مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۷، شمارهٔ ۱، ۱۴۰۰ (ص ۱۴۷-۱۲۷)

Iranian Journal of Weed Science
Vol 17, No 1, 2022 (127-147)
DOI: 10.22092/IJWS.2021.125560.1320

اثر بر ساختار تاج پوشش بر اساس خصوصیات رشدی دو رقم لوبیا قرمز در شرایط کشت خالص و مخلوط در تراکم های مختلف کشت و مدیریت علف‌های‌هرز

محسن الهی نژاد[۱] ، حمید رحیمیان مشهدی*[۲]، مصطفی اویسی[۳]

۱و ۲و۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۱ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۱۴)

چکیده

به‌منظور ارزیابی نقش تراکم بوته و کاربرد غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش در الگوی توزیع عمودی سطح برگ در پروفیل تاج‌پوشش لوبیا قرمز درکشت مخلوط ارقام لوبیا، آزمایشی به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تهران در سال ۱۳۹۵ انجام شد. در این آزمایش، غلظت‌های علف‌کش ایمازتاپیر در پنج سطح (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد از غلظت توصیه‌شده به همراه تیمار وجین دستی) به‌عنوان کرت‌های اصلی، تراکم بوته لوبیا در سه سطح (۴۰، ۵۰ و ۶۰ بوته در مترمربع) به‌عنوان کرت فرعی و سیستم کشت خالص رقم ایستاده و کشت مخلوط رقم ایستاده و رونده با نسبت ۵۰ درصد از هر رقم به‌صورت مخلوط در ردیف به‌عنوان کرت فرعی فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت علف‌کش، میزان زیست‌توده لوبیا در لایه‌های مختلف افزایش پیدا کرد و بیشترین میزان آن در سیستم کشت مخلوط و تراکم کاشت ۶۰ بوته در مترمربع در تیمار وجین دستی به میزان ۲۲۸ گرم در مترمربع در لایهٔ ۳۰-۴۰ سانتی‌متر مشاهده شد و کمترین مقدار در سیستم کشت خالص و تراکم کاشت ۴۰ بوته در مترمربع در غلظت صفر درصد به میزان ۱۲۳ گرم در مترمربع در لایهٔ ۴۰-۵۰ سانتی‌متر به‌دست آمد. اثرات متقابل مصرف علف‌کش و سیستم کشت و مصرف علف‌کش و تراکم کاشت، بر عملکرد لوبیا معنی‌دار بود و همچنین با افزایش غلظت علف‌کش و تراکم بوته، عملکرد دانه لوبیا افزایش یافت. نتایج بررسی زیست‌توده علف‌هرز هم نشان داد که علف‌کش ایمازتاپیر به‌تنهایی توانست تا ۶۵ درصد زیست‌توده علف‌هرز را کاهش دهد و در شرایط استفاده از سیستم کشت مخلوط و افزایش تراکم، این میزان تا ۷۵ درصد افزایش یافت. این حالت نشان می‌دهد که افزایش توان رقابتی گیاه زراعی از طریق افزایش تراکم کاشت و استفاده از سیستم کشت مخلوط به‌جای سیستم تک‌کشتی می‌تواند از طریق تشکیل سریع‌تر و بیشتر تاج پوشش گیاهی، منجر به کاهش زیست‌توده تولیدی علف‌هرز شود.

کلمات کلیدی: ارتفاع، تاج پوشش، تداخل، غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش، لوبیا.

Effect on canopy structure based on growth characteristics of two red bean cultivars under sole and inter cropping conditions at different cultivation densities and weed management

Mohsen Elahi Nejad[1], Hamid Rahimian Mashhadi*[2], Mostafa Oveisi[3]

1, 2,3. Agronomy and Plant Breeding Department, College of Agriculture and Natural Resources, University.of Tehran, Iran

(Received: March 1, 2021 - Accepted: May 4, 2021)

ABSTRACT

To evaluate the effects of plant density and reduced herbicide concentrations on the vertical distribution pattern of leaf area in red bean canopy profile in mixed bean cultivars, an experiment was conducted in a double-cropping plot design with 3 replications in the research farm of Tehran University in 2016. In this experiment, the reduced concentrations of herbicide at 5 levels (0%, 25%, 50%, 75% and 100% of recommended concentration with hand weeding treatment) were the main plots, bean plant density at three levels (40, 50 and 60 plants). M / s) were sub plots and pure cultivation system of standing cultivar and 50%-50% mixed cultivation in row of standing and creeping cultivars were sub-plot. The results showed that herbicide concentration increase resulted in the bean biomasses increase in different layers and the highest bean biomass (228 g/m^2) was observed in the intercropping system and 60 plants/m^2 density f in the hand weeding treatment in 30-40 cm layer and the lowest (123 g/m^2) was obtained in pure planting system and 40 plants/m^2 density at 0% of herbicide concentration in 50-40 cm layer. The interactions of herbicide application and cultivation system and also herbicide application and planting density were significant on bean yield and with increasing the herbicide concentration and plant density, bean seed yield increased. Based on the results of weed biomass analysis, imazapapir alone was able to reduce weed biomass up to 65%, and this was increased up to 75% under mixed cropping system and

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

increase in density conditions. This suggests that increasing crop competitiveness by increasing plant density and using a mixed crop system instead of a single-crop system, can reduce weed biomass through faster and greater crop formation.

Keywords: Beans, canopy distribution, height, interference, reduced concentrations of herbicides.

مقدمه

گفته شده است که لوبیا (*Phaseolus vulgaris* .L) ازنظر سطح زیر کشت و ارزش غذایی، مقام اول را در میان حبوبات دارد. از کل مناطقی در جهان که در آن لوبیا کشت می‌شود، حدود ۹٤ درصد آن‌ها با مشکلات ناشی از علف‌های‌هرز دست‌وپنجه نرم می‌کنند (Ebrahimi, 2009). طبق پژوهش‌های صورت گرفته، این گیاه ازجمله گیاهان حساس به علف‌های‌هرز شناخته‌شده است و کنترل علف‌های‌هرز به‌عنوان مهم‌ترین مشکل تولید لوبیا در بسیاری از کشورها ازجمله ایران می‌باشد (Blackshaw, 1991). کاهش عملکرد لوبیا براثر تداخل علف‌های‌هرز تا ۹٦ درصد نیز گزارش‌شده است و این موضوع، گویای اهمیت مدیریت علف‌های‌هرز این محصول است (Amador-Ramirez *et al*., 2001)؛ البته میزان کاهش عملکرد بسته به گونهٔ علف‌هرز، تراکم علف‌هرز و زمان رویش علف‌هرز، متفاوت است (Chikoye *et al*., 1995).

حبوبات ازجمله گیاهانی هستند که به دلیل نداشتن صفات رقابتی مناسب ازجمله سرعت رشد اولیه، ارتفاع و سطح برگ بیشتر، در مواجهه با علف‌های‌هرز از توان رقابتی کمی برخوردارند. بر این اساس، علف‌های‌هرز مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید این گروه از محصولات به شمار می‌روند. این مشکل به‌ویژه در لوبیا که نسبت به سایر حبوبات، سرعت رشد اولیه کمتری دارد، نمود بیشتری می‌یابد (Parsa & Bagheri, 2013). زمان سبز شدن علف‌هرز و گیاه زراعی، یک عامل مهم در رقابت علف‌های‌هرز و گیاه زراعی محسوب می‌شود. علف‌های‌هرزی که قبل از گیاه زراعی سبز می‌شوند، نسبت به آن‌هایی که بعداً سبز می‌شوند، بیشتر موجب کاهش عملکرد محصول می‌شوند. طول مدت رقابت علف‌هرز با گیاهان زراعی نیز تأثیر قابل‌توجهی بر کاهش محصول دارد. استقرار زودهنگام در مقایسه با استقرار دیرهنگام گیاه زراعی، شاخص سطح برگ و دریافت تشعشع را افزایش می‌دهد. بنابراین بررسی الگوی ظهور جمعیت علف‌های‌هرز به‌منظور تعیین تاریخ کاشت مناسب از اهمیت زیادی برخوردار است (Jin *et al*., 2010).

تحقیقات نشان می‌دهد که همسو با روش‌هایی که بتوان توان رقابتی گیاهان را بالا برد، می‌توان غلظت سموم را تا حدی کاهش داد (Blackshaw, 1991; Zhang *et al*., 2000). استفاده از ارقام دارای قدرت رقابت بالا، تنظیم فاصله ردیف‌های کشت، افزایش تراکم و استفاده از سیستم‌های کشت مخلوط، همگی به‌عنوان عوامل افزایش‌دهندهٔ توان رقابتی گیاهان زراعی مطرح می‌باشند (Blackshaw *et al*., 2000; Bostrom & Fogelfors, 2002). تراکم و الگوی کشت مناسب از شیوه‌هایی است که با استفاده از آن‌ها، نور کافی به عمق جامعه گیاهی نفوذ می‌کند و سهم زیادی در افزایش تولید ایفا می‌نماید (Arnold *et al*., 1993).

لوبیا یکی از گیاهانی است که تحت تنش‌های مختلف محیطی قرار می‌گیرد و برای رشد و رسیدن به عملکرد مطلوب، به مدیریت زیاد و صرف وقت بیشتری برای کمتر کردن میزان تأثیر این تنش‌ها بر محصول نیاز دارد (Pynenburg *et al*., 2011). رقابت با علف‌های‌هرز بر سر منابع مشترک و تداخل رشدی با آن‌ها می‌تواند عملکرد لوبیا را به‌شدت کاهش دهد (Sikkema *et al*., 2008). اگر برای کنترل

علف‌های‌هرز در مزارع لوبیا اقدام نشود، جمعیت آن‌ها افزایش می‌یابد و بذرهای باقی‌مانده آن‌ها در خاک، در سال‌های آتی منجر به غالبیت آن‌ها خواهد شد و عملکرد این گیاه را به‌شدت تحت تأثیر قرار خواهند داد (Lutman *et al.*, 2011).

کوزنس و همکاران (Cousens *et al.*, 1991) بیان داشتند که تداخل ناشی از افزایش تراکم گیاهان (گیاه زراعی و علف‌هرز) در مزارع، موجب رقابت برای نور و کاهش نور مؤثر در فتوسنتز گیاه مغلوب می‌شود و سایر عوامل رشد را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ در این میان ،آرایش تاج پوشش گیاه زراعی و علف‌هرز به‌ویژه ارتفاع گیاه، تعیین‌کننده رقابت برای نور است و عامل مؤثر بر عملکرد گیاه زراعی به شمار می‌رود. بلک شاو (Blackshaw, 1993) نیز اظهار داشت که در اکثر گونه‌های زراعی، رابطه مستقیم و مثبتی بین ارتفاع گیاه و قدرت رقابتی آن وجود دارد.

خصوصیات ساختاری تاج پوشش که خود به عواملی نظیر شاخص سطح برگ، سرعت توسعه و دوام سطح برگ، توزیع فضایی و زمانی سطح برگ در عمق تاج پوشش ، زاویه برگ‌ها و همچنین خصوصیات مورفولوژیک مانند ارتفاع، تعداد پنجه یا شاخه‌های جانبی و غیره بستگی دارد، تعیین‌کننده قابلیت رقابت گونه‌ها برای بهره‌گیری بهتر از نور می‌باشد (Daugovish & Baltensperger, 1999).

