علوم و تحقیقات بذر ایران

سال اول/ شماره دوم/ ۱۳۹۳ (۶۵ - ۵۷)

تأثیر تلقیح پیاز با چهار گونه قارچ میکوریزا بر عملکرد کمی و کیفی دو گونه سوسن

محمد ارجمند علوی[۱]، عبدالله حاتم زاده*[۲]، سید محمدرضا احتشامی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۴/۲۳

چکیده

آثار مفید و مثبت همزیستی میکوریزائی بر رشد گیاهان مختلف در گذشته اثبات شده است. این قارچها با ایجاد رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان منجر به بهبود ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان و حفظ تعادل در تنوع زیستی خاک می‌شوند. اغلب گیاهان زراعی قادر به برقراری همزیستی با قارچهای اندومیکوریزا هستند ولی تاکنون مطالعه‌ای در مورد امکان برقراری ارتباط همزیستی این قارچها با گل سوسن انجام نشده است. به‌همین منظور تحقیقی جهت بررسی تأثیر گونه-های مختلف قارچ میکوریزا شامل *Glomus intraradices*، *Glomus etunicatum*، *Glomus mosseae* و *Glomus clorum* بر عملکرد دو گونه سوسن چلچراغ و سوسن شرقی انجام گردید. این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت. نتایج نشان داد که ریشه سوسن چلچراغ و سوسن شرقی با قارچ مذکور در حد قابل قبولی همزیستی ایجاد نموده است و اثر متقابل میکوریزا بر دو گونه سوسن از نظر صفات مورد بررسی معنی‌دار می‌باشد. بالاترین درصد کلونیزاسیون ریشه در سوسن شرقی در تیمار تلقیح با قارچ *G. etunicatum* مشاهده شد در حالی‌که کمترین درصد کلونیزاسیون ریشه در سوسن چلچراغ تلقیح شده با قارچ *G. clorum* و سوسن چلچراغ شاهد مشاهده شد. همچنین بالاترین ارتفاع بوته در سوسن شرقی تلقیح با قارچ *G. etunicatum* و کمترین ارتفاع آن در سوسن چلچراغ شاهد مشاهده گردید. اثر متقابل سوسن و میکوریزا نشان داد که بالاترین میزان جذب فسفر، آهن و روی در سوسن چلچراغ و سوسن شرقی تلقیح شده با قارچ *G. etunicatum* مشاهده شد. در واقع نتایج این تحقیق حاکی از تأثیرگذاری همزیستی قارچ *G. etunicatum* بر رشد و میزان جذب عناصر می‌باشد که زمینه را برای بررسی امکان کاربرد آن در بهبود رشد گیاه سوسن چلچراغ فراهم می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: درصد کلونیزاسیون ریشه، سوسن، عناصر کم‌مصرف، فسفر، میکوریزا

