افزایش کیفیت ریشه و بهبود جذب برخی عناصر با کاربرد قارچ میکوریزای همزیست *(Glomus mosseae)* در قلمه گل حنای گینه نو *(Impatiens hawker)*

لیلا محمدی و سعید ریزی*

گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

(تاریخ دریافت: ١٣٩٤/١٢/٢٤، تاریخ پذیرش نهایی: ١٣٩٥/٠٣/٢٥)

چکیده:

برای ارزیابی ریشه‌زایی قلمه گل حنای گینه نو *(Impatiens hawkeri)* با استفاده از قارچ میکوریزا (*Glomus mosseae*) و اثر آن بر میزان جذب برخی عناصر غذایی، آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در محیط گلخانه با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای اعمال شده شامل چهار سطح قارچ میکوریزای همزیست صفر، ١١، ٢٢ درصد (پودری) و ٢٠ درصد (مایع) حجمی بود. قلمه‌های گرفته شده از گیاه مادری بذری (Divine Scarlet Red, F1) در گلدان‌های با بستر مایه‌کوبی شده با قارچ شامل ٥٠ درصد پیت ماس، ٤٠ درصد پرلیت و ١٠ درصد پوسته برنج (حجم به حجم) کشت شدند. یک ماه پس از کاشت قلمه‌ها، درصد ریشه‌زایی، طول، تعداد و حجم ریشه و وزن‌تر و خشک ریشه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که به جز در صفت درصد ریشه‌زایی، در سایر صفات، بین قلمه‌های تلقیح شده و شاهد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. بیشترین طول و حجم ریشه (٣٢ سانتی‌متر و ٣٤/٦٦ میلی‌متر مکعب) و وزن‌تر و خشک ریشه (٢٦/٤٩ و ٠/٧٣٠ گرم) مربوط به تیمار ٢٢ درصد قارچ میکوریزا بود. پنج ماه پس از کاشت، گروه دیگری از قلمه‌ها به منظور اندازه‌گیری محتوای عناصر مورد بررسی قرار گرفتند. در این مرحله، بیشترین غلظت نیتروژن برگ (٢/٦ درصد)، فسفر (٠/٤١٩ درصد)، پتاسیم (٢/٦٦ درصد)، روی (٧٣/٥٢ میلی‌گرم در کیلوگرم) و مس (١٨/٧٧ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار مایکوریزای ٢٢ درصد مشاهده شد. در این آزمایش کاربرد مایکوریزا در بستر ریشه‌زایی (پودری) نسبت به کاربرد مایع نتایج بهتری نشان داد.

واژه‌های کلیدی: حجم ریشه، طول ریشه، فسفر، مس، وزن‌تر ریشه

مقدمه:

گل حنای گینه نو (*Impatiens hawkeri*) از جمله مهمترین گیاهان گلدار گلدانی و فصلی محسوب می‌شود. بوته‌ای چندساله است که به عنوان یکساله پروش داده می‌شود که از طریق جنسی و غیر جنسی قابل تکثیر است (قاسمی قهساره و کافی، ١٣٨٤) اما با توجه به پایین بودن درصد جوانه‌زنی بذر این گیاه (Mc Donald and Kwong, 2005) قلمه زنی می‌تواند روش مناسبتری جهت ازدیاد آن باشد. قلمه زدن یکی از روش‌های متداول تکثیر رویشی است که امروزه به دلیل کم هزینه بودن بطور وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Harrison-Murry and Howard, 2000).

افزودن قارچ میکوریزا به محیط ریشه‌زایی قلمه‌ها می‌تواند باعث افزایش ریشه‌زایی در گیاهان مختلف شود (Linderman and Call, 1977؛ Díaz-Granados *et al.*, 2009؛

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: Sreezi57@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.22.4]

(Scagel, 2000, 2001؛Scagel *et al*., 2003). میکوریزا یک رابطه طبیعی همزیستی بین ریشه گیاه و قارچ است که باعث افزایش رشد گیاه، کاهش نیاز غذایی گیاه، افزایش بقا و نمو گیاهان، افزایش یکنواختی محصولات، بهبود مقاومت به تنش های زیستی و غیر زیستی و ریشه‌زایی قلمه‌ها می‌شود (Garmendia *et al*., 2004). درجه پاسخ ریشه‌زایی قلمه‌ها به قارچ میکوریزا به رقم گیاه و ایزوله کردن قارچ بستگی دارد (Scagel, 2000). در گزارشی محققان بیان داشتند که افزودن قارچ میکوریزا به محیط ریشه باعث افزایش آغازش و رشد ریشه در قلمه‌های رز مینیاتور می‌شود (Scagel, 2001). طی تحقیقی افزودن میکوریزا بر درصد ریشه‌زایی و تعداد ریشه در گیاه برگ زینتی شفلرا تأثیر معنی‌داری داشت (بیدرنامی و محکمی، ۱۳۹۳). افزایش ریشه‌زایی و رشد ریشه (Thanuja *et al*., 2002) و افزایش طول ریشه (Mala *et al*., 2010) در قلمه‌های تلقیح شده فلفل سیاه با میکوریزا گزارش شد. محققان افزایش طول ریشه را به تأثیر قارچ‌های میکوریزا در تولید هورمون‌های اکسین و تغییر در سطح هورمون‌ها طی تشکیل و نمو ریشه نسبت دادند (Nemi *et al*., 2004). سطوح فیتوهورمون‌های گیاهی می‌تواند تحت تأثیر کلونی سازی قارچ میکوریزا قرار گیرد (Shaul-Keinan *et al*., 2002).