بارنس و همکاران (Barnes *et al.*, 1990) معتقد بودند که در یک تاج پوشش مخلوط، تفاوت بین گونه‌ها ازنظر آسیمیلاسیون کربن، بیشتر به خصوصیات ساختار تاج پوشش گونه‌ها مربوط می‌شود تا ویژگی‌های فتوسنتزی آن‌ها و اظهار داشتند که رقابت بین گونه‌ها ،بیشتر تحت تأثیر توزیع سطح برگ قرار می‌گیرد که خود تعیین‌کننده الگوی جذب تشعشع در تاج پوشش می‌باشد. همچنین نصیری محلاتی (Nassiri Mohallati, 1998) در بررسی تاج پوشش مخلوط شبدر سفید(*Trifolium repens*) و چچم (*Lolium temulentum*) دریافت که توزیع جذب تشعشع در لایه‌های مختلف تاج پوشش مخلوط، با تغییرات چگالی سطح برگ منطبق بود.

این آزمایش با هدف بررسی تأثیر ساختار تاج پوشش و خصوصیات رشدی دو رقم لوبیا قرمز در شرایط کشت خالص و مخلوط و مصرف علف‌کش در غلظت‌های کاهش‌یافته، به‌منظور یافتن بهترین تراکم و سیستم کاشت و میزان مصرف علف‌کش در جهت نیل به عملکرد بیشتر محصول لوبیا انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در سال ۱۳۹۵، به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. خاک مزرعه محل آزمایش به‌صورت لومی رسی (pH خاک مزرعه ۷/۵، هدایت الکتریکی ۱/۲۳ dS/m، دارای ۰/۰۸۱ درصد نیتروژن، ۰/۷۷ درصد کربن آلی و ٦١/٤ mg/kg فسفر قابل‌جذب و ۱۰۸ mg/kg پتاسیم قابل‌جذب) بود. کرت‌های اصلی شامل پنج غلظت (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد از غلظت توصیه‌شده علف‌کش یعنی ۱۰۰ میلی‌گرم ماده مؤثره در هکتار) علف‌کش ایمازتاپیر از گروه Imidazolinone (نام تجاری پرسوئیت، معرفی‌شده توسط شرکت BASF با فورمولاسیون۱۰ درصدSL) به همراه تیمار وجین دستی علف‌های‌هرز، کرت‌های فرعی شامل تراکم ٤٠، ۵۰ و ٦٠ بوته در مترمربع و کرت فرعی فرعی شامل کشت خالص و مخلوط رقم ایستاده و رقم رونده لوبیا در سه تکرار بود. مساحت هر کرت هشت مترمربع بود که فاصله بین ردیف‌های کشت ۵۰ سانتیمتر و طول آن چهار متر و فاصله بین کرت‌ها یک متر بود.

ارقام مورداستفاده برای این پژوهش شامل رقم

درخشان (تیپ رشدی ایستاده، متوسط ارتفاع ٤۰-۳۵ سانتی‌متر، دوره رشد و نمو ۱۰۰-۹۵ روز، وزن صد دانه ٤۷-٤۵ گرم) و رقم گلی (تیپ رشدی رونده، متوسط ارتفاع بوته ۷۰ سانتی‌متر، دوره رشد و نمو ۹۵ روز و وزن صد دانه ۲۷-۲۵ گرم) بودند. تاریخ کاشت گیاه لوبیا، سوم خردادماه بود که معمولاً در منطقه کرج متداول و مناسب است.کاشت ارقام روی پشته انجام شد و عمق کاشت بذرها با توجه به منابع تحقیق، چهار تا پنج سانتی‌متر بود که با استفاده از کج‌بیل روی پشته‌ها به روش کپه کاری کاشته شد. بذرها قبل از کاشت ازنظر قوه نامیه آزمایش شد و میزان قوه نامیه برای هر دو نوع بذر بیش از ۹۰ درصد بود؛ با این حال بذرها در تراکمی بیشتر از تراکم گفته شده کشت شدند و سپس بوته‌های اضافی در مرحله دو تا چهار برگی تنک شدند تا تراکم مطلوب به‌دست آید. بر اساس نتایج آزمون خاک و نیاز کودی گیاه لوبیا، پیش از کاشت لوبیا، سه کیلوگرم کود شیمیایی NPK در هکتار (به نسبت ۲۰، ۲۰،۲۰ درصد از عناصر، میزان توصیه شده دو تا پنج کیلوگرم در هکتار) و پس از کاشت لوبیا و در مرحله چهار تا شش برگی، سه کیلوگرم در هکتار از همان کود به‌صورت سرک در مزرعه و به‌صورت دست‌پاش پخش شد تا نیاز کودی گیاه لوبیا تأمین شود. بلافاصله پس از پاشش کود در مزرعه، آبیاری صورت گرفت تا محلول کود شیمیایی وارد خاک شود و ضمن در دسترس قرار گرفتن توسط گیاه، از تجزیه شدن توسط نور خورشید و عوامل اقلیمی در امان باشد.

در سیستم کشت مخلوط، بذرها به‌صورت یک‌درمیان یا مخلوط روی ردیف به نسبت ۵۰ درصد از هر دو رقم کشت شد (حداکثر میزان سهم یک رقم از دو توده بذر درکشت مخلوط ۵۰٪ است). پس از کاشت، آبیاری به فاصله هر شش روز یک‌بار و به‌صورت بارانی انجام شد. آلودگی علف‌های‌هرز به‌صورت طبیعی بود و علف‌های‌هرز بین کرت‌ها و بین بلوک‌ها نیز در طول مدت رشد گیاهان با دست وجین شد. پاشش علف‌کش در مرحلهٔ دو تا چهار برگی لوبیا، با سم‌پاش پشتی ماتابی مجهز به نازل شره‌ای با فشار ۲۵۰Kp و حجم کالیبراسیون ۱۰ لیتر انجام شد.

در زمان بسته شدن کامل تاج پوشش گیاه لوبیا (عدم جوانه‌زنی علف‌هرز جدید در زیر گیاه زراعی)، الگوی توزیع عمودی سطح برگ در پروفیل تاج‌پوشش لوبیا با اندازه‌گیری شاخص سطح برگ و زیست‌توده برگ و ساقه هر لایه از تاج‌پوشش موردبررسی قرار گرفت. به این منظور، از هر کرت با استفاده از یک مربع به مساحت ۰/۲۵ مترمربع (طول و عرض ۵۰ سانتیمتر)، سه نمونه تصادفی انتخاب شد و در هر نمونه گیاهان قرارگرفته در مربع از سطح زمین قطع شد و با بسته‌بندی کردن آن و ممانعت از جابه‌جایی بوته‌های لوبیا و علف‌هرز، به آزمایشگاه منتقل شد و سپس بوته‌های لوبیا و علف‌هرز به لایه‌های ۱۰ سانتیمتری تقسیم و سطح برگ و زیست‌توده هر لایه به‌طور جداگانه اندازه‌گیری شد. از مدل مثلثی (معادله ۱) به‌منظور لایه‌بندی تاج‌پوشش استفاده شد (Elgresma & Nassiri, 1996):

$$L_{d,h} = L_{d,m}\frac{(H-h)}{(H-h_m)}; \quad h_m \le h \le H$$

$$L_{d,h} = L_{d,m}\frac{h}{h_m}; \quad 0 \le h \le h_m$$

معادله ۱

در این معادله، Ld,h: سطح برگ در ارتفاع h، Ld,m: حداکثر سطح برگ در بین لایه‌ها، hm: ارتفاعی که در آن بیشترین سطح برگ مشاهده می‌شود و H: حداکثر ارتفاع تاج‌پوشش می‌باشد. با استفاده از این مدل می‌توان با جایگذاری میزان زیست‌توده برگ یا زیست‌توده کل به‌جای میزان سطح برگ، لایه‌بندی را انجام داد. دراین‌صورت، Dm,h : زیست‌توده اندام گیاه در ارتفاع h، dm,max: حداکثر زیست‌توده در بین

لایه‌ها، hm: ارتفاعی که در آن بیشترین زیست‌توده مشاهده می‌شود و H: حداکثر ارتفاع تاج‌پوشش می‌باشد.

پس از اتمام مراحل نمونه‌برداری، عملکرد نهایی محصول یا به عبارتی وزن دانه محصول در زمان رسیدگی فیزیولوژیک ۸۰ درصد بوته‌های هر دو رقم (طول دوره رشد هر دو رقم تقریباً یکسان و حدود ۹۵ روز بود) در دهم شهریورماه تعیین شد. برداشت توسط دست انجام شد و فرآیند جداسازی دانه ها از غلاف و شمارش به صورت دستی انجام گرفت.

به‌منظور بررسی معنی‌داری و عدم معنی‌داری تیمارها و بررسی اثرات متقابل، از نرم‌افزار SAS نسخه ۹,۱ استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها نیز بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام گرفت. برای توصیف وزن خشک علف‌هرز در برابر دز علف‌کش، از مدل لجستیک سه پارامتره (معادله ۲) استفاده شد (Steinmaus & Norris, 2002). از مدل سیگموئید سه پارامتره (معادله ۳) برای توصیف عملکرد لوبیا در برابر دز علف‌کش استفاده شد (Ritz & Streibig, 2005).

$$Y = \frac{A}{1+\exp(-(X/X0)/b)}$$ معادله ۲

در این معادله، Y: متغیر وابسته، A: حداکثر عملکرد، b: شیب‌خط و X_0: دزی از علف‌کش که در آن عملکرد به ۵۰ درصد خود می‌رسد.

$$W = \frac{W_0}{1+(Dose/Ed50)^b}$$ معادله ۳

در این معادله، W: متغیر وابسته، W_0: وزن خشک علف‌های‌هرز در حالتی که دز علف‌کش صفر باشد، ED_{50}: با دزی از علف‌کش که باعث کاهش ۵۰ درصد از وزن خشک علف‌های‌هرز می‌شود و b: شیب منحنی در ناحیه‌ای که روند نمودار خطی می‌شود، می‌باشد

آنالیز رگرسیون غیرخطی و رسم نمودارها و پارامترهای آماری با کمک نرم‌افزار Sigma Plot نسخه ۱۲ انجام شد.

نتایج و بحث

تراکم علف‌هرز

تاج‌ریزی سیاه، تاج‌خروس، سلمه تره، تاتوره، توق، پیچک ، خرفه و علف انگشتی، مهم‌ترین علف‌های‌هرز لوبیا هستند که معمولاً در اکثر نقاط کشت این محصول مزاحمت ایجاد می‌کنند (Ahmadi & Rostami, 2019). علف‌های‌هرز مشاهده‌شده در مزرعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

نتایج تجزیه واریانس آزمایش (جدول ۲) نشان می دهد که تیمار علفکش و تراکم کاشت در تمام شاخص های اندازه گیری شده و همچنین اثر متقابل علفکش و تراکم نیز به جز در عملکرد دانه لوبیا در سایر شاخص ها در سطح ۹۹٪ معنی دار شده است. اثر متقابل علفکش، تراکم کاشت و سیستم کاشت نیز فقط در شاخص ماده خشک لوبیا معنی دار شده است.

