

سودمندی کشت مخلوط باقلا (*Vicia faba L.*) و زیره سبز (*Cuminum cyminum L.*) در تیمارهای کود آلی، زیستی و شیمیایی

شفیقه سخاوی^۱، روح اله امینی^{۲*}، محمدرضا شکیبیا^۳، عادل دباغ محمدی نسب^۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۱

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته زراعت، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲- دانشیار گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۳- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

مسئول مکاتبه: Email: r_amani@tabrizu.ac.ir, ramini58@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای شیمیایی و زیستی بر کشت مخلوط باقلا و زیره سبز آزمایشی در سال ۱۳۹۳ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا شد. فاکتور اول شامل پنج الگوی کاشت شامل خالص باقلا و زیره سبز و سه الگوی کشت مخلوط جایگزینی باقلا و زیره سبز به صورت ردیفی (یک ردیف باقلا - یک ردیف زیره سبز) و نواری دو ردیف باقلا - دو ردیف زیره سبز و چهار ردیف باقلا - چهار ردیف زیره سبز بود. فاکتور دوم عبارت از سه سطح کودی شامل کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (۵۰ کیلوگرم کود اوره + ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار)، ۵۰ درصد کود شیمیایی + کودهای زیستی (از تو بارور + بارور ۲) و ورمی کمپوست (۱۰ تن در هکتار) بود. نتایج نشان داد بیشترین تعداد برگ به تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی مربوط بود. بیشترین اجزای عملکرد باقلا در الگوی کشت مخلوط یک ردیف باقلا + یک ردیف زیره سبز مشاهده شد. بالاترین نسبت برابری زمین و مجموع عملکرد نسبی در همه سطوح کودی به الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱:۱ تعلق داشت. همچنین در کشت مخلوط نواری ۲:۲ بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۳۵) به سطوح کودی ورمی کمپوست و بالاترین مجموع ارزش نسبی در کشت مخلوط ردیفی ۱:۱ با مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی حاصل شد که سودمندی اقتصادی این الگوی کشت را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: بارور ۲، کود زیستی، مجموع ارزش نسبی، نسبت برابری زمین، ورمی کمپوست

Advantage of Faba Bean (*Vicia faba* L.) and Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Intercropping under Organic, Biological and Chemical Fertilizer Treatments

Shafighe Sakhavi¹, Rouhollah Amini^{2*}, Mohammad Reza Shakiba³,
Adel Dabbagh Mohammadi-Nasab³

Received: March 13, 2016 Accepted: May 21, 2016

1-Post Graduate Student of Agronomy, Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

2-Assoc. Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

3-Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

*Corresponding author: r_amini@tabrizu.ac.ir, ramini58@gmail.com,

Abstract

The effect of chemical and biological fertilizer treatments on intercropping of faba bean (*Vicia faba* L.) and cumin (*Cuminum cyminum* L.) evaluated in factorial experiment based on randomized complete block design with 15 treatments and three replications at the Research Farm of the Faculty of Agriculture, University of Tabriz in 2014. The first factor was including five cropping systems including monoculture of faba bean, monoculture of cumin; three replacement intercropping patterns including row intercropping of faba bean with cumin (1 row faba bean-1 row cumin); strip intercropping as 2 rows faba bean-2 row cumin and 4 rows faba bean-4 rows cumin. The second factor was three levels of fertilizers including 100% chemical fertilizer (50 kg.ha⁻¹ urea+150 kg.ha⁻¹ triple superphosphate), 50% chemical fertilizer + biofertilizer (Azoto barvar + Barvar 2) and Vermicompost (10 ton.ha⁻¹). Results showed that the highest faba bean leaf number was devoted to the 100% chemical fertilizer. The highest values for faba bean yield components were observed in 1:1 intercropping pattern. The highest land equivalent ratio and relative yield total at all fertilizer levels was devoted to 1-1 row intercropping. Also at 2:2 strip intercropping pattern the Vermicompost fertilizer had the highest land equivalent ratio (1.35). The highest relative value total was obtained in 1:1 row intercropping pattern with application of 100% chemical fertilizer that indicates the economic advantage of this planting pattern.

Keywords: Barvar 2, Bio-Fertilizer, Land Equivalent Ratio (LER), Relative Value Total (RVT), Vermicompost

کرده است. تولید ارقام پر محصول، استفاده از کودهای شیمیایی و سموم آفتکش از طرفی سبب افزایش قابل توجه تولید در سطح جهانی شده است ولی از سوی

مقدمه

انقلاب سبز از دهه ۱۹۶۰ دگرگونی قابل توجهی را در زراعت و در تأمین نیازهای غذایی انسان ایجاد

گیاهان زراعی به عنوان راهکاری بنیادین برای توسعه سیستم‌های مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه و به منظور افزایش کمی و کیفی مواد غذایی در واحد سطح از طریق تلفیق روش‌های تغذیه معدنی و آلی گیاهان زراعی و کاهش مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی اخیراً مورد توجه قرار گرفته اند (منافی و کلپر ۱۹۹۴). سیفی (۲۰۰۶) ضمن بررسی کارایی ازتوباکتر (*Azotobacter chroococcum*) و میکوریزا (*Glomus*) همراه با سطوح مختلف کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، به این نتیجه رسید که استفاده از این کودها سبب افزایش عملکرد ذرت می‌شود. ناظری و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که کاربرد کود زیستی میکروبی فسفات به همراه کود شیمیایی فسفات در لوبیا باعث افزایش سرعت رشد محصول و عملکرد دانه گردید. رضوانی مقدم و مرادی (۲۰۱۲) نیز در بررسی اثر کودهای زیستی بر کشت مخلوط شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) و زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) گزارش کردند که تیمار کودی سودوموناس نسبت برابری زمین بیشتری نسبت به تیمار نیتروکسین و شاهد داشت. نقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثر کاربرد کود زیستی فسفره بارور ۲ بر کشت مخلوط ذرت و خلر (*Lathyrus sativas* L.) مشاهده کردند که بیشترین عملکرد خلر و بیشترین نسبت برابری زمین در تیمار کودی ۵۰ درصد فسفات بارور ۲ + ۵۰ درصد فسفر شیمیایی مشاهده شد. در این راستا هدف از اجرای این تحقیق ارزیابی اثر تیمارهای کودی و کشت مخلوط بر برخی صفات رشدی، عملکرد دانه و اجزای عملکرد و سودمندی کشت مخلوط باقلا و زیره سبز و تعیین بهترین الگوی کشت مخلوط این دو گونه جهت حصول بالاترین میزان نسبت برابری زمین (LER)^۱ بود.

