The University of Tehran Press

Iranian Journal of Horticultural Science

Online ISNN: 2008-482X

Homepage: http:// ijhs.ut.ac.ir/

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[1], Noorollah Moallemi[2]✉, Esmaeil Khaleghi [3]

1. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz. Ahvaz Iran. E-mail: 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
3. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz. Ahvaz Iran. E-mail: khaleghi@scu.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 2 February 2023

Received in revised form: 2 September 2023

Accepted: 5 October 2023

Published online: Spring 2024

Keywords:

Abscisic acid,

Auxin,

Gibbrellin,

Urea.

ABSTRACT

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 dendsity 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_3 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_3 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.

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), ???-???. DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.351860.2077

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

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

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 of 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 reticulate* 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_3 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_3 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_3 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.

نشریه علوم باغبانی ایران، دوره ۵۵، شماره ۱

انتشارات دانشگاه تهران

شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۹۳۰

Homepage: http://ijhs.ut.ac.ir//

تاثیر محلول‌پاشی زمستانه اوره بر تغییرات هورمون‌های گیاهی برگ و جوانه و ارتباط آن با گل‌دهی در نارنگی 'کینو'

فاطمه کرم نژاد [۱] | نورالله معلمی [۲]✉ | اسماعیل خالقی [۳]

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز ایران. رایانامه: karamnezhadf@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز ایران. رایانامه: n.moallemi@scu.ac.ir

۳. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز ایران. رایانامه: khaleghi@scu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۱۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۶/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۳

تاریخ انتشار: بهار ۱۴۰۳

کلیدواژه‌ها:

آبسیزیک اسید، اکسین، اوره، جیبرلین.

چکیده

نیتروژن نقش مهمی در مدیریت تغذیه درختان مرکبات و تولید محصولات یکنواخت و با کیفیت دارد. با توجه به نقش نیتروژن 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 محلول‌پاشی اوره (اول دی ماه، ۱۵ دی ماه، ۳۰ دی ماه)، بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک برگ و جوانه برگی و گلدهی درخت نارنگی رقم 'کینو'، آزمایشی به‌صورت 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 نیتروژن و هورمون‌های آبسیزیک‌اسید، جیبرلین و اکسین برگ و جوانه برگی، یک، سه و پنج هفته بعد از محلول‌پاشی نمونه‌برداری شد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار نیتروژن برگ و گره مربوط به درختان محلول‌پاشی شده با غلظت ۱/۵ درصد اوره بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه در سال کم‌محصول بود. بیشترین مقدار جیبرلین برگ و گره مربوط به درختان شاهد در سال پرمحصول بود. بیشترین مقدار آبسیزیک‌اسید برگ در محلول پاشی ۳۰ دی ماه با غلظت ۰/۷۵ درصد اوره در سال کم‌محصول ثبت شد. بیشترین مقدار اکسین برگ و گره مربوط به درختان محلول‌پاشی شده با اوره ۱/۵ درصد در سال کم‌محصول بود. هم‌چنین، غلظت‌های مختلف اوره موجب افزایش تعداد گل شد و بیشترین تاثیر 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 محلول‌پاشی، متفاوت بود. نتایج نشان داد که اختلاف معناداری در اکسین ، آبسیزیک‌اسید و جیبرلین در سال‌های پرمحصول و کم‌محصول در برگ و گره درختان 'کینو' وجود دارد.

استناد: کرم نژاد، فاطمه؛ معلمی، نورالله و خالقی، اسماعیل (۱۴۰۳). تاثیر محلول‌پاشی زمستانه اوره بر تغییرات هورمون‌های گیاهی برگ و جوانه و ارتباط آن با گل‌دهی در نارنگی 'کینو'. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۵ (۱)، ۲۰-۳۲۹. DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2023.351860.2077

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

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

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، آبسیزیک‌اسید ، اکسین و سیتوکینین به سیگنال‌دهی نیتروژن نزدیک هستند. شواهد اخیر نشان داده‌اند که چگونه نیتروژن و سیگنال‌های 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 آبسیزیک‌اسید 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، القای‌گل و تمایز جوانه گل در سال بعد را متاثر 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، به‌طوری که محلول‌پاشی با غلظت ۱/۵ درصد اوره، غلظت اسپرمین 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 'ویلولیف' 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 آمده‌است.

