

بررسی استفاده از قارچ میکوریزا با مقادیر مختلف فسفر بر عملکرد کمی و کیفی سویا (*Glycine*)

max L. در شرایط آب و هوایی منطقه ساری

صدیقه علائی بخش^{۱*} و مینا احمدی^۲

۱- * استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، مازندران، ایران،

S_alaeibakhsh@yahoo.com

۲- کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد قائم شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، مازندران، ایران،

Minaahmadi-249@yahoo.com

نویسنده مسئول: صدیقه علائی بخش

تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۷

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۷

Effect of mycorrhiza application in different phosphorus rates on quality and quantity and yield of soybean at sari weather condition

Sedigheh Alaeibakhsh^{1*} and Mina Ahmadi²

1* - Assistant Professor, Department of Agronomy, Agriculture college, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Mazandaran, Iran, *S_alaeibakhsh@yahoo.com*

2- MS.c, Department of Agronomy, Agriculture college, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Mazandaran, Iran, *Minaahmadi-249@yahoo.com*

*Corresponding author: Sedigheh Alaeibakhsh

Received: July 2018

Accepted: October 2018

Abstract

Soya is one of the oil seeds full of protein that is main resources of edible oil in world. An experiment has done in order to investigate use of Arbuscular mycorrhiza fungus with different phosphorus on qualitative and quantitative performance of Soya (*Glycine max*) in form of Factorial plan based randomized complete block with two factors, inoculation Micorrhiza fungus and different phosphorus Fertilizer in three reiteration in research field of agricultural University and natural resources of Sari in agricultural year of 2011. Inoculation factor in two levels were such and inoculation with Arbuscular mycorrhiza and without inoculation and factor of phosphorus fertilizer in three levels 0.50 and 100. According to results of Variance analysis, treatment inoculation of Arbuscular mycorrhiza Fungus on Soya, jk Figure makes increase root dry weight, leaf dry weight, Chlorophyll a, Chlorophyll b, early emergence percentage, final emergence percentage, seedling dry weight, performance of seed, index of yield, and potassium percentage of seed increased toward evidence. Application of phosphorus Fertilizer showed that lack consumption of phosphorus fertilizer, number of seed per pod, number of seed per bush, single bush weight, performance of biologic, performance of seed, Final emergence percentage, length of radicle, length of plumule, weighting ratio of radicle, plumule, seedling dry weight, seedling stamina index, height of plant, level of leaf, Chlorophyll a, percentage of phosphorus, oil percentage, protein percentage, and potassium percentage decreased toward evidence. Study mutual effect application of Mycorrhiza Fungus and the fertilizer show that significant difference is observed in properties, single bush weight, percentage per seed, biologic performance, Final emergence percentage, length of plumule, seedling dry weight, seeding stamina index, number of branches per bush, height of plant, Chlorophyll a.

Key words: Mycorrhiza, Phosphorus, Quality and Quantity, Soybean.

فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی

سال ۱۳۹۷، دوره ۱۳، شماره ۱، صص ۵۳-۴۳

چکیده

سویا یکی از دانه‌های روغنی سرشار از پروتئین است که هم اکنون از منابع اصلی روغن خوراکی در جهان به شمار می‌رود. به منظور بررسی استفاده قارچ‌های میکوریزا آرباسکولار با مقادیر مختلف فسفر بر عملکرد کمی و کیفی سویا (*Glycine max*) آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری در قالب طرح فاکتوریل بر پایه بلوک کامل تصادفی با دو عامل، تلقیح قارچ میکوریزا و مقادیر مختلف کود فسفر در سه تکرار صورت پذیرفت. عامل تلقیح در دو سطح شامل، تلقیح با میکوریزا آربوسکولار و بدون تلقیح و عامل کود فسفر در سه سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس تیمار تلقیح قارچ میکوریزا آربوسکولار بر سویا رقم jk، سبب افزایش وزن خشک ریشه، وزن خشک برگ، کلروفیل a، کلروفیل b، درصد سبز اولیه، درصد سبز نهایی، وزن خشک گیاهچه، محتوای کلروفیل برگ، شاخص بنیه گیاهچه، وزن تک بوته، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد پتاسیم بذر نسبت به شاهد افزایش داد. کاربرد مقادیر کود فسفر نشان داد که عدم مصرف کود فسفر، تعداد غلاف در دانه، تعداد دانه در بوته، وزن تک بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، درصد سبز نهایی، طول ریشه چه، طول ساقه چه، نسبت وزنی ریشه چه به ساقه چه، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه گیاهچه، ارتفاع گیاه، سطح برگ، کلروفیل a، درصد فسفر، درصد روغن، درصد پروتئین، درصد پتاسیم را نسبت به شاهد کاهش داد. بررسی اثر متقابل کاربرد قارچ میکوریزا و مقادیر کود نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در صفات، وزن تک بوته، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک، درصد سبز نهایی، طول ساقه چه، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه گیاهچه، تعداد شاخه در بوته، ارتفاع گیاه، کلروفیل a مشاهده شد.

کلمات کلیدی: سویا، عملکرد کمی و کیفی، فسفر، میکوریزا آربوسکولار.

فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی

سال ۱۳۹۷، دوره ۱۳، شماره ۱، صص ۵۳-۴۳

مقدمه و کلیات

اهمیت گیاهان خانواده‌ی حبوبات در حاصلخیزی خاک از ۶ هزار سال قبل که مصریان در تناوب کشت خود قرار می‌دادند، روشن بوده است. حبوبات پس از تیره کاسنی، تقریباً دومین تیره مهم گیاهان گلدار می‌باشد. (حاجی‌هاشمی، ۱۳۸۶) بر اساس گزارش سازمان خوارو بار جهانی، سطح زیر کشت حبوبات در سال ۱۹۹۰ حدود ۷- میلیون هکتار بوده است (F.A.O, 1990). حبوبات پس از غلات به عنوان دومین منبع غذایی بشر و عمده‌ترین منبع پروتئین گیاهی به شمار می‌آیند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۵). روغن‌های گیاهی در مقایسه با چربی‌های حیوانی به دلیل پایین بودن میزان اسیدهای چرب اشباع از کیفیت بیشتری برخوردارند و پروتئین آن‌ها نیز استفاده فراوانی در تغذیه انسان و دام می‌شوند. دانه‌های روغن از جمله مواد غذایی و ضروری مورد نیاز بشر می‌رود که با فراورده‌های مختلف خود تنها قسمتی از نیازهای غذایی جوامع بشری را تأمین می‌نمایند. بلکه حتی مصارف صنعتی نیز دارند و به همین دلیل از محصولات مهم کشاورزی هستند (Berglund, 2002). از آنجایی که گیاه روغنی سویا (GLYCIN (MAN (L)) به دلیل داشتن مقادیر قابل توجهی روغن (۲۰ درصد) و پروتئین (۴۰ درصد) حائز اهمیت فراوانی است و نیز با توجه به داشتن ۱۲ تیپ رشدی مختلف برای این محصول با ارزش که امکان زراعت آن را در اقلیم‌های مختلف فراهم می‌سازد (وفایی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۲). علاوه بر مصرف مختلف روغن سویا در تغذیه، در صنعت هم از آن مواد گوناگون تهیه می‌شود. روغن سویا حاوی اسیدهای چرب غیر اشباع نظیر اسید اولئیک، اسید لینوئیک و اسید لینولنیک می‌باشد و این اسیدهای چرب اشباع نشده

از نظر تأمین ویتامین و حفظ سلامتی انسان فوق العاده مهم می‌باشند (Berglund, 2002). افزایش عملکرد گیاهان زراعی، یکی از اجزاء ضروری امروزی برای هماهنگی با افزایش جمعیت جهان است که به منظور رفع نیازهای متنوع و روز افزون بشر از دیر باز مورد نظر متخصصین مختلف علوم زراعی بوده است (هاشمی‌دزفولی، ۱۳۷۵). سویا برای رشد فسفر زیادی نیاز دارد و تقریباً ۸۰ درصد فسفر و ۹۰-۶۰ درصد پتاسیم مورد نیاز در ۳۰ روز آخر دوره رشد گیاه جذب می‌شوند (مجنون‌حسینی، ۱۳۷۵). قارچ‌های میگوریزا آریومکولار با کلنیزاسیون ریشه گیاهان میزان سبب بهبود جذب مواد معدنی به ویژه فسفر شده (مستاجران و همکاران، ۱۳۷۸؛ AL-karaki, 2001) و پس از فتوستتوز منابع کربنی را از گیاه دریافت می‌کند. همزیستی میگو ریزایی در اکوسیستم‌های طبیعی و کشاورزی به طور گسترده‌ای وجود دارد پاسخ رشدی گیاه میزبان به همزیستی میگوریزایی ممکن است بسیار قابل توجه باشد (Hayman, 1980).

فرآیند پژوهش

به منظور بررسی استفاده قارچ مایکوریزا و مقادیر مختلف فسفر بر عملکرد کمی و کیفی سویا (*Glycine max merr L.*) در شرایط اقلیمی مازندران، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی جهاد کشاورزی و منابع طبیعی واقع در شهرستان ساری با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و صفر دقیقه شرقی با ارتفاع ۲۸ متر از سطح دریا به اجرا درآمد. برای تعیین خصوصیات خاک مزرعه از عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متر نمونه خاک تهیه و به آزمایشگاه آزاد

اسلامی جویبار منتقل شد. نتایج آزمون خاک مورد بررسی قرار گرفت که به شرح زیر می‌باشد:

جدول ۱: آزمون خاک محل آزمایش

عمق خاک (سانتی متر)	هدایت الکتریکی (ds/m)	درصد کربن آلی	درصد فسفر قابل جذب (Mg/Kg)	درصد پتاس قابل جذب (Mg/Kg)	ماده آلی	PH	بافت خاک
۶۰-۰	۶۰	۲/۶۸	۱۴/۲	۲۰	۴/۶۰	5/7	CL

هرگرم که با لام هموسیتمتر شمارش شد و با یک کیلوگرم بذر سویا رقم جی کی تلقیح شد.

اندازه‌گیری شاخص‌های رشد

شاخص سطح برگ (LAI): سه بوته از هر تکرار را در مرحله گلدهی کف بر کرده و میزان پروفیل برگ و شاخص سطح برگ را بدست آورده و برای میزان پروفیل برگ بوته را به اندازه ۲۰ سانتی متری جدا نموده و میزان شاخص سطح برگ آنها را اندازه‌گیری شد.

