نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲، ص. ۱۱۶-۱۱۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 27, No. 2, Summer 2013, P. 110-116
ISSN: 2008 - 4730

بررسی اثر همزیستی میکوریزایی بر میزان رشد و جذب عناصر غذایی نهال‌های خرما (*Phoenix dactylifera*) رقم برحی

عبدالحمید محبی[1*]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۲/۱

چکیده

قارچ‌های میکوریزا از طریق افزایش سطح جذب سیستم ریشه‌ای گیاه باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند. با توجه به نقش مثبت قارچ‌های میکوریز در سایر محصولات، این پژوهش بر روی نهال‌های حاصل از کشت بافت خرما رقم برحی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت فاکتوریل و با دو عامل شامل۱- مصرف کود سوپرفسفات تریپل در ۵ سطح ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ میلی‌گرم در کیلو گرم خاک ۲- تلقیح با میکوریز و بدون تلقیح با میکوریز در چهار تکرار (بلوک) در اهواز طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۸ اجرا شد. نتایج نشان داد که بین وزن تر و خشک ریشه و اندام هوائی، نیتروژن، پتاسیم و فسفر اندام هوائی و ریشه در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود دارد. بین طول و فسفر ریشه، نیتروژن و روی برگ در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. در مجموع تیمار تلقیح خاک با میکوریز و مصرف ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم فسفر باعث بهبود خصوصیات رویشی نهال خرما شد.

واژه‌های کلیدی: میکوریزا، جذب عناصر غذائی، رشد رویشی، نخل خرما

مقدمه

نخل خرما در مناطق خشک و نیمه خشک کاشت می‌شود که خاک‌های این مناطق عمدتاً آهکی است. بیشتر خاک‌های آهکی فسفر را تثبیت و آن را برای رشد گیاه غیر قابل استفاده می‌کنند. تخمین زده می‌شود ۷۵٪ از سوپر فسفات‌های مصرف شده تثبیت و فقط ۲۵٪ آن برای رشد گیاه قابل استفاده است، بنابر این کاربرد کودهای شیمیائی نه اقتصادی است و نه سازگار با طبیعت. قارچ‌های میکوریز در افزایش رشد گیاه نقش مهمی دارند و قادرند فسفر را به صورت محلول در آورده و جذب عناصر غذائی را افزایش دهند (۴).

قارچهای میکوریزا قادر به برقراری همزیستی مسالمت‌آمیزی با ریشه اغلب گیاهان خشکی‌زی هستند. بر اثر این همزیستی دو طرف سود برده و به رشد و زندگی یکدیگر کمک می‌کنند (۲۹) به عنوان مثال مشخص شده که قارچهای میکوریز در کنترل بیماری بایود که یکی از بیماری‌های مهم نخل می‌باشد نقش مهمی دارد(۱۶). اغلب گیاهان شناسایی شده بر روی کره زمین قادر به برقراری همزیستی با این قارچها هستند که البته این همزیستی بر اساس ریشه گیاه میزبان و ویژگی‌های مورفولوژیک قارچ همزیست متفاوت است (۲۹). به عنوان مثال در بررسی که در رابطه با نخل خرما در مراکش انجام شد مشخص شد میزان کلنی شدن ریشه‌های میکوریزایی ۴۳ درصد و جمعیت اسپور از ۲۳۸ تا ۱۸۴۰ اسپور در ۱۰ گرم خاک متفاوت بود (۶). همچنین در عربستان تعداد ۲۵ گونه قارچ میکوریز که با نخل خرما همزیستی داشتند کشف شد (۳).

مهمترین و بارزترین اثر مفید قارچ‌های میکوریزا، افزایش رشد گیاه میزبان است که معمولاً به واسطه افزایش جذب عناصر غیرمتحرک ازخاک صورت می‌گیرد. این همزیستی سبب تسریع تبادل عناصرغذایی بین گیاه میزبان و قارچ می‌شود (۵). طی سالهای اخیر مطالعات وسیعی روی اثرات همزیستی میکوریزایی بر جذب عناصر غذایی توسط انواع درختان میوه مانند سیب (۲۶) و مرکبات (۱۳) و بهبود تغذیه این گیاهان صورت گرفته است. نتایج اغلب تحقیقات نشان می‌دهد که همزیستی میکوریزایی جذب عناصر غذایی غیرمتحرک درخاک، مانند فسفر و روی را به طور معنی‌دار افزایش می‌دهد (۲، ۱۸) ولی بر غلظت عناصر متحرک درخاک مانند نیتروژن و پتاسیم یا تأثیری ندارد و یا آن را کاهش می‌دهد (۹، ۲۱، ۲۵ و ۳۲).

