The Effect of Mixcropping of Sesame (*Sesamum indicum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and Weed Control Methods on Yield and Land Equation Ratio

Sara Sadat Moazeni[1]*, Ebrahim Izadi Darbanhi[2], Kamal Hajmohammadnia Ghalibaf[2]

Received: 15-06-2024
Revised: 11-10-2024
Accepted: 21-12-2024
Available Online: 00-00-0000

Cite this article:
Moazeni, S. S. Izadi Darbanhi, E., & Hajmohammadnia Ghalibaf, K. (?).The Effect of mixcropping of sesame (*Sesamum indicum* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and weed control methods on yield and land equation ratio. *Iranian Journal of Pulses Research*, *?*(?), ……. (In Persian with English Abstract). https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.87219.1086

Introduction

Mixcropping 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, increases the efficiency of resource use in organic farming and it can be useful in pest, diseases and weeds control. Mixcropping 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. According to the fact that the two plants, bean and sesame have an acceptable time of simultaneous cultivation, therefore it seems that the mixed cultivation of these two plants can achieve the benefits of a mixed cultivation system and increase the productivity of production in the management of weeds. Based on the conducted research, the mixture of oilseeds and legumes increases the performance of the components of the mixture, and on the other hand, due to the potential of nitrogen biofixation in legumes, it reduces the need for nitrogen fertilizer compared to their pure cultivation and significantly suppresses facilitate weeding. The present study was conducted in order to investigate the weed control methods on yield and 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 a farm of Hossein Abad village at Shirvan- Iran. The treatments included different ratios of sesame: bean at 6 levels (100:0, 25:100, 50:100, 75:100, 100:100 and 0:100) at the optimum bean and sesame 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 surface two weeks before planting, and hand weeding 35 and 55 days after planting (DAP). Irrigation was done by drip irrigation every week until seed filling stage. When the sesame seeds were at the physiological ripening stage and the pods of the bean plant were yellow, harvesting was done from an area of one square meter on 24 September. After drying the harvested plants in the open air, their biomass and seed yield were measured and the land equation ratio (LER) was determined.

Results

1- Ph.D. Student and Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
* Corresponding Author: e-izadi@um.ac.ir

©2024 The author(s). This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0).

The results showed that in all bean and sesame mixecroping ratios, especially the 75:100 ratio, hand weeding treatments had a higher LER compared to the trifluralin herbicide application treatment. The highest bean grain yield (336.16 g m^{-2}) and biomass (953.68 g m^{-2}) and the highest sesame grain yield (252.68 g m^{-2}) and biomass (average 860.88 g m^{-2}) were observed in pure bean sesame cultivation + use of trifluralin. However, in all bean and sesame mixecroping treatments, LER was higher than monoculture treatments. The highest LER (1.80) was observed in the hand weeding treatment 55 days after planting in the 75:100 (sesame:bean) mixecroping ratio. Therefore, the aforementioned treatment can be useful and recommended in weed management as well as increasing yield and biomass in bean and sesame mixecroping systems.

Conclusion

According to the results of this research, mixecroping of sesame and beans with a ratio of 75:100 (sesame:bean) + 55 DAP can be useful and recommended in this mixecroping system and it's weed management in Shirvan-Iran conditions. However, in pure cultivation of beans and sesame, the use of trifluralin has better results.

Keywords: Manual weeding, Mixecropping, Land equation ratio, Pre-plant herbicide

پیش از انتشار

تاثیر کشت مخلوط کنجد (*Sesamum indicum* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر عملکرد و نسبت برابری زمین

سارا سادات مؤذنی[1]، ابراهیم ایزدی دربندی[2*]، کمال حاج محمدنیا قالی باف[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۰۱

چکیده

به‌منظور بررسی کارایی برخی روش‌های کنترل علف‌های هرز در نظام‌های تک کشتی و مخلوط کنجد و لوبیا چیتی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه ای در روستای حسین آباد واقع در ۱۲ کیلومتری شهرستان شیروان درسال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی لوبیا چیتی: کنجد (۱۰۰:۰ ، ۱۰۰:۱۰۰ ، ۷۵:۱۰۰ ، ۵۰:۱۰۰ ، ۲۵:۱۰۰ و ۰:۱۰۰) و روش‌های کنترل علف‌های هرز، شامل کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین (۹۶۰ گرم ماده موثره در هکتار) به صورت مخلوط با خاک دو هفته قبل از کاشت و وجین علف‌های هرز ۳۵ و ۵۵ روز پس از کاشت بودند. نتایج نشان داد در تمام نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد به ویژه نسبت ۷۵:۱۰۰، تیمارهای وجین دستی دارای نسبت برابری زمین بیشتری در مقایسه با تیمار کاربرد علفکش تری‌فلورالین بودند. بر اساس نتایج حاصل، بیشترین عملکرد دانه (۳۳۶/۱۶ گرم در متر مربع) و زیست‌توده (۹۵۳/۶۸ گرم در متر مربع) لوبیا در کشت خالص لوبیا و استفاده از علفکش تریفلورالین به دست آمد. همچنین بیشترین عملکرد دانه (۲۵۲/۶۸ گرم در متر مربع) و زیست‌توده (میانگین ۸۶۰/۸۸ گرم در متر مربع) کنجد مربوط به تیمار کشت خالص کنجد و استفاده از تریفلورالین بود. در تمامی تیمارهای کشت مخلوط لوبیا و کنجد، نسبت برابری زمین بیشتر از تک‌کشتی لوبیا و کنجد بود. بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۸۰) مربوط به تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۷۵:۱۰۰ (لوبیا:کنجد) مشاهده شد. بنابراین تیمار مذکور، می‌تواند در مدیریت علف‌های هرز و همینطور افزایش عملکرد و زیست توده در نظام های کشت مخلوط لوبیا وکنجد مفید و قابل توصیه باشد.

واژه‌های کلیدی: وجین دستی؛کشت مخلوط؛ نسبت برابری زمین؛ علفکش پیش کاشت

مقدمه

کشت مخلوط یکی از مهم‌ترین اجزای کشاورزی پایدار است که مزایایی از جمله کنترل بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز، کاهش مصرف نهاده‌هایی از جمله سموم و کودهای شیمیایی، بهبود حاصلخیزی خاک و بازده اقتصادی و نسبت بهره وری زمین را به همراه دارد. با این حال این نظام کشت دارای محدودیت‌هایی مانند رقابت بین گونه‌ای برای منابع محدود و اثرات دگر آسیب اجزای کشت، مدیریت مکانیزاسیون مزرعه و به ویژه در زمان برداشت می‌باشد (Maitra et al., 2019; Stomph et al., 2020). در این ارتباط کشت مخلوط دانه‌های روغنی و حبوبات از مهمترین نظام های کشت مخلوط است که با توجه به نقش حبوبات در تثبیت زیستی نیتروژن، ضمن افزایش عملکرد اجزای مخلوط، نیاز به کود نیتروژن را کاهش داده و منجر به افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی و آب و اختلال در چرخه آفات و بیماری‌ها می‌شود (Dowling et al., 2021).

۱ و ۲-به‌ترتیب دانشجوی دکتری و استاد، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
(*- نویسنده مسئول: e-izadi@um.ac.ir)

با توجه به افزایش چشمگیر تقاضای جهانی برای دانه‌های روغنی و حبوبات در ۵۰ سال گذشته، گرایش به کشت مخلوط حبوبات و دانه‌های روغنی در دهه گذشته افزایش یافته است (Chalmers, 2017; Dowling et al., 2021). با این حال، حبوبات گیاهانی حساس به علف‌های هرز هستند و یکی از مشکلات مهم در تولید حبوبات به ویژه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در سراسر جهان از جمله ایران، حضور علف‌های هرز هستند که بر اساس گزارش‌های موجود، بسته به تراکم و فلور علف‌های هرز منجر به تلفات تا ۹۰ درصدی عملکرد دانه آن با توجه به شرایط اکولوژیکی می‌شوند (Ahmadi et al., 2005).

