

بررسی دفعات کودآبیاری کود نیتروژنه در بهبود کمی و کیفی میوه پرتقال

تامسون ناول

هرمز عبادی* و بیژن مرادی^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۵/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱/۲۷)

چکیده

به منظور مقایسه تأثیر دفعات کودآبیاری کود نیتروژنه بر عملکرد کمی و کیفی میوه پرتقال، رقم تامسون ناول، پژوهشی مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در پنج تیمار و چهار تکرار به مدت سه سال اجرا گردید. تیمارها عبارت بودند از یک تیمار چال‌کود (آبیاری با سیستم قطره‌ای) و چهار تیمار کودآبیاری کود نیتروژنه (۲، ۴، ۶ و ۸ دفعه در فصل رشد). مقدار کاربرد کود در همه تیمارها براساس تجزیه خاک و برگ تعیین و اعمال شد. در تیمار چال‌کود، کود اوره در دو نوبت (نیمه دوم اسفند و اردیبهشت) و بقیه کودها در یک مرحله (نیمه دوم اسفند) استفاده شدند. در تیمارهای کودآبیاری، فقط کود اوره از طریق تانک کود استفاده شد و بقیه کودها یک بار در سال (نیمه دوم اسفند) به درختان داده شد. مقدار و زمان آبیاری برای همه تیمارها یکسان بود. صفات اندازه‌گیری شده در هر واحد آزمایشی شامل وزن کل میوه‌ها، وزن تک میوه، ضخامت پوست، قطر و طول میوه، اسیدیته و مواد جامد محلول میوه بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد درختان در تیمارهای ۶ و ۸ بار کودآبیاری به میزان ۵/۶ تا ۳۲/۱ درصد بیشتر از تیمارهای دیگر بود. ولی فقط اختلاف ۸ با ۲ و ۴ بار کود آبیاری معنی دار بود. تیمارها از نظر وزن و ضخامت پوست میوه تفاوتی نداشتند. قطر میوه در ۶ بار کودآبیاری بیش از سایر تیمارها بود و تفاوت معنی دار با ۲ بار کودآبیاری داشت. کیفیت آب میوه در مقایسه دوره‌های کودآبیاری و چال‌کود، تفاوت معنی دار نداشت، ولی اختلافاتی بین تیمارهای کودآبیاری مشاهده شد. در مجموع می‌توان ۶ بار کودآبیاری نیتروژن در سال را برای پرتقال رقم تامسون ناول در شرایط مشابه محل این پژوهش توصیه کرد.

واژه‌های کلیدی: مرکبات، آبیاری قطره‌ای، عملکرد میوه، مواد معدنی، نیتروژن

۱. اعضای هیئت علمی مؤسسه تحقیقات مرکبات کشور، رامسر

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hormozebadi@yahoo.com

مقدمه

مرکبات دربرگیرنده گروه بزرگی از میوه‌ها است و انواع پرتقال، نارنگی، لیمو، گریپ‌فروت و پوملو را شامل می‌شود. گسترش وسیع جغرافیایی و میزان بالای تولید مرکبات موجب شده که این محصول از اهمیت اقتصادی زیادی در جهان برخوردار باشد. کودآبیاری (پخش کود با آب آبیاری) روشی برای کاربرد کودها از طریق یک سیستم آبیاری است. بارت و همکاران (۸) مزایای کودآبیاری را چنین برشمردند: کاهش فشرده شدن خاک، نیاز به انرژی و نیروی کار کمتر و کاربرد عناصر غذایی به میزان مناسب در سطح خاک با حداکثر توزیع ریشه برای تأمین نیازهای غذایی گیاه در زمانی که نیاز دارد. با کودآبیاری، تلفات توزیع نیتروژن در سیستم خاک-گیاه در اثر تبخیر آمونیاکی و شستشوی نترات کاهش می‌یابد (۱۷). کودآبیاری، کیفیت محصول را افزایش می‌دهد و از این‌رو ارزش محصول زیاد شده و سبب افزایش درآمد خواهد شد (۱۷). استفاده از آبیاری میکرو به منظور بهره‌برداری بهینه از منابع آب و خاک در باغ‌های مرکبات تقریباً اجتناب‌ناپذیر است و یکنواختی توزیع کود در کودآبیاری با سیستم‌های آبیاری میکرو بالاست (۶). کودآبیاری می‌تواند باعث کاهش تلفات کود، عناصر غذایی و میزان کل مصرف کود در مقایسه با دیگر روش‌های مرسوم گردد (۱۷). کاهش میزان انتقال کود به منابع آب زیرزمینی در کودآبیاری با سیستم‌های آبیاری قطره‌ای مزیتی درخور توجه برای استان‌های شمالی ایران محسوب می‌شود زیرا در این سال‌ها، گزارش‌هایی از سوی محققین علوم پزشکی در مورد کیفیت آب شرب چاه‌های مناطقی از استان مازندران ارایه گردیده که حاکی از آثار سرطان‌زای عناصر شیمیایی کودها بوده که در نوزادان مشاهده شده است (۱۴).

