تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز لوبیا در شرایط اقلیمی همدان

حسین قمری*، گودرز احمدوند و محمدعلی ابوطالبیان[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۴/۱۱)

چکیده

به منظور ارزیابی تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز لوبیا، آزمایشی به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار در سال ۱۳۹۰ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول شامل تداخل علف‌های هرز با لوبیا تا ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ روز پس از سبز شدن و گروه دوم تیمارها نیز کنترل علف‌های هرز تا مراحل مذکور بود. دو تیمار تداخل و کنترل علف‌های هرز تا پایان فصل رشد نیز به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. رقم مورد استفاده، رقم ناز بود که از ارقام رونده محسوب می‌شود. بذرها در خرداد ماه سال ۱۳۹۰ به‌صورت دستی کشت گردیدند. نتایج نشان داد که در بین گونه‌های علف‌های هرز، بیشترین شاخص اهمیت مقدار علف هرز (IVW) مربوط به علف‌های هرز سلمه‌تره و تاج‌خروس ایستاده به‌ترتیب به میزان ۳۶/۶۶ و ۳۰/۱۱ درصد بود. با افزایش طول دوره تداخل، وزن خشک علف‌های هرز روندی افزایشی داشت. در حالی‌که تراکم آنها ابتدا افزایش و پس از رسیدن به نقطه بیشینه، کاهش یافت. با احتساب ۵ و ۱۰ درصد کاهش عملکرد قابل قبول برای لوبیا، دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز این گیاه به‌ترتیب ۲۰ تا ۶۸ روز پس از سبز شدن (معادل مرحله V2 تا R1) و ۲۳ تا ۵۵ روز پس از سبز شدن (معادل مرحله V2 تا V6) تعیین شد. در نتیجه، کنترل علف‌های هرز لوبیا می‌بایست در این بازه‌های زمانی صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: وزن خشک علف هرز، کاهش عملکرد، تراکم گیاهی، تداخل

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ghamari130@gmail.com

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی خانواده حبوبات است که در دنیا به‌عنوان یکی از منابع مهم پروتئینی و کالری در تغذیه انسان محسوب می‌شود (۱۱). این گیاه در مقابل رقابت با علف‌های هرز حساس و ضعیف می‌باشد. به‌طوری‌که حضور علف‌های هرز می‌تواند عملکرد این گیاه را به شدت کاهش دهد (۲). بنابراین کنترل علف‌های هرز یکی از مسائل بسیار مهم در تولید این محصول محسوب می‌شود. امروزه استفاده بی‌رویه از علف‌کش‌ها جهت کنترل و از بین بردن علف‌های هرز سبب آلودگی محیط زیست و مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها شده (۱۴) که این موضوع توجه محققین را به مدیریت تلفیقی علف‌های هرز، به منظور کاهش آثار سوء ناشی از مصرف علف‌کش‌ها، معطوف نموده است.

آگاهی از دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز، یکی از ابزارهای بسیار مهم در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز می‌باشد (۲۲). دوره بحرانی مبارزه با علف‌های هرز به دوره‌ای گفته می‌شود که علف‌های هرز به شدت با گیاه زراعی به رقابت می‌پردازند (۸). هال و همکاران (۱۰) اظهار کردند که دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز، فاصله زمانی در طول زندگی گیاه زراعی است که به منظور جلوگیری از کاهش عملکرد بایستی عاری از علف‌هرز نگه‌داشته شود. طول این دوره ممکن است بسته به میزان کاهش عملکرد قابل قبول متفاوت باشد. این موضوع بستگی به‌مدت زمانی دارد که گیاه قادر است قبل از این‌که زیان ناشی از کاهش عملکرد در اثر حضور علف‌های هرز بیش از هزینه مهار آنها شود، رقابت را تحمل نماید (۵). از لحاظ تئوری، رقابت علف‌های هرز قبل یا بعد از دوره بحرانی کنترل، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گیاه زراعی ندارد (۲۳). دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز به رقابت بین گیاه زراعی و علف هرز از جنبه کاربردی توجه دارد. زیرا نتایج به‌دست آمده را می‌توان به‌طور مستقیم در فرآیند تولید محصولات زراعی، به‌ویژه محصولاتی که متکی به علف‌کش‌های پس‌رویشی هستند، به‌کار برد (۱۲). رقابت گیاه زراعی و علف هرز تحت تأثیر برخی عوامل مانند شرایط اقلیمی، ترکیب گونه‌های علف‌های هرز و مسائل مربوط به تولید محصول قرار می‌گیرد (۱۸). لذا دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز برای محصول خاص، در شرایط مختلف، متفاوت خواهد بود.

دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز برای محصولات متعددی از قبیل عدس، فلفل و کلزا تعیین شده است (۹، ۱۳ و ۱۶). در لوبیا نیز تحقیقاتی به منظور تعیین این دوره صورت گرفته است. برنساید و همکاران (۷) اظهار داشتند که دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز لوبیا بین هفته سوم تا هفته پنجم یا ششم پس از کاشت اتفاق می‌افتد و بنابراین عملیات کنترل علف‌های هرز نباید دیرتر از سه هفته پس از کاشت آغاز شود و این عمل باید تا هفته پنجم یا ششم ادامه پیدا کند تا حداکثر عملکرد لوبیا حاصل شود. وولی و همکاران (۲۴) مشاهده کردند که دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز لوبیا سفید با پذیرش ۳٪ کاهش عملکرد، بین مرحله دومین سه‌برگچه‌ای (V_2) و ابتدای گل‌دهی است. آقاعلیخانی و همکاران (۱) در بررسی تعیین دوره بحرانی علف‌های هرز لوبیا چیتی در لردگان، اعلام کردند که دوره بحرانی تداخل علف‌های هرز در این محصول با پذیرش ۵٪ کاهش عملکرد به‌مدت دو هفته از ۲۴ روز تا ۳۸ روز پس از سبز شدن برآورد گردید. با در نظر گرفتن مراحل فنولوژیک رشد لوبیا چیتی، این دوره حد فاصل سومین سه برگچه‌ای (V_3) تا قبل از شروع گل‌دهی (R_1) واقع شد.

با توجه به اهمیت دوره بحرانی در لوبیا و متغیر بودن آن در اقلیم‌های مختلف، هدف از این مطالعه تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز لوبیا در شرایط اقلیمی استان همدان بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۰ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان با طول جغرافیایی ′۳۲ °۴۸ شرقی و عرض جغرافیایی ′۵۲ °۳۴ شمالی با ارتفاع ۱۷۴۱/۵ متر از سطح دریا اجرا شد. بافت خاک محل اجرای طرح از نوع لوم با pH معادل ۸/۰۸ بود. آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار صورت گرفت که در مجموع

۳۶ کرت را شامل می‌شد. تیمارهای آزمایشی به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول شامل ۶ تیمار تداخل علف‌های هرز تا ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ روز پس از سبز شدن لوبیا و سپس کنترل علف‌های هرز در ادامه فصل رشد، به‌علاوه یک تیمار تداخل تمام فصل، که به‌ترتیب WI10، WI20، WI30، WI40، WI50 و WIT نام‌گذاری شدند. گروه دوم شامل ۶ تیمار کنترل علف‌های هرز تا ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ روز پس از سبز شدن لوبیا و سپس عدم کنترل علف‌های هرز در ادامه فصل رشد، به‌علاوه یک تیمار کنترل تمام فصل، که آنها نیز به‌ترتیب WF10، WF20، WF30، WF40، WF50 و WFT نام‌گذاری شدند. آماده‌سازی زمین شامل شخم نیمه عمیق در پاییز ۱۳۸۹ و سپس دیسک‌زنی و کودپاشی در بهار سال ۱۳۹۰ بود.