دانه‌های روغنی نیز به دلیل داشتن اسیدهای چرب با کیفیت بالا همراه با ویتامین‌های محلول در روغن، بعد از غلات دومین منبع غذایی در جهان هستند و یکی از مهم‌ترین منابع انرژی می‌باشند (Raza et al., 2020). در این بین کنجد (*Sesamum indicum* L.) یکی از قدیمی‌ترین دانه‌های روغنی است که به دلیل روغن دانه با کیفیت بالا، ارزش زیادی دارد و وجود اسیدهای چرب غیراشباع روغن آن برای سلامتی انسان، جایگاه ویژه‌ای را در بین دانه‌های روغنی به خود اختصاص داده است. با توجه به سازگاری این گیاه بویژه به مناطق خشک و نیمه خشک در بیشتر مناطق جهان، کشت و کار می‌شود (Oyinloye et al., 2016). بر اساس گزارش‌های موجود، در ایران در سال ۲۰۲۰، متوسط عملکرد کنجد ۶۹۰/۵ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (FAO, 2020).

با توجه به اینکه دو گیاه لوبیا و کنجد از نظر زمان کشت همزمانی قابل قبولی دارند، لذا به نظر می‌رسد کشت مخلوط این دو گیاه می‌تواند ضمن دستیابی به سودمندی‌های یک نظام کشت مخلوط و افزایش بهره‌وری تولید، در مدیریت علف‌های هرز نیز موثر باشد. براساس پژوهش‌های انجام شده مخلوط دانه‌های روغنی و حبوبات ، عملکرد اجزای مخلوط را افزایش داده و از طرفی با توجه به پتانسیل تثبیت زیستی نیتروژن در حبوبات ، نیاز به کود نیتروژن را در مقایسه با کشت خالص آنها کاهش می‌دهد و به‌طور معنی‌داری سرکوب علف‌های هرز را تسهیل کنند (Dowling et al., 2021) علی‌رغم سابقه کشت دو گیاه مذکور در ایران، مطالعات در خصوص بررسی کشت مخلوط آن‌ها محدود است. در مطالعه ای که روی اثر تراکم گیاه پوششی ماش بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد و کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط آن با کنجد انجام شد نشان داد که در کشت خالص کنجد، تداخل علف‌های هرز منجر به کاهش ۵۷ درصدی عملکرد دانه کنجد شد (Mehdipour et al., 2019).

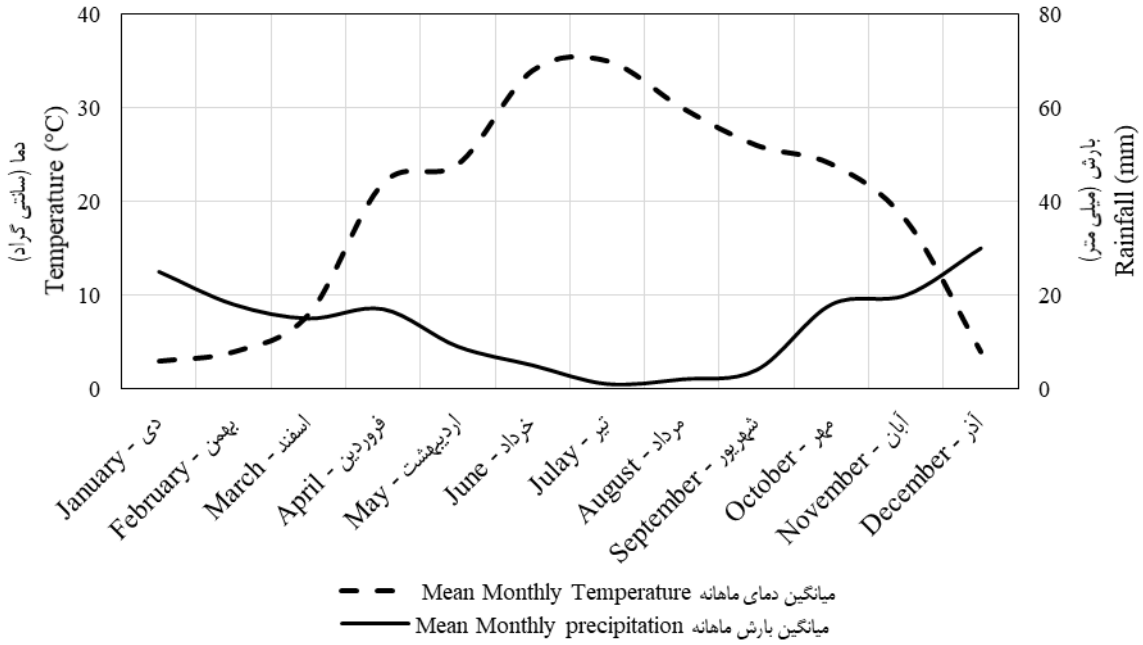
بر اساس مطالعات انجام شده بر روی عملکرد دانه ، علف‌های هرز می‌توانند عملکرد کنجد را تا بیش از ۶۵ درصد کاهش دهند و برای دستیابی به عملکرد دانه مناسب در کنجد، یک دوره بیشتر از ۵۰ روز عاری از علف‌های هرز ضروری می‌باشد (Grichar et al., 2011). از این‌رو در مناطق لوبیا کاری، کنترل علف‌های هرز توسط روش‌های زراعی (همچون تناوب زراعی و کشت مخلوط)، مکانیکی (استفاده از کولتیوار) و شیمیایی (علف‌کش‌های تری‌فلورالین، پاراکوات و بنتازون) یکی از مهم‌ترین اولویت‌های به‌زراعی برای بهبود عملکرد لوبیا می‌باشد (Bagheri et al., 1997). با توجه به اینکه مطالعات اندکی در خصوص بررسی برهمکنش کشت مخلوط کنجد و لوبیا و روش‌های کنترل علف‌های هرز در این نظام کشت انجام شده است؛ این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر نسبت های کشت مخلوط افزایشی کنجد و لوبیا و روش‌های کنترل علف‌های هرز در آن در شرایط زراعی شیروان انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تاثیر کشت مخلوط لوبیا چیتی رقم کوشا و کنجد رقم اولتان و روش‌های کنترل علف‌های هرز در آن بر عملکرد و نسبت برابری زمین، آزمایشی در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزرعه‌ای در روستای حسین آباد واقع در بخش مرکزی شهرستان شیروان خراسان شمالی و در ۱۲ کیلومتری این شهرستان با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۰دقیقه شمالی و طول

جغرافیایی ۵۷ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۰۶۷ متر از سطح دریا اجرا شد. بافت خاک مزرعه مورد آزمایش از نوع لوم رسی بود. آب و هوای منطقه بر اساس روش آمبرژه، سرد و خشک گزارش شده است (شکل ۱).

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد که تیمارهای مورد بررسی در آن شامل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط افزایشی لوبیا چیتی: کنجد (۱۰۰:۰ ، ۱۰۰:۱۰۰ ، ۷۵:۱۰۰ ، ۵۰:۱۰۰ ، ۲۵:۱۰۰ و ۰:۱۰۰) در تراکم بهینه لوبیا و کنجد (۴۰ بوته در متر مربع) (Hosseinzadeh et al., 2021) و روش‌های کنترل علف‌های هرز در ۳ سطح شامل کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین به مقدار ۹۶۰ گرم ماده موثره در هکتار دو هفته قبل از کاشت بصورت مخلوط با خاک و وجین دستی علف‌های هرز به ترتیب ۳۵ و ۵۵ روزپس از کاشت بودند. برای این منظور پس از انتخاب و آماده‌سازی زمین (گاو آهن در آذرماه ۱۳۹۹ و دیسک و لولر در اسفندماه ۱۳۹۹) در زمینی به مساحت ۸۳۲ متر مربع اقدام به کشت لوبیا چیتی و کنجد در تاریخ ۲۴ اردیبهشت ۱۴۰۰ و روی ردیف‌ها به فواصل ۵۰ سانتی‌متر شد. لوبیا چیتی در طرفین پشته‌ها (خط داغاب) به فاصله ۱۰ سانتی متری و کنجد در وسط پشته ها در عمق ۲ الی ۵ سانتی متری خاک و با توجه به نسبت کشت آن در فاصله ۲ تا ۵ سانتی متر از هم بصورت دستی کشت شد. ابعاد کرت های آزمایش ۳ در ۳ متر و فاصله آنها یک ردیف نکاشت (۵۰ سانتی متر) بود. پس از تثبیت گیاهان در مرحله ۳ تا۴ برگی، طی ۲ یا ۳ نوبت نسبت به تنک کردن و تعیین تراکم مورد نظر در هر یک از تیمارهای کشت مخلوط اقدام شد.