۱- عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات خرما و میوه های گرمسیری کشور
(*- نویسنده مسئول: Email: hamidmohebi@hotmail.com)

قارچهای وزیکولار آربوسکولار[1] از طریق افزایش سطح جذب سیستم ریشه ای گیاه باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند بهبود رشد گیاه بستگی به میزان جذب فسفر ، روی و دیگر عناصر کم‌مصرف دارد. آغشته کردن خاک با قارچهای میکوریز در محصولات مختلف باعث شده که قابلیت جذب کودهای فسفره به میزان ۱۹ تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد محصول به میزان ۱۹ تا ۵۵٪ افزایش یابد (۳۳).

اثرات مفید قارچهای وزیکولار آربوسکولار در مرکبات مشاهده شده است. آغشته کردن نهال مرکبات با قارچ میکوریزا باعث افزایش ماده خشک، میزان جذب آهن، روی و منگنز شد (۲۴). در خاکهای با مقدار فسفر قابل استفاده کم، گیاهان میکوریزایی شده رشد بیشتری از گیاهان غیر میکوریزایی دارند و نسبت ریشه و وزن خشک آن به بخش هوایی کم‌تر است (۲۲).

عناصر معدنی از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، مس، گوگرد و روی بوسیله قارچهای میکوریزا جذب و به گیاه میزبان انتقال پیدا می‌کنند (۳۰). در دو آزمایش در اندونزی اثر تلقیح قارچهای وزیکولار آربوسکولار روی زنده ماندن نهال‌های نخل روغنی در حین مرحله استقرار گیاه، مطالعه و نهال‌ها با قارچهای میکوریز مختلف تلقیح و میزان زنده ماندن دوبار در هفته به مدت سه ماه اندازه‌گیری شد و در هر دو آزمایش تلقیح نهالها به قارچهای وزیکولار آربوسکولار اثر مثبتی داشت. به طوری که میزان زنده ماندن نهال‌ها از ۷۰٪ به ۹۰ تا ۹۵٪ رسید (۲۷). در درختان گرمسیری تلقیح ریشه‌ها با قارچهای میکوریز باعث افزایش میزان نسبی رشد گردید و میزان نسبی رشد با میزان اسیمیلاسیون خالص همبستگی داشت (۱۹). غلظت بالای فسفر اثر معنی‌دار بالایی روی تعداد و سطح برگ و وزن بیوماس گیاه درنخل رقم پی جی بای داشت (۱۱). تلقیح با قارچ گلوموس اگریگاتوم[2] در سه غلظت فسفر محلول خاک در نخل رقم پی جی بای برای تعیین همبستگی میکوریزایی انجام شد نتایج نشان داد تلقیح با قارچ باعث افزایش غلظت فسفر برگ و افزایش ماده خشک گردید (۱۲).

با توجه به اینکه نقش مثبت قارچهای میکوریز در سایر محصولات به اثبات رسیده است و گیاه خرما از لحاظ اقتصادی یکی از محصولات مهم کشورمان می‌باشد این پژوهش بر روی نهال‌های کشت بافت خرما به صورت زیر در اهواز اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۸۸ درموسسه تحقیقات خرما (اهواز) اجرا گردید. ابتدا گلدان‌هایی به قطر ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۴۰ سانتی‌مترجهت کاشت نهال‌ها انتخاب و از خاکی با خصوصیات شیمیائی جدول ۱ پر شد. خاک مربوط به هر گلدان توزین شد تا در محاسبات جهت اعمال تیمارها از آن استفاده شود. سپس طرحی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی بصورت فاکتوریل شامل تلقیح با قارچهای میکوریز و مصرف کودهای فسفاته بر روی ۸۰ اصله نهال‌های کشت بافت خرمای برحی (تولیدی شرکت رعنا در کرج) در چهار بلوک و هر بلوک شامل دو اصله نهال گلدانی با تیمارهای زیردر گلخانه اجرا گردید.

۱- شاهد (بدون تلقیح میکوریز و بدون کود سوپر فسفات= M_0P_0)
۲- بدون تلقیح میکوریز و مصرف کود سوپر فسفات به میزان ۵ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک= M_0P_1
۳- بدون تلقیح میکوریز و مصرف کود سوپر فسفات به میزان ۱۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک= M_0P_2
۴- بدون تلقیح میکوریز و مصرف کود سوپر فسفات به میزان ۱۵ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک= M_0P_3
۵- بدون تلقیح میکوریز و مصرف کود سوپر فسفات به میزان ۲۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک= M_0P_4
۶- تلقیح با میکوریز و بدون کود سوپر فسفات = M_1P_0
۷- تلقیح با میکوریز و مصرف کود سوپر فسفات به میزان ۵ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک= M_1P_1
۸- تلقیح با میکوریز و مصرف کود سوپر فسفات به میزان ۱۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک= M_1P_2
۹- تلقیح با میکوریز و مصرف کود سوپر فسفات به میزان ۱۵ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک= M_1P_3
۱۰- تلقیح با میکوریز و مصرف کود سوپر فسفات به میزان ۲۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم خاک= M_1P_4

(منبع تأمین میکوریز از قارچ *Glomus intraradices* و از موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه گردید.)

