

(OPEN ACCESS)

**The effect of foliar application time of urea and some microelements
on the quantitative and qualitative characteristics of
kiwifruit cv. Hayward**

**Ebrahim Abedi Gheshlaghi^{*1}, Massoumeh Kia Eshkvarian², Tahereh Raiesi³,
Malek Ghasemi⁴, Somaieh Shahnazari⁵**

1. Corresponding Author, Assistant Prof., Horticulture Crops Research Dept., Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Rasht, Iran. E-mail: eabedig@yahoo.com
2. Researcher of Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticulture Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran. E-mail: mkiacitrus@yahoo.com
3. Associate Prof., Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticulture Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran. E-mail: taraiesi@gmail.com
4. Assistant Prof., Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticulture Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran. E-mail: ghasemi@yahoo.com
5. Researcher of Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticulture Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran. E-mail: s_shahnazari85@yahoo.com

Article Info

Article type:

Full Length Research Paper

Article history:

Received: 05.25.2024

Revised: 06.15.2024

Accepted: 07.08.2024

Keywords:

Dry matter,
Fertility index,
Storage,
TSS,
Yield

ABSTRACT

Background and objectives: Foliar application is a supplementary method for reducing fertilizer consumption. In some cases, it is used to immediately provide plants with specific nutrients and compensate for low nutrient absorption from the soil in early spring due to reduced root activity. This method offers several advantages, such as preventing fertilizer loss from the soil surface, high nutrient recycling, improved nutrient absorption, reduced fertilizer usage, and consequently less environmental damage. Nutrient supply is essential during critical plant growth stages, such as flower induction, flower initiation, reproductive organ differentiation, and fruit development, when there is competition between roots and fruits for nutrient absorption. This study aimed to investigate the impact of foliar application of nutrients on the yield and various quantitative and qualitative characteristics of Hayward cultivar kiwifruit during the harvest and storage period over two years in Astara county.

Materials and Methods: This experiment was conducted during the years 2020-2022 on kiwifruit vines with nutrients including urea (1%), zinc sulfate (2000 ppm), boric acid (1500 ppm), and manganese sulfate (1500 ppm) at three times, including before the flowering time in mid-summer, bud swelling in late winter and before sepals splitting in spring. Also, in the control treatment, kiwifruit vines were sprayed with water. After harvesting, the fruits were transferred to cold storage and the quality of the fruit was monitored under different treatments of the nutrient elements application time for three months with one-month intervals. Field experiment and storage data were analyzed as randomized complete block and factorial design respectively. In the factorial design, the first factor was the spraying time in four levels and the second factor was the storage

period in three levels. Statistical analysis of all obtained data was done using SAS statistical software (version 9) and comparing treatment means with Duncan's test at a 5% probability level.

Results: The results showed that the yield in the second year was 15% higher than the first year. Winter foliar spraying with an average yield of 98.98 kg/vine produced the highest amount of yield and showed a significant difference compared to all treatments. The heaviest fruits with an average of more than 109 grams without significant difference were observed in summer and spring foliar spraying treatments in the second year. Kiwifruit vines showed the highest fertility index and soluble solids in winter foliar spraying treatment. Foliar spraying in winter and spring reduced the amount of total phenol in the fruit at the time of harvest but had no significant effect on the antioxidant capacity of the fruit. Also, the examination of the results during three months of storage of fruits in cold storage showed that the lowest and highest amount of soluble solids of fruit was observed with 8.70% and 16.33%, respectively, at the time of harvest and the end of the third month of storage of the first year. The total acidity of the fruit decreased during the storage period and reached its lowest value at the end of the cold storage at 1.84%. The highest amount of vitamin C in the fruit was observed at 41.91 mg/g in the winter treatment at the time of harvest, and the lowest amount was observed at 29.04 mg/g at the end of the first year of storage. The highest amount of fruit dry matter was observed in the summer foliar spraying treatment and control in the second year. The lowest amount of monthly fruit weight loss was 3.54% in winter foliar spraying treatment in the second year.

Conclusion: Based on the findings of the current research, simultaneous foliar spraying of urea, zinc sulfate, boric acid, and manganese sulfate during mid-summer (flowering time) or late winter (bud swelling) yields better results compared to spring foliar spraying. This practice has been shown to improve fruit yield as well as some quantity and quality traits of the fruit.

Cite this article: Abedi Gheshlaghi, Ebrahim, Kia Eshkvarian, Massoumeh, Raiesi, Tahereh, Ghasemi, Malek, Shahnazari, Somaieh. 2025. The effect of foliar application time of urea and some microelements on the quantitative and qualitative characteristics of kiwifruit cv. Hayward. *Journal of Plant Production Research*, 32 (2), 103-127.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/jopp.2024.22478.3148

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

اثر زمان محلول‌پاشی اوره و برخی ریزعناصر بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه کیوی فروت رقم هایوارد

ابراهیم عابدی قشلاقی^{۱*}، معصومه کیااشکوریان^۲، طاهره رئیسی^۳، مالک قاسمی^۴، سمیه شاهنظری^۵

