مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۷، شمارهٔ ۱، ۱۴۰۰ (ص ۵۶-۴۳)

Iranian Journal of Weed Science
Vol 17, No 1, 2021 (43-56)
DOI: 10.22092/ijws.2020.127727.1348

بررسی اثر تراکم کاشت و دز علف‌کش ایمازتاپیر بر کنترل علف‌های‌هرز درکشت مخلوط ارقام ایستاده و رونده لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris*)

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

۱و۲و۳- به‌ترتیب کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۹/۲۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۵)

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر تراکم کاشت و کاربرد دزهای کاهش‌یافته علف‌کش در بهینه‌سازی کنترل و مدیریت علف‌های‌هرز درکشت مخلوط ارقام لوبیا قرمز، آزمایشی در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تهران، با استفاده از دزهای کاهش‌یافته علف‌کش ایمازتاپیر در پنج سطح (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ دز توصیه‌شده علف‌کش به همراه تیمار وجین دستی) به‌عنوان کرت اصلی و تراکم‌های مختلف کاشت لوبیا (۴۰، ۵۰ و ۶۰ بوته در مترمربع) به‌عنوان کرت فرعی و سیستم کشت خالص و مخلوط رقم ایستاده و رونده به‌عنوان کرت فرعی فرعی انجام شد. نتایج نشان داد که اثرات متقابل مصرف علف‌کش و سیستم کشت و مصرف علف‌کش و تراکم کاشت، بر وزن خشک و عملکرد لوبیا معنی‌دار بود و همچنین با افزایش دز علف‌کش و تراکم بوته، وزن خشک گیاه لوبیا و عملکرد دانه لوبیا افزایش و وزن خشک علف‌های‌هرز و تراکم علف‌های‌هرز کاهش پیدا کرد. در دزهای پایین علف‌کش، استفاده از سیستم کشت مخلوط، بیشتر از افزایش تراکم در کاهش تراکم علف‌های‌هرز و افزایش زیست‌توده لوبیا نقش داشت، اما در دزهای بالای علف‌کش، نقش افزایش تراکم نسبت به کشت مخلوط برتری داشت؛ بنابراین جهت حفظ محیط‌زیست و کاهش هزینه‌های اقتصادی سم‌پاشی می‌توان از دزهای کاهش‌یافته علف‌کش در ترکیب با افزایش تراکم لوبیا و کشت مخلوط استفاده نمود. روش مذکور تاثیر منا سبی در کاهش زیست‌توده و تراکم علف‌های‌هرز و افزایش توان رقابتی گیاه زراعی نشان داد.

کلمات کلیدی: تداخل، دزهای کاهش‌یافته علف‌کش، کشت مخلوط، مدیریت علف‌های‌هرز.

Effect of planting density and imaztapir dose on weed control in the intercropping of standing and climbing red bean cultivars

Mohsen Elhaminejad, Hamid Rahimian Mashhadi, Mostafa Oveisi*
Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

(Received: December 18, 2019 - Accepted: September 26, 2020)

ABSTRACT

To evaluate the effect of planting density and application of reduced herbicide doses in optimizing weed control and management in intercropping of red bean cultivars, a split-split plot experiment was conducted in 2016 at the Research Farm of the University of Tehran. Main plots were herbicide doses of imaztapir at five levels (0, 25, 50, 75 and 100% of the recommended dose of herbicide and a weed free plot as the control) , sub plots were different bean planting densities (40, 50 and 60 plants per square meter), and pure and mixed cultivation system of standing and climbing cultivar were assigned to sub-sub-plots. The results showed that the interaction effects of herbicide application and cultivation system and herbicide application and planting density were significant on bean dry weight and yield. Also increasing herbicide dose and plant density increased bean dry weight and yield and decreased weed dry weight and density. Mixed cropping in combination to reduced doses was effective in decreasing weed density and increasing bean biomass, while, with doses greater than 50% of the recommmended dose, increasing density was more effective in weed control; therefore to reduce the environmental and economic costs of chemical control, increasing plant density and mixed cropping that allow reduced doses of herbicides are recommended.

Keywords: Intercropping, interference, reduced herbicide doses, weed management.

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

مقدمه

علف‌های‌هرز از معضلات و مشکلات مهم درکشت لوبیا محسوب می‌شوند که نه‌تنها عملکرد و کیفیت محصول را کاهش می‌دهند، بلکه کنترل آن‌ها، هزینه‌های زیادی را به کشاورزان تحمیل می‌کند. لوبیا به دلیل رشد نسبتاً کند در اوایل دوره رشد، نسبت به رقابت با علف‌های‌هرز حساسیت نشان می‌دهد. در ٩٤ درصد از مجموع مناطق زیر کشت لوبیا در ایران، مشکل علف‌های‌هرز وجود دارد (Yadeghari & Barzeghar, 2008). طبق آمارهای موجود، سطح زیر کشت حبوبات در ایران حدود ٧٩٩ هزار هکتار است و مجموع تولید آن در حدود ٧٠٠ هزار تن دانه می‌باشد (Agriculture Iran Statistics, 2017). کاهش عملکرد لوبیا بر اثر تداخل علف‌های‌هرز، تا ٩٦ درصد نیز گزارش‌شده است؛ این موضوع، گویای اهمیت مدیریت علف‌های‌هرز در این محصول است (Amador *et al*., 2001).

در مطالعه‌ای مشخص شد که به ازای هر ١٠٠ کیلوگرم در هکتار وزن خشک علف‌های‌هرز، عملکرد لوبیا حدود ٢٠٨ کیلوگرم کاهش پیدا می‌کند که ضریب همبستگی ٠/٩٣ برای این دو متغیر، نشان دهنده ارتباط تنگاتنگ این دو متغیر باهم می‌باشد (Wilson & Miler, 1991). آمادور و همکاران (Amador *et al*., 2002) گزارش کردند که لوبیا در اوایل، رشد کُندی دارد و در چهار تا هشت هفته اول دوره زندگی، در رقابت با علف‌های‌هرز، بسیار آسیب‌پذیر است؛ بنابراین کنترل علف‌های‌هرز در زراعت لوبیا، یکی از عوامل مهم موفقیت کشت آن در هر منطقه است.

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 می‌باشد (Blackshaw *et al*., 1999). به‌طور مثال، تراکم و الگوی کشت مناسب، از شیوه‌هایی می‌باشند که با استفاده از آن‌ها، نور کافی به عمق جامعه گیاهی نفوذ می‌کند و سهم زیادی در افزایش تولید ایفا می‌نماید. تحقیقات نشان می‌دهد که همسو با روش‌هایی که بتوان توان رقابتی گیاهان را بالا برد، می‌توان دز سموم را تا حدی کاهش داد (Blackshaw, 2006).

