اثرات کاربرد میکوریزا، پلت مرغی و محلول‌پاشی کلسیم بر عملکرد میوه و مقدار عناصرغذایی در برگ‌های انار(*Punica granatum L.*)

عبدالحسین ضیاییان[1]، محمد صادق قربانی و فرهاد رجالی

دانشیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران؛ **ziaeian@yahoo.com**

دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد داراب؛ **M.ghorbani9294@gmail.com**

دانشیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران؛ **Frejali@yahoo.com**

دریافت: **97/2/23** و پذیرش: **97/5/24**

چکیده

به منظور مطالعه اثرات تلقیح میکوریزایی، محلول‌پاشی کلسیم و کاربرد کود مرغی بر عملکرد و مقدار عناصر غذایی در برگ‌های انار، پژوهشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در یکی از باغات انار شهرستان داراب در سال 1394انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل ترکیبی از دو سطح 0 و 500 گرم میکوریزا به ازای هر درخت، سه سطح 0، 250 و 500 گرم کود مرغی برای هر درخت و محلول‌پاشی کلسیم در دو سطح بدون محلولپاشی و محلولپاشی با غلظت 5 درهزار از منبع کلرید کلسیم در دو مرحله بود. مصرف میکوریزا و کود مرغی قبل از گلدهی ولی محلول‌پاشی کلسیم در دو مرحله قبل و بعد از گلدهی انجام شد. نتایج نشان داد که اثرات اصلی تلقیح میکوریزایی، محلول‌پاشی کلسیم و کاربرد کود مرغی بر بیشتر صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. بالاترین عملکرد میوه انار به میزان 24 کیلوگرم در هر درخت (42 درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد)، بیشترین میانگین وزن تک میوه، بیشترین وزن دانه در میوه و همچنین بالاترین غلظت کلسیم، فسفر، آهن و مس در برگ از کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا، 500 گرم کود مرغی و محلول‌پاشی کلسیم حاصل شد. بر پایه این نتایج می‌توان محلولپاشی کلسیم را همراه با کاربرد 500 گرم میکوریزا و 500 گرم کود مرغی در شرایط مشابه توصیه نمود. اما با توجه به یکساله بودن آزمایش، حصول نتایج قابل اطمینان‌تر نیاز به بررسی بیشتر دارد.

واژه‌های کلیدی: ریزجانداران، کودهای آلی، کودهای زیستی، کودهای شیمیایی

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

مقدمه

انار یکی از میوه‌های تابستانی است که در طیف وسیعی از شرایط اقلیمی کشت می‌شود. این میوه از قدیم الایام مورد استفاده تمدن‌های باستانی ناحیه خاورمیانه بوده است. انار اولین بار حدود 2000 سال قبل از میلاد در برخی نواحی ایران کشت می‌گردیده است (پکمزی و ارکان، 2003). در بین کشورهای تولید کننده در دنیا، ایران دارای بیشترین سطح زیر کشت می‌باشد و با تولید 940 هزار تن میوه یکی از بزرگترین تولید کننده انار در جهان به شمار می‌رود. بیشترین سطح زیر کشت و بیشترین تولید انار در ایران به ترتیب متعلق به استان‌های فارس، مرکزی ، خراسان رضوی ، اصفهان و یزد می‌باشد که جمعاً حدود 70% سطح زیر کشت و تولید انار کشور را در بر می‌گیرد (آمارنامه کشاورزی، 1395).

کلسیم بیشترین ماده مورد نیاز در میوه است و شاید بتوان آن را مهم‌ترین عنصر معدنی دانست که در تعیین کیفیت میوه دخالت دارد. اهمیت این عنصر در مرحله پس از برداشت میوه‌ها از آنجا ناشی می‌شود که نقش مهمی در طول عمر و کیفیت ماندگاری محصولات دارد. میوه‌هایی که دارای کلسیم بالایی هستند قابلیت حمل و نقل بیشتری دارند و در شرایط مساعد انبار، مدت بیشتری باقی بمانند. مهم‌ترین نقش کلسیم در میوه‌ها استحکام دیواره سلولی می‌باشد. گرانتلی و همکاران (1980) گزارش کردند که بین غلظت کلسیم درونی و میزان بروز آثار سرمازدگی در میوه آووکادو ارتباط آشکاری وجود دارد. آکوینو و همکاران (2004) در طی آزمایشی بیان کردند که مصرف کلرید کلسیم قبل و بعد از برداشت به طور مؤثری سبب کاهش بروز آسیب‌های پوستی در میوه‌های نارنگی می‌شود. کلسیم با قرار گرفتن در دیواره سلولی و استحکام بخشیدن به آن و نیز کاهش تولید اتیلن در حفظ سفتی بافت میوه سیب نقش خود را ایفا می‌کند (حسینی فرهی و همکاران، 1387). معلوم شده است که تغذیه معدنی عناصر غذایی از جمله کلسیم و تنظیم کننده‌های رشد از طریق افزایش استحکام دیواره سلولی پوست انار از ترک خوردن آن جلوگیری می‌کند (هدا و هدا، 2013، کرکمز و آسکین، 2015 و کیشور و همکاران، 2016). ماجی و همکاران (2017) ضمن بررسی آزمایشی بر روی انار گزارش کردند که محلولپاشی برگی کلسیم و بور موجب افزایش تولید گل، افزایش اندازه میوه، افزایش شاخه‌های ثانویه و افزایش عملکرد میوه می‌گردد.

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 کودهای آلی می‌تواند باعث افزایش مواد آلی و سلامت خاک گردد. این مواد همچنین می‌توانند عناصر غذایی را برای گیاه فراهم کنند (امیری و فلاحی، 2009). بررسی اثر کود دامی و کودهای شیمیایی فسفره و تأثیر متقابل آنها در میزان فسفر خاک نشان دهنده اثرات معنی‌دار کود دامی در افزایش فسفر خاک بعد از گذشت 90 روز بود (بلدی، 2010). علاوه بر این اثرات کود دامی و نیتروژن در اسفناج توسط صادقی پور مروی (1390) و در انار توسط قاسم زاده گنجه‌ای (حسنی و همکاران، 1392) 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 (سویفت، 2004 و سونگ، 2005). گزارش شده است که هیف‌های توسعه یافته قارچ‌های میکوریزا قادر به رشد در منافذ خاک بوده که ریشه‌های مویین و تارهای کشنده قادر به نفوذ در آن‌ها نیستند، در نتیجه دسترسی گیاه به عناصر غیر متحرک مانند فسفر افزایش می‌یابد (گرانت و همکاران، 2002). نشان داده شده است که گیاهانی که دارای همزیستی میکوریزایی 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 غیر زنده از خود نشان می‌دهند (دانشیان و همکاران، 1389). انار میزبان مناسبی برای قارچ‌های میکوریزی است. استفاده از این قارچ‌ها استقرار نهال‌های حاصل از کشت بافت انار را تا 90 درصد افزایش داده، رشد اندام هوایی و ریشه را بهبود بخشیده و بالاترین میزان فنل تولیدی (28 میکروگرم در گرم) و کلروفیل (4 میلی گرم در گرم) در برگ را تولید کرده بود (سینگ و همکاران، 2012). همچنین در شرایط تنش خشکی استفاده از قارچ‌های میکوریز-آربسکولار معادل تیمار محلول پاشی سیتوکینین مقاومت گیاه را در برابر شرایط نامساعد رطوبتی افزایش می‌دهد (بومپادر و همکاران، 2015).

گونزاگا داسیلوا و همکاران (2015) گزارش کرده‌اند که در درختان انار تلقیح شده با قارچ‌های میکوریزی در مقایسه با درختان تلقیح نشده، نه تنها رشد رویشی گیاه افزایش می‌یابد، بلکه ترکیبات میوه انار به میزان 213 درصد پروتئین، 246 درصد کربوهیدرات ها، 198 درصد ترکیبات فنلی، 410 درصد فلاونوئیدها و 59 درصد ترکیبات فنلی افزایش می‌یابد. با توجه به نقش ترکیبات زیستی، آلی و شیمیایی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی انجام و با توجه به نتایج

تجزیه خاک و منابع موجود موجود (ملکوتی و غیبی، 1389) انجام تحقیقی بر روی نقش کلسیم، کودهای دامی و میکوریزا در افزایش تولید و بهبود کمی و کیفی انار ضروری احساس شد و با این هدف پژوهش حاضر بر روی این محصول انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال زراعی 93-1392 ، در استان فارس، در جنت شهر واقع در 15کیلومتری شرق داراب در 54 درجه و 28 دقیقه طول شرقی و 28 درجه و 29 دقیقه عرض شمالی و با ارتفاع 1080 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 بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با سه فاکتور ، 12 تیمار در سه تکرار بر روی درخت انار رقم تجاری حسین‌آقایی اجرا گردید. قبل از اجرای تحقیق از محل اجرای طرح یک نمونه خاک مرکب از عمق 0 تا 60 سانتیمتری تهیه به آزمایشگاه ارسال شدند. در نمونه‌های خاک برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بر اساس دستورالعمل‌های موجود (علی‌احیایی و بهبهانی زاده، 1373) تعیین گردید. برای این کار بافت خاک به روش هیدرومتری (جی و بادر، 1986) ، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی کردن با اسیدکلریدریک (لوپرت و سوارز، 1996)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع با هدایت سنج الکتریکی (روادس، 1996)، فسفرقابل استفاده با روش واتناب و اولسن، (1965)، واکنش خاک (پ هاش) درخمیراشباع به وسیله الکترود شیشه‌ای (توماس، 1996)، غلظت عناصرکم مصرف به روش دی تی پی ا (لیندسی و نورول، 1978)، ماده آلی به روش اکسایش مرطوب (نلسون و سومرس، 1996) و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش جانشینی کاتیون‌ها با استات سدیم (سامر و میلر، 1996) تعیین شدند. براساس نتایج به دست آمده، خاک باغ مورد مطالعه دارای شوری کم، اسیدیته قلیایی، فسفر و پتاسیم پائین و بافت لومی بود. در خاک باغ مورد مطالعه مقدار عناصر کم مصرف آهن، روی و مس بسیار کم و مقدار منگنز قابل جذب بالا بود (ملکوتی و غیبی، 1379).

جدول 1- برخی از ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک باغ مورد مطالعه

Ec	pH	P	Ca	Fe	Zn	Mn	Cu	SAND	SILT	CLAY	Texture
$dS.m^{-1}$					$mg.kg^{-1}$				%		
3/3	7/5	15	115	05/1	0/68	8/3	0/47	49/3	36/7	14/0	لوم

برای دستیابی به اهداف تحقیق، در یک باغ انار، قطعه ای که دارای 72 اصله درخت با شرایط رشدی یکنواخت بود انتخاب گردید. قطعه مورد نظر به سه بلوک موازی و در کنار هم تقسیم شد هر بلوک یک تکرار بحساب می آمد. در هر بلوک 2 در خت در عرض و 12 درخت در طول انتخاب گردید. هر دو درخت در عرض یک تیمار و در نهایت 12 تیمار بود که کاملاً مستقل از هم و از طریق سیستم آبیاری قطره‌ای آبیاری شدند. تیمارهای آزمایشی ترکیبی از دو سطح قارچ میکوریزا شامل عدم مصرف قارچ (M_0) و مصرف 500 گرم قارچ برای هر درخت در اردیبهشت ماه قبل از گلدهی (M_1)، سه سطح صفر، 250 و 500 گرم کود مرغی به ازا هر درخت در اردیبهشت ماه قبل از گلدهی (به ترتیب P_0 ، P_1 و P_2) و دو تیمار بدون محلول‌پاشی کلسیم (Ca_0) و محلول‌پاشی کلسیم با غلظت 5 در هزار از منبع کلرید کلسیم (Ca_1) در دو مرحله (مرحله اول در زمانی که قطر میوه به طور میانگین 45 میلی‌متر بود و مرحله دوم 25 روز بعد) بود. مایه تلقیح استفاده شده در این تحقیق به صورت پودری بود که از دو جزء حامل پاستوریزه شده قارچ (ترکیبی از مواد معدنی به همراه 5 درصد ماده آلی) و اندام فعال سه گونه قارچ میکوریزی به اسامی *Funneliformis mossea*, *Rhizophagus irregularis* و *Glomus etunicatum* تشکیل شده بود. قارچ‌های فوق الذکر به صورت مجزا تکثیر و سپس با جمعیت برابر با یکدیگر مخلوط گردیدند به گونه‌ای که جمعیت نهایی در مایه تلقیح 100 اندام فعال قارچ (مجموع اسپور، وزیکول ، قطعات ریشه‌ای حاوی اندام قارچ از جمله هیف، وزیکول، اسپور موجود در بافت ریشه)، که دارای قدرت رویش و توانایی برقراری رابطه همزیستی بود، شمارش گردید. قارچ‌های میکوریز آربسکولار پس از جوانه زنی بر اثر ترشحات ریشه از ناحیه ریشه‌های مویین تغذیه کننده گیاه وارد پوست ریشه شده، در امتداد محور طولی ریشه گسترده شده و با به وجود آوردن اندام آربسکول و وزیکول، رابطه همزیستی میکوریزی را با گیاه میزبان بوجود می‌آورند بنابراین زمانی که ریشه‌های مویین فعال باشند امکان استفاده از مایه

تلقیح قارچ‌های میکوریز آربسکولار وجود دارد. به همین دلیل برای تلقیح میکوریزایی زمان قبل از گلدهی انتخاب شد. علاوه بر کلسیم، دیگر عناصر غذایی شامل سولفات آمونیوم بر مبنای 500 گرم، سکوسترین آهن 50 گرم، سولفات روی و سولفات منگنز هر کدام 100 گرم به ازا هر در درخت به صورت چالکود مصرف شدند به طوری که برای هر درخت سه چال به ابعاد تقریبی 50×50×50 سانتیمتر در یک سوم بیرونی سایه انداز درخت در نظر گرفته شد. 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 تیر ماه از برگ‌های کلیه تیمارها نمونه برگ تهیه و غلظت برخی عناصر در آن‌ها اندازه‌گیری شد (امامی، 1375). در زمان برداشت (نیمه دوم مهر ماه) نیز عملکرد میوه هر درخت، وزن کل میوه، وزن دانه های میوه و قطر میوه‌ها اندازه‌گیری شد. همچنین قطر و وزن میوه‌ها به ترتیب توسط کولیس و ترازوی دیجیتال انجام گرفت. 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 تجزیه واریانس اثرات تیمارهای مختلف بر عملکرد

نتایج نشان داد که اثرات اصلی میکوریزا بر عملکرد هر درخت، وزن میوه، وزن پوست، وزن دانه و قطر میوه در سطح ($P<0.01$) معنی‌دار بود. اثرات اصلی کود مرغی بجز بر عملکرد درخت بر سایر پارامترهای مذکور و اثرات اصلی محلول‌پاشی کلسیم تأثیر معنی‌داری ($P<0.01$) بر عملکرد تک درخت، وزن میوه، وزن پوست و وزن دانه هر میوه داشت. کاربرد توأم میکوریزا، کود مرغی و کلسیم تأثیر معنی‌داری ($P<0.01$) بر عملکرد و قطر میوه داشت.

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس برخی پارامترهای کمی انار

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد درخت	وزن میوه	وزن پوست	وزن دانه	قطر میوه
تکرار	2	194/48**	453/32**	107/56**	22/02**	0/05**
میکوریزا	2	61/81**	94/88**	11/24**	40/24**	0/001**
کود مرغی	2	9/60 ^{ns}	118/00**	10/21**	57/22**	0/62**
محلول‌پاشی کلسیم	1	73/35**	29/58**	51/25**	2/96**	0/002 ^{ns}
میکوریزا x کود مرغی	2	0/68 ^{ns}	0/27 ^{ns}	0/03 ^{ns}	0/03 ^{ns}	0/58 ^{ns}
میکوریزا x محلول‌پاشی کلسیم	1	3/23 ^{ns}	0/27 ^{ns}	1/21 ^{ns}	0/01 ^{ns}	0/69 ^{ns}
کود مرغی x محلول‌پاشی کلسیم	2	6/31 ^{ns}	14/04 ^{ns}	1/79**	5/98 ^{ns}	0/62 ^{ns}
میکوریزا x کود مرغیx محلول‌پاشی کلسیم	2	9/32**	0/03 ^{ns}	0/001 ^{ns}	0/01 ^{ns}	0/78**
خطا	22	10/19	0/38	0/38	0/01	0/01
ضریب تغییرات (درصد) (%)CV		17/4	18/5	16/4	12/1	15/7

* (ns،** و * به ترتیب بیانگر عدم معنی داری، معنی‌دار بودن در سطح 1% و معنی‌دار بودن در سطح 5% اختلاف بین متغیرهای مربوطه می باشد).

اثرات اصلی تیمارهای مختلف بر عملکرد و برخی پارامترهای کمی انار

بر اساس نتایج به دست آمده کاربرد میکوریزا، موجب افزایش معنی‌دار عملکردمیوه، وزن تک میوه، وزن پوست و وزن دانه و قطر میوه‌های انار داشت به طوری که با افزایش 12 میلیمتر قطر میوه موجب افزایش عملکرد میوه هر درخت به میزان 3/5 کیلوگرم شد. محلول‌پاشی کلسیم با 48 گرم افزایش وزن تک میوه موجب افزایش معنی‌دار میوه‌های تک درخت از 9/1 به 21/6 کیلوگرم شد. کاربرد کود مرغی موجب افزایش معنی‌دار وزن تک میوه، قطر میوه، وزن دانه و وزن پوست میوه گردید. تفاوت معنی‌داری بین کاربرد 250 و 500 گرم کود مرغی به هر درخت مشاهده نشد (جدول 3).

جدول 3- اثرات اصلی تیمارهای مختلف بر برخی پارامترهای انار

تیمارها	عملکرد درخت	وزن میوه	وزن پوست	وزن دانه	قطر میوه
	کیلو گرم		گرم		میلیمتر
M0 (عدم مصرف میکوریزا)	18/7 b	324 b	112 b	213 b	84 b
M500 (مصرف 500 گرم میکوریزا)	21/3 a	357 a	123 a	234 a	96 a
Ca0 (عدم محلول‌پاشی کلسیم)	9/1 b	302 b	105 b	221 a	88 a
Ca1 (محلول‌پاشی کلسیم)	21/6 a	350 a	129 a	227 a	92 a
P0 (عدم مصرف کود مرغی)	19/1 a	309 b	107 b	202 a	89 b
P250 (مصرف 250 گرم کود مرغی)	20/0 a	325 ab	119 b	224 a	90 ab
P500 (مصرف 500 گرم کود مرغی)	20/9 a	372 a	126 a	246 a	91 a

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

اثرات کاربرد توأم میکوریزا و کلسیم بر عملکرد و برخی پارامترهای کمی انار

کاربرد این تیمار موجب 26 درصد افزایش عملکرد میوه درخت، 16 درصد وزن تک میوه و 10 درصد وزن دانه در میوه گردید. بیشترین عملکرد درخت، بیشترین میانگین وزن تک میوه، وزن پوست، دانه و قطر میوه از کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا و محلول‌پاشی کلسیم بدست آمد (جدول 4).

اثرات کاربرد توأم میکوریزا و کود مرغی بر عملکرد و برخی پارامترهای کمی انار

بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین عملکرد میوه، بالاترین وزن تک میوه و بیشترین وزن دانه در حالی از کاربرد توأم میکوریزا و 500 گرم کود مرغی به دست آمد که از لحاظ عملکرد میوه و قطر میوه تفاوت معنی‌داری با کاربرد توأم میکوریزا و 250 گرم کود مرغی به ازاء ه درخت مشاهده نشد (جدول 4).

اثرات کاربرد توأم کود مرغی و کلسیم بر عملکرد و برخی پارامترهای کمی انار

بیشترین عملکرد میوه هر درخت، بالاترین وزن تک میوه و بیشترین وزن دانه در حالی از کاربرد توأم کلسیم و 500 گرم کود مرغی به دست آمد که از لحاظ عملکرد هر درخت و وزن میوه تفاوت معنی‌داری با کاربرد توأم کلسیم و 250 گرم کود مرغی به ازاء ه درخت مشاهده نشد (جدول 4).

اثرات کاربرد توأم سه تیمار بر عملکرد و برخی پارامترهای کمی انار

بالاترین عملکرد هر درخت از کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا، 500 گرم کود مرغی و محلول‌پاشی کلسیم به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد 43 درصد افزایش نشان داد. کاربرد این تیمار موجب دستیابی به بیشترین میانگین وزن تک میوه (392 گرم)، بیشترین وزن دانه (266 گرم) گردید.

نتایج تجزیه واریانس اثرات تیمارهای مختلف بر ترکیب شیمیایی برگ انار

از لحاظ آماری اثرات اصلی میکوریزا، کود مرغی و محلولپاشی کلسیم و اثرات کاربرد توأم آن‌ها (بجز اثر کاربرد توأم میکوریزا و کود مرغی که بر غلظت کلسیم برگ معنی‌دار نبود) بر مقادیر کلسیم، فسفر، آهن و مس برگ‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار بود.

جدول 4- اثرات کاربرد توأم میکوریزا-کلسیم، میکوریزا-کود مرغی و کود مرغی-کلسیم بر برخی پارامترهای انار

تیمارها	عملکرددرخت (کیلو گرم)	وزن میوه(گرم)	وزن پوست (گرم)	وزن دانه(گرم)	قطر میوه (میلیمتر)
M0Ca0 (عدم مصرف میکوریزا و کلسیم)	17/5 c	316 d	100 d	216 c	82 d
M0Ca1 (فقط محلول‌پاشی کلسیم)	20/6 b	347 c	123 b	210 c	87 c
M500Ca0 (مصرف فقط 500 گرم میکوریزا)	20/0 b	333 b	110 c	231 b	94 b
M500Ca1 (میکوریزا + محلولپاشی کلسیم)	22/1 a	366 a	135 a	237 a	98 a
M0P0 (عدم مصرف میکوریزا و کود مرغی)	17/9 d	294 d	102 e	192 d	82 c
M0P250 (مصرف فقط 250 گرم کود مرغی)	18/4 d	326 c	113 cd	213 c	85 b
M0P500 (مصرف فقط 500 گرم کود مرغی)	19/9 c	353 b	120 bc	234 b	86 b
M500P0 (مصرف فقط 500 گرم میکوریزا)	20/5 bc	323 c	112 d	211 c	96 a
M500P250 (میکوریزا +250 گرم کود مرغی)	21/6 ab	358 b	125 b	234 b	95 a
M500P500 (میکوریزا +500 گرم کود مرغی)	22/0 a	389 a	132 a	257 a	96 a
Ca0P0 (عدم مصرف کلسیم و کود مرغی)	19/0 b	305 c	98 c	207 e	87 d
Ca0P250 (مصرف 250 گرم کود مرغی)	18/5 b	312 bc	116 b	196 f	91 b
Ca0P500 (مصرف 500 گرم کود مرغی)	19/6 b	321 b	103 c	218 d	89 c
Ca1P0 (فقط محلول‌پاشی کلسیم)	19/4 b	364 a	136 a	229 c	91 b
Ca1P250 (کلسیم + 250 گرم کود مرغی)	21/5 a	369 a	116 b	238 b	88 cd
Ca1P500 (کلسیم + 500 گرم کود مرغی)	22/3 a	373 a	136 a	254 a	94 a

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

جدول 5- اثرات کاربرد توأم مقادیر مختلف میکوریزا، کود دامی و محلولپاشی کلسیم بر برخی پارامترهای انار

تیمارها	عملکرد درخت (کیلو گرم)	وزن تک میوه (گرم)	وزن پوست (گرم)	وزن دانه (گرم)	قطر میوه (میلیمتر)
M0P0Ca0 (عدم مصرف میکوریزا ، کود مرغی و کلسیم)	16/9 g	291 g	93 g	198 g	78 i
M0P0Ca1 (فقط محلول‌پاشی کلسیم)	19/0 f	297 fg	111 d	187 h	85 fg
M0P250Ca0 (فقط مصرف 250 گرم کود مرغی)	16/2 g	306 f	98 fg	208 f	84 gh
M0P250Ca1 (250 گرم کود مرغی + محلول‌پاشی کلسیم)	20/7 cd	369 bc	129 b	218 e	87 f
M0P500Ca0 (فقط مصرف 500 گرم کود مرغی)	19/3 ef	352 b	110 d	242 c	83 h
M0P500Ca1 (500 گرم کود مرغی + محلول‌پاشی کلسیم)	20/5 cde	356 b	130 b	226 d	89 e
M500P0Ca0 (مصرف 500 گرم میکوریزا)	21/2 c	320 e	102 ef	217 e	95 c
M500P0Ca1 (میکوریزا + محلول‌پاشی کلسیم)	19/8 def	327 de	122 c	205 f	87 b
M500P250Ca0 (میکوریزا + 250 گرم کود مرغی)	20/8 cd	366 cd	108 de	229 d	94 c
M500P250Ca1 (میکوریزا + 250 گرم کود مرغی + کلسیم)	22/4 b	381 a	142 a	240 c	96 bc
M00P500Ca0 (میکوریزا +500 گرم کود مرغی)	20/0 cf	387 a	121 b	250 b	92 d
M500P500Ca1 (میکوریزا و 500 گرم کود مرغی و کلسیم)	24/1 a	392 a	143 a	266 a	100 a

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

جدول 6- نتایج تجزیه واریانس غلظت عناصر غذایی در برگ‌های انار

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		کلسیم	فسفر	آهن	مس
تکرار	2	2/18**	0/0057**	12495**	3/12**
میکوریزا	2	0/21**	0/1001**	6509 ns	116**
کود مرغی	2	0/44**	0/0026**	5082**	5/80**
محلول‌پاشی کلسیم	1	0/70**	0/0010**	724**	33/50**
میکوریزا × کود مرغی	2	0/02 ns	0/0001**	54 ns	0/16**
میکوریزا × محلول‌پاشی کلسیم	1	0/40**	0/0004**	8 ns	0/17**
کود مرغی × محلول‌پاشی کلسیم	2	0/31**	0/0002**	1171**	0/14**
میکوریزا × کود مرغی × محلول‌پاشی کلسیم	2	0/36**	0/0033**	3512**	0/19**
ضریب تغییرات (درصد)		12/7	12/3	10/8	17/1

(ns،** و * به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌دار بودن در سطح 1% و سطح 5% اختلاف بین متغیرهای مربوطه می‌باشد).

اثرات اصلی تیمارهای مختلف بر غلظت برخی عناصر در برگ‌های انار

با کاربرد میکوریزا، پتاسیم و کود مرغی (بخصوص 500 گرم در هر درخت) غلظت کلیه عناصر مورد مطالعه در برگ انار افزایش معنی‌داری یافت.

اثرات کاربرد توأم کلسیم و میکوریزا بر غلظت برخی عناصر غذایی در برگ

در اثراستفاده توأم 500 گرم میکوریزا و محلول‌پاشی کلسیم غلظت کلسیم، فسفر، آهن و مس در مقایسه با شاهد (عدم مصرف میکوریزا و کلسیم) به ترتیب 29/5 ، 52/4، 31/8 و 33 افزایش معنی‌داری یافت.

اثرات کاربرد توأم کود مرغی و میکوریزا بر غلظت برخی عناصر غذایی در برگ

بالاترین غلظت کلسیم و فسفر(به ترتیب برابر 1/8 و 0/85 درصد) و بیشترین غلظت آهن و مس در برگ (به ترتیب به میزان 169 و 21/85 میکروگرم بر گرم ماده خشک برگ) از کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا و 500 گرم کود مرغی به دست آمد.

اثرات کاربرد توأم کلسیم و کود مرغی بر غلظت برخی عناصر غذایی در برگ: کاربرد توأم کود مرغی و کلسیم باعث افزایش غلظت عناصر برگ شد. بالاترین میزان غلظت عناصر متعلق به اثر کاربرد توأم 500 گرم کود مرغی و محلولپاشی کلسیم بود.

اثرات کاربرد توأم میکوریزا، کلسیم و کود مرغی بر غلظت برخی عناصر در برگ‌های انار

بالاترین غلظت کلسیم و فسفر (به ترتیب به میزان 2/47 و 0/39 درصد) و حداکثر میزان آهن و مس از کاربرد توأم 500 گرم میکوریزا، 500 گرم کود مرغی و محلولپاشی کلسیم به ازا هر درخت به دست آمد.

جدول 7- اثرات کاربرد توأم میکوریزا، کود دامی و محلولپاشی کلسیم بر غلظت برخی عناصر در برگ‌های انار

تیمارها	کلسیم	فسفر	آهن	مس
	درصد		میکروگرم بر گرم	
M0P0Ca0 (عدم مصرف میکوریزا ، کود مرغی و کلسیم)	1/21 i	0/17 g	107 k	16/21 g
M0P0Ca1 (فقط محلول‌پاشی کلسیم)	1/40 f	0/18 fg	951 l	17/64 f
M0P250Ca0 (فقط مصرف 250 گرم کود مرغی)	1/45 e	0/19 f	108 j	16/48 g
M0P250Ca1 (250 گرم کود مرغی + محلول‌پاشی کلسیم)	1/44 e	0/24 e	120 h	18/10 e
M0P500Ca0 (فقط مصرف 500 گرم کود مرغی)	1/60 b	0/27 d	126 g	17/26 f
M0P500Ca1 (500 گرم کود مرغی + محلول‌پاشی کلسیم)	1/61 b	0/25 e	149 c	19/57 d
M500P0Ca0 (مصرف 500 گرم میکوریزا)	1/28 g	0/28 d	131 f	19/77 d
M500P0Ca1 (میکوریزا و محلول‌پاشی کلسیم)	1/51 d	0/27 d	117 i	21/78 b
M500P250Ca0 (میکوریزا و 250 گرم کود مرغی)	1/55 c	0/34 b	133 e	19/67 d
M500P250Ca1 (میکوریزا و 250 گرم کود مرغی +محلول‌پاشی)	1/55 c	0/32 c	147 d	21/85 b
M00P500Ca0 (میکوریزا و 500 گرم کود مرغی)	1/24 h	0/35 b	156 b	20/85 c
M500P500Ca1 (میکوریزا + 500 گرم کود مرغی + محلول‌پاشی)	2/47 a	0/39 a	184 a	22/85 a

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

بحث و نتیجه‌گیری

کاربرد میکوریزا در مقایسه با شاهد باعث افزایش معنی‌دار 32 درصدی عملکرد هر درخت، افزایش معنی‌دار 17 درصدی متوسط وزن 5 میوه و افزایش 22/9 و 30 درصدی وزن پوست و وزن دانه شد. علاوه بر این در اثر کاربرد میکوریزا غلظت عناصر غذایی در برگ افزایش یافت. اثر میکوریزا بر غلظت پتاسیم، فسفر و مس برگ معنی‌دار بود و سطح 500 گرم میکوریزا با اختلاف معنی‌داری در بالاترین گروه آماری قرار گرفت. کاربرد میکوریزا بر غلظت آهن برگ اثر معنی‌داری نداشت. نتایج نشان دهنده افزایش به ترتیب 15 ، 9/5، 1/4 و 0/7 درصدی غلظت عناصر پتاسیم، فسفر، آهن و مس برگ درخت در اثر افزایش مقدار 500 گرم میکوریزا در هر درخت بود. میکوریزی شدن عامل افزایش جذب تعدادی از عناصر مهم غذائی مانند فسفر است. از بین عناصر کم مصرف، عنصر روی از مهمترین عناصری است که جذب آن تحت تأثیر میکوریزی شدن قرار می‌گیرد. جذب بسیاری از عناصر غذائی از جمله عنصر روی، ارتباط زیادی با مورفولوژی ریشه دارد، به طوریکه حجمی از خاک که توسط ریشه اشغال می‌شود، مهمترین عامل در تعیین مقدار جذب عناصر است.

در مورد این عناصر، فراهمی مکانی (spatial availability) عناصر با افزایش طول وانشعابات ریشه بهبود پیدا می‌کند. به همین دلیل ارتباط نزدیکی بین مورفولوژی ریشه و جذب عنصر روی مشاهده شده است. بررسی‌ها نشان داده است که قارچ‌های میکوریزی قادر به تولید و آزاد سازی هورمون‌های گیاهی از جمله سیتوکینین‌ها می‌باشند که می‌توانند بر رشد گیاهان تاثیر بگذارند و این تأثیر مستقل از اثر این همزیستی روی جذب عناصری مانند فسفر است. با توجه به اینکه هورمون‌هائی مانند سیتوکینین رشد ریشه را شدیدا تحت تأثیر قرار می‌دهند، این احتمال وجود دارد که میکوریزی شدن جذب عناصر را از طریق تغییر در مورفولوژی ریشه متأثر سازند. 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 میکوریزاها 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. یوشا و همکاران (2004) نیز به نقش تلقیح میکوریزایی در جذب فسفر و افزایش عملکرد ماده خشک گیاه رازیانه اشاره کرده‌اند. تحقیقات نشان داده‌است که بیشتر عناصر غذایی از جمله فسفر، نیتروژن، پتاسیم، مس، گوگرد، کلسیم و آهن توسط سیستم میکوریزایی جذب و به گیاه منتقل می‌شوند. مکانیسم جذب از طریق افزایش حجم خاک قابل دسترس توسط ریسه‌های قارچ است (دیوپ و همکاران، 2003). جذب برخی عناصر غذائی از جمله روی، ارتباط زیادی با مورفولوژی ریشه دارد. با توجه به اینکه هورمون‌هائی مانند سیتوکینین، رشد ریشه را شدیدا تحت تأثیر قرار می‌دهند، این احتمال وجود دارد که میکوریزی شدن جذب عناصر را از طریق تغییر در مورفولوژی ریشه متأثر سازد (دیوپ و همکاران، 2003).

افزایش کود مرغی باعث افزایش عملکرد محصول نسبت به شاهد بدون کود مرغی به ترتیب به میزان 14 و 25 درصد برای تیمارهای 250 و 500 گرم کود شد. افزایش کود مرغی از 250 به 500 گرم باعث افزایش 10 درصد عملکرد در هر درخت شد. روند تغییرات وزن پوست میوه در برابر افزایش کود مرغی نزولی بود. وزن پوست میوه در اثر استفاده از کود مرغی به میزان 250 و 500 گرم در هر درخت به ترتیب 25 و 27 درصد کاهش یافت. این دو تیمار از لحاظ وزن پوست میوه در یک گروه آماری قرار گرفتند. متوسط افزایش وزن دانه در هر میوه با افزایش مقدار کود مرغی صعودی بود. با افزایش کود مرغی متوسط وزن دانه در هر میوه به ترتیب 5 و 17 درصد افزایش یافت. نسبت پوست به دانه میوه در اثر افزایش میزان کود مرغی کاهش یافت. این میزان کاهش برای 250 و 500 کیلوگرم کود مرغی در هر درخت به ترتیب برابر 13 و 30 درصد بود. نتایج مشابهی توسط امیری و فلاحی (2009) بر روی سیب، لئونل و تچیو (2009) بر روی انجیر، بلدی و همکاران (2010) بر روی هلو و هالمن (2012) بر روی گوجه فرنگی و گزارش شده است. 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 (امیری و فلاخ، 2009). سلیک و همکاران (2004) افزایش عملکرد کدو را در اثر کود دامی را به بهبود خواص فیزیکی خاک و ذخیره رطوبت توسط این کودها نسبت می‌دهند.

محلول‌پاشی کلرید کلسیم باعث افزایش معنی‌دار عملکرد هر درخت به میزان 10/4 درصد نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی شد. این میزان افزایش برای وزن میوه 5 درصد، وزن پوست 22/8 درصد، وزن دانه 3 درصد و قطر میوه 5/7 درصد بود. اثر محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر غلظت پتاسیم، فسفر و مس برگ معنی‌دار بود و

محلول‌پاشی به میزان 5 گرم در لیتر کلرید کلسیم با اختلاف معنی‌دار آماری در بالاترین گروه آماری قرار گرفت. نتایج نشان دهنده افزایش به ترتیب 19 ، 7، 7/5 و ۱۰،۴و 14 درصدی غلظت عناصر پتاسیم، فسفر، آهن و مس منگنز و روی در برگ درخت در اثر محلول‌پاشی با کلرید کلسیم دربرگ درخت بود. نشان داده شده است که تغذیه درختان یکی از عوامل مهم بر درصد تشکیل میوه می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین تغییرات در اثر افزایش کلسیم در پوست میوه اتفاق افتاد، با توجه تحقیقات انجام شده قبلی افزایش میزان کلسیم باعث سفتی بافت میوه و مقاومت میوه در برابر صدمات فیزیکی ناشی از حمل و نقل و انبار مانی بهتر میوه می‌شود (حسینی فرهی و همکاران، 1387). پورآذرنگ و مسکوتی (1998) علت این امر را به پوست ضخیم تر میوه ارتباط می دهند. دولتی بانه و همکاران (1381) نیز گزارش نمودند که افزایش در میزان کلسیم میوه باعث می‌شود که فعالیت آنزیم‌های هیدرولیـــز کننده ترکیبات پکتینی کاهش یابد و د ر نتیجه فرآیند نرم شدن بافت میوه به تأخیر می‌افتد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که کاربرد میکوریزا، کود مرغی و محلواپاشی کلسیم در افزایش تولید انار بسیار مؤثر است. بالاترین عملکرد انار در هر درخت (24/04 کیلوگرم در درخت) از کاربرد توام 500 گرم میکوریزا، 500 گرم کود مرغی در هر درخت محلول‌پاشی کلسیم به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد، 42/6 درصد افزایش عملکرد داشت. با توجه به یکساله بودن آزمایش، حصول نتایج قابل اطمینان‌تر نیاز به بررسی بیشتر دارد.

فهرست منابع:

1. امامی، ع. 1375. روش‌های تجزیه گیاه (جلد اول). نشریه فنی شماره 982. مؤسسه تحقیقات آب و خاک. تهـران، ایـران. 128 صفحه.
2. آمارنامه کشاورزی. 1395. جلد اول محصولات زراعی سال زراعی 94-93. مرکز فناوری اطلاعـات و ارتباطـات وزارت جهاد کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فنـاوری اطلاعـات و ارتباطـات، تهـران، ایران.
3. حسنی، م.، ز.، زمانی، غ. ر. ثواقبی و س. ج. طباطبایی. 1392. اثر اوره و کود گاوی بر غلظت مواد غذایی برگ، عملکرد و کیفیت میوه انار (*Punica granatum L.*). مجله تولید گیاهی. جلد 20، شماره 2. صفحه های 2020-2013.
4. حسینی فرهی، م.، ع. ح. ابوطالبی، خ. ب. پناهی کرد لاغری. 1387. بررسی تغییرات سفتی بافت میوه سـیب رد و گلـدن دلیشز پس از برد اشت با توجه به نوع پایه، رقم و تیمار کلرید کلسیم. مجله پژوهش و سازندگی در زراعـت و باغبـانی، شماره 87، صفخه های 79-74.
5. دانشیان ، ج .، م.، یوسفی، و م.، علیمحمدی. 1389. تأثیر کود دامی و قارچ میکوریزا بر عملکرد میوه دانـه کـدوی تخـم کاغذی در شرایط تنش کم ابی . فصل نامه علمی – پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی . دوره 2، شماره 3 ،136-146.
6. دولتی بانه، ح.، ع. حسنی، ع. مجیدی، ش. زمردی و م.ج. ملکوتی. 1381. اثرات غلظت و تعداد دفعـات پاشـش کلریـد کلسیم بر سفتی و ذخیره سازی سیب سرخ در ارومیه. مجله علوم کشاورزی. صفحه های 57-54.
7. صادقی‌پور مروی، م. 1390. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی اثر مقادیر مختلف کود حیوانی و نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی اسفناج. موسسه تحقیقات خاک و آب.
8. علی‌احیایی، م. و ع. ا.، بهبهانی زاده. 1373. شرح روش‌های تجزیهٔ شیمیایی خاک، جلد 1، نشریه شـماره 893. موسسـهٔ تحقیقات خاک و آب تهران، ایران، 128 صفحه.
9. ملکوتی، م. ج. و م. ن.، غیبی. 1379. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی مؤثر در خاک، گیاه و آب (چاپ دوم با بـازنگری کامل) در کشور. نشر آموزش کشاورزی سازمان تات، وزارت کشاورزی، کرج، ایران.

10. 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 Plant Nutrition, 32: 610-617.
11. Aquino, S.D., Palma, A., Fronteddue, F., and Tedde, M. 2004. Effects of preharvest and postharvest calcium reatments on chilling injury and decay of cold stored Fortune mandarins. 5th International Congress on ference Post harvest-Verona.
12. Baldi, E., Toselli, M., 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.
13. Bompadre, M.J., Fernandez Bidondo, L., Silvani, V.A., Colombo, R.P., Pergola, M., Padro, A.G and Godes, A.M. 2015. Combined effects of arbuscular mycorrhizal fungi and exogenous cytokinins on pomegranate (Punica granatum) under two contracting water availability conditions. Symbiosis, 65:55-63.
14. Celik, I., Ortas, I., and Kilic, S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. 2004. Soil and Tillage Research, 78 (1): 59-67
15. 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.
16. Gee, G. W., and Bauder, J. W. 1986. Particle-size analysis. In: Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods, Klute, A. (Ed.). Soil Science Society. American, and American Societh of Agronomy. Madison, WI. pp. 383-410.
17. Gonzaga da Silva, L., Martines, L.M., and Barbosa da Silva, F.S. 2015. Arbuscular mycorrhizal symbiosis in the maximization of the concentration of foliar biomolecules in pomegranate (Punica granatum L.)Seedlings .Journal of Medicinal Plant Research, 8: 953-957.
18. Grant, C.A., Petersond, G.A., and Capbell, C.A. 2002. Nutrient consideration for diversified cropping systems in the northern great plains. Agronomy Journal 94:186198-.
19. Grantely, R., Chaplin, S., and Scott, K. J. 1980. Association of Calcium in chilling injury susceptibility of stored Avocados. Horticulture Science.15(4):514-515
20. 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.
21. Hoda, A.K. and Hoda, S.H.A. (2013). Cracking and fruit quality of pomegranate (Punica granatum L.) as affected by pre-harvest sprays of some growth regulators and mineral nutrients. J. Hort. Sci. Ornam. Plants, 5(2): 71-76.
22. Kishor, S., Maji, S., Govind, Yadav, R., Meena, K. R. and Kumar, A. (2016). Influence of plant bio-regulators and chemicals on yield and fruit quality of young pomegranate (Punica granatum L.) cv. BHAGWA. Environ. Ecol., 34(4D): 2566-2570.
23. Korkmaz, N. and Askin, M.A. (2015). Effects of calcium and boron foliar application on pomegranate (Punica granatum L.) fruit quality, yield, and seasonal changes of leaf mineral nutrition. Acta Hort., 1089: III International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits.
24. Leonel, S., and Tecchio, M.A. 2009. Cattle manure fertilization increases fig yield. Science Agriculture, 66(6): 806-811.
25. Lindsay, W. I., and Norvell, W. A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Science Society of America Journal. 42: 421- 448.
26. Loeppert, R. H., and Suarez, D. L. 1996. Carbonate and gypsum. In: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods, Sparks, D. L. (Ed.). Soil Science Society of America and America Society Agronomy, Madison, WI. pp. 437-474.

27. Magi, S., Yaday, A., and Meena, K.R. 2017. Effect of calcium and boron on growth, yield and quality of pomegranate (Punica granatum L.). Internation Journal of Plant Sciences. 12(2): 108-113.
28. Nelson, D. W., and Sommers, L. E. 1996. Total carbon, organic carbon,and organic matter. In: Methods of Soil Analysis part 3: Chemical methods, Sparks, D. L. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. and Am. Soc. Agro., Madison, WI. pp. 961-1010.
29. Pekmezci, M., and Erkan, M. 2003. Pomegranate. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, Turkey.
30. Pour Azarang, H., and Maskouti, A. 1994. Effect of calcium chloride on the quality maintaining of apples varieties stored at ambient conditions (20+2). Agricultural Sciences and Technology Journal. 7: 10-16.
31. Rhoades, J. D. 1996. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids, In: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods, Sparks, D. L. (Ed.). Soil Science Society American. and American Society Agronomy. Madison, WI. pp. 417-435.
32. Sharma, A. K. 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India. 407 pp.
33. Singh, N.N., Singh, S.K., Singh, A.K., Meshram, D.T., Suroshe, S.S., and Mishra, D.C. 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi induced hardening of micropropagated pomegranate (Punica granatum L.) plantlets. Scientia Horticulture, 136:122-127.
34. 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.
35. Summer, M. E., and Miller, W. P. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficient. In: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods, Sparks, D. L. (Ed.). Soil Sci. Soc. Am. & Am. Soc. Agronomy, Madison, WI. pp. 1201–1230.
36. Swift, C. E. 2004. Mycorrhiza and soil phosphorus levels. Area Extension Agent, http://www.colostate.edu/Depts/CoopExt/TRA/PLANTS/Mycorrhiza.
37. Thomas, G. W. 1996. Soil pH and soil acidity. In: Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods. Sparks, D. L., (Ed.). Soil Science Society of America & America Society Agronomy, Madison, WI. pp. 475-490.
38. Usha, K., Mathew, R., and Singh, B. 2004. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on growth, nutrient uptake and yield of Foeniculum vulgar. Karnataka Journal of Horticulture, 1(1): 56-60.
39. Watanabe, F. R., and Olson, S. R. 1965. Test of an ascorbic acid methods for determining phosphorus in water and NaHCO3 extracts from soil. . Soil Science Society of America proceeding. 29:677-678.

Effects of Mycorrhiza, Chicken Manure Pellet, and Calcium Foliar Application on Pomegranate (*Punica granatum L.*) Fruit Yield and Leaves Nutrient Elements

A. H. Ziaeyan[1], M. S. Ghorbani, and F. Rajali

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

MSc., Department of Soil Science, Islamic Azad University, Darab, Iran; E-mail: M.ghorbani9294@gmail.com

Associate Professor, Soil and Water Research Institute, AREEO, Karaj, Iran; E-mail: Frejali@yahoo.com

Received: May, 2018 and Accepted: August, 2018

Abstract

In order to study the effects of mycorrhizal inoculation, chicken manure pellet, and calcium foliar application on the fruit yield and contents of nutrient elements in leaves of pomegranate (*Punica granatum L.*), a factorial experiment with a randomized complete block design with three replications was conducted in 2013, in a pomegranate garden in Darab County, Iran. Treatments included two levels of 0 and 500 g.tree^{-1} mycorrhiza, three levels of 0, 250, and 500 g.tree^{-1} chicken manure pellet and foliar spray of calcium at two levels of without and twice foliar spray of 5% calcium chloride. Mycorrhiza and chicken manure pellet were used before flowering while foliar calcium was applied before and after flowering. The results showed that the main effects of mycorrhizal inoculation, foliar application of calcium, and chicken manure pellet application were significant on most of the studied characteristics. The highest yield of fruits, i.e. 24 kg per tree (42% more than the control), the highest average weight of fruits, kernel weight, and maximum concentration of calcium, phosphorus, iron and copper were obtained from combined application of 500 g mycorrhiza, 500 g of chicken manure pellet, and foliar application of calcium. Based on the results, combined application of calcium foliar spray, 500 g mycorrhiza and 500 g of chicken manure pellet can be recommended in similar conditions. However, since this experiment was carried out in one year, further investigation is needed to achieve results that are more reliable.

Keywords: Biofertilizres, Chemical fertilizers, Microorganisms, Organic fertilizer

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