بررسی جذب نور توسط کانوپی و کلروفیل برگ در شرایط تک کشتی و رقابت بین گونه ای آفتابگردان و تاج خروس

Study of light absorption and leaf chlorophyll content in monoculture and interspecific competition of sunflower and redroot pigweed

بهرام میرشکاری

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

تاریخ دریافت ۸۷/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش ۸۸/۴/۳

چکیده

به منظور اندازه گیری واکنش سه رقم آفتابگردان از نظر جذب نور و کلروفیل برگ نسبت به زمان سبز شدن و تراکم تاج خروس، آزمایشی دوساله در طی سال های ۱۳۸۵-۱۳۸۴ در دانشگاه آزاد اسلامی تبریز با استفاده از طرح افزایشی اجرا شد. طرح آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه رقم آفتابگردان، شامل آذرگل، هایسان و آلستار، تراکم تاج خروس شامل ۸/۳، ۲۵ و ۴۱/۷ بوته در مترمربع و زمان سبز شدن تاج خروس، شامل همزمان، ۱۵ و ۳۰ روز بعد از سبز شدن آفتابگردان بود. نتایج نشان داد که در دو رقم آذرگل و هایسان، بسته شدن کانوپی مخلوط با افزایش تراکم و کاهش زمان سبز شدن تاج خروس زودتر اتفاق می افتد. رقم آلستار به دلیل پا کوتاهی و سطح برگ کمتر توانست در مرحله ۶۰ روز پس از سبز شدن آفتابگردان، حدود ۸ درصد نور را از خود عبور دهد. در تیمار تداخل تمام فصل ۴۱/۷ بوته تاج خروس در مترمربع، درصد جذب نور توسط کانوپی تاج خروس در سه رقم آذرگل, هایسان و آلستار تا ۲۳درصد, ۳۱درصد و ۳۷درصد افزایش یافت. با افزایش تراکم و زودتر سبز شدن تاج خروس نسبت به آفتابگردان، شاخص کلروفیل برگ به جز در سه تیمار تراکم های مختلف تاج خروس در سطح سوم زمان سبز شدن آن، روند کاهشی پیدا کرد و بیشترین تأثیر منفی را از تراکم تاج خروس رقم آلستار متحمل شد. از نظر عملکرد دانه، شدت رقابت تاج خروس با رقم پاکوتاه آلستار بیشتر از دو رقم آذرگل و هایسان بود. در رقم پاکوتاه آلستار به دلیل قدرت رقابت کمتر با علف های هرز, کنترل تاج خروس در اولین زمان ممکن توصیه می شود.

واژه های کلیدی: آفتابگردان, تداخل, شاخص کلروفیل برگ، کنترل تاج خروس، عملکرد دانه

مقدمه

شاهرودی و همکاران (۱۳۸۱) تاج خروس (*Amaranthus* spp.)، تاج ریزی (*Solanum nigrum*)، سلمه تره (*Chenopodium album*) و چند علف هرز دیگر را از مهم ترین علف های هرز مزرعه آفتابگردان معرفی کرده اند. تاج خروس ریشه قرمز به عنوان یکی از علف های هرز یکساله و پهن برگ، با گیاهان زراعی برای جذب نور، آب و مواد غذایی به شدت رقابت می کند (Rafael *et al.*, 2001). همزمانی جوانه زنی و خصوصیات رشدی تاج خروس و آفتابگردان و رقابت زیرزمینی و برون زمینی با گیاه زراعی، کنترل این علف هرز را با مشکل مواجه کرده و همین امر موجب شده است که به عنوان یکی از مزاحم ترین علف های هرز در مزارع برخی از گیاهان زراعی مطرح شود (Gossett, 2003). در بسیاری از اکوسیستم های زراعی که کمبود مواد غذایی و آب وجود ندارد، نور تنها عامل محدود کننده رشد گیاهان است (Aldrich, 1997) و بررسی ساز وکارهای مؤثر بر جذب نور و استفاده از آن در مدیریت علف های هرز از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بهبود توان رقابتی گیاهان، اعم از رقابت درون گونه ای و برون گونه ای، کارایی جذب نور را افزایش می دهد (Assemat and Allirand, 1995). رابطه بین

Archive of SID
www.SID.ir

محدودیت نور با میزان کلروفیل و فتوسنتز کانوپی و کاهش محصول، گاهی ممکن است بسیار شدید باشد (Zimdahl, 1993).

در کانوپی های مخلوط علف هرز- گیاه زراعی، مقدار نور جذب شده توسط علف هرز رقیب، در رشد و عملکرد گیاه زراعی نقش تعیین کننده ای دارد. زیرا بر اثر سایه اندازی یک بوته روی بوته مجاور، شدت نور تغییر می کند. کاهش در شدت نور، رشد گیاه مغلوب را کاهش می دهد (Rao, 2006). باربور و بریجز (Barbour and Bridges, 1995) مهم ترین شاخص مؤثر در ارزیابی رقابت نوری، را جذب بیشتر تشعشع فعال فتوسنتزی[1] توسط علف هرز و زمان وقوع آن می دانند. به عقیده بیلینسکی (Bielinski, 2003)، بذرهایی که زودتر سبز می شوند و نیز گیاهانی که در مراحل اولیه، رشد سریع تری دارند، سهم بیشتری از کل کانوپی مخلوط را به خود اختصاص می دهند و در رقابت نوری موفق تر عمل می کنند. میزان جذب نور در گیاهان پابلند و پهن برگ به دلیل برخورداری از سطح برگ بالا و سایه اندازی زیاد نسبت به گیاهان پاکوتاه و باریک برگ، بیشتر است (Gupta, 2006).

بنش و همکاران (Bensch *et al*., 2000) از مطالعه تأثیر رقابتی سه گونه علف هرز متعلق به جنس تاج خروس در آفتابگردان دریافتند که تأثیر منفی تداخل *A. retroflexus* بر روی عملکرد دانه از *A. palmeri* بیشتر و از *A. rudis* کمتر است. مطالعه رقابت بین گونه ای تاج خروس و آفتابگردان نشان داد که با افزایش تراکم و تأخیر در زمان سبز شدن علف هرز، تعداد برگ در هر بوته به طور معنی دار کاهش می یابد. به نظر می رسد که در زمان های دوم و سوم سبز شدن تاج خروس، توسعه بیشتر اندام های هوایی آفتابگردان موجب نفوذ کمتر نور به داخل کانوپی و تأخیر در ظهور برگ تاج خروس شده است (میرشکاری، ۱۳۸۷). وان گسل و رنر (Van Gessel and Renner, 1995) اظهار می دارند که در صورت رقابت تمام فصل، مخلوطی از علف های هرز یک ساله با آفتابگردان، عملکرد دانه به طور معنی دار کاهش پیدا می کند. همچنین کارانزا و همکاران (Carranza *et al*., 1995) نتیجه گرفتند که در مزرعه آفتابگردان، علف های هرزی که زودتر سبز می کنند، به دلیل ارتفاع ساقه بلندتر ۱/۵ برابر توان رقابتی علف های هرز دیرسبز شده را دارند. در بررسی تأثیر سایه حاصل از کانوپی ذرت روی نمو زایشی علف هرز تاج خروس ریشه قرمز مشخص گردید که شدت جریان فوتون فتوسنتزی[2] در لایه های پایینی کانوپی با افزایش تراکم کاهش می یابد (Clarence and Swanton, 2002).

هدف اصلی از تحقیق حاضر، اندازه گیری واکنش سه رقم آفتابگردان از نظر جذب نور و کلروفیل برگ و عملکرد دانه نسبت به زمان نسبی سبز شدن و تراکم تاج خروس بود.

