

تغییرات سطح برگ ذرت در لایه‌های مختلف کانوپی تحت تأثیر تداخل

دوره‌ای جمعیت طبیعی علف‌های هرز

سعیدرضا یعقوبی^۱

چکیده

به منظور بررسی تغییرات سطح برگ ذرت در سطوح مختلف کانوپی تحت تأثیر تداخل دوره‌ای علف‌های هرز، آزمایشی در دانشگاه مازندران در سال زراعی ۱۳۸۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل تداخل جمعیت طبیعی علف‌های هرز مزرعه با ذرت تا مراحل چهار، شش، هشت و ده برگی، تاسل‌دهی و دو هفته بعد از تاسل‌دهی ذرت بود. تیمارهای کشت خالص ذرت (بدون علف هرز) و تداخل تمام فصل علف‌های هرز با ذرت نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. داده‌های این آزمایش از طریق نمونه‌برداری از تعداد و سطح برگ ذرت در لایه‌های مختلف کانوپی (۰-۰/۵، ۱-۰/۵، ۱-۱/۵، ۲-۱/۵ و >2 متر)، در اواخر دوره رشد ذرت به دست آمد. نتایج نشان داد که افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز تأثیر معنی‌داری بر تعداد برگ در هر بوته ذرت نداشت، ولی سطح برگ در بوته ذرت به طور معنی‌دار تحت تأثیر تداخل دوره‌ای علف‌های هرز قرار گرفت. با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز به بیش از شش برگی ذرت، سطح برگ در هر بوته به طور معنی‌دار کاهش نشان داد و به کمتر از یک متر مربع در هر بوته رسید. با افزایش طول دوره تداخل، ساختار کانوپی ذرت تغییر یافته و بیشترین درصد سطح برگ به سطوح بالایی کانوپی انتقال یافت، ولی درصد سطح برگ اختصاص یافته به لایه‌های پایینی کانوپی نیز تقریباً ثابت ماند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز فقط باعث کاهش سطح برگ در بوته می‌گردد و تقریباً تأثیری بر تعداد برگ در هر بوته ندارد. ذرت نیز برای جبران کاهش سطح برگ اقدام به اختصاص سطح برگ بیشتر به لایه‌های بالایی کانوپی می‌نماید که باعث تغییر در ساختار کانوپی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: ساختار کانوپی، تداخل دوره‌ای، ذرت، علف هرز، سطوح کانوپی

مقدمه و بررسی منابع

رقابت بین گیاهان فرایندی است با تأثیرات منفی که گیاهان برای دسترسی به منابع حیاتی با گیاهان مجاور خود دارند (۲۰). رقابت بر سر منابع تأثیرات شدیدی روی رشد، تولید و بقای هر گیاه دارد (۱۰). در سیستم‌های زراعی رقابت بین گونه‌های مهم‌ترین عامل افت عملکرد توسط علف‌های هرز است (۴، ۶ و ۲۳). علت تفاوت قدرت رقابت بین گیاهان به عوامل مختلفی همانند میزان استقرار گیاه، سیستم رشد رویشی، ظرفیت پنجه‌زنی (۱۲)، ارتفاع، حجم کانوپی، شاخص سطح برگ (۱۳ و ۱۴)، میزان رشد سطح برگ، سطح برگ ویژه (۵ و ۱۱) و سرعت گسترش ریشه‌ها (۱۵) بستگی دارد. مهم‌ترین ویژگی‌های کانوپی گیاهی در زمینه رقابت برای نور عبارتند از شاخص سطح برگ کانوپی، ارتفاع، میزان توسعه سطح برگ و میزان پراکنش کانوپی، که این موارد را می‌توان توسط عملیات زراعی مانند تنظیم تراکم و فواصل ردیف (۱۷) و یا توسط اصلاح نبات (۱۳) ارتقا داد.