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی دانشگاه گیلان

۲- اعضای هیأت علمی دانشگاه گیلان

* نویسنده مسئول: hatamzadeh@guilan.ac.ir

مقدمه

سوسن یکی از گل‌های پیازی مهم است و اکنون به صورت گسترده پس از رز، میخک و داوودی در بازار جهانی جایگاه چهارم را دارد. این جنس دارای ۱۲۰ گونه است (Maesato *et al*., 1994; Dole and Wilkins, 1999) که در نقاط مختلف دنیا پراکنده‌اند. ایران نیز دارای یکی از گونه‌های بسیار زیبای این گل به نام سوسن چلچراغ *Lilium ledebourii* است. یکی از مهم‌ترین روابط همزیستی در عالم حیات که طی دورهٔ تکامل به‌وجود آمده است، همزیستی میکوریزائی می‌باشد. اکثر گیاهان زراعی و باغی با قارچ میکوریز رابطه همزیستی برقرار می‌کنند و علاوه بر کمک به جذب آب و عناصر غذائی باعث افزایش قدرت تکثیر و نیز بقای آنها می‌گردند (Smith and Read, 2008). یکی از مهم‌ترین اثرات قارچ‌های میکوریزا، افزایش عملکرد گیاهان خصوصاً در خاک‌های با حاصلخیزی پائین است. دلایل افزایش عملکرد در گیاهان تلقیح شده با قارچ به افزایش جذب عناصر غذائی به‌ویژه روی و فسفر، تولید محرک‌های رشد، تحمل به خشکی و مقاومت به پاتوژن‌های گیاهی گزارش شده است (Nagahashi *et al*., 1996). همزیستی قارچ میکوریزا با انواع گیاهان دارویی و معطر مشاهده شده و این همزیستی سبب افزایش و بهبود رشد در این گروه از گیاهان می‌شود (Gupta *et al*., 2002). همچنین قارچ‌های میکوریزا با تأثیر بر میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی، منجر به افزایش قندهای محلول و پرولین و در نتیجه باعث افزایش و بهبود رشد گیاهان نیز در شرایط تنش می‌شود (Scheilenbaum *et al*., 1999) که از آن جمله کیفیت گل و افزایش تعداد شاخه‌های گل دهنده در گل جعفری در شرایط تنش خشکی اشاره نمود (Asrar and Elhndi, 2011). در رابطه با نقش کودهای زیستی بر کمیت و کیفیت اسانس رازیانه کاپور و همکاران (Kapoor *et al*., 2004) نشان دادند که همزیستی ریشه رازیانه با دو گونه از قارچ‌های میکوریزای وزیکولار آرباسکولار به طور معنی‌داری موجب بهبود میزان اسانس و کیفیت آن می‌شود، به نحوی که میزان ماده ارزشمند آنتول در اسانس در مقایسه با شاهد افزایش می‌یابد ولی میزان فنکون و لیمونن آن کاهش می‌یابد. در پژوهش دیگری مشخص شد که تلقیح گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum*) سبب افزایش بارز کمیت و کیفیت اسانس می‌شود. به نحوی که مقادیر اجزاء مهمی چون ژرانیول و لینالول در ترکیب اسانس به طور چشمگیری افزایش یافت اما میزان آنتول و بتا المن موجود در اسانس در مقایسه با شاهد کاهش یافت (Kapoor *et al*., 2002). در تحقیق فریتس و همکاران (Freits *et al*., 2004) بر روی گیاه دارویی نعناع روشن شد که کاربرد چهار گونه قارچ میکوریزا موجب بهبود مقدار اسانس و میزان منتول آن نسبت به تیمار شاهد می‌شود. در بررسی مشابهی که بر روی دو گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens*) و نوعی زیره (*Trachyspermum ammi sprague*) انجام گرفته بود، ملاحظه شد که کاربرد دو گونه قارچ میکوریزا به طور قابل توجهی کمیت و کیفیت اسانس دانه آنها را در مقایسه با کنترل بهبود بخشید به نحوی که این افزایش در شوید اختصاص به مقادیر لیمونن و کارون اسانس و در زیره تعلق به مقدار تیمول اسانس داشت در حالی‌که میزان دیل آپیول در اسانس شوید و میزان پاراسیمن در اسانس زیره نسبت به شاهد کاهش یافت (Kapoor *et al*., 2002). در دو مطالعه که گوپتا و همکاران (Gupta *et al*., 2002) بر روی گیاه دارویی نعناع و خاوساد و همکاران (Khaosaad *et al*., 2006) بر روی گیاه دارویی مرزنجوش (*Origanum vulgare*) انجام دادند، مشخص شد که کاربرد قارچ میکوریزای سبب افزایش چشمگیر میزان اسانس در مقایسه با شاهد می‌شود.

کشت گیاهان دارویی و معطر از دیرباز دارای جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های سنتی کشاورزی ایران بوده و این نظام‌ها از نظر ایجاد تنوع و پایداری نقش مهمی ایفا کرده‌اند. کشت اکولوژیک گیاهان دارویی کیفیت آنها را تضمین کرده و احتمال اثر منفی روی کیفیت دارویی و عملکرد آنها را نیز کاهش می‌دهد. در رابطه با اثر قارچ مایکوریزا و باکتری‌های محرک رشد بر عکس‌العمل و تجمع مواد در گیاهان دارویی، اطلاعات کمی در دسترس است. آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر این ریزجانداران بر رشد و عملکرد کیفی آلوئه‌ورا انجام خواهد گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک - های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان در سال ۱۳۹۱ انجام شد. عوامل مورد بررسی در این تحقیق شامل نوع قارچ و گونه سوسن

