نشریه زراعت

(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۰۳، تابستان ۱۳۹۳

بررسی اثر مایکوریزا *(Glomus mossea)* بر صفت های زراعی و درصد پروتئین چهار رقم ذرت دانه ای در منطقه سیستان

- **حمیدرضا مبصّر**، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زاهدان، گروه کشاورزی، زاهدان
- **احمد مهربان**، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زاهدان، گروه کشاورزی، زاهدان
- **شیرعلی کوهکن**، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان
- **ابوالقاسم مرادقلی**، دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد زاهدان، گروه کشاورزی، زاهدان(نویسنده مسئول)

تاریخ دریافت: شهریور ماه ۱۳۹۰ **تاریخ پذیرش:** خرداد ماه ۱۳۹۱

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۹۴۰۸۸۴۸

پست الکترونیک نویسنده مسئول: a_moradgholi@yahoo.com

چکیده

برای مطالعه اثر قارچ آربوسکولار مایکوریزا آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار در تابستان سال ۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان زهک اجرا شد. این آزمایش شامل دو تیمار بود؛ 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 S.C (770)، Tisa، S.C (7020) و S.C (704) بودند. نتایج این آزمایش نشان داد که تأثیر کاربرد قارچ آربوسکولار مایکوریزا بر ارتفاع بوته، عرض برگ پرچم، تعداد دانه در بلال در بوته و درصد پروتئین بسیارمعنی دار و بر طول برگ پرچم معنی دار بود. استفاده از این قارچ بر قطر ساقه، تعداد برگ و وزن صددانه تأثیر معنی داری نداشت. بررسی اثر متقابل قارچ آربوسکولار مایکوریزا و ارقام چهارگانه مورد آزمایش بر اختصاصات فیزیولوژیکی مورد مطالعه نشان داد که تأثیر آن بر وزن صددانه ارقام، بسیارمعنی دار و بر ارتفاع بوته و درصد پروتئین، معنی دار بود؛ اما بر قطر ساقه، تعداد برگ، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، تعداد دانه در بلال در بوته تأثیر معنی داری نداشت.

کلمات کلیدی: قارچ مایکوریزا، ذرت دانه ای، صفت های زراعی، درصد پروتئین

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:103 pp: 105-114

Mycorrhiza (Glomus mossea) effects on protein percent and agronomic traits of four varieties of corn in the Sistan region

- *By:H. Mobasser, Islamic Azad University Zahedan Branch*
- *A. Mehraban, Islamic Azad University Zahedan Branch*
- *S. Kohkan, Agricultural and Natural Resources Research Center of Sistan*
- *A. Moradgholi, (Corresponding Author; Tel: 09159408848), M.Sc. of Islamic Azad University Zahedan Branch*

Received: September 2011 **Accepted: June 2012**

For study the effect of arbuscular mycorrhiza fungi a factorial experiment in a randomized complete block design with four replications was carried out in the summer of 1389 at the Agricultural Research Station in city of Zahak. The experiment included two factors; the first factor was inoculated *Glomus mossea* mycorrhiza and no-inoculated one. The second factor was in four varieties of corn: S.C. (770), Tisa, S.C. (7020) and S.C. (704). Results showed that application of arbuscular mycorrhiza fungi on plant height, flag leaf width, number of grains per ear and plant protein had a very significant effect; and flag leaf length had a significant effect. Arbuscular mycorrhiza fungi on the stem diameter, leaf number and 100 seed weight had no significant effect. Interactions of arbuscular mycorrhiza fungi and digits only 100 seed weight had a very significant effect; and plant height and percent protein had a significant effect. But the stem diameter, leaf number, flag leaf length, flag leaf width, number of grains per plant had no significant effect.

Keywords: arbuscular mycorrhiza fungi, corn, agronomic traits, protein

مقدمه

در بیـــن غلات، ذرت دانه ای از لحاظ اهمیت و ســـطح زیرکشـــت در جهان در رتبه ســـوم بعد از گندم و برنج قرار دارد (صیامی، ۱۳۸۸). امروزه ذرت دانه ای در تغذیه مرغ و تولید تخم مرغ به عنوان یک غذای پرانرژی، بالاترین مقام و ارزش را در مقایسه با سایر غلات دارا می باشد (تاج بخش، ۱۳۷۸).

قارچ های مایکوریـــزا از بااهمیت ترین ریزجانـــداران موجود در اغلب خاک های تخریب نشـــده هستند که بر مبنای برخی تخمین های موجود، ریسه آن ها حدود ۷۰ درصد از توده زنده جامعه میکربی خاک ها را تشکیل می دهد. تمامی گیاهان به نحوی دارای یک رابطه هم زیستی مایکوریزائی می باشـــند. چون گیاهان اولین تولیدکنندگان در هر اکوسیستمی هستند، لذا می توان نتیجه گیری کرد که همه موجودات زنده و تمامی اکوسیســـتم ها از باکتری ها گرفته تا انسان و از خاک های مرطوب تا صحراهای خشک به نوعی وابسته به روابط هم زیستی مایکوریزایی می باشند. به عبارت دیگر، هم زیستی مایکوریزا یکی از کاربردی ترین و در عین حال گسترده ترین و مهم ترین رابطه های هم زیســـتی موجود در کره زمین است (Majidian *et al*., 2003; Gholami and Kochaki, 2002; Gao *et al*., 2001; Ardakani, 2000).

یکی از مهم ترین اثرات قارچ های مایکوریزا افزایش عمل کرد گیاهان زراعی به ویژه در خاک هایی با حاصل خیزی پایین است. اورتاس (۱۹۹۶) معتقد اســـت که استفاده از قارچ مایکوریزا سرعت رشد گیاه را افزایش داده و بر تخصیص و انتقال مواد بین ریشـــه و ساقه اثر می گذارد؛ به طوری که با جذب بیش تر عناصر غذایی و انتقال آن ها موجب افزایش وزن خشـــک انـــدام های هوایی می شـــود. این افزایش عمل کرد ممکن اســـت به دلیل افزایش ســـطح جذب ریشـــه ها باشـــد که از طریق نفوذ میسلیوم قارچ در خاک و دسترســـی گیاهان زراعی به حجم بیـــش تری از خاک صورت می گیـــرد (Clark and Zeto, 2002). هم چنین این نفوذ باعث افزایش مقاومت به خشکی و بهبود رشد گیاهان در خاک های فشرده می شود؛ و ساختمان آن ها را اصلاح می نماید (Miransari *et al*., 2007; Rillig and Mummey, 2006).

