Archive of SID.ir

نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۴ شماره ۱ / بهار ۱۴۰۳/ صفحات ۹۴-۷۹

The effect of Bio–Fertilizer on Growth Traits and Yield of Moldavian balm (*Dracocephalam moldavica* L.) in Intercropping with Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.)

Zahra Amiriyan Chelan[1*], Amini Rouhollah[2], Adel Dabbagh Mohammadi-Nassab[2]

Received: 31 December 2022 Accepted: 12 April 2023
1-PhD Student Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
2-Prof., Dept. of Plant Ecophysiology/Faculty of Agriculture University of Tabriz
*Corresponding Author Email: z73amiriyan@gmail.com

Abstract

Background & Objective: The aim of the study was investigating the effects of different intercropping patterns with fenugreek and bio–fertilizers on growth characteristics and yield of Moldavian-balm and evaluating the advantage of intercropping patterns by determining the land equivalent ratio (LER) index.

Materials & Methods: A factorial experiment was conducted based on randomized complete block design with 15 treatments and three replications in Maragheh city in 2019. The first factor was cropping-pattern consisted of sole Moldavian-balm and intercropping of Moldavian-balm with fenugreek in replacement patterns (Mb:F) and additive intercropping. The second factor was fertilizer treatment included the use of chemical-fertilizers (CF), Myco-Root bio-fertilizer (M) and the combination of Myco-Root and Biofarm bio-fertilizer (M+B).

Results: The results showed that the effects of cropping-patterns and fertilizer treatments and the interaction of these factors were significant on most of the tested traits the highest leaf chlorophyll–index (39.06) was observed in sole Moldavian-balm + CF and the greatest plant height (101.7cm) was also observed in (1:1) + CF, which was not significantly different with M+B. The highest dry herbage yield was obtained in sole Moldavian-balm and M+B (8213kg/ha) and CF (8130kg/ha). At all intercropping patterns the LER values were higher than 1 and the greatest one was obtained in 100: 50.

Conclusion: According to the results of yield and LER, it can be concluded that the intercropping of Moldavian-balm and fenugreek, also the combined use of bio-fertilizers of Myco-Root and Biofarm, is a suitable alternative to sole-cropping and reduce the use of chemical-fertilizers in sustainable production of Moldavian-balm.

Keywords: Biofarm, Bio-Fertilizer, Intercropping, Land Equivalent Ratio, Myco-Root

DOI: 10.22034/SAPS.2023.54633.2963

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

اثر کود زیستی بر صفات رشدی و عملکرد بادرشبو (*Dracocephalam moldavica* L.) در کشت مخلوط با شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)

زهرا امیریان چلان*[۱]، روح‌اله امینی[۲]، عادل دباغ محمدی نسب[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱/۲۳
۱-دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲-استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
* مسئول مکاتبه: Email: z73amiriyan@gmail.com

چکیده

اهداف: بررسی اثرات الگوهای مختلف کشت مخلوط با شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) و کاربرد کودهای زیستی بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد بادرشبو (*Dracocephalam moldavica* L.) و نیز ارزیابی سودمندی کشت مخلوط با تعیین شاخص LER از اهداف این آزمایش می‌باشند.

مواد و روش‌ها: آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۱۵ تیمار و ۳ تکرار در شهرستان مراغه در سال ۱۳۹۹ اجرا گردید. عامل اول الگوی کشت شامل کشت‌خالص بادرشبو و کشت مخلوط با شنبلیله در الگوهای جایگزینی (Mb:F) و افزایشی بود. عامل دوم تیمار کودی شامل کاربرد کود شیمیایی (CF)، کود زیستی مایکوروت (M) و تلفیق دو کود زیستی مایکوروت و بایوفارم (M+B) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که اثرات الگوهای کشت و تیمارهای کودی و اثر متقابل آن‌ها بر اغلب صفات مورد آزمایش معنی‌دار بودند. بیشترین شاخص کلروفیل برگ (۳۹/۰۶) در کشت‌خالص بادرشبو همراه با کاربرد کود CF و بالاترین ارتفاع بوته (۱۰۱/۷cm) نیز در الگوی (۱:۱) و تیمار CF مشاهده شد که با تیمار تلفیقی M+B اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین عملکرد پیکره رویشی نیز در کشت خالص و تیمارهای M+B (۸۲۱۳kg/ha) و CF (۸۱۳۰kg/ha) حاصل شد. در همه‌ی الگوهای کشت مخلوط، نسبت برابری زمین بیشتر از ۱ بود و بیشترین مقدار آن (۱/۵۷۹) در کشت مخلوط افزایشی (۵۰:۱۰۰) مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج عملکرد و نسبت برابری زمین می‌توان استنباط کرد که کشت مخلوط بادرشبو و شنبلیله و نیز کاربرد تلفیقی کودهای بایوفارم و مایکوروت جایگزین مناسبی برای کشت‌خالص و کاهش کاربرد کود شیمیایی در تولید پایدار گیاه بادرشبو می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بایوفارم، کشت مخلوط، کود زیستی، نسبت برابری زمین، مایکوروت

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مقدمه

سیستم کشت پرنهاده که با کاهش تنوع زیستی، زوال منابع و مصرف بیشتر انرژی فسیلی همراه است، مشکلات زیست محیطی زیادی به‌همراه داشت که سبب طرح موضوع کشاورزی پایدار و ارگانیک گردید (استولتز و همکاران ۲۰۱۳). کشاورزی پایدار تلفیقی از دانش مدیریت زراعی است که می‌تواند در بلندمدت از نظر بیولوژیکی، زیست‌محیطی و اقتصادی ارزش افزوده مطلوبی به‌همراه داشته باشد. یکی از راهکارهای حرکت به سمت کشاورزی پایدار، به کارگیری مخلوطی از گیاهان گونه‌های مختلف، ارقام و یا ایزولاین‌های مختلف در زراعت می‌باشد (محلاتی و همکاران ۲۰۱۵). کشت مخلوط به کاشت همزمان دو و یا چند گیاه در یک مزرعه با هدف افزایش عملکرد در بعد زمان و مکان اطلاق می‌شود (استریچلند و همکاران ۲۰۱۵). اجزای تشکیل دهنده کشت مخلوط باید به گونه‌ای انتخاب شوند که در نحوه استفاده از منابع محیطی متفاوت باشند تا از منابع به طور مؤثرتری استفاده کنند (دباغ محمدی‌نسب و همکاران ۲۰۱۱)، که این الگو در نهایت موجب افزایش محصول در واحد سطح و برتری نسبت به الگوی کشت خالص می‌گردد (وفادار-ینگجه و همکاران ۲۰۱۸). با محاسبه شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط، امکان تصمیم‌گیری درست و دقیق برای انتخاب تیمار مناسب فراهم شده و چگونگی رقابت بین گیاهان، تفسیر اطلاعات و نتایج ممکن می‌شود (لیتورجیدیس و همکاران ۲۰۱۱).

