Journal of Vegetables Sciences, Autumn & Winter 2025, Vol 8, No 16(2), Pages 01-14

Ilam University

doi:10.22034/iuvs.2022.556001.1213 Article Type: Research Online ISSN: 2676-4822

Investigation of quantitative traits in intercropping of cucumber and bean applying graphical analysis

Hossein Tajik Khademi[1], Mohsen Khodadadi[2], Davoud Hassanpanah[3], Raheleh Ebrahimi[4], Ramin Hajianfar[5]

1-Ph.D. Student, Department of Horticultural Sciences and Agronomy, Faculty of Agriculture, Sciences and Researches Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2-Associate Professor, Vegetable Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education, and Extension Organization, Karaj, Iran

3-Associate Professor, Horticultural Crops Research Department, Agricultural and Natural Resources Research Centre, Agricultural Research, Education, and Extension Organization, Ardabil, Iran

4-Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences and Agronomy, Faculty of Agriculture, Sciences and Researches Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

5-Assistant Professor, Vegetable Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education, and Extension Organization, Karaj, Iran

***Corresponding author:**kodadadi@ yahoo.com

(**Received:**17June 2022 **Revise:**25July 2022 **Accepted:**26July 2023)

Extended Abstract

1. **Introduction:**Intercropping as a current method in sustainable agriculture, in addition to increase the yield of traits compared to pure cultivation, increases biodiversity in agricultural ecosystems. The purpose of this research is to evaluate the yield components of beans in pure and mixed cultivation of cucumbers and identify the best cultivars of beans and cucumbers in terms of plant height, fruit weight, fruit dry weight, fruit pod length, plant height, plant fresh weight and number of fruits per plant. Also, the presence or absence of correlation as well as its level in the evaluated traits will be investigated.
2. **Materials and Methods:**In order to evaluate the performance of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) intercropping, an experiment is conducted in the form of a randomized complete block design with three replications in Varamin region. The experimental treatments include 10 mixtures of beans and cucumbers as a mixed product and one pure bean as a control. Cucumber cultivars in this experiment include Viola, Mirsoltan, Mito, Emilie, CUB-9042, FC-21, CUB-9045, FC-27, Nagin and Negin, along with Cobra bean variety, which were cultivated and investigated. In order to evaluate mixed cultivation compared to pure cultivation at the end of the growing season, ten plants of beans and ten plants of cucumber are sampled from each plot. The samples are dried in an oven at 70°C for 24 hours and after evaluating the mixed and pure cultures, they are compared to each other using the Land Equality Ratio (LER) index.
3. **Results and Discussion:**The results of analysis of variance showed that mixed culture is significant for all the evaluated traits at the level of one percent probability. Mixed cultivation of Cobra bean and Viola greenhouse cucumber cultivars has been selected as the most suitable cultivation in terms of all traits. Cultivations of Cobra bean with CUB-9042 greenhouse cucumber, Cobra bean with Nagin greenhouse cucumber, and Cobra bean were identified as undesirable crops. In terms of the stability of mixed crops, the cultivations of Cobra bean with Viola greenhouse cucumber and Cobra bean with Negin greenhouse cucumber were identified as stable crops in terms of traits. In general, it is possible to select the beans of the Cobra variety with the greenhouse cucumber of the Viola variety as the most desirable and stable crops in terms of all the traits evaluated in the experiment. The relationship between fruit fresh weight with fruit dry weight and pod length; and the number of fruits per plant with pod length and plant height are positive and significant. A polygon view was drawn to determine the best cultivation for the evaluated traits. This figure is drawn by connecting the cultures that had the greatest distance from the origin. From the origin, a line is perpendicular to each side of the polyhedron to divide the figure into several parts. In this form, crops that are located in a section with one or more specific traits show good performance relative to that trait. The multidimensional view also show that mixed crops of Cobra bean and greenhouse cucumber Viola cultivars, Cobra bean and greenhouse cucumber cultivar CUB-9042, and Cobra bean and greenhouse cucumber Nagin cultivars are suitable mixtures. Also, Cobra (bean) × Viola (cucumber) cultivar was more favorable in terms of pod length and plant fresh weight. In the ranking of mixed cultivation based on traits, mixed cultivation of beans of Cobra and greenhouse cucumber of Viola

cultivars has been identified as the most desirable cultivation. Based on the grouping of bean and cucumber mixed crops in terms of all studied traits, the crops have been divided into four groups. Regarding land parity ratio (LER), mixed cultivation of Cobra bean and FC-27 greenhouse cucumber cultivars with 25% increase is more beneficial than pure cultivation.

4. **Conclusion:**The mixed cultures of Cobra (bean) × Viola (cucumber) and Cobra (broad) × FC-21 (cucumber) were favorable in terms of the average traits studied. These two mixed crops of beans and cucumber were identified as crops with high utility in multivariate bi-plot analyses. In the study of the land equality ratio (LER), the cultivation of Cobra (broad) × FC-21 (cucumber) was selected as a beneficial crop with a 25% increase compared to pure cultivation. Finally, according to the results of this study, Cobra × Viola, Cobra × FC-21, Cobra × Nagin and Cobra × CUB-9042 can be considered as high yield and suitable crops.

Keywords: Correlation, Dry weight, LER, Wet weight.

Citation: Tajik Khademi, H., Khodadadi, M., Hassanpanah, D., Ebrahimi, R.&Hajianfar, R. (2025). Investigation of quantitative traits in intercropping of cucumber and bean applying graphical analysis. *Journal of Vegetables Sciences*, 16(2), 01-14. doi:10.22034/iuvs.2022.556001.1213

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Journal of Vegetables Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/ by/4.0).