رابطه همزیستی ریشه و قارچ میکوریزا باعث افزایش جذب عناصر کم تحرک (Ortas *et al*., 2001) بویژه فسفر و همچنین عناصر کم مصرف مثل روی و مس می‌شود و با تأثیر در جذب آب، تحریک و تولید مواد تنظیم کننده رشد، افزایش فتوسنتز، بهبود تنظیم اسمزی تحت تنش شوری و خشکی و افزایش مقاومت به آفات و بیماری‌های خاکزی مفید واقع می‌شود (Al-karaki , 2006). وجود شبکه گسترده هیف‌های قارچ سبب فعالیت و دفع برخی آنزیم‌ها شده که جذب عناصر غذایی را برای گیاه میزبان افزایش می‌دهند (Smith *et al*., 2001). تلقیح گیاهان با میکوریزا بوسیله جذب عناصر غذایی می‌تواند آبشویی عناصر نیتروژن و فسفر را کاهش داده در نتیجه باعث افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی شود (Corkidi *et al*., 2011). هیف های توسعه یافته قارچ‌های میکوریزا قادر به رشد در منافذ خاک بوده که ریشه-های مویین و تارهای کشنده قادر به نفوذ در آنها نیستند در نتیجه دسترسی گیاه به عناصر غیر متحرک مثل فسفر افزایش می‌یابد (Grant, *et al*., 2002). هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر مقادیر مختلف قارچ میکوریزا در بستر کشت بر ریشه‌زایی قلمه گل حنای گینه نو و همچنین تأثیر این قارچ بر میزان جذب برخی عناصر غذایی است.

مواد و روش‌ها:

این پژوهش در سال ۱۳۹۳ در مجموعه گلخانه‌های تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار روی گل حنای گینه نو (*Impatiens hawkeri*) انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل شش گلدان بود. تیمارها شامل غلظت‌های مختلف قارچ میکوریزا (*Glomus mosseae*) در چهار سطح صفر، ۱۱ و ۲۲ درصد به ازای هر گلدان (پودری) و میکوریزای مایع با غلظت ۲۰ درصد بود. قلمه‌های ریشه‌دار نشده گل حنای گینه نو از گیاه بذری (F1) رقم دیواین اسکارلت قرمز (Divine scarlet Red) در گلدان‌های با حجم ۰/۷ لیتر و در بستری شامل ۵۰ درصد پیت ماس، ٤۰ درصد پرلیت و ۱۰ درصد پوسته برنج به صورت حجمی کشت شدند که در این مرحله قارچ میکوریزا با بستر ترکیب شد و سپس قلمه‌ها کشت شدند. برای تهیه میکوریزای ۲۰ درصد مایع، ۲۰ میلی‌متر مکعب از قارچ میکوریزا در استوانه مدرج ریخته شد و سپس ۲۰ میلی‌متر مکعب آب به آن اضافه شد تا به حالت عصاره اشباع درآمد سپس قلمه‌ها در عصاره فرو برده و در گلدان کشت شدند. مقادیر قارچ میکوریزا بسته به حجم گلدان در نظر گرفته شد که تعداد اسپور در هر یک درصد حجمی ٦۰۰ عدد بود. آبیاری به صورت یک روز در میان و به مقدار مساوی انجام شد. دمای محیط گلخانه بین ۲۵ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی بین ۷۰ تا ۷۵ درصد متغیر بود.

یک ماه پس از کاشت، قلمه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.22.4]

طول ریشه با استفاده از خط‌کش فلزی بر حسب سانتی‌متر و حجم ریشه با استفاده از استوانه مدرج و بر حسب تغییر حجم آب و بر حسب میلی‌متر مکعب اندازه‌گیری شد. پنج ماه پس از کاشت، قلمه‌ها مجدداً به منظور اندازه‌گیری غلظت عناصر برگ مورد بررسی قرار گرفتند. در پایان دوره رشد، ریشه‌ها نیز همراه با محیط کشت از گلدان خارج شده و پس از شستشو به آزمایشگاه انتقال داده شدند و وزن‌تر ریشه با استفاده از ترازوی دیجیتال بر حسب گرم تعیین گردید. برای تعیین وزن خشک ریشه، نمونه‌ها در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت قرار داده شد. مقادیر عناصر نیتروژن به روش کجلدال (دستگاه Gerhardt ساخت کشور آلمان)، فسفر به روش اسپکتروفتومتری با طول موج ٤٢٠ نانومتر (دستگاه Pharmacia LKBساخت کشور انگلستان)، پتاسیم به روش فلیم فتومتری (دستگاه Jenway PFP7 ساخت کشور انگلستان) و مس و روی (دستگاه جذب اتمی Perkin Elmer 400AA) اندازه‌گیری شد. در پایان آزمایش، داده‌های به دست آمده با استفاده از برنامه آماری SAS (نسخه ۹) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها نیز از طریق آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث:

