

Cultural Management of weeds and evaluation indices of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and Canola (*Brassica napus* L.) intercropping

Jalil Shafagh-Kolvanagh^{1*}, Fariborz Shekari², Abdullah Jawanmard³, Mina Amani⁴,
Zohreh Saeli-Ashan⁵, Mahnaz Sharifi⁶

Received: 12 September 2023

Accepted: 08 February 2024

- 1- Prof. of the Dept. of Plant Ecophysiology, Dept. of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2- Prof., of the Dept. of Plant Genetics and Production Engineering, Dept. of Crop Physiology, Maragheh University of Basic Sciences, Maragheh, Iran.
3- Assoc. Prof., Dept. of Production Engineering and Plant Genetics, Crop Ecology, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran.
4- PhD Student in Production and Post-Harvest Physiology of Horticultural Plants, Dept. of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
5- Master of Physiology of Crop Plants, 6- Ph.D. student of Crop Physiology, Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
*Corresponding Author Email: Shafagh.jalil@gmail.com

Abstract

Background & Objective: The objective of this research was to investigate the potential of weed control and to evaluate the index of intercropping safflower and canola.

Materials & Methods: The experiment was conducted as a factorial design within a randomized complete block design, comprising three replications. The first factor involved weed control at two levels: complete weed control and without weed control. The second factor consisted of different patterns of mixed cropping at four levels, including: mixed cropping of safflower and canola with replacement ratios of 1:1 and 2:1, as well as mixed cultivation of safflower and canola with ratios of 100:50 and 100:75. Additionally, pure cultivation of both safflower and canola was included in the study.

Results: In this research, it was observed that among the mixed cropping treatments, the 75:100 mixed cropping ratio was the most effective in terms of weed control. Among all the mixed cropping treatments, the highest mixed cropping evaluation index was recorded for the 1:1 replacement mixed cropping treatment with complete weed control, yielding a value of 1.71. Additionally, the highest relative value was associated with the 1:1 replacement mixed cropping treatment under complete weed control, which was 2.33. According to the results, among the various planting patterns, the highest seed yield was achieved with pure cultivation and complete weed control, showing no significant difference compared to the 1:1 replacement mixture (safflower-canola).

Conclusion: The evaluation of mixed cropping treatments using the land equivalent ratio (LER), relative yield total (RVT), and weed control efficiency indicated that mixed cropping patterns are superior to pure cultivation in terms of both production and economic value. Furthermore, the yield and yield components of safflower were significantly influenced by pure safflower cultivation and the weed control treatment.

Keywords: Dry weight of weeds, Economic value, Land equivalent ratio index, Pure cultivation, Relative value total



This is an open-access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

Copyright© 2025 Jalil Shafagh- kolvanagh, Email: shafagh.jalil@gmail.com
<http://doi.org/10.22034/SAPS.2024.58399.3115>



مدیریت زراعی علف‌های هرز و بررسی شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) و کلزا (*Brassica napus* L.)

جلیل شفق کلوانق^{۱*}، فریبرز شکاری^۲، عبدالله جوانمرد^۳، مینا امانی^۴، زهره سائلی‌اشان^۵، مهناز شریفی^۶

تاریخ دریافت: ۱۴/۰۶/۲۱	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۹
------------------------	-------------------------

- ۱- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، گرایش اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
- ۲- استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه علوم پایه مراغه، مراغه، ایران.
- ۳- دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.
- ۴- دانشجوی دکتری فیزیولوژی تولید و پس از برداشت گیاهان باغبانی، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
- ۵- کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
- ۶- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

*مسئول مکاتبه: Shafagh.jalil@gmail.com, Email: <https://orcid.org/0000-0001-5849-7943>

چکیده

مقدمه و اهداف: هدف از این پژوهش، بررسی پتانسیل کنترل علف‌های هرز و بررسی شاخص ارزیابی کشت مخلوط گلرنگ و کلزا بود.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اول شامل علف‌های هرز (با کنترل و بدون کنترل علف‌های هرز) و فاکتور دوم الگوهای مختلف کشت مخلوط در چهار سطح شامل کشت مخلوط جایگزینی گلرنگ و کلزا با نسبت‌های ۱:۱ و ۲:۱ و کشت مخلوط افزایشی گلرنگ و کلزا با نسبت‌های ۵۰:۱۰۰، ۷۵:۱۰۰ و کشت خالص گلرنگ و کلزا در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: در این پژوهش مشاهده گردید که در میان تیمارهای کشت مخلوط، کشت مخلوط افزایشی ۷۵:۱۰۰ از نظر کنترل علف‌های هرز موفقتر بوده است. در بین کلیه تیمارهای کشت مخلوط بیشترین میزان شاخص ارزیابی کشت مخلوط به تیمار کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ با کنترل کامل علف‌های هرز با مقدار ۱/۷۱ تعلق داشت. بیشترین ارزش نسبی به تیمار کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ با کنترل کامل علف‌های هرز (۲/۳۳) تعلق داشت. باتوجه به نتایج، از بین الگوهای مختلف کاشت، بیشترین عملکرد دانه در کشت خالص و کنترل کامل علف‌های هرز به دست آمد، به طوری که با سایر الگوهای کاشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ (گلرنگ-کلزا) اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

نتیجه‌گیری: ارزیابی تیمارهای کشت مخلوط با استفاده از شاخص نسبت برابری زمین، مجموع ارزش نسبی و کارایی کنترل علف‌های هرز نشان داد که الگوهای کشت مخلوط از نقطه نظر تولید و ارزش اقتصادی بر کشت خالص برتری دارند. همچنین عملکرد و اجزای عملکرد در گلرنگ تحت تأثیر کشت خالص گلرنگ و تیمار کنترل علف‌های هرز قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: ارزش اقتصادی، شاخص نسبت برابری زمین، کشت خالص، مجموع ارزش نسبی، وزن خشک علف‌های هرز

مقدمه

روغن‌های گیاهی از مهمترین منابع تأمین انرژی برای انسان به‌شمار می‌روند. دانه‌های روغنی پس از غلات دومین منبع غذایی مردم جهان را تشکیل می‌دهند، در این میان گیاه کلزا (Canola) با نام علمی (*B. napus*) به‌عنوان یکی از مهمترین گیاهان روغنی در سطح جهان مطرح است که افزایش سطح کشت و تولید آن در ۲۰ ساله اخیر قابل مقایسه با سایر گیاهان روغنی نمی‌باشد (نیکدل و همکاران ۲۰۲۳). گلرنگ با نام علمی (*C. tinctorius*) که با اهداف چندگانه برای روغن، دارو و مصارف صنعتی کشت و تولید می‌گردد (خان و همکاران ۲۰۰۳)، امروزه مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد بی‌رویه علفکش‌ها و مقاومت علف‌های هرز به آن‌ها در کشاورزی رایج، لزوم توسعه راهکارهای زراعی به‌عنوان یک روش ایمن‌تر و کم‌هزینه‌تر برای مدیریت علف‌های هرز قرار داده است (محمد دوست چمن آباد و بخشی ۲۰۱۶).

