نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۹، ص ۳۳۲-۳۲۴

Journal of Plant Protection
Vol. 24, No. 3, Fall 2010, p. 324-332

شبیه سازی کاهش عملکرد لوبیا (*Phaseolus vulgari*. L.) در تداخل با تاتوره (*Datura stramonium* L.) با استفاده از مدل‌های تجربی رقابت

محسن خانجانی[۱]- سهراب محمودی[۲*]

تاریخ دریافت:۸۸/۱۱/۳۰
تاریخ پذیرش:۸۹/۹/۲

چکیده

استفاده از مدلهای تجربی رقابت یکی از رهیافتهای مدیریت تلفیقی علفهای هرز است. به منظور ارزیابی امکان استفاده از این ابزار در برآورد کاهش عملکرد لوبیا در رقابت با تاتوره، آزمایشی در سال ۱۳۸۶ در مزرعه ایستگاه ملی تحقیقات لوبیای خمین بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. ترکیب چهار تراکم تاتوره (۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ بوته در متر مربع) و سه زمان نسبی سبز شدن آن (همزمان با لوبیا، مرحله اولین سه برگچه ای لوبیا و مرحله سومین سه برگچه ای لوبیا) همراه با کشت عاری از علف هرز لوبیا (با تراکم ۴۰ بوته در متر مربع) به عنوان شاهد، تیمارهای آزمایش را تشکیل دادند. به منظور شبیه سازی کاهش عملکرد لوبیا از سه مدل تجربی رقابت مبتنی بر تراکم علف هرز، تراکم و زمان نسبی سبز شدن علف هرز و سطح برگ نسبی علف هرز استفاده شد. بر اساس نتایج آزمایش مدل مبتنی بر سطح برگ نسبی علف هرز با بیشترین ضریب تشخیص(R^2=۰/۹۰) و کمترین میانگین مربعات باقیمانده (RMS =۰/۰۵)، بهترین برآورد را از درصد خسارت تاتوره ارائه داد و پس از آن مدل مبتنی بر تراکم و زمان نسبی سبز شدن علف هرز قرار گرفت (R^2 =۰/۸۹ و RMS =۶۷/۴۳). با این حال برآورد مدل مبتنی بر تراکم علف هرز نیز در هر یک از زمانهای نسبی سبز شدن تاتوره قابل قبول بود. بر اساس نتایج حاصل از مدل تراکم- زمان نسبی سبز شدن علف هرز، تراکم آستانه خسارت اقتصادی علف هرز تاتوره در لوبیا (با پذیرش ۷ درصد کاهش عملکرد)، در منطقه اجرای آزمایش در زمانهای نسبی سبز شدن اول تا سوم به ترتیب ۰/۸۴، ۱/۴، و ۲/۵ بوته در متر مربع بود. بر اساس ضریب خسارت نسبی(q) در مدل سطح برگ نسبی علف هرز مشخص شد که تاتوره (با ۰/۲۹±۲/۵۹= q) رقیب قوی تری نسبت به لوبیا است.

واژه های کلیدی: تاتوره، رقابت، شبیه سازی، علف هرز، لوبیا، مدلهای تجربی

مقدمه

بروز مشکلات زیست محیطی، افزایش مقاومت علف های هرز به علف کشها و ضرورت کاهش هزینه های تولید بیانگر آن است که کنترل شیمیایی علف های هرز در سیستم های زراعی دیگر از سودمندی و پایداری لازم بر خوردار نیست. از این رو، در حال حاضر، اکثر برنامه های تحقیقاتی که بر روی بهبود سیستم های مدیریت علف های هرز متمرکز شده اند بر کاهش کاربرد این مواد تاکید دارند (۱۵). در این راستا، امروزه مدیریت تلفیقی علف‌های هرز به عنوان راهبردی در جهت کاهش اثرات زیست محیطی، افزایش کارایی علف کش ها را مورد توجه قرار داده است (۱۴). یکی از نکات مهم در پویایی تصمیم گیریهای مرتبط با مدیریت تلفیقی علف های هرز، پیش بینی کاهش عملکرد محصولات زراعی بر اثر تداخل با این گیاهان است (۱۳). از اینرو، برای نیل به راهبردهای مطلوب کنترل علف های هرز در سیستم های زراعی به مدل هایی نیاز است که توانایی پیش بینی کاهش عملکرد گیاه زراعی را بر اساس متغیر های درونی قابل مشاهده در سطح مزرعه داشته باشند (۲۴). با این حال، این ابزارها ضمن کاربردی بودن، بایستی بتوانند نتیجه رقابت را هنگامی که هنوز فرصت کافی برای کنترل وجود دارد پیش بینی کنند (۱۷).

این پیش بینی، بخشی از مدیریت تلفیقی علفهای هرز را تشکیل می‌دهد و به همین دلیل امروزه بخش وسیعی از تحقیقات در این زمینه بر روی تخمین کاهش عملکرد گیاهان زراعی به عنوان تابعی

۱و۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email:smahmodi@yahoo.com)

از فشار رقابتی علفهای هرز به منظور تعیین سطح مورد نیاز کنترل آنها، متمرکز شده است (۲۲). در این میان، از مدل‌های تجربی رقابت به عنوان ابزاری مناسب جهت این برآورد استفاده می‌شود (۱۳). تعیین آستانه های خسارت علف هرز در هر دو قلمرو رقابتی و اقتصادی بیشتر از طریق این مدل‌ها حاصل می‌شود که درآنها رابطه بین کاهش عملکرد گیاه زراعی با تراکم (و یا دیگر خصوصیات) علف هرز، کمّی شده است (۲۳). در واقع مدل‌های تجربی رقابت به عنوان ابزاری برای توصیف پاسخ عملکرد گیاه زراعی به یک یا چند پارامتر مرتبط با تداخل علفهای هرز توسعه پیدا کرده‌اند (۷).

