مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۱
صفحات ۹-۱

بررسی نقش میکروارگانیسم‌های میکوریزایی از نوع ویسکولار ـ آربوسکولار (VAM) بر برخی صفات گیاه سورگوم

Investigation of the roles microorganisms vesicular – arbuscular mycorrhiza (VAM) fungi on some characteristics of sorghum cultivars

احمد مهربان[۱]، قربان نور محمدی[۳]، سعید وزان[۲]، محمد رضا اردکانی[۲]، حسین حیدری شریف آباد[۳]

چکیده

امروز همزیستی قارچ‌های میکوریزا به عنوان یکی از میکرو ارگانیسم‌های مفید دامنه‌ی فعالییت خود را در صنایع مختلف گسترش داده است. برای مثال در کشاورزی نقش قارچ‌های میکروریزا به عنوان کودهای کار ساز در تامین نیازمندی‌های گیاهان غیر قابل انکار است. که باید در توسعه و ترویج این مهم در جامعه کشاورزی کوشید. به همین منظور تحقیقی جهت بررسی تاثیر سویه‌های مختلف مایکوریزا (VAM) vesicular – arbuscular بر عملکرد و اجزای آن بر سورگوم آزمایشی در مرکز تحقیقات کشاورزی سیستان اجرا گردید. این تحقیق در یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام گرفت. کلیه عملیات زراعی مطابق با عرف منطقه اعمال گردید. نتایج نشان داد که اثر متقابل میکوریزا بر ارقام سورگوم از نظر صفات مورد بررسی معنی دار می‌باشد. به‌طوری که بیشترین عملکرد دانه مربوط به رقم (KGS 25) با حضور (glomus etanicatum) با بیش از ۳۵۰۰ کیلو گرم بر هکتار بوده است. با توجه به نتایج حاصله رقم مذکور به علت داشتن صفاتی همچون ارتفاع بوته، وزن خشک برگ و ساقه و نیز داشتن قطر ساقه مطلوب که از اجزای مهم و موثر بر عملکرد گیاهان علوفه‌ای هستند به عنوان بهترین رقم جهت اهداف علوفه‌ای در منطقه تحت آزمایش انتخاب و توصیه گردید.

واژه‌های کلیدی: میکوریزا، سورگوم، میکروارگانسیم

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زاهدان، گروه زراعت و اصلاح نباتات، زاهدان، ایران
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحدکرج، گروه زراعت، کرج، البرز، ایران
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه زراعت، تهران، ایران
* نویسنده مسئول Email: ahmadmh2005@yahoo.com

مقدمه

در حال حاضر بشر با دخالت‌های غیر متعارف خود نظیر مصرف مداوم سموم و کودهای غیر طبیعی و یا استفاده از ادوات و نهادهای مصنوعی و امثالهم صدمات شدیدی به سیستم‌های زراعی و محیط زیست تحمیل کرده است. یکی از شیوه‌های شایسته در دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار به کار گیری میکرو ارگانیسم‌ها است. که نقش به سزایی در تامین غذایی گیاهان و همچنین حفاظت از آنها بر عهده دارند و در این ارتباط همزیستی و همراهی میکوریزایی یکی از روش‌های مهم جهت توسعه و تکمیل کشاورزی پایدار است. (علیزاده ۱۳۸۶؛ Ishizuka, 1992). همزیستی میکوریزایی از وسیع ترین روابط همزیستی شناخته شده بین گیاهان و میکرو ارگانیسم‌ها است: در عموم اکوسیستم‌ها وجود دارد. به‌طوری که حدود ۹۵ درصد گونه‌های گیاهان آوندی لااقل یکی از تیپ‌های میکوریزا را دارا هستند. (اردکانی ۱۳۷۸، شیرانی راد ۱۳۷۷) که از دیر باز در طبیعت رواج داشته است. به‌طوری که شواهد باستان شناسی نشان می‌دهند. این همزیستی بین گیاهان و قارچ‌های میکوریزا ۴۰۰ میلیون سال قدمت دارد. (Grahm,2001). پژوهشگران مایکوریزا را ساختمان‌هایی می‌دانند که از همراهی و همزیستی بین ریشه گیاهان و قارچ‌ها تحصیل می‌گردد. (غلامی ۱۳۷۸، Johnson et al.,1991; Subba 1988; Ortas 1996)

