برهمکنش میکوریزا، کود آلی و پتاسیم بر عملکرد و ترکیب شیمیایی برگ انار (*Punica granatum* L.)

محسن پروین[۱]، عبدالحسین ضیاییان[۲*]، منوچهر دستفال[۳]، محمد صادق قربانی[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۸)

چکیده

کودهای شیمیایی، زیستی و آلی نقش مهمی در افزایش کمی و کیفی تولیدات کشاورزی دارند. به منظور مطالعه اثرات تلقیح میکوریزایی، کاربرد پتاسیم و کود دامی بر عملکرد و ترکیب شیمیایی برگ انار، پژوهشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار، در منطقه جنت شهر، نزدیک داراب در استان فارس، در سال ۱۳۹۳ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل ترکیبی از دو سطح ۰ و ۵۰۰ گرم میکوریزا، سه سطح ۰، ۱۰ و ۲۰ کیلوگرم کود گوسفندی و دو سطح ۰ و ۵۰۰ گرم اکسید پتاسیم به ازای هر درخت بود. میکوریزا و کود دامی قبل از گلدهی و اکسید پتاسیم در دو مرحله قبل و بعد از گلدهی مصرف شدند. فاکتورهای اندازه‌گیری شده شامل عملکرد هر درخت، وزن میوه، وزن پوست، وزن دانه‌ها، نسبت پوست به دانه در پنج میوه و غلظت پتاسیم، فسفر، آهن، منگنز، روی و مس در برگ‌ها بود. نتایج نشان داد که اثرات اصلی کاربرد میکوریزا، پتاسیم و کود دامی بر بیشتر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. بیشترین میانگین وزن ۵ میوه، بیشترین وزن دانه در میوه و کمترین نسبت پوست به دانه از اثر توأم ۵۰۰ گرم میکوریزا، ۲۰ کیلوگرم کود دامی و ۵۰۰ گرم پتاسیم حاصل شد. بالاترین غلظت پتاسیم، فسفر، آهن، مس، منگنز و روی از کاربرد توأم ۵۰۰ گرم میکوریزا، ۵۰۰ گرم پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم کود گوسفندی به ازای هر درخت به دست آمد. بالاترین عملکرد انار (۴۴ کیلوگرم در درخت) از کاربرد توأم۵۰۰ گرم میکوریزا، ۱۰ کیلوگرم کود دامی و ۵۰۰ گرم اکسید پتاسیم به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد، ۱۲۷ درصد افزایش عملکرد نشان داد و می‌توان آن را به عنوان تیمار برتر پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: انار، تلقیح میکوریزایی، سولفات پتاسیم، کود دامی

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد داراب

۲-دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران (مکاتبه کننده)

۳-عضو هیات علمی ایستگاه تحقیقات داراب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.

۴-دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد داراب.

*پست الکترونیک: ziaeyan_39@yahoo.com

مقدمه

انار اولین بار حدود ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد، در برخی نواحی ایران کشت می‌گردیده است. در بین کشورهای تولیدکننده انار در دنیا، ایران دارای بیشترین سطح زیر کشت می‌باشد و با تولید ۹۴۰ هزار تن میوه انار، بزرگترین تولیدکننده آن در جهان به شمار می‌رود (Ranjbar *et al.*, 2007; Vazifaheshenas, 2014). این گیاه به شوری، خشکی و سرما مقاوم بوده و قادر است در شرایط بیابانی نیز رشد کند (Patil & Karale, 1990). میردهقان و راحمی (Mirdehghan & Rahemi, 2006) گزارش نمودند که پتاسیم عنصر ضروری برای انار می‌باشد و غلظت این عنصر در پوست و آریل میوه انار در مقایسه با سایر عنصرهای پرمصرف بالاتر است. پتاسیم شدت فتوسنتز و سرعت انتقال مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به بافت‌های ذخیره‌ای از طریق آوند آبکش را افزایش می‌دهد، به همین دلیل کیفیت میوه و عملکرد آن بهبود می‌یابد (Lin *et al.*, 2004). پتاسیم باعث افزایش فتوسنتز، انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ‌ها به آوند آبکش، سرعت انتقال در آوندها و انتقال آن‌ها به میوه می‌شود (Lester *et al.*, 2010). بر اساس گزارش تهرانی‌فر و محمودی تبار (Tehranifar & Mahmoodi Tabar, 2009) کاربرد برگی پتاسیم با غلظت‌های ۱/۵ و ۳ گرم بر لیتر منجر به افزایش معنی‌دار میزان رنگدانه آنتوسیانین، ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی اکسیدانی آب میوه انار در مقایسه با گیاهان شاهد شد. در تحقیقی دیگر مشخص شد که محلول‌پاشی پتاسیم بر روی طالبی، مقدار پتاسیم را در گوشت میوه افزایش می‌دهد (Lester *et al.*, 2006). مطالعه انجام شده بر روی سیب‌زمینی نشان داده است که استفاده از پتاسیم به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به همراه هیومیک اسید به میزان ۲ کیلوگرم در هکتار در آب آبیاری منجر به افزایش طول، قطر و وزن میوه می‌شود (Mahmoud & Hafez, 2010). نتایج تحقیقات نشان داده است که کاربرد کود حیوانی یا کمپوست می‌تواند باعث افزایش مواد آلی و سلامت خاک شود و همچنین این مواد می‌توانند عناصر غذایی را برای گیاه فراهم نمایند (Amiri & Fallahi, 2009). بررسی اثر کود دامی و کودهای شیمیایی فسفره و تأثیر متقابل آنها در میزان فسفر خاک زیر کشت سیب نشان دهنده اثرات معنی‌دار کود دامی در افزایش فسفر خاک بعد از گذشت ۹۰ روز بود (Baldi *et al.*, 2010). اثرات کود دامی و نیتروژن در انار توسط حسنی و همکاران (Hasani *et al.*, 2013) و در اسفناج توسط صادقی‌پور مروی (Sadeghi Pour Marvi, 2011) نیز گزارش شده است.

