

عملکرد و ترکیب معدنی برگ و میوه کیوی در روش‌های مختلف کوددهی

طاهره رئیسی¹ و بیژن مرادی و جواد فتاحی مقدم

استادیار پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،

رامسر؛ taraiesi@gmail.com

مریی پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر؛

bmoradi2003@yahoo.com

دانشیار پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر؛

j.fattahi@areo.ir

دریافت: 95/11/25 و پذیرش: 96/3/3

چکیده

کیوی، درختی با نیاز تغذیه‌ای بالاست و برای دستیابی به عملکرد بهینه، این نیاز تغذیه‌ای باید از طریق کوددهی تأمین گردد. تحقیق حاضر با هدف مقایسه روش‌های مختلف کوددهی شامل پخش سطحی (شاهد)، چالکود و کودآبیاری به تنهایی یا در ترکیب با محلول‌پاشی بر غلظت عناصر غذایی در برگ و میوه کیوی و نیز بررسی رابطه‌ی بین ترکیب معدنی برگ و میوه کیوی با عملکرد در باغ کیوی پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری اجرا شد. نتایج نشان داد اثر روش کوددهی بر عملکرد معنی‌دار بوده و بیشترین مقدار این ویژگی در روش کوددهی کودآبیاری+محلول‌پاشی مشاهده گردید. علاوه‌براین، اثر روش کوددهی بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم در برگ و میوه کیوی معنی‌دار بوده و نیز با کاربرد محلول‌پاشی در همه تیمارهای مورد مطالعه مقدار نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم در برگ کیوی افزایش یافتند. مازادبراین، صرف‌نظر از روش کوددهی، غلظت عناصر غذایی در برگ کیوی به ترتیب نیتروژن < پتاسیم < کلسیم < فسفر و در میوه کیوی به ترتیب پتاسیم < نیتروژن < کلسیم < فسفر کاهش یافت. بررسی نتایج نشان داد که نسبت بین غلظت عناصر غذایی در میوه به برگ کیوی (فسفر، پتاسیم و کلسیم) متأثر از روش کوددهی بود ولی روش کوددهی اثر معنی‌داری بر نسبت بین غلظت نیتروژن در میوه به برگ کیوی نداشت. همچنین، نتایج همبستگی نشان داد که مقدار عملکرد کیوی در زمان برداشت همبستگی معنی‌داری با غلظت نیتروژن، پتاسیم و کلسیم در برگ کیوی داشت. این درحالی بود که رابطه‌ی خطی بین عملکرد کیوی و غلظت عناصر غذایی در میوه کیوی مشاهده نشد. مازادبراین، بررسی نتایج رگرسیون گام به گام نشان داد که غلظت پتاسیم در برگ به تنهایی قادر است بخش اعظم تغییرات در عملکرد درختان کیوی را توضیح دهد. علاوه براین، غلظت پتاسیم در برگ کیوی به همراه غلظت نیتروژن و کلسیم در برگ کیوی می‌تواند برای برآورد عملکرد در باغ کیوی مطالعه شده استفاده شوند. به‌طور کلی با توجه به مجهز بودن تمام باغ‌های کیوی شمال کشور به سیستم آبیاری تحت فشار و افزایش معنی‌دار غلظت عناصر غذایی در برگ پس از انجام محلول‌پاشی تکمیلی، روش کودآبیاری+محلول‌پاشی می‌تواند در زمان و هزینه‌ها صرفه‌جویی کرده و نیز منجر به افزایش غلظت عناصر غذایی در برگ و عملکرد درختان کیوی گردد.

واژه‌های کلیدی: پخش سطحی، چالکود، کودآبیاری، محلول‌پاشی و عناصر غذایی

¹ نویسنده مسئول، آدرس: پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش

مقدمه

ایران با داشتن ده درصد از تولید جهانی کیوی، رتبه چهارم به لحاظ تولید کیوی در جهان را دارا می‌باشد. استان مازنداران با دارا بودن 6430 هکتار سطح زیر کشت کیوی و تولید سالانه‌ی 181000 تن، بالاترین رتبه به لحاظ سطح زیرکشت و تولید کیوی را در بین استان‌ها به خود اختصاص داده است (آمارنامه‌ی کشاورزی، 1394). پر کاربردترین و بازاریابندترین رقم کیوی، هایوارد است. کیوی به خاطر دارا بودن طعم و عطر مناسب، ارزش غذایی و دارویی فراوان، یکی از محبوب‌ترین میوه‌ها در جهان محسوب می‌شود. طبق گزارش فرگوسن (2011) مقدار ویتامین ث کیوی معادل پنج لمون است و دارای مقدار زیادی عناصر معدنی شامل سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، منگنز، آهن، روی و مس (سانتونی و همکاران، 2014) و هیدروکسی اسیدهای آلی که در توازن اسید-باز بدن مؤثر هستند (پتسیلا و همکاران، 2015)، می‌باشد.

کیوی یک گیاه پرتوقع است و باید در خاکی کشت شود که به خوبی مواد مورد نیاز آن تأمین می‌گردد. این گیاه به خوبی مواد غذایی خاک را جذب می‌کند و چنانچه کمبود مواد غذایی به‌وجود آید، سریع علائم کمبود را نشان می‌دهد، در صورتی که در سایر گیاهان علائم کمبود سریع ظاهر نمی‌شود (فرگوسن و همکاران، 2003). به‌هم‌خوردگی‌های تغذیه‌ای می‌تواند منجر به کاهش جدی تولید گردد و در بسیاری موارد حتی کیفیت میوه طی دوره‌ی ذخیره‌سازی را تحت‌تأثیر قرار دهد (اسمیت و همکاران، 1997). در واقع یکی از مهمترین فاکتورهای که بر کمیت و کیفیت کیوی مؤثر می‌باشد، کوددهی است (پتسیلا و همکاران، 2015). بنابراین، باغداران از کودهای آلی و شیمیایی در باغ‌های خود برای نیل به عملکرد بالاتر استفاده می‌کنند. کاربرد عناصر غذایی معمولاً منجر به افزایش عملکرد خواهد شد اگرچه کاربرد مقادیر زیاد و یا نامتعادل عناصر غذایی اثرات سوء خود را به همراه خواهد داشت. برای مثال سطوح نیتروژن بالا در میوه کیوی با افزایش نرم شدن این میوه طی دوره انبارمانی همراه خواهد بود (جانسون و همکاران، 1997). هم‌چنین، زیاده‌ی نیتروژن در زمان برداشت مقدار پوسیدگی ناشی از بوتریتیس را افزایش می‌دهد (پرساد و اسپیرز، 1991). علاوه براین، در چندین مطالعه عنوان شده است که مقدار عناصر معدنی در درختان میوه از جمله کیوی تحت‌تأثیر نوع کود (آمودیو و همکاران، 2007)، مقدار کود (سانتونی و همکاران، 2014) و روش کوددهی (مارش و استاول، 1993) می‌باشد.