دیگر کاهش تنوع ژنتیکی، زوال منابع آب و خاک، و همچنین مصرف هر چه بیشتر انرژی فسیلی را به همراه دارد. روند افزایش کاربرد نهاده‌ها مشکلات زیست محیطی را به همراه دارد که سبب طرح موضوع کشاورزی پایدار شده است (سولیوان ۲۰۰۳). از بین راهکارهای مورد نظر در کشاورزی پایدار می‌توان به سیستم‌های کشت مخلوط، تناوب زراعی و مصرف کودهای زیستی اشاره نمود (سولیوان ۲۰۰۳). از مهمترین فواید کشت مخلوط افزایش تولید در واحد سطح نسبت به تک‌کشتی، به دلیل استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی موجود در خاک است (بانیک و همکاران ۲۰۰۶). حبوبات به عنوان دومین منبع تأمین غذای بشر در بین گیاهان زراعی از جایگاه خاصی برخوردار هستند. این گیاهان به خاطر همزیستی با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن نقش موثری در افزایش حاصلخیزی خاک دارند و به همین علت در تناوب با سایر گیاهان زراعی کشت شده و یا به عنوان کود سبز مورد استفاده قرار می‌گیرند (نظامی و باقری ۲۰۰۵).

در حال حاضر کودهای زیستی به عنوان جایگزینی برای کودهای شیمیایی در افزایش حاصلخیزی خاک در کشاورزی پایدار مطرح شده‌اند (ویو و همکاران ۲۰۰۵). کودهای زیستی حاوی باکتری‌ها و همچنین قارچ‌های مفیدی هستند که هر یک به منظور خاصی مانند تثبیت نیتروژن اتمسفری و رهاسازی یون‌های فسفات، پتاسیم و آهن از ترکیبات نامحلول، تولید می‌شوند. باکتری‌های مورد نظر معمولاً در اطراف ریشه مستقر شده و گیاه را در جذب عناصر همیاری می‌کنند. این باکتری‌ها بیش از یک نقش دارند و علاوه بر کمک به جذب عنصری خاص، موجب جذب سایر عناصر، کاهش ابتلاء به بیماریها و بهبود ساختمان خاک و در نتیجه رشد بیشتر گیاه و افزایش کمی و کیفی محصول می‌شوند. بدین لحاظ، این باکتری‌ها را "باکتری‌های محرک رشد گیاه" نامیده‌اند (وسی ۲۰۰۳). کاربرد فرآورده‌های زیستی در تغذیه

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، واقع در ۱۲ کیلومتری شرق تبریز اجرا گردید. این محل با ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریای آزاد، در طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳ دقیقه شمالی قرار دارد. میانگین حداقل و حداکثر دمای سالانه در طی یک دوره ۱۵ ساله به ترتیب ۷/۱ و ۱۸/۴ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه برابر با ۲۸۷/۸ میلی‌متر گزارش شده است. مشخصات خاک مزرعه در جدول ۱ ارائه شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل نوع کشت و تیمار کودی و ۱۵ تیمار و سه تکرار در زمینی به مساحت ۵۰۰ متر مربع انجام شد. فاکتور اول شامل پنج الگوی کاشت شامل کشت خالص باقلا و زیره سبز و سه الگوی کشت مخلوط جایگزینی باقلا و زیره سبز به صورت ردیفی (یک ردیف باقلا - یک ردیف زیره سبز)؛ و نواری (دو ردیف باقلا - دو ردیف زیره سبز و چهار ردیف باقلا - چهار ردیف زیره سبز) بود. فاکتور دوم عبارت از سه سطح کودی شامل کاربرد ۱۰۰٪ کود شیمیایی، ۵۰٪ کود شیمیایی + کودهای زیستی (از تو بارور + بارور - ۲) و ورمی کمپوست بود. تیمارهای کودی شامل کودهای زیستی از تو بارور و بارور - ۲ به

طور همزمان و موقع کاشت به صورت تلقیح با بذر انجام گرفت. کود ورمی‌کمپوست (به میزان ۱۰ تن در هکتار) قبل از کاشت با خاک مخلوط گردید و کود شیمیایی اوره (به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت نواری بعد از کاشت و همچنین در مرحله سه برگی و اوایل گلدهی به کار برده شد و سوپرفسفات تریپل (به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت نواری بعد از کاشت مصرف گردید. در کلیه تیمارها طول نوارهای کاشت چهار متر و فاصله دو پشته از هم ۵۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. فاصله روی ردیف در کشت دو ردیفه برای باقلا ۱۰ سانتیمتر بود. جهت اطمینان از استقرار یکنواخت بوته‌ها، کشت بذر با تراکم بالا در تاریخ ۲۵ فروردین صورت گرفت، سپس در مرحله سه برگی باقلا تنک انجام شد تا تراکم مطلوب ۴۰ بوته در مترمربع برای باقلا حاصل شود. کشت زیره سبز همزمان با باقلا با تراکم ۱۲۰ بوته در مترمربع انجام شد. برای اولین نوبت آبیاری بعد از اتمام کاشت انجام شد. آبیاری‌های بعدی بر حسب شرایط اقلیمی منطقه به طور متوسط هر هفته یکبار به طریقه آبیاری نشستی انجام گرفت. همچنین در طی داشت از هیچ نوع آفت‌کشی استفاده نشد. قبل از رسیدگی کامل محصول، آبیاری قطع شد تا ضمن کاهش رطوبت مازاد، بذر جهت برداشت آماده شود.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه مورد آزمایش

هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتی‌متر)	pH	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	بافت	ماده آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
۴۷۵	۷/۷۵	۱۵	۲۰	۶۵	لوم شنی	۰/۷۶	۰/۰۸	۶/۱	۳۰۴

اندازه‌گیری شد. اجزای عملکرد مورد اندازه‌گیری در باقلا شامل تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام و وزن صد دانه بود که پس از برداشت محصول در آزمایشگاه شمارش و توزین گردید. عملکرد دانه در تک بوته و در واحد سطح با جداسازی دانه از بوته‌های برداشت شده

به منظور بررسی مراحل رشد (فنولوژی) و اندازه‌گیری برخی صفات مورفولوژیک در طول دوره رشد، پنج بوته از هر گونه در هر کرت توسط نخ رنگی علامت‌گذاری شدند و به طور منظم یادداشت‌برداری بر روی آنها انجام گرفت و ارتفاع بوته و تعداد برگ در بوته باقلا

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع بوته به طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفت ولی تحت تأثیر نوع کاشت و ترکیب تیماری سطوح کود و الگوی کاشت قرار نگرفت (جدول ۲). در بررسی کشت مخلوط آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) - سویا (*Glycine max*) - ذرت (*Zea mays* L.) نیز مشاهده شد که الگوهای مختلف کشت مخلوط اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته آفتابگردان نداشتند (امینی و همکاران ۲۰۱۴). بیشترین ارتفاع بوته باقلا در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به دست آمد که با تیمار ۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کود زیستی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. همچنین تیمار کودی ورمی‌کمپوست دارای ارتفاع بوته کمتری نسبت به دو تیمار کودی دیگر بود (شکل ۱). کاربرد کود شیمیایی باعث افزایش ارتفاع بوته باقلا گردید که این نتایج با گزارش مالیک و همکاران (۲۰۰۳) بر روی کنجد (*Sesamum indicum* L.) مطابقت دارد. در واقع کود نیتروژن سبب تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شده و در نتیجه موجب تقسیم و افزایش ارتفاع سلول‌های گیاهی می‌شود (خواجه‌پور ۲۰۰۹).