شواهد زیادی نیز وجود دارد که استفاده از میکوریزا به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و همچنین فعالیت فتوسنتزی سبب افزایش بیوماس گیاهی می‌شود (Song, 2005; Swift, 2004). بر اساس نتایج منتشر شده گیاهانی که دارای همزیستی میکوریزا می‌باشند، به دلیل آنکه عناصر غذایی و آب بیشتری از خاک جذب می‌نمایند دارای رشد بهتر و عملکرد بیشتری بوده و مقاومت بیشتری در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده از خود نشان می‌دهند (Daneshian *et al.*, 2010). نتایج تجزیه خاک (Malakouti & Ghaibi, 1997) و بررسی منابع موجود نشان داد که میزان پتاسیم و کربن آلی خاک باغ مورد مطالعه پائین بود. با توجه به نقش پتاسیم و کودهای آلی و زیستی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، بنظر می‌رسد که کمبود این عناصر تأثیر مهمی بر تولید انار داشته باشد به همین دلیل انجام تحقیقی در ارتباط با تأثیر این عوامل بر افزایش تولید و بهبود کیفیت انار ضروری احساس شد و با این هدف پژوهش حاضر بر روی این محصول انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، در استان فارس، در جنت شهر واقع در ۱۵ کیلومتری شرق داراب در ۵۴ درجه و ۲۸ دقیقه طول شرقی و ۲۸ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی و با ارتفاع ۱۰۸۰ متر از سطح دریا اجرا گردید. از نظر اقلیمی آب و هوای جنت شهر جزء مناطق نیمه‌گرم و نیمه‌خشک محسوب می‌گردد. این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه فاکتور کود دامی، میکوریزا و پتاسیم جمعا با ۱۲ تیمار در سه تکرار بر روی درخت انار رقم تجاری حسین‌آقایی اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از ترکیبی از دو سطح قارچ میکوریزا شامل مصرف قارچ میکوریزا به میزان ۵۰۰ گرم برای هر درخت در مرحله قبل از گلدهی (M500) و عدم مصرف میکوریزا (M0)، سه سطح کود دامی پوسیده گوسفندی شامل مصرف کود دامی به میزان ۲۰ کیلوگرم برای هر درخت در مرحله قبل از گلدهی (D20)، مصرف کود حیوانی به میزان ۱۰ کیلوگرم برای هر درخت در مرحله قبل از گلدهی (D10) و عدم مصرف کود دامی (D0) و دو سطح پتاسیم شامل مصرف توأم ۵۰۰ گرم سولفات پتاسیم

گرانوله (۲۵۰ گرم K_2O خالص) به ازای هر درخت در مرحله قبل از گلدهی و ۵۰۰ گرم سولوپتاس (۲۵۰ گرم K_2O خالص) در مرحله بعد از گلدهی (K500) و عدم مصرف پتاسیم (K0). برای هر تیمار آزمایشی دو اصله درخت انار ده ساله و مثمر در یک قطعه باغ آبی با شرایط رشدی تقریبا یکنواخت در نظر گرفته شد. برای این کار یک بخش از باغ با ۷۲ درخت مثمر با رشد تقریبا یکنواخت در نظر گرفته شد بطوریکه عرض آن دارای ۶ و طول آن دارای ۱۲ درخت بود. قسمت انتخاب شده باغ به سه بلوک موازی و در کنار هم تقسیم شد هر بلوک یک تکرار بحساب می‌آمد. در هر بلوک، ۲ درخت در عرض و ۱۲ درخت در طول انتخاب گردید. هر دو درخت در عرض یک تیمار و در نهایت ۱۲ تیمار بود که کاملا مستقل از هم و از طریق سیستم آبیاری قطره‌ای آبیاری شدند. قبل از اجرای تحقیق از محل اجرای طرح یک نمونه خاک مرکب از عمق ۰ تا ۶۰ سانتیمتری تهیه و به آزمایشگاه ارسال و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها بر اساس دستورالعمل‌های موجود (AliEhyaee & Behbahani Zadeh, 1993) تعیین گردید. بر اساس نتایج آزمون خاک، علاوه بر پتاسیم، کود دامی و میکوریزا که مقادیر آن‌ها بر اساس طرح بود دیگر کودهای مورد نیاز شامل سولفات آمونیوم بر مبنای ۵۰۰ گرم، سکوسترین آهن ۵۰ گرم، سولفات روی و سولفات منگنز هر کدام ۱۰۰ گرم به ازای هر درخت در سایه‌انداز درخت و در عمق ریشه به صورت یکنواخت مصرف شدند. مایه تلقیح قارچ میکوریز آربوسکولار استفاده شده نیز حاوی سه گونه قارچ *Funneliformis mossea*، *Rhizophagus irregularis* و *Glomus etunicatum* بود که با جمعیت برابر از هر سه گونه تحت نام تجاری مایکوروت فرموله شده و از شرکت دانش بنیان زیست فناور پیشتاز واریان دریافت شده بود. مایه تلقیح استفاده شده حاوی ۱۰۰ اندام فعال قارچ در یک گرم بود. مصرف کودها به صورت چالکود انجام گرفت. مراقبت‌های لازم از جمله آبیاری و کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی بر اساس عرف منطقه به موقع صورت گرفت. در زمان مناسب از برگ کلیه تیمارها نمونه تهیه و غلظت عناصر در آن‌ها اندازه‌گیری شد (Emami, 1996). در زمان برداشت نیز عملکرد هر درخت، وزن کل میوه، وزن دانه‌های میوه و نسبت پوست به دانه اندازه‌گیری گردید. همچنین قطر و وزن پنج میوه به طور تصادفی و به ترتیب با استفاده از کولیس و ترازوی دیجیتال در آزمایشگاه اندازه-گیری شد. کلیه داده‌ها پس از تجزیه واریانس توسط نرم‌افزار آماری SAS از طریق آزمون چنددامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج آزمون خاک: خاک باغ مورد مطالعه دارای شوری کم، اسیدیته قلیایی، فسفر و پتاسیم پایین بود. در خاک باغ مورد مطالعه مقدار عناصر کم‌مصرف شامل آهن، روی و منگنز بسیار پایین و مقدار مس قابل‌جذب بالا بود. بافت خاک شن‌لومی بود (Malakouti & Ghaibi, 1997).

اثرات تیمارهای مختلف بر عملکرد و برخی پارامترهای کمی انار

نتایج تجزیه واریانس: اثرات اصلی میکوریزا (به جز نسبت پوست به دانه) و اثرات اصلی کود دامی و سولفات پتاسیم (به جز وزن دانه میوه) بر دیگر صفات مورد اندازه‌گیری در سطح ($P<0.01$) معنی‌دار بود. اثرات کاربرد توأم میکوریزا و کود دامی بر نسبت پوست به دانه و وزن پوست و اثرات کاربرد توأم سه تیمار مورد بررسی به جز بر وزن میوه، بر سایر صفات مورد بررسی معنی‌دار ($P<0.01$) بود (جدول ۳).