روش کوددهی در مدیریت تغذیه درختان میوه اهمیت زیادی دارد. کوددهی باید به‌گونه‌ای باشد که عناصر غذایی به شکل مناسب و در زمان مورد نیاز از اختیار گیاه قرار داده شوند. به هر حال، استفاده نادرست از کودها می‌تواند کارائی مصرف کود را کاهش داده (کیانی و ملکوتی، 1380؛ جانسون و همکاران، 2001؛ کوینونز و همکاران، 2003؛ سرچشمه‌پور و ملکوتی، 1384 و دانگ و همکاران، 2005) و اثرات منفی بر قابلیت تولید خاک داشته باشد. عناصر غذایی موجود در کودها به روش‌های مختلف، همچون پخش در سطح خاک، چالکود، محلولپاشی برگ‌ی و کودآبیاری در اختیار گیاهان گذاشته می‌شوند. هرچند تلاش می‌شود که عناصر غذایی در توده خاک یکنواخت توزیع شود، ولی در عمل چنین نیست و غلظت آنها می‌تواند در هر نقطه از خاک متفاوت باشد. انتخاب روش مصرف کود، برای باغدارانی که می‌خواهند کارائی مصرف کودها را افزایش و تلفات را (از طریق شستشو، رواناب سطحی و غیره) کاهش دهند بسیار با اهمیت است (اسدی کنگرشاهی و همکاران، 1395). در یک مطالعه سه ساله در نیوزلند در باغ کیوی گزارش شده که روش کودآبیاری مزیتی از لحاظ عملکرد و سطح عناصر غذایی در برگ بر روش کاربرد خاکی نداشته است (مارش و استاول، 1993).

برای مقایسه تیمارهای کودی و انتخاب بهترین روش کوددهی می‌توان از آزمایش برگ و میوه کمک گرفت. آزمایش برگ، همه فاکتورهای را که ممکن است قابلیت استفاده و جذب عناصر غذایی را تحت تأثیر قرار دهند، در بر می‌گیرد. به عبارت دیگر، اختلاف حاصلخیزی خاک‌ها می‌تواند توسط تجزیه برگ و خاک مشخص گردد (گراس و همکاران، 2012). آزمایش برگ ابزار مفیدی در بررسی وضعیت تغذیه‌ای درختان به ویژه در مورد عناصر غذایی متحرک از قبیل نیتروژن، پتاسیم و عناصر کم‌نیاز می‌باشد (آلوا و همکاران، 2006). تجزیه برگ علاوه بر اینکه در بررسی وضعیت تغذیه‌ای درختان مفید می‌باشد، در انجام توصیه کودی و بهبود کارائی جذب عناصر غذایی نیز کارآمد می‌باشد (آلوا و ژاراماسیوم، 1998). در مطالعاتی ترکیب معدنی برگ (بولدا و اسمیت، 1987؛ اسمیت و همکاران، 1987؛ کاتینو و ولوسو، 1997، تاراکیوجلو و همکاران، 2007 و مورتون، 2013 و سانتونی و همکاران، 2014) و میوه (سانتونی و همکاران، 2014 و گوریناستین و همکاران، 2009) کیوی بررسی شده است، اما این نتایج غالباً از یک مطالعه به مطالعه‌ی دیگر متغیر می‌باشند که این امر ناشی

از عملیات متنوع کشت و کار شامل بلوغ میوه، بخشی از میوه که بررسی می‌شود و یا عملیات کوددهی می‌باشد. همان‌طور که ذکر شد، در پرورش درختان میوه و تولید محصول مناسب، حفظ حاصلخیزی و مدیریت عناصر غذایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین بر اساس اطلاعات نویسندگان تاکنون مطالعه‌ی جامعی در مورد اثر روش‌های مختلف کوددهی بر مقدار عناصر غذایی در برگ و میوه کیوی در ایران انجام نشده است. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر شیوه‌های مختلف کوددهی با و بدون محلول‌پاشی تکمیلی بر غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم در برگ و میوه کیوی و نسبت بین عناصر غذایی در میوه به برگ کیوی در روش‌های مختلف کوددهی و نیز بررسی همبستگی بین عملکرد با غلظت عناصر غذایی در برگ و میوه کیوی در باغی در پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری کشور - رامسر اجرا شد.

روش کار

به منظور ارزیابی اثر دو سال اعمال روش‌های مختلف کوددهی بر عملکرد و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه در باغ‌های کیوی فروت 15 ساله (A. deliciosa var. Hayward) رقم هایوارد این پروژه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار در چهار تکرار در پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری در سال‌های 1392-1394 اجرا شد (هر درخت به‌عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد). پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری کشور در دامنه‌های شمالی رشته کوه البرز در شهر رامسر در طول جغرافیایی 54/56 درجه شرقی و عرض جغرافیایی 40/50 درجه شمالی واقع شده است. شهرستان رامسر دارای آب و هوای نیمه‌گرمسیری بوده، رطوبت نسبی آن بین 55 تا 100 درصد در نوسان می‌باشد. درجه حرارت بین یک تا 36 درجه سلسیوس است. میزان بارندگی آن 1200 میلیمتر در سال است که عمدتاً از شهریور تا اردیبهشت می‌بارد و در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد میزان تبخیر بیشتر از بارندگی است. در تحقیق حاضر، آبیاری با استفاده از میکروجت با سرعت تخلیه آب 1/5 لیتر در دقیقه انجام گردید. آبیاری بر اساس رسیدن مکش تانسومتر به 40 کیلوپاسکال انجام شد. در هر نوبت آبیاری حجم آب برای هر درخت حدوداً 100 لیتر بود.

در بهمن 1392 قبل از شروع آزمایش و اعمال تیمارهای کوددهی نمونه اولیه خاک از سایه‌انداز درختان کیوی و از فاصله 60-50 سانتی‌متری از تنه درختان و از عمق‌های 0-30 و 60-30 سانتیمتری جمع‌آوری و برخی

از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش تعیین گردید (جدول 1). پ-اچ نمونه‌های خاک در عصاره 2 به 1 محلول به خاک (توماس، 1996)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره‌های صاف شده با نسبت 2 به 1 محلول به خاک (رودز، 1996)، کربنات کلسیم معادل خاک به روش تیتراسیون برگشتی با اسید کلریدریک یک نرمال (لوپرت و اسپارکز، 1996)، درصد کربن آلی خاک به روش اکسیداسیون تر (نلسون و سامرز، 1996) و بافت خاک به روش هیدرومتر (جی و باوودر، 1986) تعیین شد. هم‌چنین مقدار نیتروژن کل (برمنر، 1996)، فسفر قابل استفاده (اولسن و سامرز، 1984) و پتاسیم قابل استفاده (هلمک و اسپارکس، 1996) اندازه‌گیری شد. سپس در اسفندماه سال 1392 و 1393 تیمارهای کوددهی اعمال گردیدند.

