Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 50, No 3, Autumn 2019 (157-167)
DOI: 10.22059/ijfcs.2018.230539.654299

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۳، پائیز ۱۳۹۸ (ص۱۶۷-۱۵۷)

ارزیابی تولید در کشت مخلوط چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) و لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) در سری جایگزینی

حسین حیدری[۱و۲*]، مهدی دهمرده[۲] و عیسی خمری[۲]

۱، ۲ دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، ۲. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۱/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۰۵)

چکیده

به‌منظور ارزیابی اجزای عملکرد چای ترش و لوبیا چشم‌بلبلی در کشت مخلوط بر اساس سری جایگزینی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار، در مزرعه پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نسبت‌های مختلف کاشت در پنج سطح کشت خالص چای ترش، ۷۵٪ چای ترش+ ۲۵٪ لوبیا چشم‌بلبلی، ۵۰٪ چای ترش+ ۵۰٪ لوبیا چشم‌بلبلی، ۲۵٪ چای ترش+ ۷۵٪ لوبیا چشم‌بلبلی و کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی بود. نتایج نشان داد که تاثیر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط با چای ترش بر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه جانبی و تعداد غوزه در بوته و در لوبیا چشم-بلبلی بر تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام و وزن هزار دانه معنی‌دار بود. بیشترین ارتفاع بوته (۱۸۲/۷۵ سانتی‌متر) و تعداد غوزه در بوته (۸۴/۳) چای ترش در نسبت کاشت ۷۵٪ چای ترش+ ۲۵٪ لوبیا چشم‌بلبلی مشاهده شد. همچنین بیشترین وزن هزار دانه و تعداد نیام در بوته لوبیا چشم‌بلبلی، در کشت خالص آن به‌دست آمد. بیشترین نسبت برابری زمین در نسبت کاشت ۷۵٪ لوبیا چشم-بلبلی+ ۲۵٪ چای ترش به‌میزان ۱/۶۵ به‌دست آمد. در مجموع نتایج این تحقیق سودمندی بیشتر کشت مخلوط نسبت به کشت خالص چای ترش و لوبیا چشم‌بلبلی را نشان می‌دهد. با توجه به نسبت برابری زمین به‌دست آمده، می‌توان بیان داشت که نسبت کاشت ۷۵٪ لوبیای چشم‌بلبلی+ ۲۵٪ چای ترش می‌تواند در افزایش درآمد اقتصادی و بهره‌وری زمین‌های کشاورزی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، شمار نیام، قطر ساقه و نسبت برابری زمین.

Evaluation of production in intercropped roselle – with cowpea as replacement series

Hossein Heydari[1,2*], Mehdi Dahmardeh[2] and Eisa Khammari[2]
1, 2. M.Sc. Student of AgroEcology, 2. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran

(Received: April 4, 2017 - Accepted: May 26, 2018)

ABSTRACT

In order to evaluate the yield components of intercropped roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) as replacement series, a field experiment was conducted based on a randomized complete block design with four replications at the Research station, Faculty of Agriculture, University of Zabol, during growing season of 2013-2014. Treatments included planting patterns with 5 levels (sole roselle, 75% roselle+ 25% cowpea, 50% roselle+ 50% cowpea, 25% roselle+ 75% cowpea and sole cowpea). Results showed that planting ratios with cowpea had significant effects on plant height, stem diameter, lateral branch and number of bolls per plant of roselle. The effect of planting ratio with roselle was significant on number of pods per plant, number of seeds per pod and 1000-seed weight of cowpea. The maximum of plant height (182.75 cm) and lateral branches (84.3) of roselle were achieved in planting ratio of 75% roselle+ 25% cowpea respectively. Also, the highest 1000-seed weight and number of pods per plant were obtained in sole cropping. The maximum LER (1.65) was computed in planting ratio of 75% cowpea+ 25% roselle. This means that seed yield in intercropping improved up to 65% as compared with sole cropping. According to LER obtained, it can be stated that planting ratio of 75% cowpea+ 25% roselle can be significantly increase economic income and agricultural land productivity.

Key words: Land equivalent ratio, plant height, pod number, stem diameter.

