Archive of SID

Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 50, No 2, Summer 2019 (349-359)
DOI: 10.22059/ijhs.2018.249971.1377

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۸ (ص ۳۵۹-۳۴۹)

اثر زمان محلول‌پاشی اوره بر عملکرد و کیفیت میوه درختان پرتقال تامسون‌ناول

طاهره رئیسی[۱*] و بیژن مرادی[۲]

۱ و ۲. استادیار و مربی پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۱)

چکیده

تحقیق حاضر با هدف تعیین مناسبترین زمان محلول‌پاشی اوره جهت بهبود کمیت و کیفیت میوه (درصد تشکیل میوه، عملکرد، اندازه میوه، ضخامت پوست میوه، اسید قابل‌تیتراسیون و مواد جامد محلول) پرتقال 'تامسون‌ناول' (*Citrus sinensis* L. Osbeck.) طی دو سال اجرا شد. بدین منظور اوره با غلظت ۰/۵ درصد بر تاج درختان ۲۰ ساله در سه زمان جداگانه شامل دی، اسفند و تیر محلول‌پاشی شد. علاوه براین، یک تیمار محلول‌پاشی با آب نیز به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد درختان محلول‌پاشی شده با اوره، صرف‌نظر از زمان کاربرد، غلظت نیتروژن برگ و درصد تشکیل میوه بیشتری نسبت به تیمار شاهد داشتند. علاوه براین، محلول‌پاشی اوره بر عملکرد و شاخص‌های کیفی میوه تأثیر معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) داشته است. اثر زمان محلول‌پاشی اوره بر تغییرات نسبت مواد جامد محلول کل به اسید قابل‌تیتراسیون میوه (شاخص بلوغ برای برداشت) و عملکرد، کاملاً وابسته به سال مورد مطالعه بود؛ به‌طوری‌که در سال اول آزمایش (سال کم‌محصول)، بیشترین عملکرد در زمان محلول‌پاشی دی و تیرماه و بیشترین مقدار شاخص بلوغ در تیمار شاهد مشاهده گردید. به هرحال، در سال دوم (سال پرمحصول) بیشترین مقدار عملکرد و شاخص بلوغ در زمان‌های محلول‌پاشی تیر و اسفندماه مشاهده شد. بنابراین، تعیین سطح و زمان کاربرد عناصر غذایی، برای تحریک فرایند فیزیولوژیکی خاصی در مرکبات حائز اهمیت می‌باشد و به سال مورد مطالعه (پرمحصول یا کم‌محصول) بستگی دارد.

واژه‌های کلیدی: درصد تشکیل میوه، شاخص بلوغ، نیتروژن برگ.

The effect of urea foliar spray time on yield and fruit quality of 'Thomson Navel' sweet orange trees

Tahereh Raiesi[1*] and Bijan Moradi[2]

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

(Received: Jan. 16, 2018 - Accepted: May 22, 2018)

ABSTRACT

The current study was aimed at determining the optimum time of urea foliar spray to improve fruit quantity and quality (fruit set%, yield, size, peel thickness of fruits, titrable acidity (TA), total soluble solid (TSS)) of 'Thomson Navel' orange trees (*Citrus sinensis* L. Osbeck.) for 2 consecutive years. Thus, a 0.5% solution of urea was sprayed on to 20 years old orange trees during January (T1), March (T2) and June (T3). There was a set of control trees that only sprayed with simple water (T0). The results showed that the trees receiving foliar applied urea, independent of application time, had significantly greater leaf nitrogen content and fruit set % than the control trees. In addition, the impact of the urea foliar application on the yield and quality properties of fruits was significant ($P<0.05$). The effect of urea spray time on TSS/TA (maturity index) and yield depended on studied year. In first year (low yield), the highest level of yield observed in T1 and T3 treatments and the highest level of TSS/TA observed in T0 treatment. In second year (high yield), the highest level of yield and TSS/TA observed in T2 and T3 treatments. Therefore, it is important to determine the optimal level and time of application of nutrients to stimulate a specific physiological process in citrus, depending on the studied year (high yield or low yield).

Keywords: Fruit set percent, leaf nitrogen, maturity index.

* Corresponding author E-mail: taraiesi@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مرکبات، یکی از محصولات باغی استراتژیک ایران است که مقام اول در بین تولیدات باغی کشور (Iran's Ministry of Agriculture, 2016) و مقام هفتم تولید سالیانه مرکبات را در جهان به خود اختصاص داده است (FAO, 2014). باغبانی استان‌های شمالی کشور ارتباط تنگاتنگی با صنعت مرکبات دارد، به‌طوری‌که استان‌های شمالی کشور، مقام اول سطح زیر کشت و تولید مرکبات را در بین سایر استان‌ها، دارا می‌باشند (Iran's Ministry of Agriculture, 2016). یکی از مهمترین فاکتورهای مؤثر بر رشد و نمو درختان مرکبات، تغذیه اصولی و متعادل است. گیاهان قادرند عناصر را هم از طریق ریشه و هم برگ جذب کنند. وقتی این عناصر روی برگ گیاه محلول‌پاشی شوند، اصطلاح محلول‌پاشی برای این روش کوددهی به‌کار برده می‌شود (McCal, 1980). محلول‌پاشی روشی متداول برای تأمین عناصر غذایی در مرکبات است. در این روش، عناصر مورد نیاز گیاه به‌سرعت و با کارایی نسبتاً بالایی در اختیار گیاه قرار می‌گیرند. کاهش مصرف کودهای شیمیایی و پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از استفاده‌ی بی‌رویه از این قبیل کودها، از ویژگی‌های این روش کوددهی است (Fernandez & Brown, 2013). در واقع، خطر از دست رفتن عناصر غذایی در محلول‌پاشی نسبت به کاربرد خاکی کمتر است (Lovatt, 2013). محلول‌پاشی در کوتاه‌ترین زمان ممکن، می‌تواند اثر خود را نشان دهد، زیرا عناصر غذایی در مجاورت سطحی قرار می‌گیرند که به‌طور مستقیم وارد گیاه می‌شوند (Swietlik & Faust, 1984). در زمان‌هایی که تأمین سریع عناصر غذایی برای گیاه ضروری است و یا تولیدکننده به‌دنبال افزایش عملکرد و کیفیت میوه می‌باشد، محلول‌پاشی راهکاری مناسب است (Zekri, 2014).