قارچ‌های میکوریزا پس از بر قراری همزیستی با گیاهان میزبان بر جنبه‌های مختلف فیزیولوژی و بیوشیمی گیاه تاثیر گذاشته و موجب بهبود رشد و نمو آن می‌شود. آنها از راه‌های مختلف بر بهبود خواص کیفی و کمی فراورده‌های زراعی نیز موثرند. (علیزاده، ۱۳۸۶؛ مهربان و همکاران، ۱۳۸۶) همچنین بسیاری از محققان گزارش کرده‌اند که همزیستی با قارچ میکوریزا مقاومت به بیماری‌ها و آفات (Grattan and Grieve 1995; Daniel et al., 2001) و تنش‌هایی از قبیل شوری و خشکی (Bouds et al., 2000) را افزایش می‌دهد. آنها معتقدند که این افزایش مقاومت‌ها به دلیل افزایش جذب مواد غذایی نظیر نیتروژن (Duponnois et al., 2001) فسفر (George et al., 1992) عناصر کم مصرف و جذب آب می‌باشد (غلامی و همکاران، ۱۳۷۸؛مهربان و همکاران، ۱۳۸۶). البته لازم به ذکر است که در بین گونه‌های مختلف گیاهی وابستگی میکوریزایی متفاوت است به‌طور مثال در بررسی وابستگی میکوریزایی ارقام ذرت و سورگوم نسبت به گیاه ذرت از وابستگی میکوریزایی بالاتری برخوردار بوده و همچنین اختلاف قابل توجهی در بین ارقام سویا وجود داشت. علاوه بر این‌ها قارچ‌های میکوریزا نقش قابل توجهی در حفظ ثبات و استحکام ساختمان خاک، بهبود روابط آبی (Tuffern et al., 2002) بهبود ساختمان خاک (smith and Read,1997; Beaden et al., 2000) و تحمل به فزونی PH را افزایش می‌دهد (Bouds et al., 2000) وجود چنین تسهیلاتی جهت گیاهان موجب شده تا مبحث مایکوریزا در زمینه‌های مختلف کشاورزی پایدار و تحقیقات ژنتیکی و تولید انبوه میکوریز مورد توجه بسیار قرار گیرد. (اردکانی و همکاران، ۱۳۷۸ ؛ موسوی جنگلی و همکاران، ۱۳۸۶ ؛ شیرانی راد، ۱۳۷۷ ;Bagoraj 1998) و این در حالی است که برخی از پژوهشگران بر این باورند که گیاهان مثل سورگوم در مقایسه با گیاهان c3 بیشتر تمایل دارند تا میکوتروفیک باشند. چون آنها از لحاظ فتوسنتزی بسیاری کار آمد بوده و بنابراین امکان دارد مواد فتوسنتزی بیشتری برای قارچ فراهم سازد و جذب توسط قارچ را افزایش دهد (Mohammad et al.,1995).

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی سیستان واقع در شهرستان زهک با مختصات جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۶۱ و ۴۱ دقیقه شرقی در بهار ۱۳۸۶ و در زمینی با بافت لومی رسی و pH=8 به اجرا در آمد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و در چهار تکرار انجام گرفت. عوامل مورد مطالعه عبارت بودند از:

۱- میکوریزا گونه Glomus sp در سه سطح شامل دو گونه

G.mossae, Glomus. etanicatum و شاهد که در نتایج با نماد B و به ترتیب شامل B1 شاهد B2=c.etanicatum و میکوریزا =B3 تهیه شده از مرکز تحقیقات سازمان انرژی هسته‌ای ایران با جمعیت ۱۰۵ اسپور، ماده حامل: رس، مقدار مصرف یک کیلو گرم در هکتار که زمان مصرف آن معاصر با زمان کاشت و به‌صورت تلقیح با بذر بوده است و جهت جلوگیری از اختلاط گونه‌های قارچ مربوط به هر تیمار با دستکش پلاستیکی جداگانه استفاده شد.

۲- ارقام سورگوم شامل KGS 25, KGS 29 و رقم محلی سیستان بودند که ارقام مذکور از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج تهیه گردید.

