

اثر قارچهای میکوریز آربوسکولار بر جذب عناصر غذایی و عملکرد پیاز در یک خاک شور در شرایط مزرعه‌ای

علیرضا توسلی^{۱*} و ناصر علی اصغرزاد^۲

تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۲

۱- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی

۲- گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه E-mail : ar.tavasolee@yahoo.ca

چکیده

قارچهای میکوریزی بوجود آورنده یکی از همزیستی‌های مفید در ریشه اکثر گیاهان بوده و نقش کلیدی در چرخه عناصر غذایی و همچنین مقاومت گیاهان در برابر تنشهای محیطی دارند. در این تحقیق اثر تلقیح ریشه‌های پیاز با قارچهای میکوریز و نقش آنها در عملکرد غده و جذب عناصر غذایی در یک خاک شور طی دو سال زراعی ۸۳ و ۸۴ در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی به مرحله اجرا درآمد. از چهارگونه قارچهای میکوریز جنس گلوموس شامل: گلوموس اتونیکاتوم، گلوموس ورسیفورم، گلوموس موسه و گلوموس اینترادیسز برای تلقیح نشاهای پیاز استفاده شد. پس از تلقیح و رشد کافی، نشاهای پیاز به مزرعه منتقل شده و در دو گروه ۱- بدون مصرف فسفر و ۲- با مصرف نصف فسفر توصیه شده (معادل ۵۰ کیلوگرم در هکتار) در کرتها کشت گردیدند. خاک مزرعه در موقع آماده سازی زمین در فصل بهار در سال اول EC برابر ۷/۲۶ و در سال دوم برابر ۵ dS/m داشت. پس از طی دوره رشد، محصول غده‌ها برداشت شده و عملکرد و غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منگنز، روی، مس، سدیم و کلرید غده‌ها تعیین گردید. براساس نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو سال آزمایش، تیمارها بر عملکرد غده پیاز، غلظت فسفر، سدیم، کلرید، روی و مس و کل جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، روی و مس در غده پیاز در سطح احتمال ۱ درصد و بر کل جذب سدیم، کلرید و منگنز در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌دار داشتند. بیشترین عملکرد غده در هر دو سال از تلقیح با قارچهای میکوریز به دست آمد. تلقیح با قارچهای گلوموس اتونیکاتوم و گلوموس ورسیفورم با کاربرد نصف فسفر توصیه شده به ترتیب ۳۲/۳ و ۳۰/۷۶ تن در هکتار بیشترین عملکرد غده پیاز را نسبت به بقیه تیمارها داشتند. تیمار بدون تلقیح با قارچ و بدون مصرف فسفر با ۱۲/۶ تن در هکتار کمترین عملکرد غده را داشت. غلظت سدیم در غده پیاز در تیمار گلوموس اتونیکاتوم بدون مصرف فسفر، کمترین مقدار (۳۲۳/۰ درصد در ماده خشک) و در تیمارهای بدون تلقیح با قارچ بیشترین مقدار (۴۷۶/۰ درصد در ماده خشک) را داشت. غلظت کلرید در غده نیز در تیمارهای گلوموس موسه با کاربرد نصف فسفر توصیه شده و گلوموس اتونیکاتوم بدون مصرف فسفر به کمترین مقدار (۷۷۸/۰ و ۷۹۱/۰ درصد در ماده خشک) و در تیمارهای بدون تلقیح با قارچ به بیشترین مقدار (۱۱۴۳/۰ درصد در ماده خشک) رسید. به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که تلقیح با قارچهای میکوریز، موجب کاهش غلظت سدیم و کلرید در غده‌های پیاز گردید.

واژه‌های کلیدی: جذب عناصر غذایی، خاک شور، عملکرد پیاز، میکوریز آربوسکولار

Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Nutrient Uptake and Onion Yield in a Saline Soil at Field Conditions

AR Tavasolee^{1*} and N Aliasghar zad²

¹Agricultural Research Center of East Azarbaijan, Tabriz, Iran

²Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

*Corresponding author: E-mail : ar.tavasolee@yahoo.ca

Abstract

Mycorrhizal fungi are important symbionts in plants and have key role in nutrients acquisition and enhancing plant tolerance against environmental stresses. This study was conducted to evaluate effect of field inoculation of onion with arbuscular mycorrhiza fungi on yield and nutrients uptake in a saline soil during 2004 and 2005 at Khosroshahr Agricultural Research Station. Onion seedlings were inoculated with four species of Glomus: *G. etunicatum*, *G. versiforme*, *G. mosseae* and *G. intraradices* in the nursery. Seedlings at about 20 cm height were transplanted into field and cultivated in two groups: 1- without phosphorus and 2- with one half of the recommended phosphorus (50 kg P.ha⁻¹). At the planting early in spring, soil EC of the experiment site was 7.26 and 5 dS/m in the first and second year; EC of the irrigation water was 5 dS/m. At the end of growth, onion bulb yield and concentrations of N, P, K, Na, Cl, Mn, Zn, Cu in the bulbs were measured. Combined data analysis for two years showed that there is significant difference between the treatment effects on yield and P, Na, Cl, Zn, Cu concentrations and total uptake of N, P, K, Zn and Cu in the bulbs (p<0.01) and total uptake of Na, Cl and Mn (p<0.05). Significantly greater yield of onion bulb was obtained from inoculation with arbuscular mycorrhiza fungi in both years. The highest yield resulted from inoculation with *G. etunicatum* (32.3 t/h) and *G. versiforme* (30.76 t/h) with the application of 50 kg P.ha⁻¹. Non-inoculated treatment without P-fertilizer produced the lowest yield of 12.6 t/ha. Bulb Na-concentration in *G. etunicatum* inoculated onion without P-fertilizer reached to the lowest level (0.323 percent in dry matter) and in non-inoculated onion was the greatest (0.476 percent in dry matter). Bulb Cl-concentration in *G. mosseae* inoculated onion with one half of the recommended phosphorus and *G. etunicatum* inoculated onion without P-fertilizer reached to the lowest levels (0.778 and 0.791 percent in dry matter, respectively) and in non-inoculated onion was the greatest (1.143 percent in dry matter). Evidently inoculation with mycorrhiza led to greater yield and lower Na and Cl content in the onion bulbs.

Keywords: Arbuscular mycorrhiza, Nutrient uptake, Onion yield, Saline soil

مقدمه

گیاهان تلقیح شده کل جذب نیتروژن و فسفر نیز نسبت به گیاهان تلقیح نشده بیشتر بود.