*** Corresponding author E-mail: h.heydari69@yahoo.com**

مقدمه

با توجه به روند رو به رشد جمعیت و محدودیت اراضی قابل‌کشت در جهان، افزایش تولید تنها با صرف هزینه‌های زیاد در واحد سطح امکان‌پذیر می‌باشد. علاوه بر این، مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی نظیر کودها، علف‌کش‌ها تخریب منابع آب و خاک را به‌همراه داشته (**Poggio, 2005**). کشاورزی متداول بر پایه دو هدف در ارتباط با هم، یعنی بیشینه‌سازی توام تولید و درآمد بنا نهاده شده است (**Nassiri Mohallati *et al.*, 2011**). از این‌رو پژوهشگران سعی دارند تا با طراحی و اجرای سامانه‌های برخوردار از پایداری و عملکرد بالا، امنیت غذایی را تامین کنند. نکته حائز اهمیت در این نظام‌های کشاورزی پایدار، افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد زمان و مکان است که در آن به شکل بهتری می‌توان از عوامل محیطی بهره‌برداری کرد (**Asgharipour & Rafiei, 2010**). اهداف متنوعی برای کشت مخلوط در نظر گرفته شده، که عمده‌ترین آنها استفاده بهتر از منابع قابل‌دسترس، افزایش عملکرد در واحد سطح، ثبات عملکرد به‌ویژه در شرایط نامطلوب محیطی، افزایش کمیت و کیفیت محصول، افزایش کارآیی مصرف آب، کنترل فرسایش خاک و مهمتر از همه ایجاد تنوع و ثبات در بوم نظام‌های زراعی می‌باشد (**Kremer & Kussman, 2011**). نتایج نشان داده است که برتری کشت مخلوط به‌دلیل استفاده کارآمد از منابع محیطی است (**Wang *et al.*, 2015**). که این امر موجب شده تا این نوع نظام‌های زراعی قرن‌ها در کشاورزی معیشتی نقش مهمی در تامین مواد غذایی داشته باشند و در حال حاضر جایگاه خاصی را در طراحی بوم نظام‌های زراعی پایدار به خود اختصاص دهند (**Mikic *et al.*, 2014**). کشاورزی پایدار به مدیریت صحیح کشاورزی اطلاق می‌شود که ضمن رفع نیازهای در حال تغییر بشری، کیفیت محیط زیست و ظرفیت منابع آب و خاک را حفظ می‌کند (**Philipp, 2009**). در کشت مخلوط رازیانه، لوبیا و لوبیا چشم‌بلبلی گزارش شد که عملکرد رازیانه در کشت مخلوط افزایش یافته است، همچنین نسبت برابری زمین نیز در کشت مخلوط بالاتر از تک‌کشتی می‌باشد (**Carvalho *et al.*, 2010**). در کشت مخلوط لوبیا و بادرشبی گزارش شد که بیشترین عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه در کشت خالص مشاهده شد، ولی در کلیه تیمارهای کشت مخلوط، نسبت برابری زمین بالاتر از یک بود که نشان‌دهنده‌ی برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص بود (**Rezaei Chiyaneh & Pirzad, 2015**). در بررسی کشت مخلوط ریحان و شبدر برسیم گزارش شد که وزن خشک اندام‌های رویشی ریحان در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط بود، ولی درصد اسانس ریحان در کشت مخلوط بالاتر از کشت خالص بود (**Daneshnia *et al.*, 2015**). در کشت مخلوط زنیان و اسفرزه گزارش کردند که میزان شاخص رقابت در کلیه نسبت‌های مخلوط بیشتر از یک بود که نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط می‌باشد (**Mosapour *et al.*, 2015**). در کشت مخلوط شوید و شنبلیله گزارش کردند که بیشترین نسبت برابری زمین از کشت مخلوط دو ردیف شوید+ دو ردیف شنبلیله به‌دست آمد (**Rezaei Chiyaneh *et al.*, 2016**). چای ترش با نام علمی (***Hibiscus sabdariffa* L.**) متعلق به خانواده ***Malvaceae*** است که عمدتا کاسبرگ این گیاه به‌عنوان دارو قابلیت استفاده دارد. کاسبرگ‌های چای ترش دارای اسیدهای آلی اگزالیک، مالتیک، سیتریک و تارتاریک و همچنین ویتامین **C**، پروتئین، مواد معدنی و آنتوسیانین می‌باشند (**Ahmad *et al.*, 2011**). در میان گیاهان زراعی حبوبات توانایی و قابلیت سازگاری زیادی در الگوهای مختلف کاشت دارند و کشت مخلوط حبوبات به‌دلیل برخورداری از ساز و کار تثبیت نیتروژن اتمسفری می‌تواند ضمن افزایش حاصلخیزی خاک و کاهش مصرف کودهای شیمیایی، می‌تواند منجر به بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاهان تولیدشده نیز شود (**Gholinezhad & Rezaei Chiyaneh, 2014**). تولید گیاهان در شرایط کم‌نهاده در کشت مخلوط یکی از راه‌کارهای مناسب جهت دستیابی به عملکرد مطلوب با حداقل مصرف نهاده‌های خارجی است که در

راستای اهداف کشاورزی پایدار بوده و در بلندمدت می‌تواند منجر به کاهش نیاز سیستم‌های زراعی به این نهاده‌ها شود. مبنای انتخاب دو گیاه چای ترش و لوبیا چشم‌بلبلی اعماق ریشه‌دهی متفاوت، تثبیت نیتروژن توسط لوبیا چشم‌بلبلی و خواص دارویی چای ترش و نیازهای نوری متفاوت این دو گیاه با یکدیگر بود. هدف از این تحقیق، ارزیابی اجزای عملکرد و تعیین میزان سودمندی کشت مخلوط چای ترش و لوبیا چشم‌بلبلی به‌روش جایگزینی در مقایسه با تک‌کشتی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زابل واقع در شهرستان زهک، با موقعیت ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۴۸۱ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. آب و هوای منطقه بر اساس طبقه-بندی کوپن در اقلیم خشک بسیار گرم، با تابستان‌های گرم و خشک است و بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه نیز جزء مناطق گرم و خشک قرار می‌گیرد. میانگین دراز مدت بارندگی منطقه ۶۳ میلی‌متر، میزان تبخیر سالیانه به‌طور میانگین ۵۰۰۰-۴۵۰۰ میلی‌متر و میانگین دراز مدت دمای منطقه ۲۳ درجه سلسیوس و کمینه دمای مطلق ۷- درجه سلسیوس است. جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش نمونه‌برداری شد که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر.

Table 1. Physical and chemical properties of soil experimental at 0-30 cm depth

Texture	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	pH	EC (dS/m)	Total N (%)	Organic matter (%)	Available P (ppm)	Available K (ppm)
Sandy- loam	70	17	13	7.8	2.93	0.7	0.85	10.4	280

آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نسبت‌های مختلف کشت مخلوط در پنج سطح به‌صورت کشت خالص چای ترش، ۷۵٪ چای ترش+ ۲۵٪ لوبیا چشم‌بلبلی، ۵۰٪ چای ترش+ ۵۰٪ لوبیا چشم‌بلبلی، ۲۵٪ چای ترش+ ۷۵٪ لوبیا چشم‌بلبلی و کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی بود. تیمارهای کشت مخلوط به‌صورت یک ردیف چای ترش و یک ردیف لوبیا چشم-بلبلی کشت شدند و تیمارهای کشت خالص هر گیاه به‌تنهایی کشت شد. گیاهان در ردیف-هایی با فاصله ۵۰ سانتی‌متر کشت شدند. فاصله بین ردیف‌ها یکسان، ولی تراکم در هر ردیف متفاوت بود، به‌عبارت دیگر نسبت‌های مختلف کاشت با تغییر تراکم بوته روی ردیف اجرا شد. تراکم مناسب برای چای ترش هشت بوته در متر مربع (در کشت خالص چای ترش) و برای لوبیا چشم‌بلبلی ۲۰ بوته در متر مربع (در کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی) در نظر گرفته شد (**Dahmardeh *et al.*, 2011**). تغییر تراکم در نسبت-های مختلف کاشت با تغییر فاصله دو بوته روی ردیف و فاصله ثابت بین ردیف (۵۰ سانتی‌متر) انجام شد. کاشت چای ترش و لوبیا چشم‌بلبلی به‌صورت همزمان در ۱۵ اسفند ماه انجام شد. بذر چای ترش از پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل و بذر لوبیا چشم-بلبلی از توده محلی شهرستان زابل تهیه شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت به‌منظور تسریع و تسهیل سبزشدن صورت گرفت و آبیاری‌های بعدی برحسب نیاز گیاه و شرایط اقلیمی منطقه به‌طور متوسط هر هفت روز یک‌بار صورت گرفت. عملیات تنک‌کردن جهت رسیدن به تراکم مورد نظر در هر نسبت کاشت به‌صورت دستی و در مرحله ۶-۴ برگی انجام شد. علف‌های هرز در طول فصل رشد به‌صورت دستی وجین و کنترل شدند. در پایان فصل رشد، پس از رسیدگی فیزیوژیک و پس از حذف ردیف‌های کناری به‌عنوان اثر حاشیه‌ای به‌طور تصادفی ۵ بوته از هر واحد آزمایشی انتخاب و ارتفاع بوته (از ناحیه طوقه تا انتهای بلندترین شاخه)، قطر ساقه (از ۲ سانتی-

متری بالای سطح خاک به‌وسیله کولیس)، تعداد شاخه جانبی و تعداد غوزه در بوته شمارش و میانگین آنها برای این صفات مذکور گزارش شد. برداشت لوبیا چشم‌بلبلی نیز پس از رسیدگی فیزیولوژیک و پس از حذف اثر حاشیه‌ای از هر کرت ۵ نمونه به‌طور تصادفی انتخاب و ارتفاع بوته (از ناحیه طوقه تا انتهای بلندترین شاخه)، تعداد نیام در بوته و تعداد دانه در نیام شمارش و میانگین آن‌ها برای صفات مذکور گزارش شد. در این تحقیق جهت ارزیابی سودمندی کشت مخلوط و رقابت میان دو گونه از شاخص نسبت برابری زمین (**Land Equivalent Ratio**) استفاده گردید. در این شاخص عملکرد نسبی هر جزء محاسبه و مجموع آن‌ها میزان **LER** را نشان می‌دهد (**Vandermeer, 1989**).

(1) $LER\ (T) = LER\ (a) + LER\ (b)$

(2) $LER\ (a) = Y_{ab} / Y_{aa}$

(3) $LER\ (b) = Y_{ba} / Y_{bb}$

LER (T): نسبت برابری کل، **LER (a)**: نسبت برابری زمین گونه **a** (چای ترش)، **LER (b)**: نسبت برابری زمین گونه **b** (لوبیا چشم بلبلی)، Y_{ab}: عملکرد گونه **a** در کشت مخلوط، Y_{aa}: عملکرد گونه **a** در کشت خالص، Y_{ba}: عملکرد گونه **b** در کشت مخلوط، Y_{bb}: عملکرد گونه **b** در کشت خالص می‌باشد. اگر **LER=**۱ باشد، نشان‌دهنده‌ی سودمندی یکسان تک-کشتی و کشت مخلوط است و چنانچه **LER>**۱ باشد، کشت مخلوط سودمند خواهد بود و اگر **LER<**۱ باشد، کشت خالص نسبت به کشت مخلوط برتری خواهد داشت **(Beets, 1982)**. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار **SAS** نسخه ۹,۱ استفاده شد. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

صفات مورد بررسی چای ترش

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نسبت‌های مختلف کاشت بر ارتفاع بوته چای ترش در سطح احتمال پنج درصد تاثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین نسبت‌های مختلف کاشت نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته چای ترش از نسبت کاشت ۷۵ درصد چای ترش+ ۲۵ درصد لوبیا چشم-بلبلی (۱۸۲/۷۵ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع بوته در کشت خالص (۱۶۲/۵ سانتی‌متر) به‌دست آمد (جدول ۳). این در حالی است که ارتفاع در کشت خالص با نسبت کاشت ۲۵ درصد چای ترش+ ۷۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). این موضوع می‌تواند به‌دلیل افزایش رقابت برای جذب نور باشد. به‌نظر می‌رسد که با افزایش سایه‌اندازی و کاهش نور مستقیم دریافتی توسط لایه-های پایین پوشش گیاهی، هورمون اکسین تجزیه نشده و با افزایش غلظت آن، ارتفاع بوته افزایش می-یابد **(Agegnehu *et al.*, 2006)**. در بررسی کشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله گزارش شد که شنبلیله در کشت مخلوط فشار رقابتی کمتری نسبت به کشت خالص تحمل کرده و در نتیجه باعث افزایش رشد رویشی و ارتفاع آن شده است (**Rezvani Moghaddam and Moradi, 2013**). در کشت مخلوط زنیان و اسفرزه گزارش شد که بیشترین ارتفاع بوته زنیان در نسبت کاشت ۱۰۰٪ اسفرزه+ ۱۰۰٪ زنیان و کمترین ازتفاع بوته در کشت خالص به-دست آمد (**Mosapour *et al.*, 2015**). در کشت مخلوط سیاهدانه و نخود، گزارش که بیشترین ارتفاع بوته سیاهدانه در نسبت کاشت ۷۵ درصد نخود+ ۲۵ درصد سیاهدانه و کمترین ارتفاع بوته در کشت خالص به‌دست آمد (**Gholinezhad & Rezaei Chiyaneh, 2014**).