براین‌اساس یکی از تمهیدات مهم در کنترل علف‌های-هرز از دیدگاه کشاورزی پایدار، استفاده از کشت مخلوط محصولات زراعی مختلف با یکدیگر است. به‌طورکلی، بروز اثرات منفی ناشی از مصرف انواع نهاده‌های شیمیایی ازجمله علفکش‌ها بر کمیت و کیفیت ترکیبات مؤثره گیاهان، نیاز به بهره‌گیری از اصول اکولوژیک مانند کشت مخلوط در تولید پایدار این گیاهان امری ضروری به نظر می‌رسد (عباسی و نامداری ۲۰۲۲). کشت مخلوط یکی از مؤلفه‌های کشاورزی پایدار محسوب می‌شود و امروزه تمایل به کاربرد کشت مخلوط بیش از گذشته بوده و نتایج برخی از پژوهش‌ها نیز مزایا و اهمیت این شیوه کشت را آشکار می‌سازد. بشر تاکنون تدابیر گوناگونی اتخاذ کرده و با به‌کاربردن تکنولوژی، استفاده از ژنتیک، دادن کودهای شیمیایی فراوان، مصرف سموم گیاهی مختلف و غیره توانسته است بخشی از نیاز به مواد غذایی را به‌صورت منطقه‌ای برآورده کند. شیوه‌های رایج، تولید آینده را به قیمت افزایش تولید فعلی به خطر انداخته است (ریبعی و فرحدر ۲۰۲۰)؛ بنابراین، علائم زوال و نابودی در گذر زمان، شرایط موردنیاز برای تولید پایدار را بیش‌ازپیش آشکار کرده است. باتوجه‌به مشکلات زیست‌محیطی

ناشی از افزایش تولید، امروزه گرایش به سمت نظام‌های پایدار در کشاورزی اهمیت پیدا کرده است. مهمترین اصل در کشاورزی پایدار، وجود تنوع در آن است. چنانچه فعالیت‌های کشاورزی براساس اصول اکولوژیکی صورت گیرد، ضمن جلوگیری از تخریب اکوسیستم‌های طبیعی موضوع ثبات و پایداری نیز تحقق می‌یابد (حمزه‌ای و سیدی ۲۰۱۷)؛ بنابراین، باید به فکر تأمین مواد غذایی، بدون آلوده نمودن محیط زیست بود. کشت مخلوط الگوی اقتباس شده از سیستم‌های پایدار طبیعی گیاهان ازجمله مراتع و جنگل‌های بکر و دست‌نخورده می‌باشد که نشان می‌دهد همواره ترکیب گونه‌ها را بر حالت تک گونه‌ای ترجیح می‌دهد. این نوع کشت، به‌دلیل استفاده بهینه و حداکثر از منابع تولید، کاهش میزان آلودگی محیط زیست، حفاظت خاک، موازنه در امر تغذیه گیاهی و به‌دست آوردن حداکثر سود، اهداف مشترک اگرونومیست و اکولوژیست را که همانا توسعه پایدار است در برمی‌گیرد. کاهش وابستگی کشاورزان به آفتکش‌ها، به‌شرط حفظ کیفیت محصول و بازارپسندی آن، یکی از اهداف اصلی کشت مخلوط در کشاورزی پایدار است (حمزه‌ای و سیدی ۲۰۱۷). در این روش از منابع به‌طور کارآمدی استفاده می‌شود، خطرات عوامل محیطی و هزینه تولید کاهش می‌یابد و ثبات اقتصادی برای کشاورزان فراهم می‌شود. در تحقیقی با بررسی اثر الگوهای کشت مخلوط گل سرخارگل و لوبیا نشان داده شد که بهره‌گیری از کشت مخلوط موجب افزایش ماده خشک گل در گلدهی کامل سرخارگل‌های دوساله گردید و استفاده از کشت مخلوط در افزایش تولید ماده خشک اندام‌های گیاه موفقتر بود (اسدی و همکاران ۲۰۱۹). در تحقیق شفق و همکاران (۲۰۲۳) تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در کشت خالص بالنگوی شهری بیشترین مقدار بود. نیکدل و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه خود نشان دادند که الگوی کشت مخلوط بالنگوی شهری و نخود در کشت انتظاری در شرایط آب و هوایی سقر مناسب بود و می‌تواند به‌عنوان الگوی کشت مخلوط مناسب پیشنهاد شود. براین اساس هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی امکان کشت مخلوط گلرنگ و کلزا در شرایط اقلیمی شهرستان مراغه و تعیین بهترین الگوی

کشت مخلوط از نظر عملکرد و درآمد اقتصادی و مهار علف‌های هرز در رابطه با این دو گیاه در منطقه موردکشت، ارزیابی سودمندی احتمالی کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی این دو گیاه در حالت کشت مخلوط نسبت به کشت خالص براساس شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط در شرایط اقلیمی شهرستان مراغه بود.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل و زمان اجرای آزمایش

آزمایش در سال زراعی 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 ۴ 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 ۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

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 ۳ تکرار و ۱۲ تیمار انجام شد. فاکتور اول شامل کنترل علف‌های هرز در دو سطح با کنترل و بدون کنترل کامل علف‌های هرز و فاکتور دوم شامل الگوهای مختلف کشت، کشت خالص کلزا و کشت خالص گلرنگ و همچنین الگوهای مختلف کشت مخلوط در چهار سطح به‌صورت سطوح کشت مخلوط افزایشی جزئی با نسبت‌های ۵۰ درصد کلزا و تراکم بهینه گلرنگ، ۷۵ درصد کلزا و تراکم بهینه گلرنگ و کشت مخلوط جایگزینی کلزا و گلرنگ با نسبت ۱:۱ و کشت مخلوط جایگزینی کلزا و گلرنگ با نسبت ۲:۱ در نظر گرفته شد.

عملیات تهیه زمین، کاشت و داشت

مراحل آماده‌سازی زمین شامل شخم اولیه، در اواخر مهرماه و تسطیح زمین و کرت‌بندی و تفکیک بلوک‌های آزمایش در فروردین ماه صورت پذیرفت. عملیات کاشت

گلرنگ و کلزا به‌طور همزمان در اردیبهشت ماه و با دست انجام شد. رقم مورد استفاده برای گلرنگ، رقم گلستان بود و برای کلزا، رقم شیرعلی بود که از شهرستان کرمانشاه تهیه شدند. 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 هشت 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 ۲×۲/۴ 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 باتوجه به ریزبودن بذرها با مقدار مناسب ماسه‌بادی پوشانده شد تا جوانه‌زنی آن‌ها به‌طور یکنواخت انجام گیرد. گلرنگ در کشت خالص با تراکم هفت بوته در مترمربع و کلزا در کشت خالص با تراکم ۸۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد که البته کلزا بسته به نسبت‌های کشت در کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰:۵۰ (گلرنگ - کلزا) ۴۰ بذر در مترمربع با فاصله روی ردیف چهار سانتی‌متر و گلرنگ با تراکم بهینه و در کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰:۷۵ (گلرنگ - کلزا) ۶۰ بذر در مترمربع با فاصله روی ردیف سه سانتی‌متر در نظر گرفته شد و برای کشت مخلوط جایگزینی در نسبت (۱:۱) یک ردیف گلرنگ و دو ردیف کلزا و در نسبت (۲:۱) دو ردیف گلرنگ و دو ردیف کلزا در نظر گرفته شد. پس از کاشت به‌منظور جلوگیری از خشک شدن خاک و اختلال در جوانه‌زنی، دو آبیاری اولیه هر چهار روز یکبار و پس از آن، آبیاری با دور هفت روز تا پایان فصل رشد انجام گرفت. در مرحله پنج‌برگی هر دو گیاه تنک شدند تا تراکم موردنظر حاصل گردد. در طول دوره رشد کود نیتروژن خالص در مرحله ساقه رفتن گیاهان به‌صورت سرک افزوده شد (۳۱ کیلوگرم در هکتار). کنترل علف‌های هرز در تیمارهای مربوط به وجین با دست، از تیرماه هر هفته در طول فصل رشد ادامه یافت. فهرست علف‌های هرز در تیمارهای بدون کنترل در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- فهرست علف‌های هرز در تیمارهای بدون کنترل گلرنگ - کلزا

