دانش کشاورزی و تولید پایدار

Journal of Agricultural Science and Sustainable Production
Volume 36, Issue 2, 2026, Pages 107-122

Journal URL: https://sustainagriculture.tabrizu.ac.ir
Online ISSN: 2476-4329

Effect of Biofertilizer Application on Agronomic Characteristics and Yield of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) in Intercropping with Basil (*Ocimum basilicum* L.)

Atefeh Ebrahimi[1]*, Amini Rouhollah[2], Adel Dabbagh Mohammadi Nassab[2]

Received: December 5, 2024	Accepted: February 24, 2025

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: atefeh.7118@gmail.com

Abstract

Background & Objectives: Sustainable agriculture is a combination of agricultural management knowledge that can be beneficial in the long term from a biological, environmental and economic perspective. One of the solutions for sustainable agriculture is the use of intercropping and biofertilizers. In this regard, the present study investigates the effect of different biofertilizer and intercropping treatments with basil (*Ocimum basilicum* L.) on the growth characteristics and yield of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.).

Materials & Methods: An experiment was conducted in a Farm in Chaldran city in 2021. The experiment was conducted as a factorial in a randomized complete block design with three replications. The first factor was the type of cultivation in five levels including monocropping of fenugreek, intercropping with basil by the replacement method in the form of a row intercropping with the ratios of 2:2, 2:4, 3:5 fenugreek-basil and an additive intercropping of (100% basil + 50% of fenugreek). The second factor was the type of fertilizer in three levels including the application of 100% chemical fertilizer (NPK), biofertilizer (Mycoroot + Biofarm), and combination of 50% chemical fertilizer and biofertilizer (Mycoroot + Biofarm).

Results: According to the results the highest fenugreek grain yield was produced in 2F:2B treatment (70.61) g/m^2 which had a significant difference with other cultivation patterns. Also, based on the results, the effect of fertilizer treatments and planting system on plant height, number of pods and fenugreek oil yield was significant, but the maximum value of these traits was related to the 2 rows of fenugreek: 2 rows of basil treatment (49.62 cm), (24 pods) and (3g/m^2). The land equivalence ratio in all treatments was more than one and the highest value (2/01) was observed in intercropping of 2F:2B two rows of fenugreek-two rows of basil with the combination of biofertilizer + 50% chemical fertilizer.

Conclusion: According to oil yield, fenugreek grain yield, and land equivalent ratio, intercropping of fenugreek and basil is a suitable alternative to monocropping of these plants, Also in order to reduce the chemical fertilizers use, it can be combined with biofertilizers. In this research two rows of fenugreek-two rows of basil intercropping pattern can be suggested.

Keywords: Additive Intercropping, Biofertilizer, Fenugreek Oil Yield, Substitutive Intercropping

This is an open-access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)
Copyright@ 2026 Atefeh Ebrahimi Email: atefeh.7118@gmail.com

https://doi.org/ 10.22034/saps.2025.64883.3317

نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۶، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۵، صفحات ۱۲۲-۱۰۷

دانش کشاورزی و تولید پایدار

اثر کاربرد کود زیستی بر صفات زراعی و عملکرد شنبلیله (*Trigonella foemum-graecum* L.) در کشت مخلوط با ریحان (*Ocimum basilicum* L.)

عاطفه ابراهیمی*[۱]، روح اله امینی[۲]، عادل دباغ محمدی نسب[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۵	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۶

۱- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

مقدمه و اهداف: کشاورزی پایدار تلفیقی از دانش مدیریت زراعی است که می‌تواند در بلندمدت از نظر بیولوژیکی، زیست-محیطی و اقتصادی سودمند باشد. یکی از راهکارهای کشاورزی پایدار، استفاده از کشت مخلوط و کودهای زیستی است. در این راستا پژوهش حاضر به بررسی اثر تیمارهای مختلف کودی زیستی و کشت مخلوط ریحان (*Ocimum basilicum* L.) برصفات رشدی و عملکرد شنبلیله (*Trigonella foenum–gereasum* L.) می پردازد.

مواد و روش ها: آزمایشی در مزرعه شهرستان چالدران در سال ۱۴۰۰ اجرا گردید.آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول الگوی کشت در پنج سطح شامل کشت خالص شنبلیله، کشت مخلوط ردیفی ۲:۲ (۲ردیف ریحان : ۲ردیف شنبلیله) کشت مخلوط نواری ۲:۴ (۴ردیف ریحان : ۲ردیف شنبلیله) کشت مخلوط نواری ۳:۵ (۵ ردیف ریحان : ۳ردیف شنبلیله)، کشت مخلوط افزایشی (۱۰۰:۵۰) ۱۰۰ درصد ریحان + ۵۰ درصد شنبلیله و فاکتور دوم نوع کود در سه سطح شامل کاربرد ۱۰۰درصد کود شیمیایی ، ۵۰ درصد کود شیمیایی+ کود زیستی(مایکوروت+بایوفارم) و کود زیستی (مایکوروت+ بایوفارم) بودند.

یافته‌ها: بر طبق یافته‌ها بیشترین عملکرد دانه شنبلیله در بین الگوهای مختلف کشت مخلوط مربوط به تیمار ۲ ردیف شنبلیله: ۲ ردیف ریحان (۷۰/۶۱ گرم در مترمربع) بود که اختلاف معنی داری با دیگر الگوهای کشت داشت. همچنین بر اساس نتایج حاصله، اثر تیمارهای کودی والگوی کاشت برارتفاع بوته، تعداد نیام و عملکرد روغن شنبلیله معنی دار ولی بیشینه مقدار این صفات مربوط به تیمار۲ ردیف شنبلیله: ۲ ردیف ریحان به ترتیب (۴۹/۶۲ سانتی متر)، (۲۴ عدد) و(۳ گرم در مترمربع) بود. نسبت برابری زمین در کلیه تیمارها بیشتر از یک بوده و حداکثر میزان این نسبت (۲/۰۱) برای کشت مخلوط دو ردیف شنبلیله-دو ردیف ریحان با تلفیق کود زیستی+۵۰ درصد کود شیمیایی می‌باشد.

نتیجه‌گیری: با توجه به ارزیابی عملکرد روغن ، عملکرد دانه شنبلیله و نسبت برابری زمین، کشت مخلوط شنبلیله و ریحان جایگزین مناسبی برای کشت خالص این گیاهان است همچنین به منظور کاهش اثرات کود شیمیایی می‌توان از تلفیق آن با کود زیستی بهره برد. در نتیجه الگوی کشت مخلوط دو ردیف شنبلیله-دوردیف ریحان می‌تواند توصیه گردد.

