیدن به مرحله ۴ تا ۶ برگی اقدام به تنک علف هرز سلمه (بر مبنای همان فواصل پنبه) و همچنین همه علف های هرز دیگر غیر از سلمه‌تره شد. برای اندازه گیریهای وزن خشک از ۳۰ روز پس از کاشت تعداد ۶ نمونه گیری تخریبی در طی فصل رشد در فواصل ۲۰ روزه انجام شد و در هر مرحله، تعداد ۳ بوته پنبه و ۳ بوته علف هرز از سطح زمین برداشت شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه به قسمت‌های مختلف تفکیک شدند. پس از اندازه گیری سطح برگ با

1- *Sida spinosa*
2- *Euphorbia esula*
3- *Amaranthus palmeri*
4- *Chenopodium album*

استفاده از دستگاه اندازه گیری سطح برگ[1]، وزن خشک اندام‌های مختلف گیاه پس از قرار دادن نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی گراد در آون اندازه گیری شد. سپس با توجه به داده‌های به دست آمده (سطح برگ، وزن خشک برگ و کل)، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص با استفاده از معادلات زیر (۲) محاسبه شدند:

سرعت رشد محصول $$CGR = {}^{1}\!/_{G_A} \cdot \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}$$

سرعت رشد نسبی $$RGR = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{T_2 - T_1}$$

سرعت جذب خالص $$NAR = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} \cdot \frac{\ln LA_2 - \ln LA_1}{LA_2 - LA_1}$$

که در معادلات فوق، G_A، سطح زمین، W2 و W1 وزن گیاه به ترتیب در یک مرحله (T2) و نمونه برداری قبل آن (T1)، و LA2 و LA1 نیز نشانگر سطح برگ به ترتیب در یک مرحله خاص و نمونه برداری قبل آن می‌باشند.

پس از جمع آوری و اتمام داده برداری، به منظور تجزیه واریانس از نرم افزار Genstat ویرایش ۹/۰ استفاده شد و مقایسات میانگین نیز در سطح احتمال ۵٪ با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام شد. سایر محاسبات آماری به کمک نرم افزارهای CurveExpert و Excel انجام و تمامی اشکال در محیط Excel ترسیم شدند.

نتایج و بحث

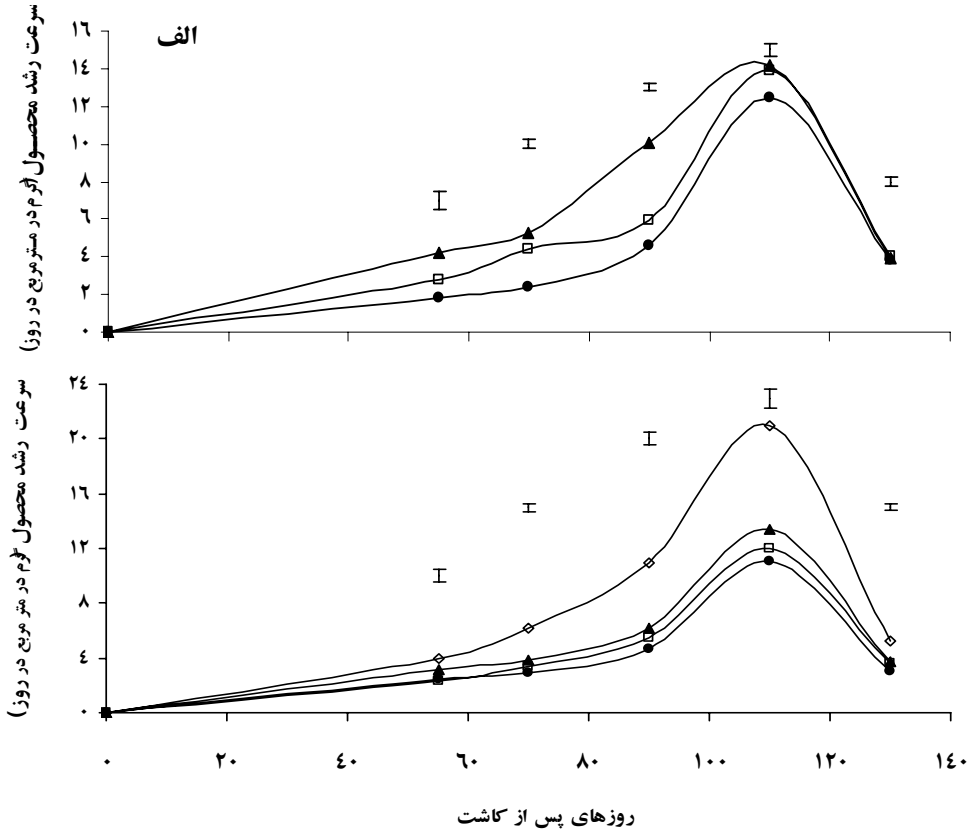
بررسی سرعت رشد محصول در تراکم های ۶، ۹ و ۱۲ بوته پنبه در متر مربع نشان داد که بطور کلی سرعت رشد پنبه به علت افزایش تراکم پنبه افزایش یافت (شکل ۱الف)، به طوری که حداکثر سرعت رشد محصول در تراکم ۶ بوته پنبه در متر مربع ، حدود ۱۲ گرم در متر مربع در روز و در تراکم ۱۲ بوته در متر مربع ۱۴ گرم در متر مربع در روز بود. حداکثر سرعت رشد پنبه در تراکم های بالاتر پنبه زودتر حاصل شد، به نحوی که حداکثر سرعت رشد پنبه در تراکم ۶ بوته پنبه در متر مربع، در روز ۱۱۰ پس از کاشت حاصل شد، در حالی که این میزان حداکثر برای تراکم های ۹ و ۱۲ بوته پنبه به ترتیب در ۱۰۷ و ۱۰۰ روز پس از کاشت به دست آمد. افزایش سطح برگ (سطح دریافت کننده تشعشع) و بسته شدن زودتر کانوپی در تراکم های بالاتر می‌تواند توجیه کننده این مطلب باشد (شکل۲). همچنین مشخص شده است که حداکثر سرعت رشد پنبه در تراکم های مختلف آن در بازه ۱۰۰ تا ۱۱۰ روز پس از کاشت به علت دوران اوج گل دهی در این دوره می‌باشد (۱۳).