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک باغ مورد مطالعه

Table 1- Selected physical and chemical characteristics of soils in the studied garden

EC	pH	OC	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	sand	silt	clay
($dS\ m^{-1}$)		(%)			($mg\ kg^{-1}$)					(%)	
3.28	7.7	0.67	7	180	5.0	0.5	1.7	1.18	58.2	30.7	12.1

جدول ۲- برخی از ویژگی‌های شیمیایی کود دامی

Table 2- Some chemical characteristics of used manure

N-NH_4	Humidity	Pb	Cd	NO_3	Fe	Zn	Mn	K	P	N	OC	EC	pH
(%)		(mg kg^{-1})							(%)			($dS\ m^{-1}$)	
0.05	5.5	24.4	1.1	29.7	9857	61.4	229	2.4	0.03	1.1	24.4	2.16	8.0

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس برخی پارامترهای کمی انار

Table 3- Variance analysis of some quantitative parameters of pomegranate

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی Degree of freedoms	میانگین مربعات Mean squares				
		عملکرد درخت Tree yield	وزن میوه Fruit weight	وزن پوست Skin weight	وزن دانه Kernel weight	نسبت پوست به دانه Skin-to-kernel ratio
تکرار Replication	2	538.36^{**}	0.16^{**}	23972^{**}	80748^{ns}	0.01^{ns}
میکوریزا Mycorrhiza	1	726.63^{**}	0.47^{**}	88209^{**}	587522^{**}	0.0001^{ns}
کود دامی Manure	2	523.3^{**}	0.14^{**}	57138^{**}	79452^{ns}	0.11^{**}
پتاسیم Potassium	1	77.43^{**}	0.03^{*}	80089^{**}	3306^{ns}	0.90^{**}
میکوریزا × کود دامی Mycorrhiza * Manure	2	16.31^{ns}	0.001^{ns}	16272^{**}	104653^{ns}	0.05^{**}
میکوریزا × پتاسیم Mycorrhiza* Potassium	1	0.001^{ns}	0.001^{ns}	114244^{**}	123552^{ns}	0.02^{ns}
کود دامی × پتاسیم Manure* Potassium	2	8.72^{ns}	0.01^{ns}	43815^{**}	183794^{ns}	0.06^{**}
میکوریزا × کود دامی× پتاسیم Manure* Potassium Mycorrhiza*	2	33.38^{**}	0.003^{ns}	49661^{**}	662487^{**}	0.25^{**}
خطا Error	22	5.74	0.01	157	326334	0.01
ضریب تغییرات CV (%)		7.4	5.4	12.5	18.4	15.7

ns،** و * به ترتیب غیرمعنی‌داری، معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ را نشان می‌دهند.

ns, ** and * represent non-significant, significant at 1% and 5% level, respectively

اثرات اصلی تیمارهای مختلف بر عملکرد و برخی پارامترهای کمی انار: بر اساس نتایج بدست آمده کاربرد میکوریزا موجب افزایش عملکرد، وزن میوه، وزن پوست و وزن دانه‌های انار شد. کاربرد پتاسیم نیز تأثیر معنی‌داری بر افزایش عملکرد، وزن پوست و وزن دانه‌های انار داشت. کاربرد کود دامی نیز موجب افزایش معنی‌دار عملکرد میانگین وزن ۵ میوه و وزن پوست گردید اما نسبت وزن پوست به دانه را کاهش داد. سویفت (Swift, 2004) گزارش نمود که استفاده از میکوریزا به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و همچنین بهبود فعالیت فتوسنتزی سبب افزایش عملکرد گیاه می‌شود. شارما (Sharma, 2002) نیز گزارش نمود که قارچ‌های میکوریزایی دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی بوده و از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی، کاهش اثرات منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا، موجب بهبود رشد و عملکرد گیاهان میزبان می‌شوند. خلوتی و همکاران (Khalvati *et al.*, 2005) گزارش کردند که وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی بوته‌های گندم تلقیح شده با قارچ میکوریزا در مقایسه با بوته‌های شاهد تحت شرایط تنش کم آبی، بیشتر بود. نتایج همچنین نشان داد که افزایش کود دامی از صفر به ۱۰ و ۲۰ کیلوگرم به هر درخت باعث افزایش ۳۷ و ۵۱ درصدی عملکرد، افزایش ۹ و ۱۶ درصدی وزن ۵ میوه، کاهش ۲۶ و ۲۸ درصدی وزن پوست میوه و افزایش ۵ و ۱۷/۵ درصدی وزن دانه‌ها گردید. نتایج مشابهی توسط امیری و فلاحی (Amiri & Fallahi, 2009) بر روی سیب، لئونل و تشیو (Leonel & Tecchio, 2009) بر روی انجیر و هالمن (Hallmann, 2012) بر روی گوجه‌فرنگی گزارش شده است. بر اساس مطالعات انجام شده کاربرد کود حیوانی یا کمپوست از یک طرف باعث افزایش مواد آلی و سلامت فیزیکی خاک شده و از طرف دیگر می‌تواند بخشی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را فراهم کند (Baladi *et al.*, 2010). سلیک و همکاران (Celik *et al.*, 2004) افزایش عملکرد کدو را به بهبود خواص فیزیکی خاک و ذخیره

رطوبت توسط کود دامی نسبت می‌دهند. بر اساس نتایج به دست آمده کاربرد پتاسیم باعث بهبود پارامترهای اندازه گیری شده گردید. محمود و حافظ (Mahmoud & Hafez, 2010) گزارش نمودند کاربرد توأم ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم و ۲ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید در سیب-زمینی منجر به افزایش وزن غده شد. لستر و همکاران (Lester *et al.*, 2010) گزارش کردند که محلول‌پاشی پتاسیم بر روی طالبی مقدار پتاسیم را در گوشت میوه افزایش می‌دهد. بر اساس گزارش آن‌ها افزایش پتاسیم باعث افزایش فتوسنتز، افزایش انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ‌ها به آوندهای آبکش، افزایش سرعت انتقال در آوند و انتقال آن‌ها به میوه می‌شود. بر اساس مطالعات انجام شده، پتاسیم از طریق افزایش شدت فتوسنتز و بالا بردن سرعت انتقال مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به بافت ذخیره‌ای می‌تواند باعث افزایش کیفیت میوه و عملکرد آن شود (Lin *et al.*, 2004). علاوه بر این گزارش شده است که کمبود پتاسیم فعالیت فتوسنتز، غلظت کلروفیل و انتقال کربن تثبیت شده را کاهش می‌دهد (Szczerba *et al.*, 2008).

برهمکنش تلقیح میکوریزایی و کاربرد پتاسیم بر عملکرد و برخی پارامترهای کمی انار: بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین عملکرد میوه، بالاترین وزن ۵ میوه و بیشترین وزن دانه به ترتیب با ۴۵، ۲۲/۵ و ۳۰/۵ درصد برتری نسبت به شاهد، از برهمکنش ۲۰ کیلوگرم کود دامی و ۵۰۰ گرم پتاسیم بدست آمد (جدول ۵).