زیست‌توده لوبیا

اندام‌های سبز گیاه از جمله برگ، با دارا بودن فعالیت فتوسنتزی، علاوه بر تولید زیست‌توده، گیاه را قادر می‌سازد که در رقابت با علف‌های هرز باقی بماند. نتایج تأثیر غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش ایمازتاپیر بر توزیع عمودی زیست‌توده لوبیا در تراکم‌های مختلف و سیستم‌های مختلف کشت در جدول ۳ آورده شده است. پارامترهای به‌دست‌آمده از این آزمایش نشان داد که مصرف علف‌کش حتی در بالاترین غلظت، نقش مؤثری در قدرت رقابتی گیاه لوبیا نداشت. در تیمار عدم مصرف علف‌کش، پارامتر H یا حداکثر ارتفاع گیاهف حدود ۸۳ سانتی‌متر بود،

اما با مصرف علف‌کش حتی در بالاترین غلظت، این پارامتر به ۸٤ سانتی‌متر رسید (نتایج حاصل، میانگین سه تکرار و توزیع تصادفی کرت‌ها در مزرعه بوده است). به عبارتی، مصرف علف‌کش و حتی با عدم مصرف آن، تأثیری بر ارتفاع گیاه زراعی نداشت و توان رقابتی گیاه زراعی با علف‌هرز در شرایط مصرف وعدم مصرف علف‌کش ایمازتاپیر تحت تراکم‌های مختلف کاشت و سیستم‌های متفاوت یکسان بود.

جدول ۱- علف‌های‌هرز موجود در آزمایش بر اساس گونه و تراکم

Table1. Weeds type and average density in the experiment

Name	Spices	Density (m^2)
گزنه	(*Lamium amplexicaule*)	11.87(1.06)
پیچک صحرایی	(*Convolvulus arvensis*)	8.41(0.91)
سلمه تره	(*Chenopodium album*)	12.22(1.9)
گاوزبان	(*Anchusa arvensis*)	2.35(0.13)
تاج‌خروس	(*Amaranthus retroflexus*)	2.87(0.33)
توق	(*Xanthium strumarium*)	5.53(0.9)
شیر تیغی	(*Sonchus asper*)	2.62(0.12)
خرفه	(*Portulaca oleracea*)	1.1(0.14)
سورگوم	(*Sorghum halepense*)	1.2(0.18)
آفتاب‌پرست	(*Heliotropium europaeum*)	3.1(0.53)

*: اعداد داخل پرانتز خطای استاندارد (SE) می‌باشد.

Nimbers in the parenthesis are standard error (SE).

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس اثر تراکم کاشت و دز علف‌کش ایمازتاپیر بر کنترل علف‌های هرز درکشت مخلوط ارقام ایستاده و رونده لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris*)

Table 2. Variance analysis of the effect of planting density and imaztapir dose on weed control on the intercropping of standing and climbing red bean cultivars (*Phaseolus vulgaris*)

Source	DF	MS			
		Bean yield	Bean dry matter	Weed density	Weed dry matter
Rep	2	2466.53	1.40	0.43	5.60*
(A) Herbicide	4	40221641**	21476.6**	231.40**	28984.9**
(a) Error A	8	7138.1	2.93	0.69	13.11
(B) Density	2	52293**	3307.37**	32.23**	2997.55**
(AB) Her*Den	8	4708.6*	155**	1.12**	232.83**
(b) Error B	20	702.66	17.35	0.38	7.24
(C) System	1	67787**	33.12	100.27**	231.04**
(AC) Her*Sys	4	8331.8**	251.53**	0.13	0.90
(BC) Den*Sys	2	740.04	113.55**	1.01*	4.91*
Her*Den*Sys (ABC)	8	839.65	155.28**	0.12	0.42
(c) Error	30	1064.44	7.99	0.15	0.67

* و **: معنی‌دار درسطح پنج و یک درصد.

* and **: Significant at 5% and 1% of probability levels.

همچنین در تیمار عدم مصرف علف‌کش، حداکثر ارتفاع در سیستم کشت خالص، بیشتر از سیستم کشت مخلوط بود، اما در غلظت‌های بالاتر علف‌کش، کشت مخلوط از نظر ارتفاع گیاه زراعی برکشت خالص برتری داشت. در سیستم کشت مخلوط و در غلظت‌های پایین علف‌کش(صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد غلظت توصیه‌شده) به‌واسطه‌ی عدم کنترل علف‌های هرز در غلظت صفر و کنترل ضعیف در غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ درصد، لوبیا قرمز رقم گلی با تیپ رونده از علف‌های هرز بالا رفت؛ بنابراین بیشینه ارتفاع گیاه زراعی در این تیمارها به بیش از ۷۰ سانتی‌متر رسید. از طرفی این پارامتر در غلظت‌های بالا (۷۵، ۱۰۰ و

وجین) تا ۸۰ سانتی‌متر به‌دست آمد و در هر دو غلظت، مجموع ارتفاع گیاه زراعی نزدیک به هم بود؛ به عبارتی، با کنترل علف‌های هرز، رقم رونده، یا به‌جای علف‌های‌هرز از گیاه زراعی رقم ایستاده به‌عنوان تکیه‌گاه برای پیچش استفاده نموده است که به‌واسطهٔ افزایش تراکم، موجب رقابت درون‌گونه‌ای شده است و یا روی زمین به‌صورت خوابیده قرار می‌گیرد و مجموع ارتفاع گیاه زراعی درکشت مخلوط کاهش پیدا کرده است.

جدول ۳- پارامترهای مدل مثلثی و رابطه بین غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش با توزیع عمودی زیست‌توده لوبیا

Table 4. Triangular model parameters and relationship between reduced herbicide concentrations and vertical distribution of bean biomass

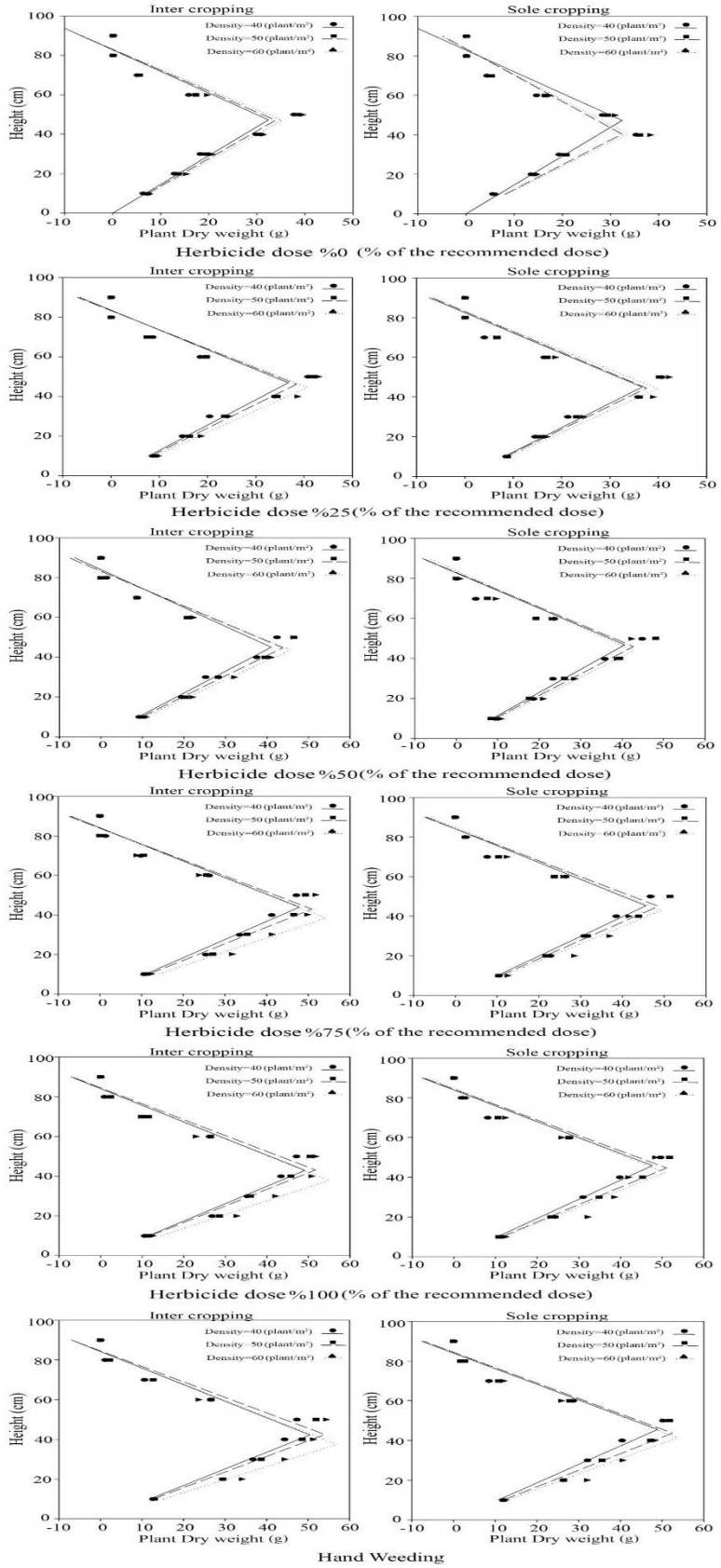
R^2_{Adj}	H ***	hm **	Max v *	Planting system	Planting density	% From the recommended concentration of herbicide
0.86	83.28	40.00	30.73	Sole cropping	40	0
0.81	82.85	47.29	32.42	Inter cropping	40	0
0.88	83.56	40.42	32.44	Sole cropping	50	0
0.83	83.99	47.09	33.92	Inter cropping	50	0
0.85	83.32	40.58	33.68	Sole cropping	60	0
0.84	83.04	47.19	35.23	Inter cropping	60	0
0.79	82.49	44.98	36.68	Sole cropping	40	25
0.85	83.56	46.88	36.72	Inter cropping	40	25
0.84	83.12	44.49	37.62	Sole cropping	50	25
0.86	83.37	46.13	38.42	Inter cropping	50	25
0.84	83.05	44.23	39.90	Sole cropping	60	25
0.85	83.27	44.63	40.69	Inter cropping	60	25
0.83	82.91	46.94	40.67	Sole cropping	40	50
0.88	84.06	45.00	41.04	Inter cropping	40	50
0.82	82.96	45.90	42.76	Sole cropping	50	50
0.86	83.35	44.80	43.87	Inter cropping	50	50
0.90	84.11	43.94	42.74	Sole cropping	60	50
0.88	83.44	43.65	45.64	Inter cropping	60	50
0.88	84.15	45.27	45.64	Sole cropping	40	75
0.89	84.17	43.96	47.88	Inter cropping	40	75
0.87	84.16	44.98	48.61	Sole cropping	50	75
0.90	83.75	42.77	50.89	Inter cropping	50	75
0.89	84.99	42.80	49.23	Sole cropping	60	75
0.89	83.65	38.21	54.23	Inter cropping	60	75
0.87	83.94	45.86	47.68	Sole cropping	40	100
0.90	84.10	42.94	49.49	Inter cropping	40	100
0.90	84.37	44.66	51.10	Sole cropping	50	100
0.90	84.53	43.12	51.72	Inter cropping	50	100
0.86	84.87	42.40	50.70	Sole cropping	60	100
0.88	84.00	37.86	54.98	Inter cropping	60	100
0.87	84.02	45.54	48.97	Sole cropping	40	Hand weeding
0.89	84.53	42.20	50.45	Inter cropping	40	Hand weeding
0.90	84.47	43.68	52.52	Sole cropping	50	Hand weeding
0.90	84.57	42.41	54.08	Inter cropping	50	Hand weeding
0.89	84.32	41.31	53.67	Sole cropping	60	Hand weeding
0.87	84.27	37.45	57.04	Inter cropping	60	Hand weeding

*: حداکثر چگالی زیست‌توده لوبیا، **: ارتفاعی که در آن حداکثر زیست‌توده لوبیا تشکیل می‌شود و ***: حداکثر ارتفاع گیاه لوبیا.

*: maximum density of beans biomass, **: height which the maximum biomass of beans is formed and ***: maximum bean plant height.