واژه های کلیدی: شنبلیله ، کشت مخلوط افزایشی ، کود زیستی، عملکرد روغن، کشت مخلوط جایگزینی

مقدمه

کشاورزی پایدار تلفیقی از دانش مدیریت زراعی است که می‌تواند در بلندمدت از نظر بیولوژیکی، زیست‌محیطی و اقتصادی ارزش افزوده مطلوبی به همراه 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 (امینی و همکاران ۲۰۲۰). نظام‌های کشاورزی کنونی به گونه‌ای طراحی شده‌اند که تنوع گیاهی موجود را به یک گونه زراعی کاهش داده‌اند و تولید غـذا در چنـین نظام‌هایی متضمن وارد کردن انرژی‌های یارانه‌ای فراوان است. منابع چنین انـرژی‌هـائی غیر قابـل تجدیـد بوده و مسلماً نمی‌توانند جوابگوی نیازهای نسل‌های آتی باشند. به نظر آگرو اکولوژیست‌ها افزایش تنوع در نظام‌های کشاورزی میزان این وابستگی به انرژی‌های یارانه‌ای را کاهش داده و فرآیند تولید پایدار غذا با تکیه بر منابع درونی بوم نظام را تضمین می‌نماید. (ژانگ و همکاران ۲۰۰۸). ارزش دارویی، تقاضای بازار و سـطح فـرآوری از مهـم‌تـرین شاخص‌های سنجش اقتصادی یـک گیـاه اسـت. طبـق گـزارش سازمان خواربار جهانی، ارزش تجارت جهانی گیاهان دارویی کـه درحال حاضر حدود صد میلیارد دلار در سال است که درسـال ۲۰۵۰ میلادی به رقم پنج تریلیون دلار خواهد رسید. کشور ایران با داشتن شرایط اقلیمی و تنوع گیاهی به مراتـب بهتر از اروپا، در حال حاضر تنها ۶۰ تا ۹۰ میلیون دلار از تجـارت جهانی گیاهان دارویی را بـه خـود اختصـاص داده اسـت. استفاده مطلوب، منطقی و بهینه از این منابع که بـه لحاظ فناوری بسیار کـم هزینـه تـر و سـاده تـر از صـنایع دارویـی شیمیایی است، می‌تواند ضمن تـامین بخشـی از نیازهـای عمـده بهداشـتی و درمـانی جامعـه از خـروج مقـادیر قابل توجهی ارز جلوگیری کرد. (قبله و همکاران ۲۰۲۴).

شنبلیله با نام علمی *(Trigonella foenum-graecum L.)* یکی از گیاهان تیره بقولات (Fabaceae) است که به عنوان یک گیاه دارویی و علوفه‌ای به دلیل پوشش مناسب بر روی خاک به عنوان یکی از گیاهان مناسب کشت مخلوط با سایر گیاهان‌زراعی‌و باغی معرفی شده‌است (امیریان چلان و همکاران ۲۰۲۴). این گیاه دارای ارتفاع ۵۲ تا۹۵ سانتی‌متر و برگ‌های متناوب و مرکب از سه برگچه می‌باشد.دانه های این گیاه در درمان دیابت و قند خون در طب سنتی و گیاه درمانی مورد استفاده قرار میگیرد. همچنین اندام های هوایی شنبلیله به عنوان منبع ارزشمندی از پروتئین در تغذیه انسان و دام مورد استفاده قرارمی‌گرفته است. ریشه آن نیزدارای مواد دگرآسیب می‌باشد که این مواد از جوانه‌زنی بذور علف-های هرز جلوگیری میکند (صالحی و همکاران ۲۰۱۸). در مورد افزایش درصد اسانس با کاربرد کود شیمیایی میتوان بیان داشت که اسانس‌ها ترکیبات ترپنوئیدی هستند که واحدهای سازنده آنها(ایزوپرنوئیدها) مانند ایزوپنتنیل پیرو فسفات IPP و دی متیل آمیل پیرو فسفات (DMAPP) نیاز مبرم به NADPH و ATP دارند و حضور عناصری مانند نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری می‌باشد (سخاوی و همکاران ۲۰۱۷؛ امیریان چلان و همکاران ۲۰۲۳). کاربرد ترکیبی از کودهای زیستی باکتریایی به ویژه کاربرد آزوسپر یلیوم همراه با هر یک از گونه های قارچهای میکوریزی، باعث افزایش مؤثری در خصوصیات رشدی و عملکرد اسانس ریحان خواهد شد. در بین کودهای تجاری موجود در کشور، کود زیستی بایوفارم قابل ذکر است که حاوی هر دو آزوسپریلیوم و ازتوفایو است (فرج زاده و همکاران ۲۰۱۸). پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند که استفاده تلفیقی از کودهای زیستی و شیمیایی می‌تواند بهتر ازکاربرد هر یک از آنها به تنهایی عمل کند، به طوری که استفاده تلفیقی از این منابع، آثار زیانبار کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد و نیز موجب افزایش عملکرد می‌شود. بنابراین، با استفاده ازتلفیق کودهای زیستی با درصدی از کودهای شیمیایی، از یک سو میتوان از کاهش عملکرد جلوگیری کرد و از سوی دیگر می‌توان مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داد (کاندیل و همکاران ۲۰۰۴؛ امیریان چلان و همکاران ۲۰۲۴). در

بوم نظام کشت مخلوط، هردو جمعیت گیاهی برای بهره-برداری از منابع یکسان یا مشابه رقابت دارند (مقبلی‌و همکاران ۲۰۱۹؛ امیریان چلان و همکاران ۲۰۲۳) و یکی از راهکارهای بررسی بهره‌وری کشت مخلوط، استفاده از شاخصهای سودمندی نسبی است (امینی و همکاران ۲۰۲۰). بالاتر بودن نسبت برابری زمین در نسبت مخلوط۲۵٪ زوفا :۲۵٪ شنبلیله می‌تواند ناشی از اثر مثبت گیاه لگوم در تثبیت نیتروژن و کاهش رقابت درون گونه-ای برای کسب منابع رشدی باشد (قراخانی ۲۰۲۰ ؛ مقبلی و همکاران ۲۰۱۸). تیمار کشت مخلوط ۹۵ درصد تریتیکاله:۹۵ درصد ماشک علوفه‌ای با نسبت برابری زمین۶/۲۳ نسبت به سایر نسبت‌های کشت از برتری قابل ملاحظه ای برخوردار بود (ربیعی وفرح‌دهر۲۰۲۰). علت بالا بودن نسبت برابری زمین بیشتر از یک را می‌توان تثبیت و جذب نیتروژن در بقولات دانست (مونتی و همکاران ۲۰۱۶؛ امیریان چلان و همکاران ۲۰۲۳). در کشت مخلوط بادرشبو و سویا (فلاح و همکاران ۲۰۱۸) وکشت ردیفی بادرشبو با باقلا (وفادار و همکاران ۲۰۱۹) مشخص شد که کشت مخلوط گیاهان دارویی با لگوم‌ها نسبت به کشت خالص آنها برتری دارد،به طوری که بالاترین نسبت برابری زمین بیشتر از یک، گزارش شد. در کشت مخلوط شنبلیله با بادرشبو، بیشترین بیشترین عملکرد دانه و روغن و بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۶) در تیمار کشت مخلوط افزایشی با کاربرد میکوریز و کود زیستی حاصل شد (امیریان چلان و همکاران ۲۰۲۴).

