

برهمکنش میکوریزا، کود آلی و پتاسیم بر عملکرد و خصوصیات کیفی میوه انار (*Punica granatum L.*)

محسن پروین، عبدالحسین ضیاییان¹ و منوچهر دستفال

دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد داراب؛ Mohsen.parvin68@gmail.com

دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز،

ایران؛ Ziaeyan_39@yahoo.com

مری پژوهش بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، داراب، ایران؛ Mdastfal1@yahoo.com

دریافت: 94/10/5 و پذیرش: 95/12/2

چکیده

به منظور بررسی اثرات کاربرد میکوریزا، پتاسیم و کود دامی بر عملکرد و خصوصیات کیفی میوه انار، در سال 1393، پژوهشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با 12 تیمار در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل ترکیبی از دو سطح میکوریزا (0 و 500 گرم به ازای هر درخت)، سه سطح کود گوسفندی (0، 10 و 20 کیلوگرم برای هر درخت) و دو سطح پتاسیم (0 و 500 گرم اکسید پتاسیم به ازای هر درخت) بود. صفات اندازه‌گیری شده شامل عملکرد هر درخت، مقدار اسیدیت، بریکس، کربوهیدرات‌ها و پلی فنول‌های میوه انار (سیناپیک اسید، گالیک اسید، کاتچیت، راتین و اسکوربیک اسید) بود. نتایج نشان داد که اثرات اصلی پتاسیم، میکوریزا و کود دامی بر کاهش اسیدیت آب میوه معنی‌دار ($P < 0.01$) بود. کاربرد منفرد میکوریزا و یا کود دامی عملکرد میوه، میزان کربوهیدرات و پلی‌فنل‌ها را به طور معنی‌داری افزایش داد. کاربرد پتاسیم گرچه تاثیر معنی‌داری بر افزایش بریکس، کاتچین و اسکوربیک اسید نداشت اما به طور معنی‌داری ($P < 0.01$) عملکرد میوه و مقدار کربوهیدرات، سیناپیک اسید، گالیک اسید، و راتین را افزایش داد. تاثیر کاربرد توأم میکوریزا، کود دامی و پتاسیم بر کلیه صفات مورد بررسی در سطح ($P < 0.01$) معنی‌دار بود به غیر از وزن میوه، pH، بریکس و راتین. کمترین میزان اسیدیت، بیشترین میانگین وزن 5 میوه و بالاترین مقادیر سیناپیک اسید، گالیک اسید، کاتچین، راتین و اسکوربیک اسید آب میوه از کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا، 500 گرم پتاسیم و 20 کیلوگرم کود گوسفندی به ازای هر درخت به دست آمد. بالاترین عملکرد انار (44 کیلوگرم در درخت) از کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا، 10 کیلوگرم کود گوسفندی و 500 گرم پتاسیم به دست آمد که در مقایسه با عملکرد تیمار شاهد، 127 درصد افزایش یافت. با توجه به یک ساله بودن آزمایش، حصول نتایج قابل اطمینان تر نیاز به بررسی بیشتر دارد.

واژه‌های کلیدی: سولفات پتاسیم، کود دامی، فنولیک اسیدها، قارچ میکوریزا

¹ نویسنده مسئول، آدرس: بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.

مقدمه

پژوهش‌ها نشان داده است که کاربرد کود حیوانی یا کمپوست می‌تواند باعث افزایش مواد آلی و سلامت خاک شود. علاوه بر این، این مواد می‌توانند عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را فراهم سازند. در همین رابطه بلدی و همکاران (2010) گزارش دادند که کاربرد منگرد و توأم کود دامی و کودهای شیمیایی فسفره تأثیر معنی‌داری بر میزان فسفر خاک پس از برداشت دارد به طوری که کاربرد کود دامی موجب افزایش معنی‌دار فسفر خاک بعد از گذشت 90 روز گردید. بر اساس مطالعات انجام شده بیش از 60 درصد از خاک‌های زراعی کشور از کمبود مواد آلی رنج می‌برند پژوهش‌ها 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 کند. به خاطر تأثیر مستقیم و غیر مستقیم مواد آلی بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژی خاک، مدیریت مواد آلی خاک رل مهمی در این امر دارد (هاینس و نایدو، 1998، ادمس، 2003).

استفاده از میکوریزا سبب افزایش بیوماس گیاهی به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و همچنین فعالیت فتوسنتزی می‌شود، چنانچه همبستگی بالایی بین وضعیت تغذیه‌ای گیاه و مقاومت به خشکی آن در حضور میکوریزا گزارش شده است (سویفت، 2004 و سونگ، 2005). بر اساس نتایج منتشر شده گیاهانی که دارای همزیستی میکوریزایی می‌باشند، به دلیل آن که عناصر غذایی و آب بیشتری از خاک جذب می‌نمایند دارای رشد بهتر و عملکرد بیشتری بوده و مقاومت بیشتری در برابر تنش‌های زنده (عوامل بیماریزا که ریشه گیاهان را مورد حمله قرار می‌دهند) و غیر زنده (خشکی، سرما و شوری) از خود نشان می‌دهند (دانشیان و همکاران، 1389). نشان داده شده است که غلظت پرولین و قندهای محلول در برگ گیاهان میکوریزادار کمتر و در ریشه بیشتر از گیاهان بدون میکوریزا است (یاگری و همکاران، 2009). با توجه به اینکه تولید منطقه‌ای انار در خاورمیانه انجام می‌گیرد و کشت و کار تجاری آن در کشورهای غربی رواج ندارد، لذا موارد پژوهشی این میوه در سایر کشورها کمتر مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به نقش تغذیه در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی انجام و با توجه به نتایج تجزیه خاک و منابع موجود (ملکوتی و غیبی، 1380) انجام تحقیقی بر روی نقش پتاسیم، کودهای دامی و نقش میکوریزا در افزایش تولید و بهبود کیفیت انار ضروری احساس شد و با این هدف پژوهش حاضر بر روی این محصول انجام گرفت.