محققان مختلف از جمله هارینیکومار و باگرایاگ (1996)، مارشمن و دل (1994)، مدینا و همکاران (1998) و سوبرامانیان و کاریت (1997) تاکید دارند که در اکثر موارد تلقیح ریشه گیاهان با این قارچها منجر به افزایش رشد گیاه می‌گردد. نقش عمده قارچ در این همزیستی‌ها، جذب و انتقال عناصر غذایی بویژه فسفر به گیاه میزبان می‌باشد (شنیروا و کولاو 1994 و وارما و هوک 1998).

علی‌اصغرزاد (1379) نشان دادند که در سطوح شوری بالا، اثر قارچ گلوموس اتونیکاتوم³ در افزایش وزن تر غده پیاز قابل ملاحظه بوده و در مورد جو قارچ گلوموس اینترارادیسز⁴ مؤثرتر بوده است.

الکراکی و حماد (2001) رشد دو رقم از گوجه‌فرنگی را در شرایط تنش شوری و با حضور قارچ میکوریز بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که عملکرد میوه تازه و وزن خشک قسمت هوایی گیاهان در شرایط تنش شوری در هر دو رقم، در گیاهان میکوریزی شده بیشتر از گیاهان بدون میکوریزی بوده است. همچنین در این بررسی غلظت سدیم در میوه گیاهان میکوریزی کمتر از گیاهان غیر میکوریزی بود. روزندال و روزندال (1991) در آزمایشی تأثیر سه گونه قارچ میکوریز و زیکولار آربوسکولار جنس گلوموس⁵ را بر روی خیار و در شرایط تنش شوری بررسی کردند و نتیجه گرفتند که دوگونه از قارچهای مورد آزمایش قادرند گیاه را در برابر تنش شوری محافظت کنند.

آزکان و همکاران (1988) در آزمایشی نقش قارچ میکوریز گلوموس موسه و سطوح فسفر را در افزایش مقاومت یونجه به تنش شوری بررسی کرده و نشان دادند که تلقیح میکوریز به طور مؤثرتری نسبت به سطوح فسفر توانست گیاهان را در مقابل تنش شوری

سابقه تحقیق روی قارچهای میکوریز¹ در داخل کشور محدود به چند سال اخیر در کشور بوده و عمدتاً در قالب پایاننامه‌های دانشجویی می‌باشد، اکثر این تحقیقات در سطح گلخانه انجام گرفته و تحقیقات کمی در مورد کارایی این قارچها در مزرعه انجام شده است. قارچهای میکوریز نقش کلیدی در چرخه عناصر غذایی در اکوسیستم و همچنین مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های محیطی دارند (آزکون - آگویلار و بارآ 1997). قارچهای میکوریز در افزایش فتوسنتز گیاهان نقش به‌سزایی داشته و عمدتاً با ریشه‌های باریک و تغذیه‌کننده ارتباط برقرار می‌کنند. استفاده از قارچ میکوریز برای محصولاتی که مرحله نشا کاری دارند، عملی‌تر می‌باشد (وارما و هوک 1998). تحقیقات خالد والخیدر (1993) نشان داده است که رشد نشاهای گوجه‌فرنگی میکوریزی شده با گلوموس موسه² در خاکی با فسفر کم، بهتر از نشاهای بدون میکوریز بوده است. همچنین گوجه‌فرنگی‌های میکوریزی وزن خشک بالاتری داشته و درصد بقای نشاهای میکوریزی بیشتر از غیر میکوریز می‌باشد. در تحقیق مذکور تعداد گره‌ها، شاخه‌های عمودی و برگهای گیاهان در نشاهای میکوریزی تقریباً دو برابر نشاهای غیر میکوریزی بوده است.

ماهور و آلوک (2000) گزارش کردند که تلقیح پیاز با قارچهای میکوریز موجب افزایش معنی‌دار قطر غده پیاز، وزن تازه و خشک اندام هوایی، مقدار فسفر اندام هوایی و عملکرد غده‌ها نسبت به گیاهان تلقیح نشده گردید. گائور و همکاران (2000) نشان دادند که سبزیهای گشنیز، شنبلیله و هویج تلقیح شده با قارچهای میکوریز و زیکولار آربوسکولار در یک خاک لوم شنی با کمبود مواد غذایی، در شرایط مزرعه دارای وزن خشک ریشه و اندام هوایی بیشتری بودند. همچنین در

³ *Glomus etunicatum*

⁴ *Glomus intraradices*

⁵ *Glomus sp.*

¹ Mycorrhizal Fungi

² *Glomus mosseae*

جذب عناصر غذایی توسط گیاه پیاز در یک خاک شور از این منطقه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این تحقیق چهار گونه از قارچهای میکوریز^۶ از جنس گلوموس انتخاب شدند: گلوموس اتونیکاتوم، گلوموس ورسیفورم، گلوموس موسه و گلوموس اینترادیسز.

برای تهیه مایه تلقیح، این گونه‌ها را با بستر خاک شنی استریل و با گیاه ذرت تلقیح کرده و در شرایط گلخانه، به مدت چهار ماه نگهداری شدند. در طی این مدت آب و محلول غذایی برای گیاهان تأمین گردید. یک نمونه گلدان شاهد بدون قارچ نیز در کنار این نمونه‌ها قرار داده شد. در پایان دوره قسمت هوایی گیاهان ذرت از سطح خاک قطع شده و محتویات داخل گلدان که شامل بستر کشت، هیف‌ها، اسپور و ریشه‌های میکوریزی بودند به عنوان مایه تلقیح جهت تهیه نشای پیاز مورد استفاده قرار گرفتند، درصد کلنیزاسیون قارچی ریشه‌ها در مایه‌های تلقیح تعیین شدند (جدول ۱). برای تهیه خزانه، از ماسه و خاک استریل استفاده گردید. پس از تهیه بستر، هرکدام از مایه تلقیح‌های قارچی با آنها مخلوط شده (به ازای هر کیلوگرم بستر حدود ۱۰۰ گرم مایه تلقیح) و بذور پیاز پس از ضدعفونی با هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد (وایتکس ۱۰٪) در آنها کشت گردید و در شرایط گلخانه به مدت ۴۵ روز نگهداری شدند. نشاها در هر دو سال آزمایش در اواخر اردیبهشت به مزرعه ایستگاه تحقیقات جهاد کشاورزی آذربایجان شرقی واقع در دشت تبریز منتقل گردیدند. هنگام انتقال نشاها به مزرعه، از ریشه آنها نمونه‌گیری و درصد کلنیزاسیون میکوریزی در آنها تعیین گردید (جدول ۱). برای تعیین درصد همزیستی