بانیک و همکاران (Banik *et al*., 2006) کاهش بیش از ٧٠ درصدی جمعیت علف‌های‌هرز را در کشت مخلوط گندم و نخود گزارش کردند. آجینهو و همکاران (Agegnehu *et al*., 2006) گزارش کردند که با افزایش تراکم باقلا در مخلوط با جو، زیست‌توده علف‌های‌هرز، روند کاهشی داشت و کمترین زیست‌توده علف‌های‌هرز در تیمار جو به‌علاوه ٦٢/٥ درصد از تراکم مطلوب باقلا مشاهده شد که ین تیمار به‌طور مؤثری علف‌های‌هرز را سرکوب کرد. آلفورد و همکاران (Alford *et al*., 2003) در بررسی اثر کشت مخلوط ذرت و لوبیا بر کنترل علف‌های‌هرز، به نتایج مشابه دست یافتند و علت کاهش تراکم علف‌های‌هرز را ترکیب مکملی گیاهان زراعی در کشت مخلوط که باعث افزایش توان رقابتی گیاهان با علف‌های‌هرز می‌شود، ذکر کردند. در این رابطه، واندرمیر و همکاران (Vandermeer *et al*., 1998) اظهار داشتند که مکانیسم کنترل علف‌های‌هرز در کشت مخلوط می‌تواند به این صورت باشد که یکی از گیاهان زراعی از طریق رقابت با علف‌های‌هرز، محیطی برای گیاهان زراعی دیگر فراهم می‌کند که در آن، زیست‌توده علف‌های‌هرز را کاهش می‌دهد.

یکی از روش‌های مدیریت تلفیقی، استفاده هم‌زمان از علف‌کش‌ها و توان رقابتی گیاه زراعی برای کاهش

خسارت علف‌های‌هرز می‌باشد؛ بنابراین می‌توان با مقادیر کمتر علف‌کش و استفاده از توانایی‌های ذاتی گیاه زراعی، قدرت رقابتی علف‌های‌هرز را تا حدودی کاهش داد تا در ادامه، گیاه زراعی بتواند با رقابت کامل خود، علف‌های‌هرز را از صحنه رقابت حذف نماید. نبود راه‌کاری برای کنترل مؤثر علف‌های‌هرز طی تمامی فصل رشد، منجر به معرفی علف‌کش ایمازتاپیر برای زراعت لوبیا شده است. کاربرد پیش‌کاشت آمیخته با خاک، پیش‌رویشی یا پس رویشی ایمازتاپیر از گروه علف‌کش‌های ایمیدازولینون ها (بازدارنده آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS)) به‌طور مؤثری سبب کنترل علف‌های‌هرز باریک برگ و پهن‌برگ درکشت سویا و سایر گیاهان زراعی خانواده بقولات می‌شود (Arnold *et al*., 1993).

کشت مخلوط نیز به‌عنوان یکی از راهبردهای موردتوجه در خصوص افزودن توانایی رقابتی گیاهان محسوب می‌شود. تحقیقات انجام‌شده نشان داده است که کشت مخلوط ارقام می‌تواند باعث کاهش علف‌های‌هرز و بهبود عملکرد شود (Amini *et al*., 2013). هدف این مطالعه، بررسی میزان توان رقابتی بهبودیافته گیاه زراعی لوبیا در برابر علف‌های‌هرز از طریق افزایش تراکم و کشت مخلوط در جهت کاهش دز مصرفی علف‌کش بود. انجام این روش می‌تواند ازلحاظ اقتصادی و زیست‌محیطی، در برنامه کنترل علف‌های‌هرز مفید و قابل‌استفاده باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در سال ۱۳۹۵ به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. خاک مزرعه محل آزمایش لومی رسی با pH برابر ۷/۵ و هدایت الکتریکی ds/m ۱/۲۳، 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 دز کاهش‌یافته علف‌کش ایمازتاپیر از گروه ایمیدازولینون با نام تجاری پرسوئیت، معرفی‌شده توسط شرکت BASF و با فورمولاسون۱۰٪SL، (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪ دز توصیه‌شده علف‌کش(دز توصیه‌شده ۱۰۰ میلی‌گرم ماده مؤثره در هکتار) به همراه تیمار وجین دستی علف‌های‌هرز و کرت‌های فرعی شامل تراکم ٤٠، ۵۰ و ٦٠ بوته در مترمربع و کرت‌های فرعی فرعی شامل کشت خالص و مخلوط رقم ایستاده و رقم رونده لوبیا در سه تکرار بود. فاصله بین ردیف‌های کشت، ۵۰ سانتیمتر و اندازهٔ کرت‌ها دو در چهار مترمربع و فاصله بین کرت‌ها یک متر بود.

ارقام مورداستفاده برای این پژوهش شامل رقم درخشان (تیپ رشدی ایستاده، متوسط ارتفاع ٤٠–۳۵ سانتی‌متر، دوره رشد و نمو ۱۰۰–۹۵ روز، وزن صد دانه ٤٧–٤٥ 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) بود. کاشت ارقام روی پشته انجام شد و عمق کاشت بذرهاها با توجه به منابع،چهار تا پنج سانتی‌متر بود که با استفاده از کج‌بیل روی پشته‌ها به روش کپه کاری کاشته شدند. بذرها قبل از کاشت ازنظر قوه نامیه آزمایش شدند و میزان قوه نامیه برای هر دو نوع بذر، بیش از ۹۰ درصد بود. با این حال، بذرها در تراکمی بیشتر از تراکم ذکرشده کشت شدند و سپس بوته‌های اضافی در مرحله دو تا چهار برگی تنک شدند تا تراکم مطلوب به دست آید. در سیستم کشت مخلوط، بذرها به‌صورت یک‌درمیان یا مخلوط روی ردیف، به نسبت پنج درصد از هر دو رقم کشت شدند (حداکثر میزان سهم یک رقم از دو توده بذر درکشت مخلوط، ۵۰٪ می‌باشد). 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 یک سم‌پاش پشتی ماتابی، مجهز به نازل شره ای با فشار ٢٥٠Kp و حجم کالیبراسیون ١٠ لیتر انجام شد.

به‌منظور بررسی روند رشد و تعیین شاخص‌های فیزیولوژیکی، ارزیابی لوبیا و علف‌های‌هرز، پیش و پس از پاشش علف‌کش، به فاصلهٔ دو هفته یک‌بار و به‌صورت نمونه‌برداری تخریبی (نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی با حفظ اثر حاشیه‌ای و با استفاده از یک کوادرات ٥٠ در٥٠ سانتی‌متری) و در پنج مرحله انجام شد و بوته‌های باقیمانده در انتهای فصل، برای اندازه‌گیری میزان عملکرد برداشت شدند. ارتفاع بوته‌های علف‌های‌هرز و هر دو رقم گیاه لوبیا، با استفاده از خط کش اندازه‌گیری شد. گیاهان نمونه‌برداری شده به‌منظور تعیین وزن خشک، به مدت ٤٨ ساعت در آونی با دمای ٧٠ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و پس از آن، وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. عملکرد نهایی شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه محصول در زمان رسیدگی فیزیولوژیک ٨٠ درصد بوته‌های هر دو رقم (طول دوره رشد هر دو رقم تقریباً یکسان و حدود ٩٥ روز بود) و پس از اتمام مراحل نمونه‌برداری، تعیین شد. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد صورت گرفت. جهت بررسی معنی‌داری و عدم معنی‌داری تیمارها و بررسی اثرات متقابل، از نرم‌افزار SAS نسخه ٩,١ استفاده شد و آنالیز رگرسیون غیرخطی با کمک نرم‌افزار Sigma Plot نسخه ١٢ انجام شد. برای توصیف وزن خشک علف‌های‌هرز در برابر دز علف‌کش، از مدل لجستیک سه پارامتره (معادله ١) استفاده شد (Steinmaus & Norris, 2002) و از مدل سیگموئید سه پارامتره (معادله ٢) برای توصیف عملکرد لوبیا در برابر دز علف‌کش استفاده شد (Ritz & Streibig, 2005). رسم نمودارها و پارامترهای آماری نیز با استفاده از نرم‌افزار Sigma Plot نسخه ١٢ انجام شد.