نام فارسی	نام علمی	نام تیره
سلمه‌تره	<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae
یونجه	<i>Medicago sativa</i> L.	Fabaceae
بارهنگ	<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae
هویج وحشی	<i>Daucus carota</i> L.	Apiaceae
شنگ معمولی	<i>Tragopogon collinus</i> L.	Asteraceae
شنگ اسبی	<i>Scorzonera</i> L.	Asteraceae
گاو چاق کن	<i>Lactuca serriola</i> L.	Asteraceae
کنگر صحرایی	<i>Cirsium arvensis scop</i> L.	Asteraceae
مرغ	<i>Cynodon dactylon</i> L.	Poaceae
چسبک	<i>Setaria viridis</i> L.	Poaceae
قیاق	<i>Sorghum halepense</i> L.	Poaceae
گاو پنبه	<i>Abutilon theophrasti medic</i> L.	Malvaceae
توق	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Asteraceae
پیچک صحرایی	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae
کاسنی	<i>Cichrorium intybus</i> L.	Asteraceae
ترشک	<i>Rumex alpinus</i> L.	Polygonaceae
جارو قزوینی	<i>Kochia scoparia</i> L.	Amaranthaceae
تاج‌خروس	<i>Amaranthus retroflous</i> L.	Amaranthaceae
قاصدک	<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i> L.	Asteraceae
علف هفت‌بند	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Polygonaceae
خرفه	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae
پاغازه	<i>Falcaria vulgaris</i>	Violaceae

به‌منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد دانه، برداشت نمونه‌های گلرنگ و کلزا به ابعاد یک مترمربع در هر کرت در هفته آخر مرداد ماه 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 در نظر گرفته شدند. همچنین به تعداد پنج بوته از سطح باقیمانده نمونه‌برداری به‌طور تصادفی انجام شد.

صفات موردبررسی در طول دوره رشدی گیاه

صفاتی که در طول فصل رشد مورد اندازه‌گیری قرار گرفت، ارتفاع، تراکم و وزن خشک علف‌های هرز بودند. جهت نمونه‌برداری از علف‌های هرز از داخل هر پلات به-وسیله کوادرات یک مترمربع، کل علف‌های هرز موجود در تیمارهای بدون کنترل از سطح خاک بریده شده و

برای اندازه‌گیری ارتفاع و تراکم علف‌های هرز، همه علف‌های هرز شمارش شده و ارتفاع آن‌ها یادداشت گردید. برای اندازه‌گیری وزن خشک علف‌های هرز، به مدت ۴۸ ساعت در آونی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و پس از طی این مدت از آون خارج نموده و سپس با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۰۱ توزین و داده‌ها ثبت گردیدند.

عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی تک بوته

برداشت نهایی در یک بوته انجام گردید. سپس وزن دانه و وزن خشک گیاه اندازه‌گیری شده و به‌عنوان عملکرد تک بوته ثبت شد.

شاخص برداشت

شاخص برداشت با استفاده از رابطه [۱] محاسبه شد:

$$(HI) = \frac{\text{عملکرد اقتصادی}}{\text{وزن خشک اندام هوایی} + \text{عملکرد اقتصادی}} \times 100 \quad (\text{رابطه ۱})$$

شاخص ارزیابی کشت مخلوط

جهت ارزیابی سودمندی کشت مخلوط از شاخص نسبت برابری زمین (Land equivalent ratio: LER) بر مبنای عملکرد بیولوژیکی هر دو گیاه از رابطه [۲] [۳] [۴] استفاده شد (مائو و همکاران ۲۰۱۲):

$$LER(T) = LER(a) + LER(b) \quad [2]$$

$$LER(a) = Yab / Yaa \quad [3]$$

$$LER(b) = Yba + Ybb \quad [4]$$

LER (T): نسبت برابری کل زمین، LER (a): نسبت برابری زمین گونه A، LER (b): نسبت برابری زمین گونه B. Yab: عملکرد گونه A در کشت مخلوط، Yaa: عملکرد گونه A در کشت خالص، Yba: عملکرد گونه B در کشت مخلوط، Ybb: عملکرد گونه B در کشت خالص.

برای محاسبه مجموع ارزش نسبی (Relative value total (RVT) از رابطه [۵] بهره‌گیری شد:

$$RVT = (aP_1 + bP_2) / aM_1 \quad [5]$$

در این رابطه P_1 و P_2 به ترتیب عملکرد گونه‌های اول و دوم در کشت مخلوط و M_1 عملکرد گونه اول در کشت خالص و a و b به ترتیب قیمت گیاه اول و گیاه دوم می‌باشد.

اگر $RVT > 1$ باشد، کشت مخلوط بهتر است. در صورتی که $RVT < 1$ باشد، کشت خالص دارای مزیت اقتصادی خواهد بود و کشت خالص ترجیح داده می‌شود. البته باید توجه داشت که اگر $LER < 1$ باشد، محاسبه RVT ضرورتی ندارد (جوانشیر و همکاران ۲۰۰۰).

برای محاسبه کارایی کنترل علف‌های هرز (Weed control efficiency: WCE) توسط تیمارهای کشت مخلوط نیز از رابطه [۶] استفاده شد.

$$WCE = [(WDW_c - WDW_i) / WDW_c] \times 100 \quad [6]$$

در این رابطه WDW_c و WDW_i به ترتیب بیوماس علف‌های هرز در تیمار کشت خالص گلرنگ بدون کنترل علف‌های هرز و بیوماس علف‌های هرز در تیمار کشت مخلوط می‌باشد (بانیک و همکاران ۲۰۰۶).

تجزیه آماری

یکنواختی واریانس‌ها و نرمال بودن داده‌های به دست آمده تست شدند و تجزیه آماری داده‌ها شامل تجزیه واریانس به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. مقایسات میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. از نرم‌افزارهای MSTAT-C، Spss16 و Excel برای انجام آزمون‌های آماری و رسم نمودارها استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر الگوی کاشت بر وزن خشک، ارتفاع و تراکم علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

وزن خشک علف‌های هرز

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر الگوی کشت بر وزن خشک علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های الگوی کاشت بر وزن خشک علف‌های هرز نشان داد که تیمار کشت خالص گلرنگ با ۲۴/۲ گرم در مترمربع دارای بیشترین و تیمار کشت خالص کلزا با ۲/۱ گرم در مترمربع دارای کمترین وزن خشک علف‌های هرز می‌باشد (شکل ۱). در تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰:۷۵ (گلرنگ - کلزا) نیز با ۳/۵ گرم در مترمربع و تیمار کشت مخلوط جایگزینی ۲:۱ (گلرنگ - کلزا) با ۴ گرم در مترمربع نیز دارای کمترین وزن خشک می‌باشد. بیشترین وزن خشک در علف‌های هرز سلمه‌تره با ۲۱۶/۶ گرم در مترمربع مربوط به تیمار کشت خالص گلرنگ بود. در الگوی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی کمترین وزن خشک جمعیت علف‌های هرز و بالاترین بهره‌وری در کنترل علف‌های هرز به دست آمد. همچنین نتایج این بررسی‌ها نشان داد که تغییر در ترکیب گونه‌های زراعی اثر معنی‌داری بر وزن خشک علف‌های هرز داشت و با افزایش تنوع گیاهی، وزن خشک

