نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۳، ص. ۳۱۲-۳۰۲

Journal of Plant Protection
Vol. 28, No. 3, Fall 2014, P. 302-312

توزیع تاج پوشش سویا (*Glycine max* L.)، توق (*Xanthium strumarium* L.) و تاج خروس (*Amranthus retroflexus*) در شرایط مختلف تداخل

علیرضا یوسفی[۱]- مهدی راستگو[۲*]- حسن علیزاده[۳]- محمدعلی باغستانی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۷/۲۷

چکیده

به منظور بررسی تاج پوشش سویا و علف‌های‌هرز توق و تاج خروس در شرایط رقابتی (در شرایط رقابت کامل و یا کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر) این آزمایش در سال ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. دز علف‌کش در۲ سطح (صفر و ۳۵ گرم ماده موثره در هکتار) و تداخل علف‌هرز توق (در تراکم‌های صفر، ۲، ۴ و ۸ بوته در متر ردیف) و تاج خروس (در تراکم‌های صفر، ۴، ۸ و۱۲ بوته در متر ردیف) ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که ساختار تاج پوشش سویا در شرایط رقابت با علف‌های‌هرز با تک کشتی این گیاه متفاوت است. در تک کشتی سویا، برگ‌ها در لایه‌های مختلف تاج پوشش (به‌جز لایه صفر تا ۳۰ سانتی‌متر) پراکنش یکنواختی داشت. با افزایش تراکم علف‌های‌هرز، در شرایط عدم کاربرد علف‌کش، بخش عمده‌ای از سطح برگ سویا در لایه‌های فوقانی قرار گرفت و حتی در رقابت با تاج خروس، برگ‌های لایه‌های تحتانی (صفر تا ۶۰ سانتی‌متر) حذف شد. بوته‌های سویا در تیمار کاربرد علف‌کش، در رقابت با توق یا تاج خروس توزیع سطح برگ مشابه با حالت تک کشتی نشان دادند. توق در تراکم‌های ۲ و ۴ بوته در متر ردیف، سطح برگ خود را در تمام لایه‌ها حفظ کرد که نشانگر تحمل آن به سایه است. در مقابل، تاج خروس در لایه‌های پایین دارای سطح برگ کم و یا فاقد سطح برگ بود. بررسی تغییرات عملکرد دانه در تراکم‌های مختلف توق یا تاج خروس نیز نشان داد که این صفت بیش‌تر تحت تأثیر رقابت با توق قرار گرفت که حاکی از قدرت رقابتی بالای این گیاه نسبت به تاج خروس است؛ لذا در مدیریت علف‌های‌هرز کنترل آن باید در اولویت قرار گیرد. هم‌چنین در صورت کاربرد دز کاهش یافته علفکش ایمازاتاپیر علف‌های‌هرز مذکور قادر به رقابت مؤثر با سویا نبودند. بنابراین کاربرد مقدار کاهش یافته این علفکش در شرایط مشابه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: توزیع سطح برگ، دز کاهش یافته علفکش، رقابت

مقدمه

با توجه به محاسن زیاد علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های‌هرز، حذف کامل علف‌کش‌ها از برنامه مدیریت علف‌هرز معقولانه و عملی نیست، اما می‌توان تدابیری اندیشید که مصرف این مواد شیمیایی را تعدیل کرده و از اثرات مخرب آن کاست. یکی از این روش‌ها استفاده تلفیقی از علف‌کش‌ها و قدرت رقابتی گیاه زراعی در جهت کاهش خسارت علف‌های‌هرز می‌باشد. در نتیجه می‌توان با مقادیر کم‌تر علف‌کش ضربه اولیه را به علف‌های‌هرز وارد نمود تا قدرت رقابتی آن‌ها کاهش یافته و در ادامه گیاه زراعی با رقابت خود عملاً علف‌های‌هرز را از صحنه رقابت خارج سازد. بدین ترتیب با غلظت‌های کم و در نتیجه مصرف کم‌تر علف‌کش می‌توان از کاهش عملکرد با هزینه پایین‌تری، جلوگیری کرد. تحقیقات نشان داده است که رقابت علف‌های‌هرزی که ارتفاع کم‌تر از ۳۰ سانتی‌متر داشته باشند بر ارتفاع و عملکرد سویا تأثیری نخواهد داشت (۱۰). هم‌چنین گفته شده ترکیب کاربرد به موقع علف‌کش (۳)، استفاده از قدرت رقابتی گیاه زراعی و افزایش میزان بذر در هکتار می‌تواند باعث مدیریت مناسب علف‌هرز و افزایش گیاه زراعی در کلزا شود (۶).

در محیط‌های زراعی با توجه به فراهم آوری آب و مواد غذایی، نور منبع عمدهٔ محدود کننده رشد محسوب می‌شود و میزان جذب این

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: m.rastgoo@um.ac.ir)
۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۴- استاد گروه تحقیقات علف هرز، موسسه گیاهپزشکی ایران، تهران

منبع تعیین کنندهٔ نتیجهٔ رقابت گیاه زراعی و علف‌های‌هرز خواهد بود. توزیع عمودی جذب تشعشع در تاج پوشش مخلوط و خالص تابعی از توزیع سطح برگ می‌باشد. شاخص سطح برگ از جمله صفات تعیین کننده توانایی گیاهان در جذب نور است و هر گونه کاهش در میزان آن موجب کاهش دریافت و جذب نور می‌شود (۲۳). در واقع شاخص سطح برگ، بیانگر توانایی تاج پوشش گیاه در جذب نور ورودی و تولید ماده خشک است. هر عاملی که باعث کاهش این شاخص گردد، گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۷). به عقیده ویلکرسون و همکاران (۲۸) توزیع عمودی سطح برگ در ساختار تاج پوشش یک عامل تعیین کننده در توان رقابتی گیاهان است. هم‌چنین، در ساختار تاج پوشش محل استقرار برگ‌ها و ارتفاعی که بیش‌ترین سطح برگ در آن لایه تشکیل شده، تعیین کننده اثر رقابت برای نور است (۹). با اندازه‌گیری سطح برگ گونه‌های رقیب و بررسی توزیع برگ در لایه‌های مختلف تاج پوشش مخلوط گیاه زراعی ـ علف‌هرز می‌توان تأثیر رقابت را بهتر مطالعه نمود (۱۱).

سویا از جمله گیاهان زراعی است که در شرایط مناسب می‌تواند رشد زیادی داشته باشد و خیلی سریع تاج پوشش خود را توسعه دهد. جذب نور تاج پوشش توسط سویا در طول ۷ روز می‌تواند از ۳۰ به ۶۰ درصد افزایش یابد. بین ۲۸ تا ۳۲ روز پس از سبز شدن تاج پوشش این گیاه می‌تواند ۶۰ درصد نور را جذب کند (۱۸). گزارش شده است که سطح برگ علف‌های‌هرز بالای تاج پوشش سویا همبستگی بالایی با کاهش عملکرد در گیاه زراعی دارد (۲۱).

توق (*Xanthium strumarium* L.) علف هرز خسارت‌زا در ۱۱ گیاه زراعی زراعی اصلی در ۲۸ کشور است (۸). تراکم ۸ بوته آن می‌تواند بین ۵۴ تا ۷۶ درصد عملکرد سویا را کاهش دهد (۳۰). تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.) از علف‌های متداول زراعت‌های تابستانه در اکثر مناطق دنیا بوده و دارای طبیعت رشد نا محدود و دارای مسیر فتوسنتزی C_4 می‌باشد که توانایی رقابت بالایی با گیاهان زراعی تحت شرایط دمای بالا و رطوبت کم دارد (۱۳). تداخل تاج خروس با سویا در شرایط ایران در تراکم ۱۲ بوته در متر ردیف بین ۴۷ تا ۶۱ درصد (بسته به شرایط رشدی) گزارش شده است (۳۰)

علف‌کش ایمازتاپیر (با نام تجاری پرسوئیت) از بازدارندگان آنزیم استولاکتات سنتتاز (ALS) بوده و در دز توصیه شده فاقد اثر نامطلوب بر عملکرد و ارتفاع سویا بوده و برای این گیاه علف‌کشی انتخابی محسوب می‌شود. دز توصیه شده آن برای کنترل علف‌های هرز سویا ۷۰ تا ۱۰۰ گرم ماده موثره در هکتار می‌باشد (۱۰).