این قارچ با جذب فسفر و عناصر متحرکی هم چون مس و روی موجب افزایش رشـــد ذرت، سویا و سورگوم می شـــود (Johansson *et al*., 2004). برخی از عملیات زراعی از قبیل مصرف بی رویه کودهای شـــیمیایی، قارچ کش ها و آفت کش ها بر حیات و گســـترش این قـــارچ ها اثر منفی دارند (Passioura, 2002). به این جهت می توان گفت که بیش تر سیســـتم های کشـــاورزی فشرده از مزایای این هم زیستی محروم هستند. ازآنجاکه روش های مکانیکی، کارآمد و مقرون به صرفه نیســـتند، اســـتفاده از روش های زیســـتی (بیولوژیکی) برای کاهش فشـــردگی خاک (که ضمن سازگاری با محیط زیســـت از لحاظ اقتصادی هم مفید می باشـــند) منجر به ایجاد یک سیستم کشاورزی پایدار می شـــود (Miransari *et al*., 2007; Passioura, 2002; Bouwman and Arts, 2000). این قارچ با جذب عناصری که شوری خاک را افزایش داده و باعث مســـمومیت خاک می شـــود، نقش مهمی در افزایش عمل کرد محصول به عهده دارد (Pardo *et al*., 2000).

تنـــوع در توانایـــی انتقال فســـفر و راندمان هم زیســـتی تنها به قارچ مایکوریزا آربوســـکولار اختصاص ندارد؛ و سایر گونه ها نیز تا حدودی از این توانائی بهره مند هســـتند (Grace *et al*., 2009; Jansa *et al*., 2008; Li *et al*., 2008; Munkvold *et al*., 2004; Lerat *et al*., 2003).

قارچ مایکوریزا آربوســـکولار پیش از تســـلط بر توده قارچی در زمین های زراعی [جائی که این قارچ نقش مهمی در رشـــد و سلامت گیاه دارد (Larsen *et al*., 2007)]، برای کسب مواد مغذی از طریق تکثیر میسلیوم در خاک، ســـطحی گسترده ایجاد می نماید. میسلیوم این قارچ برای رشد گیاه دارای اهمیت حیاتی اســـت (Finlay, 2008; Hamel, 2007). به طور مثال می توان به صفت های مفیدی هم چـــون تجزیه مواد آلی (Atul-Nayyar *et al*., 2009)، انتقال مواد مغذی به گیاه میزبان، تشـــکیل دانه بندی خاک (Rillig *et al*., 2002) و ســـرکوب پاتوژن اشـــاره کـــرد (Ravnskov *et al*., 2006; Larsen *et al*., 2003). قارچ های مایکوریزا آربوسکولار در مقایسه با ســـایر مواد آلی از اهمیت و تأثیر بیش تری برخوردارند؛ به طوری که حتی در نســـبت مســـاوی با آن ها، اثرگذارتر بوده (Gavito and Olsson, 2003) و به طور قابل ملاحظه ای در تنظیم آب و کســـب مواد مغذی توسط گیاه میزبـــان کمک نموده؛ و تطابق میزبان با محیط (خاک) اطراف آن را فراهم می نماید (Treseder and Allen, 2000).

قارچ مایکوریزا آربوسکولار سود میزبان خود را عمدتاً از طریق افزایش جذب یون های نسبتاً بی حرکت فسفات فراهم می نماید. این عمل به دلیل نفوذ مسیلیوم قارچ به ناحیه ای فراتر از منطقه تخلیه فسفات خاک صورت می پذیرد (Smith and Read, 1997; George *et al*., 1995; Koide, 1991; Sanders and Tinker, 1971). قارچ در قبال این هم زیستی از گیاه میزبان کربـــن دریافت می کند. میزبـــان نیز از مزایای دیگـــری هم چون افزایش مقاومـــت محصول به تغذیـــه حشـــرات (Gange and West, 1994)، بهبود مقاومت به خشـــکی (Auge *et al*., 1994)، افزایش مقاومت در برابر عوامل بیمـــاری زای خاک (Pozo *et al*., 2002; Lingua *et al*., 2002; Newsham *et al*., 1995)، تحمل افزایش شوری و فلزات سنگین (Mohammad *et al*., 2003; Feng *et al*., 2002)، افزایـــش جذب ســـایر عناصر پرمصرف به جز فسفر (شامل نیتروژن، پتاســـیم و منیزیم) (Hodge *et al*., 2001) استفاده می نماید. اگرچه این قارچ قادر اســـت مزایـــای چندگانه دیگری را به گیاه میزبان ارائه نماید، ولی در برخی موارد نیز می تواند رشد آن را کاهش دهد (Lerat *et al*., 2003).

قارچ مایکوریزا آربوســـکولار ممکن اســـت جذب نیتـــروژن را از منابع گیاهی نیز افزایش دهد (Hodge *et al*., 2001)؛ هرچند مطالعات بیش تری لازم اســـت تا مکانیسم های این فرایند به طور کامل مشخص گردد (Read and Perez-Moreno, 2003).

مواد و روش ها

این تحقیق در تابســـتان سال ۱۳۸۹، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان واقع در شهر زهک با مختصات جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شـــرقی و ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه عرض شـــمالی با ارتفاع ۴۸۳ متر از سطح دریا انجام شـــد. متوسط بارندگی سالیانه این ناحیه ۵۳ میلی متر و آب وهوای آن بر اســـاس تقسیم بندی آمبرژه گرم و خشک می باشد. بیشینه درجه حرارت مطلق آن ۴۷ و کمینه آن ۷- درجه سانتی گراد است. متوسط درجه حرارت فصل گرم ۳۴ درجه سانتی گراد، متوسط دمای فصل سرد ۸ درجه سانتی گراد و متوسط سالیانه آن ۲۴ درجه سانتی گراد می باشد. تعداد روزهای آفتابی بیش از ۲۹۰ روز در سال گزارش شده است. بیشینه تابش آفتاب به میزان ۱۴ ساعت در روز در خردادماه و کمینه تابش روزانه نیز ۴/۱۰ ساعت در روز در دی ماه ثبت شده است.

