مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۳ شماره ۱۹ صفحه‌های ۳۶۵ تا ۳۸۰ (۱۳۹۷)

# اثر مقدار و زمان محلول‌پاشی اوره بر عملکرد و ویژگی‌های زیست‌شیمیایی درختان نارنگی کینو[1]

# Effect of Rate and Time of Urea Foliar Application on Yield and Biochemical Characteristics of the Kinnow Mandarin Trees

فاطمه کرم نژاد، نوراله معلمی و اسماعیل خالقی*[2]

## چکیده

نیتروژن نقش مهمی در مدیریت تغذیه درخت در مرکبات ایفا می‌کند. در این آزمایش اثرات سه غلظت اوره (صفر، ۰/۷۵٪ و ۱/۵ ٪ ) و سه زمان محلول‌پاشی (یک، ۱۵ و ۳۰ دی ماه) بر ویژگی‌های زیست‌شیمیایی گیاه نارنگی رقم کینو ارزیابی شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریلی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۴ انجام شد. در این آزمایش از برگ و گره در، ۱، ۳ و ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی نمونه‌برداری انجام شد. عملکرد و ویژگی‌های زیست‌شیمیایی مانند قند، نشاسته، پروتئین، کلروفیل کل و پرولین اندازه گیری شد. نتیجه‌های این پژوهش نشان داد، ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه، بیشترین مقدار کربوهیدرات، نشاسته، پروتئین برگ و نشاسته گره مربوط به گیاهان محلول‌پاشی شده با اوره (هر دو غلظت ۰/۷۵٪ و ۱/۵٪) در سال کم‌محصول بود. در حالی که ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه، بیشترین مقدار پرولین برگ و گره ( به ترتیب ۳۴۸/۵ و ۳۸۳/۳ میکرومول بر گرم بافت تر) مربوط به گیاهان محلول‌پاشی شده با غلظت ۰/۷۵٪ اوره در سال پر محصول بود. بیشترین مقدار کربوهیدرات و کلروفیل گره ( به‌ترتیب ۸۵/۸۸ و ۱/۶ میلی گرم بر گرم بافت تر) در گیاهان محلول‌پاشی شده در ۳۰ دی ماه با غلظت ۱/۵٪ اوره در سال کم‌محصول گزارش شد. با توجه به نتیجه‌های این پژوهش می‌توان محلول‌پاشی اوره در ۱۵ دی‌ماه را به منظور افزایش عملکرد و کنترل تناوب باردهی در درختان نارنگی کینو پیشنهاد کرد.

**واژه‌های کلیدی:** کربوهیدرات، نشاسته، غلظت اوره، محلول‌پاشی.

## مقدمه

برای باردهی ثابت و تولید با کیفیت، نیتروژن نقش مهمی در مدیریت تغذیه مرکبات ایفا می‌کند، زیرا ظرفیت فتوسنتزی وابسته به میزان نیتروژن برگ در واحد سطح می‌باشد. پژوهشگران معتقدند که کارایی جذب نیتروژن در طول دوره‌های رشد فعال بیشتر بوده و میزان آن به فتوسنتز فعال بستگی دارد (۱۳). بررسی‌ها نشان داده است که سطح نیتروژن در درختان مرکبات کم است. کاهش سطح نیتروژن در درختان، یک عامل محدودکننده عملکرد و کیفیت میوه است.

یکی از مرسوم‌ترین روش تغذیه با نیترژن در مرکبات، کاربرد خاکی نیتروژن است که میزان اثر بخشی این روش به‌عوامل زیادی بستگی دارد و همچنین به‌دلیل خطر آلودگی آب و خاک با نیترات روش تغذیه برگی پیشنهاد

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۸/۵

۲- به‌ترتیب دانش‌آموخته دکتری، استاد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (khaleghi@scu.ac.ir).

[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]

شده است. اوره به‌عنوان مناسب‌ترین کود برای کاربرد برگی نیتروژن پیشنهاد شده است. اوره به‌دلیل ویژگی‌های فیزیکی مانند غیرقطبی بودن، جذب سریع، سمیت کم، حلالیت بالا و هم‌چنین سرعت در جذب دیگر ماده‌های محلول‌پاشی شده قابل اهمیت است. بررسی‌ها بیانگر آن است که در حدود ۴۸ تا ۶۵٪ انتقال موثر اوره به تمام اندام‌های درخت با کاربرد برگی تامین می‌شود (۱۵). محلول‌پاشی برگی اوره قبل از شروع رشد جوانه، در درختان با مقدار نیتروژن کم، گلدهی را تا حدودی بهبود بخشید (۹). هم‌چنین محلول‌پاشی برگی اوره در سال کم‌محصول در درختان نارنگی کلمانتین طی مراحل گل‌انگیزی و تمایز، سبب کاهش تناوب باردهی شده است (۶). افزون بر این محلول‌پاشی اوره در زمستان سبب افزایش عملکرد پرتقال واشینگتن ناول شد (۲۴). تیمار تغذیه متعادل همراه با محلول‌پاشی اوره قبل و بعد از برداشت در سال‌های پرمحصول به‌تقریب سبب حذف چرخه تناوب باردهی در نارنگی انشو گردید، به‌عبارت دیگر تفاوت عملکرد در سال‌های کم‌محصول و پر محصول به مقدار قابل توجهی کاهش یافت (۲). با استفاده از محلول‌پاشی اوره همراه با مصرف پاییزه نیتروژن و هرس بهاره، چرخه سال‌آوری در نارنگی انشو تقریبا از بین رفت و عملکرد در حد قابل قبولی رسید (۱).

در شرایط اقلیمی نیمه‌گرمسیری، در درختان مرکبات کربوهیدرات در طول زمستان تجمع می‌یابد و متابولیسم آن در طول جست رشدی در بهار صورت می‌گیرد. در مرکبات که درختانی همیشه سبز هستند، سیستم ریشه اندام اصلی ذخیره برای کربوهیدرات است، اما غلظت بالایی از کربوهیدرات نیز می‌تواند در برگ‌ها یافت شود. ذخایر کربوهیدرات رابطه معکوسی با مقدار محصول دارد و تخلیه ذخایر کربوهیدرات توسط بار سنگین محصول منجر به فروپاشی درخت شده و می‌تواند محرک عادت تناوب باردهی نیز باشد. اگر چه در برخی آزمایش‌ها مشخص شده که تشکیل گل با تجمع کربوهیدرات‌ها همبستگی دارد اما سطح کربوهیدرات تنها عامل تنظیمی تشکیل گل نمی‌باشد (۲۱). در طول تشکیل گل و میوه، بخشی از ذخایر غذایی به اندام‌های زایشی انتقال پیدا می‌کنند، اما سهم تخلیه ذخایر به این اندام‌ها به طور گسترده در میان رقم‌ها متفاوت است. مقدار کاهش ذخایر به تعداد گل مربوط است و برخی بررسی‌ها اهمیت ذخایر در تناوب باردهی مرکبات و تفاوت در محتوای نشاسته در ارتباط با مقدار محصول را بین رقم‌ها نشان داده‌اند (۲۱).

از بین رقم‌های متنوع نارنگی، کینو که یک دورگه بین نارنگی‌های کینگ و ویلولیف[۱]است، تناوب باردهی شدیدی نشان می‌هد. این ویژگی روی کیفیت میوه موثر است، بنابراین کنترل آن یکی از اولویت‌های باغداران در مناطق مرکبات خیز جهان است (۱۱). با توجه به نقش نیتروژن در رشد رویشی و زایشی و افزایش عملکرد، این پژوهش با هدف بررسی اثر سطح‌های مختلف اوره و زمان‌های مختلف محلول‌پاشی بر روند تغییرهای مقدار کربوهیدرات محلول، نشاسته، پرولین، پروتئین محلول و کلروفیل کل در برگ و گره و تاثیر آن بر کنترل تناوب باردهی و عملکرد طی ۲ سال پرمحصول و کم‌محصول به اجرا درآمد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۹۴ و ۹۵ در استان خوزستان، شهرستان دزفول، در باغی به مساحت ۴۲ هکتار روی نارنگی رقم کینو انجام شد. باغ از نظر موقعیت جغرافیایی در عرض ۳۲/۲۴ درجه شمالی و طول ۴۸/۲۳ درجه شرقی در روستای قلعه ربع شهرستان دزفول قرار دارد. در این آزمایش از ۲۷ درخت ۱۷ ساله نارنگی کینو با پایه نارنج و فاصله ۶×۶ متر استفاده شد. سه ردیف از درختان به‌منزله ۳ بلوک انتخاب شدند. در هر بلوک ۹ درخت که از نظر اندازه و نوع سال بارده یکسان بودند و این‌که درختان سالمی باشند، انتخاب شدند. در هر بلوک تیمارها به‌طور تصادفی اعمال شد و هر درخت یک واحد آزمایشی محسوب گردید. واکاوی فیزیکی و شیمیایی خاک باغ انجام گردید که نتیجه‌های آن در جدول ۱ نشان داده شده است. هم‌چنین قبل از شروع آزمایش از همه

۱- King and Willow-leaf



[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]

درختان نمونه‌های برگ و گره گرفته شد و عنصرهای NPK اندازه‌گیری گردید. میانگین نیتروژن در برگ در حدود ۲/۰۴ و در گره ۱/۲۶٪، پتاسیم در برگ ۳/۳ و در گره ۲/۴۲٪ و فسفر در برگ ۰/۱ و در گره ۰/۰۸٪ بود.

در این پژوهش از اوره (۴۶٪ نیتروژن) در غلظت‌های صفر، ۰/۷۵٪ و ۱/۵٪ استفاده شد. محلول‌پاشی در سه زمان به صورت یک، ۱۵ و ۳۰ دی‌ماه در سال‌های ۹۴ و ۹۵ انجام گردید. زمان رسیدن نارنگی کینو در شرایط دزفول اواخر دی یا اوایل بهمن ماه است. در زمان محلول‌پاشی اول و ۱۵ دی ماه میوه روی درخت بود اما در زمان محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه میوه برداشت شده بود. برای نمونه‌برداری برگ و گره ۱، ۳ و ۵ هفته بعد از زمان محلول‌پاشی از چهار سوی درخت سرشاخه‌هایی که دستکم ۲ متر از سطح زمین فاصله داشتند و سالم (بدون آفت یا بیماری) بودند، استفاده شدند. شاخه‌ها جمع‌آوری و به آزمایشگاه فیزیولوژی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز منتقل شدند. برای اندازه‌گیری قندهای محلول کل[۱]از روش Irigoyen و همکاران (۱۴) استفاده شد. استخراج نشاسته به روش Marshall (۱۸) انجام گردید. برای اندازه‌گیری غلظت پرولین برگ و گره از روش Bates و همکاران (۵) استفاده شد. به منظور بررسی پروتئین‌های محلول از روش Bradford (۸) و استخراج و اندازه‌گیری میزان کلروفیل کل به روش Lichtenthaler و Wellburn (۱۶) صورت گرفت.