مواد و روش ها

دو آزمایش در سال های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ در ایستگاه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز واقع در منطقه خلعت پوشان با مختصات جغرافیایی ۴۶° ۱۷′ طول شرقی و ۳۸° ۵′ عرض شمالی اجرا شد. اقلیم منطقه از نوع نیمه خشک سرد و میانگین بارندگی سالانه ۲۶۸ میلی متر است. خاک محل اجرای آزمایش دارای بافت لوم شنی, EC کمتر از یک و pH حدود ۸/۲ –۷/۵ است.

طرح آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار و عامل های مورد مطالعه شامل رقم آفتابگردان (آذرگل، هایسان و آلستار)، تراکم تاج خروس (۸/۳، ۲۵ و ۴۱/۷ بوته در مترمربع) و زمان نسبی سبز شدن تاج خروس (همزمان، ۱۵ و ۳۰ روز بعد از سبز شدن آفتابگردان) بود. ابعاد هر کرت آزمایشی ۶,۳ متر و تعداد تیمارها در هر تکرار با احتساب سه تیمار شاهد بدون علف هرز ارقام آفتابگردان و سه تیمار شاهد تک کشتی تاج خروس در تراکم های مختلف، ۳۳ عدد بود. به دلیل طولانی بودن طول بلوک ها و اجتناب از بروز اشتباه ناشی از غیر یکنواختی

1- Photosynthetic Active Radiation (PAR)

2 - Photosynthetic Photon Flux Density (PPFD)

Archive of SID

www.SID.ir

احتمالی خاک در داخل بلوک ، هر بلوک بـه صـورت سه بلوک کوچک، شکسته شد. به منظور از بین بردن اثر حاشیه ای، بین کرت ها یک متـر فاصـله در نظـر گرفته شد. آذرگل هیبرید متوسط رس با ارتفاع ساقه ۱۷۵ سانتی متر است. هایسان هیبرید متوسط رس و نیمه پابلنـد (حدود ۱۶۸-۱۶۴ سانتی متر) و آلسـتار دارای دوره رشـد کمتر و ارتفاع ساقـه کوتـاه (حـدود ۱۶۰ سانتی متر) است (بی نام، ۱۳۸۲).

زمین محل اجرای آزمـایش، سـال قبـل زیـر کشت جو بود. عملیات تهیه زمین شامل افـزودن ۲۰ تن در هکتار کود دامی پوسیده و شخم به عمـق ۳۰ سانتی متر در پاییز سال قبل و شخم سطحی و اضافه کردن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از هر یک از کودهـای فسفات آمونیم و سولفات پتاسـیم (بـر اسـاس نتـایج تجزیه خاک و توصـیه آزمایـشگاه خـاک شناسـی) و دیسک زنی در اوایل بهار بود. کود نیتروژنه به شـکل اوره و به مقدار ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار در دو قسمت مساوی به هنگام کاشت و بعد از تنک به زمین اضافه شد. جوی و پـشته‌هـا بـه فاصـله ۶۰ سـانتی متـر از یکدیگر ایجاد شدند. بذر ارقـام آفتـابگردان از بخـش تحقیقات دانه های روغنی مؤسسه اصلاح نهال و بـذر کرج تهیه شد و بعد از ضدعفونی بـا سـم کاپتـان بـر علیه بیماری هـای سـفیدک و فوزاریـوم، در طـی دو سال آزمایش بـه ترتیـب در تـاریخ هـای ۸۴/۲/۱۵ و ۸۵/۲/۲۱ کشت شدند. تراکم کاشت آفتابگردان برای سه رقم به ترتیـب ۶۶۷۰۰، ۶۶۷۰۰ و ۸۳۳۰۰ بوتـه در هکتار بعد از مرحله تنک بـود. بـه منظـور تـأمین گیاهچه های تاج خروس در تـراکم هـای مختلـف از بانک بذر خاک استفاده شد. استقرار تاج خـروس هـا در کلیـه کـرت هـا در طـرفین ردیـف هـای کاشـت آفتابگردان و به صورت زیگزاک با فاصـله ۱۰ سـانتی متر از ردیف گیاه زراعی تنظیم گردید. در طول دوره رویش، عملیات داشت به طور مرتب انجام شد. بـرای کنترل علف های هرز در مزرعه بـا توجـه بـا ماهیـت آزمایش و تأمین شرایط مطلوب برای رویش بـذرهای تاج خروس در تیمارهای مورد نظر، هـیچ نـوع علـف کشی به کار برده نشد و تاج خروس هـای اضـافی در مرحله دو برگ حقیقی و سایر علف های هرز مزرعـه نیز که غالباً شامل سـلمه تـره و مـرغ (*Cynodon dactylon*) بودند، در طی دو مرحلـه ۳۰ و ۴۵ روز بعد از کاشت، به روش دستی وجـین شـدند. آبیـاری اول پس از کاشت آفتابگردان و آبیـاری هـای بعـدی بسته به نیاز گیاه، هر ۱۰-۷ روز یک بار انجام شد. به منظـور ارزیـابی پتانـسیل رقابـت تـاج خـروس بـا آفتـابگردان در جـذب نـور در طـول دوره رویـش و تعیین میزان دریافت PAR توسط کانوپی گیاهـان و بـرآورد سـهم هـر گونـه در جـذب PPFD ورودی، میزان نور رسیده به بالای کانوپی و درصد نور عبوری از کانوپی در طی چهار مرحله با اسـتفاده از دسـتگاه تشعشع سنج طولی[1] مجهز به سنـسور یـک متـری و بین ساعات ۱۱ تا ۱۳ ظهر و در آسمان صاف و بدون ابر با پـنج قرائـت در هـر کـرت (Cavero *et al.*, 1999) انجام شد. اولـین مرحلـه نورسـنجی ۳۰ روز بعد از کاشت و مراحل بعدی به فاصله هـر ۱۵ روز از هم انجـام شـدند. بـرای ایـن منظـور در هـر نمـونه برداری، ابتدا سنـسـور دسـتگاه بـه صـورت افقـی و عمود بر خطوط کاشت بر بالای کـانوپی کـرت هـای مخلـوط و کـرت هـای شـاهد شـامل کـشت خـالص آفتابگردان و تاج خـروس قـرار گرفـت و میـزان نـور ورودی[2] به کانوپی (A) اندازه گیری شد. این عمل در زیر کانوپی مخلوط در شرایط مـشابه و در حـالی کـه همواره وسط سنسور بر روی پشته قرار داشت، تکـرار و میزان PAR عبوری از کانوپی مخلوط (B) در هـر یک از تیمارها اندازه گیـری شـد. بـرای نـشان دادن نقش پوشش گیاهی تاج خروس در جذب بخـشـی از نور موجود در کانوپی، نورسـنجی یـک بـار دیگـر در روی سطح زمین (بخش تحتانی کانوپی) بعد از قطـع بوته های تاج خروس تکرار گردید. با ایـن حـال، نـور نفوذی به سطح سایه انداز کانوپی آفتابگردان (C) نیز اندازه گیری شد. به این ترتیب، امکـان تعیـین سـهم تقریبـی هـر یـک از گونـه هـای مخلـوط در جـذب PPFD ورودی با استفاده از روابط ۱ و ۲ فراهم شد.

1- Sunscan Canopy Analysis System, Eijkelkamp, User Manual SS1- UM- 1.05, England.
2- incident radiation (IR)

Archive of SID

www.SID.ir

$$\%Abs_s=(A-C)/A*100 \quad (1)$$

$$\%Abs_p=(C-B)/A*100 \quad (2)$$

در این روابط $\%Abs_s$ و $\%Abs_p$ به ترتیب درصد جذب PAR توسط آفتابگردان و تاج خروس در کانوپی مخلوط است (Cavero *et al.*, 1999). شاخص کلروفیل برگ[1] آفتابگردان با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر[2] در مرحله ظهور جوانه طبق و از سه نقطه متفاوت در جفت برگ های اول، وسطی و انتهایی ساقه و در ساعت ۱۱-۱۲ ظهر اندازه گیری شد.

