دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۰، شماره ۳، صفحه ۴۰۱-۳۹۱ (۱۳۹۳)

اثر قارچ میکوریز آربوسکولار و تفاله شیرین‌بیان بر ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)

مهدی زارعی[1*]، محمد مریخی[2] و محمدجمال سحرخیز[3]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، پست الکترونیک: Mehdizarei@shirazu.ac.ir

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، بخش باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۳- دانشیار، بخش باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۰ تاریخ اصلاح نهایی: مرداد ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۱

چکیده

کاربرد همزمان مواد آلی و قارچ‌های میکوریز آربوسکولار رشد و عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌منظور ارزیابی تأثیر قارچ *Funneliformis mosseae*، تفاله شیرین‌بیان و کاربرد همزمان آنها بر ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) آزمایش گلخانه‌ای در قالب آزمون فاکتوریل (قارچ میکوریز آربوسکولار در دو سطح مایه‌زنی با قارچ و عدم مایه‌زنی، و تفاله شیرین‌بیان در چهار سطح ۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی) با طرح پایه کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. ویژگی‌های مورفولوژیک، میزان کلروفیل، فلاونوئید کل، کلنیزاسیون ریشه، مقدار جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه میکوریزی در مقایسه با گیاه غیرمیکوریزی به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. کاربرد تیمارهای ۵٪ و ۱۰٪ حجمی تفاله شیرین‌بیان ویژگی‌های مورفولوژیک و میزان جذب عناصر را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش داد. بیشترین میزان فلاونوئید در سطح کاربرد ۱۰٪ حجمی تفاله شیرین‌بیان بدست آمد. کاهش صفات کمّی گیاه همیشه‌بهار بجز میزان کلروفیل و کلنیزاسیون ریشه در سطح مصرف ۲۰٪ حجمی تفاله شیرین‌بیان مشاهده گردید. اثر قارچ در مقایسه با مصرف تفاله شیرین‌بیان بر همه صفات کمّی گیاه بجز میزان فلاونوئید بیشتر بود. کاربرد همزمان قارچ و تفاله شیرین‌بیان تأثیر مثبت بر بیشتر صفات مورد ارزیابی داشت. البته تأثیر مثبت قارچ بر صفات کمّی گیاه در سطوح کاربرد ۱۰٪ و ۲۰٪ حجمی تفاله شیرین‌بیان بیشتر بود.

واژه‌های کلیدی: *Funneliformis mosseae*، کود آلی، همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)، میزان فلاونوئید.

مقدمه

استفاده از کودهای زیستی از مهمترین گام‌ها در جهت ترویج کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی‌ها و تخریب محیط زیست می‌باشد (Wilson *et al.*, 2001). قارچ‌های میکوریز آربوسکولار یکی از انواع کودهای زیستی بوده که با ریشه اغلب گیاهان همزیستی تشکیل می‌دهد و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی، افزایش جذب آب، تولید هورمون‌های گیاهی، کاهش اثرات منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا، سبب بهبود در رشد و عملکرد گیاهان میزبان می‌گردد (ساجدی و رجالی، ۱۳۹۰؛ Smith & Read, 2008). قارچ‌های میکوریز آربوسکولار با بیشتر گیاهان دارویی در اکوسیستم‌های بیابانی و کوهستانی همزیست است و اثرات مطلوبی بر رشد آنها دارد و راهی برای کاهش مصرف مواد شیمیایی و اثرات منفی آنها می‌باشد (Eamaelzadeh & Zare Mayvan, 2006؛ Malik *et al.*, 2011). Kapoor و همکاران (۲۰۰۲) در بررسی اثر دو گونه قارچ میکوریز *Glomus macrocarpum* و *G. fasciculaum* روی پارامترهای رشد گیاه گشنیز نشان دادند که مایه‌زنی گیاه با قارچ، عملکرد بیولوژیک و

Archive of SID

www.SID.ir

درصد اسانس را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با گیاه غیرمیکوریزی افزایش داده‌است. مایه زنی گیاه ریحان با *Gigaspora rosea*، به‌طور معنی‌داری مقادیر کامفور، آلفا-ترپینول و اسانس‌ها را افزایش داده‌است (Freitas *et al.*, 2004). Khaosaad و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی نشان دادند که *Funneliformis mosseae* سبب افزایش اسانس، عملکرد بیولوژیک، مقدار فسفر و وزن هزاردانه گیاه دارویی پونه گردیده است. علی‌آبادی فراهانی و ولدآبادی (۱۳۸۹) نشان دادند که قارچ میکوریز *G. hoi* بیشترین تأثیر را بر میزان رشد و درصد اسانس گیاه گشنیز داشته است. شیرین‌بیان گیاهی چندساله و از خانواده بقولات است؛ و در بیشتر مناطق جهان بخصوص در نیمکره شمالی زمین می‌روید. این گیاه در کشورمان نیز پراکنش بسیار وسیعی دارد و در استان‌هایی مانند خراسان (شمالی و رضوی)، آذربایجان شرقی و غربی، زنجان، گلستان، کردستان، فارس، اصفهان، تهران و ... مشاهده می‌شود. شیرین‌بیان یکی از گیاهان دارویی است که بیشتر به صورت بهره‌برداری از طبیعت به بازار مصرف می‌رسد و کمتر مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. میزان عملکرد ریشه به‌صورت خشک شده ۱/۵ تا ۲ تن در هکتار ذکر شده‌است. شرکت‌های استقاده‌کننده از شیرین‌بیان با مشکل ضایعات حاصل از آن مواجه می‌باشند که می‌تواند به‌صورت کود آلی مورد استفاده قرار گیرد. از روشهای مورد استفاده، مدیریت خاک در کشاورزی زیستی و افزایش عملکرد، استفاده از بقایای گیاهی و حیوانی، کمپوست‌های با منابع مختلف و پسماندهای آلی می‌باشد. Kavitha و Subramanian (۲۰۰۷) بیان کردند که وزن خشک و غلظت عناصر غذایی برنج به‌طور معنی‌داری با کاربرد کمپوست افزایش یافته‌است. در خصوص تأثیر استفاده از بقایای گیاهی روی رشد، نمو و عملکرد گیاهان دارویی مطالعات اندکی انجام شده است. استفاده از ضایعات پنبه و سبوس برنج به‌عنوان بستر کشت گیاه بنت‌القنسول سبب افزایش طول ساقه و تعداد گره‌ها در این گیاه می‌شود (Papafotiou *et al.*, 2001). Zhelyazkov و Warman (۲۰۰۴) با کاربرد کمپوست زباله شهری به میزان‌های ۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد حجمی در کشت ریحان گزارش کردند که بیشترین عملکرد گیاه در سطح ۲۰٪ حجمی بوده‌است.