وینرت و همکاران (۱۹) آزمایشی را به مدت دو سال روی درختان جوان پرتقال نپوهال ناول با پایه سیترنج در خاک لوم آریزونا انجام دادند. مقادیر مختلف نیتروژن و تعداد دفعات کودآبیاری در هر فصل رشد (۳، ۹ و ۲۷ بار) مطالعه شد. کاربرد هفتگی کود (۲۷ بار در سال) به میزان ۶۸ یا ۱۳۶ گرم نیتروژن

برای هر درخت در هر سال اختلاف معنی‌داری با درختان بدون کود از نظر عملکرد ایجاد کرد. اختلاف تیمارها (هم مقدار نیتروژن و هم تعداد دفعات کودآبیاری) از لحاظ پارامترهای کیفی میوه شامل بریکس و وزن میوه معنی‌دار نبود. کاساکاب و همکاران (۱۳) روی همان درختان و تیمارها (فقط با افزایش مقادیر نیتروژن) آزمایش دیگری را به مدت چهار سال انجام دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که تیمارها اثر معنی‌داری بر کیفیت میوه (اندازه، وزن و ضخامت پوست میوه، میزان آب میوه، مواد جامد محلول و اسیدیته میوه) ندارند. حداکثر عملکرد در سال‌های چهارم، پنجم و ششم (پس از کاشت در زمین اصلی) به ترتیب در مقادیر نیتروژن ۱۱۴، ۱۰۵ و ۱۵۳ گرم بر درخت فقط با ۲۷ بار کودآبیاری اتفاق افتاد.

شومان و همکاران (۱۵) با بررسی نتایج دو سال آخر یک تحقیق هشت ساله روی درختان پرتقال هاملین پایه سیتروملو، در یک خاک شنی، مشاهده کردند که در تیمار پخش کود خشک در چهار قسط، اجزای عملکرد و حجم تاج همواره کمتر از دو تیمار پخش کنترل شده یک‌بار در سال و ۱۵ بار کودآبیاری بود. در تیمار کودآبیاری، حداکثر عملکرد ۶ تن در هکتار بیش از تیمار کود خشک بود و مقدار مصرف بهینه نیتروژن که منجر به حداکثر عملکرد شد، به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار کمتر از تیمار کود خشک بود. هم‌چنین TSS در کودآبیاری تقریباً ۲۰٪ بیشتر از دو روش دیگر بود. در مطالعه دو ساله لایسیمتری سیورتنسن و جیفون (۱۶) افزایش تعداد دفعات کودآبیاری (۱۲، ۳۷ و ۸۰ بار در سال) تأثیری بر عملکرد وزن میوه و کیفیت آب میوه پرتقال هاملین و کاهش تلفات ناشی از شستشو (یا افزایش جذب آن توسط درختان) نداشت. کروگر و همکاران (۱۲) با دو آزمایش در دو اقلیم متفاوت در آفریقای جنوبی مشاهده کردند که عملکرد درختان پرتقال والنسیا در تیمارهای مختلف دفعات کودآبیاری با چند روش آبیاری قطره‌ای اختلاف معنی‌دار نداشت. در تحقیق کو (۱۰ و ۱۱) اختلاف عملکرد پرتقال والنسیا، وزن میوه، اسیدیته و مواد جامد محلول میوه در دو تیمار ۳ و ۱۰ بار کودآبیاری

(دارای طول و عرض جغرافیایی به ترتیب $50^{\circ}40'$ شرقی و $54^{\circ}36'$ شمالی) اجرا شد. در جدول ۱، میانگین یازده ساله (۸۷-۱۳۷۷) بارندگی و تبخیر و میزان آنها در سال‌های اجرای پژوهش (۱۳۸۵ تا ۱۳۸۷) در ایستگاه هواشناسی رامسر ارایه شده است. در جدول ۲، نتایج تجزیه خاک و برگ درختان محل اجرای آزمایش درج شده است. برای آنالیز برگ از ۲۵ برگ از شاخه‌های بدون میوه و از جست‌های خشبی بهاره که از جهات مختلف هر درخت گرفته شد، مورد استفاده قرار گرفت. زمان نمونه‌گیری برگ هفته اول مرداد بود. پروژه از لحاظ آماری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و به منظور مقایسه تأثیر دفعات مختلف کودآبیاری در بهبود کمی و کیفی پرتقال تامسون ناول، در پنج تیمار و چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد نظر عبارت بودند از چهار تیمار دفعات کودآبیاری کود اوره از طریق تانک کود در سیستم آبیاری قطره‌ای و یک تیمار چال‌کود و آبیاری با سیستم قطره‌ای.

