مجله دانش علف‌های‌هرز

مجله دانش علف‌های‌هرز ۹ (۱۳۹۲) ۱۴۰-۱۲۷

تأثیر برهم‌کنش دزهای علف‌کش و ضریب خسارت سطح برگ در رقابت علف‌های‌هرز توق و تاج خروس با ذرت

مصطفی اویسی*[1]، حمید رحیمیان مشهدی[2]، محمدعلی باغستانی[3] و حسن علیزاده

۱- گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران ۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران ۳-بخش تحقیقات علف‌های‌هرز، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۲۱

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۸

چکیده

ضریب خسارت سطح برگ (λ) یعنی به ازا هر واحد افزایش در سطح برگ چقدر بر توان رقابتی علف هرز افزوده می شود. این پارامتر در بسیاری از مطالعات علیرغم اذعان به تغییرات آن، ثابت درنظر گرفته شده است. هدف این تحقیق، بررسی برهم‌کنش این پارامتر با دزهای علف‌کش است که بعنوان یک عامل خارجی در تعاملات علف هرز-گیاه زراعی وارد می شود. آزمایش مزرعه‌ای طی دوسال بمنظور شناخت تغییرات شاخص‌های مربوط به ذرت، توق و تاج خروس در بازه‌ای از دزهای علف‌کش اجرا شد. ۵ دز علف‌کش نیکوسولفورون بعنوان کرت‌های اصلی و ۱۶ ترکیب تراکمی شامل ۴ تراکم تاج خروس × ۴ تراکم توق بصورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی در قالب یک طرح اسپلیت فاکتوریل تک تکراره طراحی شد. برای تاج خروس تا ۵۰ درصد دز کامل که هنوز سطح برگ براساس تابع دز- پاسخ روندی کاهشی را طی می کرد پارامتر λ تقریباً ثابت بود. برای توق مقدار پارامتر λ در دزهای صفر و ۲۵ درصد دز کامل، ثابت بود. اما در دز ۵۰ درصد، جهشی چشمگیر رخ داد و مقدار پارامتر λ به شدت افزایش نشان داد. پس از آن با افزایش دز علف‌کش به دز ۷۵ درصد دز کامل و نیز اعمال دز توصیه شده دوباره پارامتر دچار کاهش شد و به سطح دزهای صفر و ۲۵ درصد برگشت. مدل گاوس بخوبی تغییرات ضریب خسارت توق در برابر دز علف‌کش را توصیف نمود. کاربرد دز نصف باعث سوختن ساقه‌ی اصلی توق شد و در پی آن رشد شاخه‌های فرعی افزایش یافت. به نظر می رسد حذف جوانه انتهایی روی ساقه اصلی باعث رشد و شاخه دهی بیشتر جوانه‌های فرعی شد. بطور خلاصه مهمترین عوامل در افزایش ضریب خسارت سطح برگ توق عبارتند از: دز علف‌کش مهمترین عامل مستقیم در کاهش ارتفاع توق، کاهش ارتفاع مهمترین فاکتور افزایش دهنده نسبت ارتفاع شاخه‌های فرعی به ساقه‌ی اصلی (XL/M)، افزایش XL/M مهمترین عامل افزایش تراکم سطح برگ در بالاترین نقطه کانوپی و این شاخص نیز عامل مستقیم افزایش ضریب خسارت سطح برگ در توق بوده است. توجه به اثر ضریب خسارت سطح برگ در فرایند توسعه‌ی مدل‌هایی که دز علف‌کش بعنوان اهرمی باعث ایجاد نوسان در این ضریب می‌شود می‌تواند در افزایش توان توصیفی و پیش بینی این مدل‌ها و در نتیجه توصیه‌های دقیق‌تر مدیریتی مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: توق، تاج خروس، ضریب خسارت سطح برگ، مدل گاوس

* Corresponding author, E-mail: moveisi@ut.ac.ir

مقدمه

تأثیر چشمگیر علف‌کش‌ها در افزایش تولید سیستم‌های کشاورزی بقدری وسوسه برانگیز بوده که سطح تقاضا برای این ترکیبات شیمیایی، هر روز افزایش می‌یابد. مصرف بی رویه علف‌کش‌ها با خود مشکلاتی را به همراه داشته است. آسیب‌های زیست محیطی، مقاومت به علف‌کش‌ها و مسائل اقتصادی (Bourdôt, 1996; Powles & Holtum, 1994) از جمله این مشکلات است. تحقیقی در کانتربری انگلستان نشان داد که ۲٤ درصد از علف‌کش‌هایی که در مزارع غلات استفاده می‌شد به هیچ‌وجه صرفه اقتصادی نداشت (Bourdôt *et al.*, 1996). چه بسا اگر تأثیرات مخرب این ترکیبات در دراز مدت نیز وارد محاسبات شود ضرر بیشتر از این‌ها بشود. پس شکی نیست که باید برای کاهش مصرف علف‌کش‌ها تدبیری اندیشیده شود. مفهوم آستانه خسارت برای این منظور ارائه شد که خسارت علف‌های‌هرز کمتر از هزینه‌ی علف‌کش باشد دیگر علف‌کش استفاده نشود (Kim *et al.*, 2002). اما لازمه‌ی کارایی آستانه‌ی خسارت، وجود مدلی است که خسارت علف‌های هرز در مزرعه را پیش از فرا رسیدن زمان سمپاشی پیش بینی کند. در برخی از بررسی‌ها، مدل هایپربولیک یا هذلولی مستطیلی بخوبی ارتباط بین عملکرد محصول با تراکم علف‌های‌هرز را توصیف نمود، البته اگر جمعیت علف‌های هرز تنها شامل یک فلاش باشد (Knezevic *et al.*, 1987). بعدها برای اینکه پیش بینی‌ها دقیق‌تر شود پارامترهایی دیگر مثل زمان رویش علف‌های‌هرز نیز در مدل وارد شد (Knezevic *et al.*, 1987). اما فلاش‌های متوالی علف‌های هرز با این مدل‌ها قابل توصیف نبود.