شکل۱- منحنی آمبروترمیک ایستگاه هواشناسی سینوپتیک شهرستان شیروان
Figure 1- Ambrothermic curve of synoptic weather station - Shirvan

کشت بصورت آبی و آبیاری به روش نشتی در هر هفته تا مرحله پر شدن دانه‌ها انجام شد. هنگامی که دانه‌های کنجد در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی و غلاف‌های گیاه لوبیا زرد رنگ بود، برداشت از سطحی به مساحت یک متر مربع در تاریخ ۲۴ شهریور انجام شد.

پس از خشکاندن بوته‌های برداشت شده اجزای کشت مخلوط در هوای آزاد، زیست‌توده و عملکرد دانه آن‌ها اندازه‌گیری و عملکرد نسبی آن‌ها تعیین شد و به منظور تعیین نسبت برابری زمین از معادله (۱) استفاده شد.

$$LER=(LERa+LERb)=\left\{\left(\frac{Yab}{Yaa}\right)+\left(\frac{Yba}{Ybb}\right)\right\} \qquad \text{(معادله ۱)}$$

در این معادله LER نسبت برابری زمین ، Yab زیست‌توده یا عملکرد دانه گونه a در کشت مخلوط ، Ybaزیست توده یا عملکرد دانه گونه b در کشت مخلوط ، Yaa و Ybb به ترتیب زیست‌توده یا عملکرد دانه گونه a و b در کشت خالص می‌باشند.

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای آماری SAS (نسخه ۹/۴) و SPSS انجام شد. همچنین نمودارها و شکل‌ها با استفاده از نرم افزار Excel (نسخه ۲۰۱۳) ترسیم شدند و مقایسات میانگین با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه و زیست توده لوبیا

اثر متقابل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر عملکرد دانه و زیست‌توده لوبیا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها ، در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط لوبیا و کنجد، بیشترین عملکرد دانه لوبیا (۳۳۶/۱۶ گرم در متر مربع) از کشت خالص لوبیا (۰:۱۰۰) و با کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین حاصل شد که اختلاف آماری معنی‌داری با کشت مخلوط با نسبت‌های ۲۵:۱۰۰، ۵۰:۱۰۰ و ۷۵:۱۰۰ لوبیا و کنجد نداشت. همچنین کمترین میزان عملکرد دانه لوبیا در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۱۰۰ و در شرایط وجین ۳۵ روز پس از کاشت به‌دست آمد و اختلاف آماری معنی‌داری با سایر نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد در این شرایط نداشت (شکل ۲). با توجه به نتایج به‌دست آمده، بیشترین زیست‌توده (۹۵۳/۶۸ گرم در متر مربع) لوبیا در شرایط کشت خالص لوبیا و با کاربرد علفکش تری‌فلورالین به‌دست آمد. همچنین کمترین میزان زیست‌توده لوبیا در کشت مخلوط لوبیا و کنجد با نسبت ۱۰۰:۱۰۰ و به ترتیب در شرایط وجین در ۳۵ و ۵۵ روز بعد از کاشت حاصل شد. در بین تیمارهای وجین دستی، بیشترین عملکرد دانه و زیست‌توده لوبیا در نسبت کشت مخلوط ۵۰:۱۰۰ و وجین ۵۵ روز پس از کاشت مشاهده شد (شکل ۳). به نظر می‌رسد در نسبت‌های مختلف کشت و وجین ۳۵ و ۵۵ روز بعد از کاشت، با افزایش نسبت کشت کنجد در کشت مخلوط، عملکرد دانه و زیست توده لوبیا به علت وجود رقابت بین گونه‌ای (کنجد و علف هرز)، کاهش یافته است (شکل‌های ۲ و ۳). هرچند که این روند برای عملکرد دانه در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط نمود کمتری داشت با این وجود، با افزایش نسبت کشت کنجد به لوبیا ، عملکرد دانه در تمامی روش‌های کنترل علف‌های هرز کاهش یافت. همسو با این نتایج، حسین‌زاده و همکاران (۱۴۰۰) با

بررسی کشت مخلوط کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی، بیشترین تعداد غلاف، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را در کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی عاری از علف هرز گزارش کردند. بر اساس گزارش نامبردگان با افزایش تراکم در کشت مخلوط کنجد و لوبیا، هم در شرایط وجین و هم در شرایط بدون وجین، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه لوبیا کاهش یافت و علت کاهش عملکرد دانه در کشت مخلوط را تراکم و جمعیت کم لوبیا چشم‌بلبلی و افزایش رقابت بین گونه‌ای کنجد با آن عنوان کردند. بر اساس گزارش نامبردگان، ارتفاع زیاد کنجد که مانع از رسیدن نور کافی به گیاه لوبیا چشم بلبلی شد، منجر به کاهش عملکرد آن شد، به‌طوری که عملکرد در کشت خالص بدون وجین بیشتر از نسبت‌های کشت مخلوط وجین گزارش شده بود (Hosseinzadeh et al., 2021). بیشتر بودن عملکرد دانه و زیست‌توده در کشت خالص لوبیا و کنجد می‌تواند به دلیل عدم رقابت بین گونه‌ای در گیاهان لوبیا با کنجد باشد که باعث استفاده بهتر از منابع محیطی مثل فضا، نور و عناصر محیطی توسط لوبیا و در نتیجه بهبود رشد و عملکرد آن شده است. از طرفی، در اوایل دوره رشد با کنترل موثر علف‌های هرز توسط علفکش تری‌فلورالین رشد لوبیا بهبود یافته است و گیاه توانسته به‌طور موثرتری از منابع محیطی استفاده کند، در نتیجه گیاهان برای ادامه رشد قوی‌تر شده‌اند که این به نوبه خود منجر به تولید عملکرد دانه و زیست‌توده بالا در لوبیا شده است. به‌طورکلی، لوبیا به دلیل رشد نسبتا آهسته در اوایل دوره رشد در رقابت با علف‌های هرز حساس است (Hydari et al., 2015) و با افزایش مدت تداخل علف‌های هرز در مزرعه، عملکرد دانه لوبیا کاهش می‌یابد (Aghaalikhani et al., 2005). همچنین، مشخص شده است که لوبیا به تنهایی توانایی رقابت مؤثر با علف‌های هرز را ندارد و برای کنترل علف‌های هرز لوبیا بهتر است از علفکش تری‌فلورالین پیش از کاشت استفاده شود و پس از سبز شدن لوبیا نیز دو مرحله وجین انجام گردد (Sadeghipour and Ghaffari Khaliq, 2013). از این‌رو، در لوبیا کنترل علف‌های هرز در اوایل دوره رشد جهت دستیابی به عملکرد بالا ضروری می‌باشد.

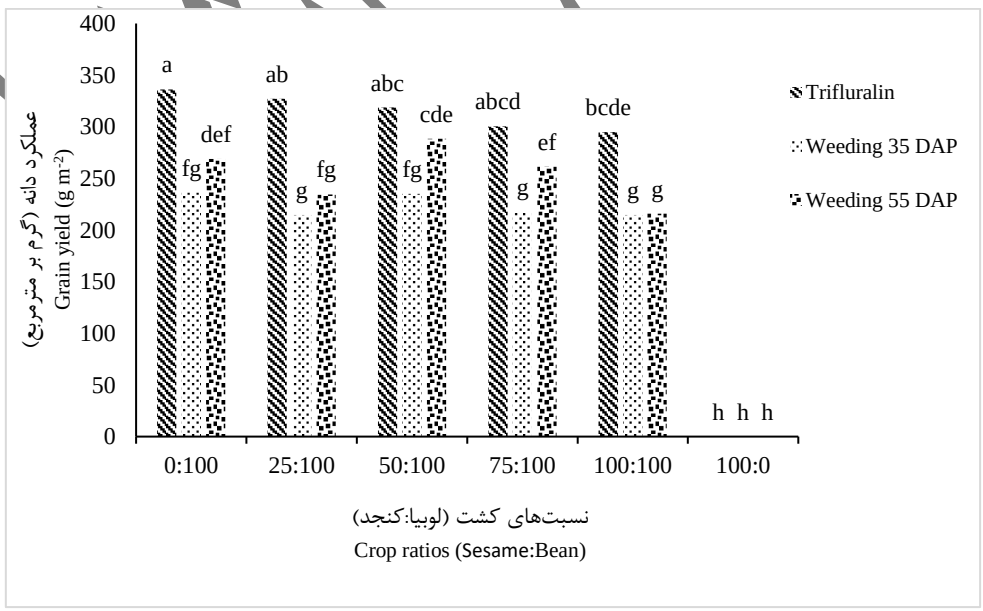
جدول ۱- تجزیه واریانس زیست‌توده و عملکرد دانه لوبیا و کنجد تحت تاثیر تیمارهای آزمایش.