رقابت سلمه سبب کاهش سرعت رشد پنبه شد، و در این بین تفاوت زیادی بین کشت خالص پنبه با تیمارهای تراکمی علف هرز وجود داشت (شکل ۲ب). در کشت خالص پنبه حداکثر سرعت رشد پنبه به ۲۱ گرم در متر مربع در روز رسید، در صورتیکه در رقابت پنبه با سلمه‌تره و در تراکم های ۶ ، ۹ و ۱۲ بوته سلمه در متر مربع، حداکثر سرعت رشد پنبه به ترتیب به ۱۳ ، ۱۲ و ۱۱ گرم در متر مربع در روز کاهش یافت (شکل۲ب).

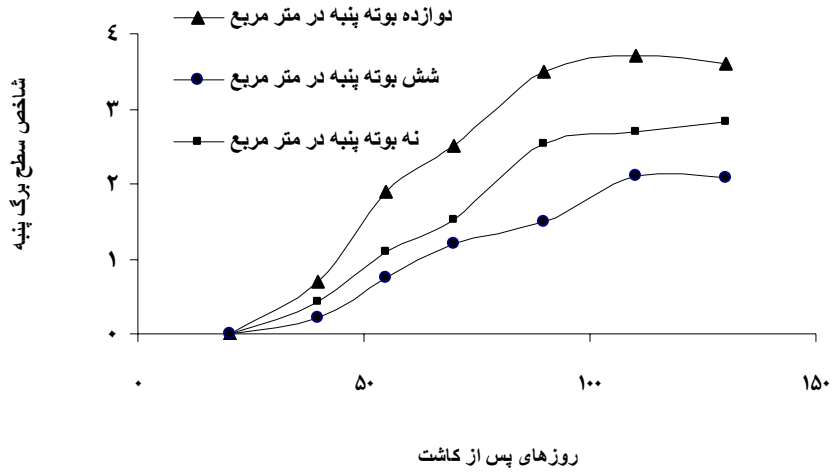
مقایسه منحنی های شکل ۱ نشان می‌دهد که در بین کشتهای خالص پنبه، بالاترین سرعت رشد محصول مربوط به تراکم ۱۲ بوته در متر مربع می‌باشد ولی با حضور سلمه در این تراکم به شدت سرعت رشد محصول کاهش می‌یابد. علت این مسئله را می‌توان به اثرات شدید رقابت برون گونه ای در تراکم های بالای پنبه نسبت داد. در مراحل اولیه، روند افزایش سرعت رشد محصول بعد از کاشت، اندک و ناچیز است. به مرور زمان و با بزرگتر شدن گیاه روند افزایش سرعت رشد محصول سریع تر می‌گردد. سرعت کم رشد محصول در مراحل اولیه را می‌توان به پایین تر بودن تعداد سلول های مریستمی، کمتر بودن سطح برگ برای دریافت نور انجام فتوسنتز و تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به ریشه نسبت داد. با گذشت زمان و بزرگتر شدن گیاه، مناطق مریستمی بیشتری در گیاه ایجاد و برگهای بیشتری نیز به عنوان منابع دریافت انرژی فتوسنتزی وارد عمل شده و باعث افزایش سرعت رشد محصول می‌شود (۱). بررسی انجام شده در خصوص تأثیر تراکم های مختلف خردل وحشی، شلمی و خاکشیر بر سرعت رشد محصول گندم نیز نشان داد که با افزایش تراکم علف های هرز مزبور سرعت رشد گندم کاهش یافت (۱). حضور سلمه در کنار پنبه سبب جذب و اشغال بسیاری از منابع موجود و مشترک توسط سلمه شده و همین امر باعث می‌شود تا پنبه به پتانسیل رشدی خود نرسد (شکل۱).

بررسی سرعت رشد نسبی پنبه در تراکم های مختلف آن نیز نشان داد که بطور کلی با افزایش تراکم پنبه سرعت رشد نسبی کاهش می‌یابد (شکل ۳، الف). بطور مثال در ۱۱۰ روز پس از کاشت میزان سرعت رشد نسبی برای تراکم ۶ بوته پنبه در متر مربع، ۰/۰۵۱ گرم در روز بود، در حالیکه در تراکم ۹ و ۱۲ بوته پنبه در متر مربع به ترتیب به ۰/۰۳۸ و ۰/۰۲۹ گرم در روز کاهش پیدا کرد. افزایش در میزان سرعت رشد نسبی تقریباً در ۱۱۰ روز پس از کاشت می‌تواند به علت برداشت چین اول پنبه باشد. احتمالاً برداشت غوزه ها در چین اول سبب نفوذ بیشتر نور به درون کانوپی شده و سبب بالا رفتن سرعت رشد نسبی شد.