(Kropff *et al.*, 1995) مدل‌های یک و دو پارامتری ارائه کردند که کاهش محصول را بر اساس سطح برگ نسبی علف‌های هرز و گیاه زراعی پیش بینی می‌کرد. روش این مدل، اندازه-گیری سطح برگ علف‌های‌هرز نسبت به کل سطح برگی بود که در واحد سطح (گیاه زراعی + علف‌هرز) وجود داشت. این روش تا حد زیادی مشکل مربوط به ظهور فلاش‌های مختلف علف‌هرز را مرتفع نمود. این مدل بارها روی علف‌های‌هرزی همچون یولاف، خردل و تاج خروس در محصولات استراتژیکی مثل گندم و ذرت آزمون و با موفقیت روبرو شد (Lotz *et al.*, 1996; Bourdôt *et al.*, 1997). با این وجود در تمامی موارد پیش بینی خسارت‌ها بر اساس اندازه-گیری زودهنگام (اول فصل) سطح برگ موفق نبود. به منظور افزایش قدرت پیش‌بینی، پارامتر تعیین کننده ضریب خسارت (q) وارد مدل شد. ضریب خسارت سطح برگ یعنی به ازا هر واحد افزایش در سطح برگ چقدر برتوان رقابتی علف هرز افزوده می‌شود. به عبارتی گیاه چگونه از سطح برگ در اختیار برای رقابت بهتر با گیاه رقیب مجاور استفاده می‌کند. اگر مدل بخواهد در ابتدای فصل درست به همان دقت مراحل بعدی کار کند لازم است q در طول فصل و نیز در شرایط محیطی متفاوت ثابت باشد (Lotz *et al.*, 1996). (Bourdôt *et al.*, 1997) با برازش مدل سطح برگ در گندم، نشان دادند که q درطول فصل (بین دو مرحله نمونه برداری LAI) و نیز در تراکم‌های مختلف گندم ثابت بود. در مقابل در مطالعاتی دیگر مقدار q در آزمایشاتی که در سال‌ها و مکان‌های جغرافیایی مختلف اجرا شد متغیر بود (Lotz *et al.*, 1996). در طول فصل نیز q متغیر بود و در برخی آزمایشات با اندازه‌گیری LAI در طول فصل، q کاهش نشان داد (Lotz Van-Acker *et al.*, 1997; *et al.*, 1996). به جز عامل مراحل رشدی گیاه که در میزان q تعیین کننده است متغیرهای دیگر زمانی و مکانی مثل باروری خاک و میزان رطوبت در دسترس نیز باعث تغییر q می شود. به اعتقاد(Lemerle *et al.*, 1996) و همکاران ارقام مختلف یک گونه که از لحاظ توان رقابتی با هم متفاوتند می‌توانند در تغییرات q تأثیرگذار باشند. نتیجه گیری کلی Lotz, *et al.*, (1996) این بود که مدل سطح برگ در دو صورت مدل موفقی در پیش بینی عملکرد محصول در رقابت با علف‌های هرز خواهد بود: ۱) درک بهتر این مسئله که چگونه فاکتورهای پیرامون گیاه بر روی مقدار پارامترها (q) تأثیر می‌گذارند. با این آگاهی، می توان مدل را برای شرایط متفاوت تنظیم نمود. ۲) با توجه به تغییر مقدار q در طول فصل، باید دقت لازم در

مورد زمان ارزیابی سطح برگ صورت گیرد تا تخمین‌ها از اعتبار و دقت لازم برخوردار باشد (Bourdôt *et al*., 1997).

در مدل ترکیبی (Brain *et al*., 1999) نیز ضریب خسارت زیست توده که تعریفی مشابه ضریب خسارت سطح برگ دارد، ثابت در نظر گرفته شد (Oveisi *et al*., 2008) در مدلسازی اثرات متقابل دز علف‌کش و رقابت دو گونه‌ای توق و تاج خروس با ذرت که براساس شاخص سطح برگ صورت گرفت نیز ضریب خسارت مربوط به علف‌های هرز را بعنوان پارامتری ثابت در نظر گرفتند. برازش و ارزیابی مدل‌ها در سه مقطع رشدی ذرت (۸ برگی، ۱۲ برگی و بسته شدن کانوپی) مؤید این نکته بود که این پارامتر در طول فصل می تواند متغیر باشد که به منظور ساده سازی روابط در مراحل ساخت مدل، ثابت فرض شد. با این وجود پرداختن عمیق‌تر به این تغییرات به ظاهر جزئی، می‌تواند در فهم بهتر روابط و پیش بینی نتایج موثر باشد. این مطالعه به برآورد و توصیف تغییرات پارامتر ضریب خسارت سطح برگ گونه‌های توق و تاج خروس در رقابت با ذرت و تحت دزهای مختلف علف‌کش نیکوسولفورون پرداخته است.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای طی دو سال (۱۳۸٦ و ۱۳۸۷) در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج با مشخصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی و ۳۵ درجه و ۳٤ دقیقه شمالی، ارتفاع ۱۳٦۱ متر و متوسط بارندگی سالانه ۲٤۱ میلیمتر اجرا شد. مزارع انتخابی، سال قبل از آزمایش در آیش بود. خاک مزرعه لومی- رسی شامل ۲۸/٦٪ شن، ٤۰٪ سیلت و ۳۱/٤ ٪ رس با پی اچ ۷/۱ و و هدایت الکتریکی ۰/۳۸ µS/cm بود. درصد نیتروژن خاک ۰/۰۷، فسفر ۲۱/۲ پی پی ام و پتاسیم ۱۳۲ پی پی ام بود. درصد ماده آلی خاک در سال اول ۱/٦٪ و در سال دوم ۰/٦٪ بود. عملیات آماده سازی بستر کاشت شامل یک شخم عمیق در پائیز و دو دیسک در ابتدای بهار بود که با یک کولتیواتور تکمیل شد. ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات آمونیوم پیش از کاشت و ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره بصورت سرک در مرحله ۸-٦ برگی ذرت و درکنار ردیف‌های ذرت به خاک داده شد. آبیاری با دور یک هفته براساس عرف محل انجام گرفت. تأثیر سه عامل در آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. پنج دز صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵و دز توصیه شده علف‌کش نیکوسولفورون (کروز، SL ۲ لیتر در هکتار) بعنوان کرتهای اصلی و ۱٦ ترکیب تراکمی شامل ٤ تراکم تاج خروس (صفر، ٤، ۸ و ۱۲ بوته در مترمربع) ×٤ تراکم توق (صفر، ٤، ٦، ۸ بوته در متر مربع) بصورت فاکتوریل در کرتهای فرعی در قالب یک طرح اسپلیت فاکتوریل تک تکراره طراحی شد (Kim *et al*., 2006). برای محاسبه غیریکنواختی در بلوک‌ها، ۳ تیمار عاری از علف هرز بعنوان شاهد و بصورت تصادفی در طول هر بلوک پیش بینی شد (Federer, 2005).

۲۰ اردیبهشت ۱۳۸٦ و ۱۳۸۷، ذرت (*Zea mays* L.) رقم هیبرید ۷۰٤ سینگل کراس با تراکم ٦/۰٦ بوته در متر مربع و با فواصل ردیف ۰/۷۵ متر درکرت‌های ۳ × ٤/۵ متر کشت شد. توق و تاج خروس نیز با فاصله ۱۵ سانتیمتر در کنار ردیف‌های ذرت کاشته شد. بعد از سبزکردن ذرت و علف-های هرز، بوته‌ها تنک شده و به تراکم مورد نظر رسیده و سایر علف‌های هرز نیز وجین شد. در مرحله ٤ برگیِ ذرت همزمان با ٤ برگی کامل توق و ٤-۲ برگی تاج خروس، دزهای علف‌کش با یک سمپاش پشتی باطری مسلح به نازل شره‌ای که با فشار ۲٤۰ کیلوپاسکال وحجم ۲۵۰ لیتر درهکتار تنظیم شده بود پاشیده شد.

ارزیابی‌ها به فاصله‌ی ده روز پس از پاشش علف‌کش آغاز و نمونه برداری از سه کادر ۰/۵ × ۰/۵ متری از دو ردیف میانی کاشت انجام شد. نمونه برداری در طول فصل به فواصل دوهفته و طی ٦ مرحله در مراحل مختلف فنولوژیی صورت گرفت. در آزمایشگاه پس از ثبت مراحل فنولوژی رشد، شاخص‌هایی از قبیل ارتفاع (برای علف‌های هرز ارتفاع ساقه-ی اصلی، تعداد و طول شاخه‌های فرعی)، سطح برگ و وزن اندام‌های مختلف گیاه جداگانه اندازه گرفته شد. سپس نمونه-ها در آون ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ٤۸ ساعت خشک شد

و وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. در مرحله بسته شدن کانوپی که چهارمین مرحله از ٦ مرحله نمونه برداری بود ابتدا در مزرعه مرحله فنولوژی، ارتفاع ساقه‌ی اصلی ذرت، ارتفاع ساقه‌ی اصلی و تعداد و ارتفاع شاخه‌های فرعی گونه‌های علف هرز ثبت شد. سپس گیاهان بر روی صفحه‌ای مدرج قرار گرفت و با توجه به ارتفاع هر گونه، علف‌های هرز و ذرت به چهار قسمت مساوی از پایین به بالا تقسیم شد. پس از آن مواد گیاهی مربوط به هر لایه جداگانه در کیسه قرار گرفته و برچسب گذاری شد. در آزمایشگاه سطح برگ و وزن هر لایه اندازه گیری و ثبت شد. سایر مراحل نیز مانند قبل انجام شد. برداشت ذرت در آخر شهریور هر دو سال (مرحله هفتم نمونه برداری) پس از رسیدن کامل ذرت صورت گرفت و به منظور اندازه گیری عملکرد، ذرت از دو ردیف میانی و از دوطول ۱ متری از ردیفها برداشت و اجزا عملکرد و عملکرد دانه در واحد سطح اندازه گیری شد.از رگرسیون غیرخطی با استفاده از SAS برای برازش داده‌ها استفاده شد. رابطه عملکرد محصول در رقابت با دو گونه تاج خروس و توق را با استفاده از شاخص سطح برگ دو گونه از طریق رابطه زیر توصیف شد (Oveisi, 2009):

$$Y = Y_0 / 1 + \lambda_1 LA_1 + \lambda_2 LA_2 \qquad (۲)$$

که در آن Y سطح برگ ذرت در شرایط عاری از علف هرز، λ1 و λ2 به ترتیب ضریب خسارت سطح برگ گونه‌ی ۱ (تاج‌خروس) و گونه‌ی ۲ (توق) و LA_1 و LA_2 شاخص سطح برگ گونه‌های ۱ و ۲ بود. برای توصیف مقادیر ضریب خسارت، مدل گاوس ٤ پارامتری بعنوان مدلی مناسب در توصیف روند این پارامتر در برابر دز علف‌کش انتخاب شد:

$$\lambda = \lambda_{max}.\exp(-0.5\ (Dose - Dose_{\lambda max})/Dose_{expo})^b \qquad (۲)$$

که درآن λ ضریب خسارت سطح برگ در هر دز، λ_{max} حداکثر مقدار ضریب خسارت، Dose مقدار دز اعمال شده که متغیر مستقل مدل است، $Dose_{\lambda max}$ مقدار دزی که حداکثر مقدار ضریب خسارت در آن اتفاق می افتد، $Dose_{expo}$ دزی که در آن روند منحنی نمایی (Exponential) می‌شود و در نهایت b نشانگر شیب منحنی پاسخ به دز است. با کمک رگرسیون گام به گام (Stepwise) که حاکی از ضریب کوچک و قابل اغماض تراکم تاج خروس بود، عامل تراکم تاج خروس ثابت در نظر گرفته شد و از روش CDA (Canonical Discrimination Analysis) برای درک بهتر ارتباطات بین تراکم توق و دز علف‌کش استفاده شد. در نهایت از تحلیل مسیر (Path analysis) برای تشخیص روابط استفاده شد (Amos™ 7.0).

نتایج و بحث

درگام نخست، ارتباط سطح برگ علف‌های‌هرز با دز علف کش با استفاده از مدل (۱) بررسی شد. با کمک این رابطه، پارامترهای λ_1 و λ_2 در هر دز تخمین زده شد (جدول ۲).

برای تاج خروس تا دز ۵۰ درصد که هنوز سطح برگ براساس تابع دز- پاسخ روندی کاهشی را طی می‌کرد (Oveisi *et al*., 2008) تغییراتِ بسیار جزئی در برآورد پارامتر λ مشاهده شد (جدول۲). مقایسه خطای استاندارد[1] محاسبه شده برای این پارامتر در دزهای مختلف نشانگر عدم تفاوت معنی دار در مقادیر بدست آمده برای پارامتر λ_1 بود. اما در توق پارامتر λ_2 با فراز و نشیب‌هایی همراه بود. برای درک بهتر چگونگی این ارتباط، مقادیر این پارامتر در مقابل دزهای علف‌کش ترسیم شد. مقدار λ_2 در دزهای صفر و ۲۵ درصد دز کامل، ثابت بود. اما در دز ۵۰ درصد، جهشی چشمگیر رخ داد و مقدار پارامتر λ به شدت افزایش نشان داد (جدول۲، شکل ۱). پس از آن با افزایش دز علف‌کش به دز ۷۵ درصد، دز کامل و نیز اعمال دز توصیه شده دوباره میزان پارامتر دچار کاهش شد و به سطح دزهای صفر و ۲۵ درصد برگشت. با مشاهده‌ی روند، به نظر رسید که مدل‌های کوهانی[2] باید مدل‌های خوبی برای بیان این رابطه باشند. مدل گاوس (رابطه ۲) بخوبی تغییرات ضریب خسارت توق در برابر دز علف‌کش توصیف نمود (شکل ۱). پارامترهای پیش بینی شده‌ی مدل، در جدول ۳ آمده است.

[1] Standard error
[2] Hump shape

جدول ۱- نتایج تجزیه رگرسیونی و ضرایب اثرات تیمارهای آزمایش بر عملکرد ذرت

Table 1- Parameter estimates produced by regression analysis of the experimental treatments

Term	Estimated effects and coefficients for grain yield			
	Effect	Coefficient	SE Coef	P-value
Constant		8.665	0.090	0.000
***X. strumarium* density**	-2.160	-1.080	0.12	0.000
***A.retfoflexux* density**	-1.455	-0.727	0.10	0.000
Herbicide dose	4.767	2.382	0.128	0.000
***X. strumarium* density× *A.retfoflexux* density**	0.515	0.257	0.162	0.118
***X. strumarium* density× Herbicide dose**	1.530	0.765	0.121	0.000
***A.retfoflexux* density × Herbicide dose**	0.218	1.109	0.121	0.170
***X. strumarium* density× *A.retfoflexux* density × Herbicide dose**	-0.796	-0.398	0.23	0.088

SE Coef; Standard error of coefficients.

جدول ۲- نتایج مربوط به تخمین پارامترهای مدل (۱) در هر دز از علف‌کش

Table 2- Parameter estimates of fitting model (1) at each herbicide dose

Herbicide rate (% of recommended dose)	Parameter estimates			RMSE	R^2_{adj}
	Y_0	λ_1	λ_2		
0	11.1 (0.073)	0.33 (0.029)	0.46 (0.038)	0.97	0.958
25	11 (0.71)	0.28 (0.031)	0.46 (0.06)	1.10	0.935
50	10.9 (0.1)	0.28 (0.017)	1.064 (0.013)	1.124	0.921
75	11 (1.2)	0.28 (0.017)	0.413 (0.011)	1.16	0.909
100	11.03 (1.7)	0.28 (0.017)	0.401(0.03)	1.2	0.889

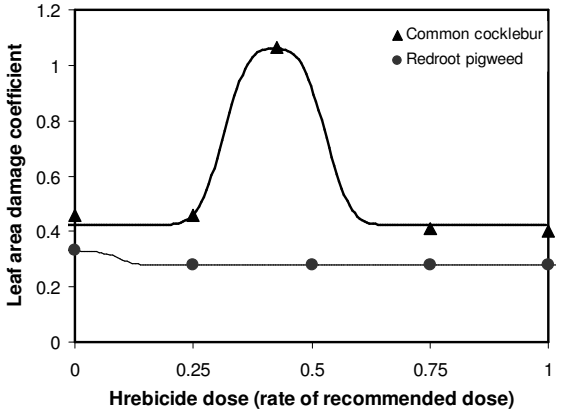
Y_0 maize grain yield at weed-free, λ1 and λ2 are leaf area damage coefficient of *Amaranthus retrolexus* and *Xanthium strumarium*, respectively. Lower RMSE and R^2_{adj} closer to one show better fit of the model to data. The number in parentheses represents the standard error of the parameters