دوفصلنامه علمی علوم سبزی‌ها، سال۸ ، دوره ۱۶، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۳، صفحات (۱۴-۰۱)

دانشگاه ایلام شاپا الکترونیکی: ۴۸۲۲-۲۶۷۶ نوع مقاله: پژوهشی doi:10.22034/iuvs.2022.556001.1213

بررسی صفات کمی در کشت مخلوط خیار و لوبیا با استفاده از تجزیه گرافیکی

حسین تاجیک خادمی[۱]، محسن خدادادی[۲*]، داود حسن پناه[۳]، راهله ابراهیمی[۴]، رامین حاجیان فر[۵]

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی و زراعی، دانشکده کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- دانشیار، پژوهشکده سبزی و صیفی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۳- دانشیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

۴- استادیار، گروه علوم باغبانی و زراعی، دانشکده کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۵- استادیار، پژوهشکده سبزی و صیفی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

***نویسنده مسئول:** kodadadi@ yahoo.com

(**تاریخ دریافت:**۱۴۰۱/۰۳/۲۷ **تاریخ بازنگری:**۱۴۰۱/۰۵/۰۳ **تاریخ پذیرش:**۱۴۰۱/۰۵/۰۴)

چکیده

کشت مخلوط به‌عنوان روشی رایج در کشاورزی پایدار علاوه بر افزایش عملکرد صفات در مقایسه با کشت خالص، سبب افزایش تنوع زیستی در اکوسیستم‌های کشاورزی می‌شود. در راستای بررسی عملکرد کشت مخلوط لوبیا (*Phaseolus vulgaris*. L.) و خیار(*Cucumis sativus*.L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در منطقه ورامین انجام شد. کشت مخلوط لوبیا رقم کبری و خیار گلخانه‌ای رقم Viola به‌عنوان مناسب‌ترین کشت از نظر کلیه صفات انتخاب شد. همبستگی بین صفت وزن تر میوه با صفات وزن خشک میوه و طول غلاف، و صفت تعداد میوه در بوته با صفات طول غلاف و ارتفاع بوته مثبت و معنی‌دار بود. نمای چندوجهی رسم شده بر روی داده‌های حاصل از آزمایش نیز کشت‌های مخلوط لوبیا رقم کبری و خیار گلخانه‌ای رقم Viola، لوبیا رقم کبری و خیار گلخانه‌ای رقم CUB-9042 و لوبیا رقم کبری و خیار گلخانه‌ای رقم Nagin را به‌عنوان کشت‌های مخلوط مناسب انتخاب نمود. در رتبه‌بندی کشت مخلوط براساس صفات، کشت مخلوط لوبیا رقم کبری و خیار گلخانه‌ای رقم Viola به‌عنوان مطلوب‌ترین کشت شناسایی شد. براساس گروه‌بندی کشت‌های مخلوط لوبیا و خیار از نظر کلیه صفات مورد مطالعه نیز، کشت‌هادر چهار گروه قرار گرفتند. در خصوص نسبت برابری زمین (LER) کشت مخلوط لوبیا رقم کبری و خیار گلخانه‌ای رقم FC-27 با ۲۵ درصد افزایش، سودمندی بیشتری نسبت به کشت خالص داشت. براساس نتایج این پژوهش می‌توان کشت‌های کبری×Viola، کبری×FC-21، کبری×Nagin و کبری×CUB-9042 را به‌عنوان کشت‌های با بهره‌وری بالا انتخاب نمود.

واژه‌های کلیدی: نسبت برابری زمین، وزن تر، وزن خشک، همبستگی.

استناد:تاجیک خادمی، ح.، خدادادی، م.، حسن پناه، د.، ابراهیمی، ر. و حاجیان فر، ر. (۱۴۰۳). بررسی صفات کمی در کشت مخلوط خیار و لوبیا با استفاده از تجزیه گرافیکی. علوم سبزی‌ها،۱۶(۲)، ۱۵-۰۱.

حق چاپ:

حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این مجله به‌صورت آزاد در وب سایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل‌دسترس است.

مقدمه

کشت مخلوط (کشت دو یا چند گیاه در یک قطعه زمین در طول یک سال زراعی) به‌طور گسترده‌ای در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه رواج دارد (Baumann *et al.*, 2002). همچنین، یکی از روش‌های رایج مورد استفاده در نظام‌های کشاورزی پایدار است که نقش مهمی در افزایش تولید و ثبات عملکرد به جهت بهبود استفاده از منابع و عوامل محیطی دارد (Alizadeh *et al.*, 2010). افزایش تولیدات کشاورزی در طی قرن بیستم حاصل فناوری و مصرف زیاد نهاده‌ها است (Mardi*et al.*, 2022)، اما این کشاورزی فشرده موجب برخی اثرات جانبی نظیر فرسایش خاک، آلودگی محیط‌زیست توسط مواد شیمیایی کشاورزی و مصرف بی‌رویه کودها و ظهور جمعیت‌های علف هرز و آفات مقاوم به سموم شیمیایی شده است (Ghasemi *et al.*, 2015; Parvizi & Bayat, 2020).

کشت مخلوط ضمن افزایش تنوع بوم‌شناختی و اقتصادی باعث افزایش تولید یا سودمندی عملکرد، استفاده کارآمدتر از منابع آب، زمین، زمان، نیروی کار و عناصر غذایی (Banik *et al.*, 2006)، کاهش مشکلات ناشی از آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز و بهبود شرایط اجتماعی مانند ثبات بیشتر اقتصادی می‌شود (Adeniyan*et al.*, 2007). کشت مخلوط علاوه بر ایجاد تنوع و پایداری تولید در اکوسیستم‌های زراعی، درآمد اقتصادی و بهره‌وری از زمین را به طور قابل‌ملاحظه‌ای افزایش می‌دهد (Hamzei& Seyedi, 2016).

محصول بیشتر در کشت مخلوط زمانی به‌دست می‌آید که گیاهان کشت شده از نظر نحوه و میزان استفاده از منابع طبیعی با یکدیگر تفاوت داشته باشند. این گونه گیاهان با خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی متفاوت، درصورت کشت در کنار یکدیگر قادر خواهند بود تا از عوامل محیطی استفاده بهینه به عمل‌آورند (Alizadeh *et al.*, 2010). کشت مخلوط به‌عنوان یکی از روش‌های مناسب در راستای حرکت به سمت کشاورزی پایدار انتخاب شده است (Bolandnazar*et al.*, 2011). در مطالعات بسیاری عملکرد دانه‌ها و میوه‌های گیاهان در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص به‌دلیل استفاده بهتر از منابع برتری داشته است (Banik *et al.*, 2006; Awal *et al.*, 2006). نسبت برابری زمین (LER) به‌عنوان یک شاخص مهم جهت ارزیابی کارایی کشت مخلوط مورداستفاده قرار می‌گیرد، به‌طوری‌که مقدار LER بزرگ‌تر از واحد بیانگر مزیت کشت مخلوط است، درحالی‌که LER کمتر از واحد بیانگر مزیت کشت خالص نسبت به کشت مخلوط است (Banik *et al.*, 2006).

