

## Evaluation of economic and competitive indicators of okra (*Abelmoschus esculentus*) intercropping with cucumber (*Cucumis sativus*) in Khuzestan province

Ashkan Jalilian<sup>1</sup>, Mohamad Reza Jahansuz<sup>\*2</sup>, Hassan Ghasemi Mobtaker<sup>3</sup>, Mostafa Oveis<sup>4</sup>, Hosain Moghadam<sup>5</sup>

1,2,4,5. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran,  
3. Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran.

(Received: April 13, 2022 - Accepted: May 30, 2022)

### ABSTRACT

Intercropping is one of the ways to achieve sustainability in agriculture. However, studying its economic and competitive indicators is critical to optimizing production. Therefore, this study was conducted to investigate the status and amount of consumption inputs in monoculture and intercropping systems in Khuzestan province. The required information was collected through a questionnaire and a field survey of 111 farmers. The results showed that intercropping with a land equivalent ratio of 1.40, gross and net production value of 7269.23 and 4090.19 dollars per hectare, and superiority in benefit-cost ratio, system productivity, and economic efficiency has a higher yield than okra monoculture. Also, the total cost of intercropping with 3179.04 dollars per hectare and input energy with 81269.27 megajoule per hectare were 23.20 and 3.18 % higher than monoculture, respectively. According to the results of this study, intercropping of okra and cucumber with superiority in economic and competitive indicators can be the optimal cultivation pattern of okra in Khuzestan province. However, it is necessary to optimize the intercropping input to reduce the total cost and input energy.

**Keywords:** Benefit-cost ratio, competitive ratio, economic indicators, economical energy intensity, land equivalent ratio.

### ارزیابی شاخص‌های اقتصادی و رقابتی کشت مخلوط بامیه (*Abelmoschus esculentus*) و خیار (*Cucumis sativus*) در استان خوزستان

اشکان جلیلیان<sup>۱</sup>، محمد رضا جهانسوز<sup>\*۲</sup>، حسن قاسمی مبتکر<sup>۳</sup>، مصطفی اویسی<sup>۴</sup>، حسین مقدم<sup>۵</sup>

۱ و ۲ و ۴ و ۵- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج، ایران، ۳- گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی،

دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۲۴ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۹)

### چکیده

کشت مخلوط گیاهان یکی از راهکارهای رسیدن به پایداری در کشاورزی می‌باشد، با این حال بررسی شاخص‌های اقتصادی و رقابتی آن در جهت بهینه‌سازی تولید اهمیت بالایی دارد. از این رو این پژوهش با هدف بررسی جایگاه و میزان نهاده‌های مصرفی در سیستم‌های کشت خالص و مخلوط بامیه در استان خوزستان اجرا گردید. اطلاعات مورد نیاز از طریق پرسشنامه و با بررسی میدانی از ۱۱۱ کشاورز جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد کشت مخلوط با نسبت برابری زمین ۱/۴۰، ارزش ناخالص و خالص تولیدی ۷۲۶۹/۲۳ و ۴۰۹۰/۱۹ دلار در هکتار و برتری در شاخص‌های نسبت فایده به هزینه، بهره‌وری سیستم، بهره‌وری اقتصادی نسبت به تک‌کشتی بامیه عملکرد بالاتری دارد. همچنین هزینه کل کشت مخلوط با ۳۱۷۹/۰۴ دلار در هکتار و انرژی ورودی با ۸۱۲۶۹/۲۷ مگاژول در هکتار نسبت به تک‌کشتی به ترتیب ۲۳/۲۰ و ۳/۱۸ درصد بالاتر بود. با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان گفت کشت مخلوط بامیه و خیار با برتری در شاخص‌های اقتصادی و رقابتی می‌تواند الگوی بهینه کشت بامیه در استان خوزستان باشد، با این حال ضروری است مصرف نهاده در کشت مخلوط بهینه گردد تا بتوان هزینه کل و میزان انرژی ورودی را کاهش داد.

**واژه‌های کلیدی:** شاخص اقتصادی، شدت انرژی از منظر اقتصادی، نسبت برابری زمین، نسبت رقابتی، نسبت فایده به هزینه.

\* Corresponding author E-mail: jahansuz@ut.ac.ir

## مقدمه

بامیه با نام علمی (*Abelmoschus esculentus* L.) و نام انگلیسی Okra گیاهی یک‌ساله و بومی آمریکا می‌باشد و یکی از مهم‌ترین محصولاتی است که به طور گسترده‌ای در مناطق نیمه گرمسیری جهان رشد می‌کند و از ارزش غذایی و اقتصادی بالایی برخوردار است (Dantas *et al.*, 2021; Keyvan Rad *et al.*, 2021; Kumar *et al.*, 2021). معمولاً میوه نرسیده آن به صورت خوراکی و تازه مصرف می‌شود، اگرچه برگ و دانه آن نیز مصارف خوراکی و داروسازی دارد (Petropoulos *et al.*, 2018; Romdhane *et al.*, 2020). بامیه با دارا بودن فیبر بالا، کربوهیدرات، عناصر اصلی منیزیم، سدیم، پتاسیم، کلسیم، ویتامین‌های A، B، C و همچنین فولات یک غذای سالم و محبوب در جهان به شمار می‌رود (Fekadu Gemede *et al.*, 2015; Romdhane *et al.*, 2020). میزان تولید جهانی بامیه ۱۰/۵۴ میلیون تن از سطحی معادل ۲/۵ میلیون هکتار می‌باشد (FAO, 2021). سطح زیر کشت بامیه در ایران ۱۷۵۶ هکتار می‌باشد و با توجه به شرایط اکولوژیکی در استان خوزستان بامیه از عملکرد قابل توجهی برخوردار است و این استان با سطح زیر کشت ۱۶۱۱ هکتاری در جایگاه نخست تولید آن در کشور قرار دارد (جهاد کشاورزی خوزستان، ۱۴۰۱). زمان مناسب برداشت محصول در استان خوزستان باعث شده که این محصول از قیمت قابل توجهی برخوردار باشد، این امر باعث اقبال کشاورزان در کشت آن شده است (Javam *et al.*, 2020). نظام‌های کشت فشرده منجر به از بین رفتن تنوع زیستی و آلودگی‌های زیست‌محیطی شده است، به طوری که سهم کشاورزی در انتشار گازهای گلخانه‌ای در حدود ۱۰ تا ۱۲ درصد کل انتشارات گازهای جهان گزارش شده است (Khoshnevisan *et al.*, 2013). با افزایش جمعیت جهان

و افزایش تقاضا برای غذا در مقیاس جهانی، بسیاری از کشاورزان، تک‌کشتی را ساده‌ترین راه حل برای تأمین این نیاز دائماً رو به رشد به غذا می‌دانند. علی‌رغم تولید بالا و سهولت در تولید به دلیل اثرات زیان‌بار تک‌کشتی علاقه مجددی به سیستم‌های چندکشتی ایجاد شده است که کشت مخلوط یکی از امیدوارکننده‌ترین شیوه‌های کشت در این زمینه می‌باشد که می‌تواند جایگزین تک‌کشتی محصولات گردد (Bourke *et al.*, 2021). کشت مخلوط بسته به دیدگاه فرد، هم می‌تواند یک سیستم کشت مدرن باشد هم سنتی، که این دیدگاه بر اساس موقعیت جغرافیایی و اینکه در آن منطقه تک‌کشتی غالب است یا خیر متفاوت است (Bourke *et al.*, 2021). کشت توأم دو یا چند گیاه که به شکلی تقلید از طبیعت می‌باشد به عنوان یک راهکار کلیدی در کشاورزی پایدار به حساب می‌آید (Karami *et al.*, 2022). تک‌کشتی مدام منجر به ناپایداری و افزایش فشار بیماری‌ها، علف‌های هرز و کاهش مواد مغذی خاص در خاک می‌شود (Döring & Elsalahy, 2022; Jalilian *et al.*, 2018; Salaheen & Biswas, 2019). بسیاری از مطالعات تأثیر مثبت تنوع گیاهی بر کنترل پاتوژن‌ها و افزایش میکروارگانیسم‌های مفید در اکوسیستم‌های کشاورزی را گزارش کرده‌اند که یکی از راهکارهای افزایش تنوع گیاهی می‌تواند کشت مخلوط باشد که این راهکار در جهت پایداری تولید نیز می‌باشد (HE *et al.*, 2019). افزایش عملکرد محصول در واحد سطح در شرایط کشت مخلوط نسبت به شرایط کشت خالص از مهم‌ترین مزیت‌های کشت مخلوط می‌باشد (Cuartero *et al.*, 2022; Karami *et al.*, 2022). به‌طور کلی کشت مخلوط از نظر اقتصادی نسبت به کشت خالص عملکرد بهتری دارد، چرا که با استفاده بهینه از کل فضای قابل دسترس،