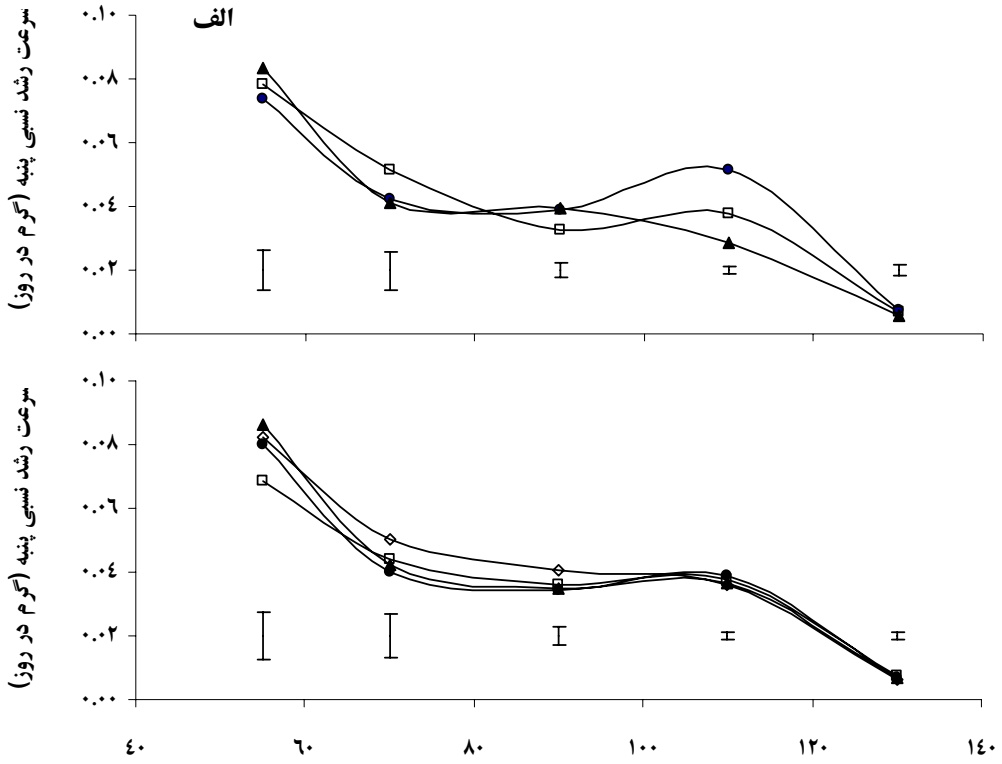
1- Leaf Area Meter, Model ΔT, UK



شکل ۱- تغییرات سرعت رشد پنبه نسبت به زمان پس از کاشت در تراکم های (الف) ٦ (●)، ۹ (□) و ۱۲ (▲) بوته پنبه در مترمربع و (ب) به صورت عاری از علف هرز (◇) یا در رقابت با علف هرز سلمه‌تره در تراکم‌های ٦ (▲)، ۹ (□) و یا ۱۲ (•) بوته علف هرز در مترمربع. خطوط عمودی داخل منحنی نشان دهنده حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح ۵٪ می‌باشد.



شکل۲- روند تغییرات سطح برگ پنبه طی فصل رشد در میانگین تراکم های سلمه در تراکم های ٦ (●)، ۹ (□) و ۱۲ (▲) بوته پنبه در مترمربع



شکل ۳- تغییرات سرعت رشد نسبی پنبه نسبت به زمان پس از کاشت در (الف) تراکم های ٦ (●)، ۹ (□) و ۱۲ (▲) بوته پنبه در مترمربع و یا (ب) به صورت عاری از علف هرز (◇) یا در رقابت با علف هرز سلمه‌تره در تراکم‌های ٦ (▲)، ۹ (□) و یا ۱۲ (•) بوته علف هرزدر مترمربع. خطوط عمودی داخل منحنی نشان دهنده حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح ۵٪ می‌باشد.