بودند. سطوح قارچ میکوریز عبارت از بدون تلقیح (شاهد)، تلقیح پیاز با *Glomus intraradices*، تلقیح پیاز با *Glomus esculentus*، تلقیح پیاز با *Glomus mosseae* و تلقیح پیاز با *Glomus versiforme* و عامل نوع گونه نیز شامل سوسن چلچراغ (*Lilium ledrbourii*) و سوسن شرقی (*Lilium longiflourm*) بود. در ابتدا پیازها از ایستگاه تحقیقات گل و گیاهان زینتی لاهیجان، تهیه و به گلخانه منتقل شدند. پیازها ابتدا با آب شستشو شده و پیازهای آسیب دیده حذف گردیدند. پیازهای مربوط به گونه چلچراغ قبل از کاشت ۳ تا ۴ هفته در یخچال قرار داده شد. برای کاشت پیازها از گلدان‌هائی به ارتفاع و قطر ۱۴ سانتی‌متر استفاده شد. ابتدا در کف گلدان حدود ۳ سانتی‌متر شن درشت و آن‌گاه تا سطح گلدان بستر ازدیاد حاوی پیت و پرلیت به نسبت ۱:۱ ریخته شد. در تیمارهائی که باید تلقیح پیازها با قارچ میکوریز انجام می‌شد، ابتدا پیازها با قارچ میکوریز مورد نظر تلقیح شده و سپس نسبت به کاشت آن اقدام گردید. برای هر تیمار، ۳ گلدان در نظر گرفته شد. به‌منظور تأمین نور مورد نیاز در گلخانه، ۴ عدد لامپ پر فشار بخار سدیم در ارتفاع ۱۶۰ سانتی‌متری از سطح گلدان نصب گردید. مدت زمان روشنایی ۱۳ ساعت در نظر گرفته شد. میزان نور موجود در گلخانه به طور متوسط ۱۵۰۰۰ لوکس بود که بوسیله یک لوکس‌متر دستی مدل -illuminati meterINS-DX- 200 اندازه‌گیری می‌شد. برای تأمین دمای مناسب برای رشد مطلوب سوسن‌ها (به‌طور متوسط ۲ ± ۲۰ درجه سانتی‌گراد در روز و ۲ ± ۱۴ درجه سانتی‌گراد در شب) از یک دستگاه اسپلیت گرمایشی و سرمایشی استفاده شد. در مواقع افزایش دمای ناگهانی نیز، تهویه گلخانه با باز کردن و آب‌پاشی بر روی شیشه‌های گلخانه انجام گرفت. در این پژوهش پس از خروج برگ‌های اولیه از خاک، در هر بار آبیاری حدود ۰/۵ گرم در لیتر از کود کریستالون با نسبت NPK به ترتیب ۸-۱۰-۲۰ که حاوی عناصر میکرو نیز بود استفاده شد. آبیاری گیاهان نیز در زمان مناسب انجام شد.

در پایان آزمایش اندازه‌گیری ارتفاع بوته‌ها در هنگام گلدهی از محل طوقه گیاه در سطح خاک گلدان تا محل اتصال اولین ساقه گل به ساقه اصلی انجام شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته‌ها از خط‌کش استفاده شد. برای اندازه‌گیری درصد کلونیزاسیون ریشه، ریشه‌های نازک و جوان، انتخاب شده و در مخلوط آب مقطر و الکل اتیلیک قرار گرفت. ریشه‌ها پس از خارج شدن از مخلوط ۵۰ درصد آب مقطر و ۵۰ درصد الکل اتیلیک، ۳ الی ۴ بار با آب معمولی شستشو شدند. آنگاه به مدت نیم ساعت در داخل هیدروکسید پتاسیم ۸ تا ۱۰ درصد قرار گرفته و به مدت ۱۵ دقیقه در داخل اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه و فشار ۱/۲ اتمسفر قرار داده شدند. پس از خروج از اتوکلاو، نمونه‌ها ۳ الی ۴ بار با آب معمولی شسته شدند. سپس ریشه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در داخل آب اکسیژنه قلیائی قرار گرفتند. پس از آن، مجدداً نمونه‌ها با آب معمولی شسته شده و سپس به مدت ۱ دقیقه در داخل اسید کلریدریک ۱ درصد غوطه‌ور شدند. بعد از خارج کردن نمونه‌ها از اسید، در محلول تریپان‌بلو (به نسبت ۱:۱:۱ اسید لاکتیک ـ گلیسرول ـ آب مقطر و ۰/۰۵ درصد وزنی ـ حجمی تریپان‌بلو) به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق قرار گرفتند. پس از این مدت، ریشه‌ها از محلول تریپان‌بلو خارج شده و با استفاده از روش کورمانیک و مک‌گراو (Kormanik and McGraw, 1982) درصد کلونیزه شدن ریشه مشخص گردید.

