

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, conservation 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

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





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

عبدالستار دارابی*

چکیده- به منظور 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 ۴ 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 به ترتیب در اواسط اسفند ماه و اواخر اردیبهشت ماه برداشت شدند. مقایسه عملکرد کلیه تیمارهای آزمایشی نشان داد که تمام تیمارهای کشت توام به جز الگوی کاشت ۲۵ درصد پیاز + ۷۵ درصد کاهو با فواصل (۷-۳۰ 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. ۱۴۰۳ ©

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:



مقدمه

رشد روزافزون جمعیت، موجب افزایش نیاز بشر به مواد غذایی شده است. این امر، موجب گسترش تولیدات کشاورزی و به تبع آن، تأثیر سوء بر خاک و منابع پایه شده است (۳۲). استفاده از کود و سموم شیمیایی علاوه بر آلوده سازی خاک و آب های سطحی و زیرزمینی باعث فرسایش ژنتیکی و انقراض گونه های جانوری و گیاهی نیز می شوند. این فرایندها به تدریج تعادل زیست محیطی و بومی را بر هم می زند (۳۲). راهبردهایی که هدف آن ها مقابله با این مشکلات فزاینده است به عنوان کشاورزی پایدار شناخته می شود. کشاورزی پایدار به مدیریت صحیح منابع کشاورزی اطلاق می شود که رفع نیازهای درحال تغییر بشر، کیفیت محیط زیست و ظرفیت منابع آب و خاک را نیز حفظ می کند (۱). افزایش توجه به تولید پایدار و حفظ محیط زیست سبب استفاده بهینه از منابع قابل دسترس، حفاظت هر چه بشتر محیط زیست و عملکرد پایدار شد (۲۲). در این راستا، ایجاد تنوع در سیستم های زراعی، به عنوان راه حلی مناسب جهت رفع برخی از مشکلات کشاورزی مدرن پیشنهاد شده است. از جمله راهکارهای مورد نظر این نگرش، می توان 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 به طور توأم کشت می شوند (۲۲). در کاشت توأم، یک گیاه در بخشی یا تمام دوره رویش خود در مجاورت گیاه دیگر هستند، در نتیجه کشت توأم امکان برقراری روابط متقابل بین محصولات مختلف را فراهم ساخته است (۳۳) و موجب افزایش عملکرد در واحد سطح، کاهش خسارت آفات و بیماری ها، کاهش رشد علف های هرز، استفاده کارآمدتر از منابع و کاهش فرسایش خاک می شود (۴). این سیستم قادر است میزان و پایداری عملکرد را در مقایسه با سیستم تک کشتی به ویژه در شرایط کمبود نهاده ها بهبود بخشد. چنین به نظر می رسد که با بهره گیری از سیستم های کشت مخلوط ضمن افزایش حاصلخیزی خاک و کاهش مصرف کودهای شیمیایی، می توان 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 به نحوی صورت گیرد که قرار گرفتن گونه های 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 گونه ها در ارتباط با نیازهای اکولوژیکی و نحوه پاسخ آن ها نسبت به محیط است. یکی از عوامل موثر در افزایش عملکرد کشت توأم اختلاف زمانی در مدت رشد و نمو گیاهان موجود در کشت مخلوط است، به طوری که افزایش محصول حتی در مواردی که گیاهان موجود در کشت مخلوط از یک جنس و یا گونه باشند (کشت توأم ارقام پیاز) ولی اختلاف آنها در مدت زمان دوره رویش باشند نیز گزارش شده است (۵ و ۲۳).

مقبلی و همکاران (۲۵) کشت توأم 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 (۱/۶۵) 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 توأم سیب زمینی با لوبیا سبز با مقادیر مختلف کود اوره در همدان نشان داد که کشت لوبیا سبز بین ردیف های سیب زمینی با مصرف ۱۷۴ کیلوگرم اوره در هکتار در مقایسه با کشت خالص سیب زمینی همراه با مصرف ۳۴۸ کیلوگرم اوره در هکتار، عملکرد غده و کارایی استفاده از منابع را بهبود بخشیده است (۱۷). در کشت توأم پیاز و کاهو در برزیل، حداکثر محصول کشت توأم 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 در ۸۰ درصد تراکم کشت خالص و کاهو با ۴۰ و یا ۱۰۰ درصد تراکم کشت خالص و ب- با کشت پیاز در ۱۰۰ درصد تراکم کشت خالص و کاهو با همه تراکم ها (از ۴۰ درصد تا ۸۰ درصد) به دست آمد (۲۸). ارزیابی واکنش اندام های مختلف گیاه

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل ۱۴ تیمار، با سه تکرار طی دو سال زراعی (۱۳۹۷-۱۳۹۹) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان با ۳۰ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۱۴ 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 به ترتیب پریمورا 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، باتوجه به 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 ۴ تراکم کاشت، فاصله بین بوته‌های پیاز روی ردیف ۵ و ۷ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌های کاهو روی ردیف ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر (فواصل ۲۰-۵، ۲۰-۷، ۳۰-۵ و ۳۰-۷ اعداد سمت چپ و راست به ترتیب فاصله 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 ۶۹ 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 فاصله ۲۵ و ۵۰ روز بعد از نشاکاری استفاده شد.