جدول ۱. نتایج تجزیه فیزیکی خاک باغ مورد مطالعه.

pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر سانتی متر)	مواد آلی (در صد)	پتاسیم (قسمت در ملیون)	فسفر (قسمت در ملیون)	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، ۰/۷۵درصد و ۱/۵ درصد استفاده شد. محلول‌پاشی 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 محلول‌پاشی، 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 بازشدن (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 آبسیزیک‌اسید، 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 اتیل‌استات، 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[1] تزریق‌گردید 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[2] مدل ولکروم[3] ساخت شرکت ناوْیر[4] آلمان استفاده شد. حلال‌های فاز متحرک برای آبسیزیک 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 ستون ۳۵ درجه سانتی‌گراد و سرعت جریان یک میلی‌لیتر در دقیقه بود. مقدار ۲۰ میکرولیتر عصاره استخراجی به ستون دستگاه (C_{18}-Eruspher 100) تزریق گردید. از دتکتور نوع فرابنفش استفاده شد. حلال‌های لازم فاز متحرک برای جداسازی آبسیزیک‌اسید ، اکسین و جیبرلین جداگانه تهیه گردید و به‌ترتیب 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

[1]-Thin Layer
[2]-Reversed-phase high-performance liquid chromatography
[3]- Wellchrom
[4]- Knauer

در دو سال به‌اجرا درآمد. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های آماری از تجزیه واریانس مرکب و نرم‌افزار MSTATC و SAS 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 آبسیزیک‌اسید، اکسین، جیبرلین و نیتروژن برای نمونه‌های برگ و گره، و تعیین سطح گل‌دهی انجام و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

مقدار آبسیزیک اسید ، اکسین، جیبرلین و نیتروژن برگ

آبسیزیک‌اسید

نتایج مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش سال، غلظت، زمان محلول‌پاشی و زمان نمونه‌برداری بر میزان آبسیزیک اسید (جدول۲) نشان داد که بیشترین میزان آبسیزیک‌اسید برگ (۰/۲۷ میکروگرم بر گرم بافت تر) در نمونه برداری۳ 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 آبسیزیک‌اسید 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 آبسیزیک‌اسید برگ در همه‌ی تیمارها، در هر دو سال پرمحصول و کم‌محصول در طول آزمایش روندی افزایشی- کاهشی داشت. هم‌چنین پس از محلول‌پاشی در تاریخ ۳۰ دی ماه در سال پرمحصول، و ۱ دی ماه در سال کم‌محصول در هیچ‌یک از نمونه‌ها آبسیزیک‌اسید مشاهده نشد. نتایج نشان داد که مقدار آبسیزیک‌اسید برگ در سال کم‌محصول بیشتر از سال پرمحصول بود، همچنین درختان تحت تیمار اوره میزان آبسیزیک‌اسید 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 پرمحصول به‌دست آمد. بالاترین میزان اکسین در هر دو غلظت اوره، در سال پرمحصول، ۳ هفته پس از محلول‌پاشی در تاریخ ۱ دی‌ماه 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 محلول‌پاشی ۳۰ دی‌ماه در درختان شاهد و در سال پرمحصول به‌دست آمد، اگرچه این مقدار تفاوت معناداری با ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی ۱ دی‌ماه در همان سال نداشت. کمترین مقدار جیبرلین برگ (۱/۳۱ میکروگرم بر گرم بافت تر) در ۳ هفته بعد از محلول‌پاشی 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 پر محصول نسبت به سال کم‌محصول بیشتر بود و درختان تحت تیمار اوره در مقایسه با نمونه های 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 محلول‌پاشی 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 دی ماه (۲/۸۸ درصد) با غلظت اوره ۱/۵ درصد، و ۱ دی ماه و ۱۵ دی ماه (به ترتیب ۲/۸۴ درصد و ۲/۸۷ درصد) با غلظت اوره ۰/۷۵ درصد در سال کم محصول نداشت. کمترین مقدار نیتروژن برگ (۱/۸۱ درصد) در ۵ هفته پس از محلول‌پاشی ۱ دی ماه 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 درصد۱/۵) و شاهد، در سال کم‌محصول در یک هفته پس از محلول‌پاشی ۱۵ دی‌ماه، و در سال پرمحصول در ۳ هفته پس از محلول‌پاشی ۱ دی‌ماه و ۱۵ دی‌ماه (بین این دو زمان محلول‌پاشی 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 آبسیزیک‌اسید 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 محلول‌پاشی ۱۵ دی ماه 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 دی ماه در درختان شاهد در سال پرمحصول به‌دست آمد. بالاترین میزان اکسین گره در سال پرمحصول، در ۳ هفته پس از محلول‌پاشی در تاریخ ۳۰ دی ماه، و در سال کم‌محصول در ۱ هفته بعد از محلول‌پاشی 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 (۱۲/۹۹درصد) 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 برهم‌کنش اثر سال، غلظت اوره، زمان محلول‌پاشی و زمان نمونه‌برداری بر میزان آبسیزیک‌اسید در برگ، و اکسین، جیبرلین و نیتروژن در برگ و گره نارنگی کینو.