تجزیه واریانس داده های مربوط به تیمارهای کشت مخلوط آفتابگردان و تاج خروس به صورت فاکتوریل و با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C انجام شد. به منظور مقایسه تیمارهای فوق با تیمارهای شاهد، تجزیه جداگانه ای نیز به صورت بلوک های کامل تصادفی با ۳۰ تیمار (۲۷ تیمار اصلی و ۳ تیمار شاهد کشت خالص آفتابگردان یا تاج خروس) انجام گرفت. مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح معنی داری ۵درصد انجام شد.

نتایج و بحث

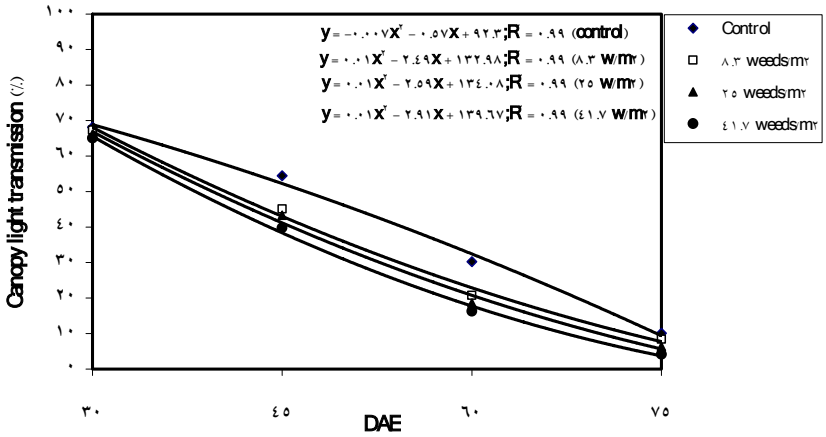
جذب نور توسط کانوپی آفتابگردان و تاج خروس

میزان عبور نور از کانوپی مخلوط در طول فصل رشد، متناسب با توسعهٔ کانوپی گیاهان کاهش یافت و با کاهش تراکم و تأخیر در زمان نسبی سبز شدن تاج خروس نسبت به آفتابگردان همچنان که توسط مک لاچلان و همکاران (Mc Lachlan *et al.*, 1993) نیز گزارش شده است، درصد عبور نور از کانوپی مخلوط بیشتر شد (شکل های ۱ تا ۶). این امر سبب گردید که در دو رقم آذرگل و هایسان، بسته شدن کانوپی مخلوط (جذب ۹۵درصد نور و عبور ۵درصد آن از کانوپی) با افزایش تراکم و کاهش زمان نسبی سبز شدن تاج خروس زودتر واقع شود؛ یعنی در حالی که در سطح سوم تراکم علف هرز (در میانگین زمان های سبز شدن آن) کانوپی رقم پابلند آذرگل در ۷۴ روز پس از سبز شدن بسته شده بود، در سطوح اول و دوم تراکم و نیز تیمار شاهد، میزان عبور نور به ترتیب حدود ۷/۵درصد، ۹درصد و ۱۱درصد بود (شکل ۱). به نظر می رسد تاج خروس فقط در تراکم های بالاتر از ۲۵ بوته در مترمربع توانایی رقابت با این رقم را داشته است. گوپتا (Gupta, 2006) نیز معتقد است که میزان جذب نور در گیاهان پابلند به دلیل سایه اندازی متراکم

1 - chlorophyll content index (CCI)
2- Chlorophyll Content Meter, Eijkelkamp CCM- 2000, USA.

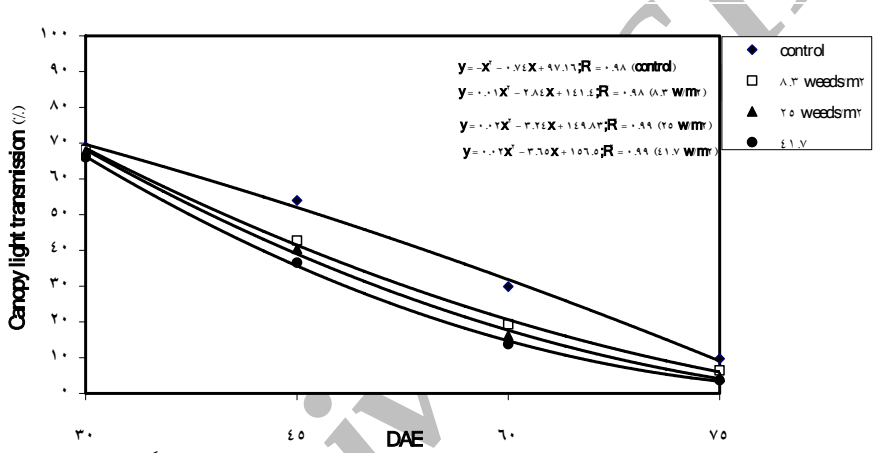
Archive of SID

www.SID.ir



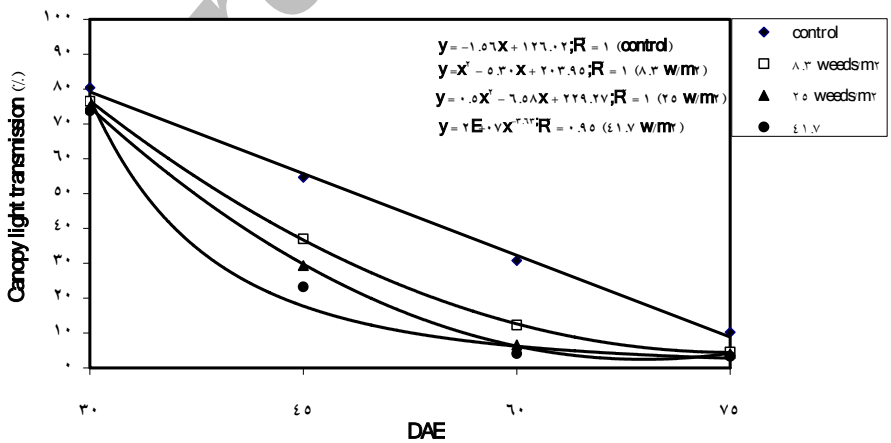
شکل ۱: تاثیر تراکم تاج خروس روی درصد عبور نور از کانوپی مخلوط در رقم آذرگل در طول دوره رشد (میانگین دو سال).

Figure ۱: Effects of pigweed density on canopy light transmission at growth period of Azarghol (Averaged two years)



شکل ۲: تاثیر تراکم تاج خروس روی درصد عبور نور از کانوپی مخلوط در رقم هایسان در طول دوره رشد (میانگین دو سال)

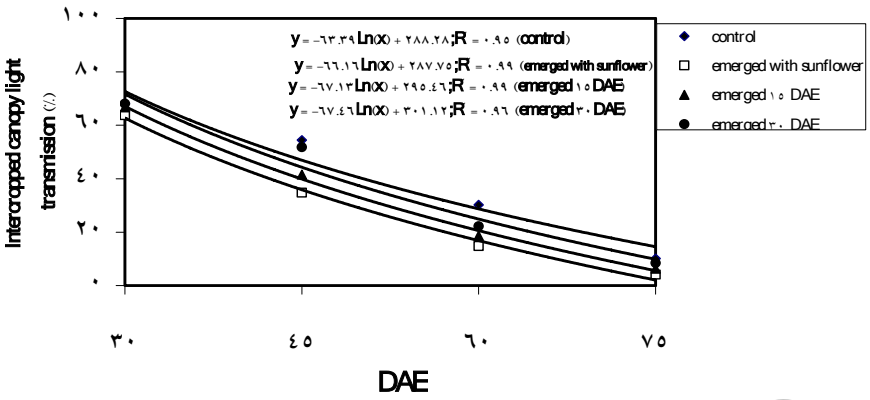
Figure ۲: Effects of pigweed density on canopy light transmission at growth period of Hysun (Averaged two years)



شکل ۳: تاثیر تراکم تاج خروس روی درصد عبور نور از کانوپی مخلوط در رقم آلستار در طول دوره رشد (میانگین دو سال).