تعداد برگ در بوته

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، الگوی کاشت و تیمار کودی تاثیر معنی‌داری بر روی تعداد برگ در بوته نداشت، ولی اثر متقابل الگوی کاشت × تیمار کودی در سطح احتمال ۱٪ بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، در تک‌کشتی باقلا و کشت مخلوط ۴:۴، تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی بیشترین تعداد برگ را تولید نموده و تیمار

و توزین آنها تعیین شد. ارزیابی کشت مخلوط با شاخص‌های نسبت برابری زمین (LER)^۱، مجموع عملکرد نسبی (RYT)^۲ و مجموع ارزش نسبی (RVT)^۳ انجام گرفت:

نسبت برابری زمین (LER)

$$LER = (Yab/Yaa) + (Yba/Ybb) \quad [۱]$$

در این رابطه Yab و Yba به ترتیب عملکرد گونه‌های a و b در کشت مخلوط و Yaa و Ybb به ترتیب عملکرد هر یک از گونه‌های a و b در کشت خالص می‌باشند.

مجموع عملکرد نسبی (RYT)

اگر گونه a با گونه b به روش جایگزینی کشت شود مجموع عملکرد نسبی عبارت است از:

$$RYT = RYa + RYb \quad [۲]$$

عملکرد گونه a در کشت خالص / عملکرد گونه a در کشت مخلوط $RYa =$
عملکرد گونه b در کشت خالص / عملکرد گونه b در کشت مخلوط $RYb =$

مجموع ارزش نسبی (RVT)

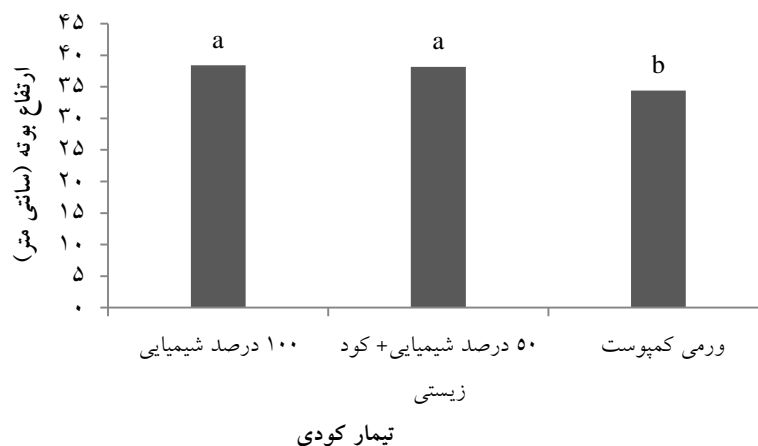
$$RVT = (ap1 + bp2) / aM1 \quad [۳]$$

که در این رابطه a قیمت محصول اصلی، b قیمت محصول فرعی، $p1$ و $p2$ به ترتیب عملکرد محصول‌های اصلی و فرعی در کشت مخلوط، $M1$ حداکثر عملکرد در کشت خالص محصول اصلی است. برای محاسبه این شاخص از قیمت واحد وزن محصول باقلا و از عملکرد آن استفاده شد. قیمت هر کیلوگرم دانه باقلا ۳۰۰۰۰ ریال و هر کیلوگرم زیره سبز ۹۰۰۰۰ ریال در نظر گرفته شد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی باقلا تحت تاثیر الگوهای مختلف کاشت و مدیریت کودی

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییر
تعداد برگ در بوته	ارتفاع بوته		
۱۴/۱۹۴**	۴/۰۸۳ ^{ns}	۲	تکرار
۲/۰۲۸ ^{ns}	۶۰/۲۵۰**	۲	کود
۳/۱۳۹ ^{ns}	۶/۲۲۲ ^{ns}	۳	الگوی کاشت
۱۱/۱۳۹**	۱۷/۹۱۷ ^{ns}	۶	کود × الگوی کاشت
۱/۷۷۰	۹/۴۱۷	۲۲	خطا
۱۰/۹۱	۸/۲۹		ضریب تغییرات (%)

ns, *, ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد میباشد.

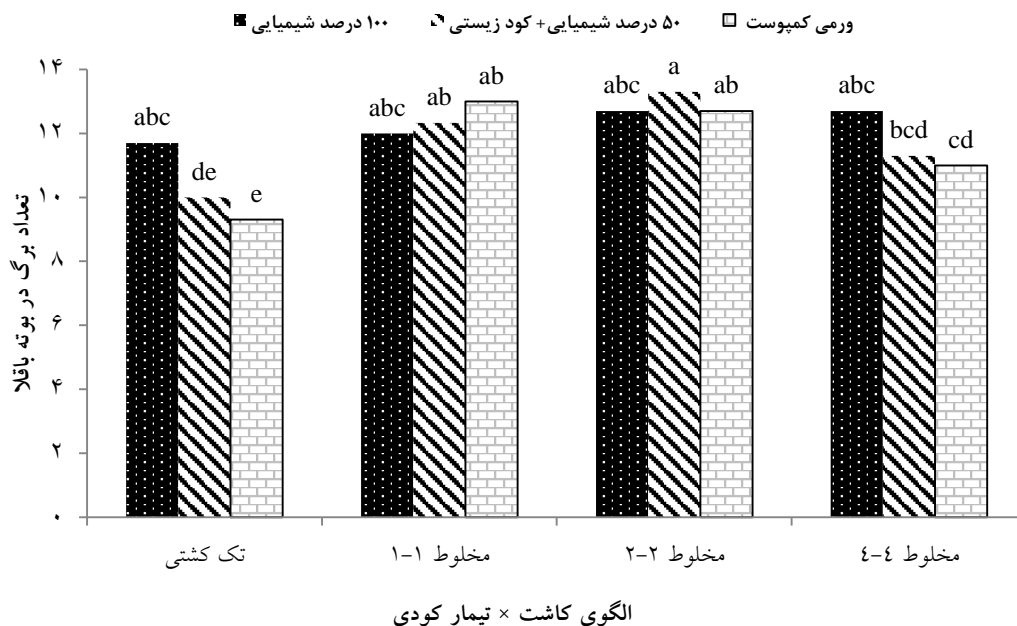


شکل ۱- ارتفاع بوته باقلا در تیمارهای مختلف کودی

میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

فتوسنتزی و افزایش اندامهای رویشی مانند تعداد برگ می‌شود. استفاده از کود زیستی با افزایش جذب نیتروژن و کارایی این عنصر در انجام فرآیند فتوسنتز و تولید سطح سبز نقش بسزایی را ایفا می‌نماید (کاکمک و همکاران ۲۰۰۷). ال-زیانی و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان دادند که کودهای زیستی از جمله تلقیح ازتو باکتر، رشد گیاه، تعداد برگ و همچنین سطح برگ را افزایش می‌دهد. در کشت مخلوط آفتابگردان- سویا- ذرت نیز تعداد برگ در بوته آفتابگردان و ذرت به طور معنی داری تحت تاثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط قرار گرفت (امینی و همکاران ۲۰۱۴؛ امینی و همکاران ۲۰۱۳a).