بافـــت خاک عرصـــه آزمایش لومی شـــنی بـــود. به منظور بررســـی خصوصیـــات فیزیکـــی و شـــیمیایی خـــاک، قبـــل از کاشـــت اقـــدام به نمونه برداری خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی متر از نقاط مختلف مزرعه گردید (جدول ۱).

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۴ 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 ســـطح S.C. (۷۷۰) ، Tisa، S.C. (۷۰۲۰) و S.C. (۷۰۴) انتخاب شـــدند. قارچ مایکوریزا در زمان کاشـــت، در کنار خط کشـــت ذرت دانه ای به فاصله ۲-۳ سانتی

جدول۱- ویژگیهای خاک محل آزمایش

pH	EC (DS/M)	شن Sand (٪)	رس Clay (٪)	سیلت Silt (٪)	نیتروژن کل Total N (٪)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)	کربن آلی Organic C (٪)
۷/۶	۲/۱	۵۵	۲۳	۲۲	۰/۰۳	۳/۵	۱۱۰	۰/۲

متـــر، به کرت های موردنظر اضافه گردید. قارچ مایکوریزا از گونه *Glomus mossea* با تعداد ۱۲۰ اســـپور در هر گرم و با طول ریشه کلونیزه شش متر در هـــر میلی گرم، تهیه گردید. تعداد خطوط در هر کرت ۵ ردیف به طول ۴ متر، فاصله بین هر ردیف ۶۰ ســـانتی متر و فاصله بوته ها در روی ردیف ۱۵ سانتی متر بود.

قبل از کاشـــت، کودهای شیمیایی اوره و ســـولفات پتاسیم و فسفات آمونیـــوم به ترتیب به میـــزان ۱۸۰، ۱۲۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار به زمین اضافه گردید. در این آزمایش صفت های ریختاری (مورفولوژیک) هم چون ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ، طول برگ پرچمی، عرض برگ پرچمی، تعداد دانه در بـــلال و در بوته، وزن صددانه و درصد پروتئین دانه ها اندازه گیری گردید. تجزیه آماری داده ها با اســـتفاده از نرم افزار MSTAT-C و رسم نمودارها با بهره گیری از نرم افزار EXCEL انجام شد. مقایسه میانگین داده ها نیز به روش دانکن صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

تأثیـــر کاربرد قارچ مایکوریـــزا بر ارتفاع ذرت بســـیارمعنی دار بود. اثر متقابـــل این قارچ و ارقام ذرت بر صفت مزبور نیز معنی دار گردید (جدول ۲). مقایســـه میانگین ها (جدول ۳) نشان داد که بیشینه ارتفاع ذرت دانه ای (۱۶۶.۴۰۶ سانتی متر) از کاربرد مایکوریزا حاصل شد. رقم S.C. (۷۷۰) بیـــش ترین و رقـــم S.C. (۷۰۲۰) کم ترین میزان ارتفـــاع بوته را به خود اختصاص دادند (نمودارهای ۱ و ۲). استفاده از قارچ مایکوریزا در همه ارقام، ارتفاع بوته را در قیاس با تیمار عدم اســـتفاده از آن افزایش داد (نمودار ۳). به طور کلی کاربرد قارچ مایکوریزا سبب افزایش ارتفاع گیاه نسبت به تیمار عدم اســـتفاده از آن شده است. ارتفاع گیاه علاوه بر وابسته بودن به شرایط ژنتیکی، به عوامل محیطی نیز وابسته است (Samra *et al*., 1997).

جدول ۲ – تجزیه واریانس میانگین مربعات صفت‌های مورد بررسی ارقام ذرت دانه‌ای

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (mean squares)							
		ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد برگ Leaf number	طول برگ پرچم Flag leaf length	عرض برگ پرچم Flag leaf width	تعداد دانه در بلال Number of grains	وزن صددانه 100 seed weight	درصد پروتئین Percent protein
بلوک Block	۳	۲۸/۸۴۱ n.s	۰/۰۵۷ n.s	۰/۵۸۳ n.s	۱۷/۱۱۹**	۰/۳۷۴ n.s	۹۲۳۰/۶۹۸*	۱۲/۹۶۴*	۰/۴۲۶ n.s
رقم variety	۳	۲۴۴۴/۷۰۷**	۰/۲۵۷**	۰/۸۳۳*	۲۵۰/۹۴۱**	۱/۸۵۱**	۲۷۱۹۷/۶۹۸**	۱۱/۶۴۱ n.s	۲/۵۹۶*
مایکوریزا Mycorrhiza	۱	۱۴۷۸/۳۲۰**	۰/۰۳۳ n.s	۰/۱۲۵ n.s	۱۷/۲۵۸*	۲/۵۳۱**	۲۱۷۸۸/۲۸۱**	۴۷/۷۲۶ n.s	۱۵/۹۹۰**
رقم×مایکوریزا variety× Mycorrhiza	۳	۶۰/۱۲۷*	۰/۰۰۵ n.s	۰/۱۲۵ n.s	۱/۱۴۲ n.s	۰/۵۰۵ n.s	۴۴۸۱/۰۳۱ n.s	۱۴/۷۶۰**	۲/۶۰۱*
خطا Error	۲۱	۱۷/۴۹۴	۰/۰۲۲	۰/۲۵۰	۲/۳۰۵	۰/۲۵۳	۲۶۹۷/ ۷۲۲	۴/۲۲۹	۰/۶۸۵
%CV		۲/۶۲	۷/۱۷	۳/۷۰	۵/۹۴	۱۱/۵۱	۱۲/۱۹	۱۶/۳۷	۵/۶۵

*، ** و ns به‌ترتیب: معنی‌دار، بسیارمعنی‌دار و غیرمعنی‌دار

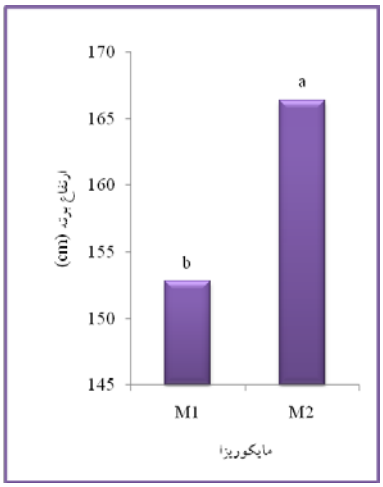
جدول۳- مقایسه میانگین صفت‌های مورد بررسی در سطوح مختلف مایکوریزا، رقم و اثرات متقابل آن‌ها

