The University of Tehran Press

Iranian Journal of Horticultural Science

Online ISNN: 2008-482X

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

The Impact of Foliar Application of Exogenous Cytokinin (CPPU) and Amino Acids on the Quantitative and Qualitative Characteristics of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* 'Hayward')

Sassan Boromand Lomer[1], Ebrahim Abedi Gheshlaghi[2]✉, Farhang Razavi[3], Vali Rabiei[4]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran. E-mail: sassan.boromand@gmail.com
2. Corresponding Author, Department of Horticulture Crops Research, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Rasht, Iran. E-mail: e.abedi@areeo.ac.ir
3. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran. E-mail: razavi.farhang@znu.ac.ir
4. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran. E-mail: rabiei@znu.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 11 December 2023

Received in revised form: 20 April 2024

Accepted: 11 May 2024

Published online: Summer 2024

Keywords:

Antioxidant enzymes,

Agricultural stability,

Firmness,

Fruit weight,

Vitamin C.

ABSTRACT

Increasing the yield and improving the quality of fruit with high weight is the main goal of kiwifruit producers over the world. The purpose of this research was to determine the most suitable concentration of cytokinin CPPU and Amino Spark amino acid and the appropriate foliar spraying time to increase the quantity and quality of kiwifruit. This experiment was carried out as a factorial in the form of a randomized complete block design with two factors in three replications. The first factor included cytokinin in two and amino acid in three concentrations and the control, and the second factor included the foliar spraying time in the beginning of the third and fourth weeks after full bloom. The results showed that the highest fruit weight with 121.6 g, vitamin C with 47.4 mg/100 g FW, firmness of fruit tissue with 5.3 kg/cm^2, total phenol with 78.7 mg/100 g FW, total flavonoid with 13.8 mg/100 g FW, antioxidant capacity with 82.2% and catalase enzyme activity with 9.2 U/g FW were observed in the treatment of 3000 ppm of amino acid at the beginning of the fourth week spraying after full bloom. The highest activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase, fruit length and fruit diameter were obtained in the treatment of 3000 ppm of amino acid and 1.5 ppm of cytokinin. According to the results, spraying by 3000 ppm amino acid and 1.5 ppm cytokine in at the beginning of the fourth week after full bloom showed significant positive effects on most of the studied traits compared to the control.

Cite this article: Boronand Lomer, S., Abedi Gheshlaghi, E., Razavi, F. & Rabiei, V. (2024). The Impact of Foliar Application of Exogenous Cytokinin (CPPU) and Amino Acids on the Quantitative and Qualitative Characteristics of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa 'Hayward'*). *Iranian Journal of Horticultural Science*, 55 (3), 365-388. DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.369377.2138

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.369377.2138

Extended Abstract

Introduction

The widespread use of mineral fertilizers today has raised concerns regarding human health and environmental risks. Increasing awareness about the sustainable agricultural systems has led to a growing preference for natural compounds to enhance fruit growth and quality. The primary objective of kiwifruit production is to boost the fruit yield and quality, particularly in terms of weight. This research explores the

impact of foliar application of exogenous cytokinin (CPPU) and amino acids on the quality and quantity characteristics of kiwifruit.

Material and Methods

The experiment followed a factorial design, employing a randomized complete block design with three replications and two factors. The first factor comprised two concentrations (0.75 and 1.5 ppm) of synthetic cytokinin forchlorfenuron (CPPU) with the brand name NERGOFEX, a product of DOGAL Turkey. Additionally, three concentrations (1000, 2000, and 3000 ppm) of powdered amino acid, commercially named "Amino Spark," were included, along with a control treatment sprayed with water. The foliar spraying occurred at the early of the third and fourth week after the full bloom stage. Measured traits included fruit size (length and width), fruit weight, fruit volume, titratable acid, fruit texture firmness, soluble solids (TSS), total flavonoids and phenols, vitamin C, antioxidant capacity, and antioxidant enzymes activity (superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and catalase). Statistical analysis utilized analysis of variance (ANOVA) with SPSS software (version 20), and differences were assessed using Duncan's multiple range test at a significance level of 5%.

Results and Discussion

The analysis of variance revealed that all measured traits were significantly influenced by the simple effects of treatments (amino acids and cytokinin). Additionally, all measured traits, except fruit length, were significantly affected by the simple effects of foliar spraying times. Fruit weight, firmness, titratable acid, total flavonoid, catalase, and antioxidant capacity at the 5% level, and vitamin C and total phenol at the 1% level, were impacted by the interaction effects of treatments and spraying time. The treatments and interaction effects of exogenous cytokinin and amino acids foliar increased the quality of kiwifruit compared to the control. The highest fresh weight (121.6 g), firmness (5.3 kg/cm^2), total phenols (78.7 mg 100 g^{-1} FW) and flavonoids (13.8 mg 100 g^{-1} FW), ascorbic acid (47.4 mg 100 g^{-1} FW), total antioxidant activity (82.2%), and catalase activity (9.2 U g^{-1} FW) were observed in the treatment of 3 g/l amino acids with foliar application in the beginning of fourth week after full bloom. The highest superoxide dismutase activity (76.2 and 72.9 U g^{-1} FW), ascorbate peroxidase activity (25.8 and 22.4 U g^{-1} FW), fruit length (66.1 and 65.8 mm), and fruit width (56.5 and 55.5 mm) were obtained with amino acid 3000 ppm and CPPU 1.5 ppm alone. Overall, the foliar application of 3000 ppm amino acid and 1.5 ppm CPPU, in the beginning of the fourth week after full bloom, had a more significant impact on the majority of traits compared to the control in Hayward kiwifruit.

Conclusion

Considering the lack of significant differences between 3000 ppm of amino acid and 1.5 ppm of cytokinin in most of the measured quantitative and qualitative traits, it seems that using of amino acids instead of cytokinin as natural and safe substances to increase the yield and quality of ‘Hayward’ kiwifruit cultivar can be a suitable solution to reduce the consumption of fertilizers and chemicals and environmental hazards.

نشریه علوم باغبانی ایران، دوره ۵۵، شماره ۳

انتشارات دانشگاه تهران

شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۹۳۰

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

تأثیر محلول‌پاشی سایتوکنین و اسید آمینه بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه کیوی رقم هایوارد

ساسان برومند لمر[۱] | ابراهیم عابدی قشلاقی[۲] ✉ | فرهنگ رضوی [۳] | ولی ربیعی[۴]

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. رایانامه: sassan.boromand@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران. رایانامه: e.abedi@areeo.ac.ir

۳- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران. رایانامه: razavi.farhang@znu.ac.ir

۴- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. رایانامه: rabiei@znu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۲
تاریخ انتشار: تابستان ۱۴۰۳

کلیدواژه‌ها:
آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، پایداری کشاورزی آنزیم، سفتی، وزن میوه، ویتامین ث.

چکیده

افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه توأم با وزن بالا، اصلی¬ترین هدف تولیدکنندگان میوه کیوی در سراسر جهان می‌باشد. هدف از انجام پژوهش حاضر، تعیین مناسب‌ترین غلظت سایتوکنین CPPU و اسید آمینه Amino Spark و زمان مناسب محلول‌پاشی بر افزایش کمیت و کیفیت میوه کیوی بود. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک¬های کامل تصادفی با دو فاکتور در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل سایتوکنین در دو غلظت، اسید آمینه در سه غلظت و شاهد، و فاکتور دوم شامل زمان محلول‌پاشی در اوایل هفته سوم و چهارم بعد از مرحله تمام گل بود. نتایج نشان داد که بیشترین وزن میوه با ۱۲۱/۶ گرم، ویتامین ث با ۴۷/۴ میلی¬گرم بر ۱۰۰ گرم وزن‌تر، سفتی بافت میوه با۵/۳ کیلوگرم بر سانتی¬مترمربع، فنول کل با ۷۸/۷ میلی¬گرم بر ۱۰۰گرم وزن‌تر، فلاونوئیدکل با ۱۳/۸ میلی¬گرم بر ۱۰۰ گرم وزن‌تر، ظرفیت آنتی¬اکسیدانی با۸۲/۲ درصد و فعالیت آنزیم کاتالاز با ۹/۲ واحد بر گرم وزن تر در تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه در زمان محلول‌پاشی اوایل هفته چهارم بعد از تمام گل مشاهده شد. بیشترین فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز، طول میوه و قطر میوه به ترتیب در تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه و ۱/۵ پی‌پی‌ام سایتوکنین به دست آمد. با توجه به نتایج تحقیق حاضر، محلول¬پاشی ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه و ۱/۵ پی‌پی‌ام سایتوکنین در اوایل هفته چهارم بعد از تمام گل در مقایسه با شاهد بر بیشتر صفات مورد مطالعه اثرات مثبت قابل توجهی نشان داد.

استناد: برومند لمر، ساسان؛ عابدی قشلاقی، ابراهیم؛ رضوی، فرهنگ و ربیعی، ولی (۱۴۰۳). تأثیر محلول‌پاشی سایتوکنین و اسید آمینه بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه کیوی رقم هایوارد. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۵ (۳)، ۳۸۸-۳۶۵. DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.369377.2138

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.369377.2138

مقدمه

جنس *Actinidia* از خانواده Actinidiaceae است و مرکب از ۷۶ گونه و بیش از ۱۲۶ تاگزا[1]است که در چین و کشورهای مجاور پراکنده است (Huang *et al*., 2000). کیوی‌فروت گیاه خزان‌پذیر، پررشد، بالارونده و دائمی بوده و برای تولید اقتصادی نیاز به داربست دارد. ورود کیوی‌فروت به ایران برای اولین بار در سال ۱۳۴۸ آغاز و از سال ۱۳۶۸ بصورت تجاری کشت شد. بر طبق آمارنامه مرکز فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۴۰۱، سطح زیر کشت میوه کیوی‌فروت ایران ۱۵۸۲۷ هکتار (مجموع سطح بارور و غیربارور) و مقدار تولید آن ۴۴۳۲۰۲ تن بوده است. استان مازندران با سطح زیر کشت ۸۱۷۵ هکتار و تولید ۲۳۱۸۰۸ تن مقام نخست، استان گیلان با سطح زیر کشت ۷۵۵۴ هکتار و تولید ۲۰۹۶۱۶ تن در جایگاه دوم و استان گلستان با سطح زیر کشت ۹۸ هکتار و تولید ۱۷۷۸ تن، در مقام سوم قرار دارد Agricultural statistics, 2023).

میوه کیوی به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از ویتامین C و مواد معدنی یک محصول پرمغذی است. یکی از مهمترین اهداف تولیدکنندگان میوه کیوی دستیابی به عملکرد بالا، همراه با طعم مطلوب برای مصرف کننده‌ها می‌باشد. مقدار ماده خشک میوه در زمان برداشت به عنوان شاخصی جهت تعیین طعم میوه در زمان مصرف محسوب می‌شود و معمولا میوه‌های با درصد ماده خشک بالاتر به دلیل کیفیت بهتر از ارزش تجاری بالاتری برخوردار می‌باشند. بدیهی‌ست با توجه به پتانسیل بالا و ارزآور بودن این محصول، بهره‌برداری حداکثری از باغات موجود و قدیمی با روش‌های مدیریتی نوین در کنار گسترش سطح زیر کشت می‌تواند سهم صادرات کیوی کشور از بازار جهانی را بهبود بخشد. درجه‌بندی میوه کیوی‌فروت از نظر بازار فروش و صادرات اهمیت خاصی داشته و معمولاً براساس وزن و اندازه میوه انجام می‌گیرد. کیوی‌فروت در بازارهای جهانی ابتدا براساس اندازه و سپس بر اساس کیفیت ظاهری و درونی امتیازبندی می‌شود (White *et al*., 2005). درجه‌بندی میوه‌کیوی بر اساس استاندارد میوه کیوی اتحادیه اروپا (Publications office of the European Union, 2004) به چهار کلاس ممتاز (وزن میوه از ۱۱۰ گرم به بالا و نسبت قطر کوچک به قطر بزرگ میوه در ناحیه میانی میوه بیش از ۰/۸)، درجه یک (وزن میوه بیش‌تر از ۹۰ گرم و نسبت قطر کوچک به قطر بزرگ میوه در ناحیه میانی میوه بیش از ۰/۷)، درجه دو (وزن میوه بیش‌تر از ۶۵ گرم و نسبت قطر کوچک به قطر بزرگ میوه در ناحیه میانی میوه بیش از ۰/۷)، درجه سه (وزن میوه کم‌تر از ۶۵ گرم و نسبت قطر کوچک به قطر بزرگ میوه در ناحیه میانی میوه بیشتر از ۰/۷) و میوه‌های خارج از رده (میوه‌های دوقلو، ریز، پهن و بدشکل) انجام می‌شود. گل‌آذین رقم هایوارد دارای سه گل به‌صورت گرزن با انشعابات متقابل (دایکازیوم)، با یک گل انتهایی و دو گل جانبی می‌باشد. بنابراین با توجه به مدیریت باغ و عملیات به‌باغی در زمان برداشت، در صورت تشکیل و رشد هر سه گل به میوه، روی هر تاک میوه‌های با اندازه‌های متفاوت قابل برداشت خواهد بود. در این راستا برای تولید میوه‌های یک دست و دارای فاکتورهای بازارپسند به منظور صادرات از روش‌ها و تکنیک‌های مدیریتی مختلفی استفاده می‌کنند. تعدادی از تکنیک-های مدیریتی جهت دستیابی به میوه‌های درجه ممتاز با درصد ماده خشک بالا شامل حلقه‌برداری، مدیریت رشد میوه‌ها با کاربرد محرک‌های رشد از جمله فورکلرفنورون (CPPU)، سربرداری شاخساره‌ها بلافاصله بعد از آخرین میوه، فشردن نوک شاخساره، هدایت شاخه‌های یکساله روی نخ در سیستم جدید سوپاواین ، تنک میوه‌ها، حلقه‌برداری تنه وّ هرس ریشه می‌باشد. به طوری که تولیدکنندگان پیشرو تلفیقی از این تکنیک‌ها را برای بهبود کیفیت میوه‌ها بکار می‌گیرند (Patterson & Currie, 2010).

