



# The Effect of Winter Foliar Spraying of Urea on the Changes of Plant Hormones in Leaves and Buds and Its Relationship with Flowering in 'Kinnow' Mandarin

Fatemeh Karamnezhad<sup>1</sup>, Noorollah Moallemi<sup>2✉</sup>, Esmail Khaleghi<sup>3</sup>

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz. Ahvaz Iran. E-mail: [karamnezhadf@gmail.com](mailto:karamnezhadf@gmail.com)

2. Corresponding Author, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz. Ahvaz Iran. E-mail: [n.moallemi@scu.ac.ir](mailto:n.moallemi@scu.ac.ir)

3. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz. Ahvaz Iran. E-mail: [khaleghi@scu.ac.ir](mailto:khaleghi@scu.ac.ir)

Article Info	ABSTRACT
<b>Article type:</b> Research Article	Nitrogen plays an important role in the nutrition management of citrus trees and the production of uniform and quality products. Considering the role of nitrogen in increasing vegetative and reproductive growth, as well as the role of hormones in flower induction and fruit set, the effect of different levels of urea (0, 0.75%, 1.5%), and different times of its foliar application (Dec 22, Jan 5, Jan 20) on some leaf and bud physiological traits and floral density were investigated in 'Kinnow' mandarin trees. The experiment was performed as a factorial in a randomized complete block design with three replications during two years. Leaf and node sampling was done at 1, 3 and 5 weeks after spraying to estimate ABA, IAA, and GA <sub>3</sub> concentrations, flowering density and nitrogen concentration. The results showed that after urea foliar application, the highest leaf and node nitrogen content was found in trees sprayed with 1.5% concentration of urea on Jan 5 in the off-year. The highest leaf and node GA <sub>3</sub> content was derived from control trees in on-year. The highest amounts of ABA in leaves were reported at 0.75% urea concentration on January 20. The highest leaf and node IAA content was detected in plants sprayed with 1.5% concentration of urea in off-year. Also, different concentrations of urea increased the number of flowers, and the highest number was counted on the maximum urea concentration (1.5%). Depending on the urea concentration and the timing of its foliar application, the hormonal contents were different. The results showed that there is a significant difference between off- and on-years concerning auxin, abscisic acid and gibberellic acid in both leaf and node in 'kinnowa' mandarin trees.
<b>Article history:</b> Received: 2 February 2023 Received in revised form: 2 September 2023 Accepted: 5 October 2023 Published online: Spring 2024	
<b>Keywords:</b> <i>Abscisic acid,</i> <i>Auxin,</i> <i>Gibbrellin,</i> <i>Urea.</i>	

**Cite this article:** Karamnezhad, F., Moallemi, N. & Khalaeghi, E (2024). The Effect of Winter Foliar Spraying of Urea on the Changes of Plant Hormones in Leaves and Buds and Its Relationship with Flowering in 'Kinnow' Mandarin. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 55 (1), 71-85. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.351860.2077>



© The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.351860.2077>

**Publisher:** The University of Tehran Press.

## Extended Abstract

### Introduction

Nitrogen plays an important role in the nutrition management of citrus trees and the production of uniform and quality products. The role of nitrogen in vegetative and reproductive growth, resulting in an increase in yield, as well as the relationship between hormones and flower induction and fruit set are truly well-known in various plant species. It has been reported that ABA and IAA act to coordinate demand and acquisition of nitrogen. This study aimed to better understand the role of hormones in the morphology of the tree and also mechanisms regulating the alternate bearing of Kinnow mandarin and methods to reduce this problem. The hormonal changes in leaves and nodes of Kinnow mandarin as affected by different concentrations of urea were investigated, to determine the optimum amount and foliar spraying time of urea, for higher yield and uniform fruits.

### Materials and Methods

This study was conducted from late December 2016 through late January 2017, on the 17-year-old and uniform 'Kinnow' Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) trees, grafted on bitter orange (*Citrus aurantium*) rootstocks in a commercial orchard located in Dezful, Khuzestan Province of Iran. The orchard was established at 32°, 24' N altitude, and 48°, 23' E latitude, and 140 m above sea level. The distance of the trees were 6 meter on and between the rows and were irrigated using a dirp system. Soil chemical and physical properties were analyzed and the results were illustrated. Different concentration of urea (0, 0.75 % and 1.5 %) (having forty six percent active ingredient of nitrogen) at the different times (22 Dec 2016 and 5, 22 Jan 2017) were sprayed on the selected trees in the winter. In order to extract polyamines and N fractions from leaves and nodes of the treated trees, 1, 3 and 5 weeks after the foliar treatments, samples of branches from four sides of the trees were collected and immediately frozen with liquid N before transferring to the laboratory. The concentration of N in dried material of leaves and nodes were determined using colorimetry as described by Walling et al. (1989). Hormones concentrations ABA, IAA and GA<sub>3</sub> were determined using HPLC according to the method described by Rivier and Crozier (1987).

### Results and Discussion

The results indicated that after foliar application of urea, the highest leaf and node nitrogen content was obtained from trees sprayed with 1.5% concentration of urea on Jan 5 in the off-year. The highest leaf and node GA<sub>3</sub> content was recorded from untreated trees in the on-year. The highest amount of ABA in leaves was reported at 0.75% urea concentration on January 20. The highest leaf and node IAA content was obtained from plants sprayed using 1.5% concentration of urea in the off-year. Also, different concentrations of urea increased the number of flowers, so that the highest number was observed in the maximum urea concentration (1.5%). The hormones content in leaves and nodes varied according to the urea concentration and the spray time. Results showed significant differences in IAA, ABA and GA<sub>3</sub> between On- and Off-cropping years in leaf and node of 'Kinnow' trees.

### Conclusion

The results of this experiment showed that spraying urea on 'Kinnow' Mandarin trees had a significant effect on the level of plant hormones in leaves and nodes. The highest amount of abscisic acid and auxin in leaves and nodes obtained after foliar spraying on 15th of January with urea concentration of 1.5%. Therefore, it is recommended that if the amount of leaf nitrogen is less than 2%, in the late fall, 'Kinnow' Mandarin trees should be sprayed with a concentration of 1.5% to 1.5% urea in order to reduce alternate bearing.



## تأثیر محلول پاشی زمستانه اوره بر تغییرات هورمون‌های گیاهی برگ و جوانه و ارتباط آن با گل‌دهی در نارنگی 'کینو'

فاطمه کرم نژاد<sup>۱</sup> | نوره معلمی<sup>۲</sup> | اسماعیل خالقی<sup>۳</sup>

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز ایران. رایانامه: [karamnezhadf@gmail.com](mailto:karamnezhadf@gmail.com)
۲. نویسنده مسئول، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز ایران. رایانامه: [n.moallemi@scu.ac.ir](mailto:n.moallemi@scu.ac.ir)
۳. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز ایران. رایانامه: [khaleghi@scu.ac.ir](mailto:khaleghi@scu.ac.ir)