محافظت کند و نتیجه گرفتند که سازوکارهایی فراتر از آنچه توسط فسفر کنترل می‌شوند بایستی در نقش حفاظتی میکوریز علیه شوری مطرح باشد. قارچهای میکوریز آربوسکولار در خاکهای شور ممکن است تحمل و رشد گیاه را بهبود بخشند (علی اصغر زاد و همکاران ۲۰۰۱). سازوکارهای احتمالی در این مورد بصورت زیر مطرح هستند:

- ۱- افزایش جذب عناصر غذایی که در خاک تحرک کمی دارند مثل فسفر، روی و مس (الکرکی ۲۰۰۰)
- ۲- افزایش نسبی جذب آب که باعث رقیق شدن اثرات یونهای سمی می‌شود (الکرکی و حماد ۲۰۰۱ و خالد والخیدر ۱۹۹۳).
- ۳- ایجاد تعادل عناصر غذایی گیاه در شرایط شوری (علی اصغر زاد و همکاران ۲۰۰۱ و الکرکی و حماد ۲۰۰۱)
- ۴- افزایش غلظت قندهای محلول در ریشه که منجر به کاهش پتانسیل اسمزی ریشه می‌شود (فنگ و همکاران ۲۰۰۲).

نظر به اینکه اکثر تحقیقات انجام یافته در زمینه اثر قارچهای میکوریز آربوسکولار بر رشد و جذب عناصر غذایی در گیاهان زراعی و باغی در شرایط کنترل شده گلخانه یا اتاق رشد و مخصوصاً در بسترهای استریل انجام یافته است لذا نتایج حاصله به راحتی قابل تعمیم به شرایط طبیعی مزرعه نبوده و اجرای چنین تحقیقاتی در شرایط مزرعه ضروری به نظر می‌رسد. همچنین با توجه به گسترش خاکهای شور در دشت تبریز که بخشی از آن به کشت پیاز اختصاص داده می‌شود، تولید محصول پیاز در این ناحیه را دچار مشکل نموده است. استفاده از روشهای بیولوژیک برای کنترل تنش شوری یکی از راهکارهای اساسی برای مقابله با این مشکل می‌باشد. در تحقیق حاضر، تاثیر چهار گونه از قارچهای میکوریز آربوسکولار جداسازی شده از دشت تبریز بر رشد و

^۶ - گونه های قارچی از آزمایشگاه بیولوژی خاک دانشگاه تبریز دریافت شدند.

روی، مس، سدیم و کلرید غده‌ها تعیین گردید. با استفاده از نرم افزار MSTATC تجزیه تحلیل آماری انجام گرفته و اشکال با نرم افزار Excel رسم شدند.

میکوریزی، ریشه‌ها به روش رنگ آمیزی با تریپان بلو⁷ (نوریس و همکاران 1992) مورد رنگ آمیزی شدند و درصد همزیستی طول ریشه به روش مک گونیگل و همکاران (1990) تعیین گردید.

با توجه به نتایج تجزیه خاک محل مورد آزمایش (جدول 2) توصیه کودی لازم شامل عناصر پر مصرف و کم مصرف طبق دستورالعمل مؤسسه تحقیقات خاک و آب انجام شد و سطوح کودی اعمال گردید. فسفر توصیه شده به مقدار 100 کیلوگرم در هکتار بود که نصف آن به میزان 50 کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل استفاده گردید. طرح آزمایش شامل سه بلوک (تکرار) بود که در هر بلوک 11 تیمار به طور تصادفی به شرح زیر اعمال گردیدند.

- ۱- گلوموس اتونیکاتوم + نصف فسفر توصیه شده
- ۲- گلوموس ورسيفرم + نصف فسفر توصیه شده
- ۳- گلوموس موسه + نصف فسفر توصیه شده
- ۴- گلوموس اینترارادیسز + نصف فسفر توصیه شده
- ۵- بدون تلقیح با قارچ + نصف فسفر توصیه شده
- ۶- گلوموس اتونیکاتوم بدون مصرف فسفر
- ۷- گلوموس ورسيفرم بدون مصرف فسفر
- ۸- گلوموس موسه بدون مصرف فسفر
- ۹- گلوموس اینترارادیسز بدون مصرف فسفر
- ۱۰- بدون تلقیح با قارچ و بدون مصرف فسفر
- ۱۱- بدون تلقیح با قارچ و مصرف کامل فسفر توصیه شده

پس از انتقال نشاها به مزرعه، آبیاری آنها صورت گرفته و عملیات داشت مناسب شامل وجین دستی علف های هرز و آبیاری لازم به صورت کرتی در طول دوره رشد انجام شد. پس از رسیدن محصول و برداشت غده‌ها عملکرد آنها مشخص شد. از هر کدام از کرتها نمونه غده به آزمایشگاه ارسال و غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منگنز،

⁷ Trypan blue

جدول ۱ - درصد همزیستی میکوریزی در مایه تلقیح و نشای پیاز

زمان نمونه برداری	گلواموس اتونیکاتوم	گلواموس ورسيفرم	گلواموس موسه	گلواموس ايتتراراديسز	شاهد
سال اول	۷۵	۸۴	۶۱	۷۷	۰
بعد از تهیه مایه تلقیح (ریشه ذرت)					
هنگام کاشت نشا در زمین (ریشه پیاز)	۹۶	۹۴	۷۲	۹۲	۰
سال دوم	۷۵	۷۶	۷۷	۶۹	۰
بعد از تهیه مایه تلقیح (ریشه ذرت)					
هنگام کاشت نشا در زمین (ریشه پیاز)	۶۰	۷۸	۶۴	۷۵	۰

جدول ۲ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

سال اجرای طرح	EC عصاره اشباع خاک dS/m	EC آب آبیاری dS/m	pH	درصد مواد خنثی شونده %T.N.V	نسبت جذب سدیم SAR	کربن آلی %O.C	فسفر قابل جذب mg . kg ⁻¹	پتاسیم قابل جذب mg . kg ⁻¹	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن
۱۳۸۳	۷/۲۶	۴/۵	۸	۵/۵	۷/۴	۰/۶۸	۱۰/۶	۴۷۰	۴۴	۳۴	۲۲
۱۳۸۴	۵	۵/۱	۸/۲	۵	۸/۳	۰/۸۷	۱۰	۶۰۰	۴۳	۳۴	۲۳