یک ماه پس از کاشت قلمه‌ها، ریشه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۱). نتایج نشان داد که در کلیه تیمارها درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها صد درصد بود. همچنین نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیر مثبت و معنی‌دار تیمار قارچ میکوریزا بر صفات طول، حجم، تعداد، وزن‌تر و خشک ریشه در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (جدول ۱). نتایج جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) بیانگر بهبود ریشه‌زایی قلمه‌های تلقیح شده گل حنای گینه نو با کاربرد میکوریزا بود به طوری که بیشترین طول ریشه (۱۳ سانتی‌متر) مربوط به تیمار میکوریزای ۱۱ درصد و کمترین طول ریشه (۸/۳۳ سانتی‌متر) در تیمار شاهد حاصل شد. همچنین با افزایش در مقدار میکوریزا حجم ریشه نیز افزایش یافت به نحوی که بیشترین حجم ریشه (٤ میلی‌متر مکعب) در تیمار میکوریزای ۲۲ و ۲۰ درصد بود و کمترین حجم ریشه (١/٦٦ میلی‌متر مکعب) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۲).

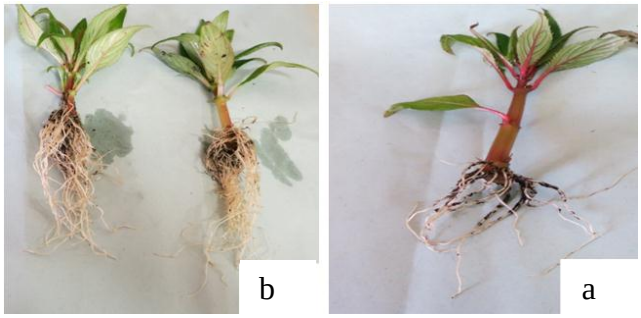
نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده اختلاف بین وزن‌تر و خشک ریشه در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا و گیاهان غیر میکوریزایی است. به طوری که بیشترین وزن‌تر و خشک ریشه (٣/٠٦ و ٠/١٣٩ گرم) مربوط به تیمار میکوریزای ۲۰ درصد مایع بود و کمترین این مقادیر در تیمار بدون تلقیح (١/٣١ و ٠/٠٤٨ گرم) مشاهده شد (جدول ۲). با کاربرد میکوریزای ۲۲ درصد، بیشترین تعداد ریشه (٥٤/٦ عدد) و کمترین تعداد (١٦/٦ عدد) در تیمار بدون تلقیح حاصل شد (جدول ۲).

قارچ میکوریزا توانایی تغییر مرفولوژی سیستم ریشه در استقرار دانهال‌ها به نحو مطلوب را داراست (Citernesi *et al*., 1998). تلقیح گیاه به وسیله میکوریزا باعث ایجاد اکثر تغییرات فیزیولوژیکی از قبیل افزایش طول ریشه‌های جانبی، افزایش شاخه‌دهی و ریشه‌دهی مناسب می شود (Stavros *et al*., 2012). به نظر می‌رسد قارچ میکوریزا با رها ساختن متابولیت‌های قارچی، باعث تغییرات متابولیکی شده و سپس باعث افزایش ریشه‌زایی قلمه‌های میکوریزایی می شود (Larose *et al*., 2002) رهاسازی این متابولیت‌ها پروسه‌ای شبیه تراواشات ریشه است که باعث تحریک فعالیت اسپور و یا هیف های قارچ می‌شود (Tamasloukht *et al*., 2003). میکوریزا با تولید هورمون‌های رشد (Scagel and Linderman, 1998) و ترکیبات پلی فنولیکی که اکسیداسیون اکسین را کاهش می‌دهند باعث افزایش درصد ریشه‌زایی می‌شود (Mitchell *et al*., 1986).

تغییرات متابولیسمی بسیاری در حین تشکیل ریشه نابجا رخ می‌دهد که شامل تغییر در مقدار کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌هاست (Hassig, 1986). در قلمه‌های رز مینیاتور تلقیح شده با قارچ میکوریزا افزایش غلظت پروتئین و اسیدهای آمینه گزارش شده است (Scagel, 2004a). قارچ میکوریزا در محیط با پایه پیت افزایش معنی داری در بقاء، نمو کالوس‌ها و درصد ریشه‌زایی قلمه‌های کاج چتری *Sciadopitys verticillata* در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده داشت (Douds *et al*., 1995). در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.22.4]



شکل ۱-a) تیمار شاهد و b) سمت راست: تیمار مایکوریزای ۲۲ درصد، سمت چپ: تیمار میکوریزای مایع ۲۰ درصد.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی گل حنای گینه نو با کاربرد قارچ میکوریزا