جدول ۳- تخمین پارامترهای مدل ۲ (گاوس ٤ پارامتری) که با داده‌های ضریب خسارت توق در برابر دزهای علف‌کش برازش یافت

Table 3- Parameter estimates produced by fitting model (2) to leaf area damage coefficeint of X. strumarium against herbicide dose

Model	Parameter estimates				RMSE	R^2_{adj}
	λ_{max}	Dose $_{\lambda max}$	$Dose_{expo}$	B		
Eqn 2 (Gussian 4 parameters)	0.84 (0.091)	0.47 (0.0025)	0.29 (0.0018)	3.11 (0.043)	0.024	0.985

λ is leaf area damage coefficient, λmax is maximum leaf area damage coefficient, and Doseλmax represents the dose at which the λmax occurs. Lower RMSE and R2adj closer to one show better fit of the model to data. The number in parentheses represents the standard error of the parameters



شکل ۱- روند تغییرات ضریب خسارت سطح برگ توق و تاج خروس محاسبه شده از مدل ۱ در برابر دزهای علف‌کش

Figure 1- Relationship between leaf area damage coefficients and herbicide dose,The model fitted is eqn 1

براساس تخمین مدل، حداکثر مقدار ضریب خسارت توق ۰/۸٤ بود که در دز نصف دز توصیه شده اتفاق افتاد. و دزی که با اعمال آن، ضریب خسارت سطح برگ شروع به افزایش نمود ($Dose_{expo}$) دز ۰/۲۹ دز کامل بود (جدول۳).

وقتی ضریب خسارت سطح برگ افزایش پیدا می‌کند، یعنی سطح برگ ساخته شده گیاه بیشتر در خدمت رقابت قرار گرفته و گیاه بهتر از امکانات خود در جهت افزایش توان رقابتی استفاده می‌کند. نقاط زیادی در گیاه وجود دارد که تغییر آنها می‌تواند به افزایش یا کاهش ضریب خسارت منجر شود. با وجود گمانه‌های زیاد دراین باره شناخت اینکه کدامین تغییر در گیاه، مهمترین عامل و یا شاید منبع اصلی

تغییرات ضریب خسارت بوده، مستلزم بررسی جزئی روابط است. شاخص‌هایی مثل ارتفاع، شامل ارتفاع ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی، تعداد شاخه‌های فرعی، جایگاه برگ‌ها بر روی ساقه می توانند در این امر دخیل باشند.

شناخت عوامل تعیین کننده در تغییرات ضریب خسارت سطح برگ

با ثابت فرض شدن تراکم تاج خروس، تأثیر دو عامل دز علف‌کش و تراکم توق بر شاخص‌هایی مانند عملکرد دانه، ارتفاع و سطح برگ ذرت و ارتفاع شاخه اصلی، نسبت ارتفاع شاخه‌ی اصلی به فرعی، تعداد شاخه‌ی فرعی و سطح برگ توق و تاج خروس و نیز تمرکز یافتن حداکثر سطح برگ در بالایی‌ترین قسمت ساقه برای ذرت و علف‌های هرز مورد بررسی قرار گرفت. شکل ۲ پراکنش ترکیبات تراکم توق × دز علف‌کش را بر روی نمودار بای-پلات[1] نشان می دهد. نکته-ای که در نظر اول جلب توجه می کند دسته بندی‌هایی است که بر اساس دز علف‌کش در سمت‌های مختلف نمودار تشکیل شد. با استثناهای جزئی، غالباً پلات‌هایی که با دزهای یکسان تیمار شدند، در نزدیکی یکدیگر جای گرفت (شکل ۲). در این بین، تیمارهای دز ۵۰ درصد بر روی بای-پلات، در گوشه‌ای دور از سایرین واقع شد و همچون نقطه‌ی جاذبه‌ای شاخص "نسبت ارتفاع شاخه‌های فرعی به ساقه‌ی اصلی (XL/M)" و تا حدی شاخص "تمرکز حداکثر سطح برگ در بالایی‌ترین بخش کانوپی (TLX)" در توق را به سمت خود کشید.

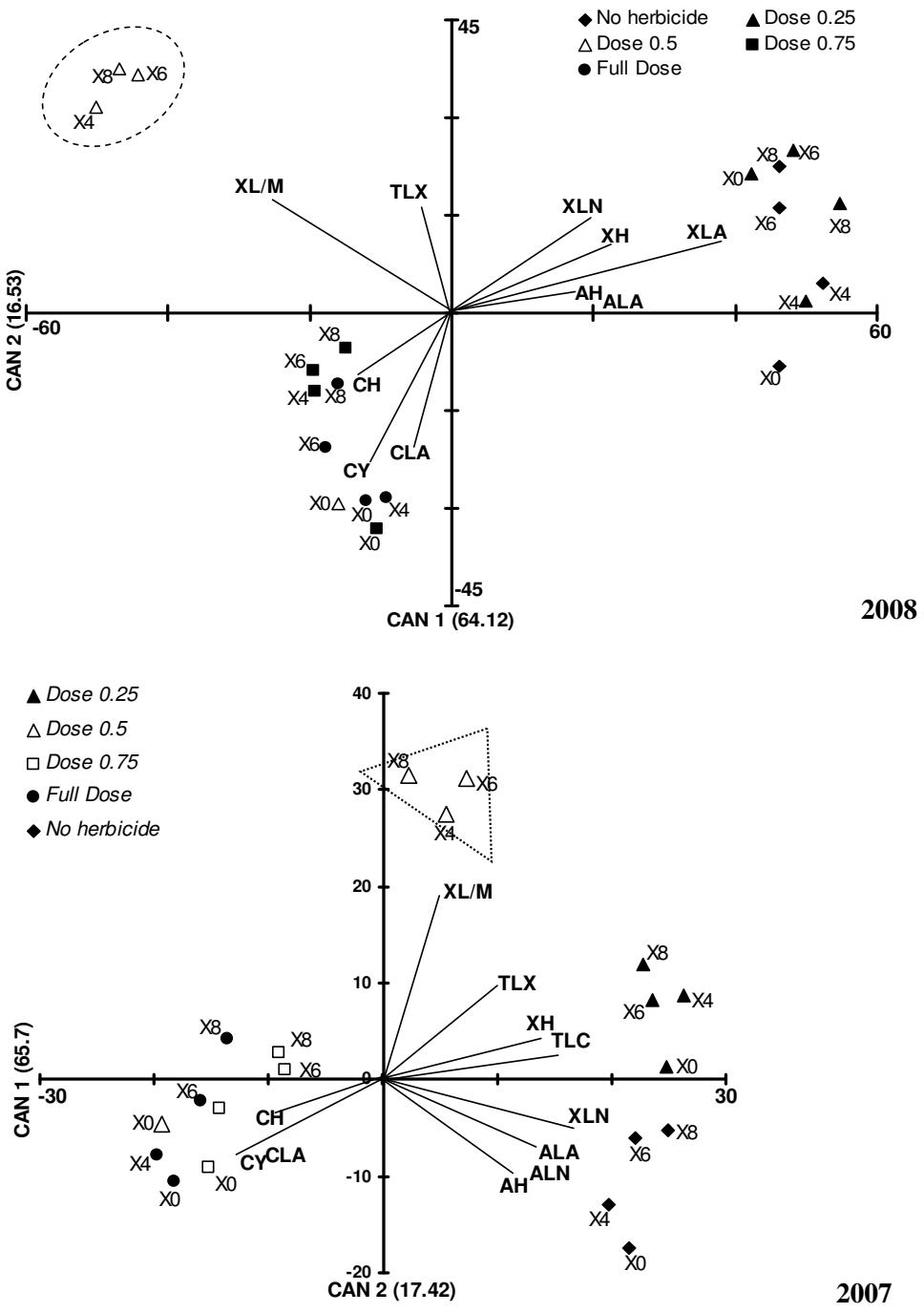
در ثبت مراحل فنولوژی، شاخص تعداد شاخه‌های فرعی علف‌های هرز مورد توجه قرار گرفت و در کنار آن طول این شاخه‌ها نیز به ثبت رسید. توق از کانوپی گسترده‌ای برخوردار است. گاهاً اتفاق می افتد که یک بوته‌ی توق مساحتی به قطر یک متر را تسخیر می‌کند و در این رشد گسترده، شاخه‌های فرعی نقش به سزایی دارند (Byrd & Coble, 1991). اما غالباً ارتفاع ساقه اصلی به عنوان ارتفاع گیاه در نظر گرفته می‌شود (Mojenni, 2008; Sadras & Fitt, 1997). بر روی ساقه‌ی توق تعداد زیادی جوانه و شاخه‌های فرعی وجود دارد که در شرایط معمول شانس رشد و قدکشیدن را نمی یابند. در پلات‌های بدون علف‌کش تا ۲۷ شاخه کوچک فرعی نیز ثبت شد. به تدریج با افزایش دز علف‌کش تعداد شاخه‌های فرعی کاهش یافت (شکل ۳) و در دزهای ۷۵ درصد و نیز در دز توصیه شده به کمترین مقدار خود رسید.