استفاده از دزهای غیر کشنده علف‌کش‌ها که موجب توقف رشد و کاهش سرعت توسعه سطح برگ در لایه‌های بالای تاج پوشش شود، می‌تواند میزان نور دریافتی و به طبع آن میزان رشد و توانایی رقابتی علف‌های‌هرز را تحت تأثیر قرار دهد. لذا با توجه به موارد ذکر شده تحقیق حاضر با هدف مطالعه ساختار تاج پوشش سویا و علف‌های‌هرز توق و تاج‌خروس ریشه قرمز و هم‌چنین تأثیر دز کاهش یافته علف‌کش ایمازتاپیر بر توزیع سطح برگ در تاج پوشش مخلوط انجام شد.

مواد و روش‌ها

این بررسی در مزرعه پژوهشی گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج) واقع در طول جغرافیایی ´۵۷ ،°۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی ´۳۴ ،°۳۵ شمالی و با ارتفاع ۱۱۶۰ متر از سطح دریا در سال۱۳۸۶ و۱۳۸۷ انجام شد. منطقهٔ کرج از نظر اقلیمی جزء مناطق نیمه خشک می‌باشد که طبق آمار هواشناسی متوسط بارندگی آن برابر ۲۴۱ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت مطلق آن ۱۴ درجه سانتی گراد است. خاک مزرعه از نوع شنی لومی با اسیدیته ۷/۵ بود. ماده آلی خاک در سال ۸۶ و ۸۷ به ترتیب ۱/۶ و ۰/۶۷ درصد بود. قبل از کاشت کود فسفات آمونیوم به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. هم‌چنین به دلیل عدم تلقیح مناسب ریزوبیومی، نیترات آمونیم در مرحله V5 سویا به‌صورت سرک به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. مقادیر نسبتاً بالای کود به منظور به حداقل رساندن رقابت زیر زمینی استفاده شد.

این پژوهش در قالب دو آزمایش مختلف با ۲ عامل در هر سال بررسی شد. عامل‌های مورد بررسی شامل دز علف‌کش در۲ سطح (دز صفر و دز ۳۵ گرم ماده مؤثر در هکتار که معادل ۵۰ درصد دز توصیه شده است، به‌عنوان دز کاهش یافته در نظر گرفته شده) و تزاحم علف‌هرز توق (در تراکم‌های صفر، ۲، ۴ و ۸ بوته در متر ردیف) یا تزاحم علف‌هرز تاج‌خروس (در تراکم‌های صفر، ۴، ۸ و۱۲ بوته در متر ردیف) به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی ارزیابی شدند. تراکم‌های ذکر شده با توجه به نتایج محققان دیگر (۴ و ۱۶) و گزینش تراکم‌های با توان ایجاد حداکثر فشار رقابتی بر گیاه زراعی انتخاب شدند. کرت‌های آزمایشی به طول ۸ متر و عرض ۲/۴ متر بودند. هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کشت با فاصلهٔ خطوط ۶۰ سانتی‌متر بود. فاصلهٔ بین دو کرت در هر بلوک از هم۶۰ سانتی‌متر و فواصل بین تکرارها ۵ متر در نظر گرفته شده تا نهر ورودی و فاضلاب هر یک از بلوک‌ها به‌صورت جداگانه ایجاد شود.

عملیات کاشت به‌صورت دستی در سال اول در ۲۶ اردیبهشت ماه و در سال دوم در اول خرداد انجام گرفت. کاشت در کپه‌های با فاصله ۷ سانتی‌متری انجام شد. برای کاشت از رقم کلارک که رقمی متوسط‌رس، از گروه رسیدگی ۴ با طول دورهٔ رشد و نمو ۱۴۰–۱۲۰ روز و میانگین عملکرد ۲/۵ –۲ تن در هکتار می‌باشد، استفاده شد. مقدار بذر با احتساب وزن صد دانه و تعداد بوته در واحد سطح و با در نظر گرفتن احتمال سله بستن زمین و تلفات بوسیله پرندگان ۸۰

کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. بدین ترتیب تراکم نهایی و ثابت سویا ۲۳۸۱۰۰ بوته در هکتار فراهم شد. در پاییز سال سال قبل از آزمایش نسبت به جمع آوری بذرهای توق و تاج‌خروس در منطقه کرج اقدام شد و تا زمان اجرای آزمایش بذرهای توق در سردخانه در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و بذرهای تاج‌خروس در دمای اتاق انبار شد. به منظور آگاهی از درصد جوانه‌زنی بذرهای علف‌های‌هرز، در فروردین ماه ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ نسبت به آزمایش جوانه‌زنی بذر علف‌های‌هرز اقدام گردید. بذرهای سویا و تاج‌خروس قبل از کشت با سم قارچ‌کش ویتاواکس به نسبت یک در هزار ضد عفونی شدند. بذرهای سویا با فاصله بین ردیف ۶۰ و روی ردیف ۷ سانتی‌متر در وسط پشته کشت شدند و بذر علف‌های‌هرز بسته به نوع تیمار در تراکم‌های مختلف به صورت هم‌زمان با سویا و در دو طرف ردیف‌های سویا به فاصله ۱۵ سانتی‌متر از ردیف کاشت سویا کشت شدند. در سال اول و دوم آزمایش تاج‌خروس به ترتیب ۳ و ۵ روز دیرتر از سویا سبز شد ولی زمان ظهور گیاهچه‌های علف‌هرز توق همزمان با گیاه زراعی بود. به منظور اطمینان از استقرار تراکم‌های مورد نظر، بذر علف‌های‌هرز مذبور با تراکم زیاد در هر کپه کاشته شد و طی دو مرحله جهت تأمین تراکم‌های مورد نظر تنک گردیدند. طی فصل رشد کلیه علف‌های هرز به غیر از تاج‌خروس و توق (بسته به نوع تیمار) از طریق وجین دستی (به‌صورت هفتگی) حذف شدند. هم‌چنین در یک مرحله برای کنترل باریک برگ‌ها از علفکش سیکلوکسیدیم (فوکوس) به میزان ۱۵۰ گرم ماده موثره در هکتار به‌صورت یکنواخت در کلیه تیمارها استفاده شد. در تیمار شاهد بدون علف‌هرز کلیه علف‌های‌هرز در طول فصل حذف شدند.

جهت اعمال تیمارهای علف‌کش از سمپاش پشتی ماتابی مدل الگانس[1] با نازل شره‌ای در فشار ۱/۸ بار استفاده شد. با تنظیم ارتفاع پاشش، عرض پاشش ۰/۶ متر فراهم گردید. حجم پاشش نیز به میزان ۳۵۰ لیتر در هکتار تنظیم شد.

پروفیل و الگوی توزیع عمودی سطح برگ و نحوه تخصیص ماده خشک در پروفیل تاج پوشش گیاه زراعی و علف‌های‌هرز مذکور در مرحله R4 سویا که تاج پوشش کاملاً بسته شد (۷۵ روز پس از سبز شدن) با اندازه‌گیری سطح برگ و وزن خشک هر لایه بررسی شد. به این منظور گیاهان موجود در کوادرات (۰/۶×۱) که به‌صورت تصادفی در داخل کرت‌ها در امتداد ردیف‌ها قرار گرفته بود، انتخاب و تاج پوشش این گیاهان توسط خط‌کش ۲ متری به لایه هایی با فاصله ۳۰ سانتی‌متری (صفر تا ۳۰، ۳۰ تا۶۰، ۶۰ تا۹۰، ۹۰ تا ۱۲۰، ۱۲۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر) تقسیم (۲) و سطح برگ و وزن خشک هر لایه جداگانه اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری سطح برگ با دستگاه سطح برگ سنج مدل دلتا[2] انجام شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه با حذف اثرات حاشیه‌ای مساحت سه متر ردیف از دو ردیف میانی هر کرت (۲/۴ متر مربع) برداشت شد و در آون با دمای ۸۰ درجه به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت و وزن دانه اندازه‌گیری شد. وزن دانه با رطوبت ۱۳درصد محاسبه شد.