Table 1- Analysis of variance of bean and sesame grain yield and biomass affected by the experimental treatments.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean of squares			
		لوبیا Bean		کنجد Sesame	
		عملکرد دانه	زیست‌توده	عملکرد دانه	زیست‌توده
SOV	df	Grain yield	Biomass	Grain yield	Biomass
تکرار Replication	2	804.75 ns	2638.41 ns	160.70*	1296.18 ns
نسبت کشت مخلوط Mixcropping ratio (MR)	5	27361.18**	289502.27**	29124.76**	437825.53**
روش‌های کنترل علف‌های هرز Weed control methods (WCM)	2	106721.06**	756021.49**	48327.46**	560390.88**
نسبت کشت مخلوط × روش‌های کنترل علف‌های هرز MR ×WCM	10	1617.54**	16911.97**	1730.16**	21067.60**
خطا Error	34	521.36	826.55	47.83	771.52
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	10.37	4.94	4.61	5.47

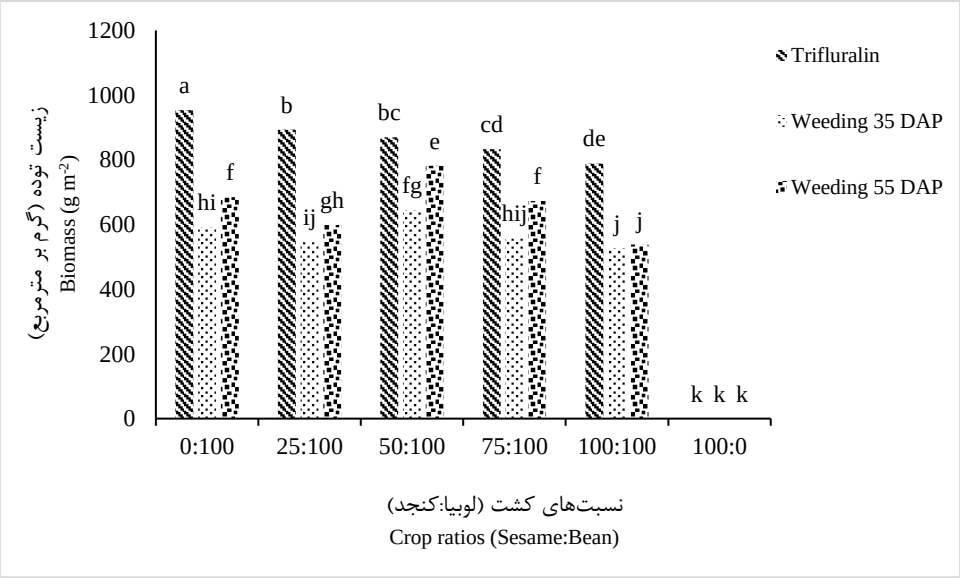
*و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد؛ ns، غیرمعنی‌دار

*and **: significant at the 5% and 1% probability levels, respectively. ns: non significant



شکل ۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه لوبیا حاصل از اثر متقابل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش های کنترل علف‌های هرز (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD ندارند)

Figure 2. Mean comparison of bean seed yield obtained from the interaction of intercropping ratio and weed control methods. (Columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test)



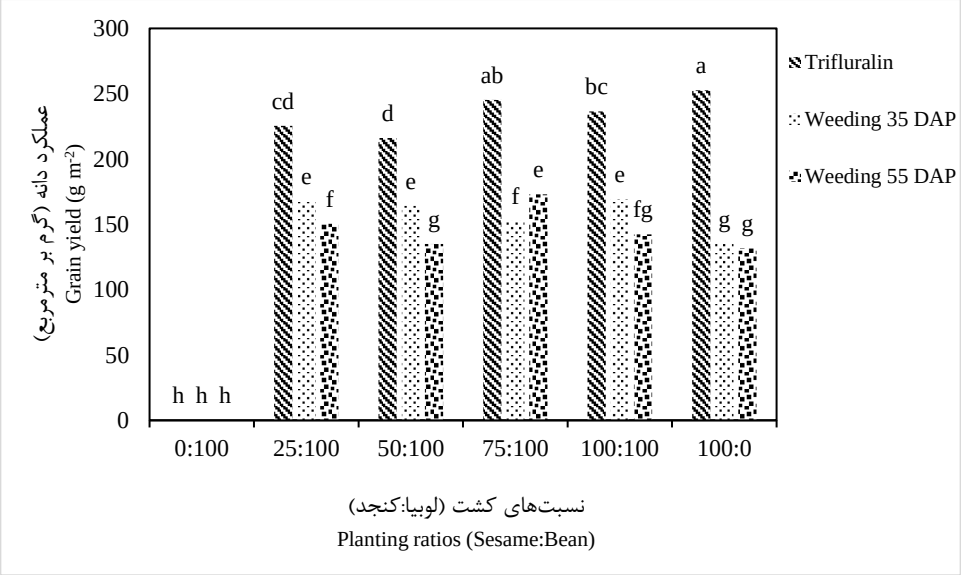
شکل ۳- مقایسه میانگین زیست توده لوبیا حاصل از اثر متقابل نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش های کنترل علف-های هرز (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD ندارند)

Figure 3. Mean comparison of bean biomass obtained from the interaction of intercropping ratio and weed control methods (columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test)

عملکرد دانه و زیست‌توده کنجد

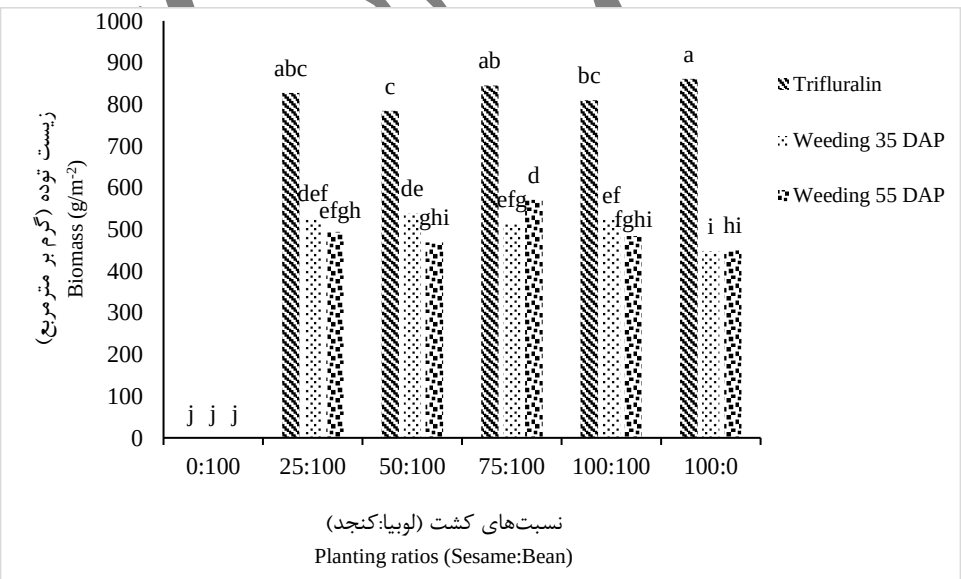
بر اساس نتایج حاصل، اثر متقابل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر عملکرد دانه و زیست‌توده کنجد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسات میانگین داده‌های آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۲۵۲/۶۸ گرم در متر مربع) و زیست توده (۸۶۰/۸۸ گرم در متر مربع) کنجد در کشت خالص کنجد (۱۰۰:۰) و استفاده از علفکش تریفلورالین به دست آمد و کمترین عملکرد دانه کنجد (۱۳۱/۹ گرم در متر مربع) مربوط به کشت خالص کنجد و در شرایط وجین ۵۵ روز بعد از کاشت بود. از سوی دیگر کمترین زیست توده کنجد (۴۴۷/۰۳ گرم در متر مربع) در کشت خالص کنجد در شرایط وجین ۳۵ روز پس از کاشت حاصل شد. همچنین، در بین تیمارهای وجین دستی، بیشترین عملکرد دانه و زیست توده کنجد در نسبت کشت مخلوط ۷۵:۱۰۰و وجین ۵۵ روز پس از کاشت مشاهده شد با این وجود با کاهش نسبت های کاشت کنجد از ۱۰۰ به ۲۵ درصد، عملکرد دانه آن تحت تاثیر قرار نگرفته است. این مهم می تواند بدلیل بوته های با رشد بیشتر و بنیه با زیست توده بالاتر در تراکم های کمتر آن باشد که در تطابق با توجه به قانون ثبات نهایی عملکرد می باشد. بر اساس این قانون، عملکرد حاصل از واحد سطح ثابت بوده و می‌تواند از طریق گیاهان با تراکم بیشتر اما با عملکرد کمتر و یا با تراکم گیاهی کمتر اما عملکرد و زیست توده بیشتر حاصل شود (شکل‌های ۴و ۵). به نظر می‌رسد افزایش تراکم کنجد در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط لوبیا و کنجد، منجر به افزایش رقابت بین گونه‌ای با لوبیا و در نتیجه کاهش