Bolandnazar و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای کشت مخلوط خیار و پیاز خوراکی را موردمطالعه قرار داده و نسبت برابری زمین را ۱/۵۶ گزارش کردند. Nasrollahzadeh و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی که بر روی کشت مخلوط آفتاب‌گردان و لوبیا چیتی داشتند، نشان دادند که کشت مخلوط از کشت خالص سودمندتر بوده و اثر کشت مخلوط بر روی صفات مورد ارزیابی معنی‌دار بود. Abou-Hussein و همکاران (۲۰۰۵) در کشت مخلوط لوبیا سبز با پیازچه و کاهو، نسبت برابری زمین را در کشت مخلوط لوبیا سبز با کاهو، لوبیا سبز با پیازچه و لوبیا سبز با پیازچه و کاهو به ترتیب ۱/۴۶، ۱/۴۳ و ۱/۸۶ گزارش کردند. Sedigi Kamel و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی که در زمینه کشت مخلوط لوبیا و سیب‌زمینی انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که کشت مخلوط باعث ایجاد تنوع زیستی و پایداری اکوسیستم و همچنین باعث بهره‌وری حداکثری از زمین می‌شود. در تحقیقی که برروی کشت مخلوط لوبیا و سیب‌زمینی انجام شد، باتوجه به تعلق این دو گیاه به دو تیره مختلف و تفاوت‌های اکولوژیکی، مورفولوژیکی و تغذیه‌ای، جنبه‌های مهم یاری و مکملی بین این دو محصول تشخیص داده شد (Hamzei& Kamel, 2019).

هدف پژوهش حاضر، ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا در کشت خالص و مخلوط با خیار و شناسایی برترین کشت لوبیا و خیار از نظر صفات ارتفاع بوته، وزن ترمیوه، وزن خشک میوه، طول غلاف میوه، ارتفاع بوته، وزن تر بوته و تعداد میوه در بوته بود. همچنین، وجود یا عدم وجود همبستگی و همچنین میزان آن در صفات مورد ارزیابی بررسی گردید. از سوی دیگر، در این مطالعه به رتبه‌بندی کشت‌های مخلوط از نظر پایداری صفات مورد آزمایش و گروه‌بندی کشت‌های مخلوط از نظر کلیه صفات و انتخاب بهترین کشت پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

در راستای بررسی عملکرد کشت مخلوط لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و خیار (*Cucumissativus*L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در منطقه ورامین انجام شد. کشت محصولات در مرداد ماه ۱۳۹۹ انجام گرفت. قبل از کشت خاکی، وضعیت فیزیکی خاک و برخی عناصر مورد آزمایش قرار گرفت. جدول ۱ مشخصات خاک و عناصر موجود در آن را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات خاک مورد آزمایش

Table 1- Characteristics of examined soil

TNV (%)	OC (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی Ec (dS m^{-1})	بور B (ppm)	منگنز Mn (ppm)	مس Cu (ppm)	روی Zn (ppm)
19.25	3.42	7.51	6.94	2.3	5.07	2.69	6.26
آهن Fe (ppm)	**بافت Texture**	**شن Sand (%)**	**سیلت Silt (%)**	**رس Clay (%)**	**فسفر P (ppm)**	**پتاسیم K (ppm)**	**نیتروژن N (%)**
17.87	Loamلومی	28	46	26	358.8	2433	0.34

TNV (total neutralizing value): ارزش خنثی‌سازی کل و OC (organic carbon): کربن آلی

ارقام خیار در این آزمایش شامل Viola، Mirsoltan، Mito، Emilie، CUB-9042، FC-21، CUB-9045، FC-27، Nagin و Negin به‌همراه رقم لوبیای کبری بوده که مورد کشت و بررسی قرار گرفتند. جدول ۲ کد و نام ترکیبات کشت مخلوط و صفات مورد ارزیابی در آزمایش را نشان می‌دهد.

فاصله بوته‌ها از یکدیگر ۴۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و آبیاری با وقفه یک روزه و به‌ازای هر بوته ۲ لیتر انجام گرفت. ۴۵ روز بعد از کاشت بوته‌ها از کود کامل ۱۰-۵۲-۱۰ و همچنین از اسید هیومیک به‌ازای هر بوته ۱۰۰ میلی‌لیتر استفاده شد. در طول عملیات داشت، از کودهای کامل ۲۰-۲۰-۲۰ و ۱۲-۱۲-۳۶ و همچنین کود کلسیم به‌صورت محلول‌پاشی هر ده روز یکبار استفاده شد. به‌منظور ارزیابی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص در پایان فصل رشد، تعداد ده بوته از لوبیا و ده بوته از خیار از هر کرت نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت۲۴ ساعت در آون خشک شده و پس از ارزیابی کشت مخلوط و خالص نسبت به یکدیگر، شاخص نسبت برابری زمین (LER) با استفاده از رابطه (۱) به‌دست آمد:

رابطه (۱)

$$LER = \sum(\frac{Yi}{Ys})$$

در این رابطه LER: نسبت برابری زمین، Yi: عملکرد یک‌گونه در کشت مخلوط وYs: عملکرد همان گونه در کشت خالص هستند (Yan & Kang, 2003).

به‌منظور انجام تجزیه گرافیکی نیز از استانداردسازی صفات استفاده شد (رابطه ۲). باتوجه به وجود واحدهای

مختلف صفات، استانداردسازی صفات با هدف از بین‌بردن واحدها به‌کار گرفته شد.

رابطه (۲)

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

در رابطه (۲)، Z: نمره استاندارد، X: داده اولیه صفت، μ: میانگین صفت وσ: انحراف معیار صفت است (Yan& Kang, 2003).

به‌منظور انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری از تجزیه واریانس، مقایسه میانگین به روش دانکن، تجزیه ضرایب همبستگی و تجزیه گرافیکی از قبیل بررسی شدت همبستگی، نمای چندوجهی، رتبه‌بندی ترکیبات کشت مخلوط و گروه‌بندی آن‌ها از نظر صفات موردارزیابی در آزمایش استفاده شد. بدین منظور نرم‌افزارهایSas.V9، Genstat.V12.1 و XLstat2015 مورداستفاده قرار گرفت.