۱. نویسنده مسئول، استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران. رایانامه: eabedig@yahoo.com
۲. محقق پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران. رایانامه: mkiacitrus@yahoo.com
۳. دانشیار پژوهشی پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران. رایانامه: taraiesi@gmail.com
۴. استادیار پژوهشی پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران. رایانامه: malek_ghasemi@yahoo.com
۵. محقق پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران. رایانامه: s_shahnazari85@yahoo.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله:	سابقه و هدف: محلول‌پاشی روشی مکمل برای کاهش مصرف کود است. در مواردی برای تأمین نیاز فوری گیاه به عنصری خاص و هم‌چنین جبران جذب پایین عناصر از خاک در اوایل بهار به علت فعالیت اندک ریشه‌ها استفاده می‌شود. این روش به دلیل کاهش تلفات کود دارای مزایای متعددی از جمله بهبود عناصر غذایی و کاهش مصرف کود و در نتیجه آسیب زیست‌محیطی کم‌تری است. تأمین مواد مغذی در زمان‌های بحرانی فنولوژی گیاه مانند القای گل، شروع گل، تمایز اندام‌های زایشی و مرحله رشد میوه به علت رقابت بین ریشه و میوه در جذب و مصرف عناصر غذایی بسیار مهم است. این پژوهش باهدف بررسی اثر زمان محلول‌پاشی برخی عناصر غذایی بر عملکرد و برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه کیوی فروت رقم هایوارد در زمان برداشت و دوره انبارداری به مدت دو سال در شهرستان آستارا انجام شد.
واژه‌های کلیدی:	انبارداری، شاخص باروری، عملکرد، ماده خشک، مواد جامد محلول
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۵	مواد و روش‌ها: این آزمایش طی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۱ روی تاک‌های کیوی فروت با عناصر غذایی شامل اوره (یک درصد)، سولفات روی (۲۰۰۰ppm)، اسید بوریک (۱۵۰۰ppm) و سولفات منگنز (۱۵۰۰ppm) در سه زمان شامل قبل از زمان گل‌انگیزی در اواسط تابستان، زمان تورم جوانه‌ها در اواخر زمستان و زمان آغاز شکافتن کاسبرگ‌ها در بهار محلول‌پاشی شدند.

همچنین در تیمار شاهد، تاک‌های کیوی فروت با آب محلول‌پاشی شدند. پس از برداشت، میوه‌ها به سردخانه انتقال داده شد و کیفیت میوه تحت تیمارهای مختلف زمان محلول‌پاشی عناصر غذایی به مدت سه ماه با فواصل یک‌ماه مورد پایش قرار گرفت. داده‌های آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی و داده‌های انبارداری در قالب طرح فاکتوریل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در طرح فاکتوریل عامل اول زمان محلول‌پاشی در چهار سطح و عامل دوم دوره نگهداری در سه سطح بود. تجزیه و تحلیل آماری همه داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹) و مقایسه میانگین‌های تیمار با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که عملکرد در سال دوم ۱۵ درصد بیش‌تر از سال اول بود. محلول‌پاشی زمستانه با میانگین عملکرد ۹۸/۹۸ کیلوگرم میوه در هر تاک بیش‌ترین میزان عملکرد را تولید کرد و اختلاف معنی‌داری نسبت به همه تیمارها نشان داد. سنگین‌ترین میوه‌ها با میانگین بیش از ۱۰۹ گرم بدون اختلاف معنی‌دار در تیمارهای محلول‌پاشی تابستانه و بهاره در سال دوم مشاهده شد. تاک‌های کیوی فروت در تیمار محلول‌پاشی زمستانه بیش‌ترین شاخص باروری و مواد جامد محلول را نشان دادند. محلول‌پاشی زمستانه و بهاره مقدار فنل کل میوه را در زمان برداشت کاهش داد اما بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه اثر معنی‌داری نداشت. همچنین بررسی نتایج طی سه ماه نگهداری میوه‌ها در سردخانه نشان داد که کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار مواد جامد محلول میوه به ترتیب با ۸/۷۰ و ۱۶/۳۳ درصد در زمان برداشت و پایان ماه سوم انبارداری سال اول مشاهده شد. اسیدیته کل میوه در دوره انبارداری کاهش یافت و در پایان نگهداری سردخانه با ۱/۸۴ درصد به کم‌ترین مقدار خود رسید. بیش‌ترین مقدار ویتامین ث میوه، با ۴۱/۹۱ میلی‌گرم در گرم در تیمار زمستانه در زمان برداشت مشاهده شد و کم‌ترین مقدار با ۲۹/۰۴ میلی‌گرم در گرم در پایان انبارداری سال اول مشاهده شد. بیش‌ترین مقدار ماده خشک میوه در تیمار محلول‌پاشی تابستانه و شاهد در سال دوم مشاهده شد. کم‌ترین مقدار کاهش وزن ماهیانه میوه ۳/۵۴ درصد در تیمار محلول‌پاشی زمستانه در سال دوم مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج پژوهش حاضر، محلول‌پاشی هم‌زمان اوره، سولفات روی، اسید بوریک و سولفات منگنز در اواسط تابستان (زمان گل‌انگیزی) یا اواخر زمستان (مرحله تورم جوانه‌ها) نتایج بهتری نسبت به زمان محلول‌پاشی بهاره داشته و عملکرد و برخی از صفات کمی و کیفی میوه را بهبود بخشید.

استناد: عابدی قشلاقی، ابراهیم، کیالاشکوریان، معصومه، رئیسی، طاهره، قاسمی، مالک، شاهنظری، سمیه (۱۴۰۴). اثر زمان محلول‌پاشی اوره و برخی ریزعناصر بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه کیوی فروت رقم هایوارد. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۳۲ (۲)، ۱۲۷-۱۰۳.

