نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۳ شماره ۲ / تابستان ۱۴۰۲/ صفحات۱۶۱-۱۴۷

Evaluation of Chlorophyll Index, Yield and Yield Components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Different Intercropping Patterns with madder (*Rubia tinctorum* L.)

Mohammad Hassan Alipour[1*], Adel Dabbagh Mohammadi Nasab[2], Mohammad Reza Shakiba[2], Rouhollah Amini[2], Mohammad Reza Sarikhani[3]

Received: 11 September 2022 Accepted: 03 November 2022
1-Ph.D Student in Agronomy, Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2- Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
3- Assoc. Prof., Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
*Corresponding Author Email: mohamadhasan.alipour57@gmail.com

Abstract

Background and objectives: The aim of this study was to evaluate the leaf chlorophyll index, yield and yield components of pinto bean at different intercropping patterns with madder during three growing seasons.

Materials and methods: The experiment was carried out during 2018-2020 in the Research Farm of Jihad Keshavarzi in Varzeghan city, East Azarbayjan, Iran. The experiment was conducted based on of randomized complete block design with three replications. The experimental treatments were different cropping patterns including monocropping of bean, monocropping of madder, intercropping of 1 row madder + 2 rows bean (1 madder: 2 bean), intercropping of 2 row madder + 2 rows bean (2 madder: 2 bean), intercropping of 2 row madder + 4 rows bean (2 madder: 4 bean) and intercropping of 3 row madder + 4 rows bean (3 madder: 4 bean).

Results: The results of analysis of variance indicated that the effects of year and cropping pattern were significant on yield and yield components of bean. The results of the mean comparison showed that the greatest values of bean height (63.6 cm), leaf chlorophyll index (42), pod number per plant (13.4), grain number per pod (3.6), grain number per plant (47.8), 100-grain weight (38.5 g) and grain yield (2806.7 kg.ha^{-1}) was observed in 2018. Also the greatest values of bean height (63.7 cm), leaf chlorophyll index (43.7), pod number per plant (13.7), grain number per plant (49.3), 100-grain weight (38.9 g) and grain yield (2918.6 kg.ha^{-1}) was obtained in intercropping pattern of 2 madder: 2 bean that was significantly different with other cropping patterns. The harvest index was not significantly different between the cropping patterns.

Conclusion: The intercropping pattern of 2 madder: 2 bean had the highest bean grain yield and could be recommended to the growers in sustainable production systems.

Keywords: Grain Per Plant, Grain Yield, Intercropping, Madder, Pinto Bean, Yield Components, Perennial

CC BY NC

DOI: 10.22034/saps.2022.53414.2922

ارزیابی شاخص کلروفیل ، عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چیتی (*Phaseolus vulgaris* L.) در الگوهای مختلف کشت مخلوط با روناس (*Rubia tinctorum* L.)

محمد حسن علی پور*[۱]، عادل دباغ محمدی نسب[۲]، محمدرضا شکیبا[۲]، روح اله امینی[۲]، محمدرضا ساریخانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۱۲

۱- دانشجوی دکتری زراعت، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۲- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۳- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
* مسئول مکاتبه: Email: mohamadhasan.alipour57@gmail.com

چکیده

اهداف: هدف از این تحقیق، ارزیابی شاخص کلروفیل برگ، عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چیتی در الگوهای مختلف کشت مخلوط با روناس در طی سه سال زراعی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: پژوهش در سه سال زراعی طی سالهای ۱۳۹۷-۱۳۹۹ در مزرعه تحقیقاتی جهاد کشاورزی شهرستان ورزقان استان آذربایجان شرقی اجرا شد. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی الگوهای مختلف کشت شامل کشت خالص لوبیا، کشت خالص روناس، کشت مخلوط یک ردیف روناس + دو ردیف لوبیا (۱ روناس : ۲ لوبیا)، کشت مخلوط دو ردیف روناس + دو ردیف لوبیا (۲ روناس : ۲ لوبیا)، کشت مخلوط دو ردیف روناس + چهار ردیف لوبیا (۲ روناس : ۴ لوبیا) و کشت مخلوط سه ردیف روناس + چهار ردیف لوبیا (۳ روناس : ۴ لوبیا) بودند.

یافته ها: نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر سال و الگوی کشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا معنی دار بود. مقایسه میانگین داده ها نشان داد که بیشترین مقادیر ارتفاع بوته (۶۳/۶ سانتی متر)، شاخص کلروفیل برگ (۴۲)، تعداد نیام در بوته (۱۳/۴)، تعداد دانه در نیام (۳/۶)، تعداد دانه در بوته (۴۷/۸)، وزن صد دانه (۳۸/۵ گرم) و عملکرد دانه لوبیا (۲۸۰۶/۷ کیلوگرم در هکتار) در سال ۱۳۹۷ مشاهده شد. همچنین بیشترین مقادیر ارتفاع بوته لوبیا (۶۳/۷ سانتی متر) و شاخص کلروفیل برگ (۴۳/۷)، تعداد نیام در بوته (۱۳/۷)، تعداد دانه در بوته (۴۹/۳)، وزن صد دانه (۳۸/۹ گرم) و عملکرد دانه لوبیا (۲۹۱۸/۶ کیلوگرم در هکتار) در الگوی کشت ۲ روناس : ۲ لوبیا حاصل شد که اختلاف معنی داری با بقیه الگوهای کشت داشت. شاخص برداشت بین الگوهای کشت اختلاف معنی داری نداشت.

نتیجه گیری: الگوی کشت مخلوط ۲ روناس : ۲ لوبیا بیشترین عملکرد دانه لوبیا را داشت که می‌تواند در سیستم های تولید پایدار به کشاورزان توصیه شود.

واژه های کلیدی: اجزای عملکرد ، چند ساله ، دانه در بوته ، روناس، عملکرد دانه ، کشت مخلوط ، لوبیا چیتی

مقدمه

گیاهان تیره حبوبات (Fabaceae) در اکوسیستم های زراعی در تناوب با سایر گیاهان زراعی با تثبیت نیتروژن جوی در نتیجه همزیستی با باکتری ها بخش عمده‌ای از نیتروژن مورد نیاز گیاهان زراعی را فراهم می‌کنند. یکی از مهمترین حبوبات لوبیا ها میباشند. سطح زیر کشت لوبیا در ایران طی سال زراعی ۹۹-۹۸ برابر با ۱۱۳۲۸۲ هکتار با تولید مجموعا ۲۶۶۶۱۷ تن بوده است. آذربایجان شرقی با سطح زیر کشت ۱۹۹۵ هکتار رتبه نهم تولید لوبیا با تولید سالانه ۴۳۶۹ تن را دارا می باشد (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی ۲۰۲۱). لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) حدود ۵۰ درصد از تولید حبوبات جهان را شامل می شود (مک کلین و همکاران ۲۰۰۴). دانه لوبیا دارای ۲۵-۲۰ درصد پروتئین و ۶۰-۵۰ درصد کربوهیدرات می باشد. بطوریکه مقدار پروتئین آن دو تا سه برابر غلات و ۱۰ تا ۲۰ برابر دیگر گیاهان نشاسته ایی می باشد (لطیفی و نواب پور ۲۰۰۰).

روناس (*Rubia tinctorum*) گیاهی دارویی و صنعتی با ریشه های سرشار از مواد رنگی می باشد و یکی از قدیمی ترین منابع تامین کننده رنگ طبیعی بوده و کشت آن در اروپا، آسیا و سایر مناطق معمول بوده است و از زمانهای گذشته در ایران نیز کشت و کار شده است. این گیاه چندساله و مقاوم به شوری است و به علت وجود ماده ای به نام آلیزارین یکی از بادوام ترین و پایدارترین منابع تولید رنگهای قرمز گیاهی را دارا می باشد (فاضل کاخکی ۲۰۲۰). مواد رنگی اصلی روناس شامل آلیزارین، پورپورین، گزانتوپورپورین، پزودوپورپورین، روبیادین، لوسیدین و مانژیستین میباشند. (بولدیسار و همکاران ۲۰۰۶). از دیدگاه دارویی عصاره روناس برای درمان سنگ های کلیه و مثانه و سایر بیماریهای مجاری ادراری کاربرد دارد (بقالیان و همکاران ۲۰۱۰). ساقه روناس چهارگوش با خارهای ریز وخشن وروندە بوده و گیاهی مقاوم به شوری خاک می باشد (فاضل کاخکی ۲۰۲۰).