اعتقاد بر این است که شاخص سطح برگ می‌تواند به عنوان عاملی مهم برای نشان دادن تأثیر رقابت علف‌های هرز روی گیاه زراعی مد نظر قرار گیرد (۹، ۲۱ و ۲۲) که البته ساختار کانوپی نیز به عنوان یک عامل دیگر در جذب تشعشع فعال فتوسنتزی مورد توجه کمتری نسبت به سایر عوامل قرار گرفته است (۱۶).

نتایج تحقیقات نشان داده‌اند که گونه‌هایی که از لحاظ مورفولوژی متفاوت هستند تفاوت زیادی در ساختار کانوپی و در نتیجه قدرت رقابت دارند. برای مثال گونه ارزن وحشی^۱ که یک گیاه نازک برگ^۲

است کانوپی بازتری نسبت به گونه‌های علفی پهن برگ^۱ داشته و در نتیجه قدرت رقابت ضعیف‌تری نسبت به سایر گونه‌های علفی پهن برگ دارد، ولی با این حال میزان تأثیر قدرت رقابتی گیاهان مجاور روی گیاه مورد نظر با نوع گونه گیاه ارتباط تنگاتنگی دارد (۲۰). حاج سید هادی و همکاران (۱۳۸۴) نشان دادند که نتیجه رقابت کاملاً بستگی به توزیع عمودی برگ در کانوپی گیاه دارد که الگوی جذب نور را تعیین خواهد کرد و در اثر رقابت چگالی سطح برگ^۲ در ارتفاعات بالاتری قرار گرفته و مطابق با آن میزان جذب نور^۳ توسط هر یک از گونه‌ها تغییر می‌کند (۲).

رحیمی و همکاران (۱۳۸۴) گزارش کردند که زمان ظهور و تراکم تاج‌خروس روی سطح برگ و توزیع ماده خشک در طبقات مختلف کانوپی ذرت تأثیر معنی‌داری داشت، به طوری که با تأخیر در زمان سبز شدن تاج‌خروس سطح برگ و ماده خشک بیشتری به طبقات بالایی کانوپی به ویژه لایه ۸۰-۱۲۰ سانتی‌متری اختصاص یافت. آنان اظهار داشتند که سطح برگ در لایه‌های پایین‌تر از ۸۰ سانتی‌متر کاهش بیشتری نسبت به لایه‌های بالای ۸۰ سانتی‌متری کانوپی ذرت نشان داد و نیز لایه‌های ۱۶۰-۱۲۰ و بالاتر از ۱۶۰ سانتی‌متر کمترین کاهش را نسبت به شاهد نشان دادند. آنان علت این پدیده را کاهش نور رسیده به لایه‌های پایین‌تر کانوپی و اختصاص کمتر ماده خشک و در نتیجه کمتر شدن سطح برگ در این لایه‌ها ذکر نمودند (۳). از طرفی دیگر نتایج برخی تحقیقات مؤید تأثیر چشم‌گیر افزایش شاخص سطح برگ گیاه زراعی بر کاهش

1. Forbs
2. Leaf Area Density (LAD)
3. Photosynthesis Active Radiation (PAR)

1. *Setaria faberii*
2. Grass

بالایی کانوپی که نور بیشتری در دسترس بود تخصیص داده بودند (۱۸). هدف از انجام این مطالعه بررسی میزان تغییرات ساختار و سطوح برگ ذرت در لایه‌های مختلف کانوپی تحت تأثیر تداخل دوره‌ای جمعیت طبیعی علف‌های هرز در منطقه مورد مطالعه بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۵ در مزرعه تحقیقاتی مجتمع آموزش عالی کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشگاه مازندران واقع در ۹ کیلومتر جاده خزرآباد (ساری) انجام گرفت. منطقه از لحاظ جغرافیایی در ۵۳ درجه و ۴ دقیقه شرقی و ۳۶ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی قرار داشته و از نظر آب و هوایی جزو مناطق مرطوب محسوب می‌گردد. مزرعه مورد نظر دارای خاک لوم رسی بود که در سال قبل زیر کشت سویا قرار داشت.

تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. تیمارها شامل تداخل علف‌های هرز تا مراحل ۴، ۶، ۸ و ۱۰ برگی ذرت و تاسل دهی^۱ آن و تا دو هفته بعد از تاسل دهی ذرت و دو تیمار شاهد تداخل تمام فصل و کنترل تمام فصل علف‌های هرز بود. بعد از مراحل یاد شده کرت‌ها تا زمان برداشت عاری از علف‌های هرز نگه داشته شدند. در این آزمایش فقط از جمعیت طبیعی علف‌های هرز منطقه که از بانک بذر طبیعی خاک به وجود آمده بودند، برای اعمال شرایط رقابت با گیاه زراعی ذرت استفاده گردید و به دلیل ماهیت آزمایش از هیچ نوع علف‌کش استفاده نشد.

کیفیت و کمیت نور رسیده به علف‌های هرز موجود در لایه‌های پایین کانوپی می‌باشد که در پی آن از رشد و نمو و استقرار گروه‌های بعدی علف‌های هرز ممانعت به عمل می‌آید (۱۹). نتایج مطالعه‌ای در مورد برنج نشان داد که توسعه سریع سطح برگ برنج در مراحل اولیه رشد آن باعث بسته شدن سریع کانوپی و کاهش ورود نور به داخل کانوپی و فشار بیشتر به جوانه‌زنی علف‌های هرز گردید و از طرفی دیگر موجب افزایش قدرت رقابت برنج به واسطه افزایش سرعت رشد محصول^۱ و افزایش تجمع ماده خشک گردید (۱۵).

در تداخل بین ذرت و تاتوره^۲، بیشترین بخش از ماده خشک در تاتوره به ساقه و کمترین مقدار به برگ‌ها اختصاص یافته بود (۷). نتیجه مطالعه‌ای روی ذرت و گاوپنبه^۳ نشان داد که افزایش شاخص سطح برگ، مقدار بسته شدن کانوپی و ارتفاع مربوط به بیشترین سطوح برگ در ذرت می‌تواند باعث افزایش توانایی رقابت ذرت در برابر گاوپنبه گردد (۱۴).

نتایج مطالعه‌ای دیگر روی رقابت گاو پنبه و سویا و ذرت نشان داد که گاوپنبه به علت سرعت رشد پایین آن در مقایسه با ذرت و سویا، شاخص سطح برگ کمتری نسبت به آن‌ها تولید نمود. نتایج دیگر این مطالعه نشان داد که گیاهان گاوپنبه‌ای که در شرایط بدون رقابت و نور کافی رشد کرده بودند بیشترین مقدار سطح برگ را به لایه‌های پایینی کانوپی و شاخه‌های فرعی اختصاص دادند در صورتی که گاو پنبه‌هایی که در شرایط رقابت و کمبود نور رشد یافته بودند دارای برگ‌ها و ساقه‌های فرعی کمتری بودند و این برگ‌ها را بیشتر به لایه‌های