انار با نام علمی (*Punica granatum L.*) درختچه‌ای است که در نواحی نیمه گرمسیری و مدیترانه‌ای می‌روید. منشا و موطن اصلی آن هنوز به طور کامل شناخته نشده ولی نظر اکثر گیاه شناسان بر این است که اصل انار از قفقاز، سواحل دریای خزر و ارتفاعات زاگرس بوده است (حسینی نیا، 1373). در حال حاضر سطح زیر کشت انار در کشور حدود 66 هزار هکتار است و با بیش از 941781 تن تولید، اولین تولید کننده و صادر کننده انار دنیا است (وظیفه شناس و همکاران، 1393). انار سر شار از ویتامین و مواد قندی، پتاسیم، منیزیم، آهن و اسیدهای آلی می‌باشد. انار منبعی غنی از اسید فولیک و آنتی اکسیدان است. مصطفی و همکاران (2009) گزارش دادند که فعالیت آنتی اکسیدانی انار تابعی از مواد فنولی است و این فعالیت تابعی از شرایط محیطی، مدیریت باغ، میزان رسیدگی انار و نوع رقم است. کائور و همکاران (2006) نیز اعتقاد دارند خاصیت آنتی اکسیدانی انار در ارتباط با ترکیبات فنولیک¹ است. بنابه گزارش اثنی عشری و زکائی خسرو شاهی (1387) پلی‌فنل‌ها باعث مقاومت گیاه به بیماری‌ها می‌شوند و با رسیدن میوه‌ها مقدار آن‌ها کاهش می‌یابد. آزمایشات انجام شده بر روی گلابی نشان داده است که گلابی‌هایی که مواد فنولی کمتری دارند نسبت به رقم‌هایی که میزان ترکیب‌های فنولی آن‌ها بالاتر می‌باشد، حساسیت کمتری به قهوه‌ای شدن دارند (هاموزاو هانا کاوا، 2003).

تغذیه در طی رشد میوه یک فاکتور مهم و مؤثر در کیفیت و کمیت میوه به شمار می‌رود. پتاسیم شدت فتوسنتز و سرعت انتقال مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به بافت ذخیره‌ای از طریق آوند آبکش را افزایش می‌دهد، به همین دلیل کیفیت و عکمیت میوه را بهبود می‌بخشد (لاین و همکاران، 2004، لستر و همکاران، 2010). پاناگیتوپولس و همکاران (2001) در پژوهشی بیان کردند که تغییر در مواد جامد محلول ارتباط مستقیمی با پتاسیم موجود در خربزه دارد. در انارهای ایران عارضه‌ای به نام قهوه‌ای شدن قسمت خوراکی وجود دارد که باعث قهوه‌ای و غیر قابل مصرف شدن آریل می‌شود. بر اساس مطالعات انجام شده کمبود پتاسیم اثرهای مضر بر رنگ آریل‌های انار می‌گذارد و قابلیت فروش آن‌ها را می‌کاهد (راجا، 2006).

¹ Poly phenol: مواد فنولی در واقع مواد طبیعی هستند که در اکثر میوه‌ها نقش مهمی در حفظ کیفیت میوه و تعیین ارزش غذایی میوه دارد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر، در سال 1393، در جنت شهر استان فارس در یک باغ شخصی با مشخصات خاکی، Fine loamy Carbonatic, hypertermic, Aridic Calcierepts. به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با سه فاکتور جمعاً 12 تیمار در سه تکرار بر روی درخت انار رقم تجاری حسین‌آقایی اجرا گردید. جنت شهر در 54 درجه و 28 دقیقه طول شرقی و 28 درجه و 29 دقیقه عرض شمالی و با ارتفاع 1080 متر از سطح دریا قرار دارد. قبل از اجرای تحقیق از محل اجرای طرح یک نمونه خاک مرکب از عمق 0 تا 60 سانتیمتری تهیه و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن بر اساس دستورالعمل‌های موجود (علی‌احیایی و بهبهانی زاده، 1373) تعیین گردید. 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 که 72 درخت مثمر با رشد تقریباً یکنواخت شد بطوری که در عرض آن 6 و در طول دارای 12 درخت بود. قسمت انتخاب شده باغ به سه بلوک موازی و در کنار هم تقسیم شد هر بلوک یک تکرار به حساب می‌آمد. در هر بلوک 2 درخت در عرض و 12 درخت در طول انتخاب گردید.