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 در نتیجه 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 معنی-داری 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 (۶)، 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 (۶)، با عنایت به همزمانی کشت این دو محصول، در صورت 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 به این‌که تحقیقات کشت توام در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری عمدتاً 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.

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

خصوصیات خاک						
سال زراعی	بافت	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	فسفر (میلی گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم)	کربن آلی (درصد)
۱۳۹۷-۹۸	سیلتی کلی لوم	۲/۴۰	۷/۷	۳	۱۷۰	۰/۷۵
۱۳۹۸-۹۹	سیلتی کلی لوم	۲/۱۸	۷/۳	۴	۱۹۰	۰/۸۰

رابطه (۴) $VCI = Y_{IO} \times P_O + Y_{LI} \times P_L$

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

درصد ماده خشک سوخ

برای تعیین درصد ماده خشک سوخ، ۱۰ سوخ از هر کرت آزمایشی به طور تصادفی انتخاب و پس از تمیز و خرد کردن، درآون با دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شدند (۱۰).

کل مواد جامد محلول

تعداد ۱۰ سوخ از هر کرت آزمایشی به طور تصادفی انتخاب و با چکاندن چند قطره از عصاره سوخ روی منشور دستگاه رفراکتومتر مدل ABBE (ساخت کشور آلمان) کل مواد جامد محلول اندازه گیری 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.

در پیاز نیز ۳۰ درصد از کود اوره قبل از کاشت، ۶۰ 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 ۴/۲ 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)

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

Y_{OI} و Y_{OM} به ترتیب 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) $RVT = (Y_{OI} \times P_O + Y_{LI} \times P_L) / P \times Y$

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

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	۱۴/۵ ^{ns}
بلوک در سال	۴	۸۱/۵
تیمار	۱۳	۲۷۶ ^{**}
اثر متقابل سال و تیمار	۱۳	۱۴۷ ^{**}
خطا	۵۲	۲۷/۵
ضریب تغییرات (%)		۶/۲۳

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

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس عملکرد کلیه تیمارهای آزمایشی نشان داد که اثر سال بر این صفت معنی دار نشد. اثر تیمار و اثر متقابل سال و تیمار بر عملکرد در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار 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 سانتی متر اختصاص یافت. در این سال عملکرد این تیمار و همین الگوی کشت با فواصل ۵-۳۰ سانتی متر و الگوی کشت مخلوط ۵۰ درصد کاهو + ۵۰ درصد کاهو با فواصل ۲۰-۵ سانتی متر بر عملکرد کشت خالص هر دو گیاه برتری معنی داری داشتند. در سال دوم آزمایش بیشترین عملکرد به الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو + ۵۰ درصد پیاز با فواصل ۲۰-۵ سانتی متر تعلق داشت. افزایش عملکرد این تیمار و الگوی کشت ۷۵ درصد کاهو + ۲۵ درصد پیاز با فواصل ۲۰-۵ سانتی متر در مقایسه با عملکرد کشت خالص پیاز و کاهو معنی دار 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 در نتیجه 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 (۱۴).

