J. Crop Product. Process. 2025, 15(1), 71-87; DOI: 10.47176/jcpp.15.1.22317

Journal of Crop Production and Processing
Journal homepage: https://jcpp.iut.ac.ir/

Original Article

The Effects of Planting Patterns and Density on Yield and Monetary Benefits in Intercropping of Onion and Lettuce

Abdulsattar Darabi*

Associate Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaz, Iran

Extended Abstract

Introduction: Cultivation of two or more crop species concurrently, leading to their coexistence for a significant part of their growth cycle, is known as intercropping. The intercropped species may neither seeded at the same time nor harvested simultaneously, but they grow together in the field for a major portion of the growth periods. Increase in final yield, greater efficiency in using resources, conversation of resources, improved soil health, and in the meantime decrease in pests population and application of plant protection chemicals and hence improved sustainability of agricultural production are the most significant benefits of intercropping. Intercropping research has been mainly focused on cereals and legumes intercropping in tropical and subtropical regions; less attention has been given to research on intercropping of vegetable crops. Publications around intercropping of onion and lettuce in Iran are scarce. Thus, this research was conducted to determine the best planting pattern and plant density in intercropping of onion and lettuce towards achieving the highest yield and monetary benefits.

Materials and Methods: This research was conducted from 2018 to 2020 in the Research Farm of Behbahan Agricultural Research Station, Behbahan, southwest of Iran. The experiment was set up in randomized complete block design with 14 treatments and three replications. The treatments included, sole crop of onion and lettuce, three planting patterns of intercropping: 75% onion and 25% lettuce, 50% onion and 50% lettuce as well as 25% onion and 75% lettuce, in four planting densities (distance between onion plants were 5 and 7 cm and between lettuce plants were 20 and 30 cm). Before planting, soil in experimental plots was plowed and nitrogen, phosphorus, and potassium fertilizers were applied based on results of soil analysis and recommendation of Soil and Water Institute of Iran. All plots received the equivalent of 46 kg P ha^{-1} as triple super phosphate and 100 kg K ha^{-1} in form of potassium sulfate during soil preparation. Nitrogen was applied at a rate of 120 and 130 kg N ha^{-1} as urea for onion and lettuce, respectively. Seeds of onion and lettuce were sown in nursery simultaneously in mid-October. Seedlings of onion and lettuce were transplanted into the plots in late November and late December, respectively. Lettuce plants were harvested in early March and onions were harvested in mid-May. Data gathered for different traits in 2 years were combined and subjected to a combined analysis of variances using SPSS software. Significant differences among treatments means were determined at 0.05 probability level using Duncan's test.

Results and Discussion: The onion and lettuce yield/ha in sole cropping were higher in comparison to intercropping. The effect of lettuce plant density in different planting patterns was not significant on onion bulb weight. By increasing lettuce planting density, the mean lettuce plant weight decreased in all planting patterns. By increasing the proportion and

Received: Jun. 26, 2024; Revised: Nov. 22, 2024; Accepted: Sep. 30, 2024; Published Online: Mar. 15, 2025.
* Corresponding Author: darabi6872@yahoo.com

Journal of Crop Production and Processing
Journal homepage: https://jcpp.iut.ac.ir/

planting density of onion and lettuce in intercropping the mentioned differences in yield of these crops in intercropping and sole cropping decreased. Yield of intercropping using 75% onion and 25% lettuce and 50% onion and 50% lettuce with the planting distances of 5-30, 5-20, and 7-20 cm and 25% onion and 75% lettuce with the planting distances of 5-20 and 7-20 cm were significantly higher than yield of onion and lettuce in monocultures. Given the notable differences between morphological attributes and growth stages of onion and lettuce, the increased yield of the intercropping stemmed from an enhanced resource use, compared to the monoculture of these vegetable species. The highest final yield was achieved from 50% onion and 50% lettuce intercropping with the planting distances of 5-20 cm. In all intercropping treatments, both land equivalent ratio and total relative value were greater than unity and monetary advantage index was positive, confirming the feasibility of intercropping in terms of resource use and economic advantages.

Conclusions: Our results suggested that the intercropping of 50% onion and 50% lettuce with the planting distances of 5-20 cm leads to the highest yield, land equivalent ratio, total relative value, and monetary advantage indices, and hence it may be practiced by the farmers in the Behbahan region.

Keywords: Land equivalent ratio, Monetary advantage index, Planting pattern**,** Total relative value, Sole crop

How to Cite: Darabi A. The effects of planting patterns and density on yield and monetary benefits in intercropping of Onion and Lettuce. *J. Crop Product. Process*. 2025, 15(1), 71-87 (*In Persian*). DOI: 10.47176/jcpp.15.1.22317

Copyright © 2025 Isfahan University of Technology, Published by Isfahan University of Technology press. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱۴۰۴، دوره ۱۵، شماره ۱، ص. ۸۷-۷۱، DOI: 10.47176/jcpp.15.1.22317

نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
صفحه خانگی نشریه: https://jcpp.iut.ac.ir/

مقاله پژوهشی

بررسی اثر الگوها و تراکم کشت توام پیاز و کاهو بر عملکرد و سودمندی اقتصادی

عبدالستار دارابی*

چکیده– به‌منظور ارزیابی اثر کشت توام پیاز و کاهو بر عملکرد و سودمندی اقتصادی، این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل ۱۴-تیمار و با سه تکرار طی دو سال زراعی (۱۳۹۷-۱۳۹۹) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کشت خالص پیاز و کاهو و سه الگوی کشت توام: ۷۵ درصد پیاز + ۲۵ درصد کاهو، ۵۰ درصد پیاز+ ۵۰ درصد کاهو و ۲۵ درصد پیاز + ۷۵ درصد کاهو در ٤ تراکم کاشت، فاصله بین بوته‌های پیاز روی ردیف ۵ و ۷ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌های کاهو روی ردیف ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر، بودند. بذور کاهو و پیاز همزمان در اواسط مهر ماه در خزانه کشت شدند. نشاهای کاهو در اوایل آذر ماه و نشاهای پیاز در اوایل دی ماه به مزرعه منتقل شدند. محصول کاهو و پیاز به‌ترتیب در اواسط اسفند ماه و اواخر اردیبهشت ماه برداشت شدند. مقایسه عملکرد کلیه تیمارهای آزمایشی نشان داد که تمام تیمارهای کشت توام به‌جز الگوی کاشت ۲۵ درصد پیاز + ۷۵ درصد کاهو با فواصل (۳۰-۷ سانتی‌متر) منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد در مقایسه با کشت خالص پیاز و کاهو شد. کاهو گیاه پر محصول کشت مخلوط بود. عملکرد اجزای کشت توام (پیاز و کاهو) در کشت مخلوط از کشت خالص این دو گیاه کمتر بود. با افزایش درصد و تراکم پیاز و کاهو در کشت مخلوط، اختلاف عملکرد این دو گیاه در کرت‌های آزمایشی در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص کاهش یافت. حداکثر عملکرد کشت مخلوط به الگوی کشت ۵۰ درصد پیاز+ ۵۰ درصد کاهو با فواصل ۲۰-۵ سانتی‌متر تعلق داشت. در همه تیمارهای کشت توام نسبت برابری زمین و شاخص مزیت مالی مثبت شد، بنابراین سودمندی کلیه تیمارها هم از نظر عملکرد و هم از لحاظ اقتصادی اثبات شد. با توجه به نتایج این بررسی، الگوی کشت ۵۰ درصد پیاز + ۵۰ درصد کاهو با فواصل ۲۰-۵ سانتی‌متر که بیشترین عملکرد، نسبت برابری زمین، شاخص مزیت پولی و مجموع ارزش نسبی را به خود اختصاص داد برای کشت توام این دو محصول توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت، شاخص مزیت مالی، کشت خالص، نسبت برابری زمین، مجموع نسبی درآمد

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۰۴/۰۶، بازنگری: ۱۴۰۳/۰۹/۰۲، پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۰، اولین انتشار: ۱۴۰۳/۱۲/۲۵

دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی ، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

*: نویسنده مسئول، رایانامه: darabi6872@yahoo.com

حق انتشار این مستند، متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است. ۱۴۰۴ ©.