در تیمار چال‌کود، کود اوره در دو مرحله (نیمه دوم اسفند و نیمه دوم اردیبهشت) استفاده شد. در تیمارهای کودآبیاری، کود اوره در قالب چهار تیمار ۲، ۴، ۶ و ۸ دفعه از طریق سیستم آبیاری قطره‌ای (تانک کود) به درختان داده شد. مقدار کود اوره مورد نیاز سالانه (500 گرم نیتروژن خالص) در هر تیمار کودآبیاری به تعداد دفعات کوددهی آن تیمار تقسیم و در زمان‌های تعیین شده زیر داده شد: در تیمار دو دفعه در نیمه دوم اسفند و اردیبهشت، در تیمار چهار دفعه از نیمه دوم اسفند با فواصل دو ماه، در تیمار شش دفعه از نیمه دوم اسفند با فواصل یک ماه و در تیمار هشت دفعه از نیمه دوم اسفند با فواصل ۲۰ روز. سایر نیازهای کودی درختان شامل کودهای سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم، سولفات منیزیم، سولفات روی و اسید بوریک در یک مرحله (نیمه دوم اسفند) به روش چال‌کود به درختان داده شد. مقدار کاربرد سالانه کودها براساس تجزیه خاک و برگ و به توصیه بخش خاک و آب مؤسسه تحقیقات مرکبات تعیین و به‌طور یکسان به همه تیمارها (پنج تیمار) اعمال شد. زمان آبیاری‌ها براساس میانگین مکش

معنی‌دار نبود. هم‌چنین در این تیمارها اسیدپته میوه کمتر و نسبت TSS/TA بیشتر از تیمار پخش کود خشک بود. در گزارش الوا و همکاران (۴ و ۵) و الوا و پاراماسیوم (۱) نیز عملکرد درختان پرتقال هاملین روی پایه کلثوپاترا ماندارین در دو روش دستی و کودآبیاری اختلاف معنی‌داری نداشت. هم‌چنین تأثیر مقدار کود، روش کوددهی و اثر متقابل آنها روی وزن، قطر، TSS و نسبت TSS/TA میوه معنی‌دار نبود. در تحقیق الوا و همکاران (۲ و ۳) عملکرد درختان ۳۴ ساله پرتقال والنسیا پیوند شده روی پایه رافلمون در تیمار کودآبیاری ۱۱٪ و TSS، ۱۶٪ بیشتر از روش دستی بود. داسبرگ و همکاران (۹) در یک تحقیق پنج ساله روی درختان ۱۷ ساله پرتقال شاموتی روی پایه لیمو شیرین نشان دادند که عملکرد روش کودآبیاری نیتروژن، ۱۶ تا ۲۹ درصد بیشتر از روش پخش دستی کود بود. نتایج تحقیق بومن (۷) در فلوریدا نشان داد که پخش یک سوم کودها به‌صورت دستی و دوسوم باقی‌مانده در ۱۸ مرحله به روش کودآبیاری سبب افزایش مواد جامد محلول و عملکرد میوه گریپ‌فروت به ترتیب به میزان ۸ و ۹ درصد در مقایسه با پخش سه مرحله‌ای کود خشک شد. علی‌رغم مزایا و قابلیت‌هایی که برای کودآبیاری با سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در بالا برشمرده شد و صرف کردن منابع مالی نسبتاً زیاد برای اجرای این سیستم‌ها در باغ‌های مرکبات، متأسفانه مشاهده می‌شود که از امکانات بالقوه این سیستم‌ها (کودآبیاری) در باغ‌های مرکبات مناطق مورد نظر بهره گرفته نمی‌شود. بی‌شک فقدان یافته‌های تحقیقاتی در این زمینه که با شرایط باغ‌های مزبور سازگار باشد، دلیل اصلی توسعه ناکافی کودآبیاری در این باغ‌ها است و هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر دفعات مختلف کودآبیاری در بهبود کمی و کیفی پرتقال تامسون ناول که یکی از جنبه‌های مهم و کاربردی در این زمینه به حساب می‌آید، می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مؤسسه تحقیقات مرکبات کشور واقع در رامسر