جدول ۲- کد و مشخصات ترکیبات کشت مخلوط و صفات مورد ارزیابی

Table 2- Code and characteristics of intercropping combinations and evaluated traits

صفت Trait	کد صفت Trait code	کشت مخلوط Intercropping	کد کشت مخلوط Intercropping code
وزن تر میوه Fruit fresh weight	WWF	لوبیا رقم کبری	A1B0
وزن خشک میوه Fruit dry weight	DWF	کبری × Viola	A1B1
طول غلاف Pod length	PL	کبری × Mirsoltan	A1B2
ارتفاع بوته Plant height	PH	کبری × Mito	A1B3
وزن تر بوته Plant fresh weight	WWP	کبری × Emilie	A1B4
تعداد میوه در بوته Number of fruits per plant	NFP	کبری × CUB-9042	A1B5
		کبری × FC-21	A1B6
		کبری × CUB-9045	A1B7
		کبری × FC-27	A1B8
		کبری × NAGIN	A1B9
		کبری × NEGIN	A1B10

نتایج و بحث

از نظر صفت وزن تر میوه، کشت‌های A1B6، A1B1، A1B2، A1B5، A1B7 وA1B8 در گروه برتر قرار داشتند و کشت مخلوط A1B9 کمترین مطلوبیت را دارا بود. از نظر وزن خشک میوه، کشت‌های A1B7، A1B1، A1B3، A1B5، A1B6 و A1B8به‌عنوان مطلوب‌ترین تیمار انتخاب شدند وA1B9به‌عنوان نامطلوب‌ترین کشت شناسایی شد. کشت‌های مخلوط A1B1، A1B0، A1B2، A1B3، A1B4، A1B6، A1B7، A1B8 و A1B9 از نظر صفت طول غلاف بهترین عملکرد را به‌خود اختصاص دادند وA1B10به‌عنوان نامطلوب‌ترین کشت از نظر این صفت شناسایی شد. از نظر صفت ارتفاع بوته،کشت‌های A1B1، A1B2، A1B3، A1B4، A1B6،A1B8و A1B9 بالاترین مطلوبیت را دارا بودند و A1B5 به‌عنوان نامطلوب‌ترین کشت شناسایی شد. از نظر صفت

وزن تر بوته نیز کشت‌های A1B6، A1B0، A1B1، A1B2، A1B3، A1B4، A1B7، A1B9 وA1B10 مطلوب‌ترین و کشت A1B8پایین‌ترین عملکردرا دارا بود. کشت‌های مخلوط A1B4، A1B1، A1B2، A1B9 و A1B10 از نظر صفت تعداد میوه در بوته مطلوب‌ترین، و کشت A1B0به‌عنوان نامطلوب‌ترین کشت از نظر این صفت شناسایی شد. به‌طورکلی از نظر کلیه صفات مورد بررسی،A1B1به‌عنوان بهترین کشت لوبیا وخیار، و A1B5 به‌عنوان نامطلوب‌ترین کشت شناسایی شد (جدول ۳).

نتایج KhoramiVafa و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که کشت کدوی تخم کاغذی در میان ردیف‌های ذرت به کاهش عملکرد دانه نسبت به میانگین آن در کشت‌های خالص منجر شد و علت این امر تشدید رقابت بین گیاهان بیان گردید. Suresha و همکاران (۲۰۱۰) عنوان کردند که بیشترین عملکرد فلفل در کشت خالص حاصل گردید و عملکرد آن درکشت مخلوط با پیاز، سیر، ترب، هویج و لوبیا سبز کاهش پیدا کرد. نتایج Makinde و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد در کشت مخلوط خیار با دو رقم ذرت، بالاترین عملکرد خیار در کشت خالص حاصل گردید و در کشت مخلوط با هر دو رقم ذرت عملکرد به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. نتایج Mashayekhi و Mousavizadeh (۲۰۰۹) بر روی سه رقم خیار گرین گولد، دارویدو و سوپر دامینوس نشان داد که افزایش تعداد میوه در بوته در بهبود عملکرد مؤثرتر است. Ahmed و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی که بر روی رقم خیار مارکت مور، پونیسیت ۷۹، الکترون، یادنکتوا کانکورت و رقم محلی پنجاب داشتند، گزارش کردند که با افزایش تعداد میوه در بوته عملکرد افزایش می‌یابد. همچنین، در تحقیق دیگری با هدف مقایسه کشت خالص و مخلوط در لوبیا،کشت مخلوط نسبت به کشت خالص سودمندی بیشتری داشت (Gholipour & Sharifi, 2018).

جدول ۳- مقایسه میانگین مربوط به صفات موردمطالعه در آزمایش

Table 3- Mean comparison related to studied traits in the experiment

کشت مخلوط Intercropping	وزن تر میوه Fruit fresh weight (g)	وزن خشک میوه Fruit dry weight (g)	طول غلاف Pod length (cm)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	وزن تر بوته Plant fresh weight (cm)	تعداد میوه در هر بوته Number of fruits per plant
A1B0	490.5^{cd}	413.3^{bcd}	161^{ab}	208.1^{bc}	725.4^{abc}	76.06^{e}
A1B1	561^{ab}	464^{abc}	178.6^{a}	262^{abc}	833.3^{a}	97.6^{ab}
A1B2	506.3^{a-d}	426.3^{bcd}	154.5^{abc}	282.6^{ab}	748.3^{abc}	92.3^{abc}
A1B3	504.3^{bcd}	430.6^{a-d}	161^{ab}	263.3^{abc}	827.3^{a}	82^{cde}
A1B4	488^{cd}	379.6^{cd}	152.6^{abc}	288.3^{ab}	715^{abc}	100.6^{a}
A1B5	540.6^{abc}	446.3^{a-d}	110.3^{bc}	188.6^{c}	699^{bc}	79.6^{de}
A1B6	616.3^{a}	473.3^{ab}	160.6^{abc}	301.3^{a}	724^{abc}	84^{b-e}
A1B7	567.3^{ab}	488^{a}	134^{abc}	248.3^{bc}	819.6^{a}	91^{a-d}
A1B8	565.3^{ab}	471.3^{ab}	136.9^{a-d}	297.6^{ab}	680^{c}	82.6^{cde}
A1B9	294.3^{d}	232^{d}	144^{abc}	301.3^{a}	724^{abc}	92^{abc}
A1B10	488^{cd}	418^{bcd}	102.6^{c}	238^{bc}	800.3^{ab}	95.3^{ab}