نتایج تحقیقات Khalesro و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که افزایش سطوح ورمی‌کمپوست تا میزان ۱۰ تن در هکتار، سبب بهبود درصد اسانس، عملکرد اسانس، درصد آنتول، درصد متیل کاویکول، میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه گیاه دارویی انیسون شده‌است.

فلات ایران به‌عنوان منشأ و خاستگاه بسیاری از گیاهان دارویی می‌باشد (امیدبیگی، ۱۳۸۴). *Calendula officinalis* L. (همیشه‌بهار) گیاهی علفی از تیره کاسنی است که هم از نظر زینتی و هم از جنبه دارویی حائز اهمیت فراوان می‌باشد. ریشه گیاه همیشه‌بهار قابلیت همزیستی با قارچ میکوریز آربوسکولار را دارد (Wang & Qiu, 2006). مطالعات انجام شده درباره گیاهان دارویی در اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی گویای آنست که استفاده از نظام کشاورزی زیستی، به‌دلیل تطابق با شرایط طبیعی و اصالت کیفیت محصول بهترین شرایط را برای تولید این گیاهان فراهم می‌آورد و حداکثر ماده مؤثره در چنین شرایطی تولید می‌گردد (Khalesro *et al.*, 2012). استفاده از قابلیت‌های همزیستی میکوریزی و همچنین مصرف کودهای آلی باعث بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک می‌شود که برای کشاورزی زیستی مساعد بوده و یکی از بهترین عملیات‌های زراعی است که می‌تواند اهداف کشاورزی پایدار را برآورده سازد. در مورد کاربرد همزمان مواد آلی و قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر رشد گیاهان نتایج متناقضی گزارش شده‌است (Ibiremo, 2010). با توجه به اینکه در مورد اثرات مصرف تفاله شیرین بیان به‌عنوان کود آلی و همچنین اثرات متقابل آن با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار اطلاعاتی وجود نداشت؛ اما در این تحقیق این اثرات در رابطه با گیاه دارویی همیشه‌بهار بررسی گردیده‌است.

مواد و روشها

گیاه مورد آزمایش و کودهای زیستی

بذر گیاه همیشه‌بهار مورد استفاده در این تحقیق، از شهرستان محلات تهیه شد. زادمایه میکوریزی به‌صورت اندام‌های قارچی شامل هاگ (اسپور)، ریسه (هیف) و ریشه‌های کلنیزه شده با قارچ *Funneliformis mosseae* بوده‌است که به روش کشت گلدانی با گیاه ذرت و در یک

Archive of SID

www.SID.ir

دوره رشد ۴ ماهه در گلخانه بخش علوم خاک دانشگاه شیراز تکثیر گردید. نام علمی این قارچ در گذشته *Glomus mosseae* بوده است. همزمان گلدان‌های شاهد بدون حضور قارچ نیز برای تیمارهای شاهد در نظر گرفته شدند. تفاله شیرین بیان از شرکت شیرین عصاره فارس تهیه و پس از الک شدن با الک شماره ۲ مورد استفاده قرار گرفت.

آزمایش گلخانه‌ای

به‌منظور بررسی برهم‌کنش قارچ میکوریز آربوسکولار و تفاله شیرین بیان بر عملکرد و مواد مؤثره گیاه دارویی همیشه‌بهار، گلدان‌های با حجم ۲۵۰۰ میلی‌لیتر انتخاب و آزمایشی گلخانه‌ای به‌صورت آزمون فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۲ سطح قارچ میکوریز آربوسکولار (*Funneliformis mosseae* و شاهد) و ۴ سطح تفاله شیرین بیان (۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی) در ۳ تکرار و ۳ بوته در هر گلدان انجام گردید. در هر تکرار تعداد ۳ گلدان اضافی نیز در نظر گرفته شد. قبل از انجام آزمایش در آمیخته‌های خاکی مورد استفاده، pH خاک در خمیر اشباع به‌وسیله الکترود شیشه‌ای (Thomas, 1996)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع به‌وسیله هدایت‌سنج الکتریکی (Rhoades, 1996)، کربن آلی با روش Nelson و Sommers (۱۹۸۲)، کربنات‌کلسیم معادل به روش خنثی سازی به‌وسیله اسید کلریدریک (Loeppert & Suarez, 1996) (CCE)، نیتروژن کل به روش کلدال (Bremner, 1965)، فسفر قابل استفاده به‌وسیله عصاره‌گیر بی‌کربنات سدیم (Watanabe & Olsen, 1965) و پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر (Helmke & Sparks, 1996) اندازه‌گیری گردید که برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده در جدول ۱ ارائه شده‌است. قابلیت زادمایه قارچ *Funneliformis mosseae* با تعداد هاگ (اسپور) ۱۲ عدد در هر گرم بستر و کلنیزاسیون ریشه ۸۰٪ بود، که مقدار ۴۰ گرم از زادمایه در هر گلدان افزوده شد. در گلدان‌های شاهد برای برقراری توازن میکروبی نیز مقدار ۴۰ گرم از خاک بستر گلدان‌های بدون مایه‌زنی با قارچ، که همزمان در مرحله تکثیر قارچ تهیه گردیده بودند، افزوده شد. این آزمایش در طی ۴ ماه با تعداد ساعات روشنایی/تاریکی ۸/۱۶ ساعت و میزان درجه حرارت روز ۲۷ و شب ۱۷ درجه سلسیوس (±۲) انجام گردید.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آمیخته‌های خاکی مورد استفاده در آزمایش

