

تأثیر تراکم و زمان سبز شدن علف‌هرز تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) بر

عملکرد چغندر قند (*Beta vulgaris* L.)

بهرام میرشکاری^۱

چکیده

به منظور مطالعه تأثیر تراکم و زمان سبز شدن علف‌هرز تاج‌خروس بر عملکرد چغندر قند، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. تیمارها شامل ترکیب ۵ سطح تراکم تاج‌خروس (۱، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ بوته در هر متر از ردیف) در چهار سطح زمان نسبی سبز شدن تاج‌خروس (همزمان، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از سبز شدن چغندر قند) همراه با تیمار شاهد عاری از علف‌هرز بود. نتایج نشان داد که با زودتر سبز شدن تاج‌خروس و افزایش تراکم آن، فیلوکرونی برگ‌های ششم و هفتم در برخی تیمارها به ۹ روز می‌رسد، در حالی که وقوع این فرآیند در شاهد ۴ روز طول کشید. پوشش سبز تاج‌خروس از حداقل صفر، ۳۰ روز پس از سبز شدن چغندر قند تا حداکثر ۵۹٪ در تیمار رقابت تمام فصل ۱۶ بوته آن با چغندر قند تغییر کرد. با افزایش تراکم و سبز شدن زودتر علف‌هرز، شاخص سطح برگ چغندر قند کاهش یافت و تأثیر تراکم علف‌هرز مهم‌تر بود. حضور تمام فصل ۱۶ بوته تاج‌خروس در هر متر از ردیف، عملکرد ریشه چغندر قند را در مقایسه با شاهد ۲۳٪ کاهش داد. خسارت اقتصادی تاج‌خروس روی چغندر قند موقعی شروع شد که حداقل ۴ بوته علف‌هرز حداقل ۲۰ روز پس از سبز شدن چغندر قند با آن رشد کرد. عملکرد قند از حداکثر ۱۲/۸۸ تن در هکتار در تیمار سبز شدن تاج‌خروس ۳۰ روز پس از سبز شدن چغندر قند تا حداقل ۸/۵۸ تن در هکتار در تیمار رقابت تمام فصل ۱۶ بوته تاج‌خروس متغیر بود.

واژه‌های کلیدی: فیلوکرونی، *Amaranthus retroflexus*، رقابت علف‌های هرز، برآورد خسارت.

مقدمه

چغندر قند با نام علمی *Beta vulgaris* L. گیاهی دوساله از تیره اسفناج است که به منظور استحصال قند از ریشه به‌عنوان گیاه یک ساله کشت می‌شود (Khajehpour, 2000). تاج‌خروس نیز به‌عنوان سومین علف‌هرز غالب دو لپه‌ای در جهان، در شرایط اکولوژیک متفاوت و در مزارع مختلف به‌عنوان علف‌هرز مزاحم رشد می‌کند (Ronald, 2000) و به عقیده کووان و همکاران (Cowan et al., 1998)، شاخص رقابتی آن در مقیاس بندی از صفر تا یک، نزدیک به یک است. جوانه زنی و ویژگی‌های رشدی گونه‌های متعلق به جنس تاج‌خروس با فصل رشد گیاهان زراعی یک‌ساله که در تابستان نیز به رشد خود ادامه می‌دهند، تطابق بیشتری دارد (Hager et al., 1997). طبق نظر سوانتون و ویز (Swanton and Weise, 1991)، خسارت علف‌های‌هرز به دو عامل زمان نسبی سبز شدن و تراکم علف‌های‌هرز بستگی دارد.

شاخص سطح برگ به‌عنوان عامل موثر در میزان ذخیره ماده خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد و هر عاملی که موجب کاهش این شاخص به‌کمتر از مقدار بهینه آن شود، عملکرد را به‌طور مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد (Loomis et al., 1968). مورفی و همکاران (Murphy et al., 1996) عقیده دارند که بین LAI گیاه‌زراعی و PFD رسیده به علف‌هرز و ماده خشک آن همبستگی منفی وجود دارد. بررسی‌های راجکان و سوانتون (Rajcan and Swanton, 2001) نشان می‌دهند که LAI ذرت بر اثر تداخل تاج‌خروس ریشه قرمز در مرحله ۳-۵ برگی نسبت به مرحله ۷-۹ برگی بیشتر کاهش یافت. این محققین کاهش عملکرد دانه ذرت را در تیمارهای مورد مطالعه به کاهش LAI گیاه‌زراعی نسبت دادند. داوسون (Dawson, 1970) از مطالعه روی رقابت چغندر قند با سلمه تره به نتیجه رسید که در صورت عدم وجود محدودیت منابع، هر دو گیاه بدون تأثیر رقابتی زیاد بر روی یکدیگر به رشد خود تداوم می‌بخشند. بر اساس گزارش ولمن و مارلاندر (Velman and Marlander, 1996)، با افزایش فاصله زمانی بین سبز شدن سلمه تره و چغندر قند، تأثیر منفی علف‌هرز بر گیاه‌زراعی کاهش یافت، به طوری که افت عملکرد ناشی از کمترین سطح تراکم سلمه تره‌های سبز شده در مرحله ۲-۴ برگی چغندر قند معنی‌دار بود، حال آن‌که بالاترین سطح تراکم سلمه تره‌های سبز شده در مرحله ۸-۶ برگی چغندر قند

