

## بررسی اثر مایکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام ذرت دانه‌ای

ابوالقاسم مرادقلی<sup>۱\*</sup> و حمیدرضا مبصر<sup>۲</sup>

۱- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، a\_moradgholi@yahoo.com

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زاهدان، گروه زراعت و اصلاح نباتات، زاهدان، ایران

### چکیده

برای مطالعه اثر قارچ آربوسکولار مایکوریزا آزمایشی، بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار در تابستان سال ۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان زهک به اجرا در آمد. این آزمایش شامل دو تیمار، که تیمار اول قارچ مایکوریزا از گونه *Glomus mossea* در دو سطح بدون تلقیح و تلقیح و تیمار دوم ارقام ذرت دانه ای در چهار سطح SC770، Tisa، SC7020 و SC704 بودند. نتایج آزمایش نشان داد، کاربرد قارچ آربوسکولار مایکوریزا بر ارتفاع بوته، عرض برگ پرچم، تعداد دانه در بلال در بوته و درصد پروتئین اثر معنی داری در سطح ۱٪ آماری و بر طول برگ پرچم اثر معنی داری در سطح ۵٪ گذاشته است. استفاده از قارچ آربوسکولار مایکوریزا بر قطر ساقه، تعداد برگ و وزن ۱۰۰ دانه تاثیر معنی داری نداشت. استفاده از قارچ آربوسکولار مایکوریزا بر وزن ۱۰۰ دانه ارقام تاثیر معنی داری در سطح ۱٪ گذاشته و بر ارتفاع بوته و درصد پروتئین در سطح ۵٪ تاثیر معنی داری گذاشت، اما بر قطر ساقه، تعداد برگ، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، تعداد دانه در بلال در بوته تاثیر معنی داری نداشت.

واژه های کلیدی: قارچ مایکوریزا، ذرت دانه ای، صفات زراعی، درصد پروتئین.

### مقدمه

تولید کنندگان در هر اکوسیستمی می باشند، لذا می توان نتیجه گیری کرد که همه موجودات زنده و تمامی اکوسیستم ها از باکتری ها گرفته تا انسان و از خاک های مرطوب تا صحراهای خشک به نوعی وابسته به روابط همزیستی مایکوریزایی می باشند. به عبارت دیگر همزیستی مایکوریزا یکی از کاربردی ترین و در عین حال گسترده ترین و مهم ترین رابطه همزیستی موجود در کره زمین است (مجیدیان، ۱۳۸۱؛ غلامی، ۱۳۸۰؛ اردکانی، ۱۳۷۸؛ Gao, 2001). یکی از مهمترین اثرات قارچ های مایکوریزا، افزایش عملکرد گیاهان زراعی خصوصا در خاک هایی با حاصلخیزی پایین است. ارتاس

در بین غلات، ذرت دانه ای از لحاظ اهمیت و سطح زیر کشت در رتبه سوم بعد از گندم و برنج در جهان قرار دارد. امروزه ذرت دانه ای در تغذیه مرغ و تولید تخم مرغ به عنوان یک غذای پر انرژی بالاترین مقام و ارزش را در مقایسه با سایر غلات دارا می باشد. قارچ های مایکوریزا از با اهمیت ترین میکروارگانیسم های موجود در اغلب خاک های تخریب نشده می باشند، به طوری که بر طبق برخی تخمین های موجود حدود ۷۰ درصد از توده زنده جامعه میکروبی خاک ها را ریشه این قارچ ها تشکیل می دهد. تمامی گیاهان به نحوی در ارتباط با رابطه همزیستی مایکوریزا می باشند. نظر به اینکه گیاهان اولین

آدرس نویسنده مسئول: زاهدان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان.

\* دریافت: ۸۹/۱۲/۹ و پذیرش: ۹۰/۳/۳

*al.*, 2004; Avio *et al.*, 2006; Li *et al.*, 2008; Jansa *et al.*, 2008; Grace *et al.*, 2009). قارچ های میکوریزا آربوسکولار پیش از تسلط بر توده قارچی در زمین های زراعی، جایی که این قارچ ها نقش مهمی در رشد و سلامت گیاه دارند (Larsen *et al.*, 2007). ایجاد سطح گسترده برای کسب مواد مغذی از طریق تکثیر میسلیوم در خاک می کنند. میسلیوم قارچ میکوریزا AM<sup>2</sup> دارای اهمیت حیاتی برای رشد گیاه می باشد (Hamel, 2008; Finlay, 2007). مثلاً می توان به صفات مفیدی همچون تجزیه مواد آلی (Atul-Nayyar *et al.*, 2009)، انتقال مواد مغذی به گیاه میزبان خود، تشکیل دانه بندی خاک (Rillig *et al.*, 2002) و سرکوب پاتوژن می توان نام برد (Larsen *et al.*, 2003; Ravnskov *et al.*, 2009). در بین مواد آلی، قارچ AM پر رونق تر و حتی در بررسی های مستقیم قارچ AM با نسبت یکسان مواد آلی، موثرتر است (Gavito and Olsson, 2003). قارچ می تواند در تنظیم آب و اکتساب مواد مغذی توسط گیاه میزبان کمک کند، و تطابق میزبان با محیط (خاک) اطراف آن را فراهم نماید (Treseder and Allen, 2000). قارچ میکوریزا آربوسکولار سود میزبان خود را عمدتاً از طریق افزایش جذب یون های نسبتاً بی حرکت فسفات فراهم می نماید، این موضوع به دلیل نفوذ میسلیوم قارچ به ناحیه ای فراتر از منطقه تخلیه فسفات خاک است (Sanders and Tinker, 1971; Koide, 1991; George *et al.*, 1997; Smith and Read, 1995). در مقابل، قارچ کربن (C) از گیاه میزبان دریافت می کنند. از مزایای دیگری که به میزبان می رسد و شناسایی شده اند، عبارتند از: افزایش مقاومت محصول به تغذیه حشرات (Gange and West, 1994). بهبود مقاومت به خشکی (Auge *et al.*, 1994). افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری زای خاک (Newsham *et al.*, 1995; Lingua *et al.*, 2002; Pozo *et al.*, 2002). تحمل افزایش شوری و فلزات سنگین (Feng *et al.*, 2002).

