Crop Science Research in Arid Regions

homepage: https://cropscience.uoz.ac.ir/

Research Article
Volume 7, Issue 4, 2025, P. 723-737

Investigating the yield and yield components of canola (*Brassica napus* L.) in different patterns of intercropping with safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under weed control and non-control conditions

Jalil Shafagh- kolvanagh [*a], Fariborz Shekari [b], Abdullah Jawanmard [c], Mina Amani [d], Zohreh Saeli-Ashan [e]

[a] Department of Plant Ecophysiology, Department of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[b] Department of Plant Genetics and Production Engineering, Crop Physiology Department, Maragheh University of Basic Sciences, Maragheh, Iran
[c] Department of Production Engineering and Plant Genetics, Crop Ecology, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
[d] Ph.D. Student, Department of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[e] M. Sc. Graduate, Department of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

[*]Corresponding Author: shafagh.jalil@gmail.com

Received:10 December 2024 Accepted: 29 February 2025 **DOI: 10.22034/CSRAR.2025.493200.1456**

How to cite this article:
Shafagh- kolvanagh, J., Shekari, F., Jawanmardc, A., Amani, M. and Saeli-Ashan, Z., 2025. Investigating the yield and yield components of canola (*Brassica napus* L.) in different patterns of intercropping with safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under weed control and non-control conditions. *Crop Science Research in Arid Regions, 7*(4), 723-737. https://doi.org/10.22034/csrar.2025.493200.1456

Abstract

Introduction: One of the most important factors reducing the yield of agricultural products is the competition from weeds. Weeds are considered as one of the complementary components of agricultural ecosystems and an integral part of agricultural systems. Due to the destructive effects caused by competition on the yield of crops, weeds are known as an undesirable part of agricultural ecosystems and are considered one of the most important factors that reduce crop yields. Weed control is usually listed as one of the advantages of intercropping. In mixed cultivation, due to various reasons such as increased vegetation cover, increased competition, and higher initial growth rate, the amount and invasion of weeds is significantly reduced. Therefore, mixed cropping can significantly reduce the amount of herbicides used, and this, in addition to the economic value, is of great environmental importance. In studies, mixed cropping system has been mentioned as an option for integrated management of weeds, especially in low-input farming systems. The most important damage caused by weeds to agricultural plants is the reduction of their yield through competition in the absorption of nutrients and growth inputs. One of the important measures in controlling weeds from the point of

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

view of sustainable agriculture is the use of mixed crops of different crops. Therefore, according to the importance of intercropping in sustainable agriculture of crops and garden plants, this research aims to investigate the yield and yield components of canola (*Brassica napus* L.) in intercropping with safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under control and non-control conditions.

Materials and methods: For this purpose, a factorial experiment was carried out in the form of a randomized complete block design with three replications in Maragheh city. The first factor includes weed control at two levels (control and non-control weed) and the second factor includes different patterns of mixed cropping at 4 levels, including mixed cropping replacing safflower and canola, respectively, with ratios of 1:1 and 2:1 and mixed cultivation of safflower and canola 100:50, 100:75 and pure cultivation of safflower and canola were considered.

Results and Discussion: In canola, the highest biological yield (7990 kg/ha) and seed (2786 kg/ha) related to pure canola treatment with complete weed control was observed. The lowest biological yield was related to the 100:50 mixed cropping treatment (safflower-canola) with 3865 kg. The lowest grain yield related to the treatment combination of 100:50 (safflower-canola) mixed cropping with non-control weed was obtained with an average of 654.6 kg/ha. The highest amount of 1000-seed weight was obtained in the treatment combination of 1:1 replacement mixed crop (safflower-canola) with complete weed control with an average of 2.7 gr. Also, the lowest amount of 1,000-seed weight was related to the treatment combination of 2:1 (safflower- canola) mixed cultivation with no weed control with 1.6 gr. The highest number of weeds was obtained in the main branches (33.4) and secondary branches (25.3) related to the treatment combination of 2:1 replacement mixed crop (safflower-canola) with complete weed control. Also, the lowest number of weeds in the main branch was related to the treatment combination of 100:75 (safflower-canola) with non-control weed with an average of 17.3, and the lowest number of weeds in the sub-branch was related to the 100:50 (safflower-canola) mixed cultivation with non-control weed with an average of 10 pods. According to the results of the average data comparison, the highest number of seeds in pod of the main branch was related to the treatment combination of 100:50 incremental mixed cultivation (safflower-canola) with full weed control, and the lowest number of seeds in pod of the main branch was related to the treatment combination of pure canola cultivation with non-control weed was obtained with an average of 15.4. Also, the highest number of seeds in the pod of the sub-branch of canola was obtained in the treatment combination of pure canola cultivation with complete weed control with an average of 22.3, and the lowest amount of seed number in the pod of the sub-branch related to the treatment combination of pure canola cultivation with non-control weed with an average of 15.

Conclusion: Among the different patterns of safflower and canola cultivation, the highest seed yield was obtained in pure cultivation and complete weed control. The yield and yield components in canola were affected by different patterns of mixed cropping and weed control treatment, so that the 2:1 planting pattern (safflower-canola) had more seeds and 1000-seed weight.

Keywords: Biological yield, Grain yield, Pure cropping, Replacement mixed cropping, Sustainable agriculture

تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد هفتم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۴، ص ۷۳۷-۷۲۳

مقاله پژوهشی

بررسی عملکرد و اجزای عملکرد دانه کلزا در الگوهای مختلف کشت با گلرنگ در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز

جلیل شفق کلوانق*[۱]، فریبرز شکاری[۲]، عبدالله جوانمرد[۳]، مینا امانی[۴]، زهره سائلی‌اشان[۵]

۱- گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، گرایش اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۲- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه علوم پایه مراغه، مراغه، ایران
۳- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
۴- دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۵- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه اکوفیزولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
* مسئول مکاتبه: shafagh.jalil@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۱ **DOI: 10.22034/CSRAR.2025.493200.1456**

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی عملکرد و اجزای عملکرد دانه کلزا (*Brassica napus* L.) در الگوهای مختلف کشت مخلوط با گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در گیاه کلزا، بیشترین عملکرد بیولوژیکی (۷۹۹۰ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد دانه (۲۷۸۶ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار کشت خالص کلزا با کنترل کامل علف‌های هرز بود. کمترین عملکرد بیولوژیکی مربوط به تیمار کشت مخلوط افزایشی ۵۰:۱۰۰ (گلرنگ- کلزا) با ۳۸۶۵ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین عملکرد دانه مربوط به ترکیب تیماری کشت مخلوط افزایشی ۵۰:۱۰۰ (گلرنگ- کلزا) با عدم کنترل علف‌های هرز با میانگین ۶۵۴/۶ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. بیشترین وزن هزار دانه در ترکیب تیماری کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ (گلرنگ- کلزا) با کنترل کامل علف‌های هرز با میانگین ۲/۷ گرم به‌دست آمد. بیشترین تعداد خورجین در شاخه‌های اصلی (۳۳/۴) و فرعی (۲۵/۳) مربوط به ترکیب تیماری کشت مخلوط جایگزینی ۱:۲ (گلرنگ- کلزا) با کنترل کامل علف‌های هرز به‌دست آمد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین تعداد دانه در خورجین شاخه اصلی مربوط به ترکیب تیماری کشت مخلوط افزایشی ۵۰:۱۰۰ (گلرنگ- کلزا) با کنترل کامل علف‌های هرز بود. بیشترین تعداد دانه در خورجین شاخه فرعی کلزا در ترکیب تیماری کشت خالص کلزا با کنترل کامل علف‌های هرز با میانگین ۲۲/۳ به‌دست آمد. به‌طورکلی، این تحقیق تأکید می‌کند که انتخاب الگوی کشت مناسب و مدیریت مؤثر علف‌های هرز می‌تواند به بهبود عملکرد و کیفیت دانه در گیاهان کمک کند.

واژه‌های کلیدی: عملکرد بیولوژیکی، کشاورزی پایدار، کشت خالص، کشت مخلوط جایگزینی

مقدمه

یکی از مهمترین عوامل کاهش‌دهنده عملکرد محصولات کشاورزی، رقابت حاصل از علف‌های هرز می‌باشد. علف‌های هرز به‌عنوان یکی از اجزای مکمل بوم‌نظام‌های کشاورزی و جزء جدایی ناپذیر در سامانه‌های کشاورزی محسوب می‌شوند (Hong *et al.*, 2019). عملکرد گیاه زراعی غالباً به تراکم، اندازه و هم‌جواری علف‌های هرز موجود پس از سبز شدن گیاه زراعی بستگی دارد (Maitra *et al.*, 2018 Maitra *et al.*, 2021).