از آنجایی که اغلب تحقیقات صورت گرفته بر روی ریحان و شنبلیله به طور جداگانه صورت گرفته است و نتایج مستندی مبنی بر کشت مخلوط این دو گیاه در دسترس نمی‌باشد به همین منظور کشت مخلوط گیاه دارویی ریحان با خانواده بقولات به سبب اختلافات مورفولوژیک و مهم‌تر از آن، تثبیت بیولوژیکی آن‌ها می‌تواند گامی در جهت پایداری در کشاورزی و همچنین پرهیز از مصرف نهاده‌های شیمیایی و بنابراین تولید محصولی با سلامت بیشتر باشد، لذا هدف از انجام این تحقیق مطالعه تاثیر تیمارهای کود زیستی والگوهای مختلف کشت مخلوط با ریحان بر عملکرد دانه و روغن دانه شنبلیله می‌باشد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال۱۴۰۰در مزرعه، واقع در فاصله۲۰ کیلومتری شهرستان چالدران اجرا گردید. این محل با ارتفاع ۱۸۵۰متر از سطح دریای آزاد، در طول جغرافیایی۴۴درجه و۳۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی۳۹درجه و ۱دقیقه شمالی قرار دارد. این منطقه دارای اقلیم‌های نیمه استپی و نیمه خشک سرد است و بر اساس داده‌های حاصل از اداره هواشناسی شهرستان، دارای زمستانهای سرد و تابستانهای معتدل می‌باشد. دما در زمستان کم و بیش تا زیر صفر تنزل نموده و فعالیتهای گیاهی را متوقف می‌نماید. هر چند که در تابستان ممکن است بارندگی رخ دهد، ولی در مجموع دارای فصل خشک در تابستان است. و متوسط بارندگی سالیانه۲۷۰ میلیمترگزارش شده است مشخصات خاک مزرعه در جدول (۱) ارائه شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اول الگوی کشت در ۶ سطح شامل: کشت خالص شنبلیله، کشت مخلوط ردیفی ۲:۲ (۲ ردیف ریحان : ۲ ردیف شنبلیله) کشت مخلوط نواری ۲:۴ (۴ ردیف ریحان : ۲ ردیف شنبلیله) کشت مخلوط نواری ۳:۵ (۵ ردیف ریحان : ۳ ردیف شنبلیله)، کشت مخلوط افزایشی (۵۰:۱۰۰) ۱۰۰ درصد ریحان + ۵۰ درصد شنبلیله که ریحان مثل تیمار کشت خالص کاشته شده و در بین پشته ها در داخل جوی شنبلیله با تراکم ۵۰ درصد در ۲ ردیف کاشته شد. عامل دوم تیمار کودی در ۳ سطح شامل کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (کودهای شیمیایی اوره و سوپر فسفات تریپل به ترتیب به میزان ۵۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار) ، کاربرد ۵۰ درصد کود شیمیایی (کودهای شیمیایی اوره و سوپر فسفات تریپل به ترتیب به میزان ۲۵ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار) + کاربرد میکوریز به صورت مایکوروت + بایوفارم در ریحان و کاربرد میکوریز در شنبلیله و کاربرد میکوریز + بایوفارم در ریحان و کاربرد میکوریز در شنبلیله بود. نکته قابل ذکر اینکه تمامی بذور شنبلیله قبل از کاشت به قارچ

مایکوریز آغشته و کاشته شد و همچنین بذور ریحان علاوه بر مخلوط با قارچ مایکوریز به کود زیستی بایو فارم نیزبه علت موسیلاژ بودن دانه ریحان اسپری شد.همچنین کود شیمیایی در مرحله اخر کاشت به زمین کاشت شده مورد استفاده قرار گرفت. کود بایوفارم نیز توسط شرکت فن‌آوری زیستی طبیعتگرا (بایوران) کرج ایران بصورت مایع ارائه شده و شامل باکتری‌های *Azospirillum*، *Azotobacte*r و گونه‌های مختلف جنس *Pseudomonas* با جمعیت ۲×۱۰^{۷}(CFU/gr) می باشد. همچنین کود زیستی مایکوروت ارائه شده توسط شرکت زیست فناور پیشتاز واریان کرج، ایران می‌باشد، که بصورت پودری بوده و حاوی قارچ‌های میکوریزا سویه‌های آرباسکولار *Glomus mosseae*، *Glomus intraradices* و *Glomus etunicatum* با شمارش $۱۰^{۷}$ تا $۱۰^{۸}$(CFU/gr) می‌باشد.

فاصله ردیف های کاشت برای هر گونه ۵۰ سانتی متر و طول ردیف‌های کاشت ۳ متر در نظر گرفته شد. تراکم مطلوب برای ریحان ۴۰ بوته در متر مربع با فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی متر در کشت دو ردیفه بر روی هر پشته (به فاصله ۲۵ سانتیمتر) و تراکم مطلوب برای شنبلیله ۵۰ بوته در متر مربع با فاصله روی ردیف ۸ سانتی متر در کشت دو ردیفه بر روی هر پشته (به فاصله۲۵ سانتیمتر) در نظر گرفته شد. پس از آماده سازی مناسب زمین عملیات کاشت در تاریخ ۱۰ اردیبهشت انجام گرفت و بلافاصله آبیاری صورت گرفت انجام عملیات‌های داشت مانند وجین علف‌هرز وآبیاری به صورت هفته‌ای انجام گرفت . به منظور اندازه گیری صفات رشدی و عملکردی در زمان رسیدگی کامل شنبلیله (زرد شدن برگ و نیام ها) با حذف اثر حاشیه، برداشت گیاهان از یک متر مربع انجام و در آزمایشگاه ۱۰ بوته تصادفی از هر پلات انتخاب شده و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اندازه گیری به عمل آمد. همچنین از دستگاه سوکسله نیز برای اندازه گیری درصد روغن شنبلیله با استفاده از ۱۰ گرم از نمونه خشک این گیاه استفاده شد و سپس عملکرد روغن گیاه شنبلیله طبق فرمول زیر محاسبه شد:

عملکرد روغن= درصد روغن × عملکرد دانه

سودمندی کشت مخلوط با نسبت LER طبق فرمول زیر مورد ارزیابی قرار گرفت (دهیما و همکاران ۲۰۰۷) :

$$LER_T = LER_b + LER_f = (Y_{bi} / Y_b) + (Y_{fi} / Y_f)$$

Y_{fi} عملکرد گیاه شنبلیله در کشت مخلوط با گیاه ریحان می‌باشد.

Y_f عملکرد گیاه شنبلیله در کشت خالص می‌باشد.

Y_{bi} عملکرد گیاه ریحان در کشت مخلوط با گیاه ریحان می‌باشد.

Y_b عملکرد گیاه ریحان در کشت خالص می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار-های SPSS و MSTATC انجام گرفت، برای مقایسه میانگین از آمون توکی در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد و ترسیم کلیه نمودارها از نرم‌افزار EXEL انجام شد.

جدول۱-خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (شهرستان چالدران)

SAND %	SILT %	CLAY %	K mg/kg	P mg/kg	N mg/kg
۳۰	۴۳/۰۶	۲۶/۹۴	۲۲۵	۹/۸	۰/۱

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار کودی و الگوی مختلف کشت مخلوط بر صفات رشدی و عملکردی شنبلیله