در پایان آزمایش، بوته‌ها از کف بریده شده (بدون ریشه)، سپس با آب مقطر شستشو شدند. نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده تا خشک شدند. نمونه‌های گیاهی خشک شده، آسیاب شدند تا نمونه‌های کاملاً یکنواختی به‌دست آمد. نمونه‌های آسیاب شده در محل خشک، خنک و در ظرف‌های سربسته به دور از تابش مستقیم نور آفتاب نگهداری شدند. فسفر به روش کالریمتری در طول موج ۴۵۰ نانومتر (T80+ PG Instrument UV/Vis Spectrometer) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. سپس منحنی استاندارد رسم و غلظت فسفر در نمونه‌ها محاسبه گردید (Hanson, 1950). برای اندازه‌گیری روی و آهن از روش هضم خشک و دستگاه جذب اتمی استفاده گردید. یک گرم نمونه گیاهی خشک شده با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شده و در کروزه چینی ریخته شد و در کوره قرار گرفت. درجه حرارت کوره به‌تدریج و در عرض ۲ ساعت به ۵۵۰ درجه رسانده شد و ۱۲ ساعت در کوره باقی ماند. بعد از خنک شدن، خاکستر سفید با کمی آب خیس شده و با شیشه ساعت پوشانده شد. مقدار ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک (۲ مول) اضافه شده و کروزه‌ها با استفاده از حمام آبی تا ۸۰ درجه، حرارت داده شد تا اولین بخارات

سفید خارج گردید. کروزه‌ها از کاغذ صافی بـه داخـل بـالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری سرازیر شده و صـاف گردیـد و سـپس کاغذ صافی چندین بار با آب مقطر نیمـه‌گـرم شسـته و بـه حجم رسانده شد. سپس محلول مورد نظـر، آمـاده انـدازه-گیری عناصر منگنز، منیزیم، مس و آهن به‌وسـیله دسـتگاه جذب اتمی گردید (Hanson, 1950).

تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به‌وسیله آزمون توکی انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته سوسن

نتایج نشان داد که اثر سوسن و میکوریزا بر ارتفاع بوته‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بالاترین ارتفاع بوته‌ها در سوسن شرقی تلقیحی به قارچ *Glomus etunicatum* مشاهده شد، در حالی‌که کمترین ارتفاع بوته‌ها در سوسن چلچراغ شاهد و سوسن چلچراغ تلقیحی به قارچ *Glomus mosseae* رویت گردید (جدول ۳). در واقع این نتایج نشان دادند که گیاهان میکوریزایی هم در سوسن چلچراغ و هم در سوسن شرقی نسبت به گیاهان شاهد ارتفاع بیشتری داشتند. به طوری‌که میانگین ارتفاع بوته‌ها در گیاهان میکوریزایی از ۸ سانتی‌متر به ۱۵ سانتی‌متر در سوسن چلچراغ و از ۳۰ سانتی‌متر به ۸۰ سانتی‌متر سوسن شرقی افزایش یافت. نتایج دوپونویس و همکاران (Duponnois *et al*., 2005) نشان داد که گیاه آکاسیا تلقیح شده با میکوریزا ارتفاع بیشتری نسبت به گیاهان تلقیح نشده داشتند. همچنین تحقیقات تورجامان و همکاران (Turjaman *et al*., 2006) و لیو و همکاران (Lio *et al*., 2007) نشان داد که تلقیح قارچ اندومیکوریزایی باعث افزایش رشد اندام‌های هوایی می-گردد. بررسی‌های انجام شده توسط بسیاری پژوهشگران نشان دهنده افزایش معنی‌دار شاخص‌های رشد اندازه‌گیری شده در اندام هوایی گیاهان تیمار شده با قارچ نسبت به گیاهان شاهد می‌باشد (Venkateshwar *et al*., 2002; Kapoor *et al*., 2004; Gamalero *et al*., 2004) که با نتایج حاصل از بررسی رشد گیاه سوسن همخوانی دارد. قارچ‌های میکوریزایی به دلیل افزایش سطح جذب ریشه از طریق تشکیل هیف سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی به وسیله گیاهان می‌شوند. تخمین زده می‌شود حدود ۸۰ درصد جذب فسفر به وسیله این قارچ‌ها صورت می‌گیرد (Marschner and Dell, 1994).