مدل‌های تجربی متعددی برای توصیف تاثیر علف های هرز بر عملکرد گیاهان زراعی توسعه یافته اند. بسیاری از این مدل ها با توجه به تراکم علف هرز تلفات عملکرد را پیش بینی می‌کنند. کازنس (۱۱) ضمن مقایسه ۱۷ نوع تابع مختلف برای تعیین رابطه بین کاهش عملکرد گیاه زراعی و تراکم علف هرزثابت کرد که مدل هذلولی مستطیلی به بهترین نحو بر بسیاری از مجموعه داده ها به خوبی برازش داده می‌شود و به دلیل برخورداری از مجانب در سطوح بالای تراکم علف هرز بیشترین سنخیت را با اصول بیولوژیک تداخل گیاه زراعی و علف هرز دارد. سایر محققان با اعتقاد به اینکه اهمیت زمان نسبی سبز شدن علف هرز کمتر از تراکم آن نیست، به این نتیجه رسیده‌اند که بخش عمده ای از تغییرات تابع کاهش عملکرد – تراکم علف هرز بوسیله اختلافات دوره زمانی موجود در بین سبز شدن گیاه زراعی و علف هرز توجیه می شود (۱۲). آنها یک متغیر اضافی را در معادله هذلولی کاهش عملکرد – تراکم علف هرز به منظور تاثیر اختلافات دوره زمانی بین سبز شدن گیاه زراعی و علف هرز وارد کرده‌اند. این مدل رگرسیونی به بسیاری از داده‌های کاهش عملکرد گیاه زراعی ناشی از تراکم ها و زمان های مختلف سبز شدن علف هرز، برازش خوبی دارد. ولی توانایی کم در توصیف تأثیر علف های هرزی که بسیار زود هنگام سبز می شوند و نیاز به داده های زیاد دارند و نیز مشکلات مربوط به تعیین تراکم علفهای هرزی که در زمانهای مختلف سبز می شوند از نقایص آن بشمار می رود (۵).

مطالعات کراف و اسپیترز (۱۹) نشان داد که بین کاهش عملکرد گیاهان زراعی و سطح برگ نسبی علف هرز در مدت کوتاهی پس از سبز شدن، رابطه نزدیکی وجود دارد. آنها بر این اساس، مدل رگرسیونی توصیفی جدیدی را برای پیش بینی زود هنگام خسارت علف هرز بسط دادند. این مدل از نظر ریاضی برگرفته از مدل هذلولی کاهش عملکرد ناشی از تراکم علف هرز است که با استفاده از ضریب خسارت نسبی، تلفات عملکرد را به سطح برگ نسبی علف هرز در فاصله کوتاهی پس از سبز شدن گیاه زراعی، مرتبط می سازد. به این ترتیب کاهش عملکرد به صورت تابعی از نسبت بین شاخص سطح برگ علف های هرز و گیاه زراعی بیان می شود. این شاخص، بخش عمده ای از اجزای موثر بر رقابت از جمله گونه علف هرز، تراکم و زمان نسبی سبز شدن علف هرز را در بر می گیرد (۱۳).

با اینکه مطالعات زیادی در زمینه بررسی کارایی این مدلها در شبیه سازی کاهش عملکرد گیاهان زراعی و علفهای هرز مختلف انجام شده است، ولی تلاش نگارندگان برای دستیابی به تحقیقات مرتبط با گیاهان مورد مطالعه در این تحقیق نتیجه زیادی را در بر نداشت. این در حالی است که تاتوره یکی از علفهای هرز جدی و مشکل ساز در زراعت لوبیا در منطقه خمین و ایستگاه ملی تحقیقات لوبیای کشور است. علاوه بر این، تأثیر شرایط محیطی بر نحوه رقابت علفهای هرز با گیاهان زراعی (۵) نیز تأکیدی بر ضرورت اجرای تحقیقات اختصاصی در مناطق مختلف است. از اینرو تحقیق حاضر به منظور ارزیابی کارایی مدلهای مختلف در شبیه سازی کاهش عملکرد لوبیا، تحت تأثیر رقابت با تاتوره و برآورد آستانه های خسارت این علف هرز در زراعت لوبیا در منطقه خمین انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه ملی تحقیقات لوبیای خمین به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. ترکیب چهار تراکم تاتوره (۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ بوته در متر مربع) و سه زمان نسبی سبز شدن آن (همزمان با لوبیا، مرحله اولین سه برگچه ای لوبیا و مرحله سومین سه برگچه ای لوبیا) همراه با کشت عاری از علف هرز لوبیا به عنوان شاهد، تیمارهای آزمایش را تشکیل دادند. رقم لوبیای مورد آزمایش (چیتی محلی خمین) به صورت ردیفی با ۶ ردیف کاشت با فاصله بین ردیف ۵۰ و روی ردیف ۵ سانتیمتر (تراکم ثابت ۴۰ بوته در متر مربع) در کرتهایی به عرض ۳ و طول ۶ متر کاشته شد. بذر علف هرز تاتوره به منظور سبز شدن در زمانها و تراکم‌های مورد نظر، یک هفته زودتر از زمان تخمینی برای مراحل فنولوژیک تعیین شده لوبیا، در بین ردیفهای آن با تراکم بالا کشت و پس از سبز شدن برای رسیدن به تراکم مورد نظر وجین شدند. تاریخهای کاشت بذر تاتوره برای زمانهای اول، دوم و سوم به ترتیب ۱۷ خرداد (همزمان با کاشت لوبیا)، ۲۴ خرداد و ۲ تیر بود و سبز شدن آن به ترتیب در تاریخهای ۲۶ خرداد (همزمان با سبزشدن لوبیا)، ۲ تیر(مرحله اولین سه برگچه ای لوبیا) و ۱۰ تیر (مرحله سومین سه برگچه ای لوبیا) رخ داد.

آبیاری، کوددهی و سایر عملیات داشت محصول مطابق روشهای مرسوم منطقه انجام شد. سایر علفهای هرز مزرعه به طریق وجین دستی کنترل شد و در آزمایش از هیچ نوع علفکشی استفاده نشد. سطح برگ تاتوره و لوبیا برای محاسبه شاخص سطح برگ نسبی علف هرز (L_w) و استفاده در مدل مربوطه، در روزهای ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز پس از سبز شدن لوبیا از طریق نمونه گیری تخریبی و استفاده از دستگاه تعیین سطح برگ اندازه گیری شد. پس از رسیدگی محصول،

عملکرد دانه لوبیا از سطحی معادل سه متر مربع از بین چهار ردیف میانی هر کرت و پس از حذف اثرات حاشیه ای محاسبه شد.