روند کاهشی با افزایش دز علف‌کش برای ارتفاع ساقه‌ی اصلی توق هم مشاهده شد (شکل ٤). اما تحولی دیگر در شکل و ساختار کانوپی توق در حال وقوع بود. توق تا دز ۲۵درصد ظاهراً هیچ آسیبی از نیکوسولفورون متحمل نشد ولی به محض کاربرد دز نصف، ارتفاع ساقه‌ی اصلی گیاه به شدت کاهش یافت (شکل ٤) و علائم توقف رشد در آن بوضوح دیده شد. با سوختن ساقه‌ی اصلی، شاخه‌های فرعی آزاد شد به نحوی که در دز ۵۰ درصد، نسبت "ارتفاع شاخه-های فرعی به ساقه‌ی اصلی" از عددی کوچکتر از یک به حدود چهار رسید.

عامل بزرگ شدن XL/M تنها کوچک شدن مخرج کسر یعنی کاهش ارتفاع ساقه‌ی اصلی نبود بلکه متوسط ارتفاع ساقه‌های فرعی (صورت کسر) نیز دراین دز بیشتر شد. در ضمن در مقایسه با دزهای صفر و ۲۵٪، در دز نصف تعداد شاخه‌ی فرعیِ بیشتری شانس رشد پیدا کردند. یعنی اگرچه مجموع تعداد شاخه‌های فرعی ثبت شده در دزهای پایین بیشتر بود (شکل ۳) اما تعداد کمتری از شاخه‌ها اجازه‌ی رشد یافته بودند (شکل ٤). در دزهای بالاتر اثر سوختن ساقه‌ی اصلی و شوک وارده به گیاه به حدی بود که رشد عمومی بطورکامل متوقف شد و بازیابی رشد اتفاق نیفتاد.

تأثیر هورمونی جوانه‌های انتهایی که مانع رشد در جوانه‌های جانبی می شود، در گیاهان مختلف و نیز در اندام‌های مختلف مثل ساقه و ریزوم به اثبات رسیده و از آن تحت عنوان

[1] Biplot



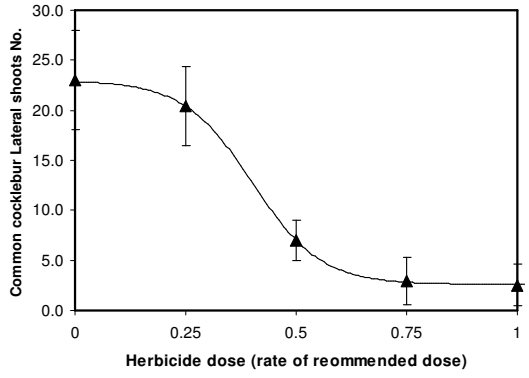
شکل ۲- بای پلات حاصل از تجزیه تشخیص کانونیک توزیع تیمارهای تراکم توق * دز علف‌کش، بردارها میزان همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در ذرت و علف‌های هرز و تیمارهای حاصل از اثر متقابل تراکم توق * دز علف‌کش را نشان می‌دهند.

Figure 2- Biplot from canonical discriminant analysis of the combination of *X. strumarium* and herbicide doses, Vectors indicate the degree of association between the measured characteristics of maize, weeds and *X. strumarium* × herbicide doses combinations.

CH : ارتفاع ذرتCY : عملکرد دانه ذرت، CLA : سطح برگ ذرت، XH : ارتفاع توق، XLN : تعداد انشعابات فرعی توق،

XLA : سطح برگ توق، TLX : تمرکز حداکثر سطح برگ در بالایی ترین لایه‌ی کانوپی توق،XL/M : نسبت ارتفاع شاخه‌های فرعی به ساقه اصلی توق، AH: ارتفاع تاج خروس،

ALA : سطح برگ تاج خروس، ALN : تعداد انشعابات فرعی تاج خروس.

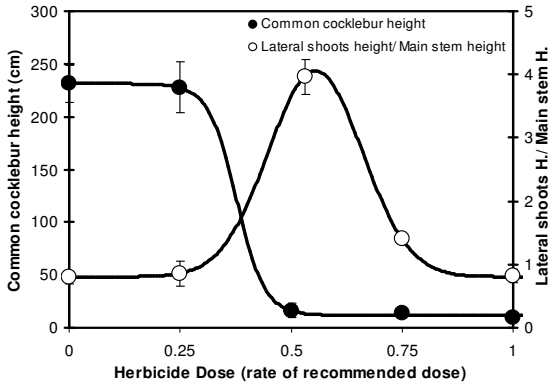


شکل ۳- روند تغییر میانگین تعداد انشعابات فرعی توق با دز علف‌کش، منحنی برازش داده شده تابع دز- پاسخ استاندارد است (R^2_{adj}=0.99)، بازه‌های روی میانگین‌ها نشانگر خطای استاندارد هر میانگین است.

Figure 4- Relationship between the number of lateral shoots and increasing herbicide dose, Standard dose response model was fitted, Bars indicate standard error.

غالبیت انتهایی[1] یاد می‌شود (Johnson & Smith & Pick, 1937; Hull, 1970; Buchholtz, 1962; Davis & Mc Carty; 1966; Moreira & Rosa, 1976;). با حضور مریستم انتهایی فعال روی ریزوم مرغ و پنجه مرغی تنها ۷-۵ درصد جوانه‌های جانبی اجازه‌ی رشد یافت، در حالیکه با حذف مریستم انتهایی، رشد این جوانه‌ها ۵-۳ برابر شد (Leakey, 1978) عواملی چند به عنوان عوامل تأثیرگذار بر خاصیت غالبیت انتهایی مطرح هستند. مثلاً کود نیتروژن در مواردی باعث کاهش این اثر شده است (Leakey *et al*., 1978). البته برخی نیز چنین تأثیری را در مورد کود مشاهده نکرده اند (Cahncellor, 1974). نور FR هم از جمله عوامل فزاینده‌ی این خاصیت شناخته شده است (Leakey *et al*., 1978).(Julien & Bourne , 1986) نشان دادند که تعداد شاخه‌های فرعی در *Salvinia molesta* که جوانه‌های آن مورد آسیب *Cyrtobagous salviniae* قرار گرفته بود در صورت استفاده از کود نیتروژن بطور معنی داری افزایش یافت. در بین ژنوتیپ‌های پنبه با افزایش غالبیت انتهایی، مقاومت به چرا و آسیب پذیری اندام هوایی کاهش یافت (Sadras & Fitt, 1997). در این آزمایش فاصله جوانه

[1] Apical dominance



شکل ٤- پاسخ میانگین ارتفاع ساقه اصلی توق (تابع دز- پاسخ استاندارد) و نسبت ارتفاع شاخه‌های فرعی به ساقه اصلی توق (تابع گاوس) به دز علف‌کش، بازه‌های روی میانگین در هر دز نشانگر خطای استاندارد میانگین است.