براساس توصیه آزمایشگاه خاک‌شناسی، کودهای اوره و سوپرفسفات تریپل از هر کدام به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار با خاک مخلوط شدند و کود پتاسیم مورد استفاده قرار نگرفت. رقم لوبیای مورد استفاده در این آزمایش رقم ناز بود که از ارقام رونده و رشد نامحدود محسوب می‌شود. فاصله ردیف‌های کاشت از هم ۵۰ سانتی‌متر بود. بذرها به‌صورت خشکه‌کاری با فاصله ۱۰ سانتی‌متر از هم، در خرداد ماه سال ۱۳۹۰ روی ردیف‌ها کشت شدند. آبیاری به‌صورت بارانی انجام شد. در این تحقیق نیز مانند سایر آزمایش‌های دوره بحرانی، از آلودگی طبیعی علف‌های هرز استفاده گردید. نمونه‌برداری از علف‌های هرز، در تیمارهای کنترل، در انتهای دورهٔ رشد و در تیمارهای تداخل، در انتهای دورهٔ تداخل علف‌های هرز توسط کوادراتی به ابعاد ۱×۱ متر در دو تکرار صورت گرفت. به منظور تعیین وزن خشک علف‌های هرز، نمونه‌ها در دمای ۷۵ درجه سلسیوس در آون به‌مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس توزین شدند. پس از رسیدگی گیاه زراعی، از هر یک از واحدهای آزمایشی، با منظور نمودن اثر حاشیه، از سطحی معادل دو مترمربع نمونه‌برداری شد و عملکرد گیاه اندازه‌گیری گردید. جهت محاسبه اهمیت مقدار علف هرز (Importance Value of Weed, IVW) معادله ۱ مورد استفاده قرار گرفت (۱۵):

$$IVW = \text{(وزن خشک تمام گونه‌های علف های هرز / وزن خشک یک گونه علف هرز)} \times 100 \quad [1]$$

به منظور تعیین اثر تیمارهای کنترل علف‌های هرز بر روند ماده خشک علف‌های هرز، از معادله ۲ استفاده شد (۲۱):

$$y = a \times e^{b \times x} \quad [2]$$

که y وزن ماده خشک علف‌های هرز (گرم)، a و b ضرایب معادله و x مدت زمان کنترل علف‌های هرز (روز) است. جهت تعیین روند ماده خشک علف‌های هرز در اثر تیمارهای تداخل آنها از معادله ۳ استفاده گردید (۲۰):

$$y = e^{\frac{a+b}{x}} \quad [3]$$

که x مدت زمان تداخل علف‌های هرز (روز) است و سایر پارامترها شبیه معادله ۲ می‌باشند. برای تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز لوبیا نیز با احتساب ۵ و ۱۰ درصد افت عملکرد قابل قبول، از معادله گامپرتز (معادله ۴) برای نشان دادن اثر طول دورهٔ کنترل علف‌های هرز و از معادله لجستیک (معادله ۵) برای نشان دادن اثر طول دورهٔ تداخل علف‌های هرز بر عملکرد نسبی لوبیا، استفاده شد (۱۹):

$$y = A \times e^{-B \times e^{(-k \times T)}} \quad [4]$$

که Y عملکرد نسبی لوبیا (برحسب درصد از تیمار کنترل کامل علف‌های هرز)، A، B و K ضرایب معادله و T زمان است.