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 معنی دار شد (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد کاهو در کشت توام و خالص مشخص نمود اثر سال و اثر متقابل سال و تیمار بر این صفت معنی دار نبود ولی اثر تیمار بر عملکرد کاهو در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۴). میانگین عملکرد پیاز در سال دوم آزمایش (۳۷۶۲۵ کیلوگرم در هکتار) به دلیل شیوع بیماری سفیدک دروغی در مقایسه با سال اول آزمایش (۴۴۷۲۵ کیلوگرم در هکتار) کاهش معنی داری 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 معنی دار 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 سانتی متر 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 سیاه‌گین‌های 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 پوی
اول	۲۵ درصد کاهو+۷۵+ درصد پیاز (۳۰-۷)	۸۳۷۰.۰ ^{a,f}	۵۷۶۶.۰ ^{bcd}	۸۳۷۰.۰ ^{a,e}	۱/۲۷abc	۱/۱۴ ^{a---g}	۷۵ ^{abcd}
	۲۵ درصد کاهو+۷۵+ درصد پیاز (۳۰-۵)	۹۴۱۲.۰ ^{ab}	۶۷۳۲.۰ ^b	۹۴۱۲.۰ ^{ab}	۱/۲۷a	۱/۲۷a	۷۵.۰ ^{bcd}
	۲۵ درصد کاهو+۷۵+ درصد پیاز (۲۰-۷)	۹۱۱۲.۰ ^{a,d}	۶۱۰۸.۰ ^{bcd}	۹۱۲۰.۰ ^{abc}	۱/۲۱ ^{b---e}	۱/۲۱ ^{b---e}	۶۶۴ ^{cde}
	۲۵ درصد کاهو+۷۵+ درصد پیاز (۲۰-۵)	۹۴۳۸.۰ ^{ab}	۶۶۴۶.۰ ^{bc}	۹۴۳۸.۰ ^{ab}	۱/۲۵ ^{a---d}	۱/۲۴ ^{ab}	۷۷۲ ^{bcd}
	۵۰ درصد کاهو+۵۰+ درصد پیاز (۳۰-۷)	۸۴۸۹.۰ ^{a,f}	۴۱۱۲.۰ ^{fg}	۸۴۸۹.۰ ^{a,f}	۱/۱۷ ^{c---g}	۱/۱۰ ^{b---h}	۵۲۵ ^{efg}
	۵۰ درصد کاهو+۵۰+ درصد پیاز (۳۰-۵)	۹۰۶۴.۰ ^{a,d}	۴۵۴۷.۰ ^{fg}	۹۰۶۴.۰ ^{a,d}	۱/۲۴ ^{a---e}	۱/۲۱ ^{a---d}	۷۳۱ ^{bcd}
	۵۰ درصد کاهو+۵۰+ درصد پیاز (۲۰-۷)	۹۰۲۴.۰ ^{a,d}	۴۱۴۷.۰ ^{fg}	۹۰۲۴.۰ ^{a,d}	۱/۲۴ ^{a---e}	۱/۲۴ ^{ab}	۷۵۵ ^{bcd}
	۵۰ درصد کاهو+۵۰+ درصد پیاز (۲۰-۵)	۹۳۰۴.۰ ^{abc}	۴۵۷۴.۰ ^{ef}	۹۳۰۴.۰ ^a	۱/۲۸ ^{abc}	۱/۲۸ ^a	۸۵۸ ^{ab}
	۷۵ درصد کاهو+۲۵+ درصد پیاز (۳۰-۷)	۷۲۹۷.۰ ^{fgh}	۱۷۸۰.۰ ^h	۷۲۹۷.۰ ^f	۱/۰۴ ^g	۱/۰۶ ^{fgh}	۱۲۸ ^j
	۷۵ درصد کاهو+۲۵+ درصد پیاز (۳۰-۵)	۷۴۵۴.۰ ^{c,h}	۱۹۲۴.۰ ^h	۷۴۵۴.۰ ^{ef}	۱/۰۶ ^{fg}	۱/۱۰ ^{c---h}	۲۴۲ ^{ij}
دوم	۷۵ درصد کاهو+۲۵+ درصد پیاز (۲۰-۷)	۸۰۸۶.۰ ^{c,g}	۱۸۰۲.۰ ^h	۸۶۸۰.۸ ^{۰^{c,f}}	۱/۱۱ ^{d---g}	۱/۱۶ ^{a---f}	۳۶۳ ^{ghij}
	۷۵ درصد کاهو+۲۵+ درصد پیاز (۲۰-۵)	۸۴۱۳.۰ ^{a,f}	۱۹۶۱.۰ ^h	۸۴۱۳.۰ ^{a,f}	۱/۲۰ ^{b---e}	۱/۱۷ ^{a---f}	۶۴۲ ^{cde}
	۳۰-۷) خالص پیاز	۸۰۸۹.۰ ^{b,f}	۸۰۸۹.۰ ^a	—	—	—	—
	۳۰-۵) خالص کاهو	۶۷۰۸.۰ ^{gh}	—	—	—	—	—
	۲۵ درصد کاهو+۷۵+ درصد پیاز (۷-۳۰)	۷۷۶۲.۰ ^{d,g}	۴۶۸۳.۰ ^{ef}	۷۷۶۲.۰ ^{def}	۱/۲۷ ^{abc}	۱/۱۴ ^{c---g}	۳۴۶ ^{hi}
	۲۵ درصد کاهو+۷۵+ درصد پیاز (۵-۳۰)	۸۴۵۷.۰ ^{a,f}	۵۴۸۰.۰ ^{de}	۸۴۵۷.۰ ^{a,f}	۱/۲۴ ^{b---e}	۱/۲۵ ^d	۶۶۳ ^{cde}
	۲۵ درصد کاهو+۷۵+ درصد پیاز (۷-۲۰)	۷۹۸۶.۰ ^{c,g}	۴۶۵۶.۰ ^{ef}	۷۹۸۶.۰ ^{c,f}	۱/۲۱ ^{b---f}	۱/۱۷ ^{c---g}	۴۲۱ ^{fgh}
	۲۵ درصد کاهو+۷۵+ درصد پیاز (۵-۲۰)	۸۹۵۹.۰ ^{a,d}	۵۶۱۵.۰ ^{cde}	۸۹۵۹.۰ ^{a,d}	۱/۲۵ ^{a---d}	۱/۳۲ ^{ab}	۸۹۷ ^{ab}
	۵۰ درصد کاهو+۵۰+ درصد پیاز (۷-۳۰)	۷۸۳۱.۰ ^{d,g}	۳۳۵۲.۰ ^g	۷۸۳۱.۰ ^{c,f}	۱/۱۷ ^{c---g}	۱/۱۰ ^{efg}	۲۸۸ ^{hig}
	۵۰ درصد کاهو+۵۰+ درصد پیاز (۵-۳۰)	۸۵۴۴.۰ ^{a,f}	۴۰۳۱.۰ ^{fg}	۸۵۴۴.۰ ^{a,f}	۱/۲۴ ^{a---e}	۱/۲۳ ^{b---e}	۵۵۵ ^{ef}

ادامه جدول ۳.