به منظور بررسی کارایی مدل های مختلف تجربی رقابت در شبیه سازی کاهش عملکرد لوبیا، داده های عملکرد دانه لوبیا توسط سه مدل رگرسیونی غیر خطی مورد تجزیه قرار گرفت. برای شبیه سازی کاهش عملکرد لوبیای تحت تأثیر تراکم تاتوره از مدل هذلولی مستطیلی کازنس (۱۰) استفاده شد:

$$Y_L = Id/1+(Id/A) \quad (۱)$$

در این مدل، Y_L درصد کاهش عملکرد لوبیا نسبت به شاهد عاری از علف هرز، d تراکم تاتوره در متر مربع، I درصد کاهش عملکرد لوبیا به ازای افزایش یک واحد به تراکم تاتوره هنگامی که تراکم آن به سمت صفر میل می کند و A ماکزیمم کاهش عملکرد لوبیا، در هنگامی است که تراکم تاتوره به بینهایت میل می کند.

برای شبیه سازی کاهش عملکرد لوبیای تحت تأثیر تراکم و زمان نسبی سبز شدن تاتوره ه از مدل تجربی کازنس و همکاران (۱۲) استفاده شد:

$$Y_L = Id/[\exp^{(CT)}+Id/A] \quad (۲)$$

در این مدل، Y_L درصد کاهش عملکرد لوبیا نسبت به شاهد عاری از علف هرز، d تراکم تاتوره در متر مربع، T فاصله زمانی بین سبز شدن لوبیا و تاتوره بر حسب روز، I شیب منحنی در T=0 (یا درصد کاهش عملکرد لوبیا به ازای افزایش یک واحد به تراکم تاتوره هنگامی که تراکم آن به سمت صفر میل می کند)، A مجانب منحنی، (ماکزیمم کاهش عملکرد لوبیا هنگامی‌که تراکم تاتوره به بینهایت میل می کند) و C میزان کاهش نمایی شیب منحنی با افزایش T است.

برای شبیه سازی کاهش عملکرد لوبیا بر اساس سطح برگ نسبی تاتوره از مدل دو پارامتری کراف و لوتز (۱۸) استفاده شد:

$$Y_L=qL_w/\{1+[(q/m)-1]L_w\} \quad (۳)$$

در این مدل، Y_L درصدکاهش عملکرد لوبیا نسبت به شاهد عاری از علف هرز، q ضریب خسارت نسبی تاتوره، m حداکثر کاهش عملکرد لوبیا و L_w سطح برگ نسبی تاتوره است که بر اساس شاخص سطح برگ لوبیا و تاتوره در زمانهای نمونه برداری، در تمام کرتها و از طریق رابطه ۴ محاسبه شد:

$$L_w = LAI_{\text{تاتوره}} / (LAI_{\text{تاتوره}} + LAI_{\text{لوبیا}}) \quad (۴)$$

برازش مدلها از طریق رویه رگرسیون غیر خطی نرم افزار آماری SAS انجام و برای رسم اشکال از نرم افزارهای Excel و Sigma plot استفاده شد.

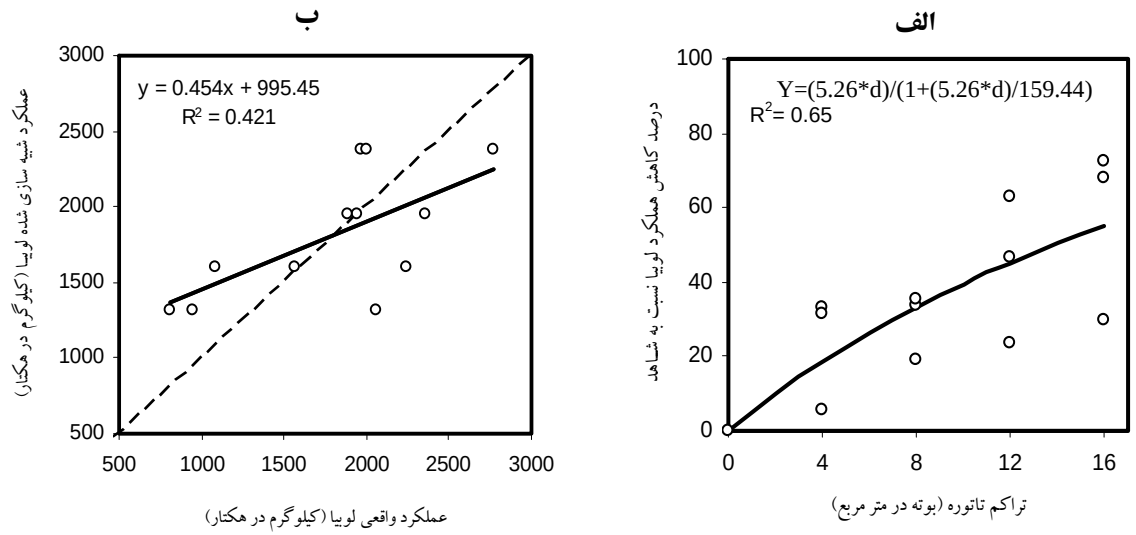
نتایج و بحث

مدل هذلولی مستطیلی مبتنی بر تراکم علف هرز

مدل هذلولی مستطیلی کازنس (۱۰) به داده های حاصل از کاهش عملکرد لوبیا در تمام تراکمها و زمانهای نسبی سبز شدن تاتوره برازش داده شد(شکل ۱- الف) و پارامتر های آن برآورد گردید (جدول ۱). دراین حالت پارامتر I (شیب منحنی) ۱/۴۲ ± ۵/۲۶ و پارامتر A (مجانب) ۱۰۳/۲۸ ± ۱۵۹/۴۴ درصد محاسبه شد. یکی از دلایل مقادیر بالاتر از ۱۰۰ درصد برای مجانب این مدل مطالعه طیف محدودی از تراکم علف هرز در آزمایش است (۸). پایین بودن ضریب تشخیص مدل (R^2=۰/۶۵)، بالا بودن میانگین مربعات باقیمانده مدل (RMS)[1] و همچنین خطای استاندارد بالای پارامتر A مدل، بیانگر توانایی کم آن در تخمین کاهش عملکرد لوبیا بود. بنابر عقیده‌ی چیکوی و سوانتون (۹)، پارامترهای یک مدل رگرسیونی زمانی معتبر هستند که خطای استاندارد آنها بیشتر از نصف مقدار عددی آنها نباشد. در صورتی که در این بررسی، خطای استاندارد پارامتر مجانب مدل، بیشتر از ۶۴ درصد مقدار آن بود. نتایج مربوط به آزمون همبستگی بین مقادیر عملکرد واقعی و برآورد شده توسط این مدل نیز بیانگر ناتوانی آن در شبیه سازی کاهش عملکرد لوبیا بود (شکل ۱- ب). بطوریکه رگرسیون خطی بین مقادیر واقعی عملکرد (به عنوان متغیر مستقل) و عملکرد شبیه سازی شده توسط مدل (به عنوان متغیر وابسته)، علاوه بر داشتن ضریب تشخیص کم، دارای اریب از خط یک به یک بود. یعنی عرض از مبدأ (۹۹۵/۴۵ کیلوگرم در هکتار) و شیب آن (۰/۴۵)، بر اساس آزمون t استودنت، اختلاف معنی داری به ترتیب با صفر و یک داشت ($p<0/01$). به این ترتیب این مدل در حالت کلی برای عملکردهای کم لوبیا (تراکمهای زیاد تاتوره و فواصل زمانی نسبی کمتر بین سبز شدن آن با لوبیا) تخمینی بیشتر از واقعیت[2]، و برای عملکردهای بالای لوبیا (تراکمهای کم تاتوره و فواصل زمانی نسبی بیشتر بین سبز شدن آن با لوبیا) تخمینی کمتر از واقعیت[3] برای عملکرد لوبیا ارایه داد (شکل ۱- ب). بر اساس تخمین این مدل آستانه خسارت تاتوره (در میانگین زمانهای سبز شدن) برای ۵ درصد کاهش عملکرد دانه لوبیا، ۱ بوته در مترمربع بود و مدل حداکثر کاهش عملکرد دانه لوبیا را در محدوده تراکمهای مورد آزمایش ۵۵ درصد نشان داد.