در تمام طول دوره رشد مراقبت‌های لازم صورت گرفت. دمای گلخانه در روز ۳۰ و در شب ۲۸ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. پس ازگذشت ۱۸ماه از دوره رشد، نهال‌ها از خاک برداشت شد. اندام هوایی و زیرزمینی جدا و به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک گردید. سپس نمونه‌ها توسط آسیاب با تیغه‌های استیل خرد و ریز شد و به قطعات کوچک‌تر از یک میلیمتر تبدیل شدند. از این نمونه‌ها یک گرم جهت سوزاندن و به دست آوردن خاکستر در کروزه‌های چینی ریخته شد و در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد قرارگرفت و پس از سوختن به کمک ۱۰ میلی لیتر اسید کلریدریک ۱۵٪ عصاره‌گیری و به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. برای تعیین مقادیر عناصر به جز نیتروژن از این عصاره‌ها ستفاده شد (۳۴). مقدار فسفر در عصاره‌ها به روش رنگسنجی و با کمک دستگاه اسپکتروفتومتر (۲۳) و پتاسیم نیز به کمک دستگاه فلیم‌فتومتر و مقدار

1-*Vesicular arbascular*
2- *Glomus aggregatum*

روی با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین گردید. مقدار ۰/۵ گرم ماده خشک جهت هضم درون لوله‌های دستگاه کجلدال ریخته شد تا میزان نیتروژن نمونه‌ها بدست آید (۷). همچنین نسبت به تعیین طول ریشه گیاه و طول ریشه‌های میکوریزائی شده، درصد همزیستی میکوریزایی هر تیمار از روش تقاطع شبکه[1] استفاده شد. در این روش پس از پخش کردن نمونه مورد نظر در پتری حاوی گلیسیرین با استفاده از کاغذ شبکه بندی زیر پتری تعداد برخوردهای ریشه‌ها را به طور عمودی و افقی به ترتیب با اضلاع شبکه بدست آورده و سپس از مجموع تعداد برخوردهای افقی و عمودی برای تعیین طول ریشه از فرمول زیر (گیووانتی و موس ۱۹۸۰) استفاده شد (۱۵). به دنبال آن با تعیین تعداد برخوردهای عمودی و افقی ریشه‌های کلنی شده و با داشتن طول اضلاع شبکه (G) درصد کلنیزاسیون تعیین شد.

۱۱/۱۴ × G × تعداد برخوردهای خطوط شبکه با ریشه= طول ریشه

۱۱/۱۴ × G × تعداد برخوردهای خطوط شبکه با ریشه های کلنی شده = طول ریشه کلنی شده

و نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS16 تجزیه و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات خاک

نمونه	PH	EC (dSm^{-1})	Mg	Ca	K	P	%OC
			(ppm)				
خاک	۷/۵	۲/۸	۱۱	۲۲	۷۵	۸	۰/۳۵

نتایج و بحث

ریشه

وزن ریشه

بین وزن تر ریشه در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ وجود دارد یعنی وزن تر ریشه تحت اثر تیمار قرار گرفت و تیمار هشت یعنی تلقیح خاک با میکوریز و مصرف ۱۰ میلی گرم سوپر فسفات به ازاء هرکیلوگرم خاک باعث افزایش وزن ریشه گردید و این تیمار در بالاترین سطح قرار گرفت و تیمار چهار یعنی خاک بدون تلقیح با میکوریز و مصرف ۱۵ میلی گرم فسفر به ازاء هر کیلوگرم خاک در پائین ترین سطح قرار گرفت. البته تیمار چهار با تیمارهای پنج، نه و ده نیز در یک گروه قرار گرفت و این بیانگر این است که مصرف ۱۵ و ۲۰ میلی گرم فسفر (با یا بدون میکوریز) به ازاء هر کیلوگرم خاک باعث کاهش وزن تر ریشه می شود. (جدول ۲).

بین وزن خشک ریشه در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ وجود داشت یعنی وزن تر ریشه تحت اثر تیمار قرار گرفت و تیمار هشت یعنی تلقیح خاک با میکوریز و مصرف ۱۰ میلی گرم سوپر فسفات به ازاء هرکیلوگرم خاک باعث افزایش وزن ریشه گردید و در بالاترین سطح قرار گرفت و تیمار چهار و هفت با کمترین وزن خشک ریشه در پائین ترین سطح قرار گرفتند (جدول ۲). مطالعه استفان و همکاران در بررسی اثر قارچهای میکوریز روی موزهای حاصل از کشت بافت رقم گراند ناین در گلخانه نیزنشان داد که وزن خشک ریشه در تیمار غیر میکوریزائی پائین‌تر بود (۳۱). همچنین کلودیا در بررسی اثر قارچهای میکوریز روی نهال‌های نخل روغنی حاصل از کشت بافت نشان داد که وزن تر و خشک ریشه در تیمار میکوریزائی بالاتر بود و اختلاف معنی‌دار زیادی با گیاهان غیر میکوریزایی داشت (۱۰). همچنین استرادا لوندا و همکاران در بررسی اثر قارچهای میکوریز روی گواوا نشان دادند بعد از شش هفته گیاهان میکوریزائی میزان ریشه بیشتری داشتند (۱۴).