۵۳۹ ^{ef}	۱/۲۰c...g	۱/۲۴a...e	۸۷۹۹۰a...e	۳۳۵۲۰g	۸۷۹۹۰a...e	(۷-۲۰) درصد پیاز
۱۱۲۱a	۱/۳۳a	۱/۲۸abc ^{xyz}	۹۶۵۱۰a	۴۱۴۷۰ ^{fg}	۹۶۵۱۰a	(۵-۲۰) درصد کاهو + ۵۰ درصد پیاز
۳۱۵hi	۱/۱۱d...g	۱/۰۴g	۸۲۸۸۰b...f	۱۷۷۳۰h	۸۲۸۸۰a...f	(۷-۳۰) درصد کاهو + ۲۵ درصد پیاز
۴۰۳ ^{ghin}	۱/۱۴c...g	۱/۰۳ ^{fg}	۸۴۹۹۰a...f	۱۹۶۸۰h	۸۴۹۹۰a...f	(۵-۳۰) درصد کاهو + ۲۵ درصد پیاز
۶۰۳de	۱/۲۰b...f	۱/۱۱d...g	۸۹۸۸۰a...d	۱۷۳۴۰h	۸۹۸۸۰a...d	(۷-۲۰) درصد کاهو + ۲۵ درصد پیاز
۷۹۹ ^{bc}	۱/۲۵a...d	۱/۲۰b...e	۹۳۷۹۰ab	۲۰۱۲۰h	۹۳۷۹۰ab	(۵-۲۰) درصد کاهو + ۲۵ درصد پیاز
-	-	-	۸۳۳۷۰a...e	۶۲۷۵۰ ^{bcd}	۶۲۷۵۰h	خالص پیاز (۷-۳۰)
-	-	-	۹۴۱۲۰ab	-	۷۹۶۱۰۰c...g	خالص کاهو (۳۰-۳۰)

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

جدول ۴. 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	عملکرد پیاز	عملکرد کاهو	میانگین مربعات	
				متوسط وزن سوخ	متوسط وزن کاهو
کل مواد جامد محلول سوخ	درصد ماده خشک سوخ	درصد ماده خشک سوخ	درصد ماده خشک سوخ	درصد ماده خشک سوخ	درصد ماده خشک سوخ
سال	۱	۹۸۹**	۷۹۰ ^{ns}	۱۵۷۸۹**	۴۵۲۶۷ ^{ns}
بلوک در سال	۴	۳/۸۳	۱۰۹	۵۲/۳	۳۸۱۳۰
رقم	۱۲	۲۰۴۴*	۱۵۷۰**	۱۰۱۰**	۱۳۰۳۲۰**
اثر متقابل سال و رقم	۱۲	۵۶۷**	۲۲/۱۲ ^{ns}	۳۱۷ ^{ns}	۹۱۴۸ ^{ns}
خطا	۴۸	۱۹/۳	۱۹/۸	۲۱۰	۹۱۴۸
ضریب تغییرات (%)		۱۰/۷	۹/۰۱	۸/۸۱	۱۲/۶

^{ns}، * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

کاشت در دو فاصله کاشت ۵-۳۰ و ۵-۲۰ سانتی متر میزان عملکرد پیاز به ترتیب ۶۱ درصد و ۶۲ درصد کشت خالص بود (جدول ۵). در الگوی کشت ۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز، که سهم پیاز در کشت مخلوط ۵۰ درصد نسبت به کشت خالص کاهش یافت، مقدار عملکرد پیاز در هر دو فاصله کشت ۳۰-۷ و ۲۰-۷ سانتی متر، ۲۵ درصد کشت خالص بود. در دو فاصله کاشت دیگر یعنی ۵-۳۰ و ۵-۲۰ سانتی متر، میزان عملکرد پیاز به ترتیب ۲۷ درصد و ۲۸ درصد کشت خالص بود (جدول ۵). بنابراین می توان چنین نتیجه گیری نمود در دو فاصله کاشت ۳۰-۷ و ۲۰-۷ سانتی متر که تراکم بوته پیاز در کشت مخلوط و کشت خالص برابر بوده است، عملکرد هر بوته پیاز در کشت خالص و مخلوط تقریباً برابر بوده است یعنی در این فواصل کاشت رقابت درون گونه ای (بین بوته های پیاز) و برون گونه ای (بین بوته های پیاز و کاهو) برابر بوده است. در دو فاصله کاشت دیگر یعنی ۵-۳۰ و ۲۰-۵ سانتی متر، عملکرد هر بوته پیاز در واحد سطح در کشت توام (علی رغم افزایش تراکم بوته) در مقایسه با کشت خالص افزایش چندانی نیافته است (بین ۲ تا ۱۱ درصد). این در حالی است که بعد از برداشت کاهو، پیاز در یک دوره نسبتاً طولانی (حدود ۷۵ روز) بدون رقابت با کاهو رشد و نمو نموده است. هماهنگی با این نتایج دی هان و دیواسیور (۱۱) نیز