نیتروژن نقش مهمی در تغذیه درختان ایفا می‌کند. مقادیر پایین نیتروژن در درختان مرکبات یکی از فاکتورهای اصلی است که کمیت و کیفیت تولید میوه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. در باغ‌های مرکبات مشابه سایر درختان میوه، معمولاً نیتروژن به‌صورت خاکی استفاده می‌شود. به هرحال، در کاربرد خاکی نیتروژن، همیشه خطرات زیست‌محیطی وجود دارد (Tagliavini *et al*., 1996; Martinez-Alcantara *et al*., 2012). بنابراین، نیتروژن به‌صورت محلول‌پاشی نیز استفاده می‌شود. کارایی و سودمندی کاربرد نیتروژن از طریق محلول‌پاشی درختان میوه، به‌ویژه در مورد مرکبات، توسط بسیاری از محققین دنیا گزارش شده است (Lovatt, 1999a; Lovatt, 1999b; Bondada *et al*., 2001; Dadrasnia *et al*., 2008; Khan *et al*., 2009). شکل‌های تجاری اوره، به‌راحتی توسط برگ مرکبات جذب می‌شوند. ارتباط نزدیکی بین آمونیوم، ساخت آرژنین و در نهایت ساخت پلی‌آمین‌ها و به‌دنبال آن گلدهی مرکبات و نمو میوه در این درختان مشاهده شده است (Sagee & Lovatt, 1991). کاربرد برگی اوره، پتانسیل آن را دارد که یکی از اجزای مهم برنامه‌های کوددهی مرکبات در مناطق مرکبات‌خیز دنیا گردد و شست‌وشوی نیترات به آب زیرزمینی را کاهش دهد (Bondada *et al*., 2001). در تحقیق انجام‌شده در مصر، مشاهده شد که محلول‌پاشی درختان پرتقال 'واشنگتن‌ناول' با محلول ۵ در هزار اوره در بهار، مؤثرتر از کاربرد نیتروژن در خاک بود و باعث افزایش تشکیل میوه و عملکرد و نیز اندازه میوه این درختان گردید (Akl *et al*., 1995). به هرحال، برای مدیریت صحیح محلول‌پاشی، باید از نقش عناصر غذایی در فرایندهای فیزیولوژی گیاه مطلع بود؛ سپس عنصر غذایی به‌صورت برگی در مرحله خاصی از فنولوژی درخت، با هدف تحریک فرایند فیزیولوژیکی خاصی به‌کاربرده شود. در دوران تشکیل گل و میوه و زمان ریزش گل و میوه، می‌توان با تمهیداتی، مقدار تشکیل میوه و عملکرد را افزایش داد (Lovatt, 1999). زمانی که دمای خاک پایین است، فعالیت ریشه محدود می‌باشد (Bevington & Castle, 1985; Pregitzer *et al*., 2000) و جذب عناصر غذایی از خاک توسط ریشه کمتر خواهد بود. محلول‌پاشی کودهای حاوی نیتروژن قبل و بعد از شکوفه‌دهی، می‌تواند بر مشکلات ناشی از فعالیت پایین ریشه در این زمان غلبه کند (Lovatt, 1999). در پژوهشی مشاهده شد که محلول‌پاشی درختان نارنگی با محلول ۵ در هزار اوره منجر به افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد، وزن و اندازه میوه این درختان شد، اما این محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر مواد جامد محلول کل نداشت (Ram & Bose, 1994). در مطالعه‌ای که برای تعیین زمان مناسب کاربرد برگی اوره انجام شد، مشاهده شد که محلول‌پاشی در اواسط زمستان به‌طور معنی‌داری عملکرد و تعداد میوه در هر درخت مرکبات را نسبت به درختان شاهد (کاربرد اوره در زمستان در خاک بدون محلول‌پاشی عناصر غذایی) افزایش داده است (Ali & Lovatt, 1994). دو مرتبه کاربرد برگی اوره با بیورت کم در فواصل ۱۴-۱۰ روزه، طی بازه زمانی ۸-۶ هفته قبل از مرحله شکوفه‌دهی، باعث افزایش چشمگیری در عملکرد پرتقال شده است (Rabe & Walt, 1993).

با توجه به مصرف زیاد کودهای نیتروژنه در باغ‌های مرکبات در شمال کشور و از سوی دیگر رخداد بارندگی‌های فراوان و نیز نامناسب‌بودن اغلب خاک‌های این مناطق، خطر هدر رفت و شست‌وشوی نیتروژن از خاک‌های شمال کشور زیاد است؛ لذا با تامین بخشی از نیاز نیتروژن درختان از طریق محلول‌پاشی، می‌توان کارایی مصرف نیتروژن را افزایش داد و خطر آلودگی آب‌های زیرزمینی را کاهش داد. انتخاب زمان مناسب برای محلول‌پاشی نیتروژن در مرکبات بسیار حایز اهمیت می‌باشد. از سوی دیگر، اطلاعات کمی در مورد مناسب‌ترین زمان محلول‌پاشی اوره با هدف افزایش عملکرد و بهبود ویژگی‌های کیفی میوه پرتقال در غرب مازندران وجود دارد. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر زمان محلول‌پاشی اوره بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی پرتقال تامسون در ایستگاه تحقیقات مرکبات کترا وابسته به پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری در تنکابن اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات مرکبات کترا وابسته به پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری- رامسر واقع در دامنه‌های شمالی رشته کوه البرز و در طول جغرافیایی ۵۰ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه شمالی که حدود ۶۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد، انجام شد. متوسط درازمدت بارندگی این منطقه ۱۲۰۰ میلی‌متر در سال که عمدتاً از شهریور تا اردیبهشت ماه می‌باشد درحالی‌که در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد نیاز آبی مرکبات بیشتر از مقدار بارندگی منطقه است.

به‌منظور تعیین بهترین زمان محلول‌پاشی اوره در تولید پرتقال، این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه زمان محلول‌پاشی و چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات مرکبات کترا در یک قطعه باغ پرتقال 'تامسون‌ناول' ۲۰ ساله نوسلار روی پایه پونسیروس به‌مدت سه سال (۱۳۸۵-۱۳۸۲) اجرا و اندازه‌گیری‌ها در دو سال آخر آزمایش انجام شد. حداقل و حداکثر دمای ماهیانه در سال اول آزمایش حاضر به‌ترتیب ۵/۲ (دی ماه) و ۳۰/۸ (مرداد ماه) درجه سلسیوس و در سال دوم به‌ترتیب ۳/۶ (دی ماه) و ۳۰/۵ (مرداد ماه) درجه سلسیوس بود. مجموع بارندگی سالیانه در سال اول و دوم گزارش حاضر به‌ترتیب ۸۲۶ و ۱۳۳۴ میلی‌متر بود. قبل از اجرای آزمایش نمونه‌های مرکب خاک از عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری جمع‌آوری و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی اولیه خاک محل آزمایش تعیین گردید. اسیدیته نمونه‌های خاک در عصاره ۲ به ۱ محلول به خاک (Thomas, 1986)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره‌های صاف‌شده با نسبت ۵ به ۱ محلول به خاک (Rhoades, 1996)، کربنات‌کلسیم معادل خاک به‌روش تیتراسیون برگشتی با اسید کلریدریک یک نرمال (Loeppert & Sparks, 1986)، درصد کربن آلی خاک به‌روش اکسیداسیون تر (Nelson & Sommers, 1986) و بافت خاک به‌روش هیدرومتر (Gee & Bauder, 1986) تعیین شد. همچنین مقدار نیتروژن کل (Bremner, 1996)، فسفر قابل استفاده (Olsen & Sommers, 1982) و پتاسیم قابل استفاده (Helmke & Sparks, 1996) اندازه‌گیری شد.