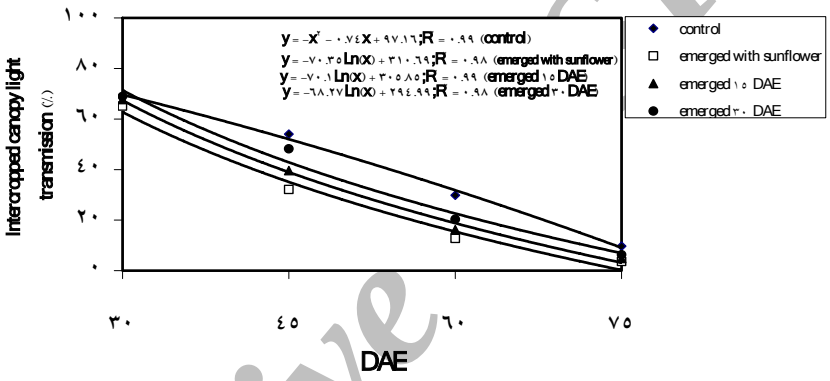
Figure ۳: Effects of pigweed density on canopy light transmission at growth period of Allstar (Averaged two years)

www.SID.ir



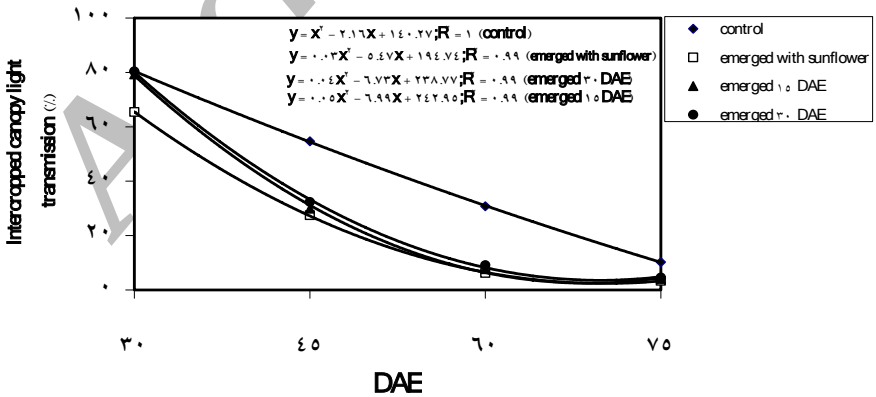
شکل ٤: تاثیر زمان سبز شدن تاج خروس روی درصد عبور نور از کانوپی مخلوط در رقم آذرگل در طول دوره رشد (میانگین دو سال).

Figure ٤: Effects of pigweed emergence time on canopy light transmission at growth period of Azarghol (Averaged two years)



شکل ۵: تاثیر زمان سبز شدن تاج خروس روی درصد عبور نور از کانوپی مخلوط در رقم هایسان در طول دوره رشد (میانگین دو سال).

Figure ٥: Effects of pigweed emergence time on canopy light transmission at growth period of Hysun (Averaged two years)



شکل ٦: تاثیر زمان سبز شدن تاج خروس روی درصد عبور نور از کانوپی مخلوط در رقم آلستار در طول دوره رشد (میانگین دو سال).

Figure ٦: Effects of pigweed emergence time on canopy light transmission at growth period of Allstar (Averaged two years)

نسبت به گیاهان پاکوتاه بیشتر است. در رقم نیمه پابلند هایسان نیز کانوپی تیمارهای سطوح دوم و سوم تراکم تاج خروس (در میانگین زمان های سبز شدن آن) به ترتیب در ۷۴ و ۷۳ روز بعد از سبز شدن آفتابگردان بسته شده بود؛ در حالی که در سطح اول آن، میزان عبور نور در ۷۵ روز پس از سبز

www.SID.ir

شدن در محدودهٔ ۶/۵درصد بود (شکل ۲). این نتیجه نشان می دهد که در این رقم احتمال می رود تراکم ۲۵ بوته تاج خروس نیز بتواند رقابت مؤثرتری را با آفتابگردان داشته باشد. در رقم آلستار در هر سه سطح تراکم تاج خروس (در میانگین زمان های سبز شدن آن)، کانوپی در مرحله قبل از ۷۵ روز بسته شد و میزان عبور نور کمتر از ۵درصد بود (شکل ۳). این امر نشان می دهد که هر سه سطح تراکم تاج خروس (در میانگین زمان های سبز شدن آن) توانایی رقابت با این رقم را خواهند داشت. در رقم آلستار، شرایط برای عبور نور به پایین کانوپی به دلیل پا کوتاهی و سطح برگ کمتر فراهم بود که توانسته است در سه مرحله ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز پس از سبز شدن آفتابگردان به ترتیب حدود ۷۵درصد، ۳۰درصد و ۸درصد PAR را از خود عبور دهد. بدیهی است که در چنین شرایطی، علف های هرز قدرت خودنمایی بهتری پیدا می کنند و در نتیجه با توسعه سطح برگ، درصد بیشتری از پوشش کانوپی را به خود اختصاص می دهند. میزان عبور نور در طی سه مرحله ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز پس از سبز شدن آفتابگردان در رقم آذرگل به ترتیب ۶۶درصد، ۴۳درصد و ۱۹درصد و در رقم هایسان به ترتیب ۶۷درصد، ۴۰درصد و ۱۶درصد محاسبه شد که با توجه به پابلندی نسبی و سطح برگ بیشتر آن ها دور از انتظار نیست. در مطالعه ترائوره و همکاران (Traore *et al.*, 2003) نیز درصد جذب PAR توسط کانوپی در کشت خالص سه هیبرید سورگوم تا حدودی مشابه بود، ولی در کشت مخلوط، میزان جذب PAR در هیبرید پابلند بیشتر از هیبریدهایی با ارتفاع متوسط بود و درصد جذب نور با LAI رابطه مستقیم داشت.