عناصر غذائی ریشه

بین نیتروژن ریشه در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری وجود داشت و تیمار شش یعنی تلقیح خاک با میکوریز بدون مصرف فسفر باعث بالاترین غلظت نیتروژن در ریشه شد و سایر تیمارها در گروه بعدی قرار گرفتند. آقا بابایی و همکاران نشان دادند همزیستی میکوربزایی باعث کاهش معنی‌دار غلظت نیتروژن در اندام زیرزمینی گیاه بادام گردید (۱). در حالی که کارولین و زاسوسکی نشان دادند که میزان نیترات و آمونیم ریشه گیاه داگلاس[2] میکوریزایی شده بیشتر از گیاه غیر میکوریزایی است (۹).

در جذب عناصر غذایی غیر متحرک در خاک مانند فسفر، ویژگی‌های ریشه گیاه مانند سرعت رشد طولی ریشه، سرعت جذب عنصر توسط ریشه، طول کل ریشه وسطح جذب ریشه مؤثر هستند (۵). در این آزمایش بین فسفر ریشه در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد یعنی کلیه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند(جدول ۳). در حالی که آقا بابایی و همکاران نشان دادند همزیستی میکوریزایی باعث افزایش معنی‌دار غلظت فسفر در ریشه گیاه بادام گردید (۱). این مغایرت احتمالاً به دلیل ویژگی‌های ریشه نخل خرما می‌باشد.

بین پتاسیم ریشه در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ وجود دارد یعنی پتاسیم ریشه تحت اثر تیمار قرار گرفت و تیمار هشت یعنی تلقیح خاک با میکوریز و مصرف ۱۰ میلی گرم سوپر فسفات به ازاء هرکیلوگرم خاک باعث افزایش پتاسیم ریشه گردید و این تیمار در بالاترین سطح قرار گرفت و تیمار چهار یعنی خاک بدون تلقیح با میکوریز و مصرف ۱۵ میلی گرم سوپر فسفات به ازاء هر کیلوگرم خاک در پائین ترین سطح قرار گرفت، سایر تیمارها

1- Gridline intersect method

2-Douglas-fir

در گروه‌های بینابینی قرار گرفتند (جدول ۳). مطالعات گذشته نشانداده است هیف‌های خارجی قارچ‌های میکوریزا قادر به تأمین۱۰٪ از نیاز گیاه همزیست خودبه پتاسیم هستند (۲۱) ولی راجو و همکاران نشان دادند گونه‌های مختلف قارچ‌های میکوریزا درجذب پتاسیم گیاه همزیست با یکدیگر اختلاف دارند. به طوریکه غلظت پتاسیم درگیاه سورگوم همزیست با گونه‌های *Glomus macrocarpum* و *Glomus fasciculatum* افزایش معنی‌دار دارد ولی با گونه *Glomus intraradices* افزایش نشان نداده است (۲۵).

اندام هوائی

وزن اندام هوائی

بین وزن تر اندام هوائی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ وجود دارد یعنی وزن تر اندام هوائی تحت اثر تیمار قرار گرفت و تیمارهای شش، هشت و نه یعنی تیمارهای تلقیح خاک با میکوریز باعث افزایش وزن تر اندام هوائی گردید و در بالاترین کلاس قرار گرفتند و تیمارهای چهار و پنج یعنی تیمارهای بدون میکوریز و مصرف ۱۵ و ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم فسفر در پائین ترین کلاس قرار گرفتند البته تیمارهای چهار و پنج با تیمار ده نیز در یک گروه قرار گرفتند بنابر این مصرف بالای فسفر باعث کاهش وزن اندام هوائی گردید (جدول ۲).