کاربرد ورمی کمپوست کمترین تعداد برگ را دارا بوده است که اختلاف معنی داری با تیمار کودی ۵۰٪ شیمیایی + ۵۰٪ کود زیستی نداشت. در صورتی که در نسبت‌های ۱:۱ و ۲:۲ تعداد برگ در بوته در تیمار کودی ۵۰٪ شیمیایی + ۵۰٪ کود زیستی و ورمی کمپوست بیشتر از ۱۰۰٪ کود شیمیایی بود ولی اختلاف معنی داری بین آنها مشاهده نشد. به عبارتی دیگر در الگوهای ۱:۱ و ۲:۲ ورمی کمپوست و کود زیستی توانسته‌اند جایگزین مناسبی برای کود شیمیایی باشند. اثر کود نیتروژن دار بر تعداد برگ در بوته به نقش نیتروژن در متابولیسم گیاه مربوط می‌شود، زیرا موجب افزایش فرآورده‌های



شکل ۲- تعداد برگ در بوته باقلا در الگوهای کاشت و تیمارهای کودی

میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

می‌گیرد. در مورد الگوهای مختلف کاشت مطابق شکل ۴ مشاهده شد که بیشترین تعداد دانه در نیام مربوط به کشت مخلوط ۱:۱ بود، در عین حال کشت‌های مخلوط ۲:۲، ۴:۴ و تک کشتی باقلا اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر الگوی کاشت و تیمار کودی روی تعداد نیام در بوته باقلا معنی‌دار نبود. اله‌دادی و همکاران (۲۰۱۵) نیز در کشت مخلوط سویا (*Glycine max* (L.) Merrill) و همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) گزارش کردند که اثر الگوی کاشت روی تعداد نیام در بوته سویا معنی‌دار نبود. در کشت مخلوط افزایشی ذرت و باقلا تعداد نیام در بوته باقلا در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط بود. با افزایش تراکم ذرت به طور معنی‌داری از تعداد نیام در بوته باقلا کاسته شد. کاهش تعداد نیام در بوته باقلا در تراکم‌های بالاتر ذرت به دلیل تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت کاهش تعداد نیام در بوته باقلا حاصل می‌شود (رضایی چپانه ۲۰۰۸).

اجزای عملکرد باقلا

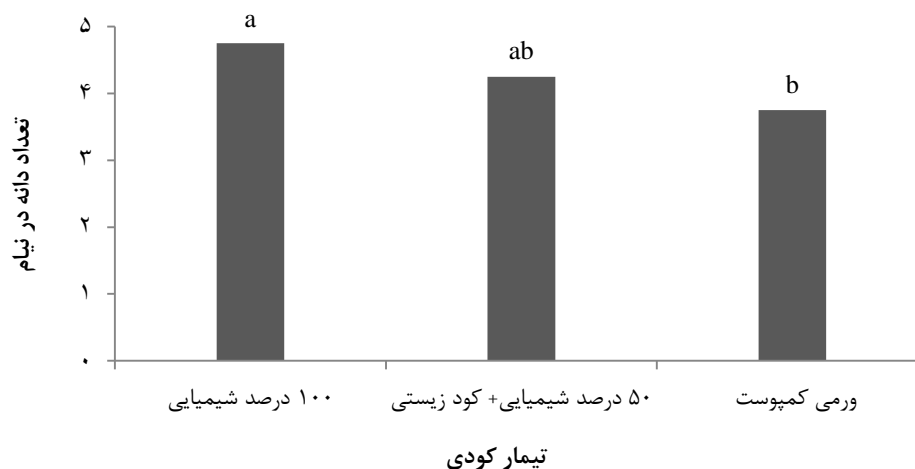
تعداد دانه در نیام

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار کودی و الگوی کاشت بر تعداد دانه در نیام باقلا در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد (جدول ۳). اثر متقابل الگوی کاشت × تیمار کودی بر تعداد دانه در نیام غیر معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین تعداد دانه در نیام با مصرف ۱۰۰٪ کود شیمیایی حاصل شد که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با مصرف ۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کود زیستی نداشت (شکل ۳). تعداد دانه در نیام اغلب تحت کنترل ساختار ژنتیکی قرار دارد و کمتر تحت تاثیر تراکم، نوع کشت و حتی نوع کود قرار می‌گیرد. مظاهری و همکاران (۲۰۰۲) نیز در تحقیقی روی کشت مخلوط ارقام سویا گزارش کردند که تغییرات تعداد دانه در نیام در تراکم‌های مختلف دارای تفاوت معنی‌داری نبود و اظهار کردند که تعداد دانه در نیام نسبت به تعداد نیام در بوته از تغییرات کمتری برخوردار است و کمتر تحت تاثیر شرایط محیطی و مدیریت زراعی قرار

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد باقلا تحت تاثیر الگوهای مختلف کاشت و مدیریت کودی

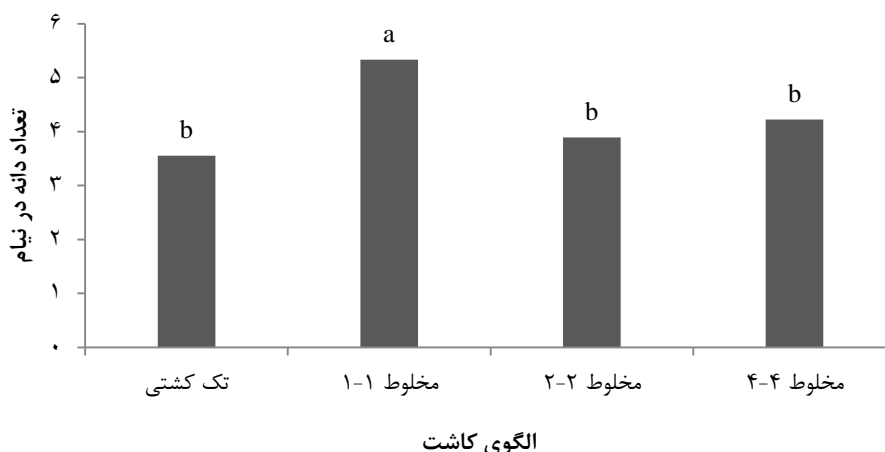
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		تعداد دانه	تعداد نیام	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه
تکرار	۲	۰/۰۸۳ ^{ns}	۰/۰۲۸ ^{ns}	۰/۸۳ ^{ns}	۸۹/۰۴ ^{ns}
کود	۲	۳/۰۰۰ ^{**}	۰/۱۹۴ ^{ns}	۳۴/۷۵ [*]	۳۴۷/۱۱ ^{ns}
الگوی کاشت	۳	۵/۳۶۱ ^{**}	۰/۲۲۲ ^{ns}	۳۵/۳۰ ^{**}	۵۷/۵۴ ^{ns}
کود × الگوی کاشت	۶	۰/۲۲۲ ^{ns}	۰/۱۹۴ ^{ns}	۷/۲۷ ^{ns}	۳۳۳/۳۸ ^{ns}
خطا	۲۲	۰/۵۰۸	۰/۳۰۱	۷/۰۸۳	۵۴۰/۵۷
ضریب تغییرات (%)		۱۶/۷۶	۲۱/۴۵	۲۴/۵۷	۲۵/۶۷
		۸/۷۷			

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ میباشند.