سرعت رشد نسبی (RGR) و کل ماده خشک

(TDM): پنج بوته از هر تکرار را کف بر نموده، سپس برگها و اندامهای هوایی را جدا نموده و در داخل آون با درجه حرارت ۷۲ سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده در انتها نمونه‌ها وزن کرده و در پنج مرحله مورد بررسی قرار گرفت. بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی، ارتفاع بوته و اجزاء عملکرد ۱۰ بوته از هر تیمار به صورت تصادفی انتخاب و مقدار کمی صفات با میانگین‌گیری از این بوته‌ها ثبت گردید. برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک کل اندامهای هوایی از سطح ۴/۵ متر از دو خط وسط هر sub plot برداشت و سپس توزین شده که به عنوان عملکرد بیولوژیک در نظر گرفته می‌شوند. جهت اندازه‌گیری عملکرد ۵/۵ متر از دو ردیف وسط هر رقم در هر کرت برداشت و عملکرد براساس ۱۳ درصد رطوبت اندازه‌گیری می‌شود. برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک کل اندامهای هوایی از سطح فوق الذکر

آزمایش در قالب طرح فاکتوریل بر پایه بلوک کامل تصادفی با دو عامل، تلقیح تریکودرما و مقادیر مختلف کود فسفر در سه تکرار به اجرا درآمد. عامل تلقیح در دو سطح شامل، تلقیح با تریکودرما و بدون تلقیح و عامل کود فسفره در سه سطح صفر، ۵۰ و ۱۰۰٪ در نظر گرفته شد. طرح در زمینی به ابعاد ۱۹×۵۹ متر پیاده شد. فاصله بین بلوک‌ها یک متر، تعداد کرت‌ها در هر بلوک ۹ عدد و مساحت هر کرت ۱۲ متر مربع در نظر گرفته شد. در هر ردیف ۳ تا ۴ بذر با فاصله روی ردیف ۸ سانتی متر در عمق ۴ - ۳ سانتی متر خاک قرار گرفت و پس از سبز شدن و در مرحله ۳ تا ۴ برگی عملیات تنک صورت پذیرفت. بلافاصله پس از کاشت آبیاری انجام گرفت و پس از سبز شدن آبیاری به فاصله یک هفته صورت پذیرفت. بیماری مشاهده شده در مزرعه موزاییک برگ سویا بوده که گسترش چندانی نداشت. جهت مبارزه با علف‌های هرز و چین دستی در ۳ مرحله طی فصل رشد صورت پذیرفت.

برای شروع آزمایش جهت تکثیر جدایه‌های مزبور ابتدا این جدایه‌ها در محیط کشت (PDA) عصاره سیب زمینی، دکستروز و آگار، به مدت یک هفته در دمای ۲۵ درجه سلسیوس تکثیر و پس از پنج روز اسپورزایی در محیط کشت سبوس گندم تکثیر شدند. مقدار ده گرم از محیط کشت سبوس و اسپورهای قارچ میکوریزا به تعداد 10^8 واحد کلونی‌ساز در

مشاهده می‌شود، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره ارتفاع گیاه را نسبت به کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار و عدم کاربرد کود به طور معنی‌داری افزایش داد. بر اساس گزارش موجود افزایش ارتفاع گیاهان مختلف تحت تأثیر قارچ میکوریزا به اثبات رسیده است در تحقیقاتی که (Smith, 2008) دادند و نیز بررسی (Sharma, 2003) این نتایج را تأیید می‌نماید و نیز در ارتفاع بوته گشنیز معنی‌دار شده است (نصیری و همکاران، ۱۳۹۰).

قطر میان‌گره: نتایج این آزمایش نشان داد که تأثیر قارچ، کود فسفره و اثر متقابل قارچ و کود فسفره بر قطر میان‌گره سویا معنی‌دار نبود (جدول ۴).

وزن خشک ریشه: با توجه به معنی‌دار بودن تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا بر وزن خشک ریشه (جدول ۴)، میانگین وزن خشک ریشه در کاربرد قارچ میکوریزا ۵/۶۲ گرم و عدم کاربرد قارچ ۴/۷۲ گرم بوده است (جدول ۵). وزن خشک ریشه در کاربرد قارچ میکوریزا بر سویا در تحقیقات (Dipadevi et al., 2010) نیز معنی‌دار شده است.

وزن خشک ساقه: در این پژوهش وزن خشک ساقه تحت تأثیر کاربرد قارچ، کود فسفره و اثر متقابل قارچ و کود فسفره قرار نگرفت (جدول ۴).

وزن خشک برگ: تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا بر وزن خشک برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴) به طوری که در کاربرد قارچ میکوریزا وزن خشک برگ (۸/۳۲ گرم) نسبت به عدم کاربرد قارچ میکوریزا (۶/۸۶ گرم) افزایش یافت (جدول ۵). در بررسی مصطفویان و همکاران (۱۳۸۹) نیز شاهد افزایش وزن خشک برگ سویا بوده‌ایم و این صفت معنی‌دار شده است.