نتایج

30/76 تن در هکتار بیشترین عملکرد غده پیاز را نسبت به بقیه تیمارها داشتند (شکل 1). تیمار بدون تلقیح با قارچ و بدون مصرف فسفر نیز با 12/6 تن در هکتار کمترین عملکرد غده را داشت. درصد نیتروژن غده پیاز تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها نداشت ولی با این وجود درصد آن در تیمارهای تلقیح شده با قارچ بیشتر از تیمارهای بدون تلقیح بود. درصد فسفر غده پیاز در تیمار تلقیح شده با قارچ گلواموس ورسيفرم و کاربرد نصف فسفر توصیه شده بیشتر از بقیه تیمارها و در تیمار بدون تلقیح و بدون مصرف فسفر کمترین مقدار را داشت. درصد پتاسیم غده پیاز در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت. درصد سدیم غده پیاز در تیمار گلواموس اتونیکاتوم و بدون مصرف فسفر کمترین مقدار و در تیمارهای بدون تلقیح با قارچ بیشترین مقدار را داشت. درصد کلرید غده نیز در تیمارهای گلواموس موسه با

همانطوری که در جدول 1 ملاحظه می‌گردد میزان برقراری همزیستی میکوریزی در هر دو سال آزمایش در نشاهای پیاز مناسب بوده و در تیمار شاهد هیچگونه آلودگی میکوریزی مشاهده نگردید. در مجموع دو سال تیمارها بر عملکرد غده پیاز، غلظت فسفر، سدیم، کلرید، روی، مس و جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، روی و مس در غده پیاز در سطح احتمال 1 درصد و بر جذب سدیم، کلرید و منگنز در سطح احتمال 5 درصد تأثیر معنی‌دار داشتند. اثر متقابل تیمار در سال نیز فقط برای درصد سدیم غده پیاز در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار گردید. براساس مقایسه میانگین‌ها؛ آزمون دانکن ملاحظه می‌گردد که تلقیح با قارچهای گلواموس اتونیکاتوم با کاربرد نصف فسفر توصیه شده و گلواموس ورسيفرم با کاربرد نصف فسفر توصیه شده به ترتیب 32/3 و

(1997) نشان دادند که کلنی‌زایی میکوریز و زیکولار آربوسکولار در گندم به طور معنی‌داری وزن ماده خشک اندام هوایی، ریشه‌ها و کاه را در هنگام رسیدگی کاهش داد، اما عملکرد دانه افزایش یافت. این افزایش عملکرد دانه به خوبی اثر مثبت میکوریز را بر تخصیص ماده خشک به دانه نشان می‌دهد.

علت دوم افزایش عملکرد می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه باشد به طوری که الکرکی و الراداد (1997) اظهار داشتند که این افزایش رشد ممکن است نشان دهنده‌ی تشدید فتوسنتز همراه با افزایش جذب فسفر در گیاهان باشد. گرانت و همکاران (2005) گزارش دادند که جذب فسفر در بسیاری از گیاهان زراعی به وسیله همزیستی با قارچهای میکوریز بهبود می‌یابد. البته عملکرد مناسب نیاز به فراهمی فسفر کافی برای گیاه از خاک یا از فسفر اضافه شده به خاک دارد. نتایج آزمایش نشان می‌دهد عملکرد غده در تیمارهای تلقیح شده با قارچ و کاربرد نصف فسفر توصیه شده بیشتر از کاربرد کامل فسفر توصیه شده ولی بدون تلقیح با قارچ است. بنابراین در وضعیت فسفر کم در خاک، تأثیرگذاری مثبت همزیستی میکوریزی آربوسکولار ممکن است جذب فسفر را بوسیله گیاه در اوایل فصل رشد افزایش دهد و در نتیجه پتانسیل تولید محصول را بهبود بخشیده و جایگزینی برای کاربرد کود فسفر اضافه شده به صورت کامل در اول رشد باشد. گرانت و همکاران (2005) اظهار داشتند که جهت تشویق همزیستی میکوریزی آربوسکولار حد آستانه فسفر محلول خاک که توسعه میکوریز را محدود می‌کند نبایستی زیاد باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تلقیح نشاهای پیاز با قارچهای میکوریز می‌تواند با افزایش جذب عناصر غذایی به خصوص فسفر موجب افزایش عملکرد گیاهان گردد.

در اراضی ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی EC بین 4 تا 6 ds/m متغیر بوده و با توجه به شور بودن

کاربرد نصف فسفر توصیه شده و گلوموس اتونیکاتوم و بدون مصرف فسفر کمترین مقدار و در تیمارهای بدون تلقیح با قارچ بیشترین مقدار در غده‌ها را داشت. غلظت منگنز در غده پیاز در بین تیمارها دارای تفاوت معنی‌دار نبود. غلظت روی در غده پیاز در تیمار گلوموس ورسیفرم و با کاربرد نصف فسفر توصیه شده بیشترین مقدار را در غده پیاز داشته و کمترین مقدار آن در تیمار بدون تلقیح با قارچ و بدون مصرف فسفر بود. غلظت مس در غده پیاز در تیمارهای تلقیح شده با قارچ میکوریز در اکثر تیمارها بیشتر از تیمار بدون تلقیح با قارچ میکوریز و بدون مصرف فسفر بود.

جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلرید، منگنز، روی و مس در تیمارهای تلقیح شده بیشتر از تلقیح نشده بود و عمدتاً مربوط به گونه‌های گلوموس اتونیکاتوم و گلوموس ورسیفرم با کاربرد نصف فسفر توصیه شد بودند.

بحث

همانطور که از نتایج تجزیه مرکب اجرای طرح در دو سال مشخص است تلقیح پیاز با قارچهای میکوریز نسبت به شاهد بدون تلقیح موجب افزایش معنی‌دار در عملکرد غده پیاز گردیده است (شکل 1). این امر می‌تواند ناشی از چند علت باشد. یکی اینکه تلقیح پیاز با قارچهای میکوریز موجب افزایش جذب عناصر غذایی در گیاه گردیده و در نتیجه موجب افزایش عملکرد غده‌های پیاز شده است. محققان مختلف نیز نشان داده‌اند که تلقیح قارچهای میکوریز به گیاهان، باعث افزایش وزن اندام‌های هوایی گیاه می‌شود (عزیزه و همکاران 1995، الوان 1993، گراویتو و وارداد 1995 و سوبرامانیان و کارست 1997). این افزایش وزن می‌تواند ناشی از تأثیر قارچ میکوریز و زیکولار آربوسکولار بر جذب عناصر غذایی متعددی همچون نیتروژن، کلسیم، گوگرد، پتاسیم، مس و روی باشد. همانطور که نتایج نشان می‌دهد درصد نیتروژن، فسفر و همچنین غلظت عناصر روی و مس در غده‌های پیاز در تیمارهای تلقیح شده با قارچ بیشتر از تیمار بدون تلقیح می‌باشد. از طرف دیگر گو و همکاران

یابند (جاکوبسن 1986)، که 100 برابر بیشتر از اکثر تارهای کشنده ریشه است. همچنین قطر کم هیف (50-20 میکرومتر) اجازه دسترسی به منافذ خاک را می‌دهد که به وسیله ریشه‌ها قابل دسترسی نمی‌باشد. به هرحال یک سیستم ریشه که شبکه میکوریزی در ریشه آن شکل گرفته دارای سطح مؤثر بیشتری جهت جذب عناصر غذایی خواهد بود و می‌تواند حجم بیشتری از خاک را در مقایسه با ریشه‌های غیرمیکوریزی کاوش کند.