عملیات تهیه زمین مطابق با عرف منطقه به‌صورت یک شخم و دو دیسک عمود بر هم قبل از کاشت اجرا شد. پس از مشخص نمودن محدوده هر کرت بذور هر تیمار به‌صورت ردیف و دست پاش کشت شدند و به منظور ممانعت از اختلاط آب فاصله کرت‌های آزمایشی در هر تکرار از یکدیگر ۱,۵ متر و فاصله تکرارها ۴ متر در نظر گرفته شد و از فضای ما بین به عنوان جوی آب ورودی استفاده شد. تا هم از فضای خالی استفاده موثر گردد و هم از انتقال و جابه جایی میکرو ارگانیسم‌ها جلوگیری گردد. عملیات کاشت در تاریخ ۱۳۸۵/۱۲/۲۸ انجام گرفت. پس از رسیدن محصول از هر کرت و از دو خط میانی عملیات برداشت جهت تعیین عملکرد استفاده گردید و سپس تجزیه واریانس عملکرد و صفات وابسته به آن و مقایسه اثرات متقابل تعیین از طریق نرم افزارهای رایانه‌ای SASمورد پردازش قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین نشان داد اختلاف معنی داری بین کلیه ارقام از لحاظ صفت ارتفاع وجود دارد که این اختلاف نشان دهندهء وجود تنوع کافی در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ ارتفاع بوته می‌باشد. بطوریکه رقم KGS25 دارای بیشترین ارتفاع می‌باشد همچنین کاربرد مایکوریزا و اثر متقابل ارقام در مایکوریزا، سبب ایجاد تنوع در ارتفاع گیاه شده است به‌طوریکه G.etanicatum و اثر متقابل G.etanicatum با رقم KGs25 دارای بیشترین ارتفاع بودند که بنظر میرسد دلیل این امر تاثیر مفید این مایکوریزا در جذب آب و عناصر مورد نیاز گیاه از طریق تولید ریسه و توسعه ریشه و افزایش میزان نیتروژن تثبیت شده در خاک به منظور استفاده گیاه می‌باشد که سبب افزایش ارتفاع شده است. این نتیجه با نتیجه گیری برخی محققان (اردکانی و همکاران ۱۳۷۹؛ خلیلی و همکاران، ۱۳۸۵) مطابقت داشت.

تعداد پنجه از جمله صفاتی می‌باشد که تجزیهءواریانس آن نشان داد اختلاف معنی داری در سطح ۵ % در بین ارقام، در بین سویه‌های مختلف قارچ و همچنین اثر متقابل قارچ در رقم وجود دارد. با مشاهده جدول شماره ۲ ملاحظه میشود رقم بومی دارای بیشترین تعداد پنجه می‌باشد و مایکوریزا G.eanicatum سبب ایجاد پنجه دهی بیشتر در بین ارقام مختلف شده است به گونه‌ای که تلقیح رقم بومی با G.eanicatum بیشترین تعداد پنجه را بهمراه داشته است. که در تفسیر این نتیجه میتوان اظهار داشت، قارچ مایکوریزا از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی سبب ایجاد فتوسنتز شده و این امر موجب تولید آسیمیلات بیشتر و افزایش پنجه دهی در گیاه شده است. (موسوی و همکاران ۱۳۸۴، غلامی و همکاران۱۳۷۸، Tuffern et al., 2002).

قطر ساقه از صفاتی است که استحکام گیاه و به ویژه مقاومت آن در برابر ورس را مشخص می‌نماید که نتایج حاصل از تجزیه واریانس جدول۱ وجود اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد در بین ارقام که تحت عنوان فاکتور A شناخته می‌شوند را نشان می‌دهد، به‌طوریکه رقم KGs25 دارای بالاترین قطر ساقه است همچنین استفاده از قارچهای همزیست سبب افزایش قطر ساقه نسبت به عدم کاربرد آن شده است به‌طوریکه اثر متقابل G. etanicatum با رقم KGs25 دارای بیشترین قطر ساقه و استفاده از قارچ G.etanicatum