سیستم‌های کشاورزی پیشرفته و تک کشتی اگر چه با بالا بردن راندمان محصول در واحد سطح توانسته‌اند تا حدی نیازهای جمعیت رو به افزایش را تأمین نمایند، ولی این سیستم‌ها به صرف هزینه و انرژی فراوان نیاز دارند. استفاده از سوخت‌های فسیلی جهت راه اندازی وسایل مکانیزه، استفاده از سموم به منظور مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز، استفاده از کودهای شیمیایی فراوان جهت حفظ و افزایش باروری زمین و نیاز روز افزون به مدیریت صحیح، نمونه‌های بارز از هزینه‌های گزاف هستند. نکته قابل توجه آن است که کل انرژی مورد نیاز به طور مستقیم و یا غیر مستقیم از سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود. منبعی که به عقیده کارشناسان حداکثر در محدوده سال‌های ۲۰۳۰ تا ۲۰۵۰ میلادی به پایان خواهد رسید (عطری ۱۹۹۸). مهم‌ترین اصل در پایداری یک اکوسیستم (زراعی و یا طبیعی) وجود تنوع در آن است. در طبیعت، اکوسیستم‌های بالغ از تنوع بیشتری برخوردار بوده و در حال تعادل و پایدار می‌باشند. تنوع در اکوسیستم‌های طبیعی در مقابل عوامل محیطی نظیر اپیدمی آفات، بیماری‌ها و غیره نوعی پایداری و ثبات به آن‌ها می‌بخشد. بنابراین، ایجاد تنوع در اگرواکوسیستم ها می‌تواند تا حدی آن‌ها را در مقابل عوامل نامساعد یاری کند (ابدالی مشهدی ۱۹۹۸). کشت مخلوط تلاشی است که به موازات سایر تلاش‌ها، تا بتوان بر این مشکلات فایق آمد. در کشت مخلوط دو و یا چند گونه گیاهی(یا ارقامی از یک گونه خاص) در کنار یکدیگر و در یک محیط معین (اعم از مکان و یا زمان) کاشته می‌شوند. این سیستم زراعی اهدافی نظیر ایجاد تعادل اکولوژیک (افزایش تنوع زیستی)، بهره‌برداری حداکثر از منابع محیطی نظیر آب، خاک و مواد غذایی، افزایش کمی و کیفی عملکرد و کاهش خسارات ناشی از آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز را دنبال می‌کند. کشت مخلوط غله – لگوم از رایج‌ترین روش‌های کشت مخلوط است (جوانشیر ۲۰۰۱). رایج‌ترین هدف از کشت مخلوط بازدهی بیشتر محصولات در مجاورت یکدیگر است که در کشت خالص نمی توان به آن دست یافت. کشت مخلوط به دلیل استفاده حداکثر از منابع، موازنه تغذیه، حاصلخیزی خاک و نیز افزایش میزان تولید در

واحد سطح بر تک کشتی برتری دارد. برخی مزایای کشت مخلوط شامل افزایش عملکرد بالقوه، در واحد سطح در مقایسه با تک کشتی (کامروترس و همکاران ۲۰۰۰، کونولی و همکاران ۲۰۰۱ و سولیوان ۲۰۰۱) ، ثبات عملکرد و پایداری تولید در برابر ناملایمات شدید محیطی (جوانشیر ۲۰۰۱، آدیکو و همکاران ۱۹۷۶, کونولی و همکاران ۲۰۰۱)، بهبود کیفیت محصول و استفاده موثر از منابع موجود (ابدالی مشهدی۱۹۹۸، کونولی ۲۰۰۱، هاوگارد و همکاران ۲۰۰۱)، افزایش کارایی استفاده از نور (ابدالی مشهدی ۲۰۰۱)، افزایش جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در سطح مشخصی از زمین (کاو و همکاران ۲۰۰۲، لانگات و همکاران ۲۰۰۲) و کاهش صدمات آفات، بیماریها و علفهای هرز (پاتس و همکاران ۱۹۹۷) می باشد. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر کشت مخلوط روناس یکساله تا سه ساله با لوبیا چیتی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چیتی می باشد.

مواد و روش ها

تحقیق حاضر در مزرعه تحقیقاتی جهاد کشاورزی شهرستان ورزقان طی سه سال متوالی از ۱۳۹۷ الی ۱۳۹۹(از روناس یکساله تا سه ساله) انجام گرفت. این محل با ارتفاع ۱۶۷۱ متر از سطح دریا در عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳۶ دقیقه غربی قرار دارد. با رعایت اصول نمونه برداری خاک در قطعه زمین مورد نظر جهت اجرای آزمایش از سطح خاک تا عمق ۳۰ سانتی متری نمونه برداری خاک انجام گرفت نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول۱-نتایج حاصل از آزمون تجزیه خاک مزرعه آزمایش

نوع بافت	هدایت الکتریکی	اسیدیته گل اشباع	درصد مواد خنثی شونده	درصد کربن آلی	ازت کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	شن	سیلت	رس
	$ds.m^{-1}$	pH	T.N.V%	0.C%	T.N%	mg/kg^{-1}	mg/kg^{-1}	%	%	%
لوم رسی	۲/۹۵	۷/۵۵	۲/۵۰	۰/۸۷	۰/۰۹	۶/۶	۱۶۵۰	۲۴	۳۸	۳۸

آزمایش به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. الگوی کشت در شش سطح شامل تیمارهای زیر بود:

۱- کشت خالص لوبیا

۲- کشت خالص روناس

۳- کشت مخلوط یک ردیف روناس و دو ردیف لوبیا (۱ روناس : ۲ لوبیا)

۴- کشت مخلوط دو ردیف روناس و دو ردیف لوبیا (۲ روناس : ۲ لوبیا)

۵- کشت مخلوط دو ردیف روناس و چهار ردیف لوبیا (۲ روناس : ۴ لوبیا)

۶- کشت مخلوط سه ردیف روناس و چهار ردیف لوبیا (۳ روناس : ۴ لوبیا)

بذور روناس از ارقام محلی نائین انتخاب شد و از شرکت پاکان بذر اصفهان تامین گردید و از خصوصیات آن می توان به درصد خلوص بذر ۹۸٪، قوه نامیه ۸۲٪ ، وزن هزاردانه ۳۲/۲ و چند ساله بودن اشاره کرد. بذر لوبیا نیز از رقم لوبیا چیتی لاین COS16 شرکت نگین پارس از استان مرکزی شهرستان خمین تهیه گردید و از خصوصیات آن می توان به درصد خلوص ۹۹٪، قوه نامیه ۹۸٪ و وزن صددانه ۳۷ گرم اشاره کرد. قبل از کاشت مزرعه مورد نظر در پاییز سال قبل عملیات شخم انجام گرفت و بهار سال بعد قبل از کاشت شخم بعدی انجام گرفت. با کولتیواتور کلوخ ها خرد شد و سپس کرت بندی بر اساس طرح آزمایشی انجام گرفت. اندازه کرت ها بر اساس سیستم کشت ۲۴ – ۳۶ – ۴۰ متر مربع انتخاب شد. فاصله بین پشته ها ۶۰ سانتی متر انتخاب شد روی هر پشته یک ردیف روناس و در پشته بعد دو ردیف لوبیا در دو طرف پشته در مورخه ۱۳۹۷/۰۳/۰۷ کاشته شد. تراکم کاشت روناس ۱۲ بوته در متر مربع در روی پشته ها با فاصله ۲۰ سانتی متر از یکدیگر به صورت کپه ای انجام گرفت. در ابتدا برای شکست خواب بذور روناس ،

بذور با استفاده از سمباده کاغذی درجه ۱۰۰ خراش دهی شد. خراش دهی مکانیکی، یکی از متداول ترین تکنیک ها برای غلبه بر خواب فیزیکی و نفوذپذیری پوشش بذر به رطوبت و گازها به شمار می رود(فولی، ۲۰۰۴). نتایج تحقیق بر روی جوانه زنی بذرهای شش گونه گون چند ساله علفی نشان داد که در تمام گونه ها تیمار خراش دهی پوسته بذر با کاغذ سمباده بهترین تیمار برای جوانه زنی بذرها بود (زارع کیا و همکاران، ۲۰۱۳).

