The Effect of Sesame (*Sesamum indicum* L.) and Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) Mixed Cropping on Weeds and Their Methods of Control

Introduction

Intercropping is one of the components of sustainable agriculture, if done correctly and the appropriate plant species are selected, it increases yield, improves economic efficiency, preserves natural resources, and increases the efficiency of resource use in organic farming. It is also could be useful in pest, diseases and weeds control. Intercropping of oilseeds and legumes is a type of mixed cropping systems that increases the performance of the mixed components, reduces the need for nitrogen fertilizer compared to pure cultivation, increases the efficiency of the consumption of nutrients and water, and causes disruption of specific host diseases. The present study was conducted in order to investigate the weed control methods and the land equation ratio under the influence of mixed cropping bean and sesame.

Materials and Methods

This experiment was conducted as a 6×3 factorial in the form of a randomized complete block design with three replications during 2019-2020 in the research farm of Hossein Abad village at Shirvan- Iran. The investigated treatments include different proportions of sesame: bean at 6 levels (100:0, 100:25, 100:50, 100:75, 100:100 and 0:100) at the optimal bean and seasame density (40 pl. m^{-2}) and weed control methods in three levels including the use of trifluralin herbicide (960 a.i. ha^{-1}) mixed with the soil two weeks before planting, and hand weeding 35 and 55 days after planting (DAP). Sampling of weeds was done 35, 55, 60, 70, 80 and 90 DAP in an area of half square meter and weeds were counted according to genus and species then their dray mater was determined. At the end of the season, after harvesting of beans and sesame, their biomass, seed yield and land equation ratio (LER) were meseared.

Results

The highest weed biomass (5.94 gr. m^{-2}) and weed density (6.67 pl. m^{-2}) were related to hand weeding 35 DAP in the mixed cropping ratio of 25:100 and hand weeding 55 days in pure bean cultivation respectively. The lowest biomass (1.08 grams per square meter) related to the treatment of using trifluralin in pure beans and the lowest weed density (1 pl. m^{-2}) were related to the hand weeding treatment 55 DAP in the mixed cropping ratio of 75:100 and the the aplication of trifluralin in mixed cropping ratio of 100:100. By increasing the sampling time of weeds from 60 to 70, 80 and 90 DAP, their density and biomass increased significantly So that 90 DAP, the higest weed biomass (4.33 gr. m^{-2}) was obtained in hand weeding treatment 35 DAP in a ratio of 25:100 of beans and sesame, and the lowest weed biomass (1.19 gr. m^{-2}) related to hand weeding treatment 55 DAP in a ratio of 100:100 beans and sesame. Based on the results, the highest seed yield (280.71 gr. m^{-2}) and biomass (765.17 gr. m^{-2}) of beans were obtained in the mixed cropping ratio of 50:100. The lowest seed yield (12.08 gr. m^{-2}) and biomass (411.18 gr. m^{-2}) of sesame was related to hand weeding treatment 55 DAP in 50:100 cultivation ratio. The highest LER (1.80) related to hand weeding treatment 55 DAP in mixed cropping of 75:100 of beans and sesame.

Conclusion

According to the results of this research, intercropping of sesame and beans with a ratio of 75:100 pluse 55 DAP can be useful and recommended in the management of weeds in mixed cropping of sesame and beans in Shirvan conditions.

Key words: Trifluralin, Weeding date, Mixcropping ratio, Weed

بررسی تأثیر کشت مخلوط کنجد (*Sesamum indicum* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) بر علف‌های هرز و روش‌های کنترل آن‌ها

سارا سادات موذنی، ابراهیم ایزدی دربندی، کمال حاج محمدنیا قالی باف

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کشت مخلوط کنجد و لوبیا چیتی در کنترل علف‌های هرز، آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در شیروان انجام شد. تیمارها شامل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی کنجد و لوبیا چیتی (۱۰۰:۰، ۱۰۰:۱۰۰، ۱۰۰:۷۵، ۱۰۰:۵۰، ۱۰۰:۲۵ و ۰:۱۰۰) و روش‌های کنترل علف‌های هرز، شامل کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین (به مقدار ۹۶۰ سی‌سی ماده‌ی مؤثره در هکتار) به صورت مخلوط با خاک دو هفته قبل از کاشت و وجین علف‌های هرز ۳۵ و ۵۵ روز پس از کاشت بودند. نمونه‌برداری از علف‌های هرز ۳۵، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ روز پس از کاشت در سطحی به مساحت نیم متر مربع انجام و پس از شمارش علف‌های هرز به تفکیک جنس و گونه زیست‌توده‌ی خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. زیست‌توده و عملکرد دانه‌ی کنجد و لوبیا چیتی نیز پس از برداشت آنها در انتهای فصل اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بیشترین زیست‌توده (۵/۹۴ گرم در متر مربع) و تراکم (۶/۶۷ بوته در متر مربع) علف‌های هرز در نمونه برداری دوم (۵۰ روز پس از کاشت) به ترتیب مربوط به وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت ۱۰۰:۲۵ و وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در کشت خالص لوبیا بود و کمترین زیست‌توده (۱/۰۸ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار کاربرد تری‌فلورالین در لوبیای خالص و کمترین تراکم (یک بوته در متر مربع) علف‌های هرز نیز به ترتیب مربوط به تیمار وجین ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت ۱۰۰:۷۵ کنجد و لوبیا و تیمار تریفلورالین در نسبت ۱۰۰:۱۰۰ بود. با افزایش زمان نمونه‌برداری از علف‌های هرز از ۶۰ به ۷۰ ، ۸۰ و ۹۰ روز از تراکم و زیست‌توده آن‌ها کاسته شد. به طوری که ۹۰ روز پس از کاشت، بیشترین زیست‌توده علف‌های هرز (۴/۳۳ گرم در متر مربع) در تیمار وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در نسبت ۱۰۰:۲۵ کنجد و لوبیا حاصل شد و کمترین زیست‌توده علف‌های هرز (میانگین ۱/۱۹ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار وجین دستی، ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت ۱۰۰:۱۰۰ کنجد و لوبیا مشاهده شد. با توجه به نتایج این پژوهش نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۷۵کنجد و لوبیا و وجین علف‌های هرز ۵۵ روز پس از کاشت در شرایط شیروان می‌تواند به عنوان یک گزینه در مدیریت علف‌های هرز نظام کشت مخلوط مذکور مورد توجه باشد.

واژه‌های کلیدی: تاریخ وجین، تری‌فلورالین، علف هرز، نسبت کشت مخلوط

۱- مقدمه

علف‌های هرز در مزارع یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های زیستی کاهنده تولیدات محصولات کشاورزی در سطح جهانی هستند (Dowling *et al*., 2021). براساس برآوردهای انجام شده زیان جهانی ناشی از علف‌های هرز در حال حاضر حدود ۲۰۰ میلیون تن دانه تخمین زده می‌شود (Chauhan, 2020). تلفات عملکرد محصولات ممکن است بسته به مکان مزرعه (شرایط محیطی)، گونه‌های علف هرز موجود، زمان سبز شدن و تراکم علف‌های هرز و نوع گیاهان زراعی یا باغی متفاوت باشد (Chauhan, 2020; Ajal, 2021). نقش علف‌های هرز در خلاء عملکرد محصولات مهم و تعیین کننده است. از این‌رو کنترل آن‌ها از مهمترین برنامه‌های مدیریت گیاهان زراعی و باغی بوده است و در این ارتباط، کاربرد علف‌کش‌ها، کنترل مکانیکی و روش‌های کشت از دیرباز به عنوان مهمترین روش‌های کنترل علف‌های هرز مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Ajal, 2021). در بین روش‌های کنترل علف‌های هرز، کنترل شیمیایی به‌عنوان مهمترین و مؤثرترین

روش به شمار می‌رود، اما اثرات منفی آن‌ها بر سلامت انسان و محیطزیست، اتخاذ یک رویکرد مبتنی بر کاهش اتکاء به علف‌کش‌ها را غیر قابل اجتناب می‌کند. در این ارتباط مدیریت تلفیقی علف‌های هرز[1] رهیافتی سازگار با محیطزیست و تعیین‌کننده است (Chauhan, 2020; Colbach *et al.*, 2020). یکی از اجزای مدیریت تلفیقی علف‌های هرز، نظام‌های کشت مخلوط است (Weerarathne et al., 2017). کشت مخلوط به عنوان یکی از اجزای کشاورزی پایدار یک روش کشت چند محصولی است که در آن چندین گیاه به طور همزمان در یک مزرعه رشد می‌کنند (Lizarazo *et al.*, 2020). این روش در صورت انجام صحیح و انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب، باعث افزایش عملکرد، بهبود بازده اقتصادی، حفظ منابع طبیعی و افزایش کارایی استفاده از منابع می‌شود (Lizarazo *et al.*, 2020; Nawar *et al.*, 2020).

حبوبات، به خاطر دارا بودن ویژگی‌های تغذیه‌ای، زراعی و محیطی ازجمله توان تثبیت زیستی نیتروژن هوا و بهبود حاصلخیزی خاک، ارزشمند بوده و جایگاه خاصی را در نظام‌های کشاورزی جهان دارند. این گیاهان بعد از غلات دومین منبع مهم غذایی انسان و دام به شمار می‌روند؛ با این وجود، گیاهان آسیب‌پذیر در مقابل علف‌های هرز بوده، به‌طوری که مهار علف‌های هرز به عنوان مهم‌ترین مشکل تولید لوبیا در بسیاری از کشورها از جمله ایران محسوب می‌شود؛ و براساس پژوهش‌های انجام گرفته، عدم مهار علف‌های هرز می‌تواند عملکرد دانه آن‌ها را تا ۹۰ درصد کاهش دهد (Ahmadi *et al.*, 2005). از این‌رو کنترل علف‌های هرز به عنوان یکی از مهمترین اولویت‌ها و برنامه‌های به‌زراعی می‌تواند نقش تعیین کننده‌ای در کاهش خلاء عملکرد آن داشته باشد و در این ارتباط روش‌های مختلفی برای کنترل آن‌ها به‌کارمی‌رود. در ایران، در بین حبوبات، لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) با حدود ۲۲ درصد پروتئین، سطح زیر کشت ۱۰۵ هزار هکتار و تولید سالانه ۲۴۹ هزار تن، از نظر سطح زیر کشت پس از نخود و عدس و از نظر میزان تولید بعد از نخود قرار دارد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۹).