$$y = C + \frac{D}{1 + e^{(-A + B \times T)}} \quad [5]$$

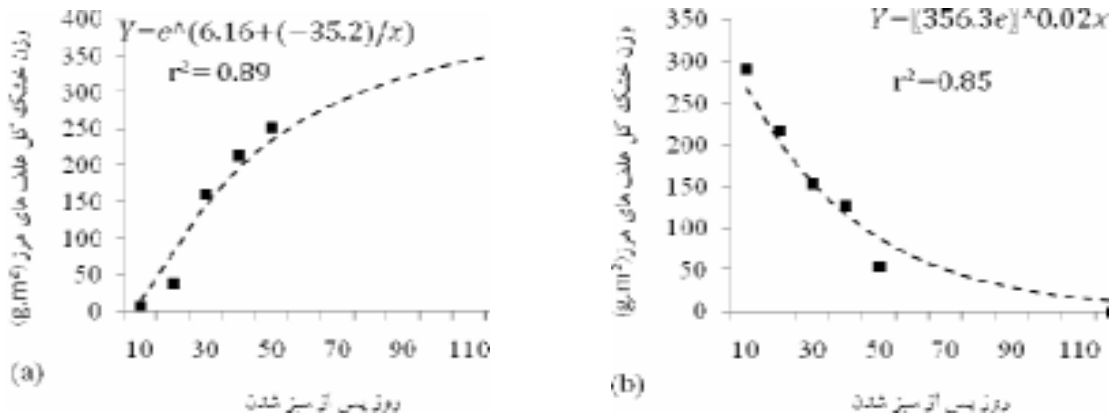
که Y عملکرد نسبی لوبیا (برحسب درصد از تیمار کنترل کامل علف‌های هرز)، A، B، C و D ضرایب معادله و T زمان است. به منظور تعیین ضرایب معادلات از PROC NLIN در نرم‌افزار SAS استفاده گردید. ترسیم نمودارها نیز توسط نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

در این آزمایش، علف‌های هرز از خانواده‌های مختلفی مانند Amaranthaceae، Chenopodiaceae و Convolvulaceae و... حضور داشتند، که در بین آنها خانواده‌های Chenopodiaceae و

جدول ۱. اهمیت مقدار علف هرز (IVW) در تیمار شاهد تداخل کامل علف‌های هرز در زمان برداشت

نام متداول	نام علمی	خانواده	اهمیت مقدار علف هرز (٪)
سلمه‌تره	*Chenopodium album*	Chenopodiaceae	۳۶/۶۶
تاج‌خروس ایستاده	*Amaranthus retroflexus*	Amaranthaceae	۳۰/۱۱
تاج‌خروس رونده	*Amaranthus blitoides*	Amaranthaceae	۱۷/۰۱
پیچک صحرایی	*Convolvulus arvensis*	Convolvulaceae	۶/۷۵
سوروف	*Echinocloa crus-galli*	Poaceae	۵/۵۱
شیر تیغی	*Sonchus arvensis*	Asteraceae	۱/۶۵
چسبک	*Setaria viridis*	Poaceae	۱/۴۲
پنیرک	*Malva neglecta*	Malvaceae	۰/۳۸
بارهنگ کبیر	*Plantago major*	Plantaginaceae	۰/۲۶
مرغ	*Cynodon dactylon*	Poaceae	۰/۲