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو سال به اجرا درآمد. به منظور واکاوی داده‌های آماری از تجزیه واریانس مرکب و نرم‌افزار MSTATC 2.1 و SAS 9.1 استفاده شد و مقایسه میانگین داده‌ها به کمک آزمون چند دامنه‌ی دانکن در سطح ۱ و ۵ ٪ صورت گرفت.

جدول۱- نتیجه‌های واکاوی خاک.

Table 1. Soil analysis results.

| عمق خاک Soil depth (cm) | نیتروژن N (%) | فسفر P (ppm) | پتاسیم K (%) | ماده آلی Organic matter (%) | هدایت الکتریکی EC (dS cm$^{-1}$) | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0-30 | 0.52 | 8.7 | 0.043 | 2.33 | 0.95 | 8.01 |
| 30-60 | 0.47 | 7.95 | 0.45 | 1.29 | 0.97 | 7.98 |

## نتایج

نتیجه‌های تجزیه واریانس مرکب برای فاکتورهای کربوهیدرات محلول، نشاسته، پروتئین محلول، پرولین و کلروفیل کل برای نمونه‌های برگ و گره انجام شد. در اینجا نتیجه‌های نمونه‌های برگ و گره به طور جداگانه مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

### برگ

**کربوهیدرات محلول برگ**

مقایسه میانگین برهمکنش سال، غلظت، زمان محلول‌پاشی و زمان نمونه‌برداری (جدول ۳) نشان داد که بیشترین مقدار کربوهیدرات برگ (۵۸/۴۹ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه با غلظت ۱/۵٪ اوره، در سال کم‌محصول به‌دست آمد که با ۳ و ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه با غلظت ۱/۵٪ اوره در سال کم‌محصول، تفاوت معناداری نداشت. کمترین مقدار کربوهیدرات برگ (۱۴/۰۴ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) در یک هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه با غلظت صفر اوره به‌دست آمد که این مقدار کاهش ۴/۱۶ برابری در مقایسه با بیشترین مقدار کربوهیدرات داشت. در محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه، در هر دو سال پرمحصول و

۱- Total Soluble Sugars (TSS)



[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]

کم‌محصول و در هر دو غلظت اوره بالاترین مقدار کربوهیدرات در ۵ هفته بعد از تیمار مشاهده شد، اما در درختان محلول‌پاشی شده در ۳۰ دی‌ماه، بیشترین مقدار کربوهیدرات در ۳ هفته بعد از تیمار و در سال پرمحصول با غلظت ۱/۵٪ به‌دست آمد.

با توجه به جدول ۳ مشخص شد که بعد از محلول‌پاشی اول دی ماه مقدار کربوهیدرات برگ در سال پر محصول در همه تیمارها روند کاهشی داشت به‌طوری که در طول دوره آزمایش با گذشت هفته‌های بعد از تیمار از مقدار کربوهیدرات برگ کاسته شد اما در سال کم‌محصول بعد از محلول‌پاشی اول دی ماه، در نمونه‌های شاهد و نمونه‌های محلول‌پاشی شده با غلظت ۱/۵٪ اوره، تا ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی مقدار کربوهیدرات برگ روند کاهشی و پس از آن تا هفته پنجم بعد از تیمار روند افزایشی نشان داد.

در محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه مقدار کربوهیدرات برگ در همه تیمارها در سال پر محصول روند افزایشی داشت. در سال کم‌محصول نیز این روند افزایشی بود جز در غلظت ۰/۷۵٪ اوره، تا ۳ هفته بعد از تیمار، این روند کاهشی نشان داده شد و پس از آن تا هفته پنجم بعد از محلول‌پاشی بر مقدار کربوهیدرات برگ افزوده شد.

هم‌چنین مشخص شد که بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه مقدار کربوهیدرات برگ در همه تیمارها و در هر دو سال پر محصول و کم‌محصول تا ۳ هفته بعد از تیمار روند افزایشی داشت و پس از آن از مقدار کربوهیدرات برگ کاسته شد، اما تنها در غلظت ۱/۵٪ اوره در سال کم‌محصول مقدار کربوهیدرات برگ در طول آزمایش روند افزایشی نشان داد. با توجه به نتیجه‌های جدول ۳ مشخص شد که مقدار کربوهیدرات برگ در سال کم‌محصول نسبت به سال پر محصول بیشتر بود و هم‌چنین درختان تحت تیمار اوره مقدار کربوهیدرات بیشتری را نسبت به شاهد نشان دادند (جدول ۲).

**نشاسته برگ**

روند تغییر مقدار نشاسته در هر دو سال پر محصول و کم‌محصول (جدول ۳) نشان داد که بیشترین مقدار نشاسته برگ (۱۱/۲۸ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه با غلظت ۰/۷۵٪ اوره در سال کم‌محصول به‌دست آمد، البته این مقدار تفاوت معناداری با ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه و ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه با غلظت ۱/۵٪ اوره در همان سال نداشت و کمترین مقدار نشاسته برگ (۰/۳۱ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) در یک هفته بعد از محلول‌پاشی ۱ دی ماه در تیمار شاهد در سال پر محصول به‌دست آمد که این مقدار کاهش ۳۶/۳۸ برابری در مقایسه با بیشترین مقدار نشاسته داشت. در هر دو سال پر محصول و کم‌محصول و در هر دو غلظت اوره (۰/۷۵٪ و ۱/۵٪) بالاترین مقدار نشاسته در ۵ هفته بعد از تیمار در درختان محلول‌پاشی شده در ۱۵ دی ماه مشاهده شد. اما تنها در سال پر محصول در غلظت ۱/۵٪ اوره بیشترین مقدار نشاسته در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه به‌دست آمد.

نتیجه‌های جدول ۳ نشان داد که بعد از محلول‌پاشی ۱ دی ماه، در درختان تیمار شده با هر دو غلظت اوره (۰/۷۵٪ و ۱/۵٪) و شاهد، در سال کم‌محصول در طول آزمایش با گذشت هفته‌های بعد از تیمار بر مقدار نشاسته برگ افزوده شد. اما در سال پر محصول مقدار نشاسته برگ تا ۳ هفته بعد از تیمار روند کاهشی و پس از آن روند افزایشی در پیش گرفت.

پس از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه در هر دو سال پر محصول و کم‌محصول و در همه تیمارها در طول آزمایش با گذشت هفته‌های بعد از تیمار بر مقدار نشاسته برگ افزوده شد. البته مقدار نشاسته در درختان تیمار شده با اوره، در سال کم‌محصول نسبت به دیگر تیمارها بیشتر بود.

مشخص شد که روند تغییرهای نشاسته پس از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه، در هر دو سال پر محصول و کم‌محصول و در همه تیمارها تا ۳ هفته بعد از تیمار افزایشی بود، اما پس از آن و تا هفته پنجم از مقدار کربوهیدرات برگ کاسته شد. با توجه به نتیجه‌های جدول ۳ مشخص شد که مقدار نشاسته برگ در سال



[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]

کم‌محصول نسبت به سال پر محصول بیشتر بود و هم‌چنین درختان زیر تیمار اوره مقدار نشاسته بیشتری را نسبت به شاهد برخوردار بودند.

**پروتئین محلول برگ**

مطابق با جدول ۳ روند تغییرهای پروتئین محلول برگ نشان داد که بیشترین مقدار پروتئین محلول برگ (۱۱/۷۲ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه با غلظت اوره ۰/۷۵٪ در سال کم‌محصول به‌دست آمد. البته این مقدار تفاوت معناداری با نمونه‌های ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه و ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه با غلظت ۱/۵٪ اوره در سال کم‌محصول نداشت. کمترین مقدار پروتئین محلول برگ (۲/۴۳ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱ دی ماه با غلظت صفر اوره در سال کم‌محصول به‌دست آمد که این مقدار کاهش ۴/۸۲ برابری در مقایسه با بیشترین مقدار پروتئین محلول برگ داشت. بالاترین مقدار پروتئین محلول برگ در هر دو غلظت اوره (۰/۷۵٪ و ۱/۵٪) و شاهد، در سال پر محصول در یک هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه و در سال کم‌محصول در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه مشاهده شد.

پس از محلول‌پاشی ۱ دی ماه مقدار پروتئین محلول برگ در سال پر محصول، در طول آزمایش در همه تیمارها روند افزایشی داشت. اما در سال کم‌محصول یک هفته بعد از تیمار روند افزایشی و تا هفته سوم بعد از تیمار از مقدار پروتئین محلول برگ کاسته شد و پس از آن تا هفته پنجم روند افزایشی در مقدار پروتئین محلول برگ مشاهده شد.

نتیجه‌های مقایسه میانگین جدول ۳ نشان داد که پس از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه مقدار پروتئین محلول برگ در سال پر محصول در نمونه‌های شاهد و تیمار شده با اوره ۰/۷۵٪ تا هفته سوم پس از تیمار روند افزایشی داشته و پس از آن تا ۵ هفته بعد از تیمار از مقدار پروتئین محلول برگ کاسته شد. اما در درختان تیمار شده با غلظت اوره ۱/۵٪ در طول آزمایش این روند افزایشی بود. در سال کم‌محصول در همه تیمارها مقدار پروتئین محلول برگ در طول آزمایش روند افزایشی نشان داد.

بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه مقدار پروتئین محلول برگ در سال پر محصول در همه تیمارها در طول آزمایش روند کاهشی داشت که البته این روند کاهشی در درختان تیمار شده با اوره کندتر از شاهد بود. در سال کم‌محصول مقدار پروتئین محلول برگ در همه تیمارها در طول آزمایش تا ۳ هفته بعد از تیمار روند افزایشی داشت و پس از آن تا هفته پنجم روند کاهشی نشان داد. مقدار پروتئین محلول برگ در سال کم‌محصول نسبت به سال پر محصول بیشتر بود و هم‌چنین درختان زیر تیمار اوره مقدار پروتئین محلول بیشتری را نسبت به شاهد نشان دادند.