محاسبات آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS و پریسم (GraphPad Prism) انجام شد. میانگین سطح برگ لایه‌های مختلف از طریق آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. به جهت اختلاف ارتفاع گیاهان در دو سال و تفاوت لایه‌های تاج پوشش از این نظر، داده‌های هر سال به صورت جداگانه آنالیز شدند. برای رسم نمودارها از نرم افزار پریسم (GraphPad Prism) استفاده شد.

نتایج و بحث

ساختار تاج پوشش سویا

مقایسه آرایش برگ‌های سویا در تیمار شاهد عاری از علف‌هرز در دو سال نشان داد که به‌جز در لایه اول (ارتفاع صفر تا۳۰ سانتی‌متر از سطح زمین) در بقیه لایه‌ها برگ‌های سویا به طور یکنواخت قرار گرفته‌اند (شکل ۱ و ۲). با بسته شدن تاج پوشش، بوته‌های سویا تمایل زیادی به از دست دادن برگ‌های لایه اول داشتند، در نتیجه کم‌ترین میزان سطح برگ مربوط به این لایه بود. با توجه به ارتفاع و سطح برگ زیاد در بخش فوقانی، برگ‌هایی که در لایه صفر تا ۳۰ سانتی‌متر قرار داشتند نتوانستند نور مناسب دریافت کنند و به تدریج زرد و درنهایت ریزش نمودند. آرایش یکنواخت در بقیه لایه‌ها می‌تواند ناشی از مطلوب بودن تراکم اعمال شده (تقریباً ۲۳ بوته در مترمربع) برای گیاه زراعی باشد که رقابت بین بوته‌های سویا را به حداقل رسانده است.

حضور علف‌های‌هرز در هر دو سال آزمایش موجب تغییر ساختار تاج پوشش سویا نسبت به کشت خالص آن شد (شکل۱). این تغییرات در سال اول آزمایش شدت بیش‌تری داشت که احتمالاً دلیل آن رقابت بیش‌تر علف‌های‌هرز با گیاه زراعی در این سال بوده است. در سال اول، زمین آزمایش مقدار قابل توجه‌ای (۲۰ تن در هکتار) نسبت به زمین سال دوم کود آلی دریافت کرده بود. با افزایش مواد آلی به خاک، توانایی خاک در نگهداشتن رطوبت حاصل از بارندگی و یا آبیاری افزایش می‌یابد. برخی از محققان به افزایش توانایی رقابتی علف‌های هرز در شرایط فراهمی نهاده‌های مورد نیاز برای رشد به خصوص رطوبت خاک اشاره کرده‌اند. در برخی واریته‌های سویا در شرایط در دسترس بودن آب زیاد در ناحیه ریشه، قدرت جذب نیتروژن

1-MATABI Elegance

2- Delta-T Devices, Cambridge, England

کاهش می‌یابد (۵). افزایش جذب مواد غذایی در علف‌های هرز اغلب در نتیجه برتری قدرت رقابتی آن‌ها در برابر گونه‌های زراعی است (۲۲). در سال اول در تراکم ۱۲ بوته تاج‌خروس، ۵۳ درصد برگ‌های سویا در لایه فوقانی و ۳۲ درصد در لایه زیرین آن آرایش یافت. ولی در سال دوم ۴۳ درصد برگ‌ها در لایه فوقانی و ۴۱ درصد در لایه زیرین آن آرایش یافت (شکل ۱). در بررسی آرایش برگ‌های تاج‌خروس مشخص شد که در تراکم ۱۲ بوته در متر ردیف این گیاه، در سال اول ۶۰ درصد و در سال دوم ۳۴ درصد برگ‌های آن در لایه سوم قرار گرفته بود.

در رقابت توق با سویا، در سال اول در تیمار ۸ بوته توق، ۱۹، ۴۹و ۳۱ درصد برگ‌های سویا به ترتیب در لایه‌های ۳۰ تا ۶۰، ۶۰ تا ۹۰ و ۹۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متری قرار گرفته بود ولی در سال دوم پراکنش برگ‌ها در این لایه‌ها از یکنواختی بیش‌تری برخوردار بود و به ترتیب ۲۵، ۳۸ و ۳۸ درصد از برگ‌ها در این لایه‌ها قرار گرفته بودند (شکل ۱). با مراجعه به داده‌های سطح برگ توق در تراکم ۲ بوته در متر ردیف مشخص شد که ۳۹ درصد برگ‌های توق در لایه ۹۰-۶۰ سانتی‌متری قرار گرفته بود این موضوع شاید دلیلی برای بالا بودن سطح برگ سویا در سال اول در این لایه بوده است تا از این طریق اثرات منفی رقابت با توق را به حداقل رساند. محققان معتقدند که رقابت بر سر نور در داخل تاج پوشش همانند بالای تاج پوشش می‌تواند بر توزیع برگ در داخل تاج پوشش سویا تأثیر بگذارد (۲۵).

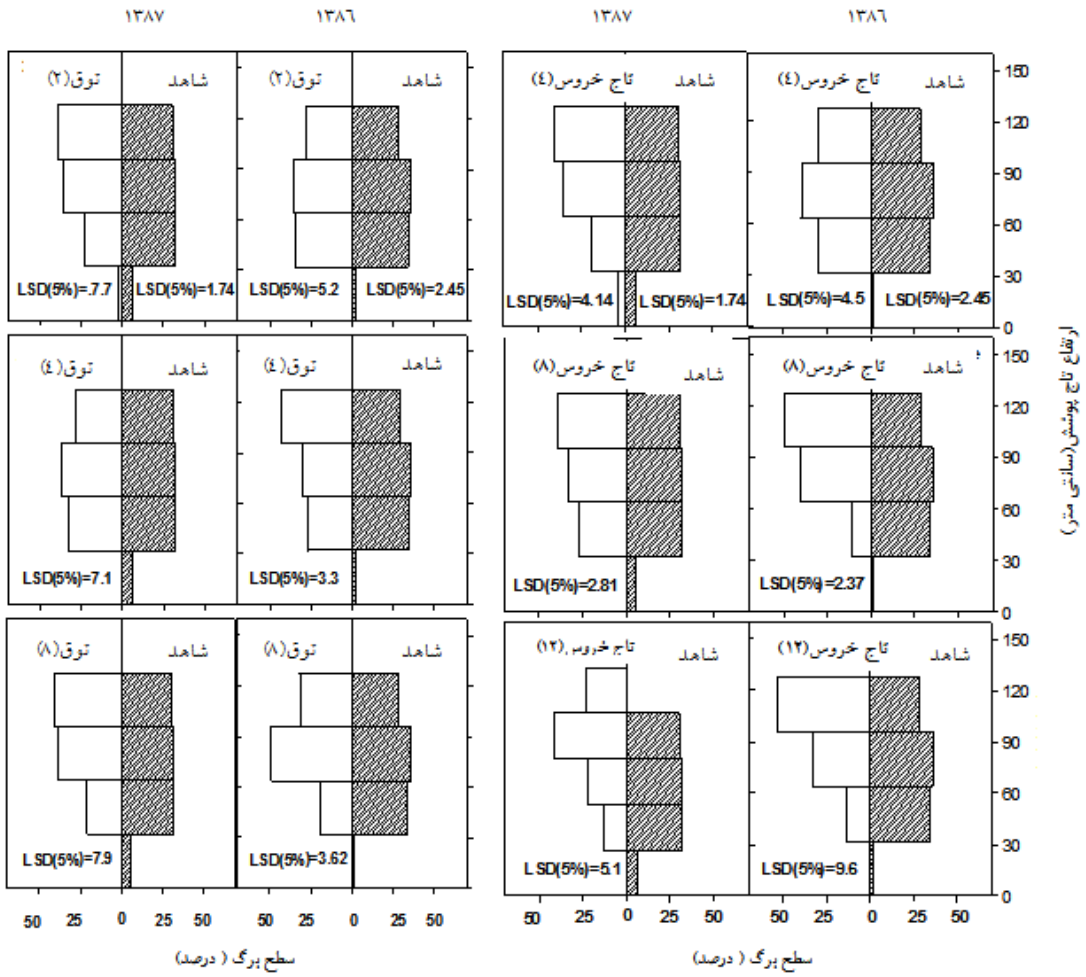
مقایسه آرایش برگ سویا در رقابت با دو علف هرز حاکی از آن است که با افزایش تراکم تاج‌خروس آرایش برگ‌ها در سویا تغییرات بیش‌تری نسبت به افزایش تراکم توق داشته است (شکل ۲). در سال اول با افزایش تراکم تاج‌خروس از ۴ به ۱۲ بوته در متر ردیف آرایش برگ‌ها در لایه فوقانی تاج پوشش سویا ۲۳ درصد افزایش داشت. در سال دوم حتی در لایه ۱۲۰-۱۵۰ سانتی‌متر نیز سویا دارای سطح برگ بود. در این سال ارتفاع سویا در تراکم ۱۲ بوته تاج‌خروس بیشتر از تیمارهای ۴ و ۸ بوته در متر ردیف بود. هم‌چنین در این تیمار در دو لایه اول برگی وجود نداشت. در تیمار مذکور بیش‌ترین درصد برگ سویا در لایه چهارم بود. این در حالی است که در رقابت با توق از لحاظ استقرار درصد بیش‌تر برگ‌ها در لایه فوقانی در سال اول به ترتیب تیمارهای ۴، ۸ و ۲ بوته بیش‌ترین درصد برگ در این لایه را داشتند و در سال دوم اختلافی بین این تیمارها از لحاظ درصد برگ در لایه فوقانی وجود نداشت (شکل ۱). در تاج پوشش مخلوط گیاه زراعی و علف‌های‌هرز جذب نور تحت تأثیر، ارتفاع، توزیع عمودی سطح برگ، زاویه برگ و شاخص سطح برگ قرار می‌گیرد (۲۷). قرار گیری بخش زیادی از برگ‌ها در نیمه فوقانی تاج پوشش و هم‌چنین ارتفاع بالا باعث افزایش جذب نور خواهد شد. رقابت جهت دریافت نور بیشتر را دلیل تغییرات آرایش برگ در تاج پوشش دانسته‌اند (۱۴).