DOI: 10.22069/jopp.2024.22478.3148



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

تغذیه برگى روشى متداول برای تأمین عناصر غذایی در محصولات باغی است. در این روش عناصر مورد نیاز گیاه به سرعت و با کارایی نسبتاً بالایی در اختیار گیاه قرار می گیرند. کاهش مصرف کودهای شیمیایی و پیامدهای زیست محیطی ناشی از استفاده بی رویه از این گونه کودها، از ویژگی های این روش کود دهی است (۱، ۲). تغذیه برگى یک راهکار مناسب در جهت تأمین سریع عناصر غذایی برای گیاه در مراحل فنولوژی با تقاضای بالای عناصر غذایی و افزایش عملکرد و کیفیت میوه است (۳).

در تاک های کیوی فروت زمان گل انگیزی در اواسط تابستان، زمان تورم جوانه ها در اواخر زمستان و زمان آغاز شکافتن کاسبرگ ها در بهار از مهم ترین مراحل فنولوژی است که نیاز تاک به عناصر غذایی در این زمان ها زیاد می باشد. تمایزیابی جوانه های کیوی فروت در اواخر زمستان اندکی قبل از شکفتن آنها انجام می شود که گیاه فاقد برگ و اندام های فتوستنز کننده است (۴)، بنابراین وجود ذخایر غذایی در گیاه در تمایزیابی کامل اندام های زایشی می تواند مؤثر باشد.

عناصر نیتروژن، بور و روی در فرآیند لقاح و تشکیل میوه بیشترین تأثیر را دارند. نیتروژن طول شاخساره، درصد شاخساره های زایشی، سطح برگ و شاخص سطح برگ را به طور معنی داری افزایش می دهد. حد کفایت نیتروژن در برگ کیوی فروت در اواسط فصل رشد ۲/۸ درصد است (۳). کمبود این عنصر ابتدا باعث کاهش رشد می شود. هم چنین اندازه میوه و تعداد میوه نیز کاهش می یابد. در پژوهشی، اثر ۱۱ مرحله محلول پاشی اوره با فاصله زمانی ۱۰ روز در حدود ۲۰ روز قبل از تشکیل میوه (معادل ۸۰ کیلو نیتروژن در هکتار) با کوددهی خاکی در تاک های کیوی فروت رقم هایوارد مورد مقایسه قرار گرفت

(۵). نتایج نشان داد رشد رویشی در تاک های محلول پاشی شده نسبت به کوددهی خاکی کم تر بود و میوه تاک های محلول پاشی شده نسبت به تیمار کوددهی خاکی در حدود ۹ درصد سنگین تر بودند.

گزارش شده است که در بین عناصر ریزمغذی، روی و بور تأثیر بیش تری در تغذیه گیاهان دارند و محلول پاشی برگى توأم بور و روی از محلول پاشی جداگانه این عناصر بر عملکرد و صفات رویشی مؤثرتر است (۶). بور سبب شکل گیری پکتین دیواره سلولی، تولید اسید مالیک، تقسیم سلولی، انتقال کربوهیدرات ها و آنزیم ها می شود. هم چنین بور نقش مهمی در جوانه زنی و رشد لوله گرده دارد (۷). در کیوی فروت بور برای تولید میوه هایی با تعداد کافی بذر ضروری است. از طرفی بور سبب انتقال آسان قندها در گیاهان می شود ترکیب قند با بور می تواند سریع تر از قند ساده از غشای تراوای سلول عبور می کند. بور از طریق دخالت اثرات اکسین بر قدرت ذخیره ای جنین های در حال نمو مؤثر است و از این طریق باعث جذب آسیمیلات ها به میوه می شود (۸). جهت تشکیل و تولید میوه با اندازه مطلوب عنصر روی مورد نیاز است. این عنصر به عنوان کوفاکتور آنزیم کربنیک این هیدراز که برای بیوسنتز کلروفیل مورد نیاز است، در همه بافت های فتوستتزی حضور دارد. این عنصر واکنش های فتوشیمیایی را از طریق افزایش انتقال الکترون در فتوسیستم II تسریع می کند. روی هم چنین در تولید تریپتوفان که یک پیش ماده تولید اکسین است نقش دارد (۹). در درختان هلو، کمبود روی باعث تولید میوه های کوچک، بد شکل و با کیفیت پایین می شود (۱۰).

در پژوهشی برای تعیین برنامه مناسب کوددهی تاکستان های کیوی فروت هایوارد شمال کشور از تیمارهای مختلف کودی به صورت پای درختی همراه با محلول پاشی برگى و بدون محلول پاشی برگى

استفاده شد. نتایج نشان داد که تیمارهای ۳۵۰ گرم اوره، ۵۰۰ گرم سولفات پتاسیم، ۵۰۰ گرم سوپر فسفات، ۸۰ گرم سولفات آهن همراه با محلول‌پاشی برگ ۵ قسمت در هزار کلات روی و کلات آهن و ۰/۵ درصد کلسیم در طی چند مرحله برای هر تاک دارای بیش‌ترین اثر در عملکرد هر درخت، سفتی میوه، pH میوه و درصد ماده خشک میوه داشت. همچنین، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین غلظت عنصر روی، عملکرد و سفتی میوه مشاهده شد (۱۱). محلول‌پاشی پاییزه تاک‌های کیوی هایوارد با ترکیبی از کودهای اوره، سولفات روی و اسید بوریک شکستن جوانه، درصد شاخساره‌های گل‌دهنده و تعداد کل را در بهار نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (۱۲). در بررسی اثر تیمارهای مختلف کودی در صفات کمی و کیفی میوه کیوی فروت رقم هایوارد، محلول‌پاشی برگ تاک‌ها با اوره با غلظت ۵ در هزار ۴ بار در سال (فروردین، اردیبهشت، خرداد و تیر)؛ و دی‌آمونیم فسفات، کلرید پتاسیم و سولفات منیزیم هر یک با غلظت ۵ در هزار ۲ بار در سال، باعث افزایش ۱۵۷ درصدی عملکرد نسبت به تیمارهای کوددهی بدون محلول‌پاشی شد (۳).

