

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

محسن پروین^۱، عبدالحسین ضیایان^{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، نزدیکی 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 توأم ۵۰۰ 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 و 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 هیئت 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

(Hasani *et al.*, 2013) و در اسفناج توسط صادقی پور 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, 2004; Swift, 2005). 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 پایین بود. با توجه به نقش پتاسیم و کودهای آلی و زیستی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، بنظر می‌رسید که کمبود این عناصر تاثیر مهمی بر تولید انار داشته باشد به همین دلیل انجام تحقیقی بر روی تاثیر 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 اجراء گردید. از نظر اقلیمی آب و هوای جنت شهر جزء مناطق نیمه گرم و نیمه خشک 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 اجراء 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

انار اولین بار حدود ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد در برخی نواحی ایران کشت می‌گردیده است. در بین کشورهای تولید کننده انار در دنیا، ایران دارای بیشترین سطح زیر کشت می‌باشد و با تولید ۹۴۰ هزار تن میوه انار، بزرگترین تولید کننده آن در جهان به شمار می‌رود (Ranjbar *et al.*, 2007) و (Vazifah Shenashenas, 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 پر مصرف 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 گزارش‌های تهران‌فر 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 آنتی‌اکسیدانی آب میوه انار در مقایسه با گیاهان شاهد شد. در تحقیقی دیگر مشخص شد که محلول پاشی پتاسیم بر روی طالبی، مقدار پتاسیم را در گوشت میوه افزایش می‌دهد (Lester *et al.*, 2006). مطالعه انجام شده بر روی سیب زمینی 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 می‌تواند عناصر غذایی را برای گیاه فراهم کنند (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

زیست فناوری 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 شد. همچنین قطر و وزن پنج میوه به طور تصادفی و به ترتیب با استفاده از کولیس و ترازوی دیجیتال در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. کلیه داده‌ها پس از تجزیه واریانس توسط نرم افزار آماری SAS از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج آزمون خاک: خاک مورد مطالعه دارای شوری کم، اسیدیته قلیایی، فسفر و پتاسیم پایین بود. در خاک باغ مورد مطالعه مقدار عناصر کم مصرف آهن، روی و منگنز بسیار کم و مقدار مس قابل جذب بالا بود. بافت خاک شنی لومی 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 ($P < 0.01$) معنی دار 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 تأثیر معنی داری در سطح ($P < 0.01$) داشت (جدول ۳).

(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 تقریباً یکنواخت در نظر گرفته شد. برای این کار یک بخش از باغ با ۷۲ درخت مثمر با رشد تقریباً یکنواخت در نظر گرفته شد بطوری که 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 کاملاً 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 (AliEhyae & Behbahani, 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 سایه اندازه درخت و در عمق ریشه به صورت یکنواخت مصرف شدند. مایه تلقیح قارچ میکوریزا *Funneliformis* استفاده شده نیز حاوی سه گونه قارچ *Glomus* و *mossea*, *Rhizophagus irregularis* و *etunicatum* بود که با جمعیت برابر از هر سه گونه تحت نام تجاری مایکوروت فرموله شده و از شرکت دانش بنیان

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

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

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

* (Ns, ** and * represent non-significant, significant at 1% and 5% level, respectively).

کردند که وزن خشک ریشه و اندام های هوایی بوته های گندم تلقیح شده با قارچ میکوریزا در مقایسه با بوته های 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 دانه ها گردید. نتایج مشابهی توسط امیری و فلاحی (Amiri & Fallahi, 2009) بر روی سیب، لئونل و تیشیو (Leonel & Tecchio, 2009) بر روی انجیر و هالمن (Hallmann, 2012) بر روی گوجه فرنگی 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 می تواند 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

اثرات اصلی تیمارهای مختلف بر عملکرد و برخی پارامترهای کمی انار: بر اساس نتایج به دست آمده کاربرد میکوریزا موجب افزایش عملکرد، وزن میوه، وزن پوست و وزن دانه های انار داشت. کاربرد پتاسیم نیز تاثیر معنی داری بر افزایش عملکرد، وزن پوست و وزن دانه های انار داشت. کاربرد کود دامی نیز موجب افزایش معنی دار 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 هم چنین بهبود فعالیت فتوسنتزی سبب افزایش عملکرد گیاه می شود. شارما (Sharma, 2002) نیز گزارش نمود که قارچ های میکوریزایی دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی بوده و از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی، کاهش اثرات منفی تنش های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری زا موجب بهبود رشد و عملکرد گیاهان میزبان می شوند. خلسوتی و همکاران (Khalvati et al., 2005) گزارش

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 به دست 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 به دست 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 به دست آمد (جدول ۵).