مطالعه تأثیر زمان سبز شدن تاج خروس (در میانگین تراکم های آن) بر روی درصد عبور نور از کانوپی مخلوط در سه رقم مورد مطالعه نیز نتایج مشابهی داشت. با این تفاوت که از نظر این صفت، در رقم آلستار، تأثیر تراکم تاج خروس مهم تر از زمان سبز شدن آن بود (شکل های ۴، ۵ و ۶). یعنی رقم آلستار در رقابت با تاج خروس در سطوح مختلف سبز شدن، آن به رغم وجود اختلاف ۳۰ روزه در سبز شدن تاج خروس (اختلاف بین i_0 و i_{30}) توانست در ۷۴-۷۳ روز پس از سبز شدن پوشش کانوپی را تکمیل کند, ولی در رقم آذرگل، در ۷۵ روز پس از سبز شدن، بین سطوح اول و سوم زمان سبز شدن تاج خروس (در میانگین تراکم های آن) از نظر پوشش کانوپی، حدود ۵ درصد اختلاف بود. یعنی تاج خروس های حاصل از بذرهایی که با تأخیر سبز می شوند، شانس محدودی را برای رقابت با این رقم دارند و نخواهند توانست در زمان بسته شدن کانوپی مخلوط تأثیرگذار باشند، زیرا درصد عبور نور در این مرحله از رشد در تیمار شاهد (۱۰درصد) و سطح سوم زمان سبز شدن تاج خروس (۹درصد) تقریباً برابر بود. روند موجود نشان می دهد که در هر سه رقم آفتابگردان، توسعهٔ زیاد کانوپی مخلوط به ویژه در سطح سوم تراکم و سطح اول زمان نسبی سبز شدن تاج خروس سبب شد تا کانوپی تیمارهای تداخل، زودتر از شاهد بسته شود. کاورو و همکاران (Cavero *et al.*, 1999) نتیجه گرفتند که درصد جذب PAR در کانوپی مخلوط ذرت و تاتوره (*Datura stramonium*) به مراتب بیشتر از کانوپی ذرت به هنگام عدم وجود علف هرز بود.

مقایسه میانگین های درصد عبور PAR از کانوپی آفتابگردان (پس از حذف تاج خروس) در ۷۵ روز پس از سبز شدن آن در سه رقم مورد مطالعه، حاکی از وجود اثر متقابل معنی دار بین تراکم و زمان سبز شدن تاج خروس در هر سه رقم بود (جدول ۱). در حالی که در دو رقم آذرگل و هایسان، افزایش تراکم تاج خروس در زمان سوم سبز شدن آن نتوانست تأثیر معنی داری را بر عبور نور از کانوپی آفتابگردان در مقایسه با شاهد در این مرحله از رشد داشته باشدو اثر آن در زمان های اول و دوم سبز شدن تاج خروس در این دو رقم و نیز در هر سه سطح زمان سبز شدن در رقم آلستار معنی دار شد و با افزایش تراکم، میزان عبور نور از کانوپی آفتابگردان (پس از حذف تاج خروس) افزایش یافت (جدول ۱). دلیل این موضوع می تواند تأثیر افزایش تراکم تاج خروس بر کاهش سهم کانوپی آفتابگردان در جذب نور از کل مخلوط باشد. مشابه این وضعیت به هنگام کاهش زمان نسبی سبز شدن تاج خروس مشاهده

Archive of SID

www.SID.ir

شد، به طوری که با زودتر سبز شدن تاج خروس، سهم کانوپی آفتابگردان از مخلوط، کاهش و به تبع آن، میزان عبور نور از کانوپی (پس از حذف تاج خروس) افزایش یافت. این نتیجه با یافته های حاصل از مطالعه محمودی (۱۳۸۲) مطابقت دارد. در رقم آلستار، اختلاف بین سطوح اول و دوم زمان سبز شدن تاج خروس از نظر این صفت معنی دار نبود. این امر نشانگر آن است که هر دو سطح i_0 و i_{15} توانایی رقابت با این رقم را از نظر جذب نور داشته اند و مانع از افزایش معنی دار گسترش کانوپی آفتابگردان به ویژه در تراکم های بالا شده اند. این نتیجه با مقایسه میانگین تیمارهای تأثیر رقم و زمان سبز شدن تاج خروس (در میانگین تراکم های آن) بر روی درصد جذب نور توسط آفتابگردان در ۷۵ روز پس از سبز شدن آن نیز تأیید شد، به طوری که اختلاف بین میزان جذب نور توسط آفتابگردان در دو سطح i_0 و i_{15} معنی دار نشد و هر دو به طور میانگین میزان جذب نور توسط آفتابگردان را حدود ۲۲درصد نسبت به شاهد کاهش دادند. همچنین، درصد جذب نور توسط رقم پابلند آذرگل بیشتر از رقم نیمه پابلند هایسان و آن نیز بیشتر از رقم پاکوتاه آلستار بود. در آزمایش تولنار و همکاران (Tollenaar *et al.*, 1994) نیز افزایش دورهٔ تداخل علف های هرز موجب کاهش میزان جذب نور توسط ذرت در کانوپی مخلوط شد، به طوری که با افزایش فشار رقابتی علف های هرز، میزان عبور نور از کانوپی در مرحله کاکل دهی از ۸درصد به ۱۲درصد رسید. در این بررسی، بخش عمدهٔ نور عبوری از کانوپی ذرت توسط علف هرز جذب شد، به طوری که عبور نور از کانوپی مخلوط فقط به ۲/۳درصد رسید. مورفی و همکاران (Murphy *et al.* 1996) و تولنار و همکاران (Tollenaar *et al.*, 1994) نیز گزارش کرده اند که در تراکم های بالای ذرت همراه با کاهش فاصله ردیف های آن، بیوماس علف های هرز کاهش می یابد. آن ها نشان دادند که افزایش جذب نور توسط کانوپی ذرت، عامل

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

Table 1. Variance Analysis of effect of sunflower cultivar; interference time and density of redroot pigweed with control on some studied traits of sunflower

	df	شاخص میزان کلروفیل در (جفت برگ اول) Chlorophyll content index (first leaf pair)	شاخص میزان کلروفیل در (جفت برگ هفتم) Chlorophyll content index (7^{th} leaf pair)	شاخص میزان کلروفیل در (جفت برگ انتهایی) Chlorophyll content index (upper leaf pair)
				MS
Year	1	2.686	0.672	2.694
Replicate/Year	4	2.089	0.864	3.361
Treatment	29	18.605**	14.627**	1.002
Treatment/ Year	29	1.540	0.812	0.241
Error	116	2.225	2.513	1.267
CV(%)	-	21.41	15.66	17.37

**: significant at the 1% of probability level

کاهش رشد علف های هرز بوده است. در این تحقیق نیز با توجه به این که درصد عبور نور به پایین کانوپی در تیمار شاهد بدون علف هرز و در سطح تراکم مورد مطالعه در رقم آلستار (۸۳/۳ هزار بوته در هکتار) به دلیل سطح برگ، تعداد برگ و ارتفاع ساقه کمتر و به تبع آن عدم پوشش کامل کانوپی[1]، در هر چهار مرحله اندازه گیری، بیشتر از دو

۱- میزان پوشش کانوپی در تیمارهای مربوط به این رقم در هر چهار مرحله اندازه گیری (۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ روز پس از سبز شدن آفتابگردان) کمتر از دو رقم دیگر بود و در اندازه گیری

Archive of SID

www.SID.ir

دو رقم دیگر بود (اگر چه اختلاف موجود فقط در اندازه گیری اول معنی دار شد). بنابراین، به نظر می رسد که با افزایش تراکم کاشت این رقم بتوان رشد برخی علف های هرز نظیر تاج خروس را محدود کرد.