کشت خالص شد. افزایش عملکرد گیاهان در کشت خالص به دلیل 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 ۵). مجتبیایی زمانی و نوروزی (۲۶) 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 ۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز، که سهم پیاز در مخلوط ۷۵ درصد بود، عملکرد پیاز در دو فاصله کاشت ۷-۳۰ و ۷-۲۰ سانتی متر به ترتیب ۷۳ درصد و ۷۵ درصد کشت خالص این گیاه بود و در دو فاصله کاشت ۵-۳۰ و ۵-۲۰ سانتی متر میزان عملکرد به ترتیب به ۸۵ درصد و ۸۶ درصد کشت خالص رسید (جدول ۵). در الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز، که سهم پیاز در کشت مخلوط ۵۰ درصد نسبت به کشت خالص کاهش یافت، عملکرد پیاز در دو فاصله کشت ۷-۳۰ و ۷-۲۰ سانتی متر به ترتیب ۵۲ درصد و ۵۱ درصد کشت خالص بود. در این الگوی

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 (۳۰-۷)	۲۸۵۰ ^f	۸۲۴۹۰ ^{defg}
۲۵ درصد کاهو+ ۷۵ درصد پیاز (۳۰-۵)	۲۸۲۶۰ ^f	۸۹۴۰۰ ^{abc}
۲۵ درصد کاهو+ ۷۵ درصد پیاز (۲۰-۷)	۳۱۷۱۰ ^f	۸۵۵۳۰ ^{bcd}
۲۵ درصد کاهو+ ۷۵ درصد پیاز (۲۰-۵)	۳۰۷۳۰ ^f	۹۲۳۷۰ ^{ab}
۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز (۳۰-۷)	۴۴۱۹۰ ^e	۸۱۶۰۰ ^{ef}
۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز (۳۰-۵)	۴۵۱۲۰ ^e	۸۸۰۴۰ ^{bcd}
۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز (۲۰-۷)	۵۱۶۲۰ ^d	۸۸۴۸۰ ^{abc}
۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز (۲۰-۵)	۵۱۱۷۰ ^d	۹۴۷۸۰ ^a
۷۵ درصد کاهو+ ۲۵ درصد پیاز (۳۰-۷)	۶۰۱۶۰ ^c	۷۷۹۲۰ ^f
۷۵ درصد کاهو+ ۲۵ درصد پیاز (۳۰-۵)	۶۰۳۱۰ ^c	۷۹۷۷۰ ^{ef}
۷۵ درصد کاهو+ ۲۵ درصد پیاز (۲۰-۷)	۶۷۶۹۰ ^b	۸۵۳۷۰ ^{cde}
۷۵ درصد کاهو+ ۲۵ درصد پیاز (۲۰-۵)	۶۹۱۰۰ ^{ab}	۸۸۸۸۰ ^{abc}
خالص پیاز (۳۰-۷)	-	-
خالص کاهو (۳۰-۳۰)	۷۳۳۴۰ ^a	۷۳۳۴۰ ^h

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

۳۰-۷،

۵-۳۰، ۷-۲۰ و ۵-۲۰ سانتی‌متر به‌ترتیب ۳۹ درصد، ۳۹ درصد، ۴۳ درصد و ۴۲ 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 ۷-۳۰، ۳۰-۵، ۲۰-۷ و ۵-۲۰ سانتی‌متر به‌ترتیب به ۶۰ درصد، ۶۲ درصد، ۷۰ درصد و ۷۰ 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 ۷-۳۰، ۳۰-۵، ۲۰-۷ و ۵-۲۰ سانتی‌متر به‌ترتیب ۸۲ درصد، ۸۲ درصد، ۹۲ درصد و ۹۴ 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 در نتیجه کاهش رقابت برون بوته‌ای در مقایسه با

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 غذایی توسط این گیاه و شدید بودن رقابت اندام‌های زیرزمینی در کشت مخلوط نسبت داد (۱۱). چنین به نظر می‌رسد بعد از برداشت کاهو، اگرچه جذب نور برای پیاز بهبود یافته است، ولی به دلیل 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 در نتیجه افزایش عملکرد هر بوته پیاز در کشت توام در مقایسه با کشت خالص پیاز چندان قابل توجه نبوده است.

بر خلاف پیاز، عملکرد هر بوته کاهو در کشت توام در مقایسه با پیاز به‌طور قابل توجهی افزایش یافت. در الگوی کشت ۲۵ درصد کاهو+ ۷۵ درصد پیاز که سهم کاهو در کشت مخلوط ۲۵ درصد کشت خالص بود، مقدار عملکرد کاهو در فواصل کاشت

جدول ۶. 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
سال	۱	۴/۵۷۰ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۱۴۸۰۰ ^{ns}
بلوک در سال	۴	۸۱/۹	۰/۰۵۰	۲۷۲۱۵
تیمار	۱۱	۱۵۵ ^{**}	۰/۰۳۱ ^{**}	۲۵۶۷۰۷ ^{**}
اثر متقابل سال و تیمار	۱۱	۱۱۰ ^{**}	۰/۰۰۷ [*]	۷۳۵۷۸ ^{**}
خطا	۴۴	۲۵/۰۳	۰/۰۰۳	۵۰۲۳
ضرب تغییرات (%)		۵/۸۱	۴/۴۱	۱۲/۳
		۴/۹۲		