ریشه‌های میکوریزی دارای خصوصیات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی متفاوتی از ریشه تنها هستند که این امر می‌تواند در افزایش جذب فسفر مؤثر باشد. آنها میتوانند ریزوسفر را از طریق افزایش تراوش پروتون یا افزایش فشار CO_2 اسیدی کنند (ریگو و میگنارد 1994) که می‌تواند فسفر را (باگو و آزکون - آگویلار و بیرا 1997) بخصوص در خاکهای آهکی و خنثی متحرک کند. همچنین میکوریزها آنزیمهای فسفاتاز تولید می‌کنند که می‌تواند فسفر را از منابع آلی آن متحرک و قابل جذب کند (ترفردار و مارشنر 1994a و ترفردار و مارشنر 1994b). ملاحظه می‌گردد بنابر دلایل فوق و نتایج تحقیق انجام شده تلقیح پیاز با قارچهای میکوریز موجب افزایش جذب فسفر در پیاز گردیده و می‌توانیم با این روش مصرف کودهای فسفاتی را کاهش دهیم که این امر دارای اثرات مثبت اقتصادی و همچنین زیست محیطی می‌باشد.

تأثیر تیمارهای اعمال شده بر میزان جذب روی و مس (غلظت و کل جذب) در غده‌های پیاز در هر دو سال آزمایش معنی‌دار گردیده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد پیازهای تلقیح شده دارای جذب بالاتری از روی و مس در غده‌ها در مقایسه با تیمارهای شاهد بدون تلقیح می‌باشد (شکل 3 و 4). این افزایش جذب روی و مس توسط گیاهان میکوریزی در بسیاری از آزمایشات به اثبات رسیده است (الکرکی

آب آبیاری (منبع تأمین آب چاه می‌باشد) در طول دوره کاشت در تابستان EC تغییر کرده و در اراضی آبیاری شده تا 10 هم می‌رسد (بی نام 1370)، با توجه به این مسئله ملاحظه می‌گردد گونه‌های گلوموس اتونیکاتوم و گلوموس ورسيفرم نسبت به بقیه گونه‌ها در هر دو سال آزمایش عملکرد بالاتری داشته‌اند و این امر می‌تواند نشان دهنده تأثیر این گونه‌ها بر رشد بهتر گیاه باشد. با توجه به این که خاک و آب محل آزمایش نیز شور می‌باشد (جدول 2)، این می‌تواند نشان دهنده تأثیر بهتر این قارچها در شرایط شور باشد. علی‌اصغرزاد (1379) نشان دادند در سطوح شوری بالا، اثر قارچ گلوموس اتونیکاتوم در افزایش وزن تر غده پیاز قابل ملاحظه بوده و درمورد جو قارچ گلوموس اینترادیسز مؤثر بوده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت اگرچه قارچهای میکوریز حالت اختصاصی در برقراری همزیستی با گیاهان ندارند ولی در شرایط مختلف خاکی و آب و هوایی، گونه‌های مختلف توانایی‌هایشان در برقراری همزیستی و داشتن اثرات مثبت بر گیاهان متفاوت می‌باشد. در هر دو سال اجرای آزمایش تیمارها تأثیر معنی‌داری بر درصد فسفر در غده پیاز و همچنین فسفر جذب شده در غده پیاز داشته‌اند. پیازهای تلقیح شده با قارچ میکوریز دارای فسفر بالاتر نسبت به شاهد در غده‌هایشان بودند (شکل 2) و این امر اثر مثبت قارچهای میکوریز را بر جذب فسفر نشان می‌دهد. این امر توسط محققان مختلف گزارش شده است (بودی و همکاران 1989، کیم و همکاران 1988، نایت و همکاران 1989 و کوتاری و همکاران 1991). به طور کلی سازوکارهای افزایش جذب فسفر توسط قارچ میکوریز در سه دسته فیزیکی، شیمیایی و فیزیولوژیک تقسیم‌بندی می‌شوند.

هیف‌های خارجی میکوریز آربوسکولار از سطح ریشه به آنسوی خاک و ناحیه تخلیه فسفر توسعه پیدا کرده و بنابراین دسترسی ریشه به حجم بیشتری از خاک و ناحیه تخلیه شده از عناصر غذایی را در مقایسه با ریشه تنها مهیا می‌کنند (هیمین 1983 و جاکوبسن 1986). برخی هیف‌ها ممکن است تا 10 سانتیمتر دورتر از سطح ریشه توسعه

امر به افزایش مقاومت گیاه در شرایط شوری آب و خاک کمک می کند. با بررسی نتایج ملاحظه می شود که تلقیح گیاه با قارچ میکوریز جذب عناصر فسفر، روی و مس را افزایش داده و جذب سدیم و کلرید را کاهش و بر جذب پتاسیم، نیتروژن و منگنز بی تأثیر بوده است. درحقیقت در این همزیستی و ارتباط متقابل، قارچ به گیاه کمک کرده و جذب عناصر کم تحرک و مورد نیاز گیاه را افزایش و جذب عناصری را که برای گیاه مشکل ساز است، کاهش داده است.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده در این آزمایش و نتایج کارهای سایر محققان، ملاحظه می شود که با تلقیح گیاهان به قارچهای میکوریز می توان مصرف کودهای فسفوری را کاهش داد و از طرف دیگر این همزیستی می تواند مقاومت گیاه را به تنش های مختلف از جمله شوری افزایش دهد. لذا بایستی با طراحی روشهای قابل استفاده بتوانیم از این قارچها به عنوان کود بیولوژیک در سیستم های کشاورزی استفاده کنیم. از طرف دیگر ملاحظه می شود که گونه های قارچی می توانند کارایی های متفاوتی داشته باشند لذا بایستی تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام شود. گونه ها را برای شرایط مختلف و خاکهای مختلف شناسایی کرده و در آینده بتوانیم از آنها برای اهداف مشخص مثلاً مقاومت به شوری، افزایش جذب عناصر غذایی، مقاومت به خشکی و غیره استفاده کنیم.