رویکرد دیگری که در راستا کشاورزی پایدار می‌تواند مفید واقع شود کاربرد کودهای زیستی در سیستم کشت مخلوط می‌باشد. در کشاورزی پایدار از کودهای آلی و زیستی برای حذف یا کاهش مصرف کودهای شیمیایی، بهبود سلامت خاک، حمایت از فعالیت میکروبی خاک، بهبود بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه و بهبود عملکرد و کیفیت محصول استفاده می‌شود (رضایی-چیانه و همکاران ۲۰۲۱ الف). بنابراین استفاده از کودهای بیولوژیکی که شامل مجموعه مکملی از جوامع میکروبی همراه و همزیست می‌باشند با بهبود رشد گیاه از یک سو و کاهش هزینه‌های تولید از سوی دیگر از آلایندگی محیط می‌کاهند (بارئا و همکاران ۲۰۰۵). بطور کلی، انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب در کشت مخلوط به‌همراه موجودات خاکزی همزیست به‌دلیل ایجاد حالت مکملی باعث استفاده بهتر از منابع شده (مرزبان و همکاران ۲۰۱۴) و می‌تواند گامی مؤثر به‌سوی پایداری تولید در زمین‌های زراعی باشد. از طرفی، کشت مخلوط حبوبات تثبیت کننده نیتروژن با گیاهان دارویی و معطر یک استراتژی موثر برای بهبود بهره وری محصول است (رضایی-چیانه و همکاران ۲۰۲۱ ب). نقش لگوم‌ها نیز به عنوان منبع مهمی در جیره غذایی انسان، تغذیه دام و افزایش حاصلخیزی خاک از طریق ثبیت N_2 شناخته شده است (باتی و همکاران ۲۰۰۶). همچنین در تعدادی از مطالعات تاثیر مثبت کشت مخلوط و کاربرد کود زیستی بر بهبود عملکرد و ترکیب اسانس گیاهان دارویی بیان شده است، که از آن جمله می‌توان به کشت مخلوط باقلا-بادرشبو و استفاده از کود زیستی و ورمی کمپوست (وفادار-ینگجه و همکاران ۲۰۱۹) و کشت مخلوط بادرشبو- ماش همراه با کاربرد کود زیستی و کود شیمیایی (فریدوند و همکاران ۲۰۲۲) اشاره داشت.

تمایل به تولید گیاهان دارویی معطر و نیز تقاضا برای محصولات طبیعی در جهان رو به افزایش است (کاروبا و همکاران ۲۰۰۱) در کشور ما نیز استفاده از گیاهان دارویی با توجه به ظرفیت‌های اقلیمی خاص ایران، یکی از راه‌های دستیابی به توسعه پایدار خواهد بود (زرفشان ۲۰۰۸). گیاهان دارویی و ترکیب‌های طبیعی آن‌ها در صنایع مختلف دارویی، آرایشی، بهداشتی و غذایی کاربرد وسیعی دارند (دستمالچی و همکاران ۲۰۰۷). بادرشبو (*Dracocephalam moldavica* L.) نیز به‌عنوان یک گیاه دارویی علفی و یکساله از خانواده Lamiaceae، بومی آسیای مرکزی و اهلی شده در مرکز و شرق اروپا، در صنایع اشاره شده مورد استفاده قرار می‌گیرد (دستمالچی و همکاران ۲۰۰۷).

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

تمامی اندام این گیاه حاوی اسانس است و مقدار آن در قسمت‌های مختلف متفاوت می‌باشد، درصد اسانس بادرشبو متغیر بوده و به بخش‌های مختلف گیاه و فاکتورهای اکولوژیکی بستگی دارد (حسین و همکاران ۲۰۰۶). شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) یکی از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی شناخته شده در جهان است که به تیره Fabaceae تعلق دارد (ایرانخواه و همکاران، ۲۰۲۱). کشت شنبلیله بیشتر در مناطق سرد با بارندگی متوسط یا کم انجام می‌شود (ریاسات و همکاران ۲۰۱۷). استفاده از شنبلیله در کشت مخلوط علاوه بر استفاده بهینه از زمین، موجب تثبیت بیولوژیکی نیتروژن شده و با بهبود حاصلخیزی خاک و کاهش مصرف کود نیتروژنه از آلودگی محیط زیست نیز جلوگیری می‌کند (الیجاه و آکوندا ۲۰۰۱). این گیاه در طب سنتی ایران و ملل مختلف سابقه مصرف دیرینه داشته و خواص درمانی فراوانی از آن گزارش شده است (ماندگاری ۲۰۱۲).

به دلیل اهمیت تولید پایدار گیاهان دارویی، استفاده از کودهای زیستی و کشت مخلوط با سایر گیاهان، ضروری به نظر می‌رسد. لذا پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط و تیمارهای کود زیستی بر صفات رشدی و عملکرد پیکره رویشی بادرشبو و تعیین بهترین الگوی کشت مخلوط با استفاده از شاخص نسبت برابری زمین، اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تاثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط و تیمارهای مختلف کودی بر برخی صفات رشدی و عملکرد بادرشبو، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۹ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان مراغه در جنوب استان آذربایجان شرقی به مرحله اجرا درآمد. نتایج خواص فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متر در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل اجرای آزمایش

گروه بافت	EC $dS.m^{-1}$	pH	OM %	P $mg.kg^{-1}$	K $mg.kg^{-1}$	نیتروژن کل ٪
لوم شنی	۱/۷۶	۷/۲۸	۱	۱۶/۵	۶۲۰	۰/۰۳۳

در این پژوهش عامل اول شامل الگوهای مختلف کشت مانند کاشت خالص بادرشبو (Mb)، کشت خالص شنبلیله (F) و نسبت‌های کشت مخلوط شامل نسبت‌های جایگزینی (۱:۱) Mb:F (۱ ردیف بادرشبو+ ۱ ردیف شنبلیله)، (۲:۲) Mb:F (۲ ردیف بادرشبو+ ۲ ردیف شنبلیله)، (۴:۲) Mb:F (۴ ردیف بادرشبو+ ۲ ردیف شنبلیله) و نسبت افزایشی (۱۰۰:۵۰) Mb:F (۱۰۰٪ تراکم مطلوب بادرشبو + ۵۰٪ شنبلیله اضافه شده بین ردیف-های کشت بادرشبو، به صورت کشت مخلوط افزایشی) بود؛ همچنین عامل دوم شامل تیمارهای کودی مانند کاربرد ۱۰۰٪ کود شیمیایی، کاربرد کود زیستی مایکوروت (حاوی قارچ میکوریزا آربوسکولار) و کاربرد توام دو کود زیستی مایکوروت و بایوفارم (حاوی باکتری تثبیت کننده نیتروژن) بود. تیمار کود شیمیایی (CF) شامل استفاده از اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار و ۸۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل بود. کود اوره و سوپر فسفات تریپل همزمان با کاشت محصولات استفاده شدند. همچنین طبق دستورالعمل شرکت سازنده، کودهای زیستی مایکوروت (M) و بایوفارم (B) به روش تلقیح با بذر قبل از کاشت استفاده شدند.

کود زیستی مایکوروت ارائه شده توسط شرکت زیست فناور پیشتاز واریان کرج، ایران می‌باشد، که بصورت پودری بوده و حاوی قارچ‌های میکوریزا آرباسکولار سویه‌های *Glomus mosseae*، *Glomus intraradices* و *Glomus etunicatum* با شمارش 10^{7} تا

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

$۱۰^۸$ (CFU/gr) میباشد. کود بایوفارم نیز توسط شرکت فن‌آوری زیستی طبیعت‌گرا (بایوران) کرج ایران بصورت مایع ارائه شده و شامل باکتری‌های *Azospirillum*، *Azotobacter* و گونه‌های مختلف جنس *Pseudomonas* با جمعیت ۲×۱۰^۷ (CFU/gr) میباشد.

تراکم کاشت برای بادرشبو و شنبلیله به ترتیب ۳۲ و ۵۰ بوته در متر مربع بود. کرت‌های آزمایشی از نظر تعداد ردیف برای الگوهای کشت مخلوط با طول ۳ متر و فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر متفاوت بودند. هر دو گیاه بادرشبو و شنبلیله در ۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۹ کاشته شدند و بلافاصله پس از کاشت، آبیاری جویچه‌ای (فارو) انجام شد و آبیاری‌های بعدی نیز در فواصل یک هفته-ای انجام شد، همچنین علف‌های هرز در طول دوره رشد با وجین دستی کنترل شدند.

