

تأثیرپذیری برخی از صفات فیزیولوژیک آفتابگردان در تداخل با تاج خروس

بهرام میرشکاری*، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

چکیده

به منظور بررسی واکنش آفتابگردان از نظر صفات فیزیولوژیک به تراکم و زمان سبز شدن تاج خروس آزمایشی در تبریز به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در طی سال های ۱۳۸۵-۱۳۸۴ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل رقم آفتابگردان (آذرگل، هایسان و آلستار)، تراکم تاج خروس (۸/۳، ۲۵ و ۴۱/۷ بوته در مترمربع) و زمان سبز شدن تاج خروس (همزمان، ۱۵ و ۳۰ روز بعد از آفتابگردان) بودند. نتایج حاکی است که در سه رقم مورد مطالعه با افزایش تراکم و زودتر سبز شدن تاج خروس، شاخص سطح برگ آفتابگردان به طور معنی دار کاهش می یابد. در رقم آذرگل، مقدار کاهش سطح برگ هر بوته آفتابگردان در مقایسه با شاهد در تیمار سبز شدن همزمان و تراکم ۴۱/۷ بوته علف هرز ۱۲ درصد بود. اثر تراکم علف هرز روی دوام سطح برگ رقم آلستار مهم تر از زمان سبز شدن آن بود؛ در حالی که در دو رقم دیگر تأثیر زمان سبز شدن علف هرز مهم تر بود. رقم آذرگل حضور ۴۱/۷ و ۸/۳ بوته علف هرز در هر متر مربع را به ترتیب از سطوح سوم و دوم زمان سبز شدن به بعد بدون کاهش معنی دار در عملکرد دانه تحمل کرد. در حالی که شدت رقابت بین گونه ای تاج خروس با رقم پاکوتاه آلستار بیشتر از دو رقم دیگر بود.

واژه های کلیدی: آفتابگردان، تاج خروس، تداخل، رقابت بین گونه ای، صفات فیزیولوژیک

* نویسنده رابط: E-mail: bmmi2002@yahoo.com

مقدمه

مدیریت علف‌های هرز بایستی به عنوان بخشی از مدیریت سیستم های زراعی در نظر گرفته شود و هدف اصلی آن تغییر رابطه رقابتی بین گیاه زراعی و علف‌هرز به نفع گیاه زراعی است (۶ و ۱۸). گیاهان پابلند از توسعه علف‌های هرز جلوگیری می کنند (۱۰). بر اساس گزارش بروسکو و همکاران (۲۰۰۰)، در تناوب ذرت- سویا، ارقامی از سویا که سریع تر سبز می کنند و سایه انداز متراکم دارند، از اهمیت زیادی برخوردار هستند. در این مطالعه چهار رقم سویا به نام‌های آسگرو-۲۶۸۰^۱، دکالب سی ایکس ۲۸۳^۲، پرایری براند ۲۲۳^۳ و پایونیر ۲۴۷۷^۴ به دلیل پابندی و سطح برگ بیشتر به خوبی بر علف هرز دم روباهی غالب شدند. برخی از گیاهان زراعی که قدرت رقابت چندانی ندارند، به سهولت در معرض تهاجم گونه های مختلف علف های هرز قرار می گیرند. در بین ویژگی های فیزیولوژیک در گیاهان زراعی، شاخص سطح برگ در افزایش قدرت رقابت گیاهان زراعی مؤثر است و این صفت روی میزان نفوذ نور به کانوپی و دسترسی علف های هرز به نور تأثیر می گذارد. به عقیده گوپتا (۲۰۰۶)، رقابت علف های هرز با رقم پاکوتاه بیشتر و میزان کاهش عملکرد دانه این رقم در مزارع وجین نشده به مراتب بیشتر از کاهش عملکرد رقم پابلند، و برعکس، افزایش عملکرد رقم پاکوتاه بر اثر وجین علف های هرز بسیار بیشتر از رقم پابلند است.

هالت (۱۹۹۵) معتقد است که با شناخت کامل سازوکارهای فیزیولوژیک و ریخت شناسی مؤثر در رقابت برای جذب نور، امکان اصلاح ساختار کانوپی گیاهان زراعی در جهت ممانعت از رشد علف های هرز وجود خواهد داشت. محققان بر همین اساس، خصوصیاتی از گیاه را که در جذب کارآمد نور تأثیر می گذارند، مشخص کرده اند. مظاهری (۱۳۷۷) نوع گیاه و مسیر فتوسنتزی آن، شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و تراکم گیاه را در این زمینه مؤثر می داند. هارپر (۲۰۰۵) به تراکم، سرعت رشد و زمان نسبی سبز شدن علف های هرز نسبت به گیاه زراعی به عنوان عوامل مؤثر در رقابت نوری اشاره کرده است. وی معتقد است که اگر گیاهان در مراحل اولیه، سرعت رشد بالایی داشته باشند و یا نسبت به سایر گیاهان زودتر سبز شوند، سهم بیشتری از پوشش سبز کانوپی مخلوط را به خود اختصاص می دهند و در رقابت برای جذب نور موفق تر عمل می کنند. در مطالعات فیزیولوژیک، LAI به عنوان عامل مؤثر در میزان ذخیره ماده خشک مورد استفاده قرار می گیرد و هر عاملی که موجب کاهش این شاخص به کمتر از مقدار بهینه آن شود، عملکرد را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار می دهد (ناگیوب و همکاران، ۲۰۰۶). مورفی و همکاران (۱۹۹۶) عقیده دارند که بین شاخص سطح برگ گیاه زراعی و شدت جریان فوتون فتوسنتزی دریافتی توسط علف هرز و ماده خشک آن همبستگی منفی وجود دارد. در آزمایش تولنار و همکاران (۱۹۹۴a)، رقابت علف های هرز، شاخص سطح برگ ذرت را در مرحله کاکل دهی ۱۵ درصد

1- Asgrow 2680

2- Dekalb CX 283

3- Prairie Brand 223

4- Pioneer 2477

کاهش داد و موجب افت تعداد دانه در بلال و وزن دانه شد. رافائل و همکاران (۲۰۰۱) از بررسی های خود دریافتند که شاخص سطح برگ ذرت با افزایش تراکم علف هرز *Amaranthus palmeri* کاهش می یابد. همچنین کاهش شاخص سطح برگ ذرت در سبز شدن علف هرز مرحله ۶-۴ برگ ذرت نسبت به تاریخ سبز شدن همزمان تاج خروس با ذرت کمتر بود. شاهوردی و همکاران (۱۳۸۱) تاج خروس (*Amaranthus spp.*) را مهم ترین علف هرز آفتابگردان معرفی کرده اند. در یک بررسی نتیجه شد که اگر به جمعیت مخلوطی از علف های هرز یک ساله اجازه رشد با آفتابگردان در کل فصل رشد داده شود، به ازای هر ده درصد افزایش وزن ماده خشک علف های هرز و یا ۱۲ درصد کاهش وزن ماده خشک گیاه زراعی، عملکرد دانه ۱۲ درصد کاهش پیدا می کند (۲۵). نتایج مطالعات نیلسون و همکاران (۲۰۰۴) در کشور برزیل روی علف های هرز دو دندان^۱ (*Bidens pillosa*) و *Sida rhombifolia* به منظور ارزیابی تأثیر تراکم های صفر، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ و ۶۴ بوته در مترمربع و زمان های تداخل چهار روز قبل، همزمان و چهار روز بعد از سبز شدن روی ویژگی های فیزیولوژیک سویا نشان می دهد که شاخص سطح برگ سویا بر اثر حضور علف های هرز به ویژه در سطح اول تداخل کاهش می یابد. کلارنس و سوانتون (۲۰۰۲) دریافتند که تداخل علف های هرز، شاخص سطح برگ ذرت را از طریق کاهش طول و عرض برگ (نه تعداد آن) و تسریع پیری برگ های پایین بوته کاهش می دهد. نتایج سایر بررسی حاکی است که سبز شدن زودهنگام تاج خروس، سرعت افزایش ارتفاع، سرعت توسعه سطح برگ و شاخص سطح برگ ذرت را کاهش داد و به دلیل پوشش گیاهی متراکم علف هرز، سهم ذرت از جذب تشعشع ورودی افت پیدا کرد (۱). هدف اصلی از انجام این تحقیق بررسی واکنش سه رقم آفتابگردان از نظر تعداد برگ، درصد پوشش سبز، شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و عملکرد دانه نسبت به زمان سبز شدن و تراکم تاج خروس بود.