		میانگین مربعات صفات				
منابع تغییر	درجه آزادی	طول ریشه	حجم ریشه	وزن‌تر ریشه	وزن خشک ریشه	تعداد ریشه
میکوریزا	۳	۱۲/۷۵**	٤/۲۲**	۲/۰۹**	۰/۰۰٤**	۷۹۰/۰۸**
خطا	۸	۰/٥٦	۰/۱٦	۰/۱٤	۰/۰۰۰٤	۱۷/۰۸
ضریب تغییرات		٦/٦٦	۱۳/٦۰	۱٤/۸۹	۲۰/٥۲	۱۰/٤٤

*** معنی‌داری در سطح ٥٪، ** معنی‌داری در سطح ۱٪ و ns عدم معنی‌داری**

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی گل حنای گینه نو با کاربرد قارچ میکوریزا

	میانگین مربعات صفات				
حجم میکوریزا (٪)	طول ریشه (cm)	حجم ریشه (cc)	وزن‌تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	تعداد ریشه
صفر	۸/۳۳ ^{c}	۱/٦٦ ^{b}	۱/۳۱ ^{b}	۰/۰٤۸ ^{b}	۱٦/٦ ^{c}
۱۱	۱۳/۰ ^{a}	۲/۳۳ ^{b}	۲/۸۱ ^{a}	۰/۱۰٤ ^{a}	٤۱/٦ ^{b}
۲۲	۱۲/۳ ^{ab}	٤/۰۰ ^{a}	۳/۰۲ ^{a}	۰/۱۱۹ ^{a}	٥٤/٦ ^{a}
۲۰	۱۱/۳ ^{b}	٤/۰۰ ^{a}	۳/۰٦ ^{a}	۰/۱۳۹ ^{a}	٤٥/۳ ^{b}

میانگین‌ها با حروف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰٥ بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

تحقیقی کاربرد میکوریزا باعث افزایش ریشه‌زایی قلمه‌ها در گیاه دارویی انگور خرس *Arctostphylos* شد (Scagel, 2004b). در همزیستی میکوریزایی هیف‌های قارچ به نحوی نقش ریشه‌ی مویین گیاه را دارند و به عنوان سیستم ریشه‌ی گسترش یافته عمل می‌کنند. همچنین با افزایش سطح جذب، بیشتر شدن منطقه نفوذ ریشه، طول عمر بیشتر ریشه جاذب و استفاده بهتر از عناصر کم فراهم می‌تواند مفید واقع شود (Garg and Chandel, 2010).

پنج ماه پس از کاشت، قلمه‌ها مجدداً به منظور اندازه‌گیری غلظت عناصر مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیر تیمار میکوریزا در جذب عناصر فسفر، پتاسیم و مس در سطح احتمال پنج درصد بود ولی تلقیح میکوریزا بر غلظت نیتروژن و روی فاقد اثر معنی‌دار بود (جدول ۳).

بیشترین غلظت نیتروژن برگ (۲/٦ درصد) در تیمار مایکوریزای ۲۲ درصد مشاهده شد و کمترین مقدار (۲/٤۸ درصد) در تیمار میکوریزای مایع ۲۰ درصد بود هرچند از لحاظ آماری بین بقیه تیمارها با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ٤). طی پژوهشی در گیاه شمعدانی تلقیح شده با میکوریزا غلظت عناصر فسفر و پتاسیم افزایش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.22.4]

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی گل حنای گینه نو با کاربرد میکوریزا

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		نیتروژن	فسفر	پتاسیم	مس	روی	حجم ریشه	طول ریشه	وزن‌تر ریشه	وزن خشک ریشه
میکوریزا	۳	۰/۰۰۷۳ ns	۰/۰۰۱ *	۰/۰۲۳ *	۳/۳۸ *	۶۹/۱۹ ns	۲۹٤ **	۵۰/۳ *	۱۵۲/۹ **	۰/۱۶۵ **
خطا	۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰٤	۰/۷۱	۲۳/۶	۱۳/۲	۷/۱۶	۱/۵٤	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات		۲/۸۱	۳/۵۳	۲/۷۷	٤/۸٤	۷/۳۲	۱۷/۹	۱۰	۷/۳۵	۱۵/۰۶

*** معنی‌داری در سطح ۵٪، ** معنی‌داری در سطح ۱٪ و ns عدم معنی‌داری**

جدول ٤ - مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی گل حنای گینه نو با کاربرد میکوریزا

حجم میکوریزا (٪)	میانگین مربعات				
	نیتروژن (٪)	فسفر (٪)	پتاسیم (٪)	مس (mg/kg)	روی (mg/kg)
صفر	۲/۵۱ a	۰/۳۸۹ bc	۲/٤۸ b	۱۶/۲ b	٦٤/٤ ab
۱۱	۲/۵۳ a	۰/٤۰۸ ab	۲/٤۹ b	۱۷/۸ ab	۶۳/۲ b
۲۲	۲/۶۰ a	۰/٤۱۹ a	۲/۶۶ a	۱۸/۷ a	۷۳/۵ a
۲۰	۲/٤۸ a	۰/۳۷۶ c	۲/٤۹ b	۱۷/۰۵ b	٦٤/۲ b

