

اثر کود زیستی میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد کتان روغنی (*Linum usitatissimum* L.) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) در کشت مخلوط

تهمینه صالحی^۱، علیرضا یدوی^{۲*}، امین صالحی^۲، حمیدرضا بلوچی^۲

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۳/۱۹

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

*مسئول مکاتبه: E-mail: Yadavi@yu.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد کود زیستی میکوریزا بر رشد و عملکرد کتان روغنی در کشت مخلوط با شنبلیله، آزمایشی در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال زراعی ۱۳۹۶ اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۵ تیمار اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل کاربرد کود زیستی در سه سطح عدم کاربرد کود زیستی، کاربرد قارچ میکوریزا گونه *Funneliformis mosseae* و کاربرد قارچ میکوریزا گونه *Rhizophagus irregularis* و نسبت‌های کشت در ۵ سطح کشت خالص کتان روغنی، کشت خالص شنبلیله و کشت مخلوط کتان روغنی و شنبلیله با نسبت‌های ۱:۱، ۱:۲ و ۲:۱ بود. نتایج نشان داد که عملکرد دانه کتان روغنی و شنبلیله تحت تاثیر کود زیستی میکوریزا افزایش یافت. همچنین، در رابطه با اثر نسبت‌های کشت نیز بیشترین عملکرد دانه کتان روغنی (۲۳۳ گرم بر متر مربع) و شنبلیله (۲۲۱/۶ گرم بر متر مربع) از کشت خالص حاصل شد. بیشترین درصد روغن کتان روغنی (۴۱/۲۷ درصد) در نسبت کشت یک ردیف شنبلیله + یک ردیف کتان روغنی (۱:۱) همراه با کاربرد قارچ میکوریزا گونه رایزوفآگوس ایرگولاریس به دست آمد. نسبت برابری زمین (LER) در کلیه سیستم‌های مخلوط بالاتر از یک بود که نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط کتان روغنی همراه با شنبلیله نسبت به تک کشتی هر کدام می‌باشد. در مجموع بر اساس نتایج حاصله می‌توان نسبت کشت یک ردیف شنبلیله + یک ردیف کتان روغنی همراه با کاربرد قارچ میکوریزا گونه فونلیفورمیس موسی را برای تولید این دو محصول معرفی نمود.

واژه های کلیدی: چندکشتی، درصد روغن، عملکرد روغن، میکوریزا، نسبت برابری زمین

The Effect of Mycorrhiza Biofertilizer on Yield and Yield Components of Linseed (*Linum usitatissimum* L.) and Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) in Intercropping

Tahmineh Salahi¹, Alireza Yadavi^{2*}, Amin Salehi², Hamidreza Balouchi²

Received: January 30, 2019 Accepted: June 9, 2019

1- MSc Student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Iran.

2- Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Iran.

*Corresponding Author Email: Yadavi@yu.ac.ir

Abstract

In order to study the effect of mycorrhiza fertilizer application on the growth and yield of linseed in intercropping with fenugreek, a field experiment was conducted at research farm of Yasouj University, agricultural college in 2017. Experimental arrangement was factorial based on randomized complete block design with three replications and 15 treatments. The experimental factors were application of biofertilizer in three levels as non- bio fertilizer application (control), application of mycorrhiza fungus *Funneliformis mosseae* and *Rhizophagus irregularis* species and cropping system in five levels, linseed sole cropping, fenugreek sole cropping and intercropping of linseed- fenugreek with ratios 1:1, 1:2 and 2:1. The results showed that the yield of linseed and fenugreek increased under the influence of mycorrhiza bio fertilizer. Also in between the cropping systems the highest grain yield of both linseed (233 g. m⁻²) and fenugreek plants (221.6 g.m⁻²) achieved from sole cropping systems. The highest seed oil percent (41.27%) of linseed was found in 1:1 ratio of linseed-Fenugreek intercropping with the application of *Rhizophagus irregularis* mycorrhiza fungus. Land equal ratio (LER) in all experimental intercropping system was higher than one that indicating the beneficial effects of linseed intercropping with Fenugreek compared to sole cropping of each. Based on the results, the cultivation ratio of one row of fenugreek: one row of linseed with *Funneliformis mosseae* mycorrhiza fungus application can be introduced.

Keywords: Land Equivalent Ratio, Multiple Cropping, Mycorrhiza, Oil Percent, Oil Yield

مقدمه

تمایل به تولید گیاهان دارویی- روغنی و تقاضا برای محصولات طبیعی در جهان به ویژه محصولات تولید شده در شرایط ارگانیک رو به افزایش است. کتان روغنی یا بزرک (*Linum usitatissimum* L.) به عنوان یک گیاه دارویی از تیره کتان (Linaceae) دارای بذری حاوی ۳۰-۴۸ درصد روغن می باشد. همچنین بذر این گیاه حاوی امگا-۳ و ویتامین E نیز می باشد. روغن کتان روغنی دارای اثر ضد تورم و برطرف کننده میگرن های دردناک می باشد (زوک و همکاران ۲۰۱۵).

شنبليله (*Trigonella foenum-graecum* L.) نیز یک گیاه علفی دارویی مهمی است که در طب سنتی به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گرفته و افزون بر آن، سالیان متمادی است که از اندام رویشی آن به عنوان یکی از سبزی های پرکاربرد استفاده می شود. این گیاه علاوه بر ساپونین ها، در دانه خود نیز دارای آلکالوئیدها و فیبرهای موسیلاژی (۵۰٪) می باشد (امید بیگی ۲۰۱۱).

کشاورزی پایدار تلفیقی از دانش مدیریت زراعی است که می تواند در بلندمدت از نظر بیولوژیکی،

ارزش نسبی برای بیشتر ترکیب‌های کشت مخلوط این دو گیاه بیشتر از یک بود، که بیانگر برتری کشت مخلوط نسبت به کشت خالص آنها بوده است.

در بررسی سیستم‌های تک‌کشتی و مخلوط دو گیاه رازیانه و شنبلیله، افزایش معنی‌دار عملکرد دانه رازیانه در سیستم مخلوط نسبت به تک‌کشتی مشاهده شد (کومار و همکاران ۲۰۰۶). روستایی و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی اثر منبع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله در مخلوط با سیاهدانه نشان دادند که عملکرد دانه تیمارهای مخلوط تحت شرایط کاربرد کود شیمیایی کمتر از کشت خالص بود ولی استفاده از کود تلفیقی، عملکرد دانه مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (با نسبت ۲:۱) را در مقایسه با تیمارهای کشت خالص شنبلیله و سیاهدانه تغذیه شده از منبع کود شیمیایی، به ترتیب ۳۱ و ۲۱ درصد افزایش داد و همچنین در شرایط کاربرد کودمرغی با افزایش نسبت سیاهدانه در کشت مخلوط عملکرد دانه نیز افزایش یافت. مطالعه بر روی کشت مخلوط جایگزینی زیره سبز و شنبلیله مشخص کرد که تعداد دانه در غلاف شنبلیله در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص این گیاه بوده است. به نظر می‌رسد تعداد کمتر غلاف در کشت مخلوط باعث تولید غلاف‌های بزرگتر و در نتیجه افزایش تعداد دانه در غلاف نسبت به کشت خالص گردیده است (رضوانی مقدم و مرادی ۲۰۱۲). در تحقیق پیرزاد و همکاران (۲۰۱۸) گزارش دادند که بیشترین عملکرد دانه و بیولوژیک سیاهدانه و لوبیا از تیمار کشت خالص همراه با کاربرد کود زیستی بدست آمد. سعیدی و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در مخلوط با باقلا مشاهده کردند که تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق گلرنگ به طور معنی‌داری تحت تاثیر الگوهای مختلف کاشت قرار گرفت و در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص مقادیر آنها افزایش یافت.