برداشت و سپس در آن ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و توزین شده که به عنوان عملکرد بیولوژیک در نظر گرفته می‌شوند. جهت اندازه‌گیری عملکرد در زمان رسیدگی کامل بوته‌های دو خط وسط هر تیمار پساز حذف یک متر از دو سر کرت برداشت و عملکرد بر اساس ۱۳ درصد رطوبت اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری میزان روغن از روش سوکسله استفاده شد همچنین برای اندازه‌گیری پروتئین خام از روش کلدال استفاده گردید. سپس کلونی ریشه اندازه‌گیری شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها و انجام برخی محاسبات لازم، تجزیه آماری انجام شد. پیش از تجزیه آماری وضعیت نرمال بودن داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت داده‌های آزمایش با نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین هر صفت به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد. جهت رسم نمودار نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

- تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا و سطوح مختلف کود فسفره بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه سویا

تعداد شاخه در بوته: در این پژوهش تأثیر قارچ و کود فسفره بر تعداد شاخه معنی‌دار نبود. اما اثر متقابل قارچ و کود فسفره بر این صفت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). این صفت در بررسی اثر میکوریزا بر ذرت تحت تأثیر میکوریزا معنی‌دار شده است (احمدی و همکاران، ۱۳۸۹).

ارتفاع گیاه: نتایج بدست آمده نشان داد که تأثیر کود فسفره و اثر متقابل قارچ و کود فسفره بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۴). همان‌طور که در جدول ۵

manutitiana) در کاربرد میکوریزا در مقایسه با عدم کاربرد میکوریزا مشاهده شد. بنابر اظهار محققان کارایی قارچ آربوسکولار میکوریزا بر افزایش محتوی کلروفیل و کاروتنوئید برگ متفاوت است. از دلایل احتمالی این افزایش، فراهمی بیشتر مواد غذای ریز- مغذی به واسطه قارچ میکوریزا می‌باشد که برای تشکیل کلروفیل ضروری هستند (Sharma, 2003).

کلروفیل b: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا بر میزان کلروفیل b در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اما تأثیر کاربرد سطوح مختلف کود فسفره و اثر متقابل کاربرد قارچ میکوریزا و کود فسفره بر میزان کلروفیل b معنی‌دار نبود (جدول ۴). بنابراین میزان کلروفیل b برگ در کاربرد قارچ میکوریزا (۴۶۹/۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) نسبت به عدم کاربرد قارچ (۳۷۰/۴۴ میلی‌گرم بر لیتر) افزایش داشت (جدول ۵).

- تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا و سطوح مختلف کود فسفره بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سویا

طول غلاف: نتایج نشان داد که تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا، کود فسفره و اثر متقابل بین کاربرد قارچ و کود فسفره بر طول غلاف سویا در مرحله برداشت از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۶)، با توجه به اینکه طول غلاف از خصوصیات ژنتیکی گیاه به‌شمار می‌رود کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد.

تعداد دانه در غلاف: تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که بین تعداد دانه در غلاف سویا در کاربرد سطوح مختلف کود فسفره تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد وجود داشت اما تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا و اثر متقابل بین کاربرد قارچ میکوریزا و کود فسفره بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار نبود (جدول ۶). نتایج نشان داد که کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم

سطح برگ: نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار کاربرد کود فسفره بر سطح برگ گیاه سویا است اما تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا و اثر متقابل قارچ و کود فسفره از لحاظ آماری بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۴). با توجه به جدول ۵، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره (۵/۰۱ سانتی‌متر مربع) سطح برگ گیاه را نسبت به کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار (۴/۲۶ سانتی‌متر مربع) و عدم کاربرد کود (۳/۶۵ سانتی‌متر مربع) افزایش داد. در بررسی‌های (Smith, 2008) افزایش معنی‌دار سطح برگ در اثر کاربرد میکوریزا داشته‌ایم.

تعداد گره ریشه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا، کود فسفره و اثر متقابل قارچ و کود فسفره بر تعداد گره تثبیت‌کننده نیتروژن ریشه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۴). در حالی‌که تعداد گره و فعالیت آنزیم نیتروژناز با افزودن فسفر به خاک‌های دچار کمبود فسفر گزارش شده است (Jery et al., 2004).

کلروفیل a: با توجه به نتایج تجزیه واریانس تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا، سطوح مختلف کود فسفره و اثر متقابل کاربرد قارچ و کود بر میزان کلروفیل a از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۴). میزان کلروفیل a در کاربرد قارچ میکوریزا (۷۸/۸۹ میلی‌گرم بر لیتر) نسبت به عدم کاربرد قارچ میکوریزا (۵۸/۳۳ میلی‌گرم بر لیتر) افزایش نشان داد و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره از حداکثر میزان کلروفیل a برخوردار بود. در این آزمایش میزان کلروفیل a در کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره و عدم کاربرد کود تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نشان نداد (جدول ۵). افزایش سطح کلروفیل و کاروتنوئید برگ درخت کنار (*Ziziphus*)

بوته برخوردار بودند و حداقل وزن تک‌بوته با میانگین ۲۹/۵۰ گرم، در تیمار عدم کاربرد کود فسفره مشاهده شد (جدول ۷). در تحقیقات Berglund و همکاران (2002) وزن تک بوته سویا در استفاده از قارچ میکوریزا معنی‌دار گردیده است.

وزن صد دانه: نتایج نشان داد که اثر ساده کاربرد قارچ میکوریزا و کود فسفره بر وزن صدانه سویا از لحاظ آماری معنی‌دار نبود، در حالی‌که اثر متقابل کاربرد قارچ میکوریزا در کود فسفره بر وزن صدانه در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). در بررسی ثابت و همکاران (۱۳۸۵) بر روی سویا تحت تأثیر کود فسفره معنی‌دار گردیده است.