تعداد شاخه جانبی

تاثیر نسبت‌های مختلف کاشت بر تعداد شاخه جانبی چای ترش در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نسبت‌های مختلف کاشت نشان داد که بیشترین تعداد شاخه جانبی از نسبت کاشت ۷۵ درصد چای ترش+ ۲۵ درصد لوبیا چشم-بلبلی (۵/۰۷ عدد) و کمترین تعداد شاخه جانبی چای

ترش از نسبت کاشت ۲۵ درصد چای ترش+ ۷۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی (۳/۱۷ عدد) به‌دست آمد (جدول ۳). با توجه به اینکه ساختار پوشش گیاهی حاصل از کشت مخلوط، نقش مهمی در استفاده بهینه از تابش خورشید دارد، بنابراین به‌نظر می‌رسد که گیاه چای ترش در نسبت کاشت ۷۵ درصد چای ترش+ ۲۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی، ضمن استفاده بهتر از تابش نور خورشید در افزایش تعداد شاخه‌های جانبی موفق‌تر از سایر نسبت‌های کاشت بوده است. در بررسی کشت مخلوط ماش با برنج گزارش شد که ماش در کشت مخلوط با برنج نسبت به کشت خالص از تعداد شاخه جانبی بیشتری برخوردار است (**Mandal *et al.*, 1990**). افزایش تعداد شاخه‌های جانبی گونه‌های همراه در کشت مخلوط با نخود را گزارش کردند (**Manjith Kumar *et al.*, 2009**). در کشت مخلوط چای ترش و ماش گزارش شد که بیشترین شاخه جانبی چای ترش از کشت مخلوط ۷۵ درصد چای ترش+ ۲۵ درصد ماش به‌دست آمد (**Hodiani mehr *et al.*, 2016**).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های کمی چای ترش در نسبت‌های مختلف کاشت

Table 2. Analysis of variance for quantitative characteristics of roselle in different planting ratios

S.O.V.	d.f	Means square				
		Plant height	Stem diameter	No. Branches	No. Capsule	No. Seed per pod
Replication	3	95.58 ^{ns}	11.60 ^{ns}	0.713^{ns}	8.80^{ns}	3.66^{ns}
Treatments	3	508.08*	27.41**	2.50**	594.03**	17.16**
Error	9	102.08	1.82	0.042	34.55	1.61
C.V (%)	-	5.84	5.17	5.17	7.79	5.12

n.s، *و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, *, **: Not significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی چای ترش در نسبت‌های مختلف کاشت

Table 3. Means comparison for quantitative characteristics of roselle in different planting ratios

Planting Ratio	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	No. Branches	No. Capsule	No. Seed per pod
Sole roselle	162.5b	25.06b	3.9b	83.4a	27a
75% roselle +25% cowpea	182.75a	22.95b	5.07a	84.3a	24.75b
50% roselle +50% cowpea	182.5a	28.7a	3.8b	75.5a	25.25ab
25% roselle +75% cowpea	163.75b	27.77a	3.17c	58.07b	22c
LSD %5	16.1	2.1	0.33	2.03	9.4

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in each column follow by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

تعداد غوزه در بوته

تاثیر نسبت‌های مختلف کاشت بر تعدا غوزه در بوته چای ترش در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد غوزه در بوته از نسبت کاشت ۷۵ درصد چای ترش+ ۲۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی (۸۴/۳ عدد) به‌دست آمد که با کشت خالص اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین میزان آن از نسبت کاشت ۲۵ درصد چای ترش+ ۷۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی (۵۸/۰۷ عدد) به‌دست آمد (جدول ۳). این نتایج بیانگر این است که با افزایش تراکم لوبیا چشم‌بلبلی در کشت مخلوط احتمال دارد به‌دلیل رقابت بین گونه‌ای تعداد میوه چای ترش کاهش‌یافته باشد، که این موضوع با نتایج تحقیقات **Jahani *et al*** (**2008**) در کشت مخلوط زیره سبز و عدس، **Rezvani Moghaddam & Moradi** (**2013**) در کشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله و **Namdari & Mahmoodi** (**2013**) در کشت مخلوط کلزا و نخود مطابقت دارد.

تعداد دانه در غوزه

اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر تعداد دانه در غوزه چای ترش در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بین نسبت‌های مختلف کاشت، به‌ترتیب بیشترین تعداد دانه در غوزه از کشت خالص (۲۷ عدد) و کمترین تعداد دانه در غوزه از نسبت کاشت ۲۵ درصد چای ترش+ ۷۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی (۲۲ عدد) به‌دست آمد (جدول ۳). در تحقیقی بر روی کشت مخلوط ماش و ذرت بیان شد که کشت خالص ماش نسبت به آرایش‌های مختلف در کشت مخلوط از تعداد دانه در غلاف بیشتری برخوردار بود (**Pandita *et al.*, 2000**). در کشت مخلوط ردیفی لوبیا و بادرشبی در شرایط کم‌نهاده گزارش شد که بیشترین و کمترین تعداد دانه در نیام لوبیا به‌ترتیب از کشت خالص و کشت مخلوط سه ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا به‌دست آمد (**Rezaei Chiyaneh & Pirzad, 2015**).