آمیخته‌های خاکی	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	CCE (%)	OC (%)	Total N (%)	Plant available P ($mg\ kg^{-1}$)	Available K ($mg\ kg^{-1}$)
L.= Soil	۰/۷۳	۷/۹۷	۲۵	۱/۳۶	۰/۱۲	۱۶	۳۸۷
L_1= Soil+5%Gl	۱/۲	۷/۷۱	۲۷/۵	۱/۹۵	۰/۱۸	۲۱/۵	۴۲۵
L_2= Soil+10%Gl	۱/۲	۷/۷	۲۷/۵	۲/۵۴	۰/۲۴	۲۲/۵	۴۳۷
L_3= Soil+20%Gl	۱/۸۶	۷/۶۹	۲۷/۵	۲/۸۸	۰/۲۷	۲۲/۵	۴۵۰

Gl= تفاله شیرین‌بیان، EC= قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع، CCE= کربنات کلسیم معادل

OC= کربن آلی، N= نیتروژن کل، P= فسفر، K= پتاسیم

صفات مورد مطالعه

بعد از گذشت ۴ ماه از کشت گیاه، فاکتورهای مورفولوژیک شامل ارتفاع بوته توسط خط‌کش، سطح برگ توسط دستگاه مدل T Devices، میزان کلروفیل با استفاده از استون ۸۰٪ و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Lichtenthaler & Wellburn, 1985)، وزن خشک و غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اندام هوایی گیاه با استفاده از روش ارائه شده Wolf و همکاران (۱۹۹۱)

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه‌گیری شد. میزان جذب عناصر غذایی توسط گیاه از فرمول زیر محاسبه گردید:

میزان عناصر جذب شده ($mg\ pot^{-1}$) = غلظت عناصر موجود ($g\ kg^{-1}$) × وزن خشک اندام هوایی (g)

درصد کلنیزه شدن ریشه گیاه با قارچ میکوریز آربوسکولار، با روش Kormanik و McGraw (۱۹۸۲) و با استفاده از تقاطع خطوط شبکه اندازه‌گیری گردید. برای استخراج عصاره و اندازه‌گیری فلاونوئید کل، گل‌ها از بوته‌ها برداشت شده و در سایه به مدت ۱۵ روز خشک شدند. مقدار ۰/۵ گرم از گلبرگ‌ها را در اتانل ۸۰٪ به نسبت ۱۰:۱ خیس کرده و به مدت ۴۸ ساعت در محیط تاریک و دمای اتاق قرار داده شد. در ادامه با کاغذ صافی (واتمن ۴۲) صاف و پس از آن اتانل خارج و خشک گردید. ماده خشک بدست آمده با آب مقطر رقیق شد. براساس روش Zhishen و همکاران (۱۹۹۹) و با اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۰ نانومتر میزان فلاونوئید کل مشخص گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها، با کمک نرم‌افزارهای SPSS 15 و Minitab15 انجام گردید. مقایسه میانگین تیمارها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج

براساس نتایج تجزیه واریانس، هر دو فاکتور قارچ و تفاله شیرین‌بیان و همچنین اثرات متقابل آنها، اثر معنی‌داری (سطح احتمال ۵٪) بر ارتفاع، سطح برگ، وزن خشک شاخساره، کلنیزاسیون ریشه، میزان کلروفیل، میزان جذب عناصر نیتروژن و فسفر گیاه همیشه‌بهار نشان دادند. گرچه اثر هر دو فاکتور قارچ و تفاله شیرین‌بیان بر میزان فلاونوئید کل و پتاسیم گیاه معنی‌دار بود ولی اثرات متقابل آنها بر این دو صفت در سطح احتمال ۵٪ تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس مربوط به اثرات قارچ میکوریز آربوسکولار (G)، تفاله شیرین‌بیان (L) و اثرات متقابل آنها (L×G) بر ارتفاع گیاه، سطح برگ، وزن خشک شاخساره، کلنیزاسیون ریشه، کلروفیل، فلاونوئید کل و میزان جذب عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه همیشه‌بهار

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)							
		ارتفاع گیاه	سطح برگ	وزن خشک شاخساره	کلنیزاسیون ریشه	کلروفیل	فلاونوئید کل	میزان جذب نیتروژن	فسفر	پتاسیم
G	۱	۲۴۵/۸ ❊	۵۴۷۲۱/۵ ❊	۱۱/۶ ❊	۶۳۸۰/۸ ❊	۰/۰۱ ❊	۷۱/۲ ❊	۱۴۲/۲ ❊	۴۳۲۸۴/۷ ❊	۱۸۵۸۷/۷ ❊
L	۳	۴۷۶/۱ ❊	۱۲۲۴۱۲۵/۸ ❊	۱۰/۴ ❊	۱۶۷/۶ ❊	۰/۰۱ ❊	۶۸/۱ ❊	۹۰/۷ ❊	۳۰۴۶۸/۶ ❊	۸۶۰۶/۶ ❊
L×G	۳	۱۶/۷ ❊	۳۹۱۷۱۱/۳ ❊	۱/۱ ❊	۹۶/۱ ❊	۰/۰۱ ❊	۳/۳ ns	۸/۱ ❊	۴۲۳۱/۱ ❊	۱۱۶۶/۴ ns
E	۱۶	۱/۲	۹۱۵۶/۳	۰/۲	۱/۶	۰/۰	۲/۶	۱/۰	۶۹۷/۷	۳۷۷/۹
CV (٪)	–	۳/۶	۲/۲	۱۰/۱	۴/۷	۰/۰۴	۱۲/۷	۹/۶	۱۲/۸	۲۰/۸

❊: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار، E: خطای آزمایش، CV: ضریب تغییرات آزمایش

نتایج نشان داد که مایه‌زنی با قارچ میکوریز آربوسکولار سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع، سطح برگ، وزن خشک شاخساره، میزان کلروفیل، فلاونوئید کل، کلنیزاسیون ریشه و مقدار جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه نسبت به شاهد شده‌است (جدول ۳). کاربرد تیمارهای ۵٪ و ۱۰٪ حجمی تفاله شیرین‌بیان ارتفاع، سطح برگ، وزن خشک شاخساره و میزان جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش داده و در بیشتر موارد در سطح ۵٪ حجمی حداکثر بوده است (جدول ۳). مقایسه میانگین سطوح تفاله شیرین‌بیان نشان داد که در سطوح