تراکم کاشت لوبیا چیتی (لاین COS16) ۵۰ بوته در متر مربع با فاصله بوته هشت سانتی متر از یکدیگر روی ردیف ها و فاصله بین ردیف ها ۲۵ سانتی متر انتخاب گردید. بلافاصله بعد از انجام کشت آبیاری انجام گرفت و سپس آبیاری ها هر ۱۴ الی ۱۵ روز یکبار تکرار گردید در طول دوره رشد هیچ گونه آفت کش جهت کنترل آفات و علف های هرز استفاده نگردید و کنترل علف های هرز از طریق وجین انجام گرفت واز هیچ نوع کود شیمیایی و حیوانی در طول رشد و یا قبل از کاشت استفاده نگردید. برای نمونه برداری از لوبیا از کوادرات ۱/۵ در ۱/۵ متر استفاده شد.

صفت های مورد بررسی در لوبیا شامل شاخص کلروفیل برگ(SPAD)، ارتفاع بوته ، عملکرد بیولوژیک، تعداد نیام در بوته ، تعداد دانه درنیام ، تعداد دانه در بوته ، وزن صد دانه ، عملکرد دانه و شاخص برداشت بود. شاخص کلروفیل با استفاده

از کلروفیل سنج (SPAD-502) در مرحله گل دهی (۵۸ روز پس از کاشت) از هر کرت به طور تصادفی در سه برگ بالغ و سالم از سه بوته مختلف مورد سنجش قرار گرفت. اندازه گیری ارتفاع بوته در مزرعه در شرایط حداکثری رشد با انتخاب تصادفی ۱۰ بوته در کرت انجام شد. عملکرد و اجزای عملکرد دانه در زمان برداشت محصول در اواخر شهریور سال های آزمایش مورد اندازه گیری قرار گرفت. گیاه روناس نیز در اواخر مهر سال های آزمایش برداشت شد. در زمان رسیدگی لوبیا با حذف حاشیه در هر کرت آزمایشی، بوته های واقع در کادر ۱/۵ در ۱/۵ متر مربعی از وسط هر کرت کف بر شده و در پاکت های کاغذی مجزا به آزمایشگاه منتقل شدند، سپس نیام ها از بوته جدا شده و تعداد دانه آنها شمارش شد. وزن کل دانه هر بوته و وزن صد دانه تعیین و بدین ترتیب عملکرد دانه در واحد سطح نیز مشخص شد. بوته های خشک شده با ترازوها حساس توزین و عملکرد بیولوژیکی لوبیا تعیین شد. شاخص برداشت نیز با بهره گیری از رابطه زیر برای هر تیمار در هر تکرار محاسبه شد:

شاخص برداشت = [عملکرد دانه / عملکرد بیولوژیک] ×۱۰۰

تجزیه آماری مرکب به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی و مقایسه میانگین ها با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد. برای مقایسه میانگین ها باتوجه به سطح معنی داری واریانس از روش چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال یک درصد و۵ درصد استفاده شد. رسم شکل با بهره گیری از نرم افزار Excel انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

شاخص کلروفیل برگ

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) نشان داد که اثر سال و الگوی کشت بر شاخص کلروفیل برگ(SPAD) لوبیا به ترتیب در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد معنی دار بودند. طبق نتایج مقایسه میانگین داده ها (جدول ۳) بیشترین شاخص کلروفیل برگ لوبیا(۴۲)در سال اول رشدی مشاهده شد و در سال های دوم و سوم رشدی شاخص کلروفیل برگ لوبیا کاهش معنی داری داشت(جدول۳). مقایسه میانگین این صفت بین الگوهای کشت (جدول ۴) مشخص کرد که الگوی کشت مخلوط ۲ روناس: ۲ لوبیا و یک روناس : ۲ لوبیا شاخص کلروفیل برگ بیشتری نسبت به بقیه الگوهای کشت داشتند. بیشترین شاخص کلروفیل برگ(۴۳/۷) در الگوی کشت ۲ روناس : ۲ لوبیا مشاهده شد که اختلاف معنی داری با الگوی کشت ۱ روناس : ۲ لوبیا نداشت (جدول ۴). علت کاهش شاخص کلروفیل برگ لوبیا در سال های دوم و سوم می تواند افزایش رشد روناس و رقابت بین گونه ای آن با لوبیا باشد. الگوی کشت مخلوط ۲ روناس :۲ لوبیا بیشترین شاخص کلروفیل برگ را نسبت به سایر تیمار ها داشت که می‌تواند به دلیل رقابت

بیشتر لوبیا با روناس برای جذب نور در این الگوی کشت باشد. و همچنین گیاهان در شرایط سایه برای به دام انداختن هر چه بیشتر نور برای تولید فتوآسیمیلات میزان کلروفیل را افزایش میدهند. قوش و همکاران (۲۰۰۶) در کشت مخلوط سویا (*Glycine max*) و سورگوم (*Sorghum bicolor*) گزارش کردند که میزان کلروفیل سورگوم در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص همواره بالاتر بوده است. آگگنهو و همکاران (۲۰۰۶)، لین و همکاران (۲۰۰۷) و تسوبو و همکاران (۲۰۰۴) اظهار داشتند که کشت های مخلوط لگوم و غلات تثبیت نیتروژن توسط لگوم و افزایش کلروفیل برگ کارایی مصرف نور را افزایش می دهند.

جدول۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در لوبیا

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع بوته	شاخص کلروفیل	تعداد نیام دربوته	تعداد دانه در نیام	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
سال (Y)	۲	۱۲۲/۰۴۸**	۸/۶۴۴*	۹/۰۱۸**	۰/۱۸۸**	۲۵۳/۳۵۸**	۱/۹۳۰**	۹۸۱۶۶۲/۷۲۲**	۷۰۵۷۳۴/۲۴۴**	۶/۱۵۱**
تکرار/سال	۶	۵/۰۲۸	۱/۰۴۱	۰/۱۰۲	۰/۰۰۶	۱/۵۶۶	۰/۱۱۴	۱۰۰۸۱/۳۰۷	۹۲۵۲۶/۷۲۷	۰/۰۵۵
الگوی کشت(A)	۴	۳۶/۴۸۷**	۲۶/۲۴۶**	۳/۴۱۰**	۰/۱۵۶**	۱۱۹/۳۸۳**	۴/۴۵۲**	۵۹۷۴۱۵/۲۴۵**	۵۹۷۳۹۳۸/۱۳۰**	۰/۱۳۶^{ns}
A*Y	۸	۲/۵۰۶^{ns}	۱/۵۴۸^{ns}	۰/۱۲۱^{ns}	۰/۰۳۳^{ns}	۳/۰۴۷^{ns}	۰/۰۸۲^{ns}	۸۰۰۷/۰۱۴^{ns}	۱۰۹۵۶۸/۰۴۵^{ns}	۰/۳۰۳**
خطا	۲۴	۱/۸۰۳	۱/۶۵۰	۰/۱۲۴	۰/۰۳۴	۸/۷۳۹	۰/۲۰۰	۳۲۰۷۲/۴۲۷	۵۲۸۲۷/۴۲۸	۰/۰۹۰
ضریب تغییرات (٪)	--	۲/۱۹	۳/۱۲	۲/۷۸	۵/۳۶	۶/۷۴	۱/۱۷	۷/۰۶	۷/۲۳	۰/۹۷