برهمکنش تلقیح میکوریزایی و کود دامی بر عملکرد و برخی پارامترهای کمی انار: نتایج نشان داد که از کاربرد توأم ۲۰ کیلوگرم کود دامی و ۵۰۰ گرم میکوریزا، بیشترین عملکرد میوه هر درخت، بالاترین وزن ۵ میوه و بیشترین وزن دانه در میوه به ترتیب با ۱۰۲، ۳۶/۴ و ۳۶ درصد برتری نسبت به شاهد بدست آمد (جدول ۵).

برهمکنش کود دامی و پتاسیم بر عملکرد و برخی پارامترهای کمی انار: بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین عملکرد میوه ، بالاترین وزن ۵ میوه و بیشترین وزن دانه به ترتیب با ۶۱/۷، ۱۸/۸ و ۳۱/۷ درصد برتری نسبت به شاهد، و کمترین نسبت پوست به دانه با ۲۴/۳ درصد کاهش نسبت به شاهد از برهمکنش ۲۰ کیلوگرم کود دامی و ۵۰۰ گرم پتاسیم بدست آمد (جدول ۵).

جدول ۴- اثرات اصلی تیمارهای مختلف بر برخی پارامترهای انار

Table 4- The main effects of different treatments on some parameters of pomegranate

تیمارها Treatments	عملکرد درخت (کیلوگرم) Tree yield (kg)	وزن ۵ میوه (گرم) Fruit weight (g)	وزن پوست (گرم) Skin weight (g)	وزن دانه (گرم) Kernel weight (g)	نسبت وزن پوست به دانه Skin-to-kernel ratio
M0 (عدم مصرف میکوریزا)	27.84 b	1325 b	438 b	850 b	0.54 a
M500 (مصرف ۵۰۰ گرم میکوریزا)	36.83 a	1553 a	537 a	1105 a	0.55 a
K0 (عدم مصرف پتاسیم)	30.87b	1410 a	441 b	968 a	0.49 b
K500 (مصرف ۵۰۰ گرم پتاسیم)	33.80 a	1470 a	535 a	987 a	0.59 a
D0 (عدم مصرف کود دامی)	24.97b	1328 b	567 a	909 a	0.63 a
D10 (مصرف ۱۰ کیلوگرم کود دامی)	34.31 a	1446 ab	451 b	956 a	0.55 ab
D20 (مصرف ۲۰ کیلوگرم کود دامی)	37.73a	1543 a	445 b	1068 a	0.44 b

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری (P≤۰/۰۵) ندارند.

Means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test (p<0.05).

اثرات اصلی تیمارهای مختلف بر ترکیب شیمیایی برگ انار: با کاربرد میکوریزا، پتاسیم و کود دامی (بخصوص ۲۰ کیلوگرم در هر درخت) غلظت کلیه عناصر مورد مطالعه در برگ انار افزایش معنی‌داری یافت (جدول ۸). یوشا و همکاران (Usha *et al.*, 2004) نقش قارچ میکوریزا در جذب فسفر و افزایش عملکرد ماده خشک در گیاه رازیانه را

گزارش کرده‌اند. تحقیقات نشان داده است که بیشتر عناصر غذایی از جمله فسفر، نیتروژن، پتاسیم، مس، گوگرد، کلسیم و آهن توسط سیستم میکوریزا جذب و به گیاه منتقل می‌شوند. مکانیسم جذب از طریق افزایش حجم خاک قابل‌دسترس توسط ریسه‌های قارچ است (Diope *et al.*, 2003). بر اساس گزارش آگه (Auge, 2001) رابطه همزیستی بین قارچ میکوریز آربوسکولار و ریشه‌های گیاه میزبان به میزان قابل‌توجهی رشد و جذب عناصر غذایی گیاه را افزایش می‌دهد. این واکنش‌های مثبت ایجاد شده توسط همزیستی میکوریز آربوسکولار را به افزایش جذب یون‌های کم‌تحرک خاک از قبیل فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد، آهن، روی، مس و منگنز توسط قارچ میکوریز آربوسکولار و انتقال آن‌ها به گیاه میزبان نسبت می‌دهند (Liu *et al.*, 2000).

جدول ۵- اثرات کاربرد توأم میکوریزا-پتاسیم، میکوریزا-کود دامی و کود دامی-پتاسیم بر برخی پارامترهای انار

Table 5- The effects of combined use of mycorrhiza- potassium, mycorrhiza-manure and manure-potassium on some parameters of pomegranate

تیمارها Treatments	عملکرددرخت (کیلوگرم) Tree yield (kg)	وزن ۵ میوه (گرم) Fruit weight (g)	وزن پوست (گرم) Skin weight (g)	وزن دانه (گرم) Kernel weight(g)	نسبت پوست به دانه Skin-to-kernel ratio
M0K0 (عدم مصرف میکوریزا و پتاسیم)	26.4^{a}	1290^{b}	447^{b}	899^{ab}	0.51^{a}
M0K500 (مصرف فقط ۵۰۰ گرم پتاسیم)	29.3^{b}	1360^{b}	429^{b}	801^{b}	0.57^{a}
M5000K0 (مصرف فقط ۵۰۰ گرم میکوریزا)	35.4^{a}	1526^{a}	434^{b}	1037^{ab}	0.47^{a}
M500K500 (۵۰۰ گرم میکوریزا و ۵۰۰ گرم پتاسیم)	38.3^{a}	1580^{a}	641^{a}	1173^{a}	0.61^{a}
M0D0 (عدم مصرف میکوریزا و کود دامی)	20.3^{d}	1219^{b}	478b^{c}	858^{ab}	0.57^{abc}
M0D10 (مصرف فقط ۱۰ کیلوگرم کود دامی)	28.8^{c}	1333^{cd}	410^{d}	724^{b}	0.61^{ab}
M0D20 (مصرف فقط ۲۰ کیلوگرم کود دامی)	26.7^{c}	1423^{bc}	427^{d}	967^{ab}	0.45^{c}
M500D0 (مصرف فقط ۵۰۰ گرم میکوریزا)	34.5^{b}	1436^{bc}	657^{a}	961^{ab}	0.70^{a}
M500D10 (۵۰۰ گرم میکوریزا و ۱۰ کیلوگرم دامی)	36.4^{ab}	1521^{ab}	410^{d}	953^{ab}	0.43^{d}
M500D20 (۵۰۰ گرم میکوریزا و ۲۰ کیلوگرم دامی)	41.0^{a}	1663^{a}	462^{c}	1167^{a}	0.43^{d}
K0D0 (عدم مصرف پتاسیم و کود دامی)	24.3^{c}	1317^{c}	458^{c}	898^{ab}	0.51^{bc}
K0D10 (مصرف ۱۰ کیلوگرم کود دامی)	25.7^{c}	1339^{c}	680^{a}	921^{ab}	0.74^{a}
K0D20 (مصرف ۲۰ کیلوگرم کود دامی)	31.9^{bc}	1387^{bc}	458^{c}	823^{b}	0.55^{b}
K500D0 (مصرف ۵۰۰ گرم پتاسیم)	36.7^{ab}	1506^{ab}	445^{c}	1088^{ab}	0.42^{d}
K500D10 (۵۰۰ گرم پتاسیم و ۱۰ کیلوگرم دامی)	36.4^{ab}	1521^{ab}	410^{d}	953^{ab}	0.43^{d}
K500D20 (۵۰۰ گرم پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم دامی)	39.3^{a}	1565^{a}	480^{b}	1183^{a}	0.41^{d}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) ندارند.