حجم میکوریزا (٪)	حجم ریشه (cc)	طول ریشه (cm)	وزن‌تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)
صفر	۱۳b	۲۲b	۱۳/۶ c	۰/۲۶۳ bc
۱۱	۱۸/۶ b	۲۶/۳ b	۱۷/۵ b	۰/۳٤۰ b
۲۲	۳٤/۶ a	۳۲a	۲۶/٤ a	۰/۷۳۰ a
۲۰	۱٤/۶ b	۲۶/۶ b	۹/۸۵ d	۰/۲۱۳ c

میانگین‌ها با حروف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

یافت ولی تأثیر معنی داری در مقدار ماده خشک ساقه یا غلظت نیتروژن مشاهده نشد (Perner *et al*, 2007).

در مورد فسفر بیشترین غلظت (۰/٤۱۹ درصد) با کاربرد میکوریزای ۲۲ درصد حاصل شد و کمترین مقدار (۰/۳۷۶ درصد) مربوط به تیمار میکوریزای مایع ۲۰ درصد بود (جدول ٤). افزایش جذب فسفر در تیمارهای قارچ میکوریزا به دلیل تأثیر همزیستی میکوریزایی در افزایش سطح جذب ریشه و تأثیر این قارچ‌ها در ترشح اسید فسفاتازها، اگزالات‌ها و تراوش یون پروتون صورت می‌گیرد (Giri *et al*., 2003). در گیاهان تلقیح شده حلالیت فسفر افزایش می‌یابد و باعث بهبود فراهمی فسفر می‌شود (Sakurai *et al*., 2001). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که اختلاف بین تیمار میکوریزای ۲۲ درصد با بقیه تیمارها بر میزان پتاسیم معنی‌دار بوده است. به طوری که بیشترین میزان پتاسیم (۲/۶۶ درصد) در میکوریزای ۲۲ درصد و کمترین میزان (۲/٤۸ درصد) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ٤). محققان دریافتند که تلقیح با میکوریزا باعث افزایش رشد رویشی و جذب عناصر غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در گیاه ذرت شد (Sitaramaiah *et al*,. 1998)در تحقیقی بهبود محتوای فسفر و پتاسیم در گوجه فرنگی تلقیح شده با میکوریزا را نسبت به گیاهان تلقیح نشده گزارش دادند (Al-Karaki and Hammad, 2001). محققان افزایش پتاسیم در گیاهان آکاسیا تلقیح شده با میکوریزا

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.22.4]

را گزارش کردند (Giri *et al*, 2007).

تلقیح میکوریزا بر غلظت روی فاقد اثر معنی‌دار بود به طوری که با کاربرد میکوریزای ۲۲ درصد بیشترین غلظت روی (۷۳/۵۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کمترین مقدار (٦۳/۲۸ میلی گرم در کیلوگرم) در میکوریزای ۱۱ درصد حاصل شد (جدول ٤). بیشترین غلظت مس (۱۸/۷۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به تیمار میکوریزای ۲۲ درصد و کمترین مقدار (۱٦/۲۸ میلی گرم در کیلوگرم) در تیمار شاهد حاصل شد (جدول ٤). نتایج تحقیقات متعدد بیانگر اثر مستقیم قارچ‌های میکوریزا بر جذب و انتقال بعضی عناصر غذایی، به‌ویژه عناصر کم مصرف نظیر مس و روی در گیاهان می‌باشد (شیرمحمدی و همکاران، ۱۳۸۹). قارچ میکوریزا به جذب عناصر غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر، روی، مس و گاهی اوقات پتاسیم کمک کرده (Neumann and George, 2005) و در نتیجه باعث افزایش وزن خشک گیاهان می‌شود (Lee and George, 2005). قارچ میکوریزا با گسترش هیف‌ها در درون ریشه و افزایش در مقدار سطح ریشه و دسترسی به خاک می‌تواند بر روی جذب عناصر پر مصرف اثر معنی‌داری بگذارد. افزایش در مقدار هیف‌ها تبادل مواد بین ساقه و ریشه را افزایش می‌دهد و بر رشد تأثیر خواهند داشت (Kung'u, 2008). بهبود رشد و جذب عناصر غذایی در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزایی به اثبات رسیده است (Koide, 2000). کودهای زیستی به ویژه تلقیح میکوریزایی می‌تواند طی فرایندهای بیولوژیکی عناصر غذایی را از شکل غیر قابل جذب آنها بصورت قابل جذب برای گیاهان تبدیل کند (Vessey, 2003). میزان کارایی جذب عناصر غذایی ناشی از تلقیح میکوریزایی به توانایی ارتباط بین میزبان و میکوریزا، توسعه کلونی در محیط ریشه و فراهمی مواد آلی وابسته است (Douds and Millner, 1999).