این مقاله تحت گواهی زیر منتشر شده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد حیح به مقاله و با رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است:

Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت، موجب افزایش نیاز بشر به مواد غذایی شده است. این امر، موجب گسترش تولیدات کشاورزی و به تبع آن، تاثیرسوء بر خاک ومنابع پایه شده‌است (۳۲). استفاده از کود و سموم شیمیایی علاوه برآلوده‌سازی خاک و آب‌های سطحی و زیرزمینی باعث فرسایش ژنتیکی و انقراض گونه‌های جانوری و گیاهی نیز می‌شوند. این فرآیندها به‌تدریج تعادل زیست محیطی و بومی را بر هم می‌زند (۳۲). راهبردهایی که هدف آن‌ها مقابله با این مشکلات فزاینده است به‌عنوان کشاورزی پایدار شناخته می‌شود. کشاورزی پایدار به مدیریت صحیح منابع کشاورزی اطلاق می‌شود که رفع نیازهای درحال تغییر بشر، کیفیت محیط زیست وظرفیت منابع آب وخاک را نیز حفظ می‌کند (۱). افزایش توجه به تولید پایدار و حفظ محیط زیست سبب استفاده بهینه از منابع قابل‌دسترس، حفاظت هر چه بشتر محیط زیست و عملکرد پایدار شد (۲۲). دراین راستا، ایجاد تنوع در سیستم‌های زراعی، به‌عنوان راه‌حلی مناسب جهت رفع برخی از مشکلات کشاورزی مدرن پیشنهاد شده است. ازجمله راهکارهای مورد نظر این نگرش، می‌توان به سیستم کشت مخلوط اشاره نمود. در این سیستم کشت که الهام گرفته از طبیعت است به جای تک کشتی و یا کشت فقط یک گونه گیاهی، دو و یا چند گونه گیاهی به‌طور توام کشت می‌شوند (۲۲). در کاشت توام، یک گیاه در بخشی یا تمام دوره رویش خود در مجاورت گیاه دیگر هستند، درنتیجه کشت توام امکان برقراری روابط متقابل بین محصولات مختلف را فراهم ساخته است (۳۳) و موجب افزایش عملکرد در واحد سطح، کاهش خسارت آفات وبیماری‌ها، کاهش رشد علف‌های هرز، استفاده کارآمدتر از منابع و کاهش فرسایش خاک می‌شود (٤). این سیستم قادر است میزان و پایداری عملکرد را در مقایسه با سیستم تک کشتی به‌ویژه در شرایط کمبود نهاده‌ها بهبود بخشد. چنین به‌نظر می‌رسد که با بهره‌گیری ازسیستم‌های کشت مخلوط ضمن افزایش حاصلخیزی خاک و کاهش مصرف کودهای شیمیایی، می‌توان انتظار افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان را نیز داشت (۱۸). از این رو کشت مخلوط راهکار مهمی برای افزایش عملکرد محصولات زراعی بوده و در افزایش کیفیت و امنیت غذایی نیز موثر است (۱۵).

انتخاب گیاهان در کشت مخلوط از اهمیت خاصی برخوردار است. این انتخاب باید به‌نحوی صورت گیرد که قرار گرفتن گونه‌های مختلف در کنار یکدیگر موجب افزایش عملکرد در واحد سطح شده و برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی نمایان شود. لازمه این کار شناخت کامل گونه‌ها در ارتباط با نیازهای اکولوژیکی و نحوه پاسخ آن‌ها نسبت به محیط است. یکی از عوامل موثر در افزایش عملکرد کشت توام اختلاف زمانی در مدت رشد و نمو گیاهان موجود در کشت مخلوط است، به‌طوری‌که افزایش محصول حتی در مواردی که گیاهان موجود در کشت مخلوط از یک جنس و یا گونه باشند (کشت توام ارقام پیاز) ولی اختلاف آنها در مدت زمان دوره رویش باشند نیز گزارش شده است (۵ و ۲۳).

مقبلی و همکاران (۲۵) کشت توام پیاز (رقم روزن) و شنبلیله را در جیرفت در یک آزمایش فاکتوریل مطالعه نمودند. کشت مخلوط سبب افزایش عملکرد در واحد سطح شد. بیشترین نسبت برابری زمین (۱/٦۵) و مجموع ارزش نسبی (۱/۷۵) به تیمار پیاز با تراکم ۳۰ بوته در مترمربع و شنبلیله با تراکم ۱۲ بوته در مترمربع اختصاص یافت. ارزیابی کشت توام سیب‌زمینی با لوبیا سبز با مقادیر مختلف کود اوره در همدان نشان داد که کشت لوبیا سبز بین ردیف‌های سیب‌زمینی با مصرف ۱۷٤ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه باکشت خالص سیب‌زمینی همراه با مصرف ۳٤۸ کیلوگرم اوره درهکتار، عملکرد غده و کارائی استفاده از منابع را بهبود بخشیده است (۱۷). در کشت توام پیاز و کاهو در برزیل، حداکثر محصول کشت توام در تیماری که این دو گیاه در کشت مخلوط با ۱۰۰ درصد تراکم توصیه شده در کشت خالص کاشته شدند، تولید شد. بیشترین سودمندی اقتصادی: الف- با کشت پیاز در۸۰ درصد تراکم کشت خالص و کاهو با ٤۰ و یا ۱۰۰ درصد تراکم کشت خالص و ب- با کشت پیاز در ۱۰۰ درصد تراکم کشت خالص و کاهو با همه تراکم‌ها (از ٤۰ درصد تا ۸۰ درصد) به‌دست آمد (۲۸). ارزیابی واکنش اندام‌های مختلف گیاه

در کشت توام پیاز و کاهو نشان داد در حالت رقابت بین اندام‌های زیر زمینی و رقابت کامل، میزان ماده خشک سوخ در مقایسه با تک کشتی کاهش ولی وزن تر برگ‌های کاهو افزایش یافت. تاثیر پیاز بر کاهو مثبت ولی تاثیر کاهو بر پیاز منفی بود و درنتیجه پیاز گیاه مغلوب و کاهو گیاه غالب بود (۱۱). سولویا و همکاران (۳۱) گزارش نمودند خسارت اگروتیس به کاهو در کشت توام پیاز و کاهو کاهش یافته است. کشت توام پیاز و گوجه فرنگی سبب افزایش عملکرد کشت توام نشد (۲). در یک پژوهش کشت توام پیاز با هویج، فلفل و رازیانه مطالعه شد. نتایج حاصل مشخص نمود که در میان این سه ترکیب، حداکثر رشد و عملکرد به کشت توام پیاز و هویج مربوط بود. کشت توام پیاز و فلفل تاثیر معنی‌داری بر رشد پیاز نداشت ولی تاثیر رازیانه بر پیاز منفی بود (۱۳).

پیاز و کاهو دو سبزی مهم در استان خوزستان هستند. مدت زمان دوره رشد و نمو پیاز در خوزستان، بسته به رقم بین ۱۷۰ تا ۱۹۰ روز و کاهو بین ۱۱۰ تا ۱۵۰ روز است (٦)، بنابراین احتمال افزایش عملکرد در کشت توام این دو محصول بسیار زیاد است. از طرف دیگر پیاز یک دوره رشد کند حدود ۱۳۰ روز در منطقه دارد، در حالی‌که دوره رشد و نمو کاهو سریع و کوتاه است (٦)، با عنایت به همزمانی کشت این دو محصول، درصورت کشت توام پیاز و کاهو، قسمت اعظم رشد و نمو کاهو، با دوره کند رشد پیاز هم‌زمان است که ضمن استفاده بهینه از منابع، کنترل علف‌های نیز تسهیل خواهد می‌شود. بعد از برداشت کاهو، منابع محیطی بیشتری در مقایسه با تک کشتی در اختیار پیاز قرار خواهد گرفت. با عنایت به‌این‌که تحقیقات کشت توام در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری عمدتا در ارتباط با کشت توام غلات و لگوم‌ها انجام گرفته و پژوهش‌های محدودی در ارتباط با کشت توام سبزی‌ها اجرا شده است و همچنین تاکنون هیچ گزارشی از کشت توام این دو سبزی مهم در کشور منتشر نشده است، این تحقیق به‌منظور تعیین مناسبترین الگوی کاشت و تراکم بوته در کشت توام پیاز و کاهو برای تولید حداکثر محصول و بیشترین سودمندی اقتصادی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل ١٤ تیمار، با سه تکرار طی دو سال زراعی (۱۳۹۷-۱۳۹۹) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان با ۳۰ درجه و ٣٦ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ١٤ دقیقه طول شرقی اجرا شد. محل آزمایش دارای اقلیم گرم و نیمه خشک با ارتفاع ۳۲۰ متر از سطح دریا است. ارقام مورد بررسی برای پیاز و کاهو به‌ترتیب پریماورا و طاووسی بود. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از کشت خالص پیاز با فاصله بین بوته ۷ سانتی‌متر، کشت خالص کاهو با فاصله بین بوته ۳۰ سانتی‌متر، باتوجه‌به اینکه بهترین تراکم کاشت برای پیاز و کاهو در منطقه تعیین شده بود (۵). بنابراین کشت خالص پیاز و کاهو فقط در تراکم بهینه کشت شدند، و سه الگوی کشت توام: ۷۵ درصد پیاز + ۲۵ درصد کاهو (سه ردیف پیاز و یک ردیف کاهو)،۵۰ درصد پیاز + ۵۰ درصد کاهو (دو ردیف کاهو و دو دو ردیف پیاز)، ۲۵ درصد پیاز + ۷۵ درصد کاهو (یک ردیف پیاز و سه ردیف کاهو) در ٤ تراکم کاشت، فاصله بین بوته‌های پیاز روی ردیف ۵ و ۷ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌های کاهو روی ردیف ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر (فواصل ۵-۲۰، ۷-۲۰، ۵-۳۰ و ۳۰-۷ اعداد سمت چپ و راست به‌ترتیب قاصله بوته‌های پیاز و کاهو روی ردیف را نشان می‌دهند) بود. بذور کاهو و پیاز همزمان در اواسط مهرماه در خزانه کشت شدند. نشاهای کاهو در اوایل آذر ماه و نشاهای پیاز در مرحله ۲ تا ۳ برگی و در اوایل دی ماه به مزرعه منتقل شدند. فاصله بین ردیف‌های کاشت در کلیه تیمارها ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. میزان مصرف کود شیمیایی بر اساس نتایج تجزیه خاک (جدول ۱) و توصیه موسسه تحقیقات خاک و آب صورت گرفت. به‌طوری‌که ٦۹ کیلوگرم P_2O_5 از منبع سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم K_2O از منبع سولفات پتاسیم در هکتار در هنگام آماده‌سازی زمین به‌طور یکنواخت با خاک مخلوط شدند. کود نیتروژنی لازم نیز به‌ترتیب به میزان ۱۲۰ و ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار برای کاهو و پیاز، از منبع اوره، مصرف شد. یک سوم کود اوره برای کاهو قبل از کاشت و دو سوم بقیه به قاصله ۲۵ و ۵۰ روز بعد از نشاکاری استفاده شد.