در مرحله ۵۰ درصد گلدهی (مصادف با ۱۴ مرداد ۱۳۹۹) تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به صورت تصادفی و پس از حذف اثرات حاشیه‌ای (ردیف‌های کناری و نیم متر از طرفین ردیف‌های وسط) انتخاب شدند و به منظور بررسی و اندازه‌گیری صفاتی همچون ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ و طول گل‌آذین اصلی کف بر شدند. همچنین برای تعیین عملکرد پیکره رویشی بادرشبو، نمونه‌های برداشت شده از واحد یک متر مربع، به مدت ۷ روز در دمای اتاق و در سایه خشک شدند و عملکرد گیاه پس از خشک شدن به صورت کیلوگرم در هکتار اندازه‌گیری شد. برای اندازه-گیری شاخص کلروفیل برگ نیز از دستگاه SPAD-502 (Konica Minolta) در مرحله گلدهی استفاده شد، بطوریکه از هر کرت ۵ بوته بطور تصادفی انتخاب و شاخص کلروفیل در سه برگ بالغ و سالم واقع در قسمت فوقانی، میانی و تحتانی همان بوته ثبت شد و از میانگین اعداد ثبت شده در تجزیه واریانس داده ها استفاده شد.

در نهایت مزیت الگوهای کشت مخلوط توسط معادله نسبت برابری زمین (LER) به صورت زیر ارزیابی شد:

$$LER_T = LER_{Mb} + LER_F = (Y_{MbI}/Y_{Mb}) + (Y_{FI}/Y_F)$$

که در آن LER_{Mb} و LER_F به ترتیب LERهای جزئی برای بادرشبو و شنبلیله و Y_{MbI} و Y_{Mb} به ترتیب عملکرد پیکره رویشی بادرشبو در کشت مخلوط و کشت خالص و Y_{FI} و Y_F به ترتیب عملکرد دانه شنبلیله در الگوهای کشت مخلوط و کشت خالص می‌باشند (هاگارد-نیلسن و همکاران ۲۰۰۸).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای SPSS و MSTATC انجام گرفت، برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد و ترسیم کلیه نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص کلروفیل برگ (SPAD)

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) مشخص شد که اثر الگوهای کشت بر شاخص کلروفیل برگ بادرشبو معنی‌دار نبود ولی اثر تیمارهای کودی و نیز اثرات متقابل الگوهای کشت × تیمارهای کودی بر این صفت معنی دار بودند ($p \leq 1\%$). تیمارهای کودی CF و M+B بطور معنی‌داری دارای شاخص کلروفیل بالاتر نسبت به تیمار M بودند (جدول ۳)؛ همچنین بر اساس شکل یک در الگوهای کشت مخلوط (۱:۱) و (۵۰:۱۰۰) تیمار M+B و در الگوهای (۲:۲) و (۲:۴) تیمار CF دارای شاخص کلروفیل بالاتری بودند.

با توجه به اینکه در تحقیق حاضر از تلفیق کودهای زیستی حاوی باکتری و قارچ میکوریزا استفاده شده بود، دسترسی بهتر و بیشتر گیاهان به عناصر غذایی ازجمله پتاسیم و نیتروژن، سبب بهبود رشد، افزایش فتوسنتز و تولیدات مواد فتوسنتزی گشته و میتواند از این طریق موجب افزایش کلروفیل نیز گردد. همچنین اثر کودهای بیولوژیک بر افزایش محتوای کلروفیل برگ، اساساً از طریق بهبود جذب نیتروژن و افزایش نیتروژن برگ صورت می‌پذیرد که از یکسو باعث فراهمی پیش سازهای کلروفیل شده و از سوی دیگر باعث افزایش پروتئین و اسیدهای آمینه به‌عنوان پیش سازهای اصلی ساختمان و فعالیت کلروپلاست خواهد شد (عرشیا و

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

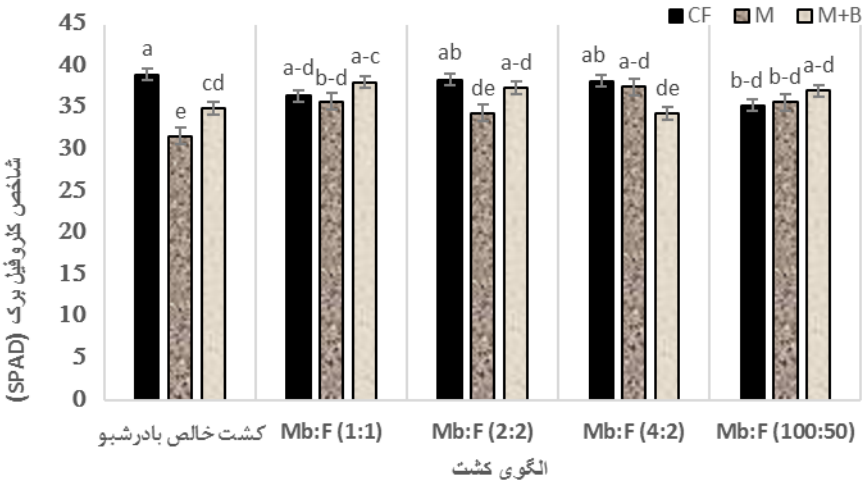
همکاران ۱۹۹۹). لارمینی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که بیشترین میزان کلروفیل a و b در گیاه ریحان تحت تاثیر تیمار تلفیقی کود شیمیایی نیتروژنه + کود زیستی به دست آمد. اکبری و همکاران (۲۰۰۹) نیز با مقایسه کودهای بیولوژیکی و شیمیایی بر شاخص کلروفیل برگ آفتابگردان به این نتیجه رسیدند که تیمار کودهای شیمیایی بیشتر از سایر تیمارها موجب افزایش میزان کلروفیل برگ می‌شود.

قوش و همکاران (۲۰۰۶) در ارزیابی کشت مخلوط سویا و سورگوم اظهار داشتند که میزان کلروفیل برگ سورگوم در تمام تیمارهای کشت مخلوط نسبت به تک کشتی آن بیشتر بود و علت این امر را به سایه اندازی گیاهان روی همدیگر و نیتروژن تثبیت شده توسط لگوم در کشت مخلوط نسبت دادند. در پژوهش حاضر نیز به دلیل افزایش سایه اندازی و احتمالا تثبیت نیتروژن توسط شنبلیله و از طرفی دیگر به دلیل استفاده بهینه و بالاتر بادرشبو از نیتروژن موجود در خاک، میزان کلروفیل برگ افزایش یافته است.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی بادرشبو تحت تأثیر الگوی کشت و تیمارهای کودی

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص کلروفیل برگ	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی هر بوته	تعداد برگ در بوته	طول گل آذین اصلی	عملکرد اندام هوایی در زمان گلدهی
بلوک	۲	۴/۳۳۶ n.s	۲/۹۸۷ n.s	۲/۴۳۱n.s	۱۴۵۵/۰۷۸ n.s	۶/۴۲۲ n.s	۱۹۵/۰۶۳ n.s
الگوی کشت	۴	۴/۲۷۶ n.s	۲۹۳/۹۰۶ **	۱۰/۰۹۲ **	۵۲۸۶/۵۹۸ *	۲۱/۲۷۲ **	۱۷۹۱۰۱۹۵/۴۰۳ **
کود	۲	۲۳/۱۸۲ **	۵۰/۶۳۹ *	۱۸/۷۸۶ **	۱۶۵۳۱۹/۳۱۶ **	۴۶/۸۵۱ **	۷۴۰۷۶۳۹/۶۱۱ **
الگوی کشت × کود	۸	۱۲/۷۴۴ **	۳۶/۷۷۱ **	۲/۲۱۷ n.s	۵۹۶۲۲/۷۵۲ **	۱۹/۴۱۶ **	۵۱۴۴۰۹/۶۰۶ *
اشتباه آزمایش	۲۸	۲/۷۳۵	۹/۷۰	۱/۳۹۳	۱۵۷۳۶/۶۶۵	۴/۹۸۹	۲۳۰۱۸۹/۳۴۳
ضریب تغییرات (٪)		۴/۵۵	۳/۲۵	۷/۳۴	۶/۸۳	۸/۲۲	۸/۷۷

n.s، *، ** به ترتیب اختلاف غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می باشد.