در تحقیق حاضر هفت روش کوددهی شامل 1- پخش سطحی (شاهد) 2- کاربرد کود به روش کود آبیاری، 3- کاربرد کود به روش چالکود، 4- کاربرد کود به روش محلول‌پاشی، 5- کاربرد کود به روش تلفیقی پخش سطحی و محلول‌پاشی، 6- کاربرد کود به روش تلفیقی کودآبیاری و محلول‌پاشی و 7- کاربرد کود به روش تلفیقی چالکود و محلول‌پاشی انجام شد. میزان کود برای هر درخت برای تیمارهای کوددهی ثابت و مقدار کودهای بر اساس نتایج آزمون خاک و توسط محققان بخش خاک و آب این پژوهشکده توصیه شد. بدین‌منظور در روش‌های کوددهی پخش سطحی، چالکود (چهار گودال به عمق 50 سانتی‌متر در چهار جهت اصلی، شرقی، غربی، شمالی و جنوبی، در سایه‌انداز درخت) و کود آبیاری، برای هر درخت 1100 گرم اوره، 500 گرم دی-آمونیم فسفات، یک کیلوگرم کلرید پتاسیم، 300 گرم سولفات منیزیم، 200 گرم سولفات منگنز، 200 گرم سولفات روی و 50 گرم اسید بوریک مطابق با روش کاربرد کود استفاده شد.

لازم به ذکر است که در روش کودآبیاری کودها در 10 مرحله (15 روز به 15 روز از فروردین تا اول شهریور) به همراه آب آبیاری به درختان داده شدند. برای محلول‌پاشی در تیمارهای تلفیقی و نیز تیمار محلول‌پاشی به تنهایی، اوره با غلظت 5 در هزار 4 بار در سال (فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیر)؛ و دی‌آمونیم فسفات، کلرید پتاسیم و سولفات منیزیم هر یک با غلظت 5 در هزار 2 بار در سال (اردیبهشت و تیر) روی برگ درختان کیوی اسپری شدند. نمونه‌برداری از برگ در مرداد ماه سال 94 از برگ‌های توسعه یافته شاخه‌های یکساله بارده انجام شد. بدین‌منظور دومین برگ بعد از

در نهایت اثر روش کوددهی بر مقدار عناصر معدنی در برگ کیوی، نسبت بین مقدار عنصر در میوه به برگ، و نیز بر عملکرد کیوی توسط تجزیه واریانس یک طرفه مورد سنجش قرار گرفت. معنی‌دار بودن تفاوت‌ها توسط آزمون حداقل اختلافات معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال 5 درصد بررسی شد. سپس، همبستگی پیرسون بین مقدار عنصر غذایی در برگ و میوه با مقدار عملکرد بررسی شدند. از آزمون رگرسیون گام به گام جهت برآورد عملکرد درختان کیوی توسط عناصر غذایی استفاده شد. در نهایت، جهت تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم هریک از صفات وارد شده به مدل عملکرد درختان کیوی از روش تجزیه علیت مرحله‌ای کمک گرفته شد. کلیه آنالیزهای همبستگی در سطح احتمال 5 درصد و با استفاده از نرم‌افزار استاتستیکا 10 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج بررسی ویژگی‌های اولیه خاک مورد مطالعه (جدول 1) نشان داد که خاک مورد بررسی خاکی غیر شور، دارای بافت لوم رسی با مقدار کربنات کلسیم معادل $>1\%$ می‌باشد. مقدار نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل استفاده در خاک مورد مطالعه به ترتیب 0/65، 41 و 116 میلی‌گرم بر کیلوگرم بود.

آخرین میوه با دمبرگ انتخاب گردید (مرادی و رئیس، 1395). لازم به ذکر است در مجموع تعداد 20 عدد برگ از چهار جهت اصلی هر درخت (تکرار) نمونه‌برداری شد. برگ‌های برداشت شده با آب مقطر شسته و به مدت 48 ساعت در دمای 70 درجه سلسیوس خشک شدند. سپس، نمونه‌های آون خشک شده برگ کیوی با استفاده از آسیاب برقی پودر شدند. مقدار نیتروژن در نمونه‌های پودر شده با روش کجلدال اندازه‌گیری شد. هم‌چنین، نمونه‌های پودر شده به روش خاکستر خشک تخریب و مقدار فسفر، پتاسیم و کلسیم موجود در نمونه‌های هضم شده تعیین شد (کالرا، 1998). کلسیم به روش کمپلکسومتری، پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر و فسفر به روش رنگ‌سنجی اندازه‌گیری شدند. در نهایت مقدار عنصرهای معدنی در برگ بر حسب درصد (گرم در 100 گرم ماده خشک) محاسبه شد. هم‌چنین، پس از رسیدن میزان مواد جامد قابل حل (TSS) میوه به حد مناسب (بریکس حداقل 6/2)، میوه‌ها برداشت و مقدار عملکرد هر درخت اندازه‌گیری شد. سپس در پنج میوه یکنواخت و بدون آسیب از هر تکرار هر تیمار، در مجموع 20 میوه برای هر تیمار، مقدار نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم در میوه‌ها اندازه‌گیری شدند (مرادی و همکاران، 1395).

جدول 1- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک باغ مورد مطالعه

عمق خاک	واکنش خاک	هدایت الکتریکی	کربن آلی	کربنات کلسیم معادل	رس	سیلت کل	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم
سانتی‌متر	-	میکروموس بر سانتی‌متر			درصد			میلی‌گرم بر کیلوگرم	
0-30	7/6	185	1/9	>1	31	43	0/65	41	116
30-60	7/4	200	1/7	>1	35	43	0/16	83	94

شد. مقادیر نیتروژن برگ در تیمار کودی شاهد در مقایسه با سایر تیمارها کمتر بود هرچند تفاوت معنی‌داری بین مقدار نیتروژن در برگ تیمار شاهد با تیمارهای چالکود، کودآبیاری و محلول‌پاشی یافت نشد (جدول 2). غلظت نیتروژن در برگ در ختان کیوی در همه تیمارهای کودی مورد مطالعه بیشتر از دامنه بحرانی گزارش شده در مقاله تاراکیوجلو و همکاران (2007) بود. بررسی نتایج نشان داد دامنه درصد فسفر در برگ درختان کیوی مورد مطالعه از 0/15 (چالکود) تا 0/19 (کودآبیاری+محلول-پاشی) متغیر بود (جدول 2). مقدار فسفر در همه تیمارهای مورد مطالعه با استثنا روش چالکود بیشتر از تیمار شاهد بود. هرچند مقدار فسفر در تیمار کوددهی شاهد

نتایج تجزیه واریانس اثر نوع روش کوددهی بر عملکرد و میانگین غلظت عناصر غذایی شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم در برگ کیوی تحت تیمارهای مطالعه شده در جدول 2 آورده شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر نوع روش کوددهی بر عملکرد و ترکیب معدنی برگ کیوی معنی‌دار بود (جدول 2). لازم به ذکر است که در مقاله حاضر مقدار عناصر غذایی در برگ کیوی با دامنه کفایت عناصر گزارش شده توسط تاراکیوجلو و همکاران (2007) مقایسه شده‌اند. کمترین و بیشترین مقدار نیتروژن به ترتیب در برگ درختان تیمار شاهد (3/70 درصد) و برگ درختان تیمار کودآبیاری+محلول‌پاشی (4/40 درصد)، مشاهده