Figure 4- Responses of the *X. strumarium* height (fitted curve is standard dose response) and the ratio of lateral shoots length to main stem height (fitted curve is a Gaussian, model 2) to herbicide dose

انتهایی تا جوانه جانبی بعدی روی ساقه اصلی که شانس رشد یافته بود بعنوان شاخصی برای سنجش غالبیت انتهایی استفاده شد. هرچه این فاصله بیشتر بود به معنی اثر بیشتر غالبیت انتهایی محسوب می شد. قطع جوانه جانبی باعث حذف اثر غالبیت انتهایی و رشد شاخه‌های فرعی و در نتیجه افزایش مقاومت به چرا شد. ضمن اینکه در بین ارقام مقاوم تر اثر غالبیت انتهایی کمتر بود (Sadras & Fitt, 1997). اثر غالبیت انتهایی در مورد ارقام نخود (*Pisum sativum*) نیز گزارش شد. در بین واریته‌های وحشی و در ارقام جهش یافته‌ی استاندارد این اثر بیش از ارقام دارای شاخسار گسترده بود (Symons *et al*., 1999). ارقام دارای شاخسار گسترده که اثر غالبیت انتهایی در آنها کمتر بود، ساقه‌های قطورتر، فاصله میانگره کوتاه تر و وزن دانه بیشتری تولید کردند (Symons *et al*., 1999).

بدیهی است که حداکثر شاخص‌های رشدی علف‌های هرز در دزهای پایین (صفر و ۲۵٪) و حداکثر عملکرد، ارتفاع و سطح برگ ذرت در دزهای نزدیک به دز کامل اتفاق افتاد اما نکته‌ی قابل توجه، همزمانی حداکثر میزان XL/M با مقدار حداکثری ضریب خسارت سطح برگ توق در دز نصف بود (شکل ٤). جالب اینکه به جز این شاخص هیچ وجه ممتاز دیگری در

این دز مشاهده نشد. قرارگیری حداکثر سطح برگ توق در بالای کانوپی نیز در حدی بینابین دزهای پایین و دز نصف واقع شده بود. اما آیا شاخص XL/M بخودی خود می توانست بعنوان یگانه دلیل جهش ناگهانی ضریب خسارت سطح برگ توق مطرح باشد یا مکانیسم دیگری نیز در این اتفاق نقش داشته است؟ برای شناخت بهتر عوامل مؤثر، روابط با کمک "تجزیه مسیر" مورد بررسی قرار گرفت.

عوامل مؤثر بر تغییرات ضریب خسارت

دز علف‌کش، تراکم، ارتفاع و سطح برگ تاج خروس، تراکم، شاخص سطح برگ، ارتفاع، تمرکز سطح برگ در بالایی ترین لایه‌ی کانوپی، تعداد شاخه‌ی فرعی و ارتفاع شاخه‌های فرعی توق و در نهایت سطح برگ و ارتفاع ذرت از عواملی هستند که می‌توانند بر ضریب خسارت سطح برگ توق تأثیرگذار باشند. هدف از تحلیل مسیر، شناخت عواملی بود که بطور مستقیم یا غیرمستقیم بر شاخص ضریب خسارت سطح برگ توق مؤثر بودند. انتخاب این شاخص‌ها براساس پیش بینی محقق و آگاهی وی از مکانیسم کار صورت می گیرد و پس از آن تأثیر داشتن یا نداشتن و نیز شدت و ضعف اثر شاخص‌ها آزمون می‌شود. دز علف‌کش و تراکم توق بعنوان دو متغیر مستقل بیرونی و ارتفاع، نسبت ارتفاع شاخه‌های فرعی به ساقه‌ی اصلی و تمرکز حداکثر سطح برگ در بالای کانوپی توق عواملی بودند که بر روی ضریب خسارت تأثیرگذار شناخته شدند (ضرایب بتای معنی دار(اثرات مستقیم) در جدول٤). در گام اول، تمرکز حداکثر سطح برگ در بالای کانوپی توق، بیشترین مقدار بتا را با ضریب خسارت نشان داد (جدول ٤). موارد دیگر که ضریب رگرسیون آنها معنی دار نبود برای مرحله بعد حذف شدند. در گام دوم، تمرکز حداکثر سطح برگ در بالای کانوپی بعنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد و تأثیر سایر عوامل باقی مانده بر آن بررسی شد. بیشترین مقدار بتا متعلق به شاخص " نسبت ارتفاع شاخه‌های فرعی به ساقه‌ی اصلی" بود. ارتفاع توق، تراکم توق و دز علف‌کش نیز از جمله عوامل مؤثر شناخته شدند (جدول ٤). در گام سوم، " نسبت ارتفاع شاخه‌های فرعی به ساقه‌ی اصلی" متغیر وابسته منظور شد. برای این مرحله اثر ارتفاع دارای بیشترین مقدار ضریب رگرسیون بود و اثر دز علف‌کش و تراکم توق نیز معنی دار بود. برای مرحله چهارم، ارتفاع توق متغیر وابسته در نظر گرفته شد و اثر تراکم توق و دز علف‌کش بر مقدار ارتفاع هر دو معنی دار بود ولی ضریب رگرسیون بزرگتر، برای دز علف‌کش برآورد شد.

نتایج این محاسبات منتهی به مدل ارائه شده در شکل ۵ شد. بیشترین تأثیر مستقیم به تمرکز حداکثر سطح برگ در بالای کانوپی توق مربوط می‌شود که مستقیماً میزان تغییرات در ضریب خسارت را کنترل می کند. اما قرارگیری حداکثر سطح برگ بواسطه تأثیر عوامل دیگری بروز نموده است. تعیین کننده ترین فاکتور در این اتفاق نسبت ارتفاع شاخه‌های اصلی به فرعی بود که هرچه این نسبت بزرگ شد بر استقرار سطح برگ در بالای کانوپی افزوده است. فاکتور دز علف‌کش نیز در درجه‌ی بعدی اهمیت بود. اما چه عاملی مسبب اصلی افزایش نسبت ارتفاع شاخه‌های فرعی به ساقه‌ی اصلی بوده است؟ براساس مدل، تعیین کننده ترین فاکتور کاهش ارتفاع ساقه‌ی اصلی توق بوده است. بتای منفی نشانگر اینست که هرچه ارتفاع کم شده بر میزان این نسبت افزوده شده است. مهمترین دلیل کاهش ارتفاع نیز افزایش دز علف‌کش بود. اگرچه اثر تراکم توق در مقابل تأثیر دز به مراتب کمرنگ تر بود ولی بر اساس مدل، فاکتور تراکم نیز در ارتفاع مؤثر بوده است. بطور خلاصه مهمترین عوامل در افزایش ضریب خسارت سطح برگ توق عبارتند از: دز علف‌کش مهمترین عامل مستقیم در کاهش ارتفاع توق، کاهش ارتفاع مهمترین فاکتور افزایش دهنده‌ی نسبت ارتفاع شاخه‌های فرعی به ساقه‌ی اصلی (XL/M)، افزایش XL/M مهمترین عامل افزایش تراکم سطح برگ در بالایی ترین نقطه کانوپی و این شاخص نیز عامل مستقیم افزایش ضریب خسارت سطح برگ در توق بوده است (شکل ۵).