جدول ۱. بارندگی و تبخیر از تشت کلاس A ایستگاه هواشناسی رامسر

| تبخیر از تشت (mm) | | | | بارندگی (mm) | | | |
|-------------------|-------|--------|-----------------|--------------|--------|--------|-----------------|
| ۱۳۸۷ | ۱۳۸۶ | ۱۳۸۵ | میانگین ۱۱ ساله | ۱۳۸۷ | ۱۳۸۶ | ۱۳۸۵ | میانگین ۱۱ ساله |
| ۹۳۲/۸ | ۹۹۵/۲ | ۱۰۱۳/۵ | ۹۷۴/۶ | ۱۳۳۰ | ۱۱۰۷/۳ | ۱۳۳۴/۳ | ۱۲۳۰/۱ |

جدول ۲. برخی ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش

| عمق (cm) | هدایت الکتریکی (dS/m) | pH | CEC (cmol/kg) | نیترژن کل (%) | فسفر | | رس (mg/kg soil) | سیلت (%) | ماسه (%) | بافت |
|----------|-----------------------|-----|---------------|---------------|----------|---------|-----------------|----------|----------|----------|
| | | | | | قابل جذب | قابل رس | | | | |
| ۰-۳۰ | ۰/۳۵ | ۶/۱ | ۲۹ | ۰/۱۹ | ۲۲/۴ | ۱۶۰ | ۳۴ | ۴۱ | ۲۵ | لوم رسی |
| ۳۰-۶۰ | ۰/۵۲ | ۶/۵ | ۳۳ | ۰/۱۳ | ۴/۱ | ۱۰۲ | ۴۲ | ۴۰ | ۱۸ | رس سیلتی |

ادامه جدول ۲. نتایج تجزیه برگ

| فسفر (%) | پتاسیم (%) | نیترژن (%) | منیزیم (%) | منگنز (mg/g dw) | | | مس (%) |
|----------|------------|------------|------------|-----------------|-----|----|--------|
| | | | | آهن | روی | س | |
| ۰/۱۷ | ۰/۹۸ | ۲/۶ | ۰/۲ | ۳۰ | ۲۱ | ۹۰ | ۱۲ |

در دو عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متری عمق ریشه به میزان ۵۰ سانتی‌بار تعیین شد. حجم ناخالص آبیاری با رابطه $IR = [(FC - \theta_{50cb}) \cdot Dr \cdot Ac / e]$ تعیین و طی فصل آبیاری به صورت یکسان برای همه تیمارها اعمال شد. در این رابطه، FC و θ_{50cb} به ترتیب رطوبت حجمی در حد ظرفیت زراعی و مکش ۵۰ سانتی‌بار، Ac مساحت سایه‌انداز درختان (m^2) و e راندمان آبیاری است. با توجه به تأمین نیاز آبی از طریق بارندگی در اسفند ماه و اوایل بهار، کودآبیاری صرفاً به منظور پخش کود انجام شد.

همچنین عملیات مراقبتی نظیر مبارزه با آفات و علف‌های هرز براساس نظر کارشناسان مربوطه به‌طور یکسان برای همه تیمارها انجام شد. در دهه دوم آذر ماه، میوه‌ها به تفکیک واحدهای آزمایشی (دو درخت در واحد آزمایشی) برداشت، شمارش و توزین شد. سپس از بین آنها ۲۵ عدد میوه به صورت تصادفی انتخاب و صفات ضخامت پوست، قطر و طول میوه،

اسیدیته و مواد جامد محلول اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری وزن کل میوه‌های درخت (عملکرد) با استفاده از یک ترازوی دیجیتال (با دقت ۱۰ گرم) انجام شد. وزن تک میوه از تقسیم عملکرد بر تعداد میوه درخت به‌دست آمد. اسیدیته به روش تیتراسیون (با NaOH)، TSS با یک دستگاه رفرکتومتر چشمی (Model ATC -20E, Atago, Japan) و قطر و طول میوه با استفاده از کولیس دیجیتال (با دقت دهم میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها (آزمون چند دامنه‌ای دانکن) با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد.