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در دو سال آزمایش

سال زراعی	بافت	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	کربن آلی (درصد)
		خصوصیات خاک				
۹۸-۱۳۹۷	سیلتی کلی لوم	۲/٤۰	۷/۷	۳	۱۷۰	۰/۷۵
۹۹-۱۳۹۸	سیلتی کلی لوم	۲/۱۸	۷/۳	٤	۱۹۰	۰/۸۰

در پیاز نیز ۳۰ درصد از کود اوره قبل از کاشت، ٦۰ درصد در دو تقسیط همزمان با مصرف سرک اول و دوم کاهو و ۱۰ درصد باقی‌مانده در هنگام بزرگ شدن سوخ استفاده شد. هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کاشت به طول ٤/۲ متر بود. سطح برداشت دو خط میانی با حذف دو بوته از بالا و پایین هر خط بود. آبیاری مزرعه به روش جوی و پشته (جویچه‌ای) و بر حسب نیاز گیاه صورت گرفت. کاهوها در هنگام حداکثر رشد رویشی و فشردگی پوم (هد) در واسط اسفند برداشت شدند. برداشت سوخ‌های پیاز در زمان افتادگی ۵۰ تا ۸۰ درصد برگ‌ها و شروع خشک شدن آن‌ها (در اواخر اردیبهشت) صورت گرفت (۷).

شاخص نسبت برابری زمین (LER)

برای ارزیابی سودمندی کشت توام و مقایسه آن با تک کشتی شاخص نسبت برابری زمین (LER)، بر اساس رابطه زیر محاسبه شد:

رابطه (۱)

$$LER = LER_{Onion} + LER_{Lettce} = (Y_{OI}/Y_{OM}) + (Y_{LI}/Y_{LM})$$

Y_{OI} و Y_{OM} به‌ترتیب عملکرد پیاز در کشت مخلوط و تک کشتی و Y_{LI} و Y_{LM} عملکرد کاهو در کشت مخلوط و تک کشتی است.

مزیت اقتصادی

برای ارزیابی مزیت اقتصادی سیستم کاشت مخلوط شاخص‌های مزیت پولی (MAI) و مجموع سودمندی نسبی (RVT) کشت مخلوط بر اساس روابط زیر محاسبه شد:

رابطه (۲) $RVT = (YOI \times PO + YLI \times PL)/P \times Y$

رابطه (۳) $MAI = VCI \times RYT - 1/RT \times MAI$

رابطه (٤) $VCI = Y_{IO} \times P_O + Y_{LI} \times P_L$

VCI ارزش محصولات کشت مخلوط، P_O و P_L به‌ترتیب قیمت پیاز (در هر دو سال آزمایش ۱۰۰۰۰ ریال در کیلوگرم) و کاهو (در سال اول و دوم آزمایش به‌ترتیب ۱۲۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ ریال در کیلوگرم)، P و Y به‌ترتیب قیمت و عملکرد محصولی که درآمد بیشتری برای زارع دارد (درسال اول و دوم به‌ترتیب پیاز و کاهو) است (۲۱، ۳۰ و ۳۱).

درصد ماده خشک سوخ

برای تعیین درصد ماده خشک سوخ، ۱۰ سوخ از هر کرت آزمایشی به‌طور تصادفی انتخاب و پس از تمیز وخردکردن، درآون با دمای ٦۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۷۲ ساعت قرارداده شدند (۱۰).

کل مواد جامد محلول

تعداد ۱۰ سوخ از هر کرت آزمایشی به‌طور تصادفی انتخاب و با چکاندن چند قطره از عصاره سوخ روی منشور دستگاه رفراکتومتر مدل ABBE (ساخت کشور آلمان) کل مواد جامد محلول اندازه‌گیری شد (۹).

آنالیز داده‌ها

در پایان هر سال تجزیه واریانس ساده و در پایان سال دوم تجزیه واریانس مرکب با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس عملکرد کلیه تیمارهای آزمایشی (۲ تیمار کشت خالص و ۱۲ تیمار کشت توام)

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
سال	۱	۱٤/۵^{ns}
بلوک در سال	٤	۸۱/۵
تیمار	۱۳	۲۷٦**
اثر متقابل سال و تیمار	۱۳	۱٤۷**
خطا	۵۲	۲۷/۵
ضریب تغییرات (٪)		٦/۲۳

^{ns} و ** : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس عملکرد کلیه تیمارهای آزمایشی نشان داد که اثر سال بر این صفت معنی‌دار نشد. اثر تیمار و اثر متقابل سال و تیمار بر عملکرد در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها در اثر متقابل سال و تیمار نشان داد که در سال اول آزمایش حداکثر عملکرد به الگوی کشت ۲۵ درصد کاهو + ۷۵ درصد پیاز با فواصل ۲۰-۵ سانتی‌متر اختصاص یافت. در این سال عملکرد این تیمار و همین الگوی کشت با فواصل ۵-۳۰ سانتی‌متر و الگوی کشت مخلوط ۵۰ درصد کاهو + ۵ درصد کاهو با فواصل ۵-۲۰ سانتی‌متر بر عملکرد کشت خالص هر دو گیاه برتری معنی‌داری داشتند. در سال دوم آزمایش بیشترین عملکرد به الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو + ۵۰ درصد پیاز با فواصل ۲۰-۵ سانتی‌متر تعلق داشت. افزایش عملکرد این تیمار و الگوی کشت ۷۵ درصد کاهو + ۲۵ درصد پیاز با فواصل ۵-۲۰ سانتی‌متر در مقایسه با عملکرد کشت خالص پیاز و کاهو معنی‌دار بود (جدول ۳).

تفاوت مورفولوژی و دوره رویش این دو گیاه سبب افزایش کارایی استفاده از منابع محیطی همانند آب، نور و عناصر غذایی و درنتیجه افزایش عملکرد کشت مخلوط شده است. علاوه بر این تنوع ایجاد شده در کشت توام از طریق کاهش خسارت عوامل زیان‌رسان همانند آفات و عوامل بیماری‌زا نیز در افزایش عملکرد این دو گیاه نقش بسزایی داشته‌اند (۱٤).

تجزیه واریانس مرکب عملکرد پیاز در کشت توام و خالص نشان داد که اثر سال، اثر تیمار و اثر متقابل سال و تیمار بر این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دارشد (جدول ٤). نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد کاهو در کشت توام و خالص مشخص نمود اثر سال و اثرمتقابل سال و تیمار بر این صفت معنی‌دار نبود ولی اثر تیمار بر عملکرد کاهو در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ٤). میانگین عملکرد پیاز در سال دوم آزمایش (۳۷٦۲۵ کیلوگرم در هکتار) به دلیل شیوع بیماری سفیدک دروغی در مقایسه با سال اول آزمایش (٤٤۷۲۵ کیلوگرم در هکتار) کاهش معنی‌داری را نشان داد. نتایج مقایسه میانگین عملکرد پیاز در اثر متقابل سال و تیمار مشخص نمود در سال اول بیشترین عملکرد در کشت خالص پیاز مشاهده شد. کاهش عملکرد پیاز در کلیه تیمارهای کشت توام نسبت به کشت خالص این محصول معنی داری بود. در سال دوم آزمایش نیز حداکثر عملکرد توسط کشت خالص پیاز تولید شد ولی کاهش عملکرد پیاز در الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو + ۵۰ درصد پیاز با فواصل ۷-۳۰ و ۲۰-۷ در مقایسه با این تیمار معنی‌دار نشد (جدول ۳). بیشترین عملکرد کاهو به کشت خالص این محصول مربوط بود. اختلاف عملکرد این تیمار و تیمار کاشت ۷۵ درصد کاهو + ۲۵ درصد پیاز با فواصل ۲۰-۵ سانتی‌متر نبود (جدول ۵). مرادی و همکاران (۲۷) گزارش کردند که کشت توام دو گیاه پنبه و ذرت منجر به کاهش عملکرد این دو گیاه در کشت توام در مقایسه با

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های عملکرد کشت توام و کشت خالص دو گیاه، عملکرد پیاز در کشت توام و کشت خالص، عملکرد کشت توام (کیلوگرم در هکتار)، نسبت برابری زمین، مجموع ارزش نسبی و شاخص مزیت پولی در اثر متقابل سال و تیمار