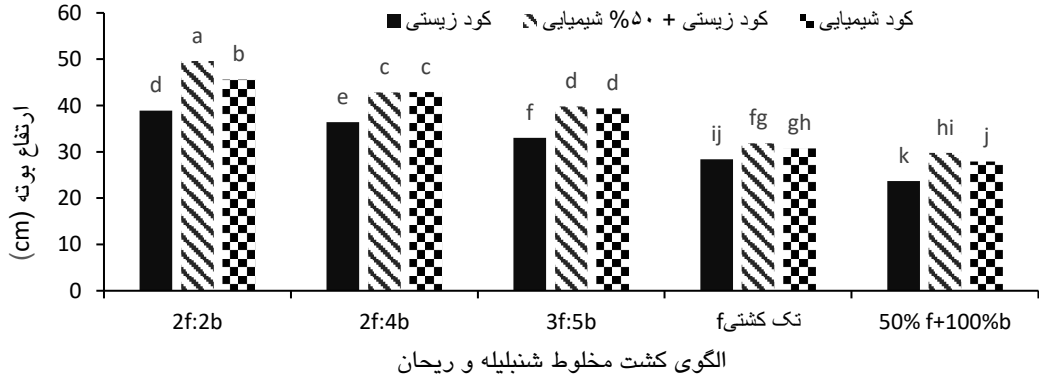
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در نیام	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	۲	۱۸/۴۶۵**	۹/۷۵۶**	۹/۸**	۶/۸۶۷**	۱/۹۰۶**	۱۴/۵۲۵^{ns}	۱/۵۴۴**	۰/۲۴۶**
کود	۲	۱۸۵/۸۸۱**	۱۰/۸۲۲**	۱۶/۰۶۷**	۰/۸۶۷**	۲۹/۴۸۷**	۱۶۵/۱۶۹**	۱/۳۸۶**	۰/۰۰۶**
الگوی کاشت	۴	۴۷۶/۷۹۰**	۳۴/۵۳۳**	۲۸/۶۱۱**	۸/۹۷۸**	۶/۴۴۰**	۳۸۳/۷۴۱** ۸	۶/۸۵۷**	۱۰/۶۴۹**
کود×الگوی کاشت	۸	۶/۶۲۳**	۱/۲۶۷**	۰/۵۱۱**	۰/۲۲۸^{ns}	۰/۱۷۰**	۳۶/۰۶۲**	۰/۱۶۲^{ns}	۰/۰۷۵**
خطای کل	۲۸	۰/۳۴۲	۰/۳۷۵	۰/۶۳۳	۰/۱۲۹	۰/۲۴۰	۹/۵۷۶	۰/۱۰۴	۰/۰۱۵
ضریب تغییرات(٪)		۱/۶۲	۸/۶۹	۳/۸۵	۳/۱۸	۴/۹۷	۷/۰۶	۷/۵۰	۶/۳۸

ns ،** ، * به ترتیب اختلاف غیرمعنی دار و معنی‌دار در سطح۱٪ و ۵٪ می باشند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس(جدول ۲) اثر کود و الگوی کاشت بر روی ارتفاع بوته شنبلیله معنی دار بود. همچنین اثر متقابل کود و سیستم کاشت بر ارتفاع بوته شنبلیله معنی دار شد. در شکل۱ با مقایسه میانگین ها، بیشترین ارتفاع گیاه شنبلیله در تیمار الگوی کشت دو ردیف شنبلبله :دو ردیف ریحان(۲:۲) با کاربرد کودشیمیایی ۵۰درصد+کود زیستی (۴۹/۶۲) حاصل شد. باتوجه به مقایسه میانگین ها در شکل ۱ در تمامی تیمارهای اعمال شده کاربرد تلفیقی کود زیستی و۵۰ درصد کود شیمیایی بیشترین درصد افزایش را داشت که یکی از دلایل این افزایش ارتفاع به اثر هم افزایی کاربرد کود زیستی در تلفیق با کود شیمیایی مربوط میشود(ناگاندا و همکاران۲۰۱۰). وفادار و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند بیشترین ارتفاع بوته در گیاه باقلا مربوط به سیستم کشت مخلوط یک ردیف باقلا : یک ردیف بادرشبو(۱:۱) بود. (گرن و همکاران ۲۰۰۸) با توجه به اینکه ارتفاع بوته شنبلیله در الگوی کشت مخلوط افزایشی (۵۰ درصد افزایشی) نسبت به کشت خالص کاهش یافت، میتوان علت این کاهش ارتفاع را رقابت بین بوته ها بر سر آب، مـواد غـذایی و فضـای زیستی دانست که سبب کاهش جذب نور و کاهش رشد و فتوسنتز شنبلیله شده و به دنبال آن ارتفاع آن را در کشت مخلوط کاهش داده است.



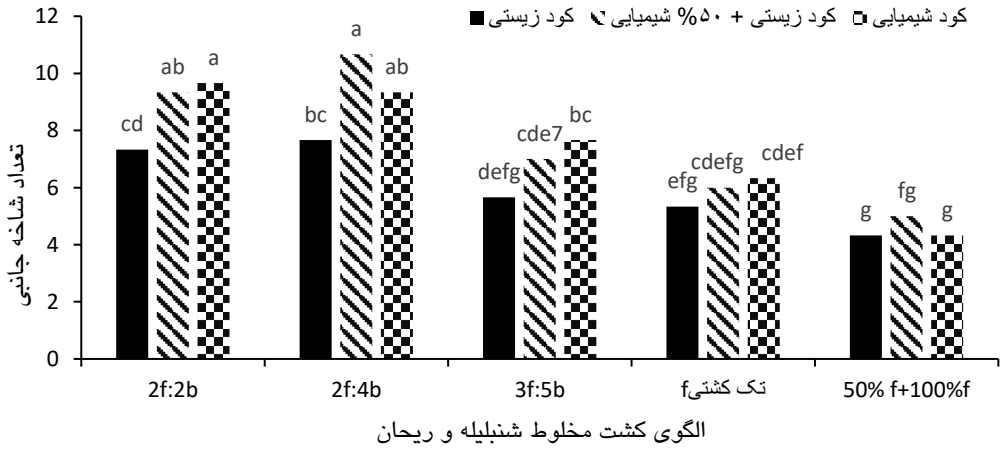
شکل۱- ترکیبات تیماری کود در الگوی کاشت برای ارتفاع بوته شنبلیله

2f:2b(دو ردیف شنبلیله، دو ردیف ریحان) 2f:4b(دو ردیف شنبلیله، چهار ردیف ریحان) 3f:5b(سه ردیف شنبلیله ، پنج ردیف ریحان)
50%f+100%b(۵۰٪ شنبلیله+ ۱۰۰٪ ریحان))

(حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ در صد می باشد)

تعداد شاخه جانبی در بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۲) اثر الگوهای مختلف کشت و تیمار کودی بر تعداد شاخه جانبی شنبلیله معنی دار بود. همچنین اثر متقابل الگوی کشت× تیمار کود بر تعداد شاخه جانبی شنبلیله معنی دار شد. بیشینه تعداد شاخه جانبی شنبلیله در تیمار الگوی کاشت دو ردیف شنبلیله و چهار ردیف ریحان (۲:۴) با تلفیق ۵۰ درصد کود شیمیایی + کود زیستی (۱۰/۶۷) بود، که اختلاف معنی داری با دیگر الگوهای کاشت داشت (شکل ۲). بنظر میرسد که در نسبت‌های پایین کشت مخلوط 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 نسبت-های کاشت فشرده تر به دلیل سایه اندازی و کاهش نور، تحریک لازم جهت شاخه‌دهی صورت نگرفته است؛ که این نتایج با پژوهش امینی فر و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت داشت. گزارشی مبنی بر افزایش تعداد شاخه جانبی با کاربرد تلفیقی کود های زیستی و شیمیایی در گیاه دارویی مرزه به دلیل تامین مناسب نیتروژن توسط کود شیمیایی و نیز توانایی باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم در تثبیت نیتروژن و ساخت و ترشح برخی مواد زیستی فعال مانند اکسین، جیبرلین و بیوتین دانستند (مکی‌زاده تفتی و همکاران ۲۰۱۳).