1. Crop Growth Rate (CGR)

2. *Datura stramonium*

3. *Abutilon theophrasti* Medik

نتایج حاصل از این آزمایش نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار تداخل دوره‌ای علف‌های هرز بر میزان سطح برگ در بوته ذرت بود (جدول ۱). بیشترین سطح برگ ذرت در تیمار بدون تداخل ذرت (کشت خالص) و تداخل تا مرحله ۴ برگی ذرت و کمترین سطح برگ ذرت در تیمارهای تداخل تا مراحل تاسل‌دهی، دو هفته بعد از تاسل‌دهی و تداخل تمام فصل به دست آمد (جدول ۲). تداخل دوره‌ای علف‌های هرز تأثیر معنی‌داری روی تعداد برگ روی بوته نداشت ولی بیشترین تعداد برگ در هر بوته ذرت در تیمار کشت خالص و کمترین آن در تیمار تداخل تمام فصل به دست آمد (جدول‌های ۱ و ۲). نتایج مطالعه روی تداخل سویا با علف‌های هرز نشان داد که تداخل تمام فصل علف‌های هرز باعث کاهش معنی‌دار سطح برگ در هر بوته سویا می‌شود (۲۱). نتایج مطالعه‌ای دیگر روی ذرت نشان داد که تراکم آلودگی علف هرز باعث کاهش میزان نور رسیده به برگ‌های پایینی شده و نتیجه این فرایند به صورت کاهش در سطح برگ به علت افزایش برگ‌های پیر تا مرحله ۱۴ برگی ذرت نمود پیدا کرد (۹). تحقیقات احتشامی و چایی چی (۱۳۸۰) روی سویا نشان داد که شاخص سطح برگ تحت تأثیر دوره تداخل علف‌های هرز کاهش یافت. آنان علت کاهش شاخص سطح برگ را به این صورت توضیح دادند که در مرحله رشد سریع که گیاهان به سرعت سطح برگ و وزن خشک خود را افزایش می‌دهند، علف‌های هرز با قدرت بالایی که دارند در دسترسی گیاه زراعی به نور، آب و منابع غذایی ایجاد مزاحمت کرده و باعث ایجاد اختلال در رشد آنان می‌شوند (۱). همچنین سایه‌اندازی علف‌های هرز بر روی گیاه زراعی باعث کاهش نفوذ نور به داخل کانوپی شده و با کاهش فتوسنتز و تخصیص

بعد از انجام عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، تسطیح و ایجاد جوی پشته‌ها و مرزبندی در اواسط اردیبهشت ماه بذور ضدعفونی شده ذرت رقم (SC 704) به صورت دستی کاشته شد. هر کرت با طول ۴ متر شامل ۵ ردیف کاشت با فواصل ۷۵ سانتی‌متر بود. بعد از سبزشدن ذرت، برای ایجاد تراکم مناسب ۱۰ بوته در متر مربع عملیات تنک به صورت دستی انجام گرفت. کود اوره به میزان ۳۵۰ کیلوگرم بر هکتار در سه تقسیط یکی در زمان کاشت و دومی در مرحله شش تا هفت برگی ذرت و سومی در تاسل‌دهی مصرف گردید.

در مراحل نهایی رشد تعداد ۴ بوته‌ذرت از هر کرت با در نظر گیری اثر حاشیه کف بر شده و به آزمایشگاه انتقال داده شد و تعداد برگ‌ها و سطح برگ آن‌ها با توجه به ارتفاعات و لایه‌های مختلف کانوپی (۰-۰/۵، ۰/۵-۱، ۱-۱/۵، ۱/۵-۲، ۲ >) شمارش و اندازه‌گیری گردید.

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (SAS, 2000) تجزیه واریانس شدند. مقایسه میانگین داده‌ها به روش آزمون چند دامنه دانکن^۱ انجام گرفت. همچنین برای محاسبه اشتباه استاندارد و ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Statistica استفاده گردید.

نتایج و بحث

علف‌های هرز غالب در مزرعه شامل گاوپنبه^۲، قیاق^۳ و تاج‌خروس^۴ بودند که در این میان قیاق و گاوپنبه نسبت به سایر گونه‌ها تراکم بالاتری داشتند.

1. Duncan Multiple Range Test
2. *Abotilon theophrasti* L.
3. *Sorghum halepense* L.
4. *Amaranthus retroflexus* L.

کمتر مواد فتوسنتزی، سطح برگ به مرور زمان کاهش چشم‌گیری از خود نشان می‌دهد.