شکل ۳- تعداد دانه در نیام بوته باقلا در تیمارهای کودی

میانگین‌های دارای حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.



شکل ۴- تعداد دانه در نیام بوته باقلا در الگوهای مختلف کاشت

میانگین‌های دارای حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

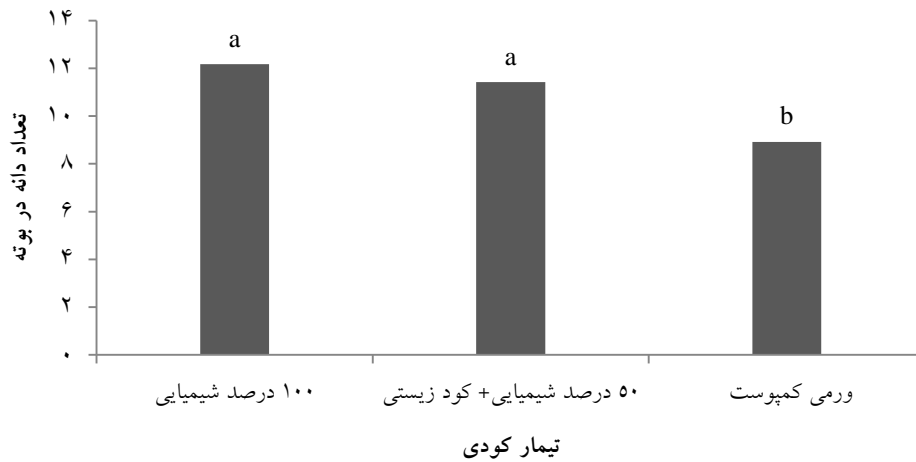
تعداد نیام در بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر الگوی کاشت و تیمار کودی روی تعداد نیام در بوته باقلا معنی‌دار نبود. اله‌دادی و همکاران (۲۰۱۵) نیز در کشت مخلوط سویا (*Glycine max* (L.) Merrill) و همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) گزارش کردند که اثر الگوی کاشت روی تعداد نیام در بوته سویا معنی‌دار نبود. در کشت مخلوط افزایشی ذرت و باقلا تعداد نیام در بوته باقلا در کشت خالص بیشتر از کشت مخلوط بود. با افزایش تراکم ذرت به طور معنی‌داری از تعداد نیام در بوته باقلا کاسته شد. کاهش تعداد نیام در بوته باقلا در تراکم‌های بالاتر ذرت به دلیل تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت کاهش تعداد نیام در بوته باقلا حاصل می‌شود (رضایی چپانه ۲۰۰۸).

تعداد دانه در بوته

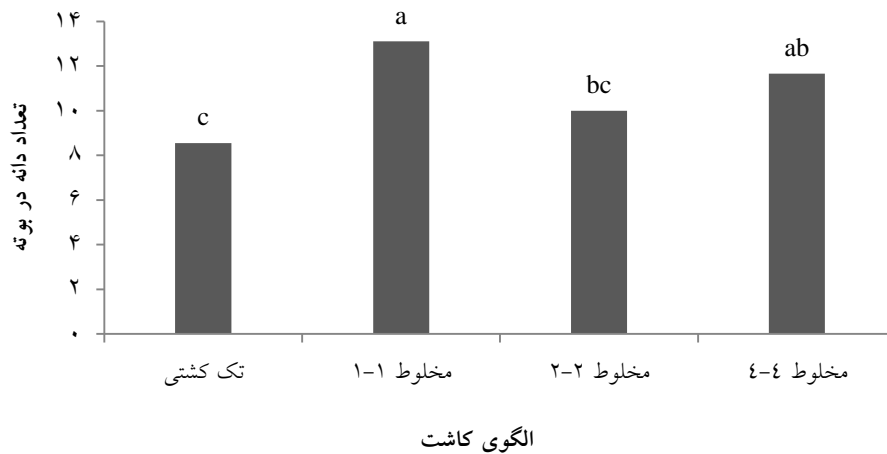
با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) مشاهده می‌شود که اثر الگوی کاشت در سطح احتمال ۵٪ و تیمار

کودی در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد دانه در بوته باقلا معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل الگوی کاشت × تیمار کودی روی تعداد دانه در بوته معنی‌دار نبود (جدول ۳). در مقایسه تیمار کودی بیشترین تعداد دانه در بوته مربوط به تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی بود که از لحاظ آماری با تیمار ۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کود زیستی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد و کمترین تعداد دانه در بوته مربوط به ورمی‌کمپوست بود (شکل ۵). بیشترین تعداد دانه در بوته از کشت مخلوط ۱:۱ حاصل شد و کمترین آن مربوط به تک کشتی باقلا بود (شکل ۶). رحیمی (۲۰۰۳) و صفری قلعه (۲۰۱۰) در کشت مخلوط ذرت و سویا گزارش کردند که تعداد دانه در بوته سویا در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص افزایش یافته است.



شکل ۵- تعداد دانه در بوته باقلا در تیمارهای کودی

میانگین‌های دارای حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.



شکل ۶- تعداد دانه در بوته باقلا در الگوهای مختلف کاشت

میانگین‌های دارای حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

وزن صد دانه

بر اساس نتیجه تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر الگوهای مختلف کاشت بر وزن صد دانه باقلا معنی‌دار نشد. اله دادی و همکاران (۲۰۱۵) در کشت مخلوط سویا و همیشه بهار گزارش کردند که اثر الگوی کشت مخلوط بر وزن هزار دانه سویا معنی‌دار نبود. همچنین اثر الگوی کشت مخلوط بر وزن هزار دانه آفتابگردان در کشت مخلوط آفتابگردان - سویا - ذرت معنی‌دار نبود (امینی و همکاران ۲۰۱۴). اثر تیمار کودی نیز بر وزن صد دانه