روی عملکرد تأثیر نداشت. دباغ محمدی‌نسب و همکاران (Dabbagh Mohammady Nasab et al., 2000) حدود ۶۳ درصد کاهش عملکرد دانه را بر اثر تداخل سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) در کل طول دوره رشد سویا گزارش کرده‌اند. ادونوان و همکاران (O'Donovan et al., 1985) دریافتند که در تراکم معینی از یولاف وحشی (*Avena fatua* L.)، هر اندازه این علف‌هرز نسبت به گیاه-زراعی زودتر سبز شود، درصد افت عملکرد گندم و جو کاهش پیدا می‌کند و متناسب با سبز شدن تأخیری علف‌هرز، درصد کاهش عملکرد به تدریج کمتر می‌شود. در این مطالعه، به‌ازای هر روز تأخیر در سبز شدن گیاه‌زراعی نسبت به علف-هرز، کاهش عملکرد تا ۳ درصد افزایش یافت و با هر روز تأخیر در سبز شدن علف‌هرز نسبت به گیاه‌زراعی، کاهش عملکرد به همان نسبت کمتر شد. دایلمن و همکاران (Dieleman et al., 1995) گزارش کردند که سبز شدن همزمان دو بوته تاج‌خروس در هر متر از ردیف کاشت سویا، ۱۳/۵ درصد کاهش عملکرد دانه را موجب شد، در حالی که با تأخیر در سبز شدن تاج‌خروس تا مرحله ظهور دومین و سومین برگ سه برگچه‌ای سویا، کاهش عملکردی مشاهده نگردید. تحقیق حاضر با هدف بررسی واکنش چغندر قند از نظر مراحل فنولوژیک، درصد پوشش سبز، شاخص سطح برگ و عملکرد نسبت به زمان سبز شدن و تراکم تاج‌خروس به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۵ در ایستگاه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز واقع در منطقه خلعت‌پوشان اجرا شد. منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد بوده و در محدوده طول جغرافیایی ۱۷° ۴۶' شرقی و عرض جغرافیایی ۵' ۳۸° شمالی قرار دارد. بافت خاک از نوع لومی شنی، EC کمتر از یک دسی‌زیمنس بر متر و pH در محدوده قلیایی ضعیف تا متوسط (۸/۲ - ۷/۵) است.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و با دو عامل تراکم تاج‌خروس (D_w) شامل ۱، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ بوته در هر متر از ردیف کاشت و عامل زمان نسبی سبز شدن تاج‌خروس (I_w) شامل خروج همزمان، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز بعد از سبز شدن چغندر قند و شاهد

در چغندر قند در تمامی تیمارها به ترتیب بعد از ۲۷، ۳۲ و ۳۷ روز ظاهر شدند. سرعت ظهور برگ در چغندر قند از جفت برگ ششم به بعد توسط تراکم تاج خروس تحت تأثیر قرار گرفت (جدول ۱)، که نشان می دهد رقابت موثر بین چغندر قند و تاج خروس از زمان ظهور حداقل ۱۲ برگ در هر بوته چغندر قند شروع شده است. مقایسه شاهد با بقیه تیمارها نیز حاکی از وجود تفاوت معنی دار بین آن‌ها در سطح احتمال ۵٪ بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف تراکم تاج خروس از نظر تأثیر بر زمان تا ظهور جفت برگ ششم چغندر قند (جدول ۳) نشان می دهد که اگر تاج خروس در تراکم ۱۶ بوته در هر متر از ردیف کاشت چغندر قند رشد کند، جفت برگ ششم گیاه زراعی در مقایسه با سطوح تراکم ۱، ۴ و ۸ بوته علف هرز در هر متر از ردیف با یک روز تأخیر ظاهر خواهد شد و بیشترین تأثیر موقعی بود که تاج خروس با تراکم بیش از ۱۲ بوته در هر متر از ردیف کاشت رشد کند. وضعیت تقریباً مشابه و شدیدتری در مورد زمان تا ظهور جفت برگ هفتم گیاه زراعی صادق بود. به طوری که تأثیر هر دو عامل تراکم و زمان سبز شدن تاج خروس بر روی این صفت به ترتیب در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی دار نشان داد (جدول ۱) و اختلاف شاهد با سایر تیمارها نیز معنی دار گردید (جدول ۲). افزایش تراکم تاج خروس (در میانگین زمان‌های سبز شدن آن) از ۱ به ۴ و از ۴ به ۸ بوته در هر متر از ردیف کاشت تأثیر معنی داری بر روی این صفت نداشت و در هر سه سطح تراکم فوق ظهور هفتمین جفت برگ در بوته‌های چغندر قند بعد از حدود ۴۵ روز اتفاق افتاد. با افزایش تراکم تاج خروس از ۸ به ۱۲ و از ۱۲ به ۱۶ بوته، ظهور برگ هفتم در مقایسه با میانگین سطوح اول، دوم و سوم تراکم تاج خروس، به ترتیب با ۳/۸ روز تأخیر (۴/۸٪) و ۴/۳ روز تأخیر (۹/۵٪) انجام شد (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف زمان سبز شدن تاج خروس از نظر تأثیر بر زمان تا ظهور جفت برگ هفتم (جدول ۴) نیز مشخص کرد که با تأخیر در زمان سبز شدن علف هرز، برگ‌های چغندر قند زودتر ظاهر می شود و اختلاف بین زمان تا ظهور برگ هفتم در سبز شدن همزمان تاج خروس با چغندر قند در مقایسه با سبز شدن در یک ماه بعد از آن معادل ۵٪ افزایش بود. به نظر می رسد که با افزایش تأخیر در

بدون علف هرز چغندر قند اجرا شد. در این مطالعه از طرح افزایشی استفاده شد که در آن تراکم گیاه زراعی ثابت، ولی تراکم علف هرز تغییر می کرد (Koochecki et al., 2002). خاک محل اجرای آزمایش در سال قبل از آزمایش زیر کشت ذرت بود. برای آماده سازی زمین، در پاییز بعد از افزودن ۲۰ تن در هکتار کود دامی، خاک به عمق ۳۰ سانتی متر شخم زده شد و در اوایل بهار با انجام شخم سطحی و اضافه کردن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم دیسک زده شد. کود نیتروژن به شکل اوره و به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در دو قسمت مساوی به هنگام کاشت و بعد از تنک به خاک اضافه شد. کودها بر اساس نتایج تجزیه خاک مزرعه اضافه شد. بذر چغندر قند رقم IC از مرکز تحقیقات میاندوآب تهیه شد. کشت به صورت کپه‌ای و با الگوی ۶۰×۲۰ سانتی متر انجام شد. برای تأمین تراکم‌های مورد نیاز تاج خروس در زمان‌های مورد نظر از بانک بذر خاک استفاده شد. آرایش بوته‌های تاج خروس در دو طرف ردیف‌های کاشت چغندر قند و با فاصله ۱۳-۱۰ سانتی متر از ردیف‌های کاشت بود. یادداشت برداری‌ها در طول دوره رشد و بعد از برداشت شامل ثبت مراحل فنولوژیک، فیلوکرونی برگ، درصد پوشش سبز در ۱۰۰ روز پس از سبز شدن (زمان بسته شدن کانوی)، شاخص سطح برگ، عملکرد و درصد قند از روی ۱۰ بوته علامت گذاری شده چغندر قند به طور تصادفی با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار MSTATC انجام شد. برای مقایسه تیمارهای تداخل با شاهد تجزیه جداگانه‌ای به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۱ تیمار (۲۰ تیمار اصلی و یک تیمار شاهد) انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن انجام گردید.