با توجه به اثر تغذیه و کربوهیدرات‌ها در نمو جوانه و تقسیم سلولی میوه، محلول‌پاشی با عناصری که در سوخت‌وساز و تغذیه گیاه نقش دارند، می‌تواند تشکیل میوه، کمیت و کیفیت میوه‌ها را در کیوی فروت رقم هایوارد افزایش دهد. محلول‌پاشی برگ روشی نسبتاً جدیدی در کشاورزی است که به‌عنوان روش فوری و مستقیم برای اسپری کردن کودهای محلول در آب روی برگ گیاهان استفاده می‌شود. محلول‌پاشی برگ نه تنها برای به‌دست آوردن عملکرد بالایی محصولات استفاده می‌شود، بلکه برای اصلاح کمبود مواد مغذی کم‌مصرف و پرمصرف نیز کاربرد دارد (۱۳). برای به حداکثر رساندن سودآوری

محصولات باغی به روشی پایدار، نهاده‌های کود باید طبق تعریف، با توجه به اهداف تولید، علاوه بر در دسترس بودن مواد مغذی در خاک، با نیاز گیاه مطابقت داشته باشد. این به مفهوم استفاده از کود مناسب در مقدار مناسب، زمان مناسب، مکان مناسب و فرمولاسیون مناسب می‌باشد (۱۴). برخلاف سایر درختان، در مورد تغذیه برگ این عناصر که نقش مهمی در افزایش کمیت و کیفیت میوه کیوی فروت دارند، پژوهش‌های خیلی کمی انجام شده است. پژوهش حاضر باهدف بررسی اثر زمان تیمار محلول‌پاشی برگ عناصر غذایی بر عملکرد و برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه کیوی فروت رقم هایوارد در زمان برداشت و دوره انبارداری به مدت دو سال طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۱ در شهرستان آستارا انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش برای بررسی اثر محلول‌پاشی برگ چهارعنصر نیتروژن، بور، روی و منگنز بر میزان تشکیل میوه، عملکرد و حفظ کیفیت میوه کیوی فروت رقم هایوارد طی نگهداری در سردخانه به مدت دو سال (۱۳۹۹-۱۴۰۱) در شهرستان آستارا در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه زمان محلول‌پاشی تاک‌های کیوی فروت با عناصر غذایی شرکت مرک شامل نیتروژن به فرم اوره (یک درصد)، روی به فرم سولفات روی (۲۰۰۰ ppm)، بور به فرم اسید بوریک (۱۵۰۰ ppm) و منگنز به فرم سولفات منگنز (۱۵۰۰ ppm) در سه مرحله شامل: ۱- قبل از زمان گل‌انگیزی در اواسط تابستان، ۲- زمان تورم جوانه‌ها در اواخر زمستان و ۳- زمان آغاز شکافتن کاسبرگ‌ها در بهار بودند. همچنین محلول‌پاشی با آب نیز به‌عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. برخی مشخصات

فیزیکی و شیمیایی خاک تاکستان مورد آزمایش در جدول ۱ ذکر شده است.

ارزیابی‌ها: یکی از عامل‌های موردبررسی درصد تشکیل میوه می‌باشد که برای تعیین درصد تشکیل میوه، ابتدا تعداد گل‌های چهار شاخه علامت‌گذاری شده در چهار جهت تاک که به‌طور تصادفی انتخاب شده‌اند در زمان گلدهی شمارش‌شده و سه تا چهار هفته بعد از ریزش گلبرگی‌ها دوباره مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و میانگین درصد تشکیل میوه برای هر تیمار، هم‌چنین شاخص باروری^۱ و باروری واقعی^۲ محاسبه شد. شاخص باروری میانگین تعداد گل‌های تشکیل‌شده روی شاخساره‌های بارور می‌باشد، درحالی‌که باروری واقعی میانگین تعداد گل روی جوانه‌های باقی‌مانده بعد از هرس زمستان است. با توجه به باز نشدن برخی از جوانه‌ها در بهار و هم‌چنین رویشی بودن برخی از شاخساره‌های حاصل از رشد جوانه‌های باقی‌مانده بعد از هرس زمستان، مقادیر عددی آن همیشه کمتر از شاخص باروری است. درواقع باروری واقعی نشان‌دهنده شاخصی از درصد جوانه‌های شکفته و شاخساره‌های باردار نیز می‌باشد و هرچه مقادیر عددی شاخص باروری و باروری واقعی به هم نزدیک باشد نشان‌دهنده درصد بیش‌تر جوانه‌های شکفته در بهار و باردار بودن شاخساره‌های حاصل از جوانه‌های شکفته می‌باشد.

بلافاصله پس از برداشت میوه، عملکرد، میانگین وزن میوه، ابعاد میوه، مواد جامد محلول، سفتی میوه، ماده خشک میوه و اسیدیته کل میوه، ویتامین ث، فنل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های حاصل از تاک‌های تیمار شده و شاهد ارزیابی شدند. علاوه‌براین، میوه‌ها در طول سه ماه دوره نگهداری در انبار بافاصله زمانی یک‌ماهه از نظر میزان کاهش وزن و صفات کمی و کیفی ذکر شده ارزیابی گردید.