بلک شاو (۶) نیز حداکثر کاهش عملکرد لوبیا را با استفاده از این مدل برای عملکرد بیولوژیکی و دانه به هنگام تداخل با تاج ریزی به ترتیب ۵۲ و ۷۲ درصد گزارش کرد. چیکوی و سوانتون (۹) و کنزویک و همکاران (۱۷) معتقدند که مدلهای مبتنی بر تراکم علف هرز به تنهایی نمی توانند پیش بینی خوبی را از کاهش عملکرد داشته باشند، زیرا این مدلها توانایی در نظر گرفتن اندازه، سرعت رشد، زمان نسبی سبز شدن علف هرز و همچنین تصحیح برازش خود بر اساس فراوانی علفهای هرز پس از زمان اندازه گیری را ندارند.

1- Remain Mean Square = RMS
2- Over Estimation
3- Under Estimation



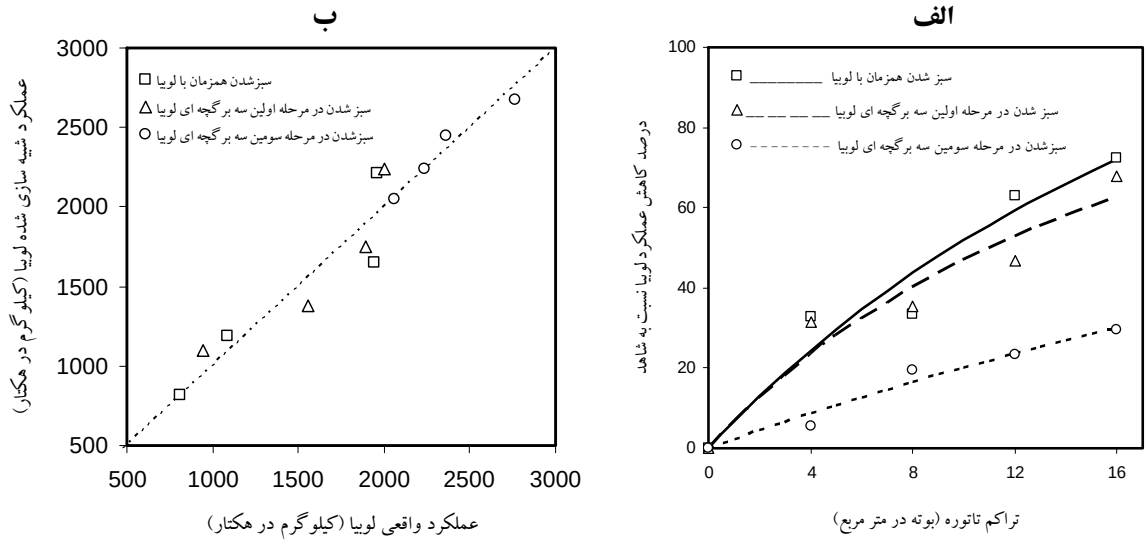
شکل ۱- تخمین درصد کاهش عملکرد دانه لوبیا توسط مدل تراکم علف هرز (رابطه ۱) برای تمام زمانهای سبز شدن تاتوره (الف) و مقادیر شبیه سازی شده توسط آن در مقابل مقادیر واقعی عملکرد دانه لوبیا (ب)

جدول۱- پارامترهای برآورد شده (± خطای استاندارد) ضریب تشخیص(R^2)و میانگین مربعات باقیمانده (RMS) برای مدل تراکم علف هرز (رابطه ۱) در حالت ترکیب و تفکیک هریک از زمان های سبز شدن تاتوره

زمان نسبی سبز شدن تاتوره	DF	I	A	R^2	RMS
ترکیب زمانهای سبز شدن	۴۳	۵/۲۶ (±۱/۴۲)	۱۵۹/۴۴ (±۱۰۳/۲۸)	۰/۶۵	۲۰۲/۵۴
همزمان با لوبیا	۱۳	۶/۹۵ (±۱/۳۰)	۲۰۴/۷۴ (±۸۹/۴۰)	۰/۹۳	۵۵/۲۲
اولین سه برگچه ای لوبیا	۱۳	۷/۰۱ (±۱/۴۷)	۱۴۱/۹۲ (±۴۹/۴۷)	۰/۹۱	۵۰/۴۱
سومین سه برگچه ای لوبیا	۱۳	۲/۳۰ (±۰/۸۱)	۱۶۳/۱۶ (±۳۸/۸۰)	۰/۷۹	۳۵/۷۹