اطلاعات مقاله	چکیده
<p><b>نوع مقاله:</b></p> <p>مقاله پژوهشی</p> <p><b>تاریخ دریافت:</b> ۱۴۰۱/۱۱/۱۳</p> <p><b>تاریخ بازنگری:</b> ۱۴۰۲/۰۶/۱۱</p> <p><b>تاریخ پذیرش:</b> ۱۴۰۲/۰۷/۱۳</p> <p><b>تاریخ انتشار:</b> بهار ۱۴۰۳</p> <p><b>کلیدواژه‌ها:</b></p> <p>آبسازیک اسید، اکسین، اوره، جیبرلین.</p>	<p>نیترژن نقش مهمی در مدیریت تغذیه درختان مرکبات و تولید محصولات یکنواخت و با کیفیت دارد. با توجه به نقش نیترژن در افزایش رشد رویشی و زایشی، همچنین نقش هورمون‌ها در القا گلدهی و تشکیل میوه، در این پژوهش، اثر سطوح مختلف اوره (صفر، ۰/۷۵ و ۱/۵ درصد) و زمان‌های مختلف محلول پاشی اوره (اول دی ماه، ۱۵ دی ماه، ۳۰ دی ماه)، بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک برگ و جوانه برگ و گلدهی درخت نارنگی رقم 'کینو' آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و طی دو سال صورت گرفت، اجرا شد. در این آزمایش از برگ و گره ساقه، برای سنجش میزان نیترژن و هورمون‌های آبسیزیک اسید، جیبرلین و اکسین برگ و جوانه برگ، یک، سه و پنج هفته بعد از محلول پاشی نمونه برداری شد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار نیترژن برگ و گره مربوط به درختان محلول پاشی شده با غلظت ۱/۵ درصد اوره بعد از محلول پاشی ۱۵ دی ماه در سال کم محصول بود. بیشترین مقدار جیبرلین برگ و گره مربوط به درختان شاهد در سال پر محصول بود. بیشترین مقدار آبسیزیک اسید برگ در محلول پاشی ۳۰ دی ماه با غلظت ۰/۷۵ درصد اوره در سال کم محصول ثبت شد. بیشترین مقدار اکسین برگ و گره مربوط به درختان محلول پاشی شده با اوره ۱/۵ درصد در سال کم محصول بود. همچنین، غلظت‌های مختلف اوره موجب افزایش تعداد گل شد و بیشترین تأثیر مربوط به بالاترین غلظت اوره (۱/۵ درصد) گزارش شد. غلظت هورمون‌ها در این آزمایش در برگ و گره بسته به غلظت اوره و زمان محلول پاشی، متفاوت بود. نتایج نشان داد که اختلاف معناداری در اکسین، آبسیزیک اسید و جیبرلین در سال‌های پر محصول و کم محصول در برگ و گره درختان 'کینو' وجود دارد.</p>

**استناد:** کرم نژاد، فاطمه؛ معلمی، نوره و خالقی، اسماعیل (۱۴۰۳). تأثیر محلول پاشی زمستانه اوره بر تغییرات هورمون‌های گیاهی برگ و جوانه و ارتباط آن با گل‌دهی در نارنگی 'کینو'. نشریه علوم باغبانی ایران، ۵۵ (۱)، ۸۵-۷۱. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.351860.2077>



© نویسندگان.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.351860.2077>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

## مقدمه

کمبود نیتروژن اغلب رشد و تکامل گیاه را محدود می‌کند. در پاسخ به تغییرات در عرضه نیتروژن، گیاهان پاسخ‌های دقیقی را در سطوح فیزیولوژی و مورفولوژی نشان می‌دهند تا رشد و توسعه آن‌ها را تنظیم کنند. از آنجایی که گیاهان عالی شامل اندام‌های متعدد هستند برای هماهنگ کردن پاسخ‌ها در سطح کل گیاه متکی به مسیرهای سیگنال‌دهی نزدیک و دور می‌باشند. فیتوهورمون‌ها به عنوان سیگنال‌دهنده از چنین مسیرهایی عمل می‌کنند. در میان فیتوهورمون‌ها، آبسزیک اسید، اکسین و سیتوکینین به سیگنال‌دهی نیتروژن نزدیک هستند. شواهد اخیر نشان داده‌اند که چگونه نیتروژن و سیگنال‌دهی فیتوهورمونی برای ایجاد تغییر در فیزیولوژی و مورفولوژی گیاه هماهنگ شده‌اند (Kiba *et al.*, 2010). با توجه به نقش نیتروژن در رشد رویشی و زایشی، افزایش عملکرد، ارتباط بین هورمون‌ها با القاء گل و میوه در سایر گونه‌های گیاهی مشاهده شده است. بنابر این، مطالعه حاضر ممکن است به درک نقش هورمون‌ها در مورفولوژی درخت، همچنین مکانیسم تنظیم تناوب باردهی نارنگی و روش‌های کاهنده این مشکل کمک کند. هدف اصلی از این پژوهش بررسی تغییرات هورمون‌ها در برگ و گره درخت نارنگی 'کینو' و همچنین تعیین مقدار بهینه و زمان مناسب کاربرد نیتروژن، به منظور افزایش گل‌دهی تحت محلول‌پاشی زمستانه اوره بود.

## پیشینه پژوهش

رشد و نمو مرکبات به طور پیچیده‌ای در تعامل بین مواد غذایی و هورمون‌ها، در پاسخ به سیگنال‌های محیطی تنظیم شده‌است. القای گل توسط درجه حرارت پایین و تنش آبی، تحریک شده و توسط محصول میوه سال قبل، که سبب تولید هورمون جیبرلین درون‌زا به‌عنوان هورمون اصلی می‌شود، مهار می‌گردد (Gravina *et al.*, 2012). یکی از عوامل مهم که موجب سال‌آوری درختان میوه می‌شود، افزایش تولید هورمون جیبرلین در بذور میوه نارنگی 'کینو' در سال پرباری می‌باشد. چنانچه این افزایش هورمون جیبرلین هم‌زمان با گل‌انگیزی برای سال بعد باشد، کاهش گل‌انگیزی و تمایزیابی گل‌ها و در نتیجه کاهش میزان محصول در سال بعد را باعث شده و تناوب باردهی تشدید می‌گردد (Westwood, 1996). گزارش شده‌است که غلظت آبسزیک اسید در برگ درختان بدون میوه، نسبت به درختان میوه‌دار به طور متناوب در نارنگی 'ساتسوما' بالاتر بوده‌است (Koshita *et al.*, 1999). افزایش غلظت ایندول-۳-استیک اسید در شاخه‌های بدون میوه در پایان زمستان گزارش شده‌است (Okuda, 2000). با توجه به مطالعات انجام شده توسط پژوهشگران، میزان محصول زیاد، القای گل و تمایز جوانه گل در سال بعد را متأثر می‌سازد (Valiente & Albrigo, 2004). در مرکبات گل‌انگیزی در اواخر پاییز و تمایزیابی گل‌ها پس از آن رخ می‌دهد (Iglesias *et al.*, 2007). در پژوهشی محلول‌پاشی برگی اوره در اوایل زمستان در درختان پرتقال 'والنسیا'، گل‌دهی را بهبود بخشید (Akbari *et al.*, 2010). در درختان نارنگی 'کینو' نیز محلول‌پاشی اوره قبل از گل‌انگیزی سبب افزایش میزان نشاسته، پروتئین محلول کل و پرولین در برگ و گره شد (Karamnezhad *et al.*, 2018). غلظت پلی‌آمین‌ها در برگ و گره نارنگی 'کینو' نیز با محلول‌پاشی زمستانه اوره، بسته به غلظت اوره و زمان محلول‌پاشی تغییر می‌کند، به طوری که محلول‌پاشی با غلظت ۱/۵ درصد اوره، غلظت اسپریمین در برگ و گره را افزایش و گل‌دهی نیز بهبود یافت (karamnezhad *et al.*, 2022).

نارنگی‌ها در میان گونه‌های جنس سیتروس از بیشترین میزان غیریکنواختی فنوتیپی برخوردارند (Moore, 2001). از بین ارقام متنوع نارنگی، نارنگی 'کینو' که از دورگ‌گیری بین ارقام نارنگی 'کینگ' و 'ویلوفیف' حاصل شده‌است دارای تناوب باردهی شدیدی می‌باشد (Sharma & Awasthi, 1990). همچنین، این پدیده بر روی کیفیت میوه اثر می‌گذارد (Freie,

1992). بنابراین هدف از این پژوهش کنترل سال‌آوری که یکی از اولویت‌های باغداران در مناطق مرکبات خیز جهان است می‌باشد.

## روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق در سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ بر روی نارنگی رقم 'کینو'، در باغی به مساحت ۴۲ هکتار واقع در روستای قلعه ربع از توابع شهرستان دزفول در استان خوزستان، با عرض جغرافیایی ۳۲/۲۴ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸/۲۳ درجه شرقی انجام شد. در این آزمایش از باغ با ۲۷ درخت ۱۷ ساله نارنگی کینو با فاصله کاشت ۶×۶ متر و پیوند شده بر روی پایه نارنج، استفاده شد. تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک باغ انجام و نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. نتایج تجزیه فیزیکی خاک باغ مورد مطالعه.

pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر سانتی متر)	مواد آلی (در صد)	پتاسیم (قسمت در میلیون)	فسفر (قسمت در میلیون)	نیتروژن (در صد)	بافت خاک	عمق خاک (سانتی متر)
۸/۰۱	۰/۹۵	۲/۳۳	۴۳۰	۸/۷	۰/۵۲	سیلتی	۰-۳۰
۷/۹۸	۰/۹۷	۱/۲۹	۴۵۰	۷/۹۵	۰/۴۷	لومی	۳۰-۶۰

در این پژوهش از اوره (۴۶ درصد نیتروژن) در غلظت‌های صفر، ۰/۷۵ درصد و ۱/۵ درصد استفاده شد. محلول پاشی در سال پرمحصول و سال کم‌محصول در ۳ فاصله زمانی ۱۵ روزه در اول دی‌ماه، ۱۵ دی‌ماه و ۳۰ دی‌ماه انجام گردید و سپس نمونه‌های شاخه از چهار طرف درخت (به منظور جداسازی برگ و گره)، به صورت تصادفی از ارتفاع حداقل ۲ متری از سطح زمین و از اطراف هر درخت انتخاب شد. نمونه‌ها از یک، سه و پنج هفته بعد از زمان محلول پاشی، جمع‌آوری و به آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان باغی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز منتقل شدند. به منظور تعیین سطح گل‌دهی و اندازه‌گیری طول و قطر تخمدان در بهار سال‌های ۹۵ و ۹۶، ده شاخه (به طول ۳۰ سانتیمتر) به صورت تصادفی از ارتفاع حداقل دو متری از سطح زمین، و از اطراف هر درخت انتخاب شد. زمانی که گل‌ها متورم و سفید شدند و کمی قبل از باز شدن (تمام گل)، تعداد گل شمارش گردید و با نسبت تعداد گل به تعداد گره روی شاخه، درصد تعداد گل تشکیل شده محاسبه شد. اندازه‌گیری هورمون‌های آبسزیک اسید، اکسین و جیبرلین به روش Rivier & Crozier (1987) انجام شد. عصاره‌گیری با استفاده از کلروفرم: متانول (۱۴:۶) انجام گردید. فاز متانول به صورت فاز آبی تحت فشار کم در یک تبخیرکننده روتاری جدا شد. برای رقیق کردن محلول با استفاده از اتیل استات، ۳ بار و هر بار با ۱۵ میلی‌لیتر شستشو داده شد. برای حذف اتیل استات از روتاری استفاده شد. از عصاره حاصل به صفحات کروماتوگرافی لایه نازک تزریق گردید و لکه‌های شناسایی شده به کمک لامپ فرابنفش با استفاده از اسکالپل از روی صفحه تراشیده شدند، و در یک میلی‌لیتر متانول با درجه خلوص بالا حل گردید و از طریق فیلترهای ۰/۴۵ میکروپور فیلتر شدند، از این عصاره برای تزریق به دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا با فاز معکوس مدل ولکروم ساخت شرکت ناویر آلمان استفاده شد. حلال‌های فاز متحرک برای آبسزیک اسید: ۵۵ درصد متانول در ۰/۱ مولار اسید استیک، برای اکسین: ۲۵ درصد استونیتریل، ۷۴/۹ درصد آب و ۰/۱ درصد اسید فرمیک و برای جیبرلین ۷۰ درصد آب، ۳۰ درصد متانول و یک درصد اسید استیک بودند. طول ستون ۲۵×۴/۲۵۶ سانتی متر، دمای

1- Thin Layer

2- Reversed-phase high-performance liquid chromatography

3- Wellchrom

4- Knauer

ستون ۳۵ درجه سانتی‌گراد و سرعت جریان یک میلی‌لیتر در دقیقه بود. مقدار ۲۰ میکرولیتر عصاره استخراجی به ستون دستگاه (C<sub>18</sub>-Eraspher 100) تزریق گردید. از دکتور نوع فرابنفش استفاده شد. حلال‌های لازم فاز متحرک برای جداسازی آبسزیک‌اسید، اکسین و جیبرلین جداگانه تهیه گردید و به ترتیب در طول موج‌های ۲۶۵، ۲۸۰ و ۲۵۴ نانومتر جداسازی صورت گرفت. اندازه‌گیری نیتروژن نیز به روش کج‌لدال (Wallinga *et al.*, 1989)، با استفاده از سیستم اتوماتیک (کج‌لدال اتومایزر) طی دو مرحله انجام گرفت. این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو سال به اجرا درآمد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های آماری از تجزیه واریانس مرکب و نرم‌افزار SAS و MSTATC استفاده شد و مقایسه میانگین داده‌ها به کمک آزمون چند دامنه‌ی دانکن در سطح یک و پنج درصد صورت گرفت.

## یافته‌های پژوهش

تجزیه واریانس مرکب مقادیر آبسزیک‌اسید، اکسین، جیبرلین و نیتروژن برای نمونه‌های برگ و گره، و تعیین سطح گل‌دهی انجام و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

### مقدار آبسزیک‌اسید، اکسین، جیبرلین و نیتروژن برگ

#### آبسزیک‌اسید

نتایج مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش سال، غلظت، زمان محلول‌پاشی و زمان نمونه‌برداری بر میزان آبسزیک‌اسید (جدول ۲) نشان داد که بیشترین میزان آبسزیک‌اسید برگ (۰/۲۷ میکروگرم بر گرم بافت تر) در نمونه برداری ۳ هفته پس از محلول‌پاشی اوره با غلظت ۰/۷۵ درصد در ۳۰ دی ماه، در سال کم‌محصول به‌دست آمد و کمترین مقدار آن (۰/۰۲ میکروگرم بر گرم بافت تر) در ۳ هفته پس از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه در درختان تیمار نشده در سال کم‌محصول مشاهده شد. بالاترین مقدار آبسزیک‌اسید برگ در سال پر محصول در ۳ هفته پس از محلول‌پاشی اوره با غلظت ۱/۵ درصد در تاریخ ۱۵ دی ماه مشاهده شد. مطابق با جدول ۲ پس از هر ۳ زمان محلول‌پاشی (۱ دی ماه، ۱۵ دی ماه و ۳۰ دی ماه) مقدار آبسزیک‌اسید برگ در همه‌ی تیمارها، در هر دو سال پر محصول و کم‌محصول در طول آزمایش روندی افزایشی-کاهشی داشت. همچنین پس از محلول‌پاشی در تاریخ ۳۰ دی ماه در سال پر محصول، و ۱ دی ماه در سال کم‌محصول در هیچ‌یک از نمونه‌ها آبسزیک‌اسید مشاهده نشد. نتایج نشان داد که مقدار آبسزیک‌اسید برگ در سال کم‌محصول بیشتر از سال پر محصول بود، همچنین درختان تحت تیمار اوره میزان آبسزیک‌اسید برگ بیشتری در مقایسه با درختان تیمار نشده نشان دادند.

#### اکسین

مقایسه میانگین برهم‌کنش سال، غلظت، زمان محلول‌پاشی و زمان نمونه‌برداری (جدول ۲) بر مقدار اکسین نشان داد که بیشترین میزان اکسین برگ (۴/۸۳ میکروگرم بر گرم بافت تر) در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی با غلظت ۱/۵ درصد اوره در ۱۵ دی ماه و در سال کم‌محصول به‌دست آمد. کمترین میزان اکسین برگ (۰/۱۲ میکروگرم بر گرم بافت تر) در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه با غلظت صفر اوره در سال پر محصول به‌دست آمد. بالاترین میزان اکسین در هر دو غلظت اوره، در سال پر محصول، ۳ هفته پس از محلول‌پاشی در تاریخ ۱ دی ماه به‌دست آمد و در سال کم‌محصول، بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی‌ماه، در ۳ هفته بعد از تیمار مشاهده شد.

### جیبرلین

روند تغییرات مقدار جیبرلین در هر دو سال پرمحصول و کم‌محصول (جدول ۲) نشان داد که بیشترین میزان جیبرلین برگ (۹۷/۵۷ میکروگرم بر گرم بافت تر) در ۱ هفته بعد از محلول پاشی ۳۰ دی‌ماه در درختان شاهد و در سال پرمحصول به‌دست آمد، اگرچه این مقدار تفاوت معناداری با ۳ هفته بعد از محلول پاشی ۱ دی‌ماه در همان سال نداشت. کمترین مقدار جیبرلین برگ (۱/۳۱ میکروگرم بر گرم بافت تر) در ۳ هفته بعد از محلول پاشی ۳۰ دی‌ماه در تیمار با غلظت ۱/۵ درصد اوره در سال کم‌محصول به‌دست آمد. در هر دو سال پرمحصول و کم‌محصول، بالاترین میزان جیبرلین در ۱ هفته بعد از تیمار در تاریخ ۳۰ دی‌ماه در درختان شاهد مشاهده شد. با توجه به نتایج مشخص گردید که میزان جیبرلین برگ در سال پرمحصول نسبت به سال کم‌محصول بیشتر بود و درختان تحت تیمار اوره در مقایسه با نمونه‌های شاهد از میزان جیبرلین کمتری برخوردار بودند.