عملکرد دانه آن شده است. همچنین با افزایش تراکم گیاهی، به دلیل رقابت بین بوته ای و کاهش سهم هر گیاه در استفاده از نور، فضا و عناصر غذایی از تعداد شاخه فرعی، اجزای عملکرد مثل تعداد دانه در بوته و در نتیجه عملکرد دانه در گیاه کنجد کاسته می‌شود. از طرفی دیگر به تعویق افتادن وجین دستی تا ۵۵ روز پس از کاشت باعث افزایش تراکم علف‌های هرز و فشار بیشتر بر بوته‌های کنجد و در نهایت کاهش عملکرد آن شده است. بنابراین استفاده از علفکش تریفلورالین در شرایط کشت خالص کنجد و در ابتدای فصل رشد در کنترل علف‌های هرز موفق‌تر عمل کرده و از این جهت باعث افزایش عملکرد دانه و زیست توده کنجد شده است. در این راستا، رضوانی‌مقدم و همکاران (۱۳۸۹) و حیدری و همکاران (۱۳۹۶) نیز نشان دادند افزایش تراکم گیاهی کنجد به بیش از تراکم مطلوب کاهش عملکرد آن را به همراه داشته است (Heydari et al., 2018; Rezvani Moghaddam et al., 2018). مطابق با نتایج تحقیق حاضر، کاربرد علفکش تری‌فلورالین پیش از کاشت برای کنترل علف‌های هرز در گیاهان زراعی مهمی مثل کنجد، سویا، نخود، لوبیا، کلزا و آفتابگردان در سراسر جهان ثبت شده است (Grichar et al., 2011; Mamnooie *et al*., 2012; Fernandes et al., 2013; Karimmojeni et al., 2015; Chaudhari et al., 2019; Daneshvari et al., 2021). از اینرو، در کنجد کنترل علف‌های هرز در اوایل دوره رشد جهت دستیابی به عملکرد بالا ضروری می‌باشد (Grichar et al., 2011). به نظر می رسد که رشد کنجد در مراحل اولیه دوره رشد نسبت به علف‌های هرز کندتر می‌باشد و از این‌رو به علف‌های هرز حساسیت دارد. لذا در صورت عدم کنترل علف‌های هرز در اوایل استقرار گیاه، خسارات جبران‌ناپذیری به گیاه زراعی کنجد وارد می‌شود (Khajehpour, 2004). در این راستا، گزارش شده است که کوتاه بودن دوره عاری از علف‌های هرز از طریق افزایش رقابت علف‌های هرز و کاهش دسترسی کنجد به منابع محیطی مانند آب منجر به کاهش اجزای عملکرد (تعداد دانه در کپسول، تعداد کپسول در بوته و وزن هزار دانه) و در نهایت کاهش عملکرد دانه کنجد شد (Bahador et al., 2019). با توجه به کاربرد علفکش تری‌فلورالین در مرحله پیش از کاشت و انجام وجین‌های دستی در ۳۵ و ۵۵ روز پس از کاشت، رشد کنجد بهبود یافت و توانست به‌طور موثرتری از منابع محیطی استفاده کند، در نتیجه گیاهان کنجد برای ادامه رشد قوی‌تر شده‌اند که این به نوبه خود باعث افزایش عملکرد دانه در کنجد در این مطالعه شد. بر اساس گزارش های موجود علفکش تری‌فلورالین با کاهش جمعیت علف‌های هرز موجب افزایش زیست‌توده و عملکرد دانه کنجد شده است (Mamnooie *et al*., 2012; Akbia *et al*., 2020; Grichar *et al*., 2011) که با نتایج این تحقیق همخوانی داشت.



شکل ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه کنجد حاصل از اثر متقابل نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش های کنترل علف‌های هرز (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD ندارند)

Figure 4. Mean comparison of sesame seed yield obtained from the interaction of intercropping ratio and weed control methods. (Columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test)



شکل ۵- مقایسه میانگین زیست توده کنجد حاصل از اثر متقابل نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش های کنترل علف-های هرز (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD ندارند)

Figure 5. Mean comparison of sesame biomass obtained from the effect of the interaction of intercropping ratio and weed control methods (Columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test)

شاخص‌های سودمندی کشت مخلوط لوبیا و کنجد

عملکرد نسبی لوبیا

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که تنها اثر اصلی نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد بر عملکرد نسبی لوبیا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر اصلی نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد بر عملکرد نسبی لوبیا نشان داد که بیشترین مقدار این صفت (۱/۰۱) در نسبت کشت مخلوط ۵۰:۱۰۰ لوبیا و کنجد به دست آمد و اختلاف معنی‌داری با کشت خالص لوبیا نداشت و در سایر نسبت‌های کشت مخلوط، همگی کمتر از یک بودند به‌طوری که کمترین مقدار عملکرد نسبی لوبیا با میانگین ۰/۸۷ مربوط به نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۱۰۰ لوبیا و کنجد بود (شکل ۶).

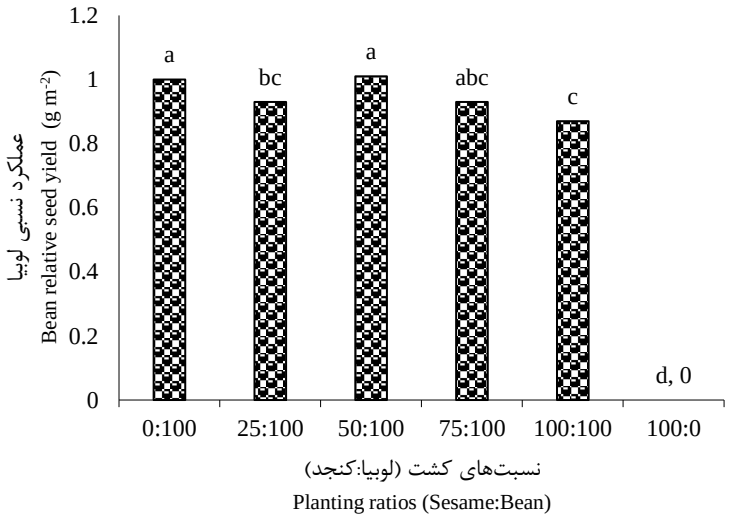
جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مربوط به شاخص های کشت مخلوط لوبیا و کنجد تحت تاثیر نسبت‌های مختلف کشت و روش‌های کنترل علف‌های هرز