کدهای کشت مخلوط براساس جدول ۲ می‌باشد (مقایسه میانگین براساس روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد)

The intercropping codes arebased on Table 2 (Mean comparison based on Duncan's multiple-range test at 5% possibility level)

تجزیه ضرایب همبستگی و روابط بین صفات

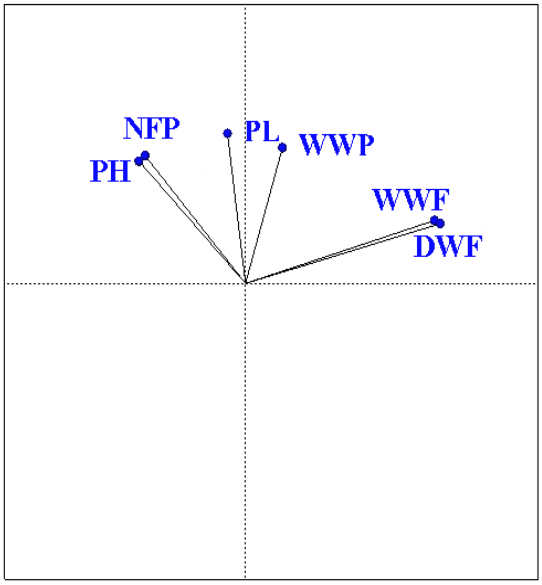
صفت وزن خشک میوه با صفت وزن تر میوه رابطه مثبت و معنی‌داری داشت. صفت طول غلاف نیز با صفت وزن تر میوه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بود. رابطه بین صفت تعداد میوه در بوته با صفات طول غلاف و ارتفاع بوته مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۴).

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات موردمطالعه

Table 4-Correlation coefficients between the studied traits

	وزن تر میوه Fruit fresh weight	وزن خشک میوه Fruit dry weight	طول غلاف Pod length	ارتفاع بوته Plant height	وزن تر بوته Plant fresh weight
وزن خشک میوه Fruit dry weight	0.96*				
طول غلاف Pod length	0.28*	0.24			
ارتفاع بوته Plant height	-0.04	-0.1	0.18		
وزن تر بوته Plant fresh weight	0.22	0.23	0.22	-0.08	
تعداد میوه در بوته Number of fruits per plant	-0.14	0.48	0.16*	0.31*	0.18

از نمای همبستگی جهت بررسی میزان همبستگی بین صفات استفاده شد (شکل ۱). در این شکل بای پلات، کسینوس زاویه بین بردارهای صفات، نشانگر شدت همبستگی بین صفات است. اگر زاویه بین بردارها صفر درجه باشد (منطبق برهم)، ضریب همبستگی موجود بین بردارها برابر با ۱+، درصورتی‌که زاویه بین بردارهای صفات ۹۰ درجه باشد، ضریب همبستگی موجود بین بردارهای صفات برابر با صفر و درصورتی‌که زاویه بین بردارها ۱۸۰ درجه باشد، نشان‌دهنده ضریب همبستگی ۱- خواهد بود (Yan & Kang, 2003). شکل همبستگی بین صفات نیز حاکی از آن بود که صفات وزن تر میوه، وزن خشک میوه و وزن تر بوته دارای همبستگی مثبت با هم بودند. صفات طول غلاف، تعداد میوه در بوته و ارتفاع بوته نیز با هم همبستگی مثبتی را نمایش دادند. با توجه به زاویه بین بردار صفات وزن تر میوه و وزن خشک میوه با صفات ارتفاع بوته و تعداد میوه در بوته، میزان همبستگی صفر برآورد شد (شکل ۱). در پژوهش‌های متعددی از چنین نموداری برای تجزیه‌وتحلیل نتایج آزمایش‌و روابط بین صفات استفاده شده است (Shojaei *et al.*, 2022; Omrani *et al.*, 2022).

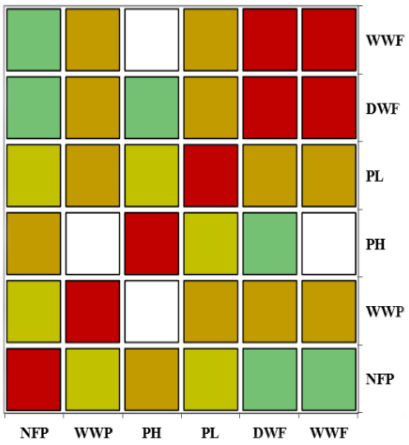


شکل ۱- بای پلات همبستگی صفات مورد ارزیابی(کد صفات براساس جدول ۲ می‌باشد)

Figure 1- Correlation Bi-plotof evaluated traits (traits code is based on Table 2)

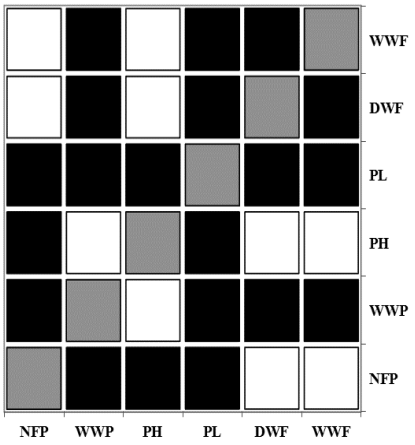
شکل ۲ شدت همبستگی بین صفات را نمایش می‌دهد. در این شکل، شدت همبستگی بر اساس رنگ(رنگ قرمز: بیشترین میزان همبستگی، رنگ سبز: همبستگی متوسط و رنگ سفید: عدم وجود همبستگی) نمایش‌داده‌شده است. براساس گراف شدت همبستگی بیشترین میزان همبستگی بین صفت وزن تر میوه با صفت وزن خشک میوه بود و کمترین میزان همبستگی بین صفت ارتفاع بوته با صفات وزن تر میوه و وزن تر بوته تعیین گردید.