Archive

www.SID.ir

۵، ۱۰ و ۲۰ درصد حجمی تفاله شیرین‌بیان میزان کلروفیل گیاه افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشته‌است (جدول ۳). با افزایش کاربرد تفاله شیرین‌بیان تا ۱۰٪ حجمی، میزان فلاونوئید افزایش، ولی در سطح ۲۰٪ حجمی کاهش یافته‌است (جدول ۳). با کاربرد سطح ۲۰٪ حجمی تفاله شیرین‌بیان ارتفاع، سطح برگ، وزن خشک شاخساره و میزان جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳). تفاله شیرین‌بیان درصد کلنیزاسیون ریشه گیاه را در مقایسه با عدم کاربرد آن به‌طور معنی‌داری افزایش داده‌است (جدول ۲). به‌طور کلی، تأثیر قارچ در مقایسه با مصرف تفاله شیرین‌بیان (G_1L_0 vs mean G_0L) بر همه صفات کمّی گیاه بجز میزان فلاونوئید بیشتر بوده‌است، ولی در مقایسه بین قارچ و هرکدام از سطوح تفاله شیرین‌بیان، قارچ و سطح ۵٪ حجمی تفاله شیرین‌بیان بر همه پارامترها بجز کلروفیل و کلنیزاسیون ریشه تأثیر مساوی داشته‌اند. تأثیر قارچ در مقایسه با مصرف سطوح بالاتر تفاله شیرین‌بیان بر همه پارامترها بجز کلروفیل و مقدار فلاونوئید بیشتر بوده‌است (جدول ۴). کاربرد همزمان قارچ میکوریز آربوسکولار و سطح ۵٪ حجمی تفاله شیرین‌بیان اثر معنی‌داری بر پارامترهای ارتفاع، سطح برگ و وزن شاخساره گیاه در مقایسه با کاربرد تنهایی تفاله شیرین‌بیان نداشته‌است، در حالی‌که میزان کلروفیل، فلاونوئید و جذب عناصر غذایی افزایش داشته‌است (جدول ۴). تأثیر افزایشی و مثبت مایه‌زنی قارچ میکوریز آربوسکولار بر صفات مورد ارزیابی در سطوح کاربرد ۱۰٪ و ۲۰٪ حجمی تفاله شیرین بیشتر از تیمارهای فقط با کاربرد تنهایی تفاله شیرین‌بیان بوده است و در بیشتر موارد تیمار کاربرد همزمان قارچ میکوریز آربوسکولار و سطح ۱۰٪ حجمی تفاله شیرین‌بیان بهترین تیمار آزمایشی بوده‌است (جدول ۴). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که مایه‌زنی گیاه با قارچ میکوریز آربوسکولار، اثرات منفی کاربرد تنهایی ۲۰٪ حجمی تفاله شیرین‌بیان را بر صفات مورد ارزیابی کاهش داده و تعدیل نموده‌است (جدول ۴).

بحث

قارچ *Funneliformis mosseae* سبب افزایش معنی‌دار کلیه صفات مورد ارزیابی شده‌است. در پژوهش‌های انجام شده توسط Arriagada و همکاران (۲۰۰۷) در ارتباط با گیاه دارویی اکالیپتوس و Ratti و همکاران (۲۰۰۱) بر روی گیاه علف‌لیمو، افزایش پارامترهای مورفولوژیک در تیمارهای مایه‌زنی شده گیاهان با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار مورد تأیید قرار گرفته‌است. به‌طور کلی این محققان، همزیستی میکوریزی و ایجاد یک سیستم ریشه‌ای نازک‌تر و نفوذ آن به منافذ باریک خاک، بهبود جذب آب و عناصر غذایی پُر مصرف را در این امر مؤثر دانسته‌اند. در مطالعه Coptta و همکاران (۲۰۰۶) بر روی گیاه نعناع نشان داده شد که مایه‌زنی گیاه با قارچ *Glomus fasciculatum* به‌صورت معنی‌داری ارتفاع گیاه، عملکرد ماده خشک، عملکرد رویشی محصول و درصد کلنیزاسیون ریشه را در مقایسه با گیاهان مایه‌زنی نشده، افزایش داده‌است. محققان در این پژوهش عنوان کردند که همزیستی قارچ میکوریزی با ریشه گیاه نعناع، سبب افزایش جذب آب و عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم، افزایش فتوسنتز و در نتیجه موجب تولید فرآورده بیشتر و افزایش ارتفاع گیاه، عملکرد ماده خشک و مقدار اسانس گیاه شده‌است. مایه‌زنی گیاه رازیانه با دو گونه قارچ‌های میکوریز آربوسکولار به‌طور معنی‌داری تعداد چتر، وزن دانه، زیست‌توده، غلظت فسفر، درصد کلنیزاسیون ریشه و میزان اسانس را بهبود داده‌است (Kapoor *et al*., 2004). تفاله شیرین‌بیان پارامترهای مورفولوژیک، کلروفیل گیاه و میزان جذب عناصر را به‌طور معنی‌داری افزایش داده‌است. به‌طور کلی کاربرد مواد آلی سبب بهبود خصوصیات خاک و افزایش رشد گیاه می‌شود. افزودن تفاله شیرین‌بیان به محیط‌های کشت می‌تواند سبب ایجاد تغییرات در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترها گردد و با بهبود شرایط خاکدانه‌سازی، وضعیت تخلخل خاک و نفوذپذیری و بالا بردن ظرفیت نگهداری آب و همچنین بهبود تغذیه، رشد و نمو گیاهی را افزایش دهد (Atiyeh *et al*., 2002). بهبود فعالیت میکروبی و وجود تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی از دیگر دلایل عمده برتری تیمارهای حاوی مواد آلی بیان شده است. استفاده از ضایعات پنبه و سبوس برنج به‌عنوان بستر کشت سبب افزایش طول شاخساره و تعداد گره‌ها در گیاه بنت‌القنسول گردید (Papafotiu *et al*., 2001). نتایج این مطالعه نشان داده‌است که تفاله شیرین‌بیان بکار رفته در بسترهای کشت بر میزان عناصر غذایی اندام‌های هوایی تأثیرگذار بوده‌است که با نتایج محققان دیگر مطابقت دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین (میانگین ± خطای استاندارد) صفات ارزیابی شده در سطوح فاکتور قارچ میکوریز آربوسکولار (G) و تفاله شیرین‌بیان (L) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (α= ۰/۰۵)