کنجد (*Sesamum indicum* L.) نیز از قدیمی‌ترین دانه‌های روغنی در جهان، به‌خصوص مناطق گرم و خشک محسوب می‌شود (khajepour, 2011). سطح زیر کشت کنجد در ایران ۴۰ هزار هکتار با میانگین عملکرد ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین تولید سالیانه ۲۸ هزار تن می‌باشد (Mulik *et al.*, 1993). این گیاه بدلیل ارزش اقتصادی، کیفیت روغن آن و خصوصیات زراعی و گیاه‌شناسی ارزشمندی از جمله ریشه عمیق و تحمل بالای آن به خشکی و نیز دانش بومی کشاورزان ایرانی در کشت آن، جایگاه ویژه‌ای در بوم نظام‌های زراعی ایران به‌خصوص خراسان رضوی و شمالی دارد. بطوریکه یکی از اجزای اصلی تناوب‌های زراعی محسوب می‌شود که گاهی به‌صورت مخلوط با لوبیا و نخود هم کشت می‌شود. کنجد به سبب دارا بودن مقادیر بالای روغن، پروتئین و دیگر مواد معدنی مغذی، تبدیل به جزء مهمی در زندگی انسان شده است (Najeeb *et al.*, 2012). باتوجه به مسئله گرمایش زمین و تغییرات اقلیمی اخیر، در آینده شاهد بروز گرما و خشکسالی در کشور خواهیم بود (Koocheki *et al.*, 2014)؛ از این‌رو حرکت به سمت کشت و کار گیاهان روغنی مقاوم به گرما و خشکی مانند کنجد می‌تواند گامی مؤثر در تأمین نیاز روغن کشور در آینده به شمار آید و با توجه به اینکه در نظام‌های کشاورزی پایدار، کشت مخلوط یکی از راهکارهای زراعی برای افزایش بهره‌وری از سیستم‌های زراعی محسوب می‌شود، بنابراین انجام مطالعه در زمینه کشت مخلوط نه تنها برای افزایش بهره‌وری از نظام‌های کشت، بلکه به عنوان یک روش امن و پایدار برای محیط زیست به منظور کنترل علف‌های هرز بکار برده می‌شود (Gu *et al.*, 2021). به طوریکه بر اساس گزارش‌های موجود، حبوبات و دانه‌های روغنی در کشت مخلوط می‌توانند به‌طور معنی‌داری سرکوب علف‌های هرز را تسهیل کنند (Dowling *et al.*, 2021).

[1] Integrated weed management

از آنجا که یکی از مزیت‌های عمده‌ی کشت مخلوط، کنترل علف‌های هرز می‌باشد و به لحاظ اکولوژیک علف‌های هرز نیچ‌های خالی و خارج از دسترس گیاهان را اشغال می‌کند و مشکل‌ساز می‌شوند، لذا این امکان وجود دارد که بتوان با بهره‌گیری از اصول اکولوژیک مرتبط با این نظام، مشکلات ناشی از تداخل علف‌های هرز را کاهش داد. باتوجه به اینکه دو گیاه کنجد و لوبیا از نظر زمان کشت همزمانی قابل قبولی دارند، لذا به نظر می‌رسد کشت مخلوط این دو گیاه ضمن در برداشتن سایر سودمندی‌های ناشی از کشت مخلوط ازجمله، بهره‌مندی کنجد از نیتروژن تثبیت شده توسط لوبیا، کاهش آفات و بیماری‌ها، در مدیریت علف‌های هرز آن‌ها هم سودمند باشد. ازاین‌رو این پژوهش به منظور بررسی کارایی روش‌های کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط کنجد و لوبیا اجرا شد.

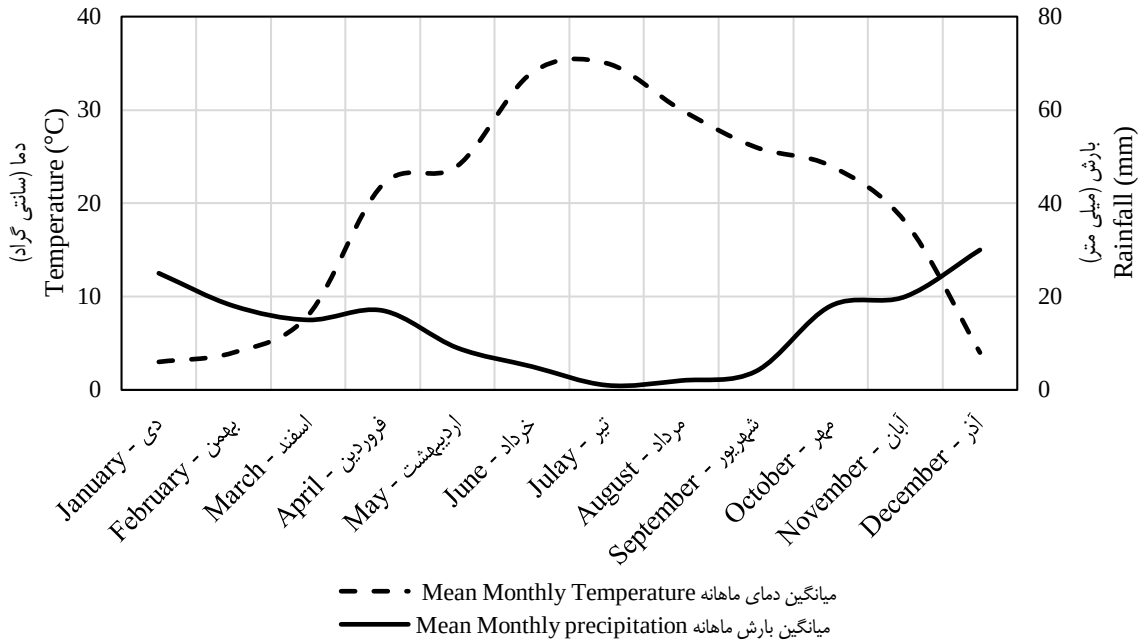
۲- مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تأثیر کشت مخلوط لوبیا چیتی و کنجد در مدیریت علف‌های هرز و کارایی روش‌های کنترل آن‌ها در کشت مخلوط، آزمایشی در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزرعه تحقیقاتی روستای حسین‌آباد واقع در شهرستان شیروان اجرا شد. خاک مزرعه از نوع لوم رسی بود. آب و هوای منطقه بر اساس روش آمبرژه سرد و خشک است (شکل ۱).

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد و تیمارهای مورد بررسی در آن شامل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی لوبیا: کنجد (لوبیا چیتی به‌عنوان گیاه اصلی)، (۱۰۰:۰، ۱۰۰:۱۰۰، ۷۵:۱۰۰، ۵۰:۱۰۰، ۲۵:۱۰۰ و ۰:۱۰۰) در تراکم بهینه لوبیا (۴۰ بوته در متر مربع) و کنجد (۴۰ بوته در متر مربع) و روش‌های کنترل علف‌های هرز در سه سطح شامل کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین (EC 48%) (۹۶۰ سی‌سی ماده‌ی مؤثر در هکتار) به صورت مخلوط با خاک دو هفته قبل از کاشت و وجین دستی علف‌های هرز به ترتیب ۳۵ و ۵۵ روز پس از کاشت بودند. برای این منظور پس از انتخاب و آماده‌سازی زمین (استفاده از گاوآهن در آذرماه ۱۳۹۹ و دیسک و لِوِلر در اسفندماه ۱۳۹۹) در زمینی به مساحت ۸۳۲ متر مربع، اقدام به کشت لوبیا چیتی رقم کوشا و کنجد رقم اولتان در تاریخ ۲۴ اردیبهشت ۱۴۰۰ روی ردیف‌ها به فواصل ۵۰ سانتی‌متر شد. فواصل کشت لوبیاچیتی در روی ردیف‌های کشت باتوجه به تراکم آن هشت سانتی‌متر و در کنجد باتوجه به نسبت کشت آن در مخلوط با لوبیا از پنج سانتی‌متر در نسبت ۱۰۰:۱۰۰ تا ۱۰سانتی‌متر در نسبت ۱۰۰:۲۵ متفاوت بود. ابعاد کرت‌های آزمایش ۳ در ۳ متر، فاصله آن‌ها یک ردیف نکاشت (۵۰ سانتی‌متر) و هر کرت شامل شش پشته بود. لوبیا چیتی در طرفین پشته‌ها (خط داغاب) و کنجد در روی پشته‌ها و در عمق دو الی پنج سانتی‌متری خاک به صورت دستی کشت شدند. پس از تثبیت گیاهان در مرحله سه تا چهار برگی، طی دو یا سه نوبت نسبت به تنک کردن و تعیین تراکم مورد نظر در هر یک از تیمارهای کشت مخلوط اقدام شد. در زمان آمادهسازی اولیه زمین، جهت بهبود حاصلخیزی خاک از کود گاوی پوسیده به مقدار ۳۰ تن در هکتار استفاده شد و در زمان کاشت با توجه به نتایج آزمون خاک، از کود شیمیایی استفاده نشد. کشت به صورت آبی و آبیاری به روش نشتی هر هفت روز تا مرحله گلدهی و پرشدن دانه‌ها انجام شد.