شکل ۱- ترکیبات تیماری الگوی کشت در تیمار کودی برای شاخص کلروفیل برگ بادرشبو

(CF: کود شیمیایی، M: کود زیستی مایکوروت و M+B: ترکیب دو کود زیستی مایکوروت و بایوفارم)

(حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنیدار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است)

Archive of SID.ir

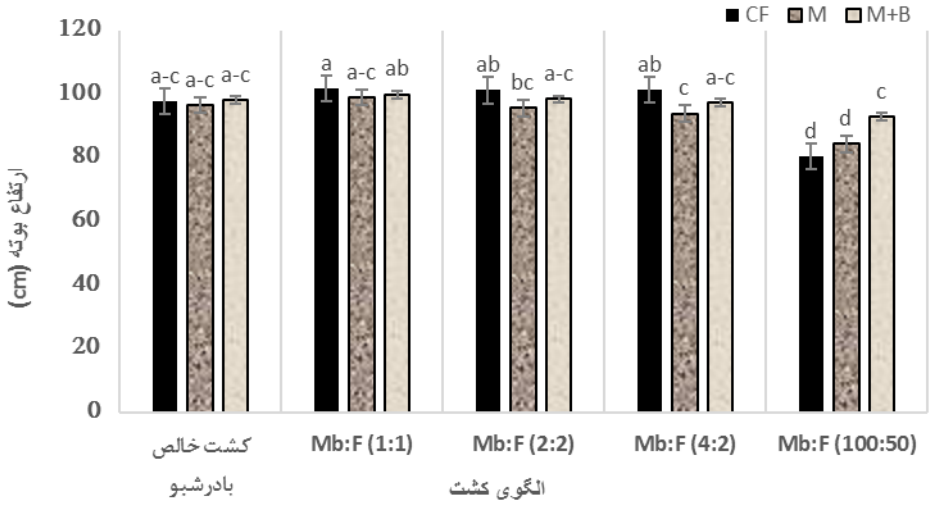
Archive of SID.ir

ارتفاع بوته

تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر الگوهای کشت و تیمارهای کودی و همچنین اثر متقابل این دو عامل بر ارتفاع بوته بادرشبو معنی‌دار بود. طبق شکل ۲ مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان می‌دهد که در تمام الگوهای کشت (به جز ۱۰۰:۵۰) بوته‌های تیمار CF دارای ارتفاع بالاتری بودند، ولی در الگوی کشت مخلوط (۱۰۰:۵۰) تیمارهای M+B و M ارتفاع بوته بالاتری نسبت به تیمار CF داشتند.

بیشترین ارتفاع بوته بادرشبو در الگوی کشت مخلوط (۱:۱) بوده که احتمالا به دلیل رقابت برون‌گونه‌ای بیشتر با شنبلیله و برای دسترسی به نور اتفاق افتاده است. افزایش ارتفاع می‌تواند از نظر رقابت با سایر گیاهان در یک جامعه گیاهی مزیت محسوب شود. این خصوصیت کارآمدترین برگ‌ها را در بهترین موقعیت از نظر فرایند فتوسنتز قرار می‌دهد، در کشت مخلوط ارتفاع بوته روی رقابت نوری مؤثر است (استریچلند و همکاران ۲۰۱۵).

طبق گفته یانگ و همکاران (۲۰۱۴) در شرایط سایه با کاهش نسبت نور قرمز به قرمز دور (FR/R) و کاهش میزان تشعشعات فعال فتوسنتزی (PAR) افزایش ارتفاع گیاهان قابل انتظار است. افزایش ارتفاع بوته دو گیاه در شرایط کشت مخلوط را می‌توان به رقابت برای جذب نور بیشتر و عدم نفوذ در پوشش گیاهی و عدم تجزیه هورمون اکسین در این شرایط نسبت داد (دن هلندر و همکاران ۲۰۰۷). همچنین می‌توان افزایش ارتفاع بوته گیاهان در کشت مخلوط همراه با لگومها را به فراهمی زیاد نیتروژن مرتبط دانست (گرن و همکاران ۲۰۰۸). با توجه به اینکه ارتفاع بوته بادرشبو در الگوی کشت مخلوط افزایشی (۱۰۰:۵۰) نسبت به کشت خالص کاهش یافت، می‌توان علت این کاهش ارتفاع را رقابت بین بوته‌ها بر سر آب، مواد غذایی و فضای زیستی دانست که سبب کاهش جذب نور و کاهش رشد و فتوسنتز بادرشبو شده و به دنبال آن ارتفاع آن را در کشت مخلوط کاهش داده است.



شکل ۱- ترکیبات تیماری الگوی کشت در تیمار کودی برای ارتفاع بوته بادرشبو

(CF: کود شیمیایی، M: کود زیستی مایکوروت و M+B: ترکیب دو کود زیستی مایکوروت و بایوفارم)

(حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنیدار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است)

تعداد شاخه فرعی در بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مشخص شد که اثر الگوهای مختلف کشت و نیز تیمارهای کودی بر تعداد شاخه جانبی بادرشبو در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود ولی اثر متقابل آنها تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۲). طبق جدول ۳ مشخص است

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

در الگوهای کشت مخلوط جایگزینی (۱:۱) ، (۲:۲) و (۴:۲) تعداد شاخه بیشتر از کشت خالص و الگوی کشت افزایشی (۱۰۰:۵۰) بود. همچنین تاثیر کاربرد تیمارهای کودی CF و M+B بر تعداد شاخه جانبی بادرشبو بیشتر از تیمار M بود.

در تراکم‌های پایین کشت، به دلیل کمتر بودن رقابت و نیز وجود فضای بیشتر برای توسعه انشعابات بوته، گیاهان با استفاده از منابع موجود مقدار بیشتری شاخه فرعی تولید می‌نمایند، اما با افزایش تراکم گیاهی از تعداد شاخه فرعی کاسته می‌شود (پیترس و ویلسون ۱۹۸۳). بنظر می‌رسد که در نسبت‌های پایین کشت مخلوط با شنبلیله که در آنها گیاه از فضای بیشتری برای رشد برخوردار بوده است، با دریافت نور بیشتر جهت افزایش تعداد شاخه‌های جانبی بیشتر تحریک شده و در نسبت‌های کاشت فشرده تر به دلیل سایه اندازی و کاهش نور، تحریک لازم جهت شاخه‌دهی صورت نگرفته است؛ که این نتایج با پژوهش امینی‌فر و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت داشت. همسو با نتایج این تحقیق در مطالعات علیزاده و همکاران (۲۰۱۰) نیز کاهش معنی‌دار تعداد شاخه جانبی در بوته در الگوهای کشت مخلوط افزایشی نسبت به کشت خالص مشاهده شد که این محققان دلیل این کاهش را تشدید رقابت بین گونه‌ای ناشی از حضور سایر گونه‌ها در نسبت‌های کشت مخلوط و همچنین علف‌های هرز و به تبع آن کاهش منابع محیطی در دسترس گیاه زراعی، بیان نمودند.