بین وزن خشک اندام هوائی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود دارد یعنی وزن خشک اندام هوائی تحت اثر تیمار قرار گرفت و تیمار تلقیح خاک با میکوریز و مصرف ۱۰ میلی گرم فسفر به ازاء هرکیلوگرم خاک باعث افزایش وزن ریشه گردید (جدول ۲). بیشتر مطالعات نشان داده است تلقیح با میکوریز باعث افزایش ماده خشک گردیده است برای مثال تلقیح با قارچ گلوموس اگریگاتوم[1] در سه غلظت فسفر محلول خاک در نخل رقم پی جی بای برای تعیین همبستگی میکوریزایی انجام شد نتایج نشان داد تلقیح با قارچ باعث افزایش ماده خشک گردید (۱۲). همچنین در بررسی اثر قارچ‌های میکوریز روی موزهای حاصل از کشت بافت رقم گراند ناین در گلخانه مشخص شد که میزان شاخ و برگ در گیاهان میکوریزائی بیش‌تر بود (۳۱). همچنین اثر قارچ‌های میکوریز روی نهال‌های نخل روغنی حاصل از کشت بافت نشان داد که وزن اندام هوائی و میزان رشد نسبی تحت تأثیر قرار گرفت و در تیمار میکوریزائی بالاتر بود همچنین میزان طول شاخه شش هفته بعد از تلقیح با میکوریز افزایش یافت و تا هفته دوازدهم که نهال‌ها از خاک برداشت شدند افزایش طول ادامه پیدا کرد (۱۰). اثر قارچ‌های میکوریز روی گواوا نیز نشان داد بعد از شش هفته گیاهان میکوریزائی میزان رشد بیشتری داشتند و در هفته هیجدهم میزان ماده خشک برگ وساقه، طول شاخه و سطح برگ در گیاهان میکوریزائی بالاتر بود (۱۴).

عناصر غذائی اندام هوائی

بین نیتروژن و روی برگ در تیمارهای مختلف اختلاف معنی-داری مشاهده نشد یعنی کلیه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند. بین فسفر اندام هوائی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ وجود دارد یعنی فسفر اندام هوائی تحت اثر تیمار قرار گرفت و تیمار نه یعنی تلقیح خاک با میکوریز و مصرف ۱۵ میلی گرم به ازاء هرکیلوگرم خاک باعث افزایش فسفر اندام هوائی گردید و این تیمار در بالاترین سطح قرار گرفت و تیمار شش، دو، هفت و یک یعنی تیمارهای با مصرف کم فسفر در پائین ترین سطح قرار گرفتند سایر تیمارها در گروه‌های بینابینی قرار گرفتند (جدول ۳). کلمنته در تلقیح با قارچ گلوموس اگریگاتوم در سه غلظت فسفر محلول خاک در نخل رقم پی جی بای برای تعیین همبستگی میکوریزایی نشان داد تلقیح با قارچ باعث افزایش غلظت فسفر برگ گردید (۱۲).

بین پتاسیم اندام هوائی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری در سطح ۵٪ وجود دارد یعنی پتاسیم اندام هوائی تحت اثر تیمار قرار گرفت و تیمار نه یعنی تلقیح خاک با میکوریز و مصرف ۱۵ میلی گرم سوپر فسفات به ازاء هرکیلوگرم خاک باعث افزایش پتاسیم اندام هوائی گردید و این تیمار در بالاترین سطح قرار گرفت البته این تیمار با تیمارهای ده و چهار نیز در یک گروه قرار گرفتند و سایر تیمارها در پائین ترین سطح قرار گرفتند (جدول ۳). راجو و همکاران نشان دادندگونه‌های مختلف قارچ‌های میکوریزا درجذب پتاسیم گیاه همزیست با یکدیگر اختلاف دارند به طوری که غلظت پتاسیم درگیاه سورگوم همزیست با گونه‌های *Glomus macrocarpum* و *Glomus fasciculatum* افزایش معنی‌دار دارد ولی با گونه *Glomus intraradices* افزایش نشان نداده است (۲۵).

در رابطه با نقش قارچ‌های میکوریز بر غاظت عناصر غذائی در اندام هوائی بیشتر تحقیقات انجام شده دال بر افزایش غلظت عناصر غذائی دارند البته در موارد نادری کاهش نیز گزارش شده است به عنوان مثال میزان کلسیم در گیاه پرسیمون[2] تحت تأثیر قارچ‌های میکوریز کاهش یافته و میزان نیتروژن افزایش یافته است (۲۰). میزان نیتروژن در گیاهان توت و انگور تحت تأثیر قارچ‌های میکوریز افزایش یافته است (۴و ۱۷). میزان فسفر در گیاهان توت، نخل روغنی، گواوا، انگور و توت فرنگی تحت تأثیر قارچ‌های میکوریز افزایش یافته است (۴، ۱۰، ۱۴، ۱۷ و ۲۸). میزان پتاسیم در گیاهان توت، نخل روغنی و انگور تحت تأثیر قارچ‌های میکوریز افزایش یافته است (۴، ۱۰ و ۱۷).