**پرولین برگ**

اثر برهمکنش سال، غلظت، زمان محلول‌پاشی و زمان نمونه‌برداری (جدول ۳) نشان داد که بیشترین مقدار پرولین برگ (۳۴۸/۵ میکرومول بر گرم بافت تر) در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه با غلظت اوره ۰/۷۵٪، در سال پر محصول به‌دست آمد. البته این مقدار تفاوت معناداری از نظر آماری با ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه با غلظت ۱/۵٪ اوره در همان سال نداشت و کمترین مقدار پرولین (۱۲۰/۶ میکرومول بر گرم بافت تر) در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱ دی ماه در تیمار شاهد در سال کم‌محصول به‌دست آمد که این مقدار کاهش ۲/۸۹ برابری در مقایسه با بیشترین مقدار پرولین برگ داشت. بالاترین مقدار پرولین برگ در سال کم‌محصول در هر دو غلظت اوره (۰/۷۵٪ و ۱/۵٪) در ۵ هفته بعد از تیمار در درختان محلول‌پاشی شده در ۱۵ دی ماه مشاهده شد. اما در سال پر محصول روند مشخصی را نشان نداد به‌طوری که در غلظت ۰/۷۵٪ اوره بیشترین مقدار پرولین



[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]

برگ در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه و در غلظت ۱/۵٪ اوره در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه مشاهده شد.

مطابق با جدول ۳ پس از محلول‌پاشی ۱ دی ماه در سال پر محصول، در همه تیمارها مقدار پرولین برگ در طول آزمایش روندی افزایشی نشان داد. اما در سال کم‌محصول، در طول آزمایش از مقدار پرولین برگ کاسته شد، تنها در غلظت ۰/۷۵٪ اوره، از هفته سوم تا پنجم پس از تیمار، این روند به طور جزئی افزایش پیدا کرد.

در درختان تیمار شده در تاریخ ۱۵ دی ماه در سال پر محصول در تیمار ۰/۷۵٪ اوره و شاهد مقدار پرولین برگ تا ۳ هفته بعد از تیمار روند افزایشی داشت و پس از آن تا هفته پنجم از مقدار پرولین برگ کاسته شد. در درختان محلول‌پاشی شده با غلظت ۱/۵٪ اوره این روند در طول آزمایش افزایشی بود. در سال کم‌محصول در همه تیمارهای آزمایشی مقدار پرولین برگ تا ۳ هفته بعد از تیمار روند کاهشی داشت و پس از آن تا هفته پنجم بر مقدار پرولین برگ افزوده شد.

بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه در سال پر محصول در درختان تیمار شده با غلظت ۰/۷۵٪ اوره مقدار پرولین برگ در طول آزمایش روند کاهشی داشت، اما با غلظت ۱/۵٪ اوره این روند افزایشی بود. در سال کم‌محصول در همه تیمارها مقدار پرولین برگ تا ۳ هفته بعد از تیمار روند افزایشی داشت و پس از آن تا هفته پنجم از مقدار پرولین برگ کاسته شد. مقدار پرولین برگ در سال پر محصول نسبت به سال کم‌محصول بیشتر بود و هم‌چنین درختان زیر تیمار اوره مقدار پرولین بیشتری را نسبت به شاهد نشان دادند.

**کلروفیل کل برگ**

با توجه به جدول ۳ مشخص گردید که بیشترین مقدار کلروفیل کل برگ (۴/۴ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱ دی ماه با غلظت اوره ۱/۵٪ در سال پر محصول به‌دست آمد و کمترین مقدار کلروفیل کل برگ (۱/۰۳ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه در تیمار شاهد به‌دست آمد که این مقدار کاهش ۴/۲۷ برابری در مقایسه با بیشترین مقدار کلروفیل کل برگ داشت. در سال پر محصول در هر دو غلظت اوره (۰/۷۵٪ و ۱/۵٪) بیشترین مقدار کلروفیل کل برگ در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱ دی ماه مشاهده شد. اما در سال کم‌محصول روند مشابهی در هر دو غلظت اوره (۰/۷۵ ٪ و ۱/۵٪) مشاهده نشد.

پس از محلول‌پاشی ۱ دی ماه در هر دو سال پر محصول و کم‌محصول در همه تیمارها مقدار کلروفیل کل برگ در طول آزمایش روند افزایشی نشان داد. تنها در غلظت ۱/۵٪ اوره در سال کم‌محصول تا هفته سوم بعد از تیمار مقدار کلروفیل کل برگ روند افزایشی داشت و پس از آن تا هفته پنجم از مقدار کلروفیل کل برگ کاسته شد.

نتیجه‌ها نشان داد که مقدار کلروفیل کل برگ در درختان محلول‌پاشی شده در تاریخ ۱۵ دی ماه در هر دو سال پر محصول و کم‌محصول در همه تیمارها تا ۳ هفته بعد از تیمار روند افزایشی داشت و پس از آن تا ۵ هفته بعد از تیمار از مقدار کلروفیل برگ کاسته شد. تنها در درختان محلول‌پاشی شده با غلظت ۱/۵٪ اوره در سال کم‌محصول این روند در طول آزمایش کاهشی بود.

در درختان محلول‌پاشی شده در تاریخ ۳۰ دی ماه در هر دو سال پر محصول و کم‌محصول و در همه تیمارها در طول آزمایش از مقدار کلروفیل کل برگ کاسته شد. مقدار کلروفیل کل در سال پر محصول نسبت به سال کم‌محصول بیشتر بود و هم‌چنین درختان زیر تیمار اوره مقدار کلروفیل کل بیشتری را نسبت به شاهد نشان دادند.



[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]

جدول ۲ – برهمکنش اثر سال، غلظت اوره و زمان محلول‌پاشی بر عملکرد نارنگی کینو.

Table 2. Interaction effects of year, urea concentration and spraying time on the yield of Kinnow Mandarin.

| سال<br>Year | اوره<br>Urea (%) | زمان محلول‌پاشی<br>Spraying Time | عملکرد<br>Yield (kg tree$^{-1}$) |
|---|---|---|---|
| off | 0 | Dec. 22 | 12.58$^{j}$ |
| | | Jan. 5 | 18.81$^{hi}$ |
| | | Jan. 20 | 17.99$^{h-j}$ |
| on | 0 | Dec. 22 | 32.84$^{f}$ |
| | | Jan. 5 | 38.33$^{e}$ |
| | | Jan. 20 | 40.3$^{e}$ |
| off | 0.75 | Dec. 22 | 27.12$^{g}$ |
| | | Jan. 5 | 21.67$^{gh}$ |
| | | Jan. 20 | 14.04$^{ij}$ |
| on | 0.75 | Dec. 22 | 76.73$^{d}$ |
| | | Jan. 5 | 106.56$^{b}$ |
| | | Jan. 20 | 96.76$^{c}$ |
| off | 1.5 | Dec. 22 | 96.11$^{c}$ |
| | | Jan. 5 | 26.05$^{g}$ |
| | | Jan. 20 | 24.64$^{g}$ |
| on | 1.5 | Dec. 22 | 96.03$^{c}$ |
| | | Jan. 5 | 113.02$^{a}$ |
| | | Jan. 20 | 92.76$^{c}$ |

Means in each column followed by at least one same letter do not have any significant difference according to Duncan multiple test ($P \leq 0.05$).

میانگین‌های دارای حداقل حرف همسان در ستون‌ها در آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

## گره

### کربوهیدرات محلول گره

روند تغییرات مقدار کربوهیدرات گره در هر دو سال پر محصول و کم‌محصول (جدول ۴) نشان داد که بیشترین مقدار کربوهیدرات گره (۸۵/۸۸ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه با غلظت ۱/۵٪ اوره در سال کم‌محصول مشاهده شد. کمترین مقدار کربوهیدارت گره (۱۱/۶ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) در ۵ هفته بعد از تیمار ۳۰ دی ماه در درختان شاهد مشاهده شد که کاهش ۷/۴ برابری در مقایسه با بیشترین مقدار کربوهیدرات گره داشت. بالاترین مقدار کربوهیدرات گره در سال پر محصول در همه تیمارها در ۱ هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه مشاهده شد و در سال کم‌محصول در همه تیمارها بالاترین مقدار کربوهیدرات گره در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه به‌دست آمد. با توجه به جدول ۴ مشخص گردید که در درختان محلول‌پاشی شده در تاریخ ۱ دی ماه در سال پر محصول، مقدار کربوهیدرات گره در همه تیمارها در طول آزمایش روند افزایشی نشان داد. در سال کم‌محصول روند مشخصی برای مقدار کربوهیدرات گره در طول آزمایش برای هر دو غلظت اوره مشاهده نشد. در درختان محلول‌پاشی شده در تاریخ ۱۵ دی ماه در هر دو سال پر محصول و کم‌محصول در همه تیمارها مقدار کربوهیدرات گره تا ۳ هفته بعد از تیمار روند افزایشی داشت و پس از آن تا هفته پنجم از مقدار کربوهیدرات گره کاسته شد. پس از محلول‌پاشی درختان در تاریخ ۳۰ دی ماه در سال پر محصول در همه تیمارها در طول آزمایش از مقدار کربوهیدرات گره کاسته شد. در سال کم‌محصول تا ۳ هفته بعد از تیمار روند افزایشی داشت و پس از آن تا هفته پنجم از مقدار کربوهیدرات گره کاسته شد. مقدار کربوهیدرات گره در سال کم‌محصول نسبت به سال پر محصول بیشتر بود و هم‌چنین درختان زیر تیمار اوره مقدار کربوهیدرات گره بیشتری را نسبت به شاهد نشان دادند.



[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]

جدول ۳ – برهمکنش اثر سال، غلظت اوره و زمان محلول‌پاشی بر کربوهیدرات، نشاسته، پروتئین، پرولین و کلروفیل کل در برگ نارنگی کینو.