در مطالعه حاضر کاهش سطح برگ کل در ذرت به علت کاهش در تعداد برگ‌های موجود در هر بوته نبود، چرا که با توجه به نتایج آزمایش تعداد برگ در هر بوته به شکل معنی‌داری تحت تأثیر تداخل و رقابت علف‌های هرز قرار نگرفت، ولی سطح برگ موجود در واحد سطح در ذرت کاهش معنی‌داری داشت که با توجه به این نتایج می‌توان دریافت که دلیل کاهش سطح برگ کل در ذرت بر اثر افزایش طول دوره رقابت علف‌های هرز به علت کاهش در سطح هر واحد برگی بوده است. نتایج تحقیقات گذشته نشان داده است که تداخل علف‌های هرز از طریق تأثیر بر میزان توسعه برگ، تعداد برگ‌های توسعه یافته و تعداد برگ‌های مسن، سطح برگ گیاه زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۹) که در تحقیق حاضر فقط میزان توسعه برگ‌ها در ذرت تحت تأثیر رقابت علف‌های هرز قرار گرفته است.

نتایج دیگر این مطالعه نشان‌دهنده تأثیر افزایش طول دوره رقابت علف‌های هرز بر روی ساختار کانوپی و توزیع عمودی سطح برگ در ذرت بود. در کانوپی ذرت در شرایط بدون رقابت بیشترین درصد سطح برگ به لایه ۱-۱/۵ متری کانوپی اختصاص یافت و در لایه‌های بالاتر و پایین‌تر، سطح برگ اختصاص یافته کاهش یافت (شکل ۱). این ساختار با شروع رقابت علف‌های هرز تغییر نمود، به طوری که حضور و رقابت علف‌های هرز تا مرحله ۴ برگی ذرت باعث شد تا بیشترین سهم از سطح برگ به لایه‌های پایینی کانوپی (۱-۰/۵ متر) انتقال یابد. با افزایش بیشتر طول دوره تداخل علف‌های هرز به مراحل ۶، ۸ و ۱۰ برگی ذرت، درصد بیشتری از

سطح برگ به لایه‌های پایینی کانوپی اختصاص یافت. البته این طور به نظر می‌رسد که این کاهش سطح برگ به علت حذف شدن لایه‌های بالایی کانوپی (لایه‌های ۲-۱/۵ و >2 متر کانوپی) بوده است. با افزایش طول دوره تداخل و رقابت علف‌های هرز تا مراحل تاسل‌دهی و دو هفته بعد از تاسل‌دهی ذرت آرایش عمودی سطح برگ ذرت، تقریباً ثابت می‌ماند. با افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز تا مرحله برداشت، لایه ۱-۱/۵ متر کانوپی ذرت نیز حذف گردید و بیشترین درصد سطح برگ در این تیمار به لایه ۱-۰/۵ متر کانوپی اختصاص یافت. با توجه به نتایج تحقیق حاضر به نظر می‌رسد که ذرت از طریق حفظ سطوح برگی خود در لایه‌های ۱-۱/۵، ۱-۰/۵ و ۰-۰/۵ متری کانوپی سعی در ایجاد و حفظ برتری و قدرت رقابت خود با علف‌های هرز داشته و می‌توان گفت هر چند افزایش طول مدت تداخل علف‌های هرز بیش از مرحله ۶ برگی ذرت باعث شده است که ذرت از لحاظ ساختار کانوپی و آرایش عمودی برگ‌ها دچار اختلال گردد (شکل ۱)، ولی ذرت با تمام قدرت سعی در حفظ سطح برگ کل خود در واحد سطح داشت (جدول ۲) و با افزایش طول دوره تداخل حتی تا زمان برداشت نیز این سطح برگ خود را به هر شیوه‌ای حفظ نمود. نتایج مطالعه حاج سید هادی و همکاران (۱۳۸۴) روی سیب‌زمینی نشان داد که تسریع سبز شدن علف‌های هرز باعث کاهش سطح برگ سیب‌زمینی شد و بیشترین درصد سطح برگ در لایه دوم کانوپی مشاهده گردید و درصد سطح برگ سیب‌زمینی در لایه‌های ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متری در تیمارهای مختلف بین ۴۵ تا ۵۰ درصد متغیر بود (۲). آنان هم‌چنین اظهار داشتند که با توجه به سطح برگ کمتر علف‌های هرز سلمه تره و

