Archive of SID

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و هشتم، ۱۳۹۸

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

تاثیرسطوح مصرف سویه های قارچ میکوریزا و کود فسفر برعملکرد و ویژگی های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گلرنگ رقم فرامان

ملیحه اسدی ملکی[۱]، الناز فرج زاده معماری تبریزی[۲]

دریافت: ۹۵/۱۱/۲۱ پذیرش: ۹۷/۲/۱۹

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی تاثیر سطوح کود فسفر (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و کیلوگرم در هکتار۱۵۰) و تیمار کود میکوریز (شاهد، *Glomus mosseae*، *Glomus intraradise*، *Glomus hoei* و ترکیب هر سه سویه میکوریز) بر رشد و عملکرد دانه و روغن و خصوصیات فیزیولوژیک گلرنگ در سال زراعی ۱۳۹۵ در مزارع دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد ملکان انجام شد. نتایج حاصل نشان داد سطوح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر بیشترین افزایش در عملکرد دانه (۵۱/۵ و ۵۸/٦ درصد افزایش) و روغن (۹۵/۳ و ۹۳/۳ درصد افزایش) را باعث شد.. کود فسفر با افزایش تعداد دانه تولیدی (تا ۸٤/۲ درصد افزایش) و درصد روغن (تا ۳۰/۸ درصد افزایش) بر عملکرد روغن گلرنگ افزود، در حالی که وزن صد دانه به طور منفی تحت تاثیر کود فسفر و حتی کود زیستی میکوریزی قرار گرفت. علاوه بر آن در دو تیمار *Glomus intraradise* و *Glomus hoei* بیشترین عملکرد دانه (به ترتیب ۲۰/۲ و ۲۱/۵ درصد افزایش) و روغن گلرنگ (به ترتیب ۲۱/۳ و ۳۳/٤ درصد افزایش) را باعث شد. تحت تاثیر میکوریز افزایش در تعداد دانه (تا ۲۸ درصد افزایش) باعث افزایش عملکرد روغن گردید، ولی درصد روغن تحت تاثیر کاربرد میکوریز قرار نگرفت. کاربرد این دو تیمار باعث بهبود محتوای فسفر گلرنگ نیز شد. محتوای آنتی اکسیدانت ها و پرولین گلرنگ نیز با کاربرد کود فسفر و کود زیستی میکوریزی افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، عملکرد روغن، فسفر، گلرنگ، میکوریز

اسدی ملکی، م. و ا. فرج زاده معماری تبریزی. ۱۳۹۸. تاثیرسطوح مصرف سویه های قارچ میکوریزا و کود فسفر برعملکرد و ویژگی های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گلرنگ رقم فرامان. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۸: ۱۰۲-۹۰.

۱- گروه زراعت، واحد ملکان، دانشگاه آزاد اسلامی، ملکان، ایران

۲- گروه زراعت، واحد ملکان، دانشگاه آزاد اسلامی، ملکان، ایران- مسئول مکاتبات. farajzadeh_e@malekaniau.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) در سرتاسر جهان قابل کشت است. هند، آمریکا، مکزیک، استرالیا و اتیوپی عمده تولید کننده گان روغن گلرنگ هستند (لیو و همکاران، ۲۰۱۵). گلرنگ نسبت به هر دانه روغنی دیگر مقاوم به کم آبی و شوری است (لیو و همکاران، ۲۰۱۵).

فسفر عنصر غذایی ضروری گیاهان است که نقش مهمی در به حداکثر رساندن تولید در گیاهان زراعی دارد. فسفر دومین کمبود شایع مواد غذایی بعد از نیتروژن است. کارایی مصرف فسفر در گیاهان زراعی بین ۱۰ تا ۳۰ درصد است. در کل میزان فسفر مصرفی وابسته به نوع گیاه زراعی، وضعیت تغذیه ای گیاه، اهداف عملکردی و سایر ملاحظات از جمله آبیاری یا دیم بودن کشت است. هر دوی منابع آلی و غیر آلی فسفر به کار گرفته می‌شود (ارشد و همکاران، ۲۰۱٦).

قارچ های میکوریزی ٤٥۰ میلیون سال قبل، همزمان با ظهور اولین گیاه ظاهر شدند. میکوریز کلمه ای است یونانی که از کلمات Mukes به معنی قارچ و Rhiza به معنی ریشه تشکیل شده است (Das, 2015). قارچ های میکوریزی دارای انتقال دهنده های فسفر هستند. این انتقال دهنده ها در ارقام مختلف وجود دارد. جذب و افزایش رشد در یک گیاه میزبان بین سویه های مختلف قارچ به دلیل این انتقال دهنده های فسفر متفاوت است (البون و والن، ۲۰۱٤).

مکانیسم های جذب فسفر توسط میکوریزها به دو نوع مورفولوژیکی یعنی از طریق رشد شبکه هیف ها و فیزیولوژیکی یعنی بر اساس کارایی جذب فسفر و انتقال از طریق مسیرهای میکوریزی است (تونار و همکاران، ۲۰۱۱). این صفات تحت تاثیر گیاه میزبان، محیط خاک و سویه قارچ قرار می‌گیرد. عواملی که جذب فسفر توسط گیاه را از طریق قارچ های میکوریزی تحت تاثیر قرار می‌دهند، شامل مورفولوژی قارچ، فراوانی و توزیع هیف و کارایی انتقال دهنده های فسفر با تمایل بالا به فسفر در سطح قارچ و خاک است (البون و والن، ۲۰۱٤ ؛ اسمیت و همکاران، ۲۰۱۱).گلزارفر و همکاران (۲۰۱۲) بیشترین عملکرد دانه را با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر به دست آوردند. گلزارفر و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که کاربرد کود فسفر افزایش معنی داری را در عملکرد دان، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه، تعداد طبق و قطر طبق گلرنگ باعث شد. ریضوی و همکاران (۲۰۱٤) نشان دادند که سویه های *Glomus mosseae*، *G.constrictum*، *G.fasciculatum*، *G.aggregation*، *Acaulospora scrobiculata* و *Gigaspora* بیشترین وزن تر و خشک، جوانه زنی اسپور، جذب نیتروژنه، فسفر و پتاسیم را نشان دادند. از ٦ قارچ میکوریزی *G.mosseae* موثرترین سویه برای گوجه فرنگی بود.

هدف از این تحقیق تاثیر سطوح کود فسفر و تیمار کود میکوریز بر رشد و عملکرد دانه و روغن و خصوصیات فیزیولوژیکی گلرنگ بود.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۵ در مزارع دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملکان اجرا گردید. این محل دارای طول جغرافیایی ۳۷ درجه و ۹ دقیقه‌ی شرقی و عرض جغرافیایی ٤٦ درجه و ٦ دقیقه‌ی شمالی با ارتفاع ۱۲۸۰ متر از سطح دریای آزاد است. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور کود فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل در چهار سطح (عدم مصرف، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر مبنای آزمون خاک بود. کود فسفر قبل از کاشت در سطح مزرعه بر اساس تیمارهای آزمایش و نقشه کاشت پخش گردیده و با خاک مخلوط شد. رقم مورد استفاده گلرنگ رقم فرامان بود. عامل مایکوریزا در پنج سطح عدم مصرف مایکوریزا، کاربرد *G. mossae*، کاربرد *G.hoeii* و کاربرد *G.intradis* و کاربرد مخلوط سه گونه قارچ مایکوریزا در نظر گرفته شد. میزان قارچ میکوریزی استفاده شده ۹ گرم برای هر بوته و در تیمار مخلوط گونه ها ۳ گرم از هر گونه در نظر گرفته شد که در زمان کاشت بذوز به خاک محل هر بذر اضافه گردید. بنابراین آزمایش دارای ۲۰ ترکیب تیماری و در مجموع سه تکرار دارای ٦۰ کرت آزمایشی بود.