اسیدهای آمینه که به صورت محلول‌پاشی روی شاخه و برگ گیاهان یا در خاک مصرف می‌شوند، اخیراً به طور گسترده برای افزایش رشد و بهبود کیفیت میوه‌ها به‌کار می‌روند. از مهمترین نقش‌های اسیدهای آمینه می‌توان به تولید پروتئین‌ها و

1 Taxa
2 *Actinidia deliciosa*
3. SupaVine

آنزیم‌های ضروری سلول‌ها اشاره کرد (Sadak *et al*., 2015). مخاطرات زیستی و افزایش نگرانی‌ها در خصوص امنیت غذایی موجب افزایش تمایل به استفاده از ترکیبات طبیعی (شامل اسیدهای آمینه) برای تنظیم رشد و نمو گیاهان شده است (Hassanzade *et al*., 2015). ترکیبات اسید آمینه می‌توانند به عنوان تنظیم‌کننده‌های رشد، فعالیت‌های متابولیکی گیاه را تحت تأثیر قرار داده و روی فعالیت آنزیم‌های مؤثر در جذب و به‌کارگیری نیتروژن در گیاه تأثیر گذارد.

هورمونCPPU به عنوان یک تنظیم‌کننده رشد مصنوعی شناخته شده است که نسبت به سیتوکینین‌های طبیعی با اجزای آدنین مانند ترانس– زآتین دارای فعالیت فیزیولوژیک بیشتری در بسیاری از گیاهان است. فعالیت سیتوکینینی CPPU ده‌هزار بار بیشتر از فعالیت سیتوکینینی دی‌فنیل اوره و ۱۰ برابر بیشتر از فعالیت سیتوکینینی کینیتین می‌باشد (Ricci *et al*., 2006). فورکلرفنورون (CPPU) به عنوان سایتوکنین مصنوعی تلقی می‌شود، که درسطح گسترده و بصورت تجاری در تولید کیوی و انگور استفاده می‌شود. این هورمون در مشارکت با اکسین باعث تحریک تقسیم سلولی و رشد بعدی میوه می‌شود (Zhang & Whiting, 2011).

پیشینه پژوهش

مطالعاتی که در سال‌های اخیر صورت گرفته است، تاثیر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه را در بهبود فعالیت‌های حیاتی بافت‌های مختلف گیاهی به اثبات رسیده است. الموتاری و همکاران (Almutairi *et al*., 2022) در سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۲۱ روی درختان پنج ساله گواوا، تأثیر سه اسید آمینه گلیسین، آرژنین و اسید گلوتامیک را بررسی کردند و گزارش کردند که استفاده از سه اسید آمینه در افزایش طول شاخه، قطر شاخه و کلروفیل برگ مؤثر است. علاوه بر این، تیمارهای اعمال شده به طور قابل توجه عملکرد میوه، استحکام میوه، میزان مواد جامد محلول کل ویتامین ث و همچنین میزان مواد معدنی برگ (نیتروژن، پتاسیم و فسفر) را در مقایسه با درختان تیمار نشده افزایش دادند. تیمار گلایسین ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام نسبت به آرژنین و اسید گلوتامیک در افزایش کیفیت میوه و عملکرد میوه مؤثرتر بود. در گزارشی دیگر، تأثیر اسیدهای آمینه بر کیفیت و عملکرد میوه زردآلو بررسی شد و تأثیر اسیدهای آمینه مخلوط (۱ ، ۲ و ۳ میلی‌لیتر در لیتر) و ریزمغذی‌ها یعنی آهن و روی (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و همچنین ترکیب آنها در رشد، عملکرد، کیفیت و میزان معدنی برگ درختان زردآلو ارزیابی شد. نتایج به دست آمده نشان داد که بیشترین طول شاخه‌ها، تعداد برگ و تعداد شاخه از ترکیبی از اسیدهای آمینه با غلظت سه میلی لیتر در لیتر مشاهده شد. بیشترین تعداد میوه در ترکیب اسیدآمینه و موادمغذی مشاهده شد. افزایش وزن میوه و افزایش عملکرد در تیمار ترکیبی اسیدهای آمینه ۳ میلی لیتر در لیتر و ریز مغذی‌ها در ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر در دو فصل مشاهده شد. بیشترین سفتی میوه در ترکیب ریز مغذی‌ها ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و اسیدهای آمینه ۳ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. بیشترین مواد معدنی در برگ (N ، P، K، Fe، Zn و Mn) و موادجامد محلول در اسیدهای آمینه ۳ میلی لیتر در لیتر مشاهده شد. به طور کلی، محلول‌پاشی درختان زردآلو با ۳ میلی لیتر در لیتر اسیدهای آمینه و ۱۵۰میلی‌گرم در لیتر ریز مغذی‌ها موجب افزایش کیفیت و عملکرد میوه گردید (El-Badawy, 2019).

گزارش شده است که استفاده از هورمون CPPU با غلظت ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر در کیوی‌فروت تأثیر معنی‌داری بر میزان نرمی میوه در طی دوره انبارداری نداشت (Childerhouse, 2009). در گزارش دیگر، کاربرد CPPU با غلظت ۴ میکرولیتر در لیتر یک هفته قبل از بازشدن گل‌ها باعث افزایش اندازه میوه کیوی هایوارد گردید بدون آنکه تأثیر منفی روی شکل، سفتی بافت، ماده خشک، مواد جامد محلول میوه داشته باشد. هم‌چنین، میوه‌های تیمار شده بعد از سه ماه نگه‌داری در انبار تفاوتی از نظر درصد ماده خشک، سفتی بافت و مواد جامد محلول نداشتند (Cruz-Castillo *et al*, 2014). در مطالعه بررسی تأثیر CPPU بر عملکرد و کیفیت میوه کیوی رقم آلیسون[1] محلول‌پاشی تاک‌ها با ۵ و ۱۰ پی‌پی‌ام CPPU نتایج نشان داد که

1kiwifruit cv. Allison

تیمارهای CPPU موجب افزایش عملکرد و افزایش اندازه میوه کیوی رقم آلیسون شدند. میوه کیوی با اندازه بزرگ و وزن بالا بازارپسندی بیشتری دارد. در نتیجه CPPU می‌تواند برای افزایش تعداد و وزن میوه کیوی رقم آلیسون بکار رود (Thakur *et al.*, 2020). طبق بررسی‌های صورت گرفته گزارش‌های زیادی درباره تأثیر کاربرد فورکلروفنورون و اسید آمینه بر خصوصیات عملکردی میوه کیوی هایوارد وجود ندارد، بنابراین هدف از انجام این پژوهش تعیین بهترین غلظت اسید آمینه و CPPU و زمان مناسب محلول‌پاشی بر بهبود خواص کیفی کیوی رقم هایوارد می‌باشد.

روش‌شناسی پژوهش

به منظور سنجش اثر غلظت‌های مختلف اسید آمینه و سایتوکنین CPPU و اثر زمان‌های مختلف محلول‌پاشی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی میوه کیوی رقم هایوارد، آزمایشی بر روی ۳۶ اصله تاک ۶ ساله کیوی هایوارد واقع در استان گیلان، شهر اسالم، طی سال ۱۴۰۰ اجرا شد. این تاکستان در موقعیت جغرافیایی "۳۷°۴۴'۴۲ شمالی و "۴۸°۵۸'۴۶ شرقی واقع شده است. مجموع بارندگی سالانه منطقه ۱۱۹۱/۱ میلی‌متر و مجموع تبخیر سالانه ۹۳۱ میلی‌متر با متوسط رطوبت نسبی سالانه ۸۲ درصد می‌باشد. بیشترین دما ۳۶/۳ درجه سلسیوس در مرداد ماه و کمترین دما با ۲/۱ درجه سلسیوس در بهمن می‌باشد. متوسط ساعات آفتابی منطقه در سال ۱۴۰۶ساعت گزارش شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول در ۶ سطح شامل دو غلظت ۰/۷۵ و ۱/۵ پی‌پی‌ام سایتوکنین مصنوعی فورکلروفنورون (CPPU) با نام تجاری NERGOFEX محصول شرکت DOGAL ترکیه با میزان ماده مؤثره ۱ درصد و سه غلظت ۱۰۰۰ ، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه پودری با نام تجاری Amino Spark دارای ۱۸ اسید آمینه مختلف با ۵۰/۳۹ درصد اسید آمینه کل و۸۰/۳۰ درصد ماده آلی (جدول ۱) و تیمار شاهد (محلول‌پاشی با آب)، و فاکتور دوم زمان محلول‌پاشی در دو سطح شامل اوایل هفته سوم و چهارم بعد از مرحله تمام گل بودند.

برای ارزیابی صفات کمی و کیفی، میوه ها در اواخر آبان و با رسیدن TSS میوه به حد مناسب ۶/۵ از هر تاک تعداد ۳۰ عدد میوه به طور تصادفی برداشت و به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشگاه زنجان منتقل شدند. صفات اندازه‌گیری شده شامل اندازه میوه (طول و عرض میوه)، وزن میوه، حجم میوه، اسید قابل تیتراسیون، سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول (TSS)، فلاونوئید کل، فنول کل، ویتامین ث، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز (SOD)، آسکوربات پراکسیداز (APX) و کاتالاز (CAT) بود.

جدول۱. تجزیه ترکیبات اسید آمینه پودری با نام تجاری Amino Spark

ردیف	متغیر	مقدار (درصد)	ردیف	متغیر	مقدار (درصد)
۱	اسید آمینه کل	۵۰/۳۹	۱۴	پرولین	۷/۲۷
۲	حلالیت در آب	۹۹/۷۰	۱۵	تیروزین	۰/۴۴
۳	آرسنیک	–	۱۶	والین	۳/۸۲
۴	سرین	۶/۴۳	۱۷	متیونین	۰/۱۸
۵	هیستیدین	۰/۳۹	۱۸	سیستین	۰/۴۵
۶	مقدار پی اچ	۵/۳۰	۱۹	ایزولوسین	۱/۷۲
۷	فلزات سنگین	–	۲۰	لوسین	۲/۲۸
۸	اسید آسپارتیک	۴/۱۳	۲۱	فنیل آلانین	۲/۰۲
۹	اسید گلوماتیک	۵/۷۶	۲۲	لیزین	۰/۷۵
۱۰	گلیسین	۵/۶۰	۲۳	تریپتوفان	۰/۰۴
۱۱	آرژنین	۳/۶۱	۲۴	نیتروژن	۲۰/۱
۱۲	ترئونین	۲/۶۲	۲۵	ماده آلی کل	۸۰/۳
۱۳	آلانین	۲/۸۸	۲۶	افت موقع خشک شدن(LOD)	۰/۵۶

اندازه‌گیری وزن میوه کیوی بعد از برداشت آنها با ترازوی دیجیتالی (مدل CANDGL300) انجام شد و بر حسب گرم بیان شد (Meng *et al*., 2007). برای اندازه‌گیری سفتی بافت میوه از دو قسمت استوایی میوه، بعد از برداشتن پوست میوه از سفتی سنج دستی (مدل FT011, Facchini srl, Alfonsine (Ra) Italy) با قطر پروپ ۸ میلی‌متری استفاده شد و بر حسب کیلوگرم بر سانتی مترمربع بیان شد.

برای اندازه‌گیری طول و عرض میوه کیوی از کولیس (مدل Digit-Cal ساخت سوئیس) با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر استفاده شد و نتیجه بر اساس میلی‌متر گزارش شد. به منظور اندازه‌گیری حجم میوه از استوانه مدرج استفاده شد و حجم میوه از اختلاف سطح آب ناشی از قرار گرفتن میوه بدست آمد و نتیجه بر اساس سانتی‌متر مکعب بیان شد.

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل کیوی از رفراکتومتر دستی مدل Atago-ATC-20(E) استفاده شد و براساس درصد بریکس بیان شد. برای اندازه‌گیری میزان اسید قابل تیتراسیون مقدار ۵ میلی‌لیتر از عصاره میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر رقیق گردیده و به حجم رسانیده شد و دو قطره فنول فتالئین به آن اضافه شد و محلول حاصله با هیدروکسیدسدیم ۰/۱ نرمال تیتر شد. برای انجام آزمایش از بورت دیجیتالی

(مدل Rudolf BRAND) استفاده شد. درصد اسید قابل تیتراسیون براساس اسید غالب یعنی اسید سیتریک و بر طبق رابطه ۱ محاسبه شد. اکی والان اسید سیتریک برابر ۰/۰۶۴است.