1- *Glomus aggregatum*

2- Persimmon (Diospyros kaki)

جدول ۲- وزن تر و خشک ریشه و اندام هوائی بر حسب گرم در تیمارهای مختلف

	ریشه		اندام هوائی	
تیمار	وزن تر	وزن خشک	وزن تر	وزن خشک
M_0P_0	۱۵۷/۵^{BCD}	۵۲/۵^{BC}	۲۲۵^{AB}	۹۷/۵^{B}
M_0P_1	۱۸۲/۵^{B}	۴۲/۵^{BC}	۱۹۲/۵^{BCD}	۱۰۲/۵^{B}
M_0P_2	۱۸۰^{BC}	۴۰^{BC}	۱۷۲/۵^{D}	۹۷/۵^{B}
M_0P_3	۱۰۵^{D}	۳۵^{C}	۱۶۵^{D}	۹۰/۵^{B}
M_0P_4	۱۲۰^{CD}	۴۷/۵^{BC}	۱۶۵^{D}	۷۸/۸^{B}
M_1P_0	۱۶۲/۵^{BCD}	۴۵^{BC}	۲۳۵^{A}	۹۵^{B}
M_1P_1	۱۶۷^{BC}	۳۷/۵^{C}	۲۱۷/۵^{ABC}	۸۵^{B}
M_1P_2	۲۶۰^{A}	۸۲/۵^{A}	۲۳۰^{A}	۱۲۱/۵^{A}
M_1P_3	۱۵۷/۵^{BCD}	۶۰^{B}	۲۳۲/۵^{A}	۹۷/۵^{B}
M_1P_4	۱۲۷/۵^{BCD}	۴۰^{BC}	۱۸۵^{CD}	۸۵^{B}

اعداد دارای حروف مشترک در یک ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ می‌باشد

جدول ۳- غلظت عناصر غذائی ریشه و اندام هوائی در تیمارهای مختلف

	ریشه*			اندام هوائی*		
تیمار	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	روی
	٪	میلی گرم در کیلوگرم		٪	میلی گرم در کیلوگرم		
M_0P_0	۰/۲۰^{AB}	۰/۱۲^{A}	۰/۶۹^{AB}	۰/۳۷^{A}	۰/۰۸^{B}	۰/۶۰^{B}	۳۰/۰۰^{A}
M_0P_1	۰/۱۳^{B}	۰/۲۵^{A}	۰/۴۶^{BC}	۰/۲۸^{A}	۰/۱۰^{AB}	۰/۶۲^{B}	۲۹/۰۸^{A}
M_0P_2	۰/۱۹^{B}	۰/۲۴^{A}	۰/۶۷^{AB}	۰/۳۲^{A}	۰/۱۰^{AB}	۰/۶۸^{B}	۲۲/۷۰^{A}
M_0P_3	۰/۱۲^{B}	۰/۲۰^{A}	۰/۳۸^{C}	۰/۲۷^{A}	۰/۱۱^{AB}	۰/۹۶^{AB}	۳۱/۳^{A}
M_0P_4	۰/۱۵^{B}	۰/۴۴^{A}	۰/۶۹^{AB}	۰/۴۹^{A}	۰/۱۰^{AB}	۰/۷۳^{B}	۲۶/۰۰^{A}
M_1P_0	۰/۲۹^{A}	۰/۱۰^{A}	۰/۵۲^{ABC}	۰/۳۶^{A}	۰/۰۵^{B}	۰/۶۷^{B}	۲۲/۳۵^{A}
M_1P_1	۰/۱۶^{B}	۰/۱۸^{A}	۰/۶۶^{AB}	۰/۳۷^{A}	۰/۰۵^{B}	۰/۷۶^{B}	۲۲/۰۸^{A}
M_1P_2	۰/۱۷^{B}	۰/۳۹^{A}	۰/۷۵^{A}	۰/۳۷^{A}	۰/۱۴^{AB}	۰/۷۳^{B}	۲۳/۹۸^{A}
M_1P_3	۰/۱۰^{B}	۰/۲۶^{A}	۰/۶۰^{ABC}	۰/۲۴^{A}	۰/۲۹^{A}	۱/۱۸^{A}	۲۵/۰۵^{A}
M_1P_4	۰/۱۵^{B}	۰/۲۱^{A}	۰/۶۰^{ABC}	۰/۴۳^{A}	۰/۳۵^{AB}	۰/۸۰^{AB}	۲۲/۸۵^{A}

اعداد دارای حروف مشترک در یک ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ می‌باشد

طول ریشه

بین طول ریشه در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد ولی بین تیمارهای که میکوریز تلقیح شده بود تیمار هشت یعنی تلقیح خاک با میکوریز و مصرف ۱۰ میلی گرم سوپر فسفات به ازاء هرکیلوگرم خاک بیشترین ریشه میکوریزائی داشت اگرچه با تیمارهای هفت و ده در یک گروه قرار گرفت و تیمار نه یعنی تلقیح خاک با میکوریز و مصرف ۱۵ میلی گرم سوپر فسفات به ازاء هرکیلوگرم خاک کمترین ریشه میکوریزائی داشت در رابطه با در صد کلونیزاسیون ریشه نیز تیمار هشت یعنی تلقیح خاک با میکوریز و مصرف ۱۰ میلی گرم سوپر فسفات به ازاء هرکیلوگرم خاک در بالاترین سطح قرار گرفت و سایر تیمارهای میکوریزائی در گروه پائین تر قرار گرفتند(جدول ۴). مطالعه بومری و همکاران در بررسی همزیستی قارچ میکوریز با خرما در خاک‌های مختلف نشان داد که خاک‌های با میزان متفاوت فسفر در صد همزیستی متفاوتی دارند که بر طول ریشه نیز اثر می‌گذارد (۶).