در تیمار کشت مخلوط، پارامتر حداکثر ارتفاع ، در غلظت‌های پایین از رقم رونده و در غلظت‌های بالا از رقم ایستاده پیروی می‌کند.

hm یا لایه‌ای که در آن بیشترین تجمع زیست‌توده مشاهده می‌شود، در تیمارهای مختلف متفاوت بود. در تیمار عدم مصرف علف‌کش، حداکثر زیست‌توده در لایه‌های بالاتری تشکیل‌شد، اما در غلظت‌های بالای علف‌کش، حداکثر زیست‌توده در لایه‌های



شکل ۱- اثر غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش بر وزن خشک لوبیا در لایه‌های مختلف در تراکم و سیستم‌های مختلف کشت.

Figure 1. Effect of reduced herbicides concentrations on beans dry weight in different layers, plant densities and mixed cropping systems.

پایین‌تر ایجادشده بود. مقدار این پارامتر در شرایط عدم مصرف علف‌کش در سیستم کشت خالص و در تراکم ٤٠، ٥٠ و ٦٠ بوته گیاه زراعی در مترمربع، به‌ترتیب در لایه‌های ٤٠، ٤٠/٤٢ و ٤٠/٥٨ سانتی‌متری و در سیستم کشت مخلوط به‌ترتیب ٤٧/٢٩، ٤٧/٠٩ و ٤٧/١٩ سانتی‌متر به‌دست آمد.

به عبارت در تیمارهای عدم مصرف علف‌کش، گیاه زراعی اگر خود را به نور نرساند، قادر به انجام فتوسنتز نیست و از در ادامه فصل، از رقابت بازخواهد ماند. بنابراین تا زمانی که خطر وجود علف‌های هرز احساس شود، گیاه تلاش می‌کند تا زیست‌توده خود را در بالای علف‌هرز تشکیل دهد تا بتواند از نور بهره‌مند شود. تشکیل بیشترین زیست‌توده توسط سایر محققین نیز گزارش‌شده است، به‌نحوی‌که لانتینگا و همکاران (Lantinga *et al.*, 1999) در بررسی لایه‌بندی تاج پوشش درکشت مخلوط شبدر و چچم چندساله گزارش دادند که بیشترین زیست‌توده در قسمت‌های بالاتر تاج پوشش تشکیل می‌شود. همچنین در رقابت گندم و یولاف وحشی، زمانی که تراکم یولاف‌وحشی افزایش پیدا می‌کند، زیست‌توده بیشتری در مقایسه با تیمارهای کنترل به لایه‌های بالایی اختصاص می‌یابد (Saadatian *et al.*, 2010)، اما در تیمارهایی که گیاهان زراعی، تحت حمایت علف‌کش یا وجین قرار می‌گیرند، بیشترین زیست‌توده در بالاترین قسمت تشکیل نمی‌شو. مقدار این پارامتر در سیستم کشت خالص و مخلوط و تراکم‌های مختلف کاشت، کمتر از نصف حداکثر H به‌دست آمد. در تیمارهای مخلوط، پارامتر Hm به دلیل وجود ارقام ایستاده و رونده در کنار هم، حداکثر زیست‌توده در لایه‌ای تشکیل می‌شود که در آن لایه برآیند زیست‌توده هرکدام از ارقام بالاتر باشد.

با توجه به کاربرد غلظت‌های مختلف علف‌کش، Max v یا حداکثر زیست‌توده، متفاوت بود. با افزایش غلظت علف‌کش در تمام تیمارها، بر مقدار این پارامتر افزوده شد (جدول ٣). همچنین روند نمودار افزایش زیست‌توده برگ گیاهان نسبت به افزایش غلظت علف‌کش در شکل ١ آورده شده است.

با افزایش غلظت علف‌کش، زیست‌توده لوبیا در لایه‌های مختلف افزایش پیدا کرد. بر این اساس، بیشترین میزان این پارامتر در سیستم کشت مخلوط و تراکم کاشت ٦٠ بوته در مترمربع در تیمار وجین دستی به میزان ٥٧/٠٤ گرم در واحد سطح در لایهٔ ٤٠-٣٠ سانتی‌متر تولید شد و کمترین مقدار در سیستم کشت خالص و تراکم کاشت ٤٠ بوته در مترمربع در غلظت صفر درصد به میزان ٣٠/٧٣ گرم در واحد سطح در لایهٔ ٤٠-٥٠ سانتی‌متر به‌دست آمد. با افزایش غلظت علف‌کش، تغییری در لایه‌بندی صورت نگرفت و در تمامی غلظت‌ها، حداکثر زیست‌توده در لایه ٤٠-٥٠ سانتی‌متر تشکیل‌شده بود. افزایش تراکم موجب شد تا حداکثر زیست‌توده در ارتفاع پایین‌تری نسبت به دیگر تراکم‌ها قرار گیرد؛ این حالت در سیستم کشت مخلوط نسبت به سیستم کشت خالص به‌وضوح دیده شد. حداکثر زیست‌توده در غلظت‌های بالای علف‌کش (٧٥ و ١٠٠ درصد از غلظت توصیه‌شده)، اختلاف زیادی با یکدیگر نداشتند؛ بنابراین می‌توان جهت کاهش مصرف علف‌کش، از غلظت ٧٥ درصد از غلظت توصیه‌شده علف‌کش استفاده نمود.

شاخص سطح برگ لوبیا

نتایج تأثیر غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش ایمازتاپیر بر توزیع عمودی سطح برگ لوبیا در تراکم‌های مختلف و سیستم‌های مختلف کشت (جدول ٤) نشان داد که حداکثر سطح برگ لوبیا (Max v) با افزایش غلظت علف‌کش افزایش یافتو مقدار آن در غلظت ١٠٠ درصد علف‌کش، بیش از دو برابر حالتی بود که هیچ‌گونه علف‌کشی مصرف نشده بود. به این ترتیب،

بیشترین شاخص سطح برگ لوبیا به کاربرد ۱۰۰ درصد غلظت علف‌کش در تراکم کاشت ٦۰ بوته گیاه زراعی در مترمربع و سیستم کشت مخلوط به میزان ۱/۳٦ مترمربع و کمترین آن در شرایط عدم کاربرد علف‌کش در تراکم کاشت ۵۰ بوته گیاه زراعی در مترمربع و سیستم کشت خالص به میزان ۰/۵۳ مترمربع به‌دست آمد. در تمامی غلظت‌های علف‌کش، حداکثر شاخص سطح برگ با افزایش تراکم‌افزایش یافت و همچنین این مقدار در سیستم کشت مخلوط نسبت به سیستم کشت خالص برتر بود. میزان شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف و لایه‌های مختلف، متفاوت بود، اما تقریباً در تمامی غلظت‌های علف‌کش و تراکم‌های کاشت، حداکثر سطح برگ در لایه ٤۰-۵۰ سانتی‌متری تشکیل‌شده بود. میزان پارامتر hm در غلظت‌ها و تراکم‌های مختلف کاشت تفاوت معنی‌داری را با یکدیگر نداشتند؛ این نشان‌دهندهٔ آن است که در غلظت‌های پایین علف‌کش، گیاه لوبیا بیشترین سطح برگ را در لایه‌های بالایی خود تشکیل داده است تا بتواند در رقابت با علف‌های‌هرز بر سر نور از توان بیشتری برخوردار باشد.

نمودار مثلثی مربوط به رابطه غلظت‌ها کاهش‌یافته علف‌کش با توزیع سطح برگ لوبیا (شکل ۲) نشان داد که با افزایش غلظت علف‌کش، حداکثر میزان سطح برگ لوبیا افزایش پیدا کرد.

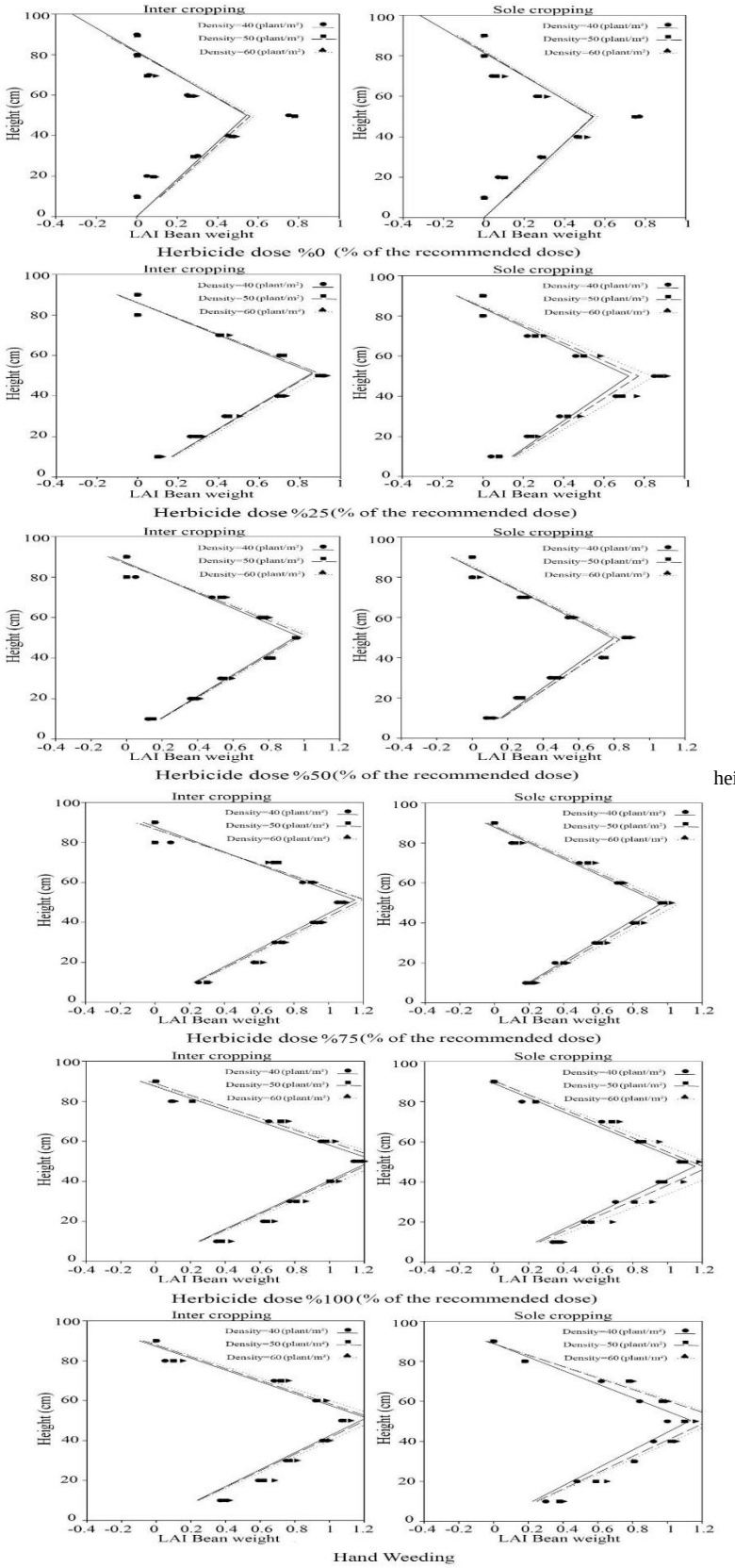
جدول ٤- پارامترهای مدل مثلثی و رابطه بین غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش با توزیع عمودی سطح برگ لوبیا

Table 4. Triangular model parameters and relationship between the reduced herbicide concentrations and the distribution of bean leaf area