رابطه ۱) درصد اسید قابل تیتراسیون =[(حجم نمونه تیتر شده) / (حجم سود مصرفی ×نرمالیته سود مصرفی×۰/۰۶۴)] ×۱۰۰

اندازه‌گیری آسکوربیک اسید با استفاده از روش یدومتریک انجام گردید، به این صورت که میزان ۳ میلی‌لیتر از عصاره میوه را در بشر ریخته و به آن ۲ میلی‌لیتر محلول نشاسته یک درصد (یک گرم نشاسته در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) اضافه گردید. محلول حاصل بوسیله محلول ید تا زمان تشکیل رنگ خاکستری تیتر شد (Dioha *et al*., 2011).

رابطه ۲) $A=(SNF\times 88.1/10)\times 100$

A: میزان اسیدآسکوربیک میوه کیوی، S: مقدار محلول ید مصرف شده، N: نرمالیته محلول یدور پتاسیم، F: فاکتور مخلوط ید، ۸۸/۱: عدد ثابت

برای استخراج و اندازه‌گیری فلاونوئید یک گرم از بافت میوه کیوی با ۸ میلی‌لیتر متانول همگن شد و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی قرارداده شد. سپس در۶۰۰۰ دور به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۵ درجه سلسیوس سانتریفیوژ شد. به ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره میوه، ۱/۵ میلی‌لیتر متانول و ۰/۱ میلی‌لیتر آلومینیوم کلراید ۱۰ درصد اضافه شد. سپس ۰/۱میلی‌لیتر محلول پتاسیم استات ۱ مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد. جذب مخلوط حاصل توسط اسپکتروفتومتر مدل (SAFAS MONACO RS 232) در طول موج ۵۰۷ نانومتر خوانده شد. جهت به دست آوردن منحنی کالیبراسیون از کوئرستین به عنوان استاندارد استفاده شد. مقدار فلاونوئید نمونه ها بر حسب میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد (Huang *et al*., 2003).

برای استخراج و اندازه‌گیری فنول کل از معرف فولین سیوکالتو (Folin–Ciocalteaus) استفاده شد. برای این منظور یک گرم از بافت میوه در ۸ میلی لیتر متانول کوبیده و همگن شد و سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از نمونه‌های رقیق شده همراه ۲ میلی‌لیتر سدیم کربنات (W/V %2) در لوله آزمایش ریخته شد و به مدت دو دقیقه در دمای اتاق نگه داشته شد. سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از واکنش‌گر فولین سیوکالتو (۵۰ درصد) به آن اضافه شد. مخلوط واکنش به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و در

تاریکی نگه‌داری شد و سپس میزان جذب آن در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد. برای به دست آوردن منحنی کالیبراسیون از اسید گالیک به عنوان استاندارد استفاده شد. مقدار فنول کل نمونه ها برحسب میلی‌گرم بر ۱۰۰گرم وزن تر بیان شد.

جهت ارزیابی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار برای همگن نمودن یک گرم بافت میوه فریز شده مورد استفاده قرار گرفت. سپس ترکیب همگن به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سلسیوس در ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده و در نهایت فاز رویی به عنوان عصاره آنزیمی مورد استفاده قرار گرفت (Zhang *et al*., 2013).

برای تعیین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز، به ۵۰ میکرولیتر از عصاره آنزیمی، ۵۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن (H_2O_2) و دو میلی‌لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار با اسیدیته ۷ اضافه شده و فعالیت یک واحد آنزیم CAT توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۲۴۰ نانومتر ثبت گردید. برای صفر کردن دستگاه از دو میلی لیتر بافر استخراج به همراه ۵۰ میکرولیتر H_2O_2 استفاده شد. فعالیت ویژه آنزیم CAT براساس واحد بر گرم وزن تر بیان شد.

برای اندازه‌گیری فعالیت آسکوربات پراکسیداز دو میلی‌لیتر بافر فسفات سدیم ۵۰ میلی‌مولار (pH=7) با ۲۰ میکرولیتر اسید آسکوربیک و ۲۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن ۴ میلی‌مولار و۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی مخلوط شد و بعد از ۲۰ ثانیه جذب توسط اسپکتروفتومتر در ۲۹۰ نانومتر قرائت گردید. برای صفر کردن دستگاه از دو میلی‌لیتر بافر استخراج +۲۰ میکرولیتر اسیدآسکوربیک + ۲۰ میکرولیتر H_2O_2 استفاده شد.

برای اندازه گیری فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی و با محلول واکنش (بافر فسفات ۲۳۰۰ میکرولیتر، اتیلن‌دی‌آمین‌تترااستیک‌اسید (EDTA) ۲۰۰ میکرومولار و نیتروبلوتترازولیوم (NBT) ۱۰۰ میکرولیتر مخلوط کرده و سپس ترکیب مذکور به مدت ۸ دقیقه در تاریکی قرار داده و سپس ۵۰ میکرولیتر ریبوفلاوین به آن اضافه شد. سپس ۱۲ دقیقه زیر نور فلورسنت ۴۰ وات قرار گرفته و در پایان میزان جذب در طول موج ۵۶۰ نانومتر ثبت گردید. واحد فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز بر اساس میزان آنزیمی که باعث ممانعت ۵۰ درصدی از اکسیداسیون NBT می‌شود، تعریف شد و به صورت واحد بر گرم وزن تر بیان می‌گردد.

برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مقدار ۰/۱ گرم از میوه تازه توزین و در هاون با ازت مایع به خوبی پودر شد و با اضافه کردن ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد یک مخلوط همگن به دست آمد. مخلوط حاصل با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. مقدار ۵۰ میکرولیتر از این عصاره به ۱۹۵۰ میکرولیتر محلول DPPH (۰/۱ میلی مولار) اضافه شد. سپس در دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر جذب آن خوانده شد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی برحسب فعالیت درصد نسبی DPPH و جذب نمونه شاهد که فاقد عصاره متانولی بود بر طبق رابطه ۳ محاسبه شد.

رابطه ۳) میزان آنتی‌اکسیدان کل =(OD control-OD sample)/OD control]×100

OD sample: عدد جذب نمونه، OD control: عدد جذب شاهد

طرح آزمایشی و تجزیه داده‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت و رسم نمودارها به کمک نرم افزارExcel انجام شد.

یافته‌های پژوهش

وزن میوه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده تیمارهای اسید آمینه، سایتوکنین (CPPU) و زمان محلول‌پاشی در سطح یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح پنج درصد بر میزان وزن میوه کیوی معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین میانگین وزن میوه با ۱۲۶/۵ گرم در زمان محلول‌پاشی هفته چهارم بعد از تمام گل در تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌داری با تیمارهای ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام در لیتر اسید آمینه و ۱/۵ پی‌پی‌ام CPPU در این تیمار زمانی نداشت. میانگین وزن در هفته چهارم محلول‌پاشی بیشتر از هفته سوم بود و تیمارهای اسید آمینه و CPPU به طور مؤثری موجب افزایش میانگین وزن میوه کیوی در هفته چهارم محلول‌پاشی نسبت به هفته سوم شدند. کمترین میزان وزن میوه در شاهد در زمان محلول‌پاشی هفته سوم (۷۶/۶ گرم) و چهارم (۷۸/۵ گرم) مشاهده شد که نسبت به تیمارهای دیگر اختلاف آماری معنی‌داری نشان داد (شکل ۱).

طول، قطر و حجم میوه

طبق جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) اثرات ساده تیمار اسید آمینه و CPPU بر طول، قطر و حجم میوه کیوی در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر زمان محلول‌پاشی نیز بر قطر میوه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد، ولی بر طول و حجم میوه معنی‌دار نشد. طول، قطر و حجم میوه به طور معنی‌دار تحت تأثیر اثر متقابل زمان محلول‌پاشی و تیمار قرار نگرفتند.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد تیمارهای اسید آمینه و CPPU به طور معنی‌داری موجب افزایش طول، قطر و حجم میوه کیوی نسبت به شاهد شدند. بیشترین میزان طول میوه در تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌داری با تیمارهای ۰/۷۵ و ۱/۵ پی‌پی‌ام CPPU در این تیمار زمانی نداشت. کمترین میزان طول میوه در تیمار شاهد (۶۳/۳ میلی‌متر) مشاهده شد (جدول ۳).

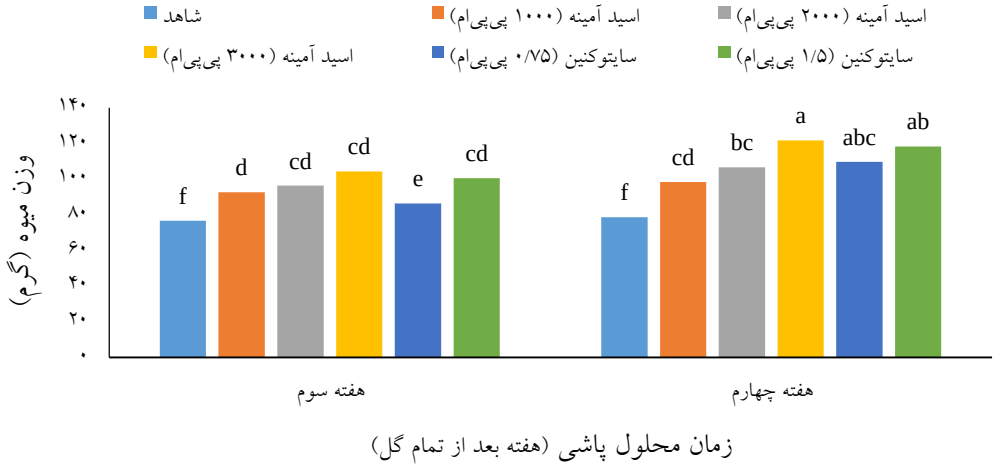
جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای قبل از برداشت شامل میزان و زمان محلول پاشی با سایتوکنین و اسید آمینه بر صفات مورد مطالعه میوه کیوی رقم هایوارد

		میانگین مربعات														
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	حجم میوه	سفتی	اسید قابل تیتراسیون	مواد جامد محلول	فنول کل	فلاونوئید کل	ویتامین ث	کاتالاز	سوپراکسید دیسموتاز	آسکوربات پراکسیداز	ظرفیت آنتی اکسیدانی
بلوک	۲	۱۵۷/۰۲*	۶/۲۵ns	۴/۸۶ns	۳۴۵/۳۷**	۰/۰۵۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۸۴ns	۰/۲۱ns	۰/۶۲*	۱۰/۳۴ns	۲/۴۸ns	۳/۳۵ns	۲۲/۳۸ns	۲/۹۰ns
تیمار (اسید آمینه وسایتوکنین)	۵	۹۴۱/۲۹**	۱۴۸/۳۳**	۱۰۶/۱۱**	۳۶۵/۳۷**	۰/۷۱**	۰/۰۳۸*	۳/۹۹**	۳۰۶/۸۳**	۳۰/۴۴**	۱۴۰/۵۶**	۱۶/۹۲**	۵۹۷/۳۴**	۶۱/۶۴*	۸۸/۷۸**
زمان محلول-پاشی	۱	۱۴۵۶/۶۹**	۲۵/۰۱ns	۲۵/۰۲*	۳۶۱/۰۵**	۰/۳۸**	۰/۱۱۰*	۴/۴**	۱۱۶/۶۴**	۲/۵۰**	۱۳۰/۳۴**	۲۱/۳۱**	۱۰۳/۳۶*	۹۰/۲۵**	۲۷/۳۸**
تیمار×زمان محلول‌پاشی	۵	۱۰۱/۸۲*	۱۱/۶۶ns	۶/۶۶ns	۲۳/۰۱ns	۰/۰۴۹*	۰/۰۱۱*	۰/۱۴۳ns	۱۵/۷۳**	۴/۸*	۱۱/۲۳**	۱/۰۲*	۸/۰۹ns	۵/۷ns	۱/۷۴*
اشتباه آزمایشی	۲۲	۳۹/۹	۲۶/۷۰	۹/۴۰	۲۱/۴۳	۰/۰۲۳	۰/۰۱۶	۰/۰۹۸	۲/۱۷	۰/۱۵۳	۱/۸۵	۰/۴۹	۲۸/۸۴	۱۰/۳۹	۰/۸۹
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۱۵	۷/۴۲	۳/۱۴	۱/۲۶	۱/۲۱	۰/۶۵	۱/۱۲	۱۲/۱۵	۶/۵۵	۳/۷۵	۲/۲۸	۱/۶۴	۸/۷۵	۹/۳۲

*، ** و ns: به ترتیب نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار. (منبع: یافته های تحقیق)

نتایج نشان داد بیشترین میزان قطر میوه در تیمارهای ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه (۵۶/۵ میلی‌متر)، ۰/۷۵ پی‌پی‌ام CPPU (۵۳/۵ میلی‌متر) و ۱/۵ پی‌پی‌ام CPPU (۵۵ میلی‌متر) مشاهده شد. کمترین میزان طول میوه در تیمار شاهد (۴۳/۵ میلی‌متر) مشاهده شد (جدول ۳). تیمارهای اسید آمینه و CPPU به طور معنی‌داری موجب افزایش قطر میوه کیوی رقم هایوارد نسبت به نمونه‌های شاهد شدند.