## 2. Arbuscular Mycorrhiza

(Ortas, 1996) معتقد است که استفاده از قارچ میکوریزا سرعت رشد گیاه را افزایش داده و بر تخصیص و انتقال مواد بین ریشه و ساقه اثر می گذارد، به طوری که با جذب بیشتر عناصر غذایی و انتقال آنها، افزایش وزن خشک اندام های هوایی را موجب می شوند. این افزایش عملکرد ممکن است به دلیل افزایش سطح جذب ریشه ها باشد، که از طریق نفوذ میسلیوم قارچ در خاک و برای دسترسی گیاهان زراعی به حجم بیشتری از خاک باشد (Clark and Zeto, 2002). همچنین باعث افزایش مقاومت به تنش خشکی در گیاهان، و نیز باعث بهبود رشد گیاهان در خاکهای فشرده می شود، از این رو می تواند با تنظیم ساختار خاک، خاک های فشرده را بهبود بخشد (Miransari *et al.*, 2004; Rillig and Mummey, 2006). این قارچ با جذب P و سایر عناصر متحرک مثل Cu و Zn در ذرت، سویا و سورگوم سبب افزایش رشد این گیاهان می شود (Jahson *et al.*, 2004). برخی از عملیات زراعی از قبیل مصرف بی رویه کودهای شیمیایی، قارچ کش ها و آفت کش ها اثر منفی بر حیات و گسترش این قارچ ها دارند. به این جهت می توان گفت که اکثر سیستمهای کشاورزی فشرده از مزایای این همزیستی محروم هستند. از آنجا که روش های مکانیکی کارآمد و مقرون به صرفه نیست، استفاده از روشهای بیولوژیکی برای کاهش فشردگی خاک، که ضمن سازگاری با محیط زیست از لحاظ اقتصادی هم مفید می باشد، منجر به ایجاد یک سیستم کشاورزی پایدار می شود (Bouwman and Arts, 2000; Passioura, 2002; Miransari *et al.*, 2004). همچنین این قارچ با توجه به قابل جذب کردن عناصری که باعث مسمومیت خاک و بالا بردن EC در خاک و جلوگیری از جذب آنها و عناصر دیگر می شود، نیز کمک شایان ذکری می کند (Pardo *et al.*, 2000). تنوع در توانایی انتقال فسفر و راندمان همزیستی نه تنها بین گونه قارچ میکوریزا آربوسکولار AMF<sup>1</sup> بلکه در میان گونه های دیگر نیز می تواند رخ دهد (Lerat *et al.*, 2003; Munkvold *et al.*, 2003).

## 1. Arbuscular Mycorrhizal Fungi

(Mohammad *et al.*, 2003). علاوه بر این باعث افزایش جذب عناصر پر مصرف دیگری غیر از فسفر، شامل نیتروژن، پتاسیم و منیزیم نیز می شود (Hodge *et al.*, 2001). اگرچه این قارچ می تواند مزایای چندگانه دیگری را به گیاه میزبان ارائه نماید، در برخی موارد می تواند باعث کاهش رشد شود (Lerat *et al.*, 2003). قارچ مایکوریزا آربوسکولار نیز ممکن است از منابع گیاهی جذب نیتروژن را افزایش دهد (Hodge *et al.*, 2001). هر چند مطالعات بیشتری مورد نیاز است که به طور کامل درک مکانیسم های این فرایند را روشن نماید (Read and Perez-Moreno, 2003).

## مواد و روش ها

این تحقیق در تابستان سال ۱۳۸۹، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان واقع در شهر زهک با موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۴۸۳ متر از سطح دریا انجام شد. متوسط بارندگی سالیانه این ناحیه ۵۳ میلی متر و آب و هوای آن بر اساس تقسیم بندی آمبرژه گرم و خشک می باشد. حداکثر درجه حرارت مطلق آن ۴۷ درجه سانتیگراد و حداقل آن ۷- درجه سانتیگراد است. متوسط درجه حرارت فصل گرم ۳۴ درجه سانتیگراد و متوسط دمای فصل سرد ۸ درجه سانتیگراد و متوسط سالیانه آن ۲۴ درجه سانتیگراد می باشد. تعداد روزهای آفتابی بیش از ۲۹۰ روز در سال گزارش شده که حداکثر تابش آفتاب به میزان ۱۴ ساعت در روز در خرداد ماه و حداقل تابش روزانه نیز ۱۰/۴ ساعت در روز در دی ماه می باشد. بافت خاک مزرعه مورد نظر لومی شنی بود. به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کاشت، اقدام به نمونه برداری خاک از عمق ۰-۳۰ سانتیمتر از نقاط مختلف مزرعه گردید. این نتایج در (جدول ۱) نشان داده شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک

های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گردید، قارچ مایکوریزا از گونه *Glomus mossea* در دو سطح بدون تلقیح ( $M_1$ ) و تلقیح ( $M_2$ ) و ارقام ذرت دانه ای در چهار سطح SC770 و Tisa و SC7020 و SC704 انتخاب شدند. قارچ مایکوریزا در زمان کاشت در کنار خط کشت ذرت دانه ای به فاصله ۳-۲ سانتیمتر، در کرت های مورد نظر اضافه گردید. تعداد خطوط در هر کرت ۵ ردیف به طول ۴ متر، فاصله بین هر ردیف ۶۰ سانتیمتر و فاصله بوته ها روی ردیف ۱۵ سانتیمتر بود. قبل از کاشت کودهای شیمیایی اوره و سولفات پتاسیم و فسفات آمونیوم به ترتیب معادل ۱۸۰ و ۱۲۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به زمین اضافه گردید. در این آزمایش صفات مورفولوژیک نظیر ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ، طول برگ پرچمی، عرض برگ پرچمی، تعداد دانه در بلال، وزن ۱۰۰ دانه و درصد پروتئین دانه ها اندازه گیری گردید. برای تجزیه آماری داده ها از نرم افزارهای MSTATC و Spss و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید. همچنین مقایسه میانگین داده ها به روش دانکن انجام پذیرفت.

## نتایج و بحث

### ارتفاع بوته

در این مطالعه، کاربرد قارچ مایکوریزا باعث اثر معنی داری در سطح ۱٪ بر روی ارتفاع ذرت گردید. همچنین ارقام ذرت در سطح ۵٪ آماری تحت تاثیر مایکوریزا دچار تغییر در ارتفاع بوته شدند (جدول ۲) بطوری که مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان می دهد که کاربرد مایکوریزا باعث ایجاد بیشترین ارتفاع (۱۶۶،۴۰۶) سانتی متر در ذرت دانه ای گردید. (نمودار ۱) مقایسه میانگین ارتفاع بوته های ذرت نشان می دهد که بیشترین ارتفاع مربوط به رقم اول (SC770) و کمترین ارتفاع مربوط به رقم سوم (SC7020) می باشد (نمودار ۲) مقایسه میانگین ها نشان می دهد که استفاده از مایکوریزا در همه ارقام باعث

برگ و رقم SC7020 دارای کمترین برگ بودند (نمودار ۵).

#### طول برگ پرچم

در این آزمایش اثر کاربرد مایکوریزا بر طول برگ پرچمی معنی دار گردید ولی برای اثر متقابل رقم و مایکوریزا اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲). افزایش طول برگ در اثر کاربرد مایکوریزا در گیاهان مختلف از جمله سورگوم هم توسط محققین دیگر از جمله تالوکار و جرمیدا (۱۹۹۵)، پانوار (۱۹۹۳) و اوچالا و جارل (۱۹۸۳) گزارش شده است.

در این آزمایش رقم SC704 بیشترین و رقم SC7020 کمترین طول برگ پرچم را داشتند (نمودار ۶). همچنین کاربرد مایکوریزا سبب افزایش طول برگ پرچم نسبت به عدم استفاده از آن شد (نمودار ۷).