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه گلخانه‌ای نشان داد که تلقیح نهال‌های کشت بافت خرما با قارچ میکوریز به همراه مصرف ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم فسفر بر روی خصوصیات رشد رویشی و در صد کلونیزاسیون خرما اثر مثبت دارد. لذا براساس نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان توصیه کرد نهال‌های کشت بافت خرما توسط مایه

تلقیح‌های میکوریزا آغشته گردنـد و از اثـرات مثبتـا یـن همزیسـتی دربهبود شرایط رشد گیاه وجذب عناصر غذایی استفاده شود. با انجام آزمایشات میکروبیولوژی نسبت به جداسازی گونه هائی از قـارچ کـه در شرایط طبیعی نخلستان فعالیت می نمایند اقدام شود.

جدول ٤– طول ریشه، طول ریشه میکوریزائی و درصد کلونیزاسیون در تیمارهای مختلف

تیمار	طول ریشه	طول ریشه میکوریزائی	درصد کلونیزاسیون
M_0P_0	۴۷/۹۳ A	۱/۹۷ C	٪۴/۳۲ C
M_0P_1	۳۹/۴۸ A	۱/۹۷ C	٪۵/۰۱ C
M_0P_2	۴۵/۱۸ A	۱/۹۷ C	٪۴/۲۶ C
M_0P_3	۳۷/۹۱ A	۱/۹۷ C	٪۵/۲۳ C
M_0P_4	۳۳/۴۰ A	۱/۹۷ C	٪۵/۸۱ C
M_1P_0	۳۹/۰۹ A	۱۴/۳۴ B	٪۳۶/۶۹ B
M_1P_1	۴۹/۱۱ A	۱۸/۲۷ AB	٪۳۷/۵۴ B
M_1P_2	۴۴/۹۸ A	۲۲/۵۹ A	٪۴۹/۰۹ A
M_1P_3	۴۲/۲۳ A	۱۴/۳۴ B	٪۳۴/۴۵ B
M_1P_4	۴۷/۵۴ A	۱۸/۲۷ AB	٪۳۹ B

اعداد دارای حروف مشترک در یک ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح ٪۵ می‌باشد.

منابع

۱- آقابابائی ف.، رئیسی ف. و نادیان ح. ۱۳۹۰. اثر همزیستی میکوریزایی برجذب عناصر غذایی توسط برخی ژنوتیپهای تجـاری گیـاه بـادام در یـک خاک لوم شنی. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک وآب). ۲۵(۳):۱۴۲-۱۳۷.

2- Al-Karaki G.N. 2000. Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. Mycorrhiza, 10:51-54.

3- Al-Yahya'ei M.N., Oehl F., Vallino M., Lumini E., Redecker D., Wiemken A. and Bonfante P. 2011. Unique arbuscular mycorrhizal fungal communities uncovered in date palm plantations and surrounding desert habitats of Southern Arabia. Mycorrhiza, 21(3):195-209.

4- Bdaradwaj A. and Sharma S. 2006. Reducing phosphorous requirement using AMF in Mulberry grown under alkaline condition. Journal of Agronomy, 5(3):471-477.

5- Bolan N.S. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. Plant and Soil, 134:189-207.

6- Bouamri R., Dalpé Y., Serrhini MN. and Bennani A. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi species associated with rhizosphere of Phoenix dactylifera L. in Morocco. African Journal of Biotechnology, 5:510-516.

7- Bremner J.M. and Mulvaney C.S. 1982. Nitrogen-Total, p. 591–622. In A.L. Page et al. (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.

8- Byrnes B.H. 1990. Environmental effects of N fertilizer use- An overview. Fertilizer Research, 26: 209-215.

9- Caroline S.B. and Zasoski R.J. 1983. Effects of ammonium and nitrate on growth and nitrogen uptake by mycorrhizai Douglas-fir seedlings. Plant and Soil, 71:445-454.

10- Claudia S. 2001. Effect of (vesicular-) arbuscular mycorrhiza on survival and *post vitro* development of micropropagated oil palms (*Elaeis guineensis* Jacq.). Ph.D thesis. Georg-August-Universität Göttingen Vorgelegt Vongeboren.

11- Clement CR. and Habte M. 1994. Effect of soil solution phosphorous on seedling growth of the Pejibaye palm in an oxisol. Journal of Plant Nutrition, 17(4):639-655.