با توجه به تخمین غیر قابل قبول این مدل در ترکیب زمانهای سبز شدن تاتوره و به منظور ارزیابی کارایی آن در هر یک از زمان های سبز شدن علف هرز، این مدل به داده های مربوط به هریک از زمان های سبز شدن تاتوره به صورت جداگانه نیز برازش داده شد (شکل ۲- الف). با توجه به افزایش ضریب تشخیص و کاهش میانگین مربعات باقیمانده، برازش مدل در این حالت بهبود یافت و برآورد بهتری در پیش بینی کاهش عملکرد لوبیا ارایه داد. شباهت عملکرد شبیه سازی شده لوبیا توسط مدل تراکم در حالت تفکیک شده برای زمانهای مختلف سبز شدن تاتوره با عملکرد واقعی آن در مزرعه نیز گواهی بر این ادعا بود (شکل ۲- ب). با این حال، به دلیل کاهش تعداد داده ها و دقت برآورد، پارامتر مجانب مدل (A) در هنگام سبز شدن تاتوره همزمان با لوبیا، بصورت غیر منطقی افزایش یافت (جدول ۱). کاهش میانگین مربعات باقیمانده مدل به هنگام تأخیر در زمان سبز شدن تاتوره (جدول ۱) نشان داد که کارایی این مدل در شبیه سازی کاهش عملکرد لوبیا در مورد خسارت ناشی از علفهای هرز دیرتر سبز شده بیشتر است. جسکه و همکاران (۱۶) نیز اعتقاد دارند که تراکم اولیه علفهای هرز در مزرعه نمی تواند معیار دقیقی از شدت رقابت در مراحل بعدی باشد، زیرا ویژگیهایی چون سرعت رشد نسبی علف هرز می تواند این ویژگی را تحت تأثیر قرار دهد. کمی خطای برآورد عملکرد لوبیا در زمان سبز شدن تاتوره در مرحله سومین سه برگچه ای لوبیا این ادعا را تأیید کرد (شکل ۲- ب). چیکوی و سوانتون (۹) نیز گزارش کردندکه برازش این مدل در مورد مجموعه داده های مربوط به تراکم علف هرز آمبروسیا[1] در سبز شدن همزمان با لوبیا مناسب نیست، زیرا پارامتر های مدل را در این حالت منفی و نامناسب برآورد کردند. تخمین مدل آنها برای درصد کاهش عملکرد لوبیا به هنگام سبز شدن آمبروسیا در مرحله اولین سه برگچه ای آن در بالاترین تراکم (۱۲ بوته در طول ردیف) در سال اول و دوم آزمایش به ترتیب ۲۰ و ۴۰ درصد بود.

1- *Ambrosia arternisiilolia*

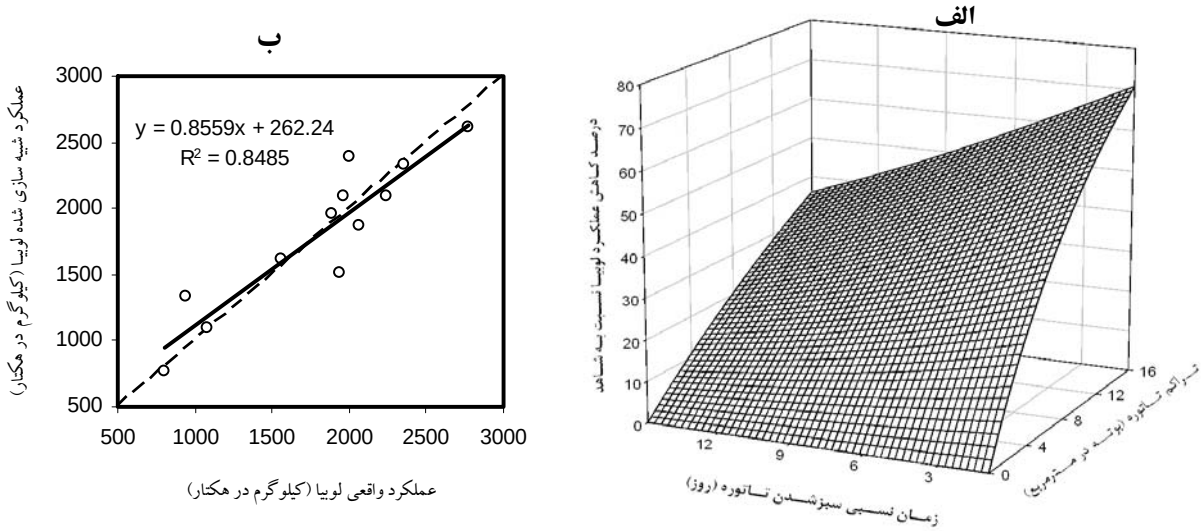


شکل ۲- تخمین درصد کاهش عملکرد دانه لوبیا توسط مدل تراکم علف هرز [Y_L= Id/1+(Id/A)] برای تفکیک زمانهای سبز شدن تاتوره (الف) و مقادیر شبیه سازی شده توسط آن در مقابل مقادیر واقعی عملکرد دانه لوبیا (ب)

جدول۲- مقادیر برآورد شده، خطای استاندارد و فاصله اطمینان ۹۵ درصدی پارامترهای مدل تراکم- زمان نسبی علف هرز (رابطه ۲) به همراه ضریب تشخیص(R^2) و میانگین مربعات باقیمانده (RMS) مدل

پارامتر	مقدار	خطای استاندارد	فاصله اطمینان ۹۵ درصدی	
			حد پایینی	حد بالایی
A	۱۵۴/۵۰	۴۱/۶۷	۶۷/۵۹	۲۳۸/۶۰
I	۸/۸۲	۱/۶۲	۵/۵۳	۱۲/۰۵
C	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۹

R^2 =۰/۸۹ RMS =۶۷/۴۳



شکل۳- شبیه سازی کاهش عملکرد دانه لوبیا در تراکمها و زمانهای نسبی مختلف سبز شدن تاتوره بر اساس مدل تراکم-زمان نسبی سبز شدن علف هرز($Y_L = Id/[\exp^{(CT)}+Id/A]$) (الف) و مقادیر شبیه سازی شده توسط مدل در مقابل مقادیر واقعی عملکرد دانه لوبیا (ب)

مدل هذلولی مستطیلی مبتنی بر تراکم و زمان نسبی سبز شدن علف هرز

با توجه به اهمیت زمان نسبی سبز شدن علف هرز در فرایند رقابت، برای شبیه سازی کاهش عملکرد لوبیا از مدل تراکم و زمان نسبی سبز شدن علف هرز کازنس و همکاران (۱۲) استفاده شد. با توجه به نتایج قبلی انتظار بر این بود که توانایی این مدل در شبیه سازی داده ها بیشتر باشد. نتایج حاصل از برازش مدل نیز حاکی از افزایش ضریب تشخیص و کاهش قابل ملاحظه میانگین مربعات باقیمانده مدل نسبت به مدل تراکم در ترکیب زمانهای سبز شدن تاتوره بود (جدول ۲).