جدول ۳. مقایسات میانگین تعداد شاخه فرعی هر بوته بادرشبو تحت تأثیر الگوی کشت و تیمار کودی

تیمار	سطح	تعداد شاخه فرعی هر بوته
الگوی کشت	کشت خالص بادرشبو	۱۵/۰۹±۰/۳۹ b
	Mb:F (1:1)	۱۷/۴۸±۰/۳۹ a
	Mb:F (2:2)	۱۶/۵۵±۰/۳۹ a
	Mb:F (4:2)	۱۶/۳۷±۰/۳۹ a
	Mb:F (100:50)	۱۴/۹۶±۰/۳۹ b
کود	CF	۱۷/۰۶±۰/۳۰ a
	M	۱۴/۸۷±۰/۳۰ b
	M+B	۱۶/۳۴±۰/۳۰ a

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

تعداد برگ در بوته

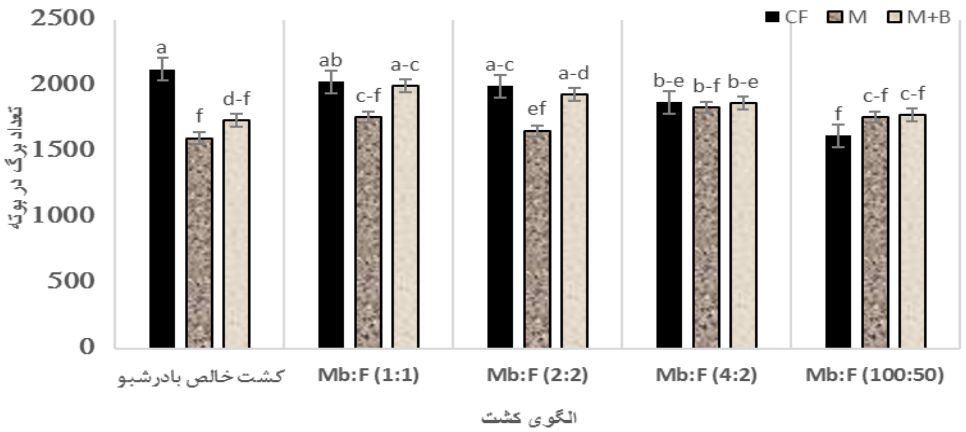
اثر الگوهای کشت ($p\leq 5\%$) و تیمارهای کودی و نیز اثر متقابل آنها ($p\leq 1\%$) بر تعداد برگ در بوته بادرشبو معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس نتایج آزمون چند دامنه‌ای دانکن مشخص شد که در تمام الگوهای کشت به‌جز (۱۰۰:۵۰) تیمار CF دارای تعداد برگ بالاتری بود که البته در الگوهای کشت (۱:۱)، (۲:۲) و (۴:۲) اختلاف معنی‌دار چندانی با تیمار M+B نداشت؛ ولی در الگوی کشت (۱۰۰:۵۰) به‌ترتیب دو تیمار کودی M+B و M بطور معنی‌داری تعداد برگ بالاتری نسبت به CF داشتند (شکل ۳).

تعداد برگ بیشتر باعث افزایش سطح فتوسنتزی بیشتر و در نتیجه افزایش عملکرد و کیفیت علوفه می‌شود. بالاترین تعداد برگ در بین الگوهای کشت مخلوط مربوط به الگوی کشت (۱:۱) بود که در این الگو بوته‌های آفتابگردان از هر دو طرف با بوته‌های شنبلیله مجاورت داشته و احتمالاً استفاده بادرشبو از نیتروژن تثبیت شده توسط شنبلیله باعث افزایش رشد و تولید برگ بیشتر شده است. دوا و همکاران (۲۰۰۵) با انجام آزمایشی اعلام کردند که در حالت کشت مخلوط جایگزینی سیب زمینی با لوبیا سبز، رقابت برون گونه‌ای نسبت به رقابت درون گونه‌ای کاهش می‌یابد و به تبع آن تعداد انشعاب و تعداد برگ بوته سیب‌زمینی

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

نسبت به کشت خالص بیشتر می‌شود. ابوانگو و همکاران (۲۰۰۱) در روش جایگزینی کشت مخلوط تعداد انشعاب و تعداد برگ بوته سیب‌زمینی نسبت به خالص افزایش یافت. نصراله‌زاده اصل (۲۰۱۲) در کشت مخلوط لوبیا چیتی و سیب‌زمینی گزارش کرد که بیشترین تعداد برگ در بوته سیب‌زمینی در تیمارهای کشت مخلوط جایگزینی به‌دست آمده است که دلیل آن را کاهش رقابت برون‌گونه‌ای نسبت به رقابت درون-گونه‌ای و اختصاص فضای بیشتر برای رشد سیبزمینی عنوان کرده است. در بررسی‌هایی که توسط امینی و همکاران (۲۰۱۳ و ۲۰۱۴) در ارتباط با کشت مخلوط آفتابگردان – سویا – ذرت به عمل آمد، مشخص شد که تعداد برگ در هر بوته آفتابگردان و ذرت در مخلوط بیشتر از کشت خالص بود. دباغ محمدی نسب و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند تعداد برگ ذرت با کاربرد کود شیمیایی بطور معنی‌داری نسبت به کاربرد کود زیستی افزایش یافته است. اثر کود نیتروژن‌دار بر تعداد برگ در بوته به نقش نیتروژن در متابولیسم گیاه مربوط می‌شود، زیرا موجب افزایش فرآورده‌های 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).



شکل ۲. ترکیبات تیماری الگوی کشت در تیمار کودی برای تعداد برگ در بوته بادرشبو

(CF: کود شیمیایی، M: کود زیستی مایکوروت و M+B: ترکیب دو کود زیستی مایکوروت و بایوفارم)

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنیدار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است

طول گل‌آذین اصلی

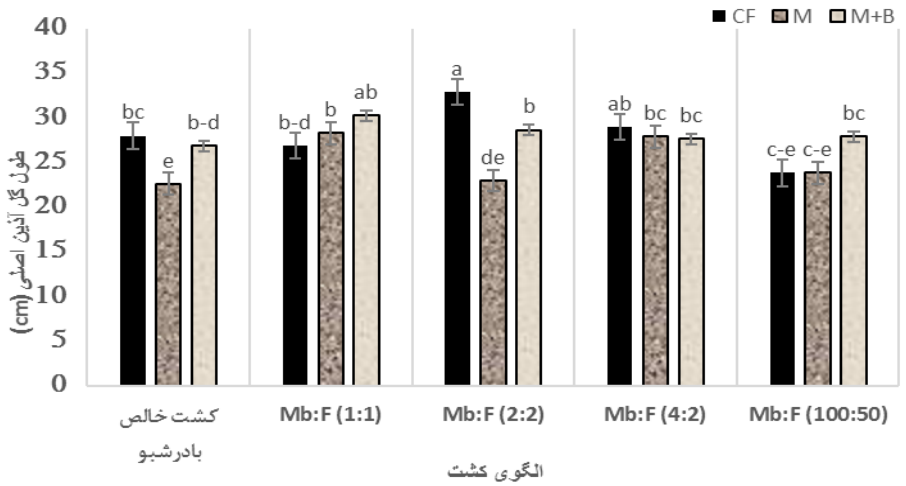
طول گل‌آذین اصلی در بادرشبو تحت تاثیر الگوهای کشت، تیمارهای کودی و اثر متقابل این دو فاکتور قرار گرفت ($p\leq 1\%$) (جدول ۲)؛ بطوریکه بالاترین طول گل-آذین اصلی در الگوی کشت (۲:۲) و تیمار CF مشاهده شد، همچنین در الگوهای کشت خالص و (۴:۲) نیز تیمار CF طول گل‌آذین بالاتر بود ولی در الگوهای کشت (۱:۱) و (۱۰۰:۵۰) تیمار M+B نسبت به دو تیمار دیگر برتر بود (شکل ۴).