#### عرض برگ پرچم

بر اساس نتایج (جدول ۲) اثر کاربرد مایکوریزا و ارقام مورد مطالعه بر روی عرض برگ پرچم معنی دار گردید (نمودار ۹) و همچنین اثر متقابل ارقام سورگوم با سویه‌های مایکوریزا اختلاف آماری معنی داری از نظر تاثیر بر این صفت نشان نداد. به نظر می رسد با توجه به اینکه ارقام ذرت از نوع دانه ای بوده اند سهم بیشتری از اسمیلات تولیدی خود را به خوشه ها و اندام های زایشی منتقل می کند. بر اساس، نتایج رقم SC704 دارای بیشترین عرض برگ در بین ارقام مورد آزمایش بود (نمودار ۸).

#### تعداد دانه در بلال

همانطور که در جدول تجزیه واریانس مشاهده می شود، (جدول ۲) اثر فاکتورهای اصلی ارقام ذرت دانه ای، کاربرد مایکوریزا بر تعداد دانه در بلال در بوته معنی دار گردید، همچنین اثرات متقابل رقم و مایکوریزا بر تعداد دانه در بلال در بوته مورد مطالعه قرار گرفت که اختلاف معنی داری از نظر تاثیر بر این صفت مشاهده نشد.

افزایش ارتفاع نسبت به تیمار عدم استفاده از مایکوریزا می گردد (نمودار ۳).

بطور کلی کاربرد قارچ مایکوریزا سبب افزایش ارتفاع گیاه نسبت به تیمار عدم استفاده از مایکوریزا شده است، اساسا ارتفاع گیاه علاوه بر وابسته بودن به شرایط ژنتیکی، به عوامل محیطی نیز وابسته است (Samra, 1997).

نتایج این تحقیق با گزارشات دیگر در این زمینه مشابه است از جمله گزارشات متعددی وجود دارد که نشان می دهد در اثر بکارگیری مایکوریزا ارتفاع گیاه نسبت به شاهد افزایش یافته است (هاشمی دزفولی، ۱۳۷۷، Ahiabor, 1994; Akanbi, 2008). با توجه به اینکه ارتفاع گیاه تا حدودی تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می گیرد (Samra, 1997) احتمالا این قارچ از طریق افزایش سطح تماس ریشه ای با محیط اطراف آن باعث بالارفتن جذب آب و عناصر غذایی توسط ریشه شده خود منجر به افزایش رشد رویشی در گیاه می شود (Hayman, 1982; Wang, 1989; Hetrich, 1990; Lewis, 1990; Neeraj, 1991; Jindal, 1993; Ryan, 1994; Schmidt, 1995).

#### قطر ساقه

در این آزمایش قطر ساقه ارقام ذرت دانه ایی دارای اختلاف معنی داری بودند، و تیمار کاربرد مایکوریزا اثر معنی داری را بر قطر ساقه ارقام ذرت برجای نگذاشت (جدول ۲). در این آزمایش بیشترین قطر ساقه در رقم SC704 مشاهده شد (نمودار ۴).

#### تعداد برگ

در این آزمایش مشاهده شد که استفاده از قارچ مایکوریزا تاثیری بر تعداد برگ در ارقام مختلف نداشته است همچنین اثرات متقابل رقم و مایکوریزا نیز غیر معنی دار بوده است، اما بین ارقام مورد استفاده در این مطالعه تفاوت های آماری در سطح ۵٪ از نظر تعداد برگ در بوته وجود داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین ارقام از نظر تعداد برگ گویای این مطلب است که رقم SC770 دارای بیشترین

با انجام مقایسه میانگین مشخص شد که بیشترین تعداد دانه در بلال مربوط به رقم SC704 و کمترین تعداد دانه در بلال مربوط به رقم SC7020 بود (نمودار ۱۰). و از نظر تاثیر کاربرد میکوریزا بر تعداد دانه در بلال در بوته استفاده از آن بیشترین تاثیر را دارد (نمودار ۱۱).

#### وزن ۱۰۰ دانه

همان طور که مشاهده می شود (جدول ۲)، وزن ۱۰۰ دانه در ارقام مورد مطالعه و تیمارهای میکوریزا متفاوت بود، این در حالی است که اثر متقابل رقم و میکوریزا بر وزن ۱۰۰ دانه معنی دار نگردید. مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین وزن ۱۰۰ دانه مربوط به رقم SC770 و Tisa بود (نمودار ۱۲)، همچنین کاربرد میکوریزا بیشترین تاثیر را بر وزن ۱۰۰ دانه ارقام ذرت دانه ای داشت (نمودار ۱۳). در این زمینه گزارشات دیگری حاکی از آن است که در غلات مختلف، همزیستی با میکوریزا باعث افزایش وزن ۱۰۰ دانه می شود. (اردکانی، ۱۳۷۸. شیرانی راد، ۱۳۷۷ و پانوار، ۱۹۹۲).

#### درصد پروتئین دانه ها

نتایج آزمایش حاکی است که اثر میکوریزا بر درصد پروتئین دانه ها در سطح ۱٪ معنی دار گردید (جدول ۲ و نمودار ۱۵). همچنین ارقام مختلف دانه ها از نظر درصد پروتئین دانه ها با هم تفاوت معنی دار داشته اند. در این آزمایش اثر متقابل رقم و میکوریزا بر درصد پروتئین دانه ها معنی دار گردید (نمودار ۱۶). مقایسه میانگین انجام شده طبق (جدول ۳) برای ارقام نشان داد که ارقام Tisa و SC770 به ترتیب با ۱۵,۰۹۳ و ۱۵,۰۷۶ درصد دارای بالاترین درصد پروتئین در بین ارقام کشت شده بودند (نمودار ۱۴).

جدول ۱- ویژگیهای خاک محل آزمایش

pH	EC (DS/M)	شن (%)	رس (%)	سیلت (%)	نیترژن کل (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	کربن آلی (%)
۷/۶	۲/۱	۵۵	۱۴	۱۳	۰/۰۳	۳/۵	۱۱۰	۰/۲