شکل ۳ میزان ضرایب +/- همبستگی را براساس رنگ (رنگ سیاه: ضرایب + همبستگی، رنگ سفید: ضرایب – همبستگی) نمایش می‌دهد. بر این اساس، صفت وزن تر میوه با صفات طول غلاف، وزن خشک میوه و وزن تر بوته دارای ضریب همبستگی مثبت بودند. صفت وزن خشک میوه با صفات وزن تر میوه و طول غلاف، صفت طول غلاف با صفات تعداد میوه در بوته، وزن تر میوه و ارتفاع بوته، صفت ارتفاع بوته با صفت تعداد میوه در بوته و صفت وزن تر بوته با صفت تعداد میوه در بوته دارای ضریب همبستگی مثبت بودند (شکل ۳).



شکل ۲- شدت همبستگی بین صفات مورد ارزیابی (کد صفات براساس جدول ۲ می‌باشد)

Figure 2- Intensity of correlation between evaluated traits (traits code is based on Table 2)



شکل ۳- تعیین ضرایب +/- همبستگی بین صفات مورد ارزیابی (کد صفات براساس جدول ۲ می‌باشد)

Figure 3- Determination of +/- correlations between the evaluated traits (traits code is based on Table 2)

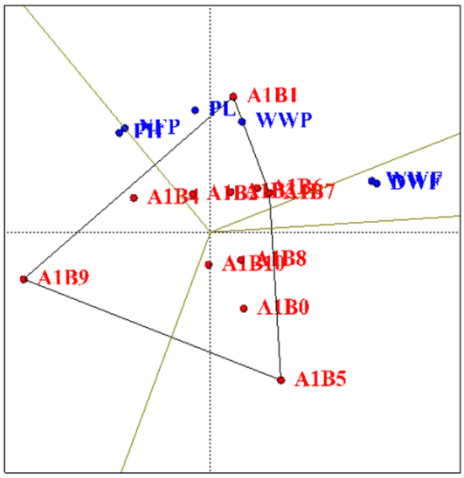
تجزیه گرافیکی و رتبه‌بندی کشت‌های مخلوط از نظر صفات

نمای چندضلعی جهت تعیین بهترین کشت برای صفات موردارزیابی رسم شد. این شکل از وصل کردن کشت‌هایی که بیشترین فاصله را از مبدأ داشتند رسم می‌شود. از مبدأبر روی هر ضلع چندوجهی خطی عمود می‌شود تا شکل به چند قسمت تقسیم شود. در این شکل،کشت‌هایی که در یک بخش با یک یا چند صفت خاص قرار داشته باشند نسبت به آن صفت، عملکرد خوبی را نشان می‌دهند (Yan & Kang, 2003). همچنین تیمارهایی که در مرکز نمودار قرار گرفته باشند نسبت به تغییرات صفات واکنشی نشان نمی‌دهند (Thomason & Phillips, 2006). بای پلات چندوجهی رسم‌شده بر روی داده‌هایبه‌دست‌آمده از این آزمایش نشان داد که کشت‌هایA1B1، A1B5، A1B6 و A1B9 بیشترین فاصله را از مبدأ نمودار

داشته و به‌عنوان کشت‌های مطلوب برای صفات لوبیا شناسایی شدند. همچنین، کشت A1B1 در صفات طول غلاف و وزن تر بوته از مطلوبیت بیشتری برخوردار بود (شکل ۴).

در شکل ۵، محور افقی معرف اثر اصلی کشت‌های مخلوط و محور عمودی نشان‌دهنده اثر متقابل کشت مخلوط و صفات است. از مبدأ مختصات خطی به میانگین مکان‌ها وصل می‌شود (محل میانگین مکان‌ها با دایره نقطه‌چین مشخص شده است)، این خط محور میانگین صفات نام دارد. ارقامی که در ابتدای مثبت این محور قرار دارند دارای عملکرد بیشتری از نظر صفات هستند، و بالعکس. خطی که از مبدأ گذشته و روی محور میانگین محیط‌ها عمود شده است (این خط با دو علامت پیکان در شکل مشخص شده است) جهت تعیین پایداری کشت‌های مخلوط از نظر صفات استفاده می‌شود. کشت‌هایی که نزدیک به مبدأ این محور قرار دارند نسبت به کشت‌هایی که نزدیک به انتهای این خط هستند از پایداری بیشتری در صفات موردبررسی برخوردار هستند (شکل ۵). بر این اساس، کشت لوبیا رقم کبری با خیار گلخانه‌ای رقم ویولا به‌عنوان مطلوب‌ترین نوع کشت از نظر کلیه صفات، ارزیابی شد. کشت‌های لوبیا رقم کبری با خیار گلخانه‌ای رقم CUB-9042، لوبیا رقم کبری با خیار گلخانه‌ای رقم ناگین و لوبیا رقم کبری به‌عنوان کشت‌های نامطلوب شناسایی شدند. از نظر پایداری کشت‌های مخلوط، کشت‌های لوبیا رقم کبری با خیار گلخانه‌ای رقم ویولا و لوبیا رقم کبری با خیار گلخانه‌ای رقم نگین به‌عنوان کشت‌های پایدار از نظر صفات شناسایی شدند. به‌طورکلی می‌توان لوبیا رقم کبری با خیار گلخانه‌ای رقم ویولا را به‌عنوان مطلوب‌ترین و پایدارترین کشت از نظر کلیه صفات موردارزیابی در آزمایش انتخاب نمود. رتبه‌بندی کشت‌های مخلوط از مطلوب‌ترین تا نامطلوب‌ترین کشت به شرح زیر است:

A1B1> A1B6> A1B2> A1B7> A1B3> A1B4> A1B8> A1B10> A1B0> A1B9> A1B5



شکل ۴- نمای چندوجهی واکنش کشت‌های لوبیا و خیار در صفات موردمطالعه (کدهای کشت مخلوط و صفات براساس جدول ۲ می‌باشد)

Figure 4- Multidimensional view of the reaction of bean and cucumber cultivations in the studied traits (the intercropping and traits codes are based on Table 2)

گروه‌بندی کشت‌های مخلوط از نظر صفات

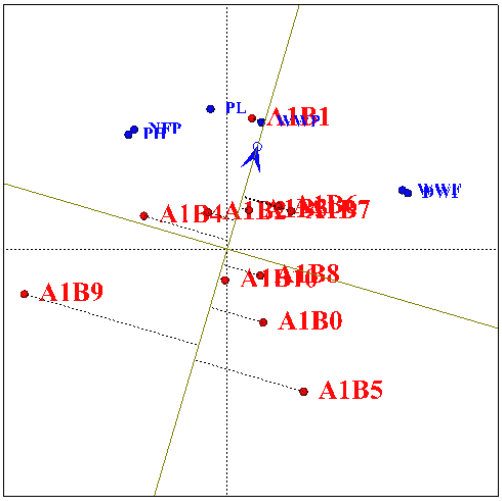
شکل ۶، کشت‌ها را بر اساس پایداری و میزان عملکرد در صفات مختلف مورد ارزیابی قرار داده و کشت‌ها را بر اساس صفات گروه‌بندی می‌کند. بر این اساس،کشت‌ها به چهار گروه تقسیم شدند. گروه اول شامل A1B0، A1B6 و A1B8، گروه دوم شامل A1B4 و A1B9، گروه سوم شامل A1B5 و A1B3 و گروه چهارم شامل A1B1، A1B3، A1B7 و A1B10 بود. کشت A1B3 در هر دو گروه سوم و چهارم قرار داشت.