ns، *و** به ترتیب غیر معنی دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) نشان می دهد که اثر سال و الگوی کشت بر ارتفاع بوته لوبیا در سطح ۱ درصد معنی دار است.با توجه به مقایسه میانگین داده ها (جدول ۳) بیشترین ارتفاع بوته لوبیا (۶۳/۶ سانتیمتر) در سال اول رشدی روناس مشاهده شد و در سال های دوم وسوم رشدی روناس ارتفاع بوته لوبیا کاهش معنی داری داشته است. مقایسه میانگین ارتفاع بوته بین الگوهای کشت (جدول ۴) نشان داد که الگوی کشت مخلوط ۲ روناس : ۲ لوبیا ویک روناس : ۲ لوبیا ارتفاع بوته بیشتری نسبت به بقیه الگوهای کشت داشتند. بیشترین ارتفاع بوته لوبیا (۶۳/۷ سانتیمتر) در الگوی کشت ۲ روناس : ۲ لوبیا مشاهده شد که اختلاف معنی داری با ارتفاع بوته در الگوی کشت یک روناس : ۲ لوبیا نداشت (جدول ۴). علت کاهش ارتفاع بوته لوبیا در سال های دوم و سوم می تواند افزایش رشد روناس و رقابت بین گونه ای آن با لوبیا در جهت کسب نور و آب و مواد غذایی باشد. الگوی کشت مخلوط۲ روناس : ۲ لوبیا بیشتری ارتفاع بوته را نسبت به سایر تیمار ها داشت که به دلیل رقابت برون گونه ای بیشتر لوبیا با روناس بوده است که لوبیا جهت رقابت نوری ارتفاع بوته را افزایش می دهد. رضائی چیانه و همکاران (۲۰۱۴) در کشت مخلوط زنیان و شنبلیله نشان دادند که شنبلیله در کشت مخلوط با زنیان فشار رقابتی بیشتری متحمل شده و به دلیل محدودیت تولید مواد فتوسنتزی باعث کاهش رشد رویشی و در نتیجه ارتفاع بوته می شود. وقتی که دو و یا چند گیاه به طور همزمان به صورت مخلوط با هم رشد می یابند برای اینکه حداکثر تولید را داشته باشند باید رقابت برون و درون گونه ای به حداقل برسد (مظاهری ۱۹۹۹).

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) نشان می دهد که اثر سال و الگوی کشت بر عملکرد بیولوژیک لوبیا در سطح ۱ درصد معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین داده ها (جدول ۳) بیانگر بیشترین عملکرد بیولوژیک لوبیا (۸۹۷۰ کیلوگرم در هکتار) در سال اول رشد بود و در

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در لوبیا چیتی در سه سال آزمایش

سال های آزمایش(سال های رشدی روناس)	ارتفاع بوته(cm)	شاخص کلروفیل(SPAD)	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در نیام
(اول رشدی روناس)	۶۳/۵۹a	۴۲/۰۲a	۱۳/۳۶a	۳/۵۶a
(دوم رشدی روناس)	۶۱/۹۶b	۴۱/۱۲b	۱۲/۸۰b	۳/۴۴ab
(سوم رشدی روناس)	۵۸/۰۶c	۴۰/۵۱c	۱۱/۸۳c	۳/۳۳b

میانگین های با حروف متفاوت در هر ستون، براساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد دارند. به غیر از شاخص کلروفیل که اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد دارد.

ادامه جدول۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در لوبیا چیتی درسه سال آزمایش

سال های آزمایش(سال های رشدی روناس)	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه(g)	عملکرد دانه($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت(%)
(اول رشدی روناس)	۴۷/۷۸a	۳۸/۴۵a	۲۸۰۶/۷۲a	۸۹۷۰/۰۴a	۳۱/۲۸a
(دوم رشدی روناس)	۴۴/۲۲b	۳۸/۲۰a	۲۵۱۰/۱۶b	۸۰۶۳/۱۰b	۳۱/۱۳a
(سوم رشدی روناس)	۳۹/۵۸c	۳۷/۷۴b	۲۲۹۷/۳۷c	۷۶۲۵/۱۸c	۳۰/۱۰b

میانگین های با حروف متفاوت در هر ستون، براساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد دارند.

سال های بعد عملکرد بیولوژیک لوبیا کاهش معنی داری داشت. مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک لوبیا بین الگوهای کشت (جدول ۴) نشان داد که الگوی کشت مخلوط ۲ روناس : ۲ لوبیا عملکرد بیولوژیک بیشتری(۹۴۰۷/۲ کیلوگرم در هکتار) نسبت به بقیه الگوهای کشت داشت. (جدول ۴). علت کاهش عملکرد بیولوژیک لوبیا در سال های دوم و سوم رشدی، می توان اظهار داشت باتوجه به اینکه روناس گیاه چند ساله است و به مرور سال رشد نموده

واز لحاظ ریشه دهی واندامهای هوایی بزرگتر شده وقدرت رقابت آن با لوبیا بیشتر شده وبعلت رقابت برسر آب، مواد غذایی، فضای زیستی بوده که سبب کاهش نور، کاهش رشد وفتوسنتز لوبیا شده و به دنبال آن عملکرد بیولوژیک لوبیا کاهش یافته است. سیستم کشت مخلوط ۲ روناس : ۲ لوبیا بیشترین عملکرد بیولوژیک را نسبت به سایر تیمار ها داشت که می‌تواند به دلیل رقابت متعادل لوبیا و روناس وتوانایی گیاه برای جذب تشعشع بیشتر، افزایش فراهمی آب وعناصر غذایی که در این حالت تخصیص منابع وتوزیع آنها با کارآیی بیشتری صورت گرفته واین امر منجر به بهبود رشد و فتوسنتز و به تبع آن افزایش عملکرد در این الگوی کشت شده است. بررسی های مختلف نشان داده است که در صورت انتخاب آرایش کاشت و تراکم مناسب در کشت مخلوط،جذب آب،مواد غذایی و نور به دلیل تفاوت در توانایی رقابت بین گیاهان مختلف افزایش می یابد (فرانکو وهمکاران ۲۰۱۵). در کشت مخلوط عدس و زیره سبز ، عملکرد بیولوژیک زیره سبز به طور معنی داری افزایش یافته است مافی و موسیارلی (۲۰۰۳). در کشت مخلوط ذرت بالگوم علت کاهش عملکرد بیولوژیک ذرت در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص ذرت، رقابت لگوم وذرت در جهت جذب آب ومواد غذایی عنوان شده است (عطری و همکاران ۲۰۰۰). همچنین، مشابه این نتیجه درکشت مخلوط ذرت ولگوم کاهش عملکرد بیولوژیک ذرت در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آن گزارش شده است (صادقی و همکاران ۲۰۰۷).

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در لوبیا چیتی در الگوهای کشت مخلوط

الگوهای کشت	ارتفاع بوته(cm)	شاخص کلروفیل(SPAD)	تعداد نیام در بوته
کشت خالص	۵۹/۷۵b	۴۰/۲۸b	۱۲/۳۱b
یک ردیف روناس+دو ردیف لوبیا	۶۳/۰۲a	۴۲/۲۹a	۱۲/۸۵b
دو ردیف روناس+دو ردیف لوبیا	۶۳/۷۳a	۴۳/۶۸a	۱۳/۶۶a
دو ردیف روناس+چهار ردیف لوبیا	۵۹/۴۹b	۴۰/۱۸b	۱۲/۳۲b
سه ردیف روناس+چهار ردیف لوبیا	۶۰/۰۰۱b	۳۹/۶۴c	۱۲/۱۷b

میانگین های با حروف متفاوت در هر ستون، براساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد دارند.