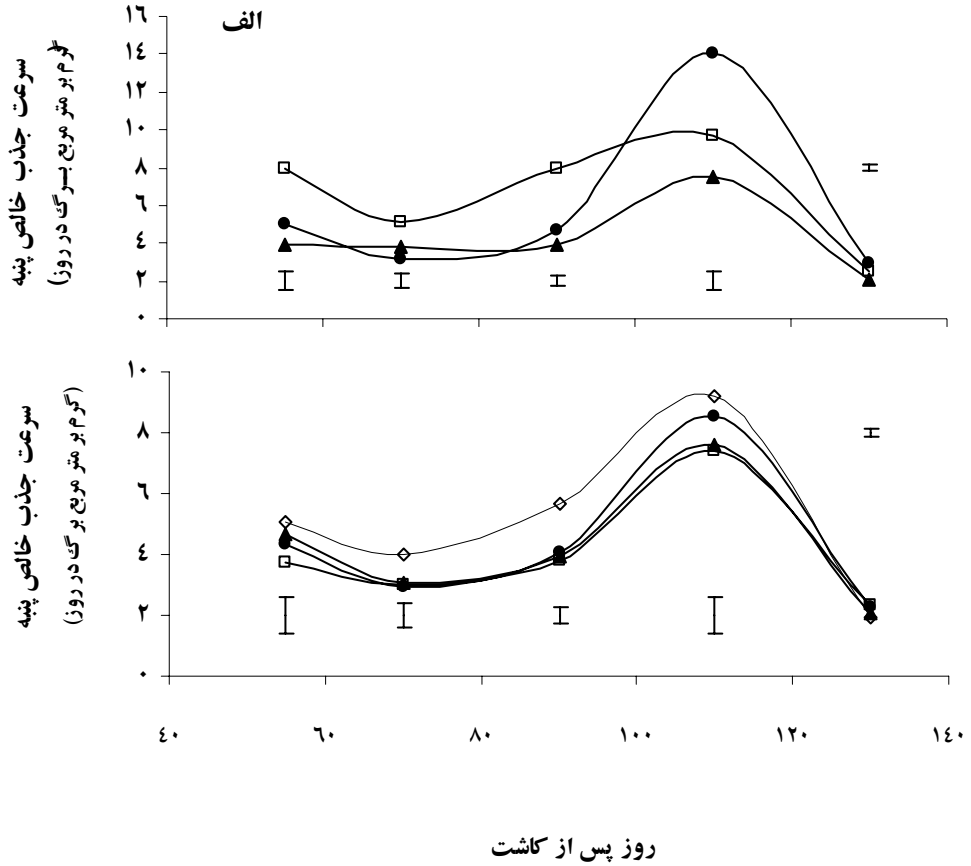
همچنین تراکم های مختلف سلمه باعث کاهش در میزان سرعت رشد نسبی پنبه در طول فصل رشد شد (شکل ۳، ب). کاهش در سرعت رشد نسبی در اثر تراکم‌های مختلف علف هرز بیشتر در میانه فصل مشاهده شد، به صورتی که در ۹۰ روز پس از کاشت، میزان سرعت رشد نسبی درکشت خالص پنبه ۰/۰۴۱ گرم در روز بود، اما در رقابت با تراکم های ۶ ، ۹ و۱۲ بوته سلمه‌تره در متر مربع، میزان سرعت رشد نسبی به ترتیب به ۸۵، ۸۷ و ۸۳ درصد مقدار کشت خالص کاهش یافت (شکل ۳، ب).

در شکل ۳ ب مشاهده می‌شود که به طور کلی، به ویژه از ۱۰۰ روز پس از کاشت، افزایش تراکم سلمه در تراکم های مختلف پنبه تاثیر کمی در سرعت رشد نسبی پنبه داشت. با توجه به این نتایج می‌توان اذعان داشت که حضور سلمه تاثیر چندانی در سرعت رشد نسبی پنبه نداشته و این مسئله یافته دانکن و زیمدال (۱۲) را که نشان دادند سرعت رشد نسبی تحت تاثیر رقابت قرار نمی گیرد تایید می‌کند. راش و رادوسویچ (۲۲) نشان دادند که سرعت رشد نسبی چهار گونه علف هرز به طور ضعیفی با قدرت تهاجم و رقابت آنها بستگی دارد و وزن خشک و نسبت سطح برگ (LAR) مسئول قدرت رقابتی آنها می‌باشد.

سرعت جذب خالص پنبه در تراکم های مختلف گیاه زراعی و علف هرز در شکل ۴ نشان داده شده است. سرعت جذب خالص با زمان ثابت نمی باشد و با افزایش سن گیاه یک افت نزولی در رشد و تکامل را نشان می‌دهد (۲). در شکل ۴ الف مشاهده می‌شود که سرعت جذب خالص پنبه در تراکم های مختلف آن روند متفاوتی دارد. در طول فصل رشد تا حدود ۱۰۰ روز پس از کاشت تراکم ۹ بوته پنبه و پس از آن تا آخر فصل تراکم ۶ بوته در متر مربع دارای بیشترین سرعت جذب خالص بودند. حداکثر میزان سرعت جذب خالص برای تراکم ۶ بوته پنبه در متر مربع، ۱۱۰ روز پس از کاشت معادل ۱۴ گرم بر متر مربع برگ در روز به دست آمد، در حالیکه این مقدار برای تراکم های ۹ و ۱۲ بوته پنبه در متر مربع به ترتیب معادل ۷ و ۹ گرم بر متر مربع برگ در همین زمان بود. کمتر بودن سرعت

جذب خالص درتراکم ۱۲ بوته پنبه در متر مربع احتمالاً به علت سایه اندازی بیشتر برگهای بالای کانوپی بر برگهای پایینی نسبت به تراکم های ۹ و ۶ بوته پنبه بود. همچنین افزایش در میزان سرعت جذب خالص در ۱۱۰ روز پس از کاشت، همانطور که در قسمت سرعت رشد نسبی پنبه بررسی شد، احتمالاً به علت برداشت چین اول و نفوذ بیشتر نور به کانوپی می‌باشد.

تراکم های مختلف سلمه نیز باعث کاهش در میزان سرعت جذب خالص پنبه شدند (شکل ۴ب)، بطوریکه پنبه در کشت مخلوط با تراکم های ۶ ، ۹ و ۱۲ بوته سلمه‌تره در متر مربع سرعت جذب خالص کمتری در مقایسه با سرعت جذب خالص کشت خالص پنبه داشتند. در این میان در ۱۱۰ روز پس از کاشت سرعت جذب خالص پنبه در کرتهای آلوده به ۱۲ بوته سلمه‌تره در متر مربع از پنبه آلوده با تراکم های ۶ و ۹ بوته سلمه‌تره بالاتر بود. و پس از آن سرعت جذب خالص پنبه آلوده با ۶ بوته سلمه‌تره سرعت جذب خالص بیشتری نسبت به پنبه آلوده با ۹ بوته سلمه‌تره داشت. یکی از بارزترین اثرات حضور علفهای هرز در مزرعه افزایش تراکم گیاهی در واحد سطح است و افزایش تراکم در واحد سطح از عوامل ایجاد رقابت جهت دریافت منابع مشترک مورد نیاز از جمله نور است (۱۴). باید توجه داشت که در مجموع افزایش تراکم در واحد سطح و به تبع آن افزایش وزن خشک موجب افزایش سطح برگ در واحد سطح می‌گردد، ولی میزان سطح برگ تک بوته، با افزایش تراکم کاهش می‌یابد. به دلیل کاهش سطح برگ تک بوته در اثر تداخل و رقابت درون گونه ای و بین گونه ای، شاخص سطح برگ گیاه زراعی در مزارع آلوده به علف هرز و به تبع آن سرعت جذب خالص به سرعت کاهش می‌یابد (۱۴ و ۲۴).