سال	غلظت اوره (در صد)	زمان محلول‌پاشی	زمان‌نمونه‌برداری (هفته)	آبسیزیک (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)
پرمحصول	۰	۱ دی	۱	no۰/۰۴۵	i۰/۷۵۶	x۰/۱۷۲	k۴۰/۳۰۲	u۰	s-u۲/۰۵	s-x۱/۲۷
			۳	m-o۰/۰۵۰	n-r۰/۲۵۰	m-o۰	a۹۷/۳۶۰	b۲۶۲/۹۲	m-s۲/۲۲	v-y۱/۱۷
			۵	p۰	s۰	p۰	c۹۲/۱۳۰	d۹۷/۶۰	t-v۱/۹۴	s-x۱/۲۵
		۱۵ دی	۱	l-n۰/۰۵۲	m-r۰/۲۶۰	p۰/۳۵۳	b۹۶/۰۵۰	a۲۷۲/۲۰	l-s۲/۲۳	y۱/۰۳
			۳	p۰	l-r۰/۳۳۰	r-t۰/۲۵۶	c۹۳/۰۱۰	d۹۵/۶۹۰	g-o۲/۲۵	v-x۱/۲۱
			۵	p۰	p۰/۱۲۰	t۰/۲۶۲	d۷۶/۶۰۰	h۵۲/۹۷۰	t-v۱/۹۵	i-r۱/۴۳
		۳۰ دی	۱	p۰	p-s۰/۱۹۶	r-t۰/۲۷۰	a۹۷/۵۷۰	de۹۶/۶۰۰	p-t۲/۱۴	s-x۱/۲۵
			۳	p۰	p۰/۱۲۴	tu۰/۲۵۹	d۷۵/۵۱۰	g۵۶/۴۹۰	q-t۲/۱۱	f-o۱/۴۸
			۵	p۰	s۰	u۰/۲۴۳	x۰	u۰	uv۱/۹۳	k-s۱/۴
کم‌محصول	۰	۱ دی	۱	p۰	l-r۰/۳۱۱	z۰	n۳۲/۳۴۰	l۴۱/۸۳۰	k-s۲/۲۳	n-r۱/۳۵
			۳	p۰	ij۰/۶۶۰	r-t۰/۲۷۳	k۴۰/۶۶۰	c۱۹۳/۵۴	k-s۲/۲۴	xy۱/۱۶
			۵	p۰	j-n۰/۴۳۹	w۰/۲۱۱	g۵۷/۶۵۰	j۴۸/۷۶۰	v۱/۸۱	m-u۱/۳۵
		۱۵ دی	۱	mn۰	i-k۰/۶۲۴	z۰	j۳۲/۵۳۰	c۱۹۳/۹۳	n-s۲/۱۸	w-y۱/۱۶
			۳	op۰/۰۲۳	p-k۰/۴۰۰	v۰/۲۱۸	f۶۱/۴۷۰	ij۴۹/۴۶۰	p-u۲/۱۲	n-s۱/۳۴
			۵	bc۰/۱۸۶	s۰	ij۰/۵۸۸	s۵/۳۸۰	l۴۱/۴۲۰	t-v۱/۹۷	p-w۱/۳۲
		۳۰ دی	۱	op۰/۰۲۳	op۰/۴۱۷	v۰/۲۱۹	f۶۱/۳۳۰	i۵۰/۴۱۰	q-u۲/۰۹	o-v۱/۳۳
			۳	cd۰/۱۸۳	s۰	cd۰/۵۹۹	v۵/۳۳۰	l۴۱/۴۲۰	p-t۲/۱۴	m-s۱/۳۵
			۵	g-j۰/۱۰۳	s۰	vw۰/۲۱۴	x۰	k۴۴/۸۴۰	t-v۱/۹۷	t-x۱/۲۳