شکل ۲- ترکیبات تیماری کود در الگوی کاشت برای تعداد شاخه جانبی در بوته شنبلیله

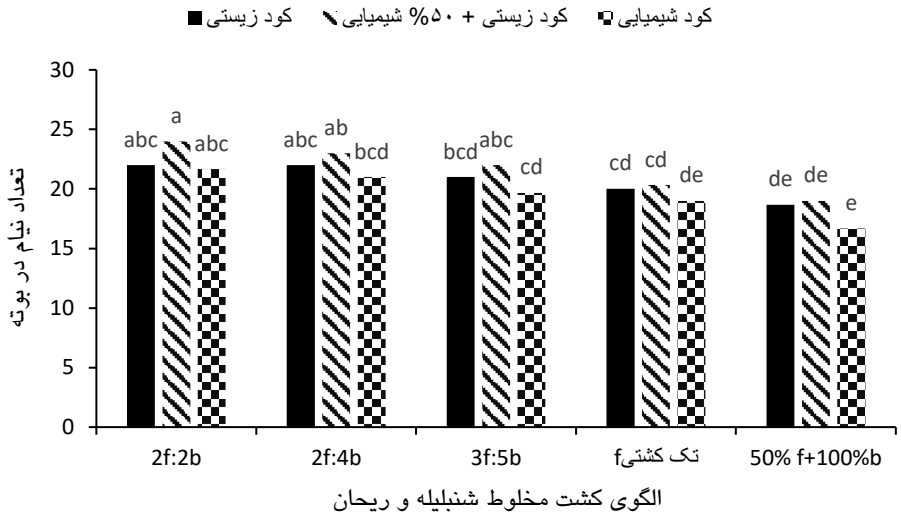
2f:2b(دو ردیف شنبلیله، دو ردیف ریحان) 2f:4b(دو ردیف شنبلیله، چهار ردیف ریحان) 3f:5b(سه ردیف شنبلیله ، پنج ردیف ریحان)
50%f+100%b(۵۰٪ شنبلیله+ ۱۰۰٪ ریحان))

(حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ در صد می باشد)

تعداد نیام در بوته

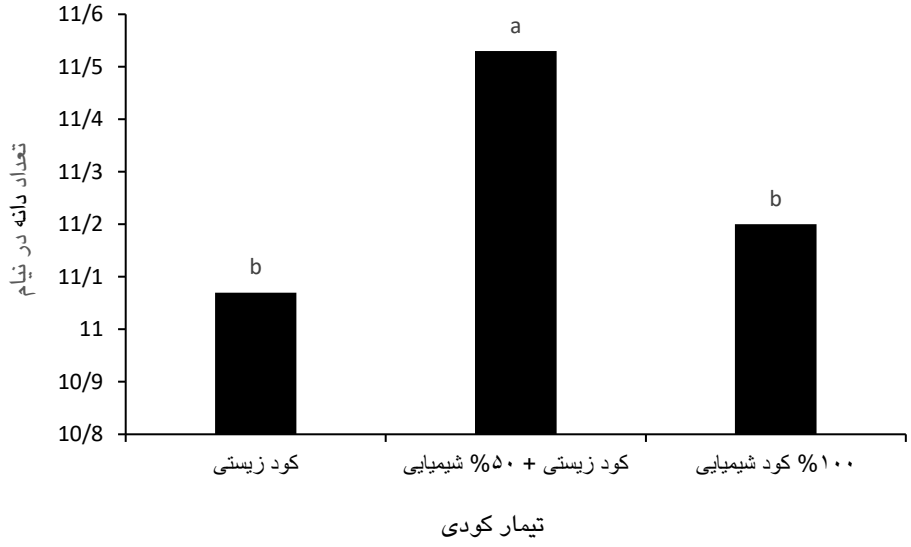
تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تعداد نیام در بوته شنبلیله نشان داد که اثرسیستم‌های کشت، تیمار کودی و اثر متقابل سیستم‌های کشت× تیمارکودی بر این صفت در سطح احتمال ۱درصد معنی دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین نشان داد، شنبلیله در تیمار الگوی کشت دو ردیف شنبلیله:دو ردیف ریحان(۲:۲) با کاربرد ۵۰درصد کود شیمیایی+ کودزیستی به طور معنی داری تعداد نیام بیشتری نسبت به کشت خالص داشت. همچنین کمترین تعداد نیام در بوته شنبلیله مربوط به تیمار ۵۰ درصد افزایشی شنبلیله (شکل۳) بود. رشد رویشی بهتر بوته‌ها در کشت مخلوط سبب افزایش درصد نوردریافتی و افزایش فتو سنتز می‌گردد و این عامل در نهایت منجر به افزایش میانگین اجزای عملکرد می‌شود. مشابه این نتیجه

را وفادار و همکاران (۲۰۱۸) اعلام کردند، بیشترین تعداد نیام در تیمار کشت مخلوط ۲:۲ با کاربرد کود شیمیایی بود. طبق نتایج به دست آمده توسط رضایی چیانه و همکاران (۲۰۱۱) نیز مشخص گردیده هنگامی که ساختار کانوپی در کشت مخلوط طوری طراحی گردد که فشاررقابت بین گونه‌ای کمتر از رقابت درون گونه‌ای باشد، نفوذ نور و جذب آن توسط کانوپی گیاهی افزایش می‌یابد که در نهایت، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه همراه را بهبود می‌بخشد.



شکل۳- ترکیبات تیماری کود در الگوی کاشت برای تعداد نیام در بوته شنبلیله

2f:2b(دو ردیف شنبلیله، دو ردیف ریحان) 2f:4b(دو ردیف شنبلیله، چهار ردیف ریحان) 3f:5b(سه ردیف شنبلیله ، پنج ردیف ریحان)
50%f+100%b(۵۰٪ شنبلیله+ ۱۰۰٪ ریحان))
(حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ در صد می باشد)

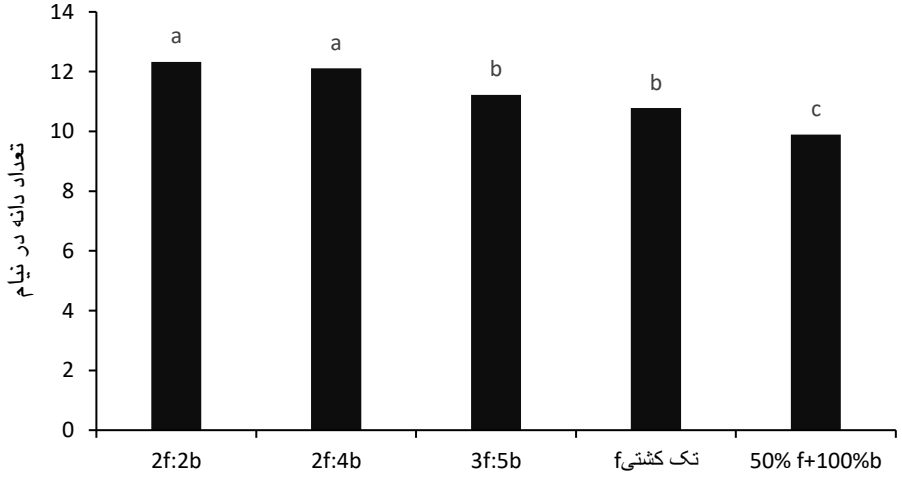


شکل ۴- اثر تیمارکودی برتعداد دانه درنیام شنبلیله

(حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ در صد می باشد)

تعداد دانه در نیام

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل سیستم کاشت× تیمار کودی بر تعداد دانه شنبلیله غیر معنی‌دار بود. با مقایسه میانگین اثر تیمار کودی نشان داد بیشترین تعداد دانه (۱۱/۵۳) در ۵۰ درصد کودشیمیایی+ کود زیستی بود که اختلاف کمتری با با تیمار ۱۰۰درصد کود شیمیایی(۱۱/۲۰) نشان داد. این امر نشان دهنده تاثیر پذیری حداقل تعداد دانه از تغییرات محیطی و مدیریتی مزرعه می‌باشد، بر همین اساس الگوهای کشت مخلوط (۲f:۲b) و(۲f:۴b) اختلاف معنی داری نشان نداده‌اند (شکل ۵).