نتایج و بحث

فیلوکرونی برگ

تأثیر تیمارهای مختلف تداخل تاج خروس روی زمان تا ظهور سومین، چهارمین و پنجمین برگ چغندر قند معنی دار نشد (جدول ۱) و همچنین بین شاهد با تیمارهای تداخل اختلاف مشاهده نگردید (جدول ۲). به نظر می رسد تا این مرحله از رشد رقابت بین چغندر قند و تاج خروس در محدوده مورد مطالعه تراکم و زمان سبز شدن علف هرز اتفاق نیفتاده است. سومین، چهارمین و پنجمین جفت برگ

متأثر شد (جدول ۱) و اختلاف بین شاهد با بقیه تیمارها در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار گردید (جدول ۲). پوشش سبز تاج‌خروس از حداقل صفر در تیمار سبز شدن یک بوته تاج‌خروس در ۳۰ روز پس از سبز شدن چغندرقد تا حداکثر ۵۹٪ در تیمار رقابت تمام‌فصل ۱۶ بوته تاج‌خروس با چغندرقد تغییر کرد (شکل ۱). این در حالی است که پوشش سبز چغندرقد از حداقل ۳۹٪ در دو تیمار رقابت تمام‌فصل ۱۲ و ۱۶ بوته تاج‌خروس با چغندرقد تا حداکثر ۵۸٪ در تیمار سبز شدن یک بوته در ۳۰ روز پس از سبز شدن تغییر یافت (جدول ۵). تاج‌خروس با افزایش تراکم و سبز شدن زودتر توانست سطح سبز چغندرقد را کاهش دهد و به نظر می‌رسد که تأثیر زمان سبز شدن از حیث تأثیر بر روی این صفت مهم‌تر از تراکم تاج‌خروس بوده است. یافته‌ها نشان داد که در تیمارهایی که درصد پوشش سبز چغندرقد کاهش یافته بود، درصد پوشش سبز تاج‌خروس افزایش پیدا کرده است. حضور تاج‌خروس به طور هم‌زمان و ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از سبز شدن گیاه زراعی (در میانگین تراکم‌ها) توانست پوشش سبز چغندرقد را در مقایسه با شاهد به ترتیب حدود ۲۷٪، ۱۹٪، ۱۱/۵٪ و ۱/۵٪ کاهش دهد و تأثیر معنی‌دار زمان سبز شدن بر روی این صفت فقط در سبز شدن هم‌زمان این دو گیاه مشهود بود (جدول ۴). مطالعه لیندکوئیست و همکاران (Lindquist *et al.*, 1996) نیز نشان داد که در تیمار کشت مخلوط ذرت و گاوپنبه، درصد پوشش سبز مزرعه توسط اندام‌های هوایی ذرت کمتر از شاهد بود (۱۶٪). پوشش نسبی سطح کانوپی در مرحله ظهور جفت برگ هفتم چغندرقد تا حدود ۹۸٪، ۹۴٪، ۸۶٪، ۸۵٪، ۸۲٪ و ۷۹٪ به ترتیب در تیمارهای d_{s1_1} ، d_{s1_2} ، d_{s1_3} ، d_{41_1} ، d_{41_2} و d_{41_3} تکمیل شد (جدول ۵ و شکل ۱) و این امر موجب گردید که ظهور جفت برگ هفتم نیز با تأخیر اتفاق بیفتد.

شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ چغندرقد در ۱۰۰ روز پس از سبز شدن فقط از تراکم علف‌هرز متأثر شد (جدول ۱). این امر موجب گردید که اختلاف بین شاهد با تیمارهای در تداخل با تاج‌خروس نیز معنی‌دار شود (جدول ۲). با افزایش تراکم و سبز شدن زودتر تاج‌خروس، LAI چغندرقد کاهش یافت و تأثیر تراکم علف هرز مهم‌تر بود. LAI چغندرقد از حداقل ۲/۳۵ در تیمار شدیدترین حالت رقابت (d_{s1_1}) تا حداکثر ۳/۷

سبز شدن تاج‌خروس، چغندرقد درصد بیشتری از کانوپی را در اختیار گرفته و در رقابت برای تسخیر فضا موفق‌تر عمل می‌کند. مک لاجلان و همکاران (Mc Lachlan *et al.*, 1993) نیز کاهش سرعت ظهور برگ در تاج‌خروس را به‌ویژه در تیمار سبز شدن با تأخیر نسبت به ذرت گزارش کرده و آن را به کاهش نفوذ نور به داخل کانوپی نسبت دادند. در مطالعه این محققان سایه‌اندازی ذرت روی علف‌هرز، با تأخیر در زمان نسبی سبز شدن آن افزایش یافت، که می‌تواند در سرعت ظهور برگ در تاج‌خروس مؤثر باشد.