قطر ساقه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر قطر ساقه چای ترش در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نسبت‌های مختلف کاشت نشان داد که بیشترین قطر ساقه چای ترش از کشت مخلوط ۵۰ درصد چای ترش+ ۵۰ درصد لوبیا چشم‌بلبلی (۲۸/۷ میلی‌متر) و کمترین قطر ساقه از کشت مخلوط ۷۵ درصد چای ترش+ ۲۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی (۲۲/۹۵ میلی‌متر) به‌دست آمد (جدول ۳). در کشت مخلوط ریحان (***Ocimum basilicum***) و کنجد (***Sesamum indicum***) گزارش شد که قطر ساقه کنجد در کشت مخلوط ۵۰ درصد کنجد+ ۵۰ درصد ریحان بیشتر از سایر تیمارهای کاشت بود (**Motaghiyan *et al.*, 2013**). در کشت مخلوط چای ترش و ماش گزارش شد که بیشترین قطر ساقه چای ترش از کشت مخلوط ۵۰ درصد چای ترش + ۵۰ درصد ماش به‌دست آمده (**Hodiani mehr *et al.*, 2016**).

صفات مورد بررسی لوبیا چشم بلبلی

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نسبت‌های مختلف کاشت بر ارتفاع بوته لوبیا چشم‌بلبلی تاثیر معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته لوبیا چشم‌بلبلی در کشت خالص (۱۸۹ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع بوته در کشت مخلوط ۲۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی+ ۷۵ درصد چای ترش (۱۶۵ سانتی‌متر) به‌دست آمد (جدول ۵). کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی نسبت به نظام‌های افزایشی و جایگزینی ارتفاع بوته بیشتری داشت (**Dahmardeh *et al.*, 2011**). در کشت مخلوط ردیفی لوبیا و بادرشبی در شرایط کم‌نهاده گزارش شد که بیشترین ارتفاع بوته از کشت خالص و کمترین ارتفاع بوته از الگوی کشت سه ردیف بادرشبی + یک ردیف لوبیا به‌دست آمد (**Rezaei Chiyaneh & Pirzad, 2015**).

تعداد نیام در بوته

اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر تعداد نیام در بوته لوبیا چشم‌بلبلی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد نیام در بوته لوبیا چشم‌بلبلی در کشت خالص (۵۴/۲۵ عدد) و کمترین تعداد نیام در نسبت کاشت ۲۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی+ ۷۵ درصد چای ترش به‌دست آمد (جدول ۵). تعداد نیام بیشتر در کشت خالص می‌تواند به‌علت عدم وجود رقابت برون گونه‌ای در کشت خالص باشد. **Seyedi *et al.*** (**2012**) در کشت مخلوط نخود و جو و **Undie *et al.*** (**2012**) در بررسی کشت مخلوط ذرت و سویا علت کاهش تعداد غلاف در بوته را در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص، کاهش منابع محیطی در دسترس گیاهان را گزارش کردند. در کشت مخلوط ذرت و ماش گزارش شد که کشت خالص ماش نسبت به کشت مخلوط تعداد نیام در بوته بیشتری داشت (**Nazari *et al.*, 2012**).

تعداد دانه در نیام

تأثیر نسبت‌های مختلف کاشت بر تعداد دانه در نیام لوبیا چشم‌بلبلی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار

بود (جدول ۴). در نسبت‌های مختلف کاشت، بیشترین تعداد دانه در نیام از کشت خالص (۱۴ عدد) و کمترین تعداد آن از نسبت کاشت ۲۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی+ ۷۵ درصد چای ترش (۸/۵ عدد) به‌دست آمد (جدول ۵). تعداد دانه در غلاف، پایدارترین جزء عملکرد حبوبات است؛ زیرا تعداد یاخته‌های تخم تا حدودی در همه تخمدان‌ها برابر است. این صفت بیشتر توسط عوامل ژنتیکی کنترل می‌شود، اما می‌تواند تحت تأثیر محیط نیز قرار بگیرد (**Ghanbari *et al*., 2011**). علت کاهش تعداد دانه در نیام در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص را می‌توان به رقابت بین گونه‌ای بیشتر در کشت مخلوط نسبت داد. در تحقیقی بر روی کشت مخلوط ماش و ذرت گزارش شد کشت خالص ماش نسبت به آرایش‌های مختلف کشت مخلوط از تعداد دانه در غلاف بیشتری برخوردار است (**Pandita *et al*., 2000**). در کشت مخلوط تریتیکاله و باقلا گزارش شد که تعداد دانه در سنبله تریتیکاله با افزایش تراکم باقلا به‌طور معنی‌داری کاهش یافت وی علت این امر را به رقابت دو گونه بر سر منابع محیطی از قبیل نور، آب و مواد غذایی نسبت داد (**Sobkowicz, 2006**). در کشت مخلوط چای ترش و ماش گزارش شد که بیشترین تعداد دانه در نیام از کشت خالص ماش و کمترین میزان آن از کشت مخلوط ۲۵ درصد ماش + ۷۵ درصد چای ترش به‌دست آمد (**Hodiani mehr *et al*., 2016**).

وزن هزار دانه

اثر نسبت‌های مختلف کاشت بر وزن هزار دانه لوبیا چشم‌بلبلی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین و کمترین وزن هزار دانه لوبیا چشم‌بلبلی به‌ترتیب از کشت خالص (۱۸۲/۲۵ گرم) و نسبت کاشت ۲۵ درصد لوبیا چشم بلبلی+ ۷۵ درصد چای ترش (۱۵۰ گرم) به‌دست آمد. در بین نسبت‌های کشت مخلوط بیشترین وزن هزار دانه در نسبت کاشت ۷۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی+ ۲۵ درصد چای ترش مشاهده شد که با کشت خالص از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵). وزن هزار دانه تابعی از توانایی گیاه در تامین مواد پرورده برای مخازن و شرایط محیطی در زمان پر شدن دانه است. در تیمارهای مذکور به احتمال زیاد به‌دلیل افزایش جذب نور کانوپی و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی بالاتر گیاه لوبیا توانسته است که مواد فتوسنتزی بیشتری به مخازن (دانه‌ها) خود اختصاص دهد و در تولید بیشتر وزن هزار دانه موفق‌تر عمل کند (**Wang *et al*., 2015**). در ارزیابی کشت مخلوط نخود و کنجد گزارش شد که وزن هزار دانه نخود در کشت خالص به‌دلیل عدم رقابت برون‌گونه‌ای و تولید مواد فتوسنتزی بیشتر نسبت به کشت مخلوط به‌طور معنی‌داری بیشتر است (**Pouramir *et al*., 2010**). در کشت مخلوط سیاهدانه با نخود و لوبیا گزارش کردند که وزن هزار دانه لوبیا در کشت خالص بیش از کشت مخلوط بود (**Koocheki *et al*., 2014**).