هر دو درخت در عرض یک تیمار محسوب گردید. بدین ترتیب هر بلوک شامل 24 درخت بود که کاملاً مستقل از هم و از طریق سیستم آبیاری قطره‌ای آبیاری شدند. تیمارهای آزمایشی نیز ترکیبی از دو سطح قارچ میکوریزا شامل مصرف قارچ میکوریزا به میزان 500 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 20 کیلوگرم برای هر درخت در مرحله قبل از گلدهی (D20)، مصرف کود حیوانی به میزان 10 کیلوگرم برای هر درخت در مرحله قبل از گلدهی (D10) و عدم مصرف کود دامی (D0) و دو سطح پتاسیم شامل مصرف توأم 500 گرم سولفات پتاسیم گرانوله (250 گرم K_2O خالص) به ازای هر درخت در مرحله قبل از گلدهی و 500 گرم سولوپتاس (250 گرم K_2O خالص) در مرحله بعد از گلدهی (K500) و عدم مصرف پتاسیم (K0) بود. مایه تلقیح قارچ میکوریزا آربسکولار استفاده شده نیز حاوی سه گونه قارچ *Funneliformis mossea*, *Rhizophagus irregularis*, *Glomus etunicatum* بود که با جمعیت

برابر از هر سه گونه بود. مایه تلقیح استفاده شده حاوی 100 اندام فعال قارچ در هر گرم بود. علاوه بر پتاسیم، کوددامی و میکوریزا که مقادیر آنها بر اساس طرح بود، دیگر کودهای مورد نیاز نیز بر اساس آزمون خاک تعیین و از منابع سولفات آمونیوم بر مبنای 500 گرم، سکوسترین آهن 50 گرم، سولفات روی و سولفات منگنز هر کدام 100 گرم به ازای هر درخت، در سایه انداز درخت و در عمق ریشه به صورت یکنواخت مصرف شدند. مصرف همه کودها به صورت چالکود بود. مراقبت‌های لازم از جمله آبیاری به صورت قطره‌ای و بر اساس عرف منطقه و نیاز آبی گیاه انجام و کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی به موقع صورت گرفت. در زمان مناسب از برگ کلیه تیمارها نمونه تهیه و غلظت عناصر میکرو در آنها با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (امامی، 1375). صفات مورد اندازه‌گیری در آزمایش شامل عملکرد هر درخت، مقدار کربوهیدرات‌ها، میزان پلی‌فنول‌های میوه، اسیدیته و مواد جامد محلول میوه بود. اندازه‌گیری مواد مؤثره موجود در آب انار به روش کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (HPLC) و اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول به روش کوچارت (1978) انجام گرفت. مقدار کل مواد جامد محلول در آب میوه توسط دستگاه غلظت سنج (رفراکتومتر)، مقدار اسیدیته آب میوه با pH متر اندازه‌گیری شد. کلیه داده‌های بدست آمده توسط نرم افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل و سپس توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج آزمون خاک

براساس نتایج به دست آمده خاک باغ دارای شوری کم، اسیدیته قلیایی، فسفر خوب و پتاسیم متوسط بود. خاک مزرعه مورد مطالعه دارای عناصر کم مصرف آهن، روی و منگنز بسیار کم و بافت خاک شنی لومی بود (ملکوتی و غیبی، 1380).

نتایج تجزیه واریانس

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کاربرد اصلی و توأم میکوریزا، پتاسیم و کود دامی بجز بر مقدار بریکس بر سایر پارامترهای مورد مطالعه از جمله عملکرد، اسیدیته، مقدار بریکس، میزان کربوهیدرات و مقدار فنولیک اسیدهای آب میوه شامل سینپیک اسید، گالیک اسید، کاتچین، راتین و اسکوربیک اسید معنی‌دار بود.

جدول 1- میانگین نتایج آنالیز خاک باغ محل آزمایش

Ec	pH	P	K	Fe	Zn	Mn	Cu	SAND	SILT	CLAY
dS.m ⁻¹				mg.kg ⁻¹					%	
3/276	7/7	17	180	0/5	0/5	1/7	1/182	58/27	30/68	12/04

جدول 2- برخی از ویژگی‌های شیمیایی کود دامی مورد استفاده

N-NH ₄	Humidity	Pb	Cd	NO ₃ ⁻	Fe	Cu	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	0/3	1/1	24/4	2/16	8/0

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس کاربرد تیمارهای مختلف بر صفات کمی انار

میانگین مربعات										درجه آزادی	منابع تغییر
ascorbic acid	rutin	catechin	gallic acid	Sinapic acid	کربوهیدرات	بریکس	pH	عملکرد میوه			
35*	5/9**	23 ^{ns}	0/96*	1/3**	1851**	1/22 ^{ns}	4/76**	538**	2	تکرار	
269**	3/5**	94**	3/81**	0/8**	6100**	1/00 ^{ns}	4/07**	727**	1	میکوریزا	
358**	5/7**	228**	5/61**	19/5**	2336**	1/63 ^{ns}	2/98**	523**	2	کود دامی	
7 ^{ns}	3/1**	19 ^{ns}	4/64**	2/7**	375**	0/16 ^{ns}	0/22**	77**	1	سولفات پتاسیم	
57*	3/7*	1635**	16/84**	58/7**	606**	2/17 ^{ns}	0/35**	16 ^{ns}	2	میکوریزا * کود دامی	
64**	0/6 ^{ns}	230**	23/54**	0/001 ^{ns}	541**	0/01 ^{ns}	0/64**	0/01 ^{ns}	1	میکوریزا * پتاسیم	
54*	0/6 ^{ns}	133**	0/10 ^{ns}	1/3**	4069**	0/91 ^{ns}	0/59**	9 ^{ns}	2	کود دامی * پتاسیم	
94**	0/9 ^{ns}	60**	4/61**	13/7**	2867**	0/21 ^{ns}	0/03 ^{ns}	33**	2	میکوریزا * کود دامی * پتاسیم	
111	7/8	103	0/17	0/01	503	0/99	0/01	5/74	22	خطا	
11/4	5/7	9/8	9/3	12/2	15/1	4/6	6/1	7/4		ضریب تغییرات (درصد)	

(ns, **, * به ترتیب بیانگر عدم معنی داری، معنی دار بودن در سطح 1% و معنی دار بودن در سطح 5% اختلاف بین متغیرهای مربوطه می‌باشد).