نمونه‌برداری از علف‌های هرز ، ۳۵ (قبل از تیمار وجین)، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ روز پس از کاشت در سطحی به ابعاد نیم در نیم متر مربع و به مساحت ۰/۲۵ متر مربع انجام شد و ضمن شناسایی و شمارش هر یک از گونه‌های علف‌های هرز به تفکیک جنس و گونه برای تعیین وزن خشک آن‌ها، درون پاکت‌های کاغذی جداگانه‌ای قرار گرفته و پس از خشکاندن در آونی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت وزن آن‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و ثبت شد.

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و SPSS انجام شد. همچنین نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شدند و مقایسات میانگین با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)[1] در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.



شکل۱- منحنی آمبروترمیک ایستگاه تحقیقات کشاورزی روستای حسین آباد شهرستان شیروان

Figure 1- Ambrothermic curve of agricultural research station of Hossein Abad village, Shirvan

نتایج و بحث

علف‌های هرز و صفات جمعیتی

بر اساس نتایج آزمایش، در مزرعه مورد مطالعه ۱۵ گونه علف هرز مشاهده و شناسایی شد که از این تعداد دو گونه باریک‌برگ و ۱۳ گونه پهن‌برگ، هفت گونه یک‌ساله و هشت گونه چندساله بودند. در بین علف‌های هرز موجود، بیشترین تراکم و فراوانی علف‌های هرز به‌ترتیب مربوط به علف‌های هرز تاج‌ریزی سیاه (*Solanum nigrum* L.)، سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)، علف شور (*Salsola kali* L.)، تاج‌خروس رونده (*Amaranthus blitoides* L.) و پنجه مرغی (*Cyndon dactylon* L. Pers.) بود که در بین آن‌ها بیشترین تراکم و فراوانی مربوط به علف‌های هرز خانواده اسفناجیان (*Chenopodiaceae*) بود (جدول ۱).

Table 1. Weeds and their characteristics جدول ۱. علف‌های هرز و خصوصیات آن‌ها

نام علمی scientific name	خانواده Family	تراکم بوته (بوته در متر مربع) Plant density (plants per square meter)	فراوانی نسبی% relative frequency %	شکل برگ leaf shape	چرخه زندگی life cycle
Solanum nigrum L	Solanaceae	16	21.62	Broad leaf	annual
Chenopodium album L.	Chenopodiaceae	12	16.21	Broad leaf	annual
Salsola kali L.	Chenopodiaceae	10	13.51	Broad leaf	perennial
Amaranthus blitoides L.	Amaranthaceae	10	13.51	Broad leaf	annual
Convolvulus arvensis L.	Convolvulaceae	2	2.70	Broad leaf	perennial
Peganum harmala L.	Zygophyllaceae	1	1.35	Broad leaf	perennial
Cichorium intybus L.	Asteraceae	3	4.05	Broad leaf	perennial
Malva sylvestris L.	Malvaceae	4	5.40	Broad leaf	perennial
Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.	Brassicaceae	1	1.35	Broad leaf	annual

[1] Least significant difference

Acroptilon repens L.	Asteraceae	1	1.35	Broad leaf	perennial
Xanthium spinosum L.	Asteraceae	2	2.70	Broad leaf	annual
Centaurea cyanus L.	Asteraceae	3	4.05	Broad leaf	annual
Hibiscus trionum L.	Malvaceae	1	1.35	Broad leaf	annual
Sorghum halepense (L.) Pers.	Poaceae	2	2.70	Broad leaf	perennial
Cynodon dactylon (L.) Pers.	Poaceae	6	8.10	Broad leaf	perennial

نتایج نشان از غالبیت علف‌های هرز پهن‌برگ نسبت به باریک‌برگ داشت که در تطابق با نتایج دلافونته و همکاران (Elba *et al.*, 2014)، مرادی و همکاران (Moradi *et al.*, 2016) و کوچکی و همکاران (Koocheki *et al.*, 2015) بود. در مطالعه‌ای دیگر در کشت مخلوط کنجد و لوبیا چشم بلبلی نیز علف‌های هرز غالب مزرعه، چهار گونه‌ی تاج خروس ایستاده (*Amaranthus retroflexus*)، خرفه (*Portulaca oleracea*)، سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و تاج‌ریزی سیاه (*Solanum nigrum*) گزارش شده است (Hosseinzadeh *et al.*, 2021).

صفات مربوط به علف‌های هرز

زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز ۳۵ روز پس از کاشت

نتایج نشان داد که اثر اصلی نسبت‌های مختلف کشت مخلوط کنجد و لوبیا (در سطح احتمال یک درصد) و اثر متقابل آن با روش‌های کنترل علف‌های هرز (در سطح احتمال پنج درصد) در این مرحله از نمونه‌برداری بر زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز معنی‌دار شدند (جدول ۲).

نسخه پیش انتشار

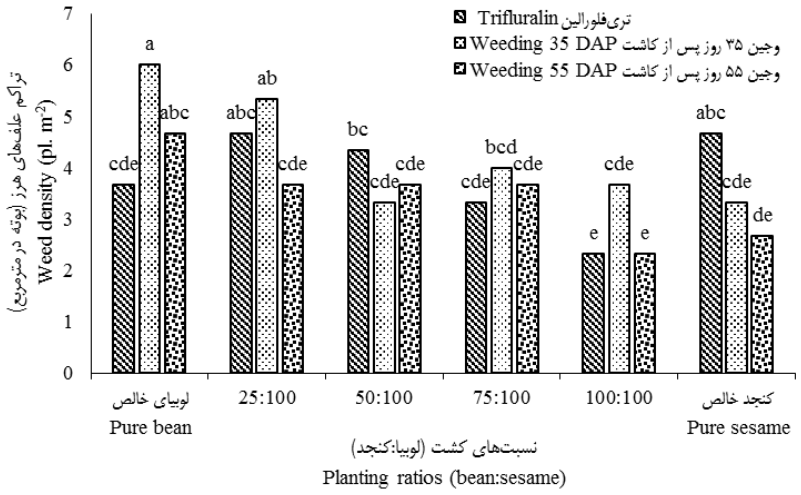
جدول ۲. تجزیه واریانس تراکم و زیست‌توده‌ی علف‌های هرز در کشت مخلوط لوبیا و کنجد در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Table 2. Analysis of variance of weed density and weed biomass in mixcropping of bean and sesame in different stages of sampling

منابع تغییرات (S.O.V.)	درجه آزادی (D.F.)	میانگین مربعات (MS)											
		تراکم علف‌هرز Weed Density						زیست‌توده علف‌هرز Weed Biomass					
		۳۵ روز پس از کاشت 35 days after planting	۵۰ روز پس از کاشت 50 days after planting	۶۰ روز پس از کاشت 60 days after planting	۷۰ روز پس از کاشت 70 days after planting	۸۰ روز پس از کاشت 80 days after planting	۹۰ روز پس از کاشت 90 days after planting	۳۵ روز پس از کاشت 35 days after planting	۵۰ روز پس از کاشت 50 days after planting	۶۰ روز پس از کاشت 60 days after planting	۷۰ روز پس از کاشت 70 days after planting	۸۰ روز پس از کاشت 80 days after planting	۹۰ روز پس از کاشت 90 days after planting
تکرار Replication	2	2.80*	1.35ns	0.35 ns	0.13 ns	1.55 ns	0.13 ns	0.71 ns	0.73 ns	0.06 ns	0.03 ns	0.22 ns	0.01 ns
روش کنترل علف هرز (a) Weed control method (a)	5	3.13*	4.80**	10.24**	3.18*	3.50**	5.13**	1.72**	4.76**	8.43**	0.04 ns	1.59**	0.35 ns
نسبت کشت مخلوط (b) Mixcropping ratio (b)	2	4.74**	7.53**	6.64**	3.62**	1.54*	8.37**	3.04**	5.38**	3.56**	2.89**	1.93**	4.68**
a × b	10	1.82*	4.73**	1.73*	3.12**	1.48*	1.73**	0.59*	3.75**	1.62**	1.51**	2.41**	1. 35**
خطا Error	34	0.68	0. 51	0.88	0.78	0.67	0.34	0.26	0.30	0.41	0.36	0.20	0.17
ضریب تغییرات C.V (%)	-	21.39	18.25	28.32	26.29	28.96	23.16	16.13	15.55	23.18	21.42	18.08	15.65

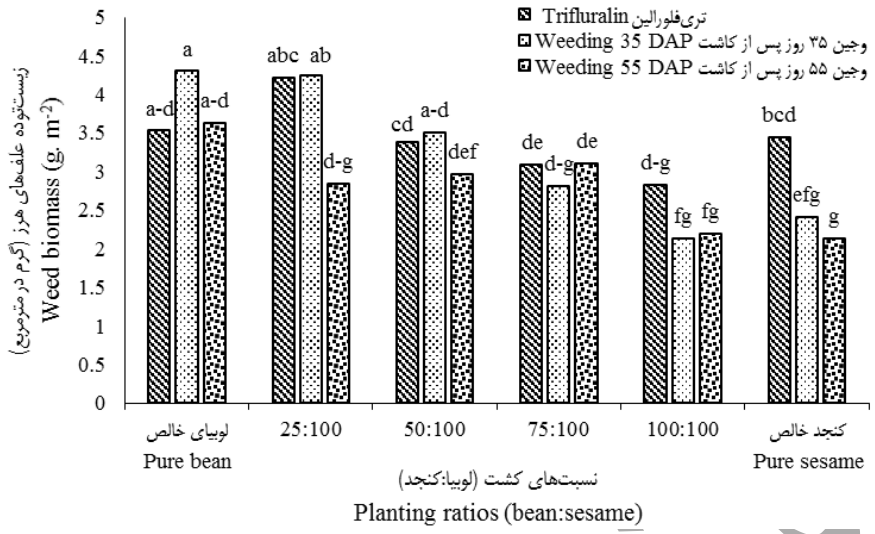
* and ** are significant at the probability level of 5% and 1%, respectively; ns, non-significant * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد؛ ns، غیرمعنی‌دار

مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کشت مخلوط کنجد و لوبیا و روش‌های کنترل علف‌های هرز نشان داد که بیشترین تراکم علف‌های هرز (۶ بوته در متر مربع) در تیمار وجین ۳۵ روز پس از کاشت در کشت خالص لوبیا بود که با تیمار وجین ۳۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت ۱۰۰:۲۵ کنجد و لوبیا و همچنین کشت خالص کنجد با کاربرد تریفلورالین اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۲). بیشترین زیست‌توده‌ی علف‌های هرز (۴/۳۰ گرم در متر مربع) در تیمار وجین علف‌های هرز ۳۵ روز پس از کاشت در کشت خالص لوبیا مشاهده شد که با تیمارهای وجین ۳۵ روز پس از کاشت و کاربرد تری‌فلورالین در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۲۵ اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۳). کمترین تراکم علف‌های هرز با میانگین ۲/۳۳ بوته در مترمربع مربوط به کاربرد تری‌فلورالین و وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۱۰۰ کنجد و لوبیا بود که البته این دو تیمار با یکدیگر و نیز با تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در کشت خالص کنجد تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۲). کمترین زیست‌توده علف‌های هرز (۲/۱۳ گرم در متر مربع) در تیمار وجین ۵۵ روز پس از کاشت در کشت خالص کنجد بدست آمد که با تیمار وجین ۳۵ روز پس از کاشت در کشت خالص کنجد و تیمارهای وجین ۳۵ روز و ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۱۰۰ کنجد و لوبیا و نیز در وجین ۵۵ روز و ۳۵ روز به ترتیب در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۲۵ و ۱۰۰:۷۵ اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل۳). به نظر می‌رسد با توجه به شرایط مزرعه و با توجه به این که نمونه‌برداری علف‌های هرز پیش از تیمارهای وجین (۳۵ و ۵۵ روز پس از کاشت) انجام شده است، لذا بین تیمارهای وجین ۳۵ و ۵۵ روز پس از کاشت کنجد و لوبیا در همه نسبت‌های کشت مخلوط به غیر از نسبت ۱۰۰:۲۵، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بر اساس نتایج آزمایش، با افزایش نسبت کشت مخلوط افزایشی، زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز کاهش یافت که به نظر می‌رسد این مورد می‌تواند به علت خاصیت رقابتی و پوشانندگی نسبی کشت مخلوط این دو گیاه در مقایسه با کشت خالص آن‌ها باشد. در این زمینه، کاهش رشد علف‌های هرز در کشت مخلوط ذرت + سویا و ذرت + لوبیا چشم بلبلی نسبت به کشت خالص توسط دیگر محققان گزارش شده است (Chalka & Nepalia, 2006). در کشت مخلوط حبوبات با کنجد نیز کاهش رشد و جمعیت علف های هرز مشاهده شده است (Mehdipour *et al.*, 2019). در واقع، در کشت مخلوط، کل جمعیت گیاهی و اثر پوشانندگی بیشتر از کشت خالص است. بنابراین می‌توان به مهار علف‌های هرز بیشتری دست یافت (Ahmadi *et al.*, 2005; Kugbe *et al.*, 2018; Stomph *et al.*, 2020).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کشت لوبیا و کنجد و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر تراکم علف‌های هرز ۳۵ روز پس از کاشت (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند)

Figure 2- Mean comparison the interaction effect of bean and seasame mixcropping ratio and weed control methods on weed density, 35 days after planting (columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level)

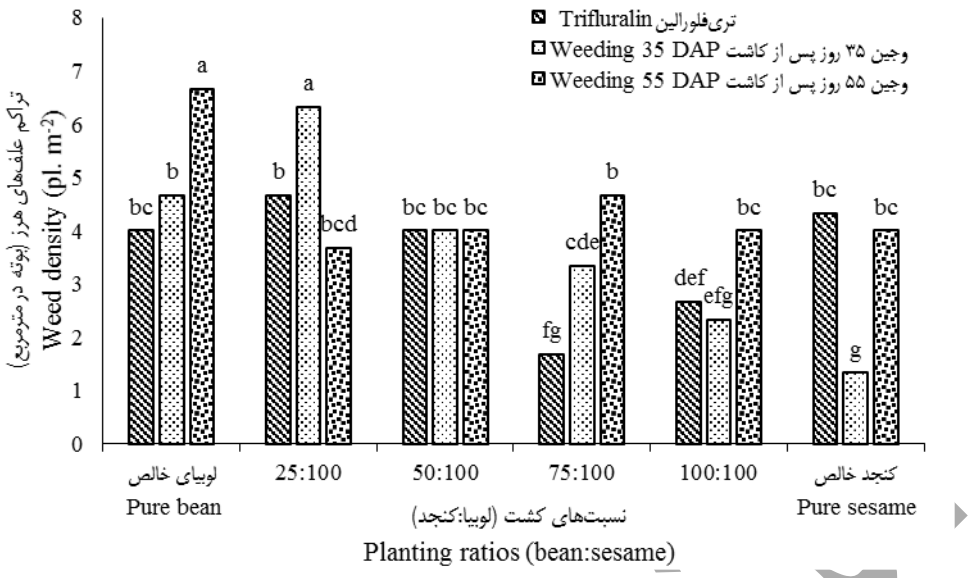


شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کشت لوبیا و کنجد و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر زیست‌توده علف‌های هرز ۳۵ روز پس از کاشت (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند)

Figure 3- Mean comparison the interaction effect of bean and seasame mixcropping ratio and weed control methods on weed biomass, 35 days after planting (columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level)

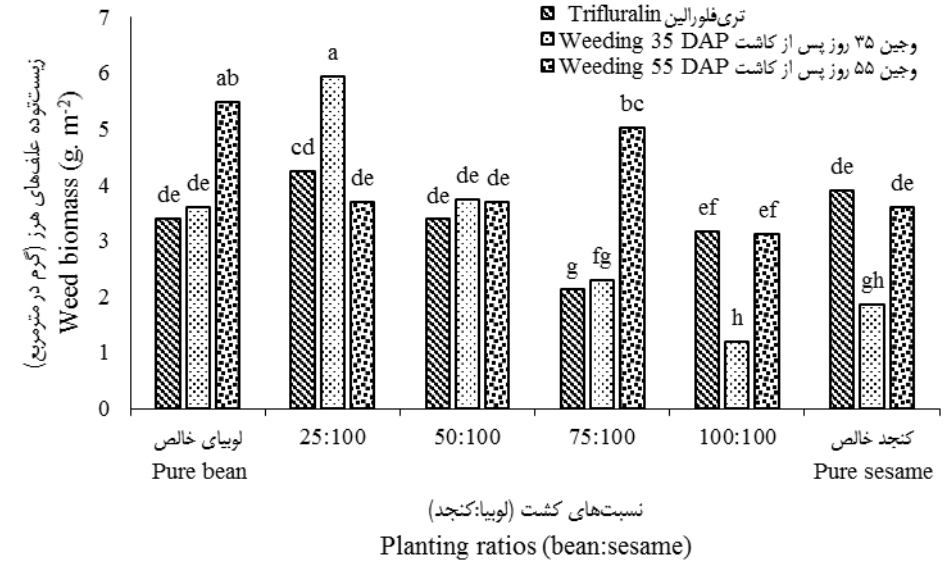
۳-۲-۲- زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز ۵۰ روز پس از کاشت

اثرات اصلی نسبت‌های مختلف کشت مخلوط کنجد و لوبیا و روش‌های کنترل علف‌های هرز و نیز اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز ۵۰ روز پس از کاشت در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت کشت مخلوط کنجد و لوبیا و روش‌های کنترل علف‌های هرز نشان داد که بیشترین تراکم علف‌های هرز (۶/۶۷ بوته در متر مربع) در تیمار وجین ۵۵ روز پس از کاشت در کشت خالص لوبیا مشاهده شد که با تیمار وجین ۳۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۲۵:۱۰۰ کنجد و لوبیا تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین، بیشترین زیست‌توده علف‌های هرز (۵/۹۴ گرم در متر مربع) در تیمار وجین ۳۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۲۵:۱۰۰ کنجد و لوبیا حاصل شد که با تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در کشت خالص لوبیا اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (شکل ۴ و ۵). از آنجا که در این مرحله، نمونه‌برداری پیش از تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت بوده است و نیز با توجه به فلش‌های بعدی ظهور علف‌های هرز در تیمار وجین ۳۵ روز پس از کاشت، نتیجه حاصل دور از انتظار نمی‌باشد. کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در نسبت‌های بالای کشت مخلوط کنجد و لوبیا ۱۰۰:۱۰۰، ۷۵:۱۰۰، ۵۰:۱۰۰ را نیز می‌توان به پوشش کانوپی اجزای کشت مخلوط و ویژگی احتمالی دگرآسیبی آن‌ها نسبت داد. به‌خصوص اینکه در این مرحله ارتفاع کانوپی هر دو جزء مخلوط نسبت به مرحله قبل افزایش داشته است و کانوپی متراکم‌تر شده است. سایر محققان نیز در کشت مخلوط، اثر پوشانندگی بیشتر و سایه‌اندازی گیاهان هم‌کاشت بر علف‌های هرز را دلیلی بر کنترل مؤثر علف‌های هرز عنوان کردند (Stomph *et al.*, 2020). فرونشانی مؤثر علف‌های هرز در کشت مخلوط سه‌گانه ذرت، لوبیا چیتی و کدوی تخمه‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) (Moradi *et al.*, 2016) و کشت مخلوط دوگانه ماش (*Vigna radiata* L.) و کنجد (Mehdipour *et al.*, 2019) نیز گزارش شده است که با نتایج این تحقیق در تطابق بود.