R^2_{Adj}	H ***	hm **	Max v *	Planting system	Planting density	From the recommended concentration of herbicide
0.85	81.41	50	0.54۰	Sole cropping	40	0
0.85	81.53	50	0.54	Inter cropping	40	0
0.89	82.01	50.00	0.53	Sole cropping	50	0
0.85	81.45	50.00	0.55	Inter cropping	50	0
0.83	82.72	50.00	0.56	Sole cropping	60	0
0.80	81.92	50.00	0.58	Inter cropping	60	0
0.86	83.83	50.00	0.72	Sole cropping	40	25
0.91	86.00	51.48	0.86	Inter cropping	40	25
0.89	84.19	50.00	0.77	Sole cropping	50	25
0.92	85.99	51.82	0.87	Inter cropping	50	25
0.91	84.91	49.70	0.84	Sole cropping	60	25
0.93	86.27	50.72	0.90	Inter cropping	60	25
0.90	84.77	49.55	0.79	Sole cropping	40	50
0.95	86.94	50.99	0.96	Inter cropping	40	50
0.91	84.97	49.03	0.83	Sole cropping	50	50
0.92	86.41	51.71	0.99	Inter cropping	50	50
0.93	85.72	49.53	0.84	Sole cropping	60	50
0.92	86.48	51.97	1.02	Inter cropping	60	50
0.97	87.86	49.73	0.96	Sole cropping	40	75
0.92	87.89	51.24	1.15	Inter cropping	40	75
0.97	88.44	49.30	1.00	Sole cropping	50	75
0.88	86.80	51.57	1.20	Inter cropping	50	75
0.98	89.08	48.94	1.05	Sole cropping	60	75
0.89	86.51	50.80	1.21	Inter cropping	60	75
0.96	89.07	47.79	1.15	Sole cropping	40	100
0.92	87.39	50.59	1.25	Inter cropping	40	100
0.95	90.42	46.93	1.22	Sole cropping	50	100
0.93	88.84	51.21	1.29	Inter cropping	50	100
0.95	90.13	45.96	1.35	Sole cropping	60	100
0.88	87.70	51.33	1.36	Inter cropping	60	100
0.92	88.85	50.48	1.13	Sole cropping	40	Hand weeding
0.88	87.16	51.37	1.21	Inter cropping	40	Hand weeding
0.90	88.74	52.11	1.28	Sole cropping	50	Hand weeding
0.87	87.82	51.43	1.24	Inter cropping	50	Hand weeding
0.90	88.67	51.84	1.33	Sole cropping	60	Hand weeding
0.86	88.30	51.72	1.29	Inter cropping	60	Hand weeding

*: حداکثر چگالی زیست‌توده لوبیا، **: ارتفاعی که در آن حداکثر زیست‌توده لوبیا تشکیل می‌شود و ***: حداکثر ارتفاع گیاه لوبیا.

*: maximum density of beans biomass, **: height which the maximum biomass of beans is formed and ***: maximum bean plant



height.

شکل ۲- اثر غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش بر شاخص سطح برگ لوبیا در لایه‌های مختلف در تراکم و سیستم‌های مختلف کشت

Figure 2. Effect of reduced herbicides concentrations on bean leaf area in different layers, and plant densities and mixed

cropping systems

بر این اساس، کمترین شاخص سطح برگ در شرایط عدم مصرف علف‌کش و بیشترین آن در کاربرد غلظت ۱۰۰ درصد علف‌کش از غلظت توصیه‌شده و شرایط وجین دستی علف‌هرز به‌دست آمد.

حداکثر میزان شاخص سطح برگ با افزایش غلظت علف‌کش تغییری نکرد و در تمامی غلظت‌های به‌کاربرده شده، حداکثر میزان سطح برگ در ارتفاع ٤۰ -۵۰ سانتی‌متری تشکیل‌شده بود. بنابراین الگوی رویش گیاه لوبیا وابستگی کمی به غلظت علف‌کش دارد و در غلظت‌های مختلف علف‌کش، تفاوت چندانی در شکل کانوپی تشکیل‌شده وجود نداشت. میزان سطح برگ در سیستم‌های کشت خالص و مخلوط، تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای نداشت، اما در تمامی غلظت‌های علف‌کش، میزان سطح برگ با افزایش تراکم از ٤۰ بوته به ٦۰ بوته در مترمربع افزایش یافت. این حالت در غلظت‌های بالای علف‌کش و در سیستم کشت خالص، بیشتر از سیستم کشت مخلوط بود که ناسازگاری و رقابت درون‌گونه‌ای بین دو رقم لوبیا در سیستم کشت مخلوط درون ردیف را می‌توان یکی از دلایل آن دانست.

زیست‌توده علف‌هرز

پارامترهای مربوط به مدل مثلثی در رابطهٔ بین غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش با توزیع عمودی زیست‌توده علف‌هرز در جدول ۵ نشان داده‌شده است.

جدول ۵- پارامترهای مدل مثلثی و رابطه بین غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش با توزیع عمودی زیست‌توده‌ی علف‌هرز

Table 5. Triangular model parameters and relationship between reduced herbicide concentrations and vertical distribution of weed biomass

R^2_{Adj}	H ***	hm **	Max v *	Planting system	Planting density	% From the recommended concentration of herbicide
0.90	90.53	37.59	31.45	Sole cropping	40	0
0.93	88.69	37.88	31.98	Inter cropping	40	0
0.91	89.70	36.65	29.45	Sole cropping	50	0
0.91	88.19	37.25	38.55	Inter cropping	50	0
0.90	87.56	36.57	26.85	Sole cropping	60	0
0.92	87.52	36.11	26.13	Inter cropping	60	0
0.92	88.21	39.06	28.68	Sole cropping	40	25
0.92	87.22	38.52	28.81	Inter cropping	40	25
0.93	87.57	37.79	27.37	Sole cropping	50	25
0.91	87.31	37.58	26.55	Inter cropping	50	25
0.90	87.12	36.16	24.45	Sole cropping	60	25
0.92	86.09	36.37	24.47	Inter cropping	60	25
0.93	87.13	37.18	27.04	Sole cropping	40	50
0.93	86.88	36.64	26.28	Inter cropping	40	50
0.92	85.06	37.29	26.50	Sole cropping	50	50
0.92	84.90	37.36	25.35	Inter cropping	50	50
0.85	82.02	35.55	19.83	Sole cropping	60	50
0.85	81.81	35.04	19.14	Inter cropping	60	50
0.81	81.06	25.76	17.36	Sole cropping	40	75
0.81	80.86	25.46	16.95	Inter cropping	40	75
0.90	81.09	24.28	16.65	Sole cropping	50	75
0.89	80.71	23.42	15.36	Inter cropping	50	75
0.87	79.69	18.15	15.97	Sole cropping	60	75
0.85	79.68	22.70	14.85	Inter cropping	60	75
0.86	77.63	15.25	10.67	Sole cropping	40	100
0.89	77.60	15.38	10.45	Inter cropping	40	100
0.87	76.56	13.99	9.93	Sole cropping	50	100
0.91	76.00	13.60	8.84	Inter cropping	50	100
0.88	76.00	14.81	8.88	Sole cropping	60	100
0.88	75.85	14.88	8.33	Inter cropping	60	100

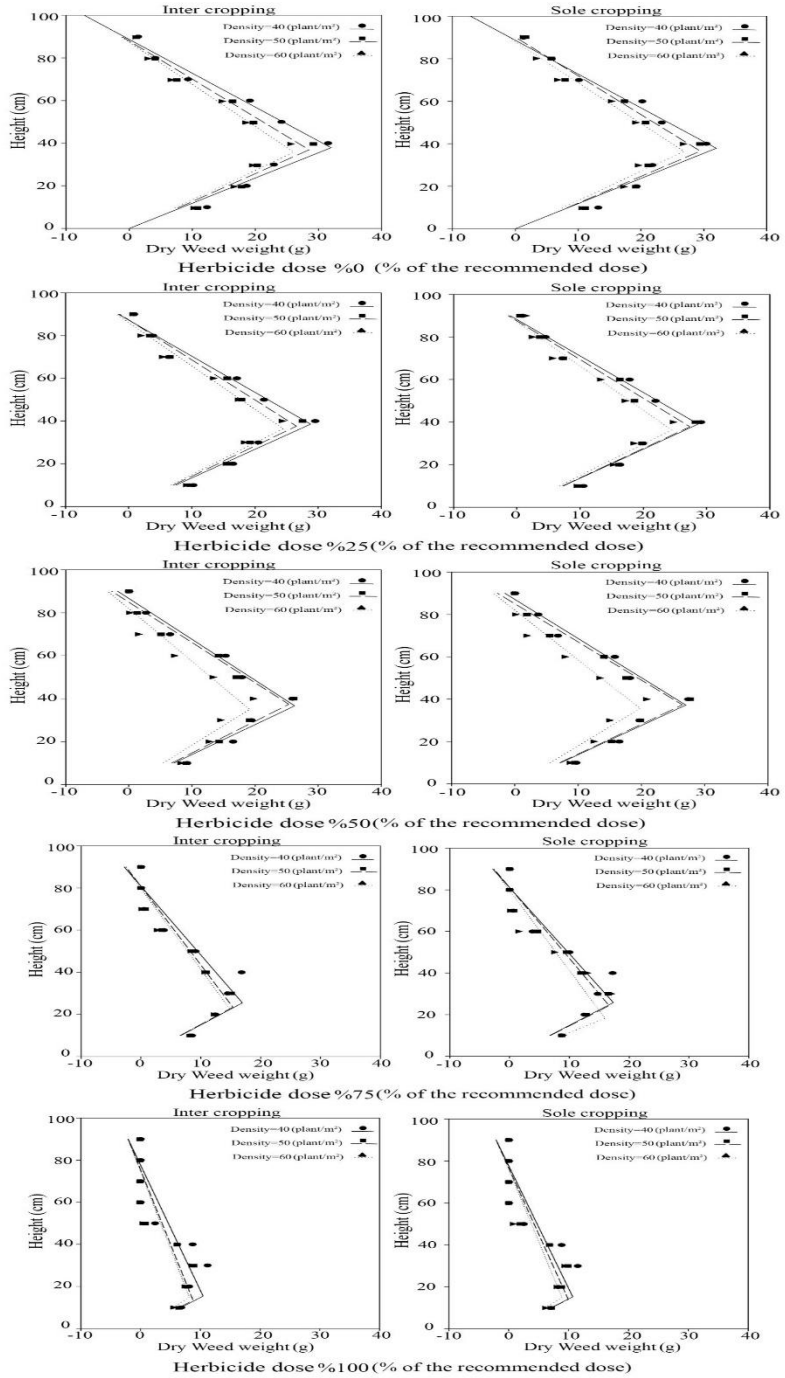
*: حداکثر چگالی زیست‌توده لوبیا، **: ارتفاعی که در آن حداکثر زیست‌توده لوبیا تشکیل می‌شود و ***: حداکثر ارتفاع گیاه لوبیا.

*: maximum density of beans biomass, **: height which the maximum biomass of beans is formed and ***: maximum bean plant height.