مطالعه تأثیر تراکم و زمان سبز شدن تاج خروس روی درصد جذب نور توسط آن در مرحله ۷۵ روز پس از سبز شدن آفتابگردان در سه رقم مورد مطالعه (جدول ۲) نشان داد که با افزایش تراکم و زودتر سبز شدن تاج خروس، درصد جذب نور توسط کانوپی آن افزایش می یابد. به طور کلی، بذرهایی که زودتر سبز می شوند و نیز گیاهانی که در مراحل اولیه، رشد سریع تری دارند، سهم بیشتری از کل کانوپی را به خود اختصاص می دهند و در رقابت برای جذب نور موفق تر هستند. در این تحقیق، درصد جذب PAR توسط تاج خروس در شدیدترین حالت رقابت ممکن (رقابت تمام فصل ۴۱/۷ بوته تاج خروس در مترمربع)، در رقم آذرگل از ۲۳درصد فراتر نرفت، در حالی که در دو رقم هایسان و آلستار حدود ۳۱درصد و ۳۷درصد کل PAR برای تاج خروس در دسترس بود. ولی، مطالعه راجکان و سوانتون (Rajcan and Swanton, 2001) در مورد ذرت نشان داد که در تراکم های مطلوب کاشت، بعد از به حداکثر رسیدن رشد کانوپی، معمولاً کمتر از ۱۰درصد نور به لایه های پایین کانوپی نفوذ می کند، در حالی که در آفتابگردان، رقم آلستار حدود ۳/۵ برابر آن بود. مشابه همین وضعیت نیز در تیمار سبز شدن ۸/۳ بوته تاج خروس در ۳۰ روز پس از آفتابگردان مشاهده شد. بدین ترتیب که مقدار جذب نور توسط علف هرز از کل PAR به ترتیب در سه رقم آفتابگردان حدود ۰/۹درصد، ۳/۸درصد و ۹/۵درصد محاسبه شد. همچنین، با توجه به ارتفاع کمتر تاج خروس نسبت به آفتابگردان در سطح سوم زمان نسبی سبز شدن (حتی در بالاترین سطح تراکم علف هرز)، به ویژه در رقم آذرگل، احتمال می رود که رقابت نوری، اهمیت قابل توجهی را در زمان سوم سبز شدن تاج خروس نداشته باشد.

کلروفیل برگ آفتابگردان

تجزیه واریانس تأثیر تراکم و زمان سبز شدن تاج خروس روی شاخص کلروفیل برگ در آفتابگردان در سه رقم مورد مطالعه حاکی از آن است که اختلاف بین شاهد با سایر تیمارها از نظر شاخص کلروفیل جفت برگ های اول و هفتم معنی دار بود، ولی اختلاف معنی داری بین شاخص کلروفیل جفت برگ انتهایی ساقه در تیمارهای مورد مطالعه با شاهد وجود نداشت (جدول ۲). سبز شدن تاج خروس در دو مرحله ۱۵ و ۳۰ روز پس از آفتابگردان (در میانگین تراکم ها) روی شاخص کلروفیل جفت برگ هفتم آفتابگردان در دو رقم آذرگل و هایسان تأثیرگذار نبود. اختلاف بین این دو رقم که به نظر می رسد به دلیل قدرت سایه اندازی بر روی تاج خروس و محدود کردن دامنه رقابتی آن با گیاه زراعی و بهبود قدرت فتوسنتزی آن باشد، در بین سطوح اول و دوم زمان سبز شدن آشکار گردید. به عبارت دیگر، در حالی که شاخص کلروفیل برگ رقم آذرگل در همان سطح قبلی (۱۳/۵) حفظ شده بود، در رقم هایسان با ۱۶/۵درصد کاهش از ۱۳/۶۵ به ۱۱/۴ رسید. روند موجود نشان می دهد که در رقم هایسان محدودیت رقابتی از نظر این صفت فقط در سطح اول

چهارم حتی کمتر از ۹۰درصد بود، در حالی که رقم آذرگل در این مرحله نزدیک به ۱۰۰درصد پوشش کانوپی را به خود اختصاص داده بود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین های برخی از صفات مورد مطالعه در دو سال

Table 2. Mean comparisons of some studied traits

	جذب نور توسط آفتابگردان بعد از حذف تاج خروس Light transmission by sunflower canopy (after pigweed elimination) at 75 DAE (%)	جذب نور توسط تاج خروس در ۷۵ روز پس از سبز شدن آفتابگردان Light interception by pigweed canopy at 75 DAE (%)	عملکرد دانه آفتابگردان Sunflower grain yield (kg/ha)
$V_1D_1I_0$	18.1 e-h	12.8 f-j	3342 cd
$V_1D_1I_{15}$	15.0 f-h	5.2 jk	3957 ab
$V_1D_1I_{30}$	11.0 h	0.9 k	4062 ab
$V_1D_2I_0$	25.0 c-g	21.0 cf	3109 de
$V_1D_2I_{15}$	18.0 e-h	12.9 f-j	3883 b
$V_1D_2I_{30}$	11.0 h	1.0 k	4033 ab
$V_1D_3I_0$	26.0 c-f	23.0 c-f	2724 fg
$V_1D_3I_{15}$	20.0 d-h	15.9 e-i	3580 c
$V_1D_3I_{30}$	11.0 h	5.6 i-k	4081 ab
$V_2D_1I_0$	21.61 d-h	17.2 d-h	2151 h
$V_2D_1I_{15}$	19.3 d-h	12.3 f-j	2732 fg
$V_2D_1I_{30}$	21.1 h	3.8 jk	3509 c
$V_2D_2I_0$	29.5 a-e	26.0 b-e	2031 hi
$V_2D_2I_{15}$	21.5 d-h	17.0 d-h	2556 g
$V_2D_2I_{30}$	21.0 h	6.1 h-k	3238 d
$V_2D_3I_0$	34.0 a-c	31.0 a-c	1723j
$V_2D_3I_{15}$	28.5 bc	25.5 b-e	2078 h
$V_2D_3I_{30}$	13.1 h	8.0 g-k	2960 ef
$V_3D_1I_0$	22.5 c-h	18.4 d-g	1581 j
$V_3D_1I_{15}$	20.5 d-h	15.8 e-i	1793 ij
$V_3D_1I_{30}$	14.5 f-h	9.5 g-k	2038 hi
$V_3D_2I_0$	31.0 a-d	27.8 a-d	829 lm
$V_3D_2I_{15}$	29.0 a-e	24.5 b-e	1028 kl
$V_3D_2I_{30}$	14.0 gh	9.5 g-k	1226 k
$V_3D_3I_0$	40.0 a	37.0 a	537 h
$V_3D_3I_{15}$	38.18 ab	35.2 ab	652 mn
$V_3D_3I_{30}$	15.95 f-h	11.9 f-k	757 mn
Control V_1	-	-	4171 a
Control V_2	-	-	3858 b
Control V_3	-	-	3153 de

- Each value is averaged of two data from two years of experiment.

-Values within columns followed by the same letter have not significant difference at the 0.05 probability level in Duncan's test.

-V_1, V_2 and V_3 indicate Azarghol, Hysun and Allstar cultivars, D and I indicate weed density (plants m^{-2}) and weed time of emergence (days after sunflower emergence), respectively.

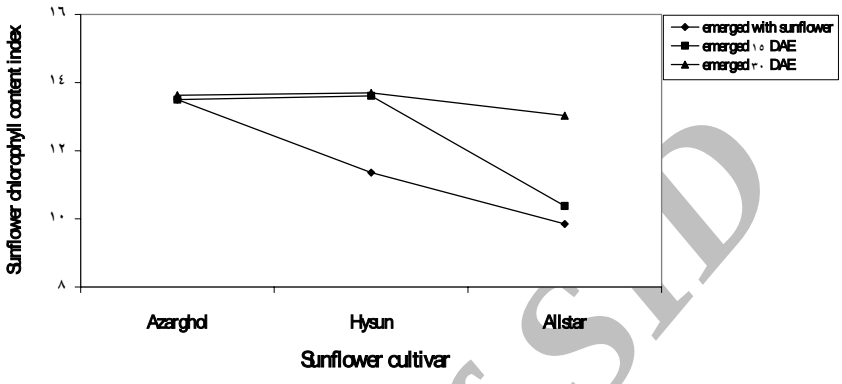
زمان سبز شدن تاج خروس آشکار بود و بعد از ۱۵ روز رفع گردید. ولی، در رقم آلستار، اختلاف بین سطح سوم زمان سبز شدن (در میانگین تراکم ها) با دو رقم دیگر معنی‌دار نبود و بیشترین درجه رقابت بین دو جزء مخلوط و سایه اندازی تاج خروس روی آفتابگردان در دو سطح سبز شدن همزمان با آفتابگردان و ۱۵ روز پس از آن مشخص تر شد (شکل ۷).