سبب افزایش قطر ساقه‌های ارقام مختلف سورگوم شده است به‌طوریکه این افزایش از لحاظ آماری در سطح ۵ % معنی دار بوده است و در ادامه سویه G.mossae نیز سبب افزایش قطر ساقه نسبت به عدم کاربرد آن شده است به‌طوریکه دو سویه مورد مطالعه در مقایسه میانگین در یک گروه قرار گرفتند. با توجه به نتایج حاصل و همچنین بررسی منابع صورت گرفته میتوان اظهار نمود که گیاه بعلت موجود بودن مایکوریزا در خاک توانسته است عناصر و املاح موردنیاز خود را به مقدار زیاد تهیه کند که این امر افزایش قطر ساقه را دربر داشته است. وزن ۱۰۰۰ دانه از صفات بسیار مهم وکاربردی در آزمایشات زراعی و اصلاحی می‌باشد که می‌تواند به عنوان صفتی موثر در برنامه‌های سلکسیون و انتخاب ارقام به کار رود.به‌طوریکه نقش مستقیم آن به عنوان یکی از فاکتورهای موءثر در جهت اصلاح عملکرد، در بسیاری از مطالعات و تحقیقات ثابت گردیده است، نتایج حاصل از جدول ۱ و جدول ۲ نشان داد اختلاف معنی داری درسطح یک درصد دربین ارقام مورد مطالعه در این آزمایش وجود دارد و رقم KGs25 دارای بیشترین وزن ۱۰۰۰ دانه بود. بررسی اثر مایکوریزا بر روی وزن هزاردانه نشان داد بین کاربرد قارچ از نظر تاثیر بر روی این صفت در سطح ۱ درصد اختلاف معنی دار وجود دارد. همچنین تنوع واختلاف معنی داری در سطح ۵ % درصد برای همزیستی متقابل رقم و مایکوریزا مشاهده میگردد.نتایج جدول ۲ نشان داد مایکوریزا G.etanicatum سبب افزایش وزن ۱۰۰۰ دانه در بین گیاهان مورد مطالعه شده است به‌طوریکه تلقیح ارقام KGs25 و KGs29 با این قارچ سبب افزایش افزایش جذب اب، مواد غذایی و فتوسنتز گیاه گردیده که در مرحله پرشدن دانه ها، شیره پرورده کافی به دانه‌ها منتقل شده و دانه‌های درشت با وزن بالا تولید گردد.

از دیگر صفات مهم که به عنوان اجزای عملکرد از آن یاد میگردد صفت تعداد دانه در خوشه می‌باشد که همانند وزن هزار دانه نقش مؤثری بر شکل گیری عملکرد دانه دارد، نتایج حاصل از اثر تیمارهای آزمایش بر تعداد دانه در خوشه در جدول ۱ نشان داد اختلاف معنی داری در بین ارقام مورد مطالعه در سطح یک درصد وجود دارد که مقایسه میانگین آن در جدول ۲ مشخص کرد رقم KGs29 دارای بیشترین تعداد دانه می‌باشد. همچنین میزان تاثیر استفاده از مایکوریزا و استفاده توأم آنها با ارقام کشت شده نشان داد اختلاف آماری معنی داری دربین مایکوریزاهای بکاررفته وجود داردبه‌طوریکه همزیستی متقابل G. etanicatum با رقم KGs29 دارای بیشترین تعداد دانه تولیدی در گیاه می‌باشد. همچنین با مراجعه به جدول ۲ و دریافتن این نکته که دیگر ترکیبات بین مایکوریزا و ارقام نیز سبب افزایش تعداد دانه در گیاه شده است موید این موضوع است که تلقیح ارقام با سویه‌های مختلف مایکوریزا سبب افزایش چشمگیر تعداد دانه در گیاه و ایجاد تنوع لازم از لحاظ این صفت میگردد. به نحویکه کاربرد مایکوریزا به دلیل تاثیر بر افزایش جذب فسفر توسط گیاه، مقدار این صفت را را در مقایسه با عدم کاربرد مایکوریزا، افزایش داده است.

صفت مهم دیگری که نقش موءثری برعملکرد دارد واز آن به عنوان یکی از اجزاءعملکرد در بسیاری از تحقیقات زراعی نام برده میشود وزن دانه می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین آن به ترتیب در جدول ۱ و جدول ۲ قابل مشاهده است. بر این اسا س ارقام روند متفاوتی از لحاظ وزن داشته‌اند به‌طوریکه اختلاف معنی داری در بین ارقام از لحاظ این صفت وجود دارد به‌طوریکه رقم KGs29 دارای بیشترین وزن دانه و رقم محلی دارای کمترین مقدار وزن دانه می‌باشد. در ادامه سویه‌های مایکوریزا مورد تجزیه آماری قرار گرفت که نتایج حاکی از تاثیر گذاری مایکوریزا G.etanicatum بر روی افزایش وزن دانه دارد. همچنین تجزیه واریانس اثرات متقابل مایکوریزا در رقم نشان داد تلقیح ارقام با G.etanicatum سبب افزایش وزن دانه شده است. به‌طوریکه اثر متقابل G.etanicatum با رقم KGs29 دارای بیشترین وزن دانه نسبت به دیگر اثرات متقابل می‌باشد.اثر مثبت کاربرد مایکوریزا را می‌توان به افزایش جذب آب و مواد غذایی به

واسطه توسعه بیشتر ریشه‌ها و بهبود شرایط تغذیه‌ای و رشدی گیاه و همچنین فرایند تثبیت بیولوژیک ازت نسبت داد.