اثرات اصلی تیمارهای مختلف

بر اساس نتایج بدست آمده از لحاظ آماری اثرات اصلی قارچ میکوریزا و کود دامی بر عملکرد میوه، pH، کربوهیدرات‌ها و کلیه پلی فنل‌های مورد بررسی در سطح ($P < 0.01$) معنی دار بود. کاربرد پتاسیم نیز تأثیر معنی داری بر عملکرد میوه، pH، کربوهیدرات‌ها، سیناپیک اسید، گالیک اسید و راتین داشت. کاربرد میکوریزا موجب کاهش معنی دار اسیدیته آب میوه و افزایش معنی دار عملکرد میوه، کربوهیدرات و کلیه پلی فنول‌ها شد. کاربرد

پتاسیم هر چند تأثیر معنی داری بر افزایش کاتچین و اسکوربیک اسید نداشت اما موجب کاهش معنی دار اسیدیته میوه و افزایش معنی دار عملکرد میوه، کربوهیدرات، سیناپیک اسید، گالیک اسید و راتین گردید. کود دامی موجب کاهش معنی دار اسیدیته آب انار و افزایش معنی دار عملکرد میوه، کربوهیدرات و پلی فنول‌ها گردید. تأثیر کاربرد 20 کیلو گرم کود دامی در مقایسه با 10 کیلوگرم بر پارامترهای مورد مطالعه بیشتر بود.

جدول 4- اثرات اصلی تیمارهای مختلف بر برخی صفات کیفی مورد مطالعه

اسکوربیک اسید	روتین	کاتچین	گالیک اسید	سیناپیک اسید	کربوهیدرات	pH	عملکرد درخت	تیمارها
mg.l ⁻¹			mg.l ⁻¹		m.l ⁻¹		kg.tree ⁻¹	
16/9 b	11/53 b	41/28 b	4/2 b	12/54 b	78/5 b	4/39 a	27/84 b	M0
23/3 a	12/16 a	44/52 a	4/8 a	12/84 a	104/5 a	3/72 b	36/83 a	M500
19/2 a	11/56 b	42/18 a	4/1 b	12/42 b	90/0 b	4/13 a	20/87 b	K0
20/1 a	12/14 a	43/62 a	4/8 a	12/96 a	97/3 a	3/98 b	33/80 a	K500
15/8 b	11/32 c	40/31 b	3/7 b	11/33 c	80/5 b	4/50 a	24/97b	D0
19/5 b	11/95 b	42/08 b	4/8 a	12/89 b	94/4 a	4/15 b	34/31 a	D10
23/6 a	12/28 a	46/31 a	4/9 a	13/85 a	99/6 a	3/52 c	37/73 a	D20

اعداد با حروف مشترک در هر ستون از هر گروه دارای اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) نمی‌باشند

در آب انار را از 73 به 117 میلی‌گرم در لیتر یعنی 37/6 درصد افزایش معنی‌دار داد. در اثر کاربرد همین تیمار بالاترین عملکرد میوه با 16 درصد برتری نسبت به شاهد به میزان 29/030 کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

اثرات کاربرد توأم کود دامی و پتاسیم

کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا و 500 گرم K_2O با میانگین عملکرد 40/96 کیلوگرم در درخت موجب بیش از 50 درصد افزایش عملکرد نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد میکوریزا و پتاسیم) با عملکرد 20/25 کیلوگرم در درخت شد. نتایج حاصل از اثر توأم کود دامی و سولفات پتاسیم بر میزان پلی‌فنل‌های آب میوه نشان دهنده بیشترین میزان پلی‌فنول‌ها در اثر توأم 20 کیلوگرم کود دامی و 500 گرم سولفات پتاسیم بود بر این اساس میزان سیناپیک اسید 14/51، گالیک اسید 5/3، کاتچین 48/2، راتین 12/7 و اسکوربیک اسید 22/3 گرم در لیتر در این تیمار بدست آمد. کمترین مقدار پلی‌فنل‌ها از بر هم کنش تیمار سطوح صفر کود دامی و صفر سولفات پتاسیم به دست آمد. کمترین میزان اسیدپتتیک آب میوه به میزان 3/65 و بیشترین میزان کربوهیدرات نیز از کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا و 500 گرم پتاسیم بدست آمد. کاربرد توأم کود دامی و پتاسیم هر چند تأثیر معنی‌داری بر میزان بریکس آب میوه نداشت اما موجب افزایش مقدار بریکس شد.