بررسی نتایج نشان داد که غلظت پتاسیم در برگ کیوی در همه‌ی تیمارهای کوددهی مورد مطالعه بیشتر از دامنه بحرانی گزارش شده برای این عنصر می‌باشد. دامنه مقدار کلسیم در برگ کیوی از 2/47 (شاهد) تا 3/36 (تیمار محلول‌پاشی) درصد متغیر بود. نتایج نشان داد مقدار کلسیم در همه‌ی تیمارهای مورد مطالعه در مقایسه با تیمار شاهد بیشتر بود. دامنه بحرانی گزارش شده برای عنصر کلسیم در برگ کیوی از 2/5 تا 3 درصد می‌باشد (تاراکیوجلو و همکاران، 2007). همان‌طور که در جدول 1 مشاهده می‌شود، غلظت کلسیم در برگ همه تیمارهای کوددهی با استثناء تیمار محلول‌پاشی در دامنه بحرانی گزارش شده برای این عنصر قرار دارد. بنابراین، مشابه بسیاری از گیاهان دیگر، ترکیب معدنی برگ کیوی نیز می‌تواند با تغییر روش کوددهی تغییر کند (جانسون و همکاران، 2001؛ کوینون و همکاران، 2003؛ دانگ و همکاران، 2005 و مورتون، 2013). مورتون (2013) گزارش کرد که در روش محلول‌پاشی در مقایسه با کاربرد خاکی کود، رشد رویشی درختان کیوی و نیز غلظت نیتروژن در برگ کیوی کمتر است، اما اندازه میوه در این روش کوددهی نسبت به کاربرد خاکی کود بزرگتر می‌باشد.

تفاوت معنی‌داری با مقدار این شاخص در تیمارهای کودآبیاری و محلول‌پاشی نداشت. غلظت فسفر در برگ کیوی در تیمارهای کودی شاهد، چالکود، کود آبیاری و محلول‌پاشی کمتر و در تیمارهای شاهد+محلول‌پاشی، چالکود+محلول‌پاشی و کودآبیاری+محلول‌پاشی در محدوده دامنه بحرانی گزارش شده برای این عنصر در برگ کیوی (0/18-0/25 درصد) می‌باشد. در حالی که به نظر می‌رسد نرخ کاربرد کود فسفر در مطالعه‌ی حاضر کافی بوده است، اما نتایج آنالیز برگ نشان می‌دهد که در تیمارهای شاهد، چالکود، کودآبیاری و محلول‌پاشی، وضعیت تغذیه‌ای فسفر هنوز در محدوده کمبود است.

دلیل امر فوق می‌تواند احتمالاً به دلیل زمان‌بندی نامناسب کاربرد کود فسفر و یا حساسیت بافت‌های نمونه‌برداری شده برای آنالیز برگ به کمبود فسفر باشد. همان‌طور که در جدول 1 مشاهده می‌شود دامنه مقدار پتاسیم در برگ کیوی تحت تیمارهای مورد مطالعه از 2/57 درصد در تیمار شاهد تا 4/10 درصد در تیمار کودآبیاری+محلول‌پاشی متغیر بود. مقدار پتاسیم در همه تیمارهای کوددهی در مقایسه با تیمار شاهد افزایش نشان داده، اما این افزایش در تیمارهای چالکود معنی‌دار نبود. طبق گزارش تاراکیوجلو و همکاران (2007) دامنه حد بحرانی پتاسیم در برگ کیوی بین 1/6 تا 2/0 می‌باشد.

جدول 2- اثر روش‌های مختلف کوددهی بر عملکرد، مقدار عناصر غذایی در برگ درختان کیوی

مقدار عناصر معدنی در برگ				عملکرد	روش‌های کوددهی
پتاسیم	کلسیم	نیتروژن	فسفر	کیلوگرم بر درخت	
درصد	درصد	درصد	درصد		
2/57	2/47	3/70	0/16	44	شاهد (پخش سطحی)
2/74	2/66	3/80	0/15	48	چالکود
3/16	2/69	3/90	0/17	51	کودآبیاری
3/60	3/36	3/95	0/17	62	محلول‌پاشی
3/74	3/03	4/20	0/18	76	شاهد+محلول‌پاشی
3/45	2/72	4/30	0/18	70	چالکود+محلول‌پاشی
4/10	2/93	4/40	0/19	76	کودآبیاری+محلول‌پاشی
3/34	2/83	4/04	0/17	61	میانگین
24/02**	21/74**	8/06**	8/93**	5/44**	F
0/33	0/19	0/25	0/01	17/22	LSD
6/7	4/5	4/1	4/2	22	(%) C.V

**F: محاسبه شده در سطح احتمال 99 درصد معنی‌دار است. هر داده میانگین چهار تکرار است.

تکمیلی کود اوره با غلظت پنج در هزار چهار بار و کود حاوی پتاسیم و فسفر با غلظت پنج در هزار دو بار در سال بر تاج درختان محلول‌پاشی شده افزایش غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ‌ها در روش‌های

بررسی نتایج نشان داد که با کاربرد محلول‌پاشی تکمیلی در سه روش کوددهی شاهد، چالکود و کودآبیاری مقدار نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم در برگ درختان کیوی تحت تیمارهای مختلف افزایش یافته است (جدول 2). با توجه به اینکه در روش محلول‌پاشی

مطالعه‌ی سه ساله در نیوزلند مارش و استاول (1993) گزارش کردند که عملکرد و غلظت عناصر غذایی در برگ درختان کیوی در روش‌های کوددهی کودآبیاری و پخش سطحی تفاوت معنی‌داری نداشتند. علاوه بر این، در این مطالعه روش کودآبیاری مزیتی بر روش پخش سطحی از نظر شاخص‌های کیفی میوه نشان نداد.

بررسی نتایج نشان داد که از نظر عملکرد از بین روش‌های کوددهی مورد بررسی، روش کودآبیاری + محلول‌پاشی بر سایر روش‌های کوددهی ارجحیت دارد. به‌ویژه با در نظر گرفتن این موضوع که تقریباً همه‌ی باغ‌های کیوی شمال کشور به سیستم آبیاری تحت فشار میکروجت مجهز هستند، اما علیرغم این موضوع روش مرسوم کوددهی در این باغ‌ها روش پخش سطحی می‌باشد.