ادامه جدول۴- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در لوبیا چیتی درالگوهای کشت مخلوط

الگوهای کشت	تعداد دانه در نیام	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه(g)	عملکرد دانه($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک($kg.ha^{-1}$)
کشت خالص	۳/۳۳b	۴۱/۲۱c	۳۷/۳۱b	۲۳۲۱/۱۷c	۷۵۲۱/۴۲d
یک ردیف روناس+دو ردیف لوبیا	۳/۵۲b	۴۵/۴۵b	۳۸/۸۴a	۲۶۷۸/۳۰b	۸۶۹۶/۸۱b
دو ردیف روناس+دو ردیف لوبیا	۳/۵۹ab	۴۹/۲۶a	۳۸/۸۹a	۲۹۱۸/۵۷a	۹۴۰۷/۲۳a
دو ردیف روناس+چهار ردیف لوبیا	۳/۵۰b	۴۳/۲۸ab	۳۷/۷۲b	۲۴۴۹/۰۶c	۷۹۱۱/۱۵c
سه ردیف روناس+چهار ردیف لوبیا	۳/۲۸b	۴۰/۱۱c	۳۷/۸۹b	۲۳۲۳/۳۴c	۷۵۶۰/۵۹d

میانگین های با حروف متفاوت در هر ستون، براساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد دارند.

تعداد نیام در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده ها(جدول ۲) نشان داد که اثر سال و الگوی کشت برتعداد نیام در بوته لوبیا در سطح ۱ درصد معنی دار بود. طبق نتایج مقایسه میانگین داده ها (جدول ۳) بیشترین تعدادنیام در بوته لوبیا (۱۳/۴) در سال اول رشدی روناس مشاهده شد و در سال های دوم وسوم رشدی روناس، تعدادنیام در بوته لوبیا کاهش معنی داری داشت. مقایسه میانگین تعداد نیام در بوته لوبیا بین الگوهای کشت (جدول ۴) نشان می دهد که الگوی کشت مخلوط ۲ روناس : ۲ لوبیا تعدادنیام در بوته(۱۳/۷) بیشتری نسبت به بقیه الگوهای کشت داشتند. علت کاهش تعدادنیام در بوته لوبیا در سال های دوم و سوم رشدی روناس باتوجه به اینکه روناس گیاه چند ساله است وبه مرور سال قوی تر میشود. می‌تواند به دلیل افزایش رقابت لوبیا و روناس برای بدست آوردن منابع لازم برای رشد باشد. الگوی کشت مخلوط ۲ روناس :۲ لوبیا بیشترین تعداد نیام در بوته را نسبت به سایر تیمار ها داشت که این امر می تواند به دلیل رقابت متعادل لوبیا باروناس و استفاده بهتر از آب و مواد غذایی در این الگوی کشت باشد. جادوسکی و همکاران (۲۰۰۰) درآزمایشی مرتبط با تراکم های مختلف لوبیا گزارش کردند که با کاهش تراکم، رقابت برای نور و مواد غذایی کاهش یافته و تعداد نیام در بوته افزایش می یابد و بین تعداد انشعاب و تعداد نیام در بوته رابطه بسیار نزدیکی وجود دارد. شفشک و همکاران (۱۹۸۹) نیز عنوان کردند که در کشت مخلوط آفتاب گردان و سویا،از بین اجزای عملکرد سویا فقط تعداد نیام در بوته ، به طور معنی داری تحت تاثیر قرار میگیرد و افزایش می یابد . همچمین در کشت مخلوط افزایشی خردل ونخود نیز عملکرد دانه در بوته نخود، از طریق افزایش تعداد نیام ها به مقدار ۴۰ درصد نسبت به کشت خالص آن افزایش یافت. واهوما و همکاران (۱۹۹۱) نیز با کشت مخلوط افزایشی ذرت و لوبیا چشم بلبلی گزارش کردند که در کشت مخلوط ، لوبیا از ذرت به عنوان قیم استفاده کرده و عملکرد دانه خودرا افزایش میدهد و از بین اجزای عملکرد دانه لوبیا فقط تعداد نیام در بوته تحت تاثیر معنی دار بوده و افزایش یافت.

تعداد دانه در نیام

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) نشان داد که اثر سال و الگوی کشت برتعداد دانه در نیام در بوته لوبیا در سطح ۱ درصد معنی دار بود. درنتایج مقایسه میانگین داده ها (جدول ۳) مشاهده شد که بیشترین تعداددانه درنیام (۳/۵) در سال اول رشدی روناس مشاهده شد و و در سال های دوم وسوم رشدی روناس تعداددانه درنیام در بوته لوبیا کاهش معنی داری داشت. طبق مقایسه میانگین داده ها تعداد دانه درنیام در بوته لوبیا بین الگوهای کشت (جدول ۴) الگوی کشت مخلوط ۲ روناس: ۲ لوبیا. تعداددانه درنیام بیشترین(۳/۶) نسبت به بقیه الگوهای کشت داشتند. علت کاهش تعداددانه درنیام در بوته لوبیا در سال های دوم و سوم رشدی روناس می تواند افزایش رشد روناس وبالا رفتن تراکم شاخه های آن و رقابت بین گونه ای آن با لوبیا در جهت دستیابی به منابع باشد. در مورد الگوی کشت افزایش قدرت رقابت برون گونه ای لوبیا را می توان در نظر گرفت. مغایر با این نتیجه مولیک و همکاران (۱۹۹۳) نیز با کشت مخلوط آفتاب گردان و لوبیا گزارش کردند که در حالت کشت مخلوط تعداد دانه در نیام لوبیا تحت تاثیر واقع نشد. همچنین کاروترز و همکاران (۲۰۰۰) با کشت مخلوط ذرت و لوبیا گزارش کردند که تعداد دانه درنیام لوبیا تحت تاثیر واقع نمی شود.

وزن صد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) نشان داد که اثر سال و الگوی کشت بر وزن صد دانه لوبیا در سطح ۱ درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین داده ها (جدول ۳) موید این بود که بیشترین وزن صد دانه لوبیا (۳۸/۵ گرم) در سال اول رشدی مشاهده شد که اختلاف معنی داری با سال دوم رشدی نداشت. در سال سوم رشدی وزن صد دانه لوبیا کاهش معنی داری داشت. مقایسه میانگین وزن صد دانه بین الگوهای کشت (جدول ۴) نشان می دهد که الگوی کشت مخلوط ۲ روناس : ۲ لوبیا و ۱ روناس : ۲ لوبیا وزن صد دانه بیشتری نسبت به بقیه الگوهای کشت داشتند. بیشترین وزن صد دانه لوبیا (۳۸/۹ گرم) در الگوی کشت ۲ روناس : ۲ لوبیا مشاهده شد که اختلاف معنی داری با وزن صد دانه در الگوی ۱ روناس: ۲ لوبیا نداشت (جدول ۴). کاهش وزن صد دانه لوبیا در سال های دوم و سوم رشدی می تواند افزایش رشد روناس و تحمل فشار رقابتی بیشتر لوبیا در تولید و انتقال مواد پرورده باشد. الگوی کشت مخلوط ۲ روناس :۲ لوبیا بیشترین وزن صد دانه را نسبت به سایر تیمار ها داشت که می‌تواند به دلیل استفاده مطلوب از منابع ضروری در رقابت لوبیا و روناس باشد. در نتیجه ماده فتوسنتزی بیشتری به دانه ها انتقال یافته که در پر شدن دانه نقش داشته و سبب افزایش وزن صد دانه شده است. کوچکی و همکاران (۲۰۰۸) با کشت مخلوط ذرت و لوبیا اعلام کردند که در حالت مخلوط وزن صد دانه لوبیا تحت تاثیر واقع نشد. دباغ محمدی نسب و همکاران (۲۰۱۵) عنوان نمودند که در کشت مخلوط ذرت و لوبیا نیز وزن صد دانه ذرت تحت تأثیر الگوهای کشت قرار نگرفته است. برخلاف نتیجه این تحقیق، علی و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که وزن هزار دانه کلزا در کشت مخلوط نواری گندم-کلزا نسبت به تک کشتی آن افت پیدا میکند.