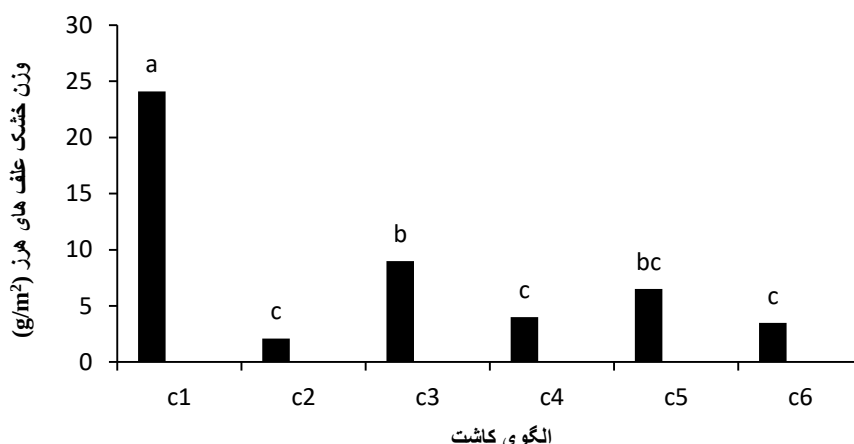
می‌یابد و به همان نسبت سهم گیاه زراعی از آن‌ها کاهش می‌یابد. وزن خشک علف‌های هرز معیار مناسب‌تر و کاربردی‌تر نسبت به تعداد علف‌های هرز به شمار می‌رود (محمدی ۲۰۰۲).

علف‌های هرز کاهش یافت، به‌طوری که کمترین وزن خشک علف‌های هرز در ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط مشاهده شد (عزیزی ۲۰۰۹). با افزایش وزن خشک، سهم علف‌های هرز از عوامل محیطی مؤثر بر رشد افزایش

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر الگوی کاشت بر صفات موردبررسی

میانگین مربعات			درجه آزادی	منابع تغییر
تراکم علف- های هرز	ارتفاع علف‌های- هرز	وزن خشک علف‌های- هرز		
۳/۵	۷۴/۶	۱۱	۲	تکرار
۷۲/۸**	۶۳/۲**	۲۲۵**	۵	الگوی کاشت
۲/۲	۱۴/۶	۵/۵	۱۰	خطا
۱۶/۶	۱۵/۵	۲۷/۸	-	ضریب تغییرات (%)

ns، * و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیرمعنی‌دار است.



شکل ۱- اثر الگوهای کشت بر میانگین وزن خشک علف‌های هرز

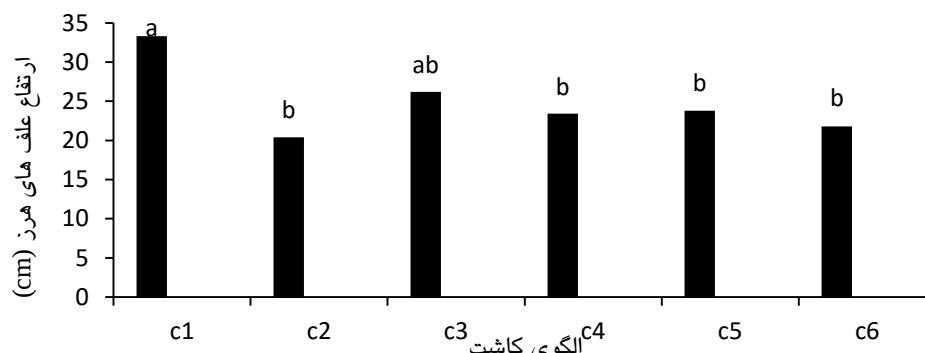
حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

C1: خالص گلرنگ، C2: خالص کلزا، C3: مخلوط جایگزینی ۱:۱، C4: مخلوط جایگزینی ۲:۱، C5: تراکم بهینه گلرنگ + ۵۰ درصد تراکم بهینه کلزا، C6: تراکم بهینه گلرنگ + ۷۵ درصد تراکم بهینه کلزا.

ارتفاع علف‌های هرز با ۷۳ سانتی‌متر علف‌های هرز گاوپنبه از گونه‌های مختلف، مربوط به تیمار کشت مخلوط افزایشی ۵۰:۱۰۰ (گلرنگ - کلزا) بود که در میان آن‌ها هم ارتفاع علف‌های هرز جaro قزوینی هم ۶۶/۶ سانتی‌متر بود و بقیه به سایر علف‌های هرز اختصاص پیدا کرد. طبق پژوهش‌های انجام شده، کشت مخلوط با سایه‌اندازی و خفه کردن علف‌های هرز و در برخی موارد با ویژگی آللوپاتیک گیاهان زراعی، از رشد و گسترش علف‌های هرز جلوگیری می‌کند (لیبمن و دایک ۱۹۹۳).

ارتفاع علف‌های هرز

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر الگوی کشت بر ارتفاع علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های الگوی کاشت بر ارتفاع علف‌های هرز نشان داد که تیمار کشت خالص گلرنگ با ۳۳/۳ سانتی‌متر دارای بیشترین تیمار کشت خالص کلزا با ۲۰/۴ سانتی‌متر دارای کمترین ارتفاع می‌باشد (شکل ۲). تیمار کشت مخلوط افزایشی ۷۵:۱۰۰ (گلرنگ - کلزا) نیز با ۲۱/۸ سانتی‌متر باعث کاهش معنی‌دار در ارتفاع علف‌های هرز گردید. بیشترین



شکل ۲- اثر الگوهای کشت بر میانگین ارتفاع علف‌های هرز

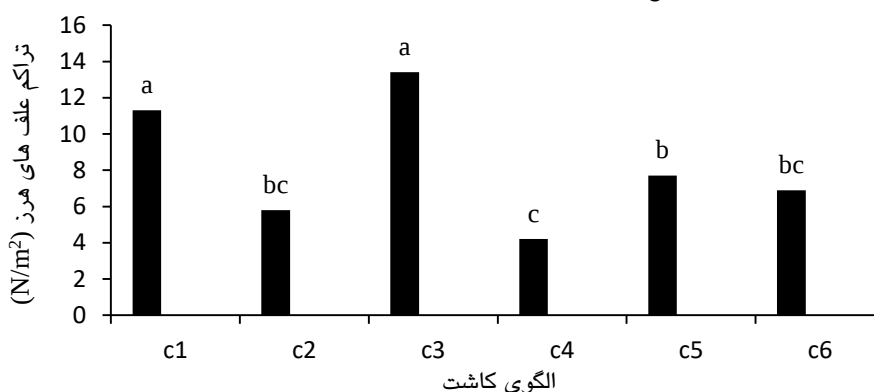
حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

c1: خالص گلرنگ، c2: خالص کلزا، c3: مخلوط جایگزینی ۱:۱، c4: مخلوط جایگزینی ۲:۱، c5: تراکم بهینه گلرنگ + ۵۰ درصد تراکم بهینه کلزا، c6: تراکم بهینه گلرنگ + ۷۵ درصد تراکم بهینه کلزا.