سطوح فاکتورها	ارتفاع گیاه (cm)	سطح برگ (mm^2)	وزن خشک شاخساره ($g\ pot^{-1}$)	کلنیزاسیون ریشه (٪)	کلروفیل ($\mu g\ g^{-1}$)	فلاونوئید کل ($\mu g\ g^{-1}$)	میزان جذب ($mg\ pot^{-1}$) نیتروژن	فسفر	پتاسیم
G									
G_0	❊ ۲۷/۸ ± ۲/۵ b	۴۳۱۳/۶ ± ۹۷/۶ b	۳/۵ ± ۰/۴ b	۱۴/۶ ± ۰/۳ b	۰/۶۷ ± ۰/۰۱ b	۱۰/۹ ± ۰/۹ b	۸/۲ ± ۰/۸ b	۱۶۴/۵ ± ۱۶/۵ b	۸/۲ ± ۰/۸ b
G_1	۳۴/۲ ± ۲/۳ a	۴۴۰۹/۱ ± ۱۶۸ a	۴/۹ ± ۰/۴ a	۴۸/۱ ± ۲/۵ a	۰/۷۱ ± ۰/۰۱ a	۱۴/۴ ± ۱/۰ a	۱۳/۱ ± ۱/۳ a	۲۴۹/۴ ± ۲۴/۵ a	۱۳/۱ ± ۱/۳ a
L									
L_0	۳۲/۴ ± ۱/۷ c	۴۳۰۹/۷ ± ۱۳۲ b	†۶۰/۶ ± ۳/۲ b	۲۳/۸ ± ۴/۷ b	۰/۶۶ ± ۰/۰۲ b	۸/۷ ± ۰/۷ d	۶۲/۵ ± ۸/۱۵ c	۹/۳ ± ۱/۰ b	۲۱۴/۱ ± ۱۷/۷ b
L_1	۳۸/۱ ± ۰/۵ a	۴۷۴۳/۳ ± ۱۸/۴ a	۶۸/۴ ± ۲/۶ a	۳۳/۷ ± ۸/۷ a	۰/۷۰ ± ۰/۰۲ a	۱۱/۵ ± ۱/۳ c	۱۱۱/۵ ± ۱۰/۳ b	۱۳/۷ ± ۱/۳ a	۲۵۵/۲ ± ۱۶/۲ a
L_2	۳۵/۴ ± ۲/۳ b	۴۶۴۸/۳ ± ۸۷/۲ a	۵۹/۶ ± ۵/۷ b	۳۴/۵ ± ۸/۶ a	۰/۷۲ ± ۰/۰۱ a	۱۶/۶ ± ۱/۰ a	۱۳۸/۲ ± ۲۲/۸ a	۱۳/۸ ± ۱/۸ a	۲۵۴/۵ ± ۳۷/۷ a
L_3	۱۸/۱ ± ۱/۶ d	۳۷۴۴/۰ ± ۱۴۴ c	۳۷/۳ ± ۶/۱ c	۳۳/۴ ± ۸/۱ a	۰/۷۱ ± ۰/۰۱ a	۱۳/۸ ± ۱/۰ b	۶۱/۷ ± ۱۵/۷ c	۵/۷ ± ۰/۷ c	۱۰۴/۰ ± ۱۵/۳ c

G_0: بدون قارچ، G_1: *Funneliformis mosseae*. L_0: صفر، L_1: ۵٪، L_2: ۱۰٪، L_3: ۲۰٪

❊: برای هر فاکتور جداگانه در هر ستون، حروف غیر مشابه اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪ را نشان می‌دهد.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۴- مقایسه میانگین (میانگین ± خطای استاندارد) اثرات متقابل قارچ میکوریز آربوسکولار(G) و تفاله شیرین‌بیان (L) بر صفات ارزیابی شده با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (α=۰۵/)

G×L	ارتفاع گیاه (cm)	سطح برگ (mm^2)	وزن خشک شاخساره ($g\ pot^{-1}$)	کلنیزاسیون ریشه (٪)	کلروفیل ($\mu g\ g^{-1}$)	فلاونوئید کل ($\mu g\ g^{-1}$)	میزان جذب ($mg\ pot^{-1}$) نیتروژن	فسفر	پتاسیم
G_0L_0	❋۲۸/۸ ± ۰/۸ f	۴۰۱۸/۷ ± ۱۵/۴ d	۳/۹ ± ۰/۱ c	۱۳/۵ ± ۰/۴ d	۰/۶۲ ± ۰/۰۱ c	۷/۴ ± ۰/۲ e	۴۵/۲ ± ۱/۶ d	c±۰/۲ ۷/۲	۱۸۰/۷ ± ۵/۵ de
G_0L_1	۳۷/۱ ± ۰/۴ bc	± ۳۸/۶ ab ۴۷۴۹/۳	۴/۸ ± ۰/۳ b	۱۴/۴ ± ۰/۵ d	۰/۶۵ ± ۰/۰۲ c	۸/۱ ± ۰/۴ d	۹۰/۶ ± ۸/۹ c	۱۱/۰ ± ۰/۷ b	± ۱۶/۴ cd ۲۲۳/۷
$G0L_2$	۳۰/۴ ± ۰/۶ d	۴۴۵۴/۷ ± ۱۶/۳ c	۳/۶ ± ۰/۲ cd	۱۵/۴ ± ۰/۵ d	۰/۷۱ ± ۰/۰۱ b	± ۰/۳ ab ۱۵/۳	۹۰/۰ ± ۱۳/۹ c	۱۰/۰ ± ۰/۵ b	۱۷۲/۸ ± ۱۱/۷ ef
G_0L_3	۱۴/۸ ± ۰/۴ g	۳۴۵۶/۳ ± ۲۸/۸ e	۱/۶ ± ۰/۲ e	۱۵/۳ ± ۰/۸ d	± ۰/۰۲ ab ۰/۷۲	± ۰/۳ bc ۱۲/۳	۳۶/۷ ± ۲/۱ d	۴/۷ ± ۰/۶ d	۸۰/۸ ± ۱۲/۵ g
mean G_0L	۲۷/۴ ± ۰/۵	۴۲۲۰/۱ ± ۲۷	۳/۳ ± ۰/۳	۱۵ ± ۰/۹	۰/۶۹ ± ۰/۰۱	۱۱/۹ ± ۰/۵	۷۲/۴ ± ۸/۳	۸/۶ ± ۰/۹	۱۶۳/۷ ± ۱۳
G_1L_0	۳۶/۰ ± ۰/۶ c	± ۴۱/۶ bc ۴۶۰۰/۷	۵/۰ ± ۰/۴ b	۳۴/۲ ± ۱/۳ c	۰/۶۹ ± ۰/۰۱ b	۹/۹ ± ۰/۸ cd	۷۹/۷ ± ۵/۶ c	۱۱/۵ ± ۰/۱ b	± ۲۰/۶ bc ۲۴۷/۴
G_1L_1	۳۹/۰ ± ۰/۵ ab	± ۱۳/۴ ab ۴۷۳۷/۳	۵/۵ ± ۰/۱ ab	± ۰/۹ ab ۵۳/۰	۰/۷۵ ± ۰/۰۱ a	۱۴/۴ ± ۰/۶ b	۱۳۲/۵ ± ۳/۹ b	۱۶/۳ ± ۰/۵ a	۲۸۶/۷ ± ۷/۷ b
G_1L_2	۴۰/۳ ± ۰/۶ a	۴۸۴۲/۰ ± ۱۶/۸ a	۶/۱ ± ۰/۱ a	۵۳/۶ ± ۱/۱ a	± ۰/۰۱ ab ۰/۷۲	۱۷/۹ ± ۱/۶ a	۱۸۶/۴ ± ۸/۴ a	۱۷/۷ ± ۰/۷ a	۳۳۶/۳ ± ۱۷/۴ a
G_1L_3	۲۱/۴ ± ۱/۰ e	۴۰۳۱/۷ ± ۱۳/۹ d	۲/۹ ± ۰/۴ d	۵۱/۵ ± ۰/۸ b	۰/۷۰ ± ۰/۰۱ b	± ۱/۷ ab ۱۵/۳	۸۶/۶ ± ۲/۵ c	۶/۸ ± ۰/۹ c	۱۲۷/۳ ± ۲۱/۹ f