* و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪^{ns}

کشت ۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز با فواصل کاشت ۳۰-۵، ۷-۲۰ و ۲۰-۵ سانتی متر در مقایسه با تیمار مزبور معنی دار نشد. در سال دوم آزمایش الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز با فواصل ۲۰-۵ سانتی متر حداکثر محصول را به خود اختصاص داد. افزایش عملکرد این تیمار نسبت به الگوی کشت ۷۵ درصد کاهو+۲۵ درصد پیاز با فواصل ۲۰-۵ سانتی متر و الگوی کشت ۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز با فواصل ۲۰-۷ و ۵-۲۰ سانتی متر معنی دار نشد (جدول ۳). از بین تیمارهای مزبور، الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز با فواصل ۲۰-۵ سانتی متر 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 می شود. (جدول ۵).

در این پژوهش عملکرد تیمارهای کشت توام تحت تاثیر الگوی کشت و تراکم قرار گرفت. در الگوی کشت ۲۵ درصد کاهو + ۷۵ درصد پیاز عملکرد کشت توام تحت تاثیر تراکم گیاهی که سهم بیشتری در مخلوط داشت (پیاز) قرار گرفت و در تراکم پایین پیاز و صرف نظر از تراکم کاهو (فواصل ۳۰-۷ و ۲۰-۷ سانتی متر) عملکرد کشت مخلوط به طور معنی داری در مقایسه با تیمار پر محصول (۵۰ درصد پیاز + ۵۰ درصد با فواصل ۲۰-۵ سانتی متر) کاهش یافت (جدول ۵). در الگوی کشت ۵۰ درصد پیاز + ۵۰ درصد کاهو که سهم هر دو گیاه در مخلوط برابر بود،

درون بوته ای در این گیاه است. هماهنگ با این نتایج مجتبیایی زمانی و نوروزی (۲۶) 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 دی هان و واسسیور (۱۱) نیز گزارش شده است. این محققین علت این افزایش را به رشد سریع کاهو و برگ های بلند و پهن این گیاه نسبت دادند که در مقایسه با پیاز با رشد کند (به خصوص در اوایل دوره رشد و نمو) و برگ نازک، نور بیشتری را در مخلوط جذب نموده است. علاوه بر این سیستم ریشه کاهو بسیار گسترده تر از ریشه پیاز بوده و منجر به افزایش جذب عناصر غذایی و آب توسط این گیاه در کشت مخلوط شده است. بنابراین می توان 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 عملکرد تیمارهای کشت توام نشان داد که اثر تیمار و اثر متقابل سال و تیمار بر عملکرد کشت مخلوط در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد ولی اثر سال بر این صفت معنی دار نبود (جدول ۶). مقایسه میانگین عملکرد در اثر متقابل سال و تیمار مشخص نمود که در سال اول آزمایش بیشترین عملکرد به الگوی کشت ۲۵ درصد کاهو+۷۵ درصد پیاز با فواصل ۲۰-۵ سانتی متر مربوط بود. کاهش عملکرد در همین الگوی کاشت و با فواصل ۳۰-۵ و ۲۰-۷ سانتی متر و الگوی

همه تیمارها در کشت مخلوط پیاز و شنبلیله مواجه شدند. مشکانی و همکاران (۲۴) 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 مجتبابی زمانی و نوروزی (۲۶) 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 ۱/۰۴ تا ۱/۳۶ متغیر بود (جدول ۳). پژوهش مجتبابی و نوروزی (۲۶) مشخص نمود نسبت برابری زمین در کشت توام جو و باقلا از ۰/۸۶ 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 ۱/۰۴ تا ۲/۰۶ بود (۳). مشکانی و همکاران (۲۴) گزارش نمودند نسبت برابری زمین در کشت مخلوط موسیر و زیره سبز از ۱/۱۵ تا ۱/۴۹ متغیر بوده است.

برای تعیین سودمندی کشت توام، ارزش اقتصادی و یا درآمد زراعتین از عملکرد بسیار مهم‌تر است. زیرا ممکن است میزان محصول در کشت توام در مقایسه با کشت خالص افزایش یابد ولی به دلیل 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. به وسیله 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 تا همان درآمد به دست 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

فقط در فواصل ۷-۲۰ سانتی متر کاهش عملکرد نسبت به تیمار برتر آزمایش (از نظر عملکرد) معنی دار نبود. در الگوی کاشت ۲۵ درصد پیاز + ۷۵ درصد کاهو، فقط در تیماری که هر دو گیاه با تراکم بالا (۲۰-۵۰ سانتی متر) 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 از نظر عملکرد از شاخص نسبت برابری زمین استفاده شد. این شاخص یکی از متداول‌ترین شاخص‌ها در ارزیابی کشت توام است. به وسیله این شاخص مشخص می‌شود برای به دست آوردن میزان محصولی که از کشت توام در واحد سطح به دست 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 معنی دار نشد ولی اثر تیمار و اثر متقابل سال و تیمار بر این صفت به ترتیب در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۶). در سال اول آزمایش بیشترین LER در الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو + ۵۰ درصد پیاز با فواصل ۵-۲۰ سانتی متر مشاهده شد. کاهش این شاخص در همه تیمارهای کشت توام به استثنای الگوی کشت ۷۵ درصد کاهو + ۲۵ درصد پیاز با فواصل ۷-۳۰، ۵-۳۰ و ۷-۲۰ سانتی متر معنی دار نبود. در سال دوم آزمایش نیز بیشترین LER به الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو + ۵۰ درصد پیاز با فواصل ۵-۲۰ سانتی متر 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 ۵-۲۰ سانتی متر معنی دار 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