نتایج حاکی است که ظهور برگ در چغندرقد از هفتمین جفت برگ به بعد به دلیل پوشش نسبی سطح کانوپی در پلات‌های مربوط به تیمارهای d_{s1_1} ، d_{41_1} ، d_{41_2} ، d_{41_3} ، d_{s1_2} و d_{s1_3} با شدت بیشتری تحت تأثیر قرار گرفته و ظاهر شدن برگ در این تیمارها به ترتیب با ۱۳٪، ۱۳٪، ۷٪، ۱۶٪ و ۷٪ تأخیر نسبت به شاهد اتفاق افتاد (جدول ۵). این نتیجه نشان می‌دهد که سرعت ظهور برگ در برخی از کرت‌های کشت مخلوط به‌رغم گرم شدن نسبی هوا کاهش یافته و فیلوکرونی برگ‌های ششم و هفتم در تیمارهای d_{41_1} ، d_{41_2} ، d_{s1_1} و d_{s1_2} به ۹ روز رسیده است، در حالی که وقوع این فرآیند در تیمار شاهد و اغلب تیمارهای دیگر بعد از ۴ روز طی گردید (جدول ۵)، که به نظر می‌رسد یکی از دلایل مهم کاهش سرعت ظهور برگ در اثر رقابت تاج‌خروس، تداخل نسبی اندام‌های هوایی تاج‌خروس و چغندرقد و جذب درصدی از سهم نوری چغندرقد توسط تاج‌خروس باشد. در واقع می‌توان گفت که رقابت شدید نوری (و شاید رقابت از نظر جذب آب و مواد غذایی) بین دو جزء مخلوط در تیمارهای فوق‌الذکر از فاصله ظهور برگ‌های ششم و هفتم چغندرقد شروع شده است. پوکوای و همکاران (Pokovai *et al.*, 2004) از مطالعه همبستگی فیلوکرونی برگ با تابش نور در ذرت دریافتند که با کاهش PPF، فیلوکرون برگ به‌شدت افزایش می‌یابد و کوتاه‌ترین فاصله فیلوکرونی در شدت‌های بالای تابش نور تحقق پیدا می‌کند. نتایج مشابهی نیز توسط تولنار (Tollenaar, 1999) روی ذرت گزارش شده است.

درصد پوشش سبز

اثر متقابل بین دو عامل مورد مطالعه از نظر تأثیر بر روی درصد پوشش سبز تاج‌خروس معنی‌دار گردید (جدول ۱). درصد پوشش سبز چغندرقد از زمان سبز شدن تاج‌خروس

هکتار با افزایش تراکم از ۱ به ۸ بوته در هر متر از ردیف کاشت از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ معنی دار نمی باشد، بلکه تأثیر منفی علف هرز بر روی این صفت موقعی شدت می گیرد که تراکم علف هرز بیشتر از ۸ بوته در هر متر از ردیف کاشت چغندر قند باشد. از سطح سوم تراکم به بعد، افزایش هر یک بوته تاج خروس به سطوح تراکم ۸ و ۱۲ بوته در هر متر از ردیف (در میانگین زمان های سبز شدن آن) کاهشی به ترتیب معادل ۱/۳ و ۰/۳ تن در هکتار در عملکرد ریشه به وجود آورد و همان طور که مشخص است، بیشترین کاهش به محدوده تراکمی ۱۲-۸ بوته در هر متر از ردیف مربوط می شود و با افزایش تراکم از ۱۲ به ۱۶ بوته کاهشی حدود ۷۷٪ در میزان افت عملکرد ریشه ناشی از تک بوته تاج خروس مشاهده شد (جدول ۳). دلیل امر شاید آن باشد که در تراکم های بالای تاج خروس به علت وقوع رقابت درون گونه ای، علف هرز قدرت خودنمایی آن چنانی نداشته و از درجه رقابت آن با چغندر قند کاسته می شود.

در مقایسه میانگین های عملکرد ریشه در سطوح مختلف زمان سبز شدن علف هرز (در میانگین تراکم ها) مشخص گردید که فقط سبز شدن همزمان تاج خروس با چغندر قند خواهد توانست عملکرد ریشه چغندر قند را به طور معنی دار کاهش دهد. به طوری که در صورت سبز شدن همزمان تاج خروس با چغندر قند و رشد توأم با گیاه زراعی تا انتهای فصل رویش بایستی کاهش هایی به ترتیب حدود ۳/۵، ۵/۵ و ۶/۵ تن در هکتار در عملکرد ریشه را نسبت به سبز شدن علف هرز در ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از چغندر قند انتظار داشت (جدول ۴)، که با گزارشات ولمن و مارلاندر (Velman and Marlander, 1996) مطابقت دارد. به عقیده کاوالیوسکایت و بویناس (Kavaliauskaite and Bobinas, 2006) نیز چغندر قند یکی از گیاهان قندی است که خسارت علف های هرز در آن قابل توجه بوده و زارع با کنترل علف های هرز از طریق علف کش ها هزینه زیادی را متحمل می شود.

حضور تمام فصل ۱۶ بوته تاج خروس در هر متر از ردیف کاشت عملکرد ریشه چغندر قند را از حدود ۷۵ تن در هکتار در تیمار شاهد تا ۵۸ تن در هکتار (معادل ۲۳٪ افت) کاهش داد (جدول ۵). در حالی که این گیاه در شرایط آزمایش، حضور یک بوته تاج خروس در زمان های مختلف سبز شدن و حضور ۴ بوته تاج خروس در ۳۰ روز پس از سبز شدن گیاه

در ضعیف ترین حالت رقابت (d_{14}) تغییر یافت (جدول ۵)، که با در نظر گرفتن تأخیر زمانی در ظهور برگ در تیمارهای تحت رقابت شدید با تاج خروس و نحوه تأثیر پذیری درصد پوشش سبز از رقابت با تاج خروس در تیمارهای مورد مطالعه دور از انتظار نبود.

بیشترین اختلاف بین سطوح مختلف تراکم تاج خروس از نظر این صفت موقعی مشهود بود که تراکم از ۱۲ بوته در هر متر از ردیف بیشتر باشد، که نشان می دهد تاج خروس در تراکم های بالا از قدرت رقابت بیشتری با چغندر قند برخوردار است و با افزایش تراکم تاج خروس بر تأثیر منفی آن روی LAI چغندر قند افزوده می شود. به طوری که افزایش ۴ و ۸ بوته به تراکم تاج خروس (به ترتیب اختلاف بین d_3 با d_4 و d_5) توانست شاخص سطح برگ چغندر قند را در مقایسه با شاهد به ترتیب حدود ۲۸٪ و ۳۳٪ (معادل ۵۶۰۰ و ۷۴۰۰ سانتیمتر مربع در واحد سطح) کاهش دهد، در حالی که حضور علف هرز در تراکم های ۱، ۴ و ۸ بوته در هر متر از ردیف فقط کاهشی به ترتیب برابر ۱٪، ۴٪ و ۱۳٪ را در LAI چغندر قند ایجاد کرد، ولی این کاهش در سطح احتمال ۵٪ معنی دار نبود (جدول ۳). به نظر می رسد که تأثیر پذیری بیشتر LAI چغندر قند از تراکم های بالای تاج خروس به دلیل آن باشد که در تراکم های بالا، بوته های علف هرز از رشد رویشی بیشتری برخوردار شده و شاخ و برگ زیاد تولید می کنند و به همان نسبت سطح برگ چغندر قند را کاهش می دهند. این امر، اهمیت استقرار سریع تاج خروس با تراکم های بالا را در گسترش سطح برگ آن و تصمیم گیری در جهت حذف آن از محیط رشد گیاه زراعی مشخص می کند. در بسیاری از تحقیقات کاهش سطح برگ گیاه زراعی بر اثر رقابت علف های هرز گزارش شده است (Bosnic and Swanton, 1994; Graham et al., 1988; Knezevic et al., 1997). تولنار و همکاران (Tollenaar et al., 1994) نیز کاهش سطح برگ ذرت را بر اثر رقابت علف های هرز گزارش کرده و آن را به کاهش اندازه برگ های گیاه زراعی نسبت داده اند.