Means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

برهمکنش تلقیح میکوریزایی و پتاسیم بر ترکیب شیمیایی برگ انار: در اثر استفاده توأم ۵۰۰ گرم کود میکوریزا و۵۰۰ گرم پتاسیم غلظت پتاسیم، فسفر، آهن، مس، منگنز و روی به ترتیب ۳۱/۵، ۱۵/۱، ۱۲/۳، ۱، ۳۴/۵ و ۵ درصد نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار داشت (جدول ۹).

برهمکنش تلقیح میکوریزایی و کود دامی بر ترکیب شیمیایی برگ انار: بالاترین غلظت پتاسیم و فسفر (به ترتیب برابر ۲/۵ و ۰/۲۴ درصد) و بالاترین غلظت آهن، مس، منگنز و روی برگ به ترتیب به میزان ۱۶۶، ۲۰/۰۴، ۳۲/۲ و ۶۲/۶ میکروگرم بر گرم از کاربرد توأم ۵۰۰ گرم میکوریزا و ۲۰ کیلوگرم کود دامی به دست آمد (جدول ۹).

جدول ۶- اثرات کاربرد توأم مقادیر مختلف میکوریزا، کود دامی و سولفات پتاسیم بر برخی پارامترهای انار

Table 6- The effects of combined use of different amounts of Mymicoriza, potassium and manure on some parameters of pomegranate

تیمارها Treatments	عملکرد درخت (کیلوگرم) Tree yield (kg)	وزن ۵ میوه (گرم) Fruit weight (g)	وزن پوست (گرم) Skin weight (g)	وزن دانه (گرم) Kernel weight (g)	نسبت پوست به دانه Skin-to-kernel ratio
M0K0D0 (عدم مصرف میکوریزا و پتاسیم)	19.3^{f}	1132^{d}	495^{c}	637^{bc}	0.72^{a}
M0K500D0 (مصرف فقط ۵۰۰ گرم پتاسیم)	21.2^{f}	1238^{d}	460^{cd}	778^{bc}	0.59^{c}
M0K0D10 (مصرف فقط ۱۰ کیلوگرم دامی)	28.2^{e}	1253^{d}	442^{d}	811^{b}	0.55^{cde}
M0K500D10 (۵۰۰ گرم پتاسیم و ۱۰ کیلوگرم دامی)	29.4^{e}	1114^{d}	378^{f}	736^{c}	0.51^{cde}
M0K0D20 (۵۰۰ گرم پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم دامی)	31.7^{de}	1353^{c}	405^{e}	948^{b}	0.43^{ef}
M0K500D200 (۵۰۰ گرم پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم دامی)	37.3^{bc}	1437^{c}	449^{d}	988^{b}	0.46^{def}
M500K0D0 (مصرف ۵۰۰ گرم میکوریزا)	29.2^{e}	1337^{c}	414^{e}	959^{b}	0.44^{ef}
M50K500D0 (۵۰۰ گرم میکوریزا و۵۰۰ گرم پتاسیم)	30.2^{e}	1663^{bc}	700^{a}	963^{b}	0.72^{a}
M50K0D10 (۵۰۰ گرم میکوریزا و ۱۰ کیلوگرم دامی)	35.7^{cd}	1208^{c}	473^{c}	735^{bc}	0.65^{bc}
M500K500D10 (مصرف ۵۰۰ گرم میکوریزا و ۵۰۰ گرم پتاسیم و ۱۰ کیلوگرم دامی)	44.0^{a}	1729^{ab}	512^{b}	1217^{a}	0.42^{f}
M0K0D20 (مصرف ۵۰۰ گرم میکوریزا و ۵۰۰ گرم پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم دامی)	21.2^{ab}	1531^{ab}	414^{e}	1117^{b}	0.38^{f}
M0K500D200 (مصرف ۵۰۰ گرم میکوریزا و ۵۰۰ گرم پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم دامی)	40.7^{ab}	1850^{a}	510^{b}	1340^{a}	0.38^{f}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری (P≤۰/۰۵) ندارند.

Means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس غلظت عناصر غذایی در برگ‌های انار

Table 7- Variance analysis of nutrients concentration in pomegranate leaves

منابع تغییر Sources of variation	درجه آزادی Degree of freedoms	میانگین مربعات Mean Squares					
		پتاسیم K	فسفر P	آهن Fe	مس Cu	منیزیم Mg	روی Zn
تکرار Replication	2	0.1**	0.006**	1126*	54**	4111**	419**
میکوریزا Mycorrhiza	1	0.3**	0.005**	35^{ns}	0.19**	288**	145**
کود دامی Manure	2	0.4**	0.001**	1478**	0.37**	40**	488**
پتاسیم Potassium	1	0.3**	0.001**	1900**	0.01**	61**	311**
میکوریزا ×کود دامی Mycorrhiza * Manure	2	0.01*	0.0001**	1552**	0.10**	49**	356**
میکوریزا × پتاسیم Mycorrhiza* Potassium	1	0.7**	0.001**	210^{ns}	0.07**	15**	99**
کود دامی×پتاسیم Manure* Potassium	2	0.5**	0.0001**	221^{ns}	0.14**	37**	41**
میکوریزا × کود دامی× پتاسیم Manure*Potassium Mycorrhiza*	2	0.6**	0.002**	1256**	0.15**	69**	54**
خطا Error	22	0.01	0.001	223	0.0006	11	0.76
ضریب تغییرات CV (%)		12.7	12.3	17.2	10.8	4.5	7.5

ns،** و * به ترتیب بیانگر عدم معنی داری، معنی‌دار بودن در سطح ۱٪ و معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ اختلاف بین متغیرهای مربوطه می باشد.

ns, ** and * represent non-significant, and a significant difference between related variables at 1% and 5% level, respectively.