Table 3. Interaction effect of year, urea concentration and spraying time on the carbohydrate, starch, protein, proline and total chlorophyll in leaf of Kinnow Mandarin trees.

| سال Year | اوره Urea (%) | زمان محلول‌پاشی Spraying Time | زمان نمونه‌برداری پس از محلول‌پاشی Sampling time after spraying (week) | کربوهیدرات Carbohydrate (mg g$^{-1}$ FW) | نشاسته Starch (mg g$^{-1}$ FW) | پروتئین Protein (mg g$^{-1}$ FW) | پرولین Proline (µ mol g$^{-1}$ FW) | کلروفیل کل Total Chlorophyll (mg g$^{-1}$ FW) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| On | 0 | Dec. 22 | 1 | 18.48$^{p-u}$ | 0.31$^{p}$ | 5.42$^{p-t}$ | 161.6$^{r-u}$ | 1.44$^{u-y}$ |
| | | | 3 | 18.92$^{p-u}$ | 0.37$^{p}$ | 6.05$^{m-r}$ | 175.6$^{q-t}$ | 1.6$^{q-v}$ |
| | | | 5 | 17.37 $^{p-u}$ | 0.54$^{p}$ | 6.89$^{i-n}$ | 227.2$^{e-j}$ | 3.01$^{c}$ |
| | | Jan. 5 | 1 | 21.18$^{o-s}$ | 0.38$^{p}$ | 5.32$^{q-u}$ | 182.8$^{q-t}$ | 1.54$^{r-w}$ |
| | | | 3 | 21.41$^{o-q}$ | 0.55$^{p}$ | 6.67$^{j-o}$ | 215.3$^{h-n}$ | 2.98$^{d}$ |
| | | | 5 | 31.91$^{g-j}$ | 0.59$^{p}$ | 4.93$^{r-v}$ | 199.8$^{l-o}$ | 1.84$^{i-o}$ |
| | | Jan. 20 | 1 | 15.94$^{s-u}$ | 0.6$^{p}$ | 7.81$^{f-j}$ | 197$^{m-p}$ | 2.22$^{ef}$ |
| | | | 3 | 24.53$^{l-o}$ | 0.63$^{p}$ | 7.77$^{f-k}$ | 239.8$^{d-g}$ | 1.31$^{x-z}$ |
| | | | 5 | 15.98$^{r-u}$ | 0.57$^{p}$ | 4.25$^{u-x}$ | 195.8 $^{n-p}$ | 1.03$^{z}$ |
| Off | 0 | Dec. 22 | 1 | 31.62$^{g-k}$ | 2.19$^{o}$ | 6.42$^{l-q}$ | 147.2$^{t-w}$ | 1.53$^{s-w}$ |
| | | | 3 | 28.79$^{i-l}$ | 2.7$^{no}$ | 2.43$^{y}$ | 135.6$^{v-x}$ | 1.29$^{yz}$ |
| | | | 5 | 31.26$^{g-k}$ | 3.58$^{lm}$ | 4.92$^{r-v}$ | 120.6$^{x}$ | 1.45$^{u-y}$ |
| | | Jan. 5 | 1 | 31.63$^{g-k}$ | 3.15$^{mn}$ | 3.48$^{x}$ | 143.6 | 1.42$^{v-y}$ |
| | | | 3 | 36.03$^{e-g}$ | 5.47$^{g-i}$ | 4.84$^{r-w}$ | 140.1$^{v-x}$ | 1.61$^{p-v}$ |
| | | | 5 | 43.48$^{d}$ | 9.23$^{b}$ | 9.76$^{bc}$ | 220.5$^{g-m}$ | 1.51$^{t-x}$ |
| | | Jan. 22 | 1 | 27.61$^{j-l}$ | 4.29$^{kl}$ | 5.25$^{q-u}$ | 126$^{wx}$ | 1.48$^{u-y}$ |
| | | | 3 | 42.56$^{d}$ | 7.29$^{de}$ | 9.3$^{cde}$ | 153.3$^{s-v}$ | 1.38$^{w-y}$ |
| | | | 5 | 35.91$^{e-g}$ | 6.2$^{fg}$ | 7.52$^{g-l}$ | 142.5$^{t-x}$ | 1.33$^{x-z}$ |
| On | 0.75 | Dec. 22 | 1 | 21.35$^{o-r}$ | 0.89$^{p}$ | 5.55$^{o-t}$ | 144.2$^{t-w}$ | 1.64$^{o-u}$ |
| | | | 3 | 20.67$^{o-s}$ | 0.48$^{p}$ | 5.9$^{m-s}$ | 243.6$^{d-g}$ | 1.91$^{h-l}$ |
| | | | 5 | 19.15$^{p-t}$ | 08$^{p}$ | 6.7$^{j-o}$ | 251.4$^{c-e}$ | 4.12$^{b}$ |
| | | Jan. 5 | 1 | 15$^{tu}$ | 0.54$^{p}$ | 5.68$^{n-s}$ | 204.7$^{j-n}$ | 1.75$^{l-r}$ |
| | | | 3 | 22.57$^{m-p}$ | 0.58$^{p}$ | 8.13$^{f-h}$ | 348.5$^{a}$ | 3.18$^{c}$ |
| | | | 5 | 40.22$^{de}$ | 0.96$^{p}$ | 4.74$^{s-v}$ | 193.9$^{n-p}$ | 2.05$^{f-h}$ |
| | | Jan. 20 | 1 | 14.04$^{u}$ | 0.82$^{p}$ | 8.34$^{fg}$ | 286.5$^{b}$ | 2.31$^{e}$ |
| | | | 3 | 27.86$^{j-l}$ | 0.92$^{p}$ | 7.95$^{f-i}$ | 250.7$^{de}$ | 1.79$^{l-q}$ |
| | | | 5 | 16.81$^{q-u}$ | 0.67$^{p}$ | 4.34$^{t-x}$ | 222.1$^{f-l}$ | 1.48$^{u-y}$ |
| Off | 0.75 | Dec. 22 | 1 | 33.28$^{f-i}$ | 2.83$^{no}$ | 7.77$^{f-k}$ | 218$^{h-n}$ | 1.56$^{r-w}$ |
| | | | 3 | 34.21$^{e-g}$ | 3.76$^{lm}$ | 4.34$^{t-x}$ | 145.1$^{t-w}$ | 1.65$^{o-u}$ |
| | | | 5 | 36.03$^{e-g}$ | 4.69$^{jk}$ | 6.58$^{k-p}$ | 158.6$^{s-v}$ | 1.88$^{h-n}$ |
| | | Jan. 5 | 1 | 42.44$^{d}$ | 5.68$^{gh}$ | 3.94$^{v-x}$ | 163.9$^{r-u}$ | 1.64$^{o-u}$ |
| | | | 3 | 29.82$^{j-l}$ | 7.89$^{cd}$ | 5.3$^{q-u}$ | 146.2$^{t-w}$ | 1.79$^{k-q}$ |
| | | | 5 | 54.02$^{ab}$ | 11.28$^{a}$ | 11.72$^{a}$ | 253.5$^{cd}$ | 1.56$^{r-w}$ |
| | | Jan. 20 | 1 | 33.92$^{f-i}$ | 5.71$^{gh}$ | 6.06$^{m-r}$ | 144.7t-w | 1.92$^{h-l}$ |
| | | | 3 | 53.45$^{b}$ | 9.68$^{b}$ | 10.71$^{ab}$ | 166$^{r-t}$ | 1.53$^{s-w}$ |
| | | | 5 | 48.39$^{c}$ | 8.38$^{c}$ | 8.56$^{d-g}$ | 159.1$^{r-v}$ | 1.55$^{r-w}$ |
| On | 1.5 | Dec. 22 | 1 | 22.59$^{m-p}$ | 0.66$^{p}$ | 6.32$^{l-q}$ | 195.8$^{n-p}$ | 1.73$^{l-s}$ |
| | | | 3 | 24.65$^{l-o}$ | 0.34$^{p}$ | 6.56$^{k-p}$ | 251.9$^{cd}$ | 2.12$^{fg}$ |
| | | | 5 | 18.04$^{p-u}$ | 0.67$^{p}$ | 8.05$^{f-i}$ | 290.3$^{d-i}$ | 4.4$^{a}$ |
| | | Jan. 5 | 1 | 18.69 $^{p-u}$ | 0.43$^{p}$ | 6.94$^{h-m}$ | 232.5$^{d-e}$ | 1.81$^{j-p}$ |
| | | | 3 | 21.68$^{n-q}$ | 0.65$^{p}$ | 7.83$^{f-j}$ | 248.4$^{de}$ | 2$^{g-i}$ |
| | | | 5 | 32.75$^{f-j}$ | 0.66$^{p}$ | 8.39$^{e-g}$ | 250.4$^{de}$ | 1.97$^{g-k}$ |



[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Jan. 20 | 1 | 20.3$^{o-t}$ | 0.53$^{p}$ | 8.87$^{c-f}$ | 245.7$^{def}$ | 2.22$^{ef}$ |
| | | | 3 | 52.75$^{bc}$ | 0.83$^{p}$ | 7.36$^{g-l}$ | 295.4$^{b}$ | 1.44$^{u-y}$ |
| | | | 5 | 16.39$^{q-u}$ | 0.81$^{p}$ | 5.35$^{p-u}$ | 346.7$^{a}$ | 1.15$^{z}$ |
| Off | 1.5 | Dec. 22 | 1 | 34.79$^{f-h}$ | 2.47$^{no}$ | 9.72$^{bc}$ | 232.6$^{d-i}$ | 1.69$^{n-t}$ |
| | | | 3 | 26.56$^{k-n}$ | 4.04$^{kl}$ | 3.66$^{wx}$ | 157.8$^{s-v}$ | 1.77$^{l-q}$ |
| | | | 5 | 32.63$^{f-j}$ | 4.77$^{i-k}$ | 6.01$^{m--r}$ | 154.3$^{s-v}$ | 1.56$^{r-w}$ |
| | | Jan. 5 | 1 | 30.23$^{h-k}$ | 5.23$^{h-j}$ | 3.85$^{v-x}$ | 189$^{o-q}$ | 2.03$^{g-i}$ |
| | | | 3 | 36.58$^{e-g}$ | 6.83$^{ef}$ | 5.6$^{o-s}$ | 165.1$^{r-u}$ | 1.89$^{h-n}$ |
| | | | 5 | 58.49$^{a}$ | 11.2$^{a}$ | 11.38$^{a}$ | 273.6$^{bc}$ | 1.64$^{o-u}$ |
| | | Jan. 20 | 1 | 37.36$^{ef}$ | 7.62$^{cd}$ | 9.59$^{cd}$ | 166.8$^{r-t}$ | 1.71$^{m-t}$ |
| | | | 3 | 56.41$^{ab}$ | 11.57$^{a}$ | 11.05$^{a}$ | 224.5$^{f-j}$ | 1.7$^{o-t}$ |
| | | | 5 | 55.87$^{ab}$ | 8.28$^{c}$ | 7.93$^{f-i}$ | 202.5$^{k-o}$ | 1.56$^{r-u}$ |

Means in each column followed by at least one same letters do not have any significant difference according to Duncan multiple test ($P$≤0.05).