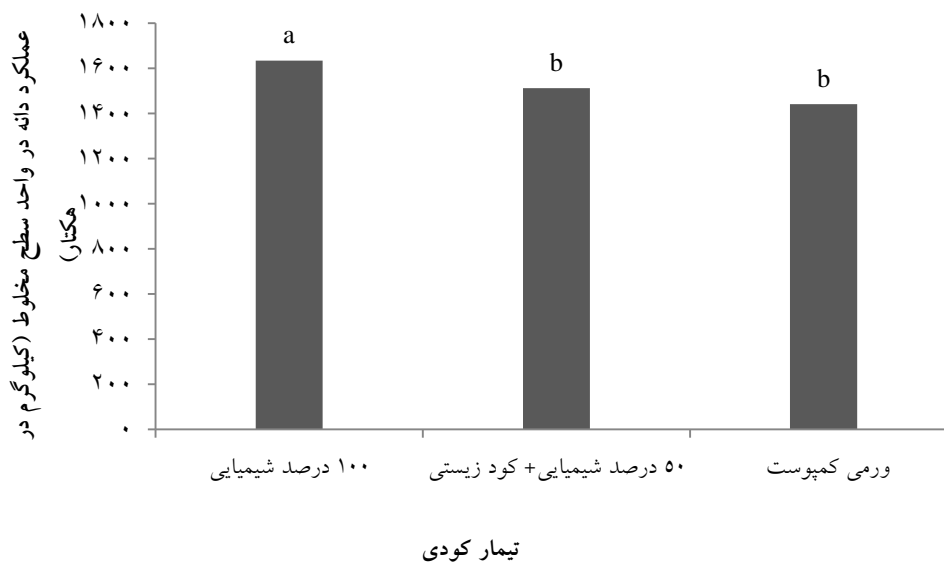
معنی‌دار نشد (جدول ۳). هاید و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که در کشت مخلوط ذرت و سویا وزن صد دانه سویا نسبت به کشت خالص به دلیل تشدید رقابت بین گونه‌ها کاهش می‌یابد. هانسن و شیبیلز (۱۹۸۳) معتقدند که تغییرات وزن صد دانه کمتر تحت تاثیر محیط قرار می‌گیرند و از طریق ژنتیکی کنترل می‌گردد. در کشت مخلوط زیره سبز و زعفران، با افزایش تعداد بوته در واحد سطح از میزان وزن هزار دانه زیره سبز کاسته شد (بنی طباء و نادری ۲۰۰۹). علت کاهش وزن دانه

کمترین آن مربوط به تیمار ورمی کمپوست بود (شکل ۷) که از لحاظ آماری بین تیمار ۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ زیستی و ورمی کمپوست اختلاف معنی دار مشاهده نشد (شکل ۷). در الگوهای مختلف کاشت نیز مشاهده شد که بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار تک کشتی باقلا و کمترین آن مربوط به کشت مخلوط ۴:۴ بود (شکل ۸) و بین کشت مخلوط ۱:۱ و ۲:۲ نیز از لحاظ آماری اختلاف معنی داری مشاهده نشد. کاربرد کود نیتروژنی می تواند با توسعه رشد رویشی، گسترش و دوام بیشتر سطح برگ و ساقه سبب افزایش عملکرد دانه شود (سجادی نیک و همکاران ۲۰۱۰).

لگومها در کشت مخلوط با ذرت، کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه ناشی از افزایش به کارگیری آنها در رشد رویشی برای افزایش ارتفاع و تولید برگ با هدف موفقیت در رقابت با گیاه مجاور گزارش گردیده است (باخیت و گلایلا ۲۰۰۲).

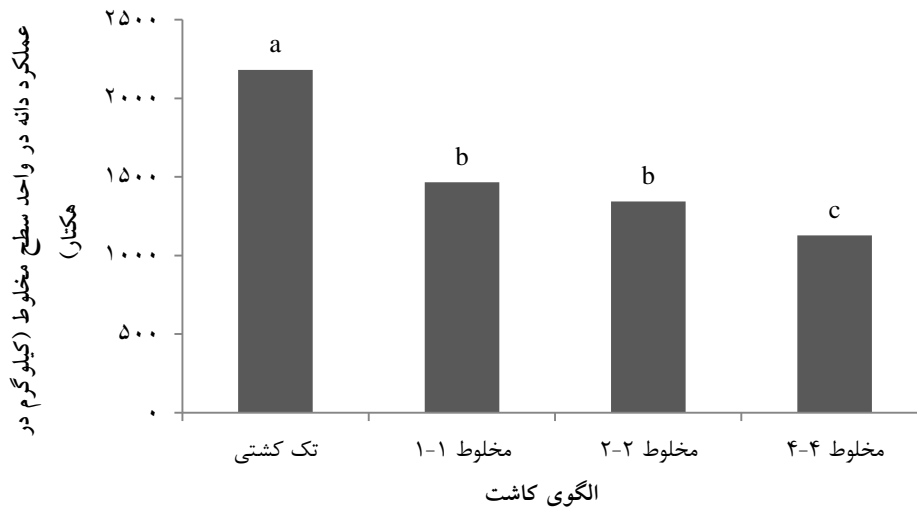
عملکرد دانه در واحد سطح

مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) عملکرد دانه در واحد سطح مخلوط باقلا در تیمار کودی و الگوی کاشت در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی حاصل شد و



شکل ۷- عملکرد دانه باقلا در تیمارهای کودی

میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.



شکل ۸- عملکرد دانه باقلا در الگوهای مختلف کاشت

میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط

نسبت برابری زمین (LER)

نسبت برابری زمین نشانگر سودمندی کشت مخلوط از نظر بهره‌برداری از زمین می‌باشد. در این تحقیق کلیه کشت‌های مخلوط مورد آزمایش زیره سبز و باقلا دارای LER بزرگتر از یک بودند (جدول ۴). این امر نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط این دو گونه نسبت به کشت خالص آن‌ها می‌باشد. الگوی کشت مخلوط ۱:۱ در سطوح کودی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و ورمی-کمپوست بیشترین میزان LER معادل ۱/۴۴ و ۱/۴۳ را به خود اختصاص داد (جدول ۴). کمترین LER به الگوی کشت ۴:۴ و با مصرف ورمی‌کمپوست و ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود زیستی به ترتیب معادل ۱/۰۶ و ۱/۰۷ حاصل شد. در کشت مخلوط سویا و همیشه بهار (اله‌دادی و همکاران ۲۰۱۳) الگوهای کشت ۱:۱ و ۴:۶ بیشترین LER را به خود اختصاص دادند. در کشت مخلوط نواری ذرت- سویا- همیشه بهار شامل آرایش فضایی به صورت ذرت- سویا- همیشه بهار- سویا و سویا- همیشه بهار- ذرت در دو سطح از عرض نوارهای کاشت به صورت ۲-۳-۳ و ۳-۶-۶ نسبت برابری زمین بزرگتر از یک گزارش شد. بیشترین این نسبت به آرایش فضایی و نسبت کاشت سویا- ذرت- سویا- همیشه

بهار- سویا- ذرت تعلق داشت (۱/۹۴) و همیشه بهار بیشترین جزء برابری زمین را دارا بود به عبارت دیگر عملکرد نسبی همیشه بهار در این ترکیب بیشتر از سایر گونه‌ها بود (دباغ محمدی نسب و همکاران ۲۰۰۶). در کشت مخلوط ردیفی و کشت مخلوط نواری (۱:۲)، آفتابگردان- سویا بالاترین مقادیر LER معادل ۱/۳۷ و ۱/۱۹ حاصل شد (سودی و المتوالی ۲۰۰۹). در کشت مخلوط زیره سبز و عدس ارزیابی نسبت برابری زمین نشان داد که بیشترین نسبت برابری زمین به کشت مخلوط ردیفی (۱/۸۶) و کمترین آن به کشت مخلوط نواری (۱/۲۶) مربوط بود (جهانی و همکاران ۲۰۰۸).