دامنه مقدار عناصر غذایی در برگ کیوی در مطالعه‌ی حاضر مشابه مقادیر گزارش شده در دیگر پژوهش‌ها می‌باشد (بوالدا و اسمیت، 1987؛ اسمیت و همکاران، 1987؛ ولمیس و همکاران، 1995؛ کاتینو و ولوسو، 1997؛ تاراکیوجلو و همکاران، 2007 و سانتونی و همکاران، 2014). مقدار عناصر غذایی در میوه‌ی کیوی تحت تیمارهای کودی مورد بررسی در تحقیق حاضر در مقاله‌ی مرادی و همکاران (1395) گزارش شده اند. نتایج بررسی غلظت عناصر غذایی در میوه کیوی نشان داد که در همه‌ی روش‌های کوددهی مورد مطالعه مقدار عناصر غذایی در میوه کیوی به ترتیب پتاسیم < نیتروژن < فسفر < کلسیم کاهش یافت (جدول 3). دامنه غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم میوه کیوی در مطالعه‌ی حاضر به مقادیر گزارش شده در دیگر مطالعات نزدیک است (سانتونی و همکاران، 2014 و گوریناستین و همکاران، 2009).

کوددهی + محلول‌پاشی دور از انتظار نیست. علاوه بر این، مقدار کلسیم در برگ‌های کیوی متأثر از محلول‌پاشی تکمیلی بود. با کاربرد محلول‌پاشی تکمیلی که حاوی نیتروژن، فسفر، پتاسیم می‌باشد، رشد رویشی گیاه تهیج شده و سطح برگ‌ها افزایش یافته (نتایج آورده نشده است)، احتمالاً عنصر کلسیم که جذب آن متأثر از ویژگی‌های تأثیرگذار بر مقدار تعرق از برگ درختان می‌باشد، جذب برگ‌ها گشته و غلظت این عنصر در برگ‌ها افزایش یافته است. مورتون (2013) گزارش کرد که با انجام محلول‌پاشی تکمیلی در روش کاربرد کود در خاک، غلظت نیتروژن در برگ افزایش یافته است.

مقدار عملکرد درختان کیوی تحت تیمارهای اعمال شده از 44 (پخش سطحی) تا 76 (کودآبیاری + محلول‌پاشی) کیلوگرم در هر درخت برای هر تیمار متغیر بود (جدول 2). نتایج نشان داد مقدار عملکرد درختان در همه تیمارها بیشتر از تیمار شاهد بود اما این افزایش فقط در مورد تیمارهای محلول‌پاشی، کودآبیاری + محلول‌پاشی، پخش سطحی + محلول‌پاشی و چالکود + محلول‌پاشی معنی‌دار بود. با بکار بردن محلول‌پاشی، مقدار عملکرد در همه تیمارهای مورد مطالعه افزایش معنی‌دار نشان داد. به نظر می‌رسد برتری یا عدم برتری روش کودآبیاری و چالکود بر روش پخش سطحی احتمالاً تا حد زیادی به پراکنش ریشه‌ها بستگی دارد. طبق گزارش گریوز (1985) ریشه‌های درخت کیوی در یک خاک می‌تواند تا عمق 4 متری نفوذ کرده و از جهت افقی هم بیش از 4 متر گسترش یابد. طبق گزارش این محقق دانسته ریشه درختان کیوی متفاوت از بسیاری از درختان میوه می‌باشد. بنابراین، احتمالاً سیستم ریشه گسترده‌ی درخت کیوی یکی از دلایل احتمالی عدم مشاهده‌ی تفاوت معنی‌دار بین عملکرد درختان کیوی در روش‌های کوددهی پخش سطحی، چالکود و کودآبیاری می‌باشد. در

جدول 3- میانگین مقدار عناصر غذایی در برگ و میوه‌ی کیوی

	کلسیم	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	
برگ	2/47-3/36	2/57-4/10	0/15-0/19	3/70-4/40	دامنه
	2/83	3/34	0/17	4/04	میانگین
میوه	0/12-0/37	1/82-2/21	0/10-0/15	1/28-1/46	دامنه
	0/31	1/96	0/13	1/43	میانگین

است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود اثر روش‌های کوددهی بر مقدار این نسبت‌ها در مورد فسفر، پتاسیم و کلسیم مورد مطالعه معنی‌دار بود. نسبت نیتروژن

در جدول 4 اثر تیمارها بر نسبت بین مقدار عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم) در میوه به مقدار عناصر غذایی متناظر در برگ نشان داده شده

تشکیل میوه می‌تواند حداقل نیاز 40 درصد میوه‌های کیوی در یک باغ را تأمین نماید.

در مورد هم‌عی عناصر در اکثر تیمارها با انجام محلول‌پاشی مقدار نسبت عنصر در میوه به برگ کاهش نشان داده هرچند این کاهش در مورد نیتروژن در هم‌عی تیمارها و در مورد پتاسیم در تیمار چالکود معنی‌دار نبود (جدول 4). نتیجه فوق بدین معنا است که تأثیر محلول-پاشی بر افزایش غلظت فسفر، پتاسیم و کلسیم در برگ کیوی بیشتر از میوه کیوی بوده است. در مطالعه‌ی حاضر محلول‌پاشی تکمیلی در چهار مرحله و در فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیر ماه انجام شده است. بنابراین به نظر می‌رسد تأثیر بیشتر مشاهده شده‌ی محلول-پاشی بر غلظت عناصر در برگ کیوی نسبت به میوه کیوی دور از انتظار نیست.

در میوه به برگ در بین روش‌های مختلف کوددهی نزدیک بود. مقدار میانگین نسبت میوه به برگ نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم به ترتیب 0/35، 0/75، 0/62 و 0/10 بود (جدول 4). کمترین مقدار نسبت میوه به برگ در مورد عنصر کلسیم (0/10) و بیشترین مقدار در مورد عنصر فسفر (0/75) مشاهده شد. میوه‌های در حال رشد اثر زیادی بر وضعیت فسفر، پتاسیم و نیتروژن برگ‌های کیوی به‌ویژه برگ‌های نزدیک به میوه دارند. در مورد عناصری مانند کلسیم، مقدار کمی از عناصر موجود در برگ به سمت میوه حرکت می‌کند که دلیل امر فوق تحرک کم این عنصر در گیاه و نیز تقاضای کم میوه برای این عنصر می‌باشد. طبق گزارش اسمیت و همکاران (1987) کاهش 21-37 درصدی پتاسیم و 16-22 درصدی نیتروژن در برگ درختان کیوی بعد از مرحله‌ی

جدول 4- اثر روش‌های مختلف کوددهی بر نسبت بین مقدار عنصر غذایی در میوه به برگ درختان کیوی

تیمار	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	کلسیم
شاهد (بخش سطحی)	0/39	0/87	0/86	0/09
چالکود	0/34	0/96	0/67	0/15
کودآبیاری	0/34	0/88	0/60	0/12
محلول‌پاشی	0/36	0/60	0/55	0/06
شاهد+محلول‌پاشی	0/33	0/70	0/55	0/12
چالکود+محلول‌پاشی	0/33	0/67	0/64	0/06
کودآبیاری+محلول‌پاشی	0/32	0/61	0/51	0/09
میانگین	0/35	0/75	0/62	0/10
F	3/32 ^{N.S}	15/72 ^{**}	25/29 ^{**}	29/01 ^{**}
LSD	-	0/10	0/07	0/02
C.V	7/4	8/7	7/6	13/3

^{N.S}، ^{**}: به ترتیب F محاسبه شده در سطح احتمال 95 درصد معنی‌دار نیست و F محاسبه شده

در سطح احتمال 99 درصد معنی‌دار است. هر داده میانگین چهار تکرار است.