در نظام کشت مخلوط و خالص آن می‌تواند در برنامه‌ریزی‌ها و کاربرد سیستم‌ها با توجه به معیارهای زیست‌محیطی و اقتصادی کاربردی باشد. در این راستا با توجه به جایگاه بامیه از نظر اقتصادی و اهمیت کشت مخلوط به عنوان یک راهکار در جهت کشاورزی پایدار، این مطالعه با هدف ارزیابی شاخص‌های اقتصادی و رقابتی در استان خوزستان به طور میدانی مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در بازه زمانی ۱۳۹۸-۱۴۰۰ و در استان خوزستان انجام گرفت. استان خوزستان در محدوده ۴۷ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی از خط استوا قرار دارد. با توجه به سطح زیر کشت و نوع کشت گیاه بامیه استان خوزستان، اطلاعات مورد نیاز در چند شهرستان جمع‌آوری شد. بیشترین سطح زیر کشت بامیه در شهرستان‌های دزفول، دشت آزادگان، باوی و اهواز می‌باشد، که از نظر اقلیمی شباهت بالایی دارند. جهت جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز کشت خالص و مخلوط بامیه و خیار از شهرستان اهواز، دشت آزادگان، هویزه، باوی و دزفول و روستاهای این شهرستان اطلاعات بدست آمد. تک‌کشتی مورد مطالعه به صورت کشت زودهنگام زیر پلاستیک و کشت مخلوط زودهنگام با خیار زیر پلاستیک در اواسط بهمن‌ماه می‌باشد. برداشت محصول نیز تا اواسط خردادماه ادامه دارد که دلیل آن قطع آبیاری از مبدأ آن جهت دیگر کشت‌های بهاره همچون برنج می‌باشد. نسبت کشت در مخلوط ۷۵ درصد کشت خالص هر گیاه می‌باشد. با توجه به اطلاعات موجود در جهاد کشاورزی استان خوزستان و

صرفه‌جویی در کاربرد ماشین‌ها و خاک‌ورزی، استفاده از مواد مغذی و رطوبت در فضای استفاده نشده (نسبت به کشت خالص) می‌تواند بهره‌وری را در مقایسه با کشت خالص افزایش دهد (Cuartero *et al.*, 2022). در این راستا ارزیابی زراعی و اقتصادی کشت مخلوط گلرنگ و نخود در شرایط تیمار کاربرد عناصر ریزمغذی نشان داد که تمامی تیمارهای کشت مخلوط به جز الگوی ۱۰۰٪ گلرنگ + ۱۰۰٪ نخود، افزایش واقعی عملکرد را نشان می‌دهد (Esmaeilian & Amiri, 2021). کشتعلی و همکاران (2020) در مطالعه سودمندی کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی بامیه با لوبیا سبز نشان دادند عملکرد هر دو گیاه در کشت خالص بالاتر است، با این حال کشت مخلوط آن LER بالاتر از یک را نشان داد. حمزه‌ئی و قمری رحیم (2016) نشان دادند کشت مخلوط باقلا با ذرت ارزش نسبی بالاتری نسبت به تک‌کشتی آن دارد. ارزیابی زراعی، اکولوژیکی و اقتصادی کشت مخلوط گندم با نخود نشان داد بالاترین میزان LER، برتری مالی، سودمندی مخلوط و بهره‌وری سیستم در کشت‌های ۱:۱ و ۲:۱ می‌باشد (Javanmard *et al.*, 2015). نظام دوست و همکاران (2011) نشان دادند LER مخلوط خیار و بامیه بالاتر از یک می‌باشد، همچنین بالاترین میزان این شاخص با ۱/۴۲ در کاشت تأخیری بامیه ۲۰ روز بعد از کاشت خیار بود. نادری و همکاران (2010) نیز LER بالاتر از یک را برای کشت مخلوط بامیه و خیار گزارش کردند. سیستم‌های مختلف کشت بامیه از لحاظ نهاده‌های مصرفی و تأثیرات آن بر محیط‌زیست و اقتصاد با توجه به ماهیت اکولوژیکی این سیستم‌ها می‌تواند متفاوت باشد. اطلاعات اقتصادی اندکی با توجه به مطالعات میدانی در خصوص سهم نهاده‌های مصرفی در شاخص‌های اقتصادی و انرژی در دسترس می‌باشد. بنابراین بررسی کشت بامیه

یک هکتار محصولات مورد نظر را کشت کرده‌اند و سابقه کشت بامیه دارند. با توجه به تعداد کشاورزان مورد تأیید جهت حجم نمونه‌گیری از فرمول کوکران استفاده شد و از ۱۱۱ کشاورز اطلاعات جمع‌آوری گردید.

مشاهده میدانی در شهرستان‌های مورد مطالعه، از هر سیستم کشت به طور تصادفی با توجه به میزان همکاری تولیدکنندگان اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری شد (جدول ۱). نمونه‌های مورد ارزیابی کشاورزانی بودند که حداقل

جدول ۱- تعداد نمونه‌های مطالعه شده محصول بامیه در سیستم‌های کشت  
Table 1. Number of study samples of okra in different cultivation systems

City	Monoculture	Intercropping
Ahvaz	8	15
Bavi	10	10
Dezful	20	10
Dashte azadegan	15	10
Hoveyzeh	5	8
Total	58	53

حین و بعد از تکمیل پرسشنامه، مصاحبه‌ای در مورد نوع عملیات (خاک‌ورزی و کاشت، داشت و برداشت)، نهاده‌های مصرفی، حقوق نیروی انسانی و اطلاعات فروش با صاحب‌نظران مناطق مورد بررسی در سازمان جهاد کشاورزی انجام شد. به منظور بررسی سودآوری اقتصادی بامیه در سیستم کشت مورد بررسی نیاز به بررسی هزینه‌های عوامل تولید و درآمد حاصل از فروش محصول در یک هکتار می‌باشد (جدول ۲).

سهم هر یک از عوامل تولید از کل هزینه‌ها نیز مشخص شد. هزینه تولید محاسبه‌شده شامل هزینه‌های متغیر و ثابت نهاده‌های به کار رفته می‌باشد. هزینه ثابت هزینه‌ای است که در کوتاه‌مدت با تغییرات سطح تولید تغییر نمی‌کند مانند هزینه اجاره، بیمه، استهلاک ماشین. هزینه متغیر هزینه‌ای است که با توجه به حجم محصول تغییر می‌کند مانند هزینه‌های خرید نهاده‌های تولید، دستمزد نیروی کار و ... (Banaeian *et al.*, 2011). هزینه‌های مصرفی به دلار و بر اساس نرخ روز آن محاسبه می‌شود (هر دلار معادل ۲۶۰۰۰ هزار تومان در نظر گرفته شد)، تا برآورد قیمت آن در زمان‌های مختلف یکسان باشد

جمع‌آوری اطلاعات با توجه به اهداف این تحقیق از مراحل مختلف کشت تا برداشت محصول بود. به طوری که تمامی اطلاعات مورد نیاز در مراحل کاشت، داشت و برداشت ثبت و جمع‌آوری شد. اطلاعات مورد نظر شامل شش بخش، بخش اول اطلاعات کشاورز و محصول، بخش دوم منابع تأمین آب که شامل اطلاعاتی از قبیل منبع تأمین آب، روش آبیاری، تعداد دفعات آبیاری و اجاره‌بهای آن را شامل گردید. بخش سوم شامل نهاده‌های مصرفی که حاوی اطلاعاتی در مورد میزان بذر، کود و سم مورد نیاز و هزینه‌های آن‌ها بود. بخش چهارم نیروی انسانی، حقوق و دستمزد شامل اطلاعاتی در مورد تعداد کارگر مورد نیاز برای عملیات مختلف و تعداد انجام هر عملیات و زمان و دستمزد کارگران بود. بخش پنجم نهاده‌های مکانیزاسیونی شامل اطلاعاتی راجع به تراکتور و ادوات مورد استفاده وزن دستگاه و تعداد هر عملیات، سوخت مصرفی، ظرفیت مؤثر، تعداد کارگر مورد نیاز، دستمزد و زمان صرف شده در هر عملیات بود. بخش ششم اطلاعات فروش که شامل اطلاعات در مورد زمان برداشت، نحوه فروش و قیمت محصول هنگام فروش بود. به منظور بررسی بیشتر داده‌ها

تولید شده (رابطه ۳))، نسبت فایده به هزینه در تولید محصول (نسبت ارزش ناخالص تولید بر هزینه کل (رابطه ۴)) و شدت انرژی از منظر اقتصادی (نسبت انرژی مصرفی بر ارزش ناخالص تولیدی (رابطه ۵)) می‌باشد استفاده شد که از روابط زیر محاسبه می‌گردد (Kuswardhani *et al.*, 2013) (جدول ۳). شدت انرژی از منظر اقتصادی شاخصی برای تعیین کارایی انرژی در سطح اقتصاد ملی می‌باشد. جهت مقایسه سیستم کشت مخلوط و تعیین شاخص‌های آن از نسبت برابری زمین یا LER (رابطه ۶)، نسبت رقابتی (رابطه ۷)، ضریب نسبی تراکم (۸)، شاخص غالبیت (۹) و شاخص بهره‌وری سیستم (رابطه ۱۰) استفاده شد (جدول ۳) (Salehi Sheikhi *et al.*, 2021). با توجه به اهمیت گیاه بامیه در استان خوزستان، گیاه اصلی در این تحقیق بامیه می‌باشد، بنابراین شاخص‌های مورد بررسی اقتصادی مقایسه سیستم‌های کشت با محوریت بامیه می‌باشد. جهت آنالیز نتایج از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