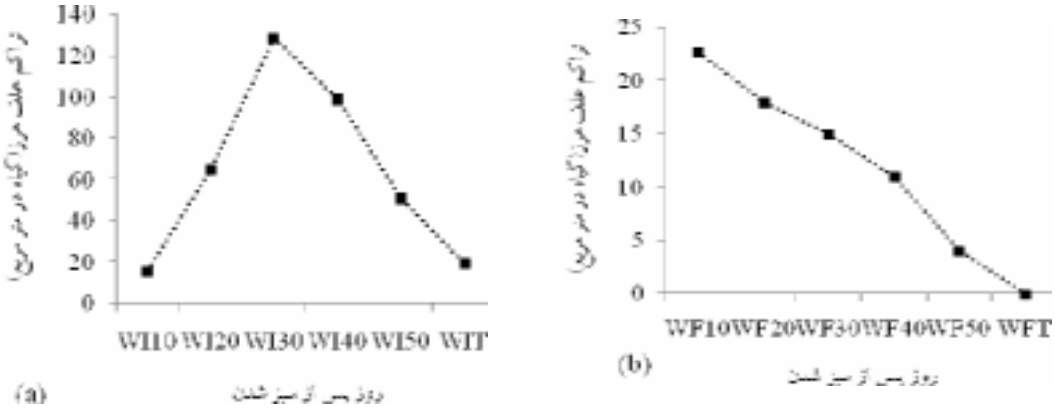


شکل ۱. اثر طول دوره‌های تداخل (a) و کنترل (b) علف‌های هرز بر وزن خشک کل آنها

Amaranthaceae به تنهایی ۸۳/۷۸ درصد از وزن خشک کل علف‌های هرز را به خود اختصاص دادند (جدول ۱).

با توجه به جدول ۱ دیده می‌شود که علف‌های هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و تاج‌خروس ایستاده (*Amaranthus retroflexus*) نسبت به سایر علف‌های هرز به‌ترتیب دارای بیشترین مقدار شاخص IVW (۳۶/۶۶ و ۳۰/۱۱ درصد) بودند که این موضوع اهمیت بیشتر این دو علف هرز را در رقابت با گیاه لوبیا نشان می‌دهد.

با افزایش تعداد روزهای تداخل، روندی افزایشی در وزن خشک علف‌های هرز مشاهده گردید (شکل ۱). با توجه به قانون ثبات نهایی عملکرد، میزان عملکرد ماده خشک یک واحد مشخص از سطح زمین، مقدار معینی می‌باشد. بنابراین، با توجه به این‌که با افزایش طول دوره‌های تداخل، وزن خشک علف‌های هرز افزایش می‌یابد، بدیهی است که وزن خشک و متعاقباً عملکرد گیاه زراعی کاهش خواهد یافت (۱). وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهای کنترل، روندی کاهشی داشت (شکل ۱). اصغری و چراغی (۴) نیز کاهش وزن خشک علف‌های هرز در اثر افزایش طول دوره عاری از علف‌های هرز



شکل ۲. اثر دوره‌های تداخل (a) و کنترل (b) علف‌های هرز بر میزان تراکم آنها

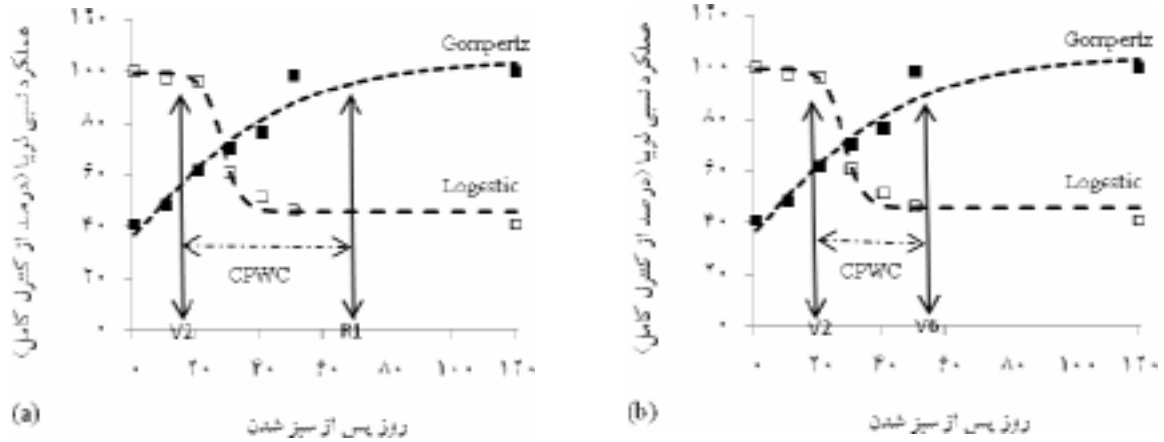
را گزارش کردند. کنترل علف‌های هرز فرصت کافی را برای گسترش سطح سایه‌انداز لوبیا فراهم می‌کند. بنابراین، علف‌های هرزی که پس از دوره‌های کنترل می‌رویند در رقابت با لوبیا از توانایی کمتری برخوردار خواهند بود. افزایش طول دوره کنترل سبب کاهش تدریجی تراکم کل علف‌های هرز در پایان فصل رشد گردید (شکل ۲). با طولانی شدن دوره تداخل علف‌های هرز از اوایل فصل رشد، تعداد علف‌های هرز ابتدا یک روند افزایشی و سپس یک روند کاهشی نشان داد (شکل ۲). دلیل این امر می‌تواند کاهش وجود رقابت درون گونه‌ای و بیرون گونه‌ای در ابتدا و افزایش آن در انتهای فصل رشد باشد. به‌عبارت دیگر، در ابتدای فصل رشد، وجود منابع رشد کافی به‌دلیل تراکم کم علف‌های هرز، سبب افزایش آنها می‌شود. اما به تدریج، با افزایش تراکم و شدت یافتن رقابت بین علف‌های هرز، تعداد علف‌های هرز کاهش می‌یابد که به این نوع کاهش تراکم گیاهی در اثر پدیده رقابت اصطلاحاً خودتنکی گویند (۶).