صفات Traits	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد برگ Leaf number	طول برگ پرچم Flag leaf length	عرض برگ پرچم Flag leaf width	تعداد دانه در بلال Number of grains	وزن صددانه 100 seed weight	درصد پروتئین Percent protein
رقم variety								
V_1	۱۷۱/۴۰۰a	۱/۹۴۷b	۱۳/۸۷۵a	۲۵/۸۶۳b	۴/۱۱۳b	۴۴۴/۸۷۵ab	۳۵/۷۵۰a	۱۵/۰۷۶a
V_2	۱۶۶/۴۲۵b	۲/۰۳۹b	۱۳/۳۷۵ab	۲۳/۱۶۳c	۴/۰۸۸b	۴۱۰/۸۷۵b	۳۴/۶۲۵a	۱۵/۰۹۳a
V_3	۱۳۳/۶۰۰c	۱/۹۴۰b	۱۳/۱۲۵b	۲۰/۰۷۵d	۴/۱۸۷b	۳۵۵/۰۰۰c	۳۰/۳۷۵b	۱۳/۸۸۴b
V_4	۱۶۷/۰۱۲b	۲/۳۲۲a	۱۳/۶۲۵ab	۳۳/۱۸۷a	۵/۰۸۸a	۴۹۳/۶۲۵a	۲۳/۷۵۰c	۱۴/۵۵۵ab
مایکوریزا Mycorrhiza								
M_1	۱۵۲/۸۱۳b	۲/۰۹۴	۱۳/۴۳۸	۲۴/۸۳۸	۴/۰۸۸b	۴۰۰/۰۰۰b	۲۹/۴۳۸b	۱۳/۹۴۵b
M_2	۱۶۶/۴۰۶a	۲/۰۳۰	۱۳/۵۶۳	۲۶/۶۰۳	۴/۶۵۰a	۴۵۲/۱۸۸a	۳۲/۸۱۳a	۱۵/۳۵۹a
اثرات متقابل رقم و مایکوریزا variety×Mycorrhiza								
V_1M_1	۱۶۲/۹۰۰c	۲/۰۱۰	۱۳/۷۵۰	۲۶/۶۷۵	۳/۷۰۰	۴۰۲/۷۵۰	۳۴/۵۰۰	۱۳/۸۱۰cd
V_1M_2	۱۷۹/۹۰۰a	۱/۸۵۵	۱۴/۰۰۰	۲۵/۰۵۰	۴/۵۲۵	۴۸۷/۰۰۰	۳۷/۰۰۰	۱۶/۳۴۲a
V_2M_1	۱۶۲/۶۲۵c	۲/۰۵۵	۱۳/۵۰۰	۲۳/۶۰۰	۳/۸۷۵	۳۸۴/۰۰۰	۳۴/۰۰۰	۱۴/۴۱۰c
V_2M_2	۱۷۰/۲۲۵b	۲/۰۲۲	۱۳/۲۵۰	۲۲/۷۲۵	۴/۳۰۰	۴۳۷/۷۵۰	۳۵/۲۵۰	۱۵/۷۷۵ab
V_3M_1	۱۲۸/۳۷۵e	۱/۹۸۰	۱۳/۰۰۰	۲۰/۵۲۵	۳/۶۵۰	۳۱۲/۰۰۰	۲۷/۷۵۰	۱۲/۹۳۵d
V_3M_2	۱۳۸/۸۲۵d	۱/۹۰۰	۱۳/۲۵۰	۱۹/۶۲۵	۴/۷۲۵	۳۹۸/۰۰۰	۳۳/۰۰۰	۱۴/۸۳۲bc
V_4M_1	۱۵۷/۳۵۰c	۲/۳۳۲	۱۳/۵۰۰	۳۴/۴۲۵	۵/۱۲۵	۵۰۱/۲۵۰	۲۱/۵۰۰	۱۴/۶۲۵bc
V_4M_2	۱۷۶/۶۷۵a	۲/۳۱۲	۱۳/۷۵۰	۳۱/۹۵۰	۵/۰۵۰	۴۸۶/۰۰۰	۲۶/۰۰۰	۱۴/۴۸۵c

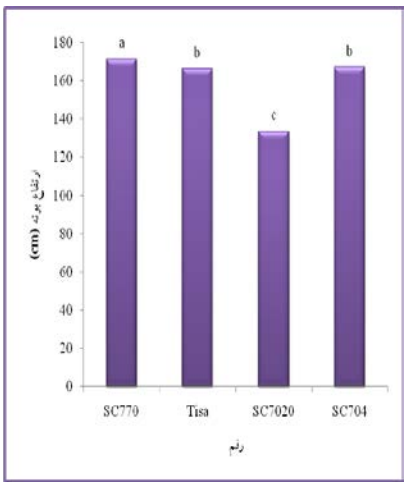
*: حرف‌های مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن، نمایان‌گر تفاوت آماری در سطح ۵٪ هستند.

V_1 = S.C.770 , V_2 = Tisa , V_3 = S.C. 7020 , V_4 = S.C. 704

M_1= no-inoculated with mycorrhiza, M_2= inoculated with mycorrhiza



نمودار ۱- اثر سطوح مختلف مایکوریزا بر ارتفاع ارقام ذرت دانه‌ای



نمودار۲- ارتفاع ارقام ذرت دانه‌ای

نتایـــج این تحقیق (تأثیر قارچ میکوریزا بر افزایش ارتفاع گیاه) با یافته های ســـایر محققان (Akanbi and Owoade, 2008; Hashemi Dezfuli *et al*., 1999; Ahiabor and Hirata, 1994) هم خوانی داشـــت. با توجه به این کـــه ارتفاع گیاه تا حدودی تحت تأثیر شـــرایط محیطی قرار دارد (Samra *et al*., 1997) احتمالاً این قارچ از طریق افزایش ســـطح تماس ریشه ای با محیط اطراف خود باعث افزایش جذب آب و عناصر غذایی توســـط ریشـــه گیاه شده و رشد رویشـــی آن را افزایش می دهد (Schmidt, 1995; Ryan *et al*., 1994; Jindal and Atawal, 1993; Neeraj *et al*., 1991; Hetrich *et al*., 1990; Lewis and Koide, 1990; Wang *et al*., 1989; Hayman, 1982).