میانگین‌های دارای حداقل حرف همسان در ستون‌ها در آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

**نشاسته گره**

اثر برهمکنش سال، غلظت، زمان محلول‌پاشی و زمان نمونه‌برداری (جدول ۴) نشان داد که بیشترین مقدار نشاسته گره (۱۷/۸۸ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه در سال کم‌محصول به‌دست آمد. کمترین مقدار نشاسته گره (۰/۷۳ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه در نمونه‌های شاهد در سال پر محصول مشاهده شد. این مقدار، کاهش ۲۴/۴۹ برابری در مقایسه با بیشترین مقدار نشاسته در گره داشت. بالاترین مقدار نشاسته در گره در سال کم‌محصول در هفته پنجم بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه در درختان زیر تیمار اوره در هر دو غلظت (۰/۷۵٪ و ۱/۵٪) مشاهده شد. با توجه به جدول ۴ مشخص شد که پس از محلول‌پاشی ۱ دی ماه در سال پر محصول، در همه تیمارها تا ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی بر مقدار نشاسته گره افزوده شد و پس از آن تا هفته پنجم روند کاهشی نشان داد. در سال کم‌محصول رفتاری عکس سال پر محصول در مقدار نشاسته گره دیده شد به‌طوری که تا ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی مقدار نشاسته گره روند کاهشی داشت و پس از آن تا هفته پنجم بعد از تیمار بر مقدار نشاسته گره افزوده گردید. پس از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه در درختان زیر تیمار اوره در سال پر محصول مشخص گردید که تا ۳ هفته بعد محلول‌پاشی با هر دو غلظت اوره، از مقدار نشاسته گره کاسته شد و پس از آن تا ۵ هفته بعد از تیمار مقدار نشاسته گره روند افزایشی نشان داد. در سال کم‌محصول تغییرهای نشاسته گره در دو غلظت اوره روند مشخصی را نشان نداد، به‌طوری که در غلظت ۰/۷۵٪ اوره تا ۳ هفته بعد از تیمار مقدار نشاسته گره روند افزایشی داشت و سپس تا هفته پنجم بعد از تیمار از مقدار نشاسته گره کاسته شد. در غلظت ۱/۵٪ اوره تا ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی مقدار نشاسته گره کاهش پیدا کرد و پس از آن تا هفته پنجم بر مقدار نشاسته گره افزوده شد، به‌طوری که بالاترین مقدار نشاسته در طول آزمایش را نشان داد. مطابق با جدول ۴، پس از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه مشخص گردید که در سال پر محصول در درختان زیر تیمار با غلظت ۰/۷۵٪ اوره مقدار نشاسته گره در طول آزمایش روند کاهشی داشت. در مقابل، در محلول‌پاشی با غلظت ۱/۵٪ اوره، مقدار نشاسته گره روند افزایشی داشت و پس از آن تا ۵ هفته بعد از تیمار مقدار نشاسته گره کاهش یافت. در سال کم‌محصول در درختان زیر تیمار ۰/۷۵٪ اوره در طول آزمایش تغییرهای چندانی در مقدار نشاسته گره مشاهده نشد. با غلظت ۱/۵٪ اوره تا ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی مقدار نشاسته گره کاهش پیدا کرد و پس از آن تا هفته پنجم بعد از تیمار بر مقدار نشاسته گره افزوده گردید. مقدار نشاسته گره در سال کم‌محصول نسبت به سال پر محصول بیشتر بود و هم‌چنین درختان زیر تیمار اوره مقدار نشاسته گره بیشتری را نسبت به شاهد نشان دادند.

[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]

**پروتئین محلول گره**

با توجه به جدول ۴ مشخص گردید که بیشترین مقدار پروتئین محلول گره (۱۲/۶۷ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) در یک هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه با غلظت اوره ۰/۷۵٪ در سال پر محصول به‌دست آمد. البته، تفاوت چندانی با درختان تیمار شده با غلظت ۱/۵٪ اوره (۱۲/۴۶ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) در یک هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه در همان سال نداشت. درختان شاهد در یک هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه کمترین مقدار پروتئین محلول گره (۳/۴۹ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) را نشان دادند که این مقدار کاهش ۳/۶۳ برابری در مقایسه با بیشترین مقدار پروتئین محلول در گره داشت. بالاترین مقدار پروتئین محلول گره در سال پر محصول در همه تیمارها در یک هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه مشاهده گردید. بالاترین مقدار پروتئین محلول گره در سال کم‌محصول در همه تیمارها در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه ملاحظه شد. جدول ۴ نشان می‌دهد که مقدار پروتئین محلول گره در سال پر محصول پس از محلول‌پاشی در تاریخ ۱ دی ماه، در همه تیمارها در طول آزمایش تا ۳ هفته بعد از تیمار روند افزایشی داشت و پس از آن تا هفته پنجم بعد از تیمار از مقدار آن کاسته شد اما این کاهش در همه تیمارها بسیار ناچیز بود. در سال کم‌محصول در درختان تیمار شده با غلظت ۰/۷۵٪ اوره تا ۳ هفته بعد از تیمار از مقدار پروتئین محلول گره کاسته شد و تا هفته پنجم بعد از تیمار روند افزایشی در پیش گرفت، هر چند این افزایش ناچیز بود، اما در درختان تیمار شده با اوره ۱/۵٪ در طول آزمایش این روند افزایشی بود. پس از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه در سال پر محصول در همه تیمارها مقدار پروتئین محلول گره به‌تقریب در طول آزمایش روند افزایشی داشت، اما در درختان تیمار شده با هر دو غلظت اوره در سال کم‌محصول تا ۳ هفته بعد از تیمار مقدار پروتئین محلول گره روند کاهشی داشت و سپس تا هفته پنجم بعد از تیمار بر مقدار پروتئین محلول گره افزوده شد. مشخص گردید که بعد از تیمار ۳۰ دی ماه در هر دو سال پر محصول و کم‌محصول، در همه تیمارها در طول آزمایش مقدار پروتئین محلول گره روند کاهشی داشت به جز در نمونه‌های تیمار شده با اوره ۱/۵٪ در سال کم‌محصول که در طول آزمایش روند افزایشی نشان دادند (جدول ۴). هم‌چنین مشخص شد که مقدار پروتئین محلول گره در سال پر محصول نسبت به سال کم‌محصول بیشتر بود و درختان زیر تیمار اوره مقدار پروتئین محلول گره بیشتری را نسبت به شاهد نشان دادند.

**پرولین گره**

اثر برهمکنش سال، غلظت، زمان محلول‌پاشی و زمان نمونه‌برداری (جدول ۴) نشان داد که بیشترین مقدار پرولین گره (۳۸۹/۵ میکرومول بر گرم بافت تر) در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه با غلظت ۰/۷۵٪ اوره در سال پر محصول به‌دست آمد. البته، این مقدار با نمونه‌های ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱ دی ماه با غلظت ۱/۵٪ اوره (۳۸۳/۳ میکرومول بر گرم بافت تر) در همین سال از نظر آماری تفاوتی نداشت. کمترین مقدار پرولین گره (۱۶۹/۸ میکرومول بر گرم بافت تر) در یک هفته پس از محلول‌پاشی درختان در ۱ دی ماه در تیمار شاهد مشاهده شد. در هر دو سال پر محصول و کم‌محصول و در همه تیمارهای آزمایش، بالاترین مقدار پرولین گره در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه به‌دست آمد. پس از محلول‌پاشی ۱ دی ماه در سال پر محصول در همه تیمارها مقدار پرولین گره در طول آزمایش روند افزایشی نشان داد (جدول ۴)، اما در سال کم‌محصول تا ۳ هفته بعد از تیمار این روند افزایشی بود و پس از آن تا هفته پنجم پس از تیمار از مقدار پرولین گره کاسته شد. در درختان محلول‌پاشی شده در تاریخ ۱۵ دی ماه در سال پر محصول در همه تیمارها مقدار پرولین گره در طول آزمایش روند افزایشی نشان دادند. هم‌چنین، مشخص شد که در سال کم‌محصول تیمارها در طول آزمایش رفتار مشابهی را نشان ندادند به‌طوری که در درختان تیمار شده با غلظت اوره ۰/۷۵٪ تا ۳ هفته بعد از تیمار از مقدار پرولین گره کاسته شد و پس از آن تا هفته پنجم بعد از تیمار بر مقدار پرولین گره افزوده شد. در درختان تیمار شده با غلظت ۱/۵٪ اوره این روند افزایشی بود. در درختان تیمار شده در تاریخ ۳۰ دی ماه در سال‌های پر محصول و



[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]

کم‌محصول با هر دو غلظت اوره، مقدار پرولین گره تا ۳ هفته پس از تیمار روند افزایشی داشت و پس از آن تا هفته پنجم بعد تیمار از مقدار پرولین گره کاسته شد. هم‌چنین مشخص شد که مقدار پرولین گره در سال پر محصول نسبت به سال کم‌محصول بیشتر بود و درختان زیر تیمار اوره مقدار پرولین گره بیشتری را نسبت به شاهد نشان دادند.

**کلروفیل کل گره**

مطابق با جدول ۴ روند تغییرهای کلروفیل کل گره در طی دو سال نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل کل گره (۱/۶۱ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه با غلظت ۰/۷۵٪ اوره در سال کم‌محصول به‌دست آمد. البته این مقدار با نمونه‌های یک هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه با همین غلظت و در همین ماه (۱/۵۳ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) و هم‌چنین با ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱ دی ماه با غلظت ۱/۵٪ اوره در همین سال (۱/۵۴ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) تفاوت آماری نشان نداد. کمترین مقدار کلروفیل کل گره (۰/۹۵ میلی‌گرم بر گرم بافت تر) در درختان محلول‌پاشی شده در تاریخ ۱۵ دی ماه با غلظت صفر اوره به‌دست آمد. بالاترین مقدار کلروفیل کل گره در سال پر محصول در هر دو غلظت اوره در یک هفته بعد از محلول‌پاشی ۱ دی ماه مشاهده شد. در سال کم‌محصول بالاترین مقدار کلروفیل کل گره در دو غلظت اوره در یک هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه به‌دست آمد. جدول ۴ نشان داد که در سال پر محصول پس از محلول‌پاشی در تاریخ ۱ دی ماه، در همه تیمارها تا ۳ هفته بعد از تیمار از مقدار کلروفیل کل گره کاسته شد و سپس تا هفته پنجم بعد از تیمار روند افزایشی نشان داد. در سال کم‌محصول هر غلظت از اوره رفتاری متفاوت داشت به‌طوری که در درختان تیمار شده با غلظت ۰/۷۵٪ اوره مقدار کلروفیل کل گره به‌تقریب روند افزایشی نشان داد، اما در غلظت ۱/۵٪ مقدار کلروفیل کل گره تا ۳ هفته بعد از تیمار روند افزایشی داشت و پس از آن تا پایان آزمایش از مقدار کلروفیل کل گره کاسته شد. بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه در سال پر محصول در همه تیمارها مقدار کلروفیل کل گره در طول آزمایش به‌تقریب روند کاهشی داشت. در سال کم‌محصول در درختان تیمار شده با غلظت ۰/۷۵٪ اوره مقدار کلروفیل کل گره در طول آزمایش روند کاهشی داشت، اما با غلظت ۱/۵٪ اوره تا ۳ هفته بعد از تیمار روند کاهشی و پس از آن تا هفته پنجم بعد از تیمار روند افزایشی مشاهده شد. نتیجه‌ها نشان داد که بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی ماه در سال پر محصول مقدار کلروفیل کل گره در درختان تیمار شده با غلظت اوره ۰/۷۵٪ روند کاهشی نشان داد و با غلظت ۱/۵٪ اوره مقدار کلروفیل کل گره تا ۳ هفته بعد از تیمار روند افزایشی داشت و پس از آن تا پایان آزمایش از مقدار کلروفیل کل گره کاسته شد. در سال کم‌محصول مقدار کلروفیل کل گره تا ۳ هفته بعد از تیمار روند کاهشی داشت و پس از آن تا پایان آزمایش بر مقدار کلروفیل کل گره افزوده شد. مقدار کلروفیل کل گره در سال کم‌محصول نسبت به سال پر محصول بیشتر بود و هم‌چنین درختان زیر تیمار اوره مقدار کلروفیل کل گره بیشتری را نسبت به شاهد نشان دادند.