جهت تجزیه خاک محل اجرای طرح، قبل از انجام عملیات کاشت یک نمونه خاک مخلوط از ٦ نقطه‌ی مزرعه از اعماق ۳۰-۰ سانتی‌متر تهیه و به آزمایشگاه ارسال گردید. پس از تجزیه، وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک به شرح زیر تعیین شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتیجه‌ی آزمون تجزیه خاک

هدایت الکتریکی Ec(ds/m)	اسیدیته گل اشباع pH	درصد مواد خنثی شونده TNV	کربن آلی (%)O.C	ازت کل %T.N	فسفر قابل جذب (P.P.M)	پتاسیم قابل جذب (P.P.M)	شن	سیلت	رس
۲/٤۸	۸/۱	۱۱/۵	۰/۵	۰/۰۵	۲۵/۷	۱۵۲	٪۷۸	٪۱٤	٪۸

در بهار سال ۱۳۹۵ عملیات زراعی شامل، شخم‌زنی، دیسک‌زنی و پشته‌بندی صورت گرفت. پس از تهیه زمین و کرت بندی، مقدار تعیین شده فسفر به صورت نواری در ردیف های کشت مصرف گردید. طول هر کرت ۲/۵ متر و فاصله ردیف ها ۶۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. فاصله بوته روی ردیف نیز ۳۰ سانتی متر بود. در هر کرت ٤ ردیف کاشت با طول ۲/٤ متر در نظر گرفته شد. تراکم ۵/۵ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. ۲٤ ساعت قبل از کشت جهت تعیین داغ آب آبیاری انجام شد. سپس بذور در اوایل خرداد ماه در عمق مناسب کشت شد. آبیاری اولیه بلافاصله بعد از کشت انجام و از زمان کاشت تا ۱۰ روز نخست به صورت مداوم ادامه یافت تا گیاهچه ها مستقر شوند و در هفته دوم پس از کاشت در محل های مورد نیاز اقدام به واکاری شد. پس از استقرار کامل گیاهان به طور مرتب و هفته ای ۱ بار آبیاری شد. برای اندازه گیری شاخص کلروفیل یک بوته تحت رقابت از هر کرت در مرحله گل دهی کامل انتخاب و با استفاده از دستگاه کلروفیل در سنج مدل ۲۰۰-CCM شاخص محتوای کلروفیل ۱۰ نمونه برگی به طورتصادفی اندازه گیری و بعد از گرفتن میانگین، این صفت برای هر کرت به طور جداگانه یادداشت شد. جهت اندازه گیری درصد روغن، ۵ گرم دانه روغنی گلرنگ را داخل کاغذ صافی وزن کرده سپس کاغذ صافی را تا کرده و در داخل قسمت استخراج کننده قرار دادیم. از حلال هگزن، بترولیوم اتر یا دی اتیل اتر استفاده شد. به این صورت که آنقدر حلال اضافه گردید تا یک مرتبه از قسمت استخراج شونده تخلیه شود سپس جریان آب را بر قرار کرده و حداقل ۳ ساعت آن را حرارت دادیم تا عمل استخراج تکمیل شود. در پایان کار کاغذ صافی حاوی نمونه را داخل آون خشک کرده و وزن آن را بدست آوردیم (کوبساد و همکاران ، ۲۰۰۸). عملکرد روغن نیز حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن به دست آمده بود.

OIL (%)=W2-W1/W2

W1=وزن کاغذ صافی و نمونه در انتهای کار

W2=وزن کاغذ صافی و نمونه در ابتدای کار

مقدار ازت در دانه اولیه و مالت با استفاده از دستگاه کجلدال تمام اتوماتیک (Auto Analyser 130 Tecator CO) اندازه گیری شد. پس از تیتراسیون مقدار ازت با استفاده از معادله زیر محاسبه شد. در نهایت با استفاده از میزان ازت محاسبه شده و ضریب تبدیل ٦/۲۵ میزان پروتئین نمونه ها محاسبه گردید (رازقندی و همکاران، ۱۳۹٤).

N(%)=(X-14.008)/w

جهت اندازه گیری فعالیت آنزیم کاتالاز، از روش بیرس و سیزر (۱۹۵۲)، آنزیم کلایکول پراکسیداز از روش اوربانک و همکاران (۱۹۹۱)، سوپراکسید دیسموتاز از روش گیانوپولیتیس و ریس (۱۹۹۷) و به کمک سنجش مهار احیای نوری نیتروبلوتترازولیوم در طول موج ۵٦۰ نانومتر و پرولین از روش باتس و همکاران (۱۹۷۳) استفاده گردید.

قبل از تجزیه آماری، تست نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف انجام و سپس تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده از اندازه گیری صفات مورد نظر با استفاده از نرم افزار Mstat-c انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از آزمون نرمال بودن داده ها، هیچ چولگی در داده ها مشاهده نشد. بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس صفات کود شیمیایی فسفر در صفت شاخص کلروفیل اثر معنی داری داشت. اثر کود میکوریز نیز در صفات شاخص کلروفیل، تعداد طبق، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه، وزن خشک اندام هوایی، درصد روغن، عملکرد روغن، کاتالاز، پراکسیداز، سوپر اکسید دیسموتاز، درصد پروتئین و محتوای پرولین معنی دار بود. بر هم کنش کود شیمیایی فسفر در میکوریز تنها در شاخص کلروفیل و وزن صد دانه معنی دار بود (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گلرنگ

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص کلروفیل	تعداد طبق	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه	وزن خشک اندام هوایی	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	5#	#;51;78**	#31374n.s	#:516<4n.s	#41687n.s	#4:177<n.s	#81934n.s	#6419:8n.s	#43193<n.s
فسفر	6#	#6741989**	#431876**	#9<8781:36**	#;81649**	#53;31375**	#9341339**	#546143<**	#7<81694**
میکوریز	7#	#4<1686n.s	#51:<<*	#88331;49**	#<1<94*	#5381764*	#<513;;*	#4:1<46n.s	#74187;*
فسفر*میکوریز	45#	#6;1595**	#31839n.s	#<5:147;n.s	#;1:8;**	#961356n.s	#4<136:n.s	#451:89n.s	#4<1459n.s
خطا	6#;	#451565	#31;7<	#46;71:64	#51998	#9<1688	#6817<9	#43147;	#4514:7
ضریب تغییرات (درصد)	#	#4519<	#441<	#49146	#818;	#48138	#4616	#<1;4	#4<136