شکل ٤ - تغییرات سرعت جذب خالص پنبه نسبت به زمان پس از کاشت در (الف) تراکم‌های ٦ (●)، ۹ (□) و ۱۲ (▲) بوته پنبه در مترمربع و یا (ب) به صورت عاری از علف هرز (◇) یا در رقابت با علف هرز سلمه‌تره در تراکم‌های ٦ (▲)، ۹ (□) و یا ۱۲ (●) بوته در مترمربع روئیده بودند. خطوط عمودی داخل منحنی نشان دهنده حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح ۵٪ می‌باشد.

همانند اثرگذاری تراکم های مختلف سلمه‌تره و پنبه بر آنالیزهای رشد پنبه، اثر تراکم علف هرز سلمه‌تره و پنبه و نیز اثر متقابل تراکم گیاه زراعی و علف هرز بر تجمع ماده خشک اندام هوایی نیز معنی دار شد (جدول ۱). افزایش تراکم پنبه باعث افزایش وزن خشک پنبه در واحد سطح شد (جدول ۲). در تراکم ۶ بوته پنبه در متر مربع وزن خشک به میزان ۵۴۸ گرم در متر مربع بود در حالیکه در تراکم های ۹ و ۱۲ بوته پنبه به ترتیب ۱۶ و ۲۴٪ افزایش وزن خشک نسبت به تراکم ۶ بوته مشاهده شد. به نظر می‌رسد افزایش سرعت رشد پنبه در نتیجه افزایش تراکم آن (شکل ۲، الف) سبب بهبود وزن خشک پنبه در تراکم‌های بالاتر شده است. بررسی وزن خشک پنبه نیز حاکی از کاهش آن در اثر تداخل علف هرز سلمه‌تره بود، به طوری که در تراکم‌های ۶ ، ۹ و ۱۲ بوته سلمه‌تره نسبت به تیمار فاقد علف هرز به ترتیب ۳۵ ، ۴۲ و ۴۸ درصد کاهش در تجمع وزن خشک مشاهده شد. لذا افزایش تراکم سلمه‌تره و در پی آن افزایش وزن خشک آن در کرتهای آلوده به علف هرز سلمه‌تره، سبب کاهش در وزن خشک اندام هوایی پنبه شده است (جدول ۲).

بررسی اثر متقابل تراکم پنبه و سلمه نشان داد که وزن خشک اندام های هوایی پنبه با افزایش تراکم کاشت آن افزایش یافت (شکل ۵). در کرتهای عاری از علف هرز، تراکم ۶ بوته در متر مربع ۸۵۲/۱۲ گرم بر متر مربع ماده خشک تولید کرد. اما افزایش تراکم پنبه به ۹ و ۱۲ بوته در متر مربع، به ترتیب سبب ۳٪ و ۱۶٪ افزایش معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) در ماده خشک نسبت به تراکم ۶ بوته در مترمربع شد. در کرت‌های دارای علف هرز نیز افزایش تراکم پنبه، افزایش بیوماس آن را در پی داشت. بطوریکه در تراکم های بالاتر پنبه وزن خشک گیاه زراعی از تراکم های پایینتر آن، بیشتر بود.

جدول۱- میانگین مربعات وزن خشک تجمع یافته در اندام های مختلف پنبه تحت تأثیر تراکم های مختلف پنبه وسلمه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن خشک کل	وزن خشک اندام زایشی	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ
		گرم بر متر مربع			
تکرار	۲	۳۶۴ $^{n.s}$	۱۳۱ $^{n.s}$	۷۹۷ *	۱۱۰۲ *
تراکم پنبه	۲	۹۹۱۷۴ **	۸۵۵۶ **	۱۰۳۵۵ **	۱۴۴۵۷ **
تراکم سلمه	۳	۳۶۳۹۹۶ **	۶۶۹۸۸ **	۳۷۶۵۹ **	۲۲۳۳۰ **
تراکم پنبه× تراکم سلمه	۶	۱۸۶۸ **	۷۳۵ *	۷۳۴ **	۵۳۲ **
اشتباه آزمایشی	۲۲	۳۳۵	۳۰۸	۱۸۰	۷۳

n.s به معنای عدم معنی داری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشد. * و ** به ترتیب به معنای معنی داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