(Mostashari-Rad *et al.*, 2021). جهت ارزیابی اقتصادی تولید بامیه، ابتدا هزینه نهاده‌های مصرفی در فرآیند تولید محاسبه می‌شود، سپس هزینه‌های متغیر، ثابت و کل هزینه‌های تولید بر واحد سطح محاسبه خواهند شد. به طور کلی، جمع هزینه تولید (TC) شامل هزینه کل تولید عموماً از طریق مجموع هزینه‌های ثابت در تولید همچون اجاره زمین زراعی و دیگر متغیرها بدست می‌آید (Moghaddam *et al.*, 2011) که هزینه‌های متغیر در فرآیند تولید شامل هزینه‌های مصرفی در بخش سموم، کود شیمیایی و حیوانی، نیروی انسانی، ماشین‌ها، الکتریسیته، سوخت دیزلی، بذر گیاه زارعی و ... می‌باشد. پس از برآورد و محاسبه اطلاعات مورد نظر، جهت ارزیابی شاخص‌های اقتصادی تولید محصول از ۵ شاخص اصلی که شامل ارزش ناخالص تولید (حاصل ضرب عملکرد محصول در قیمت فروش محصول (رابطه ۱))، درآمد خالص تولید (درآمد کل تولید - هزینه کل تولید (رابطه ۲))، بهره‌وری اقتصادی (مقدار هزینه به مقدار محصول

جدول ۲- نهاده‌های مصرف‌شده در واحد هکتار در سیستم‌های مختلف کشت بامیه

Table 2. Inputs used per hectare in different okra cultivation systems

Item	Unit	Monoculture	Intercropping
1. Human labor	h ha <sup>-1</sup>	2520.67	3365.8
2. Machinery	h ha <sup>-1</sup>	14.5	12.5
3. plastic	kg ha <sup>-1</sup>	180	210
4. Diesel fuel	L ha <sup>-1</sup>	550	435
5. Chemical fertilizers	kg ha <sup>-1</sup>	255	301
6. Micronutrients	kg ha <sup>-1</sup>	0	5
7. Manure	kg ha <sup>-1</sup>	6000	6700
8. Chemical biocides	L ha <sup>-1</sup>	7.5	8.5
9. Irrigation	ha <sup>-1</sup>	1	1
10. Land Lease	ha <sup>-1</sup>	1	1
10. Seed	kg ha <sup>-1</sup>	3.20	3.8
a. Okra	kg ha <sup>-1</sup>	3.20	2.8
b. Cucumber	kg ha <sup>-1</sup>	0	1

جدول ۳- شاخص‌های اقتصادی و رقابتی مورد محاسبه در سیستم‌های کشت مختلف بامیه

Table 3. Economic and competitive indices in different okra production systems

Economic indicators	Formula	Item
1. Gross value	$GV_i = Y_i * P_i$	(1)
2. Net income	$NI = TC - GV$	(2)
3. Economic efficiency	$EE = Y_i / TC$	(3)
4. Benefit-cost ratio	$BC_i = GV_i / TC_i$	(4)
5- Economical Energy Intensity	$EEI = \text{Input energy} / GV$	(5)
Competitive indicators	Formula	Item
6- Land equivalent ratio	$LER = (Y_{ab}/Y_{aa}) + (Y_{ba}/Y_{bb})$	(6)
7- Competitive ratio	$CR_a = (LER_a / LER_b) \times (Z_{ba} / Z_{ab})$ $CR_b = (LER_b / LER_a) (Z_{ab} / Z_{ba})$	(7)
8- Relative crowding coefficient	$K_a = (Y_{ab} \times z_{ba}) / ((Y_{aa} - Y_{ab})(z_{ab}))$ $K_b = (Y_{ba} \times z_{ab}) / ((Y_{bb} - Y_{ba})(z_{ba}))$	(8)
9- Dominance	$A_a = (Y_{ab} / Y_{aa} \times Z_{ab}) - (Y_{ba} / Y_{bb} \times Z_{ba})$ $A_b = (Y_{ba} / Y_{bb} \times Z_{ba}) - (Y_{ab} / Y_{aa} \times Z_{ab})$	(9)
10- System productivity index	$SPI = (Y_{aa} / Y_{bb}) \times Y_{ba} + Y_{ab}$	(10)

Yi= Yield (kg h-1); Pi= Price (\$); TC= Total cost  
 Yab is yield of okra "a" intercropped with cucumber "b"  
 Yaa is pure stand yield of okra "a"  
 Yba is yield of cucumber "b" intercropped with okra "a"  
 Ybb is pure stand yield of cucumber "b"  
 Zab is ratio of okra "a" intercropped with cucumber "b"  
 Zba is ratio of cucumber "b" intercropped with okra "a"

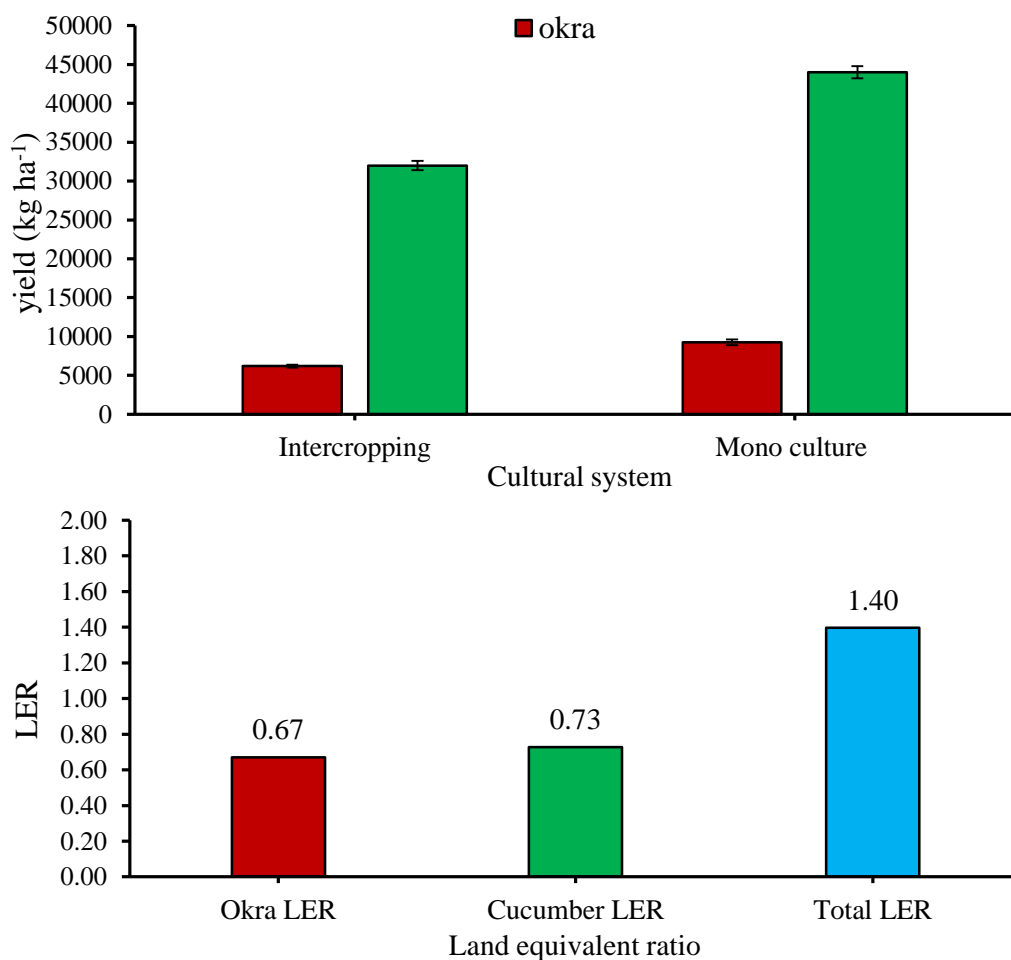
## نتایج و بحث

### شاخص‌های کشت مخلوط

#### عملکرد و نسبت برابری زمین (LER)

مخلوط را با شاخص LER می‌توان ارزیابی کرد، به طوری که شاخص LER بامیه، خیار و کل عملکرد در شرایط کشت مخلوط به ترتیب ۰/۶۷، ۰/۷۳ و ۱/۴۰ بود که نشان از عملکرد قابل قبول کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی دارد (شکل ۱). نسبت کشت ۷۵ درصد بامیه و خیار در شرایط کشت مخلوط (کشت مخلوط افزایشی) و فرم رشد رونده خیار و ایستاده بامیه می‌تواند علت LER بالاتر از یک باشد. همچنین با توجه به سطح زیر کشت بالای کشت مخلوط بامیه و خیار در استان خوزستان و مطابق با نظر کشاورزان میان این دو گیاه سازگاری مثبتی دیده می‌شود، به طوری که در گذشته کشت مخلوط بامیه و گوجه‌فرنگی، هندوانه و پیاز نیز انجام می‌گرفت که به دلیل کاهش عملکرد هر دو گیاه و عدم صرفه اقتصادی از کشت آن خودداری کردند (مطالعات میدانی).