بیشترین میزان حجم میوه در تیمار ۱/۵ پی‌پی‌ام CPPU (۹۷/۶۶ سانتی‌متر مکعب) مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌داری با تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه نداشت. کمترین میزان حجم میوه نیز در شاهد (۷۴/۵ سانتی‌متر مکعب) مشاهده شد (جدول ۳). با توجه به نتایج حاصل، تیمارهای اسید آمینه نسبت به تیمار سایتوکنین باعث افزایش وزن بیشتر میوه (شکل ۱) نسبت حجم آن (جدول ۳) شدند.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای اسید آمینه، سایتوکنین و زمان محلول‌پاشی بر وزن میوه کیوی رقم هایوارد (منبع: یافته‌های تحقیق)

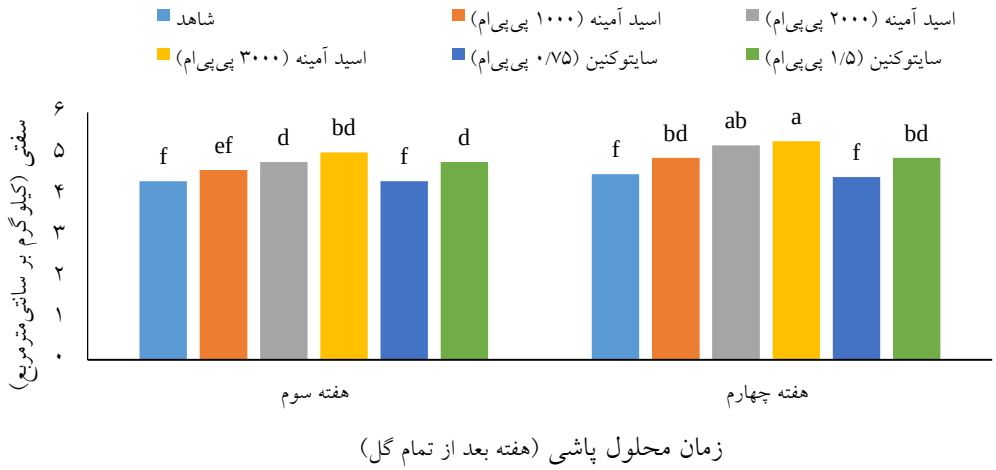
جدول ۳. مقایسه میانگین اثرات اثر تیمار قبل از برداشت اسید آمینه، سایتوکنین و زمان محلول‌پاشی بر طول، قطر و حجم میوه کیوی و مواد جامد محلول میوه کیوی رقم هایوارد

تیمارها	قطر میوه (میلی‌متر)	طول میوه (میلی‌متر)	حجم میوه (سانتی‌متر مکعب)	مواد جامد محلول (درصد)	سوپراکسید دیسموتاز (واحد بر گرم وزن تر)	آسکوربات پراکسیداز (واحد بر گرم وزن تر)
شاهد	۴۳/۳۰ d	۶۳/۳۰ d	۷۴/۰۰ c	۶/۸۰ d	۴۹/۰۵ c	۱۷/۷ c
اسید آمینه (۱۰۰۰پی‌پی‌ام)	۵۰/۰۰ c	۶۴/۱۰ cd	۷۹/۱۶ c	۸/۷۰ c	۶۰/۰۴ b	۲۰/۲۰ bc
اسید آمینه (۲۰۰۰پی‌پی‌ام)	۴۹/۶۰ c	۶۴/۸۰ c	۹۱/۱۶ ab	۹/۲۰ b	۷۰/۶۰ ab	۲۲۰/۴۰ b
اسید آمینه (۳۰۰۰ پی‌پی‌ام)	۵۶/۵۰ a	۶۶/۱۰ a	۹۲/۹۱ ab	۹/۹۰ a	۷۶/۲۰ a	۲۵/۸۰ a
سایتوکنین (۰/۷۵ پی‌پی‌ام)	۵۳/۵۰ b	۶۵/۶۰ b	۸۲/۵۰ bc	۸/۷۰ c	۶۵/۱۴ b	۱۹/۹۰ bc
سایتوکنین (۱/۵ پی‌پی‌ام)	۵۵/۰۰ ab	۶۵/۸۰ b	۹۷/۶۶ a	۹/۳۰ b	۷۲/۹۰ a	۲۲/۰۴ b

حروف مشترک در هر ستون به معنی عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، بر اساس آزمون دانکن، می باشد.

سفتی بافت میوه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده تیمارهای اسید آمینه، CPPU و زمان محلول‌پاشی در سطح یک درصد و اثر متقابل تیمار و زمان محلول‌پاشی بر سفتی بافت میوه کیوی رقم هایوارد در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد در زمان محلول‌پاشی هفته سوم بعد از تمام گل بیشترین میزان سفتی بافت میوه در تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه (۵/۰۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) مشاهده شد. در زمان محلول‌پاشی هفته چهارم بعد از تمام گل بیشترین میزان سفتی بافت میوه در تیمار اسید آمینه ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام (۵/۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) و اسید آمینه ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام (۵/۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) مشاهده شد. کمترین میزان سفتی در زمان محلول‌پاشی هفته سوم و چهارم بعد از تمام گل در تیمار شاهد (۴/۳ و ۴/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) مشاهده شد (شکل ۲).



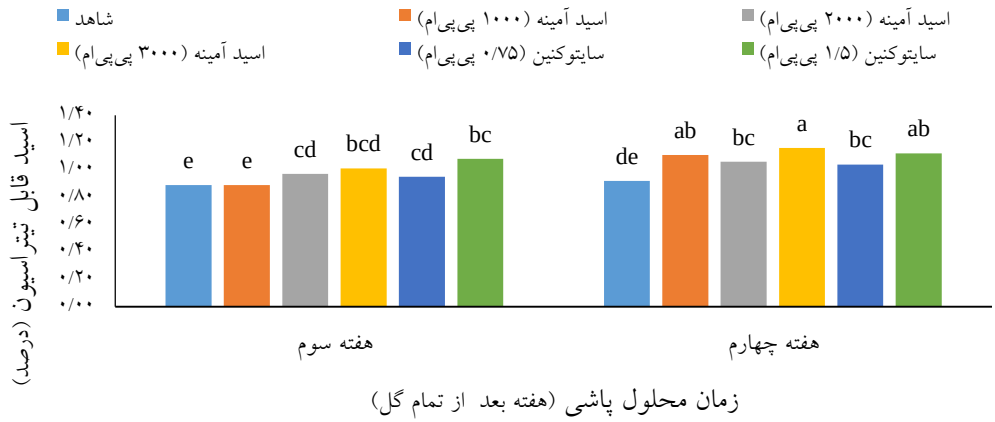
شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای اسید آمینه، سایتوکنین و زمان محلول‌پاشی بر سفتی بافت میوه کیوی رقم هایوارد (منبع: یافته‌های تحقیق)

مواد جامدمحلول و اسیدقابل تیتراسیون

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثرات ساده تیمارهای اسید آمینه، CPPU و زمان محلول‌پاشی در سطح یک درصد بر موادجامد محلول کل میوه کیوی معنی‌دار شد ولی اثر متقابل تیمار و زمان محلول‌پاشی بر مواد جامد محلول میوه کیوی معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد تیمارهای اسید آمینه و CPPU به طور معنی‌داری موجب افزایش مواد جامد محلول کل میوه کیوی نسبت به شاهد شدند. کمترین میزان مواد جامد محلول میوه کیوی در شاهد (۶/۹ درصد) و بیشترین میزان مواد جامد محلول در تیمارهای اسید آمینه ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام (۹/۹ درصد) مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌داری با تیمارهای اسید آمینه ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام و CPPU ۱/۵ پی‌پی‌ام در این تیمار زمانی نداشت. تیمارهای CPPU و اسید آمینه به طور معنی‌داری موجب افزایش مواد جامد محلول کل میوه کیوی شدند (جدول ۳).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده تیمارهای اسید آمینه، CPPU و اثر زمان محلول‌پاشی و اثر متقابل تیمار و زمان محلول‌پاشی بر اسیدقابل تیتراسیون میوه کیوی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد تیمارهای اسید آمینه و CPPU موجب افزایش اسیدقابل تیتراسیون در میوه کیوی در زمان محلول‌پاشی هفته سوم و چهارم بعد از تمام گل شدند. در زمان محلول‌پاشی هفته سوم بیشترین میزان اسیدقابل تیتراسیون در تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه (۱/۰۵ درصد) و ۱/۵ پی‌پی‌ام CPPU (۱/۰۸ درصد) مشاهده شد. در زمان محلول‌پاشی هفته چهارم بیشترین میزان اسیدقابل تیتراسیون میوه کیوی در تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه (۱/۱۶ درصد) مشاهده شد. افزایش میزان اسیدقابل

تیتراسیون در هفته چهارم بیشتر از هفته سوم بود. کمترین میزان اسیدقابل تیتراسیون در هفته چهارم بعد از تمام گل در شاهد (۰/۹۲ درصد) مشاهده شد. تیمارهای اسید آمینه و CPPU به طور معنی‌داری موجب افزایش اسیدقابل تیتراسیون میوه کیوی نسبت به شاهد شدند (شکل ۳).

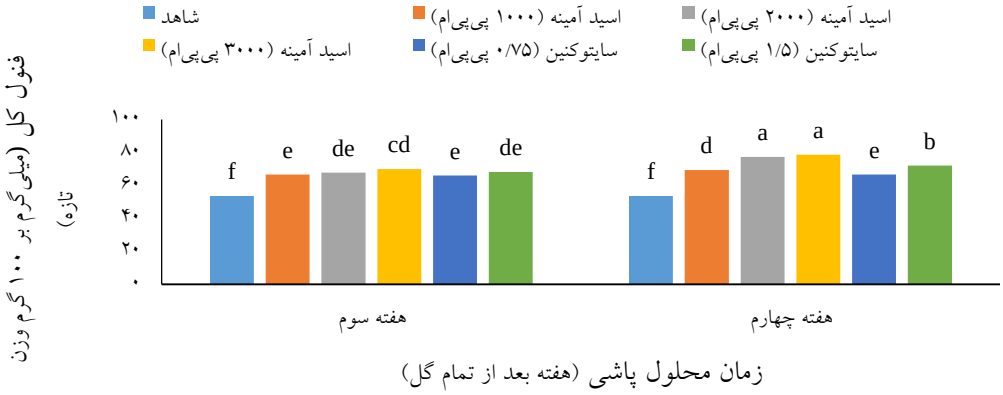


شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای اسید آمینه، سایتوکنین و زمان محلول‌پاشی بر اسیدقابل تیتراسیون میوه کیوی رقم هایوارد (منبع: یافته‌های تحقیق)

فنول کل و فلاونوئید کل

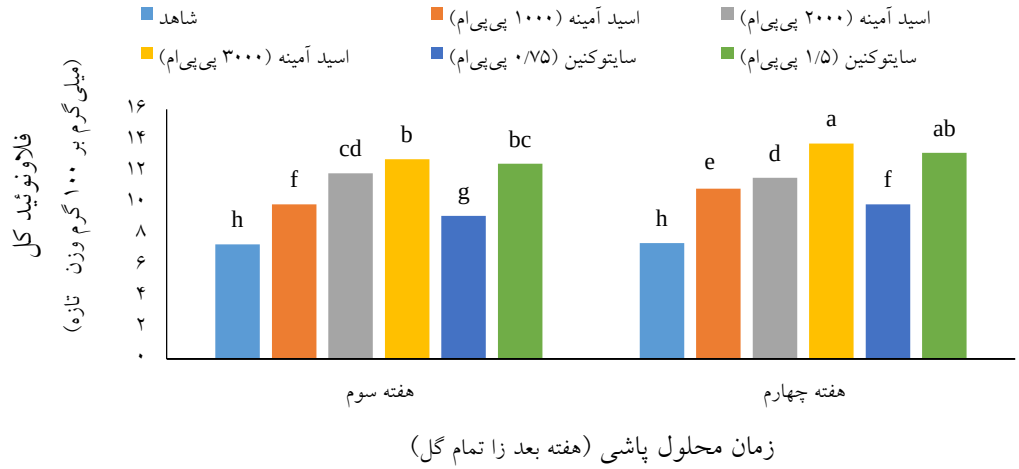
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای اسید آمینه، CPPU، اثر زمان محلول‌پاشی و اثر متقابل تیمار و زمان محلول‌پاشی در سطح یک درصد بر فنول کل میوه کیوی رقم هایوارد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر تیمارهای اسید آمینه، CPPU و اثر زمان محلول‌پاشی در سطح یک درصد و اثر متقابل تیمار و زمان محلول‌پاشی در سطح پنج درصد بر فلاونوئید کل میوه کیوی رقم هایوارد معنی‌دار شد (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در زمان محلول‌پاشی هفته سوم بیشترین میزان فنول کل در تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه (۶۹/۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) و کمترین میزان فلاونوئیدکل در شاهد (۵۳/۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) مشاهده شد. در زمان محلول‌پاشی هفته چهارم بعد از تمام گل بیشترین فنول کل در تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه (۷۸/۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) و ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه (۷۷/۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) مشاهده شد. میزان فنول کل در زمان محلول‌پاشی هفته چهارم بعد از تمام گل بیشتر از هفته سوم بود (شکل ۴).



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای اسید آمینه، سایتوکنین و زمان محلول‌پاشی بر فنول کل میوه کیوی رقم هایوارد (منبع: یافته‌های تحقیق)

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد تیمارهای اسید آمینه و CPPU به طور معنی‌داری موجب افزایش فلاونوئید کل میوه کیوی نسبت به شاهد شدند. افزایش میزان فلاونوئید کل در زمان محلول‌پاشی هفته چهارم بعد از تمام گل بیشتر از هفته سوم بود. در زمان محلول‌پاشی هفته سوم بیشترین میزان فلاونوئید کل در تیمار۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه (۱۲/۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) مشاهده شد که اختلاف قابل ملاحظه‌ای با تیمار ۱/۵ پی‌پی‌ام CPPU نداشت. کمترین میزان فلاونوئید کل در شاهد (۷/۳۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) مشاهده شد. در زمان محلول‌پاشی هفته چهارم بعد از تمام گل بیشترین فلاونوئید کل در تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه (۱۳/۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) مشاهده شد (شکل ۵).