** و * معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns غیر معنی دار

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گلرنگ

منابع تغییر	درجه آزادی	کاتالاز	پراکسیداز	سوپر اکسید دیسموتاز	درصد پروتئین	پرولین
تکرار	5#	##;81;#s#	#44<174;#n.s	#561759n.s	#31;<6n.s	#91885n.s
فسفر	6#	#7915#**	#84681799**	#9:8:1675**	#871<37**	#951<94**
میکوریز	7#	#<#n.s	#463718:6**	#5991654n.s	#41975n.s	#;16<7*
فسفر*میکوریز	45#	#44156#n.s	#644166;n.s	#57;1749n.s	#514:5n.s	#614;5n.s
خطا	6#;	#481;	#53;1::4	#7:81765	#41;<<	#613;9
ضریب تغییرات (درصد)	#	#81<	#5414:	#53178	#:18	#451<4

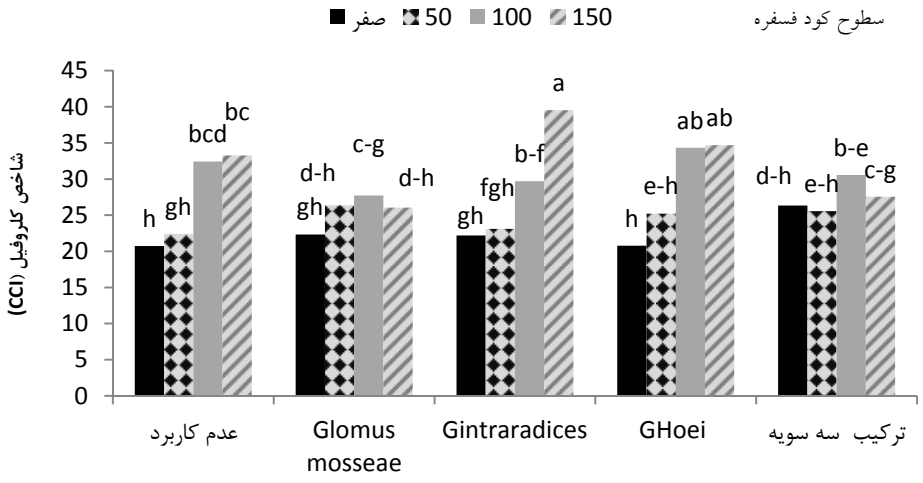
** و * معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns غیر معنی دار

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص کلروفیل

در این مطالعه بیشترین شاخص کلروفیل در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر و *G. intraradise* و کمترین آن در تیمار شاهد عدم کاربرد کود به دست آمد. کاربرد میکوریز به تنهایی تاثیر معنی داری بر شاخص کلروفیل برگ های گلرنگ نداشت، ولی کاربرد کود فسفر به تنهایی توانست بر شاخص کلروفیل برگ های گلرنگ بیفزاید. کاربرد ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر به تنهایی به میزان ۱۲ و ۱۳ CCI بر شاخص کلروفیل برگ های گلرنگ افزود (شکل ۱). تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و *G. intraradise* در مقایسه با عدم کاربرد کود شاخص کلروفیل را به میزان ۱۹ CCI افزایش داد (جدول ۵). کود فسفر شیمیایی از عناصر غذایی مهم در تولید کلرفیل در برگ های گیاهان است. بررسی ها نشان داده که این عنصر غذایی باعث افزایش تولید پیش ساز کلروفیل می‌شود و در نتیجه بر میزان کلروفیل موجود در برگ های گیاهان می‌افزاید. علاوه بر آن فسفر نقش ساختاری در کلروفیل دارد (مورگان و دلفین، ۲۰۱۰). رمضانی و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر کاربرد سطوح مختلف کود شیمیایی را بر شاخص کلروفیل ریحان مورد بررسی قرار دادند. این محققین مشاهده نمودند که کاربرد کود فسفر باعث افزایش معنی دار شاخص کلروفیل برگ های ریحان می‌شود. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که با کاربرد کود زیستی میکوریزی، می‌توان سطح کود فسفر را کاهش داد. از آنجایی که در شرایط عدم کاربرد کود فسفر شیمیایی، کود های زیستی میکوریزی تاثیر معنی داری بر شاخص کلروفیل برگ ها نداشتند، بنابراین مهم‌ترین مکانیسم افزایش شاخص کلروفیل برگ ها تحت تاثیر قارچ های میکوریزی، افزایش در جذب کودها و به ویژه کود فسفر شیمیایی بوده است. قارچ های میکوریزی کارایی جذب فسفر ریحان را تا ۷۰ درصد افزایش می‌دهند (پال و پاندی، ۲۰۱٤). سحرخیز و همکاران (۲۰۱۱) تاثیر کاربرد کود فسفر و کود زیستی میکوریزی را بر شاخص کلروفیل برگ های ریحان مورد مطالعه قرار دادند. این محققین مشاهده نمودند که کاربرد تلفیقی کود فسفر و کود زیستی میکوریزی تاثیر بیشتری بر شاخص کلروفیل برگ های ریحان در مقایسه با کود فسفر به تنهایی داشت.



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های شاخص کلروفیل تحت تاثیر سطوح کود شیمیایی فسفر و سویه های مختلف قارچ میکوریزی

تعداد طبق

در این مطالعه اثرهای اصلی کود فسفر و میکوریز بر تعداد طبق معنی دار بود، ولی بر هم کنش این دو تاثیر معنی داری بر تعداد طبق گلرنگ نداشت (جدول ۲). در این مطالعه کاربرد سطح ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر تاثیر معنی داری بر تعداد طبق گلرنگ نداشت، ولی سطوح بالاتر افزایش معنی داری را در این صفت باعث شدند. دو سطح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تعداد طبق گلرنگ را در مقایسه با عدم کاربرد کود به ترتیب ۱/٦ و ۱/٦ عدد افزایش داد. بین دو تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از نظر تعداد طبق اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). کوبساد و همکاران (۲۰۰۸) نیز در بررسی مشابهی افزایش معنی دار تعداد طبق را در بوته گلرنگ

www.SID.ir

Archive of SID

تحت تاثیر کاربرد کود فسفر مشاهده نمودند. گلزارفر و همکاران (۲۰۱۲) نیز نتایج مشابهی را گزارش نمودند. مدنی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند که هر چه میزان فرآورده‌های فتوسنتزی قابل انتقال بیشتر باشد، تعدادی واحدهای زایای گیاه بیشتر خواهد بود. لذا کود فسفر با نقشی که در افزایش میزان تولید فرآورده‌های فتوسنتزی در گیاهان دارند، می‌تواند باعث افزایش تعداد نیام شوند. فسفر همچنین میزان فتوسنتز گیاه را از طریق دخالت در واکنش‌های فسفریلاسیون نوری افزایش می‌دهد (بیرامومند و همکاران، ۲۰۱۳). در این مطالعه کاربرد کود میکوریز نیز افزایش معنی داری را در تعداد طبق گلرنگ باعث گردید. بین تیمارهای عدم کاربرد میکوریز و *G. mosseae* از نظر تعداد طبق گلرنگ اختلاف معنی داری مشاهده نشد، ولی تیمارهای *G. intraradise*، *G. hoei* و ترکیب هر سه سویه میکوریز افزایش معنی داری را در تعداد طبق گلرنگ باعث شدند. بین این سه تیمار از نظر آماری اختلاف معنی داری مشاهده نشده و هر سه تیمار *G. intraradise*، *G. hoei* و ترکیب هر سه سویه میکوریز افزایش مشابهی را در تعداد طبق گلرنگ باعث گردیدند (جدول ٤). در بررسی مشابهی میرزاخانی (۲۰۱۲) نیز افزایش معنی دار تعداد طبق تولیدی گلرنگ را با کاربرد میکوریز مشاهده نمودند.