جدول۱- خلاصه تجزیه واریانس صفات مختلف تیمارهای آزمایش

Table.1. Analysis of variance for measured traits

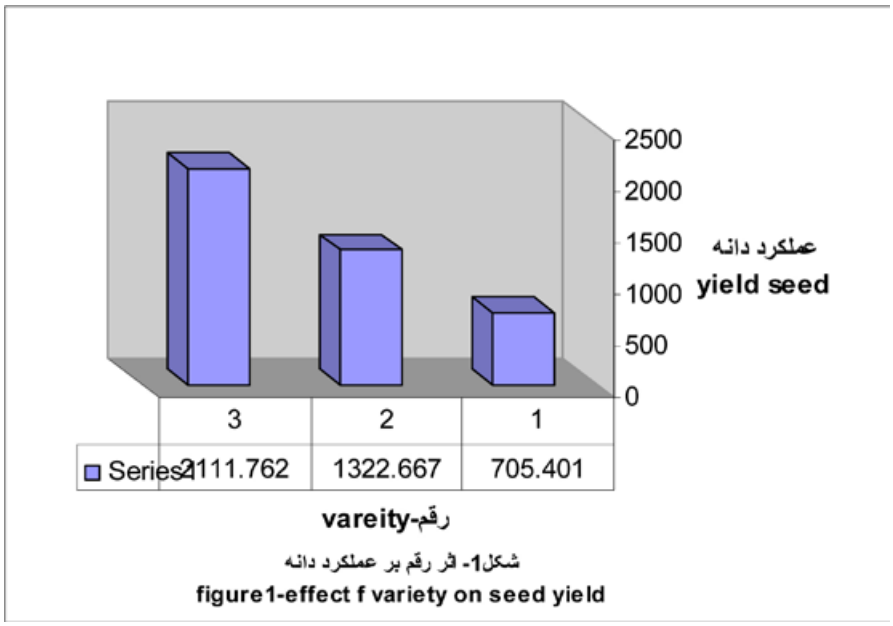
منابع تغیرات S.O.V	میانگین مربعات MS							
	درجه آزادی df	ارتفاع گیاه Plant heigh	تعداد پنجه Till number	قطر ساقه Stem diameter	وزن ۱۰۰۰ دانه Seed 1000 weight (gr)	تعداد دانه Seed number	وزن دانه seed weight	عملکرد دانه Seed yield
بلوک bulk	2	50.77ns	0.11ns	0.01ns	7.01**	119966.81ns	273.50ns	90646.16ns
رقم variety	2	28.75.11**	0.25*	0.30**	9.33**	6023289.59**	11393.60**	18310.09**
قارچ fungi	2	198.44*	0.22*	0.14*	6.33*	43779.81*	1150.71*	111189.13*
قارچ × رقم Varity. fungi	4	379.22**	0.22*	0.12*	0.50*	377001.48*	1024.96*	135543.91*
خطا Error	16	63.81	0.06	0.03	1.29	125842.89	388.934	30706.09
ضریب تغییرات CV (%)		6.20	7.21	12.71	6.82	15.32	15.94	30.02