شکل ۵- اثرالگوهای مختلف کشت برتعداد دانه در نیام شنبلیله

2f:2b(دو ردیف شنبلیله، دو ردیف ریحان) 2f:4b(دو ردیف شنبلیله، چهار ردیف ریحان) 3f:5b(سه ردیف شنبلیله ، پنج ردیف ریحان)
50%f+100%b(۵۰٪ شنبلیله+ ۱۰۰٪ ریحان))
(حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ در صد می باشد)

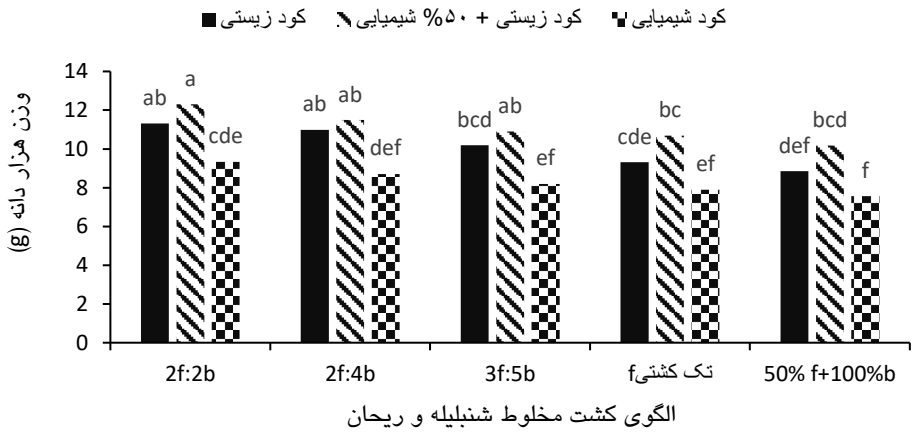
وزن هزار دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر کود،سیستم کاشت واثر متقابل کود × سیستم کاشت در سطح احتمال ۵درصد معنی دار شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشینه وزن هزار دانه (۱۲/۳۱ گرم) شنبلیله مربوط کشت مخلوط دو ردیف شنبلیله و دو ردیف ریحان (۲:۲) با تلفیق۵۰درصد کود شیمیایی+ کود زیستی بود که اختلاف معنی داری با تیمار کشت خالص (۱۰/۶۹ گرم) داشت (شکل ۶). فلاح و نظری (۲۰۱۲) نیز نتایجی را در مورد اثر بخشی کود زیستی بر وزن هزار دانه مشاهده کردند.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای کود، سیستم کاشت و برهمکنش تیمارها برعملکرد دانه شنبلیله معنی دار بود. در همین راستا بیشینه عملکرد مربوط به تیمار کشت دو ردیفی شنبلیله و ریحان بود (۷۰/۶۱ گرم در متر مربع) که اختلاف معنی داری با سایر الگوهای کاشت داشت . همچنین کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار۵۰ در صد افزایشی شنبلیله بود که می‌توان علت کاهش آن را به غالبیت گیاه ریحان در این تیمار عنوان نمود. همسو با این نتایج را صدری و همکاران (۲۰۱۵) در کشت۳۳ درصد افزایشی شنبلیله با گیاه رازیانه ،چنین اعلام کردند در سری‌های افزایشی کشت مخلوط، شنبلیله به عنوان گیاه فرعی به تراکم مطلوب گیاه

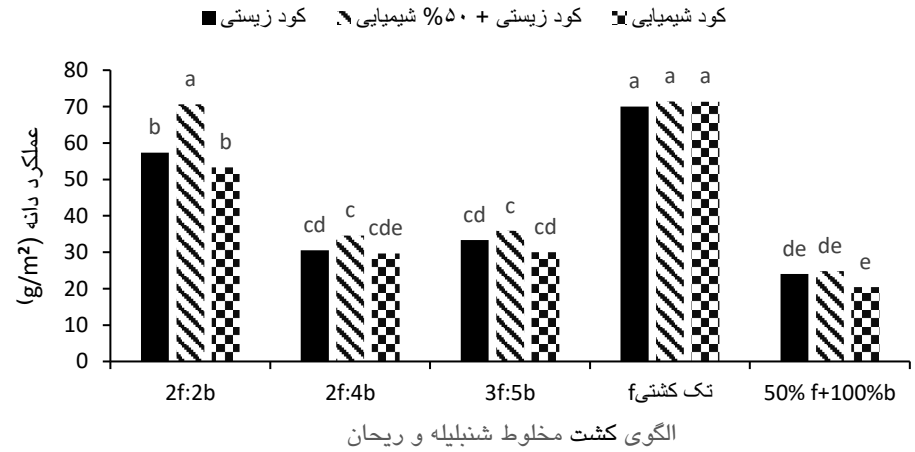
رازیانه اضافه شده در نتیجه از فضا و شرایط مطلوب محیطی جهت رشد و نمو برخوردار نبوده و در نهایت با افت عملکرد نیز مواجه شده است . از طرف دیگر، افزایش نسبت هر یک ازدو گیاه رازیانه و شنبلیله در کشت مخلوط، افزایش عملکرد آن محصول را به دنبال داشته است. استفان و همکاران (۲۰۱۳) به این نتیجه رسیدند که کاربرد 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.



شکل ۶- ترکیبات تیماری کود در الگوی کاشت برای وزن هزار دانه شنبلیله

2f:2b(دو ردیف شنبلیله، دو ردیف ریحان) 2f:4b(دو ردیف شنبلیله، چهار ردیف ریحان) 3f:5b(سه ردیف شنبلیله ، پنج ردیف ریحان)
50%f+100%b(۵۰٪ شنبلیله+ ۱۰۰٪ ریحان))

(حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ در صد می باشد)



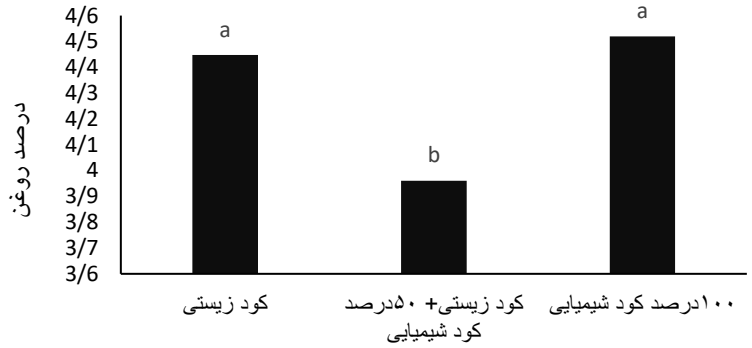
شکل ۹- ترکیبات تیماری کود در الگوی کاشت برای عملکرد دانه شنبلیله