قطر ساقه

در این آزمایش قارچ مایکوریزا و اثر متقابل آن با عامل رقم تأثیر معنی داری بر قطر ســـاقه ارقام ذرت دانه ای نداشت (جدول ۲)؛ ولی بیش ترین قطر ساقه در رقم S.C. (۷۰۴) مشاهده شد (نمودار ۴).

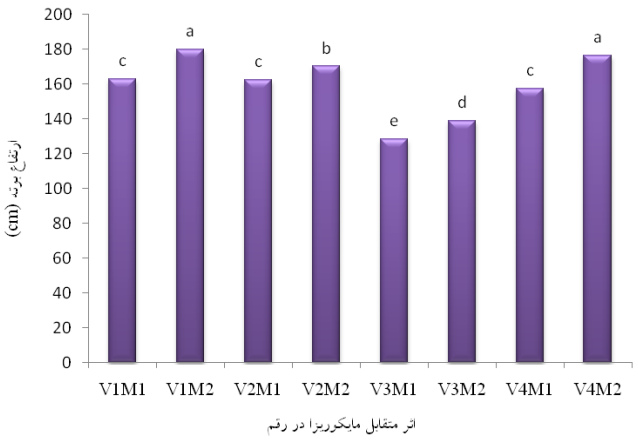
تعداد برگ

اســـتفاده از قارچ مایکوریـــزا تأثیر معنی داری بر تعـــداد برگ در بوته رقم های مورد مطالعه نداشـــت. هم چنیـــن اثرات متقابل عامل های رقم و مایکوریزا نیز بر صفت مزبور غیرمعنی دار بود؛ ولی تأثیر عامل رقم بر کمیت این صفت معنی دار گردید (جدول ۲). مقایســـه میانگین ارقام از نظر تعداد برگ نشـــان داد که رقم S.C. (۷۷۰) دارای بیش ترین و رقم S.C. (۷۰۲۰) واجد کم ترین تعداد برگ در بوته بودند (نمودار ۵).

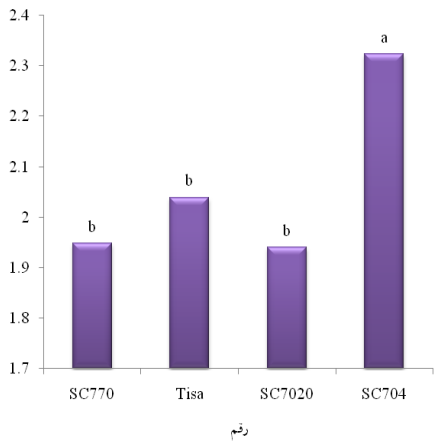
طول برگ پرچمی

اثـــر کاربرد مایکوریزا بر طول برگ پرچمی معنی دار گردید؛ ولی اثر متقابل رقم و مایکوریزا بر کمیت صفت مزبور فاقد اختلاف معنی دار بـــود (جدول ۲). افزایش این طول در اثـــر کاربرد قارچ مزبور در گیاهان مختلفی ازجمله سورگوم نیز توسط سایر محققان (Ojala and Jarrell, 1983; Malakouti et al., 2004) گزارش شده است.

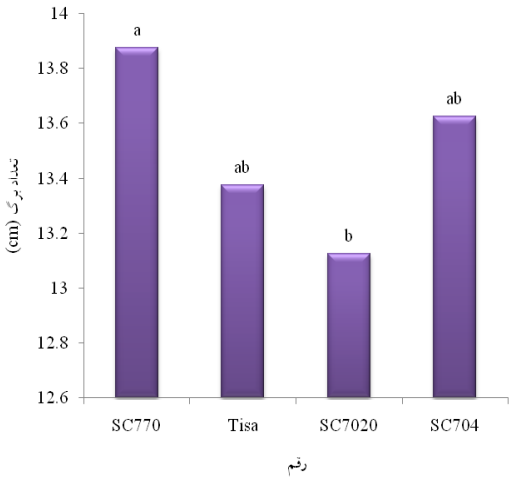
در این آزمایـــش رقم S.C. (۷۰۴) بیش ترین و رقم S.C. (۷۰۲۰) کـــم ترین طول برگ پرچم را به خود اختصاص دادند (نمودار ۶). هم چنین کاربرد مایکوریزا ســـبب افزایش طول برگ پرچمی نسبت به تیمار شاهد شد (نمودار ۷).



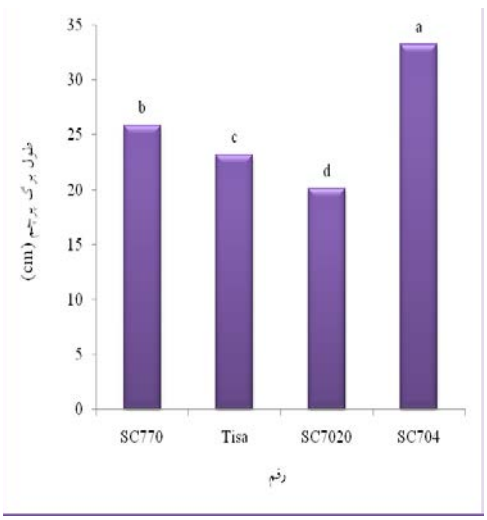
نمودار ۳- مقایسه میانگین اثرتیمارهای مایکوریزا بر ارتفاع ارقام ذرت دانه‌ای



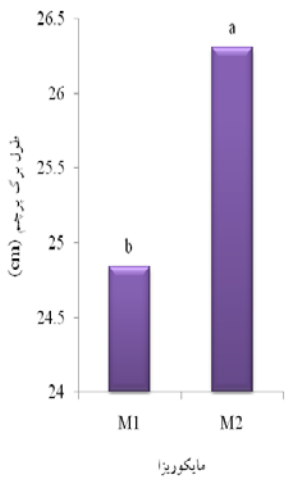
نمودار ٤- قطر ساقه در ارقام مختلف ذرت دانه‌ای



نمودار ۵- تعداد برگ در ارقام مختلف ذرت دانه‌ای



نمودار ۶- طول برگ پرچمی در ارقام مختلف ذرت دانه‌ای



نمودار ۷- اثر مایکوریزا بر طول برگ پرچمی

عرض برگ پرچمی

همان گونه که جدول ۲ و نمودار ۹ نشان می دهند اثر کاربرد میکوریزا و ارقام مورد مطالعه بر عرض برگ پرچمی معنی دار بود.