اندازه‌گیری درصد مواد جامد محلول (TSS) با استفاده از دستگاه رفرکتومتر چشمی و میزان اسیدیته قابل تیترا (TA) با روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال انجام شد. برای اندازه‌گیری ماده خشک از برش‌های دو میلی‌متری وسط میوه استفاده‌شده و در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شد تا وزن آن‌ها به حالت ثابتی برسد. سپس درصد ماده خشک با استفاده از وزن‌تر و وزن خشک برش‌ها محاسبه شد. اندازه‌گیری مقدار ویتامین ث با روش تیتراسیون ۲ و ۶- دی کلروفنول ایندوفنول (DCIP) انجام گرفت. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره متانولی استخراج‌شده به روش (۱۵) و میزان فنل کل به روش Ciocalteu-Folin انجام شد (۱۶).

تجزیه آماری: این آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار زمان محلول‌پاشی در ۳ تکرار ۲ درختی بر روی ۲۴ تاک بالغ کیوی فروت انجام شد. هم‌چنین، اثر تیمارهای مختلف بر صفات کمی و کیفی میوه رقم هایوارد طی سه ماه نگهداری در سردخانه به‌طور ماهیانه بررسی و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت فاکتوریل، عامل اول زمان محلول‌پاشی (چهار سطح) و عامل دوم مدت انبارداری (سه سطح) مورد تجزیه قرار گرفت.

تجزیه آماری کلیه داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (ver.9) انجام گرفت و مقایسه میانگین تیمارها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

1- Fertility index

2- Real Fertility

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تاکستان مورد آزمایش.

Table 1. Physical and chemical characteristics of the tested vineyard soil.

Measurement depth (%) عمق اندازه‌گیری		واحد	علامت اختصاری	متغیرها
30-60	0-30	Unit	Abbreviation	Variables
0.09	1.05	%	O.C	کربن آلی
21.6	21.6	%	Clay	رس
22.8	26.8	%	Silt	سیلت
55.6	51.6	%	Sand	شن
sandyclayloam	sandyclayloam	-	Texture	کلاس بافتی
5.9	5.0	%	SM	رطوبت
58	60	%	SP	اشباع
5.60	5.76	%	pH	اسیدیته
0.61	0.51	ds/m	E.C	هدایت الکتریکی
0.06	0.09	ppm	N	نیتروژن کل
360	424	ppm	K	پتاسیم قابل جذب
45.6	48.4	ppm	P	فسفر قابل جذب
--	16	ppm	Mn	منگنز
--	1.75	ppm	B	بور
--	3.5	ppm	Zn	روی

نتایج و بحث

تجزیه مرکب دوساله عملکرد و ویژگی‌های زایشی

عملکرد: بررسی نتایج اثر اصلی زمان محلول‌پاشی نشان داد که محلول‌پاشی زمستانه با میانگین عملکرد ۹۸/۹۸ کیلوگرم میوه در هر تاک و ۳۱/۵۷ درصد افزایش نسبت به شاهد بیش‌ترین میزان عملکرد را تولید کرد و اختلاف معنی‌داری نسبت همه تیمارها نشان داد، اگرچه محلول‌پاشی بهاره و تابستانه از نظر عملکرد کل نسبت به هم اختلاف معنی‌داری نشان ندادند اما نسبت به شاهد به ترتیب ۸/۸۹ و ۱۲/۰۲ درصد افزایش عملکرد داشتند. کم‌ترین میزان عملکرد کل با میانگین ۷۵/۲۳ کیلوگرم در هر تاک در تیمار

شاهد مشاهده شد. همچنین، تیمارهای محلول‌پاشی تابستانه با ۵۹/۶۰ کیلوگرم در هر تاک، زمستانه با ۶۵/۰۸ کیلوگرم در هر تاک و بهاره با ۵۹/۳۳ کیلوگرم در هر تاک به ترتیب با ۲۰/۷۹، ۳۱/۹۰ و ۲۰/۲۵ درصد نسبت به شاهد میوه‌های صادراتی بیش‌تری تولید کردند و بدون اختلاف معنی‌دار در یک گروه قرار گرفتند. با احتساب ۴۱۶ تاک کیوی‌فروت در هر هکتار بر اساس فواصل کاشت ۴ × ۶ متر و با توجه به دوطایه بودن تاک کیوی‌فروت و نسبت تعداد تاک نر به ماده به صورت ۱:۸، حدود ۳۷۰ تاک بارور در هر هکتار وجود داشت. با توجه به میانگین قیمت دوساله هر کیلوگرم میوه‌های صادراتی سردرختی در تاکستان

در زمان برداشت طی سال‌های آزمایش که حدود ۱۵۰۰۰۰ ریال بود ارزش ریالی افزایش محصول نسبت به شاهد در تیمار تابستانه ۵۶۹،۴۳۰،۰۰۰ ریال، تیمار زمستانه ۸۷۳،۵۷۰،۰۰۰ ریال و تیمار بهار برای هر ۵۵۴،۴۴۵،۰۰۰ ریال در هر هکتار برآورد شد. با توجه به هزینه کارگری محلول پاشی یک هکتار (۲ نفر روز) و مصرف ۱۲۰۰ لیتر آب برای محلول پاشی تاک‌ها، مقدار ۱۲ کیلوگرم اوره (۲۳،۰۰۰،۰۰۰ ریال)، ۲/۴۰۰ کیلوگرم سولفات روی (۱۷،۰۰۰،۰۰۰ ریال)، ۱/۸۰۰ کیلوگرم اسید بوریک (۱۱،۰۰۰،۰۰۰ ریال) و ۱/۸ کیلوگرم سولفات منگنز (۱۳،۰۰۰،۰۰۰ ریال) در هر هکتار استفاده شد؛ بنابراین با کسر هزینه‌های کارگری (۱۰،۰۰۰،۰۰۰ ریال) و ترکیبات استفاده شده (۶۴،۰۰۰،۰۰۰ ریال)، ارزش ریالی خالص افزایش درآمد محلول پاشی تابستانه، ۵۰۵،۴۳۰،۰۰۰ ریال زمستانه ۸۰۹،۵۷۰،۰۰۰ ریال و بهار ۴۹۰،۴۴۵،۰۰۰ ریال نسبت به شاهد به ترتیب برآورد شد.