در تحقیق حاضر اوره با غلظت ۵ در هزار یک‌مرتبه در سه زمان مجزا: اواخر دی (پس از برداشت میوه)، اواخر اسفند (در زمان تورم جوانه‌ها) و اوایل تیر (بعد از ریزش فیزیولوژیک در مرحله نمو سلولی) بر تاج درختان محلول‌پاشی شد. در هر سال برای هر تیمار

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار بیست و پنج لیتر آب برای هر درخت در نظر گرفته شد. بنابراین، ۵۷ گرم نیتروژن برای هر درخت به‌صورت محلول‌پاشی به‌کار برده شد. علاوه براین، در تیمار شاهد نیز ۲۵ لیتر آب بر تاج درخت اسپری شد. لازم به ذکر است که کودهای اوره (۱۱۰۰ گرم)، دی‌آمونیوم فسفات (۵۰۰گرم)، سولفات‌پتاسیم (۱۰۰۰ گرم)، سولفات‌منیزیم (۳۵۰ گرم) و سولفات‌روی (۱۰۰ گرم) بر اساس برداشت میوه و آزمون خاک و برگ در فروردین ماه به‌صورت پخش سطحی به همه درختان به‌مقدار مساوی داده شد. لازم به ذکر است که کود اوره در چند تقسیط به درختان داده شد. کلیه عملیات باغداری شامل کوددهی (به‌جز محلول‌پاشی نیتروژن)، هرس، کنترل علف‌های هرز و مبارزه با آفات و بیماری‌ها، طی مدت اجرای آزمایش برای همه درختان به‌طور یکسان انجام گردید. نمونه‌برداری از برگ‌های درختان مورد نظر در مرداد ماه از شاخه‌های بهاره بدون بار انجام گرفت و سپس برگ‌ها به آزمایشگاه منتقل و بعد از شست‌وشو با آب و مایع ظرفشویی با آب مقطر شسته و پس از خشک‌شدن در دمای ۶۵ درجه سلسیوس آسیاب‌شده و از الک نیم میلی‌متری عبور داده شدند. غلظت نیتروژن در نمونه‌های برگ با روش کجلدال اندازه‌گیری شد (Bremner, 1996). جهت بررسی میزان تشکیل میوه، از هر درخت به‌دقت در اوایل شکوفه‌دهی چهار شاخه از چهار جهت اصلی درخت انتخاب و علامت‌گذاری گردید. در اردیبهشت ماه تعداد گل هر شاخه جداگانه به‌دقت شمرده و ثبت شد. در مرداد ماه بعد از ریزش فیزیولوژیک، روی همان شاخه‌ها تعداد میوه‌های موجود شمارش گردید و درصد تشکیل میوه با تقسیم تعداد میوه تشکیل‌شده بر تعداد گل‌های شمارش‌شده ضرب در صد محاسبه گردید. در دی ماه پس از رسیدن نسبت میزان مواد جامد محلول کل (TSS) به اسید قابل‌تیتراسیون میوه به ۶-۷ (Fattahi Moghadam *et al*., 2012)، میوه‌ها برداشت و مقدار عملکرد هر درخت اندازه‌گیری شد. سپس، در پنج میوه یکنواخت و بدون آسیب از هر تکرار، مواد جامد محلول، اسید قابل‌تیتراسیون، ضخامت پوست، قطر و طول میوه اندازه‌گیری شدند. مواد جامد محلول به‌روش رفراکتومتری چشمی اندازه-گیری شد. میزان اسید قابل تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری شد. ضخامت پوست و قطر میوه با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شدند.

در نهایت اثر سال و زمان محلول‌پاشی نیتروژن بر عملکرد، مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون، طول و قطر میوه، ضخامت پوست میوه توسط تجزیه واریانس مرکب مورد سنجش قرار گرفت. علاوه بر این، در سال آخر پژوهش، اثر زمان محلول‌پاشی بر درصد تشکیل میوه و مقدار نیتروژن در برگ پرتقال نیز توسط تجزیه واریانس یک‌طرفه بررسی شد. معنی‌دار بودن تفاوت‌ها توسط آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد بررسی شد. رابطه بین غلظت نیتروژن در برگ با عملکرد و درصد تشکیل میوه در سال آخر پژوهش، با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون بررسی شد. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج بررسی ویژگی‌های اولیه خاک مورد مطالعه (جدول ۱) نشان داد که خاک مورد بررسی خاکی اسیدی غیر شور و دارای بافت رسی‌سیلتی می‌باشد. مقدار نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل‌استفاده در خاک مورد مطالعه به‌ترتیب ۰/۱۲، ۲۴ و ۳۶۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود.

نتایج مقایسه میانگین اثر زمان محلول‌پاشی بر مقدار نیتروژن در برگ پرتقال و درصد تشکیل میوه در سال آخر (سال پرمحصول) پژوهش در شکل ۱ آورده شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک باغ مورد مطالعه

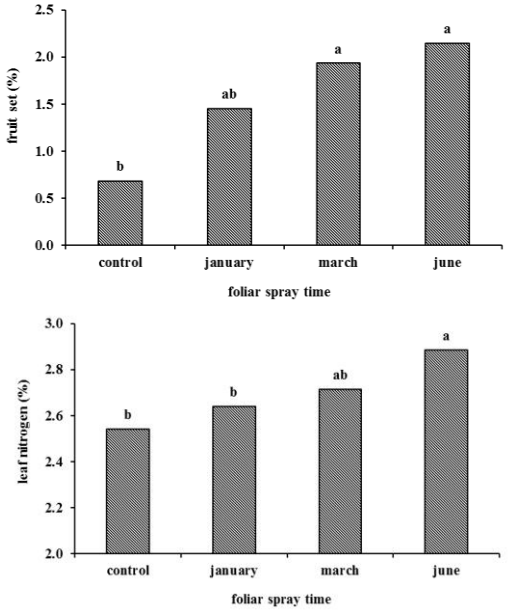
Table 1. Physicochemical soil properties of studied orchard