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کشت لوبیا و کنجد و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر تراکم علف‌های هرز ۵۰ روز پس از کاشت (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند)

Figure 4- Mean comparison the interaction effect of bean and seasame mixed cropping ratio and weed control methods on weed density, 50 days after planting (columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level



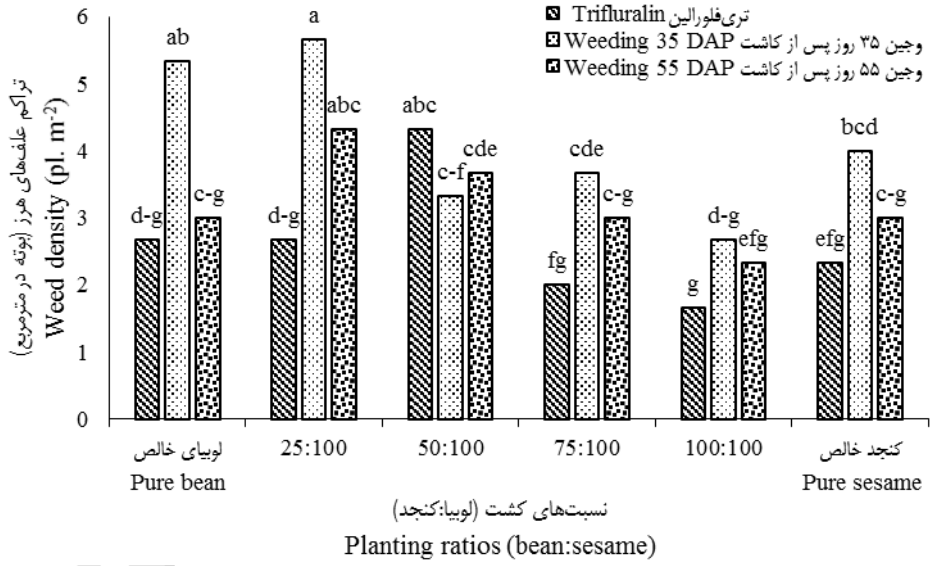
شکل ٥- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کشت لوبیا و کنجد و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر زیست‌توده علف‌های هرز ۵۰ روز پس از کاشت (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند)

Figure 5- Mean comparison the interaction effect of bean and seasame mixed cropping ratio and weed control methods on weed biomass, 50 days after planting (columns with at least one letter in common, significant difference at the probability level of 5 do not have a percentage)

۳-۲-۳- زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز ٦۰ روز پس از کاشت

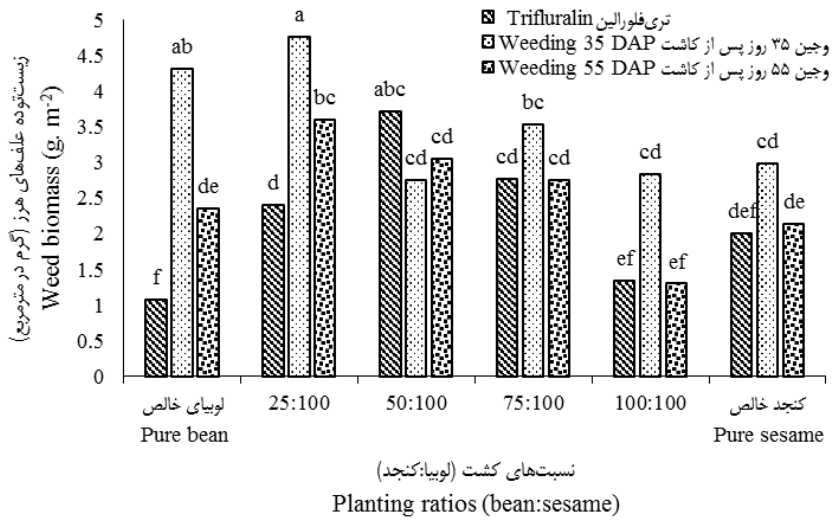
در این مرحله از نمونه‌برداری نیز اثرات اصلی نسبت‌های کشت مخلوط کنجد و لوبیا و روش‌های کنترل علف‌های هرز و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۲). بطوری که بیشترین تراکم علف‌های هرز (۵/۶۷ بوته در متر مربع) (شکل ۶) و بیشترین زیست‌توده علف‌های هرز (۴/۷۶ گرم در متر مربع) در تیمار وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۲۵:۱۰۰ کنجد و لوبیا

مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در کشت خالص لوبیا نداشت (شکل ۷). کمترین تراکم علف‌های هرز (۱/۶۷ بوته در متر مربع) با کاربرد تری‌فلورالین در کشت مخلوط کنجد و لوبیا ۱۰۰:۱۰۰ مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای وجین ۳۵ و ۵۵ روز در نسبت ۱۰۰:۱۰۰ کنجد و لوبیا ، ، وجین ۵۵ روز و کاربرد تری‌فلورالین در کشت خالص کنجد و کشت خالص لوبیا، وجین ۵۵ روز و کاربرد تری‌فلورالین در نسبت ۷۵:۱۰۰ کنجد و لوبیا، نداشت (شکل ۶). با توجه به نتایج حاصل می‌توان این گونه عنوان کرد که در تمام الگوهای کشت، اختلاف معنی‌داری بین وجین دستی و مصرف تری‌فلورالین در کنترل علف‌های هرز وجود نداشت. همچنین، تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۱۰۰ کنجد و لوبیا کاهش یافت که دلیل آن را می‌توان به تراکم بالای کنجد و لوبیا و اثر پوشانندگی و سایه‌اندازی کانوپی روی خاک و علف‌های هرز و نیز فاصله‌ای که بین وجین ۳۵ روز و ۵۵ روز وجود داشت، نسبت داد. علف‌کش تری‌فلورالین برای کنترل علف‌های هرز پهن برگ در محصولات مهمی مثل لوبیا، عدس، کلزا و سویا در سراسر جهان توصیه شده است (Daneshvari *et al*., 2021; Karimmojeni *et al*., 2015) هدایتی پور و همکاران (Hedayatipour *et al*., 2013) با مطالعه‌ی تأثیر علف‌کش اتال فلورالین و تری‌فلورالین بر علف‌های هرز مزرعه‌ی لوبیا ضمن اشاره به تأثیر قابل قبول تری‌فلورالین در کنترل علف‌های هرز لوبیا، گزارش کردند که نوع علف‌کش و ادوات مورد استفاده برای اختلاط سموم علف‌کش با خاک می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر کنترل و مهار علف‌های هرز و عملکرد محصول زراعی داشته باشد.



شکل ٦- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کشت لوبیا و کنجد و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر تراکم علف‌های هرز ٦٠ روز پس از کاشت (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند)

Figure 6- Mean comparison the interaction effect of bean and seasame mixed cropping ratio and weed control methods on weed density, 60 days after planting (columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level)



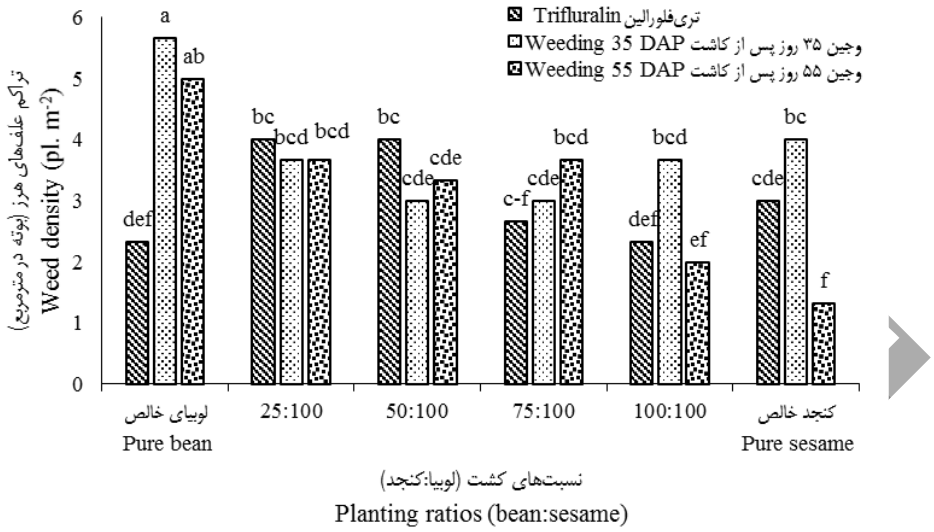
شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کشت لوبیا و کنجد و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر زیست‌توده علف‌های هرز ۶۰ روز پس از کاشت (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند)

Figure 7- Mean comparison the interaction effect of bean and seasame mixed cropping ratio and weed control methods on weed biomass, 60 days after planting (columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level)