عملکرد ریشه

تأثیر تراکم و زمان سبز شدن تاج خروس بر روی عملکرد ریشه معنی دار بود (جدول ۱) و بین تیمار شاهد با سایر تیمارهای در رقابت با تاج خروس نیز تفاوت معنی دار دیده می شود (جدول ۲). کاهش عملکرد ریشه برابر ۰/۴۳ تن در

میرشکاری. تأثیر تراکم و زمان سبز شدن علف‌هرز تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)...

می‌توان اظهار داشت که خسارت اقتصادی تاج‌خروس بر روی چغندرقد از مرحله‌ای شروع می‌شود که حداقل ۴ بوته علف هرز از ۲۰ روز پس از سبز شدن چغندرقد به قبل در مزرعه ظاهر شده و رشد کند.

عملکرد قند

درصد قند کمتر از عملکرد ریشه توسط تراکم و زمان سبز شدن تاج‌خروس تأثیرپذیر بود. به‌رغم تأثیرناپذیری درصد قند از تیمارهای آزمایش در محدوده سطوح عوامل مورد مطالعه و نیز معنی‌دار نشدن اختلاف شاهد با بقیه، عملکرد قند به تبع از عملکرد ریشه تحت تأثیر هر دو عامل مورد بررسی در آزمایش قرار گرفت (جدول ۱). همچنین تیمارهای در تداخل با تاج‌خروس با شاهد از نظر عملکرد قند اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۲). سبزشدن ۴ بوته تاج‌خروس در هر متر از ردیف کاشت در یک ماه پس از چغندرقد و نیز رقابت تمام فصل یک بوته تاج‌خروس با چغندرقد موجب افزایش به‌ترتیب ۰/۱۵٪ و ۰/۰۵٪ درصدی قند در ریشه گردید، ولی مقدار این افزایش در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار نشد و هم‌چنین درصد قند تیمارهای d_{1i_1} و d_{1i_4} مشابه کرت‌های عاری از علف هرز (۱۷٪) بود. حداکثر کاهش درصد قند نسبت به شاهد در دو تیمار d_{5i_1} و d_{5i_2} و حدود ۲٪ اندازه‌گیری شد (اطلاعات منتشر نشده‌اند). افزایش نسبی درصد قند در اثر حضور علف هرز در مزرعه در تیمارهای d_{2i_4} و d_{1i_1} را می‌توان به این صورت توجیه کرد که علف‌های هرز در تراکم‌های پایین بر عملکرد گیاهان زراعی، همان‌طوری که کوچکی و همکاران (Koochecki *et al.*, 2002) نیز بر آن تأکید دارند، تأثیری ندارند و در برخی موارد رشد گیاه زراعی را نیز تحریک می‌کنند. نتایج مشابهی نیز از مطالعات داوسون (Dawson, 1970) در رقابت چغندرقد با سلمه تره گزارش شده است.

با افزایش تراکم به‌ویژه از سطح سوم آن به بعد، عملکرد قند به طور معنی‌دار کاهش یافت. افزایش هر واحد علف هرز مازاد بر تراکم ۸ بوته در هر متر از ردیف کاشت توانست عملکرد قند را ۱/۳ تن در هکتار در فاصله تراکمی d_3 تا d_4 و ۰/۳ تن در هکتار در فاصله تراکمی d_4 تا d_5 کاهش دهد، ولی اثر کاهشی هر واحد علف هرز بر روی عملکرد قند در فاصله تراکمی ۸-۱ بوته در هر متر از ردیف (۰/۸ تن در هکتار) در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار نبود. همانند نحوه تأثیرپذیری

زراعی را بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد ریشه توانست تحمل کند. نتایج فوق نشان می‌دهند که با کاهش تراکم و تأخیر در زمان سبز شدن تاج‌خروس از تأثیر منفی آن بر روی عملکرد ریشه کاسته می‌شود. بدون شک، تراکم علف‌های هرز در رقابت با گیاهان زراعی نقش مهمی دارد و با افزایش تراکم، میزان خسارت نیز فزونی پیدا می‌کند. به همین دلیل است که تراکم علف هرز به عنوان یک عامل مهم در مطالعات آستانه رقابت مورد توجه قرار دارد (۲). به اعتقاد ولمن و مارلاندر (Velman and Marlander, 1996) بین کاهش عملکرد گیاه زراعی و تراکم علف‌های هرز نوعی رابطه سیگموتیدی وجود دارد که این منحنی دارای یک خط مجانب است. به طوری که در تراکم‌های پایین علف‌هرز، سرعت کاهش محصول گیاه زراعی کندتر است، در حالی که با افزایش تراکم، کاهش سریع در عملکرد گیاه زراعی مشاهده می‌شود و در نهایت نقطه‌ای فرا می‌رسد که با افزایش بیشتر تراکم علف هرز از آن به بعد، به دلیل افزایش رقابت درون گونه‌ای در علف‌های هرز، سرعت کاهش عملکرد گیاه زراعی کمتر می‌شود. بنا به گزارش بلک شاو (Blackshaw, 1993) نیز تراکم که یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی قلمداد شده است، بخشی از افت عملکرد گیاه زراعی را در رقابت با علف‌های هرز تعیین می‌کند.