این مدل در محدوده تراکمهای مورد آزمایش تاتوره حداکثر کاهش عملکردی معادل ۷۳/۶۲ درصد را برای عملکرد دانه لوبیا نسبت به شاهد پیش‌بینی کرد (شکل ۳- الف) که با حداکثر کاهش عملکرد مشاهده شده لوبیا در مزرعه (۷۲/۴۳ درصد) مطابقت داشت. به عقیده پورتوگال و ویدال (۲۲)، مدلهای تجربی رقابت در دامنه داده هایی که بر اساس آن برازش یافته‌اند بهترین شبیه سازی را انجام می دهند و نباید از این مدلها در دامنه های خارج از تیمارهای آزمایش انتظار برآورد قابل قبولی را داشت. گالن و آگوستینتو (۱۳) نیز ضمن اعتقاد بر محدودیت مدلهای تجربی، این موضوع را ناشی از اصول آماری نهفته در تجزیه رگرسیون می دانند.

نتایج مربوط به آزمون همبستگی بین مقادیر عملکرد واقعی و برآورد شده توسط این مدل بیانگر شبیه سازی قابل قبول مدل برای عملکرد لوبیا بود (شکل ۳- ب) بطوریکه بر اساس آزمون t استودنت، شیب رگرسیون خطی بین مقادیر واقعی و شبیه سازی شده عملکرد دانه لوبیا (۰/۸۶) تفاوت آماری معنی داری را با یک نداشت ($p>0/05$). ولی آزمون t استودنت نشان داد که عرض از مبدأ رگرسیون (۲۶۲/۲۴ کیلوگرم در هکتار) اختلاف معنی داری با صفر دارد ($p<0/01$). این موضوع بیانگر آن است که این مدل نیز همچون مدل مبتنی بر تراکم علف هرز برای عملکردهای کم لوبیا تخمین بیش از حد دارد[1] ، ولی تخمین آن در محدوده عملکردهای مشاهده شده در آزمایش قابل قبول است (شکل ۳- ب).

این مدل آستانه خسارت تاتوره در لوبیا را برای ۵ درصد کاهش عملکرد لوبیا برای زمانهای اول تا سوم سبز شدن علف هرز به ترتیب ۰/۵۹، ۰/۹۸ و ۱/۷۷ بوته در متر مربع تخمین زد. بر اساس مطالعات انجام شده بر روی هزینه های کنترل و قیمت محصول در منطقه، آستانه اقتصادی کاهش عملکرد لوبیا در منطقه اجرای آزمایش ۷ درصد تعیین شد و بر این اساس، آستانه اقتصادی خسارت تاتوره در زراعت لوبیای منطقه برای زمانهای سبز شدن همزمان، مرحله اولین سه برگچه ای و مرحله سومین سه برگچه ای لوبیا به ترتیب ۰/۸۴، ۱/۴ و ۲/۵ بوته در متر مربع محاسبه شد.

در آزمایش چیکوی و سوانتون (۹) بر روی رقابت آمبروسیا در لوبیا، مدل تراکم- زمان نسبی سبز شدن علف هرز تخمین بهتری از مدل سطح برگ نسبی علف هرز ارائه داد. آنها عقیده دارند که پارامتر C در این مدل شاخصی از قدرت رقابت گیاه زراعی است و به تغییرات شرایط آب و هوایی وابسته است که بیشتر بودن مقدار آن نشان دهنده قدرت رقابتی بیشتر گیاه زراعی نسبت به علف‌های هرزی است که دیرتر سبز می‌شوند.

مدل سطح برگ نسبی علف هرز

مدل دو پارامتری کراف و لوتز (۱۸) بهترین برآورد را از میزان خسارت علف هرز تاتوره بر اساس سطح برگ نسبی این علف هرز در ۴۵ روز پس از سبز شده لوبیا (مرحله گلدهی) ارائه داد و بیشترین ضریب تشخیص و کمترین میانگین مربعات باقیمانده را در بین سه زمان اندازه گیری سطح برگ نسبی تاتوره داشت. به همین دلیل از داده های آن در برآورد پارامترهای مدل استفاده شد. مدل سطح برگ نسبی بهترین برازش را (بر اساس ضریب تشخیص و میانگین مربعات باقیمانده خطا) در بین سایر مدلهای مورد آزمایش داشت (جدول ۳). چیکوی و سوانتون (۹) نیز بهترین زمان اندازه گیری شاخص سطح برگ نسبی آمبروسیا را برای استفاده در مدل سطح برگ نسبی در تخمین کاهش عملکرد لوبیا، ۶ هفته پس از سبز شدن آن گزارش کردند. با توجه به اینکه متغیر مستقل این مدل (سطح برگ نسبی تاتوره) بر خلاف مدلهای قبلی، تیمارهای آزمایش (یعنی تراکم یا زمان نسبی سبز شدن تاتوره) نبود، بلکه تغیر تصادفی بود که از طریق اندازه گیری محاسبه شده بود، بنابر این از میانگین تکرارهای آزمایشی استفاده نشد و برازش بر کل داده ها انجام گرفت (۲) (شکل ۴- الف).

مقایسه عملکرد پیش بینی شده توسط مدل با عملکرد واقعی لوبیا در مزرعه نیز کارایی مدل سطح برگ نسبی را در شبیه سازی عملکرد تأیید کرد، بطوریکه بر اساس آزمون t استیودنت، شیب رگرسیون خطی بین مقادیر واقعی و شبیه سازی شده عملکرد لوبیا (۰/۹۸) تفاوت آماری معنی داری را با یک نداشت ($p>0/05$). این آزمون همچنین اختلاف آماری معنی داری را بین عرض از مبدأ رگرسیون (۶۲/۱۱ کیلوگرم در هکتار) و صفر نشان نداد ($p>0/05$). این امر تأییدی بر تخمین صحیح[2] مدل بود. (شکل ۴- ب).