جدول ۳- مقایسه میانگین های صفات مورد بررسی تحت تاثیر سطوح کود فسفر شیمیایی

پراکسیداز (واحد در دقیقه در میلی گرم)	کاتالاز (واحد در دقیقه در میلی گرم)	عملکرد روغن (گرم در متر مربع)	درصد روغن	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	تعداد دانه در بوته	تعداد طبق	سطوح کود فسفر (کیلوگرم در هکتار)
#79149	#6613	#441:6	#5:1<8	#6;154	#75143	#48:18	#91;73	#3
#8<1<9	#6:159	#48166	#6413:	#73186	#7;1<3	#4;;14	#:1553	#83
#;8196	#85169	#551<4	#67164	#8314:	#991::	#5<314	#;17;3	#433
#;4155	#8;146	#5616;	#6918:	#83159	#96196	#5;:16	#;1766	#483

ادامه جدول ۳- مقایسه میانگین های صفات مورد بررسی تحت تاثیر سطوح کود فسفر شیمیایی

محتوای فسفر	پرولین (میلی گرم بر گرم وزن تر)	درصد پروتئین	سوپر اکسید دیسموتاز (واحد در دقیقه در میلی گرم)	سطوح کود فسفر (کیلوگرم در هکتار)
#46148	#4415<	#5318<	#;619;	#3
#4;176	#4517<	#4<15;	#<7135	#83
#5815<	#4813;	#4:14<	#45315	#433
#6616:	#48189	#49174	#45;18	#483

جدول ٤- مقایسه میانگین های صفات مورد بررسی تحت تاثیر سویه قارچ میکوریزی

پرولین (میلی گرم بر گرم وزن تر)	پراکسیداز (واحد در دقیقه در میلی گرم)	عملکرد روغن (گرم در متر مربع)	وزن خشک اندام هوایی (گرم)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	تعداد دانه در بوته	تعداد طبق	تیمار میکوریز
#451::	#871:5	#48185	#73176	#7;179	#4<718	#91<;6	شاهد
#471<7	#;417:	#4;17<ab	#771;3ab	#8819:ab	#56317	#:198;ab	Glomus mosseae
#46157	#981:7bc	#4;1;6	#7;13<	#8;15:	#57615	#;15;6	Gintraradices
#46156	#961;8bc	#531:4	#7819:ab	#8;1;9	#57;1<	#:1<9:	GHoei
#461;6ab	#:8176ab	#4;145ab	#771<:ab	#8817;ab	#5691:	#:1;58	ترکیب سه سویه

جدول ۵: مقایسه میانگین های صفات مورد بررسی تحت تاثیر سطوح کود فسفر شیمیایی و سویه قارچ میکوریزی

تعداد دانه در بوته

در این بررسی اثرهای اصلی سطوح کود فسفر و میکوریز بر تعداد دانه در بوته معنی دار بود، ولی بر هم کنش این دو عامل تاثیری بر تعداد دانه در بوته گلرنگ نداشت (جدول ۲). با توجه به نتایج این بررسی، هر سه تیمار کاربرد کود فسفر افزایش معنی داری را در تعداد در بوته گلرنگ باعث شد، ولی میزان افزایش تحت تاثیر تیمارهای ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر بود. تیمارهای ۵۰ کیلوگرم در هکتار، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به طور معنی داری بر تعداد دانه در بوته گلرنگ افزود (جدول ۳). تعداد دانه

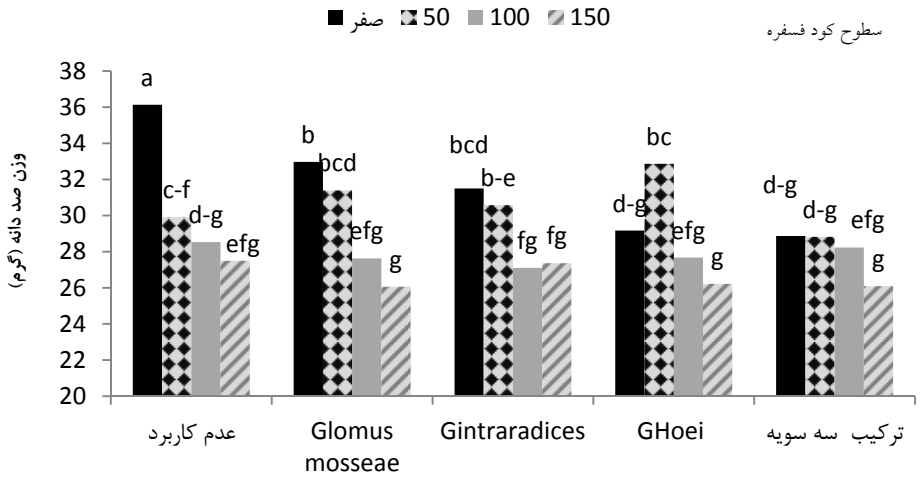
www.SID.ir

Archive of SID

با افزایش تعداد طبق و تعداد دانه در طبق افزایش می یابد. در این بررسی کود فسفر هر دو صفت تعداد طبق و تعداد دانه در طبق را افزایش داد که این افزایش ها در نهایت باعث افزایش تعداد دانه شده است. گلزارفر و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش نمودند که کاربرد کود فسفر باعث افزایش معنی دار تعداد دانه در بوته گلرنگ می شود. در این بررسی تمامی تیمارهای میکوریز افزایش معنی داری را در تعداد دانه در بوته های گلرنگ باعث شد. هر چهار تیمار از نظر آماری به طور مشابهی بر تعداد دانه در بوته گلرنگ افزود. تیمارهای *G. mosseae*، *G. intraradise*، *G. hoei* و ترکیب هر سه سویه میکوریز به طور معنی داری بر تعداد دانه در بوته گلرنگ افزود (جدول ٤). نتایج این بررسی نشان داد که میکوریز با افزایش تعداد طبق و تعداد دانه در طبق افزایش معنی داری را در تعداد دانه در بوته گلرنگ باعث شد.