در حالت کلی، با افزایش تراکم و زودتر سبز شدن تاج خروس نسبت به آفتابگردان، شاخص کلروفیل برگ به جز در سه تیمار تراکم های مختلف تاج خروس در سطح سوم زمان سبز شدن آن روند کاهشی پیدا کرده است (شکل ۸)، زیرا از نظر این

Archive of SID

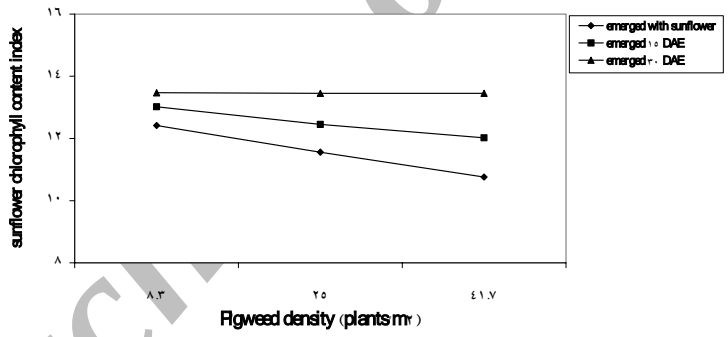
www.SID.ir

صفت، بیشترین تأثیر منفی را از تراکم تاج خروس رقم آلستار متحمل شده است. اختلاف بین تراکم های مختلف تاج خروس (در میانگین زمان های سبز شدن آن) از نظر تأثیر روی این صفت معنی دار شد (شکل ۹)، به طوری که با افزایش ۱۷ بوته اول (اختلاف بین سطوح اول و دوم تراکم) و ۱۷ بوته دوم (اختلاف بین سطوح دوم و سوم تراکم)، شاخص کلروفیل برگ به ترتیب از حدود ۱۲ به ۱۱ و از ۱۱ به ۱۰ کاهش یافته است که مقدار کاهش، نسبت به تیمار شاهد آن، به ترتیب حدود ۲۷درصد و ۳۱درصد محاسبه شد. سایر اطلاعات آزمایش نشانگر آن بود که در مرحله ظهور جوانه طبق، ارتفاع



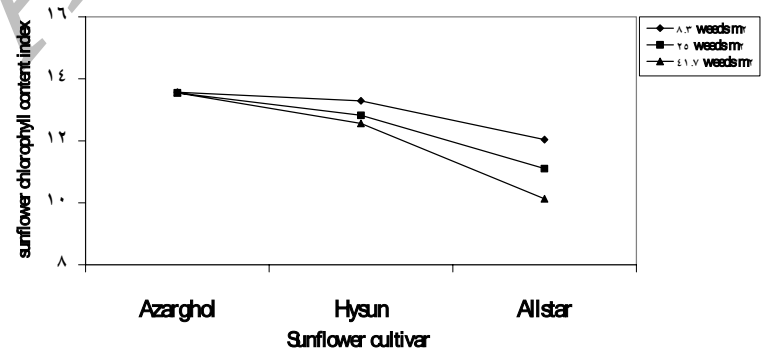
شکل ۷: تاثیر رقم آفتابگردان و زمان سبز شدن تاج خروس روی شاخص کلروفیل برگ آفتابگردان (جفت برگ هفتم) (میانگین دو سال).

Figure ۷: Effect of sunflower cultivar and emergence time of pigweed on sunflower ۷th leaf chlorophyll content index (Averaged two years)



شکل ۸: تأثیر تراکم و زمان سبز شدن تاج خروس روی شاخص کلروفیل برگ آفتابگردان (جفت برگ هفتم) (میانگین دو سال).

Figure ۸: Effect of density and emergence time of pigweed on sunflower ۷th leaf chlorophyll content index (Averaged two years)



شکل ۹: تاثیر رقم آفتابگردان و تراکم تاج خروس روی شاخص کلروفیل برگ آفتابگردان (جفت برگ هفتم) (میانگین دو سال).

Figure ۹: Effect of sunflower cultivar and density of pigweed on sunflower ۷th leaf chlorophyll content index (Averaged two years)

www.SID.ir

تاج خروس و آفتابگردان در سه رقم آذرگل، هایسان و آلستار (میانگین کل تیمارها) به ترتیب ۲۵ و ۱۳۱ سانتی متر، ۳۱ و ۱۱۷ سانتی متر و ۳۷ و ۶۴ سانتی متر بود. به عبارت دیگر، در دو رقم آذرگل و هایسان، ارتفاع ساقه علف هرز در حدود ۱۹درصد و ۲۴درصد ارتفاع ساقه گیاه زراعی بود، در حالی که در رقم آلستار، ارتفاع ساقه علف هرز از ۵۵درصد ارتفاع ساقه گیاه زراعی در مرحله فنولوژیک مشابه نیز فراتر رفته بود. به عقیده مک لاچلان و همکاران (Mc Lachlan *et al.*, 1993) و روهریس و استانزل (Rohris and Stunzel, 2003)، دو ویژگی نور شامل کمیت و کیفیت آن، موجب پیدایش رقابت در بین گیاهان می شود. جزء کمّی نور که شامل شدت و میزان نور جذب شده توسط هر یک از گیاهان است، فتوسنتز کانوپی را تعیین می کند، ولی کیفیت نور، متغیری است که ریخت شناسی گیاهان را تحت تأثیر قرار می دهد. هر دو جنبه از نور، در کانوپی های متشکل از گیاه زراعی و علف هرز، در مقایسه با کانوپی های خالص گیاه زراعی و یا علف هرز تغییر پیدا می کنند. در این مطالعه نیز به دلیل زیادتر بودن ارتفاع ساقه تاج خروس در رقم هایسان نسبت به آذرگل و در رقم آلستار نسبت به هایسان در مرحله فنولوژیک مشابه، سایه اندازی زیاد تاج خروس بر روی جفت برگ های هفتم آفتابگردان موجب کاهش شاخص کلروفیل آن برگ ها به ویژه در تراکم های بالا و زمان های سبز شدن زودتر علف هرز شده است. همین امر ظهور زودتر علایم پیری در برگ های پایینی آفتابگردان را در رقم آلستار نسبت به دو رقم دیگر موجب شد (برخی از اطلاعات درج نشده اند). در تیمارهای شاهد، شاخص کلروفیل برگ های پایینی در رقم آلستار ۴درصد بیشتر از رقم آذرگل بود، که به نظر می رسد به دلیل نفوذ بیشتر نور به پایین کانوپی در این رقم (همچنان که در مرحله نورسنجی نیز مشاهده شد) و تأثیر آن بر سنتز کلروفیل باشد. در مطالعه انجام شده توسط نیلسون و همکاران (Nilson *et al.*, 2004) به منظور ارزیابی تأثیر تداخل علف های هرز در شش سطح تراکم صفر، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ و ۶۴ بوته در متر مربع و سه زمان سبز شدن ۴ روز قبل، همزمان و ۴ روز بعد از سبز شدن سویا روی ویژگی های فیزیولوژیک گیاه زراعی، کلروفیل برگ های سویا بر اثر حضور علف های هرز کاهش یافت و درصد کاهش آن در سطح اول نسبت به سطح سوم زمان سبز شدن به ویژه در تراکم های بالا بیشتر بود. در این تحقیق نیز به دلیل پابلندی آفتابگردان، فقط برگ های پایینی و وسطی آن بیشتر تحت تأثیر رقابت تاج خروس قرار گرفته اند.