عملکرد نسبی کل (RYT)

در این آزمایش کشت مخلوط ۱:۱ در سطوح کودی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و کود آلی ورمی‌کمپوست بیشترین عملکرد نسبی کل (RYT) را به ترتیب معادل ۱/۴۴ و ۱/۴۳ داشت (جدول ۴). کمترین RYT به الگوی کشت مخلوط ۴:۴ با مصرف ورمی‌کمپوست و ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود زیستی به ترتیب معادل ۱/۰۶ و ۱/۰۷ مربوط بود (جدول ۴). در کشت مخلوط ردیفی ۱:۱ با عملکرد نسبی کل معادل ۱/۴۴، زیره سبز بیشترین عملکرد نسبی جزء را دارا بود. به عبارت دیگر

مجموع ارزش نسبی (RVT)

مجموع ارزش نسبی بیانگر نسبت کل درآمد ناخالص کشت مخلوط به بیشترین درآمد کشت خالص است. بر اساس نتایج بدست آمده کشت مخلوط ردیفی ۱:۱ در سطوح کودی ۱۰۰ درصد شیمیایی و ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود زیستی به ترتیب دارای ارزش نسبی ۱/۱۵ و ۱/۰۹ بودند (جدول ۴). کمترین مجموع ارزش نسبی (۰/۸۱) بدست آمده مربوط به کشت مخلوط نواری ۴:۴ و با مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بود. دباغ محمدی نسب و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند که در کشت مخلوط ذرت با ارقام مختلف لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) مخلوط ذرت با رقم گلی با کاربرد کود زیستی بیشترین مقدار RVT و LER را به خود اختصاص داد. در کشت مخلوط نواری ذرت-سویا-همیشه بهار نیز با در نظر گرفتن کشت خالص همیشه بهار در فرمول RVT، مقدار مجموع ارزش نسبی از ۰/۴۶ تا ۱/۰۰۷ گزارش شد (دباغ محمدی نسب و همکاران ۲۰۰۶). همچنین در کشت مخلوط عدس با گندم مجموع ارزش نسبی ۱/۸۴ گزارش شد (اکتر و همکاران ۲۰۰۴).

عملکرد نسبی زیره سبز در این ترکیب بیشتر از باقلا بود. در کشت مخلوط نواری ۴:۴ با عملکرد نسبی ۱/۰۶ نیز باقلا بیشترین سهم را در عملکرد نسبی به عهده داشت. نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که در کلیه تیمارهای کشت مخلوط به جز نسبت ۲:۲ در سطح کودی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی و نسبت ۴:۴ با مصرف ورمیکمپوست، سهم زیره سبز در عملکرد نسبی کل بیشتر از باقلا بود. در کشت مخلوط یولاف و عدس بیشترین عملکرد نسبی کل به کشت مخلوط ردیفی مربوط بود و عملکرد نسبی جزء برای عدس و یولاف به ترتیب ۰/۵۵ و ۰/۷۴ بدست آمد که نشان‌دهنده بالاتر بودن عملکرد نسبی یولاف نسبت به عدس بود (میرلادوسا و والتین رمان ۲۰۰۹). در کشت مخلوط جو و نخود، جو عملکرد نسبی بالاتری را نشان داد و گیاه غالب بود (نیلسون و همکاران ۲۰۰۱). امینی و همکاران (۲۰۱۳ b) نیز در ارزیابی الگوهای مختلف کشت مخلوط ذرت، آفتابگردان و سویا گزارش کردند که در بین الگوهای کشت مخلوط جایگزینی، بیشترین مقدار عملکرد نسبی کل (۱/۰۱) در الگوی کشت مخلوط سه گونه‌ای آفتابگردان-سویا-ذرت-سویا مشاهده شد

جدول ۴- شاخصهای ارزیابی کشت مخلوط باقلا و زیره سبز در الگوهای مختلف کاشت و سطوح کودی

الگوی کشت مخلوط	تیمار کودی	عملکرد نسبی باقلا (RYa)	عملکرد نسبی زیره سبز (RYb)	مجموع عملکرد نسبی (RYT)	نسبت برابری زمین (LER)	مجموع ارزش نسبی (RVT)
کشت مخلوط ۱:۱	۱۰۰٪ شیمیایی	۰/۶۷	۰/۷۷	۱/۴۴	۱/۴۴	۱/۱۵
	۵۰٪ شیمیایی + زیستی	۰/۶۵	۰/۷۵	۱/۴	۱/۴	۱/۰۹
	ورمی‌کمپوست	۰/۶۸	۰/۷۵	۱/۴۳	۱/۴۳	۱/۰۳
کشت مخلوط ۲:۲	۱۰۰٪ شیمیایی	۰/۶۲	۰/۵۳	۱/۱۵	۱/۱۵	۰/۹۵
	۵۰٪ شیمیایی + زیستی	۰/۵۶	۰/۵۹	۱/۱۵	۱/۱۵	۰/۹۱
	ورمی‌کمپوست	۰/۶۷	۰/۶۸	۱/۳۵	۱/۳۵	۱/۰۸
کشت مخلوط ۴:۴	۱۰۰٪ شیمیایی	۰/۵۱	۰/۶۱	۱/۱۲	۱/۱۲	۰/۸۱
	۵۰٪ شیمیایی + زیستی	۰/۵۱	۰/۵۶	۱/۰۷	۱/۰۷	۰/۸۳
	ورمی‌کمپوست	۰/۵۴	۰/۵۲	۱/۰۶	۱/۰۶	۰/۸۵

نتیجه گیری کلی

به طور کلی یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که سیستم کشت مخلوط باقلا و زیره سبز به دلیل افزایش تعداد برگ در بوته و اجزای عملکرد باقلا نسبت به کشت خالص باقلا و زیره سبز برتری داشت. ارزیابی شاخص‌های کشت مخلوط نشان داد که الگوی کشت مخلوط ردیفی ۱:۱ در همه سطوح کودی بیشترین شاخص نسبت برابری زمین و مجموع ارزش نسبی را داشت. در کشت مخلوط نواری ۲:۲ نیز سطح کودی ورمی کمپوست بیشترین شاخص نسبت برابری زمین و مجموع ارزش نسبی را به خود اختصاص داد.

با توجه با این نتایج در صورت استفاده از سیستم کشت مخلوط باقلا و زیره سبز می‌توان به جای استفاده از کود شیمیایی از کودهای زیستی یا ورمی کمپوست استفاده کرد، به طوری که در الگوی کشت مخلوط نواری ۲:۲، کود ورمی کمپوست عملکرد نسبی بیشتری نسبت به سطوح کود شیمیایی داشت. در صورت استفاده از کشت مخلوط و کودهای زیستی به جای کودهای شیمیایی، علاوه بر کاهش هزینه تولید، مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف بیرویه کودهای شیمیایی نیز کاهش خواهد یافت که منطبق با اهداف کشاورزی پایدار و ارگانیک می‌باشد.