نتایج و بحث

در جدول ۳ تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای مختلف بر صفات اندازه‌گیری شده در سه سال اجرای پروژه (۸۷-۱۳۸۵) ارائه شده است. تیمارها فقط از نظر مواد جامد محلول اختلاف معنی‌دار داشتند و از نظر عملکرد نیز اختلاف تیمارها نزدیک

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب صفات اندازه‌گیری شده (۸۷-۱۳۸۵)

| میانگین مربعات | | | | | | | | درجه آزادی | منبع تغییرات |
|----------------|---------------------|----------------------|------------------|--------------|---------------|---------------|----|--------------|--------------|
| اسیدیت کل (%) | مواد جامد محلول (%) | ضخامت پوست میوه (mm) | عملکرد (kg/tree) | وزن میوه (g) | قطر میوه (mm) | طول میوه (mm) | | | |
| ۵۵۲/۰۲* | ۲۴/۰۷* | ۲۱/۵۸* | ۶۷۵/۲۰** | ۷۶۴۵/۰۷* | ۲۹۰/۰۱* | ۱۳۹/۱۵* | ۲ | سال | |
| ۳/۸۱ | ۱/۰۱ | ۰/۱۲ | ۹۵/۴۳ | ۴۷۹/۴۷ | ۸/۰۱ | ۱۰/۱۲ | ۹ | خطا | |
| ۲/۶۲ | ۰/۵۹** | ۰/۱۵ | ۱۴۶/۹۷ | ۷۲۳/۰۳ | ۱۹/۴۵ | ۱۸/۸۳ | ۴ | تیمار | |
| ۳/۵۶ | ۰/۳۶ | ۰/۰۷ | ۴۷/۸۲ | ۲۱۰/۲۴ | ۷/۸۲ | ۶/۷۳ | ۸ | تیمار در سال | |
| ۲/۸۸ | ۰/۱۸ | ۰/۱۴ | ۵۷/۴۰ | ۵۸۷/۴۴ | ۹/۷۵ | ۱۰/۴۰ | ۳۶ | خطا | |
| ۸/۳۵ | ۳/۷۵ | ۷/۹۴ | ۲۳/۳۶ | ۱۲/۳۵ | ۴/۳۵ | ۴/۵۸ | | (%) CV | |

** و * : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪

ضخامت پوست میوه در تیمار ۴ بار و بیشترین آن در تیمار ۲ بار کودآبیاری دیده شد (جدول ۴).

ب) مواد جامد محلول و اسیدیت کل میوه

مقایسه میانگین مرکب (جدول ۴) نشان داد که در تیمارهای چال‌کود و ۸ بار کودآبیاری، مواد جامد محلول میوه بیشتر از تیمار ۶ بار کودآبیاری بود. از نظر اسیدیت کل میوه، در مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد.

ج) عملکرد

نتایج مقایسه میانگین‌ها و میزان اختلاف بین تیمارها از نظر عملکرد در جدول ۵ نشان می‌دهد که تیمار ۸ بار کودآبیاری با بیشترین میزان عملکرد در گروه آماری a و تیمارهای ۲ و ۴ بار کودآبیاری به ترتیب با اختلاف ۳۲/۱ و ۲۳/۷ درصد در مقایسه با آن در گروه آماری b قرار گرفتند. میزان عملکرد در تیمارهای ۶ بار کودآبیاری و چال‌کود به ترتیب ۱۴/۳ و ۲۰/۸ درصد کمتر از تیمار ۸ بار کودآبیاری بود. ولی اختلاف این دو تیمار با سایر تیمارها و نیز با هم معنی‌دار نبود (جدول ۵).

به معنی‌دار شدن در سطح ۵٪ بود. اثر سال روی عملکرد در سطح ۵٪ و روی بقیه صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. در جدول ۴، مقایسه میانگین مرکب سه ساله عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی میوه پرتقال تامسون ناول در تیمارهای مورد مطالعه ارائه شده است. نتایج به شرح زیر بحث شده است.

الف) اندازه، وزن و ضخامت پوست میوه

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، تیمارهای ۴ و ۶ بار کودآبیاری با بیشترین طول (به ترتیب ۷۱/۳۹ و ۷۱/۵۴ میلی‌متر) اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ با ۲ بار کودآبیاری (۶۸/۴۹ میلی‌متر) داشتند. تیمارهای چال‌کود و ۸ بار کودآبیاری اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نداشتند. بیشترین قطر میوه (۷۲/۷۶ میلی‌متر) در تیمار ۶ بار کودآبیاری مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ با تیمار ۲ بار کودآبیاری (۶۹/۸۷ میلی‌متر) داشت. سایر تیمارها از این نظر اختلاف معنی‌دار نداشتند. از نظر وزن و ضخامت پوست میوه، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. بیشترین و کمترین وزن میوه به ترتیب از تیمارهای ۸ بار (۲۰۷/۱۹ گرم) و ۲ بار کودآبیاری (۱۸۷/۸۴ گرم) به دست آمد. هم‌چنین کمترین