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های کمی لوبیا چشم‌بلبلی در نسبت‌های مختلف کاشت

Table 4. Analysis of variance for quantitative characteristics of cowpea in different planting ratios

S.O.V.	d.f	Means of squares			
		Plant height	No.of pods per plant	No.of seeds per plant	1000 seed weight
Replication	3	110.42 ^{ns}	48.7 ^{ns}	1.16 ^{ns}	77.72 ^{ns}
Treatments	3	512.25 ^{ns}	187**	22.83**	815.9**
Error	9	180.64	16.8	1	68.28
C.V (%)	-	7.54	9	8.8	4.98

n.s، *و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, *, **: Not significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۵- مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی لوبیا چشم‌بلبلی در نسبت‌های مختلف کاشت

Table 5. Means comparison for quantitative characteristics of cowpea in different planting ratios

Planting Ratios	Plant height (cm)	No.of pods per plant	No.of seeds per plant	1000 seed weight (gr)
Sole cowpea	189a	54.25a	14a	182.25a
75% cowpea+25% roselle	186ab	45.75b	12.25b	172a
50% cowpea+50% roselle	172.5ab	48.25ab	10.25c	158.5b
25% cowpea+75% roselle	165b	37.75c	8.5d	150b
LSD %5	21.4	6.5	1.5	13.2

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

Means in each column follow by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

نسبت برابری زمین

تأثیر نسبت‌های مختلف کاشت بر نسبت برابری زمین در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین و کمترین نسبت برابری زمین به ترتیب از نسبت کاشت ۷۵ درصد لوبیا چشم بلبلی+ ۲۵ درصد چای ترش (۱/۶۵) و کشت مخلوط ۲۵ درصد لوبیا چشم بلبلی+ ۷۵ درصد چای ترش (۱/۰۷) به دست آمد (جدول ۷).

جدول ۶- تجزیه واریانس نسبت برابری زمین لوبیا چشم بلبلی و چای ترش در نسبت‌های مختلف کاشت

Table ۶. Analysis of variance for land equivalent ratio (LER) of cowpea & roselle in different planting ratios

S.O.V.	d.f	Means square		
		Partial LER of cowpea	Partial LER of roselle	Total LER
Replication	3	2.22 ^{ns}	0.00113 ^{ns}	0.00115 ^{ns}
Treatments	3	0.229 **	0.0289 ^{ns}	0.335 **
Error	9	0.00042	0.008	0.0109
C.V (%)	-	2.90	14.04	7.79

n.s، *و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, *, **: Not significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۷- مقایسه میانگین نسبت برابری زمین لوبیا چشم بلبلی و چای ترش در نسبت‌های مختلف کاشت

Table 7. Means comparison of land equivalent ratio (LER) of cowpea & roselle in different planting ratios

Planting Ratios	Partial LER of cowpea	Partial LER of roselle	Total LER
25% cowpea+75% roselle	0.53c	0.54a	1.07 c
50% cowpea+50% roselle	0.60b	0.7 a	1.30 b
75% cowpea+25% roselle	0.98 a	0.67 a	1.65a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

Means in each column follow by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که نسبت برابری زمین کل در تمامی نسبت‌های کشت مخلوط بالاتر از یک بود که این موضوع نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط چای ترش و لوبیا چشم‌بلبلی نسبت به تک-کشتی آنها است. در بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط نسبت کاشت ۷۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی+ ۲۵ درصد چای ترش بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۶۵) را داشت که نشان‌دهنده ۶۵ درصد افزایش سودمندی زراعی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص دو گونه می‌باشد. نسبت برابری زمین بیشتر از یک معیاری از جذب نور بهتر و کارایی مصرف بالاتر آن و استفاده بهینه از منابع محیطی دیگر نظیر عناصر غذایی و آب در کشت مخلوط می‌باشد که به‌دلیل وجود اختلاف در ساختار ریشه، توزیع کانوپی و احتیاجات غذایی

متفاوت گیاهان در کشت مخلوط است (**De la Fuentea *et al.*, 2014**). در کشت مخلوط زنیان و اسفرزه تمامی تیمارهای کشت مخلوط دارای نسبت برابری زمین بالاتر از یک بودند، که نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص می‌باشد (**Mosapour *et al.*, 2015**).

Khalatbari *et al.* (**2010**) در کشت مخلوط سورگوم علوفه‌ای و ارزن مرواریدی نتایج مشابهی را گزارش کردند. در کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی گزارش شد که **LER** در همه تیمارهای کشت مخلوط بالاتر از یک بود که این امر نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص است (**Dahmardeh *et al.*, 2011**). در کشت مخلوط نخود سیاه و جو به‌منظور تولید علوفه در شرایط دیم، بالاترین نسبت برابری زمین در تیمار ۱۰۰ درصد جو+ ۱۰۰درصد نخود سیاه به‌دست آمد (**Kiani *et al.*, 2014**). **Gholinezhad & Rezaei Chiyaneh** (**2014**) در کشت مخلوط سیاهدانه و نخود و **Rezaei Chiyaneh & Pirzad.** (**2015**) در کشت مخلوط ردیفی لوبیا و بادرشبی نتایج مشابهی را گزارش کردند. در کشت مخلوط آویشن و یونجه بمی گزارش شد که بیشترین نسبت برابری زمین در نسبت کاشت ۷۵٪ آویشن+ ۲۵٪ یونجه به‌دست آمد (**Kodori & Sharifi Ashourabadi, 2015**). در کشت مخلوط چای ترش و لوبیا چشم‌بلبلی گزارش شد که نسبت برابری زمین در تمامی نسبت‌های کشت مخلوط بالاتر از یک می‌باشد (**Heydari *et al.*, 2016**).