جدول ۸- اثرات اصلی کاربرد میکوریزا، پتاسیم و کود دامی بر ترکیب شیمیایی برگ‌های انار

Table 8- The main effects of mycorrhiza, potassium and manure application on chemical composition of pomegranate leaves

تیمارها Treatments	پتاسیم K	فسفر P	آهن Fe	مس Cu	منیزیم Mg	روی Zn
	(%)			میکروگرم بر گرم($ug\ g^{-1}$)		
M0 (عدم مصرف میکوریزا)	2.0^{b}	0.21^{b}	140^{a}	19.73^{b}	22.9^{b}	51.3^{b}
M500 (مصرف ۵۰۰ گرم میکوریزا)	2.3^{a}	0.23^{a}	142^{a}	19.87^{a}	27.9^{a}	55.3^{a}
K0 (عدم مصرف پتاسیم)	2.0^{b}	0.21^{b}	133^{b}	19.78^{b}	24.1^{b}	50.4^{b}
K500 (مصرف ۵۰۰ گرم پتاسیم)	2.2^{a}	0.22^{a}	148^{a}	19.82^{a}	26.7^{a}	56.3^{a}
D0 (عدم مصرف کود دامی)	2.0^{b}	0.21^{b}	130^{b}	19.60^{c}	23.8^{b}	48.3^{c}
D10 (مصرف ۱۰ کیلوگرم کود دامی)	2.0^{b}	0.21^{b}	140^{ab}	19.88^{b}	25.0^{b}	51.2^{b}
D20 (مصرف ۲۰ کیلوگرم کود دامی)	2.3^{a}	0.23^{a}	152^{a}	19.93^{a}	27.4^{a}	60.5^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری (P≤۰/۰۵) ندارند.

Means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test (p<0.05).

اثرات کاربرد توأم کود دامی و پتاسیم بر ترکیب شیمیایی برگ انار: کاربرد توأم کود دامی و پتاسیم باعث افزایش غلظت عناصر برگ شد. بالاترین میزان غلظت عناصر از کاربرد توأم ۲۰ کیلوگرم کود دامی و ۵۰۰ گرم سولفات پتاسیم به دست آمد (جدول ۹).

اثرات کاربرد توأم میکوریزا، پتاسیم و کود دامی بر ترکیب شیمیایی برگ انار: بالاترین غلظت پتاسیم و فسفر (به ترتیب ۳/۲ و ۰/۲۵ درصد) و بیشترین غلظت آهن، مس، منگنز و روی (به ترتیب به میزان ۱۸۰، ۲۰/۳۷، ۳۸/۷ و ۷۴ میکروگرم بر گرم ماده خشک) از کاربرد توأم ۵۰۰ گرم میکوریزا، ۵۰۰ گرم پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم کود دامی (گوسفندی) به ازا هر درخت به دست آمد (جدول ۱۰).

جدول ۹- اثرات کاربرد توأم میکوریزا-پتاسیم، میکوریزا-کود دامی و کود دامی-پتاسیم بر ترکیب شیمیایی برگ‌ها

Table 9- The effects of combined use of mycorrhiza- potassium, mycorrhiza-manure and manure-potassium on chemical composition of pomegranate leaves

تیمارها Treatments	پتاسیم K	فسفر P	آهن Fe	مس Cu	منیزیم Mg	روی Zn
	(%)			میکروگرم بر گرم($ug\ g^{-1}$)		
M0K0 (عدم مصرف میکوریزا و پتاسیم)	1.9^{b}	0.20^{c}	130^{a}	19.76^{c}	22.3^{c}	50.1^{c}
M0K500 (مصرف فقط ۵۰۰ گرم پتاسیم)	2.0^{b}	0.21^{b}	146^{a}	19.70^{d}	23.6^{c}	52.6^{b}
M5000K0 (مصرف فقط ۵۰۰ گرم میکوریزا)	2.0^{b}	0.23^{a}	137^{a}	19.81^{b}	26.0^{b}	50.7^{c}
M500K500 (۵۰۰ گرم میکوریزا و ۵۰۰ گرم پتاسیم)	2.5^{a}	0.23^{a}	146^{a}	19.93^{a}	30.0^{a}	59.9^{a}
M0D0 (عدم مصرف میکوریزا و کود دامی)	2.0^{c}	0.19^{d}	138^{b}	19.63^{d}	23.1^{c}	44.8^{f}
M0D10 (مصرف فقط ۱۰ کیلوگرم کود دامی)	2.0^{c}	0.20^{c}	138^{b}	19.77^{c}	23.0^{c}	53.3^{c}
M0D20 (مصرف فقط ۲۰ کیلوگرم کود دامی)	2.2^{b}	0.22^{b}	143^{ab}	19.78^{c}	21.7^{c}	55.8^{b}
M500D0 (مصرف فقط ۵۰۰ گرم میکوریزا)	2.1^{bc}	0.23^{b}	122^{b}	19.57^{e}	24.6^{c}	51.7^{d}
M500D10 (۵۰۰ گرم میکوریزا و ۱۰ کیلوگرم دامی)	2.1^{bc}	0.23^{b}	137^{b}	19.98^{b}	27.2^{b}	49.2^{e}
M500D20 (۵۰۰ گرم میکوریزا و ۲۰ کیلوگرم دامی)	2.5^{a}	0.24^{a}	166^{a}	20.07^{a}	32.2^{a}	65.2^{a}
K0D0 (عدم مصرف پتاسیم و کود دامی)	1.9^{b}	0.204^{d}	122^{b}	19.63^{d}	23.6^{b}	47.5^{c}
K0D10 (مصرف ۱۰ کیلوگرم کود دامی)	1.9^{b}	0.208^{cd}	137^{ab}	19.57^{e}	24.1^{b}	47.5^{c}
K0D20 (مصرف ۲۰ کیلوگرم کود دامی)	2.0^{c}	0.211^{c}	137^{ab}	19.82^{c}	24.7^{b}	49.1^{c}
K500D0 (مصرف ۵۰۰ گرم پتاسیم)	2.1^{bc}	0.223^{b}	143^{ab}	19.93^{b}	25.4^{b}	55.0^{b}
K500D10 (۵۰۰ گرم پتاسیم و ۱۰ کیلوگرم دامی)	2.0^{bc}	0.226^{b}	140^{ab}	19.78^{c}	24.1^{b}	56.3^{b}
K500D20 (۵۰۰ گرم پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم دامی)	2.6^{a}	0.233^{a}	163^{a}	20.07^{a}	30.7^{a}	64.8^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری (P≤۰/۰۵) ندارند.