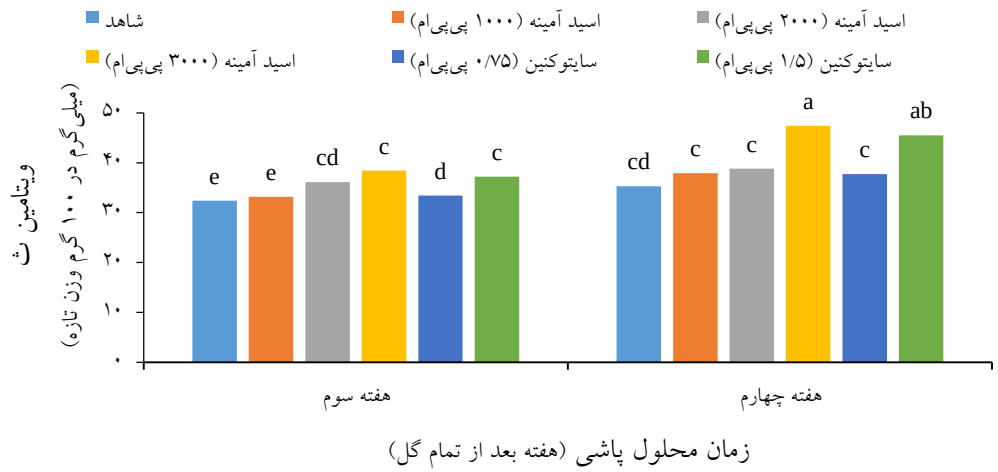


شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای اسید آمینه، سایتوکنین و زمان محلول‌پاشی بر فلاونوئیدکل میوه کیوی رقم هایوارد (منبع: یافته‌های تحقیق)

ویتامین ث (آسکوربیک اسید)

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که میزان ویتامین ث میوه کیوی به طور معنی‌دار در سطح یک درصد تحت تأثیر اثرات ساده تیمار اسید آمینه، CPPU، و زمان محلول‌پاشی و اثر متقابل تیمار و زمان محلول‌پاشی قرار گرفت (جدول ۲).

براساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین میزان ویتامین ث در زمان محلول‌پاشی هفته سوم بعد از تمام گل در تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه (۳۸/۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) و ۱/۵ پی‌پی‌ام CPPU (۳۷/۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) مشاهده شد. میزان ویتامین ث در هفته چهارم محلول‌پاشی بیشتر از هفته سوم بعد از تمام گل بود. در زمان محلول‌پاشی هفته چهارم بیشترین میزان ویتامین ث در تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه (۴۷/۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) مشاهده شد که اختلاف قابل ملاحظه‌ای با تیمار ۱/۵ پی‌پی‌ام CPPU نداشت. کمترین میزان ویتامین ث در هفته سوم و چهارم محلول‌پاشی در شاهد (به‌ترتیب ۳۲/۴ و ۳۵/۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) مشاهده شد (شکل ۶).



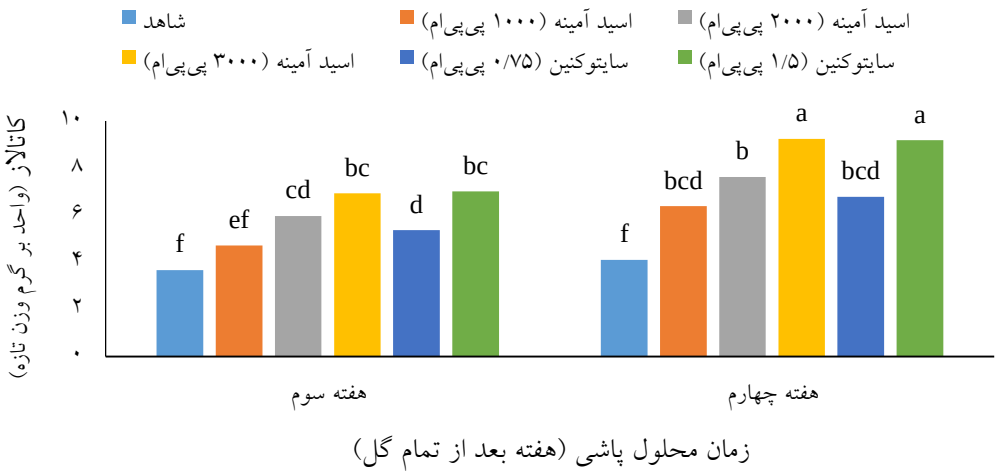
شکل ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای اسید آمینه، سایتوکنین و زمان محلول‌پاشی بر ویتامین ث میوه کیوی رقم هایوارد (منبع: یافته‌های تحقیق)

آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز و آسکوربات پراکسیداز)

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات ساده تیمار اسید آمینه، CPPU و زمان محلول‌پاشی در سطح یک درصد و اثر متقابل تیمار و زمان محلول‌پاشی در سطح پنج درصد بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز معنی‌دار شدند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد تیمارهای اسید آمینه و CPPU به طور معنی‌داری موجب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز نسبت به شاهد شدند. در زمان محلول‌پاشی هفته سوم بعد از تمام گل بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه (۶/۹ واحد بر گرم وزن تر) و ۱/۵ پی‌پی‌ام CPPU (۷/۰۱ واحد بر گرم وزن تر) مشاهده شد. در زمان محلول‌پاشی هفته چهارم بعد از تمام‌گل بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار اسید آمینه ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام (۹/۲۳ واحد بر گرم وزن تر) مشاهده شد و اختلاف قابل ملاحظه‌ای با تیمار ۱/۵ پی‌پی‌ام CPPU در زمان محلول پاشی هفته چهارم بعد از تمام گل نداشت. در زمان محلول‌پاشی هفته چهارم بعد از تمام گل کمترین فعالیت آنزیم کاتالاز در شاهد (۴/۱) مشاهده شد (شکل ۷).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده تیمار اسید آمینه و CPPU در سطح یک درصد و اثر ساده زمان محلول‌پاشی در سطح پنج درصد بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز معنی‌دار می‌باشد ولی اثر متقابل تیمار و زمان محلول‌پاشی بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد تیمارهای اسید آمینه و CPPU به طور معنی‌داری موجب افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز نسبت به شاهد شدند. بیشترین میزان فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز در تیمار ۲ گرم در لیتر اسید آمینه (۷۰/۶ واحد بر گرم وزن تر)، ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه (۷۶/۲ واحد بر گرم وزن تر) و ۱/۵ پی‌پی‌ام CPPU (۷۲/۹ واحد بر گرم وزن تر) مشاهده شد. کمترین میزان فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز در شاهد (۴۹/۰۵ واحد بر وزن تر) مشاهده شد (جدول ۳).

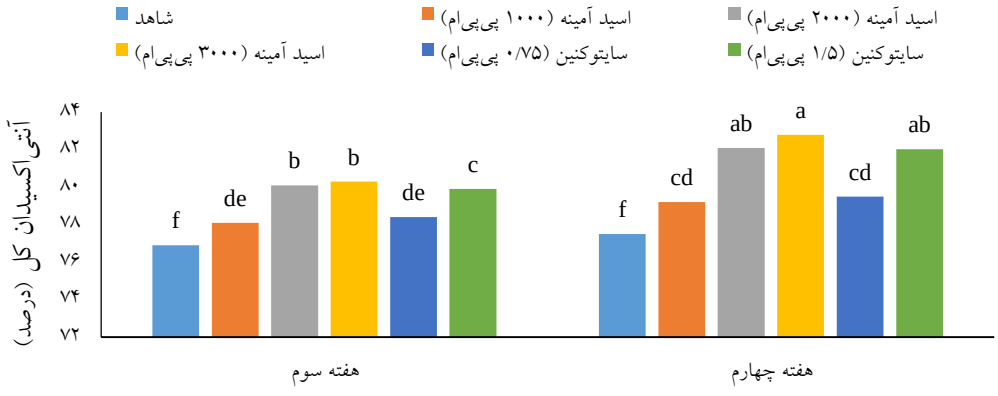
براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر ساده زمان محلول‌پاشی در سطح یک درصد و اثر ساده تیمار اسید آمینه و CPPU در سطح پنج درصد بر میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز معنی‌دار شد ولی میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز میوه کیوی به طور معنی‌دار تحت تأثیر اثر متقابل تیمار و زمان محلول‌پاشی قرار نگرفتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تیمارهای اسید آمینه و CPPU موجب افزایش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز نسبت به شاهد شدند. بیشترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه (۲۵/۸ واحد بر گرم وزن تر) مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌داری با تیمارهای ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه و ۱/۵ پی‌پی‌ام CPPU در این تیمار زمانی نداشت. کمترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در شاهد (۱۷/۷ واحد بر گرم وزن تر) مشاهده شد (جدول ۳).



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای اسید آمینه، سایتوکنین و زمان محلول‌پاشی بر کاتالاز میوه کیوی رقم هایوارد (منبع: یافته‌های تحقیق)

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده تیمار اسید آمینه، CPPU و زمان محلول‌پاشی در سطح یک درصد و اثر متقابل تیمار و زمان محلول‌پاشی در سطح پنج درصد بر میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه کیوی معنی‌دار شد (جدول ۲). براساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، تیمارهای اسید آمینه و CPPU به طور معنی‌دار موجب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه کیوی نسبت به شاهد شدند. در زمان محلول‌پاشی هفته سوم بعد از تمام گل بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار اسید آمینه ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام (۸۰/۳ درصد) و تیمار اسید آمینه ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام (۸۰/۱ درصد) مشاهده شد. در زمان محلول‌پاشی هفته چهارم بعد از تمام گل بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان کل بدون اختلاف معنی‌دار در تیمار ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه (۸۲/۱ درصد)، ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه (۸۲/۸ درصد) و ۱/۵ پی‌پی‌ام CPPU (۸۲/۰۳ درصد) مشاهده شد. کمترین میزان آنتی-اکسیدان کل میوه کیوی در زمان محلول‌پاشی هفته سوم و چهارم بعد از تمام گل در شاهد (۷۶/۹ و ۷۷/۵ درصد) مشاهده شد (شکل ۸).



شکل ۸. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای اسید آمینه، سایتوکنین و زمان محلول‌پاشی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل میوه کیوی رقم هایوارد (منبع: یافته‌های تحقیق)

بحث

از جمله خصوصیات مهم در تولید میوه کیوی صفات مرفولوژیکی میوه نظیر طول، حجم، قطر و وزن میوه است. وزن میوه تحت تأثیر طول و قطر میوه است. در سال‌های اخیر، گزارش شده است که گیاهان از اسیدهای آمینه به عنوان منبع نیتروژن استفاده می‌کنند و از این رو مصرف اسیدهای آمینه برای بهبود عملکرد و افزایش وزن میوه توصیه می‌شود که نتایج آزمایش حاضر نشان داد این تیمار برای میوه کیوی نیز مؤثر بود. همانطور که در این مطالعه مشاهده شد کاربرد اسیدهای آمینه در افزایش وزن، طول و قطر میوه کیوی مؤثر بود. افزایش وزن میوه، طول و قطر میوه در استفاده از اسیدهای آمینه ممکن است به دلیل تأمین نیتروژن و تشکیل پروتئین در بافت‌های زنده باشد (Vincill *et al*., 2012).

در شرایط مطلوب محیطی، اسیدهای آمینه ترکیبات بیولوژیکی مفیدی هستند که نقش مهمی در رشد گیاه دارند. اسیدهای آمینه دارای اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر روی گیاهان، از جمله فعالیت‌های فیزیولوژیکی و واکنش‌های فتوسنتز دارند که باعث رشد گیاه، افزایش قابل توجهی در وزن میوه، افزایش طول و قطر میوه می‌شود (Wang *et al*., 2007). همچنین، اسیدهای آمینه نقش مهمی در سوخت و ساز و تشکلیل پروتئین‌های لازم برای تشکیل سلول‌های جدید دارند، در نتیجه موجب افزایش وزن و افزایش طول، قطر و حجم میوه می‌شوند (Abd El-Rezak & Saleh, 2012). اثر اسیدهای آمینه در افزایش وزن، طول و قطر میوه در توت‌فرنگی(Abo Sedera *et al*., 2010) و هلو (Abd El-Rezak & Saleh, 2012) نیز مشاهده شده است.