بر این اساس، با افزایش غلظت علف‌کش، حداکثر زیست‌توده علف‌هرز (Max v)کاهش یافت. در شرایط عدم کاربرد علف‌کش، بیشترین زیست‌توده در تراکم کاشت ۵۰ بوته گیاه زراعی در مترمربع (۳۸/۵۵ گرم در واحد سطح) به‌دست آمد و کمترین آن در کاربرد غلظت ۱۰۰ علف‌کش از غلظت توصیه‌شده آن و در تراکم ٦۰ بوته (۸/۳۳) به‌دست آمد. این حالت نشان داد که علف‌کش ایمازتاپیر توانسته است به‌خوبی زیست‌توده علف‌هرز را کاهش دهد و سازگاری مناسبی از جهت عدم گیاه‌سوزی و انتخابی عمل کردن علف‌کش با گیاه لوبیا دارد، درعین‌حال که تأثیری بر ارتفاع گیاه لوبیا نداشت. افزایش تراکم و سیستم کشت مخلوط نسبت به سیستم کشت خالص نیز به میزان قابل‌توجهی منجر به کاهش این پارامتر شد. این حالت نشان می‌دهد که افزایش توان رقابتی گیاه زراعی از طریق افزایش تراکم کاشت و استفاده از سیستم کشت مخلوط به‌جای سیستم تک‌کشتی می‌تواند منجر به کاهش زیست‌توده تولیدی علف‌هرز شود. اختلاف زیست‌توده تولیدی علف‌هرز در غلظت‌های پایین علف‌کش، افزایش تراکم و استفاده از سیستم کشت مخلوط، بیشتر از کاربرد غلظت‌های بالای علف‌کش بود. بنابراین در شرایط کاربرد غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش، استفاده از افزایش تراکم و سیستم کشت مخلوط می‌تواند به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای، زیست‌توده علف‌هرز را کاهش دهد و توان رقابتی گیاه زراعی را در مقابل علف‌هرز افزون نماید.

ارتفاعی که در آن حداکثر زیست‌توده تشکیل می‌شود (hm) نشان داد که با افزایش غلظت علف‌کش، ارتفاع تشکیل حداکثر زیست‌توده علف‌هرز (میانگین ارتفاع علف‌های‌هرز) کاهش یافت. هرچقدر میزان این پارامتر بیشتر باشد، نشان دهنده آن است که حداکثر زیست‌توده علف‌هرز در ارتفاع بالاتری قرار دارد؛ بنابراین توان رقابتی آن با گیاه زراعی بیشتر است. در شرایط عدم مصرف علف‌کش، ارتفاع تشکیل حداکثر زیست‌توده علف‌هرز ۳۷ سانتی‌متر بود، اما در کاربرد غلظت ۱۰۰ درصدی غلظت توصیه‌شده، این ارتفاع حدود ١٤ سانتی‌متر بود. بنابراین در غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش، توان رقابتی علف‌هرز نسبت به گیاه زراعی به علت تشکیل حداکثر زیست‌توده در لایه‌های بالاتر بیشتر بود، اما با افزایش غلظت علف‌کش، این موازنه به نفع گیاه زراعی تغییر کرد و گیاه زراعی بهتر توانست با علف‌هرز مقابله نماید. این در حالی است که افزایش تراکم کاشت و سیستم کشت، سبب تغییر محسوسی در کاهش این پارامتر نشد، بنابراین افزایش تراکم و استفاده از سیستم کشت مخلوط نتوانست انتظارات را در مورد کاهش زیست‌توده علف‌هرز برآورده سازد.

حداکثر ارتفاع علف‌هرز (H) نیز با افزایش غلظت علف‌کش کاهش پیدا کرد و با افزایش تراکم کاشت، حداکثر ارتفاع علف‌هرز کاهش یافت. به‌عنوان‌مثال، در شرایط عدم کاربرد علف‌کش، حداکثر ارتفاع علف‌هرز در تراکم ٤۰، ۵۰ و ٦۰ بوته به‌ترتیب ۹۰، ۸۸ و ۸۷ سانتی‌متر بود. سیستم کاشت نیز در کاهش این مقدار نقش داشت و در سیستم کشت مخلوط نسبت به سیستم کشت خالص، این میزان کاهش پیدا کرد که علت آن، پوشش بهتر و بیشتر گیاه زراعی در سیستم کشت مخلوط نسبت به سیستم کشت خالص است. روند تغییرات ارتفاع تشکیل زیست‌توده علف‌هرز در کاربرد غلظت‌های مختلف علف‌کش در تراکم‌ها و سیستم‌های مختلف کاشت (شکل ۳) نشان داد که با افزایش غلظت علف‌کش، میزان زیست‌توده کل علف‌هرز کاهش پیدا کرد.



شکل ۳- اثر غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش بر زیست‌توده علف‌هرز در لایه‌های مختلف ودر تراکم و سیستم‌های مختلف متفاوت
in different layers, densities and mixed Figure 3. Effect of reduced herbicide concentrations on the weed dry weight cropping systems.

بر این اساس، بیشترین زیست‌توده علف‌هرز، در کاربرد غلظت صفر علف‌کش (۳۱/۹۸ گرم در واحد سطح) و کمترین آن در کاربرد غلظت ۱۰۰ درصد علف‌کش (۱۵/۲۵ گرم در واحد سطح) به‌دست آمد. حداکثر زیست‌توده علف‌هرز در غلظت‌های پایین علف‌کش (صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد غلظت توصیه‌شده) در ارتفاع بین ۳۰-۴۰ سانتی‌متری تشکیل شد، اما در کاربرد غلظت ۷۵ و ۱۰۰ درصد غلظت توصیه‌شده،

این ارتفاع به‌ترتیب ۲۵ و ۱۴ سانتی‌متر بود. هر چقدر حداکثر زیست‌توده علف‌هرز در ارتفاع بالاتری قرار گیرد، توان رقابتی بالاتری نسبت به گیاه زراعی دارا خواهد بود. بنابراین بر اساس پیش‌بینی مدل مثلثی از میزان زیست‌توده علف‌هرز در غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش، در عدم کاربرد علف‌کش و غلظت‌های کاهش‌یافته (۲۵ و ۵۰ درصد غلظت توصیه‌شده)، توان رقابتی علف‌هرز بیشتر از گیاه زراعی بود و این امر منجر به کاهش عملکرد و زیست‌توده تولیدی گیاه زراعی شد. افزایش تراکم، منجر به کاهش زیست‌توده علف‌هرز شد و در تمامی غلظت‌های علف‌کش، میزان زیست‌توده علف‌هرز با افزایش تراکم از ۴۰ بوته به ۶۰ بوته گیاه زراعی در مترمربع، کاهش یافت، اما تفاوت چندانی بین سیستم کشت خالص و مخلوط در کاهش زیست‌توده مشاهده نشد. همچنین افزایش تراکم، منجر به تشکیل حداکثر زیست‌توده علف‌هرز در ارتفاع پایین‌تر نشد و در تمامی غلظت‌های علف‌کش، ارتفاع تشکیل حداکثر زیست‌توده علف‌هرز در تراکم‌های مختلف و سیستم‌های مختلف کاشت یکسان بود. این امر نشان می‌دهد که در تراکم‌های بیشتر، علف‌هرز سعی در افزایش ارتفاع دارد تا از توان رقابتی بالاتری بهره‌مند شود و بنابراین در تراکم ۶۰ بوته در مترمربع، ارتفاع تشکیل حداکثر زیست‌توده علف‌هرز با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع یکسان بود.

شاخص سطح برگ علف‌هرز

بر اساس جدول ۶، پارامترهای مربوط به رابطه بین شاخص سطح برگ علف‌هرز و کاربرد غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش نشان داد که با افزایش غلظت علف‌کش، سطح برگ علف‌هرز به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت. حداکثر سطح برگ علف‌هرز (Max v) نشان می‌دهد که افزایش می‌تواند منجر به کاهش سطح برگ علف‌هرز شود. بر اساس جدول ۶، بیشترین سطح برگ علف‌هرز در غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش (صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد غلظت توصیه‌شده) به‌ترتیب برابر ۰/۷۲، ۰/۶۸ و ۰/۶۶ مترمربع و کمترین آن در غلظت ۱۰۰ علف‌کش به میزان ۰/۰۷ مترمربع مشاهده شد. هرچقدر میزان این پارامتر بیشتر باشد، نشان‌دهندهٔ آن است که علف‌هرز توانسته است سطح بیشتری را پوشش دهد و از نور خورشید بیشتر بهره ببرد و در رقابت بر سر نور که مهم‌ترین عامل در رقابت به شمار می‌رود، از گیاه زراعی برتر باشد. بنابراین کاهش غلظت علف‌کش می‌تواند منجر به کاهش توان رقابتی گیاه زراعی با علف‌هرز بر سر استفاده از نور خورشید شود. تفاوت بین کاربرد غلظت ۷۵ و ۱۰۰ درصد غلظت توصیه‌شده علف‌کش با دیگر غلظت‌ها کم‌رنگ بود و بنابراین جهت کاهش مصرف و هزینه‌های مصرف علف‌کش و همچنین حفظ محیط‌زیست می‌توان از ۷۵ درصد غلظت توصیه‌شده علف‌کش به‌جای غلظت ۱۰۰ درصدی استفاده کرد.

ارتفاعی که در آن حداکثر سطح برگ علف‌هرز تشکیل می‌شود (hm)، از اهمیت بالایی در شناسایی توان رقابتی علف‌هرز با گیاه زراعی برخوردار است. هر چقدر حداکثر سطح برگ در ارتفاع بالاتری تشکیل شود، نشان می‌دهد که علف‌هرز رشد خود را به شکلی انجام داده است که بتواند در ارتفاع بالاتری، سطح برگ بیشتری تولید کند. این امر منجر می‌شود تا علف‌هرز، علاوه بر استفاده بیشتر از نور مستقیم خورشید، روی گیاه زراعی سایه‌اندازی کند و گیاه زراعی را از دریافت نور مستقیم خورشید محروم نماید. در این حالت، علف‌هرز توان رقابتی بیشتری نسبت به گیاه زراعی دارد و کاهش عملکرد و کاهش زیست‌توده بیشتری در گیاه مشاهده می‌شود. با توجه به جدول ۶، ارتفاع تشکیل حداکثر زیست‌توده در غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش (صفر، ۲۵ و ۵۰

درصد از غلظت توصیه‌شده)، در حدود ٤۰-۵۰ سانتی‌متر بود و با ارتفاعی که گیاه زراعی حداکثر سطح برگ را در همین غلظت‌ها تشکیل داد، برابری کرد. در رقابت بین گیاه زراعی و علف‌هرز، وقتی هر دو حداکثر سطح برگ را در ارتفاع یکسان ایجاد می‌کنند، گیاهی در رقابت برتر است که ارتفاع بیشتری دارد؛ بنابراین در غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش، ارتفاع علف‌هرز (۸۸ سانتی‌متر) بیشتر از گیاه زراعی (۸۱ سانتی‌متر) بود. با افزایش تراکم، ارتفاعی که در آن حداکثر سطح برگ علف‌هرز تشکیل می‌شود، تغییر چندانی نکرد و افزایش تراکم نتوانست منجر به کاهش ارتفاع حداکثر سطح برگ علف‌هرز شود. در تفاوت بین سیستم‌های کشت، برخلاف انتظار ،ارتفاعی که در آن حداکثر سطح برگ تشکیل می‌شود و همچنین حداکثر ارتفاع علف‌هرز، افزایش یافت که علت آن را می‌توان استفاده رقم رونده لوبیا (رقم گلی) از رقم ایستاده (رقم درخشان) به‌عنوان تکیه‌گاه و رقابت درون‌گونه‌ای دانست که شرایط را برای رشد بیشتر علف‌هرز فراهم نموده بود.