جدول ۲ - تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مورد بررسی ارقام ذرت دانه ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد برگ	طول برگ	عرض برگ	تعداد دانه در بلال در بوته	وزن ۱۰۰ دانه	درصد پروتئین
بلوک	۳	۲۸,۸۴۱ <sup>n.s</sup>	۰,۰۵۷ <sup>n.s</sup>	۰,۵۸۳ <sup>n.s</sup>	۱۷,۱۱۹ <sup>**</sup>	۰,۳۷۴ <sup>n.s</sup>	۹۲۳۰,۶۹۸ <sup>*</sup>	۱۲,۹۶۴ <sup>*</sup>	۰,۴۲۶ <sup>n.s</sup>
رقم	۳	۲۴۴۴,۷۰۷ <sup>**</sup>	۰,۲۵۷ <sup>**</sup>	۰,۸۳۳ <sup>*</sup>	۲۵۰,۹۴۱ <sup>**</sup>	۱,۸۵۱ <sup>**</sup>	۲۷۱۹۷,۶۹۸ <sup>**</sup>	۱۱,۶۴۱ <sup>n.s</sup>	۲,۵۹۶ <sup>*</sup>
مایکوریزا	۱	۱۴۷۸,۳۲۰ <sup>**</sup>	۰,۰۳۳ <sup>n.s</sup>	۰,۱۲۵ <sup>n.s</sup>	۱۷,۲۵۸ <sup>*</sup>	۲,۵۳۱ <sup>**</sup>	۲۱۷۸۸,۲۸۱ <sup>**</sup>	۴۷,۷۲۶ <sup>n.s</sup>	۱۵,۹۹۰ <sup>**</sup>
رقم×مایکوریزا	۳	۶۰,۱۷۲ <sup>*</sup>	۰,۰۰۵ <sup>n.s</sup>	۰,۱۲۵ <sup>n.s</sup>	۱,۱۴۲ <sup>n.s</sup>	۰,۵۰۵ <sup>n.s</sup>	۴۴۸۱,۰۳۱ <sup>n.s</sup>	۱۴,۷۶۰ <sup>**</sup>	۲,۶۰۱ <sup>*</sup>
خطا	۲۱	۱۷,۴۹۴	۰,۰۲۲	۰,۲۵۰	۲,۳۰۵	۰,۲۵۳	۲۶۹۷,۷۲۲	۴,۲۲۹	۰,۶۸۵
ضریب تغییرات		۲,۶۲	۷,۱۷	۳,۷۰	۵,۹۴	۱۱,۵۱	۱۲,۱۹	۱۶,۳۷	۵,۶۵

\*\* و \* به ترتیب بیانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۵ و ۰/۱ می باشد و n.s غیر معنی دار می باشد.

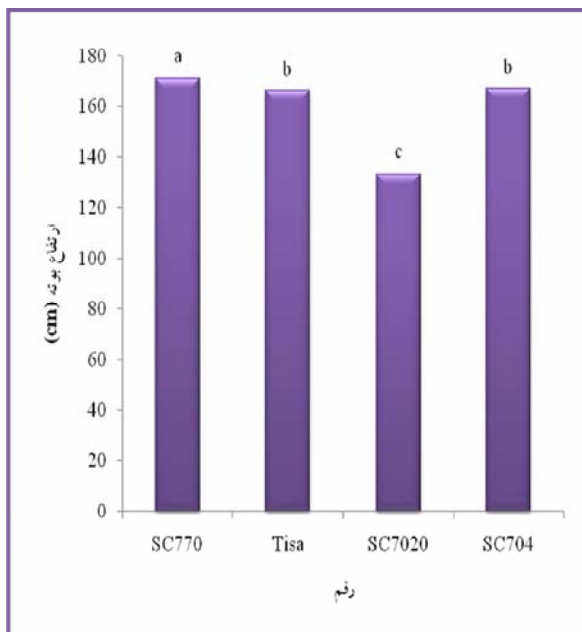
جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف مایکوریزا و رقم و اثرات متقابل آنها

صفات	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد برگ	طول برگ پرچم	عرض برگ پرچم	تعداد دانه در بلال در بوته	وزن ۱۰۰ دانه	درصد پروتئین
رقم								
V <sub>1</sub>	۱۷۱,۴۰۰a	۱,۹۴۷b	۱۳,۸۷۵a	۲۵,۸۶۳b	۴,۱۱۳b	۴۴۴,۸۷۵ab	۳۵,۷۵۰a	۱۵,۰۷۶a
V <sub>2</sub>	۱۶۶,۴۲۵b	۲,۰۳۹b	۱۳,۳۷۵ab	۲۳,۱۶۳c	۴,۰۸۸b	۴۱۰,۸۷۵b	۳۴,۶۲۵a	۱۵,۰۹۳a
V <sub>3</sub>	۱۳۳,۶۰۰c	۱,۹۴۰b	۱۳,۱۲۵b	۲۰,۰۷۵d	۴,۱۸۷b	۳۵۵,۰۰۰c	۳۰,۳۷۵b	۱۳,۸۸۴b
V <sub>4</sub>	۱۶۷,۰۱۲b	۲,۳۲۲a	۱۳,۶۲۵ab	۳۳,۱۸۷a	۵,۰۸۸a	۴۹۳,۶۲۵a	۲۳,۷۵۰c	۱۴,۵۵۵ab
مایکوریزا								
M <sub>1</sub>	۱۵۲,۸۱۳b	۲,۰۹۴a	۱۳,۴۳۸a	۲۴,۸۳۸a	۴,۰۸۸b	۴۰۰,۰۰۰b	۲۹,۴۳۸b	۱۳,۹۴۵b
M <sub>2</sub>	۱۶۶,۴۰۶a	۲,۰۳۰a	۱۳,۵۶۳a	۲۶,۶۰۳a	۴,۶۵۰a	۴۵۲,۱۸۸a	۳۲,۸۱۳a	۱۵,۳۵۹a
رقم × مایکوریزا								
V <sub>1</sub> M <sub>1</sub>	۱۶۲,۹۰۰c	۲,۰۱۰a	۱۳,۷۵۰a	۲۶,۶۷۵a	۳,۷۰۰a	۴۰۲,۷۵۰a	۳۴,۵۰۰a	۱۳,۸۱۰cd
V <sub>1</sub> M <sub>2</sub>	۱۷۹,۹۰۰a	۱,۸۵۵a	۱۴,۰۰۰a	۲۵,۰۵۰a	۴,۵۲۵a	۴۸۷,۰۰۰a	۳۷,۰۰۰a	۱۶,۳۴۲a
V <sub>2</sub> M <sub>1</sub>	۱۶۲,۶۲۵c	۲,۰۵۵a	۱۳,۵۰۰a	۲۳,۶۰۰a	۳,۸۷۵a	۳۸۴,۰۰۰a	۳۴,۰۰۰a	۱۴,۴۱۰c
V <sub>2</sub> M <sub>2</sub>	۱۷۰,۲۲۵b	۲,۰۲۲a	۱۳,۲۵۰a	۲۲,۷۲۵a	۴,۳۰۰a	۴۳۷,۷۵۰a	۳۵,۲۵۰a	۱۵,۷۷۵ab
V <sub>3</sub> M <sub>1</sub>	۱۲۸,۳۷۵e	۱,۹۸۰a	۱۳,۰۰۰a	۲۰,۵۲۵a	۳,۶۵۰a	۳۱۲,۰۰۰a	۲۷,۷۵۰a	۱۲,۹۳۵d
V <sub>3</sub> M <sub>2</sub>	۱۳۸,۸۲۵d	۱,۹۰۰a	۱۳,۲۵۰a	۱۹,۶۲۵a	۴,۷۲۵a	۳۹۸,۰۰۰a	۳۳,۰۰۰a	۱۴,۸۳۲bc
V <sub>4</sub> M <sub>1</sub>	۱۵۷,۳۵۰c	۲,۳۳۲a	۱۳,۵۰۰a	۳۴,۴۲۵a	۵,۱۲۵a	۵۰۱,۲۵۰a	۲۱,۵۰۰a	۱۴,۶۲۵bc
V <sub>4</sub> M <sub>2</sub>	۱۷۶,۶۷۵a	۲,۳۱۲a	۱۳,۷۵۰a	۳۱,۹۵۰a	۵,۰۵۰a	۴۸۶,۰۰۰a	۲۶,۰۰۰a	۱۴,۴۸۵c

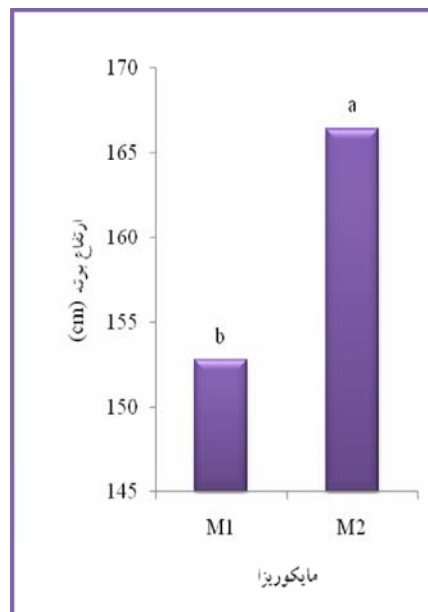
\*حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD تفاوت آماری معنی داری در سطح ۵٪ دارند.