تراکم علف‌های هرز

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر الگوی کشت بر تراکم علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های الگوی کشت بر تراکم علف‌های هرز نشان داد که تیمار کشت خالص گلرنگ با میانگین ۱۱/۳ دارای بیشترین و تیمار کشت مخلوط جایگزینی ۲:۱ (گلرنگ - کلزا) با میانگین ۴/۲ دارای کمترین تراکم می‌باشد (شکل ۳). بالاترین تراکم علف‌های هرز با ۱۴۰/۶۶ علف‌های هرز سلمه‌تره از گونه‌های مختلف، مربوط به تیمار کشت مخلوط ۱:۱ (گلرنگ - کلزا) بود که در بین آن‌ها تراکم علف‌های هرز قیاق با ۷۱/۳ در مترمربع بود و بقیه به

سایر علف‌های هرز اختصاص پیدا کرد. بررسی اثر کشت مخلوط این دو گیاه به دلیل پوشش بهتر و متراکم‌تر بر سطح زمین باعث افزایش قدرت رقابت گیاهان زراعی برای استفاده از نور، آب و سایر منابع محیطی در مقایسه با کشت خالص شده که در نهایت، باعث کاهش تنوع و تراکم علف‌های هرز در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص شد (گومز و گورویچ ۲۰۰۵). در کشت ارزن به-عنوان گیاه همراه با سویا گزارش کردند که ارزن به سبب قدرت پنجه‌زنی بالا قادر است از رشد علف‌های هرز به طور چشمگیری جلوگیری به عمل آورد و در کاهش جمعیت آن‌ها مؤثر باشد (ساماراجیوا و همکاران ۲۰۰۶).



شکل ۳- میانگین تراکم علف‌های هرز تحت تأثیر تیمار الگوهای مختلف کشت

حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

c1: خالص گلرنگ، c2: خالص کلزا، c3: مخلوط جایگزینی ۱:۱، c4: مخلوط جایگزینی ۲:۱، c5: تراکم بهینه گلرنگ + ۵۰ درصد تراکم بهینه کلزا، c6: تراکم بهینه گلرنگ + ۷۵ درصد تراکم بهینه کلزا.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر الگوهای مختلف کشت و کنترل علف‌های هرز بر صفات اندازه‌گیری شده در گلرنگ

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		عملکرد بیولوژیکی تک بوته	عملکرد دانه تک بوته
تکرار	۲	۱۱/۱	۳/۴
کنترل علف هرز (A)	۱	۳۱۱۰/۶**	۷۰۹**
الگوی کشت (B)	۴	۴۲۹/۳**	۸۹/۸۸**
A*B	۴	۲۱۹/۳**	۸۲/۲**
خطا	۱۸	۲/۵	۰/۹
ضریب تغییرات (%)	-	۶/۳	۱۴/۲
		۸	۱/۸۱

*, ** و ^{ns} به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیرمعنی‌دار است.

عملکرد بیولوژیکی تک بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر الگوهای کاشت و کنترل علف‌های هرز و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد بیولوژیکی تک بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کنترل علف‌های هرز در الگوی کاشت نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد که بیشترین عملکرد بیولوژیکی تک‌بوته مربوط به ترکیب تیماری کشت خالص گلرنگ با کنترل کامل علف‌های هرز با ۵۵/۹ گرم و همچنین کمترین عملکرد مربوط به کشت مخلوط جایگزینی ۲:۱ (گلرنگ - کلزا) با عدم کنترل علف‌های هرز با ۸/۷ گرم بود (شکل ۴). تونا و اورکا (۲۰۰۷) در کشت مخلوط ماشک با یولاف گزارش کرده‌اند که عملکرد بیولوژیکی هر یک از گیاهان کشت شده در کشت مخلوط به‌طور معنی‌داری در مقایسه با کشت خالص آن‌ها کاهش یافته است. در بررسی کشت مخلوط باقلا و جو، افزایش عملکرد بیولوژیکی در شرایط کنترل علف‌های هرز نسبت به شرایط عدم کنترل علف‌های هرز بیشتر بود (آقیقنه و همکاران ۲۰۰۶). در یک بررسی دیگر نشان داده شد که کشت خالص شنبلیله در بین الگوهای مختلف کاشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله، دارای بالاترین عملکرد بیولوژیکی بود (رضوانی مقدم و مرادی ۲۰۱۱). نتایج مطالعه دیگری روی عملکرد و اجزای عملکرد کنجد و

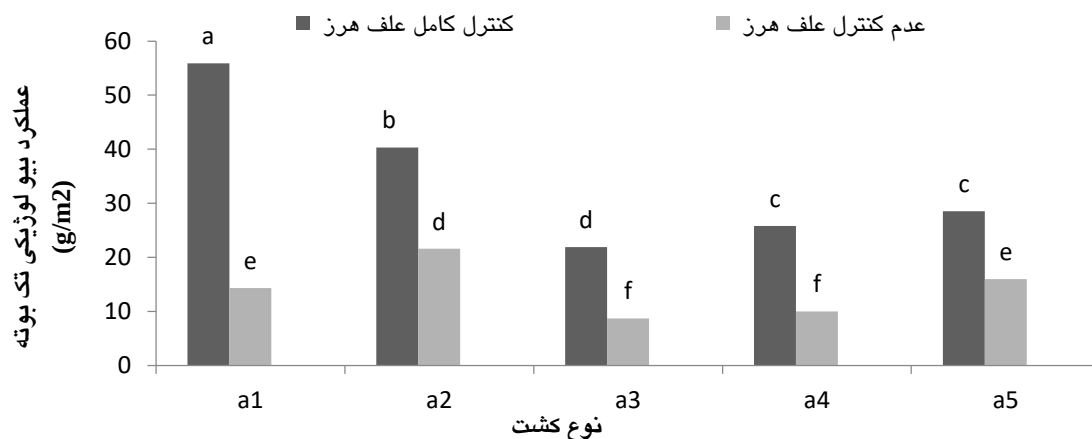
نخود در کشت مخلوط سری‌های جایگزینی مشخص نمود که کشت مخلوط کنجد نسبت به کشت خالص آن دارای عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه کمتری بود، همچنین با کاهش تراکم کنجد در کشت مخلوط از عملکرد بیولوژیکی و دانه آن به میزان بیشتری کاسته شد (پورامیر و همکاران ۲۰۱۰).