و الراداد 1997، الکرکی و کلارک 1998 و کلارک و زتو (1996). عمده دلایلی که در افزایش جذب فسفر ذکر شد میتواند در افزایش جذب سایر عناصر غذایی نیز قابل ذکر باشد. بخصوص در مورد روی، زیرا قابلیت جذب روی در خاکهای آهکی همچون فسفر با مشکل مواجه است.

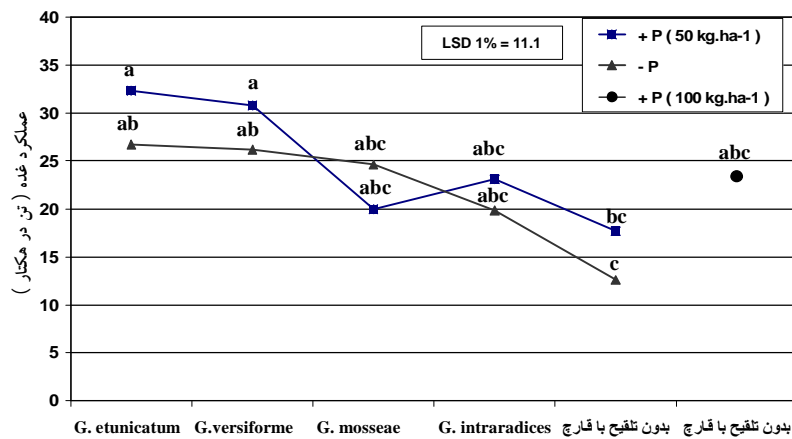
میزان سدیم و کلرید جذب شده در غده های پیاز در تیمارهای تلقیح شده نسبت به شاهد کاهش پیدا کرده است (شکل 5 و 6). با توجه به اینکه آب و خاک محل اجرای طرح بخصوص در طول تابستان با افزایش تبخیر بتدریج شور می شود ملاحظه می گردد که تلقیح با این قارچها باعث کاهش درصد سدیم و کلرید در غده های پیاز گردیده و مقاومت گیاه را در برابر شرایط شوری افزایش داده است. پاس و همکاران (1985) طی آزمایشی اثر شوری بر پیاز و گوجه فرنگی در همزیستی با چند گونه میکوریز، در خاک دارای فسفر و بدون فسفر را بررسی کرده و به این نتایج رسیدند:

- ۱- در شرایط فسفر کم با افزایش سطح شوری گلوموس دزرتیکولا⁸ رشد گیاه را نسبت به شاهد افزایش می دهد.
- ۲- غلظت پتاسیم و فسفر در گیاهان میکوریزی نسبت به غیر میکوریزی در سطوح متوسط و پایین فسفر، بیشتر است. قارچهای گلوموس موسه و گلوموس فاسیکولاتوم⁹ رشد گوجه فرنگی میکوریزی را در خاکهای شور غیر استریل افزایش می دهند و در حالتی که سطوح شوری و فسفر پایین تر اثر کمتری بر رشد گیاه داشتند.

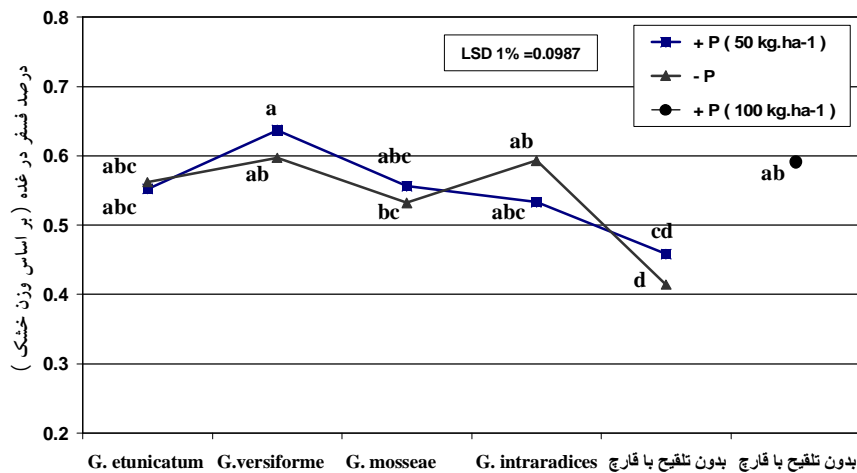
الکراکی (2000) دو رقم از گوجه فرنگی را در شرایط تنش شوری و با حضور قارچ میکوریز بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که عملکرد میوه تازه و وزن خشک قسمت هوایی گیاهان در شرایط تنش شوری در هر دو رقم در گیاهان میکوریزی کمتر از گیاهان غیر میکوریزی بود. بنابراین ملاحظه می شود که تلقیح گیاهان با قارچهای میکوریز در خاکهایی که شوری آنها بالا است موجب کاهش غلظت این عناصر (سدیم و کلرید) در گیاه شده و این