مبارزه شیمیایی یکی از روش‌های رایج برای کنترل علف‌های هرز در کشاورزی مدرن محسوب می‌شود. محققین بعد از چند دهه مصرف علف‌کش به این نتیجه رسیدند که تولید محصولات کشاورزی با اتکا به این مواد، به‌دلیل آلودگی‌های زیست‌محیطی و اثرات مخرب اکولوژیکی از پایداری لازم برخوردار نیست (Yilmaz *et al.*, 2015). همچنین با توجه به بروز مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها، لزوم گرایش به سمت کنترل غیرشیمیایی علف‌های هرز بیش از همیشه احساس می‌شود (Kaur *et al.*, 2016).

یکی از تمهیدات مهم در کنترل علف‌های هرز از دیدگاه کشاورزی پایدار، کشت مخلوط گیاهان زراعی است (Lowry and Smith, 2018). کشت مخلوط شامل کشت دو یا چند گونه گیاهی یا گونه‌های متفاوت از هم، به‌صورت همزمان یا در

زمان‌های متفاوت از هم در یک قطعه زمین است (Strickland *et al.*, 2015). اگر در کشت مخلوط، گیاهان درست انتخاب شوند، عملکرد بیشتر از کشت خالص آن‌ها در واحد سطح زمین به‌دست می‌آید (Franco *et al.*, 2015). در کشت مخلوط، سطح زمین توسط تاج‌پوشش گیاهان انتخاب‌شده بیشتر پوشانده می‌شود، تعرق توسط گیاهان زراعی بیشتر می‌شود (Aziz *et al.*, 2015). از دیگر مزایای کشت مخلوط کاهش خسارت آفات، بیماری و علف‌های هرز، بهبود حاصلخیزی خاک از طریق تثبیت نیتروژن اتمسفر در صورت حضور گیاه زراعی لگوم به‌عنوان یکی از اجزای کشت مخلوط، افزایش عملکرد در واحد سطح زمین نسبت به تک‌کشتی، استفاده بهتر از عوامل محیطی مثل نور و رطوبت اشاره کرد (Maitra *et al.*, 2019). کشت مخلوط گیاهان مختلف زراعی به‌دلیل ایجاد یک خرد بوم‌نظام رقابتی شدید، شرایطی را فراهم می‌کند که خسارت علف‌های هرز در این شرایط به حداقل ممکن می‌رسد (Lowry and Smith, 2018). در کشت مخلوط، استفاده از منابع توسط گیاهان زراعی نسبت به تک‌کشتی افزایش می‌یابد، به‌همین دلیل مواد قابل دسترس برای علف‌های هرز کاهش می‌یابد (Maitra *et al.*, 2019).

کنترل علف‌های هرز، یکی از مزایای مهم کشت مخلوط است. کشت مخلوط به‌طور قابل‌توجهی کاربرد علف‌کش را کاهش می‌دهد و این امر علاوه بر ارزش اقتصادی از اهمیت زیست محیطی به‌سزایی برخوردار است (Miao *et al.*, 2016). با توجه به اهمیت کشت مخلوط در تولید پایدار محصولات زراعی و کنترل علف‌های هرز، این تحقیق با هدف بررسی اثر کشت مخلوط کلزا- گلرنگ بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه زراعی کلزا انجام شد.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل و زمان اجرای آزمایش

آزمایش در سال ۱۳۹۴ در مزرعه‌ای در شهرستان مراغه اجرا شد. این منطقه در ارتفاع ۱۲۹۰ متری از سطح دریا با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و چهار دقیقه شرقی قرار گرفته و میزان بارندگی سالیانه آن ۲۴۳ میلی‌متر می‌باشد. میانگین دمای سالیانه ۱۴/۴ درجه سانتی‌گراد، میانگین بیشینه دمای سالیانه ۲۰/۷ درجه سانتی‌گراد، میانگین کمینه دمای سالیانه هشت درجه سانتی‌گراد می‌باشد. همچنین ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده شده است:

جدول ۱- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Soil characteristics at the test site

بافت خاک Soil texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	شن Sand (%)	ماده آلی Organic matter (%)	آهک Lime (%)	ازت کل Total nitrogen (%)	فسفر قابل جذب Available phosphorus (ppm)	پتاسیم قابل جذب Available potassium (ppm)
لومی- شنی Loamy- sandy	7.7	1.12	22	18	63	1.1	11.2	0.1	58	295

طرح آزمایشی و بذور مورد استفاده

کشت مخلوط براساس سری‌های افزایشی و جایگزینی انجام گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار انجام شد. فاکتور اول، کنترل علف‌های هرز در دو سطح کنترل کامل علف‌های هرز و عدم کنترل علف‌های هرز و فاکتور دوم، الگوهای مختلف کشت (کشت خالص کلزا و کشت خالص گلرنگ) بود. همچنین کشت مخلوط افزایشی با نسبت‌های ۵۰ درصد کلزا و تراکم بهینه گلرنگ، کشت مخلوط افزایشی با نسبت‌های ۷۵ درصد کلزا (۶۰ بذر در مترمربع) و تراکم بهینه گلرنگ (۶۰ بذر در مترمربع)، کشت مخلوط جایگزینی کلزا و گلرنگ با نسبت ۱:۱ و کشت مخلوط جایگزینی کلزا و گلرنگ با نسبت (۲:۱) بود. در این آزمایش صفات مربوط به کلزا اندازه‌گیری شد.

عملیات تهیه زمین و کاشت

مراحل آماده‌سازی زمین، شامل شخم اولیه در اواخر مهرماه و تسطیح زمین و کرت‌بندی در فروردین ماه بود. کاشت گلرنگ و کلزا، همزمان در اردیبهشت ماه با دست انجام شد. رقم مورد

استفاده برای گلرنگ، «رقم گلستان» بود و برای کلزا، «رقم شیرعلی» (تهیه شده از شرکت فردین کشت) بود. روش مورد استفاده در کشت مخلوط از نوع افزایشی و جایگزینی بود. کاشت به‌صورت کرتی با چهار ردیف کاشت و با فاصله بین ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بذور در روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر برای گلرنگ و برای کلزا با ۸ ردیف کاشت و با فاصله بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بذور در روی ردیف دو سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هر کرت کاشت به ابعاد ۲/۴×۲ متر و مساحت ۴/۸ مترمربع بود. بذور گلرنگ در عمق حدود کمتر از سه سانتی‌متر و کلزا در عمق حدود کمتر از ۱/۵ سانتی‌متر از سطح خاک کاشته شدند. روی بذرهای کلزا با توجه به ریزبودن بذرها با مقدار مناسب ماسه‌بادی پوشانده شد تا جوانه‌زنی آن‌ها به‌طور یکنواخت انجام گیرد. گلرنگ در کشت خالص با تراکم ۶۰ بوته در مترمربع و کلزا در کشت خالص با تراکم ۸۰ بوته در مترمربع کشت شد، که البته کلزا بسته به نسبت‌های کشت با تراکم بهینه و در کشت مخلوط افزایشی ۵۰:۱۰۰ (گلرنگ- کلزا) ۴۰ بذر در مترمربع با فاصله روی ردیف چهار سانتی‌متر، و گلرنگ با تراکم بهینه و در کشت مخلوط افزایشی ۷۵:۱۰۰ (گلرنگ- کلزا) ۶۰ بذر در مترمربع با فاصله روی ردیف سه سانتی‌متر در نظر گرفته شد (Shokati and Zehtab-salmasi, 2014).

برای کشت مخلوط جایگزینی در نسبت (۱:۱) یک ردیف گلرنگ و یک ردیف کلزا و در نسبت (۲:۱) دو ردیف گلرنگ و یک ردیف کلزا در نظر گرفته شد.