عملکرد دانه تک بوته

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر الگوهای کاشت و کنترل علف‌های هرز و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه تک بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های اثر متقابل کنترل علف‌های هرز در الگوی کاشت نشان داد که بین تیمارهای آزمایشی در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به‌طوری که بیشترین کمترین عملکرد دانه تک بوته گلرنگ به ترتیب مربوط به ترکیب تیماری کشت خالص با کنترل کامل علف‌های هرز با ۲۴/۹ گرم و کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰:۵۰ (گلرنگ - کلزا) با عدم کنترل علف‌های هرز با ۱/۴ گرم است (شکل ۵). به نظر می‌رسد که دلیل بیشتر بودن عملکرد دانه در کشت خالص و کنترل علف‌های هرز در اختیار بودن فضای بیشتر برای گلرنگ نسبت به کشت مخلوط و عدم حضور علف‌های هرز به عنوان عوامل رقابت‌کننده برای گلرنگ در بهره‌گیری از فضا و منابع موجود می‌باشد. در

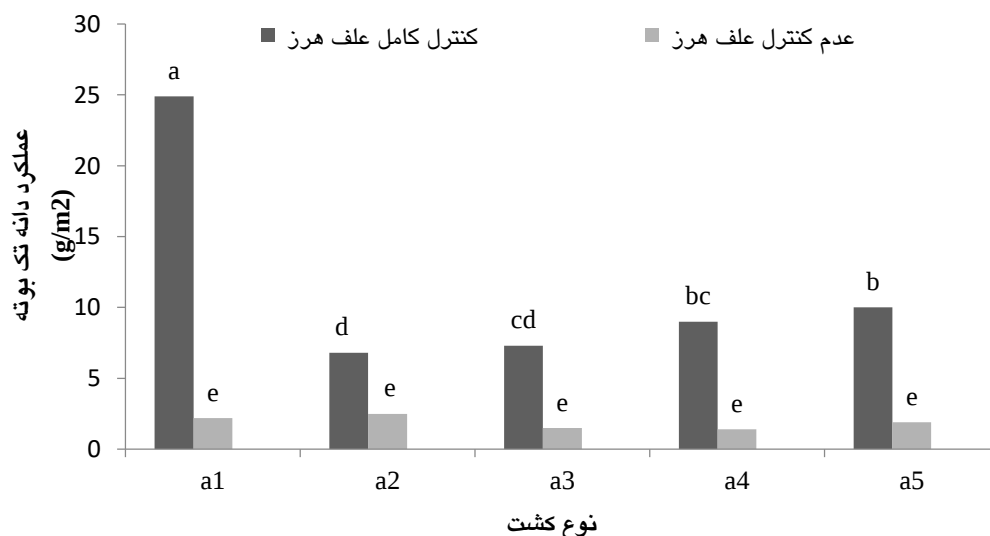
تحقیقی دیگر، عملکرد جو به طور معنی داری تحت تأثیر نسبت های کشت مخلوط با ماشک گل خوشه ای قرار گرفت، به طوری که افزایش درصد ماشک از ۲۰ درصد در کشت مخلوط درهم به ۱۰۰ درصد در کشت خالص موجب کاهش ۵۴ درصدی عملکرد دانه جو گردید (اسدی

و خرمدل ۲۰۱۳). در یک مطالعه نیز نشان داده شد که کشت خالص لوبیا در بین تیمارهای مختلف کشت مخلوط و خالص لوبیا و ریحان بذری، دارای بالاترین عملکرد دانه بود (علیزاده و همکاران ۲۰۰۹).



شکل ۴- تأثیر برهمکنش الگوهای مختلف کشت در کنترل علف های هرز بر عملکرد بیولوژیکی تک بوته گلرنگ

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.
a1: کشت خالص گلرنگ، a2: کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ گلرنگ و کلزا، a3: کشت مخلوط جایگزینی ۲:۱ گلرنگ و کلزا، a4: تراکم مطلوب گلرنگ + ۵۰ درصد تراکم مطلوب کلزا، a5: تراکم مطلوب گلرنگ + ۷۵ درصد تراکم مطلوب کلزا.



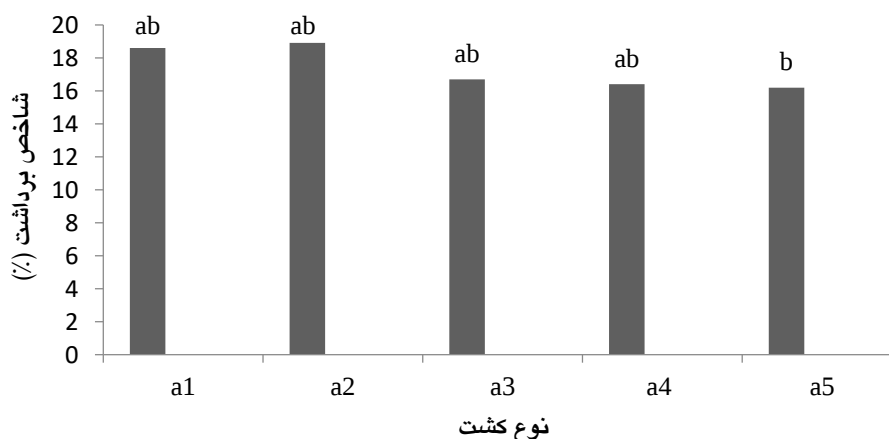
شکل ۵- تأثیر برهمکنش الگوهای مختلف کشت در کنترل علف های هرز بر عملکرد دانه تک بوته گلرنگ

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.
a1: کشت خالص گلرنگ، a2: کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ گلرنگ و کلزا، a3: کشت مخلوط جایگزینی ۲:۱ گلرنگ و کلزا، a4: تراکم مطلوب گلرنگ + ۵۰ درصد تراکم مطلوب کلزا، a5: تراکم مطلوب گلرنگ + ۷۵ درصد تراکم مطلوب کلزا.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر الگوهای مختلف کشت بر شاخص برداشت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، ولی اثرهای کنترل علف‌های هرز و اثر متقابل آن‌ها بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که تیمار کنترل کامل علف‌های هرز با ۱۷/۹ درصد بیشترین تیمار عدم کنترل علف‌های هرز با ۱۶/۸ درصد کمترین شاخص برداشت را دارا می‌باشند. همچنین مقایسه میانگین‌های الگوی کاشت بر شاخص برداشت نشان داد که تیمار کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ (گلرنگ - کلزا) با ۱۸/۹ درصد بیشترین شاخص برداشت را دارد که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با تیمار کشت خالص نداشت. همچنین تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰:۷۵ (گلرنگ - کلزا) با ۱۶/۲ درصد کمترین شاخص برداشت را دارا بود (شکل ۶). شاخص برداشت دلالت بر میزان زیست توده گیاهی تخصیص یافته به دانه دارد؛ بنابراین

معیار مناسبی برای میزان تقسیم ذخایر بین ساختار رویشی و زایشی است. افزایش شاخص برداشت گیاهان زراعی در سیستم‌های کشت مخلوط، اغلب از طریق بهبود ظرفیت گونه‌های مخلوط برای افزایش جذب و مصرف فیزیولوژیکی منابع توسط آن‌ها حاصل می‌شود. خان و عبدالخالق (۲۰۰۴) در بررسی الگوهای کشت خالص و مخلوط روی ماش که بیشترین شاخص برداشت را برای کشت خالص ماش و کمترین شاخص برداشت ماش را در الگوهای مختلف کشت مخلوط گزارش کردند. اختلاف در شاخص برداشت را می‌توان به تفاوت در اجزای عملکرد و یا افزایش عملکرد بیولوژیکی نسبت داد. شاخص برداشت بالاتر در تیمارهای کشت مخلوط می‌تواند نشان‌دهنده برتری این نوع کشت نسبت به کشت خالص باشد. میرشکاری (۲۰۱۰) نیز بیان کردند، که شاخص برداشت زنیان در تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود. این محققین کمترین مقدار شاخص برداشت را در کشت خالص گزارش کردند.



شکل ۹- تأثیر الگوهای مختلف کشت بر شاخص برداشت

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

a1: کشت خالص گلرنگ، a2: کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ گلرنگ و کلزا، a3: کشت مخلوط جایگزینی ۲:۱ گلرنگ و کلزا، a4: تراکم مطلوب گلرنگ + ۵۰ درصد تراکم مطلوب کلزا، a5: تراکم مطلوب گلرنگ + ۷۵ درصد تراکم مطلوب کلزا.