با احتساب ۵٪ کاهش عملکرد قابل قبول، دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز لوبیا ۲۰ تا ۶۸ روز پس از سبز شدن (معادل مرحله رشدی V2 تا R1) و با احتساب ۱۰٪ کاهش عملکرد قابل قبول، این دوره ۲۳ تا ۵۵ روز پس از سبز شدن لوبیا (معادل مرحله رشدی V2 تا V6) تعیین شد (شکل ۳ و جدول ۲). بنابراین، با منظور نمودن ۵ و ۱۰ درصد کاهش عملکرد قابل قبول، طول دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز لوبیا به‌ترتیب ۴۸ و ۳۲ روز می‌باشد. احمدی و همکاران (۳) اظهار کردند که طول دوره بحرانی لوبیا در منطقه لرستان، جهت جلوگیری از ۲/۵ و ۵ درصد کاهش عملکرد، به‌ترتیب ۹ تا ۶۸ و ۱۴ تا ۶۲ روز پس از سبز شدن بود و با احتساب ۱۰ درصد کاهش عملکرد، این دوره ۱۹ تا ۵۲ روز پس از سبز شدن محصول به‌دست آمد. نگوجیو و همکاران (۱۷) در بررسی خود جهت تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز ارقام لوبیا در کامرون، این دوره را برای یکی از ارقام (رقم PH330) بین دومین سه برگچه‌ای و پر شدن غلاف و برای رقم دیگر (رقم Maringue) بین مرحله سبز شدن و دومین سه‌برگچه‌ای گزارش کردند.

در ابتدای دوره رشد، به‌دلیل کوچک بودن گیاهچه‌های لوبیا و علف‌های هرز و در نتیجه وجود فضای کافی جهت دریافت نور و سایر منابع رشد، حضور علف‌های هرز منجر به کاهش محسوس عملکرد لوبیا نمی‌شود. بنابراین، کنترل علف‌های هرز در این دوره از رشد گیاه، افزایش محصول را به دنبال نخواهد داشت. با سپری شدن ۲۰ یا ۲۳ روز پس از سبز شدن لوبیا (بسته به مقدار کاهش عملکرد قابل قبول)، به‌دلیل رشد علف‌های هرز و به دنبال آن سایه‌اندازی و رقابت بر سر آب و عناصر غذایی، عملکرد شروع به کاهش می‌کند. به همین جهت، مبارزه با علف‌های هرز باید در این دوره آغاز گردد.