درصد کلونیزاسیون ریشه

در بررسی وضعیت همزیستی ریشه سوسن با قارچ‌های *Glomus intraradices*، *Glomus etunicatum*، *Glomus mosseae* و *Glomus clroum* گیاهانی که به آن‌ها بستر هاگدار اضافه نشده بود (گیاهان شاهد)، هیچ گونه آغشتگی به قارچ نشان ندادند. نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تغییرات معنی‌داری در کلونی‌زایی گونه‌های مختلف وجود داشت (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر میکوریزا بر ارتفاع بوته و درصد کلونیزاسیون ریشه دو گونه سوسن

Table 1. Analysis of variance (mean squares) for the effect of mycorrhiza on plant height and root colonization percentage of two lily species

			میانگین مربعات Mean squares	
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	درصد کلونیزاسیون ریشه Root colonization percentage
Lily	سوسن	1	11928.1**	3588.32**
Mycorrhiza	میکوریزا	4	767.53**	1926.06**
Lily× Mycorrhiza	سوسن×میکوریزا	4	454.18**	237.08**
Error	اشتباه آزمایشی	20	0.02	0.06
CV%	ضریب تغییرات		5.6	7.9

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

* and ** are significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

بیشترین میزان کلونی‌زایی در اثر تیمار *G. etunicatum* ایجاد شد. در واقع این نتایج نشان دادند که سوسن شرقی در مقایسه با سوسن چلچراغ همزیستی بیشتری با گونه‌های قارچ میکوریزا نشان دادند. درصد کلونیزه شدن ریشه سوسن شرقی، با قارچ *Glomus etunicatum* اختلاف معنی‌داری با قارچ *Glomus intraradices* نداشت.

اثر همزیستی مایکوریزایی بر میزان جذب عناصر

نتایج نشان داد که اثر سوسن و میکوریزا بر میزان فسفر در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بالاترین میزان فسفر در سوسن شرقی تلقیح با قارچ *Glomus etunicatum* مشاهده شد، در حالی‌که کمترین میزان فسفر در سوسن چلچراغ شاهد به ثبت رسید (جدول ۳). در واقع این نتایج نشان دادند که گیاهان میکوریزایی هم در سوسن چلچراغ و هم در سوسن شرقی نسبت به گیاهان شاهد میزان فسفر بیشتری داشتند، به طوری‌که میانگین فسفر در گیاهان میکوریزایی از ۰/۱ درصد به ۱/۱ درصد در سوسن چلچراغ و از ۰/۲ درصد به ۳/۲ درصد سوسن شرقی افزایش یافت. بسیاری از محققان بهبود رشد گیاهان در حضور میکوریزا را نتیجه بهبود وضعیت عناصر به خصوص فسفر می‌دانند (Al-karaki, 2000; Al-karaki *et al*., 2001; Hirrel and Gerdemann, 1980). هیف‌های قارچ میکوریزا سطح جذب کلی گیاهان تلقیح شده را افزایش می‌دهد و به همین علت موجب افزایش دسترسی گیاهان آلوده به عناصر غذایی در منطقه دورتر ریشه گیاه می‌شود و عملاً حجم بیشتری از خاک استفاده کرده و عناصر بیشتری جذب می‌کند. در این تحقیق نیز مشاهده گردید که غلظت و محتوای عناصر غذایی و در نتیجه جذب عناصر غذایی در حضور میکوریزا افزایش می‌یابد. بنابراین بهبود این شرایط غذایی به همراه دیگر اثرات مفید قارچ میکوریزا می‌تواند خصوصیات رشد و عملکرد گیاه را بهبود بخشد. عملکرد همه گیاهان میکوریزایی وابسته به توانایی قارچ همزیست در جذب مواد معدنی و آلی در دسترس از خاک می‌باشد (Marscher and Dell, 1994). قارچ میکوریزا به سبب قابلیت بالای آن در افزایش رشد و بازده گیاه در شرایط مشخص دارای اهمیت ویژه‌ای است (Podila and Douds, 2001). افزایش رشد و نمو در گیاهان میکوریزایی در مقایسه با انواع غیر میکوریزایی در گونه‌های متفاوت بسیاری گزارش شده است (Marscher and Dell, 1994). که دلیل اصلی آن توانایی گیاه همزیست با قارچ در جذب کارآمد برخی عناصر معدنی مانند فسفر می‌باشد (Podila and Douds, 2001). محتوای فسفر بر پارامترهای فیزیولوژیک گیاه از جمله فرایند فتوسنتز مؤثر است چرا که نقش مهمی به عنوان ناقل انرژی در طی این فرآیند دارد (Marscher and Dell, 1994). فتوسنتز یکی از مهم‌ترین شاخص‌های فعالیت فیزیولوژیک گیاه است که وابسته به محتوای کلروفیل در گیاه می‌باشد. از این رو ممکن است همزیستی میکوریزائی به عنوان یک چاله متابولیسمی عمل کند که سبب جابه‌جایی محصولات فتوسنتزی به سمت ریشه‌ها شده و بدین‌سان محرکی برای انجام فعالیت فتوسنتزی بیشتر باشد (Allen *et al*., 1980). به‌علاوه دیده شده است که در گیاهان میزبان

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر میکوریزا بر میزان عناصر غذائی دو گونه سوسن