عملیات داشت

پس از کاشت به‌منظور جلوگیری از خشک‌شدن خاک و اختلال در جوانه‌زنی، آبیاری اولیه هر چهار روز یک‌بار و پس از آن، آبیاری با دور هفت روز تا پایان فصل رشد انجام گرفت. در مرحله پنج برگی هر دو گیاه تنک شدند تا تراکم مورد نظر حاصل گردد. در طول دوره رشد در خرداد ماه کود ازت خالص در مرحله به ساقه رفتن گیاهان به‌صورت سرک افزوده شد (۷۵ کیلوگرم در هکتار). کنترل علف‌های هرز در تیمارهای کنترل علف‌های هرز با دست، از تیر ماه به بعد هر هفته در طول فصل رشد ادامه یافت.

عملیات برداشت و اندازه‌گیری صفات

به‌منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد، برداشت نمونه‌های کلزا در اواخر پاییز به ابعاد یک مترمربع در هر کرت صورت گرفت. بدین صورت که در هر کرت پس از حذف ردیف‌های کناری و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای کرت به‌عنوان حاشیه، یک مترمربع به‌عنوان سطح نمونه‌برداری برای صفات عملکردی در واحد سطح درنظر گرفته شدند. صفات اندازه‌گیری شده در کلزا شامل تعداد خورجین در شاخه اصلی، فرعی، تعداد دانه در خورجین اصلی و فرعی، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه در واحد سطح بود.

تجزیه آماری

یکنواختی واریانس‌ها و نرمال بودن داده‌های به‌دست آمده، تست شدند و تجزیه واریانس داده‌ها به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. مقایسات میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. از نرم‌افزارهای MSTAT- C، SPSS و Excel برای انجام آزمون‌های آماری و رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج و بحث

براساس نتایج جدول (۲) تجزیه واریانس داده‌ها، اثر ساده کنترل علف‌های هرز بر تمامی صفات مورد بررسی در این پژوهش، در سطوح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود. این نشان‌دهنده اهمیت کنترل علف‌های هرز در بهبود عملکرد و کیفیت گیاهان زراعی است و تأکید می‌کند که مدیریت مؤثر علف‌های هرز می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر ویژگی‌های زراعی داشته باشد. از سوی دیگر، اثر ساده الگوی کاشت بر صفات تعداد دانه در خورجین شاخه فرعی و وزن هزاردانه غیر معنی‌دار بود. این موضوع می‌تواند به این معنا باشد که تغییر در الگوی کاشت، تأثیر چندانی بر این دو صفت نداشت. با این حال، اثر الگوی کاشت بر صفت تعداد دانه در خورجین شاخه اصلی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و این نشان می‌دهد که انتخاب الگوی مناسب کاشت می‌تواند بر این صفت تأثیر بگذارد. همچنین، در سایر صفات، اثر الگوی کاشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که نشان‌دهنده اهمیت آن در بهبود عملکرد کلی گیاهان زراعی است. علاوه‌براین، اثرمتقابل کنترل علف‌های هرز و الگوی کاشت در صفات تعداد دانه در خورجین

شـــاخه فرعی و وزن هزاردانه در ســـطح احتمال پنج درصـــد و همچنین بر عملکرد بیولوژیکی غیر معنی‌دار بود. این یـافتـه‌هـا می‌توانند نشان‌دهنده این باشند که در این موارد خاص، ترکیب این دو عامل تأثیر قابل‌توجهی بر نتایج نداشته است.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر الگوهای مختلف کشت و کنترل علف‌های‌هرز بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا

Table 2- Variance analysis of the effect of different cultivation patterns and weed control on rape yield and yield components

میانگین مربعات Mean Square								
منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	تعداد خورجین شاخه اصلی Number of pods on main branch	تعداد خورجین شاخه فرعی Number of pods on lateral branch	تعداد دانه در خورجین شاخه اصلی Number of seeds in pods in main branch	تعداد دانه در خورجین شاخه فرعی Number of seeds in pods in lateral branch	وزن هزاردانه 1,000 grain weight	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Repeat	2	10.4	2.6	0.5	3.6	0.02	119546	3186
کنترل علف‌های هرز Weed control (A)	1	776.8**	525.6**	13.6*	74.8**	5**	31417**	118791**
الگوی کاشت Planting pattern (B)	4	68.4**	66.9**	7.3*	0.8^{ns}	0.02^{ns}	152701**	286489**
A × B	4	22.9**	52.8**	11.6**	11*	0.1*	12712^{ns}	14152**
خطا Error	18	5.1	2	2.4	3.9	0.05	15138	2496
ضریب تغییرات CV (%)	-	8.9	10.1	8.3	10.4	10.4	6.9	11.3

ns، ** و * به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

ns, ** and *: non-significant, significant at p≤0.01 and p≤0.05, respectively

تعداد خورجین در شاخه اصلی و فرعی

مقایســـه میانگین داده‌ها نشـــان داد که بیشـــترین تعداد خورجین در شـاخه اصـلی کلزا مربوط به ترکیب تیماری کشـت مخلوط جایگزینی ۲:۱ (گلرنگ- کلزا) با کنترل کامل علف‌های هرز با میانگین ۳۳/۴ بود، که از لحاظ آماری با کشـــت مخلوط افزایشـــی ۱۰۰:۷۵ (گلرنگ- کلزا) و کشـــت خالص کلزا اختلاف معنی‌دار نداشـــت. کمترین تعداد خورجین مربوط به ترکیب تیماری کشـت مخلوط افزایشـی ۱۰۰:۷۵ (گلرنگ- کلزا) با عدم کنترل علف‌های هرز با میانگین ۱۷/۳ بود (شـــکل ۱). مقایســـه میانگین‌های اثرمتقابل کنترل علف‌های هرز در الگوی کاشـت بر تعداد خورجین در شـاخه فرعی نشـان داد که بیشـترین تعداد خورجین در شـاخه فرعی کلزا مربوط به ترکیب تیماری کشـت مخلوط جایگزینی ۲:۱ (گلرنگ- کلزا) با کنترل کامل علف‌های هرز با میانگین ۲۵/۳ بود. کمترین تعداد خورجین نیز مربوط به کشـت مخلوط افزایشـی ۱۰۰:۵۰ (گلرنگ- کلزا) با عدم کنترل علف‌های هرز با میانگین ۱۰ خورجین بود که از لحاظ آماری با ترکیب تیماری کشـــت خالص کلزا اختلاف معنی‌داری نداشـــت (شکل ۲).

تعـداد خورجین در گیـاه یکی از اجزای کلیـدی در تعیین عملکرد نهایی محصول محسوب می‌شود. این ویژگی از یک‌سو نشـــان‌دهنده تعداد دانه‌هایی اســـت که در هر خورجین تولید می‌شود و از سوی دیگر، نقش مهمی در تأمین مواد فتوسنتزی مورد نیاز برای رشد و توسعه دانه‌ها ایفا می‌کند. به‌عبارت دیگر، هرچه تعداد خورجین‌ها در یک گیاه بیشتر باشد، به‌طور طبیعی تعداد دانه‌ها نیز افزایش می‌یابد و این امر می‌تواند به افزایش عملکرد کلی گیاه کمک کند. براسـاس نتایج به‌دسـت آمده، در تیمار کشت خالص، تعداد خورجین‌ها به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته اســـت و این افزایش به‌تبع آن منجر به افزایش تعداد دانه در هر بوته می‌شود.