معادله ١

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

که در این معادله، Y: متغیر وابسته، A، حداکثر عملکرد، b: شیب‌خط و X_0: بیانگر دزی از علف‌کش است که در آن عملکرد به ٥٠ درصد خود می‌رسد.

معادله ٢

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

که در این معادله، W: متغیر وابسته، W_0: وزن خشک علف‌های‌هرز در حالتی که دز علف‌کش صفر باشد، ED_{50}: دزی از علف‌کش که باعث کاهش ٥٠ درصد از وزن خشک علف‌های‌هرز می‌شود و b: شیب منحنی در ناحیه‌ای که روند نمودار خطی می‌شود، می‌باشند

نتایج و بحث

تراکم علف‌های‌هرز

تاج‌ریزی سیاه، تاج‌خروس، سلمه تره، تاتوره، توق، پیچک ، خرفه و علف انگشتی، مهم‌ترین علف‌های‌هرزی هستند که معمولاً در اکثر نقاط کشت لوبیا مزاحمت ایجاد می‌کنند(Ahmadi & Rostami, 2019). علف‌های‌هرز مشاهده‌شده در مزرعه در جدول ١ نشان داده شده است.

جدول۱- علف‌های هرز مزرعه آزمایشی بر اساس گونه و تراکم

Table1- Weed species in the experimental plots. The mean values of the denisties are shown.

Spices	Density (m^2)
(*Lamium amplexicaule*)	95 (3.06)
(*Convolvulus arvensis*)	67.32(1.91)
(*Chenopodium album*)	97.8(4.9)
(*Anchusa arvensis*)	18.8(1.13)
(*Amaranthus retroflexus*)	23(1.33)
(*Xanthium strumarium*)	44.24(2.9)
(*Sonchus asper*)	21(1.12)
(*Portulaca oleracea*)	8.2(0.54)
(*Sorghum halepense*)	8.8(0.88)
(*Heliotropium europaeum*)	24.72(1.53)

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

* Numbers in the parenthesis represent the standard erroe.

برازش داده‌ها در مدل سه پارامتری دز-پاسخ، (جدول ۲)، به‌خوبی نحوه تأثیرپذیری علف‌های‌هرز از دزهای مختلف علف‌کش ایمازتاپیر را توصیف نمود. در این مدل، W_0 نشان دهنده این است که اگر از علف‌کش استفاده نشود، میزان تراکم علف‌های‌هرز در سیستم‌های کشت چقدر خواهد بود؛ بنابراین میزان پایین‌تر این پارامتر در هر سیستم کشت، نشان‌دهندهٔ توان بالای آن در رقابت با علف‌های‌هرز است. پارامتر ED_{50} نشان‌دهندهٔ دز لازم برای کاهش ۵۰ درصد از تراکم علف‌های‌هرز است. پارامتر b نشان‌دهنده شیب منحنی و R^2_{Adj} نزدیک‌تر به یک و RMSE (Root mean of squares) کوچک‌تر، به‌عنوان شاخص برازش مدل است. در تمامی تراکم‌ها، میزان W_0 در سیستم کشت مخلوط، کمتر از سیستم کشت خالص بود که این امر، نشان‌دهندهٔ برتری سیستم کشت مخلوط نسبت به سیستم کشت خالص در رقابت با علف‌های‌هرز بود. در تراکم‌های کمتر کاشت، تراکم علف‌های‌هرز در حالتی که هیچ‌گونه علف‌کشی مصرف نشود (W_0)، بیشتر از تراکم‌های بیشتر کاشت بود که نشان‌دهنده نقش افزایش تراکم در کاهش تراکم علف‌های‌هرز است. در شرایط عدم مصرف علف‌کش، تفاوت تراکم علف‌های‌هرز در تیمار تراکم ۵۰ و ٦٠ بوته گیاه لوبیا در مترمربع ، در سیستم کشت خالص، به‌ترتیب ۱۵/۳۳ و ۱۵ بوته در مترمربع و در سیستم کشت مخلوط به‌ترتیب ۱۳ و ۱۲/٦٦ بوته در مترمربع بود. این تفاوت ناچیز بود و می‌توان از تراکم ۵۰ بوته لوبیا به‌جای تراکم کاشت ٦٠ بوته لوبیا برای کاهش مصرف بذر و هزینه‌های آن استفاده نمود.

پارامتر ED_{50} در سیستم کشت مخلوط، کمتر از سیستم کشت خالص بود. این نتیجه نشان‌دهنده آن است که این سیستم در استفاده از دزهای کاهش‌یافته، بهتر عمل می‌کند. در تراکم ٤٠ بوته گیاه لوبیا در سیستم کشت خالص و مخلوط، مقدار ED_{50} به‌ترتیب ۵۹/۳۳ و ٤٦/۸۰ درصد از دز توصیه‌شده به دست آمد. در تراکم ۵۰ و ٦٠ بوته گیاه لوبیا نیز میزان علف‌کش لازم برای کاهش ۵۰ درصد از تراکم علف‌های‌هرز در سیستم کشت خالص، بیشتر از سیستم کشت مخلوط بود که می‌توان گفت، علف‌های‌هرز به علف‌کش ایمازتاپیر در دزهای پایین در سیستم کشت خالص حساس‌تر بودند. شیب منحنی (b) یا روند کاهش تراکم علف‌های‌هرز به ازای افزایش یک واحد دز علف‌کش، در سیستم کشت خالص بیشتر از سیستم کشت مخلوط بود و با افزایش تراکم کاشت لوبیا، شیب منحنی نیز افزایش پیداکرد. بیشترین شیب منحنی به تراکم ٦٠ بوته و سیستم کشت

خالص (۸۸/۸۶-) و کمترین شیب منحنی به تراکم ۴۰ بوته و سیستم کشت مخلوط (۴۵/۷۲-) تعلق داشت. این نتایج نشان می‌دهد با افزایش تراکم و استفاده از سیستم کشت خالص، روند کاهش تراکم علف‌های‌هرز به ازای افزایش یک واحد در دز علف‌کش بیشتر شده است که این امر، کارایی بیشتر سیستم کشت خالص و تراکم بیشتر نسبت به سیستم کشت مخلوط و تراکم کمتر کاشت را نشان می‌دهد. آمادور و همکاران (Amador-Ramirez *et al*., 2001) نیز کاهش تراکم علف‌های‌هرز تا سطح ۶۲ درصد برای کاربرد پس رویشی ایمازتاپیر به‌علاوه بنتازون گزارش کردند.