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 محلول پاشی 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.*, 2001). 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).

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 چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0.05$) ندارند.

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

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

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

میزبان به میزان قابل توجهی رشد و جذب عناصر غذایی گیاه را افزایش می‌دهد. این واکنش‌های مثبت ایجاد شده توسط همزیستی میکوریزا آربسکولار را به افزایش جذب یون‌های کم تحرک خاک از قبیل فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، گوگرد، آهن، روی، مس و منگنز توسط قارچ میکوریزا آربسکولار و انتقال آن‌ها به گیاه میزبان نسبت می‌دهند (Liu et al., 2000).

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 قابل دسترس توسط ریشه‌های قارچ است (Diopé et al., 2003). بر اساس گزارش آگه (Auge, 2001) رابطه همزیستی بین قارچ میکوریزا آربسکولار و ریشه‌های گیاه

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

نسبت پوست به دانه	وزن دانه (گرم)	وزن پوست (گرم)	وزن ۵ میوه (گرم)	عملکرد درخت (کیلوگرم)	تیمارها
Skin-to-kernel ratio	Kernel weight (g)	Skin weight (g)	Fruit weight (g)	Tree yield (kg)	Treatments
0.51a	899ab	447b	1290b	26.4a	M0K0 (عدم مصرف میکوریزا و پتاسیم)
0.57a	801b	429b	1360b	29.3b	M0K500 (مصرف فقط ۵۰۰ گرم پتاسیم)
0.47a	1037ab	434b	1526a	35.4a	M500K0 (مصرف فقط ۵۰۰ گرم میکوریزا)
0.61a	1173a	641a	1580a	38.3a	M500K500 (۵۰۰ گرم میکوریزا و ۵۰۰ گرم پتاسیم)
0.57abc	858ab	478bc	1219b	20.3d	M0D0 (عدم مصرف میکوریزا و کود دامی)
0.61ab	724b	410d	1333cd	28.8c	M0D10 (مصرف فقط ۱۰ کیلوگرم کود دامی)
0.45c	967ab	427d	1423bc	26.7c	M0D20 (مصرف فقط ۲۰ کیلوگرم کود دامی)
0.70a	961ab	657a	1436bc	34.5b	M500D0 (مصرف فقط ۵۰۰ گرم میکوریزا)
0.43d	953ab	410d	1521ab	36.4ab	M500D10 (۵۰۰ گرم میکوریزا و ۱۰ کیلوگرم دامی)
0.43d	1167a	462c	1663a	41.0a	M500D20 (۵۰۰ گرم میکوریزا و ۲۰ کیلوگرم دامی)
0.51bc	898ab	458c	1317c	24.3c	K0D0 (عدم مصرف پتاسیم و کود دامی)
0.74a	921ab	680a	1339c	25.7c	K0D10 (مصرف ۱۰ کیلوگرم کود دامی)
0.55b	823b	458c	1387bc	31.9bc	K0D20 (مصرف ۲۰ کیلوگرم کود دامی)
0.42d	1088ab	445c	1506ab	36.7ab	K500D0 (مصرف ۵۰۰ گرم پتاسیم)
0.43d	953ab	410d	1521ab	36.4ab	K500D10 (۵۰۰ گرم پتاسیم و ۱۰ کیلوگرم دامی)
0.41d	1183a	480b	1565a	39.3a	K500D20 (۵۰۰ گرم پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم دامی)

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0.05$) ندارند.

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

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).

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

جدول ۶- اثرات کاربرد توام 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

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

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0.05$) 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

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

(ns, ** و * به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری، معنی‌دار بودن در سطح ۱٪ و معنی‌دار بودن در سطح ۵٪ اختلاف بین متغیرهای مربوطه می‌باشد).

(* (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

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

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0.05$) ندارند.

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

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 ازای هر درخت به دست آمد (جدول ۱۰).