در تیمارهایی که علف‌های‌هرز موجود در آزمایش با غلظت کاهش یافته علف‌کش تیمار شدند ساختار تاج پوشش سویا به واسطه کاهش شدید اثرگذاری علف‌های‌هرز بر بوته‌های سویا تغییرات زیادی نسبت به شاهد نشان نداد (شکل ۲). البته در این تیمارها بین دو سال اختلافات اندکی مشاهده شد. در سال اول آزمایش، در ارتفاع صفر تا۳۰ سانتی‌متری، تیمارهای ۴ و ۸ بوته تاج‌خروس و ۲ بوته توق ۰/۳۷ تا ۲/۲ درصد برگ داشتند ولی بقیه تیمارها در این لایه برگی نداشتند (شکل ۲). در سال دوم تمام تیمارهای علف‌کش حائز برگ در لایه اول بودند و مقدار آن بین ۱/۲ تا ۴/۳ درصد در بین تیمارها متفاوت بود. بررسی داده‌های سطح برگ علف‌هرز حاکی از این موضوع می‌باشد که در این تیمارها علف‌های‌هرز در سال اول در دو لایه اول و در سال دوم فقط در لایه اول دارای سطح برگ بودند. هم‌چنین در تیمار حداکثر تراکم توق و تاج‌خروس، شاخص سطح برگ آن‌ها در سال اول به ترتیب ۰/۸ و ۰/۳ و در سال دوم برابر با ۰/۳۴ و ۰/۲۵ بوده است. شاخص سطح برگ از جمله صفات تعیین کننده توانایی گیاهان در جذب نور است و هر گونه کاهش در میزان آن موجب کاهش دریافت نور می‌شود (۲۳). علف‌های‌هرز پهن برگ در صورتی‌که به شاخص سطح برگ ۱ برسند می‌توانند باعث کاهش عملکرد سویا و ایجاد محدودیت در جذب منابع شوند (۱۹). این در حالی است که شاخص سطح برگ سویا در این مرحله در این تیمارها به طور متوسط در سال اول برابر با ۵/۲ و در سال دوم برابر با ۴/۵ بوده است. به عقیده وولی و همکاران (۲۹) شاخص سطح برگ گیاه زراعی یک شاخص مناسب برای ارزیابی توان رقابتی با علف‌های هرز است. هم‌چنین یک رابطه منفی بین شاخص سطح برگ گیاه زراعی و تشعشع فعال فتوسنتزی رسیده به علف‌هرز و تولید زیست توده علف‌هرز وجود دارد (۱۷). لذا می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش سطح برگ در گیاه زراعی عبور نور به داخل تاج پوشش و در نتیجه جذب نور توسط علف‌های‌هرز کاهش می‌یابد (۱۵). بنابراین علف‌های‌هرز با این مقدار شاخص سطح برگ تأثیر زیادی بر سویا نگذاشته‌اند. همان‌طورکه ذکر شده ارتفاع علف‌های‌هرز نیز در تیمارهای علف‌کش به طور معنی‌داری کم‌تر از غلظت صفر بود. ارتفاع علف‌هرز نقش مهمی در توانایی رقابت برای نور داشته و با افزایش ارتفاع علف‌هرز، افت عملکرد گیاه زراعی شدیدتر می‌شود (۱۲).

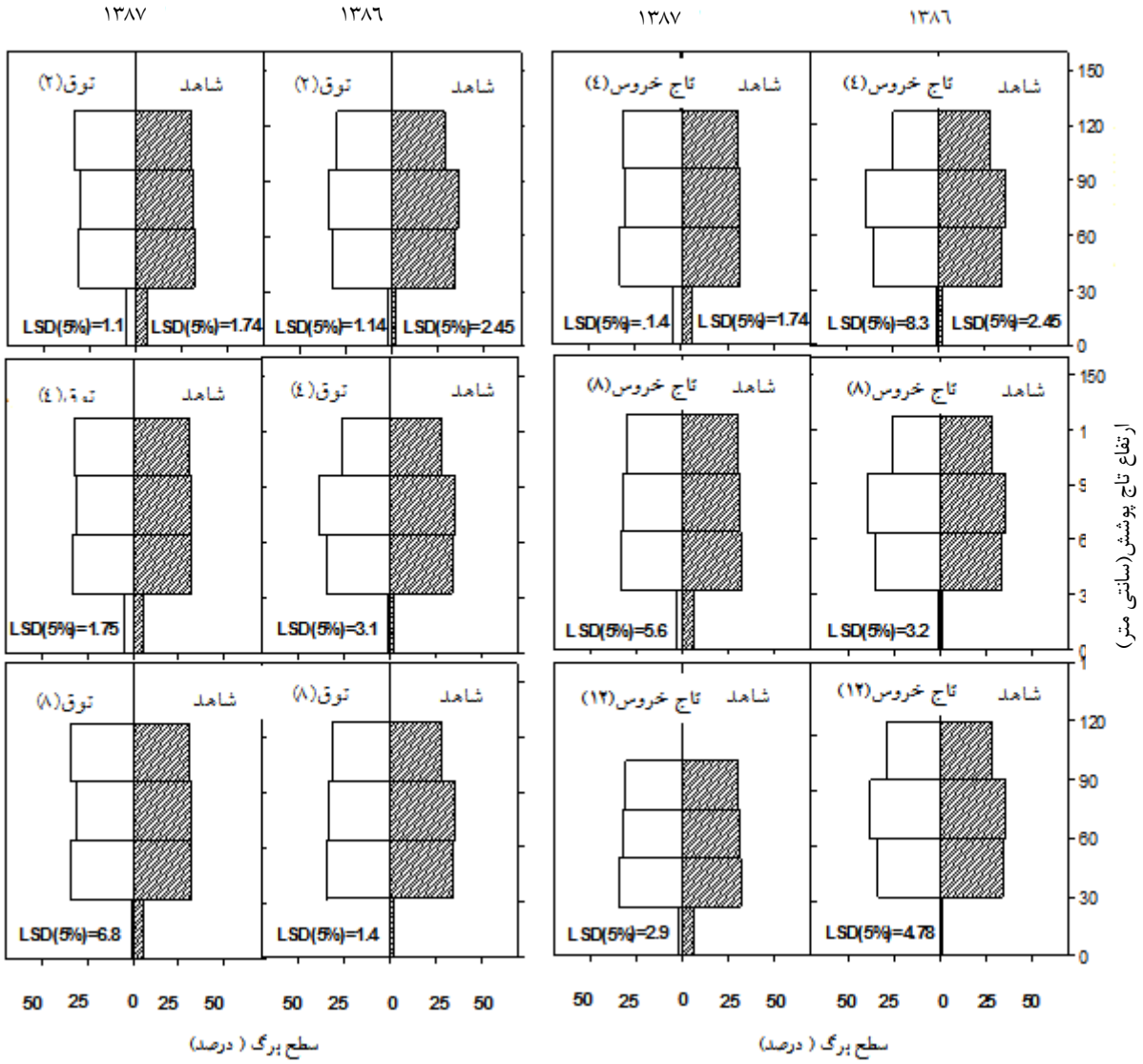
در تیمار علف‌کش، عدم وجود سطح برگ علف‌های‌هرز در لایه‌های بالا موجب نفوذ بیش‌تر نور به لایه‌های پایین‌تر شد و در نتیجه آرایش برگ سویا در این لایه‌ها از یکنواختی بیش‌تری برخوردار بود. به عقیده روهریگ و استانزل (۲۴) تغییر در کمیت و کیفیت نور، مقدار و نحوه توزیع ماده خشک می‌تواند ساختار تاج پوشش را تغییر دهد. عدم رشد مناسب علف‌های‌هرز به‌خصوص در سال دوم (به دلیل رطوبت قابل دسترس پایین، ناشی از پایین بودن مقدار ماده آلی و عدم استفاده از کود دامی در سال دوم) مانع از تغییرات ناشی از رقابت در ساختار تاج پوشش شده است.