نسبت برابری زمین

در برآورد نسبت برابری زمین، حالت LER=1، بیانگر یکسان بودن محصول زراعت‌های تک‌کشتی و مخلوط است، و مقادیر LER>1و LER<1 به‌ترتیب نشان‌دهنده سودمندی و عدم‌سودمندی کشت مخلوط هستند (Dhima *et al.*, 2007). باتوجه‌به نتایج بدست آمده در تمام ترکیبات تیماری این آزمایش

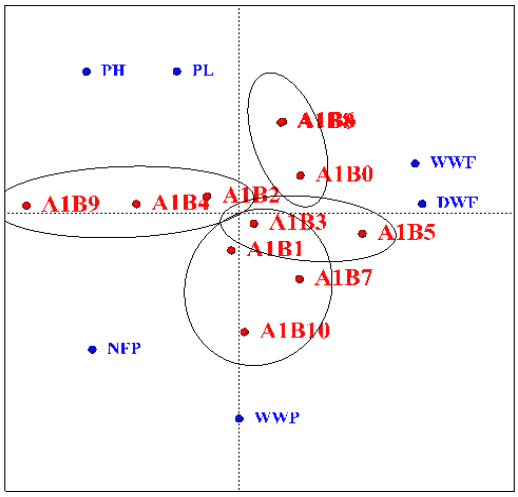
کشت‌های A1B1، A1B2، A1B3، A1B5، A1B6 و A1B7 نسبت به کشت خالص از سودمندی بالاتری برخوردار بودند.

بالاترین میزان LER، ۱/۲۵ برآورد شد که از ترکیب کشت لوبیا کبری×FC-21 (A1B6) حاصل شد که نشانگر سودمندی کشت مخلوط با این رقم خیار بود و بیان می‌کند که این نوع کشت مخلوط لوبیا و خیار توانسته مقدار محصول را نسبت به سامانه تک‌کشتی به میزان ۲۵ درصد افزایش دهد. جدول ۵ نمایش‌دهنده میزان LER برای هر ترکیب در کشت مخلوط است. وجود تفاوت‌های فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و بالاتر بودن LER در سیستم‌های کشت مخلوط در سیب‌زمینی با لوبیا (Nasrollahzadeh*et al.*, 2012) و آفتاب‌گردان با لوبیا (Hamzei& Babaei, 2017) گزارش شده است.



شکل ۵- رتبه‌بندی کشت‌های مخلوط از نظر مطلوبیت و پایداری در صفات مورد ارزیابی (کدها براساس جدول ۲ می‌باشد)

Figure 5- Ranking of intercrops in terms of desirability and stability in the evaluated traits (the intercropping and traits codes are based on Table 2)



شکل ۶-گروه‌بندی کشت‌های مخلوط از نظر واکنش به صفات مورد ارزیابی (کدها براساس جدول ۲ می‌باشد)

Figure 6- Grouping of intercrops in terms of reaction to theevaluated traits (the intercropping and traits codes are based on Table 2)

جدول ۵- اثر سودمندی ترکیبات مختلف کشت بر کارایی کشت مخلوط لوبیا و خیار

Table 5-Effect of usefulness of different cultivation combinations on efficiency of bean and cucumberintercropping

کشت مخلوط Intercropping	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4	A1B5	A1B6	A1B7	A1B8	A1B9	A1B10
نسبت برابری زمین (LER)	1.14	1.03	1.02	0.91	1.1	1.25	1.15	1.15	0.6	0.99

کدهای کشت مخلوط براساس جدول ۲ می‌باشد

The intercropping codes arebased on Table 2

نتیجه گیری کلی

کشت‌های مخلوط لوبیا کبری × خیار Viola و لوبیا کبری × خیار FC-21 از نظر میانگین صفات مورد بررسی مطلوب بودند. این دو کشت مخلوط لوبیا و خیار در تجزیه‌های بای‌پلات چندوجهی، به‌عنوان کشت‌هایی با سودمندی بالا شناسایی شدند. در بررسی نسبت برابری زمین (LER)، کشت لوبیا کبری × خیار-FC 21به‌عنوان کشتی سودمند با ۲۵ درصد افزایش نسبت به کشت خالص انتخاب شد.

References

Abou-Hussein, S., Salman, S., Abdel-Mawgoud, A., &Ghoname, A. (2005). Productivity, quality and profit of sole or intercropped green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crop. *Journal of Agronomy,* 4(2), 151-155. https://doi.org/10.3923/ja.2005.151.155

Adeniyan, O., Akande, S., Balogun, M., & Saka, J. (2007). Evaluation of crop yield of African yam bean, maize and kenaf under intercropping systems. *America-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science,* 2, 99-102.

Ahmed, M., Hamid, A., & Akbar, Z. (2004). Growth and yield performance of six cucumber (*Cucumissativus* L.) cultivars under agro-climatic conditions of Rawalakot, Azad Jammu and Kashmir [Pakistan]. *International Journal of Agriculture and Biology (Pakistan)*. 62), 396-399.