Soil depth (cm)	Potassium (mg/kg)	Phosphorus (mg/kg)	Nitrogen (mg/kg)	Silt (%)	Clay (%)	Organic carbon (%)	Electrical conductivity (dS/m)	pH
30-0	361	24	0.12	43	31	1.23	0.68	5.5
60-30	100	10	0.07	43	35	0.33	0.19	5.1

www.SID.ir

Archive of SID

دامنه تغییرات درصد تشکیل میوه از ۰/۶۸ درصد تا ۲/۱۴ درصد متغیر بود. بیشترین و کمترین درصد تشکیل میوه به‌ترتیب در تیمارهای محلول‌پاشی در تیرماه و تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۱). نتیجه فوق حاکی از اثرات مثبت محلول‌پاشی اوره در تیرماه (سال اول گزارش) بر درصد تشکیل میوه در سال بعد (سال دوم) می‌باشد. علاوه بر این، بررسی نتایج نشان داد با انجام محلول‌پاشی اوره در هر سه زمان مورد بررسی، درصد تشکیل میوه افزایش یافته است، هرچند این افزایش در تیمار محلول‌پاشی در دی ماه نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار نبود. بیشترین و کمترین درصد نیتروژن برگ به‌ترتیب در تیمار محلول‌پاشی در تیرماه (۲/۸۹ درصد) و تیمار شاهد (۲/۵۴ درصد) مشاهده شد. بررسی نتایج نشان داد با انجام محلول‌پاشی اوره، مقدار نیتروژن در برگ پرتقال افزایش یافته، هرچند این افزایش فقط در تیمار محلول‌پاشی در تیرماه و اواخر اسفند ماه معنی‌دار بود. علاوه براین، در سال آخر پژوهش حاضر، بین غلظت نیتروژن در برگ و درصد تشکیل میوه (r=۰/۹۲) و نیز بین غلظت نیتروژن در برگ و عملکرد (r=۰/۹۶) همبستگی معنی‌داری مشاهده شد. در بسیاری از مطالعات، ارتباط نزدیکی بین کاربرد برگی اوره، افزایش مقدار آمونیوم در برگ و به‌دنبال آن ساخت آرژنین و در نهایت ساخت پلی‌آمین‌ها و به‌دنبال آن گلدهی مرکبات و نمو میوه در این درختان مشاهده شده است (Sagee & Lovatt, 1991). بنابراین می‌توان گفت یکی از دلایل احتمالی افزایش درصد تشکیل میوه و عملکرد، به‌دنبال محلول‌پاشی تکمیلی اوره، بهبود غلظت نیتروژن در برگ بوده است. در دیگر مطالعات نیز به وجود رابطه مثبت بین غلظت نیتروژن در برگ و عملکرد مرکبات اشاره شده است (Duplessis & Koen, 1988). در تحقیقی که در آفریقای‌جنوبی انجام شده است مشاهده شد که محلول‌پاشی نارنگی 'انشو' با اوره، باعث افزایش نیتروژن برگ در شاخه‌های بارده شده که در نتیجه آن رنگ پوست، اندازه میوه، کیفیت داخلی میوه و عملکرد تحت تأثیر قرار گرفته است (Mudau *et al.*, 2004). در مقابل، در مطالعه‌ای دیگر مشاهده شد که علی‌رغم کاربرد برگی اوره طی سه سال متوالی، غلظت نیتروژن در برگ درختان پرتقال نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری نداشته است (Ali & Lovat, 1994).



شکل ۱. اثر زمان محلول‌پاشی برگی اوره بر مقدار نیتروژن در برگ و درصد تشکیل میوه

Figure 1. Effects of urea foliar spray time on leaf nitrogen and fruit set contents (%)

نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر سال و زمان محلول‌پاشی اوره بر عملکرد، طول، قطر و ضخامت پوست میوه تحت تیمارهای مطالعه‌شده در جدول ۲ آمده است. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که مقدار عملکرد، ضخامت پوست میوه و نسبت ضخامت پوست میوه به قطر میوه در دو سال مورد مطالعه متفاوت بود (p<۰/۰۱). بررسی اثرات اصلی سال نشان داد که در سال اول، مقدار عملکرد کمتر و ضخامت پوست و نسبت ضخامت پوست به قطر میوه بیشتر از سال دوم بود. همچنین، اثر زمان محلول‌پاشی و اثر متقابل سال × زمان محلول‌پاشی اوره بر عملکرد و ضخامت پوست میوه معنی‌دار بود (جدول ۲). بنابراین با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل سال× زمان محلول‌پاشی بر عملکرد می‌توان گفت اثر زمان محلول‌پاشی بر عملکرد به سال مورد مطالعه بستگی داشت. در سال اول مطالعه حاضر، بیشترین و کمترین عملکرد به‌ترتیب در تیمارهای محلول‌پاشی در دی ماه

www.SID.ir

Archive of SID

و تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی اوره) مشاهده شد. نتایج نشان داد در سال کم‌محصول، مقدار عملکرد درختان در همه تیمارها بیشتر از تیمار شاهد بود، هرچند این افزایش عملکرد فقط در تیمارهای محلول‌پاشی در دی ماه و تیرماه معنی‌دار بود. در سال دوم بررسی حاضر، مقدار عملکرد درختان پرتقال تحت تیمارهای اعمال‌شده از ۶۷ (شاهد) تا ۱۵۰ (محلول‌پاشی اوره در تیر) کیلوگرم در هر درخت متغیر بود (جدول ۲). نتایج نشان داد در سال پرمحصول، مقدار عملکرد درختان در همه تیمارها بیشتر از تیمار شاهد بود. علاوه بر این، با توجه به این نتیجه که قطر و طول میوه با انجام محلول‌پاشی تغییر معنی‌داری نکرده است، می‌توان گفت در هر دو سال مورد بررسی، افزایش عملکرد ناشی از انجام محلول‌پاشی تکمیلی با کاهش اندازه میوه همراه نبوده است؛ بنابراین، با انجام محلول‌پاشی اوره می‌توان عملکرد درختان پرتقال را به‌طور معنی‌داری افزایش داد و با توجه به نتایج مطالعه حاضر، بهترین زمان محلول‌پاشی اوره با غلظت ۵ در هزار در سال پرمحصول، تیر و یا اواخر اسفند و در سال کم‌محصول اواخر دی می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر، با نتایج برخی دیگر از پژوهش‌های انجام‌شده در مورد اثر محلول‌پاشی اوره بر عملکرد و درصد تشکیل میوه مرکبات مطابقت دارد. در مطالعه‌ای مشاهده شد که کاربرد برگی اوره با بیورت پایین در غلظت ۱/۳ درصد (۰/۱۶ کیلوگرم نیتروژن به‌ازای هر درخت) در زمان شکوفه‌دهی کامل به‌طورمعنی‌داری عملکرد و تعداد میوه در هر درخت پرتقال 'واشنگتن' در سال پرمحصول را افزایش داد، ولی تأثیری بر این شاخص‌ها در سال کم‌محصول نداشت (Lovatt *et al.*, 1992). عملکرد، تعداد گل، تعداد میوه‌چه و درصد گل تبدیل شده به میوه‌چه پرتقال 'والنسیا' با کاربرد برگی زمستانه اوره به‌مقدار ۳۱ کیلوگرم بر هکتار نیتروژن افزایش یافته است (Albrigo, 1999). همچنین، در پژوهشی دیگر مشاهده شد که محلول‌پاشی اوره با بیورت پایین در غلظت ۰/۳ درصد قبل از شکوفه‌دهی؛ بعد از تشکیل میوه و به‌صورت ترکیب دو تیمار فوق (قبل از شکوفه‌دهی و بعد از تشکیل میوه) عملکرد هر درخت و اندازه میوه را افزایش داده است. هر چند مقدار افزایش عملکرد و اندازه میوه در تیمار ترکیبی محلول‌پاشی اوره قبل از شکوفه‌دهی و نیز بعد از تشکیل میوه بیشتر از دو تیمار دیگر بود (Khan *et al.*, 2009). با انجام محلول‌پاشی تکمیلی اوره در زمان مناسب، مقدار عملکرد درختان پرتقال 'والنسیا' را بدون کاهش تعداد میوه‌های بزرگ می‌توان افزایش داد (Ali & Lovatt, 1994).