⁸ *Glomus deserticola*

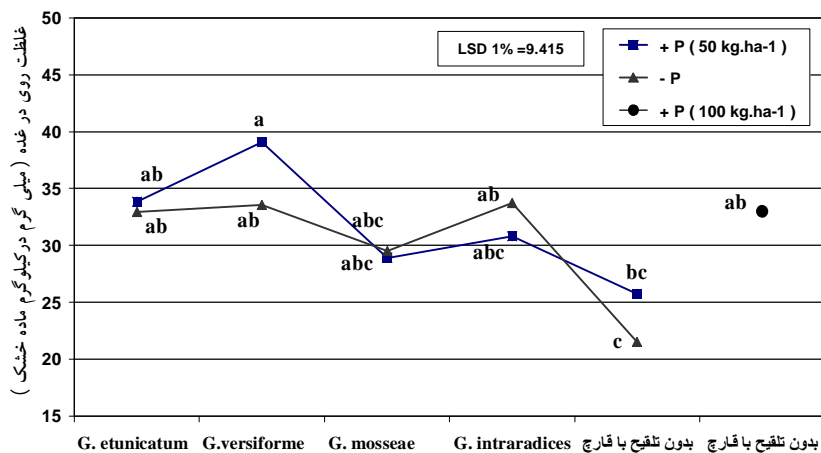
⁹ *Glomus fasciculatum*



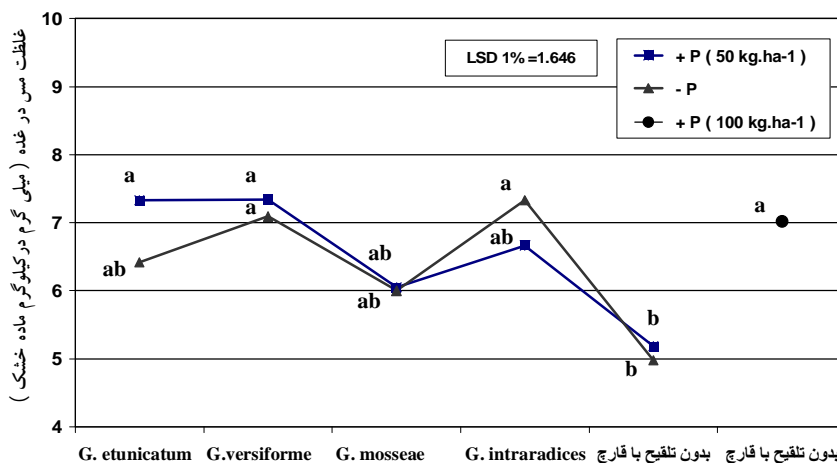
شکل ۱- اثر تیمارهای قارچی بر عملکرد پیاز در مجموع دو سال (مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد)



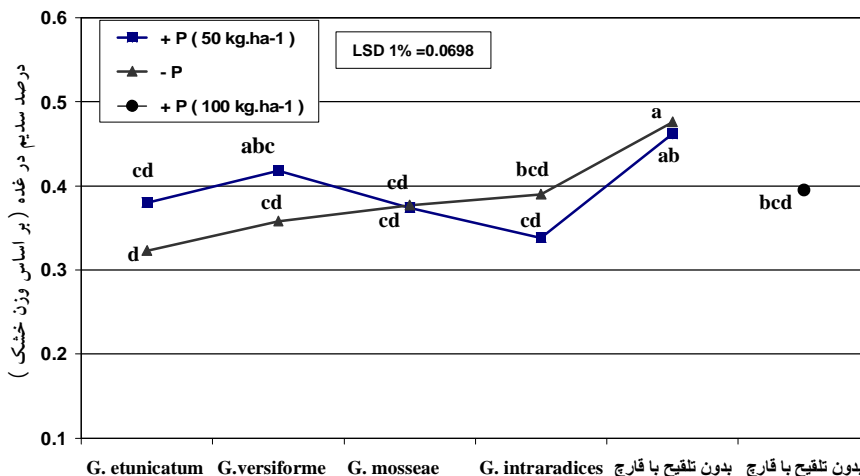
شکل ۲- اثر تیمارهای قارچی بر درصد فسفر در غده پیاز در مجموع دو سال (مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد)



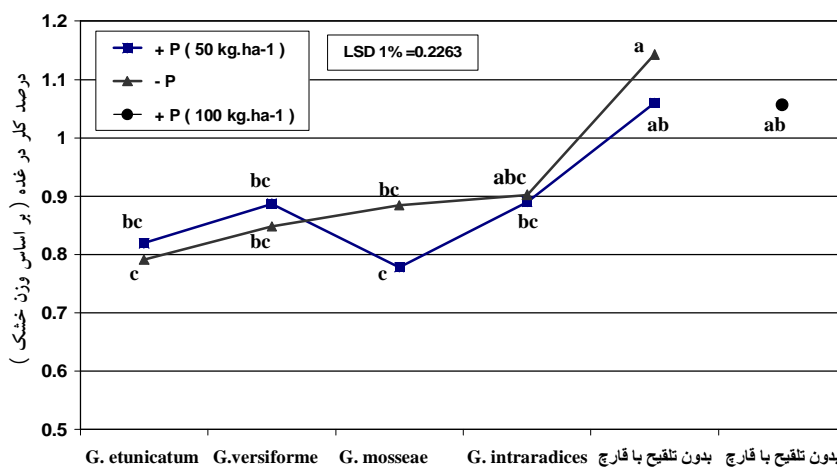
شکل ۳- اثر تیمارهای قارچی بر غلظت روی در غده پیاز در مجموع دو سال (مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد)



شکل ۴- اثر تیمارهای قارچی بر غلظت مس در غده پیاز در مجموع دو سال (مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد)



شکل ۵- اثر تیمارهای قارچی بر درصد سدیم در غده پیاز در مجموع دو سال (مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد)



شکل ۶- اثر تیمارهای قارچی بر درصد کلر در غده پیاز در مجموع دو سال (مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد)

منابع مورد استفاده

- بی نام. 1370. مطالعات خاکشناسی و طبقه بندی اراضی ایستگاه تحقیقات کشاورزی خسروشهر. موسسه تحقیقات خاک و آب.
- علی اصغر زاد، ن. 1379. بررسی پراکنش و تراکم جمعیت قارچهای میکوریزآربوسکولار در خاکهای شور دشت تبریز و تعیین اثرات تلقیح آنها در بهبود تحمل پیاز و جو به تنش شوری. پایاننامه دکترا. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- Aliasgharzad N, Saleh Rastin N, Towfighi H and Alizadeh A, 2001. Inoculation effect of four arbuscular mycorrhizal fungi on the mineral nutrition and yield of onion under salinity levels. In: Ramalho – Filho, A, Eswaran, H. (eds) Land Degradation, New Trends Toward Global Sustainability Proceedings of a conference held at National Soil Research Center, Rio-de-Janeiro, Brazil, 17-21 September 2001.
- AL-Karaki GN and AL- Raddad A, 1997. Effects of arbuscular mycorrhiza fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in drought resistance. *Mycorrhiza* 7: 83-88.
- AL-Karaki GN and Clark RB, 1998. Growth, mineral acquisition, and water use by mycorrhiza wheat grown under water stress. *Journal of Plant Nutrition* 21(2): 263-276.
- Al- Karaki GN, 2000. Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. *Mycorrhiza* 10: 51-54.
- Al-Karaki GN and Hammad R, 2001. Mycorrhiza influence on fruit yield and mineral content of tomato grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*. 24: 1311-1323.
- Azaizeh HA, Marschner H, Romheld V and Wittenmayer L, 1995. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza fungus and other soil microorganisms on growth, mineral nutrient acquisition and root exudation of soil-grown maize plants. *Mycorrhiza* 5(5): 321-327.
- Azcon-Aguilar C and Barea JM, 1997. Applying mycorrhiza biotechnology to horticulture: significance and potentials. *Scientia Horticulture* 68: 1-24.
- Azcon R, EL- Atrach F and Barea J M, 1988. Influence of mycorrhiza vs. soluble phosphate on growth, nodulation and N₂- fixation in alfalfa under different levels of water potential. *Biology and Fertility of Soils* 7: 28-31.
- Bago B and Azcon- Aguilar C, 1997. Changes in the rhizospheric pH induced by arbuscular mycorrhiza formation in onion (*Allium Cepa* L.). *Z. Pflanz. Bodalkunde* 160: 333-339.
- Boddy L, Marchant R and Read D, 1989. Nitrogen, phosphorus and sulphur utilization by fungi. Cambridge University Press, PP:181-204.
- Clark RB and Zeto SK, 1996. Mineral acquisition by mycorrhiza maize grown on acid and alkaline soil. *Soil Biol. Biochem.*, 28:1495-1503.
- Elwan IM, 1993. Response of nutrient status of plants in calcareous soils receiving phosphorus fertilization and mycorrhiza. *Annals of Agricultural Science*, 38(2): 841- 849.