مواد و روش ها

آزمایش در طی دو سال متوالی ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز واقع در منطقه خلعت پوشان با مختصات جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی اجرا شد. اقلیم منطقه از نوع نیمه خشک سرد و میانگین بارندگی سالانه ۲۶۸ میلی متر است. خاک محل اجرای آزمایش از نوع لوم شنی، EC کمتر از یک دسی زیمنس بر متر و pH حدود ۷/۵-۸/۲ است. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی اجرا شد. عامل های مورد مطالعه شامل رقم آفتابگردان (آذرگل، هایسان و آلستار)، تراکم تاج خروس (۳/۸، ۲۵ و ۴۱/۷ بوته در مترمربع به ترتیب معادل ۵، ۱۵ و ۲۵ بوته در هر متر از ردیف کاشت) و زمان نسبی سبز شدن تاج خروس (همزمان، ۱۵ و ۳۰ روز بعد از سبز شدن آفتابگردان) بود. ابعاد هر کرت آزمایشی ۴ × ۳

1- Beggarticks

متر بود. آذرگل هیبرید متوسطرس با طول دوره رویش ۱۱۵-۱۲۵ روز و ارتفاع ساقه ۱۷۵ سانتی متر است. این رقم دوام سطح برگ و قدرت سایه اندازی بیشتری دارد و خمیدگی سر طبق آن به سمت پایین است. هایسان هیبرید متوسط رس و نیمه پابلند با طول دوره رویش ۱۱۵-۱۰۵ روز و طبق ایستاده و سر طبق به سمت بالا است. آلتار هیبریدی با دوره رشد کوتاه و حدود ۹۵ روز است. ارتفاع ساقه آن کوتاه (حدود ۱۶۰ سانتی متر) و طبق ایستاده است. آلتار در مقایسه با دو هیبرید دیگر شاخص سطح برگ و تعداد برگ کمتری دارد.

عملیات تهیه زمین شامل افزودن ۲۰ تن در هکتار کود دامی پوسیده و شخم ۳۰ سانتی متری در پاییز سال قبل و شخم سطحی و اضافه کردن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از هر یک از کودهای فسفات آمونیم و سولفات پتاسیم و دیسک زنی در اوایل بهار بود. کود اوره به مقدار ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار در دو قسمت مساوی به هنگام کاشت و بعد از تنک و بر اساس توصیه سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی و نتایج تجزیه خاک مزرعه اضافه شد. جوی و پشته ها توسط فاروئر به فاصله ۶۰ سانتی متر از یکدیگر ایجاد شد. بذر ارقام آفتابگردان از بخش تحقیقات دانه های روغنی مؤسسه اصلاح نهال و بذر کرج تهیه شد و بعد از ضد عفونی با سم کاپتان بر علیه بیماری های سفیدک و فوزاریوم، در طی دو سال آزمایش به ترتیب در تاریخ های ۸۳/۲/۱۵ و ۸۴/۲/۲۱ کشت شدند. تراکم کاشت برای سه رقم آذرگل، هایسان و آلتار به ترتیب ۶۶/۷، ۶۶/۷ و ۸۳/۳ هزار بوته در هکتار بود. آبیاری اول پس از کاشت آفتابگردان و آبیاری های بعدی هر ۷-۱۰ روز یکبار انجام شد. برای تامین تراکم های مختلف تاج خروس در مزرعه از بانک بذر خاک استفاده شد و استقرار گیاهچه های آن نیز با فاصله ۱۰-۱۲ سانتی متر از وسط ردیف های کاشت آفتابگردان با آرایش زیگزاک تنظیم گردید.

برای اندازه گیری درصد پوشش سبز آفتابگردان از ۳۰ روز بعد از سبز شدن آفتابگردان، هر ۱۵ روز یکبار (در چهار مرحله زمانی) با قراردادن چارچوبی به ابعاد ۱۰۰ × ۶۰ سانتی متر مربع (که توسط رشته نخهایی به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم شده بود) در دو قسمت از وسط ردیف های میانی هر کرت، درصد پوشش سبز آفتابگردان برآورد و یادداشت برداری شد. به منظور مطالعه دقیق تر رقابت تاج خروس با آفتابگردان، شاخص سطح برگ آفتابگردان در پنج مرحله (۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ روز پس از سبز شدن آفتابگردان) اندازه گیری شد. برای نمونه برداری از بوته های آفتابگردان در طی فصل رشد، از ردیف های دوم تا چهارم هر کرت با در نظر گرفتن نیم متر اثر حاشیه ای از طرفین هر خط کاشت استفاده شد. در هر مرحله نمونه برداری نیز سعی بر حذف اثر حاشیه ای بود. در نمونه برداری از بوته های آفتابگردان در مراحل اول و دوم تعداد چهار بوته، مرحله سوم سه بوته و مراحل چهارم و پنجم به دلیل حجیم بودن بوته ها دو بوته برای اندازه گیری شاخص سطح برگ در نظر گرفته شد. برای محاسبه دوام سطح برگ از رابطه زیر استفاده شد:

$$LAD = [(LA_1 + LA_2)(t_2 - t_1)] / 2$$

در این رابطه LA_1 و LA_2 سطح برگ هر بوته آفتابگردان به ترتیب در زمان های اندازه گیری t_1 و t_2 (به ترتیب ۶۰ و ۷۵ روز پس از سبز شدن آن) است. برای اندازه گیری سطح برگ هر بوته تمام برگ های یک بوته انتخابی را قطع کرده و با استفاده از کاغذ شطرنجی نسبت به این امر اقدام گردید. تجزیه مرکب داده های آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C و مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن در سطح معنی داری ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد برگ در هر بوته آفتابگردان

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر رقم آفتابگردان بر تعداد برگ در هر بوته آن در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار است، در حالی که اثر دو عامل زمان سبز شدن و تراکم تاج خروس و اثر ترکیب تیماری آن ها روی این صفت معنی دار نیست. دو رقم آذرگل و هایسان در تمامی تیمارهای مورد مطالعه، دارای ۱۲ جفت و رقم آلتار دارای ۱۱ جفت برگ بود (جدول ۲). به نظر می رسد که تعداد کل برگ در هر گیاه در کنترل ژنتیک می باشد. در مطالعات راجکان و همکاران (۲۰۰۲) و تولنار (۱۹۹۹) روی ذرت نیز تعداد کل برگ توسط تداخل تاج خروس (در آزمایش اول) و تراکم های مختلف ذرت (در آزمایش دوم) تحت تأثیر قرار نگرفت. این نتیجه در مقایسه تیمارهای شاهد بدون علف هرز با بقیه تیمارها (جدول ۱) نیز تأیید شد.