جدول ۴. مقایسه میانگین سه ساله صفات کیفیت میوه و آب میوه پرتقال تامسون ناول

| تیمار | صفت | | | | |
|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | چال کود | دو بار کود آبیاری | چهار بار کود آبیاری | شش بار کود آبیاری | هشت بار کود آبیاری |
| طول میوه (mm) | ۶۹/۸۶ ^{ab} | ۶۸/۴۹ ^b | ۷۱/۳۹ ^a | ۷۱/۵۴ ^a | ۷۰/۶۴ ^{ab} |
| قطر میوه (mm) | ۷۱/۰۴ ^{ab} | ۶۹/۸۷ ^b | ۷۲/۶۵ ^{ab} | ۷۲/۷۶ ^a | ۷۲/۵۲ ^{ab} |
| وزن میوه (گرم) | ۱۹۰/۵۳ ^a | ۱۸۷/۸۴ ^a | ۲۰۰/۳۵ ^a | ۱۹۵/۲۸ ^a | ۲۰۷/۱۹ ^a |
| ضخامت پوست (mm) | ۴/۷۰ ^a | ۴/۸۰ ^a | ۴/۵۳ ^a | ۴/۷۷ ^a | ۴/۶۲ ^a |
| مواد جامد محلول میوه (%) | ۱۱/۴۱ ^a | ۱۱/۲۲ ^{ab} | ۱۱/۲۶ ^{ab} | ۱۰/۹۷ ^b | ۱۱/۵۶ ^a |
| اسیدیته کل میوه (%) | ۱/۳۰ ^a | ۱/۲۸ ^a | ۱/۳۴ ^a | ۱/۲۷ ^a | ۱/۳۲ ^a |

در هر ردیف، اعداد با حروف مشترک، از نظر آزمون دانکن در سطح ۵٪ دارای اختلاف معنی دار نیستند.

جدول ۵. مقایسه عملکرد درختان تامسون ناول در دفعات مختلف کود آبیاری و چال کود

| تیمار | عملکرد (kg/tree) | | | | |
|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------|
| | چال کود | دو بار کود آبیاری | چهار بار کود آبیاری | شش بار کود آبیاری | میزان اختلاف عملکرد تیمارها (%) |
| چال کود | ۳۱/۴۶ ^{ab} | ۰ | ۰ | ۰ | |
| دو بار کود آبیاری | ۲۸/۷۵ ^b | -۸/۶ | ۰ | ۰ | |
| چهار بار کود آبیاری | ۳۰/۷۲ ^b | -۲/۴ | ۶/۹ | ۰ | |
| شش بار کود آبیاری | ۳۳/۲۳ ^{ab} | ۵/۶ | ۱۵/۶ | ۸/۲ | ۰ |
| هشت بار کود آبیاری | ۳۷/۹۹ ^a | ۲۰/۸ | ۳۲/۱ | ۲۳/۷ | ۱۴/۳ |

اعداد با حروف مشترک، از نظر آزمون دانکن در سطح ۵٪ دارای اختلاف معنی دار نیستند.

بحث

ضخامت پوست میوه مشابه است. در تحقیق شومان و همکاران (۱۵) وزن میوه در تیمار کود آبیاری کمتر از تیمارهای پخش دستی بود. در این آزمایش، وزن میوه در تیمارهای کود آبیاری بیشتر بود؛ ولی این اختلافات معنی دار نبود. در تحقیق سیورتنس و جیفون (۱۶) نیز اختلاف بین دوره‌های مختلف کود آبیاری از نظر وزن میوه معنی دار نبود.

مقایسه میانگین مرکب نشان داد که مواد جامد محلول میوه در تیمارهای چال کود و ۸ بار کود آبیاری بیشتر از تیمار ۶ بار کود آبیاری بود. ولی اختلاف معنی دار بین تیمارها از نظر اسیدیته کل دیده نشد (جدول ۴). طبق گزارش کو (۱۰)، کود آبیاری باعث کاهش TA و افزایش TSS/TA در مقایسه با کاربرد کود خشک شد. در تحقیق شومان و همکاران (۱۵)،