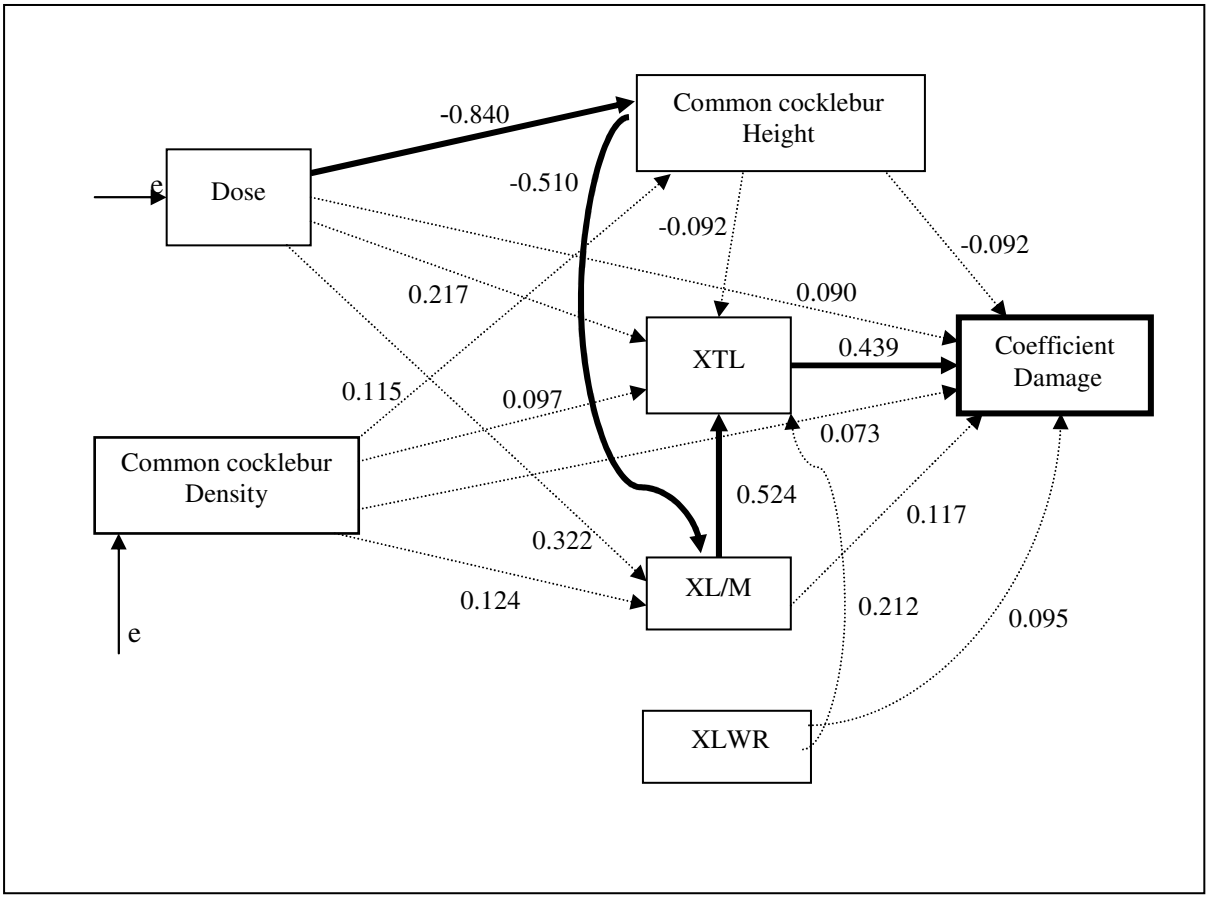
جدول ٤- ضرایب رگرسیون استاندارد (اثرات مستقیم) حاصل از تجزیه مسیر اثر عوامل مؤثر بر ضریب خسارت سطح برگ توق

Table 4– Beta values (direct effects) from path analysis for various variables contributed to the leaf area damage coefficient of *X. strumarium*

Dependent variables (Constant)	Standardized regression coefficients (Beta)														
	Dose	**XL/M**	**XTL**	**XH**	**XLN**	**XLA**	**ALA**	**AH**	**A biom**	**X biom**	**A LWR**	**X LWR**	**AD**	**XD**	R^2_{adj}
***X. strumarium* Damage Coefficient.**	0.090*	0.117*	0.439*	-0.092*	-0.016	0.004	0.007	0.005	0.003	0.054	0.001	0.095*	0.001	0.073*	0.987
XTL	0.187*	0.473*	-	-0.085*	-	-	-		-	0.012	-	0.122*	-	0.097*	0.981
XL/M	0.322*			-0.510*								0.02		0.124*	0.972
XH	–0.840*													0.115*	0.966

Dose; Applied herbicide doses.
XL/M; Common cocklebur lateral shoots height to main stem height ratio.
XTL: Maximum leaf area on top layer of canopy for common cocklebur.
XH; Common cocklebur height (Main stem)
XLN; Common cocklebur lateral shoots no.
XLA; Common cocklebur leaf area.
The symbol * denotes standardized regression coefficients significant at the $P < 0.01$ level.

ALA; Redroot pigweed leaf area.
AH; Redroot pigweed height.
Abiom; Redroot pigweed biomass.
Xbiom; Common cocklebur biomass.
ALWR: Redroot pigweed leaf weight ratio.
XLWR; Common cocklebur leaf weight ratio.
XD; Common cocklebur density per square meter.
AD; Redroot pigweed density per square meter.



شکل ۵- نمودار تحلیل مسیر عوامل مؤثر بر ضریب خسارت سطح برگ توق، پیکانهای پررنگ نشانگر اثرات مستقیم است.

Figure 5- Structural model for the factors affect the leaf area damage coefficient of *X. strumarium*, Bold arrows represent the direct effect.

XL/M; Common cocklebur lateral shoots height to main stem height ratio. XTL: Maximum leaf area on top layer of canopy for common cocklebur.XLWR; Common cocklebur leaf weight ratio.

ضریب خسارت سطح برگ پارامتری بسیار مهم در رقابت محسوب می شود (Van-Acker *et al*., 1997). از روی این ضریب است که می‌توان فهمید سطح برگ گیاه چقدر در رقابت شرکت می‌کند. تفاوت‌های مورفولوژیکی مثل شکل برگ، زاویه‌ی برگ، جایگاه قرارگیری برگ بر روی گیاه و ارتفاع گیاه می‌توانند در تعیین ضریب خسارت سطح برگ مؤثر باشند (Kropff *et al*., 1995; Van-Acker *et al*., 1997). نتایج این مطالعه نشان داد که تراکم توق، ارتفاع توق، طول شاخه‌های فرعی و تمرکز حداکثر سطح برگ در بالای توق در میزان ضریب خسارت مؤثرند و دز علف‌کش از طریق تأثیر بر این شاخص‌ها باعث تغییرات قابل توجهی در ضریب خسارت می شود. احتمالاً توجه به اثر ضریب خسارت سطح برگ در فرایند توسعه‌ی مدل‌هایی که دز علف‌کش بعنوان اهرمی باعث ایجاد نوسان در این ضریب می شود می تواند در افزایش توان توصیفی و پیش بینی این مدل‌ها و در نتیجه توصیه‌های دقیق تر مدیریتی مؤثر باشد.