با توجه به اهمیت گیاه دارویی - روغنی کتان روغنی و گیاه دارویی شنبلیله در راستای تولید پایدار این دو محصول هدف از این مطالعه مقایسه الگوهای مختلف کشت کتان روغنی و شنبلیله و بررسی کارایی دو گونه

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 (نصیری محلاتی و همکاران ۲۰۱۵). از موفق‌ترین سیستم‌های کشت مخلوط، سیستم‌های دارای بقولات در مخلوط با غیربقولات می‌باشد که در اغلب حالات سبب برتری کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی می‌شود، که دلیل آن توانایی تثبیت زیستی نیتروژن اتمسفری توسط بقولات بوده و مزیت اکولوژیکی فراوانی را به دنبال دارد (لیتورجیدیس و همکاران ۲۰۱۱). یکی دیگر از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در بوم‌نظام‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده‌های شیمیایی است. قارچ‌های میکوریزا، میکروارگانیسم‌هایی هستند که به عنوان کود زیستی می‌توانند در تأمین نیاز غذایی گیاهان در سیستم‌های کشاورزی پایدار نقش مهمی ایفا کنند (عبدی و پیرزاد ۲۰۱۸). به نظر می‌رسد با بهره‌گیری از کودهای زیستی در سیستم‌های کشت مخلوط ضمن افزایش حاصلخیزی خاک و کاهش مصرف کودهای شیمیایی، می‌توان افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان را نیز در نسبت‌های پایدار باعث شد (بانیک و همکاران ۲۰۰۶). در همین راستا کاپور و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که قارچ میکوریزا افزایش عملکرد زیستی، عملکرد دانه، درصد و عملکرد اسانس در گیاه گشنیز را باعث شده است و دلیل این امر مکانیسم عمل قارچ میکوریزا در بهبود جذب فسفر بوده است. ویسانی و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی اثر قارچ میکوریزا آربوسکولار بر عملکرد و اجزای عملکرد شویید و لوبیا قرمز در سیستم‌های مختلف کشت مخلوط، دریافتند که کاربرد قارچ میکوریزا در گیاه شویید باعث افزایش تعداد چتر، تعداد چترک، تعداد شاخه فرعی در بوته و عملکرد دانه شویید شد. همچنین، در لوبیا، وزن نیام، تعداد نیام و عملکرد دانه با کاربرد قارچ میکوریزا افزایش پیدا کرد و مجموع عملکرد و

آبیاری هفته‌ای یک بار تا قبل از رسیدگی کامل ادامه داشت. گیاه شنبليله در مرحله رسیدگی کامل غلاف و گیاه کتان روغنی در مرحله رسیدگی کامل دانه (قهوه‌ای شدن کپسول‌ها) بطور همزمان در تاریخ ۲۹ مرداد ۱۳۹۶ برداشت شدند. در زمان رسیدگی ۱۰ بوته در هر کرت به طور تصادفی انتخاب و صفات تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه برای کتان روغنی و صفات تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، و وزن هزار دانه برای برای شنبليله اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه و عملکرد زیستی پس از حذف دو خط از طرفین هر کرت و در نظر گرفتن نیم‌متر از بالا و پایین کرت به عنوان حاشیه، مابقی خطوط کاشت برداشت شدند. روغن دانه کتان روغنی و شنبليله با استفاده از دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد (جانسون و اولریچ ۱۹۵۹). شاخص نسبت‌برابری زمین با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد (میدیا و همکاران ۲۰۰۵).

$$\text{LER} = (Y_{il}/Y_{sl}) + (Y_{it}/Y_{st}) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه Y_{il} و Y_{it} به ترتیب عملکرد کتان روغنی و شنبليله در کشت مخلوط و Y_{sl} و Y_{st} نیز به ترتیب عملکرد کتان روغنی و شنبليله در کشت خالص می‌باشند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.4 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد، اجزای عملکرد و صفات کیفی کتان روغنی

تعداد کپسول در بوته: تعداد کپسول در بوته کتان روغنی به طور معنی‌داری تحت تاثیر قارچ مایکوریزا و نسبت‌های کشت قرار گرفت (جدول ۱). بر طبق نتایج مقایسه میانگین تیمار کود زیستی (جدول ۲)، کمترین تعداد کپسول در بوته (۷۳/۷) مربوط به عدم کاربرد کودزیستی مایکوریزا بود، اما کاربرد گونه‌های رایزوفگوس اریگولاریس و فونلیفورمیس موسی به

کودزیستی مایکوریزا برای بیشترین کارایی استفاده از منابع در شرایط آب و هوایی یاسوج بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج با شرایط آب و هوایی معتدله با تابستانهای خشک و مشخصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۲ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۸۳۲ متر در سال زراعی ۱۳۹۶ اجرا گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد، فاکتورهای آزمایشی شامل کاربرد کود زیستی در سه سطح شاهد عدم کاربرد قارچ مایکوریزا، کاربرد گونه *Funneliformis mosseae* و کاربرد گونه *Rhizophagus irregularis* قارچ مایکوریزا و نسبت‌های کشت در پنج سطح کشت خالص کتان روغنی، کشت خالص شنبليله و کشت مخلوط ردیفی کتان روغنی و شنبليله با نسبت ۱:۱ (یک ردیف کتان روغنی + یک ردیف شنبليله)، ۱:۲ (دو ردیف کتان روغنی + یک ردیف شنبليله) و ۲:۱ (یک ردیف کتان روغنی + دو ردیف شنبليله) بود. کرت‌های آزمایشی دارای ابعاد ۴ × ۲ متر و شامل ۴ پشته به فاصله ۵۰ سانتی‌متر بود که روی هر پشته دو ردیف کشت به فاصله ۲۵ سانتی‌متر صورت گرفت. فاصله بین کرتها در هر بلوک ۰/۵ متر و فاصله بین بلوک‌ها یک متر در نظر گرفته شد. کود زیستی مایکوریزا به نسبت ۸۰ کیلوگرم در هکتار (به توصیه کلنیک گیاهپزشکی ارگانیک همدان) به صورت ردیفی زیر بذر در خاک قرار داده شد. فاصله بوته روی ردیف برای کتان روغنی و شنبليله به ترتیب ۴ و ۸ سانتی‌متر بود. بذور کتان روغنی (رقم نورمن تهیه شده از شرکت پاکان بذر اصفهان) با تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع و بذور شنبليله (توده محلی اردستان تهیه شده از شرکت پاکان بذر اصفهان) با تراکم ۵۰ بوته در متر مربع (در کشت خالص) در تاریخ دوم اردیبهشت ماه ۱۳۹۶ کشت شدند. بلافاصله بعد از بذرکاری آبیاری صورت گرفت و عمل

داشت که اثر منفی رقابت درون گونه‌ای بر این صفت برای گیاه کتان روغنی بیشتر از رقابت بین گونه‌ای کتان روغنی، شنبليله بوده است. کوچکی و همکاران (۲۰۱۶) در کشت مخلوط زیره و زعفران گزارش دادند که بیشترین تعداد چتر در بوته گیاه زیره از نسبت ۷۵ درصد زیره + ۲۵ درصد زعفران بدست آمد. همچنین به کارگیری کود زیستی میکوریزا از طریق بهبود واکنش‌های حیاتی مفید در خاک و نیز جذب آب و عناصر غذایی باعث افزایش رشد و نمو و گلدهی گیاه می‌شود (کاپور و همکاران ۲۰۰۲)، به طوری که در تحقیقی رضوانی مقدم و همکاران (۲۰۱۷) افزایش تعداد فولیکول در بوته گیاه سیاهدانه را تحت تاثیر کودهای زیستی گزارش دادند.

ترتیب منجر به افزایش معنی‌دار ۶/۴ و ۸/۶ درصدی این صفت شدند. همچنین بیشترین (۸۰/۲) و کمترین (۷۵/۶۴) تعداد کپسول در بوته به ترتیب مربوط به نسبت کشت مخلوط ۱:۱ (یک ردیف کتان روغنی : یک ردیف شنبليله) و کشت خالص کتان روغنی بود (جدول ۳). علت افزایش تعداد کپسول را می‌توان به تشکیل کانوپی بهتر در این نوع کشت نسبت داد. این نوع کشت مخلوط ممکن است کتان روغنی را در شرایط بهتری قرار داده و نیتروژنی که توسط شنبليله تثبیت شده در اختیار این گیاه قرار گرفته، در بخش‌های گیاه متابولیسم شده و تعداد کپسول در بوته این گیاه را افزایش داده است. با توجه به بیشتر بودن این صفت در سیستم مخلوط نسبت به کشت خالص می‌توان اظهار

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر کود زیستی و نسبت‌های کشت برای برخی از صفات کتان روغنی