مقایسه میانگین‌های طول و قطر میوه نشان داد که اختلاف معنی داری بین بعضی از تیمارها وجود دارد. به طوری که از نظر طول میوه، تیمارهای ۴ و ۶ بار کود آبیاری با تیمار ۲ بار کود آبیاری و از نظر قطر میوه، تیمارهای ۲ و ۶ بار کود آبیاری اختلاف معنی داری داشتند (جدول ۴). در مقایسه مذکور، اختلاف معنی داری بین تیمارها از نظر وزن میوه و ضخامت پوست میوه مشاهده نشد (جدول ۴). در تحقیق کاساکاب و همکاران (۱۳) اختلافی بین تعداد کود آبیاری (۳، ۹ و ۲۷ بار) از نظر وزن میوه، ضخامت پوست و اندازه میوه دیده نشد. بنابراین مشاهدات این تحقیق در خصوص اندازه میوه با نتایج کاساکاب و همکاران (۱۳) مغایرت دارد. ولی در خصوص وزن و

بین ۱۸ مرحله کودآبیاری و ۴ مرحله پخش دستی کود مشاهده نکردند. در تحقیقات توملینسون و کوتزی (۱۸)، سه بار کودآبیاری از لحاظ عملکرد اختلاف معنی داری با دو بار پخش دستی کود نداشت. برخلاف نتایج تحقیق موجود، اختلاف معنی داری از نظر عملکرد بین تعداد دفعات کودآبیاری در تحقیق کو (۱۰ و ۱۱) و سیورتنس و جیفون (۱۶) مشاهده نشد.

نتیجه گیری

براساس نتایج تحقیق انجام شده، می توان گفت که از نظر عملکرد، اختلاف بین دوره های مختلف کودآبیاری معنی دار بود؛ ولی اختلاف بین چال کود و دوره های کودآبیاری معنی دار نبود. از لحاظ کیفیت میوه و آب میوه، اختلاف معنی داری بین تیمارهای کودآبیاری و چال کود مشاهده نشد. ولی اختلافاتی بین تیمارهای کودآبیاری مشاهده شد. به عبارت دیگر، تقریباً با افزایش دفعات کودآبیاری، کیفیت میوه و آب میوه بهبود یافت. بنابراین با توجه به این که هزینه پخش کود با روش کودآبیاری کمتر است (۱، ۴ و ۵) و نیز گزارش شده که با این روش علاوه بر کاهش تلفات شستشوی کود در خاک و جلوگیری از خطرات زیست محیطی، می توان با مصرف کود کمتر به عملکرد مطلوب رسید، در مجموع، می توان کودآبیاری را در قیاس با چال کود توصیه کرد و در بین تیمارهای کودآبیاری، اختلاف عملکرد در دوره های ۸ و ۶ بار کودآبیاری معنی دار نبود. بدین دلیل می توان ۶ بار کودآبیاری نیتروژن در سال را برای پرتقال رقم تامسون ناول روی پایه نارنج در مناطق مشابه محل این پژوهش توصیه کرد.

TSS بهینه در کودآبیاری ۲۰٪ بیشتر از روش های پخش دستی بود. الوا و همکاران (۲ و ۳) و الوا و پارماسیوام (۱) گزارش دادند که کودآبیاری در ۱۸ قسط، باعث افزایش TSS به میزان ۱۶٪ در مقایسه با پخش دستی شد. بومن (۷) گزارش داد که ۱۸ مرحله کودآبیاری سبب افزایش مواد جامد محلول میوه گریپ فروت به میزان ۸٪ در مقایسه با پخش سه مرحله ای کود خشک شد. برخلاف این نتایج، در تحقیق کاساکاب (۱۳) و سیورتنس و جیفون (۱۶) دور کودآبیاری اثر معنی داری روی میزان TSS و TA نداشت. علت تفاوت نتایج در تحقیق حاضر و سایر تحقیقاتی که در بالا اشاره شد، می تواند مربوط به تفاوت شرایط آب و هوایی محل آزمایش ها، رقم و پایه مرکبات و نیز یکی نبودن تیمارها باشد.

مقایسه میانگین عملکرد نشان داد که تیمار ۸ بار کودآبیاری در مقایسه با تیمارهای ۲ و ۴ بار کودآبیاری - با اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ - عملکرد بیشتری دارد و تیمارهای چال کود و ۶ بار کودآبیاری با تیمارهای دیگر اختلاف معنی داری نداشتند. در تحقیقات الوا و همکاران (۲ و ۳) و الوا و پارماسیوام (۱)، عملکرد درختان با کودآبیاری در ۱۸ قسط، ۱۶٪ بیشتر از پخش دستی در سه قسط بود. در آزمایش بومن (۷) روی درختان گریپ فروت این برتری به میزان ۹٪ بود و اختلاف عملکرد در این دو روش کوددهی در سه سال از چهار سال تحقیق معنی دار بود. در تحقیق داسبرگ و همکاران (۹)، تیمار کودآبیاری به میزان ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن سبب افزایش عملکرد به میزان ۱۶٪ در مقایسه با همین میزان مصرف کود به روش پخش دستی شد. ولی این اختلاف وقتی که میزان مصرف کود به جای ۱۶۰ به ۲۸۰ کیلوگرم در هکتار تغییر داده شد، کم بود. الوا و همکاران (۴ و ۵) تفاوتی از لحاظ عملکرد