سال	غلظت اوره (در صد)	زمان محلول‌پاشی	زمان‌نمونه‌برداری (هفته)	آبسیزیک (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)
پرمحصول	۰/۷۵	۱ دی	۱	h-k۰/۰۸۵	h-k۱/۰۸۳	t۰/۲۶۲	m۳۴/۳۱۰	u۰	j-s۲/۲۵	m-s۱/۳۵
			۳	h-j۰/۰۹۳	h-j۱/۲۶۲	z۰	h۵۵/۴۰۰	u۰	e-j۲/۴۵	h-o۱/۴۵
			۵	j-l۰/۰۷۹	j-l۰/۲۶۰	z۰	n۳۱/۴۸۰	u۰	f-m۲/۴۰	l-t۱/۳۷
		۱۵ دی	۱	p۰/۰۸۵	h۱/۱۰۸	m۰/۴۱۴	e۷۱/۷۸۰	u۰	h-r۲/۲۸	h-q۱/۴۴
			۳	g-j۰/۱۰۲	g-j۰/۳۴۳	no۰/۳۷۲	u۱۰/۷۲۰	u۰	e-k۲/۴۴	t-x۱/۲۵
			۵	p۰	p-s۰/۱۷۵	y۰/۱۳۷	r۱۷/۵۰۰	u۰	h-q۲/۲۹	e-j۱/۵۷
		۳۰ دی	۱	p۰	m-r۰/۲۶۴	g۰/۷۲۵	o۲۵/۶۰۰	u۰	e-j۲/۴۵	k-s۱/۴۱
			۳	p۰	n-r۰/۲۴۲	h۰/۶۳۳	x۰	u۰	e-j۲/۴۵	c-g۱/۶۲
			۵	p۰	p-s۰/۱۸۳	j۰/۵۷۴	x۰	u۰	t-v۱/۹۵	f-n۱/۵۰
کم‌محصول	۰/۷۵	۱ دی	۱	p۰	j-l۰/۴۹۰	z۰	pq۲۳/۵۱۰	u z۰	ab۲/۸۴	ab۱/۷۹
			۳	p۰	ef۱/۹۶۷	r-t۰/۲۷۳	m۳۴/۱۵۰	t۱۱/۵۷۰	h-n۲/۳۵	c-h۱/۶۰
			۵	p۰	p۱/۰۹۲	p۰/۲۸۵	q۲۱/۹۱۰	f۶۵/۷۲۰	h-o۲/۳۴	a-c۱/۷۴
		۱۵ دی	۱	p۰	f۱/۸۴۲	z۰	x۰	p۲۵/۶۰۰	ab۲/۸۷	g-p۱/۴۶
			۳	p۰	b۲/۸۴۰	l۰/۴۵۷	x۰	q۲۳/۴۹۰	f-n۲/۳۸	f-p۱/۴۸
			۵	gh۰/۱۱۳	de۲/۱۵۱	ij۰/۵۸۸	x۰	o۳۲/۳۰۰	g-p۲/۳۲	f-p۱/۴۷
		۳۰ دی	۱	ef۰/۱۴۲	f۱/۱۸۵	j۰/۵۷۹	i۵۱/۹۲۰	mn۳۴/۵۳۰	j-s۲/۲۵	d-i۱/۶۱