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییر
عملکرد روغن	درصد روغن دانه	عملکرد زیستی	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در کپسول	تعداد کپسول در بوته		
۲۶/۲۸ ^{NS}	۳/۰۸ ^{NS}	۲۱۶/۱۲ ^{NS}	۳۴۴/۹۶ ^{NS}	۰/۰۰۰۶ ^{NS}	۰/۰۸ ^{NS}	۶/۱۹ ^{NS}	۲	تکرار
۱۴۸۲/۵۸**	۵۸/۳۷**	۱۶۲۸۳/۵۳**	۴۰۴۸/۳۷**	۰/۳۸**	۵/۰۸**	۸۱۰/۸۶**	۲	کود زیستی
۱۲۷۵/۷۸**	۱۶/۱۹*	۵۷۵۱۶/۹۰**	۹۸۵۶/۵۶**	۰/۴۲**	۱/۸۰*	۲۱۷/۲۱**	۳	نسبت کشت
۹۱/۰۴ ^{NS}	۳۷/۲۵**	۹۰۱۴/۸۱*	۵۳۳/۷۷ ^{NS}	۰/۱۸**	۱/۱۹ ^{NS}	۲۹/۰۵ ^{NS}	۶	کود زیستی × نسبت کشت
۶۲/۶۷	۳/۷۶	۲۵۹۱/۸۶	۴۲۳/۸۰	۰/۰۱	۰/۵۳	۱۷/۸۶	۲۲	خطا
۱۱/۰۹	۵/۱۱	۹/۱۶	۱۰/۸۴	۱/۹۰	۸/۰۷	۲/۱۸		ضریب تغییرات (%)

NS، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر کود زیستی و نسبت‌های کشت برای برخی صفات شنبليله

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییر
عملکرد روغن	درصد روغن دانه	عملکرد زیستی	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در نیام	تعداد نیام در بوته		
۵۷/۵۴ ^{NS}	۵/۶۰ ^{NS}	۱۹۱/۰۸ ^{NS}	۳۰۰/۸۳ ^{NS}	۰/۶۰ ^{NS}	۲/۱۱ ^{NS}	۸/۰۸ ^{NS}	۲	تکرار
۹۷۶/۸۸**	۵۲/۴۰**	۴۹۰۳/۸۶ ^{NS}	۱۹۹۱/۳۷*	۱/۰۴*	۳/۵۲ ^{NS}	۳۸/۰۳**	۲	کود زیستی
۳۹۰۰/۰۲**	۱۷/۴۰*	۴۸۹۰۲/۴۸**	۱۱۹۰۵/۴۴**	۱/۶۳**	۱۲/۳۲**	۶۳/۱۳**	۳	نسبت کشت
۱۳۵/۲۲ ^{NS}	۳۹/۰۶**	۲۳۳۰/۷۲ ^{NS}	۲۰۷/۶۸ ^{NS}	۰/۲۸ ^{NS}	۱/۹۳ ^{NS}	۱۷/۸۶*	۶	کود زیستی × نسبت کشت
۶۵/۱۶	۴/۸۳	۱۹۲۹/۴۵	۳۸۱/۶۸	۰/۱۹	۱/۴۷	۶/۲۶	۲۲	خطا
۱۲/۶۰	۶/۰۶	۸/۵۳	۱۱/۰۸	۴/۱۲	۶/۱۸	۷/۶۰		ضریب تغییرات (%)

NS، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

تعداد دانه در کپسول: نتایج حاصل از تجزیه

واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کود زیستی میکوریزا و نسبت‌های کشت بر تعداد دانه در کپسول در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما برهمکنش کود زیستی و نسبت‌های کشت برای این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر میکوریزا نشان داد که کاربرد گونه‌های فونلیفورمیس موسی و رایزوفانگوس اریگولاریس قارچ میکوریزا (بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر) نسبت به عدم کاربرد این قارچ تعداد دانه در کپسول کتان روغنی را به ترتیب ۱۲/۹ و ۱۴ درصد افزایش دادند (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر نسبت‌های کشت بر این صفت نشان داد که بیشترین مقدار این صفت (۹/۵۵ دانه در کپسول) در نسبت یک ردیف کتان روغنی و یک ردیف شنبلیله بدست آمد که تفاوت معنی‌داری با دیگر نسبت‌های کشت مخلوط نداشت ولی با تیمار کشت خالص کتان روغنی اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). قارچ‌های میکوریزا با برقراری رابطه بین گیاه و خاک می‌توانند عناصری مثل فسفر و روی را در اختیار گیاه قرار دهند و عملکرد گیاهان را افزایش دهند. همچنین قرار گرفتن کتان روغنی در کنار گیاه شنبلیله که توانایی تثبیت نیتروژن را دارد باعث بهبود دسترسی کتان روغنی به نیتروژن شده که از طریق افزایش توان فتوسنتزی گیاه افزایش تعداد دانه در کپسول این گیاه را باعث شده است. توحیدی مقدم و همکاران (۲۰۰۴) بیان داشتند که حلالیت عنصر فسفر توسط قارچ میکوریزا و در نتیجه افزایش دسترسی ریشه گیاه به فسفر می‌تواند در افزایش تعداد دانه در غلاف و نیز سایر اجزای عملکرد در گیاه سویا موثر باشد. رضایی‌چپانه و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله در کشت مخلوط با زنیان تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی اظهار داشتند که تعداد دانه در چتر گیاه زنیان در تیمارهای کشت مخلوط نسبت به کشت خالص افزایش یافت اما

نسبت به کشت خالص زنیان اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. در پژوهشی سعیدی و همکاران (۲۰۱۹) افزایش تعداد دانه در طبق گلرنگ را در کشت مخلوط جایگزینی گلرنگ و باقلا گزارش دادند و دلیل کاهش این صفت در کشت خالص را رقابت درون گونه‌ای در کشت خالص بیان کردند.

وزن هزار دانه: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که

کود زیستی، نسبت‌های کشت و برهمکنش این دو تیمار بر صفت وزن هزار دانه معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش کود زیستی و نسبت‌های کشت (جدول ۴) نشان داد که چه در شرایط کاربرد و چه در شرایط عدم کاربرد کود زیستی میکوریزا، مقادیر وزن هزار دانه کتان روغنی در تمامی نسبت‌های مخلوط بیشتر از سیستم کشت خالص کتان روغنی می‌باشد. بیشترین وزن هزار دانه (۵/۹۱ گرم) مربوط به تیمارهای الگوی کشت مخلوط یک ردیف شنبلیله : یک ردیف کتان روغنی و دو ردیف شنبلیله: یک ردیف کتان روغنی همراه با کاربرد کود زیستی میکوریزا گونه فونلیفورمیس موسی و کمترین مقدار وزن هزار دانه (۵/۰۴ گرم) مربوط به تیمار کشت خالص کتان روغنی همراه با عدم کاربرد کود زیستی بوده است که این نتیجه بیانگر بهبود شرایط رشدی کتان روغنی در کنار گیاه شنبلیله و تاثیر مثبت کشت مخلوط این گیاه بر گیاه کتان روغنی می‌باشد. به نظر می‌رسد که کاربرد قارچ‌های میکوریزا به دلیل اینکه پل ارتباطی بین گیاه و خاک می‌باشند می‌توانند عناصر غذایی را در اختیار گیاه قرار داده و منجر به رشد بهتر آن شوند که به دنبال آن فتوسنتز گیاه افزایش یافته و راندمان انتقال مواد به دانه و تجمع ماده خشک افزایش می‌یابد و این امر منجر به افزایش وزن هزار دانه می‌شود. در تحقیقی پورامیر و همکاران (۲۰۱۰) با ارزیابی کشت مخلوط کنجد و نخود نشان دادند که وزن صد دانه نخود از تک کشتی به سمت کشت مخلوط دارای شیب افزایشی بود، به نحوی

که بیشترین میزان وزن هزار دانه نخود در مخلوط ۲۵٪ نخود و ۷۵٪ کنجد حاصل شد. علیزاده و همکاران (۲۰۱۸) بیان نمودند که در کاشت جایگزینی بزرک و باقلا وزن هزار دانه گیاه بزرک در تیمارهای کشت مخلوط همراه با قارچ میکوریزا بیشتر از کشت خالص بوده است.