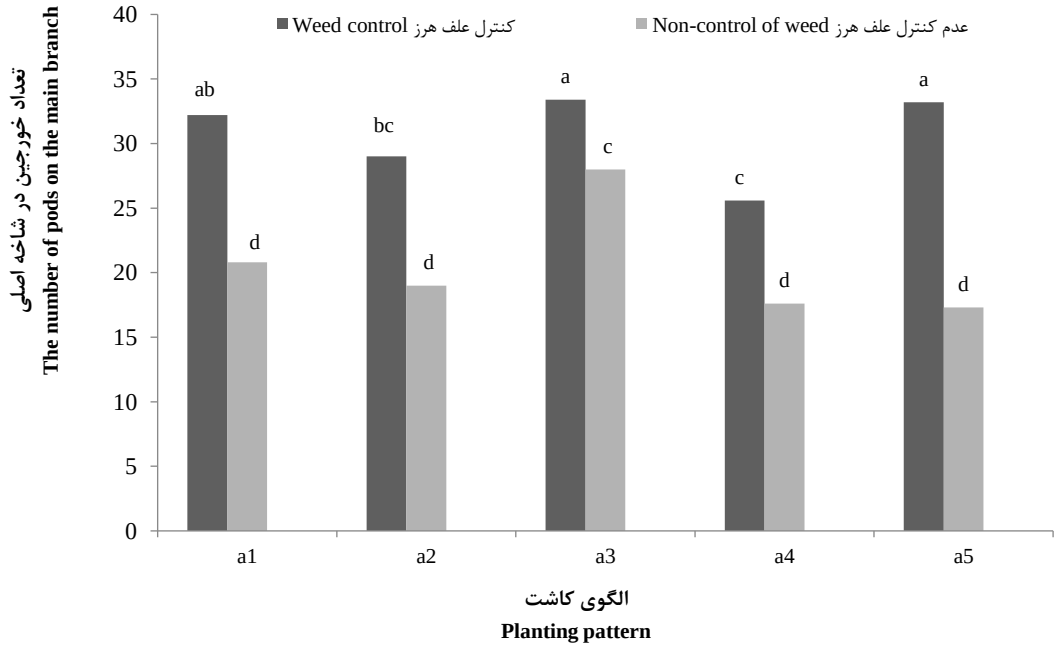
این پدیده به‌وضوح نشان‌دهنده این است که کشت خالص می‌تواند منجر به بهبود عملکرد گیاه نسـبت به سـایر الگوهای مختلف کشـــت مخلوط شـــود. به‌عنوان مثال، مطالعه‌ای تأیید

می‌کند که در شرایط کشت خالص، گیاهان قادر به تولید تعداد بیشتری خورجین و در نتیجه دانه‌های بیشتری هستند که این امر به افزایش عملکرد نهایی منجر می‌شود. همچنین، پژوهش‌های دیگری نیز در این زمینه وجود دارد که نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند (Rezaei-Chiyaneh *et al.*, 2015).

در مطالعه‌ای مشاهده شد که بیشترین تعداد کپسول در بوته‌ها در تیمار کشت خالص سیاهدانه و با کاربرد تلفیقی کودها به‌دست آمد. این نتایج نشان می‌دهند که ترکیب بهینه کشت و مدیریت منابع غذایی می‌تواند تأثیر مثبتی بر روی تولید خورجین و در نهایت عملکرد محصول داشته باشد (Rostaie *et al.*, 2015).

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کنترل علف‌های هرز و همچنین اثر الگوی کاشت بر تعداد دانه در خورجین شاخه اصلی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بودند. این نتایج تأکید می‌کند که مدیریت علف‌های هرز و انتخاب الگوی مناسب کاشت می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر تولید دانه در گیاهان زراعی داشته باشد. به‌ویژه، در شرایطی که علف‌های هرز به‌طور مؤثر کنترل شوند، گیاهان می‌توانند منابع بیشتری را به تولید دانه اختصاص دهند. علاوه‌براین، اثرمتقابل کنترل علف‌های هرز و الگوی کاشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). این یافته‌ها نشان‌دهنده پیچیدگی تعاملات بین این دو عامل و تأثیر آن‌ها بر صفات زراعی است. به‌عبارتی، نحوه ترکیب این دو عامل می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی بر تعداد دانه در خورجین تأثیر بگذارد.

تعداد دانه در خورجین شاخه اصلی و فرعی



شکل ۱- تأثیر برهمکنش اثر الگوهای مختلف کشت در کنترل علف‌هایهرز بر تعداد خورجین در شاخه اصلی

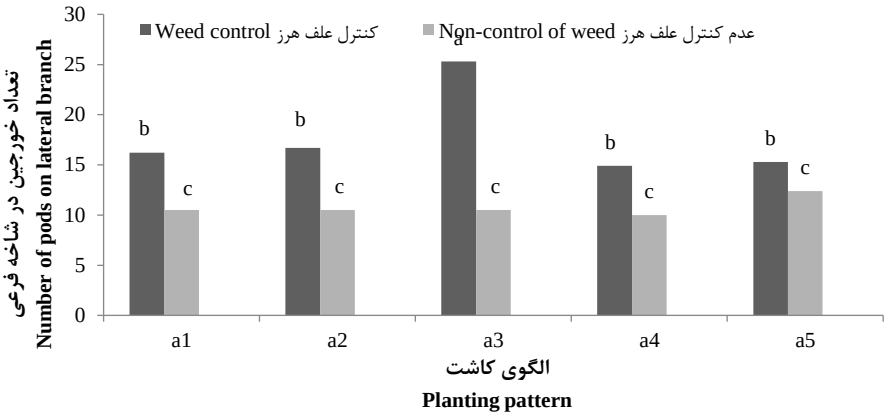
تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

a_1: کشت خالص کلزا، a_2: کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ گلرنگ و کلزا، a_3: کشت مخلوط جایگزینی ۲:۱ گلرنگ و کلزا، a_4: تراکم مطلوب گلرنگ (۶۰ بذر در مترمربع) + ۵۰ درصد تراکم مطلوب کلزا (۴۰ بذر در مترمربع)، a_5: تراکم مطلوب گلرنگ (۶۰ بذر در مترمربع) + ۷۵ درصد تراکم مطلوب کلزا (۶۰ بذر در مترمربع).

Figure 1- The interaction effect of the effect of different cropping patterns in controlling weeds on the number of weeds in the main branch

Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

a_1: pure cultivation of canola, a_2: mixed cultivation of 1:1 replacement of safflower and canola, a_3: mixed cultivation of 2:1 replacement of safflower and canola, a_4: optimal density of safflower (60 seeds/m^2) + 50% optimal density of canola (40 seeds/m^2), a_5: optimal density of safflower (60 seeds/m^2) + 75% Optimum density of canola (60 seeds/m^2)



شکل ۲- تأثیر برهمکنش اثر الگوهای مختلف کشت در کنترل علف‌هایهرز بر تعداد خورجین در شاخه فرعی

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

a_1: کشت خالص کلزا، a_2: کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ گلرنگ و کلزا، a_3: کشت مخلوط جایگزینی ۲:۱ گلرنگ و کلزا، a_4: تراکم مطلوب گلرنگ (۶۰ بذر در مترمربع) + ۵۰ درصد تراکم مطلوب کلزا (۴۰ بذر در مترمربع)، a_5: تراکم مطلوب گلرنگ (۶۰ بذر در مترمربع) + ۷۵ درصد تراکم مطلوب کلزا (۶۰ بذر در مترمربع).

Figure 2- The interaction effect of the effect of different cultivation patterns in controlling weeds on the number of weeds in the branch

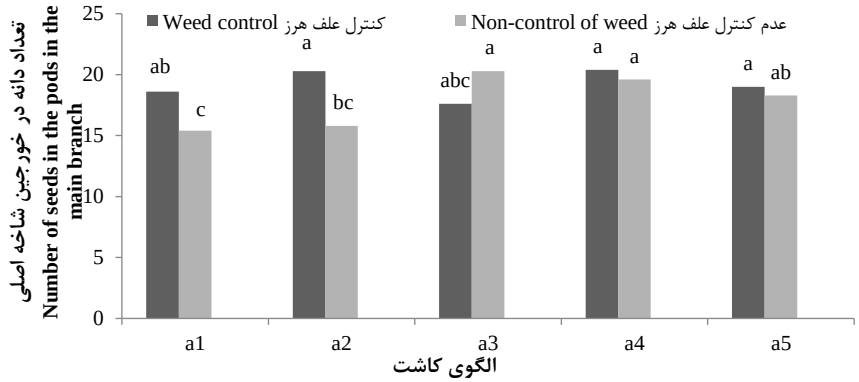
Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

a_1: pure cultivation of canola, a_2: mixed cultivation of 1:1 replacement of safflower and canola, a_3: mixed cultivation of 2:1 replacement of safflower and canola, a_4: optimal density of safflower (60 seeds/m^2) + 50% optimal density of canola (40 seeds/m^2), a_5: optimal density of safflower (60 seeds/m^2) + 75% Optimum density of canola (60 seeds/m^2)

مقایسه میانگین‌های اثرمتقابل کنترل علف‌های هرز در الگوی کاشت نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. به‌طوری‌که بیشترین تعداد دانه در خورجین شاخه اصلی کلزا مربوط به ترکیب تیماری کشت مخلوط افزایشی ۵۰:۱۰۰ (گلرنگ- کلزا) با کنترل کامل علف‌های هرز بود. این ترکیب به‌طور خاص نشان‌دهنده این است که در شرایط کنترل مؤثر علف‌های هرز، گیاهان می‌توانند به حداکثر پتانسیل تولید دانه خود دست یابند. علاوه‌براین، این تیمار از لحاظ آماری با کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ (گلرنگ- کلزا) اختلاف معنی‌داری نداشت که نشان‌دهنده این است که هر دو الگوی کاشت می‌توانند به‌طور مشابهی در شرایط کنترل علف‌های هرز، عملکرد خوبی داشته باشند. درمقابل، کمترین تعداد دانه در خورجین شاخه اصلی مربوط به ترکیب تیماری کشت خالص کلزا با عدم کنترل علف‌های هرز بود که با میانگین ۱۵/۴ دانه مشاهده شد (شکل ۳).