بررسی نتایج اثر اصلی سال نشان داد که میزان عملکرد میوه‌های ریز با وزن کم‌تر از ۷۰ گرم در سال اول بیش‌تر بود اما میزان عملکرد کل، میوه‌های سالم و میوه‌های بدشکل در سال دوم آزمایش بیش‌تر از سال اول بود (جدول ۲). میزان عملکرد کل در سال دوم حدود ۱۵ درصد نسبت سال اول افزایش یافت و بیش از ۷۲ درصد میوه‌ها قابلیت صادرات داشتند، درحالی‌که در سال اول حدود ۶۴ درصد میوه‌های برداشت شده قابلیت صادرات داشتند؛ بنابراین به نظر می‌رسد که محلول پاشی عناصر غذایی علاوه برافزایش

عملکرد کل در سال دوم تأثیر مثبتی در تشکیل میوه‌های صادراتی نیز داشت و میزان تشکیل میوه‌های ریز را کاهش داد (جدول ۲). با توجه به اثر زیست‌شیمیایی ازت و عناصر میکرو محلول پاشی شده در فعالیت فتوسنتزی گیاه و هم‌چنین زمان مناسب استفاده از آن‌ها براساس فنولوژی تاک‌ها از یک‌طرف و مقادیر کم‌تر از بهینه نیتروژن، روی، بور و منگنز خاک تاکستان مورد آزمایش در پژوهش حاضر (جدول ۱) از طرف دیگر، بیش‌تر بودن عملکرد و میانگین وزن میوه در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول ممکن است تأثیر مضاعف اثرات دو سال محلول پاشی در سال دوم باشد.

بررسی نتایج نشان داد که اثرات متقابل تیمار زمان محلول پاشی در سال بر مقدار ریز و بدشکل معنی‌دار بود. به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار میوه بدشکل در سال دوم آزمایش در تیمار محلول پاشی زمستانه مشاهده شد که نسبت به سایر تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری داشت. کم‌ترین مقدار میوه‌های بدشکل در هر دو سال در تیمار بهار مشاهده شد و در سال دوم در این تیمار کم‌ترین مقدار بود. سایر تیمارها از نظر تشکیل میوه‌های بدشکل اختلاف آماری معنی‌داری باهم دیگر نداشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). بیش‌ترین عملکرد میوه ریز با وزن کم‌تر از ۷۰ گرم، در سال اول آزمایش در تیمار محلول پاشی زمستانه مشاهده شد که به‌جز محلول پاشی تابستانه همان سال، نسبت به سایر تیمارها اختلاف آماری معنی‌داری داشت. کم‌ترین میزان میوه‌های ریز در سال دوم در تیمار تابستانه مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده سال و زمان محلول‌پاشی بر عملکرد و برخی ویژگی‌های زایشی کیوی فروت رقم هایوارد.

Table 2. Comparison of the simple effects of year and spraying time on the yield and some reproductive characteristics of Hayward kiwifruit.										
گل های بدشکل (درصد) Abnormal Flowers (%)	باروری واقعی Real fertility	شاخص باروری Fertility index	درصد تشکیل میوه (درصد) Fruit set (%)	جوانه های شکفته (درصد) Bud break (%)	میادگین		عملکرد (کیلوگرم) Yield (kg)			تیمارها Treatments
					وزن میوه Fruit weight (g)	میوه های ریز Piggy fruit	میوه های بدشکل Abnormal fruit	میوه های سالم Normal fruit	کل میوه Total fruit	
سال Year										
10.19 ^a	3.81 ^a	5.46 ^a	95.66 ^a	68.70 ^a	86.92 ^b	17.78 ^a	10.00 ^b	50.15 ^b	77.93 ^{b†}	سال اول (۱۴۰۰) First year (2021)
10.05 ^a	3.37 ^b	5.20 ^a	95.59 ^a	61.52 ^b	106.55 ^a	10.76 ^b	12.28 ^a	66.54 ^a	92.00 ^a	سال دوم (۱۴۰۱) Second year (2022)
زمان محلول پاشی Spraying time										
8.97 ^c	3.28 ^b	4.98 ^b	95.33 ^a	66.31 ^a	91.65 ^c	14.78 ^b	9.94 ^{bc}	49.34 ^b	75.23 ^c	شاهد Control
7.96 ^c	3.25 ^b	4.85 ^b	97.29 ^a	63.68 ^a	97.15 ^b	12.75 ^{bc}	10.66 ^b	59.60 ^a	84.27 ^b	تابستان Summer
11.06 ^b	3.95 ^a	5.78 ^a	96.23 ^a	65.91 ^a	97.15 ^b	17.33 ^a	15.36 ^a	65.08 ^a	98.98 ^a	زمستان Winter
12.47 ^a	3.88 ^a	5.71 ^a	93.65 ^a	64.65 ^a	100.17 ^a	12.23 ^c	8.59 ^c	59.33 ^a	81.39 ^{bc}	بهار Spring

† Means followed by different letters in the column indicate significant differences by Duncan test at 5% probability

و روی تاک‌های پرمحصول (۱۸)، می‌توان بیان نمود که در سال دوم و محلول‌پاشی زمستانه به‌علت بالا بودن عملکرد بیش‌تر درصد میوه‌های بدشکل افزایش یافته است.