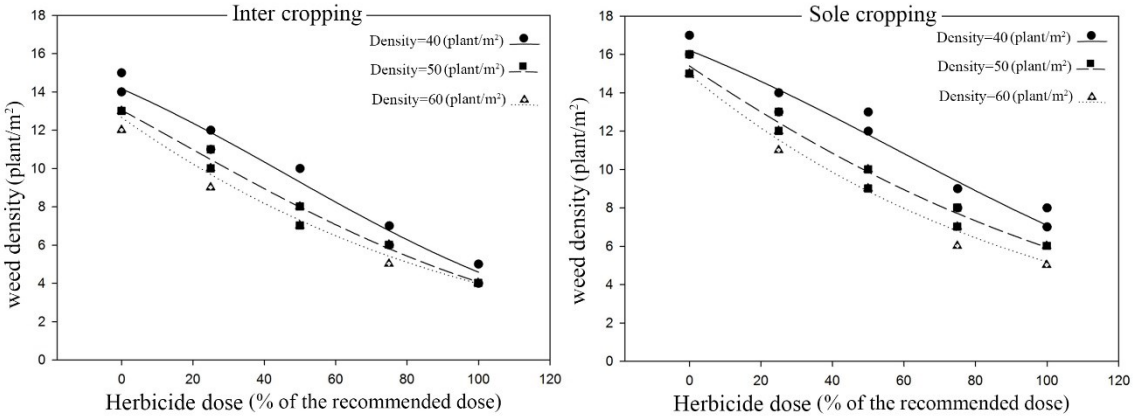
جدول ۲- پارامترهای مدل دز- پاسخ برازش داده شده به رابطه بین تراکم علف‌های‌هرز و دزهای مختلف علف‌کش ایمازاتاپیر در ارقام مختلف لوبیا قرمز

Table 2. Parameters of dose-response model fitted to the relationship between weed density and different doses of imazatepyr herbicide in different red bean cultivars

Bean density	System cultivation	R^2_{Adj}	RMSE	b***(SE)	ED_{50}**(SE)	W0(g)*(SE)
40	Sole cropping	0.94	0.81	-55.75(1.7)	59.23(5.1)	16.33(1.4)
40	Inter cropping	0.96	0.68	-45.72(8.8)	46.80(1.3)	14.33(1.2)
50	Sole cropping	0.98	0.49	-80.97(6.8)	52.51(4.3)	15.33(1.4)
50	Inter cropping	0.98	0.39	-54.84(6.3)	51.86(2.4)	13.00(1.6)
60	Sole cropping	0.97	0.58	-88.86(7.1)	89.85(4.5)	15.01(1.4)
60	Inter cropping	0.97	0.47	-74.11(7.4)	88.66(4.2)	12.66(1.6)

*: تراکم علف‌های‌هرز در شرایط بدون مصرف علف‌کش، **: غلظت لازم علف‌کش برای کاهش ۵۰ درصد از جمعیت علف‌های هرز و ***: شیب منحنی.
*: Weed density without herbicide application, **: The concentration of herbicide required to reduce the weed density by 50%, ***: slope parameter.

با توجه شکل ۱، در مقایسه بین تیمارهای علف‌کش، بیشترین تراکم علف‌های‌هرز (۱۴/۵ بوته در مترمربع) در تیمار عدم مصرف علف‌کش، مشاهده شد. کمترین تراکم علف‌های‌هرز در تیمار ۱۰۰ درصد دز توصیه شده علف‌کش با متوسط ۵/۳ بوته در مترمربع مشاهده شد. نتایج نشان داد که با افزایش دز علف‌کش، تراکم علف‌های‌هرز کاهش پیدا یافت. تراکم علف‌های‌هرز بین دزهای به‌کاربرده شده، اختلاف معنی‌داری داشت. اختلاف بین تراکم‌های مختلف کاشت در میزان رویش علف‌های‌هرز معنی‌دار بود. بین سیستم‌های کشت نیز اختلاف وجود داشت و در تمامی دزهای به‌کاربرده شده علف‌کش، تراکم علف‌های‌هرز در سیستم کشت خالص، بیشتر از سیستم کشت مخلوط بود (شکل ۱). کاربرد دز ۷۵ درصد از دز توصیه‌شده علف‌کش تراکم علف هرز اختلاف کمتری را نسبت به دز ۱۰۰درصد علف‌کش نشان می‌دهد و میانگین تراکم علف‌های‌هرز در تیمار ۷۵ درصد از دز توصیه‌شده علف‌کش، ۷/۳ بوته در مترمربع بود که نسبت به سایر دزهای کاهش یافته، اختلاف آن با دز ۱۰۰درصد علف‌کش کمتر بود (جدول ۲)؛ بنابراین می‌توان بیان داشت که اختلاف بین کاربرد ۷۵ و ۱۰۰ درصد دز توصیه شده علف‌کش، اگرچه ازنظر آماری دارای معنی‌دار بود اما می‌توان در صورت لزوم و برای کاهش مصرف علف‌کش، ۷۵ درصد از دز توصیه شده علف‌کش ایمازتاپیر را جایگزین دز ۱۰۰درصد این علف‌کش نمود. باروس و همکاران (Barros *et al*., 2008) گزارش دادند که در تراکم‌های پایین علف‌های‌هرز، در کنار استفاده از یک تیمار مکانیکی در تلفیق با علف‌کش، امکان کاهش غلظت علف‌کش به میزان ۷۵ درصد از غلظت کامل وجود دارد؛ بدون این‌که عملکرد دچار اُفت معنی‌داری شود.



شکل ۱- تأثیر دزهای مختلف علف‌کش ایمازتاپیر بر تراکم علف‌های‌هرز در سیستم‌ها و تراکم‌های مختلف کاشت.

Figure 1. Effects of different doses of imazotapyr herbicide on weed density in different planting systems and densities.

زیست‌توده علف‌های‌هرز

با توجه به جدول تجزیه واریانس وزن خشک علف‌های‌هرز (جدول ۳)، اثرات اصلی تیمارها در سطح احتمال ۹۹ درصد و اثر متقابل علف‌کش در تراکم و تراکم در سیستم کشت، به‌ترتیب در سطوح احتمال ۹۹ و ۹۵ درصد معنی‌دار بود اما اثر متقابل علف‌کش در سیستم کشت و اثر سه‌گانه علف‌کش در تراکم در سیستم کشت معنی‌دار نبود. این نتایج نشان‌دهنده آن است که بین سیستم کشت خالص و مخلوط با علف‌کش در میزان رویش و تراکم علف‌های‌هرز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و تفاوت در سیستم کشت به همراه مصرف علف‌کش، نمی‌تواند تفاوت معنی‌داری درروبش و تراکم علف‌های‌هرز ایجاد نماید.

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس آزمایش بررسی اثر تراکم کاشت و دز علف‌کش ایمازتاپیر بر کنترل علف‌های هرز درکشت مخلوط ارقام ایستاده و رونده لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris*)

Table 3. Variance analysis of the effect of planting density and imaztapir dose on weed control in the intercropping of standing and climbing red bean cultivars

		MS			
Source	DF	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*
(ABC) Her*Den*Sys	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.

مدل سه پارامتری دز-پاسخ، (جدول ٤) به‌خوبی نحوه تأثیرپذیری علف‌های‌هرز از دزهای مختلف علف‌کش ایمازتاپیر را توصیف نمود. بر اساس این مدل، کمترین میزان W_0 به تراکم ٦٠ بوته گیاه لوبیا و سیستم کشت مخلوط به میزان ١١٦/٠١ تعلق داشت و پس از آن، تراکم ٦٠ بوته گیاه لوبیا و سیستم کشت خالص به میزان ١١٨/٩٦ قرار داشت. در شرایط عدم مصرف علف‌کش، بیشترین مقدار زیست‌توده در تراکم ٤٠ بوته

لوبیا تولید شد که در این تراکم نیز سیستم کشت مخلوط نسبت به سیستم کشت خالص برتری داشت. بنابراین در مقایسه بین سیستم‌های مختلف کشت، سیستم کشت مخلوط نسبت به کشت خالص برتری داشت. در تراکم‌های مختلف نیز با افزایش تراکم گیاه لوبیا از ٤۰ به ٦۰ بوته در مترمربع، در شرایط عدم مصرف علف‌کش، زیست‌توده علف‌های‌هرز کاهش یافت. این نتیجه نشان‌دهندهٔ آن است که درتراکم‌های پایین کشت، گیاه زراعی توانایی کمتری در رقابت با علف‌های‌هرز دارد و زیست‌توده علف‌های‌هرز در تراکم کم و سیستم کشت خالص، زیاد خواهد بود.