این یافته‌ها به‌وضوح نشان‌دهنده تأثیر منفی عدم کنترل علف‌های هرز بر تولید دانه و در نتیجه، عملکرد کلی گیاه هستند. نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، که اثرهای کنترل علف‌های هرز بر تعداد دانه در خورجین شاخه فرعی در سطح احتمال یک درصد و اثرمتقابل کنترل علف‌های هرز در الگوی کاشت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شدند، ولی اثر الگوی کاشت بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های اثرمتقابل کنترل علف‌های هرز در الگوی کاشت نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، به‌طوری‌که بیشترین تعداد دانه در خورجین شاخه فرعی کلزا مربوط به ترکیب تیماری کشت خالص کلزا با کنترل کامل علف‌های هرز با میانگین ۲۲/۳ بود که از لحاظ آماری با کشت مخلوط ۵۰:۱۰۰ (گلرنگ- کلزا) اختلاف معنی‌داری نداشت و همچنین کمترین تعداد دانه در خورجین مربوط به ترکیب تیماری کشت خالص کلزا با عدم کنترل علف‌های هرز با میانگین ۱۵ بود (شکل ۴). به‌نظر می‌رسد که این کاهش تعداد دانه در این ترکیب تیماری به‌دلیل تداخل علف‌های هرز باشد. کاهش در تعداد دانه می‌تواند به‌دلیل افزایش تراکم گیاهی و بروز رقابت درون‌گونه‌ای و برون‌گونه‌ای باشد، بالا بودن تعداد دانه در بوته در تیمار کشت خالص کلزا را می‌توان به بیشتر بودن تعداد خورجین آن نسبت داد. در مطالعه‌ای نشان داده شد که بیشترین تعداد دانه در بوته شنبلیله در کشت خالص و کمترین آن در کشت مخلوط نواری با نسبت ۱۲ ردیف زنیان و شش ردیف شنبلیله مشاهده شد.

به‌نظر می‌رسد دلیل کاهش تعداد دانه در تیمارهای افزایشی، وجود رقابت بین دو گونه باشد که با افزوده شدن بر نسبت سیاهدانه به‌عنوان گیاه فرعی این کاهش شدیدتر نیز شده است (Rezaei-Chiyaneh *et al.*, 2015).



شکل ۳- تأثیر برهمکنش اثر الگوهای مختلف کشت در کنترل علف‌های‌هرز بر تعداد دانه در خورجین شاخه اصلی

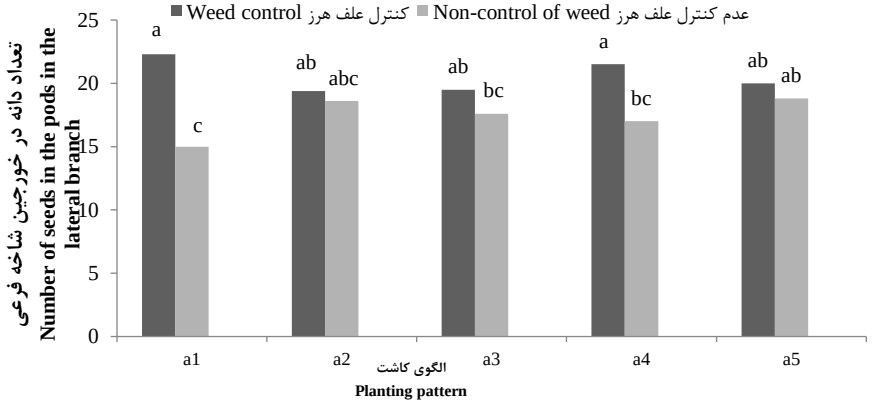
تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

a_1: کشت خالص کلزا، a_2: کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ گلرنگ و کلزا، a_3: کشت مخلوط جایگزینی ۲:۱ گلرنگ و کلزا، a_4: تراکم مطلوب گلرنگ (۶۰ بذر در مترمربع) + ۵۰ درصد تراکم مطلوب کلزا (۴۰ بذر در مترمربع)، a_5: تراکم مطلوب گلرنگ (۶۰ بذر در مترمربع) + ۷۵ درصد تراکم مطلوب کلزا (۶۰ بذر در مترمربع).

Figure 3- The interaction effect of different cultivation patterns in controlling weeds on the number of seeds in the main branch

Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

a_1: pure cultivation of canola, a_2: mixed cultivation of 1:1 replacement of safflower and canola, a_3: mixed cultivation of 2:1 replacement of safflower and canola, a_4: optimal density of safflower (60 seeds/m^2) + 50% optimal density of canola (40 seeds/m^2), a_5: optimal density of safflower (60 seeds/m^2) + 75% Optimum density of canola (60 seeds/m^2)



شکل ۴- تأثیر برهمکنش اثر الگوهای مختلف کشت در کنترل علف‌های هرز بر تعداد دانه در خورجین شاخه فرعی

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

a_1: کشت خالص کلزا، a_2: کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ گلرنگ و کلزا، a_3: کشت مخلوط جایگزینی ۲:۱ گلرنگ و کلزا، a_4: تراکم مطلوب گلرنگ (۶۰ بذر در مترمربع) + ۵۰ درصد تراکم مطلوب کلزا (۴۰ بذر در مترمربع)، a_5: تراکم مطلوب گلرنگ (۶۰ بذر در مترمربع) + ۷۵ درصد تراکم مطلوب کلزا (۶۰ بذر در مترمربع).

Figure 4- The interaction effect of different cultivation patterns in weed control on the number of seeds in sub-branch

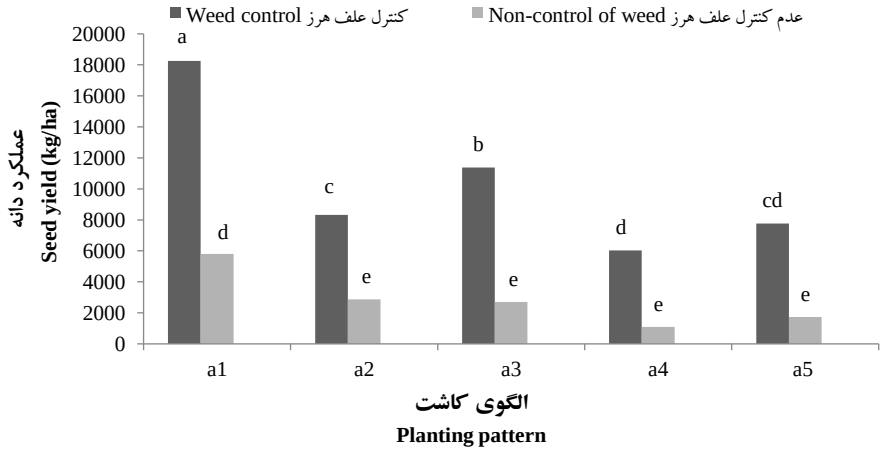
Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

a_1: pure cultivation of canola, a_2: mixed cultivation of 1:1 replacement of safflower and canola, a_3: mixed cultivation of 2:1 replacement of safflower and canola, a_4: optimal density of safflower (60 seeds/m^2) + 50% optimal density of canola (40 seeds/m^2), a_5: optimal density of safflower (60 seeds/m^2) + 75% Optimum density of canola (60 seeds/m^2)

عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرهای کنترل علف‌های هرز، اثر الگوی کاشت و همچنین اثرمتقابل کنترل علف‌های هرز در الگوی کاشت بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار هستند (جدول ۲). این یافته‌ها نشان‌دهنده اهمیت این عوامل در بهبود عملکرد دانه