درصد پوشش سبز آفتابگردان

نتایج تجزیه واریانس تأثیر تراکم و زمان سبز شدن تاج خروس روی درصد پوشش سبز آفتابگردان حاکی است که در مرحله ۷۵ روز پس از سبز شدن بین شاهد با بقیه تیمارها اختلاف معنی دار وجود دارد (جدول ۱). در هر سه رقم با افزایش تراکم تاج خروس درصد پوشش سبز آفتابگردان در ۷۵ روز پس از سبز شدن آن کاهش نشان داد، ولی این کاهش در رقم آلتار شدیدتر از دو رقم دیگر بود (جدول ۲). کاهش بیشتر درصد پوشش سبز آفتابگردان در رقم آلتار را می توان به رقابت بالای تاج خروس با آن نسبت داد که شروع پیری زودرس را در برگ های پایینی آفتابگردان (از ۶۵ روز پس از سبز شدن به بعد) موجب گردید. در دو رقم آذرگل و هایسان تراکم های بالای تاج خروس توانست سطح سبز آفتابگردان را کاهش دهد (جدول ۲). به طوری که در این دو رقم اختلاف بین دو سطح تراکم $8/3$ و ۲۵ بوته در مترمربع (در میانگین زمان های سبز شدن) غیرمعنی دار است، در صورتی که در رقم آلتار اختلاف بین هر سه سطح تراکم (در میانگین زمان های سبز شدن) معنی دار بود. این نتیجه نشان می دهد که افزایش ۱۷ بوته اول تاج خروس به هر مترمربع در دو رقم آذرگل و هایسان تأثیری بر

گسترش اندام های هوایی آفتابگردان نداشت و رقابت بین دو جزء مخلوط از نظر این صفت از سطح دوم تراکم به بعد شروع شد.

هر بوته علف هرز (در میانگین زمان های سبز شدن آن) توانست سطح پوشش سبز رقم آلتار را ۱/۱۵٪ در مقایسه با شاهد کاهش دهد (جدول ۲). اگر شرایط محیطی بعد از جوانه زنی امکان رشد سریع و تکمیل پوشش سایه انداز را در گیاه زراعی فراهم کند، قدرت رقابت آن در مقایسه با ارقامی که سرعت رشد کمتر، ارتفاع کوتاه تر و سطح سایه انداز کمتری دارند، افزایش می یابد (گوپتا، ۲۰۰۶). می توان نتیجه گرفت که ارتفاع ساقه کمتر و تعداد برگ و سطح برگ کمتر رقم آلتار در مقایسه با دو رقم دیگر امکان توسعه پوشش سبز کمتری را در این رقم فراهم کرده است.

جدول ۱: تجزیه واریانس مرکب تأثیر رقم آفتابگردان و زمان نسبی سبز شدن و تراکم تاج خروس همراه با شاهد روی برخی از صفات مورد مطالعه در آفتابگردان

درجه آزادی	تعداد جفت برگ در مرحله گلدهی	درصد پوشش سبز در ۷۵ روز پس از سبز شدن
سال	۲/۳۹	۲/۶۸۶
تکرار × سال	۱/۱۰	۳/۳۶۱
تیمار	۰/۶۶۵**	۳۸۱/۴۷۳**
تیمار × سال	۰/۳۹۹	۰/۲۴۱
خطای آزمایش	۰/۰۱۸	۳/۱۹۴
ضریب تغییرات (%)	۱۳/۰۰	۷/۶۹

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪ را نشان می دهد

افزایش تراکم و زودتر سبز شدن تاج خروس نسبت به آفتابگردان توانست درصد پوشش سبز گیاه زراعی را به طور معنی دار به ویژه در سطوح اول و دوم زمان نسبی سبز شدن کاهش دهد (جدول ۲). از این نظر بیشترین درجه رقابت بین دو جزء مخلوط به سومین سطح تراکم و اولین سطح زمان سبز شدن تاج خروس اختصاص داشت و اثر زمان سبز شدن بیشتر از تراکم علف هرز بود. پوشش سبز گیاه زراعی در تراکم ۴۱/۷ بوته تاج خروس به ترتیب ۰/۴۲/۸، ۰/۴۳/۴ و ۰/۲۵/۵ در سطوح اول، دوم و سوم زمان سبز شدن نسبت به پوشش سبز میانگین تیمارهای شاهد آفتابگردان (۰/۹۲/۴) کاهش یافت. اختلاف کمتر بین سطوح اول و دوم زمان سبز شدن تاج خروس نیز مشهود است و این دو سطح بیشترین تأثیر را بر این صفت داشته اند (جدول ۲).

جدول ۲: مقایسه میانگین‌های برخی از صفات مورد مطالعه در آفتابگردان در ۷۵ روز پس از سبز شدن

عملکرد دانه آفتابگردان (kg/ha)	سطح برگ تک بوته (cm ²)	شاخص سطح برگ	درصد پوشش سبز	تعداد جفت برگ آفتابگردان در مرحله گلدهی	
۳۳۴۲ cd	۶۱۰۲c	۴/۰۷d	۷۱/۰c	۱۲ a	V ₁ D ₁ I ₀
۳۹۵۷ ab	۶۵۲۲ab	۴/۳۵bc	۷۴/۵c	۱۲ a	V ₁ D ₁ I ₁₅
۴۰۶۲ ab	۶۷۳۲a	۴/۴۹a	۸۷/۰b	۱۲ a	V ₁ D ₁ I ₃₀
۳۱۰۹ de	۵۹۳۷cd	۳/۹۶d	۶۹/۰c	۱۲ a	V ₁ D ₂ I ₀
۳۸۸۳ b	۶۳۸۷b	۴/۲۶c	۷۱/۵c	۱۲ a	V ₁ D ₂ I ₁₅
۴۰۳۳ ab	۶۵۸۲ab	۴/۳۹b	۸۶/۰b	۱۲ a	V ₁ D ₂ I ₃₀
۲۷۲۴ fg	۵۸۳۲cd	۳/۶۹e	۶۲/۰d	۱۲ a	V ₁ D ₃ I ₀
۳۵۸۰ c	۶۴۳۲ab	۴/۰۹cd	۶۵/۰cd	۱۲ a	V ₁ D ₃ I ₁₅
۴۰۸۱ ab	۶۵۵۲ab	۴/۳۷bc	۸۵/۰b	۱۲ a	V ₁ D ₃ I ₃₀
۲۱۵۱ h	۵۲۷۷de	۳/۵۲e	۶۳/۰cd	۱۲ a	V ₂ D ₁ I ₀
۲۷۳۲ fg	۵۸۰۲d	۳/۹۱d	۶۴/۰cd	۱۲ a	V ₂ D ₁ I ₁₅
۳۵۰۹ c	۶۱۶۲c	۴/۱۱c	۷۵/۸bc	۱۲ a	V ₂ D ₁ I ₃₀
۲۰۳۱ hi	۵۰۹۷e	۳/۴e	۵۹/۵d	۱۲a	V ₂ D ₂ I ₀
۲۵۵۶ g	۵۷۱۲d	۳/۸۱e	۶۲/۰d	۱۱/۹۳ a	V ₂ D ₂ I ₁₅
۳۲۳۸ d	۶۱۱۷c	۴/۰۸cd	۷۵/۰c	۱۱/۹۳ a	V ₂ D ₂ I ₃₀
۱۷۲۳ j	۴۶۷۸f	۳/۱۲f	۵۵/۰d	۱۲a	V ₂ D ₃ I ₀
۲۰۷۸ h	۵۰۹۷e	۳/۴e	۵۵/۰d	۱۲ a	V ₂ D ₃ I ₁₅
۲۹۶۰ ef	۵۶۵۷d	۳/۷۷e	۷۵/۰c	۱۲ a	V ₂ D ₃ I ₃₀
۱۵۸۱ j	۴۱۰۵gh	۳/۴۲e	۴۷/۰e	۱۱ ab	V ₃ D ₁ I ₀
۱۷۹۳ ij	۴۲۹۸g	۳/۵۸e	۴۹/۰de	۱۱ ab	V ₃ D ₁ I ₁₅
۲۰۳۸ hi	۴۳۴۶fg	۳/۶۲e	۵۶/۷d	۱۱ ab	V ₃ D ₁ I ₃₀
۸۲۹ lm	۳۵۰۵hi	۲/۹۲f	۴۱/۸e	۱۰/۹۳ ab	V ₃ D ₂ I ₀
۱۰۲۸ kl	۳۷۹۴h	۳/۱۶ef	۴۳/۰e	۱۱ ab	V ₃ D ₂ I ₁₅
۱۲۲۶ k	۳۸۹۰h	۳/۲۴ef	۵۱/۷de	۱۱ ab	V ₃ D ₂ I ₃₀
۵۳۷ h	۳۰۷۳i	۲/۵۶f	۳۷/۰f	۱۰/۸۷ b	V ₃ D ₃ I ₀
۶۵۲mn	۳۳۶۱i	۲/۸f	۳۷/۰f	۱۰/۹۳ ab	V ₃ D ₃ I ₁₅
۷۵۷mn	۳۴۹۳hi	۲/۹۱f	۴۶/۷e	۱۱ab	V ₃ D ₃ I ₃₀
۴۱۷۳a	۶۷۶۱a	۴/۵۷a	۹۹/۰a	۱۲a	V ₁ شاهد
۳۸۵۸b	۶۲۹۷bc	۴/۲c	۸۹/۵b	۱۲a	V ₂ شاهد
۳۱۵۳de	۴۶۸۲f	۳/۹d	۸۸/۸b	۱۱ab	V ₃ شاهد