Means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test (p<0.05).

جدول ۱۰- اثرات کاربرد توأم میکوریزا، کود دامی و سولفات پتاسیم بر ترکیب شیمیایی برگ‌های انار

Table 10- The effects of combined use of mycorrhiza, potassium and manure application on chemical composition of pomegranate leaves

تیمارها Treatments	پتاسیم K	فسفر P	آهن Fe	مس Cu	منیزیم Mg	روی Zn
	(%)		میکروگرم بر گرم($ug\ g^{-1}$)			
M0K0D0 (عدم مصرف میکوریزا و پتاسیم)	1.8^{g}	0.18^{c}	115^{d}	19.6^{f}	21.3^{e}	44^{e}
M0K500D0 (مصرف فقط ۵۰۰ گرم پتاسیم)	$1.9f^{g}$	0.18^{c}	116^{d}	19.67^{e}	22.9^{de}	51^{d}
M0K0D10 (مصرف فقط ۱۰ کیلوگرم دامی)	2.1^{cd}	0.22^{b}	130^{cd}	19.77^{d}	22.6^{e}	56^{b}
M0K500D10 (۵۰۰ گرم پتاسیم و ۱۰ کیلوگرم دامی)	1.9^{fg}	0.22^{b}	142^{bcd}	19.67^{e}	24.8^{cd}	46^{e}
M0K0D20 (۵۰۰ گرم پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم دامی)	2.0^{def}	0.23^{b}	144^{bcd}	19.80^{c}	23.1^{de}	56^{b}
M0K500D200 (۵۰۰ گرم پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم دامی)	2.3^{b}	0.23^{b}	177^{bc}	19.87^{c}	22.8^{e}	56^{b}
M500K0D0 (مصرف ۵۰۰ گرم میکوریزا)	2.0^{def}	0.22^{b}	128^{cd}	19.47^{g}	25.8^{c}	51^{d}
M50K500D0 (۵۰۰ گرم میکوریزا و۵۰۰ گرم پتاسیم)	2.0^{def}	0.22^{b}	144^{bcd}	19.87^{c}	26.6^{bc}	44^{e}
M50K0D10 (۵۰۰ گرم میکوریزا و ۱۰ کیلوگرم دامی)	2.1^{cde}	0.22^{b}	159^{ab}	19.77^{d}	25.6^{c}	60^{b}
M500K500D10 (مصرف ۵۰۰ گرم میکوریزا و ۵۰۰ گرم پتاسیم و ۱۰ کیلوگرم دامی)	2.2^{bc}	0.23^{b}	131^{cd}	19.67^{e}	23.3^{de}	53^{c}
M0K0D20 (مصرف ۵۰۰ گرم میکوریزا و ۵۰۰ گرم پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم دامی)	2.2^{bcd}	0.23^{b}	151^{bc}	20.0^{b}	27.7^{b}	54^{c}
M0K500D200 (مصرف ۵۰۰ گرم میکوریزا و ۵۰۰ گرم پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم دامی)	3.2^{a}	0.25^{a}	180^{a}	20.37^{a}	38.7^{a}	74^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۵) ندارند.

Means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج یک ساله این تحقیق نشان داد که کاربرد میکوریزا ضمن افزایش ۳۲/۳ درصدی عملکرد، تأثیر معنی‌داری بر وزن تک میوه، وزن پوست و وزن دانه‌های انار داشت. کاربرد پتاسیم نیز با ۹/۵ درصد افزایش عملکرد میوه، تأثیر معنی‌داری بر افزایش عملکرد، وزن پوست و وزن دانه‌های انار داشت. کاربرد کود دامی نیز موجب افزایش معنی‌دار عملکرد (۳۷/۴ و ۵۱ درصد به ترتیب از کاربرد ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کود گوسفندی)، میانگین وزن ۵ میوه و وزن پوست گردید اما نسبت وزن پوست به دانه را کاهش داد. در مجموع بیشترین میانگین وزن ۵ میوه، بیشترین وزن دانه در میوه و کمترین نسبت پوست به دانه از اثر توأم ۵۰۰ گرم میکوریزا، ۲۰ کیلوگرم کود دامی و ۵۰۰ گرم پتاسیم حاصل شد. بالاترین غلظت پتاسیم، فسفر، آهن، مس، منگنز و روی از کاربرد توأم ۵۰۰ گرم میکوریزا، ۵۰۰ گرم پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم کود گوسفندی به ازای هر درخت به دست آمد. بالاترین عملکرد انار به میزان ۴۴ کیلوگرم در درخت، از کاربرد توأم ۵۰۰ گرم میکوریزا، ۱۰ کیلوگرم کود دامی و ۵۰۰ گرم اکسید پتاسیم بدست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد ۱۲۷ درصد افزایش عملکرد نشان داد لذا می‌توان آن را به عنوان تیمار برتر پیشنهاد نمود. بدین ترتیب می‌توان نتیجه‌گیری نمود که کاربرد میکوریزا به خصوص در حضور کودهای آلی می‌تواند به افزایش تولید انار و بهبود کیفیت آن کمک کند. کاربرد پتاسیم بر اساس آزمون خاک نیز می‌تواند در این راه مؤثر باشد. با توجه به یکساله بودن آزمایش، برای دستیابی به نتایج قابل اطمینان‌تر به بررسی‌های بیشتری نیاز است.

Reference

AliEhyaee M., and Behbahani Zadeh A.A. 1993. Description of Soil Chemical Analysis Methods. Technical Publication, *Soil and Water Research Institute,* Tehran, Iran, 1024p. (In Persian).

Amiri M.E., and Fallahi E. 2009. Impact of animal manure on soil chemistry, mineral nutrients, yield, and fruit quality in Golden Delicious apple. *Journal of Plant Nutrition*, 32: 610-617.

Auge R.M. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhizae*, 11: 3-42.

Baladi E., Toselli M., and Marangoni B. 2010. Nutrient partitioning in potted peach (*Prunus persica* L.) trees supplied with mineral and organic fertilizers. *Journal of Plant Nutrition*, 33: 2050-2061.

Celik I., Ortas I., and Kilic S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. *Soil and Tillage Research*, 78 (1): 59-67.

Daneshian J., Yousefi M., and Alimohammadi M. 2010. The effect of mycorrhizal and manure on the paper pumpkin fruit yield under water stress conditions. *Eco physiology of Crops,* 2(3): 136-146. (In Persian)

Diope T.A., Krasova-wade T., 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.

Emami A. 1996. Methods of Plant Analysis. Technical Publication. *Soil and Water Research Institute,* Tehran, Iran. 182p. (In Persian).