تعداد دانه در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) نشان داد که اثر سال و الگوی کشت بر تعداد دانه در بوته لوبیا در سطح ۱ درصد معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین داده ها (جدول ۳) نشان می دهد که بیشترین تعداد دانه در بوته لوبیا (۴۷/۸) در سال اول رشدی مشاهده شد و در سال های دوم و سوم رشدی تعداد دانه در بوته لوبیا کاهش معنی داری داشت. مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته لوبیا بین الگوهای کشت (جدول ۴) بیانگر این است که الگوی کشت مخلوط ۲ روناس : ۲ لوبیا، تعداد دانه در بوته بیشتری نسبت به بقیه الگوهای کشت داشت. بیشترین دانه در بوته لوبیا (۴۹/۳) در الگوی کشت ۲ روناس: ۲ لوبیا مشاهده شد که اختلاف معنی داری با بقیه الگوهای کشت داشت (جدول ۴). علت کاهش تعداد دانه در بوته لوبیا در سال های دوم و سوم رشدی می توان به سایه اندازی و افزایش رقابت برون گونه ای بین روناس و لوبیا اشاره کرد. الگوی کشت مخلوط ۲ روناس : ۲ لوبیا بیشترین تعداد دانه در بوته لوبیا را نسبت به سایر تیمار ها داشت که می‌تواند به دلیل کاهش رقابت

بین گونه ای و درون گونه ای و رشد بهتر بوته لوبیا و همچنین بعلت بیشتر بودن تعداد نیام در بوته و تعداد دانه در نیام در این الگوی کشت باشد. جادوسکی و همکاران (۲۰۰۰) نیز با آزمایشی روی تراکم های مختلف لوبیا اعلام کردند که با کاهش تراکم به علت کاهش رقابت درون گونه ای ، بیوماس و عملکرد دانه و بوته لوبیا افزایش می یابد. یوج جینااییج و همکاران (۱۹۹۱) اعلام کردند که در کشت مخلوط افزایشی آفتاب گردان و لوبیا، بیوماس و عملکرد دانه در بوته لوبیا افزایش یافت.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) نشان داد که اثر سال و الگوی کشت بر عملکرد دانه لوبیا در سطح ۱ درصد معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین داده ها (جدول ۳) نشان می دهد که بیشترین عملکرد دانه لوبیا (۲۸۰۶/۷ کیلوگرم در هکتار) در سال اول مشاهده شد و در سال های دوم و سوم رشدی عملکرد دانه لوبیا کاهش معنی داری داشت. طبق مقایسه میانگین عملکرد دانه لوبیا بین الگوهای کشت (جدول ۴) الگوی کشت مخلوط ۲ روناس : ۲ لوبیا عملکرد بیشتری نسبت به بقیه الگوهای کشت داشت. بیشترین عملکرد دانه لوبیا (۲۹۱۸/۶ کیلوگرم در هکتار) در الگوی کشت ۲ روناس: ۲ لوبیا مشاهده شد که اختلاف معنی داری با بقیه الگوهای کشت داشت (جدول ۴). از دلایل اصلی کاهش عملکرد دانه لوبیا در سال های دوم و سوم رشدی روناس می توان چنین اظهار داشت که در درجه اول مرتبط با کاهش تعداد بوته در واحد سطح به دلیل سایه اندازی و افزایش رقابت برون گونه ای بین روناس و لوبیا باشد. الگوی کشت مخلوط ۲ روناس :۲ لوبیا بیشترین عملکرد دانه را نسبت به سایر تیمار ها داشت که می‌توان بیان کرد رقابت میان دو گیاه شدید نبوده و این می تواند به دلیل فضای بیشتری باشد که در اختیار هر بوته قرارگرفته و سبب افزایش عملکرد لوبیا در این الگوی کشت شده است. می توان اشاره کرد بعلت کاهش رقابت درون گونه ای و فضای مناسب بوته ها همچنین در این الگوی کشت بعلت رشد خوب و بیشتر بودن مقادیر اجزای عملکرد، بیشترین عملکرد دانه را داشته است. عملکرد در کشت مخلوط زمانی به بیشترین میزان خود می رسد که هر کدام از گونه های گیاهی آشیان اکولوژیکی مربوط به خود را اشغال کرده باشد و رقابت در میان گونه ها در حداقل باشد (چاپاگین و رایزمن ۲۰۱۴). مافی و موسیارلی (۲۰۰۳) نیزگزارش کردند که در کشت مخلوط عدس و زیره سبزوزن خشک اندامهای رویشی، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و تعداد دانه در هر چتر زیره سبز و عملکرد دانه آن به طور معنی داری افزایش یافته است. کشت مخلوط لوبیا چشم بلبلی با ارزن در نواحی نیمه خشک عملکرد ارزن را ۹۳ تا ۹۹ درصد افزایش داد (هولت وگوسی ۲۰۰۰). امیرمردفر و همکاران (۲۰۱۳) در آزمایشی دو ساله با بررسی کشت مخلوط گندم و کلزا در نسبت های ردیفی مختلف عنوان کردند که بیشتری عملکرد دانه گندم در کشت های مخلوط نواری گندم-کلزا و کمترین آن در کشت خالص گندم حاصل میشود. مظاهری (۱۹۹۹) نیز گزارش کرد که در کشت مخلوط خردل و نخود به روش افزایشی خردل نقش قیم را برای نخود ایفا میکند و عملکرد نخود حدود ۴۰ درصد افزایش می یابد، همچنین با کشت مخلوط افزایشی نخود و یولاف، نخود از یولاف به عنوان قیم استفاده میکند و عملکرد آن افزایش می یابد. زند و غفاری (۲۰۰۱) نیزبا کشت مخلوط لوبیا چشم بلبلی و سورگوم دانه ای اعلام کردند که لوبیا رونده نسبت به سورگوم گونه غالب بوده و عملکرد آن افزایش می یابد. محققان با بررسی کشت مخلوط کرچک با دو گیاه لوبیا و ذرت دریافتند که عملکرد کرچک در تمامی نسبت های کشت مخلوط در مقایسه باکشت خالص از مقدار کمتری برخوردار بود. اوبیرو و همکاران (۲۰۱۳) در کشت مخلوط زیره سبز و عدس و گائو و همکاران (۲۰۰۹) در کشت مخلوط ذرت و گندم دریافتند که عملکرد گونه های گیاهی مذکور در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص کاهش یافت. آلاداختی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که عملکرد اقتصادی پنبه در کشت مخلوط با برخی دانه های روغنی(آفتابگردان، کنجد و کرچک) به طور معنی دار کاهش یافت.

شاخص برداشت

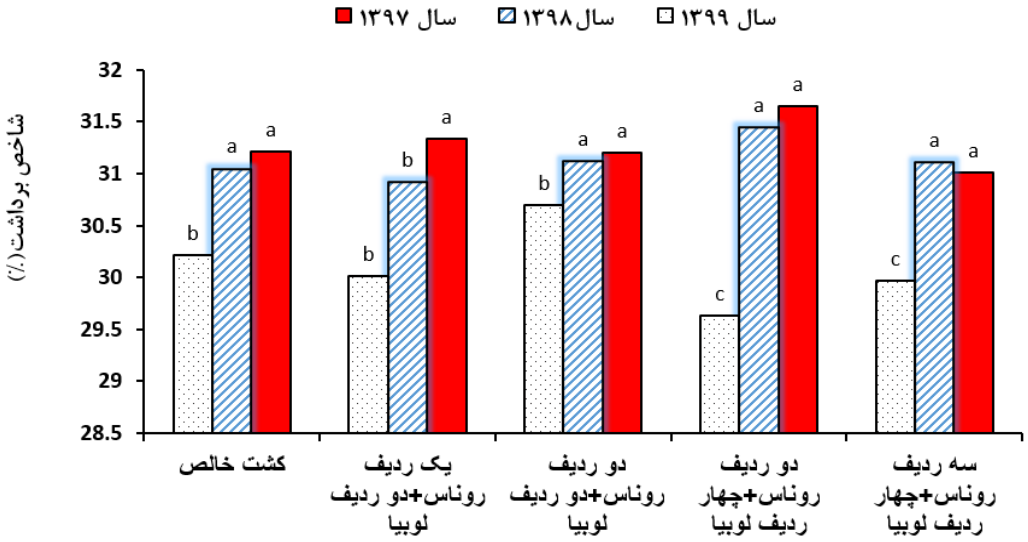
نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) نشان داد که اثر سال بر شاخص برداشت لوبیا در سطح ۱ درصد