عناصری است که هم در برگ و هم در میوه مقدار پاسخ مشابهی به هر یک از تیمارهای کودی نشان می‌دهند (جدول 4). این گروه شامل عنصر نیتروژن می‌باشد. این نتیجه نشان می‌دهد که مقدار نیتروژن در برگ می‌تواند برای برآورد مقدار نیتروژن در میوه کیوی استفاده گردد. بنابراین با توجه به آنالیز برگ نیتروژن می‌توان مقدار ورودی نیتروژن به باغ‌های کیوی را به منظور بهبود ترکیب معدنی، عملکرد و خصوصیات کیفی میوه بهبود بخشید.

مقدار همبستگی عملکرد با مقدار عناصر در برگ و میوه کیوی در جدول 5 آورده شده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، مقدار عملکرد با مقدار عناصر در برگ کیوی ارتباط مستقیمی دارد ولی بین

به‌طور کلی، بر اساس نتایج جدول 4 می‌توان عناصر را به دو گروه تقسیم کرد. گروه اول عناصری هستند که در همه و یا تعدادی از تیمارهای کودی، اثر تیمار کودی بر مقدار افزایش و یا کاهش غلظت عنصر مربوطه در برگ و میوه نزدیک نیست. این گروه شامل فسفر، پتاسیم و کلسیم می‌باشد. با توجه به نتایج بالا (جدول 4)، در مورد عناصر غذایی فسفر، پتاسیم و کلسیم، شدت پاسخ عناصر غذایی در برگ و میوه کیوی به هر یک از روش‌های کوددهی متفاوت می‌باشد. بنابراین غلظت عناصر فسفر، پتاسیم و کلسیم در برگ‌ها منعکس کننده‌ی غلظت عناصر در میوه کیوی نیست و آنالیز برگ در مورد این عناصر تنها وسیله مفید در تشخیص کمبود و یا سمیت عناصر می‌باشد. گروه دوم شامل

کلسیم و فسفر) در برگ با عملکرد داشتند، به نظر می‌رسد این عناصر می‌توانند در برآورد عملکرد کیوی مناسب باشند.

عملکرد با مقدار عناصر در میوه کیوی رابطه‌ای خطی معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین، با توجه به همبستگی معنی‌داری که مقدار عناصر غذایی (پتاسیم، نیتروژن و

جدول 4- ضرایب همبستگی بین عملکرد با غلظت عناصر در برگ و میوه کیوی (n=28)

کلسیم	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	
0/42*	0/68**	0/55**	0/65**	برگ
-0/25	0/21	-0/05	0/19	میوه

*، ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال 95 و 99 درصد.

درصد تغییرات عملکرد کیوی را پیش‌بینی کند. با اضافه شدن نیتروژن و کلسیم به معادله به ترتیب مقدار ضریب تبیین هفت و سه درصد افزوده شد. همان‌طور که در معادله مشاهده می‌شود، فسفر برگ نقش تعیین‌کننده‌ای در مقدار عملکرد نداشته و بنابراین وارد معادله نشده است.

برآورد عملکرد بر اساس غلظت عناصر غذایی در برگ، انجام توصیه کودی را تسهیل می‌کند. بنابراین تجزیه رگرسیون گام به گام چندگانه برای مشخص نمودن ترتیب اهمیت غلظت عناصر غذایی در برآورد عملکرد انجام شد. نتایج تجزیه رگرسیون چندگانه گام به گام برای عملکرد بعنوان تابعی از مقدار عناصر در برگ کیوی در جدول 5 آورده شده است. همان‌طور که در جدول 5 مشاهده می‌شود غلظت پتاسیم به تنهایی قادر است 46

جدول 4- رگرسیون گام به گام و ضریب تبیین عملکرد کیوی و غلظت عناصر غذایی در برگ کیوی

معادله رگرسیون گام به گام	ضریب تبیین	F
پتاسیم $\times 6/84 + 20/31 =$ عملکرد	0/46	22/4**
نیتروژن $\times 21/96 +$ پتاسیم $\times 13/22 - 71/6 =$ عملکرد	0/53	14/3**
کلسیم $\times 14/55 +$ نیتروژن $\times 31/32 +$ پتاسیم $\times 5/27 - 124/08 =$ عملکرد	0/56	10/3**

*، ** مدل به ترتیب معنی دار در سطح احتمال 95 و 99 درصد می‌باشد.

عملکرد کیوی از روش تجزیه علیت بر مبنای سیستم علت و معلول استفاده شد. بر اساس ترتیب اهمیت صفات و نیز رگرسیون گام به گام، غلظت سه عنصر غذایی در برگ انتخاب و مورد تجزیه علیت قرار گرفتند (جدول 6). تجزیه ضرایب مسیر برای صفات مؤثر بر عملکرد درختان کیوی نشان داد که غلظت نیتروژن به طور مستقیم عملکرد کیوی را تحت تأثیر قرار داده و با 0/51 بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد درختان کیوی را داشت (جدول 6). بیشترین اثر غیر مستقیم این عناصر بر عملکرد مربوط به عنصر پتاسیم بود که این عنصر از طریق تحت تأثیر قرار دادن غلظت نیتروژن و کلسیم بر عملکرد کیوی تأثیر گذار بود.

ولمیس و همکاران (1999) در مطالعه‌ی خود که در باغات سیب از یونان انجام دادند به این نتیجه رسیدند که غلظت پتاسیم و روی در برگ نقش تعیین‌کننده در برآورد عملکرد درختان سیب دارد. علاوه بر این، طبق گزارش آلمالیوتیز و همکاران (2002)، غلظت پتاسیم در برگ توت‌فرنگی نقش اصلی در برآورد عملکرد این گیاه را ایفا می‌کند. در درختان کیوی، غلظت روی، کلسیم، نیتروژن و پتاسیم نقش بسزایی در برآورد عملکرد درختان کیوی دارد (ولمیس و همکاران، 1995).