جدول ۲- اثر تراکم پنبه و سلمه بر وزن خشک کل پنبه

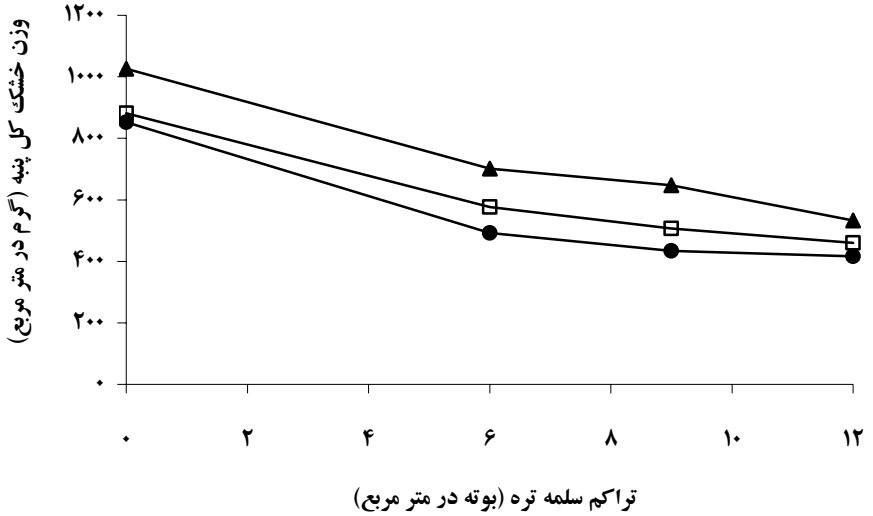
	بوته در متر مربع	صفات مختلف پنبه			
		وزن خشک کل	وزن خشک اندام زایشی	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ
		گرم بر متر مربع			
تراکم پنبه	۶	۵۴۸/۷^{c}	۳۰۹/۲ ^{b}	۱۲۰^{b}	۱۱۹/۵ ^{c}
	۹	۶۰۶/۲ ^{b}	۳۲۵/۶ ^{b}	۱۴۱/۱ ^{b}	۱۴۰/۹ ^{b}
	۱۲	۷۲۶/۸^{a}	۳۶۱/۴ ^{a}	۱۷۸^{a}	۱۸۷/۴ ^{a}
تراکم سلمه	۰	۹۱۹/۸^{a}	۴۵۷/۳ ^{a}	۲۴۱/۴^{a}	۲۲۱/۱ ^{a}
	۶	۵۹۰^{b}	۳۱۷/۲ ^{b}	۱۳۱/۲^{b}	۱۴۱/۶ ^{b}
	۹	۵۲۹/۳ ^{c}	۲۸۹/۶ ^{bc}	۱۱۴ ^{bc}	۱۲۵/۷ ^{c}
	۱۲	۴۶۹/۸^{d}	۲۶۴/۲^{c}	۹۹^{c}	۱۰۸/۵ ^{d}

بنابراین به نظر می‌رسد که احتمالا می‌توان از تراکم گیاه زراعی به عنوان یک ابزار مناسب جهت بهبود رقابت گیاه زراعی در مقابل علف‌های هرز استفاده کرد. ویلسون و همکاران (۲۷) نیز ذکر کردند که با افزایش تراکم، گیاه فرصت بیشتری برای جذب نور و جذب آب و مواد غذایی دارد. زیرا افزایش تراکم سبب کاهش رشد، بیوماس و تولید بذر در علف های هرز می‌شود و همچنین به علت جذب نور بیشتر توسط کانوپی در سطح مزرعه، عملکرد بیشتر می‌شود.

در همه تراکم های پنبه، افزایش تراکم علف هرز سبب کاهش معنی دار در تجمع ماده خشک آن شد (شکل ۵). با افزایش تراکم علف هرز، فضاهای (نیچ‌های) خالی موجود در مزرعه توسط بوته‌های علف هرز اشغال می‌شود. همین امر باعث افزایش قدرت رقابت سلمه‌تره با پنبه شده و سبب شد که کاهش بیوماس در همه تراکم های سلمه معنی دار شود، در صورتیکه بیوماس پنبه در تراکم ۶ بوته در متر مربع، در کشت مخلوط با ۹ و ۱۲ بوته سلمه در متر مربع، اختلاف معنی داری با هم نداشتند (شکل ۵). از طرف دیگر شکل ۵ نشان می‌دهد که به دلیل رشد دو گیاه رقیب و افزایش نیاز آنها به منابع موجود نظیر نور، آب و مواد غذایی، رقابت بین پنبه و سلمه شروع شده بطوریکه در تراکم های مختلف پنبه، افزایش تراکم سلمه سبب کاهش ماده خشک تولیدی پنبه شده است. نتایج مشابه در بررسی کادنی و همکاران (۸) که نشان دادند رقابت بین گیاهان تجمع ماده خشک در آنها را تحت تاثیر قرار می‌دهد بدست آمده است. علاوه بر آن نامبردگان نشان دادند که در بین عوامل دخیل در رقابت، تراکم گونه زراعی و علف های هرز از جمله مواردی هستند که جذب و تخصیص منابع را تحت تاثیر قرار می‌دهند بطوریکه با افزایش نسبت تراکم هر گونه در رقابت، وزن خشک اندام های هوایی گونه دیگر کاهش می‌یابد (۸).

همچنین شکل ۵ بیانگراین مطلب است که در تراکم بالای پنبه (۱۲ بوته در متر مربع) حضور سلمه سبب افت شدید تولید ماده خشک در پنبه شده است. این مسئله بدان معنی است که حضور سلمه در این تراکم پنبه، بیشترین تاثیر منفی روی تولید ماده خشک پنبه داشته است. این مسئله را می‌توان به افزایش رقابت درون گونه ای پنبه در تراکم های بالای محصول ارتباط داد. در این شرایط به علت محدود شدن منابع به دلیل تراکم بالای پنبه به همراه حضور علف هرز سلمه سبب کاهش وزن خشک پنبه شده و این کاهش با افزایش تراکم سلمه شدیدتر شده است.