میانگین وزن میوه: با توجه به نتایج پژوهش حاضر، سنگین‌ترین میوه‌ها با وزن بیش از ۱۰۹ گرم بدون اختلاف معنی‌دار در تیمارهای محلول‌پاشی تابستانه و بهاره در سال دوم مشاهده شد. کم‌ترین میانگین میوه با ۸۰/۶۳ گرم در سال اول در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲). برخلاف افزایش ۱۵ درصدی عملکرد در سال دوم نسبت به سال اول، افزایش میانگین وزن میوه در سال دوم را می‌توان به تأثیر ترکیبات محلول‌پاشی در زمان‌های مختلف روی تاک‌ها در سال قبل نسبت داد که عناصر محلول‌پاشی شده از طریق تشکیل کلروفیل و افزایش فتوسنتز افزایش میانگین میوه‌های تشکیل‌شده را در پی داشته است.

برای یک تاج مشخص، افزایش عملکرد تاک به‌طور ثابت باعث تولید میوه‌های کوچک‌تر می‌شود. عموماً این اثر به توزیع کربوهیدرات گیاه بین تعداد بیش‌تری میوه و در نتیجه سهم کم‌تر هر میوه از کربوهیدرات گیاه نسبت داده می‌شود (۱۹).

اگرچه مقدار عملکرد تاک‌های محلول‌پاشی شده نسبت به شاهد معنی‌دار بود، اما با توجه به زمان گل‌آغازی و نمو سرآغازهای گل کیوی‌فروت در اواخر اسفند هم‌زمان با تورم جوانه‌ها (۴)، انجام محلول‌پاشی ترکیبات غذایی مؤثر در زمستان در مرحله تقسیم سلولی باعث افزایش شاخص باروری و باروری واقعی شده در نتیجه عملکرد کل بیش‌تری را نسبت به تیمارهای دیگر هم نشان داد. در بررسی اثر تیمارهای مختلف کودی در صفات کمی و کیفی میوه کیوی‌فروت رقم هایوارد، افزایش ۱۵۷ درصدی عملکرد نسبت به تیمارهای کوددهی بدون محلول‌پاشی گزارش‌شده است (۳)، هم‌چنین گزارشی از افزایش عملکرد پرتقال تامسون ناول در محلول‌پاشی عناصر غذایی نیتروژن، بور و روی وجود دارد (۱۷) که نتایج پژوهش حاضر با نتایج آن‌ها مطابقت دارد.

با توجه عملکرد بیش‌تر و میانگین وزن کم‌تر در محلول‌پاشی زمستانه نسبت به محلول‌پاشی بهاره و در نتیجه تعداد میوه بیش‌تر در این تیمار، محلول‌پاشی زمستانه سبب افزایش تعداد کل میوه و میوه‌های بدشکل نسبت به تیمارهای دیگر به‌خصوص تیمار محلول‌پاشی بهاره‌شده است. از طرف دیگر با توجه به تشکیل میوه‌های بدشکل بیش‌تر در سال‌های پربار

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر برهمکنش سال و زمان محلول‌پاشی بر عملکرد و برخی ویژگی‌های زایشی کیوی‌فروت رقم هایوارد.

Table 3. Comparison of the biennial mean interaction effect of year and spraying time on the yield and some reproductive characteristics of Hayward kiwifruit.

گل‌های بدشکل (درصد) Abnormal Flowers (%)	باروری واقعی Real fertility	میانگین وزن میوه Fruit weight (g)	میوه‌های ریز Piggy fruit (kg)	میوه‌های بدشکل Abnormal fruit (kg)	زمان محلول‌پاشی Spraying time
9.66 ^{bcd}	4.69 ^c	80.63 ^c	15.77 ^{bc}	8.66 ^{bc†}	شاهد Control
8.69 ^{cd}	5.02 ^{bc}	85.98 ^d	18.65 ^{ab}	10.583 ^{bc}	تابستان Summer
11.70 ^b	6.07 ^a	89.92 ^{cd}	21.81 ^a	11.29 ^b	زمستان Winter
10.14 ^{bc}	6.05 ^a	91.13 ^c	14.91 ^c	9.77 ^{bc}	بهار Spring
8.32 ^{cd}	5.27 ^{bc}	102.68 ^b	13.79 ^c	11.22 ^b	شاهد Control
7.22 ^d	4.68 ^c	109.92 ^a	6.85 ^c	11.05 ^{bc}	تابستان Summer
10.42 ^{bc}	5.49 ^{ab}	104.38 ^b	12.86 ^{cd}	19.42 ^a	زمستان Winter
14.80 ^a	5.36 ^{bc}	109.21 ^a	9.56 ^{dc}	7.410 ^c	بهار Spring

† میانگین‌های با حروف مختلف در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن هستند

† Means followed by different letters in the column indicate significant differences by Duncan test at 5% probability

در پژوهش حاضر اگرچه میانگین وزن میوه در تاک‌های محلول‌پاشی بیش‌تر از تیمار شاهد بود اما با توجه به عملکرد پایین محلول‌پاشی بهاره نسبت به دو تیمار دیگر، سنگین‌ترین میوه در این تیمار مشاهده شد. با توجه به مقادیر کم‌تر از بهینه نیتروژن، روی، بور و منگنز خاک تاکستان مورد آزمایش در پژوهش حاضر (جدول ۱)، بیش‌تر بودن عملکرد و میانگین وزن میوه در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول ممکن است تأثیر مضاعف اثرات دو سال محلول‌پاشی در سال دوم باشد.