			۳	a۰/۲۷۱	cd۲/۳۳۸	i۰/۵۹۹	w۲/۹۷۰	m۳۵/۶۷۰	e-i۲/۴۶	a-d۱/۷۳
			۵	bc۰/۱۹۶	s۰	bc۰/۳۵۸	x۰	r۲۱/۷۲۰	q-u۲/۱۱	e-k۱/۰۵
پرمحصول	۱/۵	۱ دی	۱	p۰/۰۵۷	h۱/۰۹۷	r۰/۲۶۶	n۳۲/۲۰۰	u۰	e-j۲/۴۵	f-n۱/۵۱
			۳	p۰/۰۷۷	h۱/۲۷۷	z۰	l۳۷/۳۵۰	u۰	d-g۲/۵۱	e-i۱/۵۷
			۵	g-jj۰/۰۹۸	g-j۰/۲۴۵	z۰	x۰/۷۶۶	u۰	e-l۲/۴۳	v-x۱/۲۰
		۱۵ دی	۱	g-i۰/۱۱۰	h۱/۱۵۲	g-i۰/۶۳۷	h۱۷/۲۶۰	u۰	e-i۲/۴۶	f-j۱/۵۸
			۳	fg۰/۱۲۵	fg۰/۴۸۲	fg۰/۳۷۳	x۰	u۰	d-g۲/۵۱	s-x۱/۲۹
			۵	p۰	p-s۰/۲۰۰	w۰/۱۹۶	x۰	u۰	r-u۲/۰۸	f-n۱/۵۱
		۳۰ دی	۱	p۰	q-s۰/۱۶۶	d۰/۸۵۸	x۰	u۰	f-m۲/۴۲	e-k۱/۵۵
			۳	p۰	l-q۰/۳۵۷	b۰/۹۱۸	x۰	u۰	f-m۲/۴۰	a-d۱/۷۳
			۵	p۰	p-s۰/۱۸۵	c۰/۸۷۹	x۰	u۰	t-v۱/۹۴	f-p۱/۴۷
کم‌محصول	۱/۵	۱ دی	۱	p۰	g۱/۶۱۳	z۰	g۱۳/۵۵۰	u۰	ab۲/۸۸	ab۱/۸۵
			۳	p۰	b۲/۸۵۱	q-s۰/۲۸۴	pq۲۳/۵۰	no۳۳/۷۲۰	d-f۲/۵۵	c-f۱/۶۳
			۵	p۰	cd۲/۲۸۰	q۰/۲۹۵	s۱۶/۰۴	u۰	d-f۲/۴۲	ab۱/۸۰
		۱۵ دی	۱	p۰	c۲/۳۷۴	a۱/۹۸۸	x۰	s۱۳/۹۷۰	a۲/۹۳	a-d۱/۷۳
			۳	p۰	a۴/۸۳۳	ij۰/۵۹۰	x۰	t۱۱/۵۳۰	cb۲/۷۴	a۱/۸۷
			۵	de۰/۱۶۵	c۲/۴۰۶	f۰/۷۹۳	x۰	qr۲۲/۳۹۰	ce۲/۶۳	f-k۱/۵۳
		۳۰ دی	۱	b۰/۲۱۲	f۱/۹۵۴	f۰/۷۹۲	rs۱۶/۵۰۰	qr۲۲/۶۹۰	h-o۲/۳۳	b-e۱/۷۱
			۳	b۰/۲۱۲	c۲/۴۵۳	e۰/۸۱۵	x۱/۳۱۰	u۰	cd۲/۶۶	f-n۱/۵۱
			۵	bc۰/۲۰۰	s۰	k۰/۵۲۱	x۰	u۰	h-r۲/۲۸	f-k۱/۵۲