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

ns,*, **: non significant and significant at %5 and %1 of probability

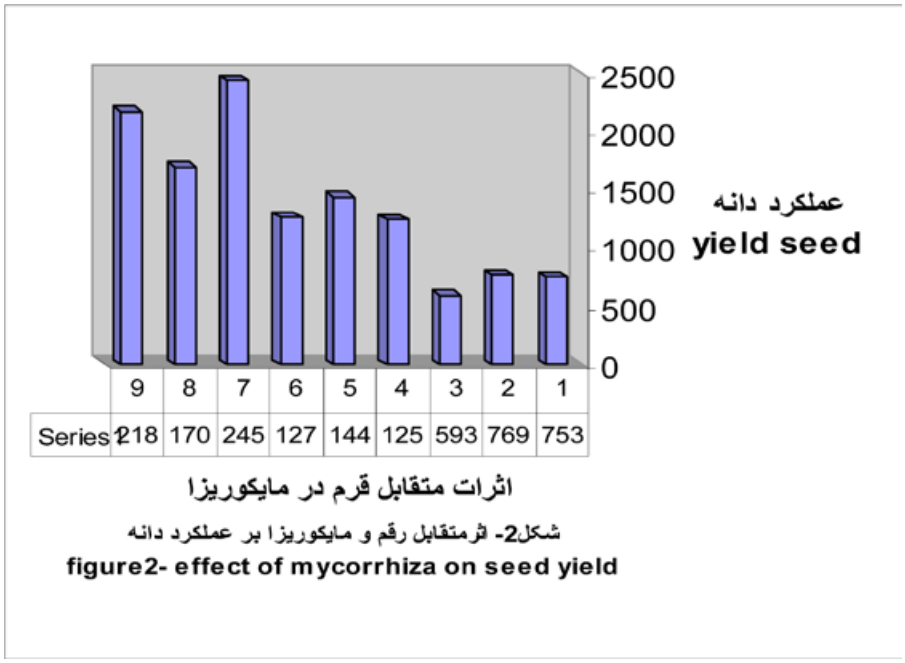
مهمترین صفت درطرح‌ها وپژوهشهای کشاورزی که به نوعی هدف نهایی تمامی آزمایشات کشاورزی می‌باشد. صفت مهم واقتصادی عملکرد می‌باشد که در گیاهی مانند سورگوم از آن بعنوان عملکرد علوفه نام برده میشود. در بین ارقام مطالعه شده تنوع معنی داری از حیث این صفت وجود دارد که نتایج حاصل از مقایسات میانگین صفت عملکرد دانه در بین تیمارهای مختلف آزمایشی در نمودارهای شماره ۱-۱، ۱-۲ و ۱-۳ نشان می‌دهد. رقم KGs29 دارای بیشترین عملکرد علوفه و رقم محلی دارای کمترین مقدار عملکرد بود.در بین سویه‌های باکتری نیز مایکوریزا G.etanicatum نسبت به G.mossae وسطح شاهد توانسته است افزایش عملکرد بیشتری را بهمراه داشته باشد. متقابلا" نیز استفاده همزمان از مایکوریزا G.etanicatum و رقم KGs29 بیشترین عملکرد را در بین اثرات متقابل رقم در قارچ به خود اختصاص داده است. با توجه به نتایج حاصله از بررسی صفات مربوط به عملکرد بیولوژیک گیاه مانند قطر ساقه تعداد پنجه و ارتفاع گیاه میتوان گفت استفاده از مایکوریزا در ارقام مختلف سبب افزایش اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد شده است. این اثر افزایشی مایکوریزا را، پژوهشگران مختلف در درجه اول به افزایش سطح و گسترش ریشه‌های گیاه بواسطه تولید ریسه‌های قارچی و افزایش جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آب و سایر عناصر غذایی و در ادامه بهبود فتوسنتز و رشدونمو و توسعه اندامهای هوایی و در نهایت افزایش وزن خشک گیاه نسبت میدهند. این همزیستی زمانی قابل درک است که آزمایشات

فیزیولوژی و نشاندار کردن عناصر توسط رادیواکتیو نشان می‌دهد عدم جذب به موقع عناصر اضافه شده به خاک مانند فسفر، نیتروژن و دیگر عناصر مغذی گیاه سبب کاهش راندمان تولید و سبب افزایش هزینه غنی کردن خاک میگردد که استفاده از باکتریهای همزیست سبب تسریع در روند جذب عناصر و مانع از شستشوی سریع عناصر توسط آب و سمیت خاک میگردد که این مهم همان مفهوم پایداری در سیستمهای زراعی در جهت تامین نیازهای گیاه توسط میکروارگانیسمهای خاک است.



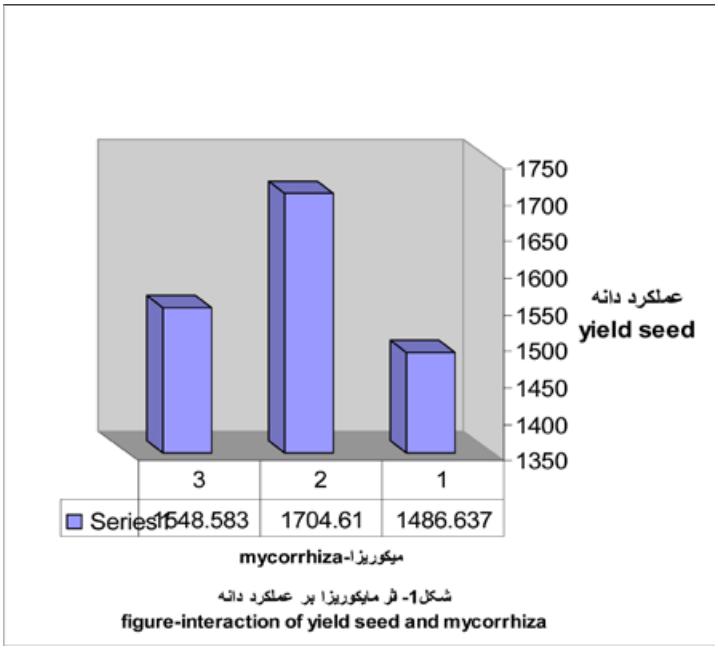
شکل1- اثر رقم بر عملکرد دانه

figure1-effect f variety on seed yield



شکل2- اثرمتقابل رقم و مایکوریزا بر عملکرد دانه

figure2- effect of mycorrhiza on seed yield



شکل1- اثر مایکوریزا بر عملکرد دانه
figure-interaction of yield seed and mycorrhiza