بررسی عملکرد بامیه و خیار در شرایط کشت مخلوط و تک‌کشتی آن‌ها نشان داد بالاترین عملکرد بامیه و خیار به ترتیب با ۹۲۵۰ و ۴۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در کشت خالص بدست آمد، همچنین عملکرد بامیه و خیار در کشت مخلوط نیز به ترتیب ۶۲۰۰ و ۳۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۱). نتایج نشان داد درصد کاهش عملکرد بامیه و خیار در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آن‌ها به ترتیب ۳۲/۹۷ و ۲۷/۲۷ درصد بود (شکل ۱). به نظر می‌رسد کاهش تراکم نسبت به شرایط کشت خالص و همچنین رقابت برون گونه‌ای علت کاهش عملکرد بامیه و خیار در کشت مخلوط می‌باشد، با این حال عملکرد کشت



شکل ۱- عملکرد بامیه، خیار و شاخص نسبت برابری زمین در سیستم‌های کشت بامیه  
Figure 1. Okra and cucumber yield and land equivalent ratio in cultivation systems

آمد (Nezamdst *et al.*, 2011). صالحی شیخی و همکاران (2021) در مطالعه خود نشان دادند با افزایش نسبت تراکم کشت در شرایط مخلوط میزان LER کل نیز افزایش یافت. کرمی و همکاران (2022) نشان دادند بالاترین LER با ۱/۲۴ در کشت مخلوط بامیه و خیار با نسبت‌های به ترتیب ۲۵ و ۷۵ درصد می‌باشد. در مطالعات متعددی کشت مخلوط بامیه مورد بررسی قرار گرفته است، که می‌توان به کشت مخلوط بامیه و ذرت شیرین (Heidarzadeh & AghaAlikhani, 2019);

در این خصوص نتایج تحقیق نادری و همکاران (2010) نیز نشان داد بین دو گیاه بامیه و خیار نوعی سازگاری و هماهنگی فیزیولوژیک و گیاه‌شناسی وجود دارد که منجر به LER بالاتر از یک در این تحقیق شد. کشت زودهنگام بامیه و خیار زیر پوشش پلاستیک یکی از دلایل افزایش عملکرد به دلیل افزایش طول دوره رشد می‌باشد، که با نتایج تحقیق طاوسی و همکاران (2015) مطابقت دارد. بررسی کشت مخلوط بامیه و خیار در تاریخ‌های کاشت متفاوت نشان داد بالاترین میزان شاخص LER با ۱/۴۲ در کاشت تأخیری بامیه ۲۰ روز پس از کاشت خیار بدست

در شرایط کشت جایگزینی و یا افزایشی کشت مخلوط نسبت رقابتی در گیاهان متفاوت می‌باشد، به طوری که در روش جایگزینی نخودفرنگی و در شرایط سری افزایشی گیاه اسفناج نسبت رقابتی بالاتری داشتند (Salehi Sheikhi *et al.*, 2021). رفتاری و همکاران (2018) نیز در تحقیق خود به نتایج مشابهی اشاره کردند. بررسی‌ها نشان می‌دهد گیاهی که CR کمتر از یک دارد، قدرت رقابتی کمتری در شرایط کشت مخلوط دارد، با این حال می‌تواند گیاه همراه مطلوب تلقی گردد (Ghanbari *et al.*, 2017). دیگر بررسی نیز نشان داد در شرایط کشت مخلوط همواره یک گیاه از CR بالاتری برخوردار می‌باشد، این تفاوت در شرایط تیمارهای خاک‌ورزی و نسبت‌های کشت متفاوت می‌باشد، به طوری که در کشت جایگزینی چای ترش و ماش نسبت بالاتر هر گیاه با CR بالاتر آن گیاه رابطه مستقیمی داشت (Hodiani Mehr *et al.*, 2021).

(Karami *et al.*, 2022)، بامیه و خیار (Goodarzi, 2014)، بامیه و شنبلیله (Mahmoudi, 2015)، بامیه و چای ترش (Jahantigh, 2018)، بامیه و لوبیا سبز (Ismaili Keshtali *et al.*, 2020) اشاره کرد. مطالعات دیگر نیز نشان داد تک‌کشتی صنعتی در مقیاس کلان منجر به افزایش بیماری‌های گیاهی، آفات و کاهش عملکرد در دراز مدت می‌شود (HE *et al.*, 2019). نتایج متاآنالیز روی ۴۵ مطالعه با ۲۱۴ مقایسه نشان داد تناوب زراعی نسبت به تک‌کشتی محصولات عملکرد را ۲۰ درصد افزایش می‌دهد و اثرات مثبت تناوب در خاک دو الی سه سال باقی می‌ماند (Zhao *et al.*, 2020).

#### نسبت رقابتی (CR)

شاخص نسبت رقابتی نشان‌دهنده توانایی رقابت هر گیاه در شرایط کشت مخلوط می‌باشد، در این شرایط گیاه خیار با نسبت رقابتی ۱/۰۸۵ نسبت به بامیه با ۰/۹۲۱ توانایی رقابتی بالاتری داشت (جدول ۴). بررسی‌ها نشان می‌دهد

جدول ۴- شاخص‌های رقابتی در سیستم تولید کشت مخلوط بامیه  
Table 4. Competitive indices in intercropping okra production systems

Competitive indicators	Okra	Cucumber
Competitive ratio (CR)	0.921	1.085
Relative crowding coefficient (RCC)	1.14	1.50
Dominance (A)	-0.0427	0.0427
System productivity index (SPI)	8030.682	

تولید بالاتر خیار در واحد سطح نسبت به بامیه می‌تواند علت RCC بالاتر آن در کشت مخلوط باشد (جدول ۴). نتایج دیگر مطالعات نیز نشان می‌دهد در شرایط سری افزایشی کشت مخلوط میزان RCC گیاهان بالاتر از یک می‌باشد، همچنین بالاتر بودن میزان آن نشان از تولید بالاتر و سهم بیشتر در تولید کل دارد

#### ضریب نسبی تراکم (RCC)

ارزیابی ضریب نسبی تراکم در شرایط کشت مخلوط نشان داد میزان RCC در هردو گیاه بالاتر از یک می‌باشد، با این حال با توجه به RCC بالاتر خیار، این گیاه در شرایط کشت مخلوط سهم بیشتری از تولید را دارد. پتانسیل



نشان داد (Fallah *et al.*, 2014). همچنین در مطالعه‌ای دیگر نتایج نشان داد لوبیا چیتی نیز در کشت مخلوط با ذرت از ضریب غالبیت بالاتری برخوردار بود (Mashhadi *et al.*, 2014). نتایج کشت مخلوط جو و نخود نیز نشان داد در تمامی نسبت‌های کشت جو گیاه غالب بود (Mohavieh Asadi *et al.*, 2019)، همچنین در کشت مخلوط جو و باقلا نیز باقلا گیاه غالب بود (Mashhadi *et al.*, 2014).

### شاخص بهره‌وری سیستم (SPI)

نتایج این شاخص نشانگر بهره‌وری سیستم کشت مخلوط می‌باشد، در این تحقیق میزان SPI در کشت مخلوط از مقدار قابل توجهی برخوردار بود. بررسی‌ها نشان می‌دهد میان مقدار شاخص SPI و بهره‌وری سیستم کشت مخلوط رابطه خطی معنی‌داری وجود دارد (Ghanbari *et al.*, 2017). قنبری و همکاران (2017) در مطالعه خود SPI کشت مخلوط جو و شنبلیله را ۲۹۳۳/۲۹ بدست آوردند. صدرا و حمزه‌ئی (2021) نیز در کشت مخلوط تربیتکاله و ماشک نتایج مشابهی را گزارش کردند. نتایج دیگر مطالعات نیز نشان داد کشت مخلوط با توجه به میزان SPI بالای آن سودمندی قابل توجهی دارد (Hodiani Mehr *et al.*, 2021; Lithourgidis *et al.*, 2011; Mashhadi *et al.*, 2014; Mojtabaie Zamani & Norouzi, 2017; Mosapour *et al.*, 2015; Nakhzari, 2016; Moghaddam, 2016; Ziaei *et al.*, 2015).