Table2- Analysis of variance of traits related to mixcropping indices of bean and sesame under different ratios of mixcropping and weed control methods.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)		
		عملکرد نسبی لوبیا	عملکرد نسبی کنجد	نسبت برابری زمین
SOV	df	Relative yield of bean	Relative yield of sesame	Land equation ratio (LER)
تکرار Replication	2	0.068**	0.0001 ns	0.07**
نسبت کشت مخلوط Mixcropping ratio (MR)	5	0.001 ns	0.1942**	0.21**
روش‌های کنترل علف‌های هرز Weed control methods (WCM)	2	1.374**	1.7404**	1.83**
نسبت کشت مخلوط × روش‌های کنترل علف‌های هرز MR×WCM	10	0.007 ns	0.0334**	0.04**
خطا Error	34	0.007	0.0013	0.01
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	10.37	4.01	6.21

*و**: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد؛ ns، غیرمعنی‌دار

*and **: significant at the 5% and 1% probability levels, respectively. ns: non significant



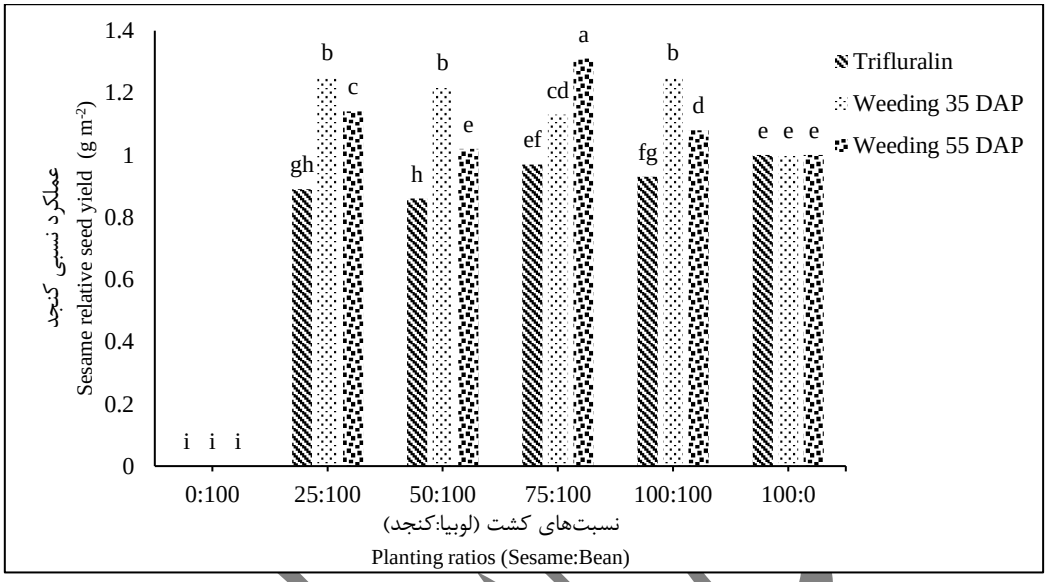
شکل ۶- اثر نسبت های کشت مخلوط لوبیا و کنجد بر عملکرد نسبی لوبیا (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD ندارند)

Figure 6. Effect of mixcropping ratios of bean and sesame on relative yield of bean (columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test).

عملکرد نسبی کنجد

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان از تاثیر معنی‌دار اثرات متقابل نسبت های مختلف کشت مخلوط افزایشی کنجد و لوبیا و روش های کنترل علف های هرز بر عملکرد نسبی کنجد در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول 2). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین عملکرد نسبی کنجد (۱/۳۱) در تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۷۵:۱۰۰ کنجد و لوبیا حاصل شد و کمترین عملکرد نسبی کنجد (۰/۸۶) مربوط به تیمار کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین در نسبت کشت مخلوط ۵۰:۱۰۰ کنجد و لوبیا بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار علف‌کش کاربرد تری‌فلورالین در نسبت کشت مخلوط ۲۵:۱۰۰ کنجد و لوبیا نداشت (شکل ۷). این نتیجه نشان‌دهنده کارایی ضعیف تری‌فلورالین در بهبود عملکرد نسبی کنجد بود که می‌تواند ناشی از کارایی ضعیف این علف‌کش در کنترل علف‌های هرز با گذشت زمان طولانی از مصرف آن و تجزیه احتمالی آن باشد. خسروی و همکاران (۱۴۰۰) نیز گزارش کردند که در شرایط وجین و نسبت‌های کشت ۱۰۰ درصد کنجد + ۱۰۰ درصد لوبیا و ۵۰ درصد کنجد + ۱۰۰ درصد لوبیا، عملکرد نسبی کنجد بیشتر از عملکرد نسبی لوبیا بود (Khosravi et al., 2021). این محققان همچنین گزارش کردند که در شرایط وجین، بیشترین عملکرد نسبی کنجد از نسبت ۵۰ درصد کنجد + ۱۰۰ درصد لوبیا و بیشترین عملکرد نسبی لوبیا از نسبت ۱۰۰ درصد کنجد + ۵۰ درصد لوبیا به دست آمد. نامبردگان نشان دادند که در شرایط وجین، هنگامی که تراکم لوبیا ثابت بود و تراکم کنجد از ۵۰ درصد به ۱۰۰ درصد

افزایش یافت، عملکرد نسبی کنجد بر اساس عملکرد دانه کاهش یافت در حالی که عملکرد نسبی کنجد بر اساس عملکرد بیولوژیک افزایش یافت.



شکل ۷- – اثر متقابل نسبت های کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش های کنترل علف‌های هرز بر عملکرد نسبی کنجد (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD ندارند).

Figure 7. Effect of the interaction of mixcropping ratios of bean and sesame and weed control methods on relative yield of sesame (columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability leve based on the LSD test).

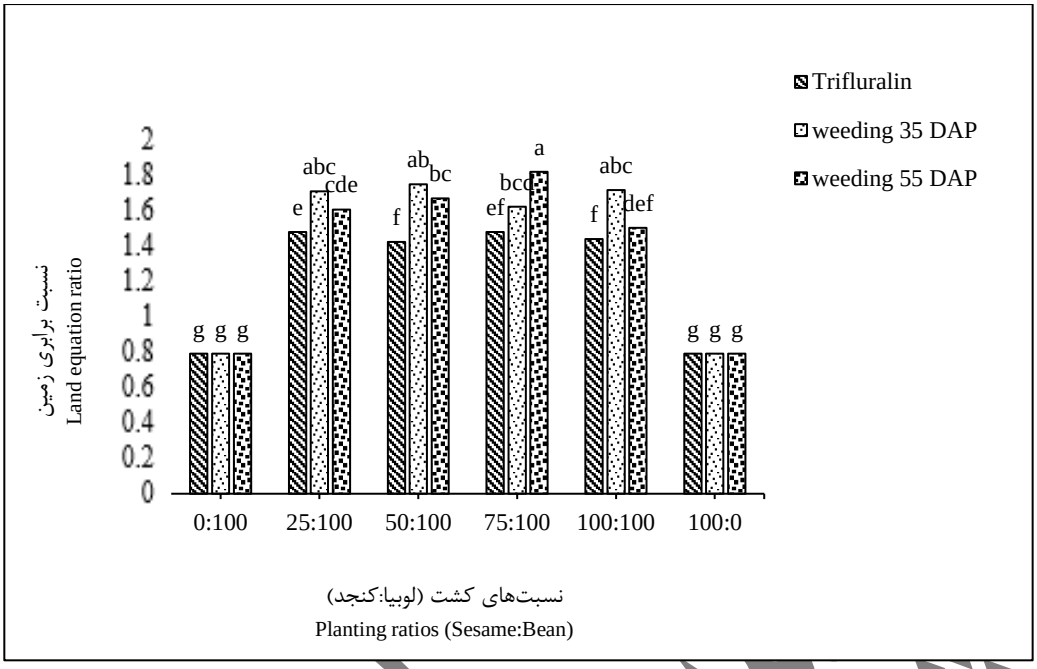
در این آزمایش با افزایش تراکم کنجد در کشت مخلوط با لوبیا، عملکرد نسبی لوبیا کاهش یافت به‌طوری که در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۱۰۰ لوبیا و کنجد، کمترین عملکرد نسبی لوبیا مشاهده شد. اما، عملکرد نسبی کنجد افزایش یافت. به‌طوری که در تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۷۵:۱۰۰ کنجد و لوبیا و تیمار وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۱۰۰ کنجد و لوبیا ، بیشترین عملکرد نسبی کنجد حاصل شد. در این ارتباط، گزارش شده است که عملکرد نسبی تحت تأثیر تراکم و گونه گیاهی موجود در کشت مخلوط قرار دارد (Moradi et al., 2016). قلعه‌نویی و همکاران (۱۳۹۶) با بررسی کشت مخلوط افزایشی کنجد در لوبیا گزارش کردند که با افزایش تراکم کنجد، عملکرد نسبی کنجد به دلیل خاصیت تثبیت کنندگی نیتروژن توسط ریشه‌های لوبیا افزایش یافت و عملکرد نسبی لوبیا به علت افزایش رقابت بین گیاهان کاهش یافت (Ghale Noyee et al., 2017). خان و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند که عملکرد نسبی کنجد