هر عدد میانگین داده های دو سال است.

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

V₁, V₂ و V₃ به ترتیب ارقام آذرگل، هایسان و آلستار آفتابگردان، D₁, D₂ و D₃ به ترتیب تراکم های ۸/۳، ۲۵ و ۴۱/۷ بوته تاج خروس در هر مترمربع و I₀, I₁₅ و I₃₀ به ترتیب زمان های سبز شدن تاج خروس به صورت همزمان و ۱۵ و ۳۰ روز پس از سبز شدن آفتابگردان هستند.

مطالعه تراثور و همکاران (۲۰۰۳) نیز نشان داد که در تیمار کشت مخلوط سورگوم و گاوپنبه، درصد پوشش سبز مزرعه توسط اندام‌های هوایی سورگوم کمتر از شاهد بود. سایر نتایج نشان می‌دهند که در رقم آذرگل به دلیل قدرت رقابت بالا با تاج خروس، در سطح اول زمان سبز شدن فقط ۳۲/۷٪ از کل فضا برای حضور تاج خروس در دسترس بود، در حالی که فضای موجود برای تاج خروس در دو رقم دیگر

در شرایط مشابه به ترتیب ۴۰/۸ درصد و ۵۸/۴ درصد بود که در رقم آلستار نزدیک به دو برابر رقم آذرگل است. سایر نتایج حاکی از آن بود که وجود هر بوته تاج خروس در مترمربع در ۷۵ روز پس از سبز شدن می تواند در کاهش ۷/۶ درصدی پوشش سبز آفتابگردان مؤثر باشد.

در رقم آذرگل تأثیر زمان سبز شدن تاج خروس روی درصد پوشش سبز آفتابگردان در طول دوره رشد مهمتر از تراکم علف هرز بود. زیرا، در تیمار شاهد در مرحله ۷۵ روز پس از سبز شدن، آفتابگردان ۹۹ درصد فضای موجود را اشغال کرده بود و در واقع فضایی برای حضور تاج خروس فراهم نبود؛ در حالی که در همین مرحله رشد، فضای موجود برای حضور تاج خروس در سطوح اول، دوم و سوم زمان سبز شدن به ترتیب حدود ۴۷، ۶۶ و ۳۸ درصد بود. در رقم هایسان نیز وضعیت مشابه رقم آذرگل بود، ولی پوشش سبز آفتابگردان از ماه دوم به بعد نتوانست از ۵۰ درصد فراتر رود. در حالی که در رقم آذرگل در شرایط مشابه، پوشش سبز آفتابگردان تا حدود ۷۰ درصد نیز رسید. این یافته تأییدی دیگر بر قدرت رقابت بیشتر آذرگل نسبت به هایسان در تداخل با تاج خروس است.

به نظر می رسد که از نظر درصد پوشش سبز آفتابگردان، تأثیر تراکم تاج خروس در رقم آلستار مهم تر از زمان سبز شدن آن بوده است. چون اختلاف قابل توجهی بین سطوح اول و دوم زمان سبز شدن وجود نداشت و هر دو تا یک اندازه توانستند روی درصد پوشش سبز گیاه زراعی تأثیرگذار باشند، در حالی که بین سطوح مختلف تراکم از نظر تأثیر روی این صفت اختلاف مشاهده شد (جدول ۲). این اختلاف را می توان به پاکوتاهی و تعداد برگ کمتر این رقم و وجود فرصت بیشتر برای در اختیار گرفتن فضا توسط علف هرز نسبت داد و همان طوری که سایر داده های آزمایش نیز نشان داد، در کلیه تیمارهایی که پوشش سبز آفتابگردان کمتر توسعه یافته بود، درصد پوشش سبز تاج خروس حداکثر بود.

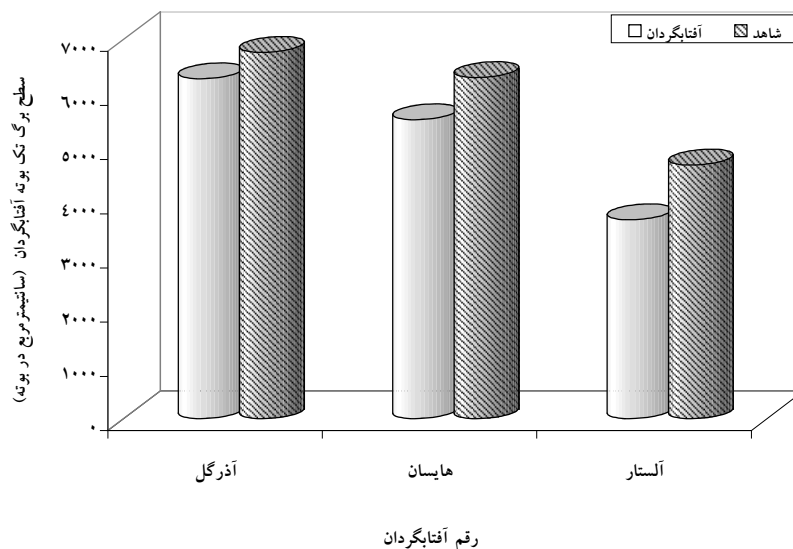
سطح برگ آفتابگردان

در سه رقم مورد مطالعه با افزایش تراکم و زودتر سبز شدن تاج خروس، شاخص سطح برگ آفتابگردان به طور معنی دار کاهش یافت (جدول ۲). در شدیدترین حالت رقابت ممکن (زمان اول سبز شدن و ۴۱/۷ بوته تاج خروس)، شاخص سطح برگ گیاه زراعی از ۴/۵۷ (شاهد) به ۳/۶۹ در رقم آذرگل، از ۴/۲ (شاهد) به ۳/۲ در رقم هایسان و از ۳/۹ (شاهد) به ۲/۵۶ در رقم آلستار کاهش پیدا کرد که به ترتیب ۱۹، ۲۴ و ۳۴ درصد کاهش در مقایسه با شاهد بودند. در رقم آلستار مقدار کاهش حتی تا حدود دو برابر رقم آذرگل نیز رسید. همان طوری که در جدول ۲ ملاحظه می شود، در رقم آلستار تأثیر تراکم تاج خروس روی این صفت بیشتر از زمان سبز شدن آن بود. نتایج نشان داد که با تأخیر در سبز شدن علف هرز از تأثیر منفی آن بر سطح برگ آفتابگردان کاسته می شود. در بسیاری از تحقیقات نیز کاهش سطح برگ گیاه زراعی بر اثر رقابت با علف های هرز گزارش شده است (۷ و ۱۴). در مطالعه کنزویچ و همکاران (۱۹۹۴)، سبز شدن همزمان علف های هرز با ذرت شاخص سطح برگ آن را تا ۳۶ درصد کاهش داد، در