تاج‌خروس نسبت به سیب زمینی، نحوه توزیع برگ‌ها، کمبود سطح برگ را جبران نموده است. البته نتایج برخی مطالعات در مورد ذرت نشان داد که علت کاهش سطح برگ در ذرت در پی افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز به دلیل افزایش پیری زود رس برگ‌ها بوده است (۸ و ۹).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان داد که افزایش طول دوره رقابت علف‌های هرز به بیش از مرحله چهار برگی

در ذرت باعث کاهش سطح برگ ذرت شد ولی تعداد برگ در هر بوته را تحت تأثیر قرار نداد. تحت تأثیر افزایش طول دوره رقابت علف‌های هرز نیز بیشترین سطح برگ به بالاترین لایه اختصاص یافت. این طور به نظر می‌رسد که هر چند سطح برگ ذرت به دلیل افزایش فشار رقابت علف‌های هرز دچار کاهش می‌گردد ولی ذرت برای دسترسی به منابع نوری کافی و پیروزی در رقابت، بیشترین سطح برگ خود را به لایه‌های بالایی کانوپی اختصاص می‌دهد.

جدول ۱- تجزیه واریانس سطح و تعداد برگ ذرت

منابع تغییر	درجه آزادی	سطح برگ	تعداد برگ
بلوک	۲	۰/۰۲۲۳۳۹ ns	۰/۰۷۲۹۱۸ ns
تداخل دوره‌ای	۷	۰/۱۶۶۷۸ *	۰/۰۷۱۴۳۲ ns
اشتباه	۱۴	۰/۰۱۹۰۹	۰/۰۴۹۶۶۶
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۱/۴	۹/۳

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات به روش دانکن

طول دوره‌های تداخل	سطح برگ (m ²)	تعداد برگ در هر بوته
بدون تداخل	۲/۳۴ a	۱۴/۳ a
چهار برگی	۱/۶۲ ab	۱۰/۳ ab
شش برگی	۰/۸۳ bc	۱۲ ab
هشت برگی	۰/۸۳ bc	۱۰/۳ ab
ده برگی	۰/۶۲ bc	۱۱/۵ ab
تاسل‌دهی	۰/۵۷ c	۱۱/۳ ab
دو هفته پس از تاسل‌دهی	۰/۷۸ c	۱۰/۳ ab
تداخل تمام دوره	۰/۵۵ c	۸/۶ b

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد در یک گروه آماری قرار دارند (دانکن).