اثرات کاربرد توأم میکوریزا و پتاسیم

کاربرد توأم میکوریزا و پتاسیم موجب کاهش معنی‌دار pH و افزایش معنی‌دار بر اساس نتایج بدست آمده اثر کاربرد توأم میکوریزا و پتاسیم بجز بر سیناپتیک اسید و راتین، بر سایر پلی‌فنول‌های مورد مطالعه در سطح ($P < 0.01$) معنی‌دار بود. کمترین میزان اسیدپتتیک آب میوه بررسی از کاربرد 500 گرم میکوریزا و بدون مصرف پتاسیم و بیشترین میزان پلی‌فنول‌های مورد بررسی از کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا و 500 گرم سولفات پتاسیم بدست آمد. کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا و 500 گرم K_2O با میانگین عملکرد 38/300 کیلوگرم در درخت موجب 30 درصد افزایش عملکرد نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد میکوریزا و پتاسیم) شد.

اثرات کاربرد توأم میکوریزا و کود دامی

اثرات کاربرد توأم میکوریزا و کود دامی بر pH، عملکرد میوه در درخت، میزان کربوهیدرات‌ها، سیناپیک اسید، گالیک اسید و ستاچین در سطح ($P < 0.01$) و بر راتین و اسکوربیک اسید در سطح ($P < 0.05$) معنی‌دار بود. کمترین میزان اسیدپتتیک آب میوه به میزان 3/07 و بیشترین میزان پلی‌فنل‌های مورد بررسی از کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا و 500 گرم پتاسیم بدست آمد. بیشترین تأثیر کاربرد توأم میکوریزا و کود دامی بر اسید سیناپیک بود به طوری‌که کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا و 500 گرم پتاسیم در مقایسه با تیمار شاهد میزان این اسید

جدول 5- اثرات کاربرد توأم میکوریزا و کود دامی بر برخی صفات کیفی مورد مطالعه

تیماها	عملکرد درخت kg.tree ⁻¹	pH	کربوهیدرات m.l ⁻¹	Sinapic acid mg.l ⁻¹	gallic acid mg.l ⁻¹	catechin mg.l ⁻¹	rutin mg.l ⁻¹	ascorbic acid mg.l ⁻¹
اثرات کاربرد توأم میکوریزا و پتاسیم								
M0K0	26/38 b	4/60 a	79/22 c	12/27 d	3/0 c	38/0 b	11/1 b	16/0 c
M0K500	29/30 b	4/18 b	77/69 c	12/80 b	5/3 a	44/5 a	12/0 ab	17/8 bc
M500K0	35/36 a	3/66 c	97/51 b	12/56 c	4/4 b	42/7 a	12/0 ab	20/6 ab
M500K500	38/30 a	3/78 c	111/48 a	13/13 a	5/3 a	46/3 a	12/3 a	24/1 a
اثرات کاربرد توأم میکوریزا و کود دامی								
M0D0	20/25 d	4/92 a	72/7 d	9/75 f	3/0 c	35/5 d	11/2 b	15/0 c
M0D10	28/78 c	4/29 b	80/9 cd	12/28 d	3/7 bc	37/0 d	11/9 b	15/3 c
M0D20	29/69 c	3/97 c	81/8 cd	13/5 b	5/8 a	39/4 cd	11/5 b	20/0 ab
M500D0	34/50 b	4/08 c	88/3 c	11/2 e	4/0 b	41/1 c	11/4 b	18/7 bc
M500D10	39/83 a	4/01 c	107/9 b	12/9 c	3/8 b	47/2 b	12/0 b	23/7 a
M500D20	40/96 a	3/07 d	117/4 a	16/5 a	6/3 a	57/1 a	13/0 b	24/7 a
اثرات کاربرد توأم پتاسیم و کود دامی								
K0D0	24/26c	4/84 a	75/1 d	11/3 f	3/3 c	38/8 c	11/0 b	14/9 c
K0D10	31/92b	4/19 b	105/3 b	12/8 d	4/6 ab	39/5 c	11/8 ab	17/8 c
K0D20	36/43 a	3/38 d	84/8 c	13/2 b	4/5 ab	44/4 b	11/8 ab	24/8 a
K500D0	25/68c	4/16 b	85/9 c	11/4 e	4/1 b	41/9 bc	11/6 ab	16/8 c
K500D10	36/70a	4/12 b	83/4 cd	13/0 c	5/1 a	44/6 ab	12/1 ab	21/1 ab
K500D20	39/03a	3/65 c	114/1 a	14/5 a	5/3 a	48/2 a	12/7 a	22/3 a

اعداد با حروف مشترک در هر ستون از هر گروه دارای اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) نمی‌باشند

اثرات کاربرد توأم میکوریزا، کود دامی و پتاسیم

دامی به ازای هر درخت به دست آمد به عبارت دیگر کاربرد این تیمار موجب 128 درصد برتری نسبت به شاهد بود. کمترین میزان pH و بالاترین مقادیر سیناپیک اسید، گالیک اسید، کاتچین، راتین و اسکوربیک از کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا، 500 گرم پتاسیم و 20 کیلوگرم کود دامی به ازای هر درخت (تیمار M500K500D20) به دست آمد.