گیاهان زراعی است و تأکید می‌کند که مدیریت صحیح علف‌های هرز و انتخاب الگوی کاشت مناسب می‌تواند به افزایش عملکرد محصولات کمک کند. مقایسه میانگین‌های اثرهای متقابل کنترل علف‌های هرز در الگوی کاشت نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه کلزا مربوط به ترکیب تیماری کشت خالص کلزا با کنترل کامل علف‌های هرز با ۲۷۸۶ کیلوگرم در هکتار بود. این نتیجه نشان‌دهنده این است که در شرایط کنترل مؤثر علف‌های هرز، گیاهان می‌توانند به حداکثر پتانسیل تولید دانه خود دست یابند. درمقابل، کمترین عملکرد دانه مربوط به ترکیب تیماری کشت مخلوط افزایشی ۵۰:۱۰۰ (گلرنگ- کلزا) با عدم کنترل علف‌های هرز و با مقدار ۶۵۴/۶ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۵). این نتایج به‌وضوح نشان‌دهنده تأثیر منفی عدم کنترل علف‌های هرز بر تولید دانه و عملکرد کلی گیاهان است. همچنین، بیشترین کاهش عملکرد مربوط به تیمار کشت مخلوط افزایشی ۵۰:۱۰۰ (گلرنگ- کلزا) با ۷۰/۴ درصد و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ (گلرنگ- کلزا) با ۲۷/۱ درصد بود. عملکرد دانه در کشت مخلوط و عدم کنترل علف‌های هرز نسبت به کشت خالص و کنترل کامل علف‌های هرز، کاهش معنی‌داری را نشان داد. به‌نظر می‌رسد که این کاهش عملکرد به‌دلیل افزایش رقابت در کشت مخلوط و کاهش منابع محیطی باشد. درواقع، در شرایط کشت مخلوط، گیاهان برای منابع محدود مانند نور، آب و مواد مغذی با یکدیگر رقابت می‌کنند و این رقابت می‌تواند به کاهش عملکرد منجر شود. به‌عنوان مثال، در مطالعه‌ای بر روی کشت مخلوط عدس و زیره سبز، بیشترین عملکرد دانه عدس را در کشت خالص عدس و کمترین عملکرد دانه را در کشت مخلوط نواری گزارش کردند (Jahani *et al.*, 2008). همچنین، در مطالعه دیگر بر روی کشت مخلوط زیره سبز و نخود، بالاترین عملکرد دانه را برای گیاه نخود در کشت خالص گزارش نمودند. این نتایج نشان‌دهنده این است که کشت خالص معمولاً به‌دلیل کاهش رقابت و افزایش دسترسی به منابع، عملکرد بهتری دارد (Abbasi Alikamar *et al.*, 2006). علاوه‌براین، در بررسی کشت مخلوط باقلا و جو، نشان داده شد که افزایش عملکرد بیولوژیکی در شرایط کنترل علف‌های هرز نسبت به شرایط عدم کنترل علف‌های هرز بیشتر بود. این یافته‌ها تأکید می‌کنند که مدیریت مؤثر علف‌های هرز و انتخاب الگوی مناسب کاشت می‌تواند به بهبود عملکرد و کیفیت محصولات زراعی کمک کند (Agegnehu *et al.*, 2006).



شکل ۵- تأثیر برهمکنش اثر الگوهای مختلف کشت در کنترل علف‌های‌هرز بر عملکرد دانه

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

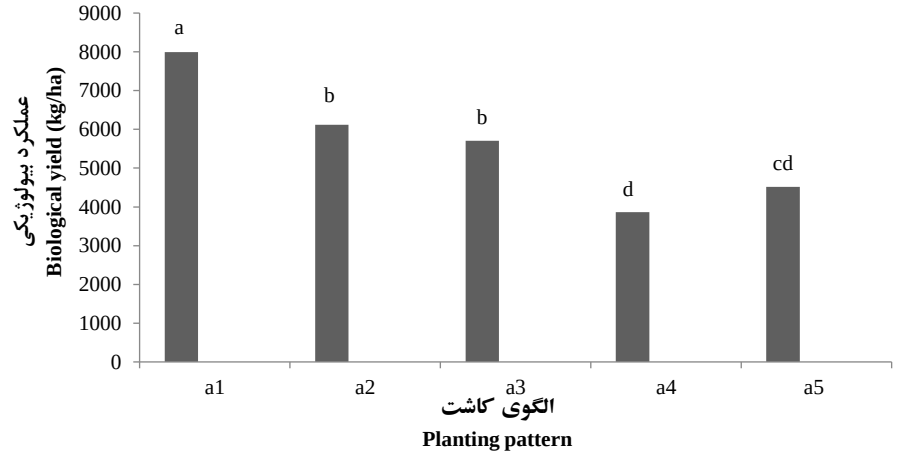
a_1: کشت خالص کلزا، a_2: کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ گلرنگ و کلزا، a_3: کشت مخلوط جایگزینی ۲:۱ گلرنگ و کلزا، a_4: تراکم مطلوب گلرنگ (۶۰ بذر در مترمربع) + ۵۰ درصد تراکم مطلوب کلزا (۴۰ بذر در مترمربع)، a_5: تراکم مطلوب گلرنگ (۶۰ بذر در مترمربع) + ۷۵ درصد تراکم مطلوب کلزا (۶۰ بذر در مترمربع).

Figure 5- The interaction effect of different cultivation patterns in weed control on seed yield

Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

a_1: pure cultivation of canola, a_2: mixed cultivation of 1:1 replacement of safflower and canola, a_3: mixed cultivation of 2:1 replacement of safflower and canola, a_4: optimal density of safflower (60 seeds/m^2) + 50% optimal density of canola (40 seeds/m^2), a_5: optimal density of safflower (60 seeds/m^2) + 75% Optimum density of canola (60 seeds/m^2)

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، که اثرهای کنترل علف‌های هرز و همچنین اثر الگوی کاشت بر عملکرد بیولوژیکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. این نتایج نشان‌دهنده اهمیت این دو عامل در تعیین عملکرد بیولوژیکی گیاهان زراعی است و تأکید می‌کند که مدیریت مؤثر علف‌های هرز و انتخاب الگوی مناسب کاشت می‌تواند به بهبود عملکرد کلی گیاهان کمک کند. درمقابل، اثرمتقابل کنترل علف‌های هرز در الگوی کاشت معنی‌دار نبود (جدول ۲)، که نشان‌دهنده این است که ترکیب این دو عامل تأثیر قابل‌توجهی بر روی عملکرد بیولوژیکی ندارد. مقایسه میانگین‌های اثر کنترل علف‌های هرز بر عملکرد بیولوژیکی در هکتار نشان داد که تیمار کنترل کامل علف‌های هرز با ۵۹۶۳ کیلوگرم دارای بیشترین عملکرد بود، درحالی‌که تیمار عدم کنترل علف‌های هرز با ۵۳۱۶ کیلوگرم کمترین عملکرد را داشت. این نتایج به‌وضوح نشان می‌دهد که کنترل علف‌های هرز می‌تواند تأثیر مثبت و قابل‌توجهی بر عملکرد بیولوژیکی گیاهان داشته باشد، زیرا علف‌های هرز می‌توانند با گیاهان زراعی برای منابع مانند نور، آب و مواد مغذی رقابت کنند و در نتیجه به کاهش عملکرد منجر شوند. علاوه‌براین، مقایسه میانگین‌های الگوی کاشت بر عملکرد بیولوژیکی در هکتار نشان می‌دهد که تیمار کشت خالص کلزا با ۷۹۹۰ کیلوگرم بیشترین عملکرد را داشت، درحالی‌که تیمار کشت مخلوط افزایشی ۵۰:۱۰۰ (گلرنگ- کلزا) با ۳۸۶۵ کیلوگرم کمترین عملکرد را به‌خود اختصاص داد (شکل ۶). این نتایج به‌وضوح نشان‌دهنده این است که کشت خالص به‌دلیل کاهش رقابت بین گونه‌ها و افزایش دسترسی به منابع، عملکرد بهتری نسبت به کشت مخلوط دارد. به‌نظر می‌رسد که رقابت برون‌گونه‌ای در کشت مخلوط باعث کاهش عملکرد بیولوژیکی در تیمار کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی شده باشد. این رقابت می‌تواند به‌دلیل رقابت برای منابع محدود مانند نور، آب و مواد مغذی باشد که در شرایط کشت مخلوط به‌وجود می‌آید. به‌عنوان مثال، براساس گزارشی در مورد نخود، افزایش طول دوره تداخل علف‌های هرز منجر به کاهش تجمع ماده خشک و تعداد شاخه در بوته می‌شود و در نهایت بیوماس گیاه زراعی را کاهش می‌دهد (Al-Thahabi *et al.*, 1994). همچنین، در مطالعه‌ای بر روی ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد کنجد و نخود در کشت مخلوط سری‌های جایگزینی اظهار کردند که کشت مخلوط کنجد نسبت به تک‌کشتی آن دارای عملکرد بیولوژیکی کمتری بود (Pouramir *et al.*, 2010).