میزان حجم ریشه تحت تأثیر تیمار میکوریزا در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت همچنین طول ریشه نیز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین حجم و طول ریشه به ترتیب ۳٤/٦٦ میلی‌متر مکعب و ۳۲ سانتی‌متر در تیمار میکوریزای ۲۲ درصد و کمترین این مقادیر به ترتیب ۱۳ میلی‌متر مکعب و ۲۲ سانتی‌متر در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ٤). میکوریزا انشعابات ریشه را افزایش می‌دهد (Berta *et al*., 1993). بررسی نتایج محققان بیانگر افزایش وزن‌تر ریشه، سطح و طول ریشه در گیاهان استئوسپرموم تلقیح شده با میکوریزا بود (خندان میرکوهی و همکاران، ۱۳۹٤). همچنین افزایش طول ریشه در داوودی تلقیح شده با میکوریزا گزارش شده است که افزایش جذب عناصر غذایی بوسیله ریشه‌های میکوریزایی می‌تواند دلیل این امر باشد (Sohn *et al*., 2003). وزن‌تر و خشک ریشه نیز بطور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار میکوریزا در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۳). با کاربرد میکوریزای ۲۲ درصد بیشترین وزن‌تر و خشک ریشه به ترتیب با مقادیر ۲٦/٤۹ و ۰/۷۳۰ گرم حاصل شد. همچنین کمترین این مقادیر با میانگین ۹/۸۵ و ۰/۲۱۳ گرم در میکوریزای مایع ۲۰ درصد مشاهده شد (جدول ٤). میکوریزا تأثیر مثبتی در فیزیولوژی گیاه میزبان دارد و باعث افزایش غلظت فسفر گیاه، بیومس، محتوای کلروفیل و مقدار فتوسنتز می‌شود (Khade and Rodrigues, 2009). محققان افزایش وزن خشک ریشه گیاهان تلقیح شده را به دلیل افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاهان تلقیح شده و در نتیجه افزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول در ریشه دانستند (Feng *et al*., 2002). بررسی نتایج محققان بیانگر افزایش وزن خشک ریشه در حضور قارچ میکوریزا بود (Gupta and Rutaray, 2005).

نتیجه‌گیری:

نتایج نشان داد که درصد ریشه‌زایی قلمه‌ها در تمامی تیمارها صد درصد بود. بین قلمه‌های تلقیح شده و شاهد در صفات طول، حجم، تعداد ریشه و وزن‌تر و خشک ریشه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. همچنین نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیر تیمار میکوریزا در جذب عناصر فسفر، پتاسیم و مس در سطح احتمال پنج درصد بود. بیشترین غلظت نیتروژن برگ (۲/٦ درصد)، فسفر (۰/٤۱۹ درصد)، پتاسیم (۲/٦٦ درصد)، روی (۷۳/۵۲ میلی‌گرم در کیلوگرم)، مس (۱۸/۷۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.22.4]

مایکوریزای ۲۲ درصد (پودری) حاصل شد. همچنین بیشترین حجم و طول ریشه (۳٤/٦٦ میلی‌متر مکعب و ۳۲ سانتی‌متر)، بیشترین وزن‌تر و خشک ریشه (۲٦/٤۹ و ۰/۷۳۰ گرم) مربوط به تیمار ۲۲ درصد قارچ میکوریزا (پودری) بود. کاربرد قارچ میکوریزا را به دلیل فوایدی از قبیل افزایش جذب عناصر غذایی، افزایش عملکرد، افزایش مقاومت گیاه به عوامل بیماریزای ریشه، کاهش تنش‌ها و تولید هورمون‌های محرک رشد از قبیل هورمون‌های ریشه‌زایی می‌توان در بستر ریشه‌زایی قلمه‌های گل حنای گینه نو توصیه کرد.

منابع:

بیدرنامی، ف. و محکمی، ز. (۱۳۹۳) تأثیر قارچ‌های همزیست در بسترهای مختلف رشد بر خصوصیات ریشه‌زایی قلمه گیاه شفلرا (*Schefflera arboricola*). اولین کنگره ملی گل و گیاهان زینتی ایران، محلات، ایران.

خندان میر کوهی، ع.، شیخ اسدی، م.، طاهری، م. و بابالار، م. (۱۳۹٤) تأثیر قارچ‌های آربوسکولار میکوریزا و سطوح مختلف فسفر بر برخی جنبه‌های رشد گیاه لیزیانتوس. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۲۲: ٦۷-۵۷.

شیرمحمدی، ا.، اصغرزاد، ن. ع.، اوستان، ش.، نجفی، ن.، و شیرمحمدی، ب. (۱۳۸۹) تأثیر کمبود برخی فلزات و اینوکلوم‌های دو گونه قارچ میکوریز آربوسکولار بر ترشح ترکیبات کیلیت کننده از ریشهٔ گیاه گوجه فرنگی. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۳: ٦۹-٦۳.

قاسمی قهساره، م. و کافی، م. (۱۳۸٤) گلکاری علمی و عملی. جلد اول، انتشارات گلبن، اصفهان.

Al-Karaki, G. N. and Hammad, R. (2001) Mycorrhizal influence on fruit yield and mineral content of tomato grown under salt stress. Journal of Plant Nutration 24: 1311-1323.

Al-Karaki, G. N. (2006) Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. Scientia Horticulture 109: 1-7.