جدول ٤- پارامترهای مدل دز- پاسخ برازش داده شده بهرابطه بین زیست‌توده علف‌های‌هرز و دزهای مختلف علف‌کش ایمازاتاپیر در ارقام مختلف لوبیا قرمز

Table 4. Parameters of dose-response model fitted to the relationship between weed biomass and different doses of imazatepyr herbicide in different red bean cultivars

Bean density	System cultivation	R^2_{Adj}	RMSE	b***(SE)	Ed50**(SE)	W0(g)*(SE)
40	Sole cropping	0.96	7.77	-23.83(1.2)	69.84(3.4)	145.13(7.1)
40	Inter cropping	0.96	7.32	-23.79(2.2)	69.08(3.3)	141.61(6.9)
50	Sole cropping	0.97	5.68	-21.15(2.1)	73.25(2.2)	132.41(4.4)
50	Inter cropping	0.98	4.97	-19.99(1.7)	72.98(1.9)	127.88(3.4)
60	Sole cropping	0.99	2.39	-29.46(2.1)	63.42(2.1)	118.96(3.5)
60	Inter cropping	0.99	2.47	-28.87(2.1)	62.64(2.3)	116.01(3.1)

*: تراکم علف‌های‌هرز در شرایط بدون مصرف علف‌کش، **: غلظت لازم علف‌کش برای کاهش ۵۰ درصد از وزن خشک علف‌های هرز و ***: شیب منحنی.

*: Weed density without herbicide application, **: The concentration of herbicide required to reduce the weed dry weight by 50%, ***: slope parameter.

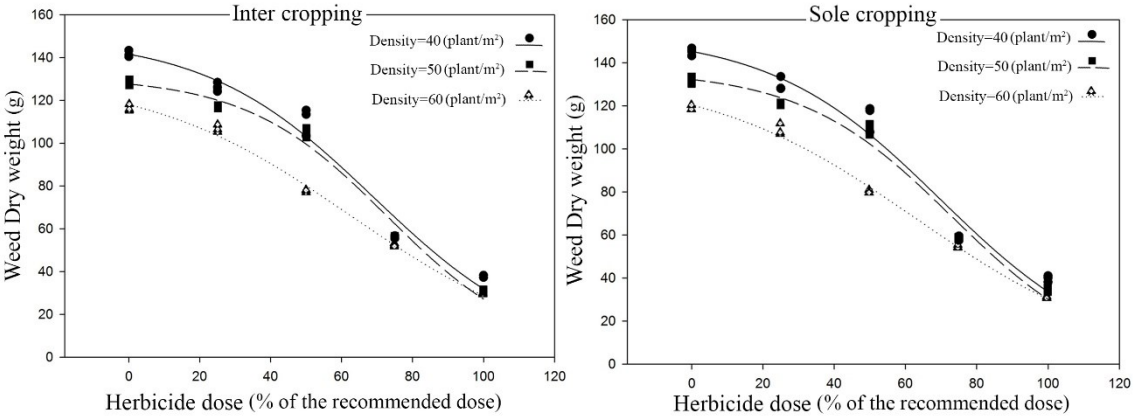
دز لازم برای کاهش ۵۰ درصد زیست‌توده علف‌های‌هرز در تراکم ٤۰ بوته گیاه لوبیا در سیستم کشت خالص و مخلوط به‌ترتیب ٦۹/۸٤ و ٦۹/۰۸ درصد دز توصیه‌شده (۱۰۰ میلی‌گرم ماده مؤثره در هکتار) بود. همچنین در تراکم کشت۵۰ و ٦۰ بوته در مترمربع، دز مورد نیاز برای کاهش ۵۰ درصد زیست‌توده علف‌های‌هرز در سیستم کشت خالص نسبت به مخلوط برتری داشت؛ بنابراین علف‌های‌هرز به دزهای پایین مصرف علف‌کش، تحمل بالایی نشان دادند و دزهای پایین، تقریباً اثری بر روی زیست‌توده آن‌ها نداشت

. علف‌های‌هرز به دلیل تولید انشعابات حجیم، بر سر منابع مختلف از جمله نور، با گیاه زراعی رقابت می‌کنند و بر عملکرد تأثیر خواهند می‌گذارند. بنابراین استفاده از ارقامی که قدرت تسخیر فضای بالایی دارند می‌تواند در رقابت با این علف‌های‌هرز بسیار مؤثر واقع شوند (Blackshaw *et al*., 1999). بررسی‌ها نشان می‌دهد که پس از استقرار گیاهچه علف‌های‌هرز، رقابت بر سر منابع رشدی از جمله آب و مواد غذایی، مهم‌ترین مکانیسم سرکوب علف‌های‌هرز می‌باشد (Teasdale, 1992). ارقام رونده، احتمالاً با گسترش سایه‌اندازی بر روی علف‌های‌هرز، باعث کاهش جوانه‌زنی و تراکم آن‌ها شده‌اند. تحقیقات نشان می‌دهد که افزایش تراکم کاشت گیاه زراعی، در متوقف ساختن رشد علف‌های‌هرز مؤثر است که این موضوع در لوبیا تأییدشده است (Aguyoh & Masiunas, 2003).

شیب منحنی درکشت های خالص نسبت به کشت‌های مخلوط در تمامی تراکم‌ها بیشتر بود (جدول ٤) که این نتایج، نشان‌دهندهٔ آن است که سیستم کشت خالص نسبت به سیستم کشت مخلوط بهتر توانسته است در روند کاهش زیست‌توده علف‌های‌هرز نقش داشته باشد. زیست‌تودهٔ علف‌های‌هرز در تراکم ٤۰ و ۵۰ بوته لوبیا در مترمربع، کمتر بود. همچنین در سیستم کشت خالص، زیست‌توده علف‌های‌هرز بیشتر از سیستم

کشت مخلوط است؛ بنابراین کارایی کشت مخلوط و افزایش تراکم در مورد زیست‌توده علف‌های‌هرز بیشتر است. بنابراین افزایش تراکم و استفاده از سیستم کشت مخلوط می‌تواند موجب کاهش زیست‌توده علف‌های‌هرز شود.