گل‌دهی یکی از مهمترین مراحل فیزیولوژیکی درختان میوه می‌باشد. عملکرد درختان مرکبات به تعداد گل در فصل بهار ارتباط دارد، هرچند بسیاری از این گل‌ها به میوه‌هایی که تا زمان برداشت بر درخت ماندگار باشند، تبدیل نمی‌گردند. نیتروژن بر تعداد گل و درصد تشکیل میوه تأثیرگذار است (Albrigo, 1999). بیش از ۸۰ درصد نیتروژن استفاده‌شده در مراحل رشد جست‌های بهاره و تشکیل میوه از نیتروژن ذخیره‌ای درخت تامین می‌گردد (Kato, 1986). همان‌طور که قبلاً نیز ذکر گردید مرحله گل‌دهی در مرکبات، مرحله‌ای است که نیاز غذایی مرکبات در این دوره بالا و دمای خاک در این زمان پایین می‌باشد. رشد ریشه مرکبات در بهار زمانی شروع می‌شود که درجه حرارت خاک منطقه ریشه به بالای صفر بیولوژیکی (۱۳ درجه سلسیوس) برسد (Asadi Kangarshahi & Akhlaghi Amiri, 2015). دمای خاک در مناطق شمال کشور عموماً از آذر تا اردیبهشت کمتر از ۱۳ درجه سلسیوس است (Sabziparvar *et al.*, 2010). در دمای پایین خاک، فعالیت متابولیکی ریشه، حلالیت عناصر غذایی در محلول خاک و انتقال عناصر از طریق جریان تعرق کمتر است. از سوی دیگر زمان کاربرد نیتروژن در خاک در شمال کشور اواخر اسفند و یا اوایل فروردین می‌باشد که احتمالاً این کوددهی در تامین نیاز شکوفه‌ها و جست‌های رویشی جدید تأثیری ندارد؛ بنابراین، قبل و در دوران شکوفه‌دهی، به‌ویژه در زمان آغاز تمایز جوانه‌های گل، درختان نمی‌توانند عناصر غذایی کافی برای تامین نیاز ۵۰ تا ۱۰۰ هزار گل در هر درخت را فراهم نمایند (Erickson & Brannaman, 1960)؛ بنابراین با راهکارهایی باید ذخایر نیتروژن در درخت را افزایش داد.

www.SID.ir

Archive of SID

برگ‌های مرکبات جایگاه اصلی ذخیره نیتروژن در این درختان می‌باشند (Mattos *et al.*, 2003). طبق تحقیقات انجام‌شده، غلظت نیتروژن در برگ‌های مسن در زمان شروع جست‌های بهاره کاهش یافته و در زمان باز شدن شکوفه‌ها به حداقل مقدار خود می‌رسد که این زمان مصادف با حداکثر ریزش شکوفه‌ها می‌باشد (Sanz *et al.*, 1987; Akbari *et al.*, 2010). امر فوق حاکی از این موضوع است که محدودیت عناصر غذایی می‌تواند دلیل اصلی ریزش گل‌ها در این مرحله از رشد درختان مرکبات باشد. همچنین، طبق مطالعه انجام‌شده در جنوب کشور محلول‌پاشی اوره ۹ هفته (در مرحله گل القایی) و ۶ هفته (مرحله تمایز گل) قبل از شکوفه‌دهی کامل، بیشترین تأثیر را به‌ترتیب بر گلدهی و تشکیل میوه دارند (Akbari *et al.*, 2010). علاوه بر این، بررسی نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که محلول‌پاشی اوره پس از تنش خشکی و یا تنش سرما، از طریق بالابردن سطح آمونیوم و به‌دنبال آن افزایش ترکیبات پلی‌آمین، باعث افزایش گل‌دهی (گل آغازی) درختان مرکبات می‌شود (Lovatt *et al.*, 1988). بررسی نتایج پژوهش انجام‌شده در فلوریدا نیز نشان داد که با انجام محلول‌پاشی اوره در زمستان می‌توان تعداد جوانه‌های گل و عملکرد پرتقال را افزایش داد (Lovatt *et al.*, 1988; Ali & Lovatt, 1994).

به‌طور کلی، در سال اول گزارش حاضر نیز که سالی کم‌محصول بوده است، با انجام محلول‌پاشی در اواخر دی تعدادگل‌ها افزایش یافته و همین امر منجر به افزایش عملکرد شده است. اما در سال دوم که سالی پرمحصول بوده، با انجام محلول‌پاشی در اواخر اسفند و یا در تیرماه، به‌ترتیب نگهداشت شکوفه‌ها و میوه‌چه‌ها به‌دلیل تأمین نیتروژن مورد نیاز این بافت‌ها افزایش یافته و در نهایت عملکرد بیشتر شده است. در واقع با انجام محلول‌پاشی نیتروژن در اواخر اسفند در سال پرمحصول، غلظت این عنصر در برگ افزایش یافته و این عنصر به شکل اسیدهای آمینه و یا پروتئین در زمان شکوفه‌دهی از برگ‌های مسن به سمت شکوفه‌ها، برگ‌های جوان و جست‌های بهاره حرکت کرده و نیاز به نیتروژن این بافت‌ها تامین کرده و در محلول‌پاشی در تیرماه با توجه به افزایش عملکرد و عدم مشاهده تغییر در اندازه میوه در زمان برداشت می‌توان گفت انجام محلول‌پاشی در این زمان باعث‌شده که شمار کمی از میوه‌ها پس از ریزش تابستانه حذف و بیشتر میوه‌ها روی درخت تا هنگام برداشت حفظ شده‌اند.