عملکرد پیکره رویشی

با تجزیه واریانس داده‌های مربوطه مشخص شد که اثر الگوهای مختلف کشت و تیمارهای کودی بر عملکرد پیکره رویشی بادرشبو در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود، همچنین اثر متقابل الگوی کشت × تیمار کودی در سطح احتمال ۵٪ بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل نیز نشان می‌دهد (شکل ۵) که بعد از کشت خالص الگوی کشت (۴:۲) دارای بیشترین عملکرد پیکره رویشی بود، همچنین در تمام الگوهای کشت تیمار M+B و نیز تیمار CF عملکرد پیکره رویشی بالاتری نسبت به تیمار M داشتند.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل ۳. ترکیبات تیماری الگوی کشت در تیمار کودی برای طول گل‌آذین اصلی بادرشبو

(CF: کود شیمیایی، M: کود زیستی مایکوروت و M+B: ترکیب دو کود زیستی مایکوروت و بایوفارم)

(حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنیدار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است)

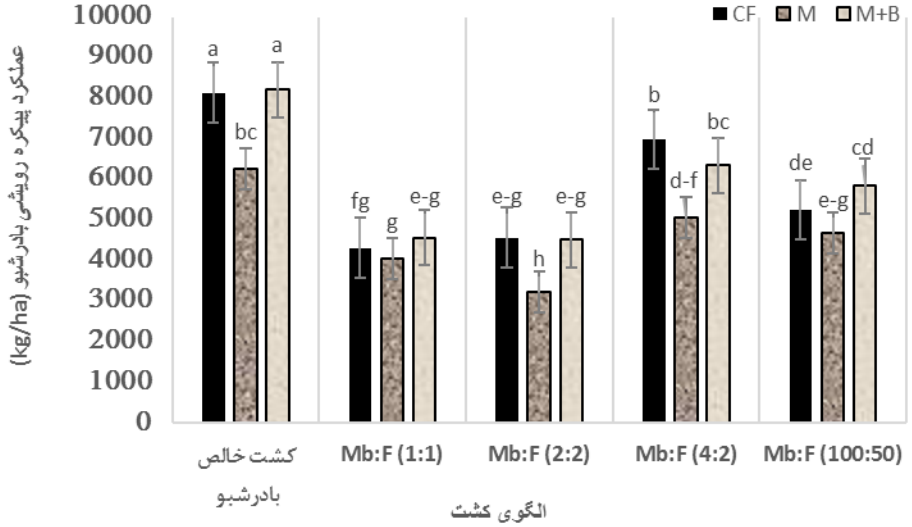
از آنجایی که تراکم هر گیاه در کشت خالص بیشتر از تراکم در کشت مخلوط است، تراکم کمتر هر گونه در کشت مخلوط دلیل اصلی کاهش عملکرد است (گوش ۲۰۰۴). پس از کشت خالص، در بین الگوهای کشت مخلوط، بیشترین عملکرد پیکره رویشی مربوط به الگوی کشت (۴:۲) بود که در آن نسبت بادرشبو بیشتر از سایر الگوهای کشت بود . وفادار–ینگجه و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد که در کشت مخلوط باقلا – بادرشبو با کاربرد کود شیمیایی و بیولوژیکی، عملکرد گیاه بادرشبو در مقایسه با کشت خالص کاهش یافت. همچنین نتایج ما با مطالعات قبلی در مورد کشت مخلوط سویا – بادرشبو (فلاح و همکاران ۲۰۱۸) و باقلا – غلات (لیتورجیدیس و دورداس ۲۰۱۰) مطابقت دارد که عملکرد پیکره رویشی در الگوهای کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص آنها کاهش یافت.

طبق نتایج به‌دست آمده توسط رضایی چیانه و همکاران (۲۰۱۱) نیز مشخص گردیده هنگامی‌که ساختار کانوپی در کشت مخلوط طوری طراحی گردد که فشار رقابت بین‌گونه‌ای کمتر از رقابت درون‌گونه‌ای باشد، نفوذ نور و جذب آن توسط کانوپی گیاهی افزایش می-یابد که در نهایت، عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان همراه را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این دلیل افزایش عملکرد کل علوفه در کشت مخلوط به تفاوت‌های فیزیولوژیک و موفولوژیک اجزای مخلوط در نحوه استفاده مکملی مثبت از منابع محیطی و نیاز کمتر به نهاده‌های خارجی نسبت داده می‌شود (محلاتی و همکاران ۲۰۱۵).

اثرات هم افزایی متقابل باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، حل کننده فسفات، آزاد کننده پتاسیم و اکسید کننده گوگرد ب همراه قارچ میکوریزا از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، افزایش حلالیت فسفات غیر متحرک و کاهش pH خاک و تولید انواع هورمون‌ها و مواد محرک رشد از جمله اکسین و جیبرلین، جذب عناصر غذایی را تحریک می‌کنند و با تاثیر بر فرآیندهای فتوسنتزی سبب بهبود شاخص‌های رشد و عملکرد می-شوند (سید شریفی و نامور ۲۰۱۶). افزایش عملکرد پیکره رویشی بادرشبو در نتیجه تلقیح با کودهای زیستی را می‌توان به بهبود جذب عناصر ضروری NPK و افزایش راندمان تثبیت نیتروژن نسبت داد. استفان و همکاران (۲۰۱۳) به این نتیجه رسیدند که کاربرد تلفیقی کودهای زیستی در لوبیای قرمز (*Phaseolus coccineus* L.) منجر به افزایش فتوسنتز، راندمان مصرف آب و تعرق و در نتیجه افزایش عملکرد در مقایسه با عدم تلقیح شد؛ همچنین این محققین بیان کردند که استفاده از کودهای زیستی به صورت ترکیبی موثرتر از استفاده جداگانه بوده است.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل ۴. ترکیبات تیماری الگوی کشت در تیمار کودی برای عملکرد پیکره رویشی بادرشبو

(CF: کود شیمیایی، M: کود زیستی مایکوروت و M+B: ترکیب دو کود زیستی مایکوروت و بایوفارم)

(حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنیدار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است)

نسبت برابری زمین

LER یکی از شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط است که سودمندی الگوی کشت را از نظر بهره‌برداری از زمین نشان می‌دهد. شاخص LER_T همه الگوهای کشت مخلوط بالاتر از یک بود (جدول ۴). به طور کلی، مقادیر LER_T در تمام تیمارهای کودی در الگوی کشت (۱۰۰:۵۰) بالاترین میزان و در الگوی کشت (۴:۲) کمترین مقدار بود. در الگوهای کشت مخلوط (۱:۱) و (۲:۲) تیمار M+B و در الگوهای (۴:۲) و (۱۰۰:۵۰) تیمار CF، LER_T بالاتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. مقایسه LER_{Mb} و LER_F (LERهای جزئی) نشان داد که در اکثر تیمارها (به جز الگوی کشت ۴:۲) مقادیر LER_F بیشتر از مقادیر LER_{Mb} بود که نشان می‌دهد کشت مخلوط تأثیر مثبت بیشتری بر شنبلیله داشته است.

مونتی و همکاران (۲۰۱۶) به این نتیجه رسیدند که افزایش LER جزئی بالاتر از ۰/۵ به درجه مکمل اجزای کشت مخلوط بستگی دارد. احتمالاً دلیل کاهش LERT در الگوی کشت (۴:۲) فقدان تراکم بهینه است زیرا افزایش رقابت بین گونه ای در مقایسه با رقابت بین گونه ای است.

تیمار CF در الگوی کشت (۱۰۰:۵۰) بیشترین مقدار LERT (۱/۵۸) را به خود اختصاص داد که معادل افزایش ۵۸ درصدی بهره‌وری زمین در مقایسه با کشت انفرادی دو گونه بود. نشان می دهد که هر جزء در کشت مخلوط در استفاده از منابع موفق بوده است. نتایج برخی از مطالعات نیز نشان داده است که زمانی که گونه حبوبات در کنار گونه های دیگر به صورت مخلوط کاشته می شود، به دلیل اثر مکمل، تثبیت نیتروژن تحریک می شود که به دلیل افزایش میزان رشد، رشد و عملکرد گونه حبوبات را افزایش می دهد. اگرچه حضور گونه‌ها در کنار هم رقابت‌پذیری را برای جذب منابع محیطی افزایش می‌دهد، اما اگر گونه‌ای دارای قابلیت تثبیت نیتروژن باشد، فشار رقابتی کاهش می‌یابد زیرا گونه‌های حبوبات در جذب نیتروژن به عنوان یکی از اصلی‌ترین و محدودکننده‌ترین عوامل رقابت کمتری با گونه‌های دیگر خواهند داشت (کارپنشتاین-ماچان و و استولپناگل ۲۰۰۰). همچنین به نظر می‌رسد شنبلیله از طریق تثبیت نیتروژن، ریزوسفر را اسیدی کرده است، در نتیجه حلالیت فسفر را افزایش

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

می‌دهد، که جذب فسفر توسط بادرشبو را افزایش می-دهد (گوه و همکاران ۲۰۱۶).