جدول ۲. ضرایب معادله لجستیک (معادله ۵) و معادله گامپرتز (معادله ۴) جهت تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز

ضرایب معادله لجستیک			
A	B	C	D
۹/۲۹۷۱	۰/۳۳۹۴	۵۳/۸۰۶۷	۴۵/۵۸۶۳
ضرایب معادله گامپرتز			
A	B	K	
۱۰۴/۳	۱/۰۳۴	۰/۰۳۵۷	



شکل ۳. دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز لوبیا با احتساب ۵٪ (a) و ۱۰٪ (b) کاهش عملکرد قابل قبول

با توجه به شکل ۳ ملاحظه می‌شود که کنترل علف‌های هرز بیش از ۵۵ یا ۶۸ روز پس از سبز شدن لوبیا (بسته به مقدار کاهش عملکرد قابل قبول)، سبب افزایش محسوسی در عملکرد محصول نمی‌گردد. بنابراین، کنترل علف‌های هرز لوبیا تا این دوره کافی است تا از خسارت آنها جلوگیری به‌عمل آید. علت این موضوع، توسعه ریشه و سایه‌انداز لوبیا پس از این دوره است که موجب برتری این گیاه در رقابت با علف‌های هرز تازه روییده می‌شود.

نتیجه‌گیری

در این آزمایش، بیشترین مقدار شاخص IVW به‌ترتیب مربوط به دو علف هرز سلمه‌تره و تاج‌خروس ایستاده بود. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در بین علف‌های هرز متعدد مزرعه، این دو علف هرز بیشترین خسارت را به محصول لوبیا وارد می‌کنند. با طولانی‌تر شدن دوره رقابت، تراکم علف‌های هرز در ابتدا افزایش و پس از رسیدن به نقطه بیشینه، کاهش یافت. درحالی‌که وزن خشک علف‌های هرز در طی فصل رشد روندی افزایشی داشت. به همین دلیل، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که با سپری شدن فصل رشد، از اهمیت تراکم علف‌های هرز در کاهش عملکرد محصول کاسته و بر اهمیت وزن خشک آنها افزوده می‌شود. دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز لوبیا با احتساب ۵ و ۱۰ درصد کاهش عملکرد قابل قبول، به‌ترتیب ۲۰ تا ۶۸ و ۲۳ تا ۵۵ روز پس از سبز شدن به‌دست آمد. بنابراین، کنترل یا عدم کنترل علف‌های هرز در خارج از این بازه‌های زمانی سبب افزایش یا کاهش معنی‌دار عملکرد لوبیا نمی‌شود. از اینرو، مبارزه با علف‌های هرز در این دوره‌های زمانی ضمن این‌که از کاهش عملکرد محصول جلوگیری می‌کند، سبب کاهش هزینه‌های مصرف غیراصولی و بی‌رویه علف‌کش‌ها نیز می‌گردد.