ساختار تاج پوشش توق

در مرحله تقسیم‌بندی تاج پوشش (۷۵ روز پس از سبز شدن)، تعداد لایه‌های تاج پوشش توق در سال دوم بیش‌تر از سال اول بود. با این حال شاخص سطح برگ توق در سال اول برابر با ۳/۰۸ و در سال دوم برابر با ۲/۵ بود. در تراکم‌های پایین در تمام لایه‌ها برگ وجود داشت (شکل۳). ولی با افزایش تراکم از ۴ بوته به ۸ بوته، لایه اول در سال اول و لایه اول و دوم در سال دوم فاقد برگ بودند. در سال اول ۱۷ درصد برگ‌های توق در لایه پنجم قرار داشت ولی در سال دوم این میزان به ۵۷ درصد رسید. پایین بودن برگ این لایه در سال اول را می‌توان به کم بودن ارتفاع و در نتیجه میزان پایینی از ماده خشک (برگ و ساقه) در این سال نسبت به سال دوم نسبت داد. به طوری که در سال اول شاخص سطح برگ این لایه ۰/۵۴ و در سال دوم ۱/۴ بود. در سال دوم در تراکم ۲ و ۴ بوته در متر ردیف توق، به ترتیب ۶۳ و ۵۸ درصد برگ‌های این گیاه در لایه ۹۰ تا ۱۲۰ قرار گرفت. این در حالی است که در سال اول در تراکم ۲ بوته ۳۷ درصد برگ‌ها در این لایه قرار گرفته بود (شکل ۳). احتمالاً متراکم بودن تاج پوشش مخلوط و در نتیجه کاهش نور رسیده به این لایه موجب پیری و در نتیجه از بین رفتن برگ‌های لایه مذکور شده است. ساختار تاج پوشش، به‌ویژه ارتفاع و محل قرار گرفتن برگ‌ها و ارتفاعی که بیش‌ترین سطح برگ در آن لایه تشکیل شده، تعیین کننده اثر رقابت برای نور است (۹) و این تفاوت‌ها، می‌تواند به تفاوت در جذب نور ورودی به تاج پوشش شود (۲۰). نتایج تحقیقات مویسر و الیور (۱۶) نیز حاکی از توانایی توق در اشغال فضای تاج پوشش و تسخیر نور در حالت رقابت تک گونه‌ای و مخلوط با سایر علف‌های‌هرز است.

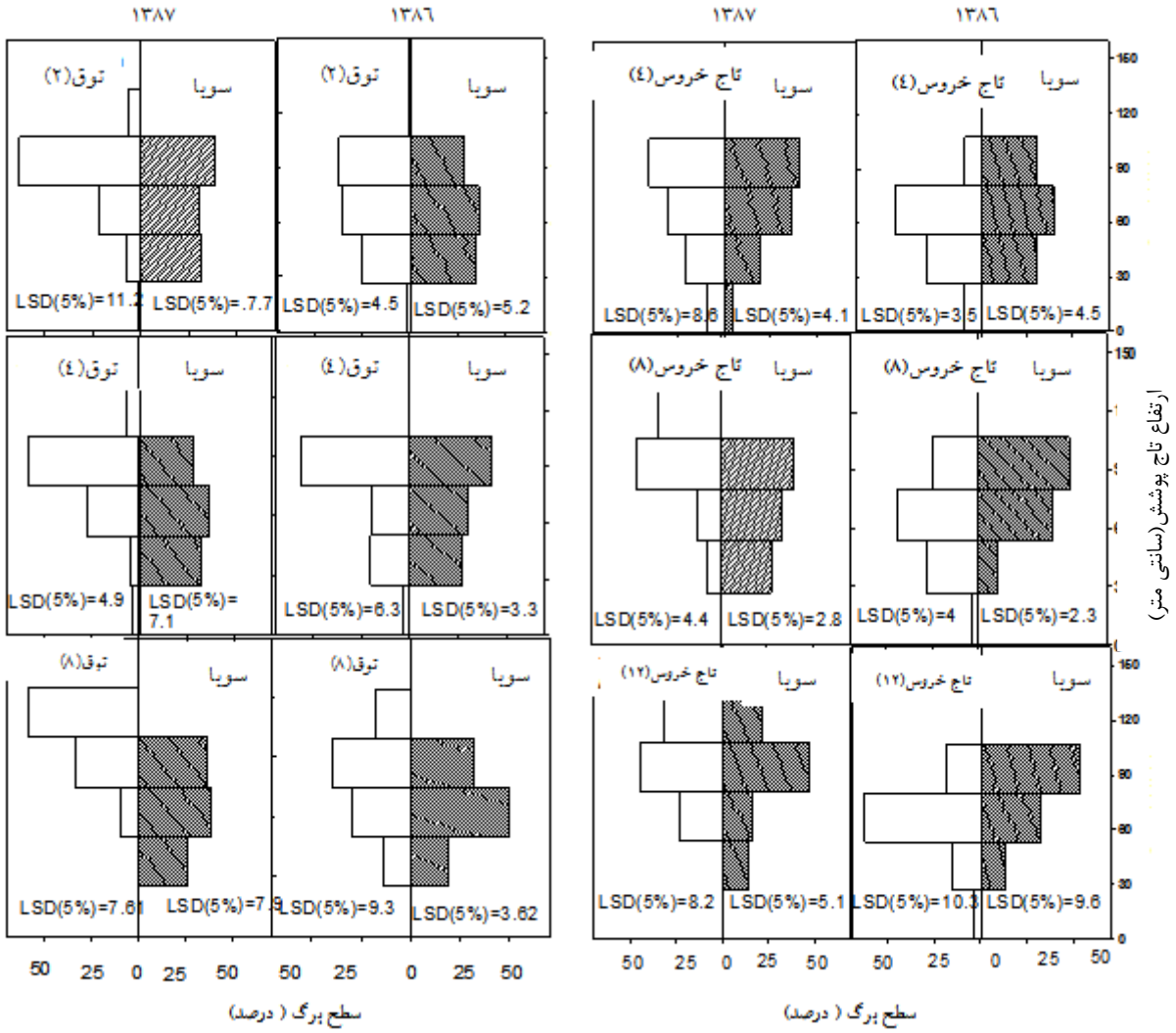


شکل ۱- مقایسه توزیع سطح برگ سویا در لایه‌های مختلف در شرایط بدون علف‌هرز و رقابت با علف‌هرز توق (در تراکم های۲، ٤ و ۸ بوته در متر ریف) و تاج‌خروس (در تراکم‌های ٤، ۸ و ۱۲ بوته در متر ردیف) در دو سال آزمایش در شرایط عدم کاربرد علف‌کش. میزان سطح برگ به‌صورت درصد نسبت به سطح برگ کل لایه‌ها نشان داده شده است. اعداد داخل پرانتز تراکم علف‌هرز می‌باشد.