به منظور بررسی روابط درونی بین صفات وارد شده به مدل عملکرد در رگرسیون گام به گام و تعیین سهم اثرات مستقیم و غیرمستقیم هر یک از آنها بر

جدول 6- تجزیه علیت مرحله‌ای برای عملکرد کیوی و صفات وارد شده به مدل مربوط به آن در روش‌های مختلف کودهی

صفات	اثر غیر مستقیم		اثر مستقیم	همبستگی ساده
	پتاسیم	نیترژن		
پتاسیم	-	0/34	0/17	0/68**
نیترژن	0/12	-	0/04	0/65**
کلسیم	0/09	0/06	-	0/42*

^{n.s.} در سطح احتمال 95 درصد معنی دار نیست و *، ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال

95 و 99 درصد

نتیجه گیری

که فقط با کاربرد محلول‌پاشی تکمیلی مقدار عملکرد نسبت به تیمار پخش سطحی افزایش معنی دار یافته است. علاوه بر این، نسبت بین عناصر (شامل فسفر، پتاسیم و کلسیم) در میوه به برگ کیوی با تغییر روش کوددهی، تغییر کرده است. بنابراین، غلظت عناصر فسفر، پتاسیم و کلسیم در برگ‌های کیوی، منعکس کننده‌ی غلظت عناصر در میوه‌ی کیوی نیست و آنالیز برگ در مورد این عناصر تنها وسیله مفید در تشخیص کمبود و یا سمیت عناصر می‌باشد. علاوه بر این، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مهمترین عناصر غذائی در برآورد عملکرد درختان کیوی به ترتیب پتاسیم، نیترژن و کلسیم بودند. بنابراین با توجه به مجهز بودن تقریباً تمام باغ‌های کیوی شمال کشور به سیستم آبیاری تحت فشار و نیز با توجه به افزایش معنی دار غلظت عناصر غذائی در برگ و عملکرد درختان کیوی به دنبال محلول‌پاشی، روش کوددهی کودآبیاری+محلول‌پاشی بر سایر روش‌های کوددهی مورد بررسی ارجحیت دارد.

کیوی یکی از محصولات باغی شمال کشور است. پرورش درختان کیوی و تولید محصول مناسب، نیازمند کاربرد مقادیر بهینه کود و نیز اعمال روش صحیح کوددهی می‌باشد. در مطالعه حاضر اثر چهار مدیریت کوددهی شامل پخش سطحی (شاهد)، چالکود و کود آبیاری به همراه محلول‌پاشی تکمیلی یا بدون محلول‌پاشی بر عملکرد و وضعیت عناصر معدنی در برگ و میوه کیوی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد بیشترین کمترین عملکرد به ترتیب در تیمارهای کوددهی کودآبیاری+محلول‌پاشی و پخش سطحی مشاهده شد. همچنین، اثر روش کاربرد کود بر عملکرد، مقدار عناصر نیترژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم در برگ و میوه کیوی و نسبت بین عناصر غذائی در میوه به برگ کیوی معنی داری بود. همچنین، غلظت نیترژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم در برگ کیوی در اکثر روش‌های کوددهی نسبت به روش پخش سطحی افزایش نشان داده است. این درحالی بود

فهرست منابع:

1. آمارنامه کشاورزی محصولات باغبانی وزارت جهاد کشاورزی. 1394. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، تهران، ایران (www.maj.ir).
2. اسدی کنگرشاهی، ع. م. بصیرت، ن. اخلاقی امیری، ح. حقیقت‌نیا، ع. شیخ اشکوری، آ. صباح، م. شهبان، ج. صالح و ا. قاسمی. 1395. روش‌های مصرف کودهای شیمیایی در درختان مرکبات. نشریه ترویجی شماره 49905، مؤسسه تحقیقات خاک و آب - دفتر شبکه ملی تلویزیونی کشاورزی و مدیریت دانش. نشر آموزش کشاورزی.
3. سرچشمه‌چور، م. ج. ملکوتی. 1384. کوددهی باغات پسته با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای و مقایسه آن با روش سنتی. نهمین کنگره علوم خاک ایران.
4. کیانی، ش. و م. ج. ملکوتی. 1380. تأثیر روش کوددهی در کاهش ریزش میوه بادام رقم مامایی در چهارمحال و بختیاری (قسمت اول).
5. مرادی، ب. و ط. رئیسی. 1395. تغذیه باغ‌های کیوی فروت. نشریه فنی شماره 48341. کمیته انتشارات پژوهشگاه مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، رامسر، ایران.

6. مرادی ب، ط. رئیسی و س. شاهنظری. 1395. اثر روش‌های مختلف کوددهی بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه کیوی -فروت. مجله پژوهش‌های خاک. جلد 30، شماره 3، صفحه 248-237.
7. Almaliotis, D., D. Velemis, S. Bladenopoulou, and N. Karapetsas. 2002. Leaf nutrient levels of strawberries (cv. tudla) in relation to crop yield. *Acta Hort.* 567: 447-450.
 8. Amodio, M.L., G. Colelli, J.K. Hasey, and A.A. Kader. 2007. A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. *J. Sci. Food Agri.* 87:1228-1236.
 9. Alva, A. K., and S. Paramasivam. 1998. Nitrogen management for high yield and quality of citrus in sandy soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62:1335-1342.
 10. Alva, A. K., S. Paramasivam, T. A. Obreza, and A. W. Schumann. 2006. Nitrogen best management practice for citrus trees, I: Fruit yield, quality, and leaf nutritional status. *Sci. Hortic.* 107:233-244.
 11. Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-total. p. 1085-1121. In: D.L. Sparks (ed.) *Methods of Soil Analysis. Part 3 chemical methods.* SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
 12. Buwalda, J.G., and G.S. Smith. 1987. Accumulation and partitioning of dry matter and mineral nutrients in developing kiwifruit vines. *Tree Physiol.* 3: 295-307.
 13. Coutinho J., and A. Veloso. 1997. Plant analysis as a guide of the nutritional status of kiwifruit orchards in Portugal. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 28: 1011-1019.
 14. Dong, S., D. Neilsen, G.H. Neilsen, and L.H. Fuchigami. 2005. Foliar N application reduces soil NO₃-N leaching loss in apple orchards. *Plant Soil* 268:357-366.
 15. Ferguson, I.B., T.G. Thorp, A.M. Barnett, L.M. Boyd, and C.M. Trigs. 2003. Inorganic nutrient concentrations and physiological pitting in 'Hayward' kiwifruit. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 78:497-504.
 16. Ferguson, A.R. 2011. Kiwifruit: evolution of a crop. *Acta Hort.* 91:31-42.
 17. Grace, J.K., K.L. Sharma, K.V. Seshadri, C. Ranganayakulu, K.V. Subramanyam, G. Bhupal Raj, S.H.K. Sharma, G. Ramesh, P.N. Gajbhiye, and M. Madhavi. 2012. Evaluation of Sweet Orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) cv. Sathgudi Budded on Five Rootstocks for Differential Behavior in Relation to Nutrient Utilization in Alfisol. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 43: 985-1014.
 18. Gee, G.H., and J.W. Bauder. 1986. Particle size analysis. p. 383-409. In: A. Klute (ed.) *Methods of Soil Analysis. Part 2 physical properties.* SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
 19. Gorinstein, S.R., S. Haruenkit, Y.S. Poovarodom, S. Park, M. Vearasilp, and K.S. Suhaj. et al. 2009. The comparative characteristics of snake and kiwi fruits. *Food Chem. Toxicol.* 47:1884-1891.
 20. Greave, A.J. 1985. Root distribution of kiwifruit in a deep sandy loam soil of the New Zealand. *New Zealand. New Zeal. J. Agr. Res.* 28:433-436.
 21. Helmke, Ph.A., and D.L. Sparks. 1996. Lithium, sodium, potassium, rubidium and cesium. In: D.L. Sparks (ed.) *Methods of Soil Analysis. Part 3 chemical methods.* SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
 22. Ferguson, A.R. 2011. Kiwifruit: evolution of a crop. *Acta Hort.* 91:31-42.
 23. Johnson, R.S., R.C. Rosecrance, S.A. Weinbaum, H. Andris, and J. Wang. 2001. Can we approach complete dependence on foliar-applied urea nitrogen in an early-maturing peach? *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126:364-370.
 24. Johnson, R.S., F.G. Mitchell, C.H. Crisosto, W.H. Olson, and G. Costa. 1997. Nitrogen influences kiwifruit storage life. *Proc. Third Int. Symp.on Kiwifruit.* Eds. E.Stakiotakis, J. Porlingis. *Acta Hort.* 444: 285-289.
 25. Kalra, Y.P. 1998. *Handbook of reference methods for plant analysis.* CRC, London, UK .