G_0: بدون قارچ، G_1: *Funneliformis mosseae*. L_0: صفر، L_1: ۵٪، L_2: ۱۰٪، L_3: ۲۰٪

❋: در هر ستون، حروف غیر مشابه، اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪ را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

به‌طور مشابه Peyvast و همکاران (۲۰۰۸) بیان داشتند که افزودن کود آلی باعث افزایش جذب عناصر پتاسیم، فسفر، نیتروژن، کلسیم، مس، روی، منگنز و آهن در اسفناج شده است. Yavari و همکاران (۲۰۰۸) نتایج مشابه این تحقیق در ارتباط با سطوح کاربردی تفاله شیرین‌بیان بر رشد گیاه توت‌فرنگی را بدست آورده‌اند. کاربرد تفاله شیرین‌بیان تا ۱۰٪ حجمی، میزان فلاونوئید را به‌طور معنی‌داری افزایش داده‌است. با توجه به مؤثر بودن میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در متابولیت‌های ثانویه و میزان کلروفیل به نظر می‌رسد که افزایش در جذب این عناصر باعث بهبود فتوسنتز و در نتیجه افزایش میزان ترکیب‌های ثانویه (فلاونوئید) گردیده‌است. در گیاه درمنه، افزایش اسانس با کاربرد مواد آلی مشاهده شده است (Pandey, 2005). کاهش صفات کمّی گیاه همیشه‌بهار با افزایش مصرف تفاله شیرین‌بیان در سطح ۲۰٪حجمی، احتمال افزایش مواد بازدارنده رشد و یا وجود مواد آللوپاتیک و فیتوکمیکال را در محیط کشت مطرح می‌نماید. ترکیب‌های آلکالوئیدی موجود در شیرین‌بیان می‌تواند سبب توقف در بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیک و متابولیک سلول گیاهی شود. در پژوهشی با افزودن عصاره آبی سه گیاه دارویی شیرین‌بیان، سیاه‌دانه و انیسون به محیط کشت جلبک آب شیرین نشان داده شد که عصاره آبی شیرین‌بیان، در تعداد کل سلول‌ها و سرعت رشد آنها، بازدارندگی ایجاد کرده است. محققان دلیل این امر را وجود ترکیب‌های شیمیایی مانند گلیسیریزین که یک ساپونین گلیکوزید است، دانسته‌اند (Hassan *et al.*, 2004). در بررسی اثر آللوپاتی قسمت‌های مختلف گیاه شیرین‌بیان بر جوانه‌زنی و رشد دانهال‌های برنج و گندم مشخص شد که عصاره آبی میوه گیاه تأثیر معنی‌داری بر بازدارندگی طول ریشه و وزن تر شاخساره گندم داشته‌است. در حالی‌که در مورد برنج، غلظت‌های بالای عصاره، اثر بازدارندگی و غلظت‌های پایین، اثر تحریک‌کنندگی در طول ریشه و وزن تر دانهال‌ها نشان داده‌است (Fang-ming *et al.*, 2009). Mohammadi و همکاران (۲۰۰۴) و Kadioglu و همکاران (۲۰۰۵) اظهار داشتند، عصاره شیرین‌بیان سبب تحریک جوانه‌زنی دانهال نخود می‌گردد و سبب بازدارندگی رشد دانهال نمی‌شود. به نظر می‌رسد به‌منظور رسیدن به نتایج دقیق‌تر جهت بازدارندگی یا عدم بازدارندگی مصرف تفاله شیرین‌بیان در ارتباط با رشد گیاهان تحقیقات بیشتری نیاز است. تفاله شیرین‌بیان بر درصد کلنیزاسیون ریشه گیاه تأثیر مثبت داشته‌است. مواد آلی می‌تواند قارچ‌های میکوریز را تحریک کند و کلنیزاسیون ریشه و اسپورزایی آنها را افزایش دهد. محققان گزارش نموده‌اند که تعداد و فراوانی اسپور و درصد کلنیزاسیون ریشه در سیستم‌های کشاورزی آلی بالاتر از سیستمهای کشاورزی مدرن می‌باشد (Zhang *et al.*, 2011؛ Lee *et al.*, 2008). کاربرد همزمان قارچ میکوریز آربوسکولار و تفاله شیرین‌بیان تأثیر مثبت بر بیشتر صفات مورد ارزیابی داشته و در سطح ۱۰٪ حجمی تفاله شیرین‌بیان حداکثر بوده‌است. به‌طور مشابه نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که قارچ‌های میکوریز آربوسکولار جذب عناصر غذایی را از مواد آلی افزایش و رشد گیاه را بهبود می‌بخشند (Gryndler *et al.*, 2009؛ Shivaputra *et al.*, 2004). اثرات منفی کاربرد تنهایی سطح بالای تفاله شیرین‌بیان بر صفات مورد ارزیابی در حضور قارچ مورد استفاده مرتفع گردیده است. این موضوع بیانگر اینست که احتمالاً قارچ در کاهش اثرات مواد بازدارنده رشد و یا مواد آللوپاتیک احتمالی در محیط کشت مؤثر می‌باشد. Gryndler و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که رشد میسلیوم قارچ میکوریز آربوسکولار بر آزادسازی ترکیب‌ها در طی تجزیه مواد آلی و تولید متابولیت‌های ثانویه به‌وسیله میکروارگانیسم‌ها درگیر در فرایند تجزیه مواد آلی تأثیر می‌گذارد. به‌طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که کاربرد قارچ میکوریز آربوسکولار و تفاله شیرین‌بیان می‌تواند در بهبود صفات کمّی و کیفی گیاه همیشه‌بهار مؤثر باشد. در خصوص تأثیر متقابل قارچ میکوریز آربوسکولار و تفاله شیرین‌بیان می‌توان اظهار داشت که بکارگیری همزمان این فاکتورها اثرات مثبت بیشتری نسبت به کاربرد تنهایی ماده آلی ایجاد و اثرات منفی سطوح بالاتر ماده آلی را تعدیل نموده‌است.