دباغ محمدی نسب و همکاران (۲۰۱۵) در کشت مخلوط ذرت با آفتابگردان در مکان‌ها و سال‌های متفاوت عنوان کردند که میزان LER با کاربرد کود نیتروژنه در محیط‌های مختلف نتایج متغیری شامل افزایش، کاهش یا عدم تغییر را از خود نشان می‌دهد.

نقش تفاوت‌های مورفولوژیکی در دستیابی به LER بیشتر در کشت مخلوط چای ترش–ماش (هودیانی مهر و همکاران ۲۰۱۷)، علوفه بادام زمینی – غلات (گوش ۲۰۰۴) ، آفتابگردان – سویا (سعودی و ال–متوالی ۲۰۰۹)، نیشکر – سویا (مرسی و همکاران ۲۰۱۷)، گندم – شنبلیله (وسایا و همکاران ۲۰۱۳)، باقلا – زیره سبز (سخاوی و همکاران ۲۰۱۷)، ذرت – نخودفرنگی (مائو و همکاران ۲۰۱۲)، ذرت – حبوبات (یلماز و همکاران ۲۰۰۸)، چغندرقند – بادرشبو (چوبفروش خویی و همکاران ۲۰۲۰) و باقلا – بادرشبو (وفادار–ینگجه و همکاران ۲۰۱۹) گزارش شده است.

جدول ۴. شاخص نسبت برابری زمین در الگوهای مختلف کشت مخلوط بادرشبو و شنبلیله

الگوی کشت مخلوط	تیمار کود	LER_{Mb}	LER_F	LER_T
Mb:F (1:1)	CF	۰/۵۳۶	۰/۵۸۴	۱/۱۲۰
	M	۰/۶۵۲	۰/۵۷۴۶	۱/۲۲۸
	M+B	۰/۵۶۲	۰/۶۷۸	۱/۲۳۹
Mb:F (2:2)	CF	۰/۵۶۱	۰/۷۲۰	۱/۲۸۱
	M	۰/۵۱۴	۰/۶۴۶	۱/۱۶۰
	M+B	۰/۵۵۸	۰/۷۵۰	۱/۳۰۸
Mb:F (4:2)	CF	۰/۸۶۶	۰/۲۰۸	۱/۰۷۵
	M	۰/۸۱۰	۰/۱۹۵	۱/۰۰۴
	M+B	۰/۷۷۴	۰/۲۴۴	۱/۰۱۸
Mb:F (100:50)	CF	۰/۶۵۱	۰/۹۲۸	۱/۵۷۹
	M	۰/۷۱۸	۰/۸۳۰	۱/۴۸۹
	M+B	۰/۷۴۷	۰/۷۴۱	۱/۵۴۸

نتیجه گیری کلی

در تمامی الگوهای کشت مخلوط نسبت برابری زمین (LER) بالاتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط بادرشبو با شنبلیله نسبت به کشت خالص آنها میباشد؛ الگوی کشت افزایشی (۱۰۰:۵۰) با داشتن حداکثر شاخص LER دارای مزیت کشت نسبت به دیگر الگوها بود. همچنین مشخص شد که در اکثر الگوهای کشت مخلوط تیمار کود زیستی M+B اختلاف معنی-داری با تیمار کود شیمیایی نداشت، پس می‌توان با مصرف کودهای زیستی در تولید گیاه بادرشبو علاوه بر کاهش هزینه‌های تولید از مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی اجتناب نمود و در راستای اهداف کشاورزی پایدار گام برداشت.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مساعدت های اعضا و به ویژه مدیر گروه اکوفیزیولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، جهت فراهم نمودن امکانات مورد نیاز در طول اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی به عمل می نماییم.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

منابع مورد استفاده

Ahmad W R, Hassan F H, Ansar M, Manaf A and Sher A. 2013. Enhancing crop productivity through wheat (*Triticum aestivum* L.) fenugreek intercropping system. The Journal of Animal & Plant Sciences, 23 (1): 210-215.

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 Agriculture Science and Sustainable Production, 19: 83- 93.

Alizadeh Y, Koocheki A and Nassiri Mahallati M. 2010. Yield, yield components and potential weed control of intercropping bean (*Phaseolus vulgaris*) with sweet basil (*Ocimum basilicum*). Iranian Journal of Field Crops Research, 7(2): 541-553. (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.

Amini R, Shamayeli M and Dabbagh Mohammadi Nasab A. 2013. 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.

Aminifar J, Ramroudi M, Galavi M, and Mohsenabadi G. 2017. Advantage of sesame and cowpea intercrops in different fertilizer application systems. Journal of Crop Ecophysiology, 10(40 (4): 1039-1054.

Arisha H M and Bradisi A. 1999. Effect of mineral fertilizers and organic fertilizers on growth, yield and quality of potato under sandy soil conditions. Journal of Agricultural Research, 26: 391-405.

Barea J M, Pozo M J, Azcon R and Azcon-Aguilar C. 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany, 56(417): 1761-1778.

Bhatti I H, Ahmad R I A Z, Jabbar A B D U L, Nazir M S and Mahmood T. 2006. Competitive behaviour of component crops in different sesame-legume intercropping systems. International Journal of Agriculture and Biology, 8: 165-167.

Cakmakci R, Dönmez M F and Erdoğan Ü. 2007. The effect of plant growth promoting rhizobacteria on barley seedling growth, nutrient uptake, some soil properties, and bacterial counts. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 31(3): 189-199.f

Carrubba A, La Torre R and Matranga A. 2001. Cultivation trials of some aromatic and medicinal plants in a semi-arid Mediterranean environment. In International Conference on Medicinal and Aromatic Plants. Possibilities and Limitations of Medicinal and Aromatic Plant, 576: 207-213.

Choubforoush Khoei B, Amini R, Dabbagh Mohammadi-Nasab A and Raei Y. 2020. Effect of Soybean, Moldavian Balm and Proso Millet Intercropping on Growth Characteristics and Yield of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 30(2): 41-58.

Dabbagh Mohammadi-Nassab A, Amini R and Tamari E. 2015. Evaluation of maize and three cultivars of common bean intercropping with application of biofertilizers and chemical fertilizers. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 25: 99-113.

Dastmalchi K, Dorman H D, Laakso I and Hiltunen R. 2007. Chemical composition and antioxidative activity of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) extracts. LWT-Food Science and Technology, 40(9): 1655-1663.

Den Hollander N G, Bastiaans L and Kropff M J. 2007. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design: II. Competitive ability of several clover species. European journal of Agronomy, 26(2): 104-112.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Dua V K, Lal S S and Govindakrishnan P M. 2005. Production potential and competition indices in potato (*Solanum tuberosum*) + French bean (*Phaseolus vulgaris*) intercropping system in Shimla hills. Indian Journal of Agricultural Science, 75: 321-323.

Ebwongu M, Adipala E, Kyamanywa S, Ssekabembe C K and Bhagsari A S. 2001. Influence of spatial arrangements in maize/Solanum potato intercrops on incidence of potato aphids and leaf hoppers in Uganda. African Crop Science Journal, 9:175-184.

Elijah M and Akunda W. 2001. Improving food production by understanding the effect of intercropping and plant population on soybean nitrogen fixing attributes. The Journal of Food Technology in African. 6: 110-115.

Fallah S, Rostaei M, Lorigooini Z and Abbasi Surki A. 2018. Chemical compositions of essential oil and antioxidant activity of dragonhead (*Dracocephalum moldavica*) in sole crop and dragonhead-soybean (*Glycine max*) intercropping system under organic manure and chemical fertilizers. Industrial Crops and Products, 115: 158-165.

Faridvand S, Rezaei-Chiyaneh E, Battaglia M L, Gitari H I, Raza M A and Siddique K H. 2022. Application of bio and chemical fertilizers improves yield, and essential oil quantity and quality of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) intercropped with mung bean (*Vigna radiata* L.). Food and Energy Security. 11(2): e319.