حالی که تأخیر در سبز شدن علف‌های هرز تا مرحله ۳-۵ برگی ذرت نتوانست کاهش معنی‌دار را در LAI ایجاد کند. تولنار و همکاران (۱۹۹۴a) نیز کاهش سطح برگ ذرت را بر اثر رقابت علف‌های هرز گزارش و آن را به کاهش اندازه برگ‌های گیاه زراعی نسبت دادند، ولی تعداد برگ متأثر از رقابت علف‌های هرز نبود. مقایسه میانگین های سطح برگ ارقام آفتابگردان در ۷۵ روز پس از سبز شدن (شکل ۱) نیز این نتیجه را تأیید کرد. در این مطالعه با توجه به نحوه تأثیرپذیری سطح برگ تک بوته آفتابگردان از رقابت با تاج‌خروس می‌توان گفت که این صفت بایستی به عنوان معیاری مناسب در تعیین درجه رقابت نوری بین دو گیاه مورد استفاده قرار گیرد. این صفت با اثر مستقیم بر فتوسنتز و رشد گیاه زراعی، می‌تواند رقیب قوی‌تر را از همان مراحل اولیه رشد مشخص کند. به احتمال زیاد عوامل دیگر نظیر اختلاف در ارتفاع ساقه که بسیاری از محققان نیز بر تأثیر مستقیم آن روی رقابت نوری گیاهان تأکید کرده‌اند، اثر خود را از طریق شاخص سطح برگ اعمال می‌کند.

در مرحله ۷۵ روز پس از سبز شدن آفتابگردان، اختلاف بین تراکم‌ها و زمان‌های مختلف سبز شدن تاج‌خروس از نظر تأثیر بر این صفت معنی‌دار شد (جدول ۲). البته، اختلاف بین کلیه تیمارهای نه گانه در رقم آلستار با شاهد معنی‌دار شد و تأثیر زمان سبز شدن تاج‌خروس کمتر از تراکم آن بود. با این‌که بین سطوح دوم و سوم زمان سبز شدن در تراکم‌های مختلف اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد، ولی افزایش ۱۷ بوته اول تاج‌خروس (اختلاف بین سطوح اول و دوم تراکم) و ۱۷ بوته دوم تاج‌خروس (اختلاف بین سطوح دوم و سوم تراکم) به هر مترمربع (در میانگین زمان‌های سبز شدن) توانست سطح برگ هر بوته آفتابگردان را به ترتیب حدود ۹۵۰ و ۱۳۷۰ سانتی مترمربع کاهش دهد. در رقم هایسان تأثیر زمان سبز شدن تاج‌خروس تا حدی مهمتر بود و تأثیر تراکم بیشتر در سطح سوم آن آشکار شد. در این رقم، تأثیر رقابت تاج‌خروس روی کاهش سطح برگ هر بوته آفتابگردان در زمان سبز شدن همزمان با آن بیشتر از زمانی بود که علف‌هرز با تأخیر نسبت به گیاه زراعی سبز شده بود.

به طوری که در سطوح اول و سوم زمان سبز شدن، حداکثر سطح برگ در آفتابگردان حدود ۵۲۸۰ و ۶۱۶۰ سانتی مترمربع بود، ولی سطح برگ شاهد ۶۲۹۷ سانتیمترمربع در بوته اندازه‌گیری شد. در رقم آذرگل نیز فقط سبز شدن همزمان با آفتابگردان توانست سطح برگ هر بوته را به ویژه در سطح سوم تراکم تاج‌خروس نسبت به شاهد کاهش دهد و مقدار این کاهش حدود ۸۰۰ سانتی مترمربع (معادل ۱۲ درصد شاهد) بود. از آنجایی که در وضعیت مشابه مقدار کاهش سطح برگ دو رقم هایسان و آلستار نسبت به شاهد به ترتیب برابر ۱۲۸۰ (۲۰ درصد شاهد) و ۱۱۲۰ (۲۴ درصد شاهد) بود (جدول ۲)، بنابراین می‌توان گفت از نظر این صفت بیشترین و کمترین تأثیرپذیری را از رقابت با تاج‌خروس به ترتیب ارقام آلستار و آذرگل متحمل شده‌اند.



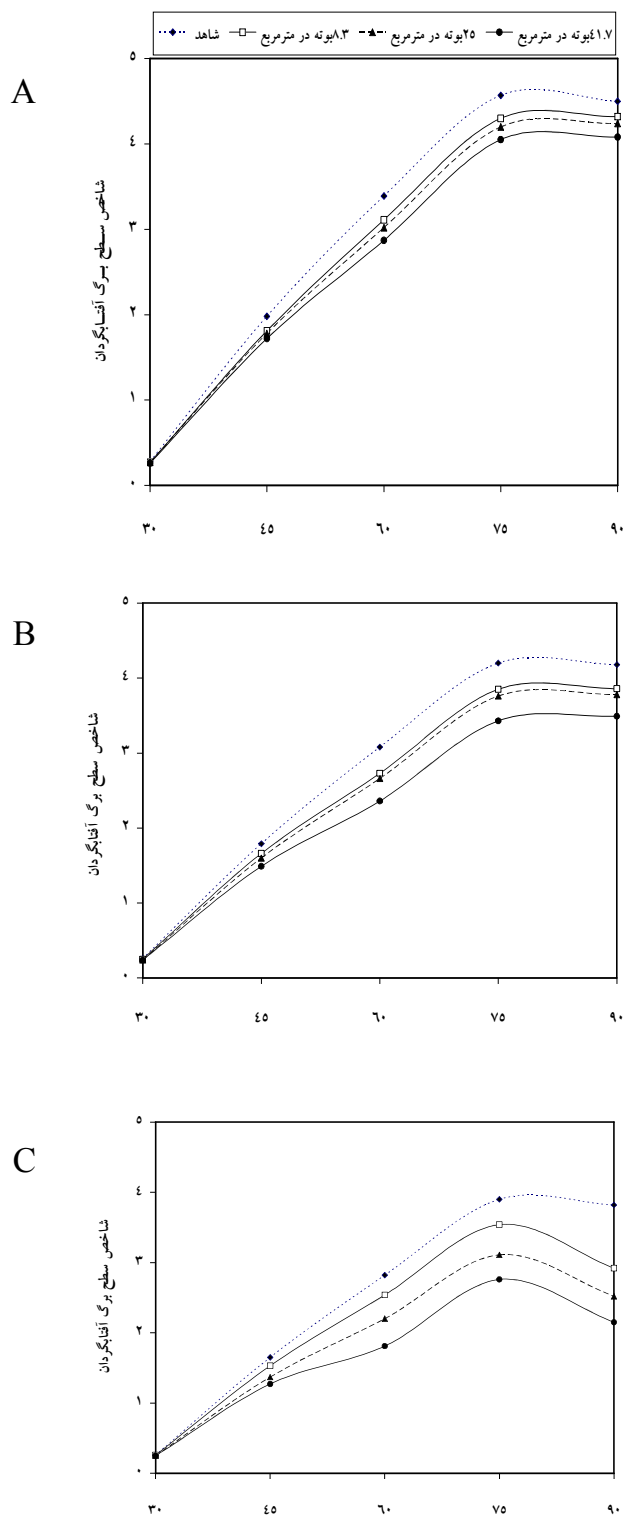
شکل ۱: سطح برگ تک بوته ارقام آفتابگردان در ۷۵ روز پس از سبز شدن آن در تداخل با تاج خروس نسبت به شاهد بدون علف هرز.