عملکرد دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کود زیستی و نسبت‌های کشت بر عملکرد دانه کتان روغنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، اما برهمکنش کودزیستی و نسبت‌های کشت بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر قارچ میکوریزا نشان داد کمترین عملکرد دانه (۱۷۴/۵۸ گرم بر متر مربع) بدون تفاوت معنی‌دار با تیمار کاربرد قارچ میکوریزا گونه رایزوفانگوس اریگولاریس مربوط به تیمار عدم کاربرد قارچ میکوریزا بود و از کاربرد قارچ میکوریزا گونه فونلیفورمیس موسی بیشترین عملکرد دانه (۲۱۰/۱۶ گرم در متر مربع) و افزایش معنی‌دار ۲۰/۴ درصدی نسبت به شاهد عدم کاربرد کود زیستی بدست آمد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر نسبت‌های کشت بر این صفت نیز نشان داد که بین تیمارهای کشت، بیشترین عملکرد دانه (۲۳۳ گرم بر متر مربع) مربوط به کشت خالص کتان روغنی بوده است که با بقیه تیمارها (نسبت‌های مخلوط) اختلاف معنی‌داری داشته است. البته با توجه به اینکه در نسبت‌های مخلوط جایگزینی از تراکم کتان روغنی در واحد سطح نسبت به کشت خالص این گیاه کاسته شده است این نتیجه دور از انتظار هم نمی‌تواند باشد. در بین سه نسبت کشت مخلوط نیز کمترین مقدار

عملکرد دانه (۱۵۶/۷۰ گرم بر متر مربع) مربوط به تیمار دو ردیف شنبلیله و یک ردیف کتان روغنی بوده است که با تیمار یک ردیف شنبلیله و یک ردیف کتان روغنی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). در تحقیق پیرزاد و همکاران (۲۰۱۸) گزارش دادند که بیشترین عملکرد دانه سیاهدانه مربوط به تیمار کشت خالص همراه با کودزیستی به میزان (۵۴/۲۰ گرم در متر مربع) بوده و کمترین مقدار عملکرد دانه (۹/۴۴ گرم در متر مربع) مربوط به کشت مخلوط ۷۵:۲۵ (سیاهدانه: لوبیا) بوده است. به نظر می‌رسد که کاربرد قارچ میکوریزا باعث افزایش جذب عناصر غذایی مانند فسفر، نیتروژن، عناصر ریزمغذی و جذب آب، تولید هورمون‌های گیاهی و همچنین تاثیر مثبت بر روی برخی میکروارگانیسم‌های خاکزی شده که افزایش عملکرد گیاه کتان را به دنبال داشته است. قیصری زردک و همکاران (۲۰۱۶)، بیشترین عملکرد گیاه رازیانه را از تیمارهای تلقیح شده با میکوریزا بدست آوردند. همچنین با کاربرد کود زیستی (تلفیق باکتریهای محرک رشد و قارچ میکوریزا) در کشت مخلوط جایگزینی بزرک و باقلا، عملکرد دانه هر دو گیاه به طور معنی‌داری افزایش یافت (علیزاده و همکاران ۲۰۱۸). ویسیانی و همکاران (۲۰۱۵) نیز با بررسی اثر قارچ میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد شوید و لوبیا قرمز در کشت خالص و مخلوط گزارش کردند که عملکرد دانه و اجزای عملکرد هر دو گیاه هم در کشت خالص و هم در کشت مخلوط با کاربرد قارچ میکوریزا افزایش معنی‌داری نشان دادند.

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی صفات زراعی کتان روغنی در سطوح کود زیستی و نسبت کشت

عامل آزمایشی	سطوح عامل آزمایشی	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	عملکرد دانه (g.m ⁻²)	عملکرد روغن (g.m ⁻²)
	شاهد (عدم کاربرد کود)	۷۳/۷۳c	۸/۳۳b	۱۷۴/۵۸b	۶۰/۹۵c
کود زیستی	گونه فونلیفورمیس موسی	۸۰/۰۶a	۹/۴۱a	۲۱۰/۱۶a	۸۳/۱۸a
میکوریزا	گونه رایزوفاکوس اریگولاریس	۷۸/۴۳b	۹/۵۰a	۱۸۴/۴۷b	۷۱/۷۵b
	کشت خالص کتان	۷۵/۶۴b	۸/۵۵b	۲۳۳/۰۰a	۸۶/۴۷a
نسبت کشت	دو ردیف شنبلیله: یک ردیف کتان	۷۶/۹۷b	۸/۸۸ab	۱۵۶/۷۰c	۵۷/۹۴c
	یک ردیف شنبلیله: یک ردیف کتان	۸۰/۲۲a	۹/۵۵a	۱۷۳/۰۰c	۶۸/۷۱b
	یک ردیف شنبلیله: دو ردیف کتان	۷۶/۸۰b	۹/۳۳a	۱۹۶/۲۵b	۷۴/۷۱b

در هر ستون برای هر تیمار اعداد دارای حداقل یک حرف مشابه، تفاوت معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند

جدول ۴- مقایسه میانگین برهمکنش کود زیستی و نسبت کشت برای برخی از صفات کتان روغنی

کود زیستی	نسبت کشت	وزن هزاردانه (g)	عملکرد زیستی (g.m ⁻²)	درصد روغن
	کشت خالص کتان	۵/۰۴f	۶۷۰a	۲۹/۷۱e
عدم کاربرد کود زیستی (شاهد)	دو ردیف شنبلیله: یک ردیف کتان	۵/۰۷f	۴۲۴/۴۴d	۲۳/۷۱d
	یک ردیف شنبلیله: یک ردیف کتان	۵/۶۵b	۵۰۶/۶۷b-d	۴۰/۱۰a-b
	یک ردیف شنبلیله: دو ردیف کتان	۵/۱۰f	۵۲۲/۲۲bc	۳۸/۷۰a-c
	کشت خالص کتان	۵/۱۶ef	۷۲۰a	۴۱/۲۰a
قارچ میکوریزا گونه فونلیفورمیس موسی	دو ردیف شنبلیله: یک ردیف کتان	۵/۹۱a	۴۵۳/۳۳dc	۳۹/۱۸a-c
	یک ردیف شنبلیله: یک ردیف کتان	۵/۹۱a	۵۵۴/۴۴b	۳۸/۱۰a-c
	یک ردیف شنبلیله: دو ردیف کتان	۵/۲۸de	۶۶۴/۴۴a	۳۹/۳۸ab
	کشت خالص کتان	۵/۲۸de	۵۶۰b	۴۰/۵۷a
قارچ میکوریزا گونه رایزوفاکوس اریگولاریس	دو ردیف شنبلیله: یک ردیف کتان	۵/۴۹bc	۵۰۶/۶۷b-d	۳۷/۵۰bc
	یک ردیف شنبلیله: یک ردیف کتان	۵/۴۵dc	۵۲۶/۶۶bc	۴۱/۲۷a
	یک ردیف شنبلیله: دو ردیف کتان	۵/۶۱bc	۵۶۰b	۳۶/۰۶ cd

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، تفاوت معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ ندارند

میکوریزا گونه فونلیفورمیس موسی و کمترین مقدار این صفت (۴۲۴/۴۴) گرم در متر مربع) مربوط به تیمار دو ردیف شنبلیله: یک ردیف کتان روغنی همراه با عدم کاربرد کود زیستی میکوریزا بوده است (جدول ۴). با توجه به اینکه در کشت مخلوط جایگزینی در نسبت‌های مخلوط از یک گیاه کاسته و گیاه دیگر جایگزین می‌شود تراکم گیاه اصلی (کتان روغنی) در واحد سطح کم شده و عملکرد زیستی آن نسبت به کشت خالص کاهش پیدا

عملکرد زیستی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کود زیستی میکوریزا، نسبت‌های کشت و همچنین برهمکنش کود زیستی و نسبت کشت نیز بر عملکرد زیستی کتان روغنی در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین برهمکنش کود زیستی میکوریزا و نسبت کشت نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد زیستی (۷۲۰ گرم در متر مربع) مربوط به کشت خالص کتان روغنی همراه با کاربرد قارچ

غذایی نظیر فسفر و نیتروژن بهتر انجام شده و به تبع آن سنتز اسیدهای چرب در گیاه کتان بهتر صورت گرفته و درصد روغن افزایش یافت. همچنین، هر عاملی که سبب افزایش فتوسنتز گیاهی شود، می‌تواند به افزایش درصد روغن نیز منجر شود، به نظر می‌رسد که دلیل افزایش درصد روغن در کشت مخلوط توانایی گیاه برای جذب تشعشع بیشتر، افزایش جذب عناصر غذایی و فراهمی بیشتر نیتروژن برای کتان روغنی به دلیل تثبیت زیستی نیتروژن در شبلیله و عدم استفاده شبلیله از نیتروژن معدنی خاک می‌باشد (رضایی چیاپانه ۲۰۱۶). ابوطالبیان و خلیلی (۲۰۱۴) دریافتند که کاربرد قارچ میکوریزا به تنهایی و همراه با باکتری برادی رایزوبیوم به ترتیب سبب افزایش ۱۲۰ و ۱۷۰ درصدی عملکرد روغن در گیاه سویا شده است. همچنین در پژوهشی رضایی چیاپانه (۲۰۱۶) گزارش داد که در بین الگوهای مختلف کشت مخلوط بزرک با لوبیا بیشترین درصد روغن بزرک مربوط به الگوی کشتی دو ردیف لوبیا + دو ردیف بزرک و کمترین درصد روغن از کشت خالص بزرک بدست آمد.