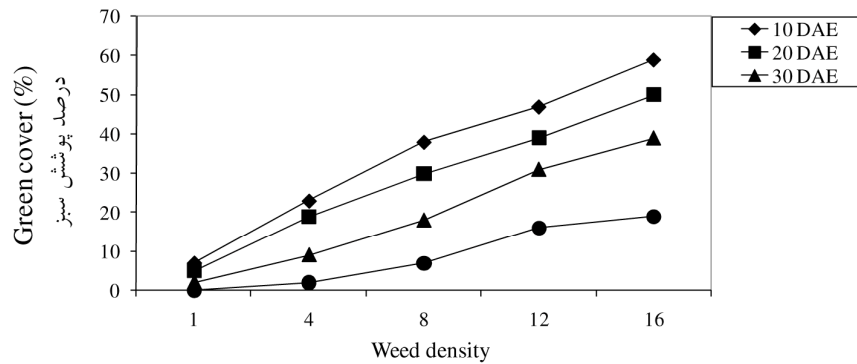
در این تحقیق، اختلاف قابل توجه در کاهش عملکرد با زودتر سبز شدن تاج‌خروس نسبت به چغندرقد مورد انتظار بود. زیرا زمان سبز شدن علف هرز نسبت به گیاه زراعی همان‌طوری که بسیاری از محققان (Kropff *et al.*, 1992; Rajcan and Swanton, 2001) نیز بر آن تأکید دارند، یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در کاهش عملکرد ناشی از علف‌های هرز است. بر اساس گزارش ولمن و مارلاندر (Velman and Marlander, 1996)، با افزایش فاصله زمانی بین سبزشدن سلمه تره و چغندرقد، تأثیر منفی علف هرز بر گیاه زراعی کاهش یافت. به طوری که افت عملکرد ناشی از کمترین سطح تراکم سلمه تره‌های سبز شده در مرحله ۴-۲ برگی چغندرقد معنی‌دار بود، حال آن‌که بالاترین سطح تراکم سلمه تره‌های سبز شده در مرحله ۸-۶ برگی چغندرقد روی عملکرد تأثیر نداشت.

با در نظر گرفتن درصد کاهش عملکرد ریشه در تیمارهای مختلف نسبت به شاهد (شکل ۲) و ۰/۵٪ کاهش مجاز عملکرد،

هکتار در تیمار رقابت تمام فصل ۱۶ بوته تاج خروس در هر متر از ردیف متغیر بود و اختلاف بین شاهد با تیمار d14 از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ معنی دار نبود. سایر نتایج تحقیق نشان می دهند که رقابت تمام فصل یک بوته تاج خروس، رقابت ۴ بوته تاج خروس از ۱۰ روز پس از سبز شدن چغندر قند تا انتهای فصل رشد و رقابت ۸ بوته تاج خروس از ۲۰ روز پس از سبز شدن چغندر قند تا انتهای فصل رویش بر روی عملکرد قند تأثیر معنی داری نخواهد داشت.

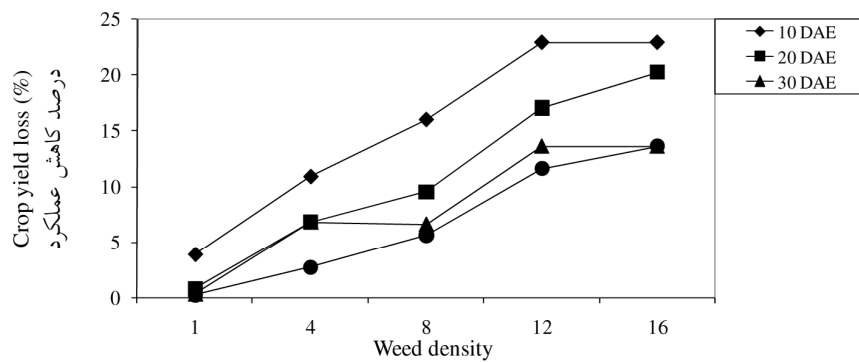
با توجه به نتایج به دست آمده، خسارت اقتصادی تاج خروس روی چغندر قند از مرحله ای شروع می شود که حداقل ۴ بوته علف هرز از ۲۰ روز پس از سبز شدن گیاه زراعی به قبل در مزرعه ظاهر شده و رشد کند، که بایستی در برنامه های مدیریت علف هرز تاج خروس مورد توجه قرار گیرد.

عملکرد ریشه از سطوح مختلف تراکم تاج خروس، کاهش عملکرد قند ناشی از تراکم علف هرز نیز از سطح سوم تراکم به بعد شدت گرفت (جدول ۳)، که به دلیل مشابه آن را می توان ناشی از رقابت درون گونه ای تاج خروس دانست. هر چه تاج خروس نسبت به چغندر قند زودتر سبز شد، عملکرد قند نیز بیشتر کاهش یافت و به ازای هر یک روز سبز شدن زودتر علف هرز نسبت به سطح چهارم زمان سبز شدن آن، عملکرد قند حدود ۰/۳۴، ۰/۸ و ۱/۳۷ تن در هکتار به ترتیب در سطوح سوم، دوم و اول زمان سبز شدن کاهش پیدا کرد و بیشترین افت موقعی حاصل شد که رقابت علف هرز و گیاه زراعی تمام فصل باشد (جدول ۴). عملکرد قند در بین تیمارهای مورد مطالعه از حداکثر ۱۲/۸۸ تن در هکتار در تیمار سبز شدن یک بوته تاج خروس در هر متر از ردیف کاشت در ۳۰ روز پس از سبز شدن چغندر قند تا حداقل ۸/۵۸ تن در



شکل ۱. تأثیر تراکم و زمان سبز شدن تاج خروس روی درصد پوشش سبز آن (بوته در هر متر از ردیف)

Figure 1. Effect of weed density and emergence time on its green cover percentage.



شکل ۲. تأثیر تراکم و زمان سبز شدن تاج خروس روی درصد کاهش عملکرد ریشه چغندر قند نسبت به شاهد (بوته در هر متر از ردیف)

Figure 2. Effect of weed density and emergence time on crop root yield loss

compared with control

میرشکاری. تأثیر تراکم و زمان سبزشدن علف‌هرز تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)...

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر تراکم و زمان سبزشدن تاج‌خروس روی صفات مورد مطالعه.