### شاخص‌های اقتصادی

**هزینه‌های تولید در سیستم کشت مخلوط و خالص**  
نتایج این بررسی نشان داد هزینه‌های کشت در سیستم مخلوط (۳۱۷۹/۰۴ دلار در هکتار) نسبت به کشت خالص (۲۵۸۰/۳۲ دلار در هکتار) بامیه ۲۳/۲۰ درصد بالاتر می‌باشد (جدول ۵). همچنین میزان انرژی مصرفی یا

(Raftari *et al.*, 2018; Salehi Sheikhi *et al.*, 2021) در شرایط کشت مخلوط دیگر گیاهان نیز مشاهده شده است ضریب نسبی هر جزء از کشت مخلوط متفاوت می‌باشد و تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار می‌گیرد، با این حال RCC کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی آن‌ها بالاتر می‌باشد و این امر بیانگر سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می‌باشد (Fallah *et al.*, 2014)، در این مطالعه نیز RCC کل ۲/۶۰ بود که نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط می‌باشد. به طور کلی افزایش میزان شاخص RCC اجزای کشت مخلوط نشان‌دهنده کاهش اثرات رقابتی بر یکدیگر می‌باشد و گیاهی که میزان RCC بالاتری دارد، گیاه غالب در کشت مخلوط می‌باشد، چنین نتایجی در دیگر تحقیقات نیز بدست آمده است (Ghanbari *et al.*, 2017; Mashhadi *et al.*, 2014; Sadra & Hamzei, 2021; Salehi Sheikhi *et al.*, 2021).

### شاخص غالبیت (A)

بررسی شاخص غالبیت بامیه و خیار در شرایط کشت مخلوط نشان داد گیاه خیار با غالبیت ۰/۴۲۷+ در کشت مخلوط، غالب و بامیه با ۰/۴۲۷- مغلوب محسوب می‌شود (جدول ۴). تراکم بالاتر خیار در هکتار، پوشش بیشتر خاک و رونده بودن آن به همراه عملکرد بالاتر می‌تواند علت غالب بودن آن در شرایط نسبت تراکمی یکسان (۷۵ درصد) باشد. بررسی کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی نخودفرنگی و اسفناج نیز نشان داد گیاه اسفناج به دلیل رشد بیشتر در اوایل دوره از منابع بهره‌برداری بیشتری داشته و منجر به غالب بودن آن در کشت مخلوط شد (Salehi Sheikhi *et al.*, 2021). در کشت مخلوط کلزا و نخودفرنگی نیز غالبیت با کلزا بود، با این حال کشت مخلوط آن عملکرد بهتری نسبت به کشت خالص از خود

(شکل ۲). نتایج نشان داد هزینه نیروی کارگری، پلاستیک مصرفی، کود شیمیایی و سموم شیمیایی در کشت مخلوط به ترتیب ۳۳/۵۲، ۱۶/۶۶، ۲۱/۰۱ و ۱۷/۳۱ درصد بالاتر از کشت خالص بامیه می‌باشد (جدول ۵). همچنین در شرایط کشت مخلوط ریزمغذی‌ها به دلیل نیاز گیاهی خیار استفاده می‌شود، در حالی که در کشت خالص بامیه کاربردی ندارند که این امر خود باعث افزایش ۱/۱۰ درصدی هزینه کل می‌شود (جدول ۵).

ورودی در سیستم کشت مخلوط با ۸۱۲۶۹/۲۷ مگاژول در هکتار نسبت به کشت خالص با ۷۸۷۶۳/۷۷ مگاژول در هکتار ۳/۱۰ درصد بالاتر بود (جدول ۵). بررسی سهم نهاده‌ها در هزینه کل مصرفی هر سیستم نشان داد در شرایط کشت مخلوط بالاترین سهم از کل متعلق به نیروی انسانی، اجاره‌بهای زمین، پلاستیک مصرفی و کودهای شیمیایی بود (شکل ۲). کمترین هزینه در هر دو سیستم کشت متعلق به بذر مصرف‌شده و سوخت دیزلی می‌باشد

جدول ۵- هزینه‌های تولید در هکتار، در سیستم‌های مختلف کشت بامیه

Table 5. Production costs per hectare in different okra cultivation systems

Item	\$ Unit	Monoculture (\$ ha <sup>-1</sup> )	Intercropping (\$ ha <sup>-1</sup> )
1. Human labor	0.48 \$ h <sup>-1</sup>	1211.86	1618.19
2. Machinery	6.15 \$ h <sup>-1</sup>	96.15	76.92
3. Plastic	1.53 \$ kg <sup>-1</sup>	276.92	323.08
4. Diesel fuel	0.02 \$ L <sup>-1</sup>	12.69	10.04
5. Chemical fertilizers	1.06 \$ kg <sup>-1</sup>	265.38	321.15
6. Micronutrients	7.00 \$ kg <sup>-1</sup>	0	35.04
7. Manure	0.02 \$ kg <sup>-1</sup>	161.54	180.38
8. Chemical biocides	12.26 \$ h <sup>-1</sup>	88.85	104.23
9. Irrigation	57.69 \$ ha <sup>-1</sup>	57.69	57.69
10. Land Lease	384.61 \$ ha <sup>-1</sup>	384.62	384.62
10. Seed	\$ ha <sup>-1</sup>	24.62	67.69
a. Okra	7.69 \$ kg <sup>-1</sup>	24.62	21.54
b. Cucumber	46.15 \$ kg <sup>-1</sup>	0	46.15
10- Total cost	\$ ha <sup>-1</sup>	2580.32	3179.04
11- Inputs energy	MJ ha <sup>-1</sup>	78763.77	81269.27

در کشت مخلوط به دلیل افزایش تراکم گیاه در واحد سطح علت افزایش هزینه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می‌باشد. دیگر بررسی‌ها نشان می‌دهد نبود سیستم مکانیزه در برداشت بامیه، کاربرد پلاستیک و هزینه اجاره‌بهای زمین دلیل اصلی بالاتر رفتن هزینه‌های کل می‌باشد (Javam *et al.*, 2020). نتایج دیگر بررسی‌ها نیز نشان می‌دهد هزینه سیستم‌های کشت گلخانه‌ای یا زیر پلاستیک نسبت به کشت در فضای باز یا مزرعه‌ای بالاتر می‌باشد (Banaeian *et al.*, 2011; Khoshnevisan *et al.*, 2011; Rezvani Moghaddam *et al.*, 2014).

به نظر می‌رسد برداشت دستی بامیه یا عدم مکانیزه بودن برداشت محصول یا به عبارتی هزینه بالای نیروی کارگری و ضرورت استفاده از تعداد بالای نیروی کارگری جهت برداشت به موقع محصول بامیه و خیار علت اصلی افزایش هزینه می‌باشد، به طوری که برداشت دستی در سیستم کشت مخلوط و خالص بیشترین سهم را از هزینه کل به خود اختصاص داده‌اند. کشت زودهنگام بامیه زیر پلاستیک به دلیل افزایش عملکرد و تولید محصول نوبرانه یکی دیگر از عوامل افزایش هزینه‌ها در هر دو سیستم کاشت می‌باشد. همچنین افزایش کود شیمیایی و دامی

نسبت به کشت سنتی آن GV بالاتری داشت (Htwe *et al.*, 2021). اگرچه هزینه‌های اقتصادی و درآمد اقتصادی در مقایسه سیستم‌های کشت مؤثر و قابل اهمیت می‌باشد، با این حال نمی‌تواند به طور کامل دیدگاه زراعی و اکولوژیکی را پوشش دهد، به طوری که نتایج اقتصادی مقایسه کشت ارگانیک و مرسوم نشان داد جهت سودآوری کشت ارگانیک باید قیمت آن ۳۴۰ درصد نسبت به مرسوم بالاتر باشد، در حالی که چنین شرایطی امکان‌پذیر نیست، با این حال ویژگی‌های کشت ارگانیک و جنبه‌های مثبت آن بر کسی پوشیده نیست (Flores & Sarandón, 2004). در چنین شرایطی کشت مخلوط بامیه و خیار علاوه بر GV بالاتر نسبت به کشت خالص، از مزیت‌های کشت مخلوط و جنبه‌های مثبت اکولوژیکی آن نیز برخوردار می‌باشد. علاوه بر شاخص GV در شاخص‌های رقابتی و LER نیز کشت مخلوط این دو گیاه از کشت خالص و فشرده آن عملکرد بهتری داشتند که نشان می‌دهد مخلوط این دو گیاه علاوه بر جنبه اقتصادی، از جنبه‌های اکولوژیکی نیز برتری دارد (جدول ۴، ۵ و شکل ۱).