**عملکرد**

با توجه به نتیجه‌های جدول ۲ مقدار عملکرد محصول در طی دو سال نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد (۱۱۳/۰۲ کیلوگرم / درخت) مربوط به درختان محلول‌پاشی شده در سال پرمحصول با غلظت ۱/۵٪ اوره در تاریخ ۱۵ دی ماه بود. در حالی که کمترین مقدار عملکرد (۱۲/۵۸ کیلوگرم/ درخت) در درختان شاهد مشاهده گردید. در هر دو سال پر محصول و کم‌محصول بیشترین مقدار عملکرد در درختان محلول‌پاشی شده با غلظت ۱/۵٪ اوره به‌دست آمد. هم‌چنین مشخص گردید که در سال کم‌محصول بیشترین مقدار عملکرد (۹۶/۱۱ کیلوگرم / درخت) مربوط به درختان محلول‌پاشی شده با غلظت ۱/۵٪ اوره در تاریخ ۱ دی ماه بود.



[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]

جدول ۴ – برهمکنش اثر سال، غلظت اوره و زمان محلول‌پاشی بر کربوهیدرات، نشاسته، پروتئین، پرولین و کلروفیل کل در گره نارنگی کینو.

Table 4. Interaction effect of year, urea concentration and spray time on the carbohydrate, starch, protein, proline and total chlorophyll in node of Kinnow Mandarin trees.

| سال Year | اوره Urea (%) | زمان محلول‌پاشی Spraying Time | زمان نمونه‌برداری Sampling time after spraying (week) | کربوهیدرات Carbohydrate (mg g$^{-1}$ FW) | نشاسته Starch (mg g$^{-1}$ FW) | پروتئین Protein (mg g$^{-1}$ FW) | پرولین Proline (µmol.g$^{-1}$ FW) | کلروفیل کل Total Chlorophyll (mg g$^{-1}$ FW) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| On | 0 | Dec. 22 | 1 | 16.4$^{xy}$ | 1.1$^{wx}$ | 5.38$^{p-s}$ | 169.8$^{x}$ | 1.28$^{g-n}$ |
| | | | 3 | 21.15$^{vw}$ | 2.06$^{t-v}$ | 8.52$^{d-g}$ | 235.7$^{o-u}$ | 1.01$^{q-x}$ |
| | | | 5 | 21.71$^{vw}$ | 1.19$^{v-x}$ | 8.35$^{d-h}$ | 230.9$^{q-u}$ | 1.13$^{o-w}$ |
| | | Jan. 5 | 1 | 27.47$^{u}$ | 2.28$^{tu}$ | 8.33$^{d-h}$ | 183.7$^{wx}$ | 0.95$^{x}$ |
| | | | 3 | 41.87$^{m-q}$ | 1.56$^{u-x}$ | 7.78$^{f-j}$ | 217.4$^{t-w}$ | 0.95$^{x}$ |
| | | | 5 | 39.18$^{p-s}$ | 1.25$^{u-x}$ | 8.5$^{d-h}$ | 279.3$^{h-n}$ | 0.95$^{x}$ |
| | | Jan. 20 | 1 | 46.16$^{h-o}$ | 1.37$^{u-x}$ | 9.88$^{b}$ | 223$^{s-w}$ | 1.11$^{p-x}$ |
| | | | 3 | 41.42$^{n-r}$ | 2.24$^{t-v}$ | 8.63$^{c-g}$ | 290.3$^{e-l}$ | 0.99$^{wx}$ |
| | | | 5 | 11.6$^{y}$ | 0.73$^{x}$ | 4.97$^{q-s}$ | 249.5$^{l-u}$ | 0.97$^{wx}$ |
| Off | 0 | Dec. 22 | 1 | 44.76$^{i-p}$ | 7.75$^{mn}$ | 6.36$^{l-p}$ | 183.4$^{wx}$ | 1.45$^{a-f}$ |
| | | | 3 | 45.09 $^{i-p}$ | 6.02$^{p}$ | 5.47$^{p-r}$ | 237$^{o-u}$ | 1.29$^{f-o}$ |
| | | | 5 | 34.47$^{t}$ | 9.01$^{i-k}$ | 6.71$^{-n}$ | 220.8$^{s-w}$ | 1.34$^{d-m}$ |
| | | Jan. 5 | 1 | 40.77$^{o-r}$ | 12.61$^{d}$ | 3.49$^{t}$ | 246.5$^{m-u}$ | 1.24$^{j-r}$ |
| | | | 3 | 44.85$^{i-p}$ | 8.83$^{jkl}$ | 6.53$^{k-o}$ | 210.1$^{vw}$ | 1.3$^{f-o}$ |
| | | | 5 | 39.8$^{p-s}$ | 7.86$^{l-n}$ | 6.59$^{k-n}$ | 215.5$^{t-w}$ | 1.19$^{m-u}$ |
| | | Jan. 22 | 1 | 36.62$^{r-t}$ | 8.68$^{k-m}$ | 6.22$^{l-p}$ | 252.1$^{k-t}$ | 1.3$^{e-n}$ |
| | | | 3 | 45.27$^{i-o}$ | 7.59$^{no}$ | 4.99$^{q-s}$ | 267.2$^{i-q}$ | 1.36$^{c-l}$ |
| | | | 5 | 42.38$^{l-q}$ | 10.56$^{gh}$ | 4.54$^{rs}$ | 269.5$^{i-r}$ | 1.36$^{c-l}$ |
| on | 0.75 | Dec. 22 | 1 | 21.29$^{vw}$ | 1.23$^{u-x}$ | 5.79$^{n-q}$ | 191.1$^{wx}$ | 1.27$^{g-p}$ |
| | | | 3 | 26.66$^{u}$ | 4.57$^{q}$ | 8.94$^{b-e}$ | 249.1$^{l-u}$ | 1.03$^{u-x}$ |
| | | | 5 | 29.78$^{u}$ | 1.59$^{u-x}$ | 8.78$^{c-f}$ | 285.1$^{f-m}$ | 1.18$^{m-u}$ |
| | | Jan. 5 | 1 | 29.16$^{u}$ | 3.39$^{rs}$ | 8.31$^{d-h}$ | 261.3$^{l-s}$ | 1.09$^{r-x}$ |
| | | | 3 | 45.15$^{i-o}$ | 1.93$^{t-w}$ | 8.77$^{c-f}$ | 317.7$^{c-g}$ | 1.06$^{s-x}$ |
| | | | 5 | 42.29$^{l-q}$ | 2.3$^{tu}$ | 8.9$^{b-e}$ | 334.1$^{cd}$ | 0.95$^{x}$ |
| | | Jan. 20 | 1 | 49.24$^{e-k}$ | 3.51$^{rs}$ | 12.67$^{a}$ | 241.4$^{n-u}$ | 1.16$^{n-v}$ |
| | | | 3 | 47.22$^{g-l}$ | 3.42$^{rs}$ | 9.07$^{b-d}$ | 389.5$^{a}$ | 1.1$^{p-x}$ |
| | | | 5 | 12.48$^{y}$ | 1.68$^{u-x}$ | 4.47$^{s}$ | 310.8$^{c-h}$ | 1.03$^{u-x}$ |
| off | 0.75 | Dec. 22 | 1 | 50.22$^{e-j}$ | 8.56$^{k-m}$ | 8.6$^{c-g}$ | 229.2$^{r-v}$ | 1.42$^{b-h}$ |
| | | | 3 | 49.03$^{e-k}$ | 6.51$^{p}$ | 7.4$^{h-k}$ | 273.2$^{h-p}$ | 1.41$^{b-j}$ |
| | | | 5 | 59.06$^{c}$ | 12.4$^{ed}$ | 7.99$^{e-i}$ | 254.9$^{k-s}$ | 1.43$^{b-g}$ |
| | | Jan. 5 | 1 | 35.49$^{st}$ | 15.04$^{b}$ | 8.15$^{d-h}$ | 272.6$^{h-p}$ | 1.53$^{ab}$ |
| | | | 3 | 52.05$^{d-f}$ | 11.41$^{e-g}$ | 7.03$^{j-m}$ | 231.7$^{p-u}$ | 1.38$^{b-k}$ |
| | | | 5 | 45.54$^{i-o}$ | 15.54$^{b}$ | 8.9$^{b-e}$ | 311.5$^{c-h}$ | 1.2$^{l-s}$ |
| | | Jan. 20 | 1 | 46.36$^{h-n}$ | 11.71$^{d-f}$ | 7.47$^{h-k}$ | 247.4$^{m-u}$ | 1.34$^{d-k}$ |
| | | | 3 | 65.17$^{b}$ | 11.87$^{d-f}$ | 6.98$^{j-m}$ | 328.2$^{c-e}$ | 1.28$^{g-o}$ |
| | | | 5 | 55.63$^{cd}$ | 11.71$^{def}$ | 5.58$^{o-q}$ | 292.2$^{e-k}$ | 1.6$^{a}$ |
| on | 1.5 | Dec. 22 | 1 | 18.19$^{wx}$ | 1.15$^{u-x}$ | 6.05$^{m-p}$ | 238.1$^{n-u}$ | 1.32$^{d-n}$ |
| | | | 3 | 28.72$^{u}$ | 3.36$^{rs}$ | 9.86$^{b}$ | 251.3$^{k-u}$ | 1.18$^{m-u}$ |
| | | | 5 | 36.34$^{r-t}$ | 2.79$^{st}$ | 9.18$^{b-d}$ | 383.3$^{a}$ | 1.27$^{g-p}$ |
| | | Jan. 5 | 1 | 28.23$^{u}$ | 3.96$^{qr}$ | 8.78$^{c-f}$ | 239.2$^{n-u}$ | 1.26$^{h-p}$ |
| | | | 3 | 47.41$^{f-l}$ | 1.73$^{u-x}$ | 9.61$^{bc}$ | 270.9$^{bc}$ | 1.26$^{h-p}$ |
| | | | 5 | 46.53$^{g-n}$ | 4.79$^{q}$ | 9.02$^{b-e}$ | 346.1$^{bc}$ | 1.2$^{m-t}$ |
| | | Jan. 20 | 1 | 51.74$^{d-h}$ | 3.34$^{rs}$ | 12.46$^{a}$ | 256.9$^{k-t}$ | 1.18$^{m-u}$ |
| | | | 3 | 50.31$^{e-i}$ | 4.31$^{qr}$ | 9.13$^{b-d}$ | 370.4$^{ab}$ | 1.22$^{k-s}$ |
| | | | 5 | 15.46$^{xy}$ | 1.77$^{t-w}$ | 6.07$^{m-p}$ | 307.2$^{ab}$ | 1.16$^{n-v}$ |
| off | 1.5 | Dec. 22 | 1 | 51.51$^{d-g}$ | 9.71$^{h-j}$ | 6.95$^{j-m}$ | 265.2$^{j-r}$ | 1.33$^{d-n}$ |
| | | | 3 | 57.85$^{c}$ | 6.81$^{op}$ | 7.12$^{i-l}$ | 305.4$^{d-j}$ | 1.54$^{ab}$ |
| | | | 5 | 53.1$^{de}$ | 12.7$^{d}$ | 8.59$^{c-g}$ | 262.1$^{k-s}$ | 1.47$^{a-e}$ |
| | | Jan. 5 | 1 | 25.55$^{u}$ | 15.55$^{b}$ | 8.5$^{d-g}$ | 271.6$^{h-q}$ | 1.51$^{a-c}$ |
| | | | 3 | 49.23$^{e-k}$ | 9.82$^{hi}$ | 7.73$^{g-j}$ | 279$^{h-n}$ | 1.29$^{f-o}$ |
| | | | 5 | 49.55$^{e-j}$ | 17.88$^{a}$ | 8.65$^{c-g}$ | 324.1$^{c-f}$ | 1.48$^{a-d}$ |
| | | Jan. 20 | 1 | 43.99$^{k-q}$ | 11.28$^{fg}$ | 6.48$^{k-o}$ | 277.5$^{g-o}$ | 1.46$^{a-e}$ |
| | | | 3 | 85.88$^{a}$ | 10.63$^{gh}$ | 6.65$^{k-n}$ | 372$^{ab}$ | 1.25$^{j-r}$ |
| | | | 5 | 65.55$^{b}$ | 14.33$^{c}$ | 6.8$^{j-m}$ | 307.2$^{c-i}$ | 1.42$^{b-h}$ |