هم چنین اثر متقابل رقم با سویه‌های میکوریزا تأثیر معنی‌داری بر کمیت صفت مزبور نشان نداد (به نظر می رسد چون رقم های ذرت از نوع دانه ای بودند سهم بیش تری از آسمیلات تولیدشده را به خوشه ها و اندام های زایشی منتقل کردند). نتایج نشان داد که رقم S.C. (۷۰۴) دارای بیشینه عرض برگ پرچمی در بین رقم های مورد آزمایش بود (نمودار ۸).

تعداد دانه در بلال

همان طور که جدول ۲ نشان می دهد اثر عامل های رقم و قارچ مایکوریزا بر تعداد دانه در بلال در بوته بسیارمعنی دار بود؛ ولی اثر متقابل این دو عامل بر کمیت صفت مزبور معنی دار نگردید.

مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشینه تعداد دانه در بلال مربوط به رقم S.C. (۷۰۴) و کمینه آن متعلق به رقم S.C. (۷۰۲۰) بود (نمودار ۱۰). کاربرد مایکوریزا تعداد دانه در بلال در بوته را به شدت افزایش داد (نمودار ۱۱).

وزن صددانه

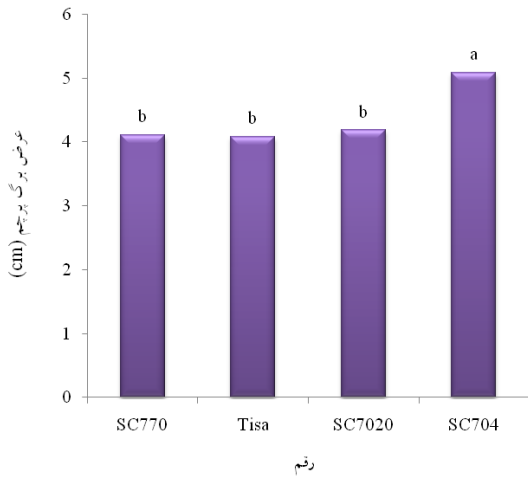
تأثیر عامل های رقم و قارچ مایکوریزا بر صفت وزن صددانه ذرت دانه ای معنی دار نگردید (جدول ۲)؛ ولی اثر متقابل این دو عامل بر صفت مزبور بسیارمعنی دار بود. مقایسه میانگین ها نشان داد که بیش ترین وزن صددانه مربوط به رقم های S.C. (۷۷۰) و Tisa بود (نمودار ۱۲). هم چنین کاربرد مایکوریزا بیشینه تأثیر را بر وزن صددانه رقم های مختلف ذرت دانه ای داشت (نمودار ۱۳).

یافته های سایر محققان نیز حاکی از آن است که هم زیستی با مایکوریزا در غلات مختلف، وزن صددانه را افزایش داده است (Ardakani, 2000; Shirani-Rad *et al*., 2000).

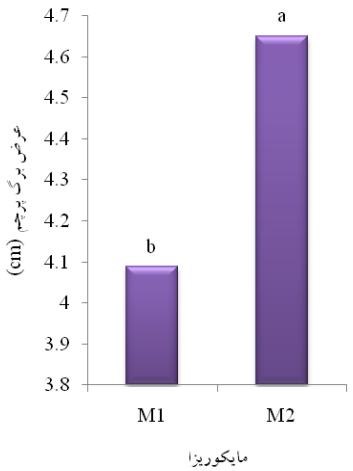
درصد پروتئین دانه ها

نتایج آزمایش حاکی از آن بود که اثر مایکوریزا بر درصد پروتئین دانه ها بسیارمعنی دار گردید (جدول ۲ و نمودار ۱۵). هم چنین ارقام مختلف از نظر درصد پروتئین دانه ها با هم تفاوتی معنی دار داشتند. اثر متقابل رقم و مایکوریزا نیز بر کمیت صفت مزبور معنی دار بود (نمودار ۱۶).

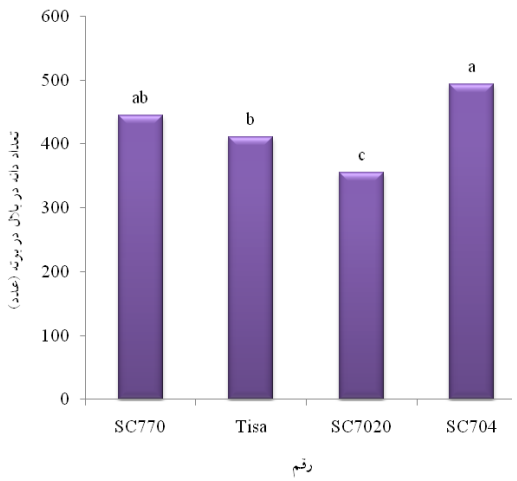
مقایسه میانگین ها (جدول ۳) نشان داد که رقم های Tisa و S.C. (۷۷۰) به ترتیب با ۰۹۳/۱۵ و ۰۷۶/۱۵ درصد، دارای بالاترین درصد پروتئین در بین رقم های کشت شده بودند (نمودار ۱۴).



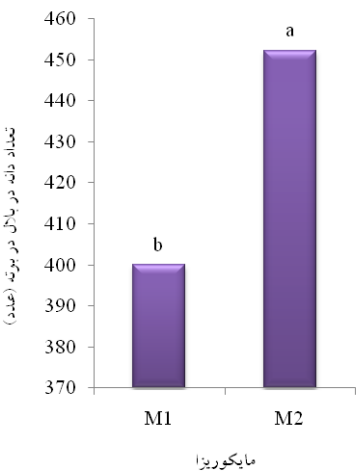
نمودار ۸- عرض برگ پرچمی در ارقام مختلف ذرت دانه‌ای



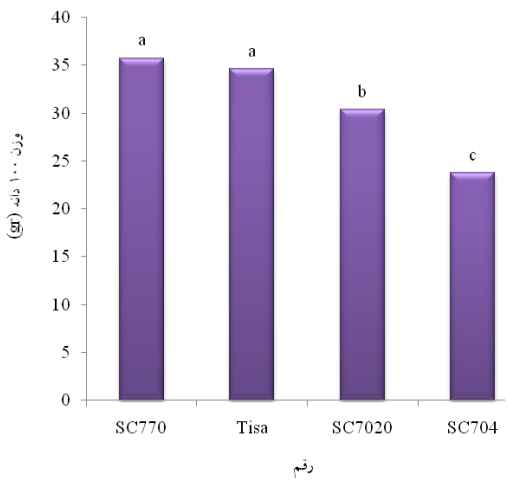
نمودار ۹- اثر مایکوریزا بر عرض برگ پرچمی ارقام مختلف ذرت دانه‌ای