حداکثر کاهش عملکرد دانه لوبیا بر اثر رقابت با تاتوره (پارامتر m) بر اساس این مدل ۸۹ درصد است. به اعتقاد کراف و همکاران (۲۰) کاهش ۱۰۰ درصدی عملکرد در آلودگی های شدید علف هرز

1- Over estimation

2- Right Estimatin

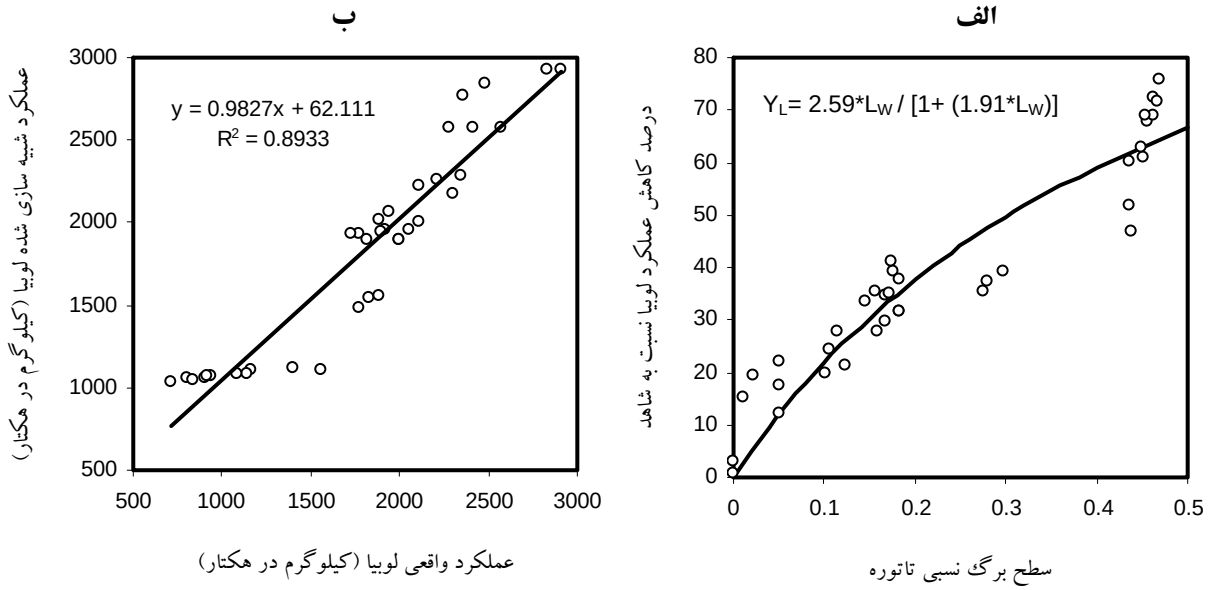
بسیار نادر و تنها زمانی قابل توجیه است که منابع رقابتی گیاه زراعی و علف هرز یکسان و در عین حال قدرت رقابتی علف هرز نسبت به گیاه زراعی بیشتر باشد. مدل سطح برگ نسبی حداکثر کاهش عملکرد لوبیا را در محدوده داده های آزمایش حداکثر ۶۷ درصد تخمین زد (شکل ۴-الف).

کراف و اسپیترز (۱۹) عقیده دارند که پارامتر q (ضریب خسارت نسبی علف هرز) در این مدل بیانگر توانایی نسبی رقابت علف هرز در مقابل گیاه زراعی است و مقدار بیشتر آن بیانگر قدرت رقابت بیشتر علف هرز است. آنها نشان دادند که در مورد ضریب خسارت نسبی، مقادیر بزرگتر از یک، برتری علف هرز و مقادیر کمتر از یک برتری گیاه زراعی را در رقابت نشان می دهد و در صورتی که هر دو گیاه در رقابت توانایی یکسانی داشته باشند مقدار این شاخص مساوی یک خواهد بود. در این صورت منحنی کاهش عملکرد گیاه زراعی در مقابل سطح برگ نسبی علف هرز در حالت های ذکر شده به ترتیب، محدب، مقعر و خطی بدست می آید. بر این اساس، نتایج مربوط به برآورد پارامتر q نشان داد که در شرایط آزمایش انجام شده، تاتوره رقیب قویتری نسبت به لوبیا بوده است (q =۲/۵۹±۰/۲۹) که با ساختار محدب منحنی مذکور (شکل ۴- الف) نیز سنخیت دارد. قدرت رقابت بیشتر تاتوره نسبت به لوبیا را می‌توان به ساختار کانوپی و فرم افراشته و قدرت رقابت نوری بهتر آن نسبت داد. با این حال، مقدار نه چندان بالای این پارامتر می تواند تأیید احتمالی بر عدم تمایز آشیان اکولوژیک و یکسان بودن نسبی منابعی باشد که دو گونه درجهت کسب آنها با هم رقابت می کنند.

جدول۳- مقادیر برآورد شده، خطای استاندارد و فاصله اطمینان ۹۵ درصدی پارامترهای مدل سطح برگ نسبی علف هرز همراه با ضریب تشخیص(R^2)و میانگین مربعات باقیمانده (RMS) مدل

پارامتر	مقدار	خطای استاندارد	فاصله اطمینان ۹۵ درصدی	
			حد پایینی	حد بالایی
q	۲/۵۹	۰/۲۹	۱/۹۹	۳/۱۹
m	۰/۸۹	۰/۰۷	۰/۷۶	۱/۰۳

R^2 =۰/۹۰ RMS =۰/۰۵



شکل٤- شبیه سازی کاهش عملکرد دانه لوبیا بر اساس مدل سطح برگ نسبی علف هرز (الف) و مقادیر شبیه سازی شده توسط مدل، در مقابل مقادیر واقعی عملکرد دانه لوبیا (ب)