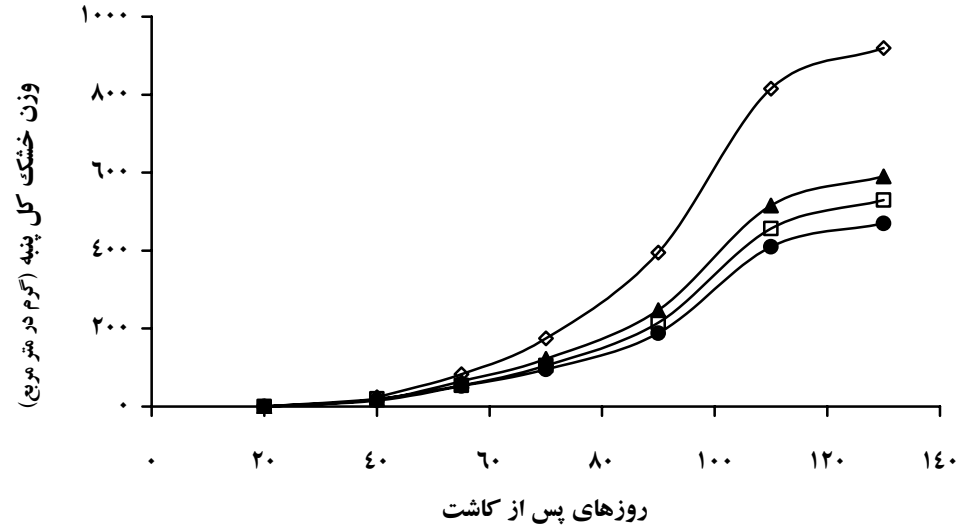
باسکار و ویاس (۴) نیز در کشت مخلوط گندم (*Triticum aestivum*) و سلمه‌تره به رقابت برسر منابع یکسان اشاره نمودند که باعث همپوشانی نیچ‌های اکولوژیکی دو گونه و به دنبال آن کاهش وزن خشک گندم می‌شود. در آزمایش آنها حتی تراکم های پایین سلمه‌تره باعث کاهش معنی دار در وزن خشک گندم شدند. کاهش وزن خشک پنبه در کرتهای آلوده به علف هرز سلمه در تراکم ۶ بوته پنبه به مقدار کمتری مشاهده شد. همچنین اختلاف وزن خشک پنبه در تراکمهای ۹ و ۱۲ بوته سلمه معنی دار نشد (شکل ۵). معنی دار نشدن اختلاف وزن خشک پنبه در تراکم ۶ بوته پنبه در متر مربع بین تراکم های مذکور (۹ و ۱۲ بوته سلمه در متر مربع) را می‌توان به کمتر بودن رقابت بین گونه ای ناشی از فضای خالی بیشتر نسبت به تراکم های بالاتر پنبه نسبت داد.



شکل ۵- تأثیر تراکم سلمه بر وزن خشک کل پنبه در تراکم های شش بوته (●)، ۹ بوته (□) و ۱۲ بوته (▲) پنبه در مترمربع

روند تغییرات وزن خشک گیاه زراعی (در میانگین تراکم های پنبه) در کشت مخلوط با سلمه نیز مؤید اثر منفی تراکم های مختلف سلمه بر تجمع ماده خشک پنبه می‌باشد (شکل ۶). در مقایسه با کشت خالص پنبه اضافه کردن ۶ بوته سلمه در میانگین تراکم های پنبه باعث ۳۵٪ کاهش وزن خشک در ۱۳۰ روز پس از کاشت گردید، ۹ بوته سلمه ۴۲٪ وزن خشک را کاهش داد و اضافه شدن ۱۲ بوته سلمه، ۴۵٪ کاهش ماده خشک را نسبت به کشت خالص پنبه سبب شد. در آزمایش مورگان و همکاران (۱۹) و در رقابت پنبه و گونه‌ای تاج خروس (*Amaranthus palmeri*) نیز با افزایش تراکم علف هرز بیوماس پنبه کاهش یافت و در بالاترین تراکم تاج خروس (۱۰ بوته در ۹ متر طولی ردیف)، کاهش وزن خشک به ۵۰٪ رسید.

با توجه به اهمیت کنترل تلفیقی علف های هرز در سیستم های کشاورزی پایدار جهت ارائه راهکارهایی برای کاهش مصرف سموم شیمیایی و کاهش آلودگی محیط زیست، نتایج این تحقیق نیز در همین راستا نشان داد که افزایش تراکم، بطور کلی توان رقابتی پنبه در مقابل علف هرز سلمه را بهبود بخشید. همچنین به نظر می‌رسد که شاخص ماده خشک تجمعی، سرعت رشد محصول و سرعت جذب خالص می‌توانند در رقابت پنبه تاثیر داشته باشند. برخی از محققان دیگر نیز شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی و سرعت رشد محصول را به عنوان متغیرهای موثر در افزایش توانایی رقابت ارقام ذکر کرده اند. در نهایت می‌توان اظهار امیدواری کرد که با افزایش تراکم، بتوان گامی عملی در جهت کاهش مصرف سموم شیمیایی برای کنترل تلفیقی علفهای هرز در مزارع پنبه برداشت.



شکل ٦ - تأثیر تراکم سلمه‌تره (در میانگین تراکم های پنبه) بر تجمع وزن خشک کل پنبه در طول فصل رشد. بوته‌های پنبه به صورت عاری از علف هرز (◇) یا در رقابت با علف هرز سلمه در تراکم‌های ٦ (▲)، ۹ (□) و یا ۱۲ (●) بوته در مترمربع روئیده بودند. خطوط عمودی داخل منحنی نشان دهنده حداقل اختلاف معنی دار (LSD) در سطح ۵٪ می‌باشد

منابع

۱- باغستانی، م.، غ. اکبری، ع. عطری و م. مختاری. ۱۳۸۲. اثر رقابت علف هرز چاودار بر شاخصهای رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۶۱: ۱۱-۲.