جدول۲- مقایسه میانگین صفات مختلف اثرات اصلی و اثرات متقابل فاکتورهای آزمایش
Table2. mean comparison interaction of traits

تیمار Treatment	ارتفاع گیاه Plant heigh	تعداد پنجه till	قطر ساقه Stem diameter	وزن ۱۰۰۰ دانه Seed 1000 weight(gr)	تعداد دانه Seed number	وزن دانه seed weight	عملکرد دانه seedyield
A1	149.22 b	1.33 a	1.26 b	17.55 a	5126.66 c	92.85 c	705.40 c
A2	176.11 a	1.22 ab	1.61 a	16.88 ab	6711.68 b	120.62 b	1322.66 b
A3	111.00 c	1.22 b	1.55 a	15.55 b	10173.77 a	162.62 a	2111.76 a
B1	139.22 b	1.21 c	1.33 b	16.44 b	7298.88 ab	121.45 b	1486.63 b
B2	147.66 a	1.44 a	1.54 a	17.33 a	7394.55 a	127.83 a	1704.61 a
B3	145.44 a	1.33 b	1.48 a	16.66 ab	7345 b	124.81 ab	1548.58 ab
A1B1	154.00 b	1.33 b	1.16 c	17.88 abc	4287 cd	75.97 d	553.93 e
A1B2	141.66 b	1.66 a	1.36 ab	18.33 ab	5652.33 cd	104.23 cd	769.02 e
A1B3	152.00 b	1 b	1.26 bc	17.66 abcd	5612.66 d	98.44 cd	753.29 e
A2B1	116.00 c	1 b	1.63 a	17 abcd	5648 cd	98.33 cd	1154.93 de
A2B2	197.00 a	1.33 a	1.65 ab	18 a	976.66 a	174.52 a	1442.38 de
A2B3	115.33 c	1.33 b	1.63 a	16.66 bcd	8466.33 bc	134.03 bc	1370.68 d
A3B1	117.66 c	1.33 b	1.40 abc	15.33 d	7867.66 bc	156.13 ab	1895.05 c
A3B2	124.33 c	1.33 b	1.70 a	16.11 cd	10113.66 a	167.73 ab	2451.42 a
A3B3	121.00 c	1 b	1.56 ab	16.33 cd	9876.66 b	164 ab	2181.81 bc

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار بین میانگین هاست. (در سطح احتمال ۱/۰)
Means with the same in each column are not sugni ficantly at %1 level of probability

منابع Reference

اردکانی، م. ر. مظاهری. د. مجد، ف. نورمحمدی، ق. ۱۳۷۹ «بررسی کارایی میکوریزا استرپتومایسیس در سطوح مختلف فسفر و تاثیر کاربرد آنها بر عملکرد برخی صفات گندم» مجله علمی ـ پژوهشی علوم زراعی ایران، جلد دوم شماره ۲ صفحه ۲۷ ـ ۱۷

پرستار، ح. م. ک. پوستی و ا. بانکه ساز.۱۳۷۶.«بررسی اثرات تراکم‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد شش رقم هیبرید ذرت» پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، صفحه ۱۲۸

چوگاه، ر ۱۳۷۵ «بررسی و مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام هیبرید ذرت سیلویی» سایت اسناد و مدارک علمی ایران www.irandec.ir

خلیلی محله، ج. رشدی، م. رضا دوست، س. ۱۳۸۵ «مقایسه عملکرد و اجزای هیبریدهای ذرت در کشت دوم در منطقه خوی» مجله علمی ـ پژوهشی دانش نوین کشاورزی، سال دوم، شماره ۴، پاییز ۱۳۸۵

شیرانی راد، الف. ح ۱۳۷۷ «بررسی اکوفیزیولوژیک همزیستی قارچ‌های میکوریزا و سیکولار آربوسکولار با گندم و سویا» رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران

رجالی، ف ۱۳۸۴ «مروری بر همزیستی میکوریزا» سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، موسسه آب و خاک

علیزاده، ا. ۱۳۸۶ «اثرات میکوریزا در شرایط متفاوت رطوبت خاک بر جذب عناصر غذایی در ذرت» مجله پژوهشی در علوم کشاورزی، سال سوم، شماره اول، تابستان ۱۳۸۶