عملکرد بیولوژیک: با توجه به نتایج بدست آمده تأثیر کاربرد کود فسفره و اثر متقابل کاربرد قارچ میکوریزا و کود فسفره بر عملکرد بیولوژیک سویا در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). بر این اساس کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره به ترتیب با میانگین ۷/۸۶ و ۸/۰۳ تن در هکتار نسبت به عدم کاربرد کود فسفره (میانگین ۶/۸۵ تن در هکتار) برتری نشان دادند (جدول ۷). در بررسی (Dipadevi et al., 2010) نتایج بدست آمده حاکی از آن است که عملکرد بیولوژیک گیاه سویا با استفاده از میکوریزا معنی‌دار بوده است و نیز بررسی‌های Kaplan و همکاران (1998) این نتایج را نشان می‌دهد.

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا و کود فسفره بر عملکرد دانه از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۶). با توجه به نتایج مقایسات میانگین عملکرد دانه در تیمارهای کاربرد و عدم کاربرد قارچ میکوریزا به ترتیب معادل ۴/۲۱ و ۳/۷۹ تن در هکتار بوده است (جدول ۷).

در هکتار کود فسفره موجب حداکثر تعداد دانه در غلاف (میانگین ۱/۹۲) گردید و حداقل تعداد دانه در غلاف (میانگین ۱/۵۸) به تیمار عدم کاربرد کود فسفره تعلق داشت (جدول ۷). در بررسی حاتمی و همکاران (۱۳۸۵) تعداد دانه در غلاف در اثر استفاده از قارچ معنی‌دار گشته است.

تعداد غلاف در بوته: نتایج آزمایش نشان داد که بین کاربرد و عدم کاربرد قارچ میکوریزا و نیز سطوح مختلف کود فسفره از لحاظ تعداد غلاف در بوته تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۶). در تحقیقات احتشامی و همکاران (۱۳۸۶) تعداد غلاف در بوته بر اثر استفاده از قارچ معنی‌دار گردیده است. **تعداد دانه در بوته:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر کاربرد سطوح مختلف کود فسفره بر تعداد دانه در بوته گیاه در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود اما تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا و اثر متقابل بین کاربرد قارچ و کود فسفره بر تعداد دانه در بوته از لحاظ آماری معنی‌داری نبود (جدول ۶). با توجه به جدول ۷، کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره موجب افزایش تعداد دانه در بوته نسبت به عدم کاربرد کود گردید. در بررسی ثانی (۱۳۸۷) میزله دانه در بوته در گیاه میکوریزایی معنی‌دار گشته است.

وزن تک‌بوته: بر اساس جدول ۶، تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا، کود فسفره و اثر متقابل بین کاربرد قارچ میکوریزا و کود فسفره بر وزن تک‌بوته سویا از لحاظ آماری معنی‌داری بود. نتایج مقایسات میانگین نشان داد که وزن تک‌بوته در تیمار کاربرد و عدم کاربرد قارچ میکوریزا به ترتیب معادل ۳۵/۲۲ و ۳۲/۷۸ گرم بود. کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب با میانگین ۳۵/۳۳ و ۳۶/۱۷ گرم، از حداکثر وزن تک-

شاخص برداشت، تفاوت آماری معنی داری در سطح پنج درصد وجود داشت اما تأثیر کود فسفره و نیز اثر متقابل کاربرد قارچ میکوریزا و کود فسفره بر شاخص برداشت معنی دار نبوده است (جدول ۶). همان طور که در جدول ۷ مشاهده می شود کاربرد قارچ میکوریزا (میانگین ۵۷/۷۶ درصد) موجب افزایش شاخص برداشت سویا نسبت به عدم کاربرد میکوریزا (با میانگین ۴۹/۰۰ درصد) گردید. در بررسی مصطفویان و همکاران (۱۳۸۹) در اثر تأثیر میکوریزا بر سویا شاخص برداشت در سویا معنی دار شده است.

همچنین جدول ۷ نشان می دهد که با افزایش سطح مصرف کود فسفره، میزان عملکرد دانه نیز افزایش یافت. در این آزمایش کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره موجب ۸۴/۴ تن در هکتار تولید دانه گردید و در تیمار عدم کاربرد کود، حداقل عملکرد دانه، معادل ۳/۴۷ تن در هکتار مشاهده شد. در بررسی (حاتمی و همکاران، ۱۳۸۵) عملکرد دانه در استفاده از قارچ میکوریزا معنی دار گردیده است و بررسی های (Smith, 2008) تأثیر میکوریزا بر عملکرد دانه معنی دار بوده است.