عملکرد روغن: براساس نتایج بدست آمده از تجزیه

واریانس داده‌های مربوط به عملکرد روغن کتان روغنی، اثر کود زیستی و نسبت‌های کشت بر این صفت معنی‌دار بود، ولی برهمکنش کود زیستی و نسبت‌های کشت معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر کود زیستی نشان داد که کاربرد دو گونه قارچ میکوریزای فونلیفورمیس موسی و رایزوفاکوس اریگولاریس نسبت به عدم کاربرد کود زیستی به ترتیب افزایش معنی‌دار ۳۶/۵ و ۱۷/۷ درصدی را در عملکرد روغن دانه کتان روغنی ایجاد کرده است (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین اثر نسبت‌های کشت نیز نشان داد که بیشترین عملکرد روغن (۸۶/۴۷ گرم در متر مربع) مربوط به کشت خالص کتان روغنی بوده است که با بقیه نسبت‌های کشت اختلاف معنی‌داری را نشان داد. کمترین مقدار این صفت (۵۷/۹۴ گرم در متر مربع)

می‌کند و بیشتر بودن عملکرد زیستی در کشت خالص در این نوع کشت مخلوط دور از انتظار نیست. مقایسه میانگین‌های عملکرد زیستی، در نسبت‌های مختلف کشت نشان داد که در هر دو گیاه با جابجایی از تراکم‌های کمتر به سمت تراکم‌های بیشتر عملکرد زیستی افزایش می‌یابد. در پژوهشی دیگر، رضایی چیاپانه و قلی نژاد (۲۰۱۵) نشان دادند که بیشترین عملکرد زیستی خود (۲۳۱۰ کیلوگرم در هکتار) از کشت خالص و کمترین آن (۱۲۲۱ کیلوگرم در هکتار) از کشت مخلوط ۷۵:۲۵ نخود و سیاهدانه بدست آمد. قارچ‌های میکوریزا پل ارتباطی بین خاک و گیاه هستند و موجب افزایش دسترسی گیاه به عناصر غیر متحرک خاک و افزایش جذب آب می‌شوند که این کار موجب افزایش عملکرد زیستی در گیاه کتان روغنی شده است. همچنین گزارش افزایش عملکرد زیستی در کشت مخلوط بزرک و باقلا (علیزاده و همکاران ۲۰۱۸) و کشت مخلوط شوید و لوبیا (ویسیانی و همکاران، ۲۰۱۵) در اثر کاربرد کود زیستی قارچ میکوریزا بیانگر کارایی بیشتر استفاده از کودهای زیستی در تامین نیاز غذایی گیاهان در سیستم‌های مخلوط می‌باشد.

درصد روغن دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس

داده‌ها نشان داد که اثر کود زیستی میکوریزا، نسبت‌های کشت و برهمکنش آنها بر درصد روغن کتان روغنی معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین برهمکنش کود زیستی و نسبت کشت بر این صفت نشان داد که بیشترین درصد روغن (۴۱/۲۷ درصد) مربوط به نسبت مخلوط یک ردیف شبلیله: یک ردیف کتان روغنی همراه با کاربرد قارچ میکوریزا گونه رایزوفاکوس اریگولاریس و کمترین مقدار (۲۹/۷۶ درصد) مربوط به کشت خالص کتان روغنی همراه با عدم کاربرد قارچ میکوریزا بوده است (جدول ۴). با توجه به اینکه قارچ میکوریزا ارتباط بین گیاه و خاک است و همچنین وجود گیاه شبلیله در کنار کتان روغنی و توانایی تثبیت نیتروژن توسط شبلیله، جذب عناصر

گفت که قارچ میکوریزا با قرار دادن عناصر غذایی نظیر فسفر و روی در اختیار گیاه شنبلیله باعث افزایش تعداد نیام در بوته شد. با توجه به اینکه تعداد نیام در بوته تیمارهای کشت خالص شنبلیله تفاوت معنی‌داری با تیمارهای کشت مخلوط ۱:۱ شنبلیله-کتان نداشت می‌توان اظهار داشت که اثر رقابتی کتان بر شنبلیله آنچنان تفاوتی با اثر رقابتی بوته های شنبلیله با خودشان ندارد. در پژوهشی صدری و همکاران (۲۰۱۴) گزارش دادند که بیشترین تعداد غلاف در بوته گیاه شنبلیله از نسبت کشت ۵۰ درصد رازیانه + ۵۰ درصد شنبلیله حاصل شده است.

تعداد دانه در نیام: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنها اثر نسبت‌های کشت بر تعداد دانه در نیام معنی‌دار شد ولی اثر کود زیستی و برهمکنش کود زیستی نسبت‌های کشت برای این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). در بین نسبت‌های کشت، بیشترین تعداد دانه در نیام (۲۱ عدد) مربوط به تیمار یک ردیف شنبلیله : یک ردیف کتان روغنی (۱:۱) بوده که با تیمار کشت خالص اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۵). احتمالاً در سیستم مخلوط ۱:۱ شنبلیله : کتان روغنی توزیع مناسب فضای بوته‌ها باعث بهبود نفوذ نور به داخل کانوپی شده که افزایش توان فتوسنتزی شنبلیله و بهبود تعداد دانه در نیام را باعث شده است. در پژوهشی صدری و همکاران (۲۰۱۴) گزارش دادند که بیشترین تعداد دانه در نیام از سری جایگزینی ۷۵ درصد رازیانه + ۲۵ درصد شنبلیله و کمترین مقدار این صفت از سری افزایشی ۱۰۰ درصد رازیانه + ۱۰۰ درصد شنبلیله حاصل شد. همچنین شوکتی و زهتاب سلماسی (۲۰۱۴) نیز در مقایسه با کشت خالص، افزایش تعداد دانه در نیام شنبلیله را در نسبت‌های کشت مخلوط جایگزینی با شوید گزارش کردند.

مربوط به نسبت دو ردیف شنبلیله و یک ردیف کتان روغنی بوده است (جدول ۳) از آنجایی که عملکرد روغن تابعی از عملکرد دانه و درصد روغن می‌باشد لذا هر گونه تغییر در عملکرد دانه و درصد روغن، عملکرد روغن را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین با توجه به بالاتر بودن عملکرد دانه در کشت خالص کتان روغنی، بیشتر بودن عملکرد روغن در این تیمار نیز قابل توجیه می‌باشد. از طرفی کاربرد قارچ میکوریزا که در فرآیند رشد رویشی و زایشی گیاه نقش کلیدی دارند، می‌توانند اجزای عملکرد گیاه و عملکرد و درصد روغن را به میزان قابل توجهی افزایش دهند (رضوانی مقدم و همکاران ۲۰۱۶). پیرزاد و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی خود نشان دادند که بین سیستم های مخلوط سیاهدانه و لوبیا بیشترین عملکرد روغن و درصد اسانس سیاه دانه مربوط به تیمار کشت خالص همراه با کاربرد کودزیستی بود.