از این شاخص استفاده نمودند. نتایج تجزیه واریانس مشخص نمود اثر سال بر این صفت معنی دار نشد ولی اثر تیمار و اثر متقابل سال و تیمار بر این شاخص در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۶). در سال اول آزمایش بیشترین RVT در الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز با فواصل ۵-۲۰ سانتی متر مشاهده شد. کاهش این شاخص در همین الگوی کشت و با فواصل ۷-۲۰ و ۵-۳۰ سانتی متر و الگوی کشت ۲۵ درصد کاهو+ ۷۵ درصد پیاز با فواصل ۵-۲۰، ۷-۲۰ و ۵-۳۰ سانتی متر و الگوی کشت ۷۵ درصد کاهو+ ۲۵ درصد پیاز با فواصل ۵-۲۰ سانتی متر معنی دار نشد. در سال دوم آزمایش نیز حداکثر این شاخص به الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز با فواصل ۵-۲۰ سانتی متر مربوط بود. از نظر این شاخص این تیمار بر همه تیمارهای آزمایشی به استثنای الگوی کشت ۷۵ درصد کاهو+ ۲۵ درصد پیاز با فواصل ۵-۲۰ سانتی متر برتری معنی دار داشت. نسبی برابری درآمد در همه تیمارهای آزمایش به استثنای الگوی کشت ۲۵ درصد کاهو+ ۷۵ درصد پیاز با فواصل ۳۰-۷ سانتی متر و الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز با فواصل ۷-۳۰ سانتی متر و الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز با فواصل ۷-۳۰ سانتی متر در سال دوم از یک بزرگ تر شد که نشانه سودمندی اقتصادی این تیمارها است (جدول ۳). یکی دیگر از شاخص های متداول در ارزیابی اقتصادی کشت توام که توسط محققین زیادی از جمله لامعی هروان (۲۰) و مجتبیای زمانی و نوروزی (۲۶)، 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 معنی دار نشد ولی اثر تیمار و اثر متقابل سال و تیمار بر این شاخص در سطح احتمال درصد معنی دار بود (جدول ۶). در سال اول آزمایش بیشترین شاخص مزیت پولی به الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز با فواصل ۵-۲۰ سانتی متر مربوط بود. کاهش این شاخص در همین الگوی کشت و با فواصل ۷-۲۰ و ۵-۳۰ سانتی متر و الگوی کشت ۲۵ درصد کاهو+ ۷۵ درصد پیاز با فواصل ۵-۲۰، ۷-۲۰ و ۵-۳۰ سانتی متر معنی دار نشد. در سال دوم آزمایش نیز حداکثر این

شاخص به الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز با فواصل ۵-۲۰ سانتی متر مربوط بود. از نظر این شاخص این تیمار بر همه تیمارهای آزمایشی برتری معنی دار 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 (۱۴) 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 می شود که تیمار ۵۰ درصد پیاز + ۵۰ درصد کاهو با فواصل ۵-۲۰، از بالاترین نسبت برابری درآمد، نسبت برابری زمین و بیشترین مزیت پولی برخوردار بوده است، بنابراین این تیمار می تواند برای ایجاد پایداری وثبات تولید و افزایش درآمد اقتصادی و بهره وری استفاده از زمین های کشاورزی به طور قابل ملاحظه ای مؤثر باشد. در مطالعه دهیما و همکاران (۱۲) و گوش (۱۶) 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 معنی دار نشد (جدول ۴). در سال دوم آزمایش به دلیل شیوع بیماری سفیدک دروغی متوسط وزن سوخ (۱۵۰ گرم) در مقایسه با سال اول (۱۷۸ گرم) کاهش معنی داری را نشان داد. حداکثر این صفت به تیمار ۵۰ درصد پیاز+ ۵۰ درصد کاهو با فواصل ۷-۲۰ سانتی مترتعلق داشت. اختلاف این صفت در این تیمار با همین الگوی کاشت و فواصل ۷-۳۰ سانتی متر، الگوی کاشت ۷۵ درصد پیاز+ ۲۵ درصد کاهو با فواصل ۷-۲۰ و ۷-۳۰ سانتی متر و کشت خالص پیاز تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۷). چنین به نظر می رسد وزن متوسط سوخ تحت تاثیر تراکم کشت پیاز قرار گرفته و تراکم کاهو در الگوهای مختلف کشت تاثیر معنی داری بر متوسط وزن سوخ پیاز نداشته است. کاهش متوسط وزن سوخ پیاز با افزایش