وزن صد دانه

در این مطالعه بر هم کنش سطوح کود فسفر و نوع میکوریز بر صفت وزن صد دانه اثر معنی داری داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین های وزن صد دانه گلرنگ تحت تاثیر سطوح کود فسفر و نوع کود میکوریز نشان داد که هر دو تیمار میکوریز و کود فسفر کاهش معنی داری را در وزن صد دانه گلرنگ باعث شدند. در این مطالعه بیشترین وزن صد دانه گلرنگ با ۳٦/۱ گرم در تیمار عدم کاربرد کود فسفر و کمترین آن با ۲٦ گرم در دو تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار همراه با *G. mosseae*، *G. hoei* و ترکیب هر سه سویه میکوریز به دست آمد. در این مطالعه هر چهار تیمار میکوریز کاهش معنی داری را در وزن صد دانه گلرنگ باعث شد. تیمارهای *G. mosseae*، *G. intraradise*، *G. hoei* و ترکیب هر سه سویه میکوریز به طور معنی داری از وزن صد دانه گلرنگ کاست (شکل ۲). کاهش وزن صد دانه تحت تاثیر کاربرد کود میکوریز و حتی کود فسفر شیمیایی، می تواند ناشی از افزایش تعداد دانه ها باشد. چرا که در شرایط محدودیت تولید اسمیلات ها، با افزایش تعداد دانه، اسمیلات های موجود برای پر کردن هر دانه کاسته شده و از وزن دانه ها نیز کاسته می شود (فلکاری و همکاران، ۲۰۱٤).



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های وزن صد دانه تحت تاثیر سطوح کود شیمیایی فسفر و سویه های مختلف قارچ میکوریزی

عملکرد دانه

در این مطالعه اثرهای اصلی کود فسفر و قارچ میکوریزی بر عملکرد دانه گلرنگ معنی دار بود، ولی بر هم کنش این تیمارها تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه گلرنگ نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین های عملکرد دانه گلرنگ تحت تاثیر سطوح کود فسفر نشان داد که هر سه سطح کاربرد کود فسفر افزایش معنی داری را در عملکرد دانه گلرنگ باعث شد، ولی میزان افزایش تحت تاثیر سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر بود. این دو سطح کودی باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه گلرنگ شد، در حالی که تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار تنها ۱٦/۲

www.SID.ir

Archive of SID

درصد بر عملکرد دانه گلرنگ افزود (جدول ۳). گلزار و همکاران (۲۰۱۱) و تالشی و همکاران (۲۰۱۲) نیز در گلرنگ افزایش معنی دار عملکرد دانه را با کاربرد کود فسفر به دست آوردند. این محققین گزارش نمودند که فسفر برای تولید عملکرد مطلوب در گیاهان ضروری است. مقایسه میانگین های عملکرد دانه گلرنگ تحت تاثیر تیمار کود میکوریز حاکی از اختلاف بین اثر بخشی تیمارهای مختلف کود میکوریزی است. به طور که *G. mosseae* و ترکیب هر سه سویه میکوریز تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه گلرنگ نداشت، در حالی که تیمارهای *G. intraradise* و *G. hoei* به ترتیب ۲۰/۲ و ۲۱/۵ درصد بر عملکرد دانه گلرنگ افزود (جدول ٤). افزایش در عملکرد دانه در این بررسی با کاربرد میکوریز ناشی از هر دوی افزایش در تنها تعداد دانه بود، در حالی که میکوریز باعث کاهش معنی دار وزن صد دانه شد. با این وجود افزایش در تعداد دانه به حدی زیاد بود که کاهش در وزن صد دانه را نه تنها جبران نمود که باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه نیز شد. به نظر می رسد از جمله مهمترین عواملی که میکوریزها و کود فسفر از طریق آن باعث افزایش عملکرد دانه شده اند، افزایش در میزان تولید کربوهیدرات ها بوده است که بخشی از آن ناشی از افزایش محتوای کلروفیل بوده است.

وزن خشک اندام هوایی

در این بررسی کود فسفر افزایش معنی داری را در وزن خشک اندام هوایی گلرنگ باعث گردید. سطح ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر تاثیر معنی داری بر وزن خشک اندام هوایی گلرنگ نداشت، ولی سطوح بالاتر افزایش معنی داری را در وزن خشک اندام هوایی گلرنگ باعث گردید. سطح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایشی به طور معنی داری را در وزن خشک اندام هوایی گلرنگ باعث شد (جدول ۳). افزایش تولید بیوماس وابسته به میزان فتوسنتز و تولید اسمیلات ها در گیاه است. بررسی ها نشان داده که فسفر از مهم‌ترین عناصر غذایی است که در فتوسنتز و تولید اسمیلات ها نقش مهمی دارد (غلامی و همکاران، ۲۰۱۳). فسفر در انتقال انرژی، فتوسنتز و تولید اندام های جدید در گیاه مهم بوده و باعث افزایش رشد گیاهان می‌شود (سارکر و همکاران، ۲۰۱۵). هدایتی مهدی آبادی و همکاران (۲۰۱۵) سطوح مختلف کود فسفر شیمیایی را بر خصوصیات رشدی زیره سیاه مورد بررسی قرار دادند. این محققین مشاهده نمودند که کاربرد کود فسفر باعث افزایش معنی دار وزن خشک بوته های زیره سایه گردید و سطح کود فسفر ۹۰ کیلوگرم در هکتار به میزان ۹۰/۸ درصد بر بیوماس زیره سیاه افزود. گلزار فر و همکاران (۲۰۱۱) نیز در گلرنگ افزایش معنی دار وزن خشک اندام هوایی را با کاربرد کود فسفر به دست آوردند. با توجه به نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین های وزن خشک اندام هوایی گلرنگ تحت تاثیر نوع کود میکوریز نشان داد که در بین تیمارهای میکوریز، تنها *G. intraradise* افزایش معنی داری را در وزن خشک اندام هوایی باعث شد. این تیمار ۱۸/۹ درصد بر عملکرد دانه گلرنگ افزود (جدول ٤). اختلاف در اثر بخشی سویه های مختلف قارچ های میکوریزی در رشد گیاهان در سایر بررسی ها نیز به اثبات رسیده است. گاویمات و همکاران (۲۰۱٤) تاثیر سویه های مختلف را بر رشد گشنیز مورد بررسی قرار دادند. این محققین مشاهده نمودند که بین سویه های مورد بررسی قارچ های میکوریزی از نظر عملکرد خشک گشنیز اختلاف معنی داری وجود دارد. تعدادی از سویه ها تاثیری بر وزن خشک بوته گشنیز نداشتند، ولی تعدادی از سویه ها حتی افزایش ۱۵۰ درصدی را در عملکرد خشک گشنیز باعث شد. در بررسی دیگری هدایتی مهدی آبادی و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر کاربرد سویه *G. mossae* و سویه *G. intraradise* را در گیاه زیره سیاه مورد بررسی قرار دادند و مشاهده نمودند که سویه *G. intraradise* تاثیر معنی داری بر بیوماس زیره سیاه نداشت، ولی *G. mossae* باعث افزایش معنی دار بیوماس زیره سیاه شد. در بررسی‌های مختلفی نشان داده شده است که کودهای زیستی میزان فتوسنتز گیاهان را به روش‌های مختلفی افزایش می‌دهند. این کودها افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه فعالیت فتوسنتزی گیاهان را افزایش می‌دهند (هدایتی مهدی آبادی و همکاران، ۲۰۱۵). قارچ های میکوریزی، رشد گیاهان را نه تنها از طریق افزایش میزان فسفر در دسترس گیاهان، بلکه با تولید اسید ایندول استیک، زئیتین، و جیبرلین افزایش می‌دهند (بویرو و همکاران، ۲۰۰۷). این هورمون‌ها در انتقال مواد غذایی نقش مهمی دارند و در اعمال نقش عناصر غذایی و متابولیسم آن‌ها نقش مهمی دارند (جاوید و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین گزارش شده است که سیتوکنین‌ها و جیبرلین‌ها منجر به افزایش مقدار کلروفیل می‌گردد (امامی و همکاران، ۲۰۱۱). لذا کاربرد این قارچ ها با افزایش میزان تولید فرآورده‌های فتوسنتزی، می‌توانند بر تجمع ماده خشک در گیاهان تاثیر بگذارند.

www.SID.ir

Archive of SID

درصد پروتئین

در این مطالعه کود فسفر کاهش معنی داری را در درصد پروتئین گلرنگ باعث شد. تمامی سطوح کود فسفر از درصد پروتئین گلرنگ کاست که بیشترین کاهش مربوط به کاربرد ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر بود و این صفت را به طور معنی داری افزایش داد (جدول ۳). اصغرزاده و همکاران (۲۰۱۳) کاهش معنی دار درصد پروتئین گلرنگ را با کاربرد کود فسفر گزارش نمودند.