جدول ۲. اثر زمان محلول‌پاشی اوره بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیکی میوه پرتقال

Table 2. Effects of urea spray time on yield and some physical properties of orange fruit

Spray time	Peel thickness to fruit diameter (%)	Peel Thickness (mm)	Fruit diameter (mm)	Fruit length (mm)	Yield (Kg/tree)
Year 1					
Control	6.4b	4.7b	75	72	34b
January	7.3a	5.0ab	72	71	60a
March	7.1ab	5.3a	74	71	38b
June	7.2a	5.4a	76	72	51a
Mean (year effect)	7.0A	5.1A	74A	72A	46B
Year 2					
Control	5.4b	4.0b	74	73	67d
January	6.1ab	4.8a	72	75	100c
March	6.5a	4.5a	72	74	130b
June	6.0ab	4.3ab	71	74	150a
Mean (year effect)	6.0B	4.4B	72A	74A	112A
	F	F	F	F	F
Year	32*	148**	3.5 n.s	2.5 n.s	470**
Year (replicate)	0.64 n.s	0.23 n.s	3.0*	2.1 n.s	1.5 n.s
Spray time	5.2*	4.7*	2.3 n.s	0.08 n.s	63**
Year × Spray time	0.79 n.s	1.8*	2.2 n.s	0.97 n.s	57**

**، *، ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

**, *, ns: Significant at 1 and 5% of probability levels, and non- signifant, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

علاوه بر این، بررسی اثرات متقابل سال× زمان محلول‌پاشی اوره بر ضخامت پوست نشان داد که در هر دو سال مورد مطالعه، با انجام محلول‌پاشی، ضخامت پوست میوه افزایش یافته، اما این افزایش در سال اول فقط در تیمار محلول‌پاشی در اسفند و تیر و در سال دوم در تیمار محلول‌پاشی در دی و اسفندماه معنی‌دار بود (جدول ۲).

در جدول ۳ نتایج اثر سال و زمان محلول‌پاشی بر مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون و نسبت بین این دو شاخص آورده شده است. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثرات اصلی سال بر مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون و نسبت بین این دو شاخص معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$). بررسی اثرات اصلی سال نشان داد که در سال اول، مقدار مواد جامد محلول و اسید قابل تیتراسیون کمتر و نسبت بین این دو شاخص بیشتر از سال دوم بود. همان‌طورکه در جدول ۳ مشاهده می‌شود اثر متقابل سال و زمان محلول‌پاشی اوره بر مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون و نسبت بین این دو شاخص معنی‌دار بود. بنابراین با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل سال× زمان محلول‌پاشی بر شاخص‌های ذکر شده می‌توان گفت اثر زمان محلول‌پاشی بر مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون و نسبت بین این دو شاخص به سال مورد مطالعه بستگی داشت. در سال اول بررسی حاضر، محلول‌پاشی اوره تأثیر معنی‌داری بر مواد جامد محلول نداشت، این درحالی بود که با انجام محلول‌پاشی (صرف‌نظر از زمان محلول‌پاشی) مقدار اسید قابل تیتراسیون افزایش و نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون کاهش یافت.

بررسی نتایج در سال دوم پژوهش حاضر، نشان داد که دامنه مقدار مواد جامد محلول در میوه پرتقال تحت تیمارهای مورد بررسی از ۱۰/۲ (شاهد و محلول‌پاشی در تیرماه) تا ۱۱/۱ (محلول‌پاشی در اسفندماه) متغیر بود. با انجام محلول‌پاشی چه در اسفندماه (در زمان تورم جوانه‌ها) و چه در دی‌ماه (بعد از برداشت میوه) مقدار مواد جامد محلول به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. کمترین اسید قابل تیتراسیون در تیمارهای محلول‌پاشی در اسفند و تیرماه و بیشترین اسید قابل تیتراسیون در تیمارهای شاهد و محلول‌پاشی در دی‌ماه مشاهده شد. بنابراین اسید قابل تیتراسیون میوه پرتقال با انجام محلول‌پاشی در اسفند و تیر به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. همچنین، بررسی نتایج نشان داد بیشترین نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون در تیمارهای محلول‌پاشی در اسفندماه و در تیرماه مشاهده شد، این درحالی بود که کمترین این شاخص در تیمار شاهد یافت شد.

جدول ۳. اثر زمان محلول‌پاشی اوره بر برخی خصوصیات کیفی میوه پرتقال

Table 3. Effects of urea spray time on some quality properties of orange fruit

	Total soluble solid to titrable acidity	Titrable acidity	Total soluble solid (%)
Year 1			
control	7.5a	1.3b	9.7a
January	6.8b	1.5a	10.0a
March	7.0ab	1.4ab	9.5a
June	6.9b	1.5a	10.0a
mean (year effect)	7.1A	1.4B	9.8B
Year 2			
control	5.6b	1.8a	10.2b
January	5.9b	1.8a	10.8a
March	6.9a	1.6b	11.1a
June	6.8a	1.5b	10.2b
mean (year effect)	6.3B	1.7A	10.6A
	F	F	F
year	51^{**}	103^{**}	61^{**}
Year (replicate)	0.6 n.s	0.71 n.s	0.5 n.s
Spray time	4.0^{*}	5.2^{**}	1.8 n.s
year× Spray time	10^{**}	9.1^{**}	3.9^{*}

**، *، ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵درصد و نبود اختلاف معنی‌دار.

**, *, ns: Significant at 1 and 5% of probability levels, and non- signifant, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

کاربرد کود نیتروژن و به‌ویژه محلول‌پاشی نیتروژن بر کیفیت میوه مرکبات مؤثر می‌باشد. برای مثال با کاربرد نیتروژن اندازه میوه، ضخامت پوست، مقدار عصاره و عملکرد برخی از ارقام مرکبات افزایش یافته است (Rabe & Walt, 1993; Agabbio *et al*., 1999; El-Otmani *et al*., 2002). علاوه بر این، مقدار اسید و مواد جامد محلول کل میوه پرتقال 'والنسیا' با محلول‌پاشی این درختان با محلول ۱٪ نیترات‌پتاسیم افزایش یافته است (Singh & Singh, 1981).

طبق تحقیقات انجام‌شده در گذشته، می‌توان گفت محلول‌پاشی نیتروژن و عناصر ریز مغذی در درختان پرتقال 'واشنگتن ناول' موجب افزایش تشکیل میوه، مواد جامد محلول، ویتامین ث و حجم میوه شده و تأثیر معنی‌داری در کاهش ریزش میوه داشته است (Akl *et al*., 1995). در تحقیقی دیگر گزارش شده است که محلول‌پاشی اوره در زمان شکوفه‌دهی کامل نیز می‌تواند منجر به افزایش مواد جامد محلول کل شود (Albrigo, 1999). علاوه بر این، در پژوهشی دیگر مشاهده شد که محلول‌پاشی درختان نارنگی با محلول ۵ در هزار اوره منجر به کاهش اسید قابل تیتراسیون شد، اما این محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر مواد جامد محلول کل نداشت (Ram & Bose, 1994). محلول‌پاشی درختان نارنگی در آفریقا با اوره، تأثیری بر مواد جامد محلول کل و اسید قابل تیتراسیون عصاره میوه این درختان نداشت (Mudau *et al*., 2004). در مطالعه‌ای دیگر گزارش شده است با محلول‌پاشی اوره، رشد رویشی درخت سیب افزایش یافته و میوه‌ها کمتر در معرض نور خورشید قرار گرفته و بنابراین مواد جامد محلول کل میوه کاهش یافته است (Nava *et al*., 2008).