سال	تیمار	عملکرد کشت توام و کشت خالص دو گیاه	عملکرد پیاز در کشت توام و خالص	عملکرد کشت توام	نسبت برابری زمین	مجموع ارزش نسبی	شاخص مزیت پولی
اول	۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز (۷-۳۰)	۸۳۳۷۰.$^{a...f}$	۵۷۶۶.^{bcd}	۸۳۳۷۰.$^{a...e}$	۱/۲۷^{abc}	۱/۱۴$^{a...g}$	۷۵۲^{bcd}
	۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز (۵-۳۰)	۹۴۱۲۰.^{ab}	۶۷۳۶.^{b}	۹۴۱۲۰.^{ab}	۱/۲۴$^{b...e}$	۱/۲۷^{a}	۷۵۰^{bcd}
	۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز (۷-۲۰)	۹۱۱۲۰.$^{a...d}$	۶۱۰۸.^{bcd}	۹۱۲۰۰.^{abc}	۱/۲۱$^{b...f}$	۱/۲۱$^{a...e}$	۶۶۴^{cde}
	۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز (۵-۲۰)	۹۴۳۸۰.^{ab}	۶۶۴۶.^{bc}	۹۴۳۸۰.^{ab}	۱/۲۵$^{a...d}$	۱/۲۴^{ab}	۷۷۲^{bcd}
	۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز (۷-۳۰)	۸۴۸۹۰.$^{a...f}$	۴۱۲۹۰.^{fg}	۸۴۸۹۰.$^{a...f}$	۱/۱۷$^{c...g}$	۱/۱۰$^{b...h}$	۵۲۵^{efg}
	۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز (۵-۳۰)	۹۰۶۴۰.$^{a...d}$	۴۵۴۷۰.^{fg}	۹۰۶۴۰.$^{a...d}$	۱/۲۴$^{a...e}$	۱/۲۱$^{a...d}$	۷۳۱^{bcd}
	۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز (۷-۲۰)	۹۰۲۴۰.$^{a...d}$	۴۱۴۷۰.^{fg}	۹۰۲۴۰.$^{a...d}$	۱/۲۴$^{a...e}$	۱/۲۴^{ab}	۷۵۵^{bcd}
	۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز (۵-۲۰)	۹۳۰۴۰.^{abc}	۴۵۷۴۰.^{ef}	۹۳۰۴۰.^{a}	۱/۲۸^{abc}	۱/۲۸^{a}	۸۵۸^{ab}
	۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز (۷-۳۰)	۷۲۹۷۰.^{fgh}	۱۷۸۰۰.^{h}	۷۲۹۷۰.^{f}	۱/۰۴^{g}	۱/۰۶^{fgh}	۱۲۸^{j}
	۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز (۵-۳۰)	۷۴۵۴۰.$^{e...h}$	۱۹۲۴۰.^{h}	۷۴۵۴۰.^{ef}	۱/۰۶^{fg}	۱/۱۰$^{c...h}$	۲۴۲^{ij}
	۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز (۷-۲۰)	۸۰۸۶۰.$^{c...g}$	۱۸۰۲۰.^{h}	۸۶۸۰۸۶۰.$^{c...f}$	۱/۱۱$^{d...g}$	۱/۱۶$^{a...f}$	۳۶۳^{ghi}
	۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز (۵-۲۰)	۸۴۱۳۰.$^{a...f}$	۱۹۶۱۰.^{h}	۸۴۱۳۰.$^{a...f}$	۱/۲۰$^{b...e}$	۱/۱۷ $^{a...f}$	۶۴۲^{cde}
	خالص پیاز (۷-۳۰)	۸۰۸۹۰.$^{b...f}$	۸۰۸۹۰.^{a}		–	–	–
	خالص کاهو (۳۰-۳۰)	۶۷۰۸۰.^{gh}	–		–	–	–
دوم	۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز (۳۰-۷)	۷۷۶۲۰.$^{d...g}$	۴۶۸۳۰.^{ef}	۷۷۶۲۰.^{def}	۱/۲۷^{abc}	۱/۱۴$^{c...g}$	۳۴۶^{hi}
	۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز (۳۰-۵)	۸۴۵۷۰.$^{a...f}$	۵۴۸۰۰.^{de}	۸۴۵۷۰.$^{a...f}$	۱/۲۴$^{b...e}$	۱/۲۵$^{a...d}$	۶۶۳^{cde}
	۲۵ درصد کاهو+۷۵٪ درصد پیاز (۲۰-۷)	۷۹۸۶۰.$^{c...g}$	۴۶۵۶۰.^{ef}	۷۹۸۶۰.$^{c...f}$	۱/۲۱$^{b...f}$	۱/۱۷$^{c...g}$	۴۲۱^{fgh}
	۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز (۲۰-۵)	۸۹۵۹۰.$^{a...d}$	۵۶۰۵۰.^{cde}	۸۹۵۹۰.$^{a...d}$	۱/۲۵$^{a...d}$	۱/۳۲^{ab}	۸۹۷^{ab}
	۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز (۳۰-۷)	۷۸۳۱۰.$^{d...g}$	۳۳۵۲۰.^{g}	۷۸۳۱۰.$^{c...f}$	۱/۱۷$^{c...g}$	۱/۱۰^{efg}	۲۸۸^{hig}
	۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز (۳۰-۵)	۸۵۴۴۰.$^{a...f}$	۴۰۳۶۰.^{fg}	۸۵۴۴۰.$^{a...f}$	۱/۲۴$^{a...e}$	۱/۲۲$^{b...e}$	۵۵۵^{ef}

ادامه جدول ۳.

	۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز (۲۰-۷)	۸۷۹۹۰a...e	۳۳۵۲۰g	۸۷۹۹۰a...e	۱/۲۴a...e	۱/۲۰c...g	۵۳۷ef
	۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز (۲۰-۵)	۹۶۵۱۰a	۴۱۴۷۰fg	۹۶۵۱۰a	۱/۲۸abc	۱/۳۶a	۱۱۲۱a
دوم	۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز (۳۰-۷)	۸۲۸۸۰a...f	۱۷۷۳۰h	۸۲۸۸۰b...f	۱/۰۴g	۱/۱۱d...g	۳۱۵hi
	۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز (۳۰-۵)	۸۴۹۶۰a...f	۱۹۶۸۰h	۸۴۹۶۰a...f	۱/۰۶fg	۱/۱۴c...g	۴۰۲fghi
	۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز (۲۰-۷)	۸۹۸۸۰a...d	۱۷۳۴۰h	۸۹۸۸۰a...d	۱/۱۱d...g	۱/۲۰b...f	۶۰۶de
	۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز(۲۰-۵)	۹۳۷۹۰ab	۲۰۱۲۰h	۹۳۷۹۰ab	۱/۲۰b...e	۱/۲۵a...d	۷۹۹bc
	خالص پیاز (۳۰-۷)	۶۲۷۵۰h	۶۲۷۵۰bcd	۸۳۳۷۰a...e	–	–	–
	خالص کاهو (۳۰-۳۰)	۷۹۶۰۰c...g	–	۹۴۱۲۰ab	–	–	–

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند از نظر آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

جدول ٤. نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد پیاز و کاهو، متوسط وزن سوخ، متوسط وزن کاهو، درصد ماده خشک و کل مواد جامد محلول سوخ

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد پیاز	عملکرد کاهو	متوسط وزن سوخ	متوسط وزن کاهو	درصد ماده خشک سوخ	کل مواد جامد محلول سوخ
سال	١	٩٨٩**	٧٩٠ns	١٥٧٨٩**	٤٥٢٦٧ns	١١/٧*	٣/٢٦ns
بلوک در سال	٤	٣/٨٣	١٠٩	٥٢/٣	٣٨١٣٠	١/٣٦	٢/٩٠
رقم	١٢	٢٠٤٤*	١٥٧٠**	١٠١٠**	١٣٠٣٢٠**	٠/٢٩ns	٠/١٨ns
اثر متقابل سال ور قم	١٢	٥٦/٧**	٢٢/١٢ns	٣١٧ns	٩١٤٨ns	٠/٤٥ns	٠/١٥ns
خطا	٤٨	١٩/٣	١٩/٨	٢١٠	٩١٤٨	٠/٢٤	٠/١٤
ضریب تغییرات (٪)		١٠/ ٧	٩/٠١	٨/٨١	١٢/٦	٧/٧٧	٥/٩٢