درصد روغن

با توجه به نتایج این بررسی کاربرد کود میکوریزی تاثیر معنی داری بر درصد روغن گلرنگ نداشت، ولی کود فسفر اثر معنی داری بر درصد روغن گلرنگ داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین های درصد روغن تحت تاثیر سطوح کود شیمیای فسفر نشان داد که کاربرد هر سه سطح کود شیمیایی مورد بررسی، افزایش معنی داری را در درصد روغن دانه های گلرنگ باعث شد، ولی میزان افزایش در سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر از سطح ۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. سطوح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به طور معنی داری بر درصد روغن افزود (جدول ۳). کوبساد و همکاران (۲۰۰۸) نیز در بررسی مشابهی افزایش معنی دار درصد روغن را در بوته گلرنگ تحت تاثیر کاربرد کود فسفر مشاهده نمودند.

عملکرد روغن

با توجه به نتایج تجزیه واریانس عملکرد روغن دانه های گلرنگ اثرهای اصلی سطوح کود فسفر و نوع کود میکوریزی بر عملکرد روغن معنی دار بود، ولی اثر متقابل این دو عامل مورد بررسی تاثیر معنی داری بر عملکرد روغن گلرنگ نداشت (جدول ۳-۱). مقایسه میانگین های عملکرد روغن دانه های گلرنگ تحت تاثیر سطوح کود فسفر، تاثیر مثبت این کود را بر عملکرد روغن گلرنگ نشان داد. هر سه سطح کاربرد کود فسفر افزایش معنی داری را در عملکرد روغن گلرنگ باعث شد، ولی میزان افزایش در دو سطح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر بود. سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به طور معنی داری بر عملکرد روغن گلرنگ افزود. بین این دو تیمار از نظر آماری اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). با توجه به نتایج این بررسی افزایش در عملکرد روغن گلرنگ تحت تاثیر کاربرد کود فسفر ناشی از افزایش هر دوی عملکرد دانه و درصد روغن می باشد. کوبساد و همکاران (۲۰۰۸) نیز در بررسی مشابهی افزایش معنی دار عملکرد روغن را در بوته گلرنگ تحت تاثیر کاربرد کود فسفر مشاهده نمودند.

با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین های عملکرد روغن تحت تاثیر نوع تیمار میکوریزی، تیمارهای *G. mosseae* و ترکیب هر سه سویه میکوریز تاثیر معنی داری بر عملکرد روغن گلرنگ نداشت، ولی دو تیمار *G. intraradise* و *G. hoei* افزایش معنی داری را در عملکرد روغن گلرنگ باعث گردید. این دو تیمار به طور معنی داری بر عملکرد روغن گلرنگ افزود (جدول ٤). نتایج این بررسی نشان می دهد که بر خلاف کود فسفر، کاربرد کود میکوریزی تنها با افزایش عملکرد دانه باعث افزایش عملکرد روغن گلرنگ شد. در بررسی مشابهی میرزاخانی (۲۰۱۲) نیز افزایش معنی دار عملکرد روغن گلرنگ را با کاربرد میکوریز مشاهده نمودند.

محتوای پرولین

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که هر دو عامل سطوح کود فسفر و کود میکوریز اثر معنی داری بر محتوای پرولین داشت، ولی بر هم کنش این دو عامل تاثیری بر محتوای پرولین گلرنگ نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین های محتوای پرولین گلرنگ تحت تاثیر سطوح کود فسفر نشان داد که سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش معنی داری را در محتوای پرولین گلرنگ باعث گردید. کاربرد ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر به طور معنی داری بر محتوای پرولین گلرنگ افزود. سطح ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر تاثیر معنی داری بر محتوای پرولین دانه های گلرنگ نداشت (جدول ۳). حشمتی و همکاران (۱۳۹۵) نیز مشاهده نمودند که با افزایش میزان کود فسفر مصرفی بر میزان پرولین افزوده شد. در این مطالعه در بین تیمارهای میکوریزی تنها *G. mosseae* افزایش معنی داری را در محتوای پرولین دانه های گلرنگ باعث گردید، ولی تیمارهای *G. intraradise*، *G. hoei* و ترکیب هر سه سویه میکوریز تاثیر معنی داری بر محتوای پرولین دانه های گلرنگ نداشت (جدول ۳-۱). تیمار *Glomus mosseae* افزایش ۱۷ درصدی را در محتوای پرولین دانه های گلرنگ باعث گردید (جدول ٤). فراهانی و همکاران (۲۰۰۸) آزمایشی در گشنیز انجام داده و افزایش معنی داری را در محتوای پرولین گشنیز مشاهده نمودند. اما همانطور که گزارش شد، کاربرد کود فسفر نیز افزایش معنی داری را در محتوای پرولین باعث شد که این مطلب نشان می دهد که کاربرد میکوریز با افزایش جذب

www.SID.ir

Archive of SID

فسفر نیز می تواند بر محتوای پرولین گشنیز بیفزاید، چرا که مهم‌ترین نقش قارچ های میکوریزی افزایش جذب فسفر است (یاداو و آگراوال، ۲۰۱۵). قارچ های میکوریزی با افزایش سطح جذبی، میزان جذب آب و مواد غذایی را افزایش می‌دهد (غلامی و همکاران، ۲۰۱۳).

فعالیت کاتالاز

با توجه به نتایج تجزیه واریانس صفات، کود فسفر اثر معنی داری بر فعالیت کاتالاز گلرنگ داشت، اما کود میکوریزه تاثیری بر فعالیت کاتالاز در روغن گلرنگ نداشت (جدول ۲). در این بررسی کاربرد سطوح بالاتر از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر افزایش معنی داری را در فعالیت کاتالاز گلرنگ باعث گردید، ولی بین سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از نظر فعالیت کاتالاز اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). حشمتی و همکاران (۱۳۹۳) در گلرنگ مشاهده نمودند که کاربرد کود شیمیایی فسفر اثر مثبت و معنی داری بر فعالیت آنزیم کاتالاز داشت، به طوری که بیشترین سطح فعالیت آنز یم کاتالاز مربوط به مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی فسفردار بود که توانست میزان فعالیت آنزیم کاتالاز را تحت شرایط تنش در مراحل رشد رویشی و زایشی به ترتیب نسبت به تیمارها ی شاهد (عدم مصرف کود فسفر)، ۷۶ و ۷۸/۳ درصد افزایش دهد.