مطالعه روند تأثیر تراکم تاج خروس روی LAI آفتابگردان در فاصله زمانی ۹۰-۳۰ روز پس از سبز شدن آن (شکل ۲) نشان داد که در هر سه رقم مورد مطالعه به ویژه رقم پاکوتاه آلستار، اختلاف بین سطوح مختلف تراکم تاج خروس (در میانگین زمان های سبز شدن) تا حدودی از همان مراحل اولیه شروع می شود و به تدریج درجه اختلاف محسوس تر می گردد. البته، همواره شاهد بیشترین LAI را به خود اختصاص داد. در رقم هایسان درجه رقابت بین دو جزء مخلوط به ویژه در سطح سوم تراکم تاج خروس در طول دوره رشد در حال افزایش بود و LAI دو رقم آذرگل و هایسان از مرحله ۷۵ روز پس از سبز شدن به بعد به یک روند ثابت رسید، در حالی که از این مرحله به بعد LAI رقم آلستار در هر سه سطح تراکم تاج خروس (در میانگین زمان های سبز شدن) کاهش یافت. در فاصله زمانی ۷۵-۴۵ روز پس از سبز شدن، سرعت افزایش LAI آفتابگردان در سه سطح زمان نسبی سبز شدن تاج خروس به ترتیب حدود ۸۵۰، ۷۵۰، ۸۱۰ و ۷۵۰، ۵۹۰، ۵۵۰ و ۶۰۰ سانتی مترمربع در روز در رقم آذرگل، ۶۳۰، ۷۰۰ و ۷۷۰ سانتی مترمربع در روز در رقم هایسان و ۵۵۰، ۵۰۰ و ۴۰۰ سانتی مترمربع در روز و در سطوح مختلف زمان سبز شدن به طور متوسط حدود ۴۰۰ سانتی مترمربع در روز محاسبه شد. پیری برگ گیاه زراعی به هنگام رقابت با علف های هرز که توسط هال و همکاران (۱۹۹۲) و محمودی (۱۳۸۲) نیز گزارش شده است، می تواند

به دلیل شدت محدودیت منابع باشد. این امر موجب گردید تا در مرحله حدود ۸۰-۸۵ روز پس از سبز شدن، در حالی که رشد منفی سطح برگ آفتابگردان در تیمار شاهد هنوز به طور کامل شروع نشده بود، در تیمار سبز شدن همزمان تاج خروس، گیاه زراعی روزانه بیش از ۴۱۰ سانتی متر مربع از سطح برگ خود را از دست بدهد. طبق نظرات هال و همکاران (۱۹۹۲)، تولنار و همکاران (۱۹۹۴a)، کنزویچ و همکاران (۱۹۹۴) و بوسنیک و سوانتون (۱۹۹۷)، LAI یکی از شاخص های اصلی در فرآیند تداخل علف های هرز با گیاهان زراعی و نشان دهنده شدت رقابت است و می تواند به عنوان ابزاری در پیش بینی کاهش عملکرد گیاهان زراعی مورد استفاده قرار گیرد. بدیهی است که افزایش سریع سطح برگ به گسترش زود هنگام سایه انداز گیاهی می انجامد و این امر در موفقیت رقابتی علف های هرز و گیاهان زراعی در اکوسیستم های کشاورزی بسیار تعیین کننده است. با توجه به تأثیر سطح برگ روی فتوسنتز گیاه زراعی و اهمیت فتوسنتز بر عملکرد نهایی، انتظار می رود که تاج خروس با کاهش LAI آفتابگردان توانسته باشد کاهش معنی داری را در عملکرد آن ایجاد کند.