و بادام زمینی در الگوی کشت سه ردیف بادام زمینی در بین ردیف‌های کنجد بیشتر از الگوی کشت دو ردیف بادام زمینی بود (Khan et al., 2017).

عملکرد نسبی کنجد در تمام نسبت‌های کشت مخلوط بالاتر از لوبیا بود که می‌توان چنین استنباط کرد که در تیمارهای کشت مخلوط، گیاه کنجد غالب بوده و از کشت مخلوط با لوبیا و فرایند تثبیت نیتروژن توسط آن، اثر مثبت پذیرفته است و منجر به رشد و عملکرد بیشتر در کنجد شده است. در همین زمینه، قلی‌پور و شریفی (۱۳۹۷) با مطالعه کشت مخلوط لوبیا و آفتابگردان، بیشترین عملکرد نسبی را در دانه آفتابگردان به ویژه در نسبت ۲۵ لوبیا/۷۵ آفتابگردان گزارش کردند (Gholipour and Sharifi, 2016). در مطالعه کشت مخلوط کنجد و بادام زمینی، عملکرد نسبی کنجد از ۰/۷۹ تا ۰/۸۷ و عملکرد نسبی بادام زمینی از ۰/۵۴ تا ۰/۷۷ متغیر بود که بیانگر بیشتر بودن عملکرد نسبی کنجد نسبت به عملکرد نسبی بادام زمینی بود (Khan et al., 2017). مرادی و همکاران (۱۳۹۵) نیز با مطالعه کشت مخلوط ذرت، کدوی تخم کاغذی و لوبیا چیتی بیان کردند که بالاترین عملکرد نسبی مربوط به ذرت و کمترین مقدار آن مربوط به لوبیا چیتی بود و علت آن را به عملکرد کمتر لوبیا در اثر رقابت برون گونه‌ای برای منابع رشدی (مثل نور، آب و عناصر غذایی) و سرعت رشد بالاتر ذرت نسبت به لوبیاچیتی نسبت دادند (Moradi et al., 2016). به‌طور کلی در مطالعه حاضر، کمتر بودن عملکرد نسبی لوبیا در کشت مخلوط با کنجد می‌تواند به دلیل غالبیت احتمالی کنجد بر لوبیا باشد که منجر به ایجاد رقابت برون‌گونه‌ای در لوبیا شده و عملکرد نسبی لوبیا را تحت تاثیر قرار داده است.

نسبت برابری زمین

براساس نتایج حاصل، اثرات متقابل نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر نسبت برابری زمین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش‌های کنترل علف‌های هرز بر نسبت برابری زمین نشان داد که بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۸۰) مربوط به تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۷۵:۱۰۰ لوبیا و کنجد بود که اختلاف معنی داری با تیمار وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۵۰:۱۰۰ لوبیا و کنجد نداشت. همچنین کمترین نسبت برابری زمین با میانگین کمتر از یک مربوط به کشت‌های خالص لوبیا و کنجد بود. این در حالی بود که کاربرد روش‌های مختلف کنترل علف‌های هرز (شامل علف کش تری‌فلورالین، وجین ۳۵ روز پس از کاشت و وجین ۵۵ روز پس از کاشت) در کشت خالص لوبیا و کنجد اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند. این نتایج نشان می‌دهد که نسبت برابری زمین در تمام تیمارهای کشت مخلوط لوبیا و کنجد بیشتر از شرایط تک کشتی بود (شکل ۸).



شکل ۸- اثر متقابل نسبت های کشت مخلوط لوبیا و کنجد و روش های کنترل علف های هرز بر نسبت برابری زمین (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون LSD ندارند).

Figure 8. Effect of the interaction of mixcropping ratios of bean and sesame and weed control methods on land equation ratio. (columns with at least one letter in common do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test).

به نظر می‌رسد کنجد در کشت مخلوط از لوبیا به عنوان یک گیاه تثبیت‌کننده نیتروژن، اثرات مثبت پذیرفته است و منجر به افزایش نسبت برابری زمین شده است. نسبت برابری زمین بیشتر از یک در نظام‌های کشت مخلوط، مزیت عملکرد کلی محصولات مخلوط را نسبت به محصولات تنها نشان می‌دهد (De la Fuente et al., 2014) و حاکی از کارایی و بهره‌وری بالای کشت مخلوط در مقایسه با تک کشتی است (Begna et al., 2021). اعتقاد بر این است که نسبت برابری زمین شاخصی مناسب برای بررسی کارایی مصرف منابع مثل نور، عناصر غذایی و آب در کشت مخلوط است و هنگامی که مقدار آن بیشتر از یک می‌شود بیانگر تسهیل بین گونه‌ای بیشتر رقابت بین گونه‌ای و نیز سودمندی کشت مخلوط است (Maitra et al., 2019).

حسین‌زاده و همکاران (۱۴۰۰) نتیجه گرفتند که نسبت کشت مخلوط ۵۰ درصد کنجد + ۵۰ درصد لوبیا در شرایط وجین دارای نسبت برابری زمین ۱/۱۵ بود (Hosseinzadeh et al., 2021). کوچکی و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی کشت مخلوط کنجد و ماش سبز اعلام کردند که نسبت برابری زمین برای تمامی تیمارهای کشت مخلوط همراه با کنترل علف‌های هرز، بیشتر از یک بود (Koocheki et al., 2015). برتری عملکرد و بهره‌وری در کشت مخلوط ممکن است به دلیل مجموعه‌ای از اثرات عوامل

متعدد نظیر بهره‌وری بهتر از رطوبت خاک، عناصر غذایی و تشعشع و کنترل مؤثرتر علف‌های هرز باشد (Bigonah et al., 2013; Stomph et al., 2020).

نتیجه‌گیری کلی

بالاترین عملکرد دانه و زیست‌توده لوبیا در نسبت کشت خالص لوبیا و کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین حاصل شد. کمترین عملکرد دانه و زیست‌توده لوبیا به علت وجود رقابت بین گونه‌ای در نسبت کشت مخلوط ۱۰۰:۱۰۰ کنجد و لوبیا در شرایط وجین ۳۵ روز و ۵۵ روز بعد از کاشت به دست آمد. از سوی دیگر بیشترین عملکرد دانه و زیست‌توده کنجد مربوط به کشت خالص کنجد و کاربرد علف‌کش تری‌فلورالین بود و کمترین عملکرد دانه کنجد در کشت خالص کنجد و در شرایط وجین ۵۵ روز پس از کاشت حاصل شد. کمترین زیست‌توده کنجد در کشت خالص کنجد و در شرایط وجین ۳۵ روز پس از کاشت حاصل شد.