Table 1. Variance analysis of effects of density and emergence time of redroot pigweed on studied traits.

S.O.V	D.F.	Mean squares							
		Days to 6 th leaf pairs	Days to 7 th leaf pairs	Phyllochrony at 6-7 th leaf pairs	Weed green cover	Crop cover	LAI sugar beet (100 days after emergence)	Root yield	Sugar yield
Replication	2	36.6*	34.55*	0.65	139.55*	676.55**	1.132	59.016	2.731
Density (D)	4	24.2*	60.9**	40.5*	2796.0*	67.35	3.203*	314.596**	25.667**
Emergence time (E)	3	1.00	27.2	10.2*	1912.4**	545.35**	0.355	223.598**	15.262**
D×E	12	0.50	4.70	2.7**	89.9**	3.85	0.071	4.708	0.246
Error	38	8.389	9.445	0.334	29.339	92.655	0.553	79.191	2.604
C.V. (%)	-	7.01	6.57	18.73	23.55	20.12	23.86	13.18	14.94

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر تراکم و زمان سبزشدن تاج‌خروس (همراه با تیمار شاهد) بر روی صفات مورد مطالعه

Table 2. Variance analysis of effects of density and emergence time of redroot pigweed (control is also included) on studied traits

S.O.V.	D.F.	Mean squares						
		Days to 6 th leaf pairs	Days to 7 th leaf pairs	Phyllochrony at 6-7 th leaf pairs	Crop cover	LAI sugar beet (100 days after emergence)	Root yield	Sugar yield
Replication	2	38.714*	32.905*	0.619	302.429*	0.795	109.792	2.876
Treatment	20	25.943*	18.043*	11.571*	247.071*	8.785*	230.787*	6.674**
Error	40	8.014	8.014	0.319	90.629	0.566	43.186	2.483
C.V. (%)	-	6.86	6.44	10.41	19.74	23.93	13.44	14.45

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪

*, ** indicate significant at 5% and 1% of probability levels, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های برخی از صفات مورد مطالعه در سطوح مختلف تراکم تاج‌خروس

Table 3. Mean comparisons of traits in different redroot pigweed densities

Weed density (plants/m ²)	Days to 6 th leaf pairs	Days to 7 th leaf pairs	Root yield (t/ha)	Sugar yield (t/ha)
1	41 ^b	45 ^b	74.4 ^a	12.7 ^a
4	41 ^b	45 ^b	70.1 ^{ab}	11.7 ^a
8	41 ^b	45.5 ^b	68.1 ^{ab}	10.9 ^{ab}
12	41.5 ^{ab}	49 ^a	63.0 ^b	9.6 ^b
16	42 ^a	49.5 ^a	62.0 ^b	9.2 ^b

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است

Values in each column with the same letter have no significant differences at 5% of probability level

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های برخی از صفات مورد مطالعه در سطوح مختلف زمان سبزشدن تاج‌خروس

Table 4. Mean comparisons of traits in different redroot pigweed emergence times

Days to weed emergence (days after sugar beet emergence)	Days to 7 th leaf pairs	Sugarbeet cover percentage	Root yield (t/ha)	Sugar yield (t/ha)
Simultaneously	48.7 ^a	41.0 ^b	63.7 ^b	10.06 ^b
10	47.6 ^a	45.6 ^{ab}	67.0 ^{ab}	10.63 ^{ab}
20	46.2 ^{ab}	49.6 ^{ab}	69.1 ^{ab}	11.09 ^{ab}
30	45.6 ^b	55.2 ^a	70.2 ^a	11.43 ^a

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است

Values in each column with the same letter have no significant differences at 5% of probability level

جدول ۵- مقایسه میانگین برخی از صفات مورد مطالعه در سطوح مختلف تراکم و زمان‌های سبز شدن تاج‌خروس

Table 5. Mean comparisons of some studied traits for different densities and emergence times of redroot pigweed

Treatments	Days to 6 th leaf pairs	days to 7 th leaf pairs	Phyllochrony of 6-7th leaf pairs	Crop cover percentage	LAI (100 days after emergence) LAI	Root yield (t/ha)	Sugar yield (t/ha)
D ₁ I ₁	41 ^b	45 ^c	4 ^d	43 ^{ac}	3.6 ^a	72.3 ^{ac}	12.4 ^{ac}
D ₁ I ₂	41 ^b	45 ^c	4 ^d	48 ^{ac}	3.6 ^a	74.6 ^a	12.8 ^a
D ₁ I ₃	41 ^b	45 ^c	4 ^d	53 ^{ac}	3.7 ^a	75.3 ^a	12.9 ^a
D ₁ I ₄	41 ^b	45 ^c	4 ^d	58 ^a	3.7 ^a	75.3 ^a	12.9 ^a
D ₂ I ₁	41 ^b	45 ^c	4 ^d	42 ^{bc}	3.5 ^{ab}	67.0 ^{ce}	10.8 ^{bf}
D ₂ I ₂	41 ^b	45 ^c	4 ^d	48 ^{ac}	3.5 ^{ab}	70.1 ^{ad}	11.5 ^{ae}
D ₂ I ₃	41 ^b	45 ^c	4 ^d	53 ^{ac}	3.6 ^a	70.1 ^{ac}	11.7 ^{ad}
D ₂ I ₄	41 ^b	45 ^c	4 ^d	57 ^{ab}	3.6 ^a	73.2 ^{ab}	12.6 ^{ab}
D ₃ I ₁	41 ^b	46b ^c	5 ^{cd}	42 ^{bc}	2.7 ^{cd}	63.1 ^{eg}	9.8 ^{dg}
D ₃ I ₂	41 ^b	46b ^c	5 ^{cd}	45 ^{ac}	3.3 ^b	68.1 ^{bc}	10.7 ^{cf}
D ₃ I ₃	41 ^b	45 ^c	4 ^d	48 ^{ac}	3.5 ^{ab}	70.3 ^{ad}	11.5 ^{ae}
D ₃ I ₄	41 ^b	45 ^c	4 ^d	55 ^{ab}	3.5 ^{ab}	71.0 ^{ad}	11.6 ^{ae}
D ₄ I ₁	42 ^{ab}	51 ^{ab}	9 ^a	39 ^c	2.5 ^{de}	58.0 ^g	8.7 ^g
D ₄ I ₂	42 ^{ab}	51 ^{ab}	9 ^a	43 ^{ac}	2.5 ^{de}	62.4 ^{eg}	9.4 ^{fg}
D ₄ I ₃	41 ^b	48 ^{ac}	7 ^b	48 ^{ac}	2.8 ^c	65.0 ^{df}	9.8 ^{eg}
D ₄ I ₄	41 ^b	46 ^{bc}	5 ^{cd}	55 ^{ab}	2.9 ^c	66.5 ^{ce}	10.4 ^{dg}
D ₅ I ₁	43 ^a	52 ^a	9 ^a	39 ^c	2.3 ^e	58.0 ^g	8.6 ^g
D ₅ I ₂	42 ^{ab}	51 ^{ab}	9 ^a	44 ^{ac}	2.6 ^e	60.0 ^{fg}	8.9 ^{fg}
D ₅ I ₃	42 ^{ab}	48 ^{ac}	6 ^{bc}	46 ^{ac}	2.5 ^d	65.0 ^{df}	9.7 ^{ef}
D ₅ I ₄	41 ^b	47 ^{ac}	6 ^{bc}	51 ^{ac}	2.8 ^c	65.0 ^{df}	9.7 ^{ef}
Control	41 ^b	45 ^c	4 ^d	57 ^{ab}	3.7 ^a	75.2 ^a	12.9 ^a