شکل۲- مقایسه توزیع سطح برگ سویا در لایه‌های مختلف در شرایط بدون علف‌هرز و کاربرد دز کاهش یافته علف‌کش ایمازتاپیر در رقابت با علف‌هرز توق (در تراکم های۲، ٤ و ۸ بوته در متر ریف) و تاج‌خروس (در تراکم‌های ٤، ۸ و ۱۲ بوته در متر ردیف) در دو سال آزمایش. میزان سطح برگ به‌صورت درصد نسبت به سطح برگ کل لایه‌ها نشان داده شده است. اعداد داخل پرانتز تراکم علف‌هرز می‌باشد.

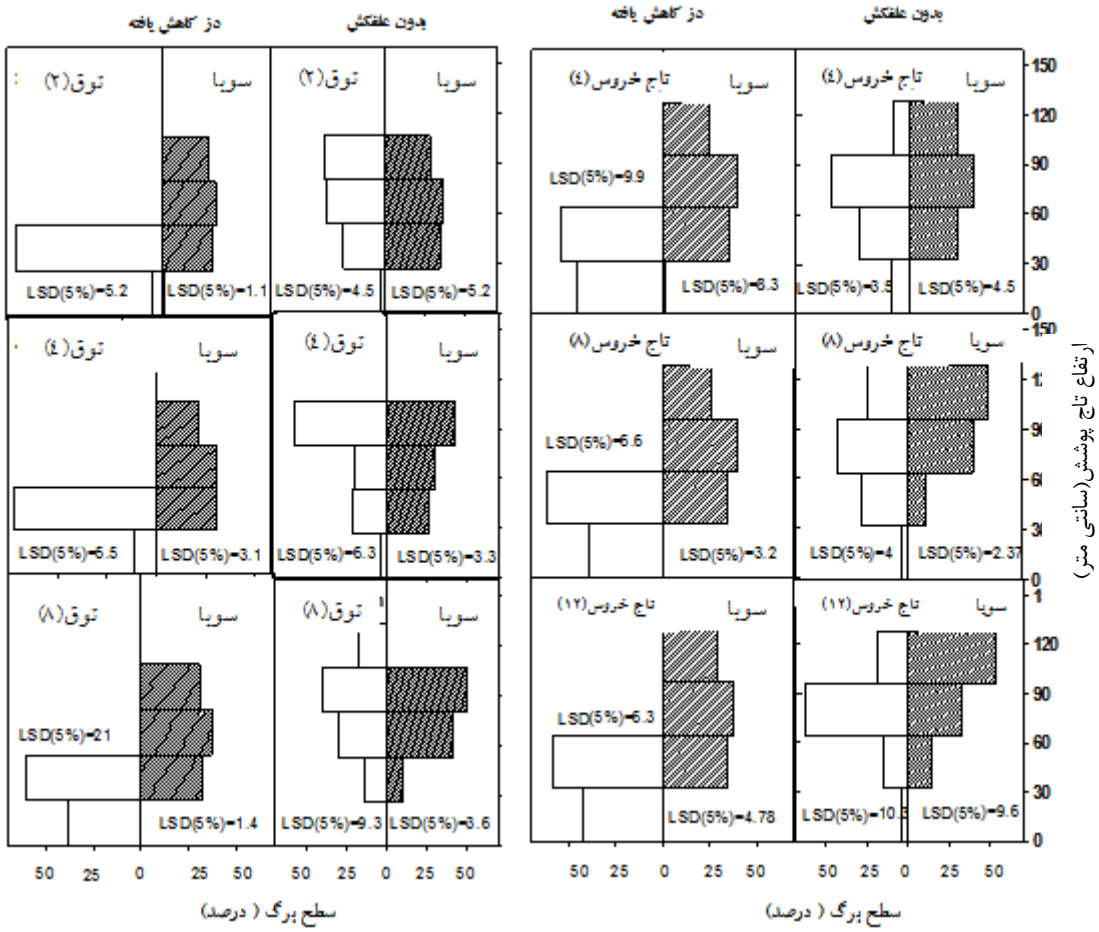
از آن‌جا که ارتفاع توق تحت تأثیر کاربرد غلظت کاهش یافته علف‌کش ایمازتاپیر گرفت، ساختار تاج پوشش آن نیز متفاوت از رشد آن در غیاب علف‌کش بود (شکل ۴). به طوری‌که در سال اول برگ‌های آن در ۲ لایه صفر تا۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری قرار گرفتند و در سال دوم فقط یک لایه برای تاج پوشش توق ثبت گردید. گیاهانی که در مراحل ابتدایی رشد دارای رشد سریع‌تری می‌باشند و یا زودتر سبز می‌شوند، سهم بیش‌تری از کل تاج پوشش را به خود اختصاص داده و در رقابت برای نور موفق‌تر هستند. سویا از جمله گیاهان زراعی است که در شرایط مناسب می‌تواند رشد زیادی داشته باشد و خیلی سریع تاج پوشش خود را توسعه دهد. جذب نور توسط تاج پوشش سویا در طول ۷ روز می‌تواند از ۳۰ به ۶۰ درصد افزایش یابد و بین ۲۸ تا ۳۲ روز پس از سبز شدن تاج پوشش این گیاه می‌تواند ۶۰ درصد نور را جذب کند (۱۸). احتمالاً توقف رشد رویشی توق در اول فصل در نتیجه کاربرد علفکش و توسعه سریع تاج پوشش سویا در بالای توق موجب شده که نور به مقدار کافی به بوته‌های توق نرسد و با کاهش فتوسنتز در ادامه فصل آن‌ها نتوانسته رشد بیش‌تری داشته باشند. رقابت علف‌های‌هرزی که ارتفاع کم‌تر از ۳۰ سانتی‌متر داشته باشند بر ارتفاع و عملکرد گیاه زراعی تأثیری نخواهد داشت (۱۰).



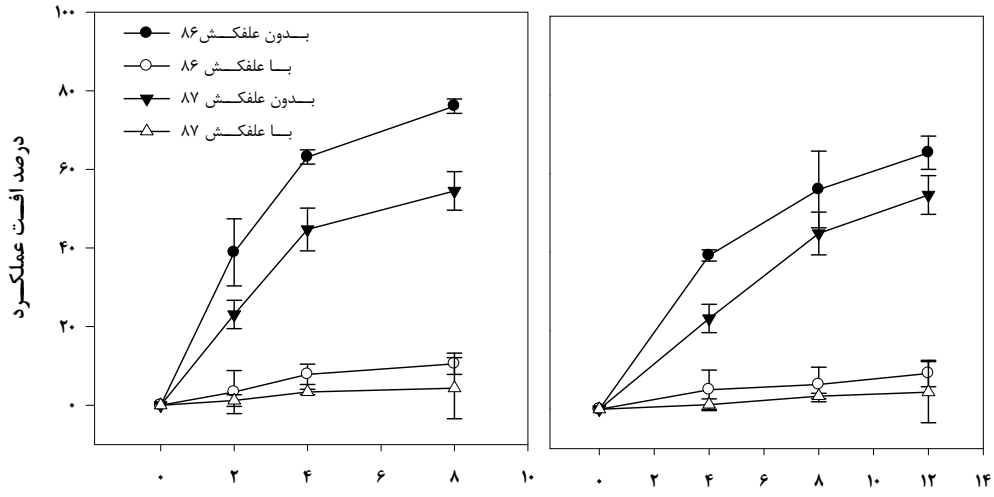
شکل ۳- مقایسه توزیع سطح برگ سویا، توق و تاج‌خروس در لایه‌های مختلف در تراکم‌های مختلف علف‌های هرز در دو سال آزمایش در شرایط عدم کاربرد علف‌کش. میزان سطح برگ به‌صورت درصد نسبت به سطح برگ کل لایه‌ها نشان داده شده است. اعداد داخل پرانتز تراکم علف‌هرز می‌باشد.