Alizadeh, Y., Koocheki, A., &Nassiri, M. M. (2010). Yield, yield components and potential weed control of intercropping bean (*Phaseolus vulgaris*) with sweet basil (*Ocimumbasilicum*). *Iranian Journal of Field Crops Research,* 7(2), 541-553.(In Persian https://doi.org/10.22067/JAG.V2I3.7652

Awal, M., Koshi, H., & Ikeda, T. (2006). Radiation interception and use by maize/peanut intercrop canopy. *Agricultural and forest meteorology,* 139(1-2), 74-83. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.06.001

Banik, P., Midya, A., Sarkar, B., & Ghose, S. (2006). Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering. *European Journal of agronomy,* 24(4), 325-332. https://doi.org/10.1016/j.eja.2005.10.010

Baumann, D., Bastiaans, L., Goudriaan, J., Van Laar, H., &Kropff, M. (2002). Analysing crop yield and plant quality in an intercropping system using an eco-physiological model for interplant competition. *Agricultural Systems,* 73(2), 173-203. https://doi.org/10.1016/S0308-521X(01)00084-1

Bolandnazar, S., Pazani, Z., &Mohammadi, J. (2011). The study of cucumber and onion intercropping. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production,* 21(3), 135-145.

Dhima, K., Lithourgidis, A., Vasilakoglou, I., &Dordas, C. (2007). Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crops Research,* 100(2-3), 249-256. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.07.008

Ghasemi, A., Ghanbari, A., Fakheri, B., &Fanaie, H. (2015). Effect of different fertilizer resources on yield and yield components of grain maize (*Zea mays* L.) influenced by tillage managements. *Agroecology,* 7(4), 499-512.(In Persian) https://doi.org/10.22067/JAG.V7I4.43938

Ghanbari, A., Ghadiri, H., &Joukar, M. (2007). Effectof Intercroppingof Maizeand Cucumberon Controlling Weeds. *Pajouhesh-va-Sazandegi*, 19(4), 193-199. (In Persian)

Ghanbari, A. A., Sarparast, R., Tavassoli, A.,& Ahmadvand, R. (2022). Evaluation of compatibility and yield stability of

green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines. *Journal of Vegetables Sciences,* 11(1), 58-69. https://doi.org/10.22034/IUVS.2022.546608.1190

Gholipour, M., &Sharifi, P. (2018). Yield and productivity indices of common bean and sunflower intercropping in different planting ratios. *Plant Ecophysiology (Arsanjan Branch)*, 10(33), 127-137.(In Persian)

Hamzei, J., &Babaei, M. (2017). Study of quality and quantity of yield and land equivalent ratio of sunflower in intercropping series with bean. *Agroecology,* 8(4), 490-504. (In Persian) https://doi.org/10.22067/JAG.V8I4.37250

Hamzei, J., &Seyyedi, M. (2016). Energy use and input–output costs for sunflower production in sole and intercropping with soybean under different tillage systems. *Soil and Tillage Research,* 157, 73-82. https://doi.org/10.1016/j.still.2015.11.008

Hamzei, J., &Kamel, J. (2019). Effect of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) additive intercropping on growth, potato (*Solanumtuberosum* L.) equivalent yield and land use efficiency under different levels of N fertilizer. *Agroecology,* 11(4), 1409-1422. (In Persian) https://doi.org/10.22067/JAG.V11I4.70706

KhoramiVafa, M., Javanshir, A., ZehtabSalmasi, S., &Mohammadi, S. (2008). Evaluation of some agronomic characters of corn (*Zeamays* L.) intercropped with pumpkinseed (*Cucurbitapepo*var. Styriaca). *Journal of Agricultural Science (University of Tabriz)*, 17(4), 75-85. (In Persian) https://doi.org/10.22067/GSC.V18I2.73192

Mardi, M., Abbasifar, A.,&ValizadehKaji, B. (2022). Comparison of the effect of biological and non-biological fertilizers on quantitative, qualitative and phytochemical properties of Garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Vegetables Sciences,* 10(2), 1-17. https://doi.org/10.22034/iuvs.2021.541559.1180

Makinde, A., Bello, N., Olasantan, F., &Adebisi, M. (2009). Hydrothermal effects on the performance of maize and cucumber intercrop in a tropical wet and dry climate in Nigeria. *African Journal of Agricultural Research,* 4(3), 225-235.

Mashayekhi, k., &Mousavizadeh, S. J. (2009). The investigation of leaf number, leaf area and plants dry weight in three cucumber cultivars (*Cucumissativus* L.). *Journal of Horticultural Science,* 23(1), 57-68.(In Persian) https://doi.org/10.22067/jhorts4.v1388i1.1911

Nasrollahzadeh, A., Chavoshgoli, A., Valizadegan, E., Valiloo, R., &Nasrollahzadeh, V. (2012). Evaluation of sunflower (*Heliantus annus* L.) and pinto bean (*Phaseolusvulgaris* L.) intercropping based on additive method. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production,* 22(2), 79-90.

Omrani, A., Omrani, S., Khodarahmi, M., Shojaei, S. H., Illés, Á., Bojtor, C., & Nagy, J. (2022). Evaluation of grain yield stability in some selected wheat genotypes using AMMI and GGE biplot methods. *Agronomy,* 12(5), 1130. https://doi.org/10.3390/agronomy12051130

Parvizi, K., & Bayat, F. (2020). Investigating the effect of composition and type of chemical and poultry fertilizers on yield, vegetative and reproductive traits of field cucumber in Hamedan province of Iran. *Journal of Vegetables Sciences*, 4(1), 147-160. https://doi.org/10.22034/iuvs.2020.130725.1108

SedigiKamel, J., Hamzei, J., &Sadra, T. (2021). Effect of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercropping with potato (*Solanum tuberosum* L.) on growth indices, yield and total land output in different nitrogen levels. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production,* 31(1), 49-69. (In Persian)

https://doi.org/10.22034/SAPS.2021.12776

Shojaei, S. H., Mostafavi, K., Omrani, A., Illés, Á., Bojtor, C., Omrani, S., & Nagy, J. (2022). Comparison of maize genotypes using drought-tolerance indices and graphical analysis under normal and humidity stress conditions. *Plants,* 11(7), 942. https://doi.org/10.3390/plants11070942

Suresha, B., Allolli, T., Patil, M., Desai, B., & Abbas Hussain, S. (2010). Yield and economics of chilli based intercropping system. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences,* 20(4), 12-20. https://doi.org/10.3329/pa.v26i2.25964

Thomason, W., & Phillips, S. (2006). Methods to evaluate wheat cultivar testing environments and improve cultivar selection protocols. *Field Crops Research,* 99(2-3), 87-95. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.03.007

Yan, W., & Kang, M. S. (2003). *GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists*: CRC press.