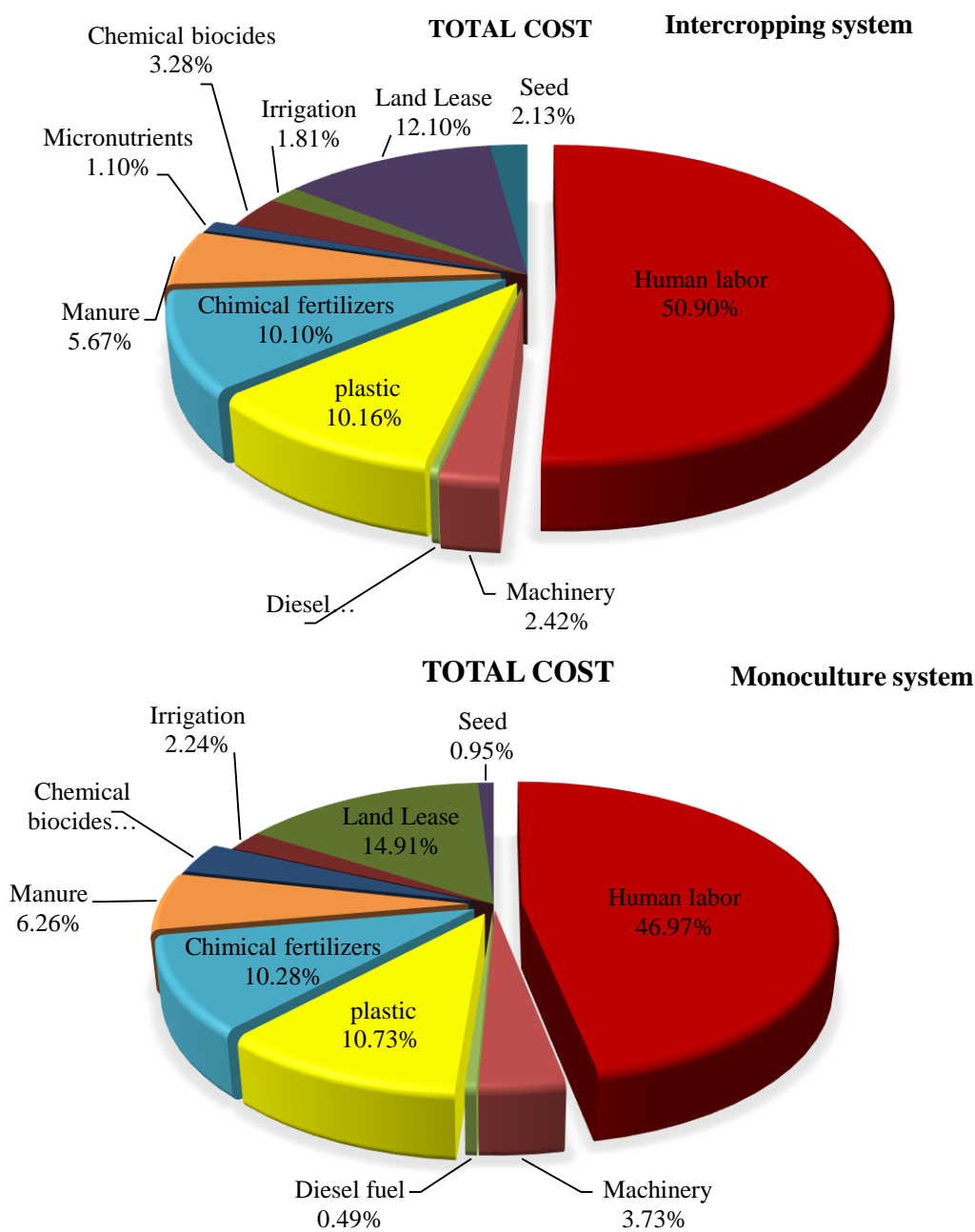
#### درآمد خالص (NI)

نتایج این تحقیق نشان داد درآمد خالص (NI) کشاورزان از تولید بامیه در سیستم کشت خالص، ۲۷۵۶/۲۲ دلار در هر هکتار و در کشت مخلوط آن با خیار، ۴۰۹۰/۱۹ دلار در هر هکتار می‌باشد (جدول ۶). کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بامیه ۴۸ درصد درآمد خالص کشاورزان را افزایش می‌دهد، این مقدار با توجه به افزایش ۲۳ درصدی هزینه کل در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص و همچنین ۳۶ درصدی GV نشان از برتری اقتصادی کشت مخلوط دارد (جدول ۶ و جدول ۵).

های شیمیایی از پرکاربردترین نهاده‌های مصرفی در کشاورزی می‌باشد که علاوه بر هزینه از نظر زیست‌محیطی نیز می‌تواند آثار زیان‌باری داشته باشد (Khodabin *et al.*, 2022; Moghadam *et al.*, 2022).

#### ارزش ناخالص تولید (GV)

بررسی شاخص‌های اقتصادی نشان داد ارزش ناخالص (GV) تولید در سیستم کشت مخلوط ۷۲۶۹/۲۳ دلار در هکتار و در کشت خالص بامیه ۵۳۳۶/۵۴ دلار در هکتار می‌باشد که نشان از اختلاف ۳۶/۲۱ درصدی دارد (جدول ۶). GV بالاتر در کشت مخلوط بامیه و خیار به دلیل عملکرد کل بالاتر در این سیستم نسبت به کشت خالص بامیه می‌باشد که نتایج شاخص LER نیز این نتایج را نشان می‌دهد (جدول ۶ و شکل ۱). کشت زیر پلاستیک به دلیل عملکرد نوبرانه و پیش رسی محصول و قیمت فروش بالاتر آن می‌تواند در افزایش GV تولید مؤثر باشد. GV شامل درآمد کامل از یک هکتار زمین می‌باشد، بدون در نظر گرفتن هزینه‌های اجرایی آن، بنابراین با توجه به میزان هزینه کل متفاوت در دو سیستم کشت، درآمد خالص می‌تواند شاخص بهتری جهت برتری یک سیستم باشد. نتایج تحقیق جوام و همکاران (2020) در تولید بامیه در سه سیستم کشت زیر پلاستیک، خاک‌پوش و مزرعه نیز نشان داد که بالاترین مقدار GV در کشت زیر پلاستیک بود، چرا که عملکرد نوبرانه آن با افزایش درآمد همراه بود. همچنین نتایج دیگر تحقیقات در این خصوص نیز نشان می‌دهد کشت زیر پلاستیک نسبت به دیگر کشت‌ها عملکرد اقتصادی بهتر و GV بالاتری دارد (Mehrabi Boshrabadi & Zeynalzadeh, 2008; Rezvani Moghaddam *et al.*, 2011). نتایج مقایسه ۴ روش کشت برنج در میانمار نیز از طریق بررسی شاخص‌های اقتصادی صورت گرفت که در آن روش مدرن



شکل ۲- سهم هزینه‌های تولید بامیه در هر سیستم کشت

Figure 2. Contribution of okra production costs in cultivation system

دلایل بالاتر بودن میزان شاخص NI می‌باشد. نتایج این بررسی نشان می‌دهد با وجود هزینه بالاتر در کشت مخلوط به دلیل نیروی کارگری، پلاستیک مصرفی، کود شیمیایی و سموم، میزان NI نسبت به کشت خالص بالاتر

میزان NI بالاتر در کشت مخلوط می‌تواند به دلیل سهم بیشتر خیار در تولید با توجه به میزان LER آن (۰/۷۳) باشد، همچنین عملکرد قابل قبول بامیه در کشت مخلوط با LER ۰/۶۷ و در نهایت LER کل مخلوط با ۱/۴۰ از

پلاستیک بامیه در مقایسه با سیستم خاکپوش و مزرعه‌ای NI بالاتری دارد. فلاح و همکاران (2014) در ارزیابی کشت مخلوط کلزا و نخودفرنگی، صدرا و حمزه ئی (2021) در کشت مخلوط تریتیکاله و ماشک گل خوشه‌ای و هودیانی مهر و همکاران (2021) در کشت مخلوط چای ترش و ماش نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

می‌باشد، که این امر می‌تواند با بهینه‌سازی مصرف در کشت مخلوط بالاتر نیز برود. سهم بامیه در NI ۴۹/۲۰ درصد و سهم خیار ۵۰/۸۰ درصد می‌باشد، این در حالی است که عملکرد خیار و سهم آن در LER بالاتر از بامیه می‌باشد. با این حال با توجه به قیمت بالاتر محصول بامیه سهم هردو گیاه در NI برابر بود. نتایج مطالعه جوام و همکاران (2020) نیز نشان داد در کشت زیر

جدول ۶- شاخص‌های اقتصادی در سیستم‌های مختلف تولید بامیه

Table 6. Economic indices in different okra production systems

Economic and competitive indicators	Unit	Monoculture	Intercropping
Gross Value (GV)	(\$ ha <sup>-1</sup> )	5336.54	7269.23
Net Income (NI)	(\$ ha <sup>-1</sup> )	2756.22	4090.19
Economic Efficiency (EE)	(Kg \$ ha <sup>-1</sup> )	3.58	12.02
Benefit-Cost ratio (BC)	-	2.07	2.29
Economical Energy Intensity (EEI)	(MJ \$ ha <sup>-1</sup> )	14.76	11.18

#### نسبت فایده به هزینه (BC)

نسبت فایده به هزینه دو سیستم کشت بامیه در خوزستان نشان داد کشت مخلوط با ۲/۲۹ نسبت به کشت خالص با BC ۲/۰۷ تفاوت ۱۰/۶۲ درصدی دارد که نشان از برتری کشت مخلوط در این شاخص دارد (جدول ۶). بالاتر بودن GV در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص با وجود هزینه بالاتر تولید منجر به BC بالاتر کشت مخلوط گردید. این امر نشان‌دهنده اهمیت ارتقا GV تولید دارد، به طوری که این افزایش درآمد با توجه به بالاتر بودن ۲۳/۲۱ درصدی هزینه تولید کشت مخلوط در نهایت BC بالاتری داشت. بررسی سیستم‌های کشت بامیه در خوزستان نشان داد کشت زیر پلاستیک بامیه (۳/۱۷) نسبت به خاکپوش (۲/۱۵) و مزرعه‌ای (۲/۲۸) میزان BC بالاتری دارد (Javam *et al.*, 2020). بررسی کشت هندوانه و گوجه‌فرنگی (Abdolahzare *et al.*, 2016)، گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2011) و انگور