نتیجه گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که عملکرد هر دو گونه تحت تاثیر نسبت‌های مختلف کاشت قرار گرفت. ارزیابی سودمندی کشت مخلوط، نشان از برتری کشت مخلوط دو گونه نسبت به تک‌کشتی آنها داشت که در تمامی نسبت‌های مختلف کشت مخلوط نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود. بالاترین میزان **LER** (۱/۶۵) در نسبت کاشت ۷۵٪ لوبیا چشم‌بلبلی+ ۲۵٪ چای ترش به‌دست آمد که نشان-دهنده ۶۵ درصد افزایش سودمندی نسبت به تک‌کشتی می‌باشد. این نسبت کاشت می‌تواند برای ایجاد پایداری و افزایش تولید و بهره‌وری اقتصادی از زمین‌های کشاورزی موثر واقع شود.

REFERENCES

1. **Agegnehu, G., Ghizaw, A. & Sinebo, W. (2006). Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. *Euro Journal Agronomy*, (22), 202-207.**
2. **Ahmad, Y. M., Shahlaby, E. A. & Shnan, N. T. (2011). The use of organic and in organic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of roselle plants (*Hibiscus sabdarifa*). *African Journal of Biotechnology*, 10, 1988-1996.**
3. **Asgharipour, M. R. & Rafiei, M. (2010). Intercropping of isabgol (*Plantago ovate* L.) and lentil as influenced by drought stress. *Am-Eurasian Journal Agriculture Environment Sciences*, 9 (1), 62-69.**
4. **Beets, W. C. (1982). Multiple cropping and tropical farming systems. *West View Press, Boulder*.**
5. **Carvalho, L. M., Oliveira, I. R., Almeida, N. A. & Andrade, K. R. (2010). The intercropping of fennel with beans and cowpeas in the agreste region of Brazil. *ISHS Acta Horticulturae*, 925, 199-204.**
6. **Dahmardeh, M., Ghanbari, A., Siahsar, B. A. & Ramroudi, M. (2011). Evaluation of yield and protein content of maize and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) intercropping. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 13(4), 658-670 (In Farsi).**
7. **Daneshnia, F., Amini, A. & Chaichi, M. R. (2015). Berseem clover quality and basil essential oil yield in intercropping system under limited irrigation treatments with surfactant. *Journal of Agriculture and Water Management*, 164, 331-339.**
8. **De la Fuentea, E. B., Suárezb, S. A., Lenardisa, A. E. & Poggioc, S. L. (2014). Intercropping sunflower and soybean in intensive farming systems: Evaluating yield advantage and effect on weed and insect assemblages. *NJAS -Wageningen Journal Life Sciences*, 165, 42-52**