Table 2. Analysis of variance (mean squares) for the effect of mycorrhiza on nutrient amount of two lily species

		Mean squares میانگین مربعات		
S.O.V	منابع تغییر	فسفر P	روی Zn	آهن Fe
Lily	سوسن	18.5**	900.11**	146.66**
Mycorrhiza	میکوریزا	3.1**	269.21**	179.09**
Lily× Mycorrhiza	سوسن×میکوریزا	1.28**	104.88**	139.66**
Error	اشتباه آزمایشی	0.004	28.53	0.1
CV%	ضریب تغییرات	5.05	3.5	1.5

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

* and ** are significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر میکوریزا و گونه سوسن بر صفات کمی و کیفی

Table 3. Means comparison for the effect of mycorrhiza and lily species on quantitative and qualitative characteristics

سوسن Lily	میکوریزا Mycorrhiza	ارتفاع بوته Plant height (cm)	درصد همزیستی ریشه Root colonization percentage (%)	فسفر P (%)	روی Zn (mg/Kg)	آهن Fe (mg/Kg)
شرقی *L. longiflourm*	Control	30.2^{d}	0^{h}	0.2^{gf}	5.85^{g}	50^{h}
شرقی *L. longiflourm*	*G. intraradices*	60.2^{b}	55.1^{b}	2.7^{b}	30.34^{b}	76.88^{b}
شرقی *L. longiflourm*	*G. etunicatum*	80.13^{e}	59.8^{a}	3.2^{a}	34.11^{a}	80.23^{a}
شرقی *L. longiflourm*	*G. mosseae*	40.1^{c}	44.2^{d}	2^{c}	23.33^{d}	64.77^{d}
شرقی *L. longiflourm*	*G. clorum*	40.3^{c}	49^{c}	2.5^{b}	27.98^{c}	69.02^{c}
چلچراغ *L. ledebourii*	Control	8^{g}	0^{h}	0.1^{g}	6.65^{g}	50.5^{h}
چلچراغ *L. ledebourii*	*G. intraradices*	10.16^{f}	30^{e}	1.1^{d}	19.95^{e}	56.23^{f}
چلچراغ *L. ledebourii*	*G. etunicatum*	15.1^{e}	28.7^{f}	0.54^{e}	21.15^{de}	59.77^{e}
چلچراغ *L. ledebourii*	*G. mosseae*	8^{g}	20.2^{g}	0.43^{fe}	18.27^{e}	75.51^{b}
چلچراغ *L. ledebourii*	*G. clorum*	10.1^{f}	19.9^{g}	0.54^{e}	13.53^{f}	53.4^{g}

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح آماری ۵ درصد می باشند

Means with the same letter in each column have no significant difference (P<0.05).

میزان مواد تنظیم کننده رشد سیتوکینین و جیبرلین افزایش می‌یابد که افزایش این مواد به‌ویژه سیتوکینین می‌تواند شدت فتوسنتز را توسط باز شدن روزنه‌های هوایی که بر جابه‌جایی و تنظیم محتوای کلروفیل مؤثر است، بهبود، بخشد (Bevege *et al*., 1975: Allen *et al*., 1981). همچنین نتایج نشان داد که اثر سوسن و میکوریزا بر میزان آهن در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بالاترین میزان آهن در سوسن شرقی تلقیح با قارچ *Glomus etunicatum* مشاهده شد در حالی‌که کمترین میزان آهن به سوسن شرقی شاهد و سوسن چلچراغ شاهد تعلق داشت (جدول ۳).

همچنین اثر سوسن و میکوریزا بر میزان روی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بالاترین میزان روی در سوسن شرقی تلقیح با قارچ *Glomus etunicatum* مشاهده شد در حالی‌که کمترین میزان روی به سوسن شرقی شاهد و سوسن چلچراغ شاهد تعلق داشت (جدول ۳). نتایج بسیاری از تحقیقات بر افزایش جذب فسفر، پتاسیم و روی به وسیله تلقیح گیاهان با قارچ‌های میکوریزا تأکید دارند (Azcon *et al*., 1979; Diop *et al*., 2003). تأثیر قارچ میکوریزا بر جذب عنصر به‌وسیله ریشه گیاه واضح نمی‌باشد و به نوع عنصر و گونه گیاهی بستگی دارد. برخی شواهد نشان می‌دهند میکوریزا سبب ممانعت از جذب عنصر می‌شوند (Swift, 2004).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این تحقیق سویه *G. etunicatum* دارای بیشترین کارایی در جذب فسفر، روی و آهن بود. بنابراین از رهیافت انتخاب گونه مؤثر می‌توان در جهت افزایش جذب عناصر مورد نیاز در گیاهان برای بهبود کیفیت محصولات استفاده نمود. همچنین سوسن شرقی در مقایسه با سوسن چلچراغ همزیستی بیشتری با گونه-های قارچ میکوریزا داشت.