V<sub>1</sub>=SC770 , V<sub>2</sub>=Tisa , V<sub>3</sub>=7020 , V<sub>4</sub>=704

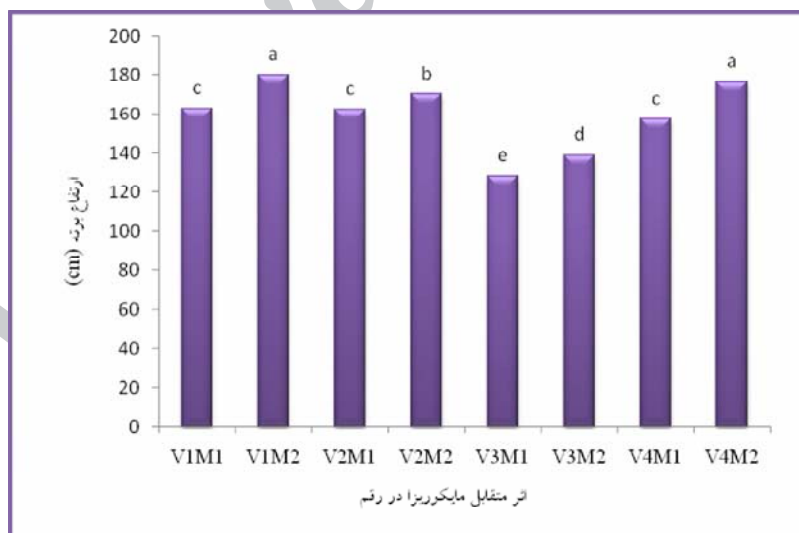
M<sub>1</sub>= no inoculation mycorrhiza, M<sub>2</sub>= inoculation mycorrhiza



نمودار ۲ - ارتفاع ارقام ذرت دانه ای

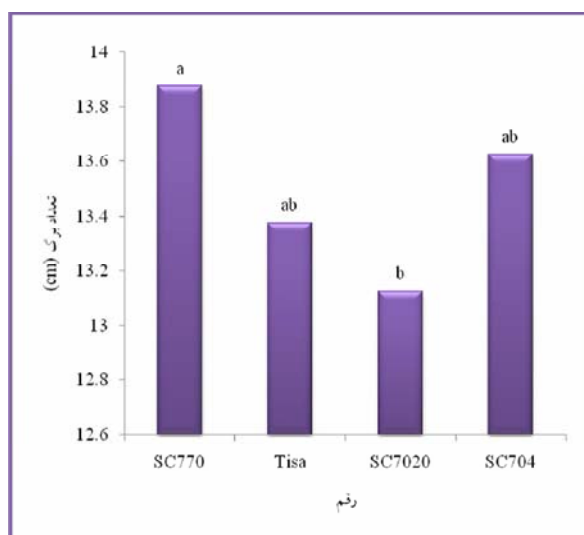


نمودار ۱ - اثر سطوح مختلف مایکوریزا بر ارتفاع ارقام ذرت دانه ای

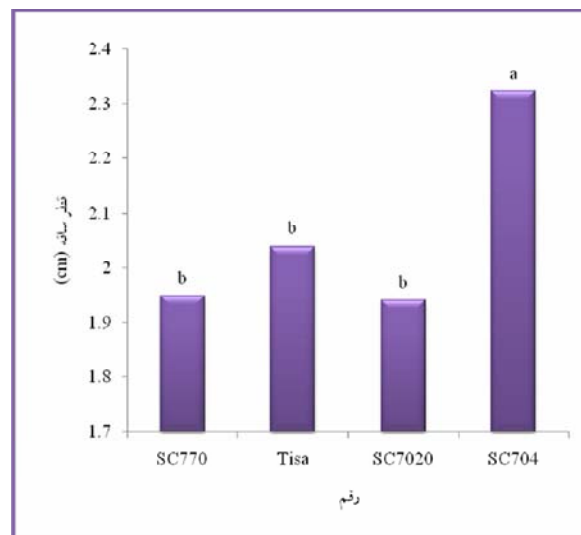


نمودار ۳ - مقایسه میانگین اثر تیمارهای مایکوریزا بر ارتفاع ارقام ذرت دانه ای

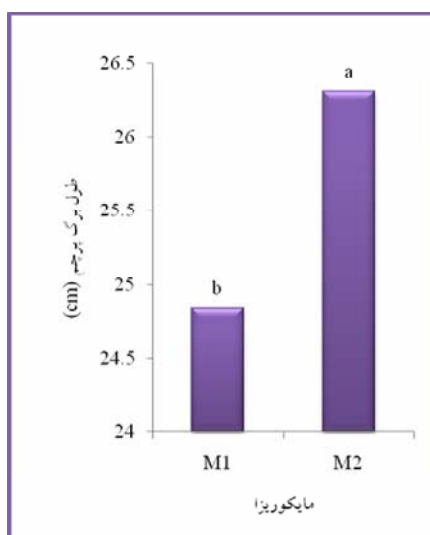




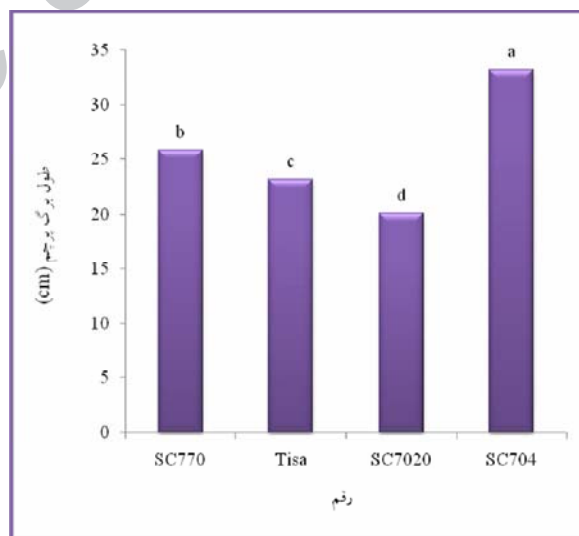
نمودار ۵- تعداد برگ در ارقام ذرت دانه‌ای