ns، * و ** : به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد و ١ درصد

کشت خالص شد. افزایش عملکرد گیاهان در کشت خالص به‌دلیل بیشتر بودن تراکم بوته در واحد سطح در مقایسه با کشت توام است. با افزایش نسبت و تراکم هر دو گیاه پیاز و کاهو در کشت مخلوط، میزان اختلاف عملکرد این دو گیاه در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص کاهش یافت (جدول ٥). مجتبایی زمانی و نوروزی (٢٦) نیز گزارش نمودند با افزایش نسبت و تراکم دو گیاه جو و باقلا در کشت مخلوط، اختلاف عملکرد این دو گیاه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص کمتر شد که با نتایج پژوهش حاضر همسو است. روند تغییرات عملکرد دو گیاه پیاز و کاهو در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص این دو گیاه مشابه نبود. در الگوی کاشت ٢٥ درصد کاهو+٧٥ درصد پیاز، که سهم پیاز در مخلوط ٧٥ درصد بود، عملکرد پیاز در دو فاصله کاشت ٣٠-٧ و ٢٠-٧ سانتی‌متر به‌ترتیب ٧٣ درصد و ٧٥ درصد کشت خالص این گیاه بود و در دو فاصله کاشت ٣٠-٥ و ٢٠-٥ سانتی‌متر میزان عملکرد به‌ترتیب به ٨٥ درصد و ٨٦ درصد کشت خالص رسید (جدول ٥). در الگوی کشت ٥٠ درصد کاهو+٥٠ درصد پیاز، که سهم پیاز در کشت مخلوط ٥٠ درصد نسبت به کشت خالص کاهش یافت، عملکرد پیاز در دو فاصله کشت ٣٠-٧ و ٢٠-٧ سانتی‌متر به‌ترتیب ٥٢ درصد و ٥١ درصد کشت خالص بود. در این الگوی کاشت در دو فاصله کاشت ٣٠-٥ و ٢٠-٥ سانتی‌متر میزان عملکرد پیاز به‌ترتیب ٦١ درصد و ٦٢ درصد کشت خالص بود (جدول ٥). در الگوی کشت٧٥ درصد کاهو+٢٥درصد پیاز، که سهم پیاز در کشت مخلوط٥٠ درصد نسبت به کشت خالص کاهش یافت، مقدار عملکرد پیاز در هر دو فاصله کشت ٣٠-٧ و ٧-٢٠ سانتی‌متر، ٢٥ درصد کشت خالص بود. در دو فاصله کاشت دیگر یعنی ٣٠-٥ و٢٠-٥ سانتی‌متر، میزان عملکرد پیاز به‌ترتیب ٢٧ درصد و ٢٨ درصد کشت خالص بود (جدول ٥). بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود در دو فاصله کاشت ٣٠-٧ و ٢٠-٧ سانتی‌متر که تراکم بوته پیاز در کشت مخلوط و کشت خالص برابر بوده است، عملکرد هر بوته پیاز در کشت خالص و مخلوط تقریبا برابر بوده است یعنی در این فواصل کاشت رقابت درون گونه‌ای (بین بوته‌های پیاز) و برون‌گونه‌ای (بین بوته‌های پیاز و کاهو) برابر بوده است. در دو فاصله کاشت دیگر یعنی ٥-٣٠ و ٢٠-٥ سانتی‌متر، عملکرد هر بوته پیاز در واحد سطح در کشت توام (علی‌رغم افزایش تراکم بوته) در مقایسه با کشت خالص افزایش چندانی نیافته است (بین ٢ تا ١١ درصد). این در حالی است که بعد از برداشت کاهو، پیاز در یک دوره نسبتا طولانی (حدود ٧٥ روز) بدون رقابت با کاهو رشد و نمو نموده است. هماهنگ با این نتایج دی‌هان و دیواسسیور (١١) نیز

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های دو ساله عملکرد (کیلوگرم در هکتار) کاهو در کشت خالص و توام و تیمارهای مختلف کشت توام

تیمار	کاهو	کشت توام
۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز (۷-۳۰)	۲۸۵۰^{f}	۸۲٤۹۰^{defg}
۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز (۵-۳۰)	۲۸۲٦۰^{f}	۸۹٤۰۰^{abc}
۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز (۷-۲۰)	۳۱۷۱۰^{f}	۸۵۵۳۰^{bcd}
۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز (۵-۲۰)	۳۰۷۳۰^{f}	۹۲۳۷۰^{ab}
۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز (۷-۳۰)	٤٤۱۹۰^{e}	۸۱٦۰۰^{ef}
۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز (۵-۳۰)	٤۵۱۲۰^{e}	۸۸۰٤۰^{bcd}
۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز (۷-۲۰)	۵۱٦۲۰^{d}	۸۸٤۸۰^{abc}
۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز (۵-۲۰)	۵۱۱۷۰^{d}	۹٤۷۸۰^{a}
۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز (۷-۳۰)	٦۰۱٦۰^{c}	۷۷۹۲۰^{f}
۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز (۵-۳۰)	٦۰۳۱۰^{c}	۷۹۷۷۰^{ef}
۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز (۷-۲۰)	٦۷٦۹۰^{b}	۸۵۳۷۰^{cde}
۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز (۵-۲۰)	٦۹۱۰۰^{ab}	۸۸۸۸۰^{abc}
خالص پیاز (۷-۳۰)	-	-
خالص کاهو (۳۰-۳۰)	۷۳۳٤۰^{a}	۷۳۳٤۰^{h}

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند از نظر آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

گزارش نمودند اختلاف قابل ملاحظه‌ای بین متوسط عملکرد بوته پیاز در کشت خالص و کشت توام این محصول با کاهو مشاهده نشده است. علت را می‌توان به گسترده‌تر بودن سیستم ریشه کاهو در مقایسه با پیاز و جذب بیشتر عناصر عذایی توسط این گیاه و شدید بودن رقابت اندام‌های زیرزمینی در کشت مخلوط نسبت داد (۱۱). چنین به‌نظر می‌رسد بعد از برداشت کاهو، اگرچه جذب نور برای پیاز بهبود یافته است، ولی به‌دلیل گستردگی سیستم ریشه کاهو و بالا بودن جذب عناصر غذایی توسط این گیاه در هنگام رشد و نمو، متناسب با افزایش نور، عناصر غذایی کافی در دسترس پیاز نبوده و درنتیجه افزایش عمکرد هر بوته پیاز در کشت توام در مقایسه با کشت خالص پیاز چندان قابل‌توجه نبوده است.

بر خلاف پیاز، عملکرد هر بوته کاهو در کشت توام در مقایسه با پیاز به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافت. در الگوی کشت ۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز که سهم کاهو در کشت مخلوط ۲۵ درصد کشت خالص بود، مقدارعملکرد کاهو در فواصل کاشت ۷-۳۰، ۳۰-۵، ۲۰-۷ و ۲۰-۵ سانتی‌متر به‌ترتیب ۳۹ درصد، ۳۹ درصد، ٤۳ درصد و ٤۲ درصد کشت خالص بود (جدول ۵). در الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز که سهم کاهو در مخلوط، ۵۰ درصد کشت خالص این گیاه بود، عملکرد کاهو در فواصل کاشت ۳۰-۷، ۵-۳۰، ۷-۲۰ و ۲۰-۵ سانتی‌متربه‌ترتیب به٦۰ درصد، ٦۲ درصد، ۷۰ درصد و۷۰ درصد کشت خالص کاهو رسید (جدول ۵). در الگوی کشت ۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز که سهم کاهو در مخلوط، ۷۵ درصد کشت خالص این گیاه بود، مقدار عملکرد کاهو در فواصل کاشت ۳۰-۷، ۳۰-۵، ۲۰-۷ و ۲۰-۵ سانتی‌متر به‌ترتیب ۸۲ درصد، ۸۲ درصد، ۹۲ درصد و ۹٤ درصد کشت خالص این محصول بود (جدول ۵). یعنی متوسط محصول هر بوته کاهو در همه الگوهای کشت و فواصل کاشت در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص افزایش یافته است که این امر حاکی از تاثیر مثبت پیاز بر کاهو در کشت مخلوط است و درنتیجه کاهش رقابت برون بوته‌ای در مقایسه با

جدول ٦. نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد کشت توام، نسبت برابری زمین ، شاخص مزیت پولی و مجموع ارزش نسبی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد کشت توام	نسبت برابری زمین	شاخص مزیت پولی	مجموع ارزش نسبی
سال	١	٤/٥٧٠ ns	٠ /٠٠٢ ns	١٤٨٠٠ ns	٠/١٧٥ ns
بلوک در سال	٤	٨١/٩	٠/٠٥٠	٢٧٢١٥	٠/٠٣٦
تیمار	١١	١٥٥**	٠/٠٣١**	٢٥٦٧٠٧**	٠/٠٢٤**
اثر متقابل سال وتیمار	١١	١١٠**	٠/٠٠٧*	٧٣٥٧٨**	٠/٠٠٨**
خطا	٤٤	٢٥/٠٣	٠/٠٠٣	٥٠٢٣	٠/٠٠٣
ضریب تغییرات (٪)		٥/٨١	٤/٤١	١٢/ ٣	٤/٩٢

*، ** : به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ٥٪ و ١٪ ns

درون بوته‌ای در این گیاه است. هماهنگ با این نتایج مجتبایی زمانی ونوروزی (٢٦) نیز در کشت مخلوط باقلا و جو با تاثیر مثبت باقلا بر جو مواجه شدند. افزایش متوسط محصول هر بوته کاهو در کشت توام این محصول با پیاز در مقایسه با کشت خالص این گیاه توسط دی‌هان و واسسیور (١١) نیز گزارش شده است. این محققین علت این افزایش را به رشد سریع کاهو و برگ‌های بلند و پهن این گیاه نسبت دادند که در مقایسه با پیاز با رشد کند (به‌خصوص در اوایل دوره رشد و نمو) و برگ نازک، نور بیشتری را در مخلوط جذب نموه است. علاوه بر این سیستم ریشه کاهو بسیار گسترده‌تر از ریشه پیاز بوده و منجر به افزایش جذب عناصر غذایی و آب توسط این گیاه در کشت مخلوط شده است. بنابراین می‌توان ملاحظه نمود که سهم کاهو در افزایش عملکرد کشت توام بیشتر از پیاز بوده و کاهو گیاه پر محصول کشت مخلوط بوده است.