Geren H, Avcioglu R, Soya H and Kir B. 2008. Intercropping of corn with cowpea and bean: Biomass yield and silage quality. African Journal of Biotechnology. 7(22): 4100-4104.

Ghosh P K, Manna M C, Bandyopadhyay K K, Tripathi A K, Wanjari R H, Hati K M, Misra A K, Acharya C L, and Subba Rao A. 2006. Interspecific interaction and nutrient use in soybean/sorghum intercropping system. Agronomy journal, 98(4): 1097-1108.

Ghosh P K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. Field Crops Research. 88(2-3): 227-237.

Goh C H, Nicotra A B and Mathesius U. 2016. The presence of nodules on legume root systems can alter phenotypic plasticity in response to internal nitrogen independent of nitrogen fixation. Plant, Cell & Environment. 39(4): 883-896.

Hauggaard-Nielsen H, Jornsgaard B, Kinane J, Jensen E S. 2008. Grain legume cereal intercropping: the practical application of diversity, competition and facilitation in arable and organic cropping systems. Renewable Agriculture and Food Systems. 23: 3-12.

Hodiani mehr M A, Dahmardeh M, Khammari I and Asgharipoor M R. 2017. Effects of Tillage Systems on Changes of Soil Nutrients, Yield and Land Equivalent Ratio in Roselle – Green Gram Intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research, 15(2): 311-322.

Hussein M S, El-Sherbeny S E, Khalil M Y, Naguib N Y and Aly S M. 2006. Growth characters and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. Scientia Horticulturae, 108(3): 322-331.

Irankhah S, Ganjeali A, Mashreghi M and Lari Z. 2021. Mixed inoculum of rhizobacteria and arbuscular mycorrhizal fungus enhance diosgenin contain and phosphorus uptake in fenugreek under drought stress. Rhizosphere. 18: 100338.

Karpenstein-Machan M and Stuelpnagel R. 2000. Biomass yield and nitrogen fixation of legumes monocropped and intercropped with rye and rotation effects on a subsequent maize crop. Plant and Soil. 218(1): 215-232.

Larimi S B, Shakiba M, Mohammadinasab A D and Vahed M M. 2014. Changes in nitrogen and chlorophyll density and leaf area of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) affected by biofertilizer and nitrogen application. International Journal of Biosciences, 5(9): 256-265.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Lithourgidis A S and Dordas C A. 2010. Forage yield, growth rate, and nitrogen uptake of faba bean intercrops with wheat, barley, and rye in three seeding ratios. Crop Science. 50(5): 2148-2158.

Lithourgidis A S, Vlachostergios D N, Dordas C A and Damalas C A. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea–cereal intercropping systems. European Journal of agronomy. 34(4): 287-294.

Mao L, Zhang L, Li W, van der Werf W, Sun J, Spiertz H and Li L. 2012. Yield advantage and water saving in maize/pea intercrop. Field Crops Research, 138: 11-20.

Mandegary A, Pournamdari M, Sharififar F, Pournourmohammadi S, Fardiar R and Shooli S. 2012. Alkaloid and flavonoid rich fractions of fenugreek seeds (*Trigonella foenum-graecum* L.) with antinociceptive and anti-inflammatory effects. Food and Chemical Toxicology, 50(7): 2503-2507.

Marzban Z, Ameriyan M R and Mamarabadi M. 2014. Responses of agronomic characteristics of maize and Cowpea tomycorrhiza and Mesorrhizobial Bacteria in intercropping. Journal of Crop Ecophysiology, 8: 165-180.

Morsy A S, Elwan A and Eissa N. 2017. Studies on intercropping soybean with sugar cane under different nitrogen levels. Egyptian Journal of Agronomy, 39(2): 221-237.

Monti M, Pellicanò A, Santonoceto C, Preiti G and Pristeri A. 2016. Yield components and nitrogen use in cereal-pea intercrops in Mediterranean environment. Field Crops Research, 196: 379-388.

Mahallati M N, Koocheki A, Mondani F, Feizi H and Amirmoradi S. 2015. Determination of optimal strip width in strip intercropping of maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Northeast Iran. J. Cleaner Production, 106: 343-350.

Nassab A D M, Amon T and Kaul H P. 2011. Competition and yield in intercrops of maize and sunflower for biogas. Industrial Crops and Products, 34(1): 1203-1211.

Nasrollahzadeh-Asl A, Dabbagh Mohammadi-Nassab A, Zehtab Salmasi S, Moghaddam M and Javanshir A. 2012. Evaluation of potato and cowpea intercropping. Crops Ecophysiology Journal, 6(2): 111-126. (In Persian).

Peters N C B and Wilson J B. 1983. Some studies on the competition between (*Avena Fatua* L.) and spring barley. II variation of A. fatua emergence and development and its influence oncrop yield. Journal of Weed Research, 23: 305-311.

Rezaei-Chiyaneh E, Amirnia R, Fotohi Chiyaneh S, Maggi F, Barin M and S. Razavi B. 2021a. Improvement of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) yield quality through a coupled intercropping system and vermicompost application along with maintenance of soil microbial activity. Land Degradation & Development, 32(9): 2833-2848.

Rezaei-Chiyaneh E, Jalilian J, Seyyedi S M, Barin M, Ebrahimian E and Afshar R K. 2021b. Isabgol (*Plantago ovata*) and lentil (*Lens culinaris*) intercrop responses to arbuscular mycorrhizal fungi inoculation. Biological Agriculture & Horticulture, 37(2): 125-140.

Riasat M, Jafari A A, Bahmanzadegan A, Hatami A and Zareiyan F. 2017. The constituents of essential oil in leaves of Karaj accession of Trigonella foenum graecum. Natural product research, 31(14): 1709-1712.

Sakhavi S, Amini R, Shakiba M R and Mohammadi-Nasab A D. 2017. Advantage of faba bean (*Vicia faba* L.) and cumin (*Cuminum cyminum* L.) intercropping under organic, biological and chemical fertilizer treatments. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 26(4): 17-32.

Saudy H S and El-Metwally I M. 2009. Weed management under different patterns of sunflower-soybean intercropping. J. of Central European Agriculture, 10(1): 41-51.

Seyed sharifi R, and Namvar A. 2016. Bio fertilizers in agronomy. University of Mohaghegh Ardabili. 280 p.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Stefan M, Munteanu N, Stoleru V, Mihasan M and Hritcu L. 2013. Seed inoculation with plant growth promoting rhizobacteria enhances photosynthesis and yield of runner bean (*Phaseolus coccineus* L.). Scientia Horticulturae, 151: 22-29.

Stoltz E, Nadeau E and Wallenhammar A C. 2013. Intercropping maize and faba bean for silage under Swedish climate conditions. Agricultural Research, 2(1): 90-97.

Strickland M S, Leggett Z H, Sucre E B and Bradford M A. 2015. Biofuel intercropping effects on soil carbon and microbial activity. Ecological Applications, 25(1): 140-150.

Vafadar-Yengeje L, Amini R and Nasab A D M. 2018. Assessment of Growth Characteristics and Yield of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica*) under Different Fertilizer Treatments in Intercropping with Faba Bean (*Vicia faba* L.). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 28(2): 35-51.

Vafadar-Yengeje L, Amini R and Nasab A D M. 2019. Chemical compositions and yield of essential oil of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) in intercropping with faba bean (*Vicia faba* L.) under different fertilizers application. J. Cleaner Production, 239: 118033.

Yang F, Huang S, Gao R, Liu W, Yong T, Wang X, Wu X and Yang W. 2014. Growth of soybean seedlings in relay strip intercropping systems in relation to light quantity and red: far-red ratio. Field Crops Research, 155: 245-253.

Yilmaz Ş, Atak M and Erayman M. 2008. Identification of advantages of maize-legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the East Mediterranean Region. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32(2): 111-119.

Zarfeshan M. 2008. Preparing climate and soil requirement tables for land suitability evaluation of cumin seed cultivation in iran based on fao frame work method. M. Sc. Thesis. University of Tarbiat Modarres, Iran.

Archive of SID.ir