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

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

سال	غلظت اوره (درصد)	زمان محلول‌پاشی	تراکم گلدهی (درصد)
کم‌محصول	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
کم‌محصول	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
کم‌محصول	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)	آبسیزیک (برگ)	نیتروژن (برگ)	
۰/۶۵**	-۰/۷۴**	۰/۰۱	۰/۰۷	-۰/۶۴**	۰/۷۷**	۰/۷۱**	۱	نیتروژن (برگ)
۰/۴۲*	-۰/۳۴	-۰/۵۸**	-۰/۱۸	-۰/۱۳	۰/۹۲**	۱		آبسیزیک (برگ)
۰/۵۰**	-۰/۴۴ *	-۰/۴۹**	-۰/۳۶	-۰/۲۴	۱			اکسین (برگ)
-۰/۶۴**	۰/۹۰**	-۰/۶۲**	-۰/۳۰	۱				جیبرلین (برگ)
-۰/۱۴	-۰/۲۴	۰/۵۱**	۱					نیتروژن (گره)
۰/۱۸	-۰/۳۴	۱						اکسین (گره)
-۰/۵۴**	۱							جیبرلین (گره)
۱								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)	آبسیزیک (برگ)	نیتروژن (برگ)	
۰/۳۱	-۰/۷۱**	۰/۲۸	۰/۰۷	-۰/۵۷**	۰/۷۹**	-۰/۱۹	۱	نیتروژن (برگ)
۰/۱۱	-۰/۳۵	۰/۴۴ **	۰/۳۹ *	-۰/۳۰	-۰/۱۰	۱		آبسیزیک (برگ)
۰/۴۶ *	-۰/۷۰**	۰/۶۷ **	۰/۲۲	-۰/۷۹**	۱			اکسین (برگ)
-۰/۲۵	۰/۸۲ **	-۰/۷۴**	-۰/۵۰**	۱				جیبرلین (برگ)
-۰/۲۱	-۰/۲۲	۰/۴۷ *	۱					نیتروژن (گره)
۰/۵۵ **	-۰/۵۸**	۱						اکسین (گره)
-۰/۲۷	۱							جیبرلین (گره)
۱								تراکم گل