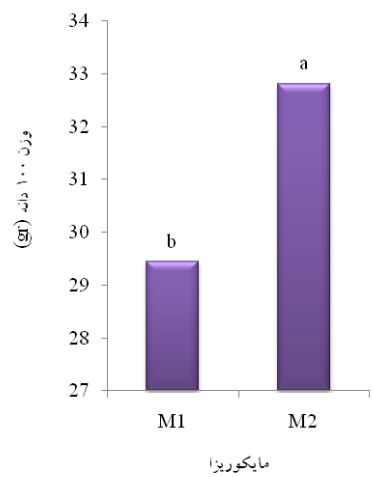
نمودار ۱۰- تعداد دانه در بلال در رقم‌های مختلف ذرت دانه‌ای



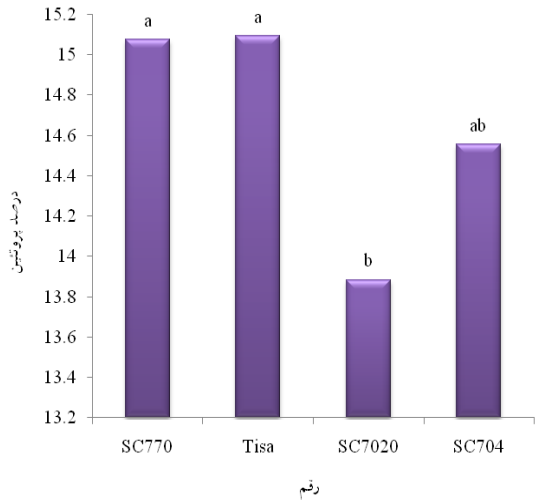
نمودار ۱۱- اثر کاربرد مایکوریزا بر تعداد دانه در بلال رقم‌های مختلف ذرت دانه‌ای



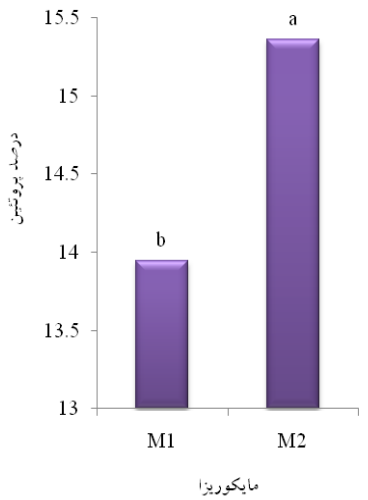
نمودار ۱۲- وزن ۱۰۰دانه در رقم‌های مختلف ذرت دانه‌ای



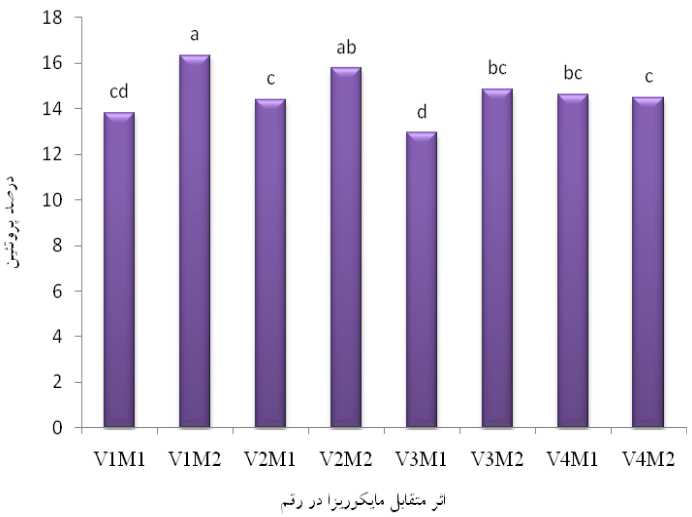
نمودار ۱۳- اثر کاربرد مایکوریزا بر وزن ۱۰۰دانه رقم‌های مختلف ذرت دانه‌ای



نمودار ۱۴- درصد پروتئین در رقم‌های مختلف ذرت دانه‌ای



نمودار ۱۵- اثر کاربرد مایکوریزا بر درصد پروتئین رقم‌های



نمودار ۱۶- اثرمتقابل تیمار های مایکوریزا بر درصد پروتئین ارقام ذرت دانه ای

منابع مورد استفاده

۱. تاج بخش، م. ۱۳۷۸. ذرت. انتشارات احرار.

۲. صیامی، ر. ۱۳۸۸. تکنولوژی تولید ذرت. انتشارات سپهر(ترجمه).

3. 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.
4. Akanbi, JC. and F.M. Owoade. 2008. Mycorrhiza fungi distribution in six different soil types of South Western Nigeria. *Journal of Agronomy,* 2: 52-55.
5. Ardakani, M.R. 2000. Effectiveness of biological fertilizers in agriculture, sustainable crop. Ph.D thesis, Islamic Azad University, *Science and Research Tehran Braunch*.
6. Atul-Nayyar, A., C. Hamel, K. Hanson and J. Germida. 2009. The arbuscular mycorrhizal symbiosis links N mineralization to plant demand. *Mycorrhiza,* 19: 239-246.
7. Auge, R.M., X. Duan, R.C. Ebel and A.J.W. Stodola. 1994. Nonhydraulic signalling of soil drying in mycorrhizal maize. *Planta,* 193: 74–82.
8. 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.
9. 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.
10. Feng, G., F.S. Zhang, X.L. Li, C.Y. Tian, C. Tang, 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.
11. 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.
12. 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.
13. Gao, L.L., C. Delp, and S.E. Smith. 2001. Colonization patterns in a mycorrhiza – defective mutant tomato vary with different arbuscular mycorrhizal fungi. *New phytologis*, 151: 477-491.
14. 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.