منابع مورد استفاده

– امیدبیگی، ر.، ۱۳۸۴. رهیافتهای تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد ۲). انتشارات به نشر، تهران، ۴۳۸ صفحه.

– ساجدی، ن. و رجالی، ف.، ۱۳۹۰. تأثیر تنش خشکی، کاربرد روی و تلقیح میکوریز بر جذب عناصر کم مصرف در ذرت. پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۲۵(۲): ۹۲-۸۳.

– علی‌آبادی فراهانی، ح. و ولدآبادی س.ع.، ۱۳۸۹. نقش قارچ‌های میکوریزآربوسکولار بر گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) در شرایط تنش خشکی. پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۲۴(۱): ۸۰-۶۹.

www.SID.ir

- Arriagada, C.A., Herrera M.A. and Ocampo J.A., 2007. Beneficial effect of saprobe and arbuscular mycorrhizal fungi on growth of *Eucalyptus globulus* co-cultured with *Glycine max* in soil contaminated with heavy metals. Journal of Environmental Management, 84: 93-99.
- Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards C.A. and Metzger, J.D., 2002. The influence of earth worm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology, 81(2):103-108.
- Bremner, J.M., 1965. Total nitrogen: 1149-1178. In: Black, C.A., (Ed.). Methods of Soil Analysis (Monograph No. 9), Madison, WI: ASA.
- Coptta, A., Lingua, G. and Berta, G., 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var Genovese. Mycorrhiza, 16(7): 485-494.
- Eamaelzadeh, S. and Zare Mayvan, H., 2006. Study of mycorrhyzal distribution of medicinal plants in Tandoureh National Park. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 21(4): 489-504.
- Fang-ming, L., Fei, T., Wei-dong, Z. and Li, L., 2009. Allelopathy of *Glycyrrhiza pallidiflora* maxim and its impact on seed germination and seedling growth of crops. Hubei Agricultural Sciences, 4: 904-906.
- Freitas, M.S.M., Martins, M.A. and Vieira, I.J.C., 2004. Yield and quality of essential oils of *Mentha arvensis* in response to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 39(9): 887-894.
- Gryndler, M., Hrselova, H., Cajthaml, T., Havrankova, M., Rezacova, V., Gryndlerova, H. and Larsen, J., 2009. Influence of soil organic matter decomposition on arbuscular mycorrhizal fungi in terms of asymbiotic hyphal growth and root colonization. Mycorrhiza, 19(4): 255-266.
- Hassan, F.M., Yaseen, A.A and Abed, R.K., 2004. Effect of some medicinal plants extracts on the growth of the alga *Microcystis aeruginosa* Kuetz. Iraqi Journal of Science, 45(1):92-98.
- Helmke, P.A. and Sparks, D.L., 1996. Lithium, sodium, potassium, cesium, and rubidium: 551-574. In: Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T. and Sumner, M.E., (Eds.). Methods of Soil analysis: Part 3. Chemical Methods. Madison, WI: SSSA, 1390p.
- Ibiremo, O.S., 2010. Effect of organic fertilizer fortified with phosphate fertilizers and arbuscular mycorrhizal fungi inoculation on the growth of Cashew in two ecologies in Nigeria. Journal of Agricultural Science, 1(2): 101-107.
- Kadioglu, I., Yanar, Y. and Asav, U., 2005. Allelopathic effects of weeds extracts against seed germination of some plants. Journal of Environmental Biology, 26(2):169-73.
- Kapoor, R., Giri, B. and Mukergi, 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(3): 307-311.
- Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G., 2002. Mycorrhization of coriander (*Coriandrum sativum*) to enhance the concentration and quality of essential oil. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82(4): 339-342.
- Kavitha, R. and Subramanian, P., 2007. Effect of enriched municipal solid waste compost application on growth, plant nutrient uptake and yield of rice. Journal of Agronomy, 6(4): 586-592.
- Khalesro, Sh., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Asgharzadeh, A., 2012. The effect of biological and organic inputs on quantity and quality of essential oil and some elements content of anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(4): 551-560.
- Khaosaad, T., Vierheilig, H., Nell, M., Zitterl-Eglseer, K. and Novak, J., 2006. Arbuscular mycorrhiza alter the concentration of essential oils in oregano (*Origanum* sp., Lamiaceae). Mycorrhiza, 16(6): 443-446.
- Kormanik, P.P. and McGraw A.C., 1982. Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhizae in plant roots: 34-47. In: Schenck, N.C., (Ed.). Methods and Principles of Mycorrhizal Research. The American Phytopathological Society, 244p.
- Lee, S.W., Lee, E.H. and Eom, A.H., 2008. Effects of organic farming on communities of arbuscular mycorrhizal fungi. Microbiology, 36(1):19-23.
- Lichtenthaler, H.K. and Wellburn, A.R., 1985. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf in different solvents. Biochemical Society Transactions, 11: 591-592.
- Loeppert, R.H. and Suarez D.L., 1996. Carbonate and gypsum: 437-474. In: Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T. and Sumner, M.E., (Eds.). Methods of Soil analysis: Part 3. Chemical Methods. Madison, WI: SSSA, 1390p.
- Malik, A.A., Suryapani, S. and Ahmad, J., 2011. Chemical vs organic cultivation of medicinal and aromatic plants: the choice is clear. International Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 1(1): 5-13.
- Mohammadi, G., Javanshir, A., Rahimizadeh Khoui, F., Mohammadi, A. and Zehtab, S.S., 2004. The study of allelopathic effect of some weed species on germination and seedling growth of chickpea. Desert (Biabani), 9(2): 267-278.
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter: 539-579. In: Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R., (Eds.). Methods of Soil Analysis: Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Madison, WI: ASA and SSSA, 1159p.
- Pandey, R., 2005. Management of Meloidogyne incognita in *Artemisia pallens* with bio-organics. Phytoparasitica, 33(3): 304-308.
- Papafotiou, M., Phsyhalou M., Kargas G., Voreakou M., Leodaritis N., Lagogiani O. and Gazi S., 2001. Cotton gin trash compost and rice hull as growing medium components for ornamentals. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 76: 431-435.
- Peyvast, Gh., Olfati J.A., Madeni, S. and Forghan, A., 2008. Effect of vermicompost on the growth and yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.).