9. **Ghanbari, A., Nasirpoor, M. &. Tavasoli, A. (2011). Eco-physiological characteristics of millet and cowpea in intercropping. *Journal of Agricultural Ecology*, 2(4), 11-17.**
10. **Gholinezhad, E & Rezaei Chiyaneh, E. (2014). Evaluation of grain yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) in intercropping with chickpea (*Cicer arietimum* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 16(3), 236-249 (In Farsi).**
11. **Hauggard-Nielson, H., Ambus, P. & Janson, E. S. (2001). Inter-specific competition, N-use and interference with weed in pea- barley intercropping. *Journal of Field Crops Research*, (70), 101-109.**
12. **Heydari, H., Dahmardeh, M. & Khammari, I. (2016). Evaluation of the quantity and quality yield of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) intercropping. *Research in Crop Ecosystems*, 3(1), 43-53 (In Farsi).**
13. **Hodiani mehr, A., Dahmardeh, M. & Khammari, I. (2015). Evaluation of tillage systems on agronomical aspects in roselle-green gram intercropping using replacement method. *Iranian Journal of Filed Crop Science*, 47(2), 265-276.**
14. **Jahani, M., Koocheki, A. & Nassiri Mahallati, M. (2008). Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum*) and lentil (*Lens culinaris*). *Iranian Journal Field Crops Research*, 6(1), 67- 78.**
15. **Khalatbari, A. M., Hosseni, S. M. B., Majnoon Hosseni, N. & Mazaheri, D. (2010). Effect of intercropping on forage yield of sorghum and millet. *Journal of Crop Science*, 41(2), 205-214.**
16. **Kiani, S., Siadat, S. A., Moradi Telavat, M. R., Abdali Mashhadi. & Sari, M. (2014). Effect of nitrogen fertilizer application on forege yield and of barley (*Hordeum vulgare* L.) and fennel (*Foeniculum vulgare* L.) intercropping. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 16 (2), 77-90 (In Farsi).**
17. **Kiani, S., Siadat, S. A., Moradi Telavat, M. R., Abdali-Mashhadi, A. R. & Sari, M. (2014). Effect of nitrogen fertilizer application on forege yield and of barley (*Hordeum vulgare* L.) and fennel (*Foeniculum vulgare* L.) intercropping. *Iranian Journal of Crop Science*, 16(2), 77-90 (In Farsi).**
18. **Kodori, M. R. & Sharifi Ashourabadi, E. (2015). Evaluation of the quantitative yield in intercropping ratios of Thyme (*Thymus daenensis)* and Alfalfa (*Medicago sativa)*. *Research in Crop Ecosystems*, 2(3), 1-12. (In Farsi).**
19. **Koocheki, A., Nasiri Mahallati, M., Borumand Rezazadeh, Z., Jahani, M. & Jafari, L. (2014). Yield responses of black cumin (*Nigella sativa* L.) to intercropping with chickpea (*Cicer arietinum* L.) and bean (*Phaseoluse vulgaris* L.). *Iranian Journal Field Crops Research*, 12 (1), 1-8 (In Farsi).**
20. **Kremer, R. J. & Kussman, R. J. (2011). Soil quality in a pecan-kura clover alley cropping system in the Midwestern USA. *Agroforest System*, 93, 213-223.**
21. **Mandal, B. K., Dhara, M. C., Mandal, B. B., Das, S. K. & Nandy, R. (1990). Rice, mung bean, soybean and blackgram yield under different intercropping systems. *Agronomy Journal*, 82, 1063- 1066.**
22. **Manjith Kumar, B. R., Chidenand, M., Mansur, P. M. & Salimath, S. C. (2009). Influence of different row proportions on yield components and yield of rabi crops under different intercropping systems. *Karnataka Journal Agricultur Science*, 22(5), 1087-1089.**
23. **Mikic, A., Cupinax, B., Rubiales, D., Mihailovi, V., Sarunaitek, L., Fustec, J., Antanasovicx, S., Krsticx, D., Bedoussac, L., Zoricx, L., DorCevic, V. & Peric V., Srebri, M. (2014). Models, developments, and perspectives of mutual legume intercropping. *Journal of Advances in Agronomy*, 130, 1-83.**
24. **Mosapour, H., Ghanbari, A., Sirousmehr, A. R. & Asgharipour, M. R. (2015). Effect of sowing time on seed yield, advantage and competitive indices in ajwain (*Carum copticum* L.) and isabgol (*Plantago ovate Forsk*.) intercropping. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 17 (2), 139-152 (In Farsi).**
25. **Motaghiyan, A., Pirdashti, H. A., Akbarpoor, W., Sarajpoor, G. H., Yaghobi, M. & Shariatnejad., S. (2013). Evaluation of basil (*Ocimum basiilicum* L.) and sesame (*Sesamum indicum* L.) yield in different intercropping mixtures via competition indices. *Journal of Agro Ecology*, 5(3), 333 p. (In Farsi).**
26. **Namdari, M. & Mahmoodi, S. (2013). Evaluation of yield and productivity indices in planting ratios of intercropping of chickpea *(Cicer arietinum* L.*)* and canola *(Brassica napus* L.*). Iranian Journal of Crop Science*, 14(4), 346- 357.**
27. **Nassiri Mohallati, M., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P. & Beheshti, A. R. (2011). Agroecology (translation). *Ferdowsi University of Mashhad Press*. (In Farsi).**

28. **Nazari, SH., Zand, A., Asadi, S. & Golzardi, F. (2012 Effect of additive and replacement intercropping series of corn (Zea mays L.) and mungbean (Vigna radiate L.) on yield, yield components and weed biomass. *Journal of Weed Research,* 4(2), 97-109.**
29. **Pandita, A.K., Saha, M.H. & Bali, A.S. (2000). Effect of row ratio in cereal-legume intercropping systems on productivity and competition functions under Kashmir conditions. *Indian Journal Agronomy,* 45: 48-53.**
30. **Philipp, A. (2009). What is sustainable agriculture? Empirical evidence of diverging views: Switzerland and New Zealand. *Journal of Ecological Economics*, 68, 1872-1882.**
31. **Poggio, S. L. (2005). Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Journal of Agriculture Ecosystem Environment,* 109, 48-58.**
32. **Pouramir, F., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. & Ghorbani, R. (2010). Evaluation of yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) and chickpea (*Cicer arietinum* L.) in intercropping of replacement method. *Iranian Journal Field Crops Research*, 8(5), 747-757.**
33. **Rezaei Chiyaneh, E. & Pirzad, A. R. (2015). Evaluation of yield and advantages of row intercropping of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) at low input condition. *Research in Crop Ecosystems*, 2(3), 37-51 (In Farsi).**
34. **Rezaei Chiyaneh, E., Tajbakhsh, M., Jamali, M. & Ghiyasi, M. (2016). Evaluation of yield and indices advantages at different intercropping patterns of dill (*Anethun graveolens* L.) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Journal of Plant Production Technology*, 16(1), 15-27.**
35. **Rezvani Moghaddam, P. & Moradi, R. (2013). Evaluation of planting date, biological fertilizer and intercropping on yield and essence quantity of cumin (*Cuminum cyminum* L.) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Iranian Journal of Crop Science,* 43(2), 217-230.**
36. **Seyedi, M., Hamzei, J., Ahmadvand, G. & Abutalebian, M. A. (2012). The Evaluation of weed suppression and crop production in barley-chickpea intercrops. *Journal Agriculture Science Sustain*, 22(3), 101-114.**
37. **Sobkowicz, P. (2006). Competition between triticale and field beans in additive intercrops. *Plant and Soil Environment,* 52, 42-54.**
38. **Undie, U. L., Uwah, D. F. & Attoe, E. E. (2012). Effect of intercropping and crop arrangement on yield and productivity of late season maize/soybean mixtures in the humid environment of Southern Nigeria. *Journal of Agriculture Science*, 4(4), 37-50.**
39. **Vandermeer, J. H. (1989). The Ecology of intercropping, *Cambridge University Press.***
40. **Wang, Z., Zhao, X., Wu, P., He, J., Chen, X., Gao, Y. & Cao, X. (2015). Radiation interception and utilization by wheat/maize strip intercropping systems. *Journal Agri Forest Meteor*, 204, 58-66.**