عملکرد، اجزای عملکرد و صفات کیفی شنبلیله

تعداد نیام در بوته: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کود زیستی میکوریزا، نسبت‌های کشت و برهمکنش این دو فاکتور بر تعداد نیام در بوته شنبلیله معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین برهمکنش کود زیستی میکوریزا و نسبت‌های کشت نشان داد که بیشترین تعداد نیام در بوته (۳۷/۳۳ عدد) مربوط به کشت خالص شنبلیله همراه با کاربرد قارچ میکوریزا گونه رایزوفագوس اریگولاریس و کمترین مقدار این صفت (۲۶/۳۳ نیام در بوته) مربوط به تیمار یک ردیف شنبلیله : دو ردیف کتان روغنی بدون کاربرد قارچ میکوریزا بوده است (جدول ۶). با توجه به این که استفاده از قارچ‌های میکوریزا در کشاورزی پایدار در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم محلول و برخی عناصر ریزمغذی عمل نموده و سبب بهبودی رشد و عملکرد گیاه زراعی می‌شوند (کاپور و همکاران ۲۰۰۲) می‌توان

جدول ۵- مقایسه میانگین تیمار کود زیستی و نسبت‌های کشت برای برخی صفات شنبليله در کشت مخلوط

عامل آزمایشی	سطوح عامل آزمایشی	تعداد دانه در نیام	وزن هزاردانه (g)	عملکرد دانه ($g.m^{-2}$)	عملکرد زیستی ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت (%)	عملکرد روغن ($g.m^{-2}$)
شاهد (عدم کاربرد قارچ میکوریزا)	گونه فونلیفورمیس موسی	a19/08	b10/50	b164/30	b496/67	a32/99	c54/81
	گونه رایزوفانگوس اریگولاریس	a20/16	a11/09	a189/91	a536/39	a35/27	a72/85
	کشت خالص شنبليله	a19/66	ab10/80	ab174/69	ab510/00	a34/34	b64/40
دو ردیف شنبليله: یک ردیف کتان	یک ردیف شنبليله: یک ردیف کتان	a20/22	c10/42	a221/59	a600/37	a37/21	a77/84
	یک ردیف شنبليله: یک ردیف کتان	b18/77	b10/89	b179/11	b505/55	ab34/08	b64/30
	یک ردیف شنبليله: دو ردیف کتان	a21/00	a11/37	b171/66	b510/74	ab33/67	b65/42
		b18/55	bc10/52	c132/85	c420/74	b31/85	c48/52

در هر ستون برای هر تیمار اعداد دارای حداقل یک حرف مشابه، تفاوت معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند

فتوسنتزی به خصوص در مرحله پر شدن دانه باعث بهبود میزان مواد ذخیره شده در دانه و در نتیجه افزایش وزن هزار دانه شده است. پورامیر و همکاران (۲۰۱۰) با ارزیابی کشت مخلوط کجند و نخود، افزایش وزن صد دانه نخود در سیستمهای مخلوط نسبت به تک کشتی را بیان داشتند. رضایی چپانه و همکاران (۲۰۱۴) نیز در کشت مخلوط شنبليله و زنیان تحت تاثیر منابع کودی گزارش کردند که وزن هزاردانه شنبليله در کشت مخلوط بالاتر از کشت خالص بود.

عملکرد دانه: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کود زیستی و نسبت‌های کشت برای عملکرد دانه شنبليله معنی دار شد، اما برهمکنش کود زیستی و نسبت‌های کشت برای این صفت معنی دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر کود زیستی برای این صفت نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۱۸۹/۹۱) گرم در متر مربع) مربوط به کاربرد قارچ میکوریزا گونه فونلیفورمیس موسی بوده و کمترین مقدار (۱۶۳/۳۰) گرم در متر مربع) مربوط به عدم کاربرد کود زیستی (شاهد) بوده است و بیانگر افزایش معنی دار (۱۶/۳ درصدی عملکرد دانه شنبليله در اثر کاربرد این گونه قارچ میکوریزا می‌باشد (جدول ۵). اثر نسبت‌های کشت بر عملکرد دانه نشان داد که بیشترین مقدار این صفت (۲۲۱/۵۹) گرم در متر مربع) مربوط به کشت خالص

وزن هزاردانه شنبليله: بر طبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر کود زیستی و نسبت‌های کشت برای وزن هزار دانه شنبليله معنی دار شد، اما برهمکنش اثر کود زیستی و نسبت‌های کشت برای این صفت معنی دار نبود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در بین تیمارهای استفاده شده از کود زیستی میکوریزا، بیشترین وزن هزار دانه (۱۱/۰۹) گرم) مربوط به کاربرد گونه فونلیفورمیس موسی بوده و کمترین مقدار این صفت (۱۰/۵۰) گرم) مربوط به عدم کاربرد کود زیستی میکوریزا بوده است (جدول ۵). از آنجایی که سیستم فتوسنتزی و زایشی گیاه تحت تاثیر عناصری نظیر فسفر و روی قرار می‌گیرد و همچنین همزیستی میکوریزایی سبب افزایش پتانسیل جذب ریشه گیاه می‌شود و جذب عناصر غذایی نظیر آهن و روی را به وسیله گیاهان تحریک می‌کند، نتیجتاً در افزایش توان فتوسنتزی گیاه طی پر شدن دانه موثر بوده و باعث افزایش وزن دانه می‌گردد (فلاح و نظری ۲۰۱۲). اثر نسبت‌های کشتی بر این صفت نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه (۱۱/۳۷) گرم) مربوط به کشت یک ردیف شنبليله: یک ردیف کتان روغنی (۱:۱) بوده و کمترین مقدار (۱۰/۴۲) گرم) در کشت خالص شنبليله بدست آمد که با هم اختلاف معنی داری را نشان دادند (جدول ۵). به نظر می‌رسد افزایش عرضه عناصر غذایی و مواد

شنبلیله و کمترین مقدار (۱۳۲/۸۵ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار کشتی یک ردیف شنبلیله : دو ردیف کتان روغنی بوده است که با هم اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۵). افزایش در اجزاء عملکرد گیاه در تیمارهای مختلف باعث افزایش عملکرد دانه تولیدی می‌گردد. لذا با توجه به افزایش تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام و وزن هزار دانه در اثر کاربرد کودزیستی این افزایش عملکرد دانه شنبلیله در اثر کاربرد قارچ میکوریزا گونه فونلیفورمیس موسی نیز قابل توجیه می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه در سیستم‌های کشت مخلوط از نوع جایگزینی تعداد بوته در متر مربع شنبلیله نسبت به کشت خالص آن کاهش یافته است. بیشتر بودن عملکرد این گیاه در کشت خالص نسبت به سیستم‌های مخلوط را به تراکم بیشتر آن در این سیستم کشت می‌توان نسبت داد. یادگاری و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی بر روی گیاه دارویی ماریتیغال نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد اسانس این گیاه از تیمار با قارچ میکوریزا گونه گلوموس موسه آ بدست آمد. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج توسلی و همکاران (۲۰۱۰) بر روی کشت مخلوط جایگزینی ارزن و لوبیا قرمز مبنی بر بالاتر بودن عملکرد دانه لوبیا قرمز در کشت خالص مطابقت داشت.

عملکرد زیستی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنها اثر نسبت‌های کشت بر عملکرد زیستی شنبلیله معنی‌دار شد ولی اثر کود زیستی و برهمکنش کودزیستی و نسبت‌های کشت برای عملکرد زیستی معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در نسبت‌های کشتی بیشترین و کمترین عملکرد زیستی به ترتیب مربوط به کشت خالص شنبلیله و نسبت کشتی یک ردیف شنبلیله و دو ردیف کتان روغنی بوده است که با هم اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۵). می‌توان نتیجه گرفت که رشد و عملکرد زیستی یک گونه با افزایش تراکم گونه دیگر در کشت

مخلوط جایگزینی کاهش پیدا می‌کند. در این مطالعه نیز با افزایش تراکم گیاه کتان روغنی از عملکرد زیستی گیاه شنبلیله کاسته شده است و عملکرد زیستی در کشت خالص به دلیل تراکم بیشتر نسبت به کشت مخلوط بیشتر بوده است. مشابه چنین نتیجه‌ای را ابراهیم قوچی و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی کشت مخلوط شنبلیله و نعناع فلفلی بدست آوردند و بیان نمودند که بیشترین عملکرد زیستی دو گیاه در کشت خالص مشاهده شد.

درصد روغن دانه: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کود زیستی، نسبت کشت و برهمکنش این دو عامل بر درصد روغن شنبلیله معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین درصد روغن شنبلیله (۳۹/۲۱ درصد) مربوط به تیمار یک ردیف شنبلیله : یک ردیف کتان روغنی همراه با کاربرد قارچ میکوریزا گونه گلوموس اینترارادسیس و کمترین مقدار این صفت (۲۷/۵۳ درصد) مربوط به کشت خالص همراه با عدم کاربرد کود میکوریزا بوده است (جدول ۶). بطور کلی با کاربرد قارچ میکوریزا در نسبت‌های کشت مخلوط شنبلیله و کتان روغنی میزان روغن افزایش یافت که نشان دهنده تاثیر مثبت قارچ میکوریزا در نسبت‌های کشت مخلوط بوده است. قارچ میکوریزا با تشکیل هیف‌های خود در اطراف ریشه گیاه می‌تواند به جذب عناصر غذایی کمک کند. همچنین، در این کشت مخلوط (شنبلیله : کتان) با کاهش رقابت بین گونه‌ای گیاه شنبلیله توانسته است به بهترین نحو از عناصر غذایی خاک استفاده کند که موجب افزایش رشد و نمو و فعالیت‌های متابولیسمی خود شده و به دنبال آن اسیدهای چرب و درصد روغن افزایش پیدا کردند. پیرزاد و همکاران (۲۰۱۸) در کشت مخلوط سیاهدانه و لوبیا گزارش دادند که تیمار مخلوط همراه با منابع کود زیستی درصد روغن سیاهدانه را به میزان ۲۴ درصد افزایش داد.