15. George, E., H. Marschner, and I. Jakobsen. 1995. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in uptake of phosphorus and nitrogen from soil. *Crit. Rev. Biotech*, 15: 257–270.
16. Gholami, A., and A. Kochaki. 2002. Mycorrhiza in sustainable agriculture. *Shahrod University Publications*, P. 212.
17. Grace, E.J., O. Cotsaftis, M. Tester, F.A. Smith, and S.E. 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.
18. 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.
19. Hashemi Dezfuli, A., A. Kochaki, and M. Banayan Aval. 1999. Crop yield. *Ferdowsi University of Mashhad Publications*. P. 394.
20. Hayman, D.S. 1982. Influence of soils and fertility on activity and survival of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. *Phytopathology*, 72:8: 1119-1123.
21. Hetrich, B.A., D.G. Kitt and G.T. Wilson. 1990. The influence of phosphorus fertilization , drought, fungal species and non steril soil on mycorrhizal growth respons in tallgrass prairie plants. *Can. J. of Bot.*, 69: 1999-1203.
22. Hodge, A., C.D. Campbell, H.A. Fitter. 2001. An arbuscular mycorrhizal fungus accelerates decomposition and acquires nitrogen directly from organic material. *Nature*, 413: 297–299.
23. Jansa, J., F.A. Smith, and S.E. Smith. 2008. Are there benefits of simultaneous root colonization by different arbuscular mycorrhizal fungi? *New Phytologist*, 177: 779–789.
24. 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.
25. Johansson, J.F., L.R. Paul, and R.D. Finlay. 2004. Microbial interactions in the mycorrhizosphere and their significance for sustainable agriculture. *FEMS Microbiology Ecology*, 48: 1–13.
26. Koide, R. 1991. Nutrient supply, nutrient demand and plant-response to mycorrhizal infection. *New Phytol*, 117: 365–386.
27. Larsen, J., S. Ravnskov, 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.
28. Larsen, J., S. Ravnskov, and J.N. Sorensen. 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.
29. Lerat, S., L. Lapointe, Y. Piche, and H. Vierheilig. 2003. Variable carbonsink strength of different Glomus mosseae strains colonizing barley roots. *Canadian Journal of Botany*, 81: 886–889.
30. Lewis, J.D., and R. Koide. 1990. Phosphorus supply, mucorrhizal infection and plant of spring vigour. *Functional Ecology*, 4: 695-702.
31. Li, H., F.A. Smith, S. Dickson, R.E. Holloway and S.E. Smith. 2008. Plant growth depressions in arbuscular mycorrhizal symbioses: not just caused by carbon drain? *New Phytologist*, 178: 852–862.
32. Lingua, G., G. Agostino, N. Massa, M. Antosiano, and G. Berta. 2002. Mycorrhiza-induced differential response to a yellows disease in tomato. *Mycorrhiza*, 12: 191–198.
33. Majidian, M., H. Ghadiri, 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. *7th Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding*. P. 601.
34. Malakouti, M.J., D. Smith, 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.*
35. Miransari, M., H.A. Bahrami, F. Rejali, M.J. Malakouti, H. Torabi. 2007. Using arbuscular mycorrhiza to reduce the stressful effects of soil compaction on corn (*Zea mays* L.) growth. *Soil Biology and Biochemistry*, 39: 2014-2026.
36. Mohammad, M.J., H.I. Malkawi, and R. Shibli. 2003. Effects of mycorrhizal fungi and phosphorus fertilzation on growth and nutrient uptake of barley grown on soils with different levels of salts. *J. Plant Nutr*., 26: 125–137.
37. Munkvold, L., R. Kjoller, M. Vestberg, S. Rosendahl, and I. Jakobsen. 2004. High functional diversity within species of arbuscular mycorrhizal fungi. *New hytologist*, 164: 357–364.
38. Neeraj, S.A., J. Mathew, and A.K. Varma. 1991. Occurrence of VAM with in the Indian semiarid soils. *Bio. Fertil. Soils*, 11: 140-144.
39. Newsham, K.K., A.H. Fitter, and A. R. Watkinson. 1995. Multi-functionality and biodiversity in arbuscular mycorrhizas. *Trends Ecol. Evol.*, 10: 407– 411.
40. Ojala, J.C., and W.M. Jarrell. 1983. Hydroponic sand culture systems for mycorrhizal research. *Plant and soil*, 57 (2-3): 297-303.
41. 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.

42. Pardo, A., M. Amato, 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.
43. Passioura, J.B. 2002. Soil conditions and plant growth. *Plant, Cell and Environment*, 25: 311-318.
44. Pozo, M.J., C. Cordier, E. Dumas-Gaudot, S. Gianinazzi, J.M. Barea, and C. Azcon-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.
45. Ravnskov, S., B. Jensen, I.M.B. Knudsen, L. Bodker, D.F. Jensen, L. Karlinski, 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.
46. Read, D.J., and J. Perez-Moreno. 2003. Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems a journey towards relevance? *New Phytol.* 157: 475– 492.
47. Rillig, M.C. and D.L. Mummey. 2006. Mycorrhizas and soil structure. *New Phytologist,* 171: 41–53.
48. Rillig, M.C., S.F. Wright, 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.
49. Ryan, M.H., G.A. Chilvers and D.C. Dumaresq. 1994. Colonisation of wheat by Vamycorrhizal fungi was found to be higher on afarm manged in an organic manner than on a conventional. *Plant and soil,* 166: 33-40.
50. Samra. A., E. Gaudot, and S. Gianinazzi. 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.
51. Sanders, F.E., and P.B. Tinker. 1971. Mechanism of absorption of phosphate from soil by Endogone mycorrhizas. *Nature*, 233: 278–279.
52. Schmidt, K. 1995. Mycorrhizae. *IFOAM. Ecology and farming.* 22-23.
53. Shirani-Rad, A.H., A. Alizadeh, A. Hashemi-Dezfuli. 2000. The study of vesicular-arbuscular mycorrhizae fungi, phosphorus, and drought stress effects on nutrient uptake efficiency in wheat. *seed and plant*, 16:3: 327-349.
54. Smith, S.E. and D.J. Read. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. *Academic Press, London*.
55. Treseder, K.K. and M.F. Allen. 2000. Mycorrhizal fungi have a potential role in soil carbon storage under elevated co_2 and nitrogen deposition. *New Phytologist,* 147: 189–200.
56. Wang, G.M., D.C. Coleman, D.W. Freckman, M.I. Dyer, S.J. Mcnaghton, M.A. Acra, and J.D. Goeschl. 1989. Carbon partitioning patterns of mycorrhizal versus non mycorrhizal plants: real time dynamic measurements using co_2. *New phytol*, 112: 489-493.