غلامی، ا. کوچکی، ع، مظاهری، د. قلاوند، ا ۱۳۷۸«ارزیابی اثرات گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا از نوع ویسکولار (VAM) بر خصوصیات رشد ذرت» مجله علوم زراعی ایران

مهربان، ا. داعی، گ. مهربان، م، ر ۱۳۸۶ «نقش قارچ‌های همزیست میکوریزا در پیکار با خشک سالی» مجموعه مقالات اولین همایش خشک سالی و راهکارهای مقابله با آن، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند، اول اسفند ۱۳۸۶

موسوی جنگلی، س. ا. ثانی، ب، شریفی، م. حسینی نژاد، ز ۱۳۸۴ «بررسی تاثیر باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ میکوریزا بر روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای» 4. S.CR. دانش کشاورزی ایران، جلد (۲)، شماره (۱)

Bag yaraj, D. 1991. ecology of vesicular – arbuscular mycorrhizea. In: Arora "etal" had book of applied mycology val. l. soil and plants, Marcel Dekker, INC. PP. 3-39

Beaden. B. N. Petersen , L. 2000. If luence of arbuscular mycorrhizal fungi on soil structure and aggregate stability of avertisol. Plant and soil – 218: 173 – 183

Bouds, D. D. Gadkar. V, Adholeya, 2000. Mass production of VAM. Fungus biofertilezer. Mukevj. KC. Chamola BP. Singh, J. mycorrhizal biology. Newyork. Kulwer academic publishe

Daniel. T. j, husband. r. fitter. A. H and young. J. P 2001 molecular diversity of arbuscular mycorrhizal. Fungi colonizing arable crops. F. E. M. S. microbiology. Ecology 36 – 203 – 209

Duponnois. R. plenchette. C. thioulouse. J. and codetp. 2001 the mycorrhizal soil infectivity and arbuscular mycorrhizal fungal spore communities in soils of different. Aged fallows in Senegal. Applied soil ecology. 17. 239 – 251

Gavito, M. E. and L. varela. 1995. response of criollo "maize to single and mixed species inocula of arbuscular mycorrhiza

George F, Haussler. K. vetterlein G. Gorgus. F. and marschner. H. 1992 water and nutrient traslocation by hyphae of (Glomus mosseae) can. J. bot. 70. 2138 – 2137

Grattan, S. R, Grieve, C. M. 1999. salinity mineral nutrient relations in horticultural crops. Scientia horticulture

Graham, J. H. 2001. commentary. What do root pathologens see in mycorrhizas? New phytologist. 149: 357 – 359

Ishizuka. J. 1992 trends in biological nitrogen fixation research and application plant and soil, 191: 197 – 209

Jakson. A. I. Jakobsen and E. S. Jensen 1992 hyphal transport of N – labeled nitrogen by a vesicular – arbuscular mycorrhizal fungus and its effect on deplation of inorganic soil. N. new phytologist – 123 – 6 – 68

Johnson, N. C. F. L. PELECER. R. K. crookston. S. r. Simmons and P. J. COPELAND. 1991. vesicular arbuscular mycorrhiza. Respond. Tocorn and soybean cropping history. New phytol. 117: 657 – 663

Mohammad, M. J, W. L. PAN and A. C. Kennedy 1995. wheat responses to vesicular arbonscular mycorrhizal fungi inoculation of soil from eroded to posequense. Journal of American soil scince society. 59: 1086 – 1090

Olgo. E. Jaccqueline. Kik, and Chris 2006. effect of arbuscular mycorrhiza fungi on growth and development of onion and wild relatives paper presented at joint organic congress, Odense, Denmark, may. 30 – 31 – 2006

Ortas, I. 1996. the influence of use of different rates of mycorrhizal inoculum on root infection, plant growth, a,d phosphorus. Uptake. Common. soil. Sci. plant. Anal. 27 – 2935. 2949

smith, S. E and read D. J. 1997. mycorrhizal symbiosis academic press. P. 587

Subba RAO. N. S. 1988. Biofertilizers in agriculture. (second edition). Chapter. 9: mycorrhizal fungi , oxford. IB. H. publishing. Co. prot. Itd. Pp. 192 – 159

Tuffern, D. Eason, W. R. scullion. J. 2002. the effect of earthworms and arbuscular mycorrhizal fungi on growth and p transfer between. Allium porrunm. J. soil biology and biochemistry. 39. 1027 – 1036