به‌طور کلی، یکی از ویژگی‌های کیفی مهم مرکبات، نسبت اسید به قند میوه این درختان می‌باشد. بررسی منابع حاکی از نتایج و گزارش‌های ضد و نقیضی در مورد تأثیر محلول‌پاشی اوره بر این ویژگی میوه مرکبات می‌باشد. به هر حال در مطالعه حاضر اثرات القاشده توسط محلول‌پاشی اوره بر شاخص‌های کیفی میوه پرتقال در مقایسه با اختلاف مشاهده‌شده بین این ویژگی‌ها در سال‌های مختلف کمتر می‌باشد که این موضوع، با نتایج دیگر محققان نیز هم‌خوانی دارد (Mudau *et al*., 2004). بنابراین به‌نظر می‌رسد زمان انجام محلول‌پاشی، غلظت محلول مورد استفاده و دیگر شرایط از جمله شرایط اقلیمی و وضعیت تغذیه‌ای درختان می‌توانند بر تأثیر محلول‌پاشی اوره بر ویژگی‌های کیفی میوه مؤثر باشند.

نتیجه‌گیری

طی تشکیل گل، تورم جوانه‌ها و نیز در مراحل ریزش میوه‌چه و نمو سلولی میوه‌ها در مرکبات، می‌توان با تمهیداتی مقدار تشکیل میوه و عملکرد را افزایش داد. در تحقیق حاضر اثر سه زمان محلول‌پاشی اوره (اواخر دی، اواخر اسفند و اوایل تیر) با غلظت ۵ در هزار در مقایسه با تیمار شاهد (محلول‌پاشی با آب) بر شاخص‌های کمی و کیفی پرتقال بررسی شده است. نتایج نشان داد که با انجام محلول‌پاشی مقدار نیتروژن برگ و نیز درصد تشکیل میوه و عملکرد افزایش یافت. علاوه بر این، اثر زمان محلول‌پاشی بر عملکرد به سال مورد مطالعه بستگی داشت، به‌طوری‌که بهترین زمان محلول‌پاشی در سال کم‌محصول دی ماه و در سال پرمحصول اوایل تیرماه و یا اواخر اسفندماه بود. همچنین، می‌توان گفت اثر محلول‌پاشی اوره بر مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون و نسبت بین این دو شاخص کاملاً به سال مورد مطالعه (پرمحصول و کم‌محصول) بستگی داشت؛ به‌طوری‌که در سال پرمحصول با انجام محلول‌پاشی در اسفند و یا تیرماه، نسبت بین مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون افزایش یافت، این در حالی بود که در سال کم‌محصول، با انجام محلول‌پاشی، این نسبت کاهش یافت. بنابراین، با انجام محلول‌پاشی اوره می‌توان عملکرد درختان پرتقال را به‌طور معنی‌داری افزایش داد و با توجه به نتایج مطالعه حاضر، بهترین زمان محلول‌پاشی اوره با غلظت ۵ در هزار در سال پرمحصول، تیرماه و یا اواخر اسفندماه و در سال کم‌محصول اواخر دی‌ماه می‌باشد. به‌طورکلی، تعیین سطح و زمان کاربرد عناصر غذایی برای تحریک فرایند فیزیولوژیکی خاصی در ارقام مختلف مرکبات حائز اهمیت می‌باشد و به سال مورد بررسی (پرمحصول یا کم‌محصول) بستگی دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

REFERENCES

1. Agabbio, M., Lovicu, G., Pala, M., D'hallewin, G., Mura, M. & Schirra, M. (1999). Fruit canopy position effects on quality and storage response of 'Torocco' oranges. *Acta Horticulturae*, 485, 19-23.
2. Akbari Chermahini, S., Moallemi, N. & Shafei Zargar, A. (2010). Effect of winter foliar application of urea on some quantitative and qualitative characters of flower and fruit set of orange cv. 'Valencia'. *Journal of Applied Horticulture*, 12(1), 59-61.
3. Akl, A. M., Eid, A. M. & Yegab, M. Y. (1995). Effect of urea, some micronutrients, and growth-regulator foliar sprays on the yield, fruit quality, and some vegetative characteristics of 'Washington Navel' orange trees vegetative growth and mineral leaf content. *HortScience*, 30(4), 880. (abstr.)
4. Albrigo, G. (1999). Effects of foliar applications of urea or nutriphite on flowering and yield of 'Valencia' orange trees. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 112, 1-4.
5. Ali A.G. & Lovatt, C.J. (1994). Winter application of low biuret urea to the foliage of 'Washington Navel' orange increased yield. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119, 1144-1150.
6. Asadi Kangarshahi, A. & Akhlaghi Amiri, N. (2015). *Advanced and Applied Citrus Nutrition*. Agricultural Education and Extension Publication. (in Farsi)
7. Bevington, K. B. & Castle, W. S. (1985). Annual root growth pattern of young citrus tree in relation to shoot growth, soil temperature, and soil water content. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 110, 840-845.
8. Bondada, B. R., Syvertsen, J. P. & Albrigo, L. G. (2001). Urea nitrogen uptake by *Citrus* leaves. *HortScience*, 36(6), 1061-1065.
9. Bremner, J. M. (1996). Nitrogen-total. In: J.M.Bigham (Ed), *Methods of Soil Analysis.* (pp. 1085-1121). Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
10. Dadrasnia, A., Forghani, A., Moradi, B. & Fifaei, R. (2008). The effect of ammonium nitrate foliar spray on quantitative and qualitative parameters of 'Thomson Navel' orange. *Agricultural Research*, 8(1), 125-134. (in Farsi)
11. Duplessis, S. F. & Koen, T. J. (1988). The Effect of N and K fertilization on yield and fruit size of 'Valencia'. In: Proceedings of *6th International Citrus Congress*, 6-11 Mar., Tel Aviv, Israel, pp. 663-672.
12. El-Otmani, M., Ait-Oubahou, A., Zahra, F. & Lovatt, C. J. (2002). Efficacy of foliar urea as an N source in sustainable citrus production systems. *Acta Horticulturae*, 594, 611-617.
13. Erickson, L. C. & Brannaman, B. L. (1960). Abscission of reproductive structures and leaves of orange trees. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 75, 222-229.
14. FAO. (2014). *FAOSTAT*, production (www.fao.org).
15. Fattahi Moghadam, J., Hamidoghlo, Y., Fotouhi Ghazvini, R., Ghasemnezhad, M. & Bakhshi, D. (2012). Determination of suitable harvesting time based on fruit bioactive compounds and antioxidant capacity in some citrus cultivars. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 12, 355-368. (in Farsi)
16. Fernandez, V. & Brown, P. H. (2013). *Foliar Fertilization: Scientific Principles and Field Practices*. International Fertilizer Industry Association (IFA), Paris, France.
17. Gee, G. W. & Bauder, J. W. (1986). Particle size analysis. In: A. Klute (Ed), *Methods of Soil Analysis*. Part 1. (pp. 383-409). Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
18. Iran's Ministry of Agriculture. (2016). *Orchard Crops Statistics in 2014*. Tehran: Information and Communications Technology Center. (in Farsi)
19. Kato, T. (1986). Nitrogen metabolism and utilization in *Citrus. Horticultural Reviews*, 8, 181-216.
20. Khan, A. S., Malik, A. U., Pervez, M. A., Saleem, B. A., Rajwana, I. A., Shaheen, T. & Anwar, R. (2009). Foliar application of low-biuret urea and fruit canopy position in the tree influence the leaf nitrogen status and physico-chemical characteristics of 'Kinnow' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *Pakistan Journal of Botany*, 41, 73-85.
21. Khan, A. S., Nasir, M., Malik, A. U., Basra, M. A. & Jaskani, M. J. (2015). Combine application of boron and zinc influence the leaf mineral status, growth, productivity and fruit quality of 'Kinnow Mandarin' (*Citrus nobilis* Lour × *Citrus deliciosa* Tenora). *Journal of Plant Nutrition*, 38, 821-838.
22. Mattos Jr. D., Quaggio, J., Cantarella, A. H. & Alva, A. K. (2003). Nutrient content of biomass components of 'Hamlin' sweet orange trees. *Scientia Agricola*, 60, 155-160
23. Helmke, P. A. & Sparks, D. L. (1996). Lithium, sodium, potassium, rubidium and cesium. In: J.M. Bigham. (Ed), *Methods of Soil Analysis*. Part 3. (pp: 551-574). Soil Science Society of America.
24. Loeppert, R. H. & Sparks, D. L. (1996). Carbonate and gypsum. In: J.M. Bigham (Ed), *Methods of Soil Analysis*. Part 3. (pp. 437-474). Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
25. Lovatt, C. J., Zheng, Y. & Hake, K. D. (1988). Demonstration of a change in nitrogen metabousm influencing flower initiation in citrus. *Israel Journal of Botany*, 37, 181-188.