### نیتروژن

روند تغییرات نیتروژن برگ نشان داد که بیشترین مقدار نیتروژن برگ (۲/۹۳ درصد) در ۱ هفته پس از محلول پاشی ۱۵ دی‌ماه با اوره ۱/۵ درصد در سال کم‌محصول حاصل شد. اما این مقدار، تفاوت معناداری با نمونه‌های ۱ هفته پس از محلول پاشی‌های ۱ دی‌ماه (۲/۸۸ درصد) با غلظت اوره ۱/۵ درصد، و ۱ دی‌ماه و ۱۵ دی‌ماه (به ترتیب ۲/۸۴ درصد و ۲/۸۷ درصد) با غلظت اوره ۰/۷۵ درصد در سال کم‌محصول نداشت. کمترین مقدار نیتروژن برگ (۱/۸۱ درصد) در ۵ هفته پس از محلول پاشی ۱ دی‌ماه با غلظت صفر اوره در سال کم‌محصول به‌دست آمد که این مقدار کاهش ۱/۶۲ برابری در مقایسه با بیشترین مقدار نیتروژن برگ داشت. بالاترین میزان نیتروژن برگ در هر دو غلظت اوره (۰/۷۵ درصد و ۱/۵ درصد) و شاهد، در سال کم‌محصول در یک هفته پس از محلول پاشی ۱۵ دی‌ماه، و در سال پرمحصول در ۳ هفته پس از محلول پاشی ۱ دی‌ماه و ۱۵ دی‌ماه (بین این دو زمان محلول پاشی از نظر آماری تفاوتی وجود نداشت) مشاهده شد. نتایج نشان داد که مقدار نیتروژن برگ در سال کم‌محصول نسبت به سال پرمحصول بیشتر بود و درختان تحت تیمار اوره میزان نیتروژن بیشتری را نسبت به شاهد نشان دادند (جدول ۲).

### مقدار اکسین، جیبرلین و نیتروژن گره

میزان آبسزیک‌اسید گره به دلیل مقدار کم توسط دستگاه قرائت نشد.

### اکسین

روند تغییرات مقدار اکسین گره در هر دو سال پرمحصول و کم‌محصول نشان داد (جدول ۲) که بیشترین میزان اکسین گره (۱/۹۸ میکروگرم بر گرم بافت تر) در ۱ هفته بعد از محلول پاشی ۱۵ دی‌ماه با غلظت ۱/۵ درصد اوره در سال کم‌محصول ثبت شد. کمترین میزان اکسین گره (۰/۱۷ میکروگرم بر گرم بافت تر) در ۱ هفته بعد از تیمار ۱ دی‌ماه در درختان شاهد در سال پرمحصول به‌دست آمد. بالاترین میزان اکسین گره در سال پرمحصول، در ۳ هفته پس از محلول پاشی در تاریخ ۳۰ دی‌ماه، و در سال کم‌محصول در ۱ هفته بعد از محلول پاشی ۱۵ دی‌ماه با غلظت ۱/۵ درصد اوره مشاهده شد. نتایج نشان داد که میزان اکسین گره در سال کم‌محصول بیشتر از سال پرمحصول بود و درختان تحت تیمار اوره میزان اکسین گره بیشتری را نسبت به شاهد نشان دادند.

### جیبرلین

نتایج مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش سال، غلظت، زمان محلول‌پاشی و زمان نمونه‌برداری بر میزان جیبرلین (جدول ۲) نشان داد که بیشترین میزان جیبرلین گره (۲۷۲/۲ میکروگرم بر گرم بافت تر) در یک هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی‌ماه در سال پرمحصول در درختان شاهد به‌دست آمد. کمترین میزان جیبرلین گره (۱۱/۵۳ میکروگرم بر گرم بافت تر) در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی‌ماه در نمونه‌های تیمار شده با غلظت اوره ۱/۵ درصد در سال کم‌محصول مشاهده شد. بالاترین میزان جیبرلین در گره در سال کم‌محصول و پرمحصول در یک هفته بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی‌ماه، در درختان شاهد به‌دست آمد. همچنین مشخص‌گردید که در نمونه‌های تیمار شده با اوره با غلظت ۰/۷۵ درصد، پس از هر ۳ زمان محلول‌پاشی، در سال پرمحصول، جیبرلین گره مشاهده نشد. میزان جیبرلین گره در سال کم‌محصول نسبت به سال پرمحصول کمتر بود، همچنین درختان تحت تیمار اوره میزان جیبرلین گره کمتری را نسبت به شاهد نشان دادند.

### نیتروژن

نتایج مقایسه میانگین اثر سال، غلظت، زمان محلول‌پاشی و زمان نمونه‌برداری بر مقدار نیتروژن (جدول ۲) نشان داد که بیشترین مقدار نیتروژن گره (۱/۸۷ درصد) در ۳ هفته پس از محلول‌پاشی ۱۵ دی‌ماه با غلظت اوره ۱/۵ درصد، در سال کم‌محصول به‌دست آمد که اختلاف معناداری از لحاظ آماری با ۱ هفته پس از محلول‌پاشی ۱ دی‌ماه با غلظت اوره ۱/۵ درصد (۱/۸۵ درصد) در همان سال نداشت. کمترین مقدار نیتروژن گره (۱/۰۳ درصد) در ۱ هفته پس از محلول‌پاشی ۱۵ دی‌ماه در سال پرمحصول در تیمار شاهد مشاهده شد که این مقدار کاهش ۱/۸۱ برابری در مقایسه با بیشترین مقدار نیتروژن گره داشت. بالاترین میزان نیتروژن گره در هر دو غلظت اوره (۰/۷۵ درصد و ۱/۵ درصد) و شاهد، در سال پرمحصول در ۳ هفته پس از محلول‌پاشی ۳۰ دی‌ماه، و در سال کم‌محصول در ۱ هفته پس از محلول‌پاشی ۱ دی‌ماه مشاهده شد. مقدار نیتروژن گره در سال کم‌محصول نسبت به سال پرمحصول بیشتر بود، همچنین درختان تحت تیمار اوره میزان نیتروژن گره بیشتری در مقایسه با شاهد نشان دادند.

### تعداد گل

نتایج مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش سال، غلظت اوره و زمان محلول‌پاشی اوره بر تعداد گل (جدول ۳) نشان داد که بیشترین تعداد گل (۴۳/۷۴ درصد) در سال کم‌محصول، پس از محلول‌پاشی درختان در تاریخ ۱۵ دی‌ماه با غلظت اوره ۱/۵ درصد حاصل شد. کمترین تعداد گل (۱۲/۹۹ درصد) در سال کم‌محصول، پس از تیمار ۱۵ دی‌ماه در درختان شاهد مشاهده شد. در هر دو سال پرمحصول و کم‌محصول، در بین غلظت‌های اوره، غلظت ۱/۵ درصد، و در بین زمان‌های محلول‌پاشی، محلول‌پاشی در تاریخ ۱۵ دی‌ماه بیشترین تعداد گل به‌دست آمد که نشان دهنده کاهش میزان سال‌آوری است. همچنین مشخص‌گردید که در مجموع تعداد گل در سال پرمحصول نسبت به سال کم‌محصول بیشتر بود و درختان تحت تیمار اوره تعداد گل بیشتری را نسبت به شاهد نشان دادند.



جدول ۲. مقایسه میانگین برهم کنش اثر سال، غلظت اوره، زمان محلول پاشی و زمان نمونه برداری بر میزان آسبیزیک اسید در برگ، و اکسین، جیبرلین و نیتروژن در برگ و گره نارنگی کینو.