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

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

تیماها Treatments	پتاسیم K	فسفر P	آهن Fe	مس Cu	منیزیم Mg	روی Zn
	درصد (%)		میکروگرم بر گرم (ug.g ⁻¹)			
M0K0 (عدم مصرف میکوریزا و پتاسیم)	1.9b	0.20c	130a	19.76c	22.3c	50.1c
M0K500 (مصرف فقط ۵۰۰ گرم پتاسیم)	2.0b	0.21b	146a	19.70d	23.6c	52.6b
M500K0 (مصرف فقط ۵۰۰ گرم میکوریزا)	2.0b	0.23a	137a	19.81b	26.0b	50.7c
M500K500 (۵۰۰ گرم میکوریزا و ۵۰۰ گرم پتاسیم)	2.5a	0.23a	146a	19.93a	30.0a	59.9a
M0D0 (عدم مصرف میکوریزا و کود دامی)	2.0c	0.19d	138b	19.63d	23.1c	44.8f
M0D10 (مصرف فقط ۱۰ کیلوگرم کود دامی)	2.0c	0.20c	138b	19.77c	23.0c	53.3c
M0D20 (مصرف فقط ۲۰ کیلوگرم کود دامی)	2.2b	0.22b	143ab	19.78c	21.7c	55.8b
M500D0 (مصرف فقط ۵۰۰ گرم میکوریزا)	2.1bc	0.23b	122b	19.57e	24.6c	51.7d
M500D10 (۵۰۰ گرم میکوریزا و ۱۰ کیلوگرم دامی)	2.1bc	0.23b	137b	19.98b	27.2b	49.2e
M500D20 (۵۰۰ گرم میکوریزا و ۲۰ کیلوگرم دامی)	2.5a	0.24a	166a	20.07a	32.2a	65.2a
K0D0 (عدم مصرف پتاسیم و کود دامی)	1.9b	0.204d	122b	19.63d	23.6b	47.5c
K0D10 (مصرف ۱۰ کیلوگرم کود دامی)	1.9b	0.208cd	137ab	19.57e	24.1b	47.5c
K0D20 (مصرف ۲۰ کیلوگرم کود دامی)	2.0c	0.211c	137ab	19.82c	24.7b	49.1c
K500D0 (مصرف ۵۰۰ گرم پتاسیم)	2.1bc	0.223b	143ab	19.93b	25.4b	55.0b
K500D10 (۵۰۰ گرم پتاسیم و ۱۰ کیلوگرم دامی)	2.0bc	0.226b	140ab	19.78c	24.1b	56.3b
K500D20 (۵۰۰ گرم پتاسیم و ۲۰ کیلوگرم دامی)	2.6a	0.233a	163a	20.07a	30.7a	64.8a

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0.05$) 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 برگ های انار

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

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

میانگین های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن اختلاف معنی داری ($P \leq 0.05$) ندارند.

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

نتیجه گیری کلی

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 به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد ۱۲۷ درصد افزایش عملکرد نشان داد و می-توان آن را به عنوان تیمار برتر پیشنهاد نمود. بدین ترتیب می توان نتیجه گیری نمود که کاربرد میکوریزا به خصوص در حضور کودهای آلی می تواند به افزایش تولید انار و بهبود کیفیت آن کمک کند. کاربرد پتاسیم بر اساس آزمون خاک نیز می تواند در این راه موثر باشد. با توجه به یکساله بودن آزمایش، برای دستیابی به نتایج قابل اطمینان تر به بررسی های بیشتری نیاز است.

نتایج یک ساله این تحقیق نشان داد که کاربرد میکوریزا ضمن افزایش ۳۲/۳ درصدی عملکرد، تاثیر معنی داری بر وزن تک میوه، وزن پوست و وزن دانه های انار داشت. کاربرد پتاسیم نیز با ۹/۵ درصد افزایش عملکرد میوه، تاثیر معنی داری بر افزایش عملکرد، وزن پوست و وزن دانه های انار داشت. کاربرد کود دامی نیز موجب افزایش معنی دار 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

Reference

- AliEhyaee M., and Behbahani Zadeh A.A. 1993. Description of Soil Chemical Analysis Methods. Technical Publication, *Soil and Water Research Institute*, Tehran, Iran, 1024 (2), (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)
- Diop 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 No. 182. *Soil and Water Research Institute*, Tehran, Iran. (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 Gh.R., and Tabatabaee S.Z. 2013. Effect of urea and cow manure on leaf nutrients concentration, yield and fruit quality of pomegranate (*Punica granatum L.*). *Journal of Plant Production*, 20 (2): 2013-2019.
- Khalvati M.A., Mozafar Y. HU., 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 GE, Jifon JL, and Makus DJ. 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. Biofertilizers for sustainable agriculture. *Agrobios*, India. 407 pp.
- 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.
- Vazifah Shenasi 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 Parvin¹, Abdolhossein Ziaeyan^{2*}, Manoocher Dastfal³, Mohammad Sadegh Ghorbani⁴

(Received: July 2016 Accepted: January 2017)

Abstract

Chemical, bio and organic fertilizers have an important role in increasing of 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 Jannatshahr 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 K₂O. The maximum concentration of potassium, phosphorus, iron, copper, manganese and zinc were obtained from combined use of 500 grams of mycorrhiza, 500 grams K₂O 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 K₂O, 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-Scientific 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