12- Clement CR. and Habte M. 1995. Genotypic variation in vesicular arbuscular mycorrhizal dependence of the Pejibaye palm. Journal of Plant Nutrition, 18:1907-1916.

13- Eissenstat D.M., Graham J.H., Syvertsen J.P. and Drouillard D.L. 1993. Carbon economy of sour orange in relation to mycorrhizal colonization and phosphorus status. Annals of Botany, 71:1-10.

14- Estrada-Luna A.A., Davies J.R. and Egilla J.N. 2000. Mycorrhizal fungi enhancement of growth and gas exchange of micropropagated guava plantlets (*Psidium guajava* L.) during ex vitro acclimatization and plant establishment. Mycorrhiza, 10:1-8

15- Giovanetti M. and Mosse B. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytologist, 84:489-500.

16- Jaiti F., Meddich A. and El Hadrami I. 2008. Effectiveness of arbuscular mycorrhizal fungi in the protection of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) against bayoud disease. Physiological and Molecular Plant Pathology, 71:166-173.

17- Krishna H., Singh S.K., Sharma R.R., Khawale R.N., Minakshi G. and Patel V.B. 2005. Biochemical changes in micropropagated grape (*Vitis vinifera* L.) plantlets due to Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) inoculation during ex vitro acclimization. Scientia Horticulturae, 106:554-567.
18- Liu A., Hamel C. Hamilton R.I. and Ma B.L. 2000. Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zea mays L.*) grown in soil at different P and micronutrient levels. Mycorrhiza, 9:331-336.
19- Lovelock C.E., Kyllo D. and Winter K. 1996. Growth response to vesicular arbuscular mycorrhizae and elevated CO_2 in seedling of tropical tree. Beil schmiedia pendula. Functional Ecology, 10:662-667.
20- Marin M., Mari A., Ibarra M. and Garcia-Ferriz L. 2003. Arbuscular mycorrhizal inoculation of micropropagated persimmon plantlets. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 78(5):734-738.
21- Marschner H. and DellB. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizai symbiosis. Plant and Soil, 159:89-102.
22- Mukerji K.G.1996. Concepts in Mycorrhizal Research. Kluwer Academic Publishers, Nether Lands.
23- Olsen S.R. and SommersL.E. 1982. Phosphorus, p:403-430, In A.L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis, part 2, Chemical and Microbiological properties, Soil Science Society of American Journal, Madison.
24- Paola Q., Massimiliano G., Francesco C., Fabio De P. and Anna Maria P. 2003. Effect of native arbuscular mycorrhizal fungi and Glomus mosseae on acclimatization and development of micropropagated *Citrus limon* (L.). Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 78(1):39-45.
25- Raju P.S., Clark R.B.,Ellis J.R. and Maranville J.W. 1990. Effects of species of VAmycorrhizal fungi on growth and mineral uptake of sorghum at different temperatures. Plant and Soil, 121:165-170.
26- Schubert A. and LubracoG. 2000. Mycorrhizal inoculation enhances growth and nutrient uptake of micropropagated apple rootstocks during weaning in commercial substrates of high nutrient availability. Applied Soil Ecology, 15:113-118.
27- Schultz C. 1998. The role of (vesicular) arbuscular mycorrhiza in the weaning stage of micropropagated oil plants. Proceeding of the BTIG Workshop On Oil Palm Improvement through Biotechnology, Pp. 59-64.
28- Sharma M.P. and Adholeya A. 2004. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on the post vitro growth and yield of micropropagated strawberry grown in a sandy loam soil. Canadian Journal of Botany, 82:322-328.
29- Smith S.E. and Read D.J. 1997. Mycorrhizal Symbiosis, Academic Press. San Diego. CA.
30- Smith, S.E., Koide, R. and Cairney, J.W.G. 1994. Nutrient transport in mycorrhizas: structure, physiology and consequences for efficiency of the symbiosis. Plant and Soil, 159:103-113.
31- Stephane D., Risede J.M. and Delvaux B. 2002. Greenhouse response of micropropagated bananas inoculated with in vitro monoxenically produced arbuscular mycorhizal fungi. Scientia Horticulturae, 93.301-309.
32- Treseder K.K. 2004. A meta-analysis of mycorrhizal responses to nitrogen, phosphorus, and atmospheric CO2 in field studies. New Phytologist, 164:347-355.
33- Venkataraman G.S. and Tilak K.V.B.R.1990. Biofertilizers in sustainable agriculture. In :Soil Fertility and Fertilizer Use. IFFCO, New Delhi, India, Vol. IV, Pp. 137-148.
34- Waling I., Vanvark W., Houba V.J.G. and Vanderlee J.J. 1989. Soil and plant analysis, a series of syllabi, part 7, plant analysis procedures. Wageningen Agricultural University.