#### بهره‌وری اقتصادی (EE)

بررسی این شاخص که نشان‌دهنده مقدار محصول تولیدی در ازای هر دلار می‌باشد نیز نشان داد کشت مخلوط بامیه و خیار با ۱۲/۰۲ کیلوگرم بر دلار در هکتار نسبت به کشت خالص آن با ۳/۵۸ کیلوگرم بر دلار در هکتار برتری دارد، این تفاوت می‌تواند به دلیل عملکرد بالاتر (LER) کشت مخلوط نسبت به کشت خالص، GV و NI بالاتر باشد (جدول ۶). با توجه به هزینه کل مصرفی در کشت مخلوط، عملکرد بالاتر در واحد هکتار می‌تواند باعث افزایش شاخص EE گردد، از این رو کشت مخلوط نسبت به کشت خالص برتری اقتصادی دارد که در نتایج دیگر تحقیقات نیز به آن اشاره شده است (Fallah *et al.*, 2014; Hadiani, 2021; Mehr *et al.*, 2021; Mehrabi Boshbrabadi & Zeynalzadeh, 2008; Mohavieh Asadi *et al.*, 2019; Mosapour *et al.*, 2015; Raftari *et al.*, 2018; Sadra & Hamzei, 2021; Salehi Sheikhi *et al.*, 2021)

هزینه تولید و انرژی ورودی بالاتر، از نظر شاخص‌های اقتصادی نسبت به تک‌کشتی برتری دارد. درآمد ناخالص و خالص، بهره‌وری اقتصادی، نسبت فایده به هزینه و شدت انرژی از نظر اقتصادی در کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی بامیه به ترتیب ۳۶/۲۱، ۴۸/۳، ۲۳۵/۷۵، ۱۰/۶۲ و ۲۴/۲۵ درصد عملکرد بالاتری داشتند که نشان‌دهنده اهمیت کشت مخلوط در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی دارد. همچنین بررسی شاخص‌های زراعی کشت مخلوط همچون شاخص نسبت برابری زمین، بهره‌وری سیستم، نسبت رقابتی، ضریب نسبی تراکم و غالبیت نیز نشان از برتری کشت مخلوط دارد. نتایج این شاخص‌ها نشان می‌دهد با وجود غالبیت گیاه خیار در مخلوط با بامیه، این غالبیت اثر منفی بر تولید کل ندارد و میزان نسبت برابری زمین نیز ۱/۴۰ بدست آمد. با توجه به نگاه مثبت کشاورزان استان خوزستان به کشت مخلوط این محصولات ضروری است در جهت بهینه‌سازی هرچه بیشتر نهاده در کشت مخلوط اقدام کرد، چرا که مصرف بالاتر نهاده‌های ورودی می‌تواند علاوه بر منفعت‌های اقتصادی منجر به آسیب به محیط‌زیست نیز گردد. بنابراین می‌توان در جهت بهینه‌سازی مصرف با حفظ منفعت اقتصادی نیز گام برداشت.

(Ozkan et al., 2007) نیز میزان BC بالاتر را در شرایط کشت زیر پلاستیک گزارش کردند.

### شدت انرژی از منظر اقتصادی (EEI)

نتایج این شاخص که نشان از کارایی انرژی در تولید دارد نشان داد به ازای هر دلار هزینه تولید در سیستم کشت مخلوط، ۱۱/۱۸ مگاژول بر دلار در هکتار تولید می‌شود که این مقدار در کشت خالص بامیه ۱۴/۷۶ مگاژول بر دلار در هکتار می‌باشد (جدول ۶). کشت مخلوط بامیه منجر به کاهش ۲۴/۲۵ درصدی شاخص EEI شد، این مقدار کاهش با توجه به دیدگاه کلان از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. با وجود میزان انرژی ورودی بالاتر در کشت مخلوط نسبت به خالص (جدول ۵) به دلیل GV بالا در نهایت میزان EEI کمتر بود. مقدار GV بالاتر در کشت مخلوط به دلیل LER بالاتر آن و همچنین بالاتر بودن دیگر شاخص‌های اقتصادی از دلایل برتری در شاخص EEI می‌باشد. جوام و همکاران (2020) نیز کمترین میزان EEI را در کشت بامیه زیر پلاستیک و بالاترین مقدار آن را نیز در کشت مزرعه‌ای گزارش کردند.

### نتیجه‌گیری کلی

بررسی کشت بامیه در استان خوزستان با توجه به جایگاه اقتصادی آن نشان داد کشت مخلوط بامیه با خیار با وجود

### منابع

1. Abdolazhare, Z., Ghasemi-Nejad-Raeini, M., Abdollahzareh, S., & Changizi, A. (2016). Analysis of watermelon production energy under plastic culture and open-field systems using DEA method in Khuzestan. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 47(2), 293–301.
2. Banaeian, N., Omid, M., & Ahmadi, H. (2011). Energy and economic analysis of greenhouse strawberry production in Tehran province of Iran. *Energy Conversion and Management*, 52(2), 1020–1025.
3. Bourke, P. M., Evers, J. B., Bijma, P., van Apeldoorn, D. F., Smulders, M. J. M., Kuyper, T. W., Mommer, L., & Bonnema, G. (2021). Breeding beyond monoculture: Putting the “intercrop” into crops. *Frontiers in Plant Science*, 12, 2602.
4. Cuartero, J., Pascual, J. A., Vivo, J. M., Özbolat, O., Sánchez-Navarro, V., Egea-Cortines, M., Zornoza, R., Mena, M. M., Garcia, E., & Ros, M. (2022). A first-year melon/cowpea intercropping system improves soil nutrients and changes the soil microbial community. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 328, 107856.

5. Dantas, T. L., Alonso Buriti, F. C., & Florentino, E. R. (2021). Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) as a potential functional food source of mucilage and bioactive compounds with technological applications and health benefits. *Plants*, 10(8), 1683.
6. Döring, T. F., & Elsalahy, H. (2022). Quantifying compensation in crop mixtures and monocultures. *European Journal of Agronomy*, 132, 126408.
7. Esmaeilian, Y., & Amiri, M. B. (2021). Agronomic and economic evaluation of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) intercropping under micronutrient applications. *Journal of Crop Ecophysiology*, 15(57), 1–20.
8. Fallah, S., Baharlouie, S., & Abbasi Surki, A. (2014). Evaluation of competitive and economic indices in canola and pea intercropping at different rates of nitrogen fertilizer. *Journal Of Agroecology*, 6(3), 571–581.
9. Fekadu Gemede, H., Ratta, N., & Haki, G. D. (2015). Nutritional quality and health benefits of “okra” (*Abelmoschus esculentus*): A review. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 4(2), 208.
10. Flores, C. C., & Sarandón, S. J. (2008). Limitations of neoclassical economics for evaluating sustainability of agricultural systems: Comparing organic and conventional systems. [Http://Dx.Doi.Org/10.1300/J064v24n02\\_08](http://Dx.Doi.Org/10.1300/J064v24n02_08), 24(2), 77–91.
11. Ghanbari, S., Moradi Telavat, M., & Siadat, S. A. (2017). Evaluation of competitive indices in barley intercropped with fenugreek under manure applications. *Journal of Crops Improvement*, 18(4), 821–834.
12. Goodarzi, B. (2014). *The combined effect of density and planting pattern on growth and yields of cucumbers and okra*. Shahid Chamran Ahvaz.
13. Hamzei, J., & Ghamari Rahim, N. (2016). Economical evaluation of faba bean (*Vicia faba*) and maize (*Zea mays* L.) intercropping based on total relative value index and weeds growth reduction. *Journal of Crop Production and Processing*, 6(19), 97–109.
14. HE, H., LIU, L., Munir, S., Bashir, N. H., Wang, Y., Yang, J., & LI, C. (2019). Crop diversity and pest management in sustainable agriculture. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(9), 1945–1952.
15. Heidarzadeh, A., & AghaAlikhani, M. (2019). Effect of vermicompost and urea on yield and profitability indices of sweet corn (*Zea mays* var. Saccharata) and okra (*Abelmoschus esculentus*) intercropping. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 50(2), 35–45.
16. Hodiani Mehr, A., Dahmardeh, M., Khammari, I., & Asgharipoor, M. R. (2021). Evaluation of competitive indices in roselle- mung bean intercropping under various tillage systems. *Crop Science Research in Arid Regions*, 2(2), 255–265.
17. Htwe, T., Sinutok, S., Chotikarn, P., Amin, N., Akhtaruzzaman, M., Techato, K., & Hossain, T. (2021). Energy use efficiency and cost-benefits analysis of rice cultivation: A study on conventional and alternative methods in Myanmar. *Energy*, 214, 119104.
18. Ismaili Keshtali, Z., Pirdashti, H., Abbasian, A., & Taghavi, F. (2020). Evaluation of monetary advantage index in different replacement and additive intercropping series of okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.] with green bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *16th National Iranian Crop Science Congress*, 1–6.
19. Jahantigh, H. (2018). *Evaluation of yield and yield components of roselle (Hibiscus sabdariffa) okra Abelmoschus esculentus) intercropping under different levels of foliar application of Iron*. University of Zabol.
20. Jalilian, A., Mondani, F., Khorramvafa, M., & Bagheri, A. (2018). Evaluation of CliPest model in simulation of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and wild oat (*Avena ludoviciana* L.) competition in Kermanshah. *Journal of Agroecology*, 10(1), 248–266.
21. Javam, M., Ghasemi Nejad Raeini, M., & Marzban, A. (2020). Economic analysis of okra production systems in Khuzestan province. *Agricultural Mechanization and Systems Research*, 21(74), 33–46.
22. Javanmard, A., Rostami, A., Nouraein, M., & Gharekhany, G. H. (2015). Agronomical, ecological and economical evaluation of wheat-chickpea intercropping under rainfed condition of maragheh. *journal of agricultural science and sustainable production*, 26(1), 19–37.
23. Karami, E., Almasi, A., Kashi, A., & Etminani, A. (2022). The effect of wind breaking of sweet corn and okra on growth indices and yield of cucumber in strip intercropping system. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 52(4), 789–798.
24. Keyvan Rad, S., Madani, H., Heidari Sharifabadi, H., Mahmoudi, M., & Nourmohamadi, G. (2021). Evaluation of yield and yield components of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) in different treatments of irrigation distance and sowing date. *Journal of Crop Ecophysiology*, 15(59), 377–392.
25. Khodabin, G., Lightburn, K., Hashemi, S. M., Moghadam, M. S. K., & Jalilian, A. (2022). Evaluation of nitrate leaching, fatty acids, physiological traits and yield of rapeseed (*Brassica napus*) in response to tillage, irrigation