منابع

Al-Karaki, G.N. 2000. Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. Mycorrhiza, 10: 51–54. **(Journal)**

Al-Karaki, G.N., Hammad, R. and Rusan, M. 2001. Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress. Mycorrhiza, 11: 43–47. **(Journal)**

Allen, M.F., Moore, T.S. and Christensen, M. 1980. Phytohormone changes in *Bouteloua gracilis* infected by vesicular-arbuscular mycorrhizae. I. Cytokinin increases in the host plant. Canadian Journal of Botany, 58: 371–374. **(Journal)**

Allen, M.F., Smith, W.K., Moore, T.S. and Christensen, M. 1981. Comparative water relations and photosynthesis of mycorrhizal and non-mycorrhizal *Bouteloua gracilis* H.B.K. New Phytologists, 88: 683–693. **(Journal)**

Asrar, A.A. and Elhindi, K.M. 2011. Alleviation of drought stress of marigold (*Tagetes erecta*) plants by using arbuscular mycorrhizal fungi. Saudi Journal of Biological Science, 19: 38–46. **(Journal)**

Azcón-Aguilar, C., Azcón, R. and Barea, J.M. 1979. Endomycorrhizal fungi and *Rhizobium* as biological fertilizers for *Medicago sativa* in normal cultivation. Nature, 279: 325–327. **(Journal)**

Bevege, D.I., Bowen, G.D. and Skinner, M.F. 1975. Comparative carbohydrate physiology of ecto and endomycorrhizas. In: Sanders, F.E., Mosse B. and Tinker, P.B. (Eds.), Endomycorrhizas (pp 149-175), Academic Press, New York. **(Book)**

Diop, T.A., Wade, T.K., Diallo, A., Diouf, M. and Gueye, M. 2003. *Solanum* cultivar responses to arbuscular mycorrhizal fungi: growth and mineral status. African Journal of Biotechnology, 2(11): 429-433. **(Journal)**

Dole, J.M. and Wilkins, H.F. 1999. Floriculture, principles and species. Prentice Hall, Inc. p 613. **(Book)**

Duponnois, R., Colombet, A., Hien, V. and Thioulouse, J. 2005. The mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* and rock phosphate amendment influence plant growth and microbial activity in the rhizosphere of *Acacia holosericea*. Soil Biology and Biochemistry, 37: 1460-1468. **(Journal)**

Freitas, M.S.M., Martins, M.A. and Vieira, I.J.C. 2004. Produção e qualidade de óleos essenciais de *Mentha arvensis* em resposta a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares. Pesq. Agropec. Bras. 39: 887-894. **(Journal)**

Gamalero, E., Trotta, A., Massa, N., Copetta, A., Martinotti, M.G. and Berta, G. 2004. Impact of two *fluorescent pseudomonads* and an arbuscular mycorrhizal fungus on tomato plant growth, root architecture and P acquisition. Mycorrhiza, 14: 185–192. **(Journal)**

Gupta, M.L., Prasad, A., Ram, M. and S. Kumar. 2002. 'Effect of the vesicular arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. Bioresource Technology, 81(1): 77–79. **(Journal)**

Hanson, W.C. 1950. The photometric determination of phosphorus in fertilizers using the phosphor vanadomolybdate complex. Journal of Science in Food and Agriculture, 1: 172-173. **(Journal)**

Hirrel, M.C. and Gerdemann, J.W. 1980. Improved growth of onion and bell pepper in saline soils by two vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. Soil Science and Society of American Journal, 44: 654-665. **(Journal)**

Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G. 2002. *Glomus macrocarpum:* a potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in dill (*Anethum graveolens* L.) and carum (*Trachyspermum ammi* (Linn.) Sprague). World Journal of Microbiology and Biotechnology, 18: 459-463. **(Journal)**

Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology, 93: 3007-3011. **(Journal)**

Khaosaad, T., Vierheilig, H., Nell, M., ZitterlEglseer, K. and Novak, J. 2006. Arbuscular mycorrhiza alters the concentration of essential oils in oregano (*Origanum* sp., Lamiaceae). Mycorrhiza, 16(6): 443–446. **(Journal)**

Kormanik, P.P. and McGraw, A.C. 1982. Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhizae in plant roots. In Methods and Principles of Mycorrhizal Research (N. C. Schenck, Ed.). pp. 37-45. American Phytopathological Society, st Paul.