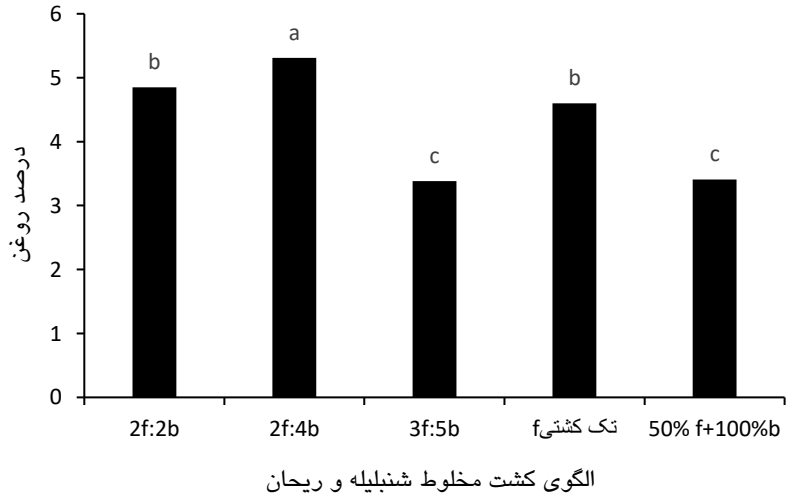
2f:2b(دو ردیف شنبلیله، دو ردیف ریحان) 2f:4b(دو ردیف شنبلیله، چهار ردیف ریحان) 3f:5b(سه ردیف شنبلیله ، پنج ردیف ریحان)
50%f+100%b(۵۰٪ شنبلیله+ ۱۰۰٪ ریحان))

(حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ در صد می باشد)

درصد و عملکرد روغن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تیمار کودی و سیستم های کاشت برای صفت درصد روغن شنبلیله غیر معنی دار بود ولی بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین درصد اسانس در سیستم‌های کشت مربوط به تیماردو ردیف شنبلیله–چهار ردیف ریحان (۵/۳۰۸) بود، همانطورکه درشکل۷ مشاهده می‌گردد، بیشترین درصد روغن دانه مربوط به تیمار با مصرف کود زیستی تعلق داشت، هر چند بین این تیمار و تیمار کود۱۰۰درصد شیمیایی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. محققان دیگر نیزگزارش کردند تلقیح بذر با کودهای زیستی، سبب افزایش میزان روغن گلرنگ گردید(راعی و همکاران ۲۰۱۵). همچنین بیشترین عملکرد روغن شنبلیله مربوط به کشت خالص با تلفیق ۱۰۰ در صد کود شیمیایی(۳/۵۱) می‌باشد. چون بیشتریت عملکرد دانه در تیمار کشت خالص شنبلیله در شرایط تلفیق با کود شیمیایی به دست آمد بالا بودن عملکرد روغن در این تیمار دور از انتظار نبود. میزان تجمع اسانس تحت تاثیر عواملی چون ساختارژنتیکی، تاریخ کاشت،ژنوتیپ، شرایط اقلیمی منطقه، حاصلخیزی خاک، تراکم و الگوی کاشت قرارمی‌گیرد (آیانگلوو همکاران ۲۰۱۲). عبدی و همکاران (۲۰۱۹) نیز اعلام کردند بیشترن عملکرد روغن شنبلبله در کشت مخلوط با گیاه مرزه در تیمار کشت خالص بود. نتایج مقایسه میانگین نشان دهنده کمترین عملکرد روغن در تیمار۵۰ درصد افزایشی شنبلیله با تلفیق کود شیمیایی (۰/۷۱۴) است.

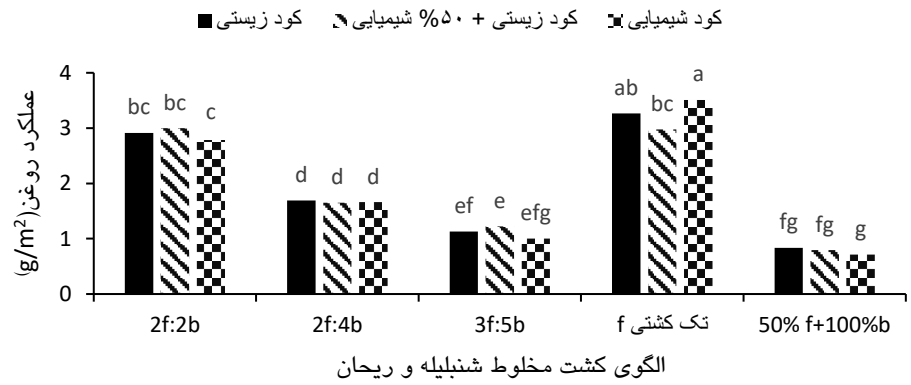




شکل۷- درصد روغن شنبلیله در تیمارهای مختلف کودی و الگوی کشت

2f:2b(دو ردیف شنبلیله، دو ردیف ریحان) 2f:4b(دو ردیف شنبلیله، چهار ردیف ریحان) 3f:5b(سه ردیف شنبلیله ، پنج ردیف ریحان)
50%f+100%b(۵۰٪ شنبلیله+ ۱۰۰٪ ریحان))

(حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ در صد می باشد)



شکل ۸- ترکیبات تیماری کود در الگوی کاشت برای عملکرد روغن شنبلیله

2f:2b(دو ردیف شنبلیله، دو ردیف ریحان) 2f:4b(دو ردیف شنبلیله، چهار ردیف ریحان) 3f:5b(سه ردیف شنبلیله ، پنج ردیف ریحان)
50%f+100%b(۵۰٪ شنبلیله+ ۱۰۰٪ ریحان))
(حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ در صد می باشد)

جدول ۳- شاخص نسبت برابری زمین(LER) در تیمارهای مختلف کودی و کشت مخلوط

تیمار		LER (f) شنبلیله	LER(b) ریحان	LER(total)
کود زیستی	2f:2b	۰/۸۹	۰/۹۳	۱/۸۲
	2f:4b	۰/۵۱	۰/۸۷	۱/۳۹
	3f:5b	۰/۳۴	۰/۷۸	۱/۱۳
	افزایشی ۱۰۰ ریحان +۵۰ درصد شنبلیله	۰/۲۵	۰/۸۷	۱/۱۳
کود زیستی+۵۰درصد کود شیمیایی	2f:2b	۱/۰۱	۰/۹۹	۲/۰
	2f:4b	۰/۵۵	۰/۹۶	۱/۵۱
	3f:5b	۰/۴۱	۰/۹۳	۱/۳۴
	افزایشی ۱۰۰ ریحان +۵۰ درصد شنبلیله	۰/۲۶	۰/۹۴	۱/۲۱
۱۰۰ درصد کود شیمیایی	2f:2b	۰/۷۹	۰/۹۶	۱/۷۵
	2f:4b	۰/۴۷	۰/۸۹	۱/۳۶
	3f:5b	۰/۲۸	۰/۷۵	۱/۰۴
	افزایشی ۱۰۰ ریحان +۵۰ درصد شنبلیله	۰/۲۰	۰/۸۷	۱/۰۷

نسبت برابری زمین (LER)

نسبت برابری زمین نشانگرسودمندی کشت مخلوط از نظر بهره‌برداری از زمین می‌باشد. شاخص نسبت برابری زمین در تمامی ترکیب‌های تیماری بیشتر از یک بدست آمد (جدول ۳). این مطلب نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط دو گونه نسبت به کشت خالص آن می‌باشد. بیشترین نسبت برابری زمین در تیمار کشت مخلوط(۲:۲) ۲ردیف شنبلیله،۲ردیف ریحان باتلفیق ۱۰۰درصد کود شیمیایی به میزان ۲/۰ حاصل شد. و تیمار ۵۰ درصد افزایشی شنبلیله با تلفیق کود زیستی کمترین نسبت

برابری زمین به میزان۱/۰۷ حاصل شد. یاسین و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که در کشت مخلوط گیاه علف وتیور(*Chrysopogon zizanioides* L.) با ریحان نسبت برابری زمین،معادل۱/۵۴ بود. 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 LER در الگوی کشت ۵۰ درصد افزایشی شنبلیله فقدان تراکم بهینه است زیرا افزایش رقابت بین گونه ای در مقایسه با رقابت بین گونه ای است. دباغ محمدی‌نسب و همکاران(۲۰۱۷) 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. امیریان چلان و همکاران (۲۰۲۴) نیز گزارش کردند که در کشت مخلوط شنبلیله با بادرشبو با کاربرد میکوریز و کود زیستی، بیشترین نسبت برابری زمین (۱/۶۳) در تیمار مخلوط افزایشی ۵۰:۱۰۰ این دو گیاه حاصل شد.