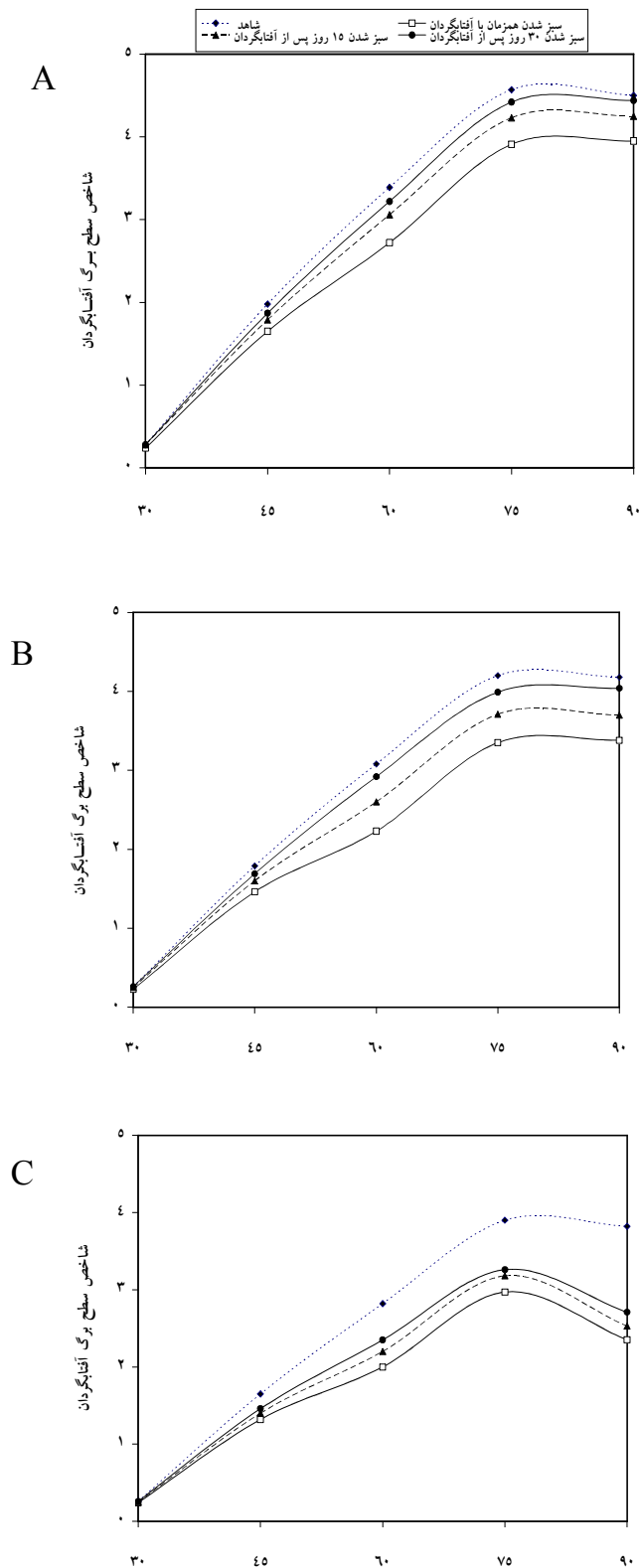
دوام سطح برگ آفتابگردان

مطالعه دوام سطح برگ آفتابگردان نشان داد که تأخیر در زمان سبز شدن تاج خروس موجب افزایش این صفت در هر سه رقم در فاصله زمانی ۷۵-۶۰ روز پس از سبز شدن آن می شود. در هر سه سطح زمان نسبی سبز شدن، LAD رقم آلتار پایین تر از دو رقم دیگر قرار داشت (شکل ۸). به طوری که سبز شدن زودتر تاج خروس نسبت به آفتابگردان (در میانگین تراکم ها)، توانست LAD گیاه زراعی را از ۸/۷ و ۷/۸ و ۵/۱ مترمربع در روز در زمان سوم سبز شدن تاج خروس در سه رقم مورد مطالعه به ۷/۵، ۶/۳ و ۴/۵ مترمربع در روز در زمان اول سبز شدن آن کاهش دهد. این نتیجه نشان داد که حتی سبز شدن تاج خروس در ۳۰ روز پس از آفتابگردان (در میانگین تراکم ها) نیز قادر است دوام سطح برگ رقم آلتار را تا ۱۷ درصد شاهد کاهش دهد. با افزایش تراکم تاج خروس، LAD آفتابگردان در هر سه رقم کاهش یافت (شکل ۵). از نظر این صفت، در رقم آلتار اختلاف بین تراکم های مختلف تاج خروس (در میانگین زمان های سبز شدن) بیشتر از اختلاف بین زمان های مختلف سبز شدن تاج خروس (در میانگین تراکم ها) بود (شکل های ۴ و ۵). در این رقم کاهش LAD نسبت به شاهد در تراکم های ۸/۳، ۲۵ و ۴۱/۷ بوته در متر مربع (در میانگین زمان های سبز شدن) به ترتیب ۹/۳، ۲۱ و ۳۲ درصد محاسبه شد. LAD آفتابگردان در این تیمارها به ترتیب از سطح ۵/۵، ۴/۸ و ۴/۱ مترمربع در روز فراتر نرفت؛ در حالی که میزان کاهش LAD ناشی از افزایش تراکم تاج خروس در دو رقم دیگر کمتر بود. بنابراین می توان گفت که اثر تراکم علف هرز بر LAD رقم آلتار مهم تر از زمان سبز شدن آن بود.



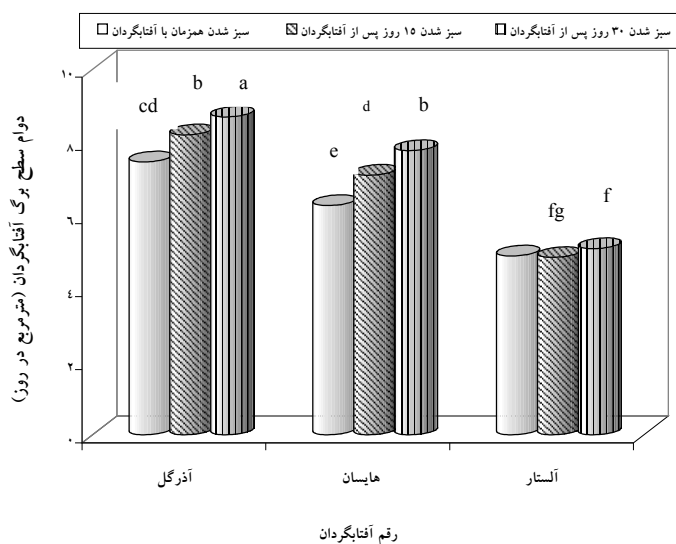
روز پس از سبزشدن آفتابگردان

شکل ۲- تاثیر تراکم تاج خروس در میانگین زمان های سبزشدن آن بر شاخص سطح برگ ارقام آفتابگردان در طول دوره رشد
A: آذرگل، B: هایسان و C: آلستار

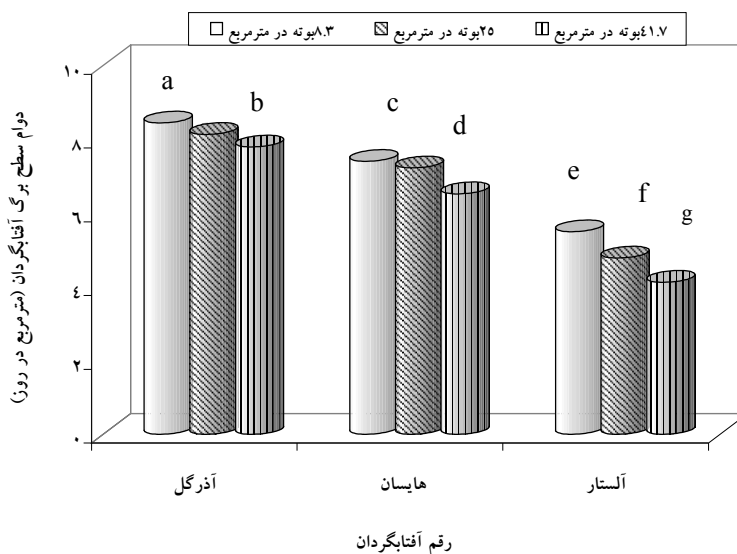


شکل ۳- تاثیر زمان سبز شدن تاج خروس در میانگین تراکم های آن بر شاخص سطح برگ ارقام آفتابگردان در طول دوره رشد
A: آذرگل، B: هایسان و C: آلستار

در حالی که در دو رقم دیگر تأثیر زمان سبز شدن علف‌هرز مهمتر بود. تولنار و همکاران (۱۹۹۴b) تأثیر منفی علف‌های هرز روی تجمع ماده خشک را در ذرت ناشی از اثر آن روی کاهش LAI و LAD می‌دانند. دوام سطح برگ که بیانگر سطح برگ هر بوته در طول زمان است، در بسیاری از گیاهان همبستگی قوی با عملکرد دارد (۲). بنابراین، به نظر می‌رسد که یکی از دلایل کاهش عملکرد آفتابگردان در تیمارهای رقابت با تاج خروس، کاهش LAD و در نتیجه کاهش ظرفیت ساخت مواد فتوسنتزی در طی زمان باشد.



شکل ۴: تأثیر رقم آفتابگردان و زمان سبز شدن تاج خروس روی دوام سطح برگ آفتابگردان در ۶۰-۷۵ روز پس از سبز شدن.



شکل ۵: تأثیر رقم آفتابگردان و تراکم تاج خروس روی دوام سطح برگ آفتابگردان در ۶۰-۷۵ روز پس از سبز شدن.

مطالعه تأثیر زمان سبز شدن تاج خروس (در میانگین تراکم‌ها) بر LAD آفتابگردان در ۶۰-۷۵ روز پس از سبز شدن نیز نتیجه داد که اختلاف LAD در بین زمان‌های سبز شدن تاج خروس به طور نسبی در رقم آذرگل و به ویژه در رقم هایسان از همان مراحل اولیه اندازه‌گیری آن شروع شده بود، ولی در رقم آلتار وضعیت برعکس و اختلاف بین زمان‌های سبز شدن تا حدودی نزدیک به هم بود. این امر نشان می‌دهد که همانند سایر صفات، در دو رقم آذرگل و هایسان تأثیر زمان سبز شدن مهمتر از تراکم تاج خروس است. ترائور و همکاران (۲۰۰۳) دریافتند که درصد جذب نور و تولید ماده خشک سورگوم در تیمارهای شاهد تک‌کشتی آن بیشتر از تیمارهای کشت مخلوط با علف‌هرز بود، ولی میزان رشد و تجمع ماده خشک در حضور علف‌هرز در هیبرید پابلند چهار برابر بیشتر از هیبرید پاکوتاه بود. این محققان ضمن تأکید بر نقش LAI روی درصد جذب نور توسط کانوبی، اصلاح هیبریدهای پابلند و برخوردار از LAI بالا را در دستیابی به اهداف مدیریت تلفیقی علف‌های هرز مفید تلقی کرده‌اند.