۲- سرمدنیا، غ.، و ع. کوچکی. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ سوم. ۴۶۷ص.

3- Akey, W.C, T.W. Jurik and J. Dekker. 1990. Competition for light between velvetleaf (*Abutilon theophrasr*) and soybean (*Glycine max*). Weed Res. 30: 403 411.

4- Bhaskar, A. and K. G. Vyas. 1988. Studies on competition between wheat and *Chenopodium album* L. Weed Res. 28:53–58.

5- Buhler, D.D., M. Liebman, and J.J. Obrycki. 2000. Theoretical and practical challenges to an IPM approach to weed management. Weed Sci. 48:274-280.

6- Chu, C., P.M. Ludford, J.L. Ozbun, and R.D. Sweet. 1978. Effects of temperature and competition on the establishment and growth of redroot pigweed and common lambsquarters. Crop Sci. 18:308–310.

7- Conn, J.S. and R.E. Deck. 1995. Seed viability and dormancy of 17 weed species after 9.7 years of burial in Alaska. Weed Sci. 43:583–585.
8- Cudney, D.W., L.S. Jordan, J.S. Holt and J. S. Peints., 1989. Competitive interaction of wheat *(Triticum aestivum)* and wild oats *(Avena fatua)* grown at different densities. Weed Sci. 37:538-543
9- Doll, H., U. Holm and B. Sogaard. 1995. Effect of crop density on competition by wheat and bariey with *Agmstemma githago* and other weeds. Weed Res. 35: 391-396.
10- Dong, H.Z., Li, W.J., Tang, W., Li, Z.H., Zhang, D.M., 2005. Effects of planting system, plant density and flower removal on yield and quality of hybrid seed in cotton. Field Crops Research 93.74–84.
11- Dong, H.Z., Li, W.J., Tang, W., Li, Z.H., Zhang, D.M., 2006. Yield, quality and leaf senescence of cotton grown at varying planting dates and plant densities in the Yellow River Valley of China. Field Crops Research 98.106–115.
12- Dunan, R.C. and R. Zimdahl. 1991. Competitive ability of wild oats *(Avena fatua)* and barley *(Hordeum vulgare)*. Weed Sci. 39:558-563.
13- Fritschi, F.B., B.A. Roberts, R.L. Travis, D.W. Rains, and R.B. Hutmacher. 2003. Response of irrigated Acala and Pima cotton to nitrogen fertilization: Growth, dry matter partitioning, and yield. Agron. J. 95:133–146.
14- Hagood, E. S., Jr. T.T. Bauman, J.L. Williams, & M. M. Schreiber. 1981; Growth analysis of soybean (*Glycine max* L.) in competition with jimson weed (Datura Stramonium L.). Weed Sci: 29: 500-504.
15- Holm, L. G., D.L. Pluchett, J. V. Pancho, and J. P. Herberger. 1977. The World's Worst Weeds (Distribution and Biology). Honolulu, HI: University Press of Hawaii. pp. 84–91.
16- Keeley, P. E. and R. J. Thullen. 1978. Light requirements of yellow nut-sedge *(Cyperus esculentus)* and light interception by crops. Weed Sci.29:500–504.
17- Kropff, M.J. and C.J.T. Spitters. 1991. A simple model of crop loss by weed cornpetition from early observation on relative leaf area of the weed. Weed Res. 31: 97-105.
18- Molin, W. T., J. A. Hugie, and K. Hirase. 2004. Prickly sida (*Sida spinosa* L.) and spurge (*Euphorbia hyssopifolia* L.) response to wide row and ultra narrow row cotton (*Gossypium hirsutum*) management systems. Weed Biol. Manag. 4:222–229.
19- Morgan GD., P.A. Baumann, and J.M. Chandler. 2001. Competitive impact of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) in cotton (*Gossypium hirsutum*) development and yield. Weed Tech. 15: 408–412.
20- Olsen J.M., and J. Weiner. 2006. The influence of *Triticum aestivum* density, sowing pattern and nitrogen fertilization on leaf area index and its spatial variation. Basic Appl. Ecol. 45. 246-252.
21- Olsen, J.M., L., Kristensen, J., Weiner, H.-W., Griepentrog. 2005. Increased density and spatial uniformity increases weed suppression by spring wheat (*Triticum aestivum*). Weed Res. 45. 316–321.
22- Roush, M.L., and S.R. Radosevich. 1985. Relationships between growth and competitiveness of four annual weeds. J. Appl. Ecol. 22: 895-905.
23- Semb. K. 1996. Growth characteristics of spring barley and selected weeds. I. effect of irradiance in growth chambers. Weed Res. 36:339-352.
24- Tollenaar, M, A.A. Dibo, A. Aguilera, S.F. Weise and C.J. Swanton. 1994. Effect of crop density on weed interference in maize. Agron. J. 86: 591 -595.
25- Weiner J, Griepentrog H-W. and Kristensen L. 2001. Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity. Journal of Applied Ecology 38, 784–790.
26- Wiese, A. M. and L. K. Binning. 1987. Calculating the threshold temperature of development for weeds. Weed Sci. 35:177–179.
27- Wilson, B.J., K.J. Wright, P. Brain, M. Clements and E. Stephens. 1995. Predicting the competitive effects of weed and crop density on weed biomass, weed seed production and crop yield in wheat. Weed Res. 35: 265-278.