۳-۲-٤- زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز ۷۰ روز پس از کاشت

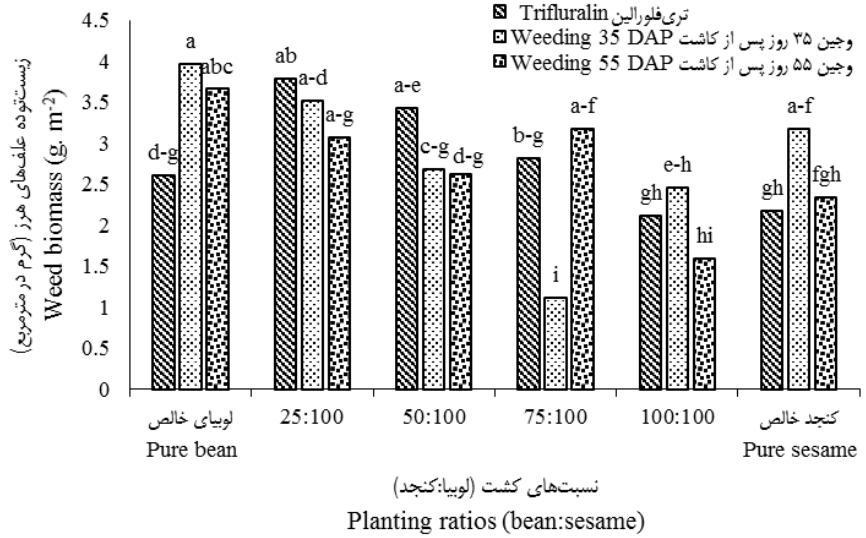
نتایج نشان داد که اثر اصلی نسبت‌های مختلف کشت مخلوط کنجد و لوبیا و روش‌های کنترل علف‌های هرز و اثر متقابل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط و با روش‌های کنترل علف‌های هرز بر زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز در مرحله نمونه‌برداری ۷۰ روز پس از کاشت معنی‌دار شدند (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تراکم علف‌های هرز (۵/۶۷ بوته در متر مربع) در تیمار وجین ۳۵ روز پس از کاشت در کشت خالص لوبیا حاصل شد که با تیمار وجین دستی ۵۵ روز در کشت خالص لوبیا اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۸). بیشترین زیست‌توده‌ی علف‌های هرز (۳/۹۷ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در کشت خالص لوبیا بود (شکل ۹). کمترین تراکم علف‌های هرز (۱/۳۳ بوته در متر مربع) در تیمار وجین ۵۵ روز پس از کاشت در کشت خالص کنجد (شکل ۸) و کمترین زیست‌توده‌ی علف‌های هرز (۱/۱۲ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در کشت مخلوط کنجد و لوبیا با نسبت ۷۵:۱۰۰مشاهده شد (شکل ۹). این نتایج تأثیر مثبت کشت مخلوط را به همراه تیمارهای وجین دستی در کنترل علف‌های هرز نشان می‌دهد. در واقع به نظر می‌رسد با افزایش نسبت کشت مخلوط و افزایش پوشش سطح زمین با گذر مراحل نمو اجزای کشت مخلوط، کنترل بیشتر علف‌های هرز را به دنبال داشته است. وجین ۵۵ روز پس از کشت در کشت خالص کنجد و نسبت ۱۰۰:۱۰۰ کنجد و لوبیا دارای کمترین میزان تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز بودند (شکل‌های ۸ و ۹). علت این امر به دلیل تراکم بالای گیاهان که باعث سایه‌اندازی بر علف‌های هرز شده و فاصله وجین با نمونه‌برداری کم بوده و نیز حذف و کنترل فیزیکی علف‌های هرز نیز ۱۵ روز پیش از این مرحله نمونه‌برداری بوده است. سایه‌اندازی، کاهش دسترسی به منابع نور، آب و عناصر، تنوع گیاهی و تراکم بالا در کشت مخلوط از جمله دلایل مهم در کاهش رشد و جمعیت علف‌های هرز می‌باشند که در بسیاری از مطالعات گزارش شده‌اند (Aliyu & Emechebe, 2006; Banjaw *et al*., 2019; Cadoux *et al*., 2015; Maitra *et al*., 2019) برای مثال، علیو و امچبه (Aliyu & Emechebe, 2006) کمترین جمعیت علف‌های هرز در کشت لوبیا چشم‌بلبلی در تراکم بالا بین ردیف‌های سورگوم را به این دلیل نسبت دادند که این تیمار دارای کمترین تعداد استریگا (*Striga* Spp) در هر کرت بود که می‌توان آن را به اثر بخشی محصول تله لوبیا چشم بلبلی در تحریک جوانه زنی بذرهای استریگا نسبت داد.

همچنین، بانجاو و همکاران (Banjaw *et al.*, 2019) در کشت مخلوط لوبیا با چای ترش (*Hibiscus sabdariffa*) نشان دادند که افزایش تراکم کاشت لوبیا روند کاهشی در جمعیت علف‌های هرز را به همراه داشت.



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کشت لوبیا و کنجد و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر تراکم علف‌های هرز ۷۰ روز پس از کاشت (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند)

Figure 8- Mean comparison the interaction effect of bean and seasame mixed cropping ratio and weed control methods on weed density, 70 days after planting (columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level)



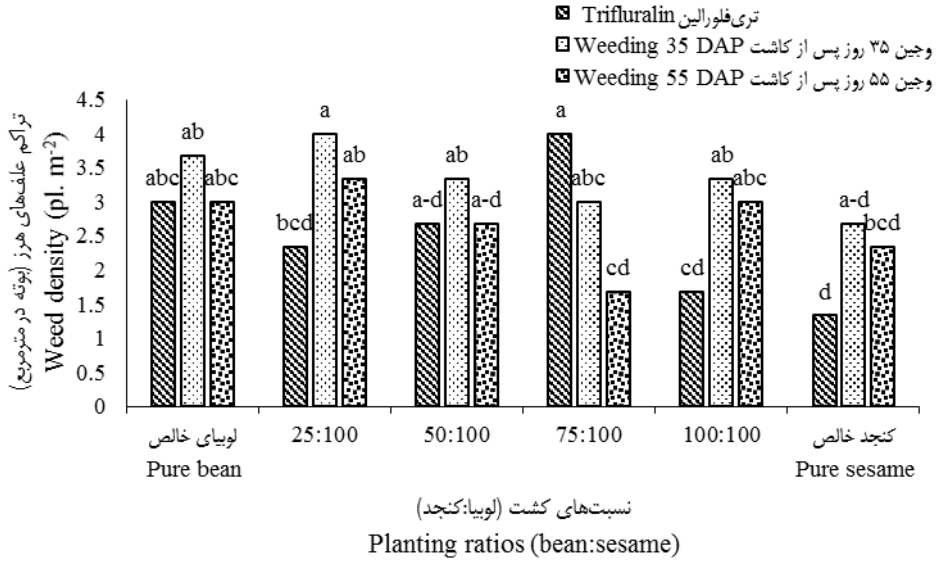
شکل ۹- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کشت لوبیا و کنجد و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر زیست‌توده علف‌های هرز ۷۰ روز پس از کاشت (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند)

Figure 9- Mean comparison the interaction effect of bean and seasame mixed cropping ratio and weed control methods on weed biomass, 70 days after planting (columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level)

۳-۲-۵- زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز ۸۰ روز پس از کاشت

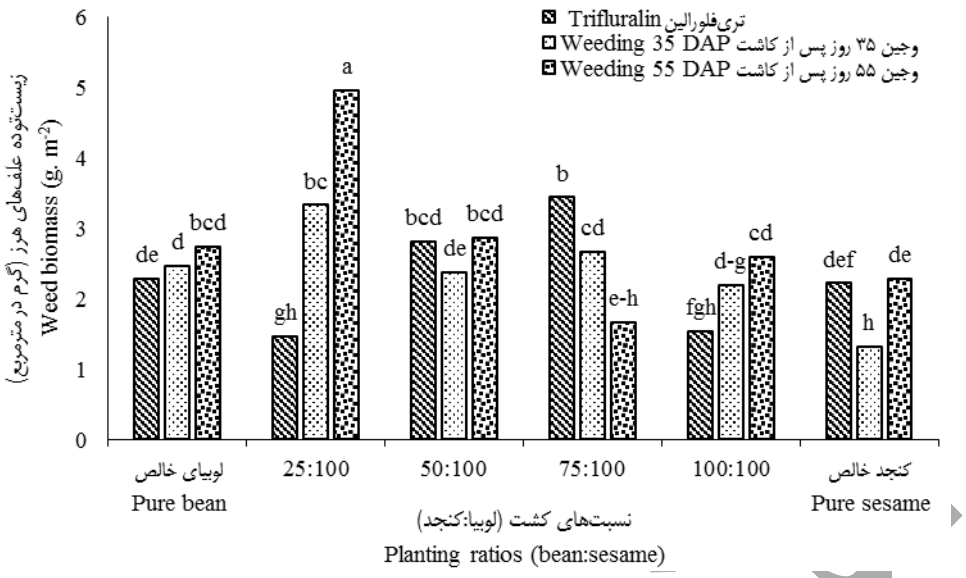
هشتاد روز پس از کاشت، اثر اصلی روش‌های کنترل علف‌های هرز بر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲) و اثر اصلی نسبت‌های مختلف کشت مخلوط کنجد و لوبیا و اثر متقابل آن با

روش‌های کنترل علف‌های هرز بر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز بترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تراکم علف‌های هرز (۴ بوته در متر مربع) در تیمار وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در کشت مخلوط کنجد و لوبیا با نسبت ۲۵:۱۰۰ حاصل شد (شکل ۱۰). بیشترین زیست‌توده علف‌های هرز (۴/۹۶ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در کشت مخلوط کنجد و لوبیا با نسبت ۲۵:۱۰۰بود (شکل ۱۱). کمترین تراکم علف‌های هرز (۱/۳۳ بوته در متر مربع) در تیمار کاربرد تری‌فلورالین در کشت خالص کنجد مشاهده شد (شکل ۱۰). کمترین زیست‌توده علف‌های هرز (۱/۳۲ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در کشت خالص کنجد بود که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای کاربرد تری‌فلورالین در نسبت ۲۵:۱۰۰ کنجد و لوبیا، کاربرد تری‌فلورالین در نسبت ۱۰۰:۱۰۰ کنجد و لوبیا و وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت ۷۵:۱۰۰کنجد و لوبیا نشان نداد (شکل ۱۱). با توجه به شرایط مزرعه مورد آزمایش، تیمار وجین ۵۵ روز پس از کاشت در کشت مخلوط کنجد و لوبیا با نسبت ۷۵:۱۰۰ گزینه قابل قبول و مناسبی برای کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط کنجد و لوبیا بود. در این تیمار، تراکم بالای گیاهی در نسبت کشت، پوشش کانوپی و کاهش احتمالی نفوذ نور به لایه‌های پایینی کانوپی و سطح زمین منجر به کاهش رشد علف‌های هرز و کنترل آن‌ها شده است. مشخص شده است که نظام‌های کشت مخلوط حبوبات و دانه‌های روغنی می‌توانند به‌طور قابل توجهی مهار علف‌های هرز را تسهیل کنند (Dowling *et al.*, 2021). سانچز والدووی و ساراندون (Sánchez Vallduví & Sarandón, 2011) گزارش کردند که تراکم بالای بزرک (*Linum usitatissimum* L.) و نیز کشت مخلوط با شبدر قرمز (*Trifolium pretense* L.) قدرت رقابتی محصول را در برابر علف‌های هرز بهبود داد و منجر به کاهش تعداد دانه، وزن دانه و زیست‌توده علف‌های هرز شد که نشان‌دهنده‌ی جذب کمتر منابع محیطی توسط علف هرز می‌باشد.



شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کشت لوبیا و کنجد و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر تراکم علف‌های هرز ۸۰ روز پس از کاشت (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند)

Figure 10- Mean comparison the interaction effect of bean and seasame mixed cropping ratio and weed control methods on weed density, 80 days after planting (columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level)



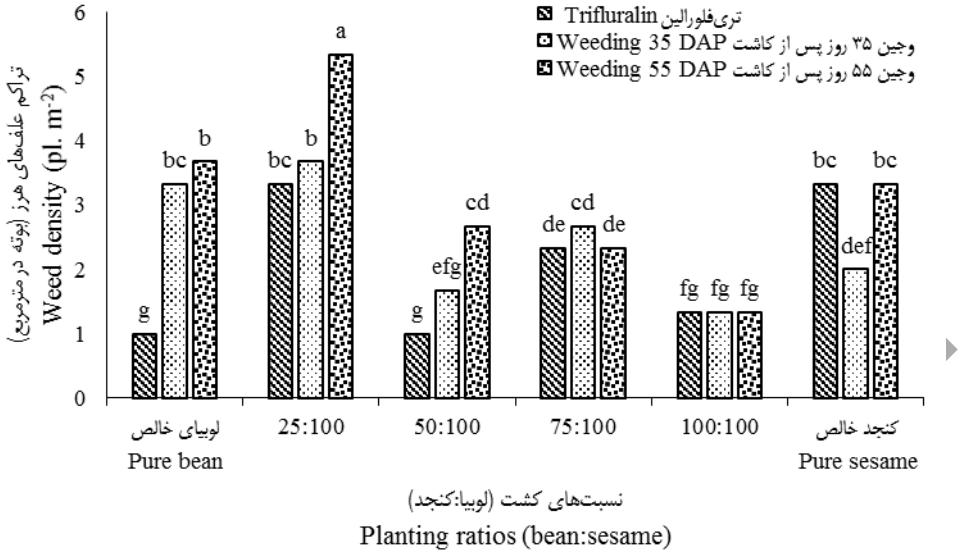
شکل ۱۱- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کشت لوبیا و کنجد و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر زیست‌توده علف‌های هرز ۸۰ روز پس از کاشت (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند)

Figure 11- Mean comparison the interaction effect of bean and seasame mixed cropping ratio and weed control methods on weed biomass, 80 days after planting (columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level)

۳-۲-۶- زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز ۹۰ روز پس از کاشت

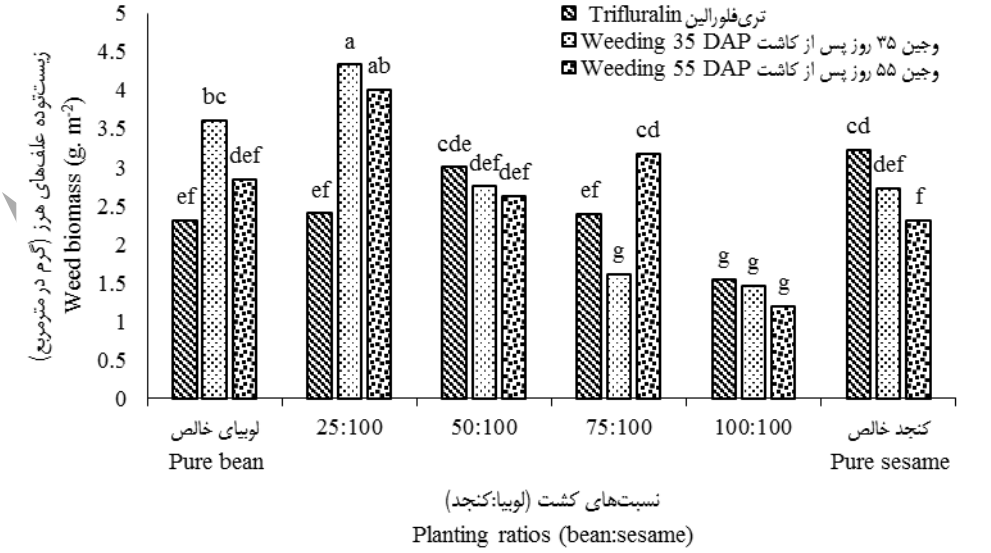
اثر اصلی نسبت‌های مختلف کشت مخلوط کنجد و لوبیا و اثر متقابل آن با روش‌های کنترل علف‌های هرز بر زیست‌توده و تراکم علف‌های هرز ۹۰ روز پس از کاشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. اثر اصلی روش‌های کنترل علف‌های هرز، تأثیر معنی‌داری بر تراکم علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد داشت در حالی که در زیست‌توده علف‌های هرز معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کشت مخلوط کنجد و لوبیا و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز نشان داد که بیشترین تراکم علف‌های هرز (۵/۳۳ بوته در متر مربع) در تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در کشت مخلوط کنجد و لوبیا با نسبت ۲۵:۱۰۰ مشاهده شد. با افزایش تراکم کنجد در نسبت‌های کشت مخلوط از تراکم علف‌های هرز کاسته شد. کمترین تراکم علف‌های هرز (یک بوته در متر مربع) در تیمار کاربرد تری‌فلورالین در نسبت ۵۰:۱۰۰ کنجد و لوبیا حاصل شد (شکل ۱۲). بیشترین زیست‌توده علف‌های هرز (۴/۳۳ گرم در متر مربع) در تیمار وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در نسبت ۲۵:۱۰۰کنجد و لوبیا حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت ۲۵:۱۰۰ کنجد و لوبیا نداشت. کمترین زیست‌توده علف‌های هرز (۱/۱۹ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت ۱۰۰:۱۰۰ کنجد و لوبیا بود که تفاوت آماری معنی‌داری با تیمارهای وجین دستی ۳۵ روز در نسبت ۱۰۰:۱۰۰ کنجد و لوبیا، تری‌فلورالین در نسبت ۱۰۰:۱۰۰ کنجد و لوبیا و وجین دستی ۳۵ روز در نسبت ۷۵:۱۰۰کنجد و لوبیا نداشت (شکل ۱۳). این امر نشان دهنده این است که در اواخر دوره رشد، با افزایش نسبت کشت مخلوط، ضمن افزایش حجم بوته و افزایش پوشش سطح زمین، قدرت رقابتی کشت مخلوط با علف‌های هرز افزایش یافته است. بر اساس گزارش های موجود، حبوبات و دانه‌های روغنی در کشت مخلوط می‌توانند به طور معنی‌داری سرکوب علف‌های هرز را تسهیل کنند (Dowling *et al.*, 2021) و از طرفی به دلیل استفاده مکمل از منابع بین اجزای کشت مخلوط، مخلوط دانه‌های روغنی و حبوبات می‌توانند به راحتی از منابع موجود مانند نور (Lorin *et al.*, 2015)، فضا (Cadoux *et al.*, 2015; Paulsen *et al.*, 2006) و نیتروژن (Sánchez Vallduví & Sarandón, 2011) در مقایسه با تک‌کشتی بهره

بیشتری برده و افزایش استفاده از منابع توسط گیاهان مخلوط باعث کاهش دسترسی، سرکوب رشد و کاهش رقابت علف‌های هرز و زیست‌توده (*Ilnicki & Enache, 1992*)، فراوانی (Lorin *et al.*, 2015) و قدرت تولیدمثلی علف‌های هرز (Sánchez Vallduví & Sarandón, 2011) در مقایسه با علف‌های هرز در حال رشد در تک‌کشتی‌ها می‌شوند.