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

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی اوره باعث افزایش میزان آبسیزیک‌اسید در برگ در هر دو سال پرمحصول و کم‌محصول شده‌است. جدول همبستگی صفات (جدول ۴) نشان داد که میزان آبسیزیک‌اسید برگ، با نیتروژن برگ و گره، در سال پرمحصول (به ترتیب r=۰/۷۱، r=۰/۷۶) ارتباط مثبت و معناداری داشت. بیشترین مقدار آبسیزیک‌اسید برگ در سال کم‌محصول حاصل‌شد (جدول ۵). نتایج نشان داد که با محلول‌پاشی در تاریخ‌های ۱۵ دی‌ماه و ۳۰ دی‌ماه، بیشترین مقدار آبسیزیک‌اسید برگ حاصل می‌شود. روند تغییرات آبسیزیک‌اسید 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 آبسیزیک‌اسید در برگ نیز افزایش یافته‌است. با توجه به جدول ۲، افزایش آبسیزیک‌اسید 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، محلول‌پاشی اوره بر میزان اکسین برگ و گره در هر دو سال پرمحصول و کم‌محصول موثر بود، به طوری‌که میزان اکسین برگ با نیتروژن برگ و گره در سال پرمحصول (به ترتیب r=۰/۷۷، r=۰/۵۱)، و در سال کم‌محصول (به ترتیب r=۰/۷۹، r=۰/۴۷) 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 محلول‌پاشی 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 به‌طوری 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=-۰/۷۴، r=-۰/۷۱)، همبستگی قوی و منفی، معناداری در سطح ۱ درصد داشت. پیشنهاد شده‌است که آبسیزیک‌اسید ، اکسین و سیتوکنین برای هماهنگی تقاضا و جذب نیتروژن عمل می‌کنند (Signora *et al*., 2001; Wilkinson & Davies, 2002; Argueso et al., 2009). غلظت هورمون‌های گیاهی در این آزمایش در اندام‌های مورد سنجش با توجه به اندام‌ها متفاوت بود. به‌طوری که مقدار آبسیزیک‌اسید و اکسین در برگ بیش‌تر از گره بود، اما برای جیبرلین متفاوت از دو هورمون دیگر بود به‌گونه‌ای 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 محلول‌پاشی، متفاوت بود. به‌طوری که اختلاف معناداری در غلظت هورمون‌های گیاهی در هر دو غلظت اوره (۰/۷۵ درصد و ۱/۵ درصد) مشاهده شد. همچنین مشخص‌گردید که بیشترین میزان آبسیزیک‌اسید و اکسین در برگ و گره در غلظت ۱/۵ درصد به‌دست آمد، اما میزان جیبرلین رفتاری برعکس دو هورمون دیگر نشان داد، به‌طوری 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 آبسیزیک‌اسید 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 آبسیزیک‌اسید و اکسین در سال کم‌محصول بیشتر از سال پرمحصول بود و مقدار جیبرلین در سال پرمحصول بیشتر بود. نتایج به‌دست آمده در این آزمایش در خصوص مقدار آبسیزیک‌اسید و اکسین با Okuda (2000) و برای جیبرلین با نتایج Baktir *et al*. (2004) مطابقت داشت. اگرچه، مقدار آبسیزیک‌اسید و اکسین با نتایج محققین فوق متفاوت بود که احتمالا 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 به‌وجود 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 درمیزان آبسیزیک‌اسید 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 پر محصول با تعداد گل (به ترتیب r=-۰/۶۴ و r=-۰/۵۴) ارتباط منفی و معنادار، و با آبسیزیک اسید و اکسین برگ (به ترتیب r=۰/۴۲ و r=۰/۵۰) 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 نظرمی‌رسد نسبت جیبرلین به آبسیزیک‌اسید 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=۰/۵۲ و r=۰/۶۵)، و در سال کم‌محصول (بترتیب r=۰/۸۱ و r=۰/۸۵) همبستگی مثبت و معناداری در سطح ۱ درصد داشت. این نتایج با یافته های دیگر پژوهشگران (Roussos et al., 2004; Pritsa & Voyiatzis, 2005; Reig *et al*., 2006; Martinez-Fuentes *et al*., 2010) در یک راستا می باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که محلول‌پاشی اوره روی درختان نارنگی کینو تاثیر معناداری بر میزان هورمون‌های گیاهی در برگ و گره داشته‌است. بالاترین مقدار آبسیزیک‌اسید برگ در سال پر محصول و بیشترین مقدار اکسین برگ و گره در سال کم‌محصول، پس از محلول‌پاشی در تاریخ ۱۵ دی ماه با غلظت اوره ۱/۵ درصد مشاهده شد، درحالی‌که بیشترین میزان جیبرلین برگ بعد از محلول‌پاشی ۳۰ دی‌ماه و جیبرلین گره بعد از محلول‌پاشی ۱۵ دی‌ماه در درختان شاهد، در سال پر محصول به‌دست آمد. هم‌چنین درختان تحت تیمار اوره میزان جیبرلین گره کمتری را نسبت به شاهد نشان دادند. بیشترین تعداد گل در سال کم‌محصول، پس از محلول‌پاشی درختان در تاریخ ۱۵ دی‌ماه 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 محلول‌پاشی شوند تا سال‌آوری کاهش‌یابد.

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 محلول‌پاشی 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 summary1990-1991. 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: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. (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. (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

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

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., & Awasthl, 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