سال	غلظت اوره (در صد)	زمان محلول پاشی	زمان نمونه برداری (هفته)	آسبیزیک (برگ) (میکرو گرم در گرم وزن تر)	اکسین (برگ) (میکرو گرم در گرم وزن تر)	اکسین (گره) (میکرو گرم در گرم وزن تر)	جیبرلین (برگ) (میکرو گرم در گرم وزن تر)	جیبرلین (گره) (میکرو گرم در گرم وزن تر)	نیتروژن (برگ) (در صد)	نیتروژن (گره) (در صد)
		۱ دی	۱	no./۰.۴۵	i./۷۵۶	x./۱۷۲	k۴./۳۰.۲	u.	s-x/۱.۲۷	s-u۲/۰.۵
		۱۵ دی	۳	m-o./۰.۵۰	n-r./۲۵۰	m-o.	a۹۷/۳۶.	b۲۶۲/۹۲	v-y/۱.۱۷	m-s۲/۲۲
		۳۰ دی	۵	p.	s.	p.	c۹۲/۱۳.	d۹۷/۶۰	s-x/۱.۲۵	t-v/۱.۹۴
پرمحصول	۰	۱ دی	۱	l-n./۰.۵۲	m-r./۲۶.	p./۳۵۳	b۹۶/۰.۵۰	a۲۷۲/۲۰	y/۱.۰۳	l-s۲/۲۳
		۱۵ دی	۳	p.	l-r./۳۳.	r-t./۲۵۶	c۹۳/۰.۱۰	d۹۵/۶۹.	v-x/۱.۲۱	g-o۲/۲۵
		۳۰ دی	۵	p.	p./۱۲۰	t./۲۶۲	d۷۶/۶۰.	h۵۲/۹۷.	i-r/۱.۴۳	t-v/۱.۹۵
		۱ دی	۱	p.	p-s./۱۹۶	r-t./۲۷۰	a۹۷/۵۷.	de۹۶/۶۰.	s-x/۱.۲۵	p-t۲/۱۴
		۱۵ دی	۳	p.	p./۱۲۴	tu./۲۵۹	d۷۵/۵۱.	g۵۶/۴۹.	f-o/۱.۴۸	q-t۲/۱۱
		۳۰ دی	۵	p.	s.	u./۲۴۳	x.	u.	k-s/۱.۴	uv/۱.۹۳
		۱ دی	۱	p.	l-r./۳۱۱	z.	n۳۲/۳۴.	l۴۱/۸۳.	n-r/۱.۳۵	k-s۲/۲۳
		۱۵ دی	۳	p.	ij./۶۶.	r-t./۲۷۳	k۴./۰.۶۶.	c۱۹۳/۵۴	xy/۱.۱۶	k-s۲/۲۴
		۳۰ دی	۵	p.	j-n./۴۳۹	w./۲۱۱	g۵۷/۶۵.	j۴۸/۷۶.	m-u/۱.۳۵	v/۱.۸۱
کم محصول	۰	۱ دی	۱	mn.	i-k./۶۲۴	z.	j۳۲/۵۳.	c۱۹۲/۹۳	w-y/۱.۱۶	n-s۲/۱۸
		۱۵ دی	۳	op./۰.۲۳	p-k./۴۰.	v./۲۱۸	f۶۱/۴۷.	ij۴۹/۴۶.	n-s/۱.۳۴	p-u۲/۱۲
		۳۰ دی	۵	bc./۱۸۶	s.	ij./۵۸۸	s۵/۳۸.	l۴۱/۴۲.	p-w/۱.۳۲	t-v/۱.۹۷
		۱ دی	۱	op./۰.۲۳	op./۴۱۷	v./۲۱۹	f۶۱/۳۳.	i۵۰/۴۱.	o-v/۱.۳۳	q-u۲/۰.۹
		۱۵ دی	۳	cd./۱۸۳	s.	cd./۵۹۹	v۵/۳۳.	l۴۱/۴۲.	m-s/۱.۳۵	p-t۲/۱۴
		۳۰ دی	۵	g-j./۱۰.۳	s.	vw./۲۱۴	x.	k۴۴/۸۴.	t-x/۱.۲۳	t-v/۱.۹۷
		۱ دی	۱	h-k./۰.۸۵	h-k/۱/۰.۸۳	t./۲۶۲	m۳۴/۳۱.	u.	m-/۱.۳۵	j-s۲/۲۵
		۱۵ دی	۳	h-j./۰.۹۳	h-j/۱/۲۶۲	z.	h۵۵/۴۰.	u.	h-o/۱.۴۵	e-j۲/۴۵
		۳۰ دی	۵	j-l./۰.۷۹	j-l./۲۶۰	z.	n۳۱/۴۸.	u.	l-t/۱.۳۷	f-m۲/۴۰
پرمحصول	۰/۷۵	۱ دی	۱	p./۰.۸۵	h/۱/۰.۸	m./۴۱۴	e۷۱/۷۸.	u.	h-q/۱.۴۴	h-r۲/۲۸
		۱۵ دی	۳	g-j./۱.۰۲	g-j./۳۴۳	no./۳۷۲	u۱۰/۷۲.	u.	t-x/۱.۲۵	e-k۲/۴۴
		۳۰ دی	۵	p.	p-s./۱۷۵	y./۱۳۷	r۱۷/۵۰.	u.	e-j/۱.۵۷	h-q۲/۲۹
		۱ دی	۱	p.	m-r./۲۶۴	g./۷۲۵	o۲۵/۶۰.	u.	k-s/۱.۴۱	e-j۲/۴۵
		۱۵ دی	۳	p.	n-r./۲۴۲	h./۶۳۳	x.	u.	c-g/۱.۶۲	e-j۲/۴۵
		۳۰ دی	۵	p.	p-s./۱۸۳	j./۵۷۴	x.	u.	f-n/۱.۵۰	t-v/۱.۹۵
		۱ دی	۱	p.	j-l./۴۹.	z.	pq۲۳/۵۱.	u z.	ab/۱.۷۹	ab۲/۸۴
		۱۵ دی	۳	p.	ef/۱/۹۶۷	r-t./۲۷۳	m۳۴/۱۵.	t۱۱/۵۷.	c-h/۱.۶۰	h-n۲/۳۵
		۳۰ دی	۵	p.	p/۱/۰.۹۲	p./۲۸۵	q۲۱/۹۱.	f۶۵/۷۲.	a-c/۱.۷۴	h-o۲/۳۴
		۱ دی	۱	p.	f/۱/۸۴۲	z.	x.	p۲۵/۶۰.	g-p/۱.۴۶	ab۲/۸۷
		۱۵ دی	۳	p.	b۲/۸۴.	l./۴۵۷	x.	q۲۳/۴۹.	f-p/۱.۴۸	f-n۲/۳۸
		۳۰ دی	۵	gh./۱۱۳	de۲/۱۵۱	ij./۵۸۸	x.	o۳۲/۳۰.	f-p/۱.۴۷	g-p۲/۳۲
		۱ دی	۱	ef./۱۴۲	f/۱/۱۸۵	j./۵۷۹	i۵۱/۹۲.	mn۳۴/۵۳.	d-i/۱.۶۱	j-s۲/۲۵
		۱۵ دی	۳	a./۳۷۱	cd۲/۳۳۸	i./۵۹۹	w۲/۹۷.	m۳۵/۶۷.	a-d/۱.۷۳	e-i۲/۴۶
		۳۰ دی	۵	bc./۱۹۶	s.	bc./۳۵۸	x.	r۲۱/۷۲.	e-k/۱.۰۵	q-u۲/۱۱
		۱ دی	۱	p./۰.۵۷	h/۱/۰.۹۷	r./۲۶۶	n۳۲/۲۰.	u.	f-n/۱.۵۱	e-j۲/۴۵
		۱۵ دی	۳	p./۰.۷۷	h/۱/۲۷۷	z.	l۳۷/۳۵.	u.	e-i/۱.۵۷	d-g۲/۵۱
		۳۰ دی	۵	g-ij./۰.۹۸	g-j./۲۴۵	z.	x./۷۶۶	u.	v-x/۱.۲۰	e-l۲/۴۳