با توجه به شکل ۲، با افزایش دز علف‌کش و تراکم میزان ماده خشک علف‌های‌هرز کاهش پیدا کرد، اما اختلاف وزن خشک بین تراکم‌های مختلف کشت با افزایش دز علف‌کش کاهش پیداکرد، به‌نحوی‌که در ۱۰۰ درصد دز علف‌کش نسبت به دیگر دزها، اختلاف وزن خشک بین تراکم‌های مختلف کشت کمتر بود. لیبمن و دیک (Liebman & Dyck, 1993) منابع مختلف را مورد ارزیابی قراردادند و اظهار داشتند که هنگامی‌که یک گیاه زراعی مهم به همراه گیاه زراعی خفه‌کننده به‌صورت مخلوط کشت شوند، زیست‌توده علف‌های‌هرز تا ۹۰ درصد کاهش یافت. در این مطالعه، در ۵۰ درصد از موارد درکشت مخلوط، زیست‌توده علف‌های‌هرز کمتر از کشت خالص بود. در ٤۲ درصد از موارد، زیست‌توده‌علف‌های‌هرز در هر دو حالت یکسان بود و در هشت درصد موارد نیز زیست‌توده علف‌های‌هرز درکشت مخلوط، بیشتر از کشت خالص شد. یکی از جنبه‌های مهم توزیع یکنواخت گیاهان زراعی در سطح زمین، تأثیر آن بر قدرت رقابت با علف‌های‌هرز است و افزایش تراکم گیاه زراعی، از ابزارهای مدیریت علف‌های‌هرز در نظام‌های پایدار تولید محسوب می‌شود (Baghestani, 2009). در مطالعه‌ای مشخص شد که با افزایش تراکم کاشت لوبیا از ۲۰ به ۳۰ و ٤۰ بوته در مترمربع، میزان عملکرد نیز به ترتیب ۱۵/٤ و ۲٤/۷ درصد افزایش یافت و زیست تودهٔ علف‌های‌هرز نیز با افزایش تراکم از ۲۰ به ٤۰، به میزان ۳۰ درصد کاهش یافت (Lak *et al*., 2006).



شکل ۲- تأثیر دزهای مختلف علف‌کش ایمازتاپیر بر وزن خشک علف‌های‌هرز در سیستم‌ها و تراکم‌های مختلف کاشت.

Fiugre 2. Effects of different doses of imazateparir herbicide on weed dry weights in different planting systems and densities.

زیست‌توده لوبیا

اثرات اصلی تیمارهای علف‌کش و تراکم گیاه زراعی در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳) اما اثر اصلی سیستم کشت معنی‌دار نبود که نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار زیست‌توده لوبیا بین سیستم کشت خالص و مخلوط بود. اثرات متقابل علف‌کش در سیستم کشت، تراکم در سیستم کشت و اثرات سه‌گانه علف‌کش در تراکم در سیستم کشت معنی‌دار بود.

ضرایب مربوط به برازش معادله سیگموئیدی جهت برآورد وزن خشک لوبیا در طی پنج مرحله نمونه‌برداری در جدول ۵ ارائه شده است (نتایج جدول حاصل میانگین ۵ مرحله نمونه‌برداری است). شاخص

A در این مدل، نشان‌دهنده حداکثر زیست‌توده گیاه لوبیا است. در این آزمایش، حداکثر زیست‌توده تولیدی در تراکم ٦۰ بوته در مترمربع گیاه لوبیا و سیستم کشت مخلوط با میزان ۲۳۹/٥٦ گرم در واحد سطح به دست آمد و پس از آن، سیستم کشت خالص در همین تراکم قرار داشت. کمترین مقدار این پارامتر نیز به تراکم ٤۰ بوته گیاه لوبیا در مترمربع و سیستم کشت خالص با میزان ۲۰۹/۷٤ گرم در واحد سطح تعلق داشت. بنابراین در مقایسه بین سیستم‌های کشت مختلف، اگرچه تیمار سیستم کشت معنی‌دار نبود، اما سیستم کشت مخلوط نسبت به سیستم کشت خالص، برتری داشت. در تراکم‌های مختلف نیز با افزایش تراکم گیاه لوبیا از ٤۰ به ٦۰ بوته در مترمربع، حداکثر زیست‌توده گیاه لوبیا افزایش پیداکرده است که نشان‌دهندهٔ آن است که تراکم‌های پایین کشت، توانایی کمتری در رقابت با علف‌های‌هرز دارند و زیست‌توده گیاه لوبیا در تراکم کم و سیستم کشت خالص، کمتر خواهد بود.

جدول ۵- پارامترهای برازش مدل سیگموئیدی جهت برآورد زیست‌تودهٔ تراکم‌های مختلف لوبیا در پاسخ به دزهای کاهش‌یافتهٔ علف‌کش

Table 5. Parameters of sigmoidal model fitting to estimate the biomass of different bean densities in response to reduced herbicide Dose

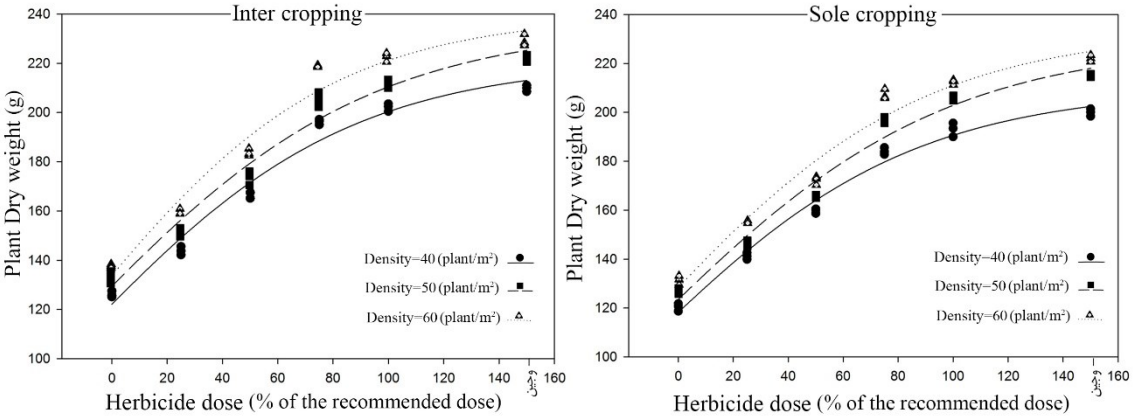
Bean density	System cultivation	R^2_{Adj}	RMSE	b***(SE)	X0**(SE)	A*(SE)
40	Sole cropping	0.98	3.73	48.94(2.4)	-12.57(1.1)	209.74(3.6)
40	Inter cropping	0.97	5.41	48.24(2.3)	-10.32(1.1)	220.72(5.2)
50	Sole cropping	0.97	5.33	52.72(2.3)	-8.47(0.9)	228.86(6.1)
50	Inter cropping	0.97	5.63	51.81(3.3)	-10.15(1.1)	235.52(6.5)
60	Sole cropping	0.97	5.89	49.19(2.8)	-10.01(0.9)	233.73(6.6)
60	Inter cropping	0.96	6.56	44.67(1.5)	-10.26(1.1)	239.56(6.2)

*: حداکثر زیست‌توده، **: غلظت لازم علف‌کش تولید ۵۰ درصد زیست‌توده و ***: شیب منحنی.

*: Maximum biomass, **: The concentration of herbicide to produce 50% of biomass and ***: slope parameter.

X_0 زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر وزن خشک را نشان می‌دهد. در تیمارهایی که این پارامتر کوچک‌تر باشد، گیاه زراعی در دز پایین‌تری از مصرف علف‌کش توانسته است ۵۰ درصد حداکثر زیست‌توده را تولید نمایید که نشان‌دهنده توانایی بالای آن تیمار در تولید زیست‌توده بیشتر گیاه زراعی و توانایی رقابت بالاتر با علف‌های‌هرز است. در این آزمایشف شاخص X_0 در تمامی تیمارها منفی بود که این امر نشان‌دهندهٔ آن است که درصورتی‌که علف‌کش مصرف نشود نیز گیاه لوبیا می‌تواند حداقل ۵۰ درصد از کل زیست‌توده‌ای را می‌توانست داشته باشد را تولید نماید.