جدول ۶- مقایسه میانگین برهمکنش کود زیستی و نسبت کشت برای تعداد نیام در بوته و درصد روغن شنبلیله

کود زیستی	نسبت کشت	تعداد نیام در بوته	درصد روغن
	کشت خالص شنبلیله	۳۰/۳۳c-e	۲۷/۵۳d
عدم کاربرد کود زیستی	دو ردیف شنبلیله : یک ردیف کتان	۳۲/۳۳a-c	۳۲/۹۳c
	یک ردیف شنبلیله : یک ردیف کتان	۳۲/۶۶a-c	۳۸/۰۳a
	یک ردیف شنبلیله : دو ردیف کتان	۲۶/۳۳e	۳۷/۹۶a
	کشت خالص شنبلیله	۳۶/۶۶a	۳۹/۰۶a
قارچ میکوریزا گونه	دو ردیف شنبلیله : یک ردیف کتان	۳۵/۳۳ab	۳۸/۳۱a
فونلیفورمیس موسی	یک ردیف شنبلیله : یک ردیف کتان	۳۶/۳۳a	۳۷/۲۰ab
	یک ردیف شنبلیله : دو ردیف کتان	۲۹de	۳۸/۵۸a
	کشت خالص شنبلیله	۳۷/۳۳a	۳۸/۱۵a
قارچ میکوریزا گونه	دو ردیف شنبلیله : یک ردیف کتان	۳۰/۶۶cd	۳۵/۹۵a-c
رایزوفانگوس اریگولاریس	یک ردیف شنبلیله : یک ردیف کتان	۳۴a-c	۳۹/۲۱a
	یک ردیف شنبلیله : دو ردیف کتان	۳۲b-d	۳۳/۵۳bc

در هر ستون اعداد دارای حداقل یک حرف مشابه، تفاوت معنی داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند

مخلوط یک ردیف شنبلیله : دو ردیف کتان روغنی بوده است (جدول ۵). در کشت‌های مخلوط جایگزینی چون از نسبت یک گیاه در کشت خالص کم می‌شود لذا در کشت خالص به تبع افزایش عملکرد دانه، عملکرد روغن نیز افزایش پیدا می‌کند. همچنین، کاهش عملکرد روغن در کشت مخلوط دو ردیف کتان: یک ردیف شنبلیله به دلیل کاهش عملکرد دانه در این تیمار در اثر تعداد بوته‌های کمتر در واحد سطح در این تیمار بوده است. نتایج این تحقیق با نتایج حاصل از پژوهش علیزاده و همکاران (۲۰۱۸) که نشان دادند استفاده از کود زیستی باعث افزایش درصد و عملکرد روغن بزرک در مخلوط با باقلا شده، مطابقت داشت.

نسبت برابری زمین (LER)

نتایج نشان داد که در تمامی الگوهای کشت مخلوط LER جزئی برای هر دو گیاه کوچکتر از یک بوده است. برای گیاه کتان روغنی کاربرد قارچ میکوریزا گونه رایزوفانگوس اریگولاریس باعث بهبود عملکرد دانه آن در نسبت‌های مخلوط شده که با توجه به جدول (۷) مشاهده می‌شود که میزان LER جزئی

عملکرد روغن: نتایج حاصل از تجزیه واریانس

داده‌ها نشان داد که اثر کود زیستی و نسبت کشت برای عملکرد روغن شنبلیله معنی دار شد، اما برهمکنش کود زیستی و نسبت کشت برای این صفت معنی دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در سه سطح کاربرد قارچ زیستی میکوریزا، بیشترین (۷۲/۸۵) گرم در متر مربع) و کمترین (۵۴/۸۱) گرم در متر مربع) عملکرد روغن به ترتیب مربوط به کاربرد قارچ فونلیفورمیس موسی و عدم کاربرد قارچ زیستی میکوریزا (شاهد) بوده است (جدول ۵). با توجه به اینکه کود زیستی میکوریزا توانسته با رابطه همزیستی با گیاه میزبان عملکرد دانه و درصد روغن دانه را افزایش داده، و از آنجایی که عملکرد روغن از حاصل ضرب درصد روغن و عملکرد دانه بدست می‌آید پس به تبع افزایش عملکرد دانه و درصد روغن دانه، عملکرد روغن نیز افزایش یافته است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در نسبت‌های مختلف کشتی، بیشترین عملکرد روغن شنبلیله (۷۷/۸۴) گرم در متر مربع) مربوط به کشت خالص و کمترین مقدار عملکرد روغن (۴۸/۵۲) گرم در متر مربع) مربوط به کشت

کتان در هر سه نسبت مخلوط با کاربرد این گونه قارچ میکوریزا نسبت به شاهد بدون کاربرد کود زیستی بهبود پیدا کرده است، ولی برای گیاه شنبلیله ی نسبت به تیمار بدون کاربرد کود زیستی بهبود LER جزئی در هر سه سیستم مخلوط در اثر کاربرد قارچ میکوریزا گونه فونلیفورمیس موسی حاصل شده است. به طور کلی کاربرد قارچ میکوریزا از طریق بهبود عملکرد در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص باعث شد که میزان نسبت برابری زمین جزئی در مخلوط در تیمارهای کاربرد کود میکوریزا بیشتر از نسبت برابری زمین جزئی در مخلوط های با عدم کاربرد میکوریزا باشد. همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که در تمامی نسبت های مخلوط کاربردی کتان روغنی و شنبلیله نسبت برابری زمین کل بزرگتر از یک بوده است. بیشترین نسبت برابری زمین کل (۱/۶۲) در این آزمایش در تیمارهای کشت مخلوط، مربوط به تیمار دو ردیف

شنبلیله + یک ردیف کتان روغنی همراه با کاربرد قارچ میکوریزا گونه رایزوفانگوس اریگولاریس بوده که نشان می دهد در کشت خالص باید ۶۲ درصد سطح زمین را افزایش دهیم تا عملکردهای حاصل از کشت مخلوط بدست آید (جدول ۷). در مجموع نسبت برابری زمین بالاتر از یک در این آزمایش نشان دهنده برتری کشت مخلوط در این الگوهای کشت می باشد. نسبت برابری زمین معیاری از جذب نور در جامعه گیاهان مخلوط است. اگر میزان برابری زمین بیشتر از یک باشد نشان دهنده بهبود جذب نور است. در مطالعه ای ابراهیم قوچی و همکاران (۲۰۱۷) در کشت مخلوط نعنای فلفلی و ریحان گزارش دادند که بیشترین نسبت برابری زمین در کشت مخلوط ۱:۱ بدست آمد. در پژوهشی دیگر کوچکی و همکاران (۲۰۱۶) در کشت مخلوط آفتابگردان، لوبیا قرمز و کنجد بیان داشتند که بیشترین نسبت برابری زمین از کشت مخلوط ردیفی حاصل شد.