منابع مورد استفاده

- Akter N, Alim MA, Islam MM, Naher Z, Rahman M and Iqbal Hossain AS, 2004. Evaluation of mixed and intercropping of lentil and wheat. *Journal of Agronomy*, 3(1): 48-51.
- Allahdadi M, Dabbagh Mohammadi Nasab A, Shakiba MR and Amini R, 2015. Evaluation of competition, yield quantity and quality of soybean (*Glycine max* L. Merrill.) and calendula (*Calendula officinalis* L.) in intercropping systems. *Journal of Agroecology*, 7(1): 38-51. (In Persian).
- Allahdadi M, Shakiba MR, Dabbagh Mohammadi Nasab A and Amini R, 2013. Evaluation of yield and advantages of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) and calendula (*Calendula officinalis* L.) intercropping systems. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 23(3): 47-58. (In Persian).
- Amini R, Shamayeli M and Dabbagh Mohammadi Nasab A, 2014. Yield and relative advantage of sunflower (*Helianthus annuus* L.) intercropping under different patterns with soybean (*Glycine max* L. Merrill) and corn (*Zea mays* L.) in Tabriz condition. *Journal of Agroecology*, 6(3): 529-541. (In Persian).
- Amini R, Shamayeli M, Dabbagh Mohammadi Nasab A, 2013a. Assessment of yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) under two and three strip intercropping systems. *International Journal of Biosciences*, 3: 65-690.
- Amini R, Shamayeli M, Dabbagh Mohammadi Nasab A, Ghanepour S and Alavi-Kia S, 2013b. Relative yield total of two- and three-species intercropping of soybean, maize and sunflower. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5(11): 1260-1264.
- Bakheit BR and Glala AY, 2002. Intercropping fababeans with some legumes crops for control *Orobanch crenata*. *Acta Agronomy Hungar*, 50(1): 1-60.
- Banik P, Midya A, Sarkar BK and Ghose SS, 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive experiment: Advantages and weed smothering. *European Journal of Agronomy*, 24: 325-332.
- Banitaba A, and Naderi MR, 2009. Effect of cumin planting on establishment of saffron in first year in intercropping of cumin and saffron. The proceeding of the 5th conference of students of Agricultural and natural resources of Iran, Gilan, Iran.
- Cakmak R, Donmez MF and Erdogan U, 2007. The effect of plant growth promoting rhizobacteria on barley seedling growth, nutrient uptake, some soil properties, and bacterial counts. *Turkish Journal of Agriculture*, 31: 139-199.

- Dabbagh Mohammadi Nasab A, Shakiba MR, Javanshir A, Zehtab-Salmasi S, and Sirousmehr AR. 2006. Evaluating the entrepreneurship aspects of maize, soybean, calendula and vetch intercropping. Final report of entrepreneurship-research project. Entrepreneurship center of University of Tabriz, Tabriz, Iran. (In Persian).
- Dabbagh Mohammadi Nassab A, Amini R, Tamari E, 2015. Evaluation of maize (*Zea mays* L.) and three cultivars of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercropping with application of biofertilizers and chemical fertilizers. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 25(1): 99-113. (In Persian).
- El-ziény OAH, 2007. Effect of bio-fertilizers and root exudate of two weeds as a source of natural growth regulators on growth and productivity bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) Research Journal of Agriculture and Biological Science, 3: 440-446.
- Hansen WR and Shibles RM, 1978. Seasonal lag of flowering and podding activity of yield-grown soybean. Agronomy Journal, 70:47-50.
- Hayder G, Muntaz SS, Khan A and Khan Sh, 2003. Maize and soybean intercropping under various levels of soybean seed rates. Asian Journal of Plant Science, 2: 339-347.
- Jahani M, Koochaki A, Nassiri Mahalati M, 2008. Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum*) and lentil (*Lens culinaris*). Iranian Journal of Field Crop Science, 6 (1): 67-87. (In Persian).
- Khajepour MR, 2009. Industrial crops, JDE Press, Esfahan, Iran. (In Persian).
- Malik MA, Farrukh-Saleem M, Cheema MA and Ahmad S, 2003. Influence of different nitrogen levels on productivity of sesame (*Sesamum indicum* L.) under varying planting patterns. International Journal of Agriculture and Biology, 4: 490-492.
- Manaffee WF and Kloepper JW, 1994. Applications of plant growth agriculture. In: Soil biota management in sustainable farming. Pankburst CE, Doube BM, Gupta VVSR and Grace PR, eds pp:23-31. CSLRO, pub. East Melbourne: Australia.
- Mazaheri D, Pasari B and Peighambari A. 2002. Evaluation of intercropping of specified soybean cultivars. Pajouhesh Va Sazandgi, 54(1): 49-54. (In Persian).
- Mirela Dusa E and Valentin Roman G, 2009. Researches regarding the productivity of oat-lentil intercropping in the organic agriculture system. Research Journal of Agricultural Science, 41(1): 22-27.
- Naghizade M, Ramroodi M, Galavi M, Siahsar B, Heydari M and Maghsoodi AA, 2012. The effects of various phosphorus fertilizers on yield and yield components of maize and grass pea intercropping. Iranian Journal of Field Crop Science, 43 (2): 203-205. (In Persian).
- Nazeri P, Kashani A, Khavazi K, Ardakani M, and Mirakhori M, 2012. Effect of use microbial zinc granulated phosphorous bio-fertilizer on growth indices of bean. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 8(3): 111-126. (In Persian).
- Nezami A and Bagheri, 2005. Responsiveness of cold tolerant chickpea characteristics in fall and spring planting: I- phenology and morphology. Iranian Journal of Field Crops Research, 3(1): 143-155. (In Persian).
- Nielsen P, Hauggaard H, Ambus E and Jensen S, 2001. Interspecific competition, N used and interference with weeds in pea-barley intercropping. Field Crops Research, 70(2): 101-109.
- Rahimi M, 2003. Evaluation of yield in intercropping of maize and soybean in Rafsanjan rejoin. Msc. Thesis, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University of Arsanjan, Iran. (In Persian).
- Rezai-Chiyaneh, A, 2008. Ecophysilogic evaluation of maize and faba bean intercropping. Msc. Thesis, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. (In Persian).

- Rezvani-Moghadam P, and Moradi R, 2012. Assessment of planting date, biological fertilizer and intercropping on yield and essential oil of cumin and fenugreek. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 43(2): 217-230. (In Persian).
- Safari-Ghalee S, 2010. Evaluation of yield and advantage of maize and soybean intercropping. Msc. Thesis, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
- Sajadi Nik R, Yadavi E, Baloochi H, 2010. Effect of nitrogen and Nitroxin biological fertilizer on sesame yield. The proceeding of the 11th National Iranian Crop Science Congress, Tehran, Iran. Pages 1366-1369. (In Persian).
- Saudy HI and El-Metwally MI, 2009. Weed management under different patterns of sunflower-soybean intercropping. *Journal of Central European Agriculture*, 10: 41-52.
- Seifi M, 2006. Evaluating the efficiency of Mycorrhiza and Azotobacter under different levels of nitrogen on yield and yield components of forage maize KSC704 in Central province. The proceeding of the 9th National Iranian Crop Science Congress, Tehran, Iran. (In Persian).
- Sullivan P, 2003. Applying the principle of sustainable farming. ATTRA National Sustainable Agriculture Information Service.
- Vessey JK, 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255: 571-586.
- Wu SC, Caob ZH, Lib ZG, Cheunga KC and Wonga MH, 2005. Effects of bio-fertilizer containing N-fixers, P and K solubilize and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*, 125: 155-166.