در این آزمایش، شیب منحنی در تراکم کاشت ۵۰ بوته گیاه لوبیا در مترمربع، بیشتر بود و شیب منحنی در سیستم کشت خالص و مخلوط این تراکم، به‌ترتیب ۵۲/۷۲ و ۵۱/۸۱ بود که نسبت به دیگر تراکم‌ها برتری داشت. بنابراین سرعت تولید زیست‌توده در تراکم کاشت ۵۰ بوته گیاه لوبیا، بیشتر از سایر تراکم‌ها بود که شاید بتوان علت آن را رقابت درون‌گونه‌ای در تراکم‌های بالاتر و کمبود تعداد بوته گیاه زراعی و بالا بودن تراکم علف‌های‌هرز در تراکم‌های پایین‌تر دانست. با توجه به شکل ۳، با کاهش دز علف‌کش در تمام تیمارها، حداکثر زیست‌توده لوبیا کاهش یافت، به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار این پارامتر (۲۵۵/۹۷ گرم)، در تراکم ٦۰ بوته در مترمربع و سیستم کشت مخلوط، از تیمار وجین و کمترین آن (۱۱۷/٦۷ گرم)، در تیمار شاهد بدون کنترل در تراکم ٤۰ بوته در مترمربع و سیستم کشت مخلوط به‌دست آمد.



شکل ۳. تأثیر دزهای مختلف علف‌کش ایمازتاپیر بر وزن خشک گیاه لوبیا در سیستم‌ها و تراکم‌های مختلف کاشت.

Fiugre 3. Effect of different doses of imazateapir herbicide on dry weight of bean plant in different planting systems and densities.

نتایج سایر تحقیقات نیز نشان داد که با کاهش حمایت از گیاهان زراعی، حداکثر زیست‌توده گیاه زراعیکاهش می‌یابد. سلطانی و همکاران (Soltani *et al*., 2008) در بررسی تأثیر تراکم‌های مختلف تاج‌خروس بر روند تجمع زیست‌توده ارقام سویا به این نتیجه رسیدند که همواره بیش‌ترین مقدار زیست‌توده گیاه زراعی از تیمار شاهد با کنترل و کمترین مقدار، از تیمار شاهد بدون کنترل به‌دست می‌آید. در میان دزهای کاهش‌یافته علف‌کش، تفاوت چندانی در مقدر این پارامتر بین دز ۱۰۰ و ۷۵ درصد مشاهده نشد. رقم گلی در سیستم کشت مخلوط که به‌واسطه تیپ رشدی، به‌عنوان یک رقم قدرتمند شناخته می‌شود (Amini, 2008)، در برابر تراکم علف‌های‌هرز مزرعه دوام نیاورد و به‌شدت مغلوب شد، اما با استفاده از دز ۵۰ درصد توصیه‌شده علف‌کش و افزایش تراکم، توانست با تولید مقدار بیشتری زیست‌توده، تا حدودی با علف‌های‌هرز رقابت کند. با توجه به این‌که یکی از اهداف استفاده از دزهای کاهش‌یافته علف‌کش‌ها، توقف رشد علف‌های‌هرز در جهت سبقت گیاه زراعی از علف‌های‌هرز و غلبه بر آن می‌باشد، از این رو می‌توان با شناخت و آگاهی از گونه‌های علف‌های‌هرز مزرعه و میزان حساسیت آن‌گونه‌ها به علف‌کش مربوطه، دز علف‌کش را تا حد زیادی کاهش داد؛ به شرطی که روش مناسبی به‌صورت مکمل، برای از بین بردن بوته‌های باقیمانده، با دز کاهش‌یافته تلفیق شود.

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 ٤٤٥١/٣٣ و ٤٣٥٥/٣٣ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ٦).

شیب منحنی (b) و میزان دز لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد از عملکرد (X_0) در سیستم کشت مخلوط کمتر از سیستم کشت خالص به دست 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 مقدار عملکرد تراکم‌های ٤٠، ۵۰ و ٦٠ بوته در مترمربع در شرایط عدم مصرف علف‌کش در سیستم کشت خالص، به‌ترتیب ٢٦٨، ٢٨٩ و ٣٢٢ کیلوگرم در هکتار و در سیستم کشت مخلوط، به‌ترتیب ٢٨٥، ٣٣٥ و ٣٦٤ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده قدرت رقابت بسیار ضعیف این محصول در حالتی است که

علف‌کش مصرف نشود.

جدول ٦- پارامترهای مدل دز- پاسخ برازش داده شده به رابطه بین عملکرد دانه و دزهای مختلف علف‌کش ایمازاتاپیر در ارقام مختلف لوبیا قرمز.

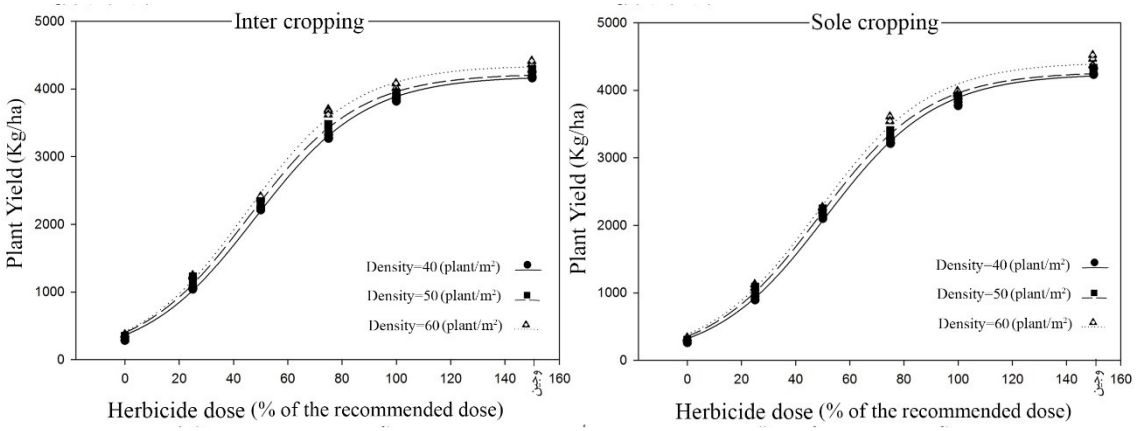
Table 6. Parameters of dose-response model fitted to the relationship between grain yield and different doses of imazatapir herbicide in different red bean cultivars.

Bean density	System cultivation	R^2_{Adj}	RMSE	b***(SE)	X0**(SE)	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 ٥٠ درصد عملکرد و ***: شیب منحنی.

*: Maximum biomass, **: The concentration of herbicide required to achieve 50% of yield, ***: Diagram slope.

با توجه به شکل ٤، در بین تراکم‌های مختلف کشت، بیشترین عملکرد، به تیمار ٦٠ بوته در مترمربع با میانگین ٢٦٣٧/٧٢ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد، به تیمار ٤٠ بوته در مترمربع با میانگین ٢٤٦٠/٦٧ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت. در مقایسه عملکرد بین سیستم‌های کشت، میانگین عملکرد تیمار کشت مخلوط و خالص، به‌ترتیب ٢٥٧٣/٤٨ و ٢٥١٨/٥٥ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ٦).