Means in each column followed by at least one same letters do not have any significant difference according to Duncan multiple test ($P \leq 0.05$)

میانگین‌های دارای حداقل حرف همسان در ستون‌ها در آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]

## بحث

نقش کربوهیدرات‌ها یا نیتروژن به‌عنوان محرک گلدهی اثبات شده است، اما جهت تشکیل گل، به مقدار کمینه‌ای از این ترکیب‌ها مورد نیاز می‌باشد. اگرچه کربوهیدرات‌ها به عنوان انگیزاننده فرآیند گلدهی در نظر گرفته نشده‌اند، اما مشخص شده است که به منظور تمایز گلدهی در درختان مرکبات، وجود مقادیر کمینه‌ای از قند الزامی است. در بررسی اثر عنصرهای پرمصرف و کم‌مصرف بر آلودگی قارچی و تولید فومونیزین در دانه‌های ذرت مشخص گردید که محلول‌پاشی اوره سبب افزایش مقدار نیتروژن برگ شد. همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که میزان فتوسنتز تا حد زیادی به مقدار نیتروژن برگ وابسته است، زیرا کلروفیل موجود در کلروپلاست بدون حضور نیتروژن یا کمبود آن قادر به ساخت نبوده و فعالیت فتوسنتز و کلروفیل با کمبود نیتروژن کاهش می‌یابد (۱۲). در پژوهشی، Barker (۴) گزارش کرد افزایش شاخص کلروفیل در گیاهان تغذیه شده با اوره ناشی از آسیمیلاسیون اوره می‌باشد. زیرا کلروفیل یکی از مهمترین ترکیب‌های حاوی نیتروژن در گیاه است. بانی‌نسب و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که محلول‌پاشی با اوره به‌طور معنی‌داری غلظت نیتروژن برگ، شاخه سال جاری و جوانه، فتوسنتز، مقدار کلروفیل و سطح برگ در پسته را افزایش داد. ظرفیت فتوسنتز برگ‌ها به محتوای نیتروژن مرتبط است، بیشتر به‌این دلیل که پروتئین‌های چرخه کالوین و تیلاکوئیدها بیشترین نیتروژن برگ را به خود اختصاص داده اند (۱۰). هم‌چنین بیشترین مقدار نیتروژن در برگ‌های در حال رشد به عنوان پروتئین انباشته شده و جذب و تبدیل پروتئین نیاز به کربوهیدرات دارد (۱۳). در این پژوهش در طی دو سال (پر محصول و کم‌محصول) تیمار اوره تاثیر معنی‌داری بر مقدار کربوهیدرات و نشاسته برگ و گره داشت. به‌طوری که کربوهیدرات برگ به طور قابل توجهی به مقدار ۴/۱۶ برابر نسبت به شاهد افزایش یافت. در حالی که مقدار کربوهیدرات گره بیشتر از برگ بود و نسبت به شاهد ۷/۴ برابر افزایش داشت.

می‌توان روند تغییرهای کربوهیدرات محلول، نشاسته و پروتئین محلول را به حضور میوه روی درخت ارتباط داد. به‌طوری که این روند تا ۳ هفته بعد از تیمار به صورت کاهشی و پس از آن تا هفته پنجم افزایشی بود. این روند تغییرات را می‌توان این گونه توجیه کرد که ۳ هفته بعد از تیمار هنوز میوه روی درخت بود و میوه خود یک مصرف‌کننده قوی برای ذخایر غذایی می‌باشد. در هفته پنجم بعد از تیمار که روند افزایشی مشاهده شد، برداشت محصول صورت گرفته بود و به همین دلیل روند افزایشی را نشان دادند. هم‌چنین، روند تغییرهای پرولین که تا ۳ هفته پس از تیمار افزایشی و پس از آن تا هفته پنجم بعد از تیمار کاهشی بود، می‌تواند به این دلیل باشد که مقدار پرولین در زمان تنش افزایش می‌یابد و زمانی که میوه روی درخت بود، چون میوه ماده‌های غذایی را جذب می‌کند باعث کاهش این ماده‌ها در درخت می‌گردد. کاهش ماده‌های غذایی یک نوع تنش به حساب می‌آید و به همین دلیل در این زمان مقدار پرولین روند افزایشی داشته و پس از برداشت میوه این روند کاهش یافت. این کاهش مقدار پرولین نشان از کاهش تنش ذخایر غذایی است.

مقدار کربوهیدرات، نشاسته و پرولین گره در طی دو سال بیشتر از برگ بود. از آن‌جایی که نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی و زایشی می‌شود، می‌توان گفت افزایش مقدار نیتروژن برگ و انتقال آن به گره باعث افزایش تعداد جوانه‌ها به ویژه جوانه‌های زایشی می‌گردد که به دنبال آن افزایش تعداد گل را در پی دارد. تناوب باردهی در درجه اول در ارتباط با حضور میوه است. با توجه به بررسی‌ها، فرض بر این است که مقدار محصول انگیزش گل و تمایز جوانه گل را تغییر می‌دهد. به ویژه در مرکبات گزارش شده است که انگیزش گل در اواخر پاییز رخ می‌دهد و تمایزیابی پس از آن اتفاق می‌افتد (۷).

با توجه به این که محلول‌پاشی در دی ماه انجام شد ولی در شرایط اقلیمی دزفول، تمایزیابی در بهمن ماه اتفاق می‌افتد، می‌توان گفت محلول‌پاشی در دی ماه، قبل از تمایزیابی انجام شده و درختان نیتروژن مورد نیاز خود را دریافت کرده‌اند. همان‌طوری که نتیجه‌ها نشان دادند محلول‌پاشی اوره به‌طور معناداری باعث افزایش



[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]

ترکیب‌هایی چون کربوهیدرات، نشاسته، پروتئین، پرولین و کلروفیل کل گردید. این ترکیب‌ها دارای ساختار نیتروژنی هستند، از این رو استفاده از نیتروژن می‌تواند تا حد زیادی سبب افزایش مقدار آن‌ها در گیاه شود. همین افزایش موقت این ترکیب‌ها در مرحله خاصی از فنولوژی گیاه که شامل انگیزش و تمایزیابی جوانه‌های گل می‌باشد، اتفاق افتاده است. پس می‌توان گفت اوره می‌تواند سبب افزایش مقدار این ترکیب‌ها در زمان انگیزش گل شود. محلول‌پاشی اوره موجب افزایش سطح آمونیوم برگ و تسریع در زیست‌ساخت آرجنین می‌شود که خود منجر به افزایش پلی‌آمین‌ها شده، که پس از انتقال به جوانه‌ها، انگیزش و آغازش گل و رشد تخمدان را تحریک نموده و افزایش عملکرد را نیز داشته است (۲۵).

مقایسه بین زمان‌های محلول‌پاشی نشان داد که در هر دو غلظت اوره (۰/۷۵٪ و ۱/۵٪) محلول‌پاشی‌های ۱۵ دی ماه مقدار کربوهیدرات، نشاسته و پروتئین بالاتری نسبت به درختان محلول‌پاشی شده در زمان‌های دیگر داشتند. بررسی‌ها نشان داده است که کاربرد اوره در درختان ۳۰ ساله پرتقال واشنگتن ناول، به‌صورت محلول‌پاشی در ۱۵ ژانویه (زمان تقریبی گل‌انگیزی در شرایط کالیفرنیا) سبب افزایش تعداد گل، عملکرد محصول از نظر وزن کل میوه و تعداد میوه در ۳ سال پی‌درپی شده است (۱۷). هم‌چنین با دو بار محلول‌پاشی اوره در فواصل زمانی ۱۴ تا ۱۰ روز، در حدود ۸ تا ۶ هفته قبل از گلدهی به‌طور قابل توجهی عملکرد پرتقال شاموتی افزایش یافت (۲۳). بررسی‌ها نشان داده که در درختان نارنگی کینو ۲ بار محلول‌پاشی با غلظت ۰/۳٪ اوره (قبل از گلدهی و بعد از تشکیل میوه)، مقدار نیتروژن در درختان محلول‌پاشی شده در مقایسه با درختان شاهد که دارای کمبود نیتروژن بودند، به دامنه بهینه افزایش یافته و باعث افزایش عملکرد شده است. این افزایش عملکرد ممکن است به‌دلیل استفاده از نیتروژن در دوره بحرانی گلدهی و تنظیم میوه‌دهی باشد (۱۵).