26. Loeppert, R.H., and D.L. Sparks. 1996. Carbonate and gypsum. p. 437-474. In D.L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 3, chemical methods. SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
27. Marsh, K.B., and B.M. Stowell. 1993. Effect of fertigation and hydrogen cyanamide on fruit production, nutrient uptake, and fruit quality in kiwifruit. *New Zeal J. Crop Hort.* 21: 247-252.
28. Morton, A.R. 2013. Kiwifruit (*Actinidia* spp.) vine and fruit responses to nitrogen fertilizer applied to the soil or leaves. Ph.D. thesis, Massey University, Palmerston north, New Zealand. 351 p.
29. Nelson, D.W., and L.E. Sommers. 1996. Total carbon organic carbon and organic matter. p. 961-1011. In D.L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 3, chemical methods. SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
30. Olsen, S.R., and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. p. 403-430. In: A. Klute (ed.) Methods of Soil Analysis. Part1 chemical and biological properties. SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
31. Peticilaa, A., G.V. Scaeteaub, R. Madjarb, F. Stanicaa, and A. Asanicaa. 2015. Fertilization Effect on mineral nutrition of *Actinidia Deliciosa* (kiwi) cultivated on different substrates. *Agric. Agric. Sci. Procedia.* 6:132–138.
32. Prasad, M., and T. M. Spiers. 1991. The effect of nutrition on the storage quality of kiwifruit (A review). *Acta Hort.* 297:79-85.
33. Quiñones, A., J. Bañuls, E. Primo-Millo, and F. Legaz. 2003. Effects of 15N application frequency on nitrogen uptake efficiency in *Citrus* trees. *J. Plant. Physio.* 160:1429-1434.
34. Rhoades, J.D. 1996. Salinity Electrical conductivity and total dissolved solids. p. 417-437. In D.L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 3, chemical methods. SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
35. Santoni F., J. Paolini, T. Barboni, and J. Cost. 2014. Relationships between the leaf and fruit mineral compositions of *Actinidia deliciosa* var. Hayward according to nitrogen and potassium fertilization. *Food Chem.* 147:269–271.
36. Smith, G.S., Asher, C.J., and Clark, C.J. 1997. Kiwifruit nutrition diagnosis of nutritional disorders. The Horticulture and Food Research Institute of New Zealand Ltd.
37. Smith, G.S., C.J. Clark, and H.V. Henderson. 1987. Seasonal accumulation of mineral nutrients by kiwifruit: I. leaves. *New Phytol.* 106: 81-100.
38. Tarakcioglu, C., T. Askin, R. Cangi, and C. Duran. 2006. Nutritional status in some kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) orchards: A case survey from Karadeniz region in Turkey. *J.Plant Sci.* 2: 187-194.
39. Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil acidity. p. 475-491. In: D.L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 3 chemical methods. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
40. Velemis, D., N. Karagiannidis, E. Manolakis, E. Paroussis, and A. Simonis. 1995. Determination of desirable nutrient leaf levels for kiwifruit in Greece. *Acta Hort.* 383: 385-392.
41. Velemis, D., D. Almaliotis, S. Bladenopoulou, and N. Karapetsas. 1999. leaf nutritional levels of apple orchard in relation to crop yield. *Adv. Hort. Sci.* 13: 147-150.

Yield and Leaf Mineral Compositions of Kiwifruit According to Different Fertilization Methods

T. Raiesi¹, B. Moradi and J. Fattahi Moghadam

Assistant Professor., Citrus and Subtropical Fruit Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research and Education Organization (AREO), Ramsar;

E-mail: taraeis@gmail.com

Instructor in Citrus and Subtropical Fruit Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research and Education Organization (AREO), Ramsar;

E-mail: bmoradi2003@yahoo.com

Associate Professor., Citrus and Subtropical Fruit Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research and Education Organization (AREO), Ramsar;

E-mail: j.fattahi@areo.ir

Received: February, 2017 and Accepted: May, 2017

Abstract

Kiwifruit requires high quantity of nutrients, which must be supplied through fertilization to obtain optimum yield on sustainable basis. Therefore, this research was conducted with the objective of evaluating different fertilization methods -including broadcast application (as control), localized placement of fertilizer, and fertigation alone or in combination with foliar application- on leaf and fruit nutrient contents of kiwifruit. In addition, this experiment was conducted in order to determine relationships between the leaf and fruit mineral compositions with yield of kiwifruit vine in Iran Citrus Research Institute of Ramsar. Results showed that Fertilization methods had a significant effect on yield and fruit weight and the highest level was observed in the combination of fertigation with foliar application. In addition, results showed that fertilization methods had a significant effect on leaf and fruit nutrient (nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K) and calcium (Ca)) levels of kiwifruit. Furthermore, foliar application increased leaf and fruit nutrient (N, P, K, Ca) levels of kiwifruit at all treatments. The fruit/leaf ratios of P, K, and Ca were different in various fertilization methods. In addition, the mineral concentration in fruit decreased in the order of $K > N > Ca > P$, and in leaf decreased in the order of $N > K > Ca > P$, regardless of fertilization method. The correlation results showed that kiwifruit yield had significant correlation with N, K, and Ca levels in kiwifruit leaves. However, the yield was not significantly correlated with fruit nutrient levels. In addition, by applying a stepwise variable selection program, leaf K content was found to be the most important variable for yield prediction. Moreover, leaf K content in combination with leaf N and Ca contents could be used for yield prediction in the studied vine. Since all kiwifruit orchards in the North of Iran are equipped with micro-jet irrigation system and also significant increase of nutrient concentrations in leaves following foliar application, fertigation and foliar application not only can save time and money but can also cause an increase in nutrient concentration in leaves and improve fruit quality.

Keywords: Broadcast application, Fertigation, Foliar application, Localized placement of fertilizer, Nutrition.

¹ Corresponding author: Soil and Water Department, Citrus and Subtropical Fruit Research Center, Ramsar.