نتایج تجزیه واریانس مرکب عمکرد تیمارهای کشت توام نشان داد که اثر تیمار و اثر متقابل سال و تیمار بر عملکرد کشت مخلوط در سطح احتمال ١ درصد معنی‌دار شد ولی اثر سال بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ٦). مقایسه میانگین عملکرد در اثر متقابل سال و تیمار مشخص نمود که در سال اول آزمایش بیشترین عملکرد به الگوی کشت ٢٥ درصد کاهو+٧٥ درصد پیاز با فواصل ٢٠–٥ سانتی‌متر مربوط بود. کاهش عملکرد در همین الگوی کاشت و با فواصل ٣٠–٥ و ٢٠–٧ سانتی‌متر و الگوی کشت ٥٠ درصد کاهو+٥٠ درصد پیاز با فواصل کاشت ٣٠–٥، ٧–٢٠ و ٢٠–٥ سانتی‌متر در مقایسه با تیمار مزبور معنی‌دار نشد. در سال دوم آزمایش الگوی کشت ٥٠ درصد کاهو+٥٠ درصد پیاز با فواصل ٢٠–٥ سانتی‌متر حداکثر محصول را به خود اختصاص داد. افزایش عملکرد این تیمار نسبت به الگوی کشت ٧٥ درصد کاهو+٢٥ درصد پیاز با فواصل٢٠–٥ سانتی‌متر و الگوی کشت ٢٥ درصد کاهو+٧٥ درصد پیاز با فواصل ٢٠–٧ و ٥–٢٠ سانتی‌متر معنی‌دار نشد (جدول ٣). از بین تیمارهای مزبور، الگوی کشت٥٠ درصد کاهو+٥٠ درصد پیاز با فواصل ٢٠–٥ سانتی‌متر که اختلاف عملکرد آن در دو سال آزمایش در مقایسه با سایر تیمارها کمتر بوده و بیشترین میانگین عملکرد دو ساله را نیز به خود اختصاص داده است، به–عنوان تیمار برتر آزمایش از نظر عملکرد معرفی می‌شود. (جدول ٥).

در این پژوهش عملکرد تیمارهای کشت توام تحت تاثیر الگوی کشت و تراکم قرار گرفت. در الگوی کشت ٢٥ درصد کاهو + ٧٥ درصد پیاز عملکرد کشت توام تحت تاثیر تراکم گیاهی که سهم بیشتری درمخلوط داشت (پیاز) قرار گرفت و در تراکم پایین پیاز و صرف‌نظر از تراکم کاهو (فواصل ٣٠–٧ و ٢٠–٧ سانتی‌متر) عملکرد کشت مخلوط به‌طور معنی‌داری در مقایسه با تیمار پر محصول (٥٠ درصد پیاز + ٥٠ درصد با فواصل ٢٠–٥ سانتی‌متر) کاهش یافت (جدول ٥). در الگوی کشت٥٠ درصد پیاز + ٥٠ درصد کاهو که سهم هر دو گیاه در مخلوط برابر بود،

فقط درفواصل ۷-۲۰ سانتی متر کاهش عملکرد نسبت به تیمار برتر آزمایش (از نظر عملکرد) معنی‌دار نبود. در الگوی کاشت ۲۵ درصد پیاز + ۷۵ درصد کاهو، فقط در تیماری که هر دو گیاه با تراکم بالا (۲۰-۵ سانتی‌متر) کشت شده بودند عملکرد نسبت به تیماری که حداکثر عملکرد را تولید کرده بود اختلاف معنی-داری نداشت. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود در این الگوی کشت در مقایسه با دو الگوی دیگر، عملکرد کمتری تولید شده است (جدول ۵).

در این بررسی برای ارزیابی سودمندی کشت توام ازنظر عملکرد از شاخص نسبت برابری زمین استفاده شد. این شاخص یکی از متداول‌ترین شاخص‌ها در ارزیابی کشت توام است. به‌وسیله این شاخص مشخص می‌شود برای به‌دست آوردن میزان محصولی که از کشت توام در واحد سطح به‌دست می‌آید چه مقدار زمین لازم است تا همان میزان محصول از تک کشتی به-دست آید (۲۳). اگر این شاخص بزرگ‌تر از یک شود، کشت توام سودمند است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر سال بر نسبت برابری زمین معنی‌دار نشد ولی اثر تیمار و اثر متقابل سال و تیمار بر این صفت به‌ترتیب در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ٦). در سال اول آزمایش بیشترین LER در الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز با فواصل ۵-۲۰ سانتی‌متر مشاهده شد. کاهش این شاخص در همه تیمارهای کشت توام به استثنای الگوی کشت ۷۵ درصد کاهو+ ۲۵ درصد پیاز با فواصل ۳۰-۷، ۳۰-۵ و ۲۰-۷ ساتی‌متر معنی‌دار نبود. در سال دوم آزمایش نیز بیشترین LER به الگوی کشت۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز با فواصل ۲۰-۵ سانتی‌متر مربوط بود. افزایش نسبت برابری زمین در این الگوی کشت در مقایسه با همه تیمارهای کشت توام به جز تیمار ۲۵ درصد کاهو+ ۷۵ درصد پیاز با فواصل ۲۰-۵ سانتی‌متر معنی‌دار شد. ولی علی‌رغم این اختلاف‌ها در این پژوهش LER در همه تیمارهای کشت مخلوط و هر دو سال آزمایش از یک بیشتر شد که نشان‌دهنده سودمندی همه تیمارهای کشت توام از نظر عملکرد است (جدول ۳). هماهنگ با این نتایج مقبلی و همکاران (۲۵) با سودمندی همه تیمارها در کشت مخلوط پیاز و شنبلیله مواجه شدند. مشکانی و همکاران (۲٤) نیز گزارش نمودند نسبت برابری زمین در همه تیمارهای کشت مخلوط موسیر و زیره سبز از یک بزرگ‌تر بوده است. نتایج پژوهش رفتاری و همکاران (۲۹) نشان داد که در کشت توام کاهو و نخودفرنگی در همه تیمارهای مورد مطالعه کشت توام سودمند بوده است. برخلاف این نتایج مجتبایی زمانی و نوروزی (۲٦) در کشت مخلوط جو و باقلا گزارش نمودند که کشت مخلوط برای همه تیمارهای کشت توام سودمند نبوده است. برای شاخص نسبت برابری زمین در پژوهش‌های مختلف بسته به گیاهان شرکت کننده در کشت توام، دوره رویش و شرایط اقلیمی محل پژوهش اعداد متنوعی گزارش شده است. در این پژوهش نسبت برابری زمین در دو سال آزمایش از ۱/۰٤ تا ۱/۳٦ متغیر بود (جدول ۳). پژوهش مجتایی زمانی و نوروزی (۲٦) مشخص نمود نسبت برابری زمین در کشت توام جو و باقلا از ۰/۸٦ تا ۱/۱۰ متغیر بوده است. نسبت برابری زمین در کشت توام سیر و اسفناج بسته به الگوی کشت و میزان مصرف کود دامی از ۱/۰٤ تا ۲/۰٦ بود (۳). مشکانی و همکاران (۲٤) گزارش نمودند نسبت برابری زمین در کشت مخلوط موسیر و زیره سبز از ۱/۱۵ تا ۱/٤۹ متغیر بوده است.

برای تعیین سودمندی کشت توام، ارزش اقتصادی و یا درآمد زراعین از عملکرد بسیار مهم‌تر است. زیرا ممکن است میزان محصول در کشت توام در مقایسه با کشت خالص افزایش یابد ولی به‌دلیل متفاوت بودن ارزش اقتصادی محصولات، درآمد کشاورزان کاهش یابد. لذا در این پژوهش سودمندی کشت توام از نظر اقتصادی نیز برآورد شد. یکی از روش‌های مهم ارزیابی اقتصادی کشت توام، مجموع ارزش نسبی (RVT) است. به‌وسیله این شاخص مشخص می‌شود، برای دستیابی به درآمدی که از کشت توام در واحد سطح کسب می‌شود چه مقدار زمین در تک کشتی لازم است تاهمان درآمد به‌دست آید. اگر مجموع ارزش نسبی از یک بزرگ‌تر شود کشت توام، سودمند است و اگر از یک کوچک‌تر شود کشت توام مفید نیست (۳۱). مقبلی و همکاران (۲۵) برای ارزیابی اقتصادی کشت توام پیاز و شنبلیله