واکاوی پروتومیکس برگ‌ها و جوانه‌های گل در درختان، در سال‌های پر محصول و کم‌محصول در زمان انگیزش گلدهی نشان داده است که بزرگترین گروه از پروتئین‌ها در اندام‌هایی از درختان در سال کم‌محصول، آنزیم‌های را که در سوخت‌وساز کربوهیدرات و نیتروژن درگیر هستند به مقدار بالایی بیان می‌کنند، این موضوع نشان‌دهنده اهمیت ترکیب‌های کربوهیدرات و نیتروژن برای گلدهی است (۲۲). وضعیت و در دسترس بودن کربن و نیتروژن بستگی به محصول دارد. در تناوب باردهی درختان مرکبات، مقدار کربوهیدرات (قندهای محلول و نشاسته) در برگ‌ها، شاخه و ریشه‌ها در پایان سال‌های پر محصول پایین‌تر از پایان سال‌های کم‌محصول بود. این دو اثر (کربن و نیتروژن) نشان دادند که رشد رویشی و زایشی اندام‌ها، در رقابت برای به‌دست آوردن ذخایر ماده‌های مغذی هستند (۱۹). تراکم گل وابسته به محتوای نشاسته (کربوهیدرات) و نیتروژن است که ممکن است به جهت استفاده از نشاسته و نیتروژن به عنوان ماده زمینه برای ساخت متابولیت‌های کلیدی که به‌طور مستقل عمل می‌کنند و یا از راه انگیزش هورمون‌های گیاهی برای شروع فرآیندهای گلدهی در سطح ژنتیکی باشد. بنابراین، برای به‌دست آوردن تعداد زیاد جوانه‌های گل، حفظ تعادل بین سطح بالایی از کربوهیدرات و نیتروژن مهم می‌باشد. بهینه‌سازی کود نیتروژن برای درختان مرکبات به‌منظور تنظیم رشد رویشی، انگیزش گل و تمایز جوانه و افزایش تشکیل میوه مهم می‌باشد (۲۰).

## نتیجه گیری

نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی اوره روی درختان نارنگی کینو می‌تواند تاثیر معنی‌داری بر مقدار کربوهیدرات، نشاسته، پروتئین، پرولین و کلروفیل کل برگ و گره در درختان پرمحصول و کم‌محصول نارنگی کینو داشته باشد. بیشترین مقدار کربوهیدرات، نشاسته، پروتئین و پرولین برگ و گره طی دو سال، در سال کم‌محصول در ۵ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه در درختان محلول‌پاشی شده با غلظت‌های ۰/۷۵٪ و ۱/۵٪ اوره مشاهده شد. اما در بین شاخص‌های اندازه‌گیری شده تنها پرولین گره و کلروفیل کل برگ در سال پر محصول بیشترین مقدار را نشان داد. محلول‌پاشی اوره در زمستان باعث شد که مقدار کربوهیدرات، نشاسته،



[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]

پروتئین، پرولین و کلرفیل کل در درختان در سال پر محصول نسبت به شاهد افزایش پیدا کند. این نتیجه‌ها نشان می‌دهد که اوره می‌تواند ذخایر درخت را که پس از سال کم‌محصول توسط محصول زیاد کاهش یافته بود، جبران کند. نتیجه‌های این آزمایش حاکی از آن است که در ویژگی‌های زیست‌شیمیایی اندازه‌گیری شده در این آزمایش تفاوت چندانی بین دو غلظت اوره مشاهده نشد. با توجه به نتیجه‌های این پژوهش می‌توان محلول‌پاشی اوره در ۱۵ دی‌ماه را به منظور افزایش عملکرد و کنترل تناوب باردهی در نارنگی کینو پیشنهاد کرد.

## سپاسگزاری

از همکاری‌های جناب آقای مهندس اسلامی برای در اختیار گذاشتن باغ مورد نیاز برای انجام این پژوهش و همچنین، از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز برای حمایت مالی از این پژوهش کمال تشکر و سپاسگزاری به عمل می‌آید.

## منابع References

۱. اسدی کنگرشاهی، ع.، غ. ثواقبی و ن. اخلاقی امیری. ۱۳۹۰. کاهش تناوب باردهی در نارنگی انشو با مدیریت مصرف نیتروژن و هرس در شرق مازندران. مجله علوم باغبانی ایران، ۲۲۵-۲۱۷: (۳)۴۲.

2. Asadi Kangarshahi, A. and N. Akhlaghi Amiri, 2008. Decrease of alternate bearing in Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*) by balance nutrition and urea foliar application. In Proceedings of the 11th International Citrus Congress, Wuhan, China, p. 648.
3. Baninasab, B., M. Rahemi and A. Javanshah. 2007. Effect of time of foliar applications of nitrogen and its concentrations on the flower bud retention in pistachio trees. J. Soil. Sci. 2: 40-47.
4. Barker. A.V. 1989. Genotypic responses of vegetable crops to nitrogen nutrition. Hort. Sci. 24 (4):584-590.
5. Bates, L.S., R.P. Waldren and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil. 39: 205-207.
6. Benhamou, L., M. El-Otmani, M. Goumari, M. Talhi, L. Charif, I. Srairi and C. J. Lovatt. 2004. The potential use of GA 3 and urea to manipulate flowering and reduce alternate-bearing pattern of the 'Nour'Clementine mandarin. In. Proc. Int. Soc. Citricult. I. pp: 479-483.
7. Bondada, B.R., J.P. Syvertsen and L.G. Albrigo. 2001. Urea nitrogen uptake by citrus leaves. Hort. Sci.36:1061-1065.
8. Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochem.72: 248-254.
9. El-Otmani, Mohamed, F. ZharaTaibi, B. Lmoufid, A. Ait-Oubahou and C. J. Lovatt. 2002. Improved use of foliar urea on Clementine mandarin to manipulate cropping in a sustainable production system. Acta Hort. 632: 167–175.
10. Evans, J.R. 1989. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C3 plants. Oecologia, 78: 9-19.
11. Freie, R. L., and H. V. Young Jr. 1992. Florida agricultural statistics: citrus summary 1990-1991. Florida Agricultural Statistics Service. Orlando. FL.
12. Hassegawa, R.H., H. Fonseca, A.L. Fancelli, V.N. Da Silva, E.A. Schammass, T.A. Reis and B. Corre. 2008. Influence of macro and micro on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. Food Cont. 19: 36-43.
13. Huett, D. O. 1996. Prospects for manipulating the vegetative-reproductive balance in horticultural crops through nitrogen nutrition: a review. Aust. J. Agr. Res. *47*: 47-66.

[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]

14. Irigoyen, J.J., D.W. Einerich and M. Sánchez-Díaz. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativd*) plants. Physiol. Plant. 84: 55-60.
15. Khan, Ahmad S., A. U. Malik, M. A. Pervez, B. A. Saleem, I. A. Rajwana, T. Shaheen, and R. Anwar. 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). Pak. J. Bot. 41: 73-85.
16. Lichtenthaler, H.K. and A.R. Wellburn. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochem. Society Trans. 11:591-592.
17. Lovatt, C. J. 1999. Timing citrus and avocado foliar nutrient applications to increase fruit set and size. HortTechnology, 9: 607-612.
18. Marshall, J. D. 1986. Drought and shade interact to cause fine-root mortality in Douglas-fir seedlings. Plant. Soil. 91:51-60.
19. Martinez-Alcántara, B., D. J. Iglesias, C. Reig, C. Mesejo, M. Agustí and E. Primo-Millo. 2015. Carbon utilization by fruit limits shoot growth in alternate-bearing citrus trees. J. Plant. Physiol. 176:108-117.
20. Menino, M. R., C. Carranca, A. de Varennes, V.V. d'Almeida and J. Baeta. 2003. Tree size and flowering intensity as affected by nitrogen fertilization in non-bearing orange trees grown under Mediterranean conditions. J. Plant. Physiol. 160: 1435- 1440.
21. Monerri, C., A. Fortunato-Almeida, R. V. Molina, S. G. Nebauer, A. Garcia-Luis and J. L. Guardiola. 2011. Relation of carbohydrate reserves with the forthcoming crop, flower formation and photosynthetic rate, in the alternate bearing ‘Salustiana’sweet orange (*Citrus sinensis* L.). Sci. Hort. 129: 71-78.
22. Munoz-Fambuena, N., C. Mesejo, M. Agustí, S. Tárraga, D. J. Iglesias, E. Primo-Millo and M. C. González-Mas. 2013. Proteomic analysis of “Moncada” mandarin leaves with contrasting fruit load. Plant. Physiol. Biochem. 62: 95-106.
23. Rabe, E. and H.P. Walt. 1993. Effects of pre-blossom low-biuret urea sprays on yield improvement in specific citrus cultivars. Citrus J. 3: 26-28.
24. Romero-Aranda, R. and J.P. Syvertsen. 1996. The influence of foliar-applied urea nitrogen and saline solutions on net gas exchange of citrus leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121:501–506.
25. Roussos, P. A., C. A. Pontikis and A.M. Zoti. 2004. The role of free polyamines in the alternate-bearing of pistachio (*Pistacia vera cv.* Pontikis). Trees, 18: 61-69.

[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 19 (3): 365-380 (2018)

# Effect of Rate and Time of Urea Foliar Application on Yield and Biochemical Characteristics of the Kinnow Mandarin Trees

**F. Karamnezhad, N.Moallemi and E. Khaleghi*[1]**

Nitrogen plays an important role in managing the nutrition of citrus. In this study effects of three concentrations of urea (0, 0.75%, and 1.5%) and three times of urea foliar application (Dec 22, Jan 5, and Jan 20) on biochemical characteristics of the kinnow mandarin trees were evaluated. the experiment was conducted as factorial based on a randomized complete block design with three replications. Sampling was done from leaves and nodes at 1, 3 and 5 weeks after spraying. The yield and biochemical characteristics such as carbohydrate, starch, protein, total chlorophyll, proline were measured. The results of this study showed that in the five weeks after foliar application, the highest leaf carbohydrate, starch, protein and node starch obtained from plants sprayed with urea on Jan 5 in off year. The three weeks after foliar application, the highest amount of leaf and node proline (respectively 348.5 and 383.3 µmol $g^{-1}$ FW) were related plants sprayed with urea on Jan 22 in on year. The highest amounts of carbohydrate and total chlorophyll of nodes (respectively 85.88 and 1.6 mg $g^{-1}$ FW) were reported in off year with 1.5% urea concentration on the 30th January. According to the results of this study, urea foliar application in January 15th, can be advised in order to increase yield and control of alternate bearing in the Kinnow Mandarin trees.

**Keywords:** Carbohydrate, Spray, Starch, Urea concentration.

1. Former Ph.D. Student, Professor and Associate Professor of Horticultural Science, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz. Iran.
*Corresponding author Email: (khaleghi@scu.ac.ir).

[ Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-02-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3 ]