جدول ٦- پارامترهای مدل مثلثی و رابطه‌ی بین غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش با توزیع عمودی سطح برگ علف‌هرز

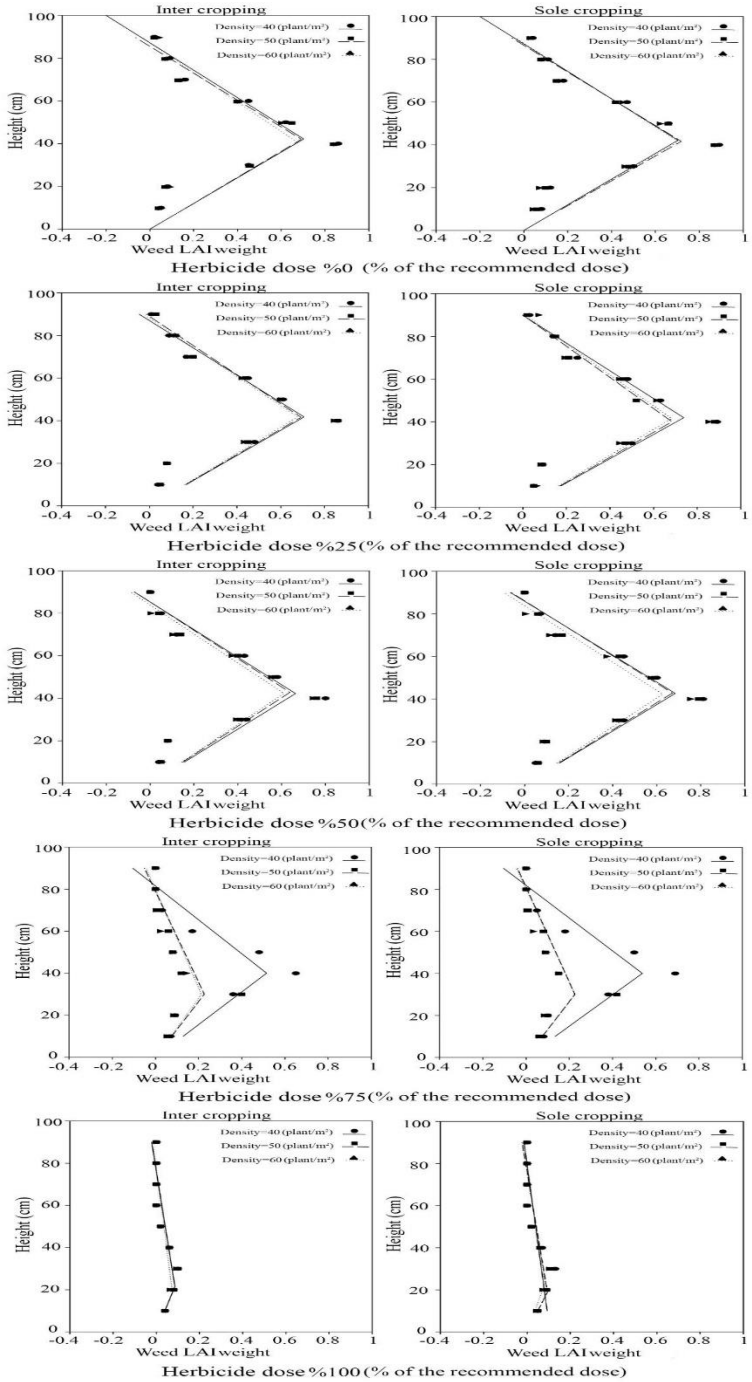
Table 6. Triangular model parameters and relationship between reduced herbicide concentrations and vertical distribution of weed leaf area

R^2_{Adj}	H ***	hm **	Max v *	Planting system	Planting density	% From the recommended concentration of herbicide
0.87	88.25	41.61	0.74	Sole cropping	40	0
0.84	87.17	42.14	0.70	Inter cropping	40	0
0.86	86.75	41.72	0.72	Sole cropping	50	0
0.83	85.97	42.32	0.69	Inter cropping	50	0
0.82	87.66	41.75	0.70	Sole cropping	60	0
0.84	87.65	40.86	0.67	Inter cropping	60	0
0.86	89.87	41.89	0.73	Sole cropping	40	25
0.85	87.05	41.74	0.70	Inter cropping	40	25
0.84	90.05	40.00	0.68	Sole cropping	50	25
0.84	89.04	41.57	0.69	Inter cropping	50	25
0.92	91.01	41.49	0.68	Sole cropping	60	25
0.88	88.21	41.81	0.67	Inter cropping	60	25
0.87	85.94	42.61	0.68	Sole cropping	40	50
0.95	85.32	42.20	0.66	Inter cropping	40	50
0.89	86.16	42.78	0.67	Sole cropping	50	50
0.88	85.33	42.76	0.63	Inter cropping	50	50
0.96	83.90	42.32	0.62	Sole cropping	60	50
0.89	83.87	42.27	0.61	Inter cropping	60	50
0.93	81.92	40.00	0.53	Sole cropping	40	75
0.92	81.53	40.00	0.51	Inter cropping	40	75
0.85	81.13	30.00	0.22	Sole cropping	50	75
0.85	78.95	30.00	0.22	Inter cropping	50	75
0.83	80.25	30.00	0.22	Sole cropping	60	75
0.82	79.99	30.05	0.21	Inter cropping	60	75
0.80	80.00	16.60	0.10	Sole cropping	40	100
0.92	76.36	21.53	0.08	Inter cropping	40	100
0.92	76.30	18.87	0.09	Sole cropping	50	100
0.92	76.36	21.53	0.08	Inter cropping	50	100
0.80	76.30	23.20	0.08	Sole cropping	60	100
0.87	77.50	18.73	0.07	Inter cropping	60	100

*: حداکثر چگالی زیست‌توده لوبیا، **: ارتفاعی که در آن حداکثر زیست‌توده لوبیا تشکیل می‌شود و ***: حداکثر ارتفاع گیاه لوبیا.

*: maximum density of beans biomass, **: height which the maximum biomass of beans is formed and ***: maximum bean plant height.

مدل‌های مثلثی، (شکل ٤)، روند تغییرات سطح برگ علف‌های‌هرز را در ارتفاع مختلف به‌خوبی نشان داد. میزان سطح برگ علف‌هرز و همچنین ارتفاع تشکیل حداکثر سطح برگ، با افزایش غلظت علف‌کش، کاهش پیدا کرد.



شکل ٤- اثر غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش بر سطح برگ علف‌هرز در لایه‌های مختلف ودر تراکم و سیستم‌های مختلف کشت.

Figure 4. Effect of reduced concentrations of herbicides on weed dry weight in different layers, plant densities and mixed cropping systems.

بر این اساس و در شرایط عدم مصرف علف‌کش، حداکثر سطح برگ علف‌هرز ۰/۷٤ مترمربع بود که در ارتفاع ٤۱ سانتی‌متری تشکیل‌شده بود، اما این مقدار در کاربرد غلظت ۱۰۰ درصد غلظت توصیه‌شده به ۰/۰۷ مترمربع در ارتفاع ۱۸ سانتی‌متری تنزل پیدا کرد. افزایش تراکم کاشت، تفاوتی را در سطح برگ و ارتفاع تشکیل آن در غلظت‌های مختلف ایجاد نکرد، اما در کاربرد غلظت ۷۵ درصد از غلظت توصیه‌شده و

در تراکم ٤۰ بوته در مترمربع، حداکثر سطح برگ علف‌هرز در سیستم کشت خالص و مخلوط به‌ترتیب ۰/۵۳ و ۰/۵۱ مترمربع بود که در ارتفاع ٤۰ سانتی‌متری تشکیل‌شده بود. در تراکم ۵۰ و ٦۰ بوته، حداکثر زیست‌توده در سیستم کشت خالص و مخلوط، به‌ترتیب ۰/۲۲ و ۰/۲۱ مترمربع بود که در ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری قرارگرفته بود.

در مجموع و با افزایش غلظت علف‌کش، میزان زیست‌توده و شاخص سطح برگ گیاه زراعی افزایش یافت و میزان زیست‌توده و شاخص سطح برگ علف‌هرز روند کاهشی داشت. از طرفی، افزایش و استفاده از سیستم کشت مخلوط نتوانست منجر به افزایش بیش از حد زیست‌توده و سطح برگ گیاه زراعی شود، اما توانست زیست‌توده و سطح برگ علف‌هرز را کاهش دهد. اختلاف کاربرد غلظت کاهش‌یافته ۷۵ درصد غلظت توصیه‌شده با کاربرد غلظت ۱۰۰ درصد غلظت توصیه‌شده زیاد نبود و بدین منظور می‌توان جهت حفظ محیط‌زیست و کاهش هزینه‌های اقتصادی سم‌پاشی از طریق کاهش مصرف علف‌کش به جهت کاهش زیست‌توده و سطح برگ علف‌هرز که منجر به کاهش توان رقابتی آن با گیاه زراعی می‌شود، از غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش (غلظت ۷۵ درصد غلظت توصیه‌شده) به همراه افزایش تراکم و سیستم کشت مخلوط استفاده نمود.

عملکرد دانه لوبیا

نتایج حاصل از برازش مدل سه پارامتره لجستیک، تأثیر دزهای کاهش‌یافته علف‌کش بر عملکرد ارقام لوبیا در سیستم‌های کشت مختلف را به‌خوبی نشان داد، به‌طوری‌که میزان عملکرد در شرایط بدون علف‌های‌هرز (پارامتر A) در بین سیستم کشت خالص و کشت مخلوط، به‌ترتیب ٤٤۵۱/۳۳ و ٤۳۵۵/۳۳ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۷).

جدول ۷- پارامترهای مدل دز- پاسخ برازش داده شده به رابطه بین عملکرد دانه و دزهای مختلف علف‌کش ایمازاتاپیر در ارقام مختلف لوبیا قرمز.

Table 7. Parameters of dose-response model fitted to the relationship between grain yield and different doses of imazatapir herbicide in different red bean varieties.

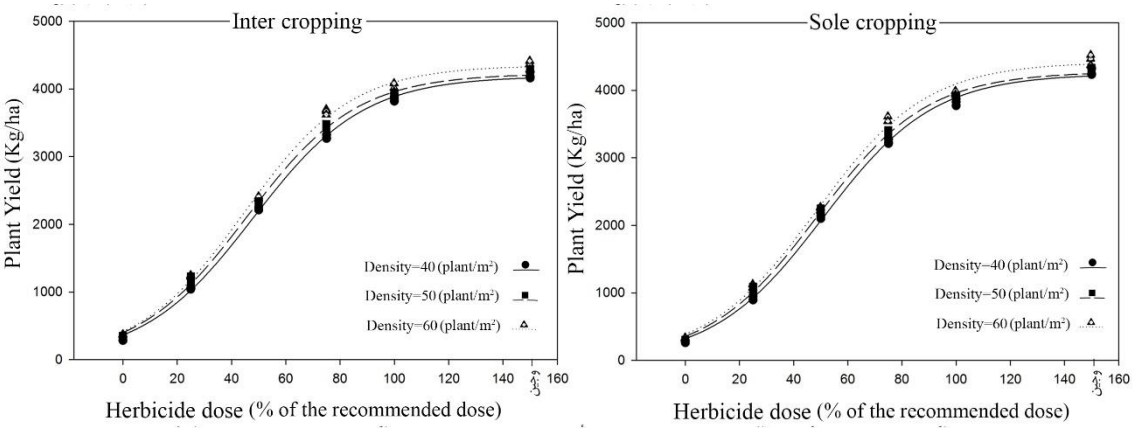
Bean density	System cultivation	R^2_{Adj}	RMSE	$(SE)^{***}$ b	$(SE)^{**}X0$	$A(Kg/h)^{*}(SE)$
40	Sole cropping	0.99	61.52	20.40(0.65)	51.01(0.53)	4266(34.1)
40	Inter cropping	0.99	52.60	20.36(0.46)	47.96(0.56)	4197.3(28.8)
50	Sole cropping	0.99	62.36	20.26(0.42)	48.85(0.65)	4300.6(30.4)
50	Inter cropping	0.99	55.65	20.16(0.43)	45.76(0.58)	4231.3(28.9)
60	Sole cropping	0.98	92.57	20.38(0.71)	48.56(0.61)	4451.3(29.1)
60	Inter cropping	0.99	80.35	19.74(0.53)	44.80(0.7)	4355.4(30.5)

*: حداکثر زیست‌توده، **: غلظت لازم علف‌کش برای رسیدن به ۵۰ درصد عملکرد و ***: شیب منحنی.