منابع مورد استفاده

1. Aghaalikhani, M., A. Yadavi and S. M. A. Modares Sanavi. 2006. Determination of critical period of weed control in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Lordegan. *Journal of Agricultural Science* 28: 118-124. (In Farsi).
2. Ahmadi, A., M. H. Rashed Mohasel, M. A. Baghestani Meybodi and M. Rostami. 2005. Evaluation of the effect of critical period of weed competition on yield, yield components and morpho-physiological traits of bean, Derakhshan cultivar. *Pests and Diseases of Plants* 1: 31-49. (In Farsi).
3. Ahmadi, A., R. Mirzaei Talarposhti, K. Mousavi and H. Mohammadi. 2007. Determination of the critical period of weed control in dry bean using a thermal basis. *Iranian Journal of Weed Science* 3: 21-38. (In Farsi).
4. Asghari, J. and G. Cheraghi. 2004. Critical period of weed control in two cultivars of corn (*Zea mays*). *Iranian Journal of Crop Science* 4: 285-301. (In Farsi).
5. Bedmar, F., P. Manetti and G. Monterubbianesi. 1999. Determination of the critical period of weed control in corn using a thermal basis. *Agropecuria* 2: 187-193.
6. Buer, T. A., D. A. Mortensen, G. A. Wicks, T. H. Hayden and A. R. Martin. 1991. Environmental variability associated with economic thresholds for soybeans. *Weed Science* 39: 569-576.
7. Burnside, O. C., M. J. Weinse, B. J. Holder, S. Weisberg, E. A. Ristau, M. M. Johnson and J. H. Cameron. 1998. Critical period for weed control in dry bean (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Science* 46: 301-306.
8. Dielmon, A., A. S. Hamills, S. F. Weise and C. J. Swanton. 1995. Empirical models of pigweed (*Amaranthus spp*) interference in soybean (*Glycine max*). *Weed Science* 43: 612-618.
9. Erman, M., I. Tepe, B. Bukun, R. Yergin and M. Taskesen. 2008. Critical period of weed control in winter lentil under non-irrigated conditions in Turkey. *African Journal of Agriculture Research* 3: 523-530.
10. Hall, M. R., C. J. Swanton and G. W. Anderson. 1992. The critical period of weed control in grain corn (*Zea mays*). *Weed Science* 40: 441-447.
11. Hungria, M., D. S. Andrade, L. M. O. Chueire, A. Probanza, F. J. Guttierrez-Manero and M. Megias. 2000. Isolation and characterization of new efficient and competitive bean (*Phaseolus vulgaris* L.) rhizobia from Brazil. *Soil Biology* 32: 1515-1528.
12. Knezevic, S. Z., S. P. Evans, E. E. Blankenship, R. C. Van Acker and J. L. Lindquist. 2002. Critical period for weed control: The concept and data analysis. *Weed Science* 50: 773-786.
13. Liu, L. C., J. Gonzalez-Ibanez and M. R. Goyal. 1984. Weed competition in transplanted sweet peppers. *Weed Science* 20: 298-309.
14. Lotz, L. A., S. Christensen, D. Clutier, C. F. Quiwanilie, A. Legere, C. Lemiex, A. P. Iglesias, J. Solanen, M. Sattin, L. Stiglini and F. Tei. 1996. Prediction of competitive effects of weed yield based on relative leaf area of weeds. *Weed Research* 36: 93-101.
15. Mamun, M. A. A., R. Shultana, M. A. Siddique, M. S. Zahan and S. Pramanik. 2011. Efficacy of different commercial product oxadiazon and pyrazosulfuron-ethyl on rice and associated weeds in dry season rice cultivation. *World Journal of Agricultural Sciences* 7: 341-346.
16. Martin, S. G., R. C. Van Acker and L. F. Friesen. 2001. Critical period of weed control in spring canola. *Weed Science* 49: 326-333.
17. Negoujio, M., J. Foko and D. Fouejio. 1997. The critical period of weed control in common bean (*Phaseoulus vulgaris* L.) in Cameroon. *Crop Protection* 16: 127-133.
18. Rajcan, I. and C. J. Swanton. 2001. Understanding maize-weed competition: Resource competition, light quality and the whole plant. *Crops Research* 71: 139-150.
19. Ratkowsky, D. A. 1990. Handbook of Nonlinear Regression Models. Marcel Decker, New York.
20. Schumacher, F. X. 1939. A new growth curve and its application to timber-yield studies. *Journal of Forestry* 37: 819-820.
21. Sit, V. and M. P. Costello. 1994. Catalog of Curves for Curve Fitting. Biometrics Information Handbook Series, Ministry of Forests, BC, Victoria, Canada, 4: ISSN 1183-9759.
22. Swanton G. J. and S. F. Weise. 1991. Integrated weed management: The rational approaches in weed control in white bean (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Science* 41: 180-184.
23. Williams, M. 2006. Planting date influences critical period of weed control in sweet corn. *Weed Science* 54: 928-933.
24. Wooley, B. L., T. E. Michaels, M. R. Hall and C. J. Swanton. 1993. The critical period of weed control in white bean. *Weed Science* 41: 180-184.