www.SID.ir

International Journal of Food, Agriculture and Environment, 6(1): 110-113.
- Ratti, N., Kumar, S., Verma, H.N. and Gautam, S.P., 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martinii* var. motia by rhizobacteria, AMF and *Azospirillum* inoculation. Microbiological Research, 156(2): 145-149.
- Rhoades, J.D., 1996. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids: 417-436. In: Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T. and Sumner, M.E., (Eds.). Methods of Soil analysis: Part 3. Chemical Methods. Madison, WI: SSSA, 1390p.
- Shivaputra, S.S., Patil, C.P., Swamy, G.S.K. and Patil, P.B., 2004. Effect of vesicular arbuscular mycorrhiza fungi and vermicompost on drought tolerance in papaya. Mycorrhiza News, 16(3): 12-13.
- Smith, S.E. and Read, D.J., 2008. Mycorrhizal Symbioses. Academic Press, London, UK, 800p.
- Thomas, G.W., 1996. Soil pH and soil acidity: 475-490. In: Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T. and Sumner, M.E., (Eds.). Methods of Soil analysis: Part 3. Chemical Methods. Madison, WI: SSSA, 1390p.
- Wang, B. and Qiu, Y.L., 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. Mycorrhiza, 16(5): 299-363.
- Watanabe, F.S. and Olsen, S.R., 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and $NaHCO_3$ extracts from soil. Soil Science Society of America Journal, 29(6): 677-678.
- Wilson, S.B., Stoffella, P.J. and Graetz, D.A., 2001. Compost-amended media for growth and development of Mexican heather. Compost Science & Utilization, 9(1): 60-64.
- Wolf, B., Mills, H.A., Benton, J. and Jones, J.C., 1991. Plant Analysis Handbook: A Practical Sampling, Preparation, Analysis and Interpretation Guide. Micro-MacroO Publishing, Inc, 213p.
- Yavari, S., Eshghi, S., Tafazoli, E. and Yavari, S., 2008. Effect of various organic substrates and nutrient solution on productivity and fruit quality of strawberry Selva (*Fragaria* × *ananassa* DUCH.). Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 16: 167-178.
- Zhang, G.Y., Zhang, L.P., Wei, M.F., Liu, Z., Fan, Q.L., Shen, Q.R. and Xu, G.H., 2011. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi, organic fertilizer and soil sterilization on maize growth. Acta Ecologica Sinica, 31(4): 192-196.
- Zhelyazkov, V. and Warman P.R., 2004. Source-separated solid waste compost application to swiss chard and basil. Journal of Environmental Quality, 33(2): 542-552.
- Zhishen, J., Mengcheng, T. and Jianming, W., 1999. The determination of flavonoids contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry, 64(4): 555-559.

Archive

www.SID.ir

Influence of arbuscular mycorrhizal fungus and licorice pulp on morphological and physiological characteristics of *Calendula officinalis* L.

M. Zarei[1*], M. Merikhi[2] and M.J. Saharkhiz[2]

1*- Corresponding author, Department of Soil Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
E-mail: Mehdizarei@shirazu.ac.ir
2- MSc. Student, Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
3- Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

Received: March 2012 Revised: July 2012 Accepted: August 2012

Abstract

Simultaneous application of arbuscular mycorrhizal fungi and organic matter affects the growth and yield of plants. A pot experiment was conducted to study the effects of *Funneliformis mosseae* fungus, Licorice pulp and their simultaneous application on the morphological and physiological characteristics of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). A completely randomized design with a factorial arrangement in three replications was used. Factors were included 1) arbuscular mycorrhizal fungus, (*Funneliformis mosseae* and control), 2) four levels of Licorice (0, 5, 10 and 20% (v/v)). Inoculation of pot marigold roots with arbuscular mycorrhizal fungus significantly increased plant height, leaf area, shoot dry weight, chlorophyll and flavonoid content, root colonization, and N, P and K uptake of plant. Application of 5 and 10% v/v of Licorice pulp increased plant height, leaf area, shoot dry weight, flavonoid content, and N, P and K uptake of plant. Flavonoid content increased up to 10% v/v of Licorice pulp application. All measured traits except chlorophyll content, root colonization and flavonoid content significantly decreased at the maximum level of Licorice pulp application (20% v/v). Effect of fungus on all measured traits except flavonoid content was higher than Licorice pulp application. A synergistic effect was observed in co-application treatments of Licorice pulp and *Funneliformis mosseae.* The positive effects of fungus were higher in 10 and 20% v/v levels of Licorice pulp application for measured parameters.

Key words: *Funneliformis mosseae,* organic fertilizer, pot marigold (*Calendula officinalis* L.), flavonoid content.

Arc

www.SID.ir