شاخص برداشت: نتایج آزمایش حاکی از آن است که بین کاربرد و عدم کاربرد قارچ میکوریزا از لحاظ

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر کاربرد قارچ میکوریزا و کود فسفره بر خصوصیات گیاهچه سویا

میانگین مربعات									
منبع تغییرات	درصد سبز اولیه	درصد سبز نهایی	طول ریشه چه	طول ساقه چه	نسبت وزنی ریشه چه به ساقه چه	وزن خشک گیاهچه	محتوی کلروفیل برگ	شاخص بنیه گیاهچه	تکرار
۲	۴/۰۵	۱۶۰/۲۲	۰/۰۵	۵/۶۱	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۳۲	۸/۷۱	۲
۱	۳۹۲/۰۰**	۱۵۸۶/۷۲**	۲/۰۷ ^{ns}	۳/۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۲*	۲۰۵/۹۷**	۲۵۰/۸۱**	۱
۲	۵۴/۰۵ ^{ns}	۱۰۲/۷۲*	۶۱/۳۴**	۲۱/۴۴**	۰/۱۲**	۰/۰۶**	۳/۳۶ ^{ns}	۳۹۰/۶۷**	۲
۲	۶۷/۱۶ ^{ns}	۲۱۵/۰۵**	۰/۵۴ ^{ns}	۳/۹۴*	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۲**	۲/۲۴ ^{ns}	۲۹۲/۵۰**	۲
۱۰	۲۳/۷۸	۲۰/۵۶	۱/۸۰	۰/۹۲	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۳/۸۶	۱۴/۳۳	۱۰
-	۱۴/۹۸	۹/۱۸	۱۵/۵۸	۷/۲۶	۱۶/۷۷	۹/۷۱	۴/۸۷	۱۴/۸۵	-

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و NS: عدم تفاوت معنی دار

جدول ۳: مقایسه میانگین خصوصیات رشدی گیاهچه سویا در کاربرد قارچ میکوریزا و کود فسفره

تیمار	درصد سبز اولیه	درصد سبز نهایی	طول ریشه - چه (سانتی - متر)	طول ساقه - چه (سانتی - متر)	نسبت وزنی ریشه چه به ساقه چه	وزن خشک گیاهچه (گرم)	محتوی کلروفیل برگ (SPAD)	شاخص بنیه گیاهچه
کاربرد قارچ میکوریزا	۲۷/۸۸ ^b	۵۸/۷۷ ^a	۸/۲۶ ^a	۱۲/۸۰ ^a	۰/۶۳ ^a	۰/۴۸ ^b	۳۶/۹۹ ^b	۲۱/۷۵ ^b
عدم کاربرد قارچ	۳۷/۲۲ ^a	۴۰/۰۰ ^b	۸/۹۴ ^a	۱۳/۶۲ ^a	۰/۶۴ ^a	۰/۵۴ ^a	۴۳/۶۹ ^a	۲۹/۲۱ ^a
کاربرد کود فسفره (کیلوگرم در هکتار)	۳۱/۱۶ ^a	۴۶/۰۰ ^b	۶/۴۸ ^b	۱۱/۷۲ ^b	۰/۵۵ ^b	۰/۴۱ ^c	۳۹/۴۴ ^a	۱۸/۱۶ ^c
۵۰	۳۰/۵۰ ^a	۴۸/۱۶ ^b	۷/۰۵ ^b	۱۲/۵۷ ^b	۰/۵۶ ^b	۰/۵۰ ^b	۴۰/۷۵ ^a	۲۴/۱۵ ^b
۱۰۰	۳۶/۰۰ ^a	۵۴/۰۰ ^a	۱۲/۲۸ ^a	۱۵/۳۴ ^a	۰/۸۱ ^a	۰/۶۲ ^a	۴۰/۷۵ ^a	۳۴/۱۳ ^a

میانگین های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف آماری معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰.۵٪ می باشند.

محتوای پروتئین بذر: نتایج نتیجه واریانس نشان داد که تأثیر کود فسفره بر محتوای پروتئین بذر معنی دار بود. اما تأثیر قارچ میکوریزا بر پروتئین بذر معنی دار نبوده است (جدول ۸). همانطور که در جدول ۹ مشاهده می‌شود سطوح ۵۰، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره به ترتیب با میانگین ۴۱/۳۲ و ۴۲/۲۳ درصد حداکثر محتوای پروتئین بذر را نشان داده‌اند و در عدم کاربرد کود فسفره با میانگین ۳۱/۷۱ درصد، حداقل درصد پروتئین بذر بدست آمد. در بررسی‌های Mashanro و همکاران (1994) میزان پروتئین دانه‌های گیاهی به صورت معنی‌داری بر اثر استفاده از میکوریزا در گیاهان افزایش یافته است و نیز در تحقیق توحیدی مقدم و همکاران (۱۳۸۶) همکاری میکوریزا با گیاه سبب افزایش جذب پروتئین می‌گردد.

محتوای پتاسیم بذر: نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیر معنی‌دار قارچ میکوریزا و کود فسفره بر محتوای پتاسیم بذر سویا به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد بوده است (جدول ۸). با توجه به جدول ۹ در کاربرد قارچ میکوریزا (با میانگین ۱/۰۶ درصد) بیشترین محتوای پتاسیم بذر بدست آمده و در عدم کاربرد قارچ با میانگین ۸۱ درصد حداقل محتوای پتاسیم بذر مشاهده شد. همچنین کاربرد سطوح ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره موجب افزایش معنی‌دار پتاسیم بذر نسبت به عدم کاربرد کود فسفره گردید (جدول ۹). در تحقیقی که (Smith, 2008) انجام دادند میکوریزا سبب افزایش تخلیه عناصر غذایی بوسیله ریشه میکوریزایی نسبت به گیاهان دیگر می‌گردد و سبب جذب عناصر غذایی از جمله پتاسیم در خاک فقیر می‌گردد. بررسی نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که استفاده از قارچ میکوریزا

میانگین‌های هر ستون مربوط به هر عامل که دارای حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف آماری معنی‌داری براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۵ می‌باشند.