Berta, G., Fusconi, A. and Trotta, A. (1993) VA mycorrhizal infection and the morphology and function of root systems. Environmental and Experimental Botany 33: 159-173.

Citernesi, A. S., Vitagliano, C. and Giovannetti M. (1998) Plant growth and root system morphology of *Olea europaea* L. Rooted cutting as influenced by arbuscular mycorrhiza. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 75: 647-654.

Corkidi, L. D., Merhaut, J., Allen, E. B., Downer, J., Bohn, J. and Evan, M. (2011) Effects of mycorrhizal colonization on nitrogen and phosphorus leaching from nursery containers. Hortscience 46(11): 1472-1479.

Diaz-Granados, R. A. A., Silva, O. J. O., Moreno, G. L., Magnitskiy, S. and Rodriguez, A. (2009) Influence of mycorrhizal fungi on the rooting of stem and stolon cuttings of the colombian blueberry (*Vaccinium meridionale* Swartz). International Journal of Fruit Science 9: 372-384.

Douds, D. D., Becard, G., Pfeffer, P. E., Doner, L. W., Dymant, T. J. and Kayer, W. M. (1995) Effect of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi on rooting of *Sciadopitys verticillata* Sieb & Zucc. cuttings. HortScience 30: 133-134.

Douds, J. R. and Millner, P. D. (1999) Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment 74: 77-93.

Feng, G., Zhang, F. S., Li, X. L., Tian, C. Y. and Tang, 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.

Garg, N. and Chandel, S. (2010) Arbuscular mycorrhizal networks: Process and functions. A review. Agronomy Sustainable Development 30: 581-599.

Garmendia, I., Goicoechea, N. and Aguirreolea, J. (2004) Effectiveness of three Glomus species in protecting pepper (*Capsicum annuum* L.) against verticillium wilt. Biological Control 31: 296-305.

Giri, B., Kapoor, R. and Mukerji, K. G. (2003) Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and salinity on growth, biomass and mineral nutrition of *Acacia auriculiformis*. Biology and Fertility of Soils 38: 170-175.

Giri, B., Kapoor, R. and Mukerji, K. G. (2007) Improved tolerance of *Acacia nilotica* to salt stress by arbuscular mycorrhiza, *Glomus fasciculatum*, may be partly related to elevated K^+/Na^+ ratios in root and shoot tissues. Microbial Ecology 54: 753-760.

Grant, C. A., Petersond, G. A. and Capbell C. A. (2002) Nutrient consideration for diversified cropping systems in the northern great plains. Agronomy Journal 94: 186-198.

Gupta, N. and Rutaray, S. (2005) Growth and development of AM fungi and maize under salt and acid stress. Acta Agricultural Scandinavia, Section B, Soil and Plant Science 55: 151-157.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.22.4]

Harrison-Murry, R. S. and Howard, B. H. (2000) Environmental requirements as determined by rooting potential in leafy cutting in: Genetic and Environmental Manipulation of Horticultural Crops 59-64.

Hassig, B. E. (1986) Metabolic process in adventitious rooting of cuttings. In: New Root Formation in Plants and Cuttings (ed. Jackson M. B.) Pp. 141-189. Martinus Nijhoff Publishers Dordrecht, Netherlands.

Khade, S. W. and Rodrigues, B. F. (2009) Studies on Effects of arbuscular mycorrhizal (Am) fungi on mineral nutrition of *Carica papaya* L. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 37: 183-186.

Koide, R. T. (2000) Mycorrhizal symbiosis and plant reproduction. In: Arbuscular mycorrhizas physiology and function (eds. Kapulnik, Y. and Douds, D. D.) Pp. 19-46. Springer Netherlands.

Kung'u, J. B. (2008) Effect of vesicular arbuscular mycorrhiza (vam) inoculation on growth performance of *Senna spectabilis*. Pakistan Journal of Botany 40: 2217-2224.

Larose, G., Chenevert, R., Moutoglis, P., Gagne, S., Piche, Y. and VeirheiliG, H. (2002) Flavonoid levels in roots of *Medicago sativa* are modulated by the developmental stage of the symbiosis and the root colonizing arbuscular mycorrhizal fungus. Journal of Plant Physiology 159: 1329-39.

Lee, Y. J. and George, E. (2005) Contribution of mycorrhizal hyphae to the uptake of metal cations by cucumber plants at two levels of phosphorus supply. Plant and Soil 278: 361-370.

Linderman, R. G. and Call, C. A. (1977) Enhanced rooting of woody plant cuttings by mycorrhizal fungi. Journal of the American Society for Horticultural Science 102: 629-32.

Mala, W. J., Kumari, I. S., Sumanasena, H. A., and Nanayakkkara, C. M. (2010) Effective Spore density of *Glomus mosseae*, arbuscular mycorrhiza (AM), for inoculation of rooted cuttings of Black Pepper (*Piper nigrum* Linn). Tropical Agricultural Research 21: 189-197.

Mc Donald, B. M. and Kwong, F. Y. (2005) Flower seeds biology and technology. CABI Publishin.