سال	غلظت اوره (در صد)	زمان محلول پاشی	زمان نمونه برداری (هفته)	آبسیزیک (برگ)	اکسین (برگ)	اکسین (گره)	جیبرلین (برگ)	جیبرلین (گره)	نیتروژن (برگ)	نیتروژن (گره)
پرمحصول	۱/۵	۱۵ دی	۱	g-i./۱۱۰	h۱/۱۵۲	g-i./۶۳۷	h۱۷/۲۶۰	u.	e-i۲/۴۶	f-j۱/۵۸
			۳	fg./۱۲۵	fg./۴۸۲	fg./۳۷۳	x.	u.	d-g۲/۵۱	s-x۱/۲۹
			۵	p.	p-s./۲۰۰	w./۱۹۶	x.	u.	r-u۲/۰۸	f-n۱/۵۱
		۳۰ دی	۱	p.	q-s./۱۶۶	d./۸۵۸	x.	u.	f-m۲/۴۲	e-k۱/۵۵
			۳	p.	l-q./۳۵۷	b./۹۱۸	x.	u.	f-m۲/۴۰	a-d۱/۷۳
			۵	p.	p-s./۱۸۵	c./۸۷۹	x.	u.	t-v۱/۹۴	f-p۱/۴۷
		۱ دی	۱	p.	g۱/۶۱۳	z.	g۱۳/۵۵۰	u.	ab۲/۸۸	ab۱/۸۵
			۳	p.	b۲/۸۵۱	q-s./۲۸۴	pq۲۳/۵۰	no۳۳/۷۲۰	d-f۲/۵۵	c-f۱/۶۳
			۵	p.	cd۲/۲۸۰	q./۲۹۵	s۱۶/۰۴	u.	d-f۲/۴۲	ab۱/۸۰
		۱۵ دی	۱	p.	c۲/۳۷۴	a۱/۹۸۸	x.	s۱۳/۹۷۰	a۲/۹۳	a-d۱/۷۳
			۳	p.	a۴/۸۳۳	ij./۵۹۰	x.	t۱۱/۵۳۰	cb۲/۷۴	a۱/۸۷
کم محصول	۱/۵	۱۵ دی	۵	de./۱۶۵	c۲/۴۰۶	f./۷۹۳	x.	qr۲۲/۳۹۰	ce۲/۶۳	f-k۱/۵۲
			۱	b./۲۱۲	f۱/۹۵۴	f./۷۹۲	rs۱۶/۵۰۰	qr۲۲/۶۹۰	h-o۲/۳۳	b-e۱/۷۱
		۳۰ دی	۳	b./۲۱۲	c۲/۴۵۳	e./۸۱۵	x۱/۳۱۰	u.	cd۲/۶۶	f-n۱/۵۱
			۵	bc./۲۰۰	s.	k./۵۲۱	x.	u.	h-r۲/۲۸	f-k۱/۵۲

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف همسان در ستون‌ها تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، بر اساس آزمون دانکن ندارند.

### جدول ۳. مقایسه میانگین برهم‌کنش اثر سال، غلظت اوره و زمان محلول پاشی بر تعداد گل نارنگی کینو.

سال	غلظت اوره (درصد)	زمان محلول پاشی	تراکم گلدهی (درصد)
کم محصول	۰	۱ دی	g۱۳/۲۷
		۱۵ دی	g۱۲/۹۹
		۳۰ دی	g۱۳/۳۳
پرمحصول	۰	۱ دی	e۲۱/۷۷
		۱۵ دی	e۲۳/۴۹
		۳۰ دی	e۲۲/۹۹
کم محصول	۰/۷۵	۱ دی	e۲۲/۸۵
		۱۵ دی	e۲۲/۱۸
		۳۰ دی	f۱۸/۵۷
پرمحصول	۰/۷۵	۱ دی	c۳۲/۹۳
		۱۵ دی	c۳۴/۳۰
		۳۰ دی	c۳۳/۵۶
کم محصول	۱/۵	۱ دی	d۲۹/۱۴
		۱۵ دی	a۴۳/۷۴
		۳۰ دی	c۳۲/۲۷
پرمحصول	۱/۵	۱ دی	c۳۳/۵۹
		۱۵ دی	b۳۹/۳۴
		۳۰ دی	c۳۳/۹۷

میانگین‌های دارای حرف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

جدول ۴. ضرایب همبستگی صفات اندازه‌گیری شده در سال پرمحصول نارنگی کینو

تراکم گل	جیبرلین (گره)	اکسین (گره)	نیتروژن (گره)	جیبرلین (برگ)	اکسین (برگ)	آبسزیک (برگ)	نیتروژن (برگ)
۰/۶۵**	-۰/۷۴**	۰/۰۱	۰/۰۷	-۰/۶۴**	۰/۷۷**	۰/۷۱**	۱
۰/۴۲*	-۰/۳۴	-۰/۵۸**	-۰/۱۸	-۰/۱۳	۰/۹۲**	۱	آبسزیک (برگ)
۰/۵۰**	۰/۴۴*	-۰/۴۹**	-۰/۳۶	-۰/۲۴	۱	اکسین (برگ)	اکسین (برگ)
-۰/۶۴**	۰/۹۰**	-۰/۶۳**	-۰/۳۰	۱	جیبرلین (برگ)	جیبرلین (برگ)	جیبرلین (برگ)
-۰/۱۴	-۰/۲۴	۰/۵۱**	۱	نیتروژن (گره)	نیتروژن (گره)	نیتروژن (گره)	نیتروژن (گره)
۰/۱۸	-۰/۳۴	۱	اکسین (گره)	اکسین (گره)	اکسین (گره)	اکسین (گره)	اکسین (گره)
-۰/۵۴**	۱	جیبرلین (گره)	جیبرلین (گره)	جیبرلین (گره)	جیبرلین (گره)	جیبرلین (گره)	جیبرلین (گره)
۱	تراکم گل	تراکم گل	تراکم گل	تراکم گل	تراکم گل	تراکم گل	تراکم گل

\* و \*\* به ترتیب همبستگی معنادار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۵. ضرایب همبستگی صفات اندازه‌گیری شده در سال کم‌محصول نارنگی کینو

تراکم گل	جیبرلین (گره)	اکسین (گره)	نیتروژن (گره)	جیبرلین (برگ)	اکسین (برگ)	آبسزیک (برگ)	نیتروژن (برگ)
۰/۳۱	-۰/۷۱**	۰/۲۸	۰/۰۷	-۰/۵۷**	۰/۷۹**	-۰/۱۹	۱
۰/۱۱	-۰/۳۵	۰/۴۴**	۰/۳۹*	-۰/۳۰	-۰/۱۰	۱	آبسزیک (برگ)
۰/۴۶*	-۰/۷۰**	۰/۶۷**	۰/۲۲	-۰/۷۹**	۱	اکسین (برگ)	اکسین (برگ)
-۰/۲۵	۰/۸۲**	-۰/۷۴**	-۰/۵۰**	۱	جیبرلین (برگ)	جیبرلین (برگ)	جیبرلین (برگ)
-۰/۲۱	-۰/۲۲	۰/۴۷*	۱	نیتروژن (گره)	نیتروژن (گره)	نیتروژن (گره)	نیتروژن (گره)
۰/۵۵**	-۰/۵۸**	۱	اکسین (گره)	اکسین (گره)	اکسین (گره)	اکسین (گره)	اکسین (گره)
-۰/۲۷	۱	جیبرلین (گره)	جیبرلین (گره)	جیبرلین (گره)	جیبرلین (گره)	جیبرلین (گره)	جیبرلین (گره)
۱	تراکم گل	تراکم گل	تراکم گل	تراکم گل	تراکم گل	تراکم گل	تراکم گل

\* و \*\* به ترتیب همبستگی معنادار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

## بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که محلول پاشی اوره باعث افزایش میزان آبسزیک‌اسید در برگ در هر دو سال پرمحصول و کم‌محصول شده‌است. جدول همبستگی صفات (جدول ۴) نشان داد که میزان آبسزیک‌اسید برگ، با نیتروژن برگ و گره، در سال پرمحصول (به ترتیب  $r=0/71$ ،  $r=0/76$ ) ارتباط مثبت و معناداری داشت. بیشترین مقدار آبسزیک‌اسید برگ در سال کم‌محصول حاصل شد (جدول ۵). نتایج نشان داد که با محلول پاشی در تاریخ‌های ۱۵ دی‌ماه و ۳۰ دی‌ماه، بیشترین مقدار آبسزیک‌اسید برگ حاصل می‌شود. روند تغییرات آبسزیک‌اسید برگ در سال پرمحصول در طول آزمایش، ابتدا روندی افزایشی و سپس کاهش‌ی بود. اما در سال کم‌محصول این روند افزایشی بود. با بررسی نتایج این آزمایش دیده شد که در سال پرمحصول با افزایش غلظت اوره میزان آبسزیک‌اسید در برگ نیز افزایش یافته‌است. با توجه به جدول ۲، افزایش آبسزیک‌اسید برگ در ۳ هفته پس از تیمار می‌تواند به دلیل افزایش نیتروژن در این زمان باشد. مطابق نتایج این پژوهش در خصوص روند تغییرات اکسین در واحد زمان، محلول پاشی اوره بر میزان اکسین برگ و گره در هر دو سال پرمحصول و کم‌محصول موثر بود، به طوری که میزان اکسین برگ با نیتروژن برگ و گره در سال پرمحصول (به ترتیب  $r=0/77$ ،  $r=0/51$ )، و در سال کم‌محصول (به ترتیب  $r=0/79$ ،  $r=0/47$ ) همبستگی مثبت و معناداری داشت. همچنین نتایج نشان داد که مقدار اکسین در برگ و گره در سال کم‌محصول نسبت به سال پرمحصول بیشتر بود. روند تغییرات اکسین برگ و گره در سال پرمحصول در طول آزمایش، روندی کاهش‌ی بود. اما در سال کم‌محصول برای برگ و گره این روند افزایشی و سپس کاهش‌ی بود. روند تغییرات جیبرلین

محلول در واحد زمان نشان داد که محلول پاشی اوره بر میزان جیبرلین برگ و گره در هر دو سال پرمحصول و کم‌محصول موثر بود. روند تغییرات جیبرلین برگ در سال پرمحصول و کم‌محصول در طول آزمایش، روندی کاهشی بود. روند تغییرات جیبرلین در گره در سال پرمحصول و کم‌محصول مشابه بود به طوری که در طول آزمایش، روندی افزایشی و سپس کاهشی بود. میزان جیبرلین برگ و گره در سال پرمحصول نسبت به سال کم‌محصول بیشتر بود. هم‌چنین درختان تحت تیمار اوره میزان جیبرلین گره کمتری را نسبت به شاهد نشان دادند. نتایج جدول ۴ و ۵ نشان داد که میزان جیبرلین برگ با نیتروژن برگ در سال پرمحصول و کم‌محصول (به ترتیب  $r = -0.74$ ،  $r = -0.71$ )، همبستگی قوی و منفی، معناداری در سطح ۱ درصد داشت. پیشنهاد شده‌است که آبسزیک‌اسید، اکسین و سیتوکنین برای هماهنگی تقاضا و جذب نیتروژن عمل می‌کنند (Signora et al., 2009; Wilkinson & Davies, 2002; Argueso et al., 2009). غلظت هورمون‌های گیاهی در این آزمایش در اندام‌های مورد سنجش با توجه به اندام‌ها متفاوت بود. به طوری که مقدار آبسزیک‌اسید و اکسین در برگ بیش‌تر از گره بود، اما برای جیبرلین متفاوت از دو هورمون دیگر بود به گونه‌ای که در هر دو سال آزمایش مقدار جیبرلین در گره‌ها بیشتر از برگ بود. این تفاوت غلظت هورمون‌های گیاهی در میان اندام‌ها، توسط دیگر محققین نیز گزارش شده‌است (Baktir et al., 2004). غلظت هورمون‌های گیاهی بسته به غلظت اوره و زمان محلول پاشی، متفاوت بود. به طوری که اختلاف معناداری در غلظت هورمون‌های گیاهی در هر دو غلظت اوره (۰/۷۵ درصد و ۱/۵ درصد) مشاهده شد. هم‌چنین مشخص گردید که بیشترین میزان آبسزیک‌اسید و اکسین در برگ و گره در غلظت ۱/۵ درصد به دست آمد، اما میزان جیبرلین رفتاری برعکس دو هورمون دیگر نشان داد، به طوری که در غلظت‌های بالاتر اوره مقدار جیبرلین کمتر بود و در درختان شاهد بیشترین میزان این هورمون مشاهده شد. گزارش شده است که میزان سیتوکنین و آبسزیک‌اسید در زیتون در سال کم‌محصول کمتر از سال پرمحصول و غلظت اکسین و جیبرلین در سال پرمحصول بیشتر از سال کم‌محصول بوده است (Baktir et al., 2004). با توجه به نتایج این پژوهش مشخص شد که میزان هورمون‌های آبسزیک‌اسید و اکسین در سال کم‌محصول بیشتر از سال پرمحصول بود و مقدار جیبرلین در سال پرمحصول بیشتر بود. نتایج به دست آمده در این آزمایش در خصوص مقدار آبسزیک‌اسید و اکسین با Okuda (2000) و برای جیبرلین با نتایج Baktir et al. (2004) مطابقت داشت. اگرچه، مقدار آبسزیک‌اسید و اکسین با نتایج محققین فوق متفاوت بود که احتمالاً به دلیل اختلاف در زمان نمونه‌برداری باشد. این نتایج نشان داد که غلظت‌های بالای فیتوهورمون‌ها، به ویژه جیبرلین در طول دوره آغازین، جوانه رویشی را به وجود می‌آورد، در حالی که غلظت‌های پایین‌تر به سمت شکل‌گیری جوانه‌های گل هدایت می‌شود. فیتوهورمون‌ها مانند سایتوکینین‌ها، جیبرلین‌ها و یا پلی‌آمین‌های شناخته شده، تا حد معینی در فرآیندهای فیزیولوژی تنظیم القا گل و یا تمایز شرکت دارند (Munoz-Fambuena et al., 2011). تمایز گل در مرکبات در طول دوره دی ماه تا بهمن ماه اتفاق می‌افتد. یک افزایش چشمگیر در میزان آبسزیک‌اسید در برگ در همین زمان مشاهده شد که هم‌زمان با تمایز مورفولوژیکی قسمت‌های گل درون جوانه‌ها بود. در ارزیابی همبستگی نشان داده شد که میزان جیبرلین برگ و گره در سال پرمحصول با تعداد گل (به ترتیب  $r = -0.64$  و  $r = -0.54$ ) ارتباط منفی و معنادار، و با آبسزیک‌اسید و اکسین برگ (به ترتیب  $r = 0.42$  و  $r = 0.50$ ) ارتباط مثبت و معنی‌دار داشت. این نتایج با یافته‌هایی دیگر محققین در مورد زیتون مطابقت داشت (Martin et al., 1994; Baktir et al., 2004). سطح هورمون‌های گیاهی درون‌زا در زمان تمایز جوانه مهم است و به نظری می‌رسد نسبت جیبرلین به آبسزیک‌اسید بر روی شکل‌گیری جوانه‌ها تاثیر می‌گذارد. هم‌چنین، یک رابطه کلی بین غلظت هورمون‌های گیاهی و تناوب باردهی وجود دارد (Baktir et al., 2004). یافته‌های این تحقیق در خصوص رابطه غلظت هورمون‌های گیاهی و تناوب باردهی با نتایج پژوهشگران دیگر مطابقت داشت (Martin et al., 1994; Koshita et al., 1999; Okuda, 2000; Baktir et al., 2004). با توجه به نتایج ارزیابی همبستگی (جدول ۴ و ۵)، میزان نیتروژن در برگ و گره با تراکم گل در سال پرمحصول (بترتیب  $r = 0.52$  و  $r = 0.65$ )، و در

سال کم‌محصول (بترتیب  $r=0/81$  و  $r=0/85$ ) همبستگی مثبت و معناداری در سطح ۱ درصد داشت. این نتایج با یافته‌های دیگر پژوهشگران (Roussos et al., 2004; Pritsa & Voyiatzis, 2005; Reig et al., 2006; Martinez-Fuentes et al., 2010) در یک راستا می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که محلول پاشی اوره روی درختان نارنگی کینو تاثیر معناداری بر میزان هورمون‌های گیاهی در برگ و گره داشته‌است. بالاترین مقدار آبسزیک اسید برگ در سال پر محصول و بیشترین مقدار اکسین برگ و گره در سال کم‌محصول، پس از محلول پاشی در تاریخ ۱۵ دی ماه با غلظت اوره ۱/۵ درصد مشاهده شد، درحالی که بیشترین میزان جیبرلین برگ بعد از محلول پاشی ۳۰ دی ماه و جیبرلین گره بعد از محلول پاشی ۱۵ دی ماه در درختان شاهد، در سال پر محصول به دست آمد. همچنین درختان تحت تیمار اوره میزان جیبرلین گره کمتری را نسبت به شاهد نشان دادند. بیشترین تعداد گل در سال کم‌محصول، پس از محلول پاشی درختان در تاریخ ۱۵ دی ماه با غلظت اوره ۱/۵ درصد حاصل شد. نتایج نشان داد که کاربرد برگی اوره در زمستان باعث گردید که میزان جیبرلین گره نسبت به شاهد کمتر باشد. این احتمال وجود دارد که اوره با تاثیر بر میزان هورمون‌ها بر فرآیند گل‌دهی تاثیرگذار باشد و در پی آن عملکرد را افزایش دهد. بنابراین توصیه می‌شود در صورتیکه میزان نیتروژن برگ کمتر از ۲ درصد باشد، در اواخر پاییز درختان نارنگی 'کینو' متناسب با کمبود نیتروژن با غلظت ۱ تا ۱/۵ درصد اوره محلول پاشی شوند تا سال‌آوری کاهش یابد.