تأثیر کاربرد قارچ میکوریزا آربوسکولار بر ویژگی‌های کیفی بذر سویا

محتوای فسفر بذر: با توجه به جدول ۸ در بررسی انجام شده در عدم تلقیح قارچ میکوریزا کمترین درصد فسفر بذر (۲/۵۶) و در تلقیح قارچ میکوریزا بیشترین درصد فسفر بذر مشاهده گردیده است (۲/۷۸). طبق جدول ۹ کمترین درصد فسفر بذر در عدم کاربرد فسفر (۱۲/۲۱) و بیشترین درصد فسفر در کاربرد فسفر ۱۰۰ مشاهده گردید (۳۳/۴). حدود ۸۰٪ از جذب فسفر در گیاهان تحت تأثیر میکوریزا بوسیله میکوریزا صورت می‌گیرد (Mashanro et al., 1994) در بررسی‌های توحیدی مقدم و همکاران (۱۳۸۶) درصد فسفر دانه در سویای میکوریزایی معنی‌دار گشته است. در بررسی Kablo و همکاران (2005) افزایش جذب فسفر در گیاهان میکوریزایی داشته‌ایم.

محتوای روغن بذر: در این پژوهش تأثیر سطوح مختلف کود فسفره بر محتوای روغن بذر سویا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۸) و کاربرد سطح ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره موجب حداکثر محتوای روغن بذر (۲۴/۴۴ درصد) گردید و عدم کاربرد کود فسفره حداقل محتوای روغن بذر (۲۰/۰۱ درصد) را نشان داد. (جدول ۹). در گیاهان میکوریزایی عملکرد روغن از همبستگی مثبت بسیار معنی‌داری برخوردار بوده است (توحیدی‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۶).

می‌تواند سبب بهبود رشد گیاه از طریق جذب بهتر آب و تولید هورمون‌های گیاهی می‌گردد و نیز جذب بهتر عناصر غذایی مورد نیاز می‌شود و سبب می‌شود که گیاه نسبت به خشکی مقاومت پیدا نماید و مقاومت گیاه را نسبت به تنش‌ها افزایش می‌دهد و سطح ریشه را به دلیل ایجاد پوشش مسیلیومی افزایش می‌دهند، فتوستتز بالاتری داشته و سبب افزایش غلظت سیتوکنین در گیاه می‌گردد و در ریشه و برگ‌های گیاه میزان این هورمون‌ها بالا می‌رود. تلقیح قارچ سبب اثر مثبت بر روی وزن تک

بوته، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد سبز اولیه، درصد سبز نهایی، وزن خشک گیاهچه، محتوای کلروفیل برگ، شاخص بنیه گیاهچه، کلروفیل a، وزن خشک ریشه، وزن خشک برگ، کلروفیل برگ، درصد پتاسیم گیاه مؤثر است. و اثر متقابل قارچ میکوریزا و کود فسفره در افزایش تعداد شاخه، ارتفاع گیاه، کلروفیل a، درصد سبز نهایی، طول ساقه چه، وزن خشک گیاهچه، تعداد شاخه در بوته، ارتفاع گیاه مؤثر بوده است.

جدول ۸: تجزیه واریانس اثر کاربرد میکوریزا و کود فسفره بر ویژگی‌های کیفی سویا

درجه آزادی	درصد فسفر	درصد روغن	درصد پروتئین	درصد پتاسیم	
تکرار	۲	۰/۰۱	۰/۵۸	۲/۷۹	۱/۰۱
کاربرد قارچ	۱	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۳۰ ^{ns}	۰/۴۳ ^{ns}	۰/۲۷*
کاربرد کود	۲	۰/۱۷ ^{ns}	۲۹/۵۹ ^{ns}	۲/۸۶ ^{ns}	۰/۳۶ ^{ns}
اثر متقابل	۲	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	۰/۳۸ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}
خطای آزمایش	۱۰	۰/۰۰۸	۱/۹۵	۲/۸۸	۰/۰۳
ضریب تغییرات (%)	---	۵/۱۸	۶/۲۹	۴/۴۲	۱۸/۵۹

جدول ۹: مقایسه میانگین اثرات ساده سطوح مختلف تلقیح قارچ میکوریزا در مقادیر مختلف فسفر، روغن، پروتئین، پتاسیم

درصد فسفر	درصد روغن	درصد پروتئین	درصد پتاسیم	
عدم تلقیح	۲/۵۶ ^b	۲۲/۰۹ ^a	۳۸/۵۷ ^a	۰/۸۱ ^a
تلقیح	۲/۷۸ ^a	۲۲/۳۵ ^a	۳۸/۲۶ ^a	۱/۰۶ ^a
۰	۱۲/۲۱ ^a	۲۰/۰۱ ^c	۳۱/۷۱ ^b	۰/۶۸ ^b
۵۰	۲۲/۷۷ ^b	۲۴/۴۴ ^a	۴۱/۳۳ ^a	۱/۱۶ ^a
۱۰۰	۳۳/۰۴ ^c	۲۲/۲۱ ^b	۴۲/۲۳ ^a	۰/۹۰ ^a