ساختار تاج پوشش تاج‌خروس

در سال اول در مخلوط تاج‌خروس و سویا، بیش‌ترین درصد برگ این علف‌هرز در لایه ۹۰-۶۰ قرار گرفت. ولی در سال دوم بالاترین میزان شاخص سطح برگ در لایه ۹۰ تا ۱۲۰ دیده شد. هم‌چنین در سال اول در تمام لایه‌های تاج‌خروس برگ دیده شد ولی در سال دوم در تراکم ۸ و ۱۲ بوته در متر ردیف لایه اول حذف شده بود (شکل ۳). در این سال با افزایش تراکم از میزان شاخص سطح برگ در لایه ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری کاسته شد. با این حال تاج پوشش تاج‌خروس در این تیمارها یک لایه بیش‌تر از تیمار ۴ بوته داشت. در سال اول با افزایش تراکم از ۴ به ۸ بوته درصد برگ در لایه‌ای که تاج‌خروس بیش‌ترین درصد برگ را در آن داشت (ارتفاع ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متری در سال اول و ۹۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متری در سال دوم)، افزایش پیدا نکرد ولی با افزایش تراکم از ۸ به ۱۲ بوته میزان برگ افزایش قابل توجه‌ای داشت و از ۴۸ درصد در تراکم ۴ بوته به ۶۲ درصد در تراکم ۱۲ بوته رسید. با این حال درصد برگ در این لایه (لایه‌ای با حداکثر درصد برگ) در سال دوم همبستگی زیادی با تراکم نداشت و تفاوت تراکم ۴ بوته و ۱۲ بوته ۴ درصد بود.



شکل ٤- مقایسه اثر غلظت کاهش یافته و شرایط عدم کاربرد علف‌کش ایمازتاپیر بر توزیع سطح برگ سویا، تاج‌خروس و توق در لایه‌های مختلف در تراکم‌های مختلف علف‌هرز. میزان سطح برگ به‌صورت درصد نسبت به سطح برگ کل لایه‌ها نشان داده شده است. اعداد داخل پرانتز تراکم علف‌هرز می‌باشد.



شکل ٥- کاهش عملکرد سویا (درصد نسبت به شاهد) در نتیجه تداخل توق و تاج خروس در شرایط کاربرد و عدم کاربرد غلظت کاهش یافته علف‌کش ایمازتاپیر. خطوط عمودی مشخص کننده خطای استاندارد است.

در اثر کاربرد دز کاهش یافته علف‌کش ایمازتاپیر شاخص سطح برگ تاج خروس کاهش زیادی پیدا کرد، به‌طوری‌که در هر دو سال شاخص سطح برگ آن به شاخص سطح برگ بحرانی (شاخص یک) جهت رقابت موثر با سویا نرسید (شکل ۴). شاخص سطح برگ تاج خروس (در دز نصف علف‌کش) در تراکم حداکثر در سال اول برابر با۰/۳۷ و در سال دوم برابر با ۰/۲۵ بود. در حالی‌که در غیاب علف‌کش در تراکم حداکثر این علف‌هرز در مرحله لایه‌بندی تاج پوشش در سال اول و دوم به ترتیب شاخص سطح برگ ۳/۰۵ و ۲/۷۶ برای آن به ثبت رسید.

در آزمایشی نورس ورتی و الیویرا (۱۸) با بررسی اثر تراکم سویا (واریته مقاوم به گلایفوسیت) در رقابت با نیلوفر وحشی (*Ipomoea hederacea* L.) در حضور و عدم حضور علف‌کش گلایفوسیت گزارش کردند که در تیمار علف‌کش، نیلوفر وحشی در تراکم‌های ۱۰ و ۱۶ بوته در متر مربع نیز نتوانست شاخص سطح برگ خود را به شاخص یک برساند در نتیجه اثری بر گیاه زراعی نداشت.

عملکرد سویا

تداخل علف‌های‌هرز در غلظت صفر و نصف علف‌کش ایمازتاپیر عملکرد دانه سویا را تحت تأثیر قرار داد. با این حال اثر تداخل در دو سال یکسان نبود، به‌طوری‌که کاهش عملکرد دانه نسبت به شاهد با وجین در شرایط عدم استفاده از علف‌کش، بسته به تراکم علف‌هرز بین ۳۹ و۷۶ درصد در سال اول و بین۲۳ و ۵۴ درصد در تراکم حداقل و حداکثر در سال دوم متغییر بود (شکل ۵). کاهش ۶۸ درصدی عملکرد دانه در نتیجه تداخل سویا با علف‌های‌هرز توسط برخی محققان گزارش شده است (۱۰).

در سال اول، تراکم ۴ بوته تاج خروس نسبت به تراکم‌های ۸ و ۱۲ بوته در متر ردیف کم‌ترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشت. هم‌چنین با افزایش تراکم تاج خروس از ۸ به ۱۲ بوته در متر ردیف عملکرد به ترتیب ۵۷/۴ و ۶۵/۱ درصد نسبت به شاهد بدون علف‌هرز کاهش یافت (شکل ۵). متوسط کاهش عملکرد سویا در رقابت با تاج خروس۵۰ درصد گزارش شده است (۴). در مطالعه‌ای دیگر، کاهش عملکرد سویا در تداخل با علف‌هرز تاج خروس در تراکم ۸ بوته در متر ردیف، ۷۸ درصد گزارش شده است (۱). با کاربرد غلظت کاهش یافته علف‌کش ایمازتاپیر قدرت رقابتی تاج خروس کاهش یافت. به‌طوری‌که در غلظت کاهش یافته علف‌کش، قدرت رقابتی تاج خروس حدودا ۱۸ برابر نسبت به شرایط عدم کاربرد دز کاهش یافته علفکش کم‌تر شد (شکل ۵). در آزمایش سلطانی و همکاران (۲۶) ، ایمازتاپیر در غلظت ۱۵ گرم ماده مؤثر در هکتار توانست ۸۸ درصد تاج خروس را کنترل کند. سلمه تره حساسیت کم‌تر نسبت به تاج خروس به این علف‌کش نشان داد. به‌طوری‌که، به ترتیب ۴ و ۲۷ گرم برای ۸۰ درصد کنترل تاج خروس و سلمه تره علف‌کش نیاز بود (۲۶).