*: maximum biomass, **: concentration of herbicide required to achieve 50% of yield, ***: diagram slope.

شیب منحنی (b) و دز لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد عملکرد (X_0) در سیستم کشت مخلوط کمتر از سیستم کشت خالص به‌دست آمد که نشان‌دهنده قدرت بالای سیستم کشت مخلوط در رقابت با علف‌های‌هرز و پتانسیل تولید بالا حتی در دزهای پایین بود. از طرف دیگر، عدم مصرف علف‌کش در همه تیمارها، عملکرد را به‌شدت کاهش داد، به‌طوری‌که عملکرد تراکم‌های ٤۰، ۵۰ و ٦۰ بوته در مترمربع در شرایط عدم مصرف علف‌کش در سیستم کشت خالص، به‌ترتیب ۲٦۸، ۲۸۹ و ۳۲۲ کیلوگرم در هکتار و در سیستم کشت مخلوط، به‌ترتیب ۲۸۵، ۳۳۵ و ۳٦٤ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که نشان‌دهنده

قدرت رقابت بسیار ضعیف ایـن محصـول در حـالتی است که علف‌کش مصرف نشود.



شکل ۵- تأثیر دزهای مختلف علف‌کش ایمازتاپیر بر عملکرد دانه لوبیا در سیستم‌ها و تراکم‌های مختلف کاشت

Fiugre 5. Effect of different doses of imazotapyr herbicide on bean grain yield in different planting systems and densities.

با توجه به شکل ۵، در بین تراکم‌های مختلف کشـت، بیشترین عملکـرد بـه تیمـار ٦٠ بوتـه در مترمربـع بـا میانگین ٢٦٣٧/٧٢ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن، به تیمـار ٤٠ بوتـه در مترمربـع بـا میـانگین ٢٤٦٠/٦٧ کیلوگرم در هکتار تعلق داشـت. در مقایسـه عملکـرد بین سیستم‌های کشت، میانگین عملکرد تیمـار کشـت مخلـوط و خـالص، بـه‌ترتیب ٢٥٧٣/٤٨ و ٢٥١٨/٥٥ کیلـوگرم در هکتـار بـود (جـدول ٧). در مجمـوع، بیشترین عملکرد به‌دست‌آمده به تیمار وجین دستی بـا تراکم ٦٠ بوته در مترمربع و سیستم کشت خـالص بـا متوسط ٤٤٥١/٣٣ کیلـوگرم در هکتـار تعلـق داشـت. امینی (Amini, 2008) ارقـام اختـر (بـا تیـپ رشـدی ایستاده) و گلی (با تیپ رشـدی رونـده) را به‌صـورت کشـت خـالص و مخلـوط در رقابـت بـا تراکم‌هـای مختلف تاج‌خروس مورد ارزیـابی قـرارداد و بـه ایـن نتیجه رسید که تراکم ٣٢ بوتـه تـاج‌خروس، عملکـرد رقـم اختـر را ٧٢ درصـد کـاهش داد، درصـورتی‌که کاهش عملکرد همین رقم در کشت مخلـوط بـا رقـم گلی، ٥٨ درصد بـود. لاک و همکـاران (Lack et al., 2006) گزارش کردند که رقابت لوبیا با علف‌های‌هرز، تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف و وزن ١٠٠ دانه نداشت، ولی کنترل علف‌های‌هرز به‌طور متوسـط، ٦٣ درصد عملکرد لوبیا را کاهش داد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصـل از ایـن آزمـایش نشـان داد کـه سیسـتم کشت مخلوط نسبت به سیستم کشت خـالص برتـری داشت و سیستم کشت مخلـوط، توانـایی بیشـتری در رقابت با علف‌های‌هرز داشت، به‌طوری‌که زیست‌توده علف‌های‌هرز در سیسـتم کشـت مخلـوط نسـبت بـه سیستم کشت، خالص کمتر بود. عملکرد دانه لوبیـا در سیستم کشت مخلوط نسبت به سیستم کشت خـالص برتری داشت. یکی دیگر از روش‌های تلفیقی در کنـار کـاربرد غلظت‌هـای کاهش‌یافتـه علـف‌کش، کشـت گیاهان زراعی در تراکم بالاست. عملکرد دانه لوبیا بـا افزایش تراکم، تفاوت محسوسی نشان نداد. در مقایسه بین افزایش تراکم کاشت و سیستم کشـت، اسـتفاده از سیستم کشـت مخلـوط در دزهـای پـایین علـف‌کش، بیشـتر از افـزایش تـراکم در کـاهش زیسـت تـوده علف‌های‌هرز نقش داشته است و با ایجاد تاج پوشش مناسـب توانسـته اسـت از رویـش علـف هـای هـرز جلوگیری کند و تا حدود زیـادی در رقابـت بـا آنـان

پیروز شود. ایجاد تاج پوشش کامل توسط لوبیا در تراکم های بالای کشت و سیستم کشت مخلوط، باعث شد تا نور کمتری به سطح زمین برسد و از رویش علف های هرز در زیر تاج پوشش جلوگیری کند. هرچه تاج پوشش در لایه های بالاتری تکمیل و توسعه پیدا کند، توان رقابتی لوبیا بیشتر خواهد بود و نور کمتری به سطح زمین خواهد رسید که در نتیجه، علف های هرز تاحدی بلندتر نیز در زیر تاج پوشش لوبیا قرار می‌گیرند و نمی‌توانند از نور خورشید بهره‌مند شوند و در نتیجه در رقابت با لوبیا مغلوب خواهند شد. همچنین عدم رویش دوباره علف‌های هرز و عدم جوانه زنی علف‌های هرز جدید پس از استفاده از علف‌کش و تکمیل شدن تاج پوشش توسط لوبیا، توانست توان گیاه لوبیا را افزایش دهد و منابع بیشتری را در دسترس آن قرار دهد که این موضوع خود را در افزایش عملکرد دانه نشان داد.

منابع

Amini, R. 2008. Investigating the competitive potential of red bean cultivars at different weed densities of *Amaranthus retroflexus*. Final Report. Tehran University. 208 Pp.

Arnold, N.R., Murray, W.M. Gregory, J.E. and Smeal, D. 1993. Weed control in pinto beans (*Phaseolus vulgaris*) with imazethapyr combinations. Weed Technol. 7:361–364.

Barnes, P.W., Beyshlag, W., Rayel, R. Flint, S. D. and Caldwell, M.M. 1990. Plant competition for light analyzed with a multispecies canopy model. III. Influence of canopy structure in mixtures and monocultures of wheat and wild oat. Oecology. 82: 560-566.

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

Blackshaw, R.E. 1993. Downy brome (*Bromus tectotrum*) density and relative time of emergence affects interference in winter wheat (*Triticum aestivum*). Weed Sci. 41: 551- 556. 37.

Blackshaw, R.E., Louis, J., Molnar, H., Henning M., Saindon, G. and Xiangju, L. 2000. Integration of cropping practices and herbicides improves weed management in dry bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Technol. 14: 327-336.

Bostrom, U. and Fogelfors, H. 2002. Response of weeds and crop yield to herbicide dose decision-support guide lines. Weed Sci. 50:186-195.

Chikoye, D., Weise, S.F. and Swanton, C.J. 1995. Influence of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) time of emergence and density on white bean (*Phaseolus vulgaris*). Weed Sci. 43: 375-380.

Cousens, R.D., Weaver, S.E. Martin, T.D. Blair, A.M. and Wilson, J. 1991. Dynamics of competition between wild oat (*Avena fatua* L.) and winter cereals. Weed Res. 37: 203-210.

Daugovish, O., Lyon, D.J. and Baltensperger, D.D. 1999. Cropping systems to control winter annual grasses in winter wheat (*Triticum aestivum*). Weed Tech. 13: 120-126.

Ebrahimi, F. 2009. Study of the effect of medicinal plant extract on weed control of chickpea and lemongrass in chickpea beans. Master thesis. Tehran University.

Jin, J., Liu, X., Wang, G., Mi, L., Shen, Z., Chen, X., & Herbert, S.J. 2010. Agronomic and physiological contributions to the yield improvement of soybean cultivars released from 1950 to 2006 in Northeast China. Field Crops Res. 115(1): 116-123.

Lack, M.R., Dori, H.R., Ramezani, M.K. and Hadizadeh, M.H. 2006. Determine the critical period of weed control bean. JSTANR 3: 125-128.

Lantinga, E. A., Nassiri, M., & Kropff, M.J. 1999. Modelling and measuring vertical light absorption within grass–clover mixtures. Agricultural and Forest Meteorology. 96(1): 71-83.

Libeman, M., Mohler, C. and Staver, C. 2001. Ecological management of agricultural weeds. 1nd ed. Cambridge University Press.

Lutman, P.J.W., Wright, K.J. Berry, K. Freeman, S.E. and Tatnell, L. 2011. Estimation of seed production by *Myositis arvensis*, *Veronica hederifolia*, *Veronica persica* and *Viola arvensis* under different competitive conditions. Weed Res. 51: 499-507.

Nassiri Mohallati, M. 1998. Modelling interaction in grass-clover mixture. Ph.D. Thesis, Wageningen Agricultural University, the Netherland. PP: 162.

Nassiri, M., Elgersma, A. & Lantinga, E. 1996. Vertical distribution of leaf area, dry matter and radiation

in grass-clover mixtures. Proc. 16th General Meeting European Grassland Federation: Grassland and Land Use Systems, Vol. 1, Grassland Science in Europe, G. Parente *et al*. (Eds.). Grado (Gorizia), Italy. 269-274.

Parsa, M. and Bagheri, A. 2013. Leguminous. Publications University of Mashhad. Center 528 Pp. (In Persian)

Pynenburg, G. M., Sikkema, P.H. and Gillard, C.L. 2011. Agronomic and economic assessment of intensive pest management on dry bean. Crop Prot. 30: 340-348.

Ritz, C. and Streibig, J.C. 2005. Bioassay analysis using R. J. Stat Software. 12:1–22

Saadatian, B., Ahmadvand, G. and Solimani, F. 2010. The role of canopy structure and growth characteristics of two wheat cultivars under competitive conditions on economic damage threshold and yield of two rye and wild mustard species. Iranian Agric. Res. 9(3).

Sikkema, P.H., Vyn, R.D. Shropshire, C. and Soltani, N. 2008. Integrated weed management in white bean production. Canadian J. Plant Sci. 88: 1-7.

Steinmaus, S. and Norris, R.F. 2002. Growth analysis and canopy architecture of velvetleaf grown under light conditions representative of irrigated Mediterranean-type agroecosystems. Weed Sci. 50: 42-53.

Zhang, Z.H., Weaver, S.E. and Hamill, A.S. 2000. Risks and reliability of using herbicides at below-labeled rates. Weed Technol. 19:106-115.