شکل ۶- تأثیر الگوهای مختلف کشت بر عملکرد بیولوژیکی

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

a_1: کشت خالص کلزا، a_2: کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ گلرنگ و کلزا، a_3: کشت مخلوط جایگزینی ۲:۱ گلرنگ و کلزا، a_4: تراکم مطلوب گلرنگ (۶۰ بذر در مترمربع) + ۵۰ درصد تراکم مطلوب کلزا (۴۰ بذر در مترمربع)، a_5: تراکم مطلوب گلرنگ (۶۰ بذر در مترمربع) + ۷۵ درصد تراکم مطلوب کلزا (۶۰ بذر در مترمربع).

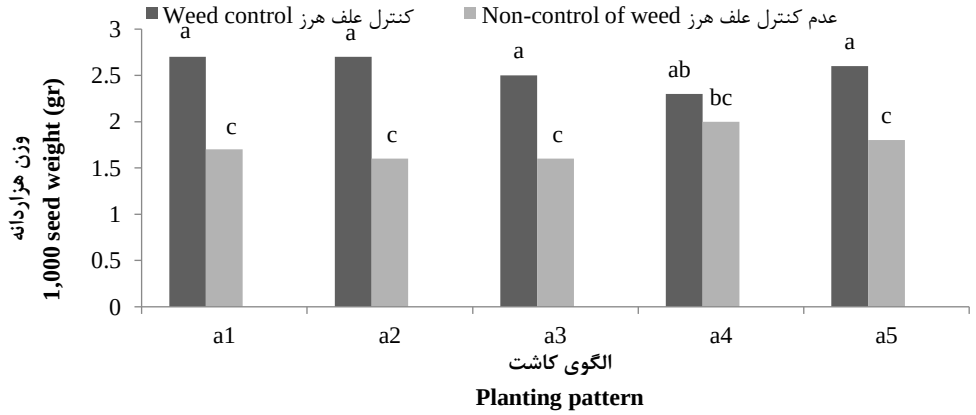
Figure 6- Effect of different cultivation patterns on biological performance

Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

a_1: pure cultivation of canola, a_2: mixed cultivation of 1:1 replacement of safflower and canola, a_3: mixed cultivation of 2:1 replacement of safflower and canola, a_4: optimal density of safflower (60 seeds/m^2) + 50% optimal density of canola (40 seeds/m^2), a_5: optimal density of safflower (60 seeds/m^2) + 75% Optimum density of canola (60 seeds/m^2)

وزن هزاردانه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرهای کنترل علف‌های هرز و همچنین اثرمتقابل کنترل علف‌های هرز در الگوی کاشت بر وزن هزاردانه به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد و ۵ درصد معنی‌دار هستند. این درحالی است که اثر الگوی کاشت به‌طور مستقل معنی‌دار نبود (جدول ۲). این یافته‌ها نشان‌دهنده اهمیت کنترل علف‌های هرز در بهبود ویژگی‌های زراعی، به‌ویژه وزن هزاردانه هستند. مقایسه میانگین‌های اثرمتقابل کنترل علف‌های هرز در الگوی کاشت نشان داد که ترکیب تیماری کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ (گلرنگ- کلزا) با کنترل کامل علف‌های هرز، با ۲/۷ گرم دارای بیشترین وزن هزاردانه بود. این تیمار از لحاظ آماری با کشت خالص کلزا اختلاف معنی‌داری نداشت، که نشان‌دهنده این است که در شرایط کنترل مؤثر علف‌های هرز، وزن هزاردانه می‌تواند به حداکثر پتانسیل خود نزدیک شود. درمقابل، ترکیب تیماری کشت مخلوط جایگزینی ۲:۱ (گلرنگ- کلزا) با عدم کنترل علف‌های هرز، کمترین وزن هزاردانه کلزا را با مقدار ۱/۶ گرم داشت که با ترکیب تیماری کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ (گلرنگ- کلزا) از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۷). به‌نظر می‌رسد که کاهش وزن هزار دانه در تیمارهای آلوده به علف‌های هرز به‌دلیل کاهش تعداد خورجین‌ها باشد. علف‌های هرز می‌توانند با رقابت برای منابع محدود مانند نور، آب و مواد مغذی، رشد و توسعه گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار دهند و درنتیجه، تعداد خورجین‌ها و دانه‌ها را کاهش دهند. وزن هزاردلنه می‌تولند تحت تأثیر جریان شیره پرورده گیاه به‌طرف گل‌آذین قرار گیرد. در این خصوص، مواد پرورده صرف پرشدن دانه‌ها پس از عمل گرده‌افشانی می‌گردد و احتمالاً بر روی تعداد دلنه‌های شکل‌گرفته تأثیر چندانی ندارد. در مطالعه‌ای نتایج مشابهی در مورد تداخل علف‌های هرز طبیعی مزرعه با کلزا گزارش شده است. این نتایج نشان می‌دهند که وجود علف‌های هرز می‌تولند به‌طور قابل‌توجهی بر وزن هزاردانه تأثیر بگذارد و به‌ویژه در شرایطی که رقابت برای منابع افزایش می‌یابد، این تأثیر بیشتر مشهود است (Hamzei, 2012). از سوی دیگر، افزایش وزن هزاردانه در کشت مخلوط شنبلیله و شوید نیز توسط سایر محققان گزارش شده است (Shokati and Zehtab-Salmasi, 2014). این یافته‌ها نشان‌دهنده این است که کشت مخلوط در برخی شرایط می‌تواند به بهبود وزن هزاردانه کمک کند، به‌خصوص زمانی‌که رقابت بین گونه‌ها به‌خوبی مدیریت شود و علف‌های هرز کنترل شوند.



شکل ۷- تأثیر برهمکنش اثر الگوهای مختلف کشت در کنترل علف‌های هرز بر وزن هزاردانه

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

a_1: کشت خالص کلزا، a_2: کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ گلرنگ و کلزا، a_3: کشت مخلوط جایگزینی ۲:۱ گلرنگ و کلزا، a_4: تراکم مطلوب گلرنگ (۶۰ بذر در مترمربع) + ۵۰ درصد تراکم مطلوب کلزا (۴۰ بذر در مترمربع)، a_5: تراکم مطلوب گلرنگ (۶۰ بذر در مترمربع) + ۷۵ درصد تراکم مطلوب کلزا (۶۰ بذر در مترمربع).