با افزایش تراکم علف‌هرز توق، عملکرد سویا نیز کاهش یافت (شکل ۵). در تراکم ۲ بوته توق در متر ردیف عملکرد سویا نسبت به شاهد ۳۹ درصد در سال اول و ۲۳ درصد در سال دوم کاهش یافت. دانشمندان مختلف قابل توجه بودن خسارت توق در سویا را به تشابه در نیازهای جوانه‌زنی، اندازه بزرگ‌تر بوته و توانایی بالایی آن در رقابت برای نهاده‌های رو و زیرزمینی دانسته‌اند (۱۶). با این حال کاربرد غلظت کاهش یافته علف‌کش ایمازتاپیر قدرت رقابتی آن در برابر سویا را کاهش داد. به‌طوری‌که در سال اول، بوته‌های علف‌هرز توق که تحت تأثیر غلظت کاهش یافته قرار گرفته بودند برای تأثیرگذاری یکسان با بوته‌های که علف‌کش دریافت نکرده بودند، نیاز به تراکمی معادل ۲۵ برابر آن‌ها داشتند. هم‌چنین به طورکلی میانگین کاهش عملکرد سویا در نتیجه تداخل بوته‌های تیمار شده توق در دو سال ۹ درصد بود. همان‌طورکه در بخش ساختار تاج پوشش اشاره شد سطح برگ علف‌های هرز در نتیجه کاربرد علف‌کش به سطح برگ بحرانی نرسید که این موضوع می‌تواند دلیل کاهش اثرگذاری علف‌های‌هرز تیمار شده بر عملکرد دانه سویا باشد.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج این بررسی نشان داد که ساختار تاج پوشش سویا در تک کشتی و در رقابت با علف‌های‌هرز متفاوت است. کاربرد علف‌کش در نصف دز توصیه شده توانست از تغییرات تاج پوشش سویا در رقابت با علف‌های‌هرز جلوگیری کند که این اثرعمدتاً ناشی از تأثیر علف‌کش بر رشد و کاهش ارتفاع این علف‌های‌هرز و نیز دگرگونی ساختار تاج پوشش آن‌ها و در نتیجه کاهش قدرت رقابتی آن‌ها می‌باشد. تاج خروس در مقایسه با توق از ارتفاع بیش‌تر و نیز انعطاف بالاتری در جابه جایی برگ‌های خود در لایه‌های مختلف تاج پوشش در رقابت با سویا برخوردار بود و شاید به این دلیل بتواند در رقابت با سویا موفق تر عمل کند. اما در هر حال حفظ برگ توق در لایه‌های پایین تاج پوشش مخلوط نیز نشان از تحمل بالای این گیاه به سایه داشته و شاید از طریق مکانیسم حفظ و تولید برگ در لایه‌های پایین تاج پوشش مخلوط توانسته اثر رقابتی خود را بر سویا اعمال نماید.

سپاسگزاری

بدینوسیله از شرکت بازرگان کالا و مهندس ایلات جهت تأمین علف‌کش ایمازتاپیر سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1- Bensch C.N., Horak M.J., and Peterson D. 2003. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), Palmer amaranth (*A. palmeri*), and common waterhemp (*A. rudis*) in soybean. Weed Science, 51: 37–43.
2- Cavero J., Zaragoza C., Suso M.L., and Parado A.1999. Competition between maize and *Datura stramonium* in an irrigated field under semi-arid conditions. Weed Research, 39:225-240.
3- Clayton, G.W., Harker K.N., O'Donovan J.T., Baig M.N., and Kidnie M.J. 2002. Glyphosate timing and tillage system effects on glyphosate-tolerant canola (*Brassica napus*). Weed Technology, 16:124–130.
4- Cown, p., Weaver, S.E., and Swanton C.J. 1998. Interference between pigweed (*Amaranthus spp*) barnyardgrass (*Echinochloa crus-gali*) and soybean (*Glycine max*). Weed Science, 46: 535-539.
5- Hamaya K., Ishida M., Oka H., Haruna K., Isobe K., and Ishii R. 2007. Effects of high ground-water level on the growth and yield of supernodulating soybean cultivar, Sakukei4. Plant Production Science, 10: 478-480.
6- Harker K.N., Clayton G.W., Blackshaw R.E., O'Donovan J.T., and Stevenson F.C. 2003. Seeding rate, herbicide timing and competitive hybrids contribute to integrated weed management in canola (*Brassica napus*). Canadian Journal of Plant Science, 83: 433–440.
7- Harper F. 1983. Inter-specific competition. In: principle of Arable crop production ". Granada Publishing, 198-229.
8- Holm L.G., Plucknett, D.L. Pancho, J.V., and Herberger, J. P. 1977. The World's Worst Weeds. 609 pp. (East-West Centre, University Press of Hawaii, Honolulu, Hawaii).
9- Holt J.S. 1995. Plant responses to light. A potential tool for weed management. Weed Science, 43: 474-482.
10- Krausz, F.R., Young B.G., Kapusta G., and Matthews J.L. 2001. Influence of weed competition and herbicides on glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). Weed Technology, 15: 530–534.
11- Kropff, M., and Van laar H.H. 1993. Modelling Crop-Weed Interactions. CAB international. Walligford. UK.
12- Kropff M.J. and Lotz L.A. P. 1992. Systems approaches to quantify crop-weed interactions and their application in weed management. Agricultural System, 40: 265-282.
13- Legere A., and Schreiber M.M. 1989. Competition and canopy architecture as affected by soybean (*Glycine max*) row width and density of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). Weed Science, 37: 84-92.
14- Massinga A.R., Currie R.S., Horak M.J., and Boyer J. 2001. Interference of Palmer amaranth in corn. Weed Science, 49: 202–208.
15- McLachlan S.M., Tollenaar M., Swanton C.J., and Weise S.F. 1993. Effect of corn-induced shading on dry matter accumulation, distribution, and architecture of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). Weed Science, 41: 568–573.
16- Mosier D.G., and Oliver L.R. 1995. Common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and entire leaf morningglory (*Ipomoea hederacea* var.integriuscula) interference on soybean (*Glycine max*). Weed Science, 43:239-246.
17- Murphy S.D., Yakubu Y., Weise S.F. and Swanton C.J. 1996. Effect of planting patterns and inter-row cultivation on competition between corn (*Zea mays*) and late emergence weeds. Weed Science, 29: 610-615.
18- Norsworthy J.K., and Oliveira M.J. 2007. Tillage and soybean canopy effects on common cocklebur (*Xanthium strumarium*) emergence. Weed Science, 55: 474–480.
19- Oliver L.R., Frans, R.E. and Talbert R.E. 1976. Field competition between tall morningglory and soybean. I. Growth analysis. Weed Science, 24: 482–488.
20- Peng, S., Garcia, F.V., Laza R.C., and Cassman K.G. 1993. Adjustment for specific leaf weight improves cholorophylmeters estimate of rice leaf nitrogen concentration. Agronomy Journal, 85: 987-990.
21- Pike D.R., Stoller E.W., and Wax L.M. 1990. Modeling soybean growth and canopy apportionment in weed-soybean (*Glycine max*) competition. Weed Science, 38: 522-527.
22- Peterson D.E., and Nalewaja J.D. 1992. Environment influences green foxtail (*Setaria viridis*) competition with wheat (*Triticum aestivum*). Weed Technology, 6: 607-610.
23- Rajcan I., and Swanton C.J. 2001. Undrestanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. Field Crop Research, 71: 139-150.
24- Rohrig M., and Stunzel H. 2001. Canopy development of *Chenopodium album* in pure and mixed stands. Weed Research, 41: 111-228.
25- Sims B.D., and Oliver L.R. 1990. Mutual influences of seedling johnson-grass (*Sorghum halepense*), sicklepod (*Cassia obtusifolia*), and soybean (G*lycine max*). Weed Science, 38:139-147.
26- Soltani N., Van Eerd L.L., Vyn R., Shropshire C., and Sikkema P.H. 2007. Weed management in dry beans (*Phaseolus vulgaris*) with dimethenamid plus reduced doses of imazethapyr applied preplant incorporated. Crop Protection, 27:739-745
27- Tredaway D.J., Morgan S.G.D., Wilkerson J.B., Hart W.E. Hayes, R. M. and Mueller, T. C. 2003. Site-specific weed management in corn (*Zea mays*). Weed Technology, 17: 711-717.

28- Wilkerson G.G., jones J.W., Coble H.D. and Gunsolus J.L. 1990. SOYWEED: a model of soybean and common cocklebur growth and competition. Agronomy Journal, 82:1003-1010.
29- Woolley B.L., Swanton C.J., Hall M. R. and Michaels T.E. 1993. The critical period of weed control in white bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Science, 41: 180-184.
30- Yousefi A.R., Gonzalez-Andujar J.L., Alizadeh H., Baghestani M.A., Rahimian H. and Karimmojeni H. 2012. Interactions between reduced rate of imazethapyr and multiple weed species–soyabean interference in a semi-arid environment. Weed Research, 52:242-251.