### سپاسگزاری

از همکاری‌های بیدریغ جناب آقای مهندس اسلامی به خاطر انجام این پژوهش در باغ ایشان و معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر تامین بار مالی این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

### منابع

کرم نژاد، فاطمه. معلمی، نوراله و خالقی، اسماعیل. (۱۳۹۷). اثر مقدار و زمان محلول پاشی اوره بر عملکرد و ویژگی‌های زیست‌شیمیایی درختان نارنگی کینو. *مجله علوم و فنون باغبانی ایران*، ۱۹(۳)، ۳۶۵-۳۸۰. doi: 2001001.1.16807154.1397.19.3.9.3

کرم نژاد، فاطمه. معلمی، نوراله و خالقی، اسماعیل. (۱۴۰۲). تاثیر محلول پاشی زمستانه اوره بر تغییرات پلی آمین‌های برگ و گره، عملکرد و برخی خصوصیات زایشی درختان نارنگی کینو. *علوم باغبانی*، ۳۷(۲)، ۴۷۶-۴۷۹. doi: 10.22067/JHS.2022.77067.1176

### REFERENCES

- 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.
- Argueso, C. T., Ferreira, F. J., & Kieber, J. J. (2009). Environmental perception avenues: the interaction of cytokinin and environmental response pathways. *Plant, Cell & Environment*, 32(9), 1147-1160. <https://doi:10.1111/j.1365-3040.2009.01940.x>
- Baktir, I., Ulger, S., Kaynak, L., & Himelrick, D. G. (2004). Relationship of seasonal changes in endogenous plant hormones and alternate bearing of olive trees. *HortScience*, 39(5), 987-990.
- Freie, R. L. & Young, H. V. (1992). *Florida agricultural statistic: citrus summary 1990-1991*. Florida Agricultural Statistic Service, Orlando, FL.
- Gravina, A., Gambetta, G., & Rivas, F. (2012). Nutrient-hormone interactions in Citrus:

- physiological implications. In A. K. Srivastava (Ed.), *Advances in Citrus Nutrition* (pp. 303-320) Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-4171-3\\_21](https://doi.org/10.1007/978-94-007-4171-3_21)
- Iglesias, D. J., Cercós, M., Colmenero-Flores, J. M., Naranjo, M. A., Ríos, G., Carrera, E., & Talon, M. (2007). *Physiology of citrus fruiting*. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4), 333-362. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400006>
- Karamnezhad, F., Moallemi, N., & Khaleghi, E. (2018). Effect of Rate and Time of Urea Foliar Application on Yield and Biochemical Characteristics of the Kinnow Mandarin Trees. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 19(3), 365-380. [https://doi: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3](https://doi.org/10.1001.1.16807154.1397.19.3.9.3). (In Persian).
- Karamnezhad, F., Moallemi, N., & Khaleghi, E. (2022). Effect of winter foliar application of urea on changes in leaf and node polyamines, yield and some characteristics of reproductive of Kinnow mandarin trees. *Journal of Horticultural Science*. [https://doi: 10.22067/JHS.2022.77067.1176](https://doi.org/10.22067/JHS.2022.77067.1176). (In Persian).
- Kiba, T., Kudo, T., Kojima, M., & Sakakibara, H. (2010). Hormonal control of nitrogen acquisition: roles of auxin, abscisic acid, and cytokinin. *Journal of experimental botany*, 62(4), 1399-1409. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq410>
- Koshita, Y., Takahara, T., Ogata, T., & Goto, A. (1999). Involvement of endogenous plant hormones (IAA, ABA, GAs) in leaves and flower bud formation of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). *Scientia Horticulturae*, 79(3-4), 185-194. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(98\)00209-x](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(98)00209-x)
- Martin, G. C., Ferguson, L., Polito, V. S., & Sibbett, G. S. (1994). *Olive production manual*. University of California, Oakland, CA, USA.
- Martínez-Fuentes, A., Mesejo, C., Reig, C., & Agustí, M. (2010). Timing of the inhibitory effect of fruit on return bloom of 'Valencia'sweet orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(11), 1936-1943. <https://doi.org/10.1002/gsfa.4038>
- Moore, G. A. (2001). Oranges and lemons: clues to the taxonomy of Citrus from molecular markers. *TRENDS in Genetics*, 17(9), 536-540. [https://doi.org/10.1016/S0168-9525\(01\)02442-8](https://doi.org/10.1016/S0168-9525(01)02442-8)
- Muñoz-Fambuena, N., Mesejo, C., Carmen González-Mas, M., Primo-Millo, E., Agustí, M., & Iglesias, D. J. (2011). Fruit regulates seasonal expression of flowering genes in alternate-bearing 'Moncada' mandarin. *Annals of Botany*, 108(3), 511-519. <https://doi.org/10.1093/aob/mcr164>
- Okuda, H. (2000). A comparison of IAA and ABA levels in leaves and roots of two citrus cultivars with different degrees of alternate bearing. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75(3), 355-359. <https://doi.org/10.1080/14620316.2000.11511250>
- Pritsa, T. S., & Voyiatzis, D. G. (2005). Correlation of ovary and leaf spermidine and spermine content with the alternate bearing habit of olive. *Journal of Plant Physiology*, 162(11), 1284-1291. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2005.01.017>
- Reig, C., Gonzalez-Rossia, D., Juan, M., & Agustí, M. (2006). Effects of fruit load on flower bud initiation and development in peach. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81(6), 1079-1085. <https://doi.org/10.1080/14620316.2006.1151217>
- Rivier, L., & A. Crozier. 1987. *Principles and practice of plant hormone analysis*, vols. 1 and 2. Academic Press. New York.
- Roussos, P. A., Pontikis, C. A., & Zoti, M. A. (2004). The role of free polyamines in the alternate-bearing of pistachio (*Pistacia vera* cv. Pontikis). *Trees*, 18(1), 61-69.
- Sharma, R. K., & Awasthi, R. P. (1990). Effect of growth regulators on crop regulation of kinnow (*Citrus nobilis* x *Citrus deliciosa*). *Indian Journal of Horticulture*, 47(2), 162-166.
- Signora, L., De Smet, I., Foyer, C. H., & Zhang, H. (2001). ABA plays a central role in mediating the regulatory effects of nitrate on root branching in *Arabidopsis*. *The Plant Journal*, 28(6), 655-662. <https://doi.org/10.1046/j.1365-313x.2001.01185.x>
- Valiente, J. I., & Albrigo, L. G. (2004). Flower bud induction of sweet orange trees [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]: effect of low temperatures, crop load, and bud age. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 129(2), 158-164.
- Wallinga, I., van Vark, W., Houba, V. J. G., & van der Lee, J. J. (1989). *Soil and Plant Analysis, A Series of Syllabi, Part 7: Plant Analysis Procedure*. Wageningen Agriculture University,

Wageningen, Netherland.

Westwood, M. N. (1996). *Temperate- Zone Pomology: Physiology and Culture*. Third Edition. Timber press, USA.

Wilkinson, S. & Davies, W. J. (2002). ABA-based chemical signaling: the co-ordination of responses to stress in plants. *Plant, Cell & Environment*, 25(2), 195-210. <https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2001.00824.x>