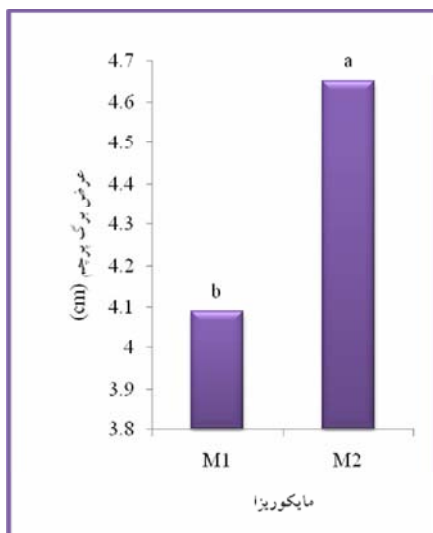
نمودار ۴- قطر ساقه در ارقام ذرت دانه‌ای



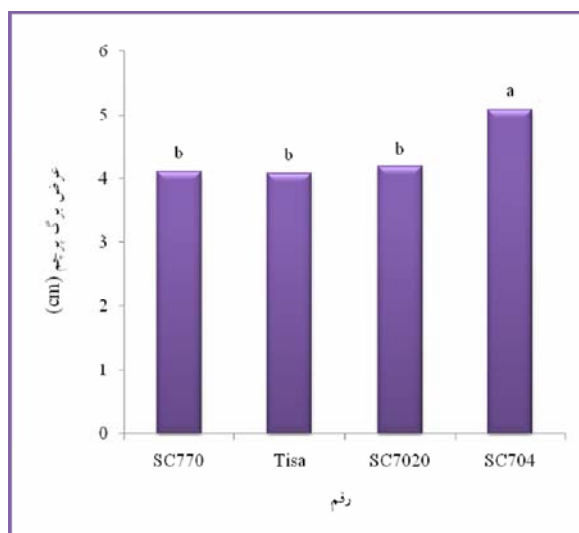
نمودار ۷- اثرات مایکوریزا بر طول برگ پرچم ارقام ذرت دانه‌ای



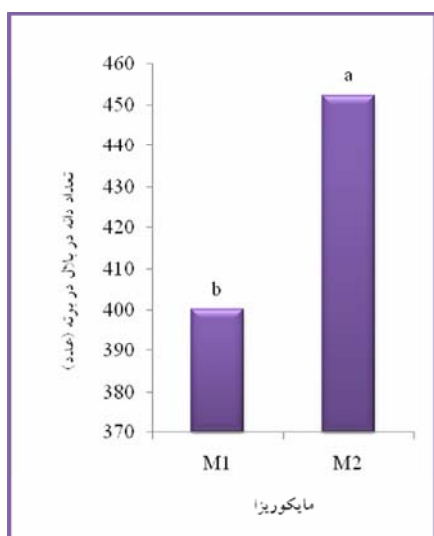
نمودار ۶- طول برگ پرچم در ارقام ذرت دانه‌ای



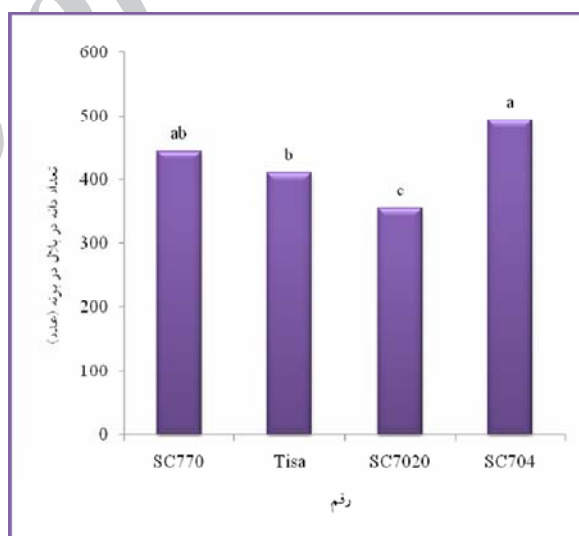
نمودار ۹- اثرات میکوریزا بر عرض برگ پرچم ارقام ذرت دانه ای



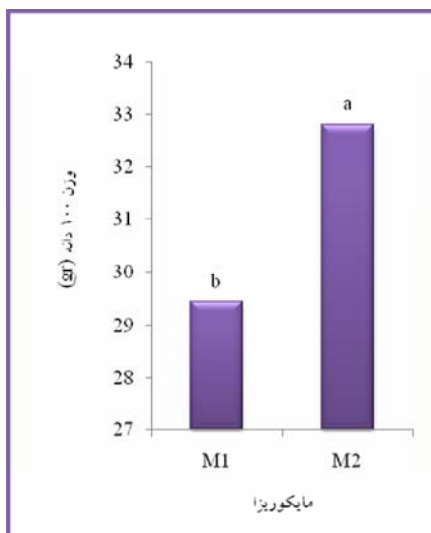
نمودار ۸- عرض برگ پرچم در ارقام ذرت دانه ای



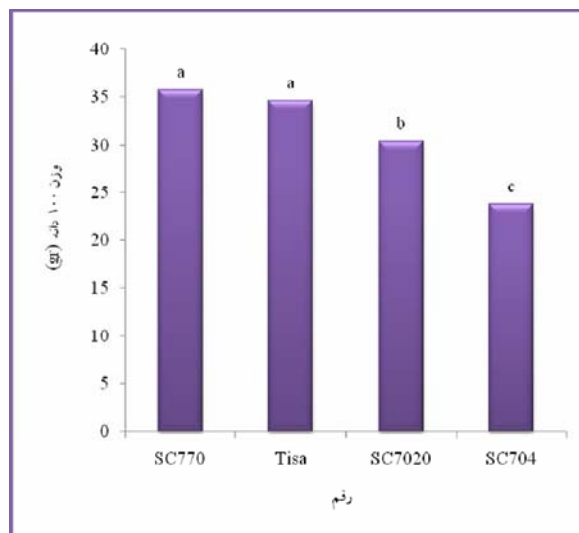
نمودار ۱۱- اثرات کاربرد میکوریزا بر تعداد دانه در بال ارقام ذرت دانه ای



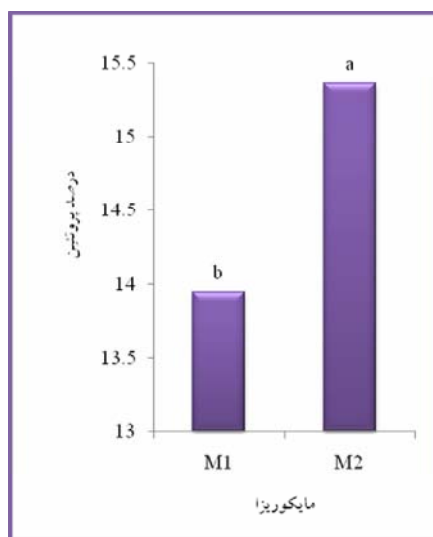
نمودار ۱۰- تعداد دانه در بال در ارقام ذرت دانه ای