در این مطالعه در تیمارهای مواجه با کاهش جذب نور توسط کانوپی تاج خروس و نیز تیمارهای دارای کلروفیل برگ بالا در آفتابگردان، عملکرد دانه، بیشترین بود. همچنین عکس العمل ارقام مورد مطالعه آفتابگردان از نظر عملکرد دانه نسبت به تداخل علف هرز در شرایط آزمایش، متفاوت بود، به طوری که رقم آذرگل توانست حضور ۴۱/۷ و ۸/۳ بوته تاج خروس در هر متر از ردیف را به ترتیب از سطوح سوم و دوم زمان نسبی سبز شدن به بعد، بدون کاهش معنی دار در عملکرد دانه تحمل کند. در این رقم، افزایش تراکم از ۸/۳ به ۲۵ و از ۲۵ به ۴۱/۷ بوته در هر متر از ردیف در مرحله ۱۵ روز پس از سبز شدن، عملکرد دانه را به ترتیب حدود ۷٪ و ۱۴٪ در مقایسه با شاهد (۴۱۷۱ کیلوگرم در هکتار) کاهش داد (جدول ۲). با توجه به دو برابر شدن درصد کاهش عملکرد دانه با افزایش ۱۷ بوته دوم تاج خروس، معلوم می شود که تاج خروس فقط در تراکم های بالاتر از ۲۵ بوته در هر متر از ردیف می تواند بر عملکرد رقم آذرگل، تأثیر منفی بیشتری داشته باشد.

در رقم هایسان، هیچ یک از تیمارهای مورد مطالعه نتوانستد در شرایط رقابت با تاج خروس عملکردی نزدیک به شاهد تولید کنند، به طوری که عملکرد دانه از ۳۸۵۸ کیلوگرم در هکتار در شاهد تا ۱۹۶۸ کیلوگرم در هکتار در زمان اول سبز شدن (۴۹درصد کاهش)، ۲۴۵۳ کیلوگرم در هکتار در زمان دوم سبز شدن (۳۷درصد کاهش) و ۳۲۳۵ کیلوگرم در هکتار در زمان سوم سبز شدن (۱۶درصد کاهش) در میانگین تراکم ها افت پیدا کرد (جدول ۲). اختلاف قابل توجه در کاهش عملکرد دانه با زودتر سبز شدن تاج خروس نسبت به آفتابگردان،

www.SID.ir

مورد انتظار بود، زیرا زمان سبز شدن علف هرز نسبت به گیاه زراعی، همان طور که راجکان و سوانتون (Rajcan and Swanton, 2001) نیز بر آن تأکید دارند، یکی از مهم ترین عوامل مؤثر بر کاهش عملکرد ناشی از علف های هرز است. در رقم پاکوتاه آلستار، درصد بیشتر کاهش عملکرد دانه نسبت به شاهد در مقایسه با تیمارهای مشابه دو رقم دیگر، دلیل بر شدت رقابت تاج خروس بود.

به نظر می رسد که در ارقام پاکوتاه، گیاهان زراعی به دلیل قدرت رقابت کمتر با علف های هرز و همان طوری که سایر داده های این آزمایش نیز نشان داد، تداخل تاج خروس توانست عملکرد بیولوژیک آفتابگردان را به ویژه در رقم پاکوتاه آلستار به طور معنی دار کاهش دهد و نیز با توجه به نقش عملکرد بیولوژیک در تولید عملکرد اقتصادی (جدول ۲)، توصیه می شود با ظهور تعداد محدودی از علف هرز تاج خروس در مزرعه نسبت به کنترل آن در اولین زمان ممکن جهت جلوگیری از افت عملکردهای بیولوژیک و اقتصادی و ممانعت از انتشار علف هرز در سال های بعدی اقدام شود.

سپاسگزاری

هزینه این تحقیق از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز تأمین شده است. بدین وسیله نگارنده مراتب قدردانی خود را از ریاست و معاون محترم پژوهشی دانشگاه اعلام می دارد.

منابع مورد استفاده

۱. بی نام. ۱۳۸۲. معرفی ارقام آفتابگردان. شرکت توسعه کشت دانه های روغنی. امور تحقیقات آفتابگردان. ۳ صفحه.

۲. شاهرودی, م., ا. حجازی, ح. رحیمیان مشهدی. ۱۳۸۱. تعیین دوره بحرانی علف های هرز در آفتابگردان رقم رکورد. مجله علوم زراعی ایران, شماره ۳, صفحات ۹۵-۱۰۵.

۳. محمودی، س. ۱۳۸۲. بررسی اکوفیزلویوژیک رقابت سلمه تره (*Chenopodium album L.*) با ذرت (*Zea mays L.*). رساله تحصیلی دکترای تخصصی زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران. ۲۱۰ ص.

۴. میرشکاری، بهرام. ۱۳۸۷. فنولوژی علف هرز تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) در تداخل با سه رقم آفتابگردان. مجله دانش نوین کشاورزی. شماره ۱۲، صفحات ۷۷-۹۲.

5. Aldrich, R.J., 1997. Predicting crop yield reductions from weeds. Weed Tech. 1: 199-206.
6. Assemat, L. and Allirand, L.M., 1995. A method for analyzing of light competition in a weed infested maize plot. In: Seisiem Conf. Du COLUMA Jurnees: International les sur ia lutte contra maurises herbes, Reims.
7. Barbour, J.C. and Bridges, D.V., 1995. A model of competition for light between peanut (*Arachis hypogea*) and broad leaf weeds. Weed Sci. 43: 247-257.
8. Bensch, C.N., Horak, M.J. and Peterson, D.E., 2000. Amaranthus competition in sunflower. Proc. North Cent. Weed Sci. Soc. 55: 81.
9. Bielinski, M.S., 2003. Interfernce of *Amaranthus hybridus* and *Portulaca oleracea* on lentile. Weed Tech. 2: 111-115.
10. Carranza, P., Saaverda, M. and Garci-Torres L., 1995. Competition between *Radolfia segetum* and sunflower. Weed Res. 35: 375-396.
11. Cavero, J., Zaragoza, C., Suso, M.L. and Pardo, A., 1999. Competition between maize and *Datura stramonium* in an irrigated field under semi-arid conditions. Weed Res. 39: 225-240.
12. 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.
13. Gossett, J., 2003. Amaranthus species in sunflower fields. Weeds Today. 18: 15-18.
14. Gupta, O.P., 2006. Modern Weed Management. Agrobios Publ., India, 339p.
15. Mc Lachlan, 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 Sci. 41: 568-573.

Archive of SID
www.SID.ir

16. 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.
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. 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.
19. Rajcan, I. and Swanton, C.J., 2001. Understanding maize-weed competition: Resource competition, light quality and the whole plant. Field Crops Res. 71(2): 139-150.
20. Rao, V.S., 2006. Principles of weed science. Science Publ., USA. 555p.
21. Rohris, M. and Stunzel, H., 2003. Canopy development of *Chenopodium album* in pure and mixed stands. Weed Res. 41: 111-128.
22. Tollenaar, M., Dibo, A.A., Aguilera, A., Weise, S.F. and Swanton, C.J., 1994. Effect of crop density on weed interference in maize. Agro. J. 86: 591-595.
23. 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. No. 110 117-120.
24. Van Gessel, M.J. and Renner K.A., 1995. Redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) interference in Sunflower. Weed Sci. 38: 338-343.
25. Zimdahl, R.L., 1993. Fundamentals of Weed Science. Academic Press, USA. 231p.

Archive of SID

www.SID.ir