معنی دار بود. طبق مقایسه میانگین داده ها (جدول ۳) بیشترین شاخص برداشت لوبیا (۳۱/۳) در سال اول رشد مشاهده شد که اختلاف معنی داری با سال دوم نداشت. و در سال سوم شاخص برداشت لوبیا کاهش معنی داری داشت. مقایسه میانگین شاخص برداشت لوبیا بین الگوهای کشت (جدول ۴) نشان می دهد که اختلاف معنی داری بین آنها وجود ندارد. دلیل کاهش عملکرد شاخص برداشت لوبیا در سال های دوم و سوم رشدی می تواند افزایش رشد روناس و تاثیر آن در فاز زایشی و رشدی لوبیا باشد. از لحاظ الگوی کشت با توجه به تغییرات هماهنگ عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک لوبیا اختلاف معنی داری در صفت شاخص برداشت حاصل نشده است. نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل سال در الگوی کشت در تمامی صفات مورد مطالعه به غیر از صفت شاخص برداشت معنی داری نبود. بیشترین مقدار شاخص برداشت در الگوی کشت ۲روناس +۴ لوبیا در سال اول و کمترین آن در همان الگوی کشت در سال سوم رشدی روناس حاصل شد. نتایج مقایسه میانگین داده ها (جدول ۵ ،شکل ۱) نشان داد که کمترین شاخص برداشت از الگوی کشت ۲ روناس: ۴ لوبیا و ۳ روناس: ۴ لوبیا به دست آمد. مغایر با نتیجه این آزمایش اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۲) با مطالعه کشت مخلوط یونجه و جو بهاره به روش افزایشی و جایگزینی در نسبت های مختلف گزارش کردند. کشت مخلوط افزایشی یونجه با جو موجب افزایش شاخص برداشت جو نسبت به تک کشتی می شود. اکبری و همکاران (۱۳۹۹) افزایش میزان مواد غذایی قابل دسترس به وسیله کودهای شیمیایی را عامل افزایش شاخص برداشت دانه آفتابگردان عنوان کرده اند. بدوساک وجاستس (۲۰۱۱) نیز عنوان کردند که کاربرد کود شیمیایی در کشت مخلوط گندم و نخود نسبت به سایر کودها افزایش بیشتری در شاخص برداشت دانه گندم ایجاد نموده است.

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش سال در الگوی کشت برای شاخص برداشت در لوبیا چیتی

سال های رشدی روناس	الگوی کشت	شاخص برداشت(٪)
اول رشدی روناس	کشت خالص	۳۱/۲۱a
اول رشدی روناس	یک ردیف روناس+دو ردیف لوبیا	۳۱/۳۴a
اول رشدی روناس	دو ردیف روناس+دو ردیف لوبیا	۳۱/۲۰a
اول رشدی روناس	دو ردیف روناس+چهار ردیف لوبیا	۳۱/۶۵a
اول رشدی روناس	سه ردیف روناس+چهار ردیف لوبیا	۳۱/۰۱a
دوم رشدی روناس	کشت خالص	۳۱/۰۵a
دوم رشدی روناس	یک ردیف روناس+دو ردیف لوبیا	۳۰/۹۲b
دوم رشدی روناس	دو ردیف روناس+دو ردیف لوبیا	۳۱/۱۲a
دوم رشدی روناس	دو ردیف روناس+چهار ردیف لوبیا	۳۱/۴۵a
دوم رشدی روناس	سه ردیف روناس+چهار ردیف لوبیا	۳۱/۱۱a
سوم رشدی روناس	کشت خالص	۳۰/۲۲b
سوم رشدی روناس	یک ردیف روناس+دو ردیف لوبیا	۳۰/۰۱b
سوم رشدی روناس	دو ردیف روناس+دو ردیف لوبیا	۳۰/۷۰b
سوم رشدی روناس	دو ردیف روناس+چهار ردیف لوبیا	۲۹/۶۳c
سوم رشدی روناس	سه ردیف روناس+چهار ردیف لوبیا	۲۹/۹۷c

میانگین های با حروف متفاوت در هر ستون، براساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد دارند.



شکل ۱- مقایسه میانگین برهمکنش سال در الگوی کشت برای شاخص برداشت در لوبیا چیتی

نتیجه گیری

کشت مخلوط روناس با لوبیا می تواند باعث ایجاد تنوع زیستی در بوم نظام های کشاورزی و همچنین ایجاد پایداری و ثبات تولید شود. الگوی کشت ۲روناس : ۲ لوبیا بیشترین اجزای عملکرد و عملکرد دانه لوبیا را نسبت به تیمار خالص و سایر الگوهای کشت مخلوط دارد. بنابراین کشت مخلوط ۲ روناس: ۲ لوبیا قابل توصیه به کشاورزان می باشد.

سپاسگزاری

ازگروه اکوفیزیولوژی گیاهی و معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز جهت حمایت های مادی و علمی در مراحل اجرای پروژه تقدیر وتشکر می نمایم.

منابع مورد استفاده

Adiku Andrews DJ and Kassam AH. 1976. The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In: R. Papendick, P. Sanches and G. Triplett (eds.) Multiple Cropping. ASA Special Publication, 27: 1 – 10.

Agegnehu G, Ghizaw A and Sinebo W. 2006. Yield performance and Land – use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian high lands. European Journal of Agronomy, 25: 202 –207.

Ahmadi K, Ebadzadeh HR, Hatami F, MohammadNiya Afrouzi S, Esfandyari pour E, Abbas Taleghani R. 2021. Agricultural statistics of 2018-2018 crop year. Tehran: Ministry of Jihad Agriculture, Planning and Economic Deputy, Information and Communication Technology Center, 89 pp. (In Persian).

Akbari P, Ghalavand A and Modarres S. 2009. Effects of different nutrition systems and biofertilizers on yield and other growth traits of sunflower. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 19: 83-93. (In Persian).

Akbari P, Ghalavand A, Moddares-Sanavi AM. 2009. The effect of using different nutritional systems (organic, chemical and combined) and biofertilizers on seed performance and other agricultural traits of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 19: 83-93. (In Persian).

Aladakhdtti YR, Halliker SS, Nandagavi RA, Hugar AY and Naveen NE. 2011. Effect of intercropping of oilseed crops on growth, yield and economics of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under rain fed conditions. Karnataka Journal Agricultural Science, 24:280 – 282.

Ali Z, Asghar-Malik M and Akhtar-Cheema M. 2000. Studies on determining a suitable canola-wheat intercropping pattern. International Journal of Agriculture and Biology, 2: 42-44.

Amir-Mardfar R, Raei Y, Dabbagh Mohammadi-Nassab A, Khaghaninia S and Amini R. 2013. Yield and yield components of wheat as influenced by intercropping of oilseed rape and fertilizers. Journal of Biodiversity and Environmental Science, 3: 38-46. (In Persian).

Atri A, Javanshir A, Moghadam M, Shakiba MR. 2000. Study of competition in maize and bean intercropping by reciprocal yield model. Journal of Agricultural Science, 9: 97-100.

Baghalian K, Maghsoudi M, Naghavi MR. 2010. Genetic diversity of Iranian madder (*Rubia tinctorum* L.) populations based on agro-morphological traits, phytochemical content and RAPD markers. Industrial Crops and Products, 31: 557–562.

Bedoussac L and Justes E. 2011. A comparison of commonly used indices for evaluating species interacts and intercrop efficiency: Application to durum wheat-winter pea intercrops. Field Crop Research, 124: 25-36.

Boldizsar I, Szucs Z, Fuzfai Z, Molnar-Perl I. 2006. Identification and quantification of the constituents of madder root by gas chromatography and high performance liquid chromatography. Journal of Chromatography, 1133: 259–274.

Camrruthers K, Prithiviraj B, Fe Q, Cloutier D, Martin RC and Smith DL. 2000. Intercropping corn with Soybean, Lupin and forages: yield component responses. European Journal of Agronomy, 12: 103 – 115.