عملکرد دانه آفتابگردان

عملکرد دانه آفتابگردان در تداخل با تاج خروس در تیمارهای مواجه با افزایش پوشش سبز و شاخص سطح برگ بیشتر بود. رقم آذرگل حضور ۱/۷ و ۸/۳ بوته علف هرز در هر متر از ردیف را به ترتیب از سطوح سوم و دوم زمان سبز شدن به بعد بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد دانه تحمل کرد. در این رقم افزایش تراکم از ۸/۳ به ۲۵ و از ۲۵ به ۱/۷ بوته در هر متر از ردیف در مرحله ۱۵ روز پس از سبز شدن عملکرد دانه را به ترتیب حدود ۷ درصد و ۱۴ درصد نسبت به شاهد (۴۱۷۱ کیلوگرم در هکتار) کاهش داد. در رقم هایسان هیچ یک از تیمارهای مورد مطالعه نتوانستند در شرایط رقابت با تاج خروس عملکردی مشابه شاهد تولید کند و عملکرد دانه از ۳۸۵۸ کیلوگرم در هکتار در شاهد تا ۱۹۶۸ کیلوگرم در هکتار در زمان اول سبز شدن (۴۹ درصد کاهش)، ۲۴۵۳ کیلوگرم در هکتار در زمان دوم سبز شدن (۳۷ درصد کاهش) و ۳۲۳۵ کیلوگرم در هکتار در زمان سوم سبز شدن علف هرز (۱۶ درصد کاهش) افت پیدا کرد (جدول ۲). اختلاف قابل توجه در کاهش عملکرد دانه با زودتر سبز شدن تاج خروس نسبت به آفتابگردان مورد انتظار بود. زیرا زمان سبز شدن علف هرز نسبت به گیاه زراعی یکی از مهم ترین عوامل مؤثر در کاهش عملکرد ناشی از علف‌های هرز است (۲۰). با توجه به دو برابر شدن درصد کاهش عملکرد دانه با افزایش ۱۷ بوته دوم تاج خروس، معلوم می‌شود که تاج خروس فقط در تراکم‌های بالاتر از ۲۵ بوته در هر متر از ردیف می‌تواند بر عملکرد رقم آذرگل تأثیر منفی بیشتری داشته باشد. در رقم پاکوتاه آلتار درصد بیشتر کاهش عملکرد دانه نسبت به شاهد در مقایسه با تیمارهای مشابه دو رقم دیگر دلیل بر شدت رقابت تاج خروس با آن بود. هیبریدهایی از آفتابگردان که ضمن دارا بودن ارتفاع ساقه بلند، بتوانند در ابتدای فصل رشد با توسعه سطح برگ، تاج پوشش خود را زودتر تکمیل کنند، در

رقابت با تاج خروس و سایر علف های هرز مشکل ساز موفق خواهند شد و از آن می توان به عنوان ابزار مفید در مدیریت تلفیقی علف های هرز بهره گرفت.

منابع

- ۱- آقاعلیخانی، م. و رحیمیان مشهدی، ح. ۱۳۸۱. بررسی شاخص های کمی رشد ذرت دانه ای و علف هرز تاج خروس. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج. ص. ۶۲۹.
- ۲- سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع. ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۸ ص.
- ۳- شاهوردی، م.، حجازی، ا.، رحیمیان مشهدی، ح. و ترکمانی، ع. ۱۳۸۱. تعیین دوره بحرانی کنترل علف های هرز آفتابگردان رقم رکورد. مجله علوم زراعی ایران، ج. ۴، شماره ۳، ص. ۱۶۲-۱۵۲.
- ۴- محمودی، س. ۱۳۸۲. بررسی اکوفیزیولوژیک رقابت سلمه تره (*Chenopodium album* L.) با ذرت (*Zea mays* L.). رساله تحصیلی دکترای تخصصی زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران. ۲۱۰ ص.
- ۵- مظاهری، د. ۱۳۷۷. زراعت مخلوط. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۶۲ ص.
- 6- Aldrich, R. J. 2005. Weed crop ecology: Principles in weed management. Berton Publishers, 465p.
- 7-Bosnic, A. C. and Swanton, C. J. 1997. Influence of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) time of emergence and density on corn (*Zea mays* L.). Weed Sci. 43: 276-282.
- 8-Brusko, I., Smith, E. C. and Murphy, S. D. 2000. Interference of soybean cultivars with *Alopecurus muosuroides*. Weed Sci. 49: 85-92.
- 9- Clarence, J. and Swanton, J. 2002. Determination of the critical period of weed interference in corn (*Zea mays* L.) and soybeans (*Glycine max* L.). Dept. of Crop Sci. Ontario, Canada.
- 10-Gupta, O. P. 2006. Modern weed management. Agrobios Publ., India, 339p.
- 11-Hall, M. R., Swanton, C. J. and Anderson, G.W. 1992. The critical period of weed control in corn (*Zea mays* L.). Weed Sci. 40: 441-447.
- 12-Harper, F. 2005. Inter-specific competition. In: Principle of arable crop production. Granada Publ., New York, PP: 198-229.
- 13-Holt, J. S. 1995. Plant responses to light, a potential tool for weed management. Weed Sci. 43: 474-482.
- 14-Knezevic, S. Z., Weise, S. F. and Swanton, C. J. 1994. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) in corn (*Zea mays* L.). Weed Soc. 42: 568-573.
- 15-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 emerging weeds. Weed Sci. 44: 856-870.
- 16-Nagiub, N.Y., Abu Zeid, E. N. and Balbaa, L. K. 2006. Light absorption in field communities of corn plants. Egypt. J. Appl. Sci. 11 (3), 115- 122.
- 17-Nilson, G. F., Mauro, A. R., Dirceu, A. and Alvadi, A. B. J. 2004. Interference of hair beggarticks and arrowleaf sida with soybeans: Effects of plant density and relative emergence time. Ciencia Rural, Santa Maria. 34(1): 31-40.
- 18-Plucknett, D. L., Rice, E. J., Burrill, L. C. and Fisher, H. H. 1997. Approaches to weed control: In Cropping Systems Research and Development for the Asian Rice Farmers. Int. Rice. Inst., Laguna, Philippines, 295p.
- 19-Rafael, A. M., Randall, S. C., Michael, J. H. and John, B. J. 2001. Interference of palmer amaranth in corn. Weed Sci. 49: 202-208.
- 20-Rajcan, I. and Swanton, C. J. 2002. Understanding maize-weed competition: Resource competition, light quality and the whole plant. Field Crops Res. 71(2): 139-150.
- 21-Tollenaar, M. 1999. Duration of the grain-filling period in maize is not affected by photoperiod and incident PPFD during the vegetative phase. Fields Crops Res. 62: 15-21.
- 22-Tollenaar, M., Dibo, A. A., Aguilera, A., Weise, S. F. and Swanton, C. J. 1994a. Effect of crop density on weed interference in maize. Agro. J. 86: 591-595.
- 23-Tollenaar, M., MC Culough, D. E. and Dwyer, L.M. 1994b. Physiological basis of the genetic improvement of corn. In: Genetic improvement of field crops. Marcel Dekker, New York. 183-236.
- 24-Traore, R., Mauro, A. R., Dirceu, A. and Alvadi, A. B. J. 2003. Interference of sorghum cultivars with weeds. Proc. of Florida State Hort. Soc. 110: 117-120.
- 25-Van Gessel, M. J. and Renner, K. A. 1995. Redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) interference in potatoes (*Solanum tuberosum*). Weed Sci. 38: 338-343.