منابع

- ۱- احتشامی، س.م.ر. و م.ر. چائی چی. ۱۳۸۰. تأثیر زمان وجین بر ترکیب گونه‌ای، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در سویا (*Glycine max* L. Merr.). مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۲: ۲۵-۳۰.
- ۲- حاج سید هادی، م.ر.، ا. زند، م. نصیری محلاتی، ح. رحیمیان مشهدی و ق. نورمحمدی. ۱۳۸۴. بررسی ساختار کانوپی سیب‌زمینی در شرایط رقابت با علف‌های هرز. اولین همایش علوم علف‌های هرز ایران، ۳۷۹-۳۸۵.
- ۳- رحیمی، ا.، ح. رحیمیان مشهدی، م. آف‌اعلی‌خانی و م. کریمی کلاله. ۱۳۸۴. بررسی تغییرات ماده خشک در طبقات کانوپی ذرت در شرایط رقابت با تاج‌خروس. اولین همایش علوم علف‌های هرز ایران، ۳۵۴-۳۵۹.
4. Aghaalikhani, M. and Yaghoobi, S. R. 2008. Critical period of weed control in winter canola (*Brassica napus* L.) in west of Tehran. Pakistan Journal of Biological Science 6: 773-777.
5. Begna, S. H., Hamilton, R. I., Dwyer, L. M., Stewart, D. W., Cloutier, D., Assemat, L., Foroutan-Pour, K. and Smith, D. L. 2001. Weed biomass production response to plant spacing and corn (*Zea mays*) hybrids differing in canopy architecture. Weed Technology 15: 647-653.
6. Bond, W. and Grundy, A. C. 2001. Non-chemical weed management in organic farming systems. Weed Research 41: 383-405.
7. Cavero, J., Zaragoza, C., Bastiaans, L., Suso, M. L. and Pardo, A. 2000. The relevance of morphological plasticity in the simulation of competition between maize and *Datura stramonium*. Weed Research 40: 163-180.
8. 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 Research 39: 225-240.
9. Hall, M. R., Swanton, C. J. and Anderson, G. N. 1992. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays* L.). Weed Science 40: 441-447.
10. Knezevic, S. T., Vanderlip, R. L. and Horak, M. J. 2001. Relative time of redroot pigweed emergence affects dry matter partitioning. Weed Science 49: 617-621.
11. Kropff, M. J., Spitters, C. J. T., Schnieders, B. J., Joenje, W. and De Groot, W. 1992. An eco-physiological model for interspecific competition, applied to the influence of *Chenopodium album* L. on sugar beet. II. Model evaluation. Weed Research 32: 451-463.
12. Lemerle, D., Verbeek, B., Cousens, R. D. and Coombes, N. 1996. The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. Weed Research 36: 505-513.
13. Lindquist, J. L. and Mortensen, D. A. 1998. Tolerance and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) suppressive ability of two old and two modern corn (*Zea mays*) hybrids. Weed Science 46: 569-574.
14. Lindquist, J. L., Mortensen, D. A. and Johnson, B. E. 1998. Mechanisms of corn tolerance and velvetleaf suppressive ability. Agronomy Journal 90: 787-792.
15. Ni, H., Moody, K., Robles, R. P., Paller, E. C. and Lales, J. S. 2000. *Oryza sativa* plant traits conferring competitive ability against weeds. Weed Science 48: 200-204.
16. Seavers, G. P. and Wright, K. J. 1999. Crop canopy development and structure influence weed suppression. Weed Research 39: 319-328.
17. Sinoquet, H. and Caldwell, R. M. 1995. Estimation of light capture and partitioning in intercropping systems. In: H. Sinoquet and P. Cruz (eds.): Ecophysiology of Tropical Intercropping. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). Pp. 79-80.

18. Steinmaus, S. J. and Norris, R. F. 2002. Growth analysis and canopy architecture of velvetleaf grown under light conditions representative of irrigated Mediterranean-type agroecosystems. *Weed Science* 50: 42–53.
19. Teasdale, J. R. 1995. Influence of narrow row/high population corn (*Zea mays* L.) on weed control and light transmittance. *Weed Technology* 9: 113–118.
20. Tremmel, D. C. and Bazzaz, F. A. 1993. How neighbour canopy architecture affects target plant performance. *Ecology* 74: 2114–2124.
21. Van Acker, R. C., Swanton, C. J. and Weise, S. F. 1993. The critical period of weed control in soybean (*Glycine max* L. Merr.). *Weed Science* 41: 194-200.
22. Woolley, B. L., Michaels, T. E., Hall, M. R. and Swanton, C. J. 1993. The critical period of weed control in white bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Weed Science* 41: 180-184.
23. Yaghoobi, S. R. and Siyami, K. (2008) Effect of different periodical weed interference on yield and yield component in winter canola (*Brassica napus* L.). *Asian Journal of plant Science* 7: 413-416.