www.SID.ir

Archive of SID

26. Lovatt, C.J., Sagee, O. & Ali, A.G. (1992). Ammonia and/or its metabolites influence flowering, fruit set, and yield of the 'Washington' navel orange. In: Proceedings of *the International Society of Citriculture*, 1, 412-416.
27. Lovatt, C. J. (1999a). Management of foliar fertilization. *Terra*, 17, 257-264.
28. Lovatt, C. J. (1999b). Timing citrus and avocado foliar nutrient applications to increase fruit set and size. *HortTechnology*, 9, 607-612.
29. Lovatt, C. J. (2013). Properly timing foliar-applied fertilizers increases efficacy: A review and update on timing foliar nutrient applications to *Citrus* and avocado. *HortTechnology*, 23, 536-541.
30. Martinez-Alcantara, B., Quinones, A., Forner-Giner, M. A., Iglesias, D. J., Primo-Millo, E. & Legaz, F. (2012). Impact of fertilizer-water management on nitrogen use efficiency and potential. *Soil Science and Plant Nutrition*, 58, 659-669.
31. McCal, W. (1980). *Foliar Application of Fertilizers*. Hawaii Cooperative Extension Service, College of Tropical Agriculture and Human Resources University of Hawaii, General Home Garden Series, No. 24.
32. Mudau, F.N., Tuwana, S., Theron, K.I. & Rabe, E. (2004). Effect of timing and method of nitrogen application on rind color, fruit size, internal fruit quality and yield of 'Mihowase Satsuma' mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). *South African Journal of Plant and Soil*, 21(2), 90-93.
33. Nava, G., Dechen, A.R. & Nachtigall, G.R. (2008). Nitrogen and potassium fertilization affect apple fruit quality in Southern Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39, 96-107.
34. Nelson, D. W. & Sommers, L. E. (1996). Total carbon organic carbon and organic matter. In J.M. Bigham (Ed), *Methods of Soil Analysis*. (pp. 961-1011). Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
35. Olsen, S.R. & Sommers, L.E. (1982). Phosphorus. In: A. Klute (Ed), *Methods of Soil Analysis.* (pp. 403-430). Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
36. Pregitzer, K.S., King, J.S., Burton, A.J. & Brown, SH.E. (2000). Responses of tree fine roots to temperature. *New Phytologist Journal*, 147, 105-115
37. Rabe, E. & Walt, H. P. (1993). Effects of pre-blossom low-biuret urea sprays on yield improvement in specific citrus cultivars. *Citrus Journal*, 3, 26-28.
38. Ram, R.A. & Bose, T.K. (1994). Effect of foliar application of urea and zinc on growth and yield of mandarin orange (*Citrus reticulata* Blanco). *Indian Journal of Horticulture*, 51, 266-271.
39. Rhoades, J.D. (1996). Salinity Electrical conductivity and total dissolved solids. In: J.M. Bigham (Ed), *Methods of Soil Analysis*. (pp. 417-436). Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
40. Sabziparvar, A., Tabari, H. & Aeini, A. (2010). Estimation of mean daily soil temperature by means of meteorological data in some selected climates of Iran. *Journal of Water and Soil Science*, 14 (52), 125-138. (in Farsi)
41. Sagee, O. & Lovatt, C. J. (1991). Putrescine concentration parallels ammonia and arginine metabolism in developing flowers of 'Washington Navel' orange. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116, 280-285.
42. Sanz, A., Monerri, C., Gonzalez-Ferrer, J. & Guardiola, J. L. (1987). Change in carbohydrates and mineral elements in citrus leaves during flowering and fruit set. *Physiologia Plantarum*, 69, 93-98.
43. Singh, R. & Singh, R. (1981). Effects of nutrient spray on the granulation and fruit quality of 'Dancy Tangerine' mandarin. *Scientia Horticulture*, 14, 235-244
44. Swietlik D. & Faust, M. (1984). Foliar Nutrition of Fruit Crops. In: J. Janick (Ed.), *Horticultural Reviews.* (pp. 287–355). Wiley Online Library.
45. Tagliavini, M., Scudellazi, D., Marangoni, B. & Toselli, M. (1996). Nitrogen fertilization management in orchards to reconcile productivity and environmental aspects. *Fertilizer Research*, 43, 93-102.
46. Thomas, G.W. (1996). Soil pH and soil acidity. In: J.M. Bigham (Ed), *Methods of Soil Analysis*. (pp. 475-490). Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
47. Zekri, M. (2014). Foliar fertilization in citriculture. Citrus Industry, University Of Florida Extension, 3p.

www.SID.ir