منابع

Bourdôt, G. W., Hurrell, G. A. and Saville, D. J. 1997. Evaluation of weed relative leaf area model for predicting yield loss in wheat. Weed ecology and management. In proceedings of 50_{th} New Zealand Plant Protection Conference, 442-446.

Bourdôt, G. W. 1996. The status of herbicide resistance in New Zealand weeds. Pp 81- 89 *In:*Pesticide Resistance - Prevention and Management, G.W. Bourdôt and D.M. Suckling (Eds); N.Z. Plant Protection Society Inc.

Bourdôt, G. W., Saville, D. J., Hurrell, G. A. and Daly, M.J., 1996. Modelling the economics of herbicide treatment in wheat and barley using data on prevented grain yield losses. Weed Res. 36: 449-460.

Brain, P., Wilson, B. J., Wright, K. J., Seavers, G. P. and Caseley, J. C. 1999. Modelling the effect of crop and weed on herbicide efficacy in wheat. Weed Res. 39: 21–35.

Byrd, J. D. and Coble. H. D. 1991. Interference of selected weeds in cotton *(Gossypium hirsutum).* Weed Technol. 5: 263-269.

Cahncellor, R. J. 1974. The development of dominance amongest shoots arising from fragments of *Agropyron repens* rhizomes. Weed Res. 14: 29-38.

Davis, F. S. and McCarty, M. K. 1966. Effects of several factors on the expression of dormancy in Western ironweed. Weeds. 14: 62-69.

Federer, T. W. 2005. Augmented Split Block Experiment Design. Agron. J. 97: 578-586.

Hull, R. G. 1970. Germination control of Johnsongrass rhizome buds. Weed Sci. 18: 118-121.

Johnson, B. G. and Buchholtz, K. P. 1962. The natural dormancy of vegetative buds on the rhizomes of quackgrass. Weeds. 10: 53-57.

Julien, M. H. and Bourne, A. S. 1986. Compensatory branching and changes in nitrogen content in the aquatic weed *Salvinia molesta* in response to disbudding. Oecologia. 70: 250-257.

Kim, D. S., Brain, P., Marshall, E. J. P. and Caseley, J. C. 2002. Modelling herbicide dose and weed density effects on crop: weed competition.Weed Res. 42:1–13.

Kim, D. S., Marshall, E. J. P., Caseley, J. C. and Brain, P., 2006. Modelling interactions between herbicide dose and multiple weed species interference in crop: weed competition. Weed Res. 46: 175-184.

Knezevic M., Djurkic M., Buljan V. and Baketa, E. 1987. Korovna tlora u heljdi (Fagopyrum escutentum Moench) i moqucnost njezinog suzbijanja. Nauka u proizvodnji. 15: 57-62.

Kropff, M. J., Lotz, L. A. P., Weaver, S. E., Bos, H. J., Wallinga, J. and Migo, T., 1995. A two parameters model for prediction of crop loss by weed competition from early observations of relative leaf area of weeds. Ann. App. Biol. 126: 329-346.

Leakey, R. R. B. 1978. Regeneration from rhizome fragments of *Agropyron repens* L. Beauv., IV. Effect of light on bud dormancy and development dominance amongst shoots on multimode fragments. Ann. Biol. 42: 205-212.

Leakey, R. R. B., Chanselor, R. T. and Vince-Prue, D. 1978. Regeneration from rhizome fragments of *Agropyron repens*, III. Effects of N and temperature on the development of dominance amongst shoots on multimode fragments. Ann. Bot. 42: 197-294.

Lemerle, D., Verbeek, B., Cousens, R. D. and Coombes, N. E., 1996. The potential for selecting wheat varieties strongly competitive against weeds. Weed Res. 36: 505-513.

Lotz, L. A. P., Christensen, S., Cloutier, D., Fernandez Quintanilla, C., Legere, A., Lemieux, C. Lutman, P.J.W., Pardo Iglesias, A., Salonen, J., Sattin, M., Stigliani, L. and Tei, F. 1996., Prediction of the competitive effects of weeds on crop yields based on the relative leaf area of weeds. Weed Res. 36: 93-101.

Mojenni, H. K. 2008. Ecophysiological aspects of mutual competition of common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and jimsonweed (*Datura stramonium*) with corn (*Zea mays*). PhD dissertation (In Persian), University of Tehran, Iran. 220 p.

Moreira, I. and Rosa, M. L. 1976. The effect of nodal position on the sprouting of buds on *Cynodon dactylon*. *In* II Simposio Nacional de Herbalogia, Oeircis, vol. 1, pp. 37-43. Lisbon, Portugal.

Oveisi, M. 2009. Modelling interactions between multiple species competition and herbicide dose in maize. PhD dissertation (In Persian), University of Tehran, Iran. 200 p.

Oveisi, M., Rahimian, H., Baghestani, M. A. and Alizade, H. 2008. Modelling interactions between multiple weed competition and herbicide dose in corn. Iranian J. Weed Sci. 4:47-55.(In Persian with English summary).

Powles, S. B. and Holtum, J. A. M., 1994. Herbicide Resistance in Plants: Biochemistry And Biology. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.Recent Investigations. pp. 311-316.

Sadras, O. V. and Fitt, G. P. 1997. Apical dominance-variability among cotton genotypes and its association with resistance to insect herbivory. Environ. Exp. Bot. 38: 145-153.

Smith, E. V. and Pick, G. L. 1937. Nutgrass eradication studies: 1. Relation of the life history of nutgrass (*Cyperus rotundus* L.) to possible methods of control. J. Amer. Soc. Agron. 29: 1007-1113.

Symons, G. M., Murfet, I. C., Ross, John, Sherrif, L. J. and Warkentin, T. D., 1999. Bushy, a dominant pea mutant characterized by short, thin stems, tiny leaves and a major reduction in apical dominance. Physiol. Plant. 107: 346-352.

Van-Acker, R. C., Lutman, P. J. W. and Froud-Williams, R. J. 1997. Predicting yield loss due to interference from two weed species using early observations of relative weed leaf area. Weed Res. 37: 287-299.

Interactions between Herbicide Dose and Weed Leaf Area Damage Coefficient in a Multiple Weed Species Competition with Maize

Mostafa Oveisi[1], Hamid Rahimian Mashhadi[2], Mohammad Ali Baghestani[3] and Hassan Alizadeh[2]

1- Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Aburaihan, University of Tehran 2- Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Tehran 3- Weed Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection

Abstract

Weed leaf area damage coefficient (λ) denotes the increase in weed competitiveness per unit increase in its leaf area. Although the variability of this parameter has been confirmed, it was assumed to be constant in many researches. The objective of this study was to determine the interactions between herbicide dose and λ. Field experiments were conducted to determine the relationship between competitive indices of maize, *Xanthium strumarium* and *Amaranthus retroflexus* during 2007 and 2008. Five doses of the herbicide nicosulfuron as main factor, and 16 density combinations comprised of 4 densities of *A. retroflexus* × 4 densities of *X. strumarium* as sub plots were arranged in a one-replicate split factorial. For *A. retroflexus*, the λ value was constant. For *X. strumarium*, the λ value was constant with no herbicide and 0.25 rate of the full dose. With increasing the dose up to half the recommended dose, the λ value increased and again with increasing dose to 0.75 rate, it returned to the level with no herbicide. This relationship was properly described by Gaussian model. Herbicide at half rate probably removed the apical dominance and increased the number of lateral shoots. Herbicide as an external factor was the most important determinant in the change of *X. strumorium* canopy shape. Deep understanding of the system behavior, relations and interactions with herbicide applications is of great help in improving the predictive power of weed management models.

Key words: *Xanthium strumarium*, *Amaranthus retroflexus*, leaf area damage coefficient, leaf area model