Figure 7- The interaction effect of different cultivation patterns in weed control on 1000 seed weight

Treatments with at least one common letter did not differ significantly from each other in Duncan test at the level of 5% probability.

a_1: pure cultivation of canola, a_2: mixed cultivation of 1:1 replacement of safflower and canola, a_3: mixed cultivation of 2:1 replacement of safflower and canola, a_4: optimal density of safflower (60 seeds/m^2) + 50% optimal density of canola (40 seeds/m^2), a_5: optimal density of safflower (60 seeds/m^2) + 75% Optimum density of canola (60 seeds/m^2)

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که مدیریت مؤثر علف‌های هرز و انتخاب الگوی مناسب کاشت، عوامل کلیدی در بهبود عملکرد و کیفیت کلزا هست. کنترل کامل علف‌های هرز به‌طور قابل‌توجهی می‌تواند به افزایش تعداد خورجین‌ها و در نتیجه تعداد دانه‌ها در گیاهان زراعی کمک کند. به‌ویژه، ترکیب تیماری کشت مخلوط جایگزینی ۲:۱ (گلرنگ- کلزا) با کنترل کامل علف‌های هرز، بالاترین تعداد خورجین و حداکثر پتانسیل تولید خود را تولید کرد. در شرایطی که علف‌های هرز کنترل نشوند، کاهش تعداد خورجین‌ها و دانه‌ها به‌وضوح مشاهده شد که به کاهش عملکرد کلی گیاهان منجر می‌شود. وزن هزاردانه نیز تحت تأثیر کنترل علف‌های هرز و الگوی کاشت قرار گرفت. در شرایط کنترل مؤثر علف‌های هرز، وزن هزاردانه به حداکثر پتانسیل خود نزدیک شد، درحالی‌که در تیمارهای آلوده به علف‌های هرز، کاهش وزن هزاردانه به‌دلیل کاهش تعداد خورجین‌ها و رقابت برای منابع مشاهده شد. کشت خالص با کنترل کامل علف‌های هرز به‌دلیل کاهش رقابت بین گیاهان زراعی و بهینه‌سازی استفاده از منابع محیطی، عملکرد دانه بیشتری دارد. در این نوع کشت، گیاهان به‌راحتی می‌توانند از نور، آب و مواد مغذی بهره‌برداری کنند، زیرا علف‌های هرز به‌عنوان رقبای غیرمفید وجود ندارند. همچنین، کنترل علف‌های هرز به بهبود کیفیت خاک و افزایش تهویه آن کمک می‌کند و خطر شیوع بیماری‌ها و آفات را کاهش می‌دهد. در نتیجه، گیاهان زراعی در شرایط بهتری رشد کرده و به حداکثر پتانسیل تولید دانه خود دست می‌یابند. این عوامل باعث می‌شوند که کشت خالص با کنترل کامل علف‌های هرز، عملکرد دانه بهتری نسبت به کشت‌های مخلوط یا بدون کنترل داشته باشد. جنبه نوآوری و تازگی این تحقیق در بررسی اثرات متقابل کنترل علف‌های هرز و الگوی کاشت بر عملکرد دانه است که به تحلیل دقیق تعاملات پیچیده بین این دو عامل می‌پردازد و می‌تولند به درک بهتری از بهینه‌سازی عملکرد دانه کمک کند. همچنین، استفاده از الگوهای کاشت متنوع و مقایسه کشت‌های مخلوط با کشت خالص، به شناسایی بهترین ترکیب‌ها برای افزایش عملکرد دانه می‌انجامد. این تحقیق با تجزیه‌وتحلیل دقیق داده‌ها و تأکید بر اهمیت مدیریت علف‌های هرز، راهکارهای عملی و نوینی را برای بهبود تولید در کشاورزی پایدار ارائه می‌دهد و نتایج آن می‌تواند به غنای علمی این حوزه و توسعه استراتژی‌های مؤثر در کشاورزی کمک کند.

سپاسگزاری

از دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز به‌خاطر همکاری‌های صمیمانه‌شان تشکر و قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان اظهار می‌نمایند که هیچ‌گونه تعارض منافعی در رابطه با نشر این مقاله وجود ندارد .

References

Abbasi Alikamar, R., Hejazi, A., Akbari, G.A., Kafi, M. and Zand, E., 2006. Study on different densities of cumin and chickpea intercropping with emphasis on weed control. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *4*, pp.83-94. [In Persian]. https://doi.org/10.22067/gsc.v4i1.1320

Agegnehu, G., Ghizaw, A. and Sinebo, W., 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in *Ethiopian highlands*. *European Journal of Agronomy*, *25*, pp.202-207. https://doi.org/10.1016/j.eja.2006.05.002

Al-Thahabi, S.A., Yasin, J.Z., Abu-Irmaileh, B.E., Haddad, N.I. and Saxena, M.C., 1994. Effect of weed removal on productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Med.) in a Mediterranean environment. *Journal of Agronomy and Crop Science*, *172*, pp.333-341. https://doi.org/10.1111/j.1439-037x.1994.tb00184.x

Aziz, M., Mahmood, A., Asif, M. and Ali, A., 2015. Wheat-based intercropping: a review. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, *25*, pp.896-907.

Franco, J.G., King, S.R., Masabni, J.G. and Volder, A., 2015. Plant functional diversity improves short-term yields in a low-input intercropping system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *203*, pp.1-10. https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.01.018

Hamzei, J., 2012. Evaluation of yield, spad index, landuse efficiency and system productivity index of barley (*Hordeum vulgare*) intercropped with bitter vetch (*Vicia ervilia*). *Journal of Crop Production and Processing*, *2*, pp.79-92. [In Persian]. http://dorl.net/dor/20.1001.1.22518517.1391.2.4.7.3

Hong, Y., Heerink, N., Zhao, M. and van der Werf, W., 2019. Intercropping contributes to a higher technical efficiency in smallholder farming: Evidence from a case study in Gaotai County, China. *Agricultural Systems*, *173*, pp.317-324. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.03.007

Jahani Kondori, M., Koocheki, A. and Nasiri mahalati, M., 2008. Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum*) and lentil (*Lens culinaris*). *Iranian Journal of Field Crops Research*, *6*, pp.67-78. [In Persian]. https://doi.org/10.22067/gsc.v6i1.1177

Kaur, N., Bhullar, M.S. and Gill, G., 2016. Weed management in sugarcane-canola intercropping systems in northern India. *Field Crops Research*, *188*, pp.1-9. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.01.009

Lowry, C.J. and Smith, R.G., 2018. Weed control through crop plant manipulations. In Non-chemical weed control (pp.73-96). *Academic Press.* https://doi.org/10.1016/b978-0-12-809881-3.00005-x

Maitra, S., Hossain, A., Brestic, M., Skalicky, M., Ondrisik, P., Gitari, H. and Sairam, M., 2021. Intercropping-A low input agricultural strategy for food and environmental security. *Agronomy*, *11*, pp.343. https://doi.org/10.3390/agronomy11020343

Maitra, S., Palai, J.B., Manasa, P. and Kumar, D.P., 2019. Potential of intercropping system in sustaining crop productivity. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, *12*, pp.39-45. https://doi.org/10.30954/0974-1712.03.2019.7

Maitra, S., Shankar, T. and Banerjee, P., 2020. Potential and advantages of maize-legume intercropping system. *Maize-Production and Use*, pp.1-14. https://doi.org/10.5772/intechopen.91722

Maitra, S., Zaman, A., Mandal, T.K. and Palai, J.B., 2018. Green manures in agriculture: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *7*, pp.1319-1327.

Miao, Q., Rosa, R.D., Shi, H., Paredes, P., Zhu, L., Dai, J. and Pereira, L.S., 2016. Modeling water use, transpiration and soil evaporation of spring wheat–maize and spring wheat–sunflower relay intercropping using the dual crop coefficient approach. *Agricultural Water Management*, *165*, pp.211-229. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.10.024

Pouramir, F., Nasiri mahalati, M., Koocheki, A. and Ghorbani, R., 2010. Assessment of sesame and chickpea yield and yield components in the replacement series intercropping. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *8*, pp.747-757. [In Persian]. https://doi.org/10.22067/gsc.v8i5.8016

Rezaei-Chiyaneh, I., Tajbakhsh, M. and Fotohi Chiyaneh, S., 2015. Yield and yield components of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) in strip intercropping with ajowan (*Carum copticum* L.) influenced by bio and chemical fertilizer. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *24*, pp.1-15. [In Persian].

Rostaie, M., Falah, S. and Souraki, A., 2015. Effect of fertilizer sources on growth, yield and yield components of fenugreek intercropped with black cumin. *Journal of Crop Production*, *7*, pp.222-197. [In Persian]. https://dorl.net/dor/20.1001.1.2008739.1393.7.4.11.0

Shokati, B. and Zehtab-salmasi, S., 2014. Effect of different intercropping patterns on yield and yield components of dill and fenugreek. *Azarian Journal of Agriculture*, *1*, pp.1-5.

Strickland, M.S., Leggett, Z.H., Sucre, E.B. and Bradford, M.A., 2015. Biofuel intercropping effects on soil carbon and microbial activity. *Ecological Applications*, *25*, pp.140-150. https://doi.org/10.1890/14-0285.1

Yilmaz, Ş., Özel, A., Atak, M. and Erayman, M., 2015. Effects of seeding rates on competition indices of barley and vetch intercropping systems in the Eastern Mediterranean. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *39*, pp.135-143. https://doi.org/10.3906/tar-1406-155