- Feng G, Zhang FS, Li XL, Tian C and Rengel C, 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
- Gaur A, Adholeya A and Mukerji KG, 2000. On farm production of VAM inoculum and vegetable crops in marginal soil amended with organic matter. *Tropical Agric. (Trinidad)* 77(1): 21-26 .
- Goh TB, Banerjee MR, Tu S and Burton DL, 1997. Vesicular arbuscular mycorrhizae-mediated uptake and translocation of P and Zn by wheat in a calcareous soil. *Can J Soil Sci* 77:339-346.
- Gravito ME and Varda L, 1995. Response of "Criollo" maize to single and mixed species inocula of arbuscular mycorrhiza fungi. *Plant Soil* 176(1): 101-105.
- Grant C, Bittman S, Montreal M, Plenehette C and Morel C, 2005. Soil and fertilizer phosphorus: Effects on plant P supply and mycorrhiza development. *Can. J. Plant Sci.* 85:3-14.
- Harinikumar KM and Bagyarag DJ, 1996. Persistence of introduced glomus intraradices in the field as influenced by repeated inoculation and cropping system. *Biol. Fertil. Soils* 21 : 184-188.
- Hayman DS, 1983. The physiology of vesicular- arbuscular endomycorrhiza symbiosis. *Can J Bot* 61: 944 - 963.
- Jakobsen I, 1986. Vesicular- arbuscular mycorrhiza in field – grown crops. III. Mycorrhiza infection and rates of phosphorus in flow in pea plants. *New Phytol* 104: 573-581.
- Kim KY, Jordan D and McDonald GA, 1988. Effect of phosphate- solubilizing bacteria and vesicular- arbuscular mycorrhizae on tomato growth and soil microbiol activity. *Biol. Fertil. Soils* 26:79-87.
- Khalied AS and Elkhider RA, 1993. Vesicular - arbuscular mycorrhizas and soil salinity. *Mycorrhiza* 4: 45-57.
- Knight WG, Allen MF, Jurinak JJ and Dudley LM, 1989. Elevated carbon dioxide and solution phosphorus in soil with vesicular- arbuscular mycorrhiza fungi as, *Gigaspora margarita*. *Bio Fertil Soils* 26:331-335.
- Kothari SK, Marschner H and Romheld V, 1991. Contribution of the VA mycorrhiza hyphae in acquisition of phosphorus and zinc by maize grown in a calcareous soil. *Plant soil* 131:177-185.
- Mahaveer PS and Alok A, 2000. Enhanced growth and productivity following inoculation with indigenous AM fungi in four varieties of onion (*Allium Cepa* L.) in an alfisol. *Biological Agriculture and Horticulture* 18: 1-14.
- Marschner H and Dell B, 1994. Nutrient uptake in mycorrhizae symbiosis. *Plant Soil* 159: 89-102.

- McGonigle TP, Miller MH, Evans DG, Fairchild GL, and Swan JA, 1990. A new method, which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist*, 115:495-501
- McGonigle TP and Miller MH, 1993. Mycorrhiza development and phosphorus absorption in maize under conventional and reduced tillage. *Soil Sci. Am. J.* 57 : 1002- 1006.
- Medina OA, Sylvia DM and Kreschmer AE, 1998. Response of siratro to vesicular- arbuscular mycorrhizae fungi : II- Efficacy of selected vesicular- arbuscular fungi at different phosphorus levels. *Soil Sci Am J* 52: 420-423.
- Norris JR, Read DJ, and Varma AK, 1992. *Methods in Microbiology*. Volume 24, Techniques for the Study of Mycorrhiza, Academic Press, London.
- Poss JA, Pond E, Menge JA and Jarrell WM, 1985. Effect of salinity on mycorrhiza onion and tomato in soil with and without additional phosphate. *Plant Soil* 88: 207- 319.
- Rigou L and Mignard E, 1994. Factors of acidification of the rhizosphere of mycorrhiza plants: Measurement of p CO₂ in the rhizosphere. *Acta Bot Gall* 141: 533-539.
- Rosendahl CW and Rosendahl S, 1991. Influence of vesicular- arbuscular mycorrhiza fungi (*Glomus* Spp) on the response of cucumber (*Cucumis sativis* L.) to salt stress. *Environment Experiment* 31 : 313-318.
- Shnyerva AV and Kulaev IS, 1994. Effect of vesicular arbuscular mycorrhiza on phosphorus metabolism in agricultural plants. *Microbiological Research* 149(2):139-143.
- Subramanian KS and Charest C, 1997. Nutritional, growth and reproductive responses of maize (*Zea mays* L.) to arbuscular mycorrhizal inoculation during and after drought stress at tasselling. *Mycorrhiza* 7 : 25- 32.
- Tarafdar JG and Marchner H, 1994a. Phosphatase activity in the rhizosphere and hyphosphere of VA mycorrhiza wheat supplied with inorganic and organic phosphorus. *Soil Biol.Biochem.* 26: 387-395.
- Tarafdar JC and Marschner H, 1994b. Efficiency of VAM hyphae in utilization of organic phosphorus by wheat plants. *Soil Sci Plant Nutr* 40: 593-600.
- Varma A and Hock B, 1998. *Mycorrhiza*. Springer Verlag Berlin, Hiedelbery New York. PP. 704.