فعالیت پراکسیداز

در این بررسی هر دو عامل مورد بررسی سطوح کود فسفر و کود میکوریزی اثر معنی داری بر فعالیت پراکسیداز گلرنگ داشت، اما بر هم کنش این دو عامل تاثیری بر فعالیت پراکسیداز نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین های فعالیت پراکسیداز گلرنگ تحت تاثیر سطوح کود فسفر نشان داد که تمامی سطوح کاربرد کود فسفر افزایش معنی داری را در فعالیت پراکسیداز گلرنگ باعث شد. با توجه به این نتایج سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش بیشتری در فعالیت پراکسیداز در مقایسه با ۵۰ کیلوگرم در هکتار باعث شد (جدول ۳). حشمتی و همکاران (۱۳۹۳) مشاهده نمودند که با افزایش میزان کود فسفر مصرفی بر میزان فعالیت پراکسیداز گلرنگ افزوده شد. در این بررسی کودهای میکوریز افزایش معنی داری را در فعالیت پراکسیداز باعث شد. در این مطالعه *G. intraradise* و *G. hoei* تاثیری بر فعالیت پراکسیداز گلرنگ نداشت، ولی تیمارهای *G. mosseae* و ترکیب هر سه سویه میکوریز افزایش معنی داری را در فعالیت پراکسیداز گلرنگ باعث شد. تیمارهای *G. mosseae* و ترکیب هر سه سویه میکوریز افزایش معنی داری را در محتوای گلرنگ باعث گردید (جدول ٤).

فعالیت سوپراکسید دسیموتاز

در این مطالعه کود فسفر اثر معنی داری بر فعالیت سوپراکسید دسیموتاز داشت، ولی تیمار کود میکوریز تاثیری بر فعالیت سوپراکسید دسیموتاز نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین های فعالیت سوپراکسید دسیموتاز تحت تاثیر سطوح کود فسفر نشان داد که سطح ۵۰ کیلوگرم در هکتار تاثیری بر محتوای سوپراکسیداز گلرنگ نداشت، ولی سطوح بالاتر افزایش معنی داری را در محتوای سوپر اکسید دسیموتاز باعث گردید. سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش معنی داری را در فعالیت سوپراکسید دسیموتاز گلرنگ باعث شد (جدول ۳). در بررسی مشابهی حشمتی و همکاران (۱۳۹۳) مشاهده نمودند که با افزایش میزان کود فسفر مصرفی بر میزان فعالیت سوپراکسید دیسموتاز گلرنگ افزوده شد.

محتوای فسفر

در این بررسی کاربرد کود فسفر افزایش معنی داری را در محتوای فسفر دانه های گلرنگ باعث گردید. با افزایش سطح کود فسفر، افزایش بیشتری در محتوای فسفر دانه های گلرنگ باعث شد. لذا بالاترین سطح محتوای فسفر در سطح ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیز بر محتوای فسفر دانه های گلرنگ افزود (جدول ۳). در بررسی مشابهی ابادی و گرنداس (۲۰۱۵) نیز نشان دادند که کاربرد کود فسفر افزایش معنی داری را در محتوای فسفر گلرنگ باعث می شود.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج این بررسی سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر بیشترین بهبود را در صفات مورد بررسی باعث شدند، اما بین سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر در اغلب صفات اختلاف آماری معنی داری وجود نداشت که با توجه به این نتایج سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر را می توان مطلوب ترین تیمار کود فسفر دانست. علاوه بر آن در بین تیمار سویه های مورد بررسی به نظر می رسد تیمار *G.intraradices* بدون اختلاف معنی داری با *G. Hoei*،

www.SID.ir

Archive of SID

مطلوبترین سویه در افزایش عملکرد دانه و روغن بوده ولی در کل در سایر صفات تاثیر قابل ملاحظه ای نداشت.

منابع

حشمتی، س.، م. امینی دهقی و ک. فتحی امیرخیز. ۱۳۹۵. بررسی اثر کود شیمیایی و زیستی فسفر بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان و برخی صفات بیوشیمیایی گلرنگ بهاره تحت تنش کمبود آب. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۸: ۲۰۳-۲۱۳.

رازقندی، ا.، ا. الهامی راد، ع. قدسولی، ح. استیری. ۱۳۹٤. بررسی ابعاد هندسی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی دانه های غلاتی (گندم، جو با و بدون پوشینه) استان خراسان رضوی. نشریه ی نوآوری در علوم و فنّاوری غذایی. ٤: ٦٣-٧٨.

Abbadi, J. and J. Gerendás. 2012. Phosphorus Use Efficiency of Safflower (Carthamus tinctorius L.) and Sunflower (Helianthus annuus L.) Studied in Nutrient Solution. Journal of Agricultural Science and Technology A 2 : 1260-1280.

Arshad, M., M. Adnan, S. Ahmed, A. Karim Khan, I. Ali, M. Ali, A. Ali, A. Khan, M. Anwar Kamal, F. Gul, and M. Ayaz Khan. 2016. Integrated Effect of Phosphorus and Zinc on Wheat Crop. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 16 (3): 455-459.

Asgharzadeh, F., M. H. Fathi Nasri, M. A. Behdani. 2013. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizers on nutritive value of safflower forage and silage. Journal of Animal and Poultry Sciences, 3(2): 66-75.

Bates, S., R.P. Waldern, E.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soli, 39: 205-207.

Beers, G.R., and I.W. Sizer. 1952. A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase. Biol. Chem. 195: 133 – 140.

Beyranvand, H., A. Farnia, S. Nakhjavan, and M. Shaban. 2013. Response of yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) to different bio fertilizers. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research. 1: 1068-1077.

Boiero, L., D. Perrig, O. Masciarelli, C. Penna, F. Cassán, and V. Luna. 2007. Phytohormone production by three strains of *Bradyrhizobium japonicum* and possible physiological and technological implications. Appl Microbiol Biotechnol .74:874–880.

Das, D. 2015. A Contribution to the Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungal status on twenty selected medicinal plants of Pandam forest in Darjeeling Himalaya, West Bengal, India. Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology. 9: 61-71.

Elbon, A. & J. K. Whalen. 2014. Phosphorus supply to vegetable crops -from arbuscular mycorrhizal fungi: a review, Biological Agriculture & Horticulture: An International Journal for Sustainable Production Systems.:

Emami, H., M. Saeidnia, A. Hatamzadeh, D. Bakhshi, and E. Ghorbani. 2011. The effect of gibberellic acid and benzyladenine in growth and flowering of lily (*Lilium longiflorum*). Advances in Environmental Biology. 5(7): 1606-1611.

Farahani, A., H. Lebaschi, M. Hussein, S.A. Hussein, V.A. Reza, D. Jahanfar. 2008. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi, different levels of phosphorus and drought stress on water use efficiency, relative water content and praline accumulation rate of Coriander (*Coriandrum sativum* L.). J. Med. Plants Res. 2: 125-131.