شکل ۱۲- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کشت لوبیا و کنجد و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر تراکم علف‌های هرز ۹۰ روز پس از کاشت (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند)

Figure 12- Mean comparison the effect of the interaction of bean and seasame mixed cropping ratio and weed control methods on weed density, 90 days after planting (columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level)



شکل ۱۳- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کشت لوبیا و کنجد و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر زیست‌توده علف‌های هرز ۹۰ روز پس از کاشت (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند)

Figure 13- Mean comparison the effect of the interaction of bean and seasame mixed cropping ratio and weed control methods on weed biomass, 90 days after planting (columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level)

٤- نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که بیشترین زیست‌توده علف‌های هرز (۵/۹۴ گرم در متر مربع) در تیمار وجین دستی ۳۵ روز و نسبت کشت ۲۵:۱۰۰ کنجد و لوبیا در نمونه‌برداری ۵۰ روز پس از کاشت بود و بیشترین تراکم (۶/۶۷ بوته در متر مربع) علف‌های هرز در تیمار وجین ۵۵ روز پس از کاشت در کشت خالص لوبیا در همان نمونه‌برداری مشاهده شد. در نمونه‌برداری ۹۰ روز پس از کاشت کمترین زیست‌توده (۱/۰۸ گرم در متر مربع) در تیمار کاربرد تری‌فلورالین در کشت لوبیای خالص و کمترین تراکم (یک بوته در متر مربع) علف‌های هرز نیز در تیمار کاربرد تری‌فلورالین و نسبت کشت مخلوط ۵۰:۱۰۰ وکاربرد تری‌فلورالین در کشت خالص لوبیا و مشاهده شد. با افزایش زمان‌های نمونه‌برداری از علف‌های هرز از ۶۰ به ۷۰ روز و از ۸۰ به ۹۰ روز، تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز روند کاهشی داشت. بطوری که ۹۰ روز پس از کاشت، بیشترین زیست‌توده علف‌های هرز (۴/۳۳ گرم در متر مربع) در تیمار وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در نسبت ۲۵:۱۰۰کنجد و لوبیا حاصل شد و کمترین زیست‌توده علف‌های هرز (۱/۱۹ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار کاربرد علف‌کش تری فلورالین وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت و وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در نسبت ۱۰۰:۱۰۰ و وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۷۵:۱۰۰ کنجد و لوبیا مشاهده شد. با توجه به نتایج این پژوهش نسبت کشت مخلوط ۷۵:۱۰۰ کنجد و لوبیا و وجین علف‌های هرز ۵۵ روز پس از کاشت در شرایط شیروان می‌تواند به عنوان یک گزینه در مدیریت علف‌های هرز نظام کشت مخلوط کنجد و لوبیا مورد توجه باشد.

منابع

Ahmadi, A., Mohasel, M. R., Meybodi, M. B., & Rostami, M. (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 Persian with English abstract)

Ajal, J. (2021). *Growth and nitrogen economy of cereal-legume sole-and intercrops, and their effects on weed suppression*. Department of Crop Production Ecology, Swedish University of Agricultural Sciences.

Aliyu, B., & Emechebe, A. (2006). Effect of Intra-and inter-row mixing of sorghum with two varieties of cowpea on host crop yield in a Striga hermonthica infested field. *African Journal of Agricultural Research*, *1*(2), 024-026.

Banjaw, D. T., Lulie, B., & Adem, M. W. (2019). Advantage of Intercropping Roselle with Common Bean over Sole Cropping in Ethiopia.

Cadoux, S., Sauzet, G., Morison, M. V., Pontet, C., Champolivier, L., Robert, C., Lieven, J., Flénet, F., Mangenot, O., & Fauvin, P. (2015). Intercropping frost-sensitive legume crops with winter oilseed rape reduces weed competition, insect damage, and improves nitrogen use efficiency. *OCL Oilseeds and fats crops and lipids*, *22*(3). https://doi.org/10.1051/ocl/2015014

Chalka, M., & Nepalia, V. (2006). Nutrient uptake appraisal of maize intercropped with legumes and associated weeds under the influence of weed control. *Indian Journal of Agricultural Research*, *40*(2), 86-91.

Chauhan, B. S. (2020). Grand challenges in weed management. *Frontiers in Agronomy*, *1*, 3. https://doi.org/10.3389/fagro.2019.00003

Colbach, N., Petit, S., Chauvel, B., Deytieux, V., Lechenet, M., Munier-Jolain, N & ,.Cordeau, S. (2020). The pitfalls of relating weeds, herbicide use, and crop yield: Don't fall into the trap! a critical review. *Frontiers in Agronomy*, *2*, 615470. https://doi.org/10.3389/fagro.2020.615470

Daneshvari, G., Yousefi, A. R., Mohammadi, M., Banibairami, S., Shariati, P., Rahdar, A & ,. Kyzas, G. Z. (2021). Controlled-release formulations of trifluralin herbicide by

interfacial polymerization as a tool for environmental hazards. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, *11*(6), 13866-13877.

Dowling, A., Sadras, V. O., Roberts, P., Doolette, A ,.Zhou, Y., & Denton, M. D. (2021). Legume-oilseed intercropping in mechanised broadacre agriculture–a review. *Field Crops Research*, *260*, 107980. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107980

Elba, B., Suárez, S. A., Lenardis, A. E., & Poggio, S. L. (2014). Intercropping sunflower and soybean in intensive farming systems: evaluating yield advantage and effect on weed and insect assemblages. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, *70*, 47-52. https://doi.org/10.1016/j.njas.2014.05.002

Gu, C., Bastiaans, L., Anten, N. P., Makowski, D., & van Der Werf, W. (2021). Annual intercropping suppresses weeds: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *322*, 107658. https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107658

Hedayatipour, A., Lak , M., & Mostafavi Rad , M. (2013). Effect of Trifluralin and Ethalfluralin Herbicides and Tillage Implements on Weeds Control, Seed Yield and Some Agronomic Traits of Bean (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Agricultural engineering*, *36*(1), 87-99. (In Persian with English abstract)

Hosseinzadeh, M., Hoseini, S. M. B., & Alizadeh, H. (2021). Study of sesame (Sesamum indicum L.) and cowpea (Vigna unguiculata L.) intercropping under weed control and non-control conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, *52*(3). (In Persian with English abstract)

Ilnicki, R. D., & Enache, A. J. (1992). Subterranean clover living mulch: an alternative method of weed control. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *40*(1-4), 249-264. https://doi.org/10.1016/0167-8809(92)90096-T

Karimmojeni, H., Yousefi, A. R., Kudsk, P., & Bazrafshan, A. H. (2015). Broadleaf weed control in winter-sown lentil (Lens culinaris). *Weed Technology*, *29*(1), 56-62. https://doi.org/10.1614/WT-D-13-00184.1

Khajepour, M. R. (2011). *Industrial plants* (Vol. 582). Academic Jihad of Isfahan Industrial Unit. (In Persian)

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., & Khorram Del, s. (2014). *Iranian agriculture in transition to climate change and global warming* (M. Banayanaval, Ed.).

Koocheki , A., Nassiri Mahallati, M., Najib Nia, S., Lalehgani , B., & Porsa , H. (2015). Study of pulse crops biodiversity in agroecosystems of Iran. *Iranian legumes research*, *6*(2), 19-30. https://doi.org/10.22067/ijpr.v1394i2.44408

Kugbe, X. J., Yaro, R. N., Soyel, J. K., Kofi, E. S., & Ghaney, P. (2018). Role of intercropping in modern agriculture and sustainability: A Review. *British Journal of Science*, 16(2).

Lizarazo, C. I., Tuulos, A., Jokela, V., & Mäkelä, P. S. (2020). Sustainable mixed cropping systems for the boreal-nemoral region. *Frontiers in sustainable food systems*, *4*, 103. https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00103

Lorin, M., Jeuffroy, M.-H., Butier, A., & Valantin-Morison, M. (2015). Undersowing winter oilseed rape with frost-sensitive legume living mulches to improve weed control. *European Journal of Agronomy*, *71*, 96-105. https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.09.001

Maitra, S ,.Palai, J. B., Manasa, P., & Kumar, D. P. (2019). Potential of intercropping system in sustaining crop productivity. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, *12*(1), 39-45.

Mehdipour, H., Abbasi, R., & Abbasian, A. (2019). Effect of Mung Bean (Vigna radiata L.) Cover Crop Density on Seed Yield and Yield Components of Sesame (Sesame indicum L.) and Weed Control. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *29*(2), 255-266.(In Persian with English abstract)

Moradi, P., Asghari, J., Abadi, M., & Samiezadeh, H. (2016). Evaluation of the Beneficial Effects of Triple Intercropping of Maize (Zea mays L.), Pinto Been (Phaseolus vulgaris

L.). *Isfahan University of Technology-Journal of Crop Production and Processing*, *6*(19), 177-189. (In Persian with English abstract).

Mulik, S., More, S ,.Deshpande, S., & Patil, J. (1993). Intercropping for better stability in crop production in dryland watersheds. *Indian Journal of Agronomy*, *38*(4), 527-530.

Najeeb, U., Mirza, M., Jilani, G., Mubashir, A., & Zhou, W. (2012). Sesame. *Technological Innovations in Major World Oil Crops, Volume 1: Breeding*, 131-145. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0356-2_5

Nawar, A. I., Salama, H. S., & Khalil, H. E. (2020). Additive intercropping of sunflower and soybean to improve yield and land use efficiency: Effect of thinning interval and nitrogen fertilization. *Chilean journal of agricultural research*, *80*(2), 142-152. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392020000200142

Paulsen, H. M., Schochow, M., Ulber, B., Kühne, S., & Rahmann, G. (2006). Mixed cropping systems for biological control of weeds and pests in organic oilseed crops. *What will organic farming deliver?*, 215-220.

Sánchez Vallduví, G. E., & Sarandón, S. J. (2011). Effects of changes in flax (Linum usitatissimum L.) density and interseeding with red clover (*Trifolium pratense* L.) on the competitive ability of flax against Brassica weeds. *Journal of Sustainable Agriculture*, *35*(8), 914-926. https://doi.org/10.1080/10440046.2011.611745

Stomph, T., Dordas, C., Baranger, A., de Rijk, J., Dong, B., Evers, J., Gu, C., Li, L., Simon, J., & Jensen, E. S. (2020). Designing intercrops for high yield, yield stability and efficient use of resources: Are there principles? *Advances in Agronomy*, *160*(1), 1-50. https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.10.002

Weerarathne, L., Marambe, B., & Chauhan, B. S. (2017). Does intercropping play a role in alleviating weeds in cassava as a non-chemical tool of weed management?–A review. *Crop protection*, *95*, 81-88. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.08.028

پیش انتشار

نسخه پیش انتشار