در آزمایش آگویا و ماسوناس (۳ و۴) مقدار ضریب خسارت نسبی (q) محاسبه شده برای این مدل در حال رقابت لوبیا با تاج خروس و علف انگشتی[1] به ترتیب ۲/۷ و ۱/۶۵ بود. ون ایکر و همکاران (۲۴) در رقابت لوبیا با جو حداکثر کاهش عملکرد دانه لوبیا را ۰/۳۳ و مقدار ضریب خسارت نسبی جو را ۲/۶۲ و لوتز و همکاران (۲۱) در تداخل چغندر قند با خردل سفید پارامتر های مدل را به ترتیب ۰/۹۶ و ۱۰/۷ گزارش کردند. در آزمایش ایزدی دربندی و همکاران (۱) نیز بر روی رقابت لوبیا با تاج خروس، پارامتر q، ۲/۳۸ ±۱۰/۵۳ و پارامتر m، ۰/۰۵ ±۰/۹۷ بود. کنزویک و همکاران (۱۷) در گزارش مربوط به اعتبار سنجی مدل تراکم- زمان نسبی سبز شدن علف هرز به هنگام رقابت تاج خروس با ذرت تاکید کردند که در آزمایش آنها پارامتر I (شیب عملکرد در کمترین تراکم علف هرز) در سالها و مناطق مختلف تا حدودی ثابت بود، در حالیکه مقدار برآورد شده پارامتر A (حداکثر کاهش عملکرد) در همان شرایط، نوسانات زیادی نشان داد. همچنین کنزویک و همکاران (۱۷) و چیکوی و سوانتون (۹) بر تفاوت مقدار عددی پارامتر q در مدل سطح برگ نسبی علف هرز در سالها و مناطق مختلف تاکید کردند. بنابراین، باید توجه داشت که ارزیابی و تعیین پارامتر های هر مدل جهت توصیه آن در سیستم های تصمیم گیری در هر منطقه، مستلزم تکرار آزمایش در چندین سال است و از اینرو تکرار آزمایش در منطقه برای سایر محققان پیشنهاد می گردد.

منابع

۱- ایزدی دربندی ا.، راشد محصل م.ح.، و نصیری محلاتی م. ۱۳۸۲. مطالعه و پیش بینی اثرات رقابتی تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) بر عملکرد لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) با استفاده از سطح برگ نسبی و مدل سه پارامتری کراف. مجله علوم و صنایع کشاورزی. جلد۱۷. شماره۲. ص.۲۰۲-۱۹۵ .

۲- سلطانی ا. ۱۳۸۵. تجدید نظر در کاربرد روشهای آماری در تحقیقات کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

3- Aguyoh J., and Masiunas N.J.B. 2003a. Interference of Large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*) with snap bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Sci. 51:171-176.

4- Aguyoh J., and Masiunas N.J.B. 2003b. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) with snap bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Sci. 51:202-207.

5- Berti A., Sattin M., Baldoni G., Del Pino A.N., Ferrero A., Montemurro P., Tei F., Viggiani P., and Zannin G. 2008. Relationships between crop yield and weed time of emergence/removal: Modelling and parameter stability across environments. Weed Res. 48(4): 378 -388.

6- Black Shaw R.E. 1991. Hairy nightshade (*Solanum sarrachoides*) interference in dry bean (*Phaseolus vulgaris*).Weed Sci. 39:48-53.

7- Blanco-Moreno J.M., Chamorro L., Izquierdo J., Masalles R.M., and Sans F.X. 2008. Modelling within-field spatial variability of crop biomass - weed density relationships using geographically weighted regression. Weed Res. 48(6): 512-522.

8- Canner S.R., Wiles L.J., Erskine R.H., McMaster G.S., Dunn G.H., and Ascough J.C. 2009. Modeling with limited data: The influence of crop rotation and management on weed communities and crop yield loss. Weed Sci. 57: 175-186.

9- Chikoye D., and Swanton C.J. 1995. Evaluation of three empirical models depicting *Ambrosia arternisiilolia* competition in white bean. Weed Res. 35: 421-428.

10- Cousens, R. 1985a. A simple model relating yield loss to weed density. Ann. Appl. Biol. 107:239–252.

11- Cousens R. 1985b. An empirical model relating crop yield to weed and crop density and statistical comparisons with other models. J. Agric.Sci. 105:513–521.

12- Cousens R., Btain P., O'Donovan J.T., and O'Sulilvan P.A. 1987. The use of biologically realistic equation to describe the effect of weed density and relative time of emergence on crop yield. Weed Sci. 35: 720-725.

13- Galon L., and Agostinetto D. 2009. Comparison of empirical models for predicting yield loss of irrigated rice (*Oryza sativa*) mixed with Echinochloa spp. Crop Protection, 28(10): 825-830.

14- Hempel C., Preece N., Harvey K., and Woinarski J.Z. 2009. Pages 373-392, In: Jones S. and K. Reinke (eds), Innovations in Remote Sensing and Photogrammetry. Springer Berlin Heidelberg.

15- Jasieniuk M., Taper M.L., Wagner N.C., Stougaard R.N., Brelsford M., and Maxwell B.D. 2008.

1- *Digitaria sanguinalis*

Selection of a barley yield model using Information–Theoretic criteria. Weed Sci. 56: 628–636
16- Jeschke M.R., Stoltenberg D.E., Kegode G.O., Dille J.A., and Johnson G.A. 2009. Weed community emergence time affects accuracy of predicted corn yield loss by WeedSOFT. Weed Technol. 23(3):477-485.
17- Knezevic S.Z., Weise S.F., and Swanton C.J. 1995. Comparison of empirical models depicting density of *Amaranthus retroflexus* L. and relative leaf area as predictors of yield loss in maize (*Zea mays* L.). Weed Res. 35:207–214.
18- Kropff M.J., and Lotz L.A.P. 1992. Optimization of weed management systems: the role of ecological models of interplant competition. Weed Technol. 6:462–470.
19- Kropff M.J., and Spitters C.J.T. 1991. A simple model of crop loss by weed competition from early observations of relative leaf area of the weeds. Weed Res. 31:97–105.
20- Kropff M.J., Spitters C.J.T., Schnieders B.J., Joenje W., and De Groot W. 1992. An eco-physiological model for inter-specific competition, applied to the influence of *Chenopodium album* L. on sugarbeet. 1. Model description and parameterization. Weed Res. 32: 437-450.
21- lotz L.A., Christensen S., Clutier D., Quiwanilie C.F., Legere A., Lemiex C., Iglesias A.P., Solanen J., Sattin M., Stiglini L., and Tei F. 1996. Prediction of competitive effects of weed on yield based on relative leaf area of weeds. Weed Res.36: 93-101.
22- Portugal J.M., and Vidal R.A. 2009. Economic levels of weed injury on crops: concepts, definitions and calculation models. Planta daninha, 27(4): 145-159.
23- Swanton C.J., Weaver S., Cowan P., Van Acker R., Deen W., and Shrestha A. 1999. Weed Thresholds: Theory and Applicability in Expanding the Context of Weed Management. J. Crop Production 2:9-29.
24- Van Acker R.C., Lutman P.J.W., and Williams R.J.F. 1997. Prediction of yield loss due to interference from two weed species using early observation of relative leaf area.Weed Res. 37: 287- 299.