Carruthers K, Prithirviraj B, Clouter D, Martin RC and Smith DL. 2000. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: Yield component responses. European Journal Agronomy, 12: 103- 115.

Chapagain T and Riseman A, 2014. Barley–pea intercropping: Effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. Field Crops Research, 166:18–25.

Connolly J, Goma HC and Rahim K. 2001. The information content of indicators in intercropping research. Agriculture, Ecosystems and Environment, 87: 191 – 207.

Dabbagh Mohammadi Nasab A, Amini R, Tamari E. 2015. Evaluation of intercropping of corn (*Zea mays* L.) and three varieties of beans (*Phaseolus vulgaris L.*) using biological and chemical fertilizers. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 25: 99-113. (In Persian).

Ebdali Mashhadi A. 1998. Intercropping: A manifestation of sustainable agriculture (part one). Zeyton Journal, 137:13-17. (In Persian).

Esmaeili A, Hosseini M, Mohammadi M and Hosseinikhah F. 2012b. Effects of alfalfa and barley intercropping patterns on dry matter yield of forage and silage. Iranian Journal of Field Crop Science, 2: 297-277. (In Persian).

Fallah S, Nazari M. 2012. The effect of using biological fertilizers and zinc sulfate on the growth and performance of the medicinal plant Fenugreek Under drought stress conditions in Shahrekord region. Journal of Environmental Stresses in Agricultural Sciences, 5: 147-159. (In Persian).

Fazel Kakhaki SF. 2020. Madder, the medicinal plant, a product for saline lands. Agricultural research, education and extension organization publication, Tehran, Iran, 33 pp. (In Persian).

Franco JG, King SR, Masabni JG, Volder A. 2015. Plant functional diversity improves short-term yields in a low-input intercropping system. Agriculture, Ecosystems and Environment, 203: 1–10.

Foley ME. 2004. Review article: seed dormancy: an update on terminology, physiological, genetics, and quantitative trait loci regulating germinability. Weed science. 49: 305-317.

Gao Y, Duan A, Sun J, Li F, Liu Z, Liu H and Liu Z. 2009. Crop coefficient and water-use efficiency of winter wheat/spring maize strip intercropping. Field Crops Research, 111: 65–73.

Ghosh PK, Manna MC, Bandyopadhyay KK, Ajay Tripathi AK, Wanjari RH, Hati KM, Misra AK, Acharya CL and Rao AS. 2006. Interspecific interaction and nutrient use in soybean/sorghum intercropping system. Agronomy Journal, 98: 1097-1108

Haugaard–Nielsen H, Ambus P and Jensen ES. 2001. Interspecific Competition, N use and interference with weed in Pea – barley intercropping. Field Crop Research, 70: 101 – 109.

Hulet H and Gosseye P. 2000. Effect of intercropping cowpea on dry-matter and grain yield of millet in the semi-arid zone of Mail. http://www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x 5488E/x 5488e0r.

Jadoski SO, Carlesso R, Wolschick D, Petry T and Frizzo Z. 2000. Plant population and row spacing for irrigated dry bean. II: Grain yield and yield components. Brazil Ciencia Rural, 30: 567- 573.

Javanshir A. 2001. Ecology of crops. University of Tabriz publication, pp:52-60, (In Persian).

Kocheki AR, Lale ghani B and Najib Nia S. 2008. Evaluation of intercropping beans and corn production. Journal of Agricultural Research, 7: 605- 614. (In Persian).

Kuo S and Jellum EJ. 2002. Influence of winter Cover crop and residue management on Soil nitrogen availability and corn. Agronomy Journal, 94: 501 – 508.

Langat M, Mukhwana E and Woomer PL. 2002. MBILI update: testing on innovative cropping arrangement. http: // www.SACRED – AFRICA. Org.

Latifi N, Nawabpour S. 2000. Reaction of growth indices and grain yield of two pinto bean cultivars to row spacing and plant density. Agricultural Sciences of Iran, 2: 352-363.

Lin CW, Chen YB, Huang JJ and Tu SH. 2007. Temporal variation of plant height, plant cover and leaf area index in intercropped area of Sichuan, China. Chinese Journal of Ecology, 26: 989- 994.

Maffi M and Mucciarelli M. 2003. Essential oil yield in peppermint and soybean strip intercropping. Field Crops Research, 84: 229-240. (In Persian).

Mashhadi T, Nakhzari Moghaddam A, Sabouri H. 2012. The effect of nitrogen and wheat and chickpea planting pattern on the performance of chickpea yield components. The 12th Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding of Iran. https://civilica.com/doc/218768/. (In Persian).

Mazaheri D. 1999. Intercropping. Tehran University Press, 262 p. (In Persian).

McClean P, Kami J, Gepts P. 2004. Genomic and genetic diversity in common bean. In RF Wilson, HT Stalker, EC Brummer, eds, Legume Crop Genomics. AOCS Press, Champaign, IL, Pp. 60–82.

Mulik S, More SM, Deshpade SS and Patil JD. 1993. Intercropping for better stability in crop production in dry land watershed. Indian Journal of Agricultural Sciences, 38: 527- 530.

Naderifar M, Danashian J, Yoisefi M. 2011. The effect of different levels of nitrogen and biological fertilizers on the yield and yield components of rapeseed cultivar Okapi. National conference of new achievements in agriculture. https://civilica.com/doc/141295/. (In Persian).

Obiero C, Birech R, Maling'a J and Freyer B. 2013.Effect of Intercropping Castor with Maize and Beans on Growth, Yield and Seed Oil Content. International Journal of Plant Research, 4: 52-62.

Pats P, Ekbom B and Skovgard H. 1997. Influence of intercropping on the abundance, distribution and parasitism of chilo. spp. (*lapidoptera: Paralidae*) eggs. Bulletin of Entomological Research, 87: 507 – 513.

PourAmir F, Kouchaki A, Nasiri and Ghorbani R. 2010. Evaluation of performance and performance components of sesame and chickpea in mixed cultivation of replacement series. Agricultural research in Iran, 8: 847-857. (In Persian).

Rezaei-Chiyaneh E. 2015. Intercropping of Flax Seed (*Linum usitatissimum L*.) and Pinto Bean (*Phaseolus vulgaris L*.) Under Foliar Application of Iron Nano Chelated and Zinc. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 26: 39-56. (In Persian).

Sadeghi G, Pourreza J. 2007. Serum proteins and some biochemical parameters in broiler chickens fed with raw and treated bitter vetch (*Vicia ervilia*) seeds. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10: 977-981.

Shafshak SE, Shokr ES and Ahmar BA. 1989. Studies on soybean and sunflower intercropping, plant characteristics, yield and yield components of soybean and sunflower. Field Crop Research, 10: 41- 56.

Srinivasan A. 2000. Strategies for seasonal climate risk management in subsistence agriculture. International forum on climate. Prediction, Agriculture and Development, IRI 26 – 28 April 2000.

Sullivan P. 2001. Intercropping principles and practices. http: // attar. Ncat. Org / attar.

Tsubo M, Walker S, Ogindo HO. 2004. A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semiarid regions I. Model development. Field Crops Research, 90: 48-61.

Ujjinaiah US, Rajashekar BJ, Venugopal N and Seenappa K. 1991. Sunflower pigeon pea intercropping. Journal of Oilseed Research, 8: 72- 78.

Vandermeer JH. 1989. The ecology of intercropping. Cambrige University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511623523

Wahuma TAT, Babalola O and Akenova ME. 1991. Intercropping morphologically different type of maize with cowpea: LER and growth attributes of associated cowpea. Experimental Agriculture, 17: 407- 413.

Zand B and Ghafari H. 2001. Investigate the possibility of cowpea and sorghum intercropping under different planting patterns. Abstracts for the Seventh Iranian Crop Science Congress, 2- 4 September Karaj. (In Persian).

Zarekia S, Jafari AA, Zandi-Esfahan, E and Fallah-Hosseini L. 2013. Study on germination of some perennial herbaceous Astragalus. Iranian Journal of Range and Desert Research. 20(1): 88-100. (In Persian).