نتیجه گیری کلی

به طور کلی یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که الگوی کشت مخلوط شنبلیله و ریحان به دلیل افزایش اجزای عملکرد نسبت به کشت خالص برتری داشت. کاربرد کود شیمیایی+ کود زیستی عملکرد، اجزای عملکرد دانه و نیز عملکرد روغن شنبلیله را به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای کودی افزایش داد. در مورد کود زیستی(مایکروت+ بایوفارم) پیشنهاد می شود ازمقادیر بیشترآن استفاده شود تا تاثیر بیشتری در عملکرد گیاه داشته باشد.بنابراین، استفاده از الگوی کشت مخلوط ردیفی ۲:۲ شنبلیله – ریحان به همراه کاربرد ۵۰درصد کودهای شیمیایی+ کود زیستی (مایکوروت و بایوفارم) سبب تولید مطلوب عملکرد دانه و این گیاه خواهد شد، بر این اساس به علت کاربرد کمتر کود شیمیایی در مزارع کشاورزی آلودگی زیست محیطی کاهش یافته و محصول سالم‌تری تولید خواهد شد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مساعدت‌های مدیر گروه اکوفیزیولوژی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، جهت فراهم نمودن امکانات مورد نیاز در طول اجرای این پژوهش و نیز از زحمات بی دریغ پدرم و آقا مهندس بهزاد شریب در جهت انجام پژوهش تشکر و قدردانی می‌نمایم.

منابع مورد استفاده

Abdi S. 2019. Evaluation of yield, essential oil percentage and advantage indices in fenugreek and savory intercropping ratios. Journal of Crops Improvement, 21(1): 75-92. https://doi.org/10.22059/jci.2019.268917.2110

Amini R, Choubforoush Khoei B, Dabbagh Mohammadi Nasab A, and Raei Y. 2020. Effects of intercropping sugar beet (*Beta vulgaris* L.) with millet, soybean and Moldavian balm on yield and quality in an organic production system. Biological Agriculture & Horticulture. 36, (3): 141–155. https://doi.org/10.1080/01448765.2020.1739556

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(4): 1039-1054 .(In Persian).

Amiriyan Chelan Z, Amini R, and Dabbagh Mohammadi Nasab A. 2023. Essential oil yield and compositions of *Dracocephalum moldavica* L. in intercropping with fenugreek, inoculation with mycorrhizal fungi and bacteria. Scientific Reports. 13, 8039. https://doi.org/10.1038/s41598-023-35156-x

Amiriyan Chelan Z, Amini R, and Dabbagh Mohammadi Nasab A. 2024. Optimizing fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) oil yield and compositions in intercropping through growth promoting bacteria and mycorrhiza. Frontiers in Agronomy. 6, 1422236. https://doi.org/10.3389/fagro.2024.1422236

Ayanoglu F, Mert A, Aslan N. & Gurbuz, B. 2012. Seed yields, yield components and essential oil of selected coriander (*Coriandrum sativum* L.) lines. Journal Herbs Spices Medicinal Plants, 9: 71 -77. https://doi.org/10.1300/J044v09n02_10

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

Dhima KV, Lithourgidis AA, Vasilakoglou IB, Dordas CA. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. Field Crops Research, 100: 249-256. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.07.008

Fallah S and Nazari M. 2012. Application effects of biofertilizers and zinc sulfate on growth and yield of fenugreek medicinal plant under drought stress conditions in Shahrekord region. Environmental Stresses in Crop Sciences, 5: 14-159.https://doi.org/10.22077/escs.2013.122

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. https://doi.org /10.1016/j.indcrop. 2018.02.003

Farajzade Memaritabrizi A, Roshdi-Maleki M, Farajzade-Memaritabrizi N, Ahmadzadeh V.2018. Effects of inoculation of seeds with different strains of bacteria and mycorrhizal fungi on growth, essential oil production, biochemical and physiological characteristics of basil (*Ocimum basilicum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 5:805-819. https://doi.org/10.22092/ijmapr.2018.121269.2287

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.

Ghebleh P, Khodaverdizadeh M, Molaei M. 2024. What factors affect the export of medicinal plants including anise, badian, coriander and fennel. Agric Mark Econ, 1(2): 111-121. doi:10.61186/ame.1.2.111

Kandil AA, Badawi MA, El-moursy SA and Abdou UM. 2004. Effect of planting dates, nitrogen levels and Bio-fertilization treatment on growth attributes of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Scientific Journal of King Faisal University, 5: 227-237. https://dx.doi.org/10.21608/jpp.2002.257029

Makkizadeh Tafti M, Naghdi-Badi H, Chaichi M and Soltani-Miri G. 2013. Effect of biological fertilizers on growth, yield and essential oil of Satureja rechingeri. Plant and Ecosystem, 2: 27-37. https://doi.org/10.1080/0972060X.2013.813235

Moghbeli T, Bolandnazar S, Panahande J, and Raei Y. 2019. Evaluation of yield and its components on onion and fenugreek intercropping ratios in different planting densities. Journal of Cleaner Production, 213:634-641. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.138

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. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.07.017

Nagananda GS, Das A, Bhattacharya S and Kalpana T. 2010. In vitro studies on the effects of bio-fertilizers (*Azotobacter and Rhizobium*) on seed germination and development of (*Trigonella foenum-graecum* L.) using a novel glass marble containing liquid medium. International Journal of Botany, 6: 394-403. https://doi.org/10.3923/ijb.2010.394.403

Rabiee M and Farahdahr F. 2020. Evaluation of yield and advantages of forage legumes with cereals intercropping as second crop in paddy fields. Plant Production, 43(3): 363-374. https://doi.org/10.22055/ppd.2019.27838.1689

Raei Y, Shariati J and Weisany W. 2015. Effect of biological fertilizers on seed oil, yield and yield components of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) at different irrigation levels. Agricultural Science and Sustainable Production, 25 (1): 65-84. (In Persian).

Rezaei Chiyaneh E, Amirnia R, Fotohi Chiyaneh S, Maggi F, Barin M and S. Razavi B. 2021. 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

Sadri S, Puoryosef M, Souleymani A. 2015. Evaluating essential oil performance and beneficial indicators in intercropping fennel and fenugreek. Journal of Crops Improvement,16(4): 921-932. https://doi.org/10.22059/jci.2015.53586

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

Salehi A, Fallah S, Kaul H.P. and Zitterl-Eglseer, K. 2018. Antioxidant capacity and polyphenols in buckwheat seeds from fenugreek/buckwheat intercrops as influenced by fertilization. Journal of Cereal Science, 84: 142-150. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2018.6.004

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

Vafadar-Yengeje L, Amini R. and Mohamadi Nasab A.D. 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. Journal of Cleaner Production, 239: 118033. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118033

Yaseen M, Singh M and Ram D. 2014. Growth, yield and economics of vetiver *(Vetiveria zizanioides* L. *Nash)* under intercropping system. Industrial Crops and Products,61: 417-421. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.07.033

Zhang L, Vanderwerf W, Bastiaans L, Zhang S, Li B, and Spiertz J. H. 2008. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. Field Crops Research, 137:24-92. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2007.12.014