اثرات اسیدهای آمینه بر روی گیاهان به نوع اسیدهای آمینه استفاده شده و نوع رقم گیاهی بستگی دارد (Wang *et al*., 2007). اسیدهای آمینه نه تنها مواد مغذی را در دسترس گیاهان قرار می‌دهند بلکه به عنوان مولکول‌های انتقال دهنده سیگنال‌های مختلف در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهی عمل می‌کنند (Teixeira *et al*., 2017). مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از اسیدهای آمینه به صورت محلول‌پاشی روی گیاهان یک تکنیک امیدوار کننده است. همچنین، اسیدهای آمینه بسته به مقدار اعمال شده جذب گوگرد و نیتروژن را در گیاهان افزایش می‌دهند (Vincill *et al*., 2012). گیاهان از اسیدهای آمینه با توجه به نیازهای غذایی و پیشینه ژنتیکی خود استفاده می‌کنند. چند دلیل می‌تواند اثرات مثبت اسیدهای آمینه را در افزایش وزن، طول، قطر و حجم میوه روشن کند. اول اینکه اسیدهای آمینه پروتئین‌های مورد نیاز برای تقسیم سلولی، تمایز سلول و رشد را فراهم می‌کنند. دوم آنکه گوگرد و نیتروژن کافی را با توجه به نیازهای گیاهی فراهم می‌کنند و سوم آنکه اسیدهای آمینه با ورود به ساختارهای هورمون به پلی‌آمین‌ها تبدیل می‌شوند (Kakkar *et al*., 2000) و اجازه حرکت نیتروژن بین سلول‌ها و اندام‌ها را می‌دهند. همچنین به عنوان یک بافر و به عنوان منبع کربن و انرژی عمل می‌کنند و به عنوان پیشرو بیوسنتز اکسین موجب افزایش رشد ریشه‌ها و افزایش جذب مواد مغذی مورد نیاز برای میوه می‌شوند (Davies, 2004). در مطالعات مختلف بیان شده است که یکی دیگر از مکانیسم‌های احتمالی مربوط به اثر اسید آمینه در افزایش وزن میوه می‌تواند مربوط به تحریک رشد ریشه گیاهان باشد، که ممکن است انتقال آب و توانایی جذب مواد مغذی را بهبود بخشد و موجب افزایش وزن میوه و افزایش طول و قطر میوه شود (Colla *et al*., 2017).

سیتوکینین‌ها می‌توانند تقسیم سلولی اضافی را تحریک کنند و فاز تقسیم سلول‌های پارانشیمی میوه را افزایش دهند در نتیجه موجب افزایش اندازه میوه و وزن میوه شوند. کاربرد سایتوکنین سبب افزایش در طول میوه کیوی شده است (Ainalidou *et al*., 2015). در تحقیقی Iwahori *et al.* (1988) گزارش کردند که مرحله تقسیم سلولی مغز و پریکارپ میوه کیوی تا پنج هفته پس از تمام گل ادامه دارد. بنابراین CPPU از طریق تحریک تقسیم سلولی سبب افزایش وزن، طول و عرض کیوی می‌شود. سیتوکنین موجب افزایش وزن، طول و عرض میوه در سیب و گلابی نیز شده است (Shargal *et al*., 2006). زمان و میزان غلظت مصرفی سیتوکنین نقش قابل توجهی در اثربخشی کاربرد سیتوکینین دارد. همچنین سیتوکنین نقش مهمی در جذب آب و انتقال مواد جذب شده به اندام‌های سینک مانند میوه را دارد (Liu & Longnecker, 2001). Han & Lee (2004) گزارش کردند که ۲۵ پی‌پی‌ام جیبرلیک اسید به همراه با ۱۰ پی‌پی‌ام CPPU در روز دهم پس از تمام

گل باعث افزایش وزن میوه، طول و عرض میوه انگور رقم 'Kyoho' شد. گزارشی از افزایش وزن انگور بیدانه با محلول‌پاشی ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام CPPU در ۱۰ تا ۱۲ روز پس از گلدهی کامل نیز وجود دارد (Ikeda *et al*., 2004[]). در پژوهش حاضر نیز CPPU چهار هفته بعد از تمام گل به طور معنی‌داری موجب افزایش وزن، طول، قطر و حجم میوه کیوی شد.

سفتی بافت میوه کیوی برای تعیین کیفیت پس از برداشت میوه استفاده می‌شود و کاهش سفتی بافت میوه در زمان برداشت به کاهش سریع کیفیت میوه در پس از برداشت و قابلیت عرضه میوه به بازار تأثیر زیادی دارد (Tavarini *et al*., 2008). سفتی بافت میوه و میزان قند از خصوصیات مهم میوه کیوی هستند و ارتباط نزدیک با دیگر صفات دارند. علت کاهش سفتی بافت میوه‌ی کیوی حل شدن مواد دیواره سلولی و تجزیه نشاسته ذخیره‌ای گزارش شده است (Pan *et al*., 2014). استفاده از اسیدهای آمینه باعث افزایش جذب نیتروژن، فسفر، کلسیم، پتاسیم و عناصر میکرو می‌شود (Faten *et al*., 2010). بررسی اثرات محلول‌پاشی اسیدهای آمینه روی سیب (گلدن دلیشز و گرانی اسمیت) نشان داده است که اسیدهای آمینه موجب تجمع مواد مغذی در میوه‌ها و افزایش سفتی میوه در آنها می‌شوند (Arabloo *et al*., 2014). همچنین اسیدهای آمینه با کاهش فعالیت آنزیم‌های نرم کننده دیواره سلولی موجب افزایش سفتی بافت میوه شده است (El-Badawy, 2019). افزایش سفتی میوه ناشی از محلول پاشی CPPU ممکن است به دلیل سرعت کمتر تنفس باشد که منجر به جلوگیری از کاهش وزن میوه می‌شود (Chang, 2021). تیمار CPPU به طور معنی‌داری موجب افزایش سفتی در سیب (Ezz *et al*., 2021) و میوه پیتایا (دراگون فروت) (Chang , 2021) نیز گزارش شده که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

مرحله تجمع نشاسته یکی از مراحل مهم فنولوژی میوه کیوی است که از روز ۴۵ تا ۱۲۰ روز پس از تمام گل ادامه دارد. گزارش شده است که تجمع نشاسته تا زمان تکمیل تقسیم سلولی ادامه دارد (Richardson *et al*., 2004). میزان اسیدقابل تیتراسیون و موادجامدمحلول شاخص اصلی رسیدن میوه هستند. موادجامد محلول شامل ترکیبات محلول در آب، از جمله قند، اسید، فیبر و اجزای معدنی می‌باشد. قندها و اسیدهای آلی پارامترهای اصلی در مورد طعم میوه هستند (Nishiyama *et al*., 2008). فراوان‌ترین قندهای موجود در کیوی عبارتند از گلوکز، فروکتوز و ساکارز و اسیدهای آلی اصلی موجود در کیوی شامل اسیدهای سیتریک، کوینیک و مالیک هستند (Nishiyama *et al*., 2008). گزارش شده است که اسیدهای آمینه پیش‌ساز ترکیبات سازنده طعم در میوه کیوی می‌باشند. در این پژوهش نیز اسیدهای آمینه سبب افزایش اسیدقابل تیتراسیون و موادجامد محلول در کیوی شدند.

غلظت زیاد اسید آمینه با افزایش فعالیت متابولیکی و افزایش چرخه متابولیسم کربن و نیتروژن سبب افزایش ترکیب فرار اتیل استرها، اسیدقابل تیتراسیون و موادجامد محلول در میوه هلو شده است (Jia *et al*., 2000). برخی از محققین گزارش کرده‌اند که اسیدقابل تیتراسیون به طور قابل توجهی با محلول‌پاشی اسیدآمینه افزایش می‌یابد (Shu *et al*., 2020). علاوه بر این، محلول‌پاشی اسید آمینه منجر به افزایش قابل‌توجهی در مواد جامد محلول کل و اسیدقابل تیتراسیون در میوه توت فرنگی شده است (Shehata *et al*., 2011). نتایج آزمایش حاضر با نتایج Pakkish & Mohammadrezakhani (2021) مطابقت دارد که دریافتند محلول‌پاشی درختان انبه با ۳۵ و ۷۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه باعث افزایش موادجامد محلول کل شده و غلظت ۷۰ پی‌پی‌ام اثرات قابل‌توجه‌تری داشته است. تیمار گواوا و انار با اسید آمینه با محافظت از یکپارچگی غشای سلولی و کاهش تنفس موجب افزایش اسیدقابل تیتراسیون شده است (Ali *et al*., 2022). در گزارشی دیگر تیمار اسید آمینه، موادجامد محلول و اسیدقابل تیتراسیون را در توت فرنگی افزایش داده است (Mohseni *et al*., 2017). نتایج این پژوهش با نتایج سواندی و همکاران Suwandi *et al*. (2016) مطابقت داشت آنها گزارش کردند تیمار سایتوکنین موجب افزایش مواد جامد محلول و

1. Pitaya

افزایش اسیدقابل تیتراسیون در آناناس شده است.کاربرد ۴۰ میلی‌گرم در لیتر CPPU موجب افزایش مواد جامد محلول و اسید قابل تیتراسیون در میوه گواوا شده است (Sabaghnia & Nahandi, 2017).

در مطالعه‌ای دیگر سطح بیان ژن‌های حیاتی در بیوسنتز ساکارز و انتقال‌دهنده قند در کیوی تیمار شده با CPPU افزایش یافت. این ژن‌های ضروری شامل ساکارز سنتاز ۱(SUS1) ، ناقل مونوساکارید تونوپلاست ، پروتئین حامل هگزوز و قندها می‌باشند که در نهایت موجب افزایش مواد جامد محلول کل در کیوی شده‌اند (Wu *et al*., 2020). اسیدهای آمینه اثرات مفیدی بر رشد گیاهان و خصوصیات بیوشیمیایی آنها دارند. اسیدهای آمینه ترکیبات اساسی هستند که نقش مهمی در سنتز ترکیبات گیاهی مانند پروتئین‌ها، آمین‌ها، متابولیت‌های ثانویه، آنزیم‌ها، فنول‌ها و فلاونوئیدها دارند (Amin *et al*., 2011). در این مطالعه محلول‌پاشی اسیدهای آمینه روی گیاه موجب افزایش میزان این ترکیبات در میوه شد و نتایج تحقیقات قبلی را تأیید کرد. در حمایت از یافته‌های ما اثرات مثبت محلول‌پاشی اسید آمینه بر ترکیبات فنولی و فلاونوئید در گیاه بابونه نیز گزارش شده است (El-Din & El-Wahed, 2005).

افزایش ترکیبات فنولی مربوط به فعالیت فنیل آلانین آمونیالیاز و تجمع مواد فنولی است که منجر به افزایش فنول و فلاونوئیدکل می‌شود. دلیل اصلی افزایش فنول و فلاونوئیدکل در میوه‌های تیمار شده با اسید آمینه افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز توسط اسیدهای آمینه است (Wang *et al*., 2020). تیمار گیاه توت‌فرنگی با اسید آمینه موجب افزایش مقدار ترکیبات فنولی، آنتوسیانین ها و فلاونوئید کل میوه شد (Habibi & Ramezanian, 2017). سیتوکینین نقش مهمی در تنظیم فرآیندهای مختلف بیولوژیکی، شامل رشد و نمو، علاوه بر سازگاری و انطباق با شرایط محیطی در گیاهان دارد. کاربرد سیتوکینین افزایش تولید متابولیت ثانویه و ترکیبات فنولی را در توت هندی افزایش داده است (Li *et al*., 2016). همچنین گزارش شده است که تیمار سیتوکنین موجب افزایش بیان ژن‌های آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز شده و از این طریق موجب افزایش سنتز ترکیبات فنولی شده است (Govindaraju & Arulselvi, 2016). تیمار CPPU به طور قابل توجهی برخی فلاونوئیدها مانند اپی کاتچین، گالوکاتچین و پروآنتوسیانیدین‌های B1 و B2 را در میوه لیچی افزایش داده است (Liu *et al*., 2022) افزایش فنول و فلاونوئیدکل در میوه گواوا نیز در تیمار با CPPU گزارش شده است (Sabaghnia & Nahavandi, 2017) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

غلظت ویتامین ث یک عامل ترجیحی برای ارزیابی سطح کیفی بسیاری از میوه‌ها است. کیوی حاوی اسید اسکوربیک بیشتری نسبت به پرتقال، توت فرنگی، لیمو و گریپ فروت است و ارزش غذایی بالای کیوی به طور قابل توجهی به میزان اسید اسکوربیک آن بستگی دارد (Ma *et al*., 2017). افزایش در میزان ویتامین ث به دلیل تأخیر در رسیدن فیزیولوژیکی میوه است. ویتامین ث یک ترکیب آنتی‌اکسیدانی ضروری برای تمام قسمت‌های گیاه است و در گسترش سلولی نقش مهمی دارد (Suwandi *et al*., 2016). مقدار ویتامین ث در محیط‌های فاقد اتیلن به مقدار قابل توجهی بالاتر است که این کاهش تولید اتیلن نتیجه اثر اسیدهای آمینه می‌باشد. در تحقیقی مقدار ویتامین ث در میوه‌های عناب تیمار شده با اسید آمینه در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت (Kassem *et al*., 2011). Boras *et al*. (2011) گزارش کردند که تیمار گیاه گوجه فرنگی با اسیدهای آمینه باعث افزایش قابل توجه میزان ویتامین ث و اسیدهای آلی در میوه ها شده است. سایتوکنین به طور مؤثری موجب افزایش در میزان ویتامین ث در میوه های آناناس نیز شده است (Suwandi *et al*., 2016). در مطالعه‌ای محتوای قند محلول و ویتامین ث در کیوی تیمار شده با CPPU به طور قابل توجهی افزایش یافته است. رونوشت‌های ۳ ژن تنظیم‌کننده مثبت دخیل در بیوسنتز اسید اسکوربیک پس از تیمار با CPPU، از جمله دو ژن ال-گلونو-۱ و۴ لاکتون (AcGULLO3 and AcGULLO3) و میواینوسیتول اکسیژناز و (AcMIOX1) myoinisitol oxygenase به شدت در

1Tonoplast monosaccharide transporter
2Hexose carrier protein
3*Morinda citrifolia*
42 L-gulono-1,4-lactone oxidase genes

کیوی افزایش یافته است (Wu *et al*., 2020). بنابراین، این نتایج نشان می‌دهد که عامل اصلی افزایش کیفیت در کیوی‌های تیمار شده با CPPU، نتیجه افزایش قابل‌توجه بیان ژن‌های کلیدی دخیل در بیوسنتز ویتامین ث است.