Mitchell, R. J., Garrett, H. E., Cox G. S. and Atalay, A. (1986) Boron and ectomycorrhizal influences on indole-3-acetic acid levels and indole-3-acetic acid oxidase and peroxidase activities of *Pinus echinata* roots. Tree Physiology 1: 1-8.

Nemi, K., Scagel, C. and Haggman H. (2004) Application of ectomycorrhizal fungi in vegtative propagation of conifers. Plant Cell Tissue Organ Culture 78: 83-91.

Neumann, E. and George, E. (2005) Does the percentage of arbuscular mycorrhizal fungi influence growth and nutrient uptake of a wild type tomato cultivar and a mycorrhiza defective mutant, cultivated with roots sharing the same soil volume. New Phytologist 166: 601-609.

Ortas, I., Kaya, Z., and Cakmak, I. (2001) Influence of VA mycorrhiza inoculation on growth of maize and green pepper plants in phosphorus and zinc deficient soils. In: Plant nutrition Food security and sustainability of agroecosystems (Horst W.J. et al., eds). Kluwer Acad Publ, Dordrecht. Pp. 632-633.

Perner, H., Schwarz, D., Bruns, C., Mader, P. and George, E. (2007) Effect of arbuscular mycorrhizal colonization and two levels of compost supply on nutrient uptake and flowering of pelargonium plants. Mycorrhiza. Springer 1-7.

Sakurai, K., Tanaka, N., Iwasaki, K. and Tanaka, S. (2001) Effects of arbuscular mycorrhizal application on the distribution of phosphorus and iron in the rhizosphere soils of sunflower (*Helianthus annuus* L.). In: Plant nutrition food security and sustainability of agroecosystems through basic and applied research. (ed. Horst, W. J.) Pp. 620-621. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Scagel, C. F. and Linderman, R. G. (1998) Influence of ectomycorrhizal fungi inoculation on growth and root IAA concentrations of transplanted conifers. Tree Physiology 18: 739-747.

Scagel, C. F. (2000) Using mycorrhizal fungi during propagation of woody horticultural crops. Combined Proceedings of the International Plant Propagators' Society 50: 589-594.

Scagel, C. F. (2001) Cultivar specific effects of mycorrhizal fungi on the rooting of miniature rose cuttings. Journal of Environmental Horticulture 19: 15-20.

Scagel, C. F., Reddy, K. and Armstrong, J. M. (2003) Mycorrhizal fungi in rooting substrate influences the quantity and quality of roots on stem cuttings of Hick,s Yew. Hortechnology 13: 62-66.

Scagel, C. F. (2004a) Influence of arbuscular mycorrhizal inoculum on cutting composition during early stages of adventitious rooting in miniature rose. Journal of the American Society for Horticultural Science 129: 624-634.

Scagel, C. F. (2004b) Enhanced rooting of kinnikinnick cuttings using mycorrhizal fungi in rooting substrate. HortTechnology 14: 355-363.

Shaul-Keinan, O., Gadkar, V., Ginzberg, I., Grunzweig, J.M., Chet, I., Elad, Y., Wininger, S., Belausov, E., Eshed, Y., Arzmon, N., Ben-Tal, Y. and Kapulnik, Y. (2002) Hormone concentrations in tobacco roots change during arbuscular mycorrhizal colonization with Glomus intraradices, New Phytologist 154: 501-507.

Sitaramaiah, K., Rahulkhanna, T. and Trimuthulu, N. (1998) Effect of Glomus fasciculatum on growth and chemical composition of maize. Soil Microbes and Plant Pathol 64: 34-37.

Smith, S. E., Dickson, S. and Smith, F. A. (2001) Nutrient transfer in arbuscular mycorrhizas: How are the fungal and plant processes integrated. Australian Journal of Plant Physiology 28: 683-694.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.22.4]

Sohn, B. K., Kim, K. Y., Chung, S. J., Kim, W. S., Park, S. M., Kang, J. G., Rim, Y. S., Cho, J. S., Kim, T. H. and Lee, J. H. (2003) Effect of the different timing of AMF inoculation on plant growth and flower quality of chrysanthemum. Scientia Horticulturae 98: 173-183.

Stavros, D. V., Menexes, G. and Rilligo, M. C. (2012) Do arbuscular mycorrhizal fungi affect the allometric partition of host plant biomass to shoots and roots. A meta-analysis of studies from 1990-2010. Mycorrhiza 22: 227-235.

Tamasloukht, M. B., Sejalon-Delmas, N., Kluever, A., Jauneau, A., Roux, C., Becard, G. and Franken, P. (2003) Root factors induce mitochondrial related gene expression and fungal respiration during the developmental switch from asymbiosis to presymbiosis in the arbuscular mycorrhizal fungus *Gigaspora rosea*. Plant Physiology 131: 1468-1478.

Thanuja, T. V., Hegde, R. V. and Sreenivasa, M. N. (2002) Induction of rooting and root growth in black pepper cuttings (*Piper nigrum* L.) with the inoculation of arbuscular mycorrhizae. Scientia Horticulturae 92: 339-346.

Vessey, J. K. (2003) Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil 255: 571-586.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.22.4]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.22.4] [Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]