جدول ۷- نسبت برابری (LER) زمین در کشت مخلوط کتان روغنی و شنبلیله

LERt	LREs	LERc	تیمار
۱/۴۳	۰/۷۸	۰/۶۵	یک ردیف شنبلیله : یک ردیف کتان
۱/۴۱	۰/۷۷	۰/۷۷	دو ردیف شنبلیله : یک ردیف کتان
۱/۲۵	۰/۷۷	۰/۸۱	یک ردیف شنبلیله : دو ردیف کتان
۱/۵۵	۰/۷۸	۰/۶۳	یک ردیف شنبلیله : یک ردیف کتان
۱/۴۳	۰/۷۷	۰/۶۶	دو ردیف شنبلیله : یک ردیف کتان
۱/۵۱	۰/۸۸	۰/۷۴	یک ردیف شنبلیله : دو ردیف کتان
۱/۵۸	۰/۵۴	۰/۷۱	یک ردیف شنبلیله : یک ردیف کتان
۱/۶۲	۰/۶۱	۰/۹۰	دو ردیف شنبلیله : یک ردیف کتان
۱/۵۶	۰/۶۴	۰/۹۱	یک ردیف شنبلیله : دو ردیف کتان

LERc = نسبت برابری جزئی کتان روغنی، LERs = نسبت برابری جزئی شنبلیله و LERt = نسبت برابری زمین کل

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این آزمایش بیانگر آن است که کشت مخلوط کتان روغنی و شنبلیله نسبت به کشت خالص آنها باعث بهبود صفات کیفی دانه (افزایش درصد روغن) در هر دو گونه شده و کاربرد کود زیستی قارچ میکوریزا (هر دو گونه) افزایش عملکرد دانه و روغن را در هر دو محصول به همراه داشته

است. همچنین با توجه به اینکه شاخص نسبت برابری زمین در نسبت های کشت های مخلوط شنبلیله و کتان از یک بیشتر بود می توان اظهار داشت با اجرای سیستم های کشت مخلوط جایگزینی به همراه کاربرد قارچ میکوریزا گامی مؤثر در تولید پایدار این دو محصول برداشته می شود.

منابع مورد استفاده

- Abdi S and Pirzad A. 2018. Study of interaction between mycorrhizal fungi and chemical phosphorous fertilizer on yield, yield components and protein of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 28(3):243-256. (In Persian).
- Abootalebiyan MA and Khalili M. 2014. Effect of arbuscular mycorrhiza and *Bradyrhizobium japonicum* on soybean yield and yield components under water stress. Iranian Journal of Field Crop Science, 45(2):169-181. (In Persian).
- Alizadeh Kh, Rezaei Chiyaneh E, Amirnia R and Barin M. 2018. The effect of combined application of pgpr and mycorrhizal fungi in intercropping of linseed (*Linum usitatissimum* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) on growth characteristics and seed yield. Iranian Journal of Field Crops Research, 17(1): 123-140. (In Persian).
- Banik B, Midya A, Sarkar BK and Ghose SS. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy, 24: 325-332.
- Ebrahim Ghochi Z, Mohsenabadi GR and Majidian M. 2017. Evaluation of yield, quantity and quality traits in intercropping of peppermint (*Mentha piperita* L.) and fenugreek (*Trigonella foenum - graceum* L.) under different planting date. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 27(3): 1-15. (In Persian).
- 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 Journal, 5(2):147-159. (In Persian).
- Gheisari zardak S, Movahhedi Dehnavi M and Salehi A. 2016. Responses of field grown fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) to different mycorrhiza species under varying intensities of drought stress. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 5: 16-25.
- Gholinezhad E. 2017. Effect of two species mycorrhizal fungi on quantitative and qualitative yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) landraces in different levels of drought stress. Iranian Journal of Field Crops Research, 15(1): 150-167. (In Persian).
- Johnson CM and Ulrich A. 1959. Analytical methods for use in plant analysis. California Agricultural Experimental Study Bulling, 766: 52-78.
- Kapoor R, Giri B and Mukerji KG. 2002. *Glomus macrocarpum*: a potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in dill (*Anethum graveolens* L.) and carum (*Trachyspermum ammi* Sprague). World Journal of Microbiology and Biotechnology, 18(5): 459-463.
- Koocheki A, Zarghani H and Norooziyan A. 2016. Comparison of yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.), sesame (*Sesamum indicum* L.) and red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under different intercropping arrangement. Iranian Journal of Field Crops Research, 14(2): 226-243. (In Persian).
- Koocheki AR, Seyyedi M and Gharaei SH. 2016. Evaluation of the effects of saffron-cumin intercropping on growth, quality and land equivalent ratio under semi-arid conditions. Scientia Horticulturae, 201: 190-198.
- Kumar A, Singh R and Chhillar RK. 2006. Nitrogen requirement of fennel (*Foeniculum vulgare*) based cropping systems. Indian Journal of Agricultural Science, 76(10): 599-602.
- Lithourgidis AS, Vasikoglou IB, Dhima KV, Dordas CA and Yiakoulaki MD. 2011. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. Field Crops Research, 99: 106-113.

- Midya A, Bhattacharjee K, Ghose SS and Banik P. 2005. Deferred seeding of blackgram (*Phaseolus mungo* L.) in rice (*Oryza sativa* L.) field on yield advantages and smothering of weeds. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191: 195-201.
- Nassiri Mahallati M, 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. *Journal of Cleaner Production*, 106:343-350.
- Omidbeigi R. 2011. Production and processing of medicinal plants. Astan Ghods press, 348pp.
- Pirzad AR, Davirani S, Jalilian J and Rezaei Chiyaneh A. 2018. The physiological role of bio-fertilizers in improving the crop yield of black cumin and common bean intercropping. *Journal of Crop Production and Processing*, 8(1):87-101. (In Persian).
- Pouramir F, Nasiri Mahalati M, Koochaki AR and Ghorbani R. 2010. Assessment of sesame and chickpea yield and yield components in the replacement series intercropping. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(5):747-757. (In Persian).
- Rezaei Chiyaneh A. 2016. Intercropping of flax seed (*Linum usitatissimum* L.) and pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under application of iron nano-chelated and zinc. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 26(1):39-56. (In Persian).
- Rezaei Chiyaneh E and Gholinezhad E. 2015. Agronomic characteristics of intercropping of additive series of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and black cumin (*Nigella sativa* L.). *Journal of Agroecology*, 7(3): 381-396. (In Persian).
- Rezaei Chiyaneh E, Tajbakhsh M and Futohi Chiyaneh S. 2014. Yield and yield components of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) in strip intercropping with ajowan (*Carum copticum* L.) influenced by bio and chemical fertilizer. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 4(24):1-15. (In Persian).
- Rezvani Moghadam P and Moradi RA. 2012. Assessment of planting date, biological fertilizer and intercropping on yield and essential oil of cumin and fenugreek. *Iranian Journal of Field Crops Science*, 43(2):217-230. (In Persian).
- Rezvani Moghaddam P, Seyedi SM and Azad M. 2016. The effect of different fertilizer management on yield and yield components of black seed (*Nigella sativa* L.). *Journal of Agroecology*, 8(4): 598-611. (In Persian).
- Rostaei M, Fallah S and Abbasi Sorki A. 2015. Effect of fertilizer sources on growth, yield and yield components of fenugreek intercropped with black cumin. *Electronic Journal of Crop Production*, 7 (4): 6197-222. (In Persian).
- Sadri S, Poor Youesf M and Solimani A. 2014. Evaluation of yield, essential oil and productivity indices in fennel and fenugreek intercropping. *Journal of Crops Improvement (Journal of Agriculture)*, 16(4):921-932. (In Persian).
- Saeidi M, Raei Y, Amini R, Taghizadeh A and Pasban Eslam B. 2019. Evaluation of yield and protein content of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in intercropping with faba bean (*Vicia faba* L.) under biological and chemical fertilizers. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 28(4): 247-2601. (In Persian).
- Shokati B and Zehtab-Salmasi S. 2014. Effect of different intercropping patterns on yield and yield components of dill and fenugreek. *Azarian Journal of Agriculture*, 1(1):1-5.
- Tavassoli, A, Ghanbari A, Ahmadi MM and Heydari M. 2010. The effect of fertilizer and manure on forage and grain yield of Millet (*Panicum miliaceum*) and bean (*Phaseolus vulgaris*) in intercropping. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8(2): 96-114. (In Persian).
- Tohidi-Moghadam H, Sani B, and Ghooshchi F. 2004. The effect of nitrogen fixing and phosphate solubilizing microorganism on some quantitative parameters on soybean from sustainable agricultural

point of views. Proceeding of 8th Agronomy and Plant Breeding Congress of Iran, Guilan University, Iran. (In Persian).

Visani V, Zahtab Salmani S and Sohrabi E. 2015. Effect of arbuscular mycorrhiza fungi on yield and yield components of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and dill (*Anethum graveolens* L.) in mono and intercropping system. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 3(26):1-16. (In Persian).

Yadegari H, Khammri A, Salari M, Fakheri BA, Rahimi M and Bidarnami F. 2016. Effect of different fertilizers and their combination on some quantitative and qualitative characteristics of milk thistle (*Silybum marianum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 6(32):1010-1025. (In Persian).

Zuk M, Richter D, Matuła J and Szopa J. 2015. Linseed, the multipurpose plant. Industrial Crops and Products, 75: 165–177.