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ است

Values in each column with the same letter have no significant differences at 5% of probability level

References

منابع

- Abasdokht H (2003) Ecophysiological study of competition between *Amaranthus retroflexus* and *Glycine max*. Ph.D. Thesis in Agronomy, Faculty of Agriculture, Tehran University, 210 pp.
- Blackshaw RE (1993) Hairy nightshade (*Solanum sarrachoides*) interference in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). Weed Science 39: 48-53.
- Bosnic AC, Swanton CJ (1997) Influence of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) time of emergence and density on corn (*Zea mays* L.). Weed Science 43: 276-282.
- Cowan P, Weaver SE, Swanton CJ (1998) Interference between pigweed (*Amaranthus* spp.), barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) and soybean (*Glycine max*). Weed Science 46(5): 533-539.
- Dabbagh Mohammady Nasab A, Javanshir A, Alyari H, Kazemi H, Moghaddam M (2000) Interference of simulated weed (*Sorghum bicolor* L.) with soybean (*Glycine max* L.). Turkish of Journal Field Crops 5: 7-11.
- Dawson JH (1970) Time and duration of weed infestation in relation to weed-crop competition. South Weed Science, Soc. 23: 13-25.
- Dieleman A, Hamill AS, Weise SF, Swanton CJ (1995) Empirical models of pigweed (*Amaranthus* spp.) interference in soybean (*Glycine max* L.). Weed Science 43: 612-618.
- Graham PL, Steiner JL, Weise AF (1988) Light absorption and competition in mix soybean-pigweed communities. Agronomy Journal 80: 415-418.
- Gupta OP (2000) Modern weed management. Agrobios Publ., India, 339 pp.
- Hager AG, Wax LM, Simmons FW, Stoller EW (1997) Waterhemp management in agronomic crops. University of Illinois Bulletin. P: 12.
- Kavaliauskaite D, Bobinas C (2006) Determination of weed competition critical period in red beet. Agronomy Research 4: 217-220.
- Khajehpour MR (2000) Production of industrial plants. Jihad-e- Daneshgahi, Isfahan, 249 pp.
- Knezevic SZ, Weise SF, Swanton CJ (1994) Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) in corn (*Zea mays* L.). Weed Science 42: 568-573.
- Koochecki A, Zarif Ketabi H, Nakhforoosh A (2002) Weed managements in agroecosystems (Translated). Ferdowsi University of Mashhad, 457 pp.
- Kropff MJ, Weaver SE, Smits MA (1992) Use of ecophysiological models for crop-weed interference: Relations amongst weed density, relative time of weed emergence, relative leaf area and yield loss. Weed Science 40: 296-301.
- Lindquist JL, Martensen DA, Clay SA, Schmenk R, Kells JJ (1996) Stability of corn (*Zea mays*)-velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) interference relationships. Weed Science 44: 309-313.

میرشکاری. تأثیر تراکم و زمان سبز شدن علف‌هرز تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)...

- Loomis RS, Williams WA, Duncan WJ, Dovrat A, Nunez F (1968) Quantitative descriptions of foliage display and light absorption in field communities of corn plants. *Crop Science* 8: 352-356.
- Mc Lachlan SM, Tollenaar M, Swanton CJ, Weise SF (1993) Effect of corn-induced shading on dry matter accumulation, distribution and architecture of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). *Weed Science* 41: 568-573.
- Murphy SD, Yakubu Y, Weise SF, Swanton CJ (1996) Effect of planting patterns and inter-row cultivation on competition between corn (*Zea mays*) and late emerging weeds. *Weed Science* 44: 856-870.
- O'Donovan JT, de St. Remy EA, O'Sullivan PA, Dew DA, Sharma AK (1985) Influence of the relative time of emergence of wild oat (*Avena fatua*) on yield loss of barley (*Hordeum vulgare*) and wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Science* 33: 498-503.
- Pokovai K, Kovacs GJ, Dobos A (2004) Phyllochron dependence on solar radiation in maize. Proceedings of VIII ESA Congress, Copenhagen, Denmark, 11-15 July, pp. 161-162.
- Rajcan I, Swanton CJ (2001) Understanding maize-weed competition: Resource competition, light quality and the whole plant. *Field Crops Research* 71(2): 139-150.
- Ronald AE (2000) *Amaranthus retroflexus* / pigweed. U.S. Department of Agriculture.
- Swanton CJ, Weise SF (1991) Integrated weed management: The rational and approach. *Weed Technology* 5: 657-663.
- 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 Research* 62: 15-21.
- Tollenaar M, Dibo AA, Aguilera A, Weise SF, Swanton CJ (1994) Effect of crop density on weed interference in maize. *Agronomy Journal* 86: 591-595.
- Velman RJ, Marlander W (1996) Evaluation of competitive power of four weeds in sugar beet. *Field Crops Research* 59(3): 223-342.