آنتی‌اکسیدان‌ها در گیاهان به طور مؤثری از آن‌ها در برابر آسیب اکسیداتیو ناشی از رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن از طریق حذف و جلوگیری از فعالیت رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کنند (Hamid *et al*., 2010). تجمع گونه‌های فعال اکسیژن ناشی از تغییر در تعادل بین تولید گونه‌های فعال اکسیژن و فرآیند حذف آنها است و کیفیت بازارپسندی میوه‌ها را کاهش می‌دهد. جذب کننده‌های اصلی برای گونه‌های فعال اکسیژن شامل آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز، گلوتاتیون ردوکتاز و همچنین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی غیرآنزیمی مانند کاروتنوئیدها، آسکوربیک اسید، گلوتاتیون و غیره است (Zheng *et al*., 2016). در حالی که سوپراکسیددیسموتاز جداسازی آنیون سوپراکسید را به H_2O_2 و O_2 کاتالیز می‌کند، گزارش شده است که آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز در حذف H_2O_2 از سلول‌های گیاهی نقش دارند.

محلول‌پاشی اسیدهای آمینه آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را افزایش می‌دهد. اسیدهای آمینه به عنوان منبع نیتروژن برای تولید پروتئین‌های گیاهی ضروری است و استفاده از اسیدهای آمینه در غلظت‌های مختلف باعث افزایش آنزیم های آنتی‌اکسیدانی کلم شده است (Haghighi *et al*., 2022)). به طور مشابه، در این مطالعه، افزایش در میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ممکن است به اثر مستقیم اسیدهای آمینه مورد استفاده در کیوی باشد. مطالعات قبلی نشان داده است که محلول‌پاشی اسیدهای آمینه به طور قابل توجهی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکسیددیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز و پراکسیداز را افزایش داده است (Ardebili *et al*., 2012). آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان نقش اصلی را در کنترل رادیکال‌های آزاد ایفا می‌کنند. در نتیجه، تحریک آنزیم‌های آنتی اکسیدانی می‌تواند مقاومت گیاه را در برابر تنش‌های محیطی افزایش دهد. اسیدهای آمینه می‌توانند ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را تقویت کنند. این تقویت در هر دو نوع سیستم آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی مانند فلاونوئیدها و ترکیبات فنولی مشاهده شده است (Haghighi *et al*., 2022) و بنابراین از این طریق باعث افزایش ارزش غذایی میوه می‌شوند.

سیتوکینین‌ها تنش‌های ناشی از رادیکال های آزاد را به طور مستقیم مهار می‌کنند، علاوه‌براین با جلوگیری از تشکیل رادیکال‌های آزاد موجب افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌شوند (Polo & Mata, 2018). افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان فلفل (Cavusoglu *et al*., 2021) میوه لکوات (ازگیل ژاپنی) (Zhang *et al*., 2021) با تیمار سیتوکنین گزارش شده است که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. در این مطالعه نیز غلظت‌های بالای اسید آمینه و CPPU با حذف رادیکال‌های آزاد موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز وآسکوربات پراکسیداز) در میوه کیوی شد. اسیدهای آمینه اجزای مهم سیستم آنتی‌اکسیدانی در گیاهان هستند. این مولکول‌ها با کاهش رادیکال‌های آزاد و محافظت از غشای سلولی موجب افزایش فنول‌ها، فلاونوئیدها و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شوند و در نتیجه آنتی‌اکسیدان کل در گیاه افزایش می‌یابد (Gill & Tuteja, 2010; Rennenberg & Herschbach, 2014).

علاوه بر موارد فوق، اسیدهای آمینه نقش کلیدی در سیگنال‌دهی پاسخ به تنش و تولید متابولیسم ثانویه در گیاهان دارند. استفاده از اسید آمینه در مرحله رشد رویشی گیاه باعث افزایش فعالیت فنیل آلانین آمونیالیاز در آزمایش گلخانه‌ای و آزمایش مزرعه‌ای شده است که نشان می‌دهد استفاده از اسیدهای آمینه ممکن است با اثر غیرمستقیم نیز بر بهبود متابولیسم ترکیبات ثانویه گیاهان و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تأثیر بگذارند (Teixeira *et al*., 2017). همچنین، اسیدهای آمینه در تولید گلوتاتیون نقش دارند، گلوتاتیون با اتصال به برخی رادیکال‌های آزاد، تنش گیاه را کاهش می‌دهد و اثر منفی آن‌ها را بر گیاهان کاهش می‌دهند و همچنین به عنوان بستری برای برخی آنزیم‌های مسئول متابولیسم‌های اکسیداتیو مانند گلوتاتیون پراکسیداز و گلوتاتیون سنتتاز استفاده می‌شوند (Gill & Tuteja, 2010).

اسیدهای آمینه با القای سنتز آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی یا پروتئین‌های دفاعی دیگر موجب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان کل می‌شوند. مطالعات نشان داده، اسیدهای آمینه با افزایش فلاونوئیدها و فنول‌ها موجب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شوند. همچنین اسیدهای آمینه به عنوان یک سیگنال برای افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و کاهش رادیکال‌های آزاد عمل می‌کنند (Yagi & Al-Abdulkareem, 2006). علاوه بر این، برخی از پژوهشگران گزارش کرده‌اند که اسیدهای آمینه به عنوان یک سیگنال موجب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان و کاهش نشت یونی در لیچی (Ali *et al*., 2016) و آلو Sogvar (*et al*., 2020) شده‌اند. سایتوکنین با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و آسکوربیک اسید موجب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان کل در گوجه‌فرنگی (Ogweno *et al*., 2010) شده است که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. در مطالعه حاضر نیز غلظت‌های بالای اسیدهای آمینه و CPPU با افزایش آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی (فنول و فلانوئید) و آنزیمی (کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز وآسکوربات پراکسیداز) موجب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل در میوه کیوی شد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

محلول‌پاشی اسید آمینه و CPPU به طور معنی‌داری موجب افزایش اندازه و کیفیت میوه کیوی شد. بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز، فنول و فلاونوئیدکل، ویتامین ث، اسیدقابل تیتراسیون، سفتی بافت میوه و وزن میوه در تیمار ۳۰۰۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه و ۱/۵ پی‌پی‌ام CPPU در هفته چهارم محلول‌پاشی بعد از تمام گل مشاهده شد. این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از اسیدهای آمینه به جای سایتوکنین می‌تواند به عنوان مواد طبیعی و ایمن، راهکاری مناسب در جهت کاهش مصرف کودها و مواد شیمیایی و جلوگیری از مخاطرات زیست محیطی آنها، برای افزایش عملکرد و کیفیت میوه کیوی رقم هایوارد باشد.

منابع

آمارنامه کشاورزی (۱۴۰۲). آمارنامه کشاورزی محصول‌های باغبانی وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، تهران، ایران. قابل دسترسی در آدرس: http://www.maj.ir

حسن‌زاده، سکینه؛ امیری، محمد اسماعیل؛ نائینی محمدرضا و دلجو حافظعلی (۱۳۹۳). اثر محلول‌پاشی کود آمینواسید دار بر عملکرد و کیفیت میوه انار رقم «نادری» در شرایط تنش کم آبی. علوم و فنون باغبانی، ۱۵ (۴)، ۵۴۵-۵۳۳.

عربلو، محمد؛ ایمانی, علی؛ رسولی, موسی؛ و شاهمرادی مسعود (۱۳۹۳). اثر محلول پاشی برگی با کلات کلسیم و اسیدهای آمینه بر وضعیت تغذیه ای، کلروفیل و سطح برگ سیب رقم گلدن دلیشز و گرانی اسمیت. دانش کشاورزی وتولید پایدار، ۱۰، ۲(۲)، ۵۲-۴۳.

REFERENCES

Abd El-Rezak, E., & Saleh, M.S. (2012). Improve productivity and fruit quality of florida prince peach trees using foliar and soil applications of amino acids. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 12(8), 1165-1172.

Abouelsaad, I., & Brengi, S. (2022). Effects of cytokinin types and concentrations on potato growth, yield, and quality under field conditions. *Alexandria Science Exchange Journal*, 495-502.

Agricultural statistics (2023), Agricultural statistics of horticultural products of the Ministry of Agricultural Jihad, Planning and Economic Deputy, Information and Communication Technology Center, Tehran, Iran. Available at: http://www.maj.ir (In Persian).

Ainalidou, A., Karamanoli, K., Menkissoglu-Spiroudi, U., Diamantidis, G., & Matsi, T. (2015). CPPU treatment and pollination, Their combined effect on kiwifruit growth and quality. *Scientia Horticulturae*, 193, 147-154.

Ali, S., Khan, A.S., & Malik, A.U. (2016). Postharvest L-cysteine application delayed pericarp browning, suppressed lipid peroxidation and maintained antioxidative activities of litchi fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 121,135–142.

Ali, M.H., Khan, A.S., Jaskani, M.J., Anwar, R., Ali, S., Malik, As. U., Hasan, M.U., Rehman,

R.N.U., & Ayyub, S. (2022). Pre-storage application of L-arginine mitigates chilling injury and maintains quality of Sandhuri guava fruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46, 1640.

Almutairi, K.F., Saleh, A.A., Ali, M.M., Sas-Paszt, L., Abada, H.S., & Mosa, W.F.A. (2022). Growth performance of Guava trees after the exogenous application of amino acids glutamic acid, arginine, and glycine. *Horticulturae*, 8, 1110.

Amin, A., F. Gharib, El-Awadi, M., & Rashad, E. (2011). Physiological response of onion plants to foliar application of putrescine and glutamine. *Scientia Horticulturae*, 129, 353-360.

Arabloo, M., Imani, A., Rasouli, M., & Shahmoradi, M. (2014). Foliar application of calcium chelated and amino acids on nutritional status, chlorophyll and leaf area surface of Golden Delicious and Granny Smith apple cultivars. *Modern Science of Sustainable Agriculture Journal*, 10, 2(2), 43-52. (In Persian). Ardebili, Z. O., Moghadam, A. R. L., Ardebili, N. O., & Pashaie, A. R. (2012). The induced physiological changes by foliar application of amino acids in *Aloe vera* L. plants. *Plant Omics*, 5, 279–286.

Boras, M., Zidan R., & Halloum, W. (2011). Effect of amino acids on growth, production and quality of tomato in plastic greenhouses. *Biological Sciences Series*, 33(5), 229–238.

Chang, P.T. (2021). Effect of preharvest application of CPPU and perforated packaging on the postharvest quality of Red-Fleshed Pitaya (*Hylocereus polyrhizus* sp.) fruit. *Horticulturae*, 7, 253. https://doi.org/10.3390/horticulturae7080253.

Childerhouse, E. (2009). The effect of a natural plant extract and synthetic plant growth regulators on growth, quality and endogenous hormones of *Actinidia chinensis* and *Actinidia deliciosa* fruit. *Massey Un. NewZealand*, 1-161.

Colla, G., Cardarelli, M., Bonini, P., & Rouphael, Y. (2017). Foliar applications of protein hydrolysate, plant and seaweed extracts increase yield but differentially modulate fruit quality of greenhouse tomato. *HortScience*, 52(9),1214–1220. doi: 10.21273/HORTSCI12200-17

Cruz-Castillo, J. G., Baldicchi, A., Frioni, T., Marocchi, F., Moscatello, S., Proietti, S., & Famiani, F. (2014). Pre-anthesis CPPU low dosage application increases 'Hayward'kiwifruit weight without affecting the other qualitative and nutritional characteristics. *Food Chemistry*, 158, 224-228.

Davies, P.J. (2004). *Plant Hormones, Biosynthesis, Signal Transduction, Action*, Springer, New York, NY, USA.

Dioha, I. J., Olugbemi, O., Onuegbu, T. U., & Shahru, Z. (2011). Determination of ascorbic acid content of some tropical fruits by iodometric titration. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(5), 2180-2184.

El-Badawy, H. E. M. (2019). Effect of spraying amino acids and micronutrients as well as their combination on growth, yield, fruit quality and mineral content of Canino apricot trees. *Journal of Plant Production*. 10(2), 125–132.

El-Din, K. M. G., & El-Wahed, M. (2005). Effect of some amino acids on growth and essential oil content of chamomile Plant. *International Journal of Agriculture and Biology*, 3, 376-380.

Ezz, A., Thanaa, M., Mahmoud, G., El-Gawad, A., & Naghreesh, K. (2021). Effect of some growth regulators on productivity, fruit quality and storability of sugar apple. *Natutal Volatiles and Essential Oils*, 8(5), 12298-12316.

Faten, S. A., Shaheen, A. M., Ahmed, A. A., & Mahmoud, A. R. (2010). Effect of foliar application of amino acids as antioxidants on growth, yield, and characteristics of squash. *Research Journal of Agriculture and Biological Science*, 6(5), 583-588.