نتایج نشان داد که تأثیر کاربرد توأم میکوریزا، کود دامی و پتاسیم به غیر از pH و راتین بر کلیه صفات مورد بررسی اثر معنی دار ($P < 0.01$) داشت. کمترین عملکرد میوه به میزان 19/31 کیلوگرم در درخت از تیمارشاهد (بدون مصرف میکوریزا، پتاسیم و کود دامی) و بالاترین آن به میزان 44 کیلوگرم در درخت از کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا، 500 گرم K_2O و 10 کیلوگرم کود

جدول 6- برهم کنش میکوریزا، کود دامی و پتاسیم بر شاخص های مورد مطالعه

ascorbic acid	rutin	catechin	gallic acid	Sinapic acid	کربوهیدرات	pH	عملکرد	تیمارها
							درخت	
		mg.l ⁻¹			m.l ⁻¹	kg.tree ⁻¹		
11/1 ab	10/9 d	33/1 g	1/0i	12/2 f	66/3 f	5/35a	19/31f	MOK0D0
14/9 cd	11/5 bcd	37/8 ef	2/9 h	13/6 d	79/2 de	4/48 b	21/19f	MOK500D0
14/9 cd	11/0 d	37/5 ef	4/1 de	12/2 f	88/0 cd	4/44 a	28/17e	MOK0D10
15/7 c	12/0 bcd	44/8 c	4/4 de	14/8 c	73/7 ef	4/15 c	29/39e	MOK500D10
22/1 b	11/4 cd	43/4 cd	5/0 bd	11/0 i	83/4 d	4/02 cde	31/67de	MOK0D20
22/8 b	12/4 ab	50/9 b	6/2 ab	11/4 g	80/2 de	3/90 ef	37/33bc	MOK500D20
14/9 cd	11/1 ab	35/6 fg	3/3 h	8/9 k	83/9 d	4/30 b	29/21e	M500K0D0
22/5 b	11/7 bcd	38/3 ef	3/5 gh	10/6 j	92/7 c	3/80 f	30/18e	M500K500D0
20/0 b	11/8 bcd	38/9 ef	4/1 de	11/2 h	122/2 b	4/10 cd	35/67cd	M500K0D10
22/5 b	12/3 bc	40/0 de	5/5 bd	13/4 e	93/2 c	3/90 def	44/00a	M500K500D10
27/3 a	12/7 ab	50/9 b	6/2 ab	15/4 b	86/2 cd	3/39 g	41/19ab	M500K0D20
26/8 a	12/4 a	63/4 a	6/6 a	17/6 a	148/6 a	2/74 h	40/72ab	M500K500D20

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) نمی‌باشند

بحث و نتیجه گیری

امیری و فلاحی (2009) گزارش نمودند که با کاربرد مواد آلی به صورت کود دامی در سیب، عملکرد و میانگین وزن میوه‌ها به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. نتایج مشابهی توسط لئونل و تچیبو (2009) بر روی انجیر و هالمن (2012) بر روی گوجه‌فرنگی گزارش شده است. بر اساس گزارش بلدی و همکاران (2010) 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 کند. محمود و حافظ (2010) گزارش نمودند که در گیاه سیب زمینی استفاده از پتاسیم به میزان 250 کیلو گرم در هکتار به همراه هیومیک اسید به میزان 2 کیلو گرم در هکتار منجر به افزایش وزن غده می‌شود. لستر و همکاران (2010) ضمن انجام پژوهشی گزارش کردند که محلول‌پاشی پتاسیم بر روی طالبی مقدار پتاسیم را در گوشت میوه افزایش می‌شود اما در مقدار آن در پوست میوه اختلافی دیده نشد. آن‌ها گزارش نمودند که افزایش پتاسیم باعث افزایش فتوسنتز، انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ‌ها به آوند آبکش، سرعت انتقال در آوند و انتقال آن‌ها به میوه می‌شود. لین و همکاران (2004) گزارش نمودند که از آنجایی که پتاسیم شدت

بر اساس نتایج به دست آمده کاربرد میکوریزا موجب کاهش معنی‌دار اسیدیته آب میوه و افزایش معنی‌دار عملکرد میوه، میزان کربوهیدرات و کلیه پلی‌فنول‌ها شد. کاربرد پتاسیم هر چند تأثیر معنی‌داری بر افزایش کاتچین و اسکوربیک اسید نداشت اما موجب کاهش معنی‌دار اسیدیته میوه و افزایش معنی‌دار عملکرد میوه، مقدار کربوهیدرات، سیناپیک اسید، گالیک اسید، راتین گردید. کود دامی موجب کاهش معنی‌دار اسیدیته آب انار و افزایش معنی‌دار عملکرد میوه، میزان کربوهیدرات‌ها و پلی‌فنل‌ها گردید. سویفت (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 می‌شود. شارما (2002) نیز گزارش نمود که میکوریزا دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی بوده و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی مانند فسفر و برخی عناصر کم مصرف، افزایش جذب آب و کاهش تأثیر منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا موجب بهبود رشد و عملکرد گیاهان میزبان می‌شوند.

میکوریزا بخصوص در حضور کودهای آلی و پتاسیم می‌تواند به افزایش تولید انار و بهبود کیفیت آن از جمله افزایش میزان فنولیک اسیدها کمک کند.

نتیجه‌گیری کلی

کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا، 500 گرم پتاسیم و 20 کیلوگرم کود گوسفندی به ازای هر درخت موجب دستیابی به کمترین میزان اسیدیته میوه و بالاترین مقادیر فنولیک اسیدهای مورد مطالعه از جمله سیناپیک اسید، گالیک اسید، کاتچین، راتین و اسکوربیک اسید گردید در عین حال بالاترین عملکرد میوه انار از کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا، 10 کیلوگرم کود گوسفندی و 500 گرم پتاسیم به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد، عملکرد 128 درصد افزایش یافت. هر چند داده‌های به دست آمده مربوط به انجام آزمایش در یک سال بود و حصول نتایج قابل اطمینان تر نیاز به بررسی بیشتر دارد اما بر اساس همین نتایج می‌توان نتیجه‌گیری نمود که کاربرد میکوریزا به خصوص در حضور کودهای آلی می‌تواند به افزایش تولید انار و بهبود کیفیت آن کمک کند. علاوه بر این با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش و نقشی که پتاسیم در بهبود کیفیت میوه و افزایش میزان فنولیک اسیدهای انار داشت، کاربرد پتاسیم بر اساس آزمون خاک نیز می‌تواند در این راه مؤثر باشد.