Liu, J., Maldonado-Mendoza, I., Lopez-Meyer, M., Cheung, F., Town, C.D. and Harrison, M.J. 2007. Arbuscular mycorrhizal symbiosis is accompanied by local and systemic alterations in gene expression and an increase in disease resistance in the shoots. Plant Journal, 50(3): 529-44. **(Journal)**

Maesato, K., Sharada, K., Fukui, H., Hara, T. and Sarma, S. 1994. *In viro* bulblet regeneration from bulb scale explants of Lilium japonicum Thunb. Effect of plant growth regulators and culture environment. Journal of Horticulture Society. 69(2): 289-297. **(Journal)**

Marschner, H. and Dell, B. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil, 159: 89-102. **(Journal)**

Podila, G.K. and Douds, D.D. 2001. Current Advances in Mycorrhizae Research. APS Press, St. Paul. **(Book)**

Scheilenbaum, L., Sprenger, N., Schuepp, H., Wiemken, A. and Boller, E. 1999. Effect of drought transgenic expression of a fructan synthesizing enzyme and of mycorrhizal symbiosis on growth and soluble carbohydrate pools in tobacco plants**.** New Phytologists, 142: 67–77. **(Journal)**

Smith, S.E. and Read, D. 2008. Mycorrhizas in agriculture, horticulture and forestry. Mycorrhizal Symbiosis (Third Edition). Pp. 611-636.

Swift, C.E. 2004. Mycorrhiza and soil phosphorus levels (pp. 1-4). Colorado State University, Cooperation Extention. Retrieved December 19, 2005, from http://www.colostate.edu/Depts/CoopExt/TRA/PLANTS/mycorhiza.html?

Turjaman, M., Tamai, Y., Santoso, E., Osaki, M. and Tawaraya, K. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi increased early growth of two nontimber forest product species *Dyera polyphylla* and *Aquilaria filaria* under greenhouse conditions. Mycorrhiza, 16: 459–464. **(Journal)**

Venkateshwar Rao, G., Manoharachary, C. and Rajeswara Rao, B.R. 2002. Beneficial influence of arbuscular mycorrhizal fungal association on growth, yield and nutrient uptake of rose-scented geranium (Pelargonium species). Philippine Journal of Science, 131: 49-58. **(Journal)**

Effect of bulb inoculation with four species mycorrhizal fungi on quantitative and qualitative yield of two lily species

Mohammad Arjmand Alavi[1], Abdollah Hatamzadeh[2], Seyed MohammadReza Ehteshami[2]

Received: March 7, 2014 Accepted: July 14, 2014

Abstract

Positive and beneficial effects of mycorrhizal symbiosis on growth of different plants have been demonstrated in the past. These fungi by creating a symbiotic relationship with the roots of plants leads to improved morphological and physiological characteristics and are balancing on soil biodiversity. Most of the crops are capable of establishing symbiosis with endo-mycorrhizal fungi, but so far, no study has been done on the possibility of establishing a symbiotic relationship between these fungi and lily. For this purpose, this study was performed to investigate the effect of different species of mycorrhizal fungi, including *Glomus intraradices*, *Glomus etunicatum*, *Glomus mosseae* and *Glomus clorum* on yield of *Lily longiflourm* and *Lily ledebourii*. This research carried out as a factorial in a Completely Randomized Design with three replications. The results showed that the root of *L. longiflourm* and *L. ledebourii* has developed a symbiosis at an acceptable level and the interaction of mycorrhiza on two species of lily is significant on investigated traits. The highest of root colonization percentage was observed in *L. longiflourm* inoculated with *G. etunicatum*, while, there was the lowest of root colonization percentage in *L. ledebourii* inoculated with *G. clorum* and *L. ledebourii* without inoculation. Also, the highest and lowest of plant height was observed in *L. longiflourm* inoculated with *G. etunicatum* and *L. ledebourii* without inoculation, respectively. Interaction effect of lily×mycorrhiza showed the highest absorption of phosphorus, iron and zinc was observed in *L. longiflourm* and *L. ledebourii* inoculated with *G. etunicatum*. Actually, the results of this study indicate to affect symbiotic of *G. etunicatum* on growth and nutrients uptake that provides background to investigate the feasibility of its application to improve plant growth in lily.

Keywords: Lily; Micronutrients; Mycorrhiza; Phosphorus; Root colonization percentage

1. MSc student of Horticulture, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan
2 and 3. Faculty members, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan
*Corresponding author: hatamzadeh@guilan.ac.ir