Cavusoglu, S., Sensoy, S., Karatas, A., Tekin, O., Islek, F., Yilmaz, N., Adamkova, A., & Mlcek, J. (2021). Effect of pre-harvest organic cytokinin application on the post-harvest physiology of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Sustainability*, 13(15), 8258.

Gill, S., & Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48, 909–930.

Govindaraju, S., & Arulselvi, P.I. (2016). Effect of cytokinin combined elicitors (l-phenylalanine,

salicylic acid and chitosan) on in vitro propagation, secondary metabolites and molecular characterization of medicinal herb - *Coleus aromaticus* Benth (L). *Journal of the Saudi Society of Agricultural*, 4, 45-51.

Habibi, F., & Ramezanian, A. (2017). Vacuum infiltration of putrescine enhances bioactive compounds and maintains quality of blood orange during cold storage. *Food Chemistry*, 227, 1–8.

Haghighi, M., Barzegar, A., & Abolghasem, R. (2022). Effect of exogenous amino acids application on the biochemical, antioxidant, and nutritional value of some leafy cabbage cultivars. *Scientific Reports*. 12, 177-185.

Hamid, A.A., Aiyelaagbe, O.O., Usman, L.A., Ameen, O.M., & Lawal, A. (2010). Antioxidants, Its medicinal and pharmacological applications. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*. 4, 142–151.

Han, D. H., & C. H. Lee. (2004). The effects of GA_3, CPPU and ABA applications on the quality of 'Kyoho' (*Vitis vinifera* L. x *V. labruscana* Bailey) grapes. *Acta Horticulturea*. 653, 193-197.

Hassanzade, S. Amiri, M. E., Naeini, M. R, & Deljou, H. (2015). Effect of spraying of fertilizer containing amino acids on yield and quality of pomegranate cultivar 'Naderi' under water deficit conditions. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 15(4), 533-545. (In Persian)

Huang, H.W., Gong, J. J., Wang, S. M., He, Z. C., Zhang, Z. H. & Li, J. Q. (2000). Genetic diversity in the genus *Actinidia*. *Chinese Biodiversity*, 8, 1–12.

Iwahori, S., Tominaga, S., & Yamasaki, T. (1988). Stimulation of fruit growth of kiwifruit, *Actinidia chinensis* Planch, by N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'- phenylurea, a diphenylurea-derivative cytokinin. *Scientia Horticulturea*, 35,1-2. 109-115. https://doi.org/10.1016/0304-4238(88)90042-8

Jia, H.J., Okamoto, G., & Hirano, K. (2000). Effect of amino acid composition on the taste of 'Hakuho' peaches (*Prunus persica* Batsch) grown under different fertilizer levels. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 69, 135-140.

Ikeda, F., Ishikawa, K., Yazawa, S., & Baba, T. (2004). Induction of compact clusters with large seedless berries in the grape cultivar 'Fujiminori' by the use of streptomycin, gibberellins, and CPPU. *Acta Horticulturea*, 640, 361-368. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.640.43

Huang, Y.L., Yeh, P.Y., Shen, C.C., &Chen, C.C. (2003). Antioxidant flavonoids from the rhizomes of *Helminthostachys zeylanica*. *Phytochemistry*. 64(7), 1277-83. https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2003.09.009. PMID: 14599526.

Kakkar, R. K., Nagar, P. K., Ahuja, P. S., & Rai, V. K. (2000). Polyamines and plant morphogenesis. *Biologia Plantarum*, 43(1), 1-11. https://doi.org/10.1023/A:1026582308902

Kassem, H.A., Al-Obeed, R.S., Ahmed, M.A., & Omar, A.K.H. (2011). Productivity fruit quality and profitability of jujube trees improvement by preharvest application of Agro-chemical, Middle-East, journal of scientific research, 9(5),628-637. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:111135241

Li, W., Herrera-Estrella, L., & Lam-Son, P.T. (2016). The Yin-Yang of cytokinin homeostasis and drought acclimation/adaptation. *Trends in Plant Science*, 21(7), 548-550. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.05.006

Liu, F. H., & Longnecker, N. (2001). Interactive effect of cytokinin and potassium on sink-source relationships in *Lupinus angustifolius*, *Plant Growth Regulation*. 36(1), 1–6. http://dx.doi.org/10.1023/A:1014794015080

Liu, X., Luo, Y., Wang, S., Wang, H., Harpaz-Saad, X., & Huang, X. (2022). Residue analysis and the effect of preharvest forchlorfenuron (CPPU) application on on-tree quality maintenance of Ripe fruit in "Feizixiao" Litchi (*Litchi chinensis* Sonn.)**.** *Frontiers in Plant Science*, 13, 14-23. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.829635

Ma, T., Sun, X., Zhao, J., You, Y., Lei, Y., Gao, G., & Zhan, J. (2017). Nutrient compositions and antioxidant capacity of kiwifruit (*Actinidia*) and their relationship with flesh color and commercial value. *Food Chemistry*, 218, 294–304. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.081

Mohseni, F., Pakkish, Z., & Panahi, B. (2017). Arginine impact on yield and fruit qualitative

characteristics of strawberry. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 82(1), 19–26.

Nishiyama, I., Fukuda T., Shimohashi, A., & Oota, T. (2008). Sugar and organic acid composition in the fruit juice of different *Actinidia* varieties. *Food Science and Technology Research*, 14(1), 67–73. http://dx.doi.org/10.3136/fstr.14.67

Ogweno, J. O., Hu, W. H., Song, X. S., Shi, K., Mao, W. H., Zhou, Y. H., & Yu, J. Q. (2010). Photoinhibition-induced reduction in photosynthesis is alleviated by abscisic acid, cytokinin and brassinosteroid in detached tomato leaves. *Plant Growth Regulation*, 60, 175-182.

Pakkish, Z., & Mohammadrezakhani, S. (2021). Quality characteristics and antioxidant activity of the mango (*Mangifera indica*) fruit under arginine treatment. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 11(1), 63–74.

Pan, Y.F., Chen, H.H., Li, X.H., Chen, H.Y., Wang, W. and Zhang, Y.Z. (2014). Effect of temperature on activities of cell wall enzymes of Kiwifruit during the shelf life. In *Advanced Materials Research*, (997, 150-153). Trans Tech Publications, Ltd. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.997.150

Patterson, K. J., & Currie, M. B. (2010). Optimising kiwifruit vine performance for high productivity and superior fruit taste. *Acta Horticulturea*, 913, 257-268. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.913.33

Polo, J., & Mata, P. (2018). Evaluation of a biostimulant (pepton) based in enzymatic hydrolyzed animal protein in comparison to seaweed extracts on root development, vegetative growth, flowering, and yield of gold cherry tomatoes grown under low stress ambient field conditions. *Frontiers in Plant Science*. 8, 2261. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02261

Publications Office of the European Union. (2004). Commission Regulation (EC) No 1673/2004 of 24 September 2004 Laying Down the Marketing Standard Applicable to Kiwifruit. In: The Publications Office of the European Union Luxembourg. https://doi.org/10.1093/jxb/eru315

Rennenberg, H., & Herschbach, C. (2014). A detailed view on sulphur metabolism at the cellular and whole-plant level illustrates challenges in metabolite flux analyses. *Journal of Experimental Botany*. 65(20), 5711–5724.

Ricci, A., Incerti, M., Rolli, E., Vicini, P., Morini, G., Comini, M., & Branca, C. (2006). Diheteroarylurea derivatives as adventitious rooting adjuvants in mung bean shoots and M26 apple rootstock. *Plant Growth Regulation*, 50, 201-209. http://dx.doi.org/10.1007/s10725-006-9119-1

Richardson, A. C., Marsh, K. B., Boldingh, H. L., Pickering, A. H., Bulley, S. M., Frearson, N. J. & Macrae, E. A. (2004). High growing temperatures reduce fruit carbohydrate and vitamin C in kiwifruit. *Plant, Cell & Environment*, 27(4), 423-435. https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2003.01161.x

Sabaghnia, Z., & Nahavandi, F. (2017). Effects of Forchlorofenuron (CPPU) treatment on fruit properties in the fruit of common guava. *Pobrane z czasopisma Annales C Biologia*, LXXII (2), 7-14.

Sadak, M. S. H., Abdelhamid, M.T., & Schmidhalter, U. (2015). Effect of foliar application of amino acids on plant yield and some physiological parameters in bean plants irrigated with seawater. *Acta Biológica Colombiana*, 20(1), 140–152.

Shargal, A., Golobovich, S., Yablivich, Z., & Grafi, G. 2006. Synthetic cytokinins extend the phase of division of parenchyma cells in developing pear (*Pyrus communis* L.). *Fruits.* 81(5), 915–92. https://doi.org/10.1080/14620316.2006.11512159

Shehata, S. A., Gharib, A. A., Mohammad, M. El-Mogy, Abdel Gawad, K. F., & Emad A., Sh. (2011). Influence of compost, amino and humic acids on the growth and yield and chemical parameters of strawberries. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(11), 2304-2308.

Shu, P., Min, D., Ai, W., Li, J., Zhou, J., Li, Z., Zhang, X., Shi, Z., Sun, Y., & Jiang, Y. 2020. L-Arginine treatment attenuates postharvest decay and maintains quality of strawberry fruit by promoting nitric oxide synthase pathway. *Postharvest Biology and Technology*, 168, 111253. http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111253

Sogvar, O. B., Rabiei, V., Razavi, F., & Gohari, G. (2020). Phenylalanine alleviates postharvest chilling injury of plum fruit by modulating antioxidant system and enhancing the accumulation of phenolic compounds. *Food Technology and Biotechnology*. 58(4), 433-444.

https://doi.org/10.17113/ftb.58.04.20.6717

Suwandi, T., Dewi, K., & Cahyono, P. (2016). Pineapple harvest index and fruit quality improvement by application of gibberellin and cytokinin. *Fruits*, 71(4), 209-214. http://dx.doi.org/10.1051/fruits/2016010

Tavarini, S., Degl'Innocenti, E., Remorini, D., Massai, R., & Guidi, L. (2008). Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. *Food Chemistry*, 107(1), 282- 288. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.015

Teixeira, W., Fagan, E., Soares, L., Umburanas, R., Reichardt, K., & Neto, D. (2017). Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the soybean crop**.** *Frontiers in Plant Science*, 8, 1-14.

Thakur, M., Raina, R., Sharma, A., Singh, K., & Kapoor, R. (2020). Effect of CPPU (Sitofex) on quality and yield in kiwi fruit. *Journal of Krishi Vigyan*. 9(1), 81-83. https://doi.org/10.5958/2349-4433.2020.00136.1

Vincill, E.D., Bieck, A.M., & Spalding, E.P. (2012). Ca2+ conduction by an amino acid-gated ion channel related to glutamate receptors. *Plant Physiology*, 159(1), 40–46. https://doi.org/10.1104/pp.112.197509

Wang, H.J., Wu, L.H., Wang, M.Y., Zhu, Y.H., Tao, Q.N., & Zhang, F.S. (2007). Effects of amino acids replacing nitrate on growth, nitrate accumulation, and macroelement concentrations in pakchoi (*Brassica chinensis* L.). *Pedosphere*, 17: 595–600

Wang, J., Lv, M., He, H., Jiang, Y., Yang, J., & Ji, S. (2020). Glycine betaine alleviated peel browning in cold-stored 'Nanguo' pears during shelf life by regulating phenylpropanoid and soluble sugar metabolisms. *Scientia Horticulturae*. 262, 109100. http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109100

White, A., De Silva, H. N., Requejo-Tapia, C., & Harker, F. R. (2005). Evaluation of softening characteristics of fruit from 14 species of *Actinidia*. *Postharvest Biology and Technology*, 35(2), 143-151. http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.08.004

Wu, L., Lan, J., Xiang, X., Khan, S., & Liu, Y. (2020). Transcriptome sequencing and endogenous phytohormone analysis reveal new insights in CPPU controlling fruit development in kiwifruit (*Actinidia chinensis*). *Plos One*, 15(10), e0240355. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240355

Yagi, M., & Abdulkareem, S. (2006). Effects of exogenous arginine and uric acid on *Eruca sativa* Mill grown under saline conditions. *Journal of Science and Technology*, 7, 1–11.

Zhang, H., Wang, Y.Q., Deng, Q.X., Yang, Z.W., Pan, C.P., Chi, Z.H., Wen, L., & Yang, Y.M. (2021). Effects of Exogenous Trans-Zeatin and Lovastatin on Abortion of Small Seeds in 'Dawuxing' loquat (*Eriobotrya Japonica* Lindl.).

Zhang, C., & Whiting, M. D. (2011). Improving 'Bing' sweet cherry fruit quality with plant growth regulators. *Scientia Horticulturae*, 127(3), 341-346. http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2010.11.006

Zhang, Z., Huber, D. J., & Rao, J. (2013). Antioxidant systems of ripening avocado (Persea americana mill.) fruit following treatment at the pre climacteric stage with aqueous 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology Technology*, 76,58–64.https://doi.org/10.1016/j.postharvbio. 2012.09.003

Agriculture, 11(5), 409. https://doi.org/10.3390/agriculture11050409

Zheng, J.L., Hu, L.Y., Hu, K.D., Wu, J., Yang, F., & Zhang, H. (2016). Hydrogen sulfide alleviates senescence of fresh-cut apple by regulating antioxidant defense system and senescence-related gene expression. *Hort Science*. 51(2), 152–158. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.51.2.152