معیارهای ارزیابی کشت مخلوط

نسبت برابری زمین

معیاری که اغلب جهت داوری در مزیت کشت مخلوط مورد استفاده قرار می‌گیرد نسبت برابری زمین می‌باشد.

این نسبت میزان سطح زمین لازم در تک‌کشتی را برای تولید مساوی با کشت مخلوط توصیف می‌کند (جدول ۴). نسبت برابری زمین را در تیمارهای مختلف کشت مخلوط نشان می‌دهد. کلیه تیمارهای کشت مخلوط، نسبت

قرار می‌دهد. کلیه تیمارهای کشت مخلوط مجموع ارزش نسبی، بیشتر از یک داشتند که نشان‌دهنده سودمندی اقتصادی این نسبت‌های کاشت درمقایسه با کشت خالص است. بالاترین مجموع ارزش نسبی به تیمار کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ (گلرنگ - کلزا) با کنترل کامل علف‌های - هرز با مقدار ۲/۳۳ تعلق داشت و کمترین مقدار آن در تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰:۵۰ (گلرنگ - کلزا) با کنترل کامل علف‌های هرز با مقدار ۱/۰۹ به‌دست آمد (جدول ۴).

کارایی کنترل علف‌های هرز

باتوجه به جدول ۴ مشاهده می‌شود که تیمارهای کشت مخلوط جایگزینی (گلرنگ - کلزا) با نسبت‌های ۱:۱ و ۱:۲ و تیمارهای کشت مخلوط افزایشی (گلرنگ - کلزا) با نسبت‌های ۱۰۰:۵۰ و ۱۰۰:۷۵ دارای شاخص کارایی کنترل علف هرز به ترتیب ۶۳/۷، ۸۳/۴ و ۷۳ و ۸۵/۴ بودند. به نظر می‌رسد که اجرای کشت مخلوط کلزا با گلرنگ، توان این گیاهان در رقابت با علف‌های هرز را افزایش داده و ضمن مهار مطلوب علف‌های هرز، کارایی سیستم زراعی در استفاده از منابع افزایش یافته و در نتیجه عملکرد کل سیستم نسبت به تیمار عدم کنترل علف‌های - هرز افزایش یافته است. در واقع، با افزایش تراکم گیاه کلزا در مزرعه گلرنگ، سطح زمین سریع‌تر توسط گیاهان زراعی پوشیده شد و از دسترسی علف‌های هرز به نور عبور کرده از لابه‌لای شاخ‌وبرگ کانوپی گلرنگ به سمت زمین، جلوگیری شد. اجرای کشت مخلوط جو و نخودفرنگی، گزارش شد که با افزایش تراکم گیاه همراه در مزرعه گیاه اصلی، تراکم و بیوماس علف‌های هرز به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. علت کاهش بیوماس و تراکم علف‌های هرز در کشت مخلوط، به افزایش توان رقابتی گیاهان زراعی با علف‌های هرز نسبت داده شده است (هاگارد و همکاران ۲۰۰۶). در بررسی کشت مخلوط نخود و غلات بهاره، گزارش شد که تراکم و بیوماس علف هرز با اجرای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی به طور قابل توجهی کاهش یافت. آن‌ها علت این امر را اثر مکملی گیاهان زراعی در کشت مخلوط دانستند که باعث افزایش توان رقابتی گیاهان زراعی با علف‌های - هرز می‌شود. همچنین، در مقایسه شاخص کارایی کنترل

برابری زمین بالاتری نسبت به کشت خالص هر دو گیاه داشتند به‌جز تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰:۵۰ (گلرنگ - کلزا) که کمتر از یک بود. بیشترین میزان نسبت برابری زمین به تیمار کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ (گلرنگ - کلزا) با کنترل کامل علف‌های هرز با مقدار ۱/۷۱ تعلق داشت. به این معنی که برای دستیابی به همین مقدار عملکرد از کشت خالص این دو گیاه به ۱/۷۱ هکتار زمین نیاز است و ۰/۷۱ هکتار زمین صرفه‌جویی شده است. کمترین نسبت برابری زمین نیز در کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰:۵۰ (گلرنگ - کلزا) با کنترل کامل علف‌های - هرز با مقدار ۰/۸۷ مشاهده شد که این امر از رقابت گلرنگ و کلزا در استفاده از نور و منابع موجود ناشی شد. کشت مخلوط زمانی سودمند است که عملکرد دانه مخلوط، بیشتر از حداکثر محصول تک کشتی باشد. اضافه عملکرد به‌دست آمده را می‌توان به استفاده بهتر از منابع موجود توسط دو گیاه و اختلاف مورفولوژیکی بین آن‌ها و کمتر بودن علف‌های هرز در الگوی کاشت مخلوط نسبت داد (حمایتی و همکاران ۲۰۰۲). در این تحقیق هر دو گونه به طور جزئی تحت تأثیر منفی کشت مخلوط قرار گرفتند، با وجود این دو محصول توانستند کاهش عملکرد یکدیگر را جبران کنند و بدین سبب نسبت برابری زمین به‌غیر از تیمار کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰:۵۰ (گلرنگ - کلزا) در تمامی تیمارها بیشتر از یک بود که نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است. کاهش دفعات وجین علف‌های هرز در کشت مخلوط گندم و نخود (بانیک و همکاران ۲۰۰۶) گزارش شده است. کشت مخلوط ذرت با سبزیجات موجب تولید نسبت برابری زمین به میزان ۱/۷۷ می‌شود و به دلیل پوشش بهتر زمین علف‌های هرز بهتر کنترل می‌شود (ماکینده و همکاران ۲۰۰۹).

مجموع ارزش نسبی

در دنیای امروز تعیین الگوی کشت گیاهان زراعی، بیشتر از عملکرد بر اساس عوامل اقتصادی انجام می‌پذیرد؛ بنابراین در صورت مواجه شدن تولیدکننده با مشکلات مالی کشت مخلوط باید با مطلوب‌ترین شرایط تک‌کشتی دو گیاه زراعی قابل رقابت باشد. مجموع ارزش نسبی، کشت مخلوط را از نظر ارزش مالی مورد ارزیابی

گلزا) از ۲۳ درصد برتری برخوردار بود (دیویکایت و همکاران ۲۰۰۹).

علف‌های هرز مشخص گردید که تیمار کشت مخلوط افزایشی ۷۵:۱۰۰ (گلرنگ - گلزا) با ۸۵/۴ درصد، بیشترین کارایی را در کنترل علف‌های هرز دارد، به‌طوری‌که در مقایسه با تیمار کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ (گلرنگ -

جدول ۳- مقادیر WCE و RVT, LER

معیار ارزیابی کشت مخلوط					تیمارها
کارایی کنترل علف هرز (WCE)	مجموع ارزش نسبی (RVT)	شاخص نسبت برابری زمین (LER)	عملکرد نسبی گلرنگ	عملکرد نسبی گلرنگ	الگوی کاشت
-	۲/۳۳	۱/۷۱	۰/۷۶	۰/۹۵	b ₁
-	۱/۶۳	۱/۲۶	۰/۴۵	۰/۸۱	b ₂
-	۱/۰۹	۰/۸۷	۰/۲۸	۰/۵۹	b ₃
-	۱/۳۶	۱/۰۶	۰/۳۷	۰/۶۹	b ₄
۶۲/۷	۲/۰۱	۱/۶۲	۰/۶۹	۰/۹۳	b ₁
۸۳/۴	۱/۵۶	۱/۲۸	۰/۵	۰/۷۸	b ₂
۷۳	۱/۱۵	۰/۹۷	۰/۳۲	۰/۶۵	b ₃
۸۵/۴	۱/۴۱	۱/۱۶	۰/۴۲	۰/۷۴	b ₄

b₁: کشت مخلوط جایگزینی ۱:۱ گلرنگ و گلزا، b₂: کشت مخلوط جایگزینی ۲:۱ گلرنگ و گلزا، b₃: تراکم مطلوب گلرنگ + ۵۰ درصد تراکم مطلوب گلزا، b₄: تراکم مطلوب گلرنگ + ۷۵ درصد تراکم مطلوب گلزا.

سپاسگزاری

لازم است از دانشگاه تبریز که در فراهم‌آوردن امکانات لازم جهت اجرای این تحقیق همکاری داشته‌اند، تشکر و قدردانی گردد.

منابع مورد استفاده

- Abbasi R and Namdari M. 2022. Study of soybean (*Glycine max* (L) Merrill) and chia (*Salvia hispanica* L.) competition in the different intercropping ratios based on replacement method. Plant Production, 45(1): 1-14. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22055/ppd.2022.37720.1986>
- 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: 202-207. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2006.05.002>
- Alizadeh Y, Kouchehi A, and Nasiri Mahallati M. 2009. Effect yield, and potential yield components and weed control two plant in intercropping bean (*Phaseolus vulgaris*) seed basil (*Ocimum basilicum*). Iranian Journal of Field Crops Research, 7: 533-541. (In Persian with English Abstract). <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20081472.1388.7.2.21.1>
- Asadi GA, and Khorramdeli S. 2013. Effects of different ratio of barley and hairy vetch intercropping on yield, plant nitrogen content, weed population and diversity. Crop Production, 7: 131-156. (In Persian with English abstract)
- Asadi-Sanam S, Zavareh M, Pirdashti H, Sefidkon F and Nematzadeh GA. 2019. Evaluation of phytochemical properties of purple coneflower [*Echinacea purpurea* (L.) Moench] flowers in intercropping with green beans and different summer time planting dates. Iranian Journal of Horticultural Science, 50: 61-76.

- Azizi G. 2009. Evaluation of nutrient resource and crop diversity interaction on agrobiodiversity in different mixed cropping systems. PhD Thesis, faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Abstract).
- Banik P, Midya A, Sarkar BK and Ghose SS. 2006. Wheat and chick ped intercropping systems in additive series experiment: advantages and smothering. *European Journal Agronomy*, 24: 324-332. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2005.10.010>
- Deveikyte I, Kadziulienė Z and Sarunait L. 2009. Weed suppression ability of spring cereal crops and peas in pure and mixed stands. *Agronomy Research*, 7: 239-244.
- Gomez P and Gurevitch J. 2005. Weed community responses in a corn- soybean intercrop. *Opulus Press*, 1: 281-288. <http://dx.doi.org/10.2307/1478958>
- Hamzei J and Seyedi M. 2017. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Yield performance under additive intercropping with Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and different tillage systems. *Journal of Agroecology*, 10(2): 416-429. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22067/jag.v10i2.54047>
- Hauggaard-Nielsen H, Andersen MARK, Bjornsgaard B and Jensen ES. 2006. Density and relative frequency effects on competitive interactions and resource use in pea-barley intercrops. *Field Crops Research*, 95: 256-267. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2005.03.003>
- Hemayati S, Siadat A and Sadeghzadeh F. 2002. Evaluation of intercropping of two corn hybrids in different densities. *Iranian Journal of Agriculture Sciences*, 25: 73-87. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22059/ijfcs.2015.56805>
- Javanshir A, Dabagh Mohammadi Nasab A, Hamidi A and Qolipour M. 2000. Ecology of mixed cropping (translation). Jihad University Press, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Abstract).
- Khan MA, witzk-Eberechts Maass BL and Beeker HC. 2003. Evaluation of a world wide collection of safflowers for morphological diversity and Fatty acid composition. Technological and Institutional innovations for sustainable. rural development. Deutscher tropentage, Gottingen.
- Liebman M and Dyck E. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Journal of applied Ecology*, 3: 92-122. <https://doi.org/10.2307/1941795>
- Makinde EA, Ayoola OT and Makinde EA. 2009. Intercropping leafy greens and maize onweed infestation, crop development, and yield. *International Journal Vegetable Science*, 15: 402-411. <https://doi.org/10.1080/19315260903047371>
- Mao L, Zhang, L, Li W, Werf WVD, Sun J, Spiertz H and Li L. 2012. Yield advantage and water saving in maize/pea intercrop. *Field Crops Research*, 138: 11-20. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.09.019>
- Mirshekari B. 2010. Yield and harvest index of sunflower (*Helianthus annuus*) grown by a monoculture system in competition with redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). *Agro ecology Journal*, 6(8), 73-88. (In Persian with English abstract)
- Mohammaddoust Chamanabad HR and Bakhshi M. 2016. Study of effective morpho-physiological characteristics on wheat competitive ability against weeds. *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production* 26(1): 57-66. (In Persian with English Abstract).
- Mohammadi H. 2002. The effect of plant density on physiological characteristics, yield and yield components of chickpea cultivars (*cicer arietinum* L.). M.S.c Thesis, University of Tehran, Karaj – Iran.
- Nikdel H, Shafagh J, Nasrollahzadeh S, Raei Y, and Kanouni H. 2023. Evaluation of performance and ecological indicators of intercropping of chickpeas with urban chickpeas in the dry conditions of Saez city. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 33(3): 303-321. <https://doi.org/10.22034/saps.2023.56348.3033>
- Pouramir F, Koocheki A, Nasiri Mahallati M, and Ghorbani R. 2010. Evaluating yield and yield components of sesame and pea intercropping replacement series. *Iranian Journal of Agricultural Research*, 8(5): 747-757. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22067/ijpr.v1394i2.30942>

- Rabiee M and Farahdahr F. 2020. Evaluation of yield and advantages of *Forage legumes* with cereals intercropping as second crop in paddy fields. Plant Production, 43(3): 363-374. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22055/ppd.2019.27838.1689>
- Rezvani Moghadam P, and Moradi RA. 2011. Effects planting date, biological fertilizer and intercropping on yield and essential oil content of cumin and fenugreek. Iranian Journal of Field Crop Science, 43: 217-230. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22059/ijfcs.2012.28484>
- Shafagh-Kolvanagh J, Mokhtariyan R, Amani and Nasrollahzade S. 2023. Effect of weed control methods on seed yield and yield components of dragon's head (*Lallemantia iberica* F. & C.M.). Iranian Journal of Crop Sciences, 25(1): 88-100. (In Persian with English Abstract).
- Samarajeewa KBPD, Takatsugu H and Shinyo O. 2006. Finger millet (*Eleusine crocanal* L. Gearth) as a cover crop on weed control, growth and yield of soybean under different tillage systems. Soil and Tillage Research, 90: 93-99. <https://doi.org/10.1016/j.still.2005.08.018>
- Tuna C, and Orak A, 2007. The role of intercropping on yield potential of common vetch (*Viciasativa* L.) /Oat (*Avena sativa* L.) cultivated in pure stand and mixtures. Journal of Agricultural and Biological Science, 2: 14-19.