Hallmann E. 2012. The influence of organic and conventional cultivation systems on the nutritional value and content of bioactive compounds in selected tomato types. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(14): 2840-2848.

Hasani M., Zamani Z., Savaghebi G.H.R., and Tabatabaee S.Z. 2013. Effect of urea and cow manure on leaf nutrients concentration, yield and fruit quality of pomegranate (*Punica grantum* L.). *Journal of Plant Production,* 20 (2): 2013-2019.

Khalvati M.A., Mozafar Y. H.U., and Schmidhalter U. 2005. Quantification of water uptake by arbuscular mycorrhiza hyphae and its significance for leaf growth, water relations, and gas exchange of barley subjected to drought stress. *Plant Biology*, 7: 706-712.

Leonel S., and Tecchio M.A. 2009. Cattle manure fertilization increases fig yield. *Science Agriculture,* 66(6): 806-811.

Lester G.E., Jifon J.L., and Makus D.J. 2006. Supplemental foliar potassium applications with or without a surfactant can enhance netted muskmelon quality. *Horticulture Science*, 41:741-744.

Lester G.E., Jifon J.L., and Makus D.J. 2010. Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: melon (*Cucumis melo* L.) Case study. *Plant and Soil,* 335: 117-131.

Lin D., Huang D., and Wang S. 2004. Effects of potassium levels on fruit quality of muskmelon in soilless medium culture. *Scientia Horticulture,* 102: 53-60.

Liu A., Hamel C., Hamilton R.I., Ma B.L., and Smith D.L. 2000. Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (*Zea mays L.*) grown in soil at different P and micronutrient levels. *Mycorrhizae,* 9: 331-336.

Mahmoud A.R., and Hafez M.M. 2010. Increasing productivity of potato plants (*Solanum tuberosum* L.) by using potassium fertilizer and humic acid application. *International Journal Academic Research,* 2: 83-88.

Malakouti M.J., and Ghaibi M.N. 1997. Determine the critical level of nutrients in strategic plants and accurate fertilizer recommendations in country. *Agricultural Education Publication*, Karaj, Iran. 56p. (In Persian)

Mirdehghan S.H., and Rahemi M. 2006. Changes in physic-chemical attributes of pomegranate during fruit growth and development. *Indian Journal of Horticulture,* 63(2), 122-125.

Patil A.V., and Karale A.R. 1990. Pomegranate. In: Fruits: Tropical and subtropical. By Bose TK, Mitra SK, (Ed.), *Nays Prokash Publications*, Kolkata, India, pp. 615-637.

Ranjbar H., Hasanpour M., Asgari M.A., Sameei Zadeh H., and Baniasadi A. 2007. The effects of calcium chloride, hot water treatment and polyethylene bag packaging on the storage life and quality of pomegranate (Cv: Malas- Saveh) . *Journal of Food Science and Technology,* 4(1): 2-9. (In Persian)

Sadeghi Pour Marvi M. 2011. The effect of different amounts of manure and nitrogen on quantitative and qualitative characteristics of spinach. Final report No. 1690. *Soil and Water Research Institute,* Iran, Karaj. (In Persian).

Sharma A.K. 2002. Bio-fertilizers for sustainable agriculture. *Agrobios,* India. 407 p.

Song H. 2005. Effects of VAM on host plant in the condition of drought stress and its mechanisms. *Journal of Biological Chemistry,* 1: 44-48.

Swift C.E. 2004. Mycorrhiza and soil phosphorus levels. Area Extension Agent, http://www.colostate.edu/Depts/CoopExt/TRA/PLANTS/Mycorrhiza.

Szczerba M.W., Britto D.T., and Kronzucker H.J. 2008. K^+ transport in plants. *Physiology and Molecular Biology,* 166: 447-466.

Tehranifar A., and Mahmoodi Tabar S. 2009. Foliar application of potassium and boron during pomegranate (*Punica granatum*) fruit development can improve fruit quality. *Horticulture Environment Biotechnology,* 50:191-196.

Usha K., Mathew R., and Singh B. 2004. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on growth, nutrient uptake and yield of Foeniculum vulgare. *Karnataka Journal of Horticulture,* 1(1): 56-60.

Vazifaheshenas M.R. 2014. Final Reports: Registration and identification of commercial varieties of pomegranates in country. *Seed and Plant Improvement Research Institute,* Karaj, Iran (In Persian)

Combined Effects of Mycorrhizal Inoculation, Organic Fertilizer and Potassium Application on the Yield and Chemical Composition of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Leaves

Mohsen Parvin[1], Abdolhossein Ziaeyan[2]*, Manoocher Dastfal[3], Mohammad Sadegh Ghorbani[4]

(Received: July 2016 Accepted: January 2017)

Abstract

Chemical, bio and organic fertilizers have an important role in increasing quantity and quality of agricultural products. In order to study the effects of mycorrhizal inoculation, potassium and organic manure applications on the yield and chemical composition of pomegranate leaves, a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications was conducted, in Jannat-shahr region, located nearby Darab at Fars province in 2013. Treatments were a combination of two levels of 0 and 500 grams of mycorrhiza, three levels of 0, 10 and 20 kg sheep manure and two levels of 0 and 500 g of potassium oxide per tree. Mycorrhizae and sheep manure were used before flowering and potassium was applied before and after flowering. The measured factors were yield per tree, fruit weight, skin weight, grain weight, grain skin than five fruits and concentration of potassium, phosphorus, iron, manganese, zinc and copper in leaves. The results showed that the main effects of mycorrhiza, potassium and manure application on the most of studied characteristics were significant. The highest average weight of 5 fruits, the highest kernel weight and the lowest skin-to-kernel weight ratio were obtained from combined application of 500 grams mycorrhizal, 20 kg of manure and 500 g of K_2O. The maximum concentration of potassium, phosphorus, iron, copper, manganese and zinc were obtained from combined use of 500 grams of mycorrhiza, 500 grams K_2O and 20 kg of sheep manure per each tree. The highest yield of pomegranate fruit (44 kg per tree) were obtained from combined application of 500 g mycorrhiza, 10 kg of sheep manure and 500 g of K_2O, which compared with the control treatment, showed 127% increase in yield and can be recommended as the superior treatment.

Keywords: Manure, Mycorrhizal inoculation, Pomegranate and Potassium sulfate

1-Soil Science graduated from Department of Soil Science, Darab Branch, Islamic Azad University, Darab, Iran.
2-Associate Professor, Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Shiraz, Iran.
3-Scientefic member of Darab Research Station, Fars Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Shiraz, Iran.
4-Soil Science graduated from Department of Soil Science, Darab Branch, Islamic Azad University, Darab, Iran.
*Corresponding Author Email: ziaeyan_39@yahoo.com