فتوستت و سرعت انتقال مواد فتوستتری از برگ‌ها به بافت ذخیره‌ای از طریق آوند آبکش را افزایش می‌دهد، به همین دلیل باعث افزایش کیفیت میوه و عملکرد آن می‌شود. بر اساس گزارش سزربا و همکاران (2008) پتاسیم باعث حفظ فتوستت شده و کمبود پتاسیم فعالیت فتوستت، غلظت کلروفیل و انتقال کربن تثبیت شده را کاهش می‌دهد.

سوارز و همکاران (2005) گزارش نمودند که کاربرد خاکی پتاسیم میزان ترکیب‌های فنولی و فعالیت آنزیم‌های پلی‌فنول اکسیداز و فینل آلانین آمونیا لیازوا و میزان قهوه‌ای شدن درونی آناناس را کاهش می‌دهد. مطالعات تهرانی فر و محمودی تبار (2009) نشان داد که کاربرد برگی پتاسیم با غلظت های 1/5 و 3 گرم بر لیتر منجر به افزایش معنی‌دار میزان رنگدانه آنتوسیانین، ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در آب میوه انار در مقایسه با گیاهان شاهد گردید. این یافته‌ها گزارش لستر و همکاران (2010) مبنی بر تأثیر پتاسیم بر ویژگی‌های کیفی میوه را تأیید می‌کند. جهان‌بین و همکاران (1387) در پژوهشی نشان دادند که پتاسیم و توفوردی باعث افزایش ویتامین ث میوه می‌شود. منوچهری و ملکوتی (1382) گزارش نمودند که مواد آلی علاوه بر تأمین خواص غذایی به علت بهبود ساختمان خاک سطحی، کاهش تبخیر سطحی و جلوگیری از تمرکز نمک سطح خاک، بر افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه انار تأثیر می‌گذارند. در مجموع نتایج نشان داد که کاربرد

فهرست منابع:

1. اثنی عشری، م. و م. ر.، زکایی خسرو شاهی. 1387. فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت محصولات کشاورزی. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، شماره 298، 658 صفحه.
2. امامی، ع. 1375. روش‌های تجزیه گیاه (جلد اول). نشریه فنی شماره 982. مؤسسه تحقیقات آب و خاک. تهران، ایران. 128 صفحه.
3. جهان‌بین، ر.، س.، یاوری، و. ع.، تفضلی. 1387. اثر توفوردی و سولفات پتاسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی پرتقال نافی. مجله علوم باغبانی «علوم و صنایع کشاورزی». جلد 22، شماره 2.
4. حسینی نیا، س. م. 1373. انار. دفتر امور میوه‌جات گرمسیری و نیمه گرمسیری، معاونت امور باغبانی، وزارت کشاورزی.
5. دانشیان، ج.، م.، یوسفی، و م.، علیمحمدی. 1389. تأثیر کود دامی و قارچ میکوریزا بر عملکرد میوه دانه کدوی تخم کاغذی در شرایط تنش کم آبی. فصل‌نامه علمی - پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. دوره 2، شماره 3، 146-136.
6. علی‌احیایی، م. و ع. ا.، بهبهانی زاده. 1373. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک، جلد 1، نشریه شماره 893. مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهران، ایران، 128 صفحه.