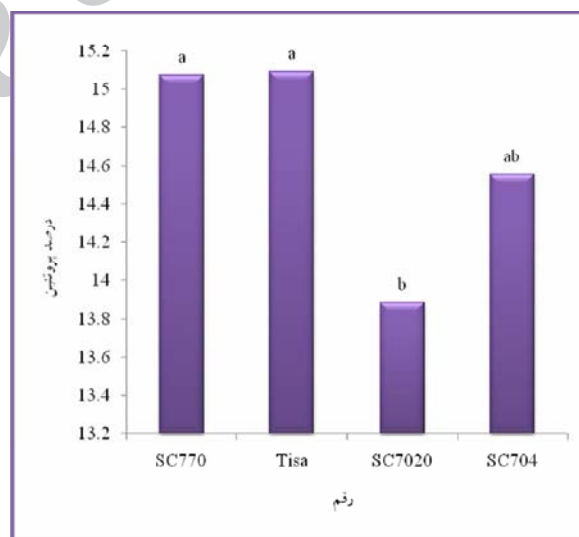
نمودار ۱۳- اثر کاربرد مایکوریزا بر وزن ۱۰۰ دانه ارقام ذرت دانه‌ای



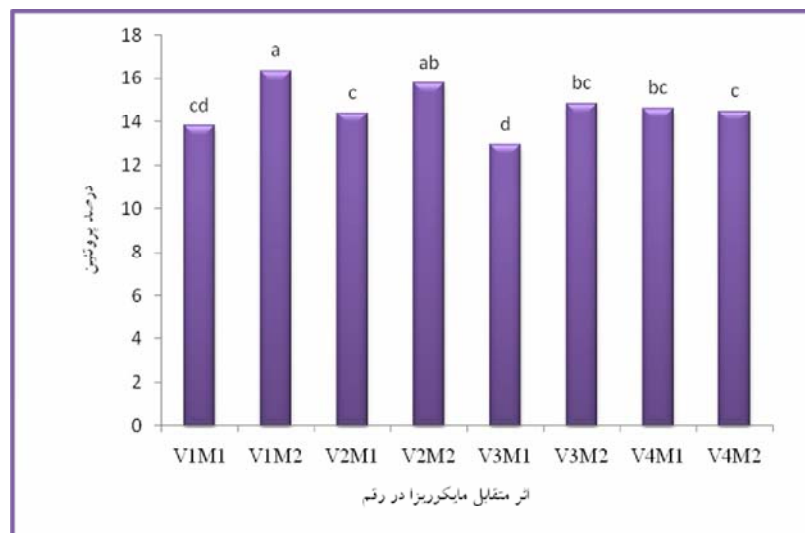
نمودار ۱۲- وزن ۱۰۰ دانه در ارقام ذرت دانه‌ای



نمودار ۱۵- اثر کاربرد مایکوریزا بر درصد پروتئین ارقام ذرت دانه‌ای



نمودار ۱۴- درصد پروتئین در ارقام ذرت دانه‌ای



نمودار ۱۶- اثر متقابل تیمارهای میکوریزا بر درصد پروتئین ارقام ذرت دانه ای

#### فهرست منابع

1. Ahiabor, D.B. and H. Hirata. 1994. Characteristic response of three tropical Legumes to the inoculation of two species of VAM Fungi in andosol soils with different fertilizers mycorrhizae functioning. Chapman and Hill Press 6: 435-449.
2. Akanbi, J.C. and F.M. Owoade. 2008. Mycorrhiza fungi Distribution in six different soil types of south western Nigeria. Journal of Agronomy 2:52-55.
3. Ardakani, M. R. 2000. Effectiveness of biological fertilizers in agriculture, sustainable crop. PhD thesis, Islamic Azad University, Science and Research Tehran Branch.
4. Atul-Nayyar, A., Hamel, C., Hanson, K. and J. Germida. 2009. The arbuscular mycorrhizal symbiosis links N mineralization to plant demand. Mycorrhiza 19, 239-246.
5. Auge, R.M., Duan, X., Ebel, R.C. and A.J.W. Stodola. 1994. Nonhydraulic signalling of soil drying in mycorrhizal maize. Planta 193, 74-82.
6. Bouwman, L.A. and W.B.M. Arts. 2000. Effects of soil compaction on the relationships between nematodes, grass production and soil physical properties. Applied Soil Ecology 14, 213-222.
7. Clark, R.B. and S.K. Zeto. 2002. Arbuscular Mycorrhiza: Mineral Nutrient and Water Acquisition. In: Sharma, A.K., Johri, B.N. (Eds.), Arbuscular Mycorrhiza, Interactions in Plants, Rhizosphere and Soils. Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd, New Dehli, pp. 159-188.
8. Feng, G., Zhang, F.S., Li, X.L., Tian, C.Y., Tang, C. and Z. Rengel. 2002. Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza is related to higher accumulation of soluble sugars in roots. Mycorrhiza 12, 185-190.
9. Finlay, R.D. 2008. Ecological aspects of mycorrhizal symbiosis: with special emphasis on the functional diversity of interactions involving the extraradical mycelium. Journal of Experimental Botany 59, 1115-1126.
10. Gange, A.C. and H.M. West. 1994. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and foliar-feeding insects in *Plantago lanceolata* L. New Phytol. 128, 79-87.