منابع مورد استفاده

1. Alva, A. K. and S. Paramasivam. 1998. Nitrogen management for high yield and quality of citrus in sandy soils. *Soil Science Society of America Journal* 62: 1335-1342.
2. Alva, A. K., S. Paramasivam and W. D. Graham. 1998. Impact of nitrogen management practices on nutritional status and yield of 'Valencia' orange trees and groundwater nitrate. *Journal of Environmental Quality* 27: 904-910.

3. Alva, A. K., S. Paramasivam, W. D. Graham and T. A. Wheaton. 2003. Best nitrogen and irrigation management practices for citrus production in sandy soils. *Water, Air and Soil Pollution* 143: 139-154.
4. Alva, A. K., S. Paramasivam, T. A. Obreza and A. W. Schumann. 2006a. Nitrogen best management practice for citrus trees. I. Fruit yield, quality and leaf nutritional status. *Scientia Horticulturae* 107: 233-244.
5. Alva, A. K., S. Paramasivam, A. Fares, T. A. Obreza and A. W. Schumann. 2006b. Nitrogen best management practice for citrus trees. II. Nitrogen fate, transport, and components of N budget. *Scientia Horticulturae* 109: 223-233.
6. Bester, D. H., P. S. Fouche and G. H. Veldman. 1977. Fertilizing through drip irrigation systems on orange trees. *Proceedings of International Society of Citriculture Congress* 1: 46-49.
7. Boman, B. J. 1996. Fertigation versus conventional fertilization of flatwoods grapefruit. *Fertilizer Research* 44(2): 123-128.
8. Burt, C., K. O'Connor and T. Ruehr. 1998. Fertigation. Irrigation Training and Research Center, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, California, 295 p.
9. Dasberg, S., A. Bar-Akiva, S. Spazisky and A. Cohen. 1988. Fertigation versus broadcasting in an orange grove. *Fertilizer Research* 15: 147-154.
10. Koo, R. C. J. 1980. Results of citrus fertigation studies. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 93: 33-36.
11. Koo, R. C. J. 1984. Effects of trickle irrigation and fertigation on fruit production and juice quality of 'Valencia Orange'. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 97: 8-10.
12. Kruger, J. A., C. D. Tolmay and K. Britz. 2000. Effects of fertigation frequencies and irrigation systems on performance of Valencia oranges in two subtropical areas of South Africa. *Proceedings of International Society of Citriculture Congress*, pp. 232-235.
13. Kusakabe, A., S. A. White, J. L. Walworth, G. C. Wright and T. L. Thompson. 2006. Response of microsprinkler-irrigated navel oranges to fertigated nitrogen rate and frequency. *Soil Science Society of America Journal* 70: 1623-1628.
14. Mashhourinejad, P. 2000. Effect of Tarava subsurface irrigation and cover cropping on water use, crop yield and soil nitrate and salinity. MSc. Thesis, Tehran University, Tehran, Iran. (In Farsi).
15. Schumann, A. W., A. Fares, A. K. Alva and S. Paramasivam. 2003. Response of 'Hamlin' orange to fertilizer source, annual rate and irrigated area. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 116: 256-260.
16. Sivertsen, J. P. and J. L. Jifon. 2001. Frequent fertigation does not affect citrus tree growth, fruit yield, nitrogen uptake, and leaching losses. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 114: 88-93.
17. Smith, S. 2001. Agricultural irrigation-fertigation facts: The fundamentals of applying fertilizer through an irrigation system. Available online at: <http://www.irrigation.org/ibt/0103/p33.htm>, Accessed March 2001.
18. Tomlinson, I. R. and K. Coetzee. 1997. Can fertigation influence fruit quality? *Neltropika* 296: 7-9.
19. Weinert, T. L., T. L. Thompson, S. A. White and M. A. Maurer. 2002. Nitrogen fertigation of young navel oranges: Growth, N status, and uptake of fertilizer N. *HortScience* 37: 334-337.