- and fertilizer management. *Plant and Soil*, 1–18.
26. Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M., Mousazadeh, H., & Clark, S. (2014). Environmental impact assessment of tomato and cucumber cultivation in greenhouses using life cycle assessment and adaptive neuro-fuzzy inference system. *Journal of Cleaner Production*, 73, 183–192.
  27. Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M., Yousefi, M., & Movahedi, M. (2013). Modeling of energy consumption and GHG (greenhouse gas) emissions in wheat production in Esfahan province of Iran using artificial neural networks. *Energy*, 52, 333–338.
  28. Kumar, V., Deo, C., Sarma, P., Wangchu, L., Debnath, P., Singh, A. K., & Hazarika, B. N. (2021). Yield and economics of okra seed production influenced by growth regulators and micronutrients. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10(01), 3280–3286.
  29. Kuswardhani, N., Soni, P., & Shivakoti, G. P. (2013). Comparative energy input–output and financial analyses of greenhouse and open field vegetables production in West Java, Indonesia. *Energy*, 53, 83–92.
  30. Lithourgidis, A. S., Vlachostergios, D. N., Dordas, C. A., & Damalas, C. A. (2011). Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea–cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy*, 34(4), 287–294.
  31. Mahmoudi, A. (2015). *Evaluation of yield and yield components in fenugreek and okra intercropping*. Azarbaijan Shahid Madani University.
  32. Mashhadi, T., Nazhzari Maghadam, A., & Sabouri, H. (2014). The investigation of competition indices in intercropping of wheat (*Triticum aestivum* L.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) under nitrogen consumption. *Journal of Agroecology*, 7(3), 344–355.
  33. Mehrabi Boshrabadi, H., & Zeynalzadeh, R. (2008). Investigation of policies effects and comparative advantage of cucumber and tomato in greenhouse and outdoor in Kerman province. *Journal Agriculture Science Natural Resource*, 14(5), 1–12.
  34. Moghadam, M. S. K., Rad, A. H. S., Khodabin, G., Jalilian, A., & Bakhshandeh, E. (2022). Application of silicon for improving some physiological characteristics, seed yield, and oil quality of rapeseed genotypes under late-season drought stress. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 1–19.
  35. Mohavieh Asadi, N., Bijanzadeh, E., & Behpoori, A. (2019). Evaluation of seed yield and competitive indices in relay intercropping of barley (*Hordeum vulgare* L.) with chickpea (*Cicer arietinum* L.) under late season low water stress. *Journal of Agroecology*, 11(3), 1169–1182.
  36. Mojtabaie Zamani, M., & Norouzi, S. (2017). Evaluation of different intercropping patterns of barley (*Hordeum vulgare* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) through competitive and economic indices. *Isfahan University of Technology- Journal of Crop Production and Processing*, 7(3), 145–158.
  37. Mosapour, H., Ghanbari, A., Siroismehr, A., & Asgharipour, M. (2015). Effect of sowing time on seed yield, advantage and competitive indices in ajwain (*Carum Copticum* L.) and isabgol (*Plantago Ovate* Forsk.) intercropping. *Agrobreed*, 17(2), 139–152.
  38. Mostashari-Rad, F., Ghasemi-Mobtaker, H., Taki, M., Ghahderijani, M., Kaab, A., Chau, K. W., & Nabavi-Pelesaraei, A. (2021). Exergoenvironmental damages assessment of horticultural crops using ReCiPe2016 and cumulative exergy demand frameworks. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123788.
  39. Naderi, R., Kashi, A., & Samdaliri, M. (2010). Study the growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and okra (*Abelmoschus esculentus* L.) in intercropping system. *Agroecology Journal*, 6(2), 89–100.
  40. Nakhzari Moghaddam, A. (2016). Effects of nitrogen and different intercropping arrangements of barley (*Hordeum vulgare* L.) and pea (*Pisum sativum* L.) on forage yield and competitive indices. *Journal of Agroecology*, 8(1), 47–58.
  41. Nezamdost, A., Nikrazm, R., & Kashuchi, A. (2011). The effect of sowing date in intercropping cucumber (*Cucumis sativus*) and okra (*Abelmoschus esculentus*). *05th National Conference on New Ideas in Agriculture*, 1–4.
  42. Ozkan, B., Fert, C., & Karadeniz, C. F. (2007). Energy and cost analysis for greenhouse and open-field grape production. *Energy*, 32(8), 1500–1504.
  43. Petropoulos, S., Fernandes, Â., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2018). Chemical composition, nutritional value and antioxidant properties of Mediterranean okra genotypes in relation to harvest stage. *Food Chemistry*, 242, 466–474.
  44. Raftari, E., Nakhzari Moghaddam, A., Mollashahi, M., & Hosseini Moghaddam, H. (2018). The effect of nitrogen fertilizer and planting pattern on yield and competition indices of pea (*Pisum sativum* L.) and lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Agroecology*, 10(2), 504–515.
  45. Rezvani Moghaddam, P., Feizi, H., & Mondani, F. (2011). Evaluation of tomato production systems in terms



- of energy use efficiency and economical analysis in Iran. *Notulae Scientia Biologicae*, 3(4), 58–65.
46. Romdhane, M. H., Chahdoura, H., Barros, L., Dias, M. I., Corrêa, R. C. G., Morales, P., Ciudad-Mulero, M., Flamini, G., Majdoub, H., & Ferreira, I. C. F. R. (2020). Chemical composition, nutritional value, and biological evaluation of tunisian okra pods (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). *Molecules*, 25(20), 4739.
47. Sadra, T., & Hamzei, J. (2021). Evaluation of the efficiency of triticale (*Triticosecale Wittmack*) intercropping with winter vetch (*Vicia villosa* L.) by competitive indices under different tillage systems. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 31(3), 1–18.
48. Salaheen, S., & Biswas, D. (2019). Organic farming practices: Integrated culture versus monoculture. *Safety and Practice for Organic Food*, 23–32.
49. Salehi Sheikhi, M., Nakhzari Moghaddam, A., Rahemi Karizaki, A., & Mohamad Eamaeili, M. (2021). Effect of pea cultivar and replacement and additive intercropping ratios of pea and spinach on yield and competition indices. *Journal of Crops Improvement*, 23(4), 952–939.
50. Tavoosi, M., Musavi Fazl, S. M. H., & Dehghani, A. (2015). The Effects of polyethylene mulch and sowing date on early maturity, growth and yield of okra. *Journal of Crop Production and Processing*, 5(16), 259–269.
51. Zhao, J., Yang, Y., Zhang, K., Jeong, J., Zeng, Z., & Zang, H. (2020). Does crop rotation yield more in China? A meta-analysis. *Field Crops Research*, 245, 107659.
52. Ziaei, H., Pirdashti, H., Zare, S., & Mottaghian, A. (2015). Evaluation of seed yield and competition indices of corn (*Zea mays* L.) intercropped with different bean (*Phaseolus* spp.) types. *Journal of Agroecology*, 7(1), 52–61.