11. Gao.L.L., Delp.C. and S.E. Smith. 2001. colonization patterns in a mycorrhiza – defective mutant tomato vary with different arbuscular mycorrhizal fungi – *New phytologist*. 151, 477-491.
12. Gavito, M.E. and P.A. Olsson. 2003. Allocation of plant carbon to foraging and storage in arbuscular mycorrhizal fungi. *FEMS Microbiology Ecology* 45, 181-187.
13. George, E., Marschner, H. and I. Jakobsen. 1995. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in uptake of phosphorus and nitrogen from soil. *Crit. Rev. Biotech.* 15, 257–270.
14. Gholami, A., and A. Kochaki. 2002. *Mycorrhiza in sustainable agriculture*. Shahrod University Publications. P. 212.
15. Grace, E.J., Cotsaftis, O., Tester, M., Smith, F.A. and SE, Smith. 2009. Arbuscular mycorrhizal inhibition of growth in barley cannot be attributed to extent of colonization, fungal phosphorus uptake or effects on expression of plant phosphate transporter genes. *New Phytologist* 181: 938–949.
16. Hamel, C. 2007. Extraradical arbuscular mycorrhizal mycelia: shadowing figures in soil. In: Hamel, C., Plenchette, C. (Eds.), *Mycorrhizae and Crop Productivity*. Haworth Press, New York, pp. 1-36.
17. Hashemi Dezfuli, A., Kochaki, A. and M. Banayan aval. 1999. *Crop yield*. Ferdowsi University of Mashhad Publications. P. 394.
18. Hayman, D.S. 1982. Influence of soils and fertility on activity and survival of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi *phytopathology*. 72 (8). 1119-1123.
19. Hetrich, B.A.D.D.G. Kitt and G.T. Wilson. 1990. The influence of phosphorus fertilization, drought, fungal species and non steril soil on mycorrhizal growth responses in tallgrass prairie plants. *Can.j. Bot.* 69, 1199-1203.
20. Jansa, J., Smith, F.A. and SE, Smith. 2008. Are there benefits of simultaneous root colonization by different arbuscular mycorrhizal fungi? *New Phytologist* 177, 779–789.
21. Jindal, V. and .A. Atawal. 1993. Effect of vesicular arbuscular mycorrhizae on metabolism of moong plant under NaCl salinity. *Plant physiol and Biochem.* 31, 475-481.
22. Johansson, J.F., Paul, L.R. and R.D, Finlay. 2004. Microbial interactions in the mycorrhizosphere and their significance for sustainable agriculture. *FEMS Microbiology Ecology* 48, 1–13.
23. Koch, AM., Croll, D. and IR, Sanders. 2006. Genetic variability in a population of arbuscular mycorrhizal fungi causes variation in plant growth. *Ecology Letters* 9, 103–110.
24. Koide, R. 1991. Nutrient supply, nutrient demand and plant-response to mycorrhizal infection. *New Phytol.* 117, 365–386.
25. Larsen, J., Ravnskov, S. and I, Jakobsen. 2003. Combined effects of an AM fungus and BCA bacteria against the root pathogen *Pythium ultimum* in soil. *Folia Geobotanica* 38, 145-154.
26. Larsen, J., Ravnskov, S. and J.N, Sørensen. 2007. Capturing the benefit of mycorrhiza in horticulture. In: Hamel, C., Plenchette, C. (Eds.), *Mycorrhizae and Crop Productivity*. Haworth Press, New York, pp. 123-150.
27. Lerat, S., Lapointe, L., Piche, Y. and H, Vierheilig. 2003. Variable carbonsink strength of different *Glomus mosseae* strains colonizing barley roots. *Canadian Journal of Botany* 81, 886–889.
28. Lewis,j.D. Koide,Rot. 1990. phosphorus supply, mucorrhizal infection and plant off spring vigour. *Functional Ecology* 4, 695-702.
29. Li, H., Smith, F.A., Dickson, S., Holloway, RE. and SE, Smith. 2008. Plant growth depressions in arbuscular mycorrhizal symbioses: not just caused by carbon drain? *New Phytologist* 178, 852–862.
30. Lingua, G., D’Agostino, G., Massa, N., Antosiano, M. and G, Berta. 2002. Mycorrhiza-induced differential response to a yellows disease in tomato. *Mycorrhiza* 12, 191–198.

31. Majidian, M., Ghadiri, H. and A. A. Kamkar. 2003. Effect of nitrogen and moisture stress at different growth stages on yield and yield components and water use efficiency in corn . 7<sup>th</sup> Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding. P. 601.
32. Malakouti, M.J., Smith, D. and F, Rejali. 2004. Using mycorrhiza to reduce the stressful effects of soil compaction on corn (*Zea mays* L.) growth. In: Proceedings of the Fourth Iran and Russia Conference.
33. Mohammad, M.J., Malkawi, H.I. and R, Shibli. 2003. Effects of mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on growth and nutrient uptake of barley grown on soils with different levels of salts. *J. Plant Nutr.* 26, 125-137.
34. Munkvold, L., Kjoller, R., Vestberg, M., Rosendahl, S. and I, Jakobsen. 2004. High functional diversity within species of arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist* 164, 357-364.
35. Neeraj.S.A, mathew.j. and varma A.K. 1991. occurrence of VAM with in the Indian semiarid soils. *Bio. Fertil.Soils* 11, 140-144.
36. Newsham, K.K., Fitter, A.H. and A.R, Watkinson. 1995. Multi-functionality and biodiversity in arbuscular mycorrhizas. *Trends Ecol. Evol.* 10, 407-411.
37. Ojala, j.C. and W.M. jarrell. 1983. Hydroponic sand culture systems for mycorrhizal research. *Plant and soil* 57 (2-3), 297-303.
38. Ortas. I. 1996. The influence of use of different rates of mycorrhizal inoculum on root infection, plant growth, and phosphorus uptake. *Commun. Soil. Sci. Plant. Anal.* 27, 2935-2946.
39. Panwar, j.D. 1993. Effect of VAM and azspirillum inoculation on metabolic chande and grain yield of wheat under moisture stress condition . *Indian journal of physiology.* 35, 157-161.
40. Pardo, A., Amato, M. and F.Q, Chiaranda. 2000. Relationship between soil structure, root distribution and water uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Plant growth and water distribution. European Journal of Agronomy* 13, 39-45.
41. Passioura, J.B. 2002. Soil conditions and plant growth. *Plant, Cell and Environment* 25, 311-318.
42. Pozo, M.J., Cordier, C., Dumas-Gaudot, E., Gianinazzi, S., Barea, J.M. and C, Azco'n-Aguilar. 2002. Localized versus systemic effect of arbuscular mycorrhizal fungi on defence responses to *Phytophthora* infection in tomato plants. *J. Exp. Bot.* 53, 525-534.
43. Ravnskov, S., Jensen, B., Khudsen, I.M.B., Bødker, L., Jensen, D.F., Karlinski, L. and J, Larsen. 2006. Soil inoculation with the biocontrol agent *Clonostachys rosea* and the mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* results in mutual inhibition, plant growth promotion and alteration of soil microbial communities. *Soil Biology & Biochemistry* 38, 3453-3462.
44. Rillig, M.C. and D.L, Mummey. 2006. Mycorrhizas and soil structure. *New Phytologist* 171, 41-53.
45. Rillig, M.C., Wright, S.F. and V, Eviner. 2002. The role of arbuscular mycorrhizal fungi and glomalin in soil aggregation: comparing effects of five plant species. *Plant and Soil* 238, 325-333.
46. Ryan,M.H. G.A. Chilvers and .D.C. Dumaresq. 1994. Colonisation of wheat by Vamycorrhizal fungi was found to be higher on a farm managed in an organic manner than on a conventional. *Plant and soil* 166, 33-40.
47. Samra.A. Dumas. Gaudot.E. and Gianinazzi.S. 1997. Detection of symbiosos related polypeptides during the early stages of the establishment of arbuscular mycorrhiza between *Glomus mosseae*. And *pisum sativum* roots. *Netphytol.* 135, 711-722.
48. Sanders, F.E. and P.B, Tinker. 1971. Mechanism of absorption of phosphate from soil by *Endogone* mycorrhizas. *Nature* 233, 278-279.
49. Schmidt,K. 1995. Mycorrhizae. IFOAM. Ecology and farming. 22-23.

50. Smith, S.E. and D.J, Read. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, London.
51. Treseder, K.K. and M.F, Allen. 2000. Mycorrhizal fungi have a potential role in soil carbon storage under elevated CO<sub>2</sub> and nitrogen deposition. *New Phytologist* 147, 189–200.
52. Wang, B. and YL, Qui. 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza* 16, 299–363.
53. Wang, G.M., Coleman, D.C., Freckman, D.W., Dyer, M.I., mcnaughton, S.J, acra, M.A. and Goeschl, J.D. 1989. carbon partitioning patterns of mycorrhizal versus non mycorrhizal plants: real time dynamic measurements using Co<sub>2</sub> newphytol. 112, 489-493.

Archive of SID