7. ملکوتی، م. ج. و م. ن.، غیبی. 1379. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی مؤثر در خاک، گیاه و آب (چا دوم با بازنگری کامل) در کشور. نشر آموزش کشاورزی سازمان تات، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.
8. منوچهری، س. و م. ج.، ملکوتی. 1382. تغذیه بهینه کودی ضرورتی انکار ناپذیر در افزایش عملکرد کمی و کیفی انار، نشریه فنی شماره 304، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، وزارت جهاد کشاورزی.
9. وظیفه شناس، م. ر. 1393. گزارش نهایی طرح ثبت و شناسایی ارقام تجاری انار کشور، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.
10. Edmeades, D. C. 2003. The long-term effects of manures and fertilizers on soil productivity and quality: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 66: 165–180.
11. Amiri, M.E., and E., Fallahi. 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.
12. Bagri, P., M., Ali, V., Aeri, M., Bhowmik, and S., Soltana. 2009. The Antidiabetic effect of *Punica granatum* flowers: effects on hyperlipidemia, Pancreatic cells Li did Peroxidation and antioxidant enzymes in experimental diabetes. *Food and Chemical Toxicology*, 47:50-54.
13. Baldi, E., M., Toselli, and B., Marangoni. 2010. Nutrient partitioning in potted peach (*Prunus persica* L.) trees supplied with mineral and organic fertilizers. *Journal of Plant Nutrition*, 33: 2050-2061.
14. 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.
15. Haynes, R.J., and R., Naidu. 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. *Nutrient cycling in Agroecosystems* 51, 123-137.
16. Hamauzu, Y., and T. Hanakawa. 2003. Relation of highly polymerized procyanidin to the potential browning susceptibility in pear fruits. *Journal of Japan Society Horticulture Science*, 72:415-421.
17. Kaur, G., Z., Jabbar, M., Athar, and S., Alam. 2006. *Punica granatum* (pomegranatum) flower extract possesses potent antioxidant activity and abrogates Fe-NTA induced hepatotoxicity in mice. *Food Chemical Toxicology*, 44: 948- 993
18. Kochert, G. 1978. Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method In: Helebus JA. & Craig, JS. (ed.): *Hand book of phycologia method*: 56-97, Cambridge University Press, Cambridge.
19. Leonel, S., and M.A., Tecchio. 2009. Cattle manure fertilization increases fig yield. *Science Agriculture*, 66(6): 806-811
20. Lester, G.E., J.L., Jifon, and D.J., Makus. 2010. Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: melon (*Cucumis melo* L.) case study. *Plant Soil*, 335: 117-131.
21. Lin, D, D., Huang, and S., Wang. 2004. Effects of potassium levels on fruit quality of muskmelon in soilless medium culture. *Scientia Horticulturae*, 102: 53-60.
22. Mahmoud, A.R., and M.M., Hafez. 2010. Increasing productivity of potato plants (*solanum tuberosum* L.) by using potassium fertilizer and humic acid application. *International Journal Academic Research*. 2:83-88.
23. Mustafa, C., H., Yashar, and D., Gokhan. 2009. Classification of eight Pomegranate Juices based on antioxidant capacity Measured by four Methods. *Food Chemistry*, 112: 721-726.
24. Panagiotopoulos, L., C., Rahn, and M. Fink. 2001. Effects of nitrogen fertigation on the growth, yield, quality and leaf nutrient composition of melon (*cucumis melo* L.). *Acta Horticulturae*, 563:115-121.

25. Raja, M.E. 2006. Studies on susceptibility of pomegranate cultivars in India to nutrient disorders. Intl. Symp. On Pomegranate and minor Mediterranean Fruits. Adana, Turkey.
26. Sharma, A. K. 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India. 407 pp.
27. Soares, A.G., L.C., Trugo, N., Barrel, and L.F., Souza. 2005. Reduction of internal browning of pineapple fruit (*Ananas conscius L.*) by preharvest soil application of potassium. *Postharvest Biology Technology*, 35:201-207.
28. 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.
29. Swift, C. E. 2004. Mycorrhiza and soil phosphorus levels. Area Extension Agent, <http://www.colostate.edu/Depts/CoopExt/TRA/PLANTS/Mycorrhiza>.
30. Szczerba, M. W., D.T., Britto, and H.j., Kronzucker. 2008. K⁺ transport in plants. *Physiology and Molecular Biology*, 166: 447-466.
31. Tehranifar, A., and S., Mahmoodi Tabar. 2009. Foliar application of potassium and boron during pomegranate (*Punica granatum*) fruit development can improve fruit quality. *Horticulture Environment Biotechnology*, 50:191-196.

Combined Effects of Mycorrhiza, Organic Fertilizers, and Potassium Application on Yield and Quality of Pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit

M. Parvin, A. H Ziaeyan¹, and M. Dastfal

MSc., Department of Soil Science, Darab Branch, Islamic Azad University, Darab, Iran;

E-mail: Mohsen.parvin68@gmail.com

Associate Professor., Soil and Water Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran; E-mail: ziaeyan_39@yahoo.com

Scientific member, Seed and Plant Improvement Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Darab, Iran; E-mail: Mdastfal1@yahoo.com

Received: December, 2015 and Accepted: February, 2017

Abstract

In order to investigate the effects of mycorrhiza, potassium, and manure application on the yield and quality of pomegranate fruits, in 2014, an experiment were conducted in a randomized complete block design as factorial with 12 treatments and three replicates. Experimental factors included combinations of two levels of mycorrhiza (0 and 500 g.tree⁻¹), three levels of sheep manure (0, 10, and 20 kg per tree) and two levels of potassium (0 and 500 g K₂O.tree⁻¹). The measured traits included yield per tree, contents of carbohydrate, brix, and phenolic acids (sinapic acid, gallic acid, catechin, rutin and ascorbic acid) in the pomegranate fruits. The results showed that the main effects of potassium, mycorrhizae and manure were significant (P<0.01) in reducing the acidity of the juice. Mycorrhiza and/or manure application significantly increased the fruit yield, the amount of carbohydrates, and polyphenols. Although potassium applications had no significant effects on increasing brix, catechin and ascorbic acid, but significantly (P<0.01) increased the fruit yield and the amount of carbohydrates, sinapic acid, gallic acid and rutine. The combined application of mycorrhiza, manure, and potassium had a significant effect (P <0.01) on the studied factors, with the exception of fruit weight, pH, brix and ratine. The lowest acidity and highest values of sinapic acid, gallic acid, catechin, rutine and ascorbic acid in fruits juice were obtained from combined application of 500 g mycorrhiza, 500 grams of potassium and 20 kg of manure per tree. The highest yield of fruit (44 kg per tree) was obtained from the combined application of 500 g mycorrhiza, 10 kg of sheep manure and 500 g of K₂O, which showed 127% increase in yield compared with the control treatment.

Keywords: Manure, Mycorrhizal fungi, Phenolic acids, Potassium sulfate.

¹ Corresponding author: Soil and Water Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran.