تأثیر پتاسیم و عناصر کم مصرف بر عملکرد کمی و کیفی درختان پرتقال در شمال خوزستان

شهرام کیانی، محمد جعفر ملکوتی و مهرداد شهابیان[1] *

چکیده

به منظور مطالعه تأثیر مصرف پتاسیم و عناصر کم مصرف برعملکرد و بهبود کیفی میوه درختان پرتقال در شمال خوزستان آزمایشی از سال 81-1380 به مدت دو سال در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با نه تیمار و سه بلوک (هر کرت شامل یک درخت) بر روی درختان پرتقال هشت ساله رقم مارس در باغ مرکبات مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول اجرا شد. تیمارهای سال اول این تحقیق عبارت بودند از: T_1: تیمار شاهد، مصرف 1000 گرم سولفات آمونیوم به صورت پخش سطحی، T_2: مصرف1000 گرم سولفات آمونیوم به صورت پخش سطحی + 50 کیلوگرم کود حیوانی +250 گرم گوگرد پودری به صورت چالکود، T_3: T_2 + مصرف 415 گرم کلرور پتاسیم، T_4: T_2 + مصرف 500 گرم سولفات پتاسیم، T_5: T_2 + مصرف 830 گرم کلرور پتاسیم (دو برابر میزان محاسبه شده در تیمار سوم)، T_6: T_2+ مصرف 1000 گرم سولفات پتاسیم (دو برابر میزان محاسبه شده در تیمار چهارم)، T_7 : T_3 + عناصر کم مصرف (120 گرم سولفات روی + 200 گرم سولفات آهن + 200 گرم سولفات منگنز)، T_8 : T_4 + عناصر کم مصرف (مشابه تیمار هفتم)، T_9: T_2 + مصرف 250 گرم سولفات پتاسیم قبل از آغاز فصل رشد + 207/5 گرم کلرور پتاسیم به صورت سرک در اواسط فصل رشد+ عناصر کم مصرف (مشابه تیمار هفتم). در سال دوم تحقیق بر اساس نتایج حاصله از سال اول، نسبت به مصرف کودهای نیتروژنه در تمامی تیمارهای آزمایشی و محلول پاشی با کلات روی با غلظت سه در هزار در تیمارهای هفتم، هشتم و نهم اقدام گردید. نتایج نشان داد تیمارهای هفتم و هشتم به ترتیب با 37/7 و 34/7 کیلوگرم میوه به ازای هر درخت موجب افزایش معنی‌دار عملکرد در سطح پنج درصد نسبت به تیمار اول (25/2 کیلوگرم میوه به ازای هر درخت) شدند. عملکرد سایر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی داری با شاهد نداشت. محلول پاشی با کلات روی در سال دوم تحقیق اگر چه منجر به افزایش معنی‌دار غلظت روی در تیمارهای هفتم، هشتم و نهم نسبت به بقیه تیمارها گردید، اما تاثیری بر عملکرد و شاخص‌های کیفی میوه نداشت. غلظت سایر عناصر غذایی برگ و خصوصیات کیفی میوه در طول دو سال اجرای آزمایش تحت تأثیر هیچ یک از تیمارهای آزمایشی واقع نشد. با توجه به نتایج این تحقیق حد بحرانی پتاسیم برای درختان پرتقال در شمال خوزستان کمتر از 200 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک پیشنهاد می گردد.

واژه های کلیدی: پتاسیم، عناصر کم مصرف، درختان پرتقال، شمال خوزستان

مقدمه

پتاسیم بعد از نیتروژن پر مصرف‌ترین عنصری است که توسط گیاهان از خاک جذب می‌شود. هوادیدگی کانیهای حاوی پتاسیم و تداوم مصرف کودهای پتاسه از عوامل موثر در ورود پتاسیم به بخش قابل دسترس بوده و برداشت توسط گیاه از جمله عوامل موثر در کاهش میزان پتاسیم قابل استفاده خاک می‌باشد. بر اساس نتایج تحقیقات موسسه تحقیقات خاک و آب در بعضی مناطق نظیر

1- به ترتیب دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس، استاد دانشگاه تربیت مدرس و عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران.

* وصول: 83/7/4 و تصویب: 84/6/7

سواحل دریای خزر، شمال خوزستان، حاشیه زاینده‌رود و باغهای جیرفت میزان پتاسیم قابل استفاده به دلیل تداوم بهره‌برداری و عدم رواج مصرف کودهای پتاسیمی به نحو بارزی کاهش یافته است (ملکوتی، 1379). به همین ترتیب بر اساس نتایج تحقیقات ملکوتی و همکاران (1379) یکی از علل کاهش تولید از دیدگاه تغذیه در باغهای مرکبات خوزستان، جهرم، جیرفت و مازندران کمبود پتاسیم می‌باشد.

پتاسیم توسط میوه مرکبات بیش از هر عنصر دیگری جذب و مقادیر بالای پتاسیم منجر به افزایش میزان پتاسیم در آب میوه مرکبات می‌شود (Koo,1985). تغذیه پتاسیم در مرکبات بر روی عملکرد، اندازه میوه، ضخامت پوست (Rind) و رنگ میوه تأثیر می‌گذارد. افزایش عملکرد عمدتاً به دلیل کاهش ریزش میوه در پاییز و افزایش اندازه میوه می‌باشد. پتاسیم همچنین موجب افزایش میزان اسید آسکوربیک (ویتامین C) و اسید سیتریک در عصاره میوه می‌شود. علاوه بر آن، پتاسیم بر سایر خصوصیات کیفی میوه از قبیل نسبت اسید/قند و میزان جامدات محلول تأثیر دارد (Koo,1985). کاربرد پتاسیم منجربه کاهش Granulation میوه می‌شود. این عارضه موجب سخت و خشک شدن کیسه‌های عصاره در میوه گردیده و باعث افت کیفی میوه می‌گردد. در نتیجه کاربرد پتاسیم این عارضه در میوه مرکبات کاهش می‌یابد (Imas,1999). Bhargava و همکاران (1993) گزارش کردند که محلول پاشی پتاسیم میزان Granulation میوه را در ماندرین از 74 درصد به 50 درصد کاهش داد. همچنین بعضی از ناهنجاریهای میوه تحت شرایط پتاسیم پایین و بالا بودن نسبت نیتروژن به پتاسیم رخ می‌دهند که این امر منجر به کاهش قابلیت بسته بندی و حمل و نقل میوه می‌گردد (Tucker و همکاران، 1994). ترک خوردگی میوه (Fruit Creasing) از جمله ناهنجاریهایی است که تحت شرایط کمبود پتاسیم ایجاد شده و باعث افت شدید کیفیت میوه می‌شود (Imas,1999).

Reese و Koo (1974) در آزمایشی بر روی درختان پرتقال ارقام Hamlin، Pineapple و Valencia کاهش جامدات محلول، افرایش وزن میوه، افزایش عملکرد و بالا رفتن میزان اسیدیته عصاره میوه را در نتیجه افزایش میزان پتاسیم مصرفی گزارش کردند. این محققین همچنین اظهار داشتند افزایش میزان پتاسیم مصرفی تأثیری بر حجم شاخ و برگ درختان نداشته است. اما ترک خوردگی میوه (Fruit Creasing) در تیمارهایی که مقادیر پایین پتاسیم در ترکیب با مقادیر بالای نیتروژن به کار رفته بودند، به طور معنی‌داری بالاتر بود. Bhargava و همکاران (1993) واکنش درختان پرتقال را نسبت به مقادیر صفر، 200 و 400 گرم K_2O برای هر درخت بررسی کرده و عنوان داشتند که با افزایش پتاسیم مصرفی عملکرد، وزن میوه، درصد عصاره، کل جامدات محلول و میزان ویتامین C میوه افزایش یافت.

موسسه پتاس - فسفات آمریکا در آزمایشات خود به منظور تعیین اثر سطوح مختلف پتاسیم بر درختان مرکبات گزارش کرد که با افزایش میزان پتاسیم مصرفی از صفر تا 200 کیلوگرم در هکتارحجم قسمت هوایی درختان گریپ فروت و غلظت پتاسیم در برگ آنها افزایش یافت (PPI,2000). غلظت مطلوب پتاسیم در برگهای درختان پرتقال در نمونه برداری تیرماه 1/2 تا 3/0 درصد گزارش شده است (Jones و همکاران، 1991). همین موسسه در آزمایش دیگری بر روی درختان مرکبات دو مزرعه با میزان پتاسیم قابل استفاده 48/3 تا 90/5 میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کرد که تیمار مطلوب در هر دو مزرعه با کاربرد عناصر غذایی $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ با ترکیب 1/2-0/6-1/2 کیلوگرم برای هر درخت به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد منجر به افزایش عملکردی تا 1/9 تن در هکتار (در مزرعه با پتاسیم قابل استفاده 48/3 میلی گرم در کیلوگرم) و 2/2 تن در هکتار (در مزرعه دیگر با پتاسیم قابل استفاده 90/5 میلی‌گرم در کیلوگرم) گردید. کاربرد منیزیم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد نداشت اما منجربه افزایش کیفیت مرکبات در نتیجه افزایش اندازه میوه و میزان قند آن گردید. همچنین در این تحقیق مشخص گردید که دو عنصر روی و بُر به عنوان عوامل تغذیه‌ای محدودکننده در دستیابی به عملکرد مطلوب نقش دارند (PPI,2000). از میان کودهای پتاسه کلرید پتاسیم دارای 60 درصد K_2O بوده و به دلیل حلالیت بسیار خوب آن قابلیت مصرف به صورت تقسیطی همراه با آب آبیاری در مزارع را دارد (ملکوتی و متشرع زاده، 1379). Swietlik (1998) در آزمایشی به منظور بررسی تأثیر کود آبیاری (Fertigation) یا محلول پاشی پتاسیم بر روی درختان گریپ فروت گزارش کرد که علیرغم بروز خشکسالی کاربرد پتاسیم اثر مثبتی بر اندازه میوه داشت. به طوری که کودآبیاری با کلرید پتاسیم از مارس تا ژوئن یا سه بار محلول پاشی با نیترات پتاسیم در ماههای آوریل، می و ژوئن عملکرد و اندازه میوه را افزایش داد.

عناصر کم مصرف از دیگر عناصر مورد نیاز درختان مرکبات می‌باشند. بر اساس تحقیقات انجام شده توسط گندمکار و همکاران(1380) در باغهای مرکبات شمال خوزستان کمبود شدید روی و همچنین کمبود متوسط آهن و منگنز دیده می‌شود. گندمکار (1383) در

بررسی تیمارهای مختلف حاوی روی عنوان کرد که تیمار 300 گرم سولفات روی به همراه 30 کیلوگرم کمپوست کود دامی به صورت چالکود با متوسط 51/4 درصد افزایش عملکرد، موثرترین روش استفاده از سولفات روی در تغذیه مرکبات شمال خوزستان است. استفاده از سولفات آهن به صورت چالکود و یا محلول‌پاشی نیز منجر به افزایش عملکرد درختان پرتقال در شمال خوزستان گردیده است. به طوری که استفاده از این دو راهکار به عنوان روشهایی موثر و قابل رقابت با سکوسترین آهن جهت رفع کلروز آهن و افزایش عملکرد درختان پرتقال عنوان شده است (گندمکار و شهابیان، 1382). کاربرد مواد آلی به تنهایی و یا به همراه عناصر کم مصرف در درختان مرکبات نیز منجر به افزایش عملکرد گردیده است. بر اساس نتایج تحقیقات گندمکار (1382) تیمارکود دامی به همراه عناصر کم مصرف و یا به تنهایی به ترتیب با 118 و 116 کیلوگرم میوه به ازای هر درخت نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار گردیده است. با توجه به اثرات مثبت پتاسیم و عناصر کم مصرف در افزایش عملکرد و بهبود کیفی میوه مرکبات این آزمایش به منظور بررسی اثرات مقادیر و منابع مختلف پتاسیم و همچنین عناصر کم مصرف بر عملکرد کمی و کیفی درختان پرتقال رقم مارس در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول اجرا شد.

مواد و روشها

این تحقیق به صورت طرح بلوکهای کامل تصادفی با نه تیمار و سه بلوک (هر کرت شامل یک درخت) در باغ مرکبات مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول بر روی درختان پرتقال هشت ساله رقم مارس به مدت دو سال در طی سالهای زراعی 82-1380 اجرا شد. درختان مورد آزمایش با تراکم 277 درخت در هر هکتار کاشته شده‌اند که در نتیجه پیوند رقم مارس بر روی پایه ولک حاصل شده‌اند. بعد از انتخاب قطعه باغ دو نمونه خاک از اعماق 30-0 و 60-31 سانتیمتری تهیه و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آنها در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. همچنین نمونه‌گیری آب آبیاری در طول دوره رشد انجام و خصوصیات شیمیایی آن در آزمایشگاه تعیین گردید (علی احیایی و بهبهانی زاده، 1372). تیمارهای آزمایشی سال اول تحقیق عبارت بودند از T_1: تیمار شاهد، مصرف 1000 گرم سولفات آمونیوم به صورت پخش سطحی، T_2: مصرف1000 گرم سولفات آمونیوم به صورت پخش سطحی + 50 کیلوگرم کود حیوانی +250گرم گوگرد پودری به صورت چالکود، T_3: T_2 + مصرف 415 گرم کلرور پتاسیم، T_4 : T_2 + مصرف 500 گرم سولفات پتاسیم، T_5: T_2 + مصرف 830 گرم کلرور پتاسیم (دو برابر میزان محاسبه شده در تیمار سوم)، T_6: T_2+ مصرف 1000 گرم سولفات پتاسیم (دو برابر میزان محاسبه شده در تیمار چهارم)، T_7 : T_3 + عناصر کم مصرف (شامل120 گرم سولفات روی + 200 گرم سولفات آهن + 200 گرم سولفات منگنز)، T_8 : T_4 + عناصر کم مصرف (مشابه تیمار هفتم)، T_9: T_2 + مصرف 50 درصد پتاسیم محاسبه شده در تیمارسوم (250 گرم سولفات پتاسیم) قبل از آغاز فصل رشد + باقیمانده پتاسیم (207/5 گرم کلرور پتاسیم) به صورت سرک در اواسط فصل رشد + عناصر کم مصرف (مشابه تیمار هفتم).

کلیه کودهای شیمیایی به غیر از نیتروژن و 50 درصد پتاسیم باقیمانده در تیمار نهم با کود دامی (50 کیلوگرم کود حیوانی پوسیده) مخلوط شده و قبل از آغاز فصل رشد (21 بهمن 1380) در درون سه چاله که درانتهای سایه‌انداز درخت در رئوس یک مثلث حفر شده بودند، قرار داده شد. قطر چاله‌ها بین 30 تا50 سانتیمتر و عمق آنها بسته به عمق پراکنش ریشه‌های درخت بین 40 تا 50 سانتیمتر بود. نیتروژن مصرفی در کلیه تیمارهای آزمایشی به صورت تقسیطی و در دو مرحله (یک دوم قبل از آغاز فصل رشد (21 بهمن 1380) و یک دوم باقیمانده در اوایل مهرماه (7 مهرماه 1381) به صورت پخش سطحی در سایه انداز درختان مصرف گردید. در ضمن کلرور پتاسیم باقیمانده در تیمار نهم (207/5 گرم کلرور پتاسیم برای هر درخت) در اوایل مهرماه به صورت پخش سطحی مصرف گردید. لازم به ذکر است با توجه به میزان مطلوب فسفر قابل استفاده در خاک باغ محل اجرای آزمایش (14/7 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) از کودهای فسفاته در تیمارهای آزمایشی استفاده نگردید. در سال دوم تحقیق بر اساس نتایج حاصل از سال اول مبنی بر پایین بودن غلظت نیتروژن برگ از حد مطلوب 3/5-2/2 درصد وزن خشک برگ نسبت به مصرف کودهای نیتروژنه به میزان 2000 گرم سولفات آمونیوم برای هر درخت به صورت تقسیطی (یک دوم قبل از آغاز فصل رشد (اسفندماه 1381) و یک دوم باقیمانده در اوایل مهرماه 1382) اقدام گردید. همچنین با توجه به نتایج سال اول، مبنی بر کمبود روی در تیمارهای آزمایشی نسبت به محلول پاشی با کلات روی (Zn-EDTA) با غلظت سه در هزار در تیمارهای حاوی عناصر کم مصرف (تیمارهای هفتم، هشتم و نهم) اقدام گردید. پ‌هاش محلول مورد استفاده 7/4 و محلول پاشی تا شستشوی کامل درختان انجام شد.

در اوایل شهریورماه هر سال اجرای آزمایش تعداد 100 برگ بالغ (بدون دمبرگ) از قسمت میانی شاخه‌های غیر بارده رشد بهاره هر تیمار جمع‌آوری و غلظت عناصر

غذایی پس از آماده‌سازی نمونه‌ها در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد (امامی، 1375). در اوایل آبانماه هر سال میوه‌های هر درخت برداشت شده و ضمن اندازه‌گیری عملکرد خصوصیات کیفی میوه شامل وزن تک میوه، درصد پوست، درصد تفاله، درصد عصاره، درجه بریکس، ویتامین C و اسید سیتریک اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل نتایج دو ساله طرح توسط نرم‌افزار MSTATC انجام و برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

در جدولهای یک و دو به ترتیب ویژگیهای فیزیکوشیمیایی خاک و نتایج مربوط به تجزیه آب آبیاری باغ مورد آزمایش آمده است. جدول یک نشان می‌دهد که خاک بدون محدودیت شوری بوده و دارای بافت نسبتاً سنگین می‌باشد. میزان فسفر و مس در عمق 30-0 سانتیمتری خاک در حد مطلوب و آهن و منگنز نسبتاً پایین است. همچنین آب آبیاری مورد استفاده بدون محدودیت شوری و سدیم بود (جدول دو).

تأثیر تیمارهای مختلف بر عملکرد درختان پرتقال

نتایج حاصل از آنالیز واریانس مرکب عملکرد درختان پرتقال نشان داد که این عامل به طور معنی‌داری در سطح پنج درصد تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول سه). در این میان تیمارهای دوم و هفتم به ترتیب با 24/7 و 37/7 کیلوگرم میوه به ازای هر درخت کمترین و بیشترین مقادیر عملکرد را به خود اختصاص دادند. بعد از تیمار هفتم، تیمار هشتم با 34/7 کیلوگرم میوه به ازای هر درخت در رتبه دوم عملکرد قرار گرفت که البته تفاوت معنی‌داری با تیمار هفتم نشان نداد. عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای هفتم و هشتم نشاندهنده آنست که بین کلرور پتاسیم و سولفات پتاسیم تفاوت معنی‌داری وجود نداشته و هر دو در صورت استفاده با عناصر کم مصرف منجر به افزایش عملکرد شده‌اند. همچنین بین تیمار اول و دوم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تفاوت بین این دو تیمار در شیوه مصرف کود بود که در تیمار دوم صرفنظر از کودهای نیتروژنه، گوگرد پودری به همراه کود حیوانی با استفاده از روش چالکود مصرف گردید. این بدین معناست که مصرف گوگرد پودری به همراه کود حیوانی با استفاده از روش چالکود نسبت به تیمار اول برتری نشان نداده و تأثیری بر عملکرد نداشته است.

مصرف کودهای پتاسه از منبع کلروره ویا سولفاته در تیمارهای سوم و چهارم و یا دو برابر آن در تیمارهای پنجم و ششم منجر به تغییر معنی‌دار عملکرد نگردید. اما با مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف در تیمارهای هفتم و هشتم عملکرد نسبت به سایر تیمارها افزایش یافت. در حقیقت افزایش عملکرد در تیمارهای هفتم و هشتم نسبت به تیمارهای اول تا ششم، احتمالاً یا به دلیل تأثیر عناصر کم مصرف و یا اثرات جمعی عناصر کم مصرف و پتاسیم بوده است. عدم واکنش معنی‌دار درختان آزمایشی نسبت به مصرف مقادیر مختلف پتاسیم (تیمارهای سوم، چهارم، پنجم و ششم) را احتمالاً می‌توان به بالا بودن میزان پتاسیم قابل استفاده خاک (198 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) نسبت دادکه البته مقادیر غلظت پتاسیم برگ (جدول چهار) چنین امری را تایید می‌کند. مشابه چنین حالتی را می‌توان در عدم واکنش درختان مرکبات در برزیل نسبت به مصرف کودهای پتاسیم مشاهده نمود (Rodriguez و Moreira ،1969). عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مصرف کود پتاسیم بر اساس دو برابر (تیمارهای پنجم و ششم) نسبت به تیمارهای سوم و چهارم ضرورت اجتناب از مصرف بی رویه کودهای شیمیایی را متذکر می‌شود. عملکرد تیمار نهم تفاوت معنی‌داری را با تیمارهای اول و دوم نشان نداد که این امر نشاندهنده عدم کارایی مصرف کودهای پتاسه به صورت سرک می‌باشد. دلیل آن را می‌توان احتمالاً به تثبیت پتاسیم مصرفی در لایه‌های روئی خاک و عدم انتقال آن به اعماق پایین تر یعنی ناحیه جذب مواد غذایی توسط ریشه‌های درختان پرتقال نسبت داد.

تأثیر تیمارهای مختلف بر غلظت عناصر غذایی برگ

غلظت عناصر غذایی برگ نشان داد که در سال اول اجرای آزمایش غلظت هیچ یک از عناصر غذایی برگ تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (نتایج نشان داده نشده‌اند). مقایسه این نتایج با حد مطلوب آنها بر اساس استانداردهای موجود نشان داد که در تیمارهای آزمایشی کمبود عمومی نیتروژن و روی وجود داشته است. بنابراین در سال دوم تحقیق نسبت به مصرف کودهای نیتروژنه به میزان 2000 گرم سولفات آمونیوم برای هر درخت به صورت تقسیطی و محلول پاشی با کلات روی در تیمارهای حاوی عناصر کم مصرف (تیمارهای هفتم، هشتم و نهم) اقدام گردید. در سال دوم اجرای آزمایش تنها غلظت روی برگ به طور معنی‌داری در سطح یک درصد در تیمارهای محلول پاشی شده با کلات روی افزایش یافت. به طوری که غلظت روی در تیمار اول (شاهد) 21/50 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ و در تیمارهای هفتم، هشتم و نهم به ترتیب 37/84، 40/00 و 37/33 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک برگ بود (جدول چهار). افزایش معنی‌دار غلظت روی برگ مرکبات در نتیجه محلول پاشی با کودهای حاوی روی در تحقیقات گندمکار (1383) نیز گزارش شده است. با توجه به حد

مطلوب 200-25 میلی‌گرم در کیلوگرم روی در ماده خشک برگهای 7-5 ماهه درختان پرتقال مشخص می‌گردد که محلول پاشی با کلات روی توانسته است غلظت روی را در برگهای درختان پرتقال به حد مطلوب برساند. در این سال غلظت سایر عناصر غذایی برگ تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (نتایج نشان داده نشده‌اند).

نتایج حاصل از تجزیه مرکب غلظت عناصر غذایی برگ در طول دو سال اجرای آزمایش نشان داد که تنها غلظت روی برگ تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی قرار گرفته و غلظت سایر عناصر غذایی تحت تأثیر قرار نگرفته است (جدول چهار). به دلیل معنی‌دار شدن اثرات متقابل غلظت روی برگ با سال، میانگین‌ها برای غلظت روی برگ به تفکیک سالهای آزمایشی در جدول چهار آمده است. مقایسه بین غلظت عناصر غذایی برگ با حد مطلوب آنها بر اساس استانداردهای موجود نشان داد که غلظت نیتروژن در تمامی تیمارهای آزمایشی از حد مطلوب (2/2 درصد وزن خشک برگ) پایین تر بوده و احتمالاً نوعی حالت کمبود پنهان این عنصر وجود داشته است. البته این مسئله می‌تواند به دلیل اثر رقت (Dilution effect) باشد. به طوری که میانگین عملکرد درختان آزمایشی در سال اول و دوم اجرای طرح به ترتیب 24/1 و 35/2 کیلوگرم میوه به ازای هر درخت بوده است. افزایش عملکرد درختان آزمایشی در سال دوم به دلیل افزایش سن و رسیدن تولید آنها به آستانه اقتصادی می‌باشد. بنابراین علیرغم افزایش میزان نیتروژن مصرفی در سال دوم تحقیق، به دلیل افزایش عملکرد درختان آزمایشی غلظت نیتروژن برگ تحت تأثیر اثر رقت قرار گرفته و به حد مطلوب نرسیده است. مقادیر فسفر برگی، همه در حد مطلوب بوده که حاکی از توان خاک در تأمین فسفر مورد نیاز درختان پرتقال بود. با توجه به حد مطلوب 3/0-1/2 درصد وزن خشک برگ برای پتاسیم برگ مرکبات در نمونه برداری برگهای 7-5 ماهه مشخص می‌شود که غلظت پتاسیم در برگ تیمارهای آزمایشی در حد مطلوب بوده و کمبودی از این لحاظ دیده نمی‌شود. همچنین میزان آهن، منگنز و مس برگ در تیمارهای آزمایشی در حد مطلوب بود. مقادیر کلر برگ حاکی از عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای مختلف بود و کلر موجود در کود کلرور پتاسیم هیچ گونه افزایشی را در مقادیر کلر برگ ایجاد ننمود (جدول چهار).

تأثیر تیمارهای مختلف بر کیفیت میوه

نتایج مندرج در جدول پنج حاکی از آن است که هیچ یک از فاکتورهای کیفی میوه از قبیل وزن تک میوه، درصد پوست، درصد تفاله، درصد عصاره، ویتامین C (اسید آسکوربیک)، اسید سیتریک و درجه بریکس تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. به نظر می‌رسد خصوصیات کیفی میوه از نوعی ثبات نسبی برخوردار بوده و با اعمال تیمارهای کودی براحتی نمی‌توان آنها را تحت تأثیر قرار داد. این امر شاید معلول این نکته باشد که درختان میوه بر خلاف گیاهان زراعی عناصر غذایی را در قسمتهای دائمی خود ذخیره نموده و بعدا در طول مراحل توسعه مورد استفاده قرار می دهند. عدم تأثیر پذیری شاخصهای کیفی میوه از قبیل: درجه بریکس، ویتامین C، اسید سیتریک، درصد پوست، درصد عصاره و درصد تفاله در اثر اعمال تیمارهای سولفات روی در تحقیقات گندمکار (1383) نیز مشاهده شده است.

با توجه به نتایج این تحقیق مبنی بر افزایش عملکرد درختان پرتقال در نتیجه مصرف کودهای پتاسیم به همراه عناصر کم مصرف استفاده از این کودها در باغهای مشابه شرایط این تحقیق به منظور افزایش عملکرد درختان پرتقال توصیه می‌شود. در ضمن حد بحرانی پتاسیم برای درختان پرتقال در شمال خوزستان کمتر از 200 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک پیشنهاد می‌گردد. همچنین با توجه به عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین سولفات پتاسیم و کلرور پتاسیم، می‌توان در جاهایی که دارای خاک و آب غیر شور هستند از کلرور پتاسیم بجای سولفات پتاسیم استفاده نمود. مصرف سرک کودهای پتاسه به خصوص در خاکهای سنگین بافت به دلیل تثبیت سطحی پتاسیم توصیه نمی‌شود.

جدول1ـ بعضی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک باغ مورد آزمایش

عمق خاک (سانتیمتر)	هدایت‌الکتریکی (دسی‌زیمنس‌برمتر)	پ هاش کل اشباع	کربن آلی (درصد)	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس	کلاس بافتی
				قابل استفاده (میلی گرم در کیلوگرم)						
0-30	0/69	8/0	1/25	14/7	198	4/3	1/0	2/1	1/3	Clay Loam
31-60	1/10	8/0	0/53	2/4	86	6/2	0/4	2/5	1/5	Clay Loam

جدول 2ـ نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری باغ محل اجرای آزمایش

مشخصات نمونه	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	سدیم	پتاسیم	کلسیم+منیزیم	بی کربنات	کلر	سولفات	پ‌هاش
				(میلی گرم درلیتر)				
آب رودخانه دز	0/55	105	2/4	69	153	73	167	7/7

جدول 3- تأثیر تیمارهای مختلف بر عملکرد درختان پرتقال[1]

	عملکرد سال اول (kg/tree)	عملکرد سال دوم (kg/tree)	میانگین دو سال[2] (kg/tree)
T_1	21/8	28/7	25/2b
T_2	21/3	28/0	24/7b
T_3	22/3	31/5	26/9ab
T_4	20/3	34/8	27/6 ab
T_5	23/3	35/2	29/3ab
T_6	26/3	35/3	30/8ab
T_7	29/1	46/2	37/7a
T_8	26/6	42/8	34/7a
T_9	25/4	34/7	30/1ab
آزمون F	ns	ns	*

1 - ns و * به ترتیب نشاندهنده عدم وجود تفاوت معنی دار و معنی دار در سطح پنج درصد می باشد.

2 - میانگینها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشد (آزمون چند دامنه‌ای‌دانکن).

جدول4- تأثیر تیمارهای مختلف بر غلظت عناصر غذایی برگ درختان پرتقال (میانگین دو سال)[1]

تیمار	بر حسب درصد در ماده خشک گیاهی				بر حسب میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک گیاهی			
	N	P	K	Cl	Fe	Mn	Cu	Zn
								سال اول / سال دوم[2]
T_1	1/97	0/13	1/80	0/22	121/75	50/25	7/50	23/00 / 21/50b
T_2	2/11	0/12	1/86	0/21	115/08	47/50	7/17	27/50 / 26/17b
T_3	2/06	0/13	1/86	0/22	149/92	49/08	7/25	24/83 / 23/83b
T_4	2/05	0/12	1/75	0/22	135/58	45/00	7/33	24/16 / 20/17b
T_5	2/11	0/12	1/65	0/22	132/33	44/17	7/17	21/83 / 19/33b
T_6	2/08	0/12	1/77	0/24	131/00	46/75	7/50	23/33 / 24/83b
T_7	2/05	0/12	1/80	0/22	127/42	53/08	7/08	24/00 / 37/84a
T_8	2/05	0/12	2/03	0/21	120/83	50/42	7/25	23/33 / 40/00a
T_9	2/07	0/13	1/87	0/22	119/92	41/58	6/83	20/83 / 37/33a
آزمون F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns / **
حد مطلوب	2/2-3/5	0/12-0/50	1/2-3/0	---	60-150	25-200	6-25	25-200

[1] ns و ** به ترتیب نشاندهنده عدم وجود تفاوت معنی دار و معنی دار در سطح یک درصد می باشد.

[2] میانگینها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشد (آزمون چند دامنه‌ای‌دانکن).

جدول 5- تأثیر تیمارهای مختلف بر خصوصیات کیفی میوه درختان پرتقال[1]

تیمار	سال اول		سال دوم			متوسط دو سال	
	وزن میوه (گرم)	پوست	تفاله درصد	عصاره	اسید سیتریک (درصد)	اسید اسکوربیک (mg/100 ml عصاره)	درجه بریکس
T_1	121/60	24/7	34/8	40/5	0/53	49/1	8/6
T_2	128/52	28/6	35/3	36/1	0/55	48/7	8/5
T_3	124/14	25/6	35/6	38/8	0/55	49/1	8/8
T_4	129/93	27/3	36/8	35/9	0/53	47/3	8/6
T_5	129/03	26/1	34/8	39/1	0/49	48/2	8/4
T_6	125/19	26/8	37/6	35/6	0/54	50/6	8/3
T_7	130/70	28/4	36/0	35/6	0/55	48/3	8/5
T_8	136/96	26/8	33/1	40/1	0/53	45/2	8/0
T_9	127/72	26/6	32/9	40/5	0/54	47/4	8/5
آزمونF	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

[1] ns نشاندهنده عدم وجود تفاوت معنی دار می باشد.

فهرست منابع:

1. امامی، عاکفه. 1375. روشهای تجزیه گیاه (جلد اول). نشریه فنی شماره 982 ، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
2. علی احیایی، مریم و علی اصغر بهبهانی زاده. 1372 .شرح روشهای تجزیه شیمیایی خاک (جلد اول). نشریه فنی شماره 893 . موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
3. گندمکار، اکبر. 1383. اثر مقادیر و روشهای کاربرد سولفات روی بر عملکرد و کیفیت میوه درختان مرکبات خوزستان. گزارش نهایی شماره 1170. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
4. گندمکار، اکبر. 1382. اثر منابع مختلف مواد آلی و کودهای شیمیایی بر عملکرد و جذب عناصر ریزمغذی در مرکبات شمال خوزستان. گزارش نهایی شماره 82/188. مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد، دزفول، ایران.
5. گندمکار، اکبر و مهرداد شهابیان. 1382. بررسی امکان رفع کلروز آهن درختان مرکبات شمال خوزستان با روش چالکود. خلاصه مقالات سومین کنگره علوم باغبانی ایران، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران.
6. گندمکار، اکبر، عبدالمحمد دریاشناس و محمد جعفر ملکوتی. 1380. شناخت ناهنجاریهای تغذیه‌ای مرکبات شمال خوزستان(دزفول) و ارائه راه حلهای علمی کاربردی جهت افزایش کیفیت و عملکرد محصول. نشریه فنی شماره 238. نشر آموزش کشاورزی، معاونت تات وزارت کشاورزی، کرج، ایران.
7. ملکوتی، محمد جعفر. 1379. کمبود پتاسیم در تعدادی از درختان میوه به روایت تصویر و روشهای درمان آن. نشریه فنی شماره 82. نشر آموزش کشاورزی، معاونت تات وزارت کشاورزی، کرج، ایران.
8. ملکوتی، محمد جعفر و بابک متشرع زاده. 1379. مشخصات فنی کودهای شیمیایی ساخت داخل کشور در یک نگاه. نشریه فنی شماره 100. نشر آموزش کشاورزی، معاونت تات وزارت کشاورزی، کرج، ایران.
9. ملکوتی، محمد جعفر، عبدالمحمد دریاشناس، حمید رستگار، اکبر گندمکار و محمدرضا ساردوئی. 1379. شناخت ناهنجاریهای تغذیه ای مرکبات و ارائه راههای علمی کاربردی برای افزایش عملکرد و بهبود کیفیت آنها در کشور. مجله علمی پژوهشی خاک و آب. جلد 12، شماره8، ویژه نامه باغبانی، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.
10. Bhargava, B. S., H. P. Singh, and K. L. Chadha. 1993. Role of potassium in development of fruit quality. In: Advances in Horticulture, Vol. 2. Fruit crops: part

2. (eds. Chadha, K. L. and O. P. Pareek). Malhotra Publishing House, New Dehli, India.
11. Imas, P. 1999. Quality aspect of K nutrition in horticultural crops. Proceeding of the IPI-PRI-KKV Workshop on: Recent Trends in Nutrition Management in Horticultural Crops. Dapoli, Mahrashtra, India.
12. Jones, Jr., B. Wolf, and H. A. Mills. 1991. Plant analysis: A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Micro-Macro Publishing Inc. Athens, Georgia.
13. Koo, R. C. J. 1985. Potassium nutrition of citrus. In: Potassium in Agriculture(ed: Munson, R. S.). ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, U. S. A.
14. Potash & Phosphate Institute(PPI). 2000. Effect of potassium fertilizer on famous-superior citrus and potassium supplying capacity of orchard soil in Hunan province. http:\\www. ppi. com.
15. Potash & Phosphate Institute(PPI). 2000. Potassium soil test calibration and effects on fresh citrus fruit quality. http:\\www. ppi. com.
16. Reese, R. L. and R. C. Koo. 1974. Responses of “Hamlin” “Pineapple” and “ “Valencia” orange trees to nitrogen and potash applications. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, Florida, U. S. A.
17. Rodriguez, Q. and S. Moreira. 1969. Citrus nutrition - 20 years of experimental results in the state of SAO Paulo, Brazil. Proceedings of the First International Citrus Symposium, California, U. S. A.
18. Swietlik, D. 1998. Potassium increases fruit size of “Ray Ruby” grapefruit. Newsletter of Kingsville Citrus Center, Vol. 6, No. 1, University of Texas, U. S. A.
19. Tucker, D. P. H., L. G. Abrigo, T. A. Wheaton, and L. R. parsons. 1994. Tree and Fruit Disorders. Fact sheet HS-140, Horticultural Sciences Department, Institute of Food and Agriculture Sciences, University of Florida, U. S. A.