از این شاخص استفاده نمودند. نتایج تجزیه واریانس مشخص نمود اثر سال بر این صفت معنی‌دار نشد ولی اثر تیمار و اثر متقابل سال و تیمار بر این شاخص در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ٦). در سال اول آزمایش بیشترین RVT در الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز با فواصل ۲۰–۵ سانتی‌متر مشاهده شد. کاهش این شاخص در همین الگوی کشت و با فواصل ۲۰–۷ و ۳۰–۵ سانتی‌متر و الگوی کشت ۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز با فواصل ۲۰–۵، ۲۰–۷ و ۳۰–۵ سانتی‌متر و الگوی کشت ۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز با فواصل ۲۰–۵ سانتی‌متر معنی‌دار نشد. در سال دوم آزمایش نیز حداکثر این شاخص به الگوی کشت۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز با فواصل ۲۰–۵ سانتی‌متر مربوط بود. از نظر این شاخص این تیمار بر همه تیمارهای آزمایشی به استثنای الگوی کشت ۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز با فواصل۲۰–۵ سانتی‌متر برتری معنی‌دار داشت. نسبی برابری درآمد در همه تیمارهای آزمایش به استثنای الگوی کشت ۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز با فواصل ۷–۳۰ سانتی‌متر و الگوی کشت۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز با فواصل ۷–۳۰ سانتی‌متر درسال دوم از یک بزرگ‌تر شد که نشانه سودمندی اقتصادی این تیمارها است (جدول ۳). یکی دیگر از شاخص‌های متداول در ارزیابی اقتصادی کشت توام که توسط محققین زیادی از جمله لامعی هروان (۲۰) و مجتبایی زمانی و نوروزی (۲٦)، دهیما و همکاران (۱۲) مورد استفاده قرار گرفته شاخص مزیت پولی است. اگر این شاخص مثبت شود، مبین سودمندی کشت توام است (۲۱). در این پژوهش اثر سال بر این صفت معنی‌دار نشد ولی اثر تیمار و اثر متقابل سال و تیمار بر این شاخص در سطح احتمال درصد معنی‌دار بود (جدول٦). در سال اول آزمایش بیشترین شاخص مزیت پولی به الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز با فواصل ۲۰–۵ سانتی‌متر مربوط بود. کاهش این شاخص در همین الگوی کشت و با فواصل ۲۰–۷ و ۳۰–۵ سانتی‌متر و الگوی کشت ۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز با فواصل ۲۰–۵، ۳۰–۵ و ۲۰–۵ معنی‌دار نشد. در سال دوم آزمایش نیز حداکثر این شاخص به الگوی کشت۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز با فواصل ۲۰–۵ سانتی‌متر مربوط بود. از نظر این شاخص این تیمار بر همه تیمارهای آزمایشی برتری معنی‌دار داشت (جدول ۳). همانند نسبت برابری درآمد در این بررسی شاخص مزیت پولی برای همه تیمارها مثبت شد (جدول ۳) که نشانه سودمندی اقتصادی کشت مخلوط در همه تیمارهای مورد مطالعه است. لامعی هروان (۲۰) گزارش نمود شاخص مزیت پولی برای همه تیمارهای کشت مخلوط جو و ترتیکاله با خلر مثبت بود. فلاح و همکاران (١٤) در کشت توام کلزا و نخودفرنگی با مثبت بودن شاخص مزیت پولی در همه تیمارهای کشت توام مواجه شدند. با توجه به این نتایج مشخص می‌شود که تیمار۵۰ درصد پیاز +۵۰ درصد کاهو با فواصل ۲۰–۵، از بالاترین نسبت برابری درآمد، نسبت برابری زمین و بیشترین مزیت پولی برخوردار بوده است، بنابراین این تیمار می‌تواند برای ایجاد پایداری وثبات تولید وافزایش درآمد اقتصادی و بهره‌وری استفاده از زمین‌های کشاورزی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای مؤثر باشد. در مطالعه دهیما و همکاران (۱۲) و گوش (١٦) نیز تیماری که بالاترین نسبت برابری زمین را به خود اختصاص دادند حایز بیشترین مزیت پولی شدند. ارزیابی متوسط وزن سوخ پیاز نشان داد که اثر سال و تیمار بر این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود ولی اثر متقابل این دو عامل بر متوسط وزن سوخ معنی‌دار نشد (جدول ٤). در سال دوم آزمایش به‌دلیل شیوع بیماری سفیدک دروغی متوسط وزن سوخ (۱۵۰ گرم) در مقایسه با سال اول (۱۷۸ گرم) کاهش معنی‌داری را نشان داد. حداکثر این صفت به تیمار ۵۰ درصد پیاز+۵۰ درصد کاهو با فواصل ۲۰–۷ سانتی‌مترتعلق داشت. اختلاف این صفت در این تیمار با همین الگوی کاشت و فواصل ۳۰–۷ سانتی‌متر، الگوی کاشت ۷۵ درصد پیاز+۲۵ درصد کاهو با فواصل ۲۰–۷ و ۳۰–۷ سانتی‌متر و کشت خالص پیاز تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول۷). چنین به‌نظر می رسد وزن متوسط سوخ تحت تاثیر تراکم کشت پیاز قرار گرفته و تراکم کاهو در الگوهای مختلف کشت تاثیر معنی‌داری بر متوسط وزن سوخ پیاز نداشته است. کاهش متوسط وزن سوخ پیاز با افزایش

جدول۷. مقایسه میانگین‌های متوسط وزن سوخ، متوسط وزن کاهو، درصد ماده خشک و کل مواد محلول سوخ در تیمارهای مورد مطالعه

تیمار	متوسط وزن سوخ (گرم)	متوسط وزن کاهو (گرم)	درصد ماده خشک سوخ	کل مواد جامد محلول سوخ (درجه بریکس)
۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز (۷–۳۰)	۱۷۹^{ab}	۹۷۱^{a}	٦/٤٨^{a}	٦/٤٦^{a}
۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز (۵–۳۰)	۱۵٦^{cd}	۹٦٤^{a}	۵/۸۸^{a}	٦/۳۲^{a}
۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز (۷–۲۰)	۱۷۸^{ab}	۷۷۷^{b}	٦/۷۹^{a}	٦/۵۵^{a}
۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز (۵–۲۰)	۱۵٦^{cd}	۷۲٤^{bcd}	٦/۱۸^{a}	٦/۳۷^{a}
۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز (۷–۳۰)	۱۸۵^{a}	۷٦٦^{bc}	٦/۳۷^{a}	٦/۲۰^{a}
۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز (۵–۳۰)	۱۵۵^{cd}	۷۷۹^{b}	٦/٤۰^{a}	٦/٤۰^{a}
۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز (۷–۲۰)	۱۸۱^{a}	٦۲٤ ^{def}	٦/۳٦^{a}	٦/۰۵^{a}
۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز (۵–۲۰)	۱٦۱^{bcd}	٦۲۲^{def}	٦/۲٤^{a}	٦/٤۲^{a}
۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز (۷–۳۰)	۱۵۸^{cd}	٦٦۱^{cdef}	٦/۳۳^{a}	۵/۹۸^{a}
۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز (۵–۳۰)	۱٤٦^{d}	٦۷۹^{bcde}	٦/٤۹^{a}	٦/۲۹^{a}
۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز (۷–۲۰)	۱٦۲^{bcd}	٤٦۲^{g}	٦/۵۳^{a}	٦/٤٦^{a}
۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز (۵–۲۰)	۱٤۹^{d}	۵۵۵^{fg}	٦/٤۸^{a}	٦/۳۵^{a}
خالص پیاز (۷–۳۰)	۱۷٤^{abc}	–	٦/۱٤^{a}	٦/٦۰^{a}
خالص کاهو (۳۰–۳۰)	–	٦۰٤^{ef}	-	-

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند از نظر آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

تراکم کاشت به‌دلیل افزایش رقابت بین بوته‌ها بود. مشابه با این نتایج دارابی (۷) نیز با کاهش متوسط وزن سوخ با افزایش تراکم مواجه شد.

ارزیابی متوسط وزن کاهو مشخص نمود اثر تیمار بر این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. اثر سال و اثر متقابل سال و تیمار بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول٤). حداکثر وزن متوسط کاهو به الگوی کاشت ۷۵ درصد پیاز+۲۵ درصد کاهو با فواصل ۳۰–۷ سانتی‌متر تعلق داشت. کاهش متوسط وزن کاهو در همین الگوی کاشت و با فواصل ۳۰–۵ سانتی‌متر در مقایسه با تیمار مزبور معنی‌دار نشد (جدول۷). همانند پیاز با افزایش تراکم کاشت، در همه الگوهای کاشت، متوسط وزن کاهو کاهش یافت و تراکم پیاز تاثیری بر متوسط وزن کاهو نداشت. کاهش وزن بوته با افزایش تراکم کاشت توسط خوشکام (۱۹) نیز گزارش شده است.

درصدماده خشک سوخ ازعوامل مهم کیفیت پیاز بوده ونقش به‌سزایی درتولید فرآورده‌ها وخاصیت انبارمانی این محصول دارد (۹). اگرچه درصد ماده خشک یک صفت ژنتیکی است ولی تغییرات آب وهوایی در دو سال آزمایش درحدی بود که توانست میزان این صفت را در سطح احتمال ۵ درصد تحت تأثیر قرار دهد (در سال اول و دوم آزمایش به‌ترتیب ٦/۷٤ و ۵/۹۷ درصد). اثر تیمار و اثر متقابل سال و تیمار تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جداول ٤ و۷). همانند درصد ماده خشک، تیمارهای مورد مطالعه تاثیر معنی‌داری بر کل مواد جامد محلول سوخ نداشتند . اثر سال و اثر متقابل سال و تیمار نیز بر این صفت معنی‌دار نبود (جداول ٤ و۷).

نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش مشخص نمود عملکرد پیاز و کاهو در واحد سطح در کشت خالص از کشت مخلوط بیشتر بود. حداکثر عملکرد کشت مخلوط به الگوی کشت ۵۰ درصد پیاز+۵۰ درصد کاهو با فواصل ۲۰-۵ سانتی‌متر تعلق داشت. کاهو گیاه پر محصول کشت توام بود. در همه تیمارهای کشت توام نسبت برابری زمین از یک بزرگ‌تر و شاخص مزیت مالی مثبت شد، بنابراین سودمندی کلیه این تیمارها هم از نظر عملکرد و هم از لحاظ اقتصادی اثبات شد. متوسط وزن سوخ و کاهو تحت تاثیر تراکم بوته قرار گرفت و الگوهای کشت توام تاثیری بر این صفت نداشتند. با توجه به نتایج این بررسی، الگوی کشت۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز با فواصل ۵-۲۰ سانتی‌متر که بیشترین عملکرد، نسبت برابری زمین، شاخص مزیت پولی و مجموع ارزش نسبی را به خود اختصاص داد برای کشت توام این دو محصول توصیه می‌شود.

قدردانی و سپاس

از پرسنل محترم ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان به‌دلیل همکاری صیمیانه در اجرای آزمایش تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Abdi, S. 2023. Evaluation of yield, yield components and competitive indices in different patterns of intercropping on quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Crop Production and Processing* 13: 31-48. (In Farsi).
2. Ahmed, A. U., B. M. Auwalu, H. M. Garba, I. G. Halilu and M. B. Adamu. 2023. Response of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and onion (*Allium cepa* L.) to different intercrops in Sudan Savanna ecological zone of Nigeria. *Direct Research Journal of Agriculture and Food Science* 11: 45-53.
3. Asadi, G., R. Ghorbani and S. Khorramdel. 2019. The effect of cropping pattern and manure rates on competitive indices and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.) and garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Plant Production* 26: 199-213. (In Farsi).
4. Bargaz, A., M. E. Isaac, E. S. Jensen and G. Carlsson. 2015. Intercropping of faba bean with wheat under low water availability promotes faba bean nodulation and root growth in deeper soil layers. *Procedia Environmental Sciences* 29: 111-112.
5. Darabi, A. 2003. The evaluation of intercropping onion cultivars on Behbahan region. *The Scientific Journal of Agriculture* 25: 45-54.
6. Darabi, A. 2009. Study of bulbing physiology in important local populations of Iranian onion in Behbahan and Karaj provinces. Ph. D Thesis. Tehran University. Karaj, Iran. (In Farsi).
7. Darabi, A. 2016. The study of effect of planting date and density on marketable yield and bulb characteristics of an onion population from Behbahan. *Journal of Crop Production and Processing* 5: 301-314. (In Farsi).
8. Darabi, A. 2016. Physiology and Production of Onion. Publication of Agricultural Education. Karaj. (In Farsi).
9. Darabi, A. 2020.Comparison the qualitative and quantitative characteristics of open-pollinated and hybrid short day onion cultivars in Khuzestan climatic conditions. *Iranian Journal of Horticultural Science* 51: 691-703. (In Farsi).
10. Darabi, A. and A. Ghenevati Moghadam. 2020. Study the bulbing date and morphological characters of landrace populations and onion commercial cultivars in Khuzestan region. *Journal of Plant Production* 27: 1-18. (In Farsi).
11. De Haan, J. L. and L. Vasseur. 2014. Above and below ground interactions in monoculture and intercropping of onion and Lettuce in greenhouse conditions. *American Journal of Plant Science* 5: 3319-3327.
12. Dhima, K. V., A. S. Lithourgidis, I. B. Vasilakoglou and C. A. Dordas. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crops Research* 100: 249-256.
13. Elouattalli, Y., M. ferioun, N. ElGhachtouli, K. Derraz and F. Rachidi. 2024. Enhancing onion growth and yield through agroecological practices: organic fertilization and intercropping. *Ecological Frontiers* 44: 547-557.
14. Fallah, S., S. Baharlouie and A. Abbasi Surki. 2014. Evaluation of competitive and economic indices in canola and pea intercropping at different rates of nitrogen fertilizer. *Journal of Agroecology* 6: 571-581. (In Farsi).
15. Gao. Y., A. Duan, X. Qiu, Z. Liu, J. Sun, J. Zhang and H. Wang. 2010. Distribution of roots and root length density in a maize/soybean strip intercropping system. *Agriculture Water Management* 98: 199-212.
16. Ghosh, P. K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping system in the semi–arid tropics of India. *Field Crops Research* 88: 227-237.

17. Hamzei, J. and J. SedighiKamel. 2023. Improvement of resource use efficiency, profitability and productivity of potato by intercropping with green bean. *Journal of Plant Production* 29: 101-119. (In Farsi).
18. Iqbal, N., S. Hussain, Z. Ahmed, F. Yang, X. Wang, W. Liu and J. Liu. 2019. Comparative analysis of maize–soybean strip intercropping systems: a review. *Plant Production Science* 2: 131-142.
19. Khoshkam, S. 2018. Evaluation of cultivar and plant spacing on yield of lettuce Cultivar under greenhouse conditions. *Greenhouse Vegetable Journal* 1: 17-24. (In Farsi).
20. LameiHarvani, J. 2012. Technical and economical evaluation of mixed cropping grass pea with barley and triticale under dryland conditions in Zanjan Province. *Journal of Crop Production and Processing* 2: 93-103. (In Farsi).
21. Lithourgidis, A. S., C. A. Dordas, C. A. Damalas and D. N. Vlachostergios. 2011. Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian Journal of Crop Science* 5: 396-410.
22. Maitra, S., A. Hossain, M. Brestic Skalicky, P. Ondrisik, H. Gitari, K. Brahmachari, T. Tanmoy Shankar, P. Bhadra, J. BharatiPalai, J. Jena, U. Bhattacharya, S. Kumar Duvvada, S. Lalichetti and M. Sairam. 2021. Intercropping—a low input agricultural strategy for food and environmental security. *Agronomy* 11: 343.
23. Mazaheri, D. 1994. Intercropping. Tehran University publication. Tehran. (In Farsi).
24. Meshkani, J., M. Kafi, S. Khorramdel and F. Moallem Benhangi. 2019. Effect of intercropping rates of cumin (*Cuminum cyminum* L.) and Persian shallot (*Allium altissimum* Regel.) on their growth indices. *Journal of Agroecology* 11: 543-560. (In Farsi).
25. Moghbeli, T., S. Bolandnazar, J. Panahande and Y. Raei. 2017. The effect of density on onion yield in mono-Cropping and intercropping with fenugreek. *Journal of Agricultural and Sustainable Production* 27: 202-214. (In Farsi).
26. Mojtabaie Zamani, M. and S. H. Norouzi. 2017. Evaluation of different intercropping patterns of barley (*Hordeum vulgare* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) through competitive and economic indices. *Journal of Crop Production and Processing* 7: 145-158. (In Farsi).
27. Moradi, R., A. Koocheki and M. Nasiri Mahallati. 2017.Evaluation of economical yield and radiation use efficiency of maizeand cotton in sole and intercropping systems as affected by different levels of nitrogen. *Journal of Crop Production and Processing* 7: 47-59. (In Farsi).
28. Mota, W. F., R. D. Pereira, G. S. Santos and J. C. B. Vieira. 2014. Agronomic and economic viability of intercropping onion and lettuce. *Horticultura Brasileira* 30: 349-354.
29. Raftari, E., A. Nakhzari Moghaddam, M. Mollashahi and H. Hosseini Moghaddam. 2018. The effect of nitrogen fertilizer and planting pattern on yield and competition indices of pea (*Pisum sativum* L.) and lettuce (*Lactuca sativam* L.). *Journal of Agroecology* 10: 504-515. (In Farsi).
30. Shaker-Koohi, S. and S. Nasrollahzadeh. 2014. Evaluation of yield and advantage indices of sorghum (*Sorghum bicolor* L.*)* and mung bean (*Vigna radiate* L.*)* intercropping systems. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research* 2: 151-160.
31. Sulvai, F., B. Jequicene, M. Chauque, D. Lusitâneo and P. Macuvele. 2016. Intercropping of lettuce and onion controls caterpillar thread, *Agrotisípsilon* major insect pest of lettuce. *Chemcal and Biological Technologist in Agriculture* 3: 1-5.
32. Viteri, S. E., M. Jeanneth and J. E. Villami. 2012. Verificacion de alternativaspara la sostenibilidad de la produccion de cebolla (*Allium cepa*L.) en Cucaita, Boyacá. *Agronomia Colombiana* 30: 124-132.
33. Zhang, C., Y. Dong, L. Tang, Y. Zheng, D. Makowski Y. Yu, F. Zhang and W. Van Der Werf. 2019. Intercropping cereals with faba bean reduces plant disease incidence regardless of fertilizer input; a meta-analysis. *European Journal* of *Plant Pathology* 154: 931-942.