در تمامی تیمارهای کشت مخلوط کنجد و لوبیا، نسبت برابری زمین بیشتر از تک کشتی‌های کنجد و لوبیا بود. بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۸۰) مربوط به تیمار وجین دستی ۵۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۷۵:۱۰۰ لوبیا و کنجد بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار وجین دستی ۳۵ روز پس از کاشت در نسبت کشت مخلوط ۵۰:۱۰۰ لوبیا و کنجد نداشت. کمترین نسبت برابری زمین با میانگین یک در تیمارهای کاربرد روش‌های مختلف کنترل علف‌های هرز شامل کاربرد علف کش تری فلورالین، وجین ۳۵ و ۵۵ روز پس از کاشت در کشت خالص کنجد و کاربرد روش‌های مختلف کنترل علف‌های هرز در کشت خالص لوبیا حاصل شد. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش، کشت مخلوط کنجد و لوبیا با نسبت ۱۰۰:۷۵ به همراه یک بار وجین علف های هرز در ۵۵ روز پس از کاشت قابل توصیه می باشد. با این وجود آزمایش های تکمیلی و تکرار آن در سال ها و مکان های مختلف پیشنهاد می شود.

منابع

1. Aghaalikhani, M., Yadavi, A., & Modares Sanavi, S. A. M. (2005). The critical period of weed control of colorado beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in Lordegan. Scientific Journal of Agriculture 28 (1): 111-125. (In Persian). https://sid.ir/paper/24795/fa.
2. 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.
3. Akbia, H., Elham, E., Abdolreza, S., & Zare, A. (2020). Evaluation of sowing method and soil applied herbicides on weed control and yield of sesame. Journal of Crops Improvement 22(4), 543-556. https://doi.org/10.22059/jci.2020.295527.2333.

4. Bagheri, A., Zand, E., & Parsa, M. 1997 .Beans, the bottlenecks and strategies 94. (In Persian).
5. Bahador, M., Moosavi, S. G. R., & Ramazani, S. H. R. (2019). Effect of weed free periods and crop density on morphological traits, yield, andyield components of sesame (*Sesamum indicum* L.). Journal of plant prodection 33(2), 193-211. https://doi.org/10.22067/jpp.v33i2.68641
6. Begna, S., Angadi, S., Mesbah, A., Umesh, R. M., & Stamm, M. (2021). Forage yield and quality of winter canola–pea mixed cropping system. sustainability 13(4), 2122. https://doi.org/10.3390/su13042122.
7. Bigonah, R., Rizvani Moghaddam, P., & Jahan, M. (2013). The effect of intercropping on biological performance, nitrogen percentage and morphological characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L). Iranian Agricultural Research 12, 369-377. (In Persian). https://sid.ir/paper/356873/fa.
8. Chaib, S. L., & Forster, R. (1982). Ciency of herbicide mixtures on beans (*Phaseolus vulgaris* L.) when incorporated with a hoe and a disc harrow. The 5th Congress of the Latin American Weed Association (ALAM), Campinas 103-104.
9. Chalmers, S. (2017). Responses of pea and canola intercrops to nitrogen and phosphorus applications. In Westman Agricultural Diversification Organization 2017 Annual Report (pp. 127-136). Westman Agricultural Diversification Organization Manitoba.
10. Chaudhari, S., Jennings, K. M., Culpepper, S., Batts, R. B., & Bellinder, R. 2019. Turnip Tolerance to Preplant Incorporated Trifluralin. Weed Technol 33: 123-127. https://doi.org/10.1017/wet.2018.66.
11. 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 environmentalhazards. Biointerface Research in Applied Chemistry 11(6), 13866-13877. https://doi.org/10.33263/BRIAC116.138613877.
12. De la Fuente, E. 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.
13. 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.
14 Izadi-Darbandi, E., Maghsoudi, A. & Molaei, E. (2020). Evaluating yield and land equivalent ratio in mixcropping of balangu (*Lallemantia royleana* Benth.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) affected by weed competition. Iranian Journal of Pulses Research 10 (2), 90-103.(In Persian). https://doi.org/10.22067/ijpr.v10i2.67946.
15. FAO. (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Food and agricultural commodities production: countries by commodity. Retrieved december 2021 from http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL.
16. Ghale Noyee, S., Koocheki, A., Naseri Poor Yazdi, M. T., & Jahan, M. (2017). Effect of Different Treatments of Mixed and Row Intercropping on Yield and Yield Components of Sesame and Bean. Iranian Journal of Field Crops Research 15, 588-602. (In Persian). https://doi.org/10.22067/gsc.v15i3.49345.
17. Gholipour, M., & Sharifi, P. (2016). Yield and productivity indices of common bean and sunflower intercropping in different planting ratios. Journal of Plant Ecophysiology, 23, 127-137. (In Persian)
18. Grichar, W. J., Dotray, P. A., & Langham, D. R. (2011). Weed control and the use of herbicides in sesame production. Herbicides, Theory and Applications, 41-72. https://doi.org/10.5772/12945.
19. 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 . https://agrieng.scu.ac.ir/article_10060_2278ab1bacfd75e119164d846834f1fc.pdf. (In Persian)
20. Heydari, S., Movahhedi Dehnavi, M., & Yadavi, A. R. (2018). Response of yield and yield component of three sesame (*Sesamum indicum* L.) accessions to density in rostam region, Fars Provience, Plant production Technology,9(2), 91-103. https://10.22084/ppt.2017.8276.1478 (In Persian)

21. 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), 147-162. (In Persian). https://doi.org/10.22059/ijfcs.2020.294043.654669
22. Karimmojeni, H., Yousefi, A. R., Kudsk, P., & Bazrafshan, A. H. (2015). Broadleaf weed control in winter-sown lentil (*Lens culinaris*). Weed Technology, 29, 56-62. https://doi.org/10.1614/WT-D-13-00184.1.
23. Khajehpour, M. R. (2004). Industrial Crop. Isfahan University of Technology. 571 pp. (In Persian).
24. Khan, M., Sultana, N., Akhtar, S., Akter, N., & Zaman, M. (2017). Performance of intercropping groundnut with sesame. Bangladesh Agronomy Journal 20(1), 99-105. https://doi.org/10.3329/baj.v20i1.34888.
25. Khosravi, M ,.Tavassoli, A., Piri, I., & Babaeian, M. (2021). Effect of weeds management on yield and nutrient content of sesame (*Sesamum indicum* L.) and Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in intercropping. Scientific Journal of Agricultural Research and Sustainable Production, 31 (4), 1-16. https://doi.org/10.22034/saps.2021.43874.2602. (In Persian).
26. 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. (In Persian).
27. 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. https://doi.org/ 10.30954/0974-1712.03.2019.7.
28. Mamnooie, E., Shimi, P., & Baghestani, M. A. (2012). Evaluation of various herbicide efficiency in weed control of sesame (*Sesamum indica*) in Jiroft and Kohnuj. Iranian Journal of Weed Science. 8, 1-12.
29. 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)
30. 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. https://doi.org/ 10.18869/acadpub.jcpp.6.19.177. (In Persian).
31. Oyinloye, B. E., Ajiboye, B. O., Ojo, O. A., Nwozo, S. O., & Kappo, A. P. (2016). Cardioprotective and antioxidant influence of aqueous extracts from *sesamum indicum* seeds on oxidative stress induced by cadmium in wistar rats. Pharmacognosy magazine 12 (Suppl 2), S170. https://doi.org/10.4103/0973-1296.182155.
32. Raza, A., Hafeez, M. B., Zahra, N., Shaukat, K., Umbreen, S., Tabassum, J., Charagh, S., Khan, R. S. A., & Hasanuzzaman, M. (2020). The plant family Brassicaceae: Introduction, biology, and importance. The Plant Family Brassicaceae: Biology and Physiological Responses to Environmental Stresses, 1-43. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6345-4_1.
33. Rezvani Moghaddam, P., Mohammad Abadi, A. A., & Moradi, R . (2018) .Investigating the effect of chemical and organic fertilizers on the yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) in different planting densities. Agricultural Ecology 2, 256-265. https://sid.ir/paper/211135/fa. (In Persian).
34. Sadeghipour, O., & Ghaffari Khaliq, H. (2013). The effect of weeding and different herbicides on bean weed control (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian Journal of Agricultural Sciences *4*: 277-282. https://doi.org/20.1001.1.15625540.1381.4.4.5.2. (In Persian).
35. 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.
36. Fernandes, T. C., Pizano, M. A., & Marin-Morales, M. A., (2013). *Characterization, modes of action and effects of trifluralin: a review*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/55169.

پیش از انتشار