جدول ۷. 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 (۳۰-۷)	۱۷۹ ^{ab}	۹۷۱ ^a	۶/۴۸ ^a	۶/۴۶ ^a
۲۵ درصد کاهو+ ۷۵ درصد پیاز (۳۰-۵)	۱۵۶ ^{cd}	۹۶۴ ^a	۵/۸۸ ^a	۶/۳۲ ^a
۲۵ درصد کاهو+ ۷۵ درصد پیاز (۲۰-۷)	۱۷۸ ^{ab}	۷۷۷ ^b	۶/۷۹ ^a	۶/۵۵ ^a
۲۵ درصد کاهو+ ۷۵ درصد پیاز (۲۰-۵)	۱۵۶ ^{cd}	۷۲۴ ^{bcd}	۶/۱۸ ^a	۶/۳۷ ^a
۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز (۳۰-۷)	۱۸۵ ^a	۷۶۶ ^{bc}	۶/۳۷ ^a	۶/۲۰ ^a
۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز (۳۰-۵)	۱۵۵ ^{cd}	۷۷۹ ^b	۶/۴۰ ^a	۶/۴۰ ^a
۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز (۲۰-۷)	۱۸۱ ^a	۶۲۴ ^{def}	۶/۳۶ ^a	۶/۰۵ ^a
۵۰ درصد کاهو+ ۵۰ درصد پیاز (۲۰-۵)	۱۶۱ ^{bcd}	۶۲۲ ^{def}	۶/۲۴ ^a	۶/۴۲ ^a
۷۵ درصد کاهو+ ۲۵ درصد پیاز (۳۰-۷)	۱۵۸ ^{cd}	۶۶۱ ^{cdef}	۶/۳۳ ^a	۵/۹۸ ^a
۷۵ درصد کاهو+ ۲۵ درصد پیاز (۳۰-۵)	۱۴۶ ^d	۶۷۹ ^{bcde}	۶/۴۹ ^a	۶/۲۹ ^a
۷۵ درصد کاهو+ ۲۵ درصد پیاز (۲۰-۷)	۱۶۲ ^{bcd}	۴۶۲ ^g	۶/۵۳ ^a	۶/۴۶ ^a
۷۵ درصد کاهو+ ۲۵ درصد پیاز (۲۰-۵)	۱۴۹ ^d	۵۵۵ ^{fg}	۶/۴۸ ^a	۶/۳۵ ^a
خالص پیاز (۳۰-۷)	۱۷۴ ^{abc}	—	۶/۱۴ ^a	۶/۶۰ ^a
خالص کاهو (۳۰-۳۰)	—	۶۰۴ ^{ef}	—	—

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

کاهش وزن بوته با افزایش تراکم کاشت توسط خوشکام (۱۹) نیز گزارش شده است.

درصد ماده خشک سوخ از عوامل مهم کیفیت پیاز بوده و نقش به‌سزایی در تولید فرآورده‌ها و خاصیت انبارمانی این محصول دارد (۹). اگرچه درصد ماده خشک یک صفت ژنتیکی است ولی تغییرات آب و هوایی در دو سال آزمایش در حدی بود که توانست میزان این صفت را در سطح احتمال ۵ درصد تحت تأثیر قرار دهد (در سال اول و دوم آزمایش به ترتیب ۶/۷۴ و ۵/۹۷ درصد). اثر تیمار و اثر متقابل سال و تیمار تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۴ و ۷). همانند درصد ماده خشک، تیمارهای مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر کل مواد جامد محلول سوخ نداشتند. اثر سال و اثر متقابل سال و تیمار نیز بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۴ و ۷).

تراکم کاشت به دلیل 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 (جدول ۴). حداکثر وزن متوسط کاهو به الگوی کاشت ۷۵ درصد پیاز+ ۲۵ درصد کاهو با فواصل ۳۰-۷ سانتی متر تعلق داشت. کاهش متوسط وزن کاهو در همین الگوی کاشت و با فواصل ۳۰-۵ سانتی متر در مقایسه با تیمار مزبور معنی‌دار نشد (جدول ۷). همانند پیاز با افزایش تراکم کاشت، در همه الگوهای کاشت، متوسط وزن کاهو کاهش یافت و تراکم پیاز تأثیری بر متوسط وزن کاهو نداشت.

نتیجه گیری کلی

نداشتند. با توجه به نتایج این بررسی، الگوی کشت ۵۰ درصد کاهو+۵۰ درصد پیاز با فواصل ۵-۲۰ سانتی متر 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 می شود.

قدردانی و سپاس

از پرسنل محترم ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان به دلیل همکاری صمیمانه در اجرای آزمایش تشکر و قدردانی می شود.

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 سانتی متر 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

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. Elouattali, Y., M. feriou, 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 maize and 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 sativum* L.). *Journal of Agroecology* 10: 504-515. (In Farsi).
30. Shaker-Koochi, 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. Macuvel. 2016. Intercropping of lettuce and onion controls caterpillar thread, *Agrotis ipsilon* major insect pest of lettuce. *Chemical and Biological Technologist in Agriculture* 3: 1-5.
32. Viteri, S. E., M. Jeanneth and J. E. Villami. 2012. Verificacion de alternativas para 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.