شکل ٤- تأثیر دزهای مختلف علف‌کش ایمازتاپیر بر عملکرد دانه لوبیا در سیستم‌ها و تراکم‌های مختلف کاشت

Fiugre 4.Effect of different doses of imazotapyr herbicide on bean grain yield in different planting systems and Densities.

در مجموع، بیشترین عملکرد به‌دست‌آمده به تیمار وجین دستی با تراکم ٦٠ بوته در مترمربع و سیستم کشت خالص با متوسط ٤٤٥١/٣٣ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت. امینی (Amini, 2008) ارقام اختر (با تیپ رشدی ایستاده) و گلی (با تیپ رشدی رونده) را به‌صورت کشت خالص و مخلوط در رقابت با تراکم‌های مختلف تاج‌خروس مورد ارزیابی قرارداد و به این نتیجه رسید که تراکم ٣٢ بوته تاج‌خروس، عملکرد رقم اختر را ٧٢ درصد کاهش داد، درصورتی‌که کاهش عملکرد همین رقم در کشت مخلوط با رقم گلی، ٥٨ درصد بود. لاک و همکاران (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 متوسط، ٦٣ درصد عملکرد لوبیا را کاهش داد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که سیستم کشت

مخلوط نسبت به سیستم کشت خالص برتری داشت و سیستم کشت مخلوط، توانایی بیشتری در رقابت با علف‌های‌هرز داشت، به‌طوری‌که میزان تراکم علف‌های‌هرز و زیست‌توده علف‌های‌هرز در سیستم کشت مخلوط نسبت به سیستم کشت، خالص کمتر بود. زیست‌توده لوبیا و عملکرد دانه لوبیا در سیستم کشت مخلوط نسبت به سیستم کشت خالص برتری داشت. برتری سیستم کشت مخلوط نسبت به سیستم کشت خالص، در دزهای پایین علف‌کش نسبت به دزهای بالاتر، بیشتر بود؛ بنابراین در صورت مصرف دزهای کاهش‌یافته علف‌کش می‌توان از سیستم کشت مخلوط استفاده نمود. افزایش تراکم کاشت توانست تراکم علف‌های‌هرز و زیست‌توده علف‌های‌هرز را کاهش دهد که این نتیجه در دزهای پایین‌تر علف‌کش، بیشتر مشاهده شد. افزایش تراکم، نقش زیادی را در افزایش زیست‌توده لوبیا ایفا نمود و با افزایش تراکم، میزان زیست‌توده لوبیا افزایش پیدا کرد، اما افزایش تراکم در مورد زیست‌توده لوبیا، برخلاف زیست‌توده علف‌های‌هرز، در دزهای بالاتر علف‌کش بیشتر بود. یکی دیگر از روش‌های تلفیقی در کنار کاربرد غلظت‌های کاهش‌یافته علف‌کش، کشت گیاهان زراعی در تراکم بالاست. عملکرد دانه لوبیا با افزایش تراکم، تفاوت محسوسی نشان نداد. در مقایسه بین افزایش تراکم کاشت و سیستم کشت، استفاده از سیستم کشت مخلوط در دزهای پایین علف‌کش، بیشتر از افزایش تراکم در کاهش تراکم علف‌های‌هرز نقش داشته است، اما در مورد زیست‌توده علف‌های‌هرز، در افزایش تراکم مناسب‌تر بوده است. در رابطه با زیست‌توده گیاه لوبیا در دزهای پایین علف‌کش، نقش سیستم کشت بیشتر از افزایش تراکم بوده است، اما در دزهای بالای علف‌کش، نقش افزایش تراکم برتری داشت.

منابع

Agegnehu, G., Ghizaw, A. and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. Euro. J. Agron. 25:202-207.

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

Ahmadi, A. & Rostami, M. 2019. Floristic study of weed species in common bean (*Phaseolus vulgaris*) fields of Azna. Iranian J. Pulses Res. 9(1): 43-56.

Alford, C.M., Kral, J.M. and Miller, D.S. 2003. Intercropping irrigated corn with annual legumes for forage in the high plains. Agron. J. 95: 520-525.

Amador-Ramirez M.D., Wilson R.G. and Martin A.R. 2002. Effect of in-row cultivation, herbicides, and dry bean canopy on weed seedling emergence. Weed Sci. 50:370-377.

Amador-Ramirez, M.D., Wilson, R.G. and Martin, A.R. 2001. Weed control and dry bean (*Phaseolus vulgaris*) response to in-row cultivation, rotary hoeing and herbicides. Weed Technol. 15: 429-436.

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

Amini, R., Pejgan, H. and Dabagh Mohammadi, A. 2013. Investigating the competitive power of different bean genotypes against Weeds. Iranian J. Agric. Res. 12(3): 491-501. (In Persian).

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.

Baghestani, M.A. 2009. Competitive strength of rival varieties of different densities of non-competing wheat in wheat and turnip. Final Report of the Research Project, Registration number 1118/86, Weed Research Division Research Institute Country Giahpezeshki. p. 131.

Banik, P., Midya, A. Sarkar, B.K. and Ghose, S. S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. Europ. J. Agron. 24: 325-332.

Barros, J.F., Basch, G. & de Carvalho, M. 2008. Effect of reduced doses of a post-emergence graminicide

to control *Avena sterilis* .L. and *Lolium rigidum*. G. in no-till wheat under Mediterranean environment. Crop Prod. 27(6): 1031-1037.

Blackshaw, R.E., O'Donovan, J., Harker, T.K.N., Clayton, G.W. and Stougaard, R.N. 2006. Reduced herbicide doses in field crops: A review. Weed Biol. Manag. 6:10–17.

Blackshaw, R.E., Semach, G., Li, X., O'Donovan, J.T. & Harker, K.N. 1999. An integrated weed management approach to managing foxtail barley (*Hordeum jubatum*) in conservation tillage systems. Weed Technol. 347-353.

Hart, S.E., Wax, L.M. and Hager, A.G. 1997. Comparison of total postemergence weed control programs in soybean. J. Prod. Agric. 10: 136-141.

Lack, M.R., Dori, H.R., Ramezani, M.K. and Hadizadeh, M.H. 2006. Determine the critical period of weed control bean. **J**. Sci. Technol. Agric. Nat. Resour. 3: 125-128.

Liebman, M. & Dyck, E. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. Ecol. appl. 1: 92-122.

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

Soltani, N., Gillard, C.L., Swanton, C.J., Shropshire, C. and Sikkema, P.H. 2008. Response of white bean (*Phaseolus vulgaris*) to imazethapyr. Crop Prod. 27: 672-677.

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.

Teasdale, J.R. 1992. Influence of corn (*Zea mays*) population and row spacing on corn and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) yield. Weed Sci. 46: 447-453.

Vandermeer, J., Van Noordwijk, M. Anderson, J. Ong, C. and Perfecto, I. 1998. Global change and multi-species agroecosystems: Concepts and issues. Agric. Ecosyst. Environ. 67: 1–22.

Wilson, R.G. and Miller, S.D. 1991. Dry edible bean (*Phaseolus vulgaris*) responses to imazethapyr. Weed Technol. 5:22–26.

Yadegari, M. and Barzegar, R. 2008. Organic Bean Farming. Shahrekord Azad University Press. 168 Pp. (In Persian).