Felekari, H., M. Eghbal Ghobadi, M. Ghobadi, S. Jalali Honarmand, M. Saeidi. 2014. The effect of post anthesis source and sink limitation in wheat cultivars under moderate condition. International Journal of Biosciences. 5: 52-59.

Gavimath, C.C., A.R. Gourgonda, K.E. Prakash, V.M. Kadakol, V. R. Hooli. 2014. Studies on diversity and quantification of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in *Coriandrum sativum* L. AEIJST. 2: 1-7.

Gholami, A., S. Amin Alavi, A. Moezi, S. Salimpour. 2013. The effect of mycorrhiza fungi (VAM) on phosphorus absorption by corn (*Zea Mays* L.) at northern khouzestan, Iran. Scientific Journal of Agronomy and Plant Breeding, 1(2): 32-36.

Giannopolitis, C.N., and S.K. Ries. 1997. Superoxid dismutase. I. occurrence in higher plants. Plant Physiol. 59: 309-314.

Golzarfar, M., A. Hossein Shirani Rad, B. Delkhosh, and Z. Bitarafan. 2011. Changes of safflower morphologic traits in response to nitrogen rates, phosphorus rates and planting season. International Journal of Science and Advanced Technology. 1: 84-89.

www.SID.ir

Archive of SID

Golzarfar, M., A. Hossein Shirani Rad, B. Delkhosh, Z. Bitarafan. 2012. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) response to different nitrogen and phosphorus fertilizer rates in two planting seasons. Žemdirbystė=Agriculture. 99: 159–166.

Hedayati Mahdi Abadi, B., H. R. Ganjali, and H. R. Mobasser. 2015. Effect of Mycorrhiza and Phosphorus Fertilizer on some Characteristics of Black Cumin. Biological Forum – An International Journal. 7(1): 1115-1120.

Javid, M. G., A.. Sorooshzadeh, F. Moradi, S. A. Mohammad Modarres Sanavy, I. Allahdadi. 2011. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. AJCS 5(6):726-734.

Kubsad, V. S., V. Rudra Naik, L. Hanumantharaya, and M. M. Nekar. 2008. Phosphorus management in mungbean-safflower sequence cropping in vertisols under rainfed conditions. 7 th international safflower conference.

Liu, L., L. Guan, and Y. Yang. 2016. A review of fatty acids and genetic characterization of safflower (*Carthamus Tinctorius* L.) seed oil. World J Tradit Chin Med, 2(2): 48–52.

Madani, A., A. Shirani-Rad, A. Pazoki, G. Nourmohammadi, R. Zarghami, and A. Mokhtassi-Bidgoli. 2011. The impact of source or sink limitations on yield formation of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) due to post-anthesis water and nitrogen deficiencies. Plant Soil Environ. 56 (5): 218–227.

Mirzakhani, M. 2012. Effects of integrated use of different combinations of fertilizers and biofertilizers on spring safflower. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 12 (8): 1035-1041.

Morgan, B. and D. Dolphin. 2010. Synthesis and Structure of Biomimetic Porphyrins.

Pal, J., R.S. Adhikari and J.S. Negi. 2016. Effect of Different Level of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Growth and Green Herb Yield of *Origanum vulgare*. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.5(2): 425-429.

Ramezani, S., M. Reza Rezaei, P. Sotoudehnia. 2009. Improved growth, yield and essential oil content of basil grown under different levels of phosphorus sprays in the field. Journal of Applied Biological Sciences. 3(2): 105-110.

Rizvi, R., J. Iqbal, I. Mahmood and R. Ali Ansari. 2014. Comparative efficacy of different arbuscular-mycorrhizal fungal spp. (AMF) on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Journal of Science & Technology.6: 47-53.

Saharkhiz, M., M. Merikhi, M, Zarei and J. Teixeira da Silva. 2011. responce of *Ocimum sanctum* to inoculation with Arbascular Mycorrhizal fungi and fertilization with different phosphorus sources. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology. 5: 114-118.

Sarker, B. C., P. Rashid and J. Karmoker. 2015. Anatomical changes of lentil (*Lens culinaris* Medik.) under phosphorus deficiency stress. Bangladesh J. Bot. 44(1): 73-78.

Smith, S.E., I. Jakobsen, M. Grønlund, F.A. Smith. 2011. Roles of arbuscular mycorrhizas in plant phosphorus nutrition: interactions between pathways of phosphorus uptake in *arbuscular mycorrhizal* roots have important implications for understanding and manipulating plant phosphorus acquisition. Plant Physiol. 156:1050–1057.

Taleshi, K., A. Shokoh-far, M.. Rafiee, G. Noormahamadi and T. Sakinejhad. 2012. Safflower Yield Respond to Chemical and Biotic Fertilizer on Water Stress Condition. World Applied Sciences Journal. 20 (11): 1472-1477.

Thonar, C., A. Schnepf, E. Frossard, T. Roose, J. Jansa. 2011. Traits related to differences in function among three arbuscular mycorrhizal fungi. Plant Soil. 339:231–245.

Urbanek, H., E. Kuzniak–Gebarowska, K. Herka. 1991. Elicitation of defense responses in bean leaves by Botrytis cinerea polyglacturonase. Acta Phys. Plant. 13: 43–50.

Yadav, A. and A. Aggarwal. 2015. The associative effect of arbuscular mycorrhizae with *Trichoderma viride* and *Pseudomonas fluorescens* in promoting growth, nutrient uptake and yield of *Arachis hypogaea* L. New York Science Journal. 8(1): 101-108.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of different VAM Species and Phosphorus levels on yield and Physiological properties of safflower

M. Asadi Maleki[1], E. Farajzadeh Memari Tabrizi[2]

Received: 2017-2-9 Accepted: 2018-5-9

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of levels of phosphorus fertilizer (0, 50, 100 and 150 kg/ha) and mycorrhizal fertilizer treatments (control, *Glomus mosseae*, *Glomus intraradise*, *Glomus hoei* and combination of all three strains of mycorrhiza) on growth and grain yield and oil yield, and The physiological characteristics of safflower were cultivated in the farms of agricultural faculty of Malekan Azad University in 1395. The results showed that the levels of 100 kg / ha and 150 kg / ha of phosphorus fertilizer increased the grain yield (51.5% and 58.6% increase) and oil (95.3% and 93.3% increase). Phosphorus fertilizer increased by increasing the number of seed grain (up to 84.2% increase) and oil percentage (up to 30.8% increase) on safflower oil yield, while 100 seed weight negatively affected by phosphorus fertilizer and even manure fertilizer it placed. In addition, Glomus intraradise and Glomus hoej showed the highest grain yield (20.2 and 21.5% respectively) and safflower oil (21.3% and 33.4% respectively). The increase in mycorrhiza in the number of seeds (up to 28% increase) increased the oil yield, but the percentage of oil was not affected by the application of mycorrhiza. The application of these two treatments improved the content of safflower phosphorus. The content of antioxidants and proline of safflower was also increased by application of phosphorus fertilizer and bio-manure manure.

Keywords: VAM, phosphorus, safflower, yield, oil

1 - Department of Rangeland, Malekan Branch, Islamic Azad University, Malekan, Iran
2 - Department of Agronomy, Malekan Branch, Islamic Azad University, Malekan, Iran

www.SID.ir