نتیجه‌گیری کلی بررسی نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که استفاده از قارچ میکوریزا می‌تواند سبب بهبود رشد گیاه از طریق جذب بهتر آب و تولید هورمون‌های گیاهی می‌گردد و نیز جذب بهتر عناصر غذایی مورد نیاز می‌شود و سبب می‌شود که گیاه نسبت به خشکی مقاومت پیدا نماید و مقاومت گیاه را نسبت به تنش‌ها افزایش می‌دهد و سطح ریشه را به دلیل ایجاد پوشش

مسیلیومی افزایش می‌دهند، فتوستتز بالاتری داشته و سبب افزایش غلظت سیتوکنین در گیاه می‌گردد و در ریشه و برگ‌های گیاه میزان این هورمون‌ها بالا می‌رود. تلقیح قارچ سبب اثر مثبت بر روی وزن تک بوته، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد سبز اولیه، درصد سبز نهایی، وزن خشک گیاهچه، محتوای کلروفیل برگ، شاخص بنیه گیاهچه، کلروفیل a، وزن خشک ریشه، وزن خشک برگ، کلروفیل برگ،

۷) مستاجران، ا. و. ق. و ضوئی. ۱۳۸۷. همزیستی. انتشارات دانشگاه اصفهان. ص: ۲۴۱.

۸) نصیری محلاتی، م. قربانی، و. رضوانی مقدم، پ. و. م. اقحوانی شیری. ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد منفرد و تلفیقی کود میکوریزا بر عملکرد بذر و اسانس گیاه دارویی گشنیز. همایش ملی دستاوردهای نوین در زراعت.

- 8) AL-karaki G.N, Hammam R., and M.2001. response of Z toma to cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress. *Mycorrhiza*.11:43-47.
- 9) Azcon r, 2006. occurrence and effect of arbuscular mycorrhizal propagules in whwat ad affected by the source and amount of phosrus fertilizerand fungal inoculation. *applied soil ECO*.23 245-255.
- 10) Berglund, D.R 2002. soybean production field guide for north Bakota and north western Minnesota. Published in cooperative and with support the north bakta soybean council. 13GP.
- 11) F. A. O. 1990. Quaterly. Bulltin of statistics.3:74
- 12) Gholizadeh, A.L., Ardalan, M., Tehrani., M.M, Mirsyed Hosseini, H. and Karimiian, N. 2009. Solubility test in phosphate rocks anf their potential for direct Application in soil. *world Applied Sci.J*. 6(2):182-190.
- 13) Hayman, D.S. 1980. Mycorrhiza and crip production. *nature (London)*287: 487-488.
- 14) Rabie G.H, and Almadani A.M.2005.role of bioincuoculants in development of salt to lérance of vicia faba plants under in development of salt tolerance of vicia faba plander salinity stress. *African biotechnolnology journal*. 4(3):210-222.
- 15) Sharma A. K. and johri B.N.2003. am interaction in plant, rhizosphere and soil. oxford and ibh polishing. new delhi. P.308.
- 16) Smith, S.E.,and Read, D.J.2008.Mycorrhizel Symboiosis, third ed.Academic press, London, UK.

درصد پتاسیم گیاه مؤثر است. اثر متقابل قارچ میکوریزا و کود فسفره در افزایش تعداد شاخه، ارتفاع گیاه، کلروفیل a، درصد سبز نهایی، طول ساقه چه، وزن خشک گیاهچه، تعداد شاخه در بوته، ارتفاع گیاه مؤثر بوده است. فسفر جز ساختمان تعدادی از ترکیبات حیاتی از قبیل مولکولهای انتقال دهنده انرژی و استرهای فسفات و ترکیبات انتقال دهنده صفات ژنتیکی مثل DNA و RNA است. فرایند گره‌زایی یک منبع تخلیه کننده فسفر است و گره‌های ریشه‌ایی بیشترین فسفر را دارد و در صفات ارتفاع گیاه، سطح برگ، کلروفیل a، درصد روغن و پروتئین، درصد سبز نهاییف طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، درصد فسفر، نسبت وزنی ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، درصد پتاسیم، شاخص بنیه گیاهچه، تعداد دانه در بوته، وزن تک بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه اثر مثبت داشته است.

منابع

- ۱) احتشامی، م. ۱۳۸۶. نقش میکوریزا بر جذب نگر در انواع خاک فسفات توسط گندم. دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران. ص: ۲۳-۳۲.
- ۲) احمدی، ج. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر کاربرد قارچ‌های آربوسکولار میکوریزا و نیتروکسین بر ارتفاع و عملکرد و بیولوژیکی ذرت دانه‌ای (سینگل کراس ۷۰۴). اولین همایش ملی کشاورزی پایدار تولید محصول سالم.
- ۳) حاجی‌هاشمی، ف. ۱۳۸۶. رابطه میکوریز و زیکولار آربوسکولار با رشد، تغذیه و گره زایید دو رقم لوبیا چینی در خاک استان اصفهان و کرمان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه شهید باهنر کرمان. ص ۳.
- ۴) کوچکی، ع، ک، کبیری و. ج، فرزانه. ۱۳۷۰. مقایسه ارقام سویا در شرایط آب و هوایی مشهد. مجله علوم و صنایع کشاورزی. جلد ۵، شماره (۱): ۹۱-۱۰۰.
- ۶) مجنون حسینی، ن. ۱۳۷۵. حبوبات در ایران. نشر جهاد وابسته به جهاد دانشگاهی مشهد. ص: ۱۴۷-۱۵۸.