افزایش معنی‌دار عناصر نیتروژن، روی و بور برگ در محلول‌پاشی تاک‌های کیوی فروت هایوارد با این ترکیبات گزارش‌شده است که ممکن است تولید فراورده‌های فتوسنتزی را تحت‌تأثیر قرار دهد (۲۰). کاهش رشد رویشی و افزایش میانگین وزن میوه کیوی فروت نیز در تاک‌های محلول‌پاشی شده گزارش شده است (۵) که نتایج پژوهش حاضر با نتایج آن‌ها مطابقت دارد. افزایش عملکرد و وزن میوه‌ها در تاک‌های محلول‌پاشی شده ممکن است نتیجه اثر ترکیبات محلول‌پاشی برافزایش سطح برگ و شاخص سطح برگ (۳)، افزایش واکنش‌های فتوشیمیایی (۹)، تقسیم سلولی و انتقال کربوهیدرات‌ها (۷)، تولید تربیتوفان به‌عنوان پیش‌ماده تولید اکسین و دخالت در اثرات اکسین بر قدرت سینک جنین‌های در حال نمو باشد (۸).

درصد شکفتن جوانه: مقایسه میانگین نتایج نشان داد که درصد شکفتن جوانه در سال اول در حدود ۷ درصد بیش‌تر از سال دوم بود (جدول ۲). با توجه به نتایج عملکرد پایین سال اول نسبت به سال دوم و بالا بودن باروری واقعی و میزان میوه‌های ریز در سال اول، به‌نظر می‌رسد که تاک‌ها قدرت کافی برای بزرگ کردن همه میوه‌های تشکیل‌شده نداشتند و باعث ریز شدن میوه‌ها در این سال شده‌اند، اما تداوم

محلول‌پاشی در سال دوم باعث افزایش عملکرد کل و کاهش میوه‌های ریز شده است (جدول ۱). افزایش درصد شاخساره‌های گل‌دهنده در محلول‌پاشی پاییزه تاک‌های کیوی فروت رقم هایوارد با ترکیبی از کودهای اوره، سولفات روی و اسید بوریک گزارش‌شده است (۱۲) که نتایج پژوهش حاضر با نتایج آن‌ها مطابقت داشت.

شاخص باروری و باروری واقعی: نتایج نشان داد که بیشترین شاخص باروری بدون اختلاف معنی‌دار در محلول‌پاشی زمستانه و بهاره مشاهده شد و تیمار محلول‌پاشی تابستانه و شاهد بدون اختلاف معنی‌دار در گروه بعدی قرار گرفتند (جدول ۲). در بررسی اثر برهمکنش سال و زمان محلول‌پاشی بر شاخص باروری، بیش‌ترین شاخص باروری بیش از ۶ واحد در سال اول در محلول‌پاشی زمستانه و بهاره مشاهده شد که با محلول‌پاشی زمستانه سال دوم اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین شاخص باروری در محلول‌پاشی تابستانه در سال دوم مشاهده شد که با تیمارهای شاهد بدون محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

براساس نتایج پژوهش حاضر، باروری واقعی در سال اول بیش‌تر از سال دوم بود (جدول ۲). با توجه به نتایج اثر برهمکنش زمان تیمار و سال بر شاخص باروری و بیش‌ترین شاخص باروری در تیمارهای محلول‌پاشی زمستانه و بهاره سال اول، به‌نظر می‌رسد تاک‌ها گلدهی خوبی داشتند، با این‌وجود به‌علت بالا بودن مقدار میوه‌های ریز در سال اول مقدار عملکرد نهایی هر تاک نسبت به سال دوم کاهش داشت. شاخص باروری میانگین تعداد گل‌های تشکیل‌شده روی شاخساره‌های بارور می‌باشد، درحالی‌که باروری واقعی میانگین تعداد گل روی جوانه‌های باقی‌مانده بعد از هرس زمستان است. افزایش درصد شاخساره‌های گل‌دهنده در محلول‌پاشی پاییزه تاک‌های کیوی فروت

رقم هیاورد با ترکیبی از کودهای اوره، سولفات روی و اسید بوریک گزارش شده است (۱۲) که نتایج پژوهش حاضر با نتایج آن‌ها مطابقت داشت.

گل‌های بدشکل: مقایسه میانگین نتایج نشان داد که درصد گل‌های بدشکل در محلول‌پاشی بهاره با بیش‌ترین درصد در گروه اول، در تاک‌های با محلول‌پاشی زمستانه در گروه دوم و در محلول‌پاشی تابستانه و شاهد با کم‌ترین درصد در گروه سوم تشکیل شد (جدول ۲). در بررسی اثر برهمکنش سال و زمان محلول‌پاشی بر درصد گل‌های بدشکل، بیش‌ترین درصد در محلول‌پاشی بهاره سال دوم مشاهده شد. درحالی‌که محلول‌پاشی تابستانه در هر دو سال درصد تشکیل گل‌های بدشکل را به‌طور معنی‌دار به کم‌ترین مقدار کاهش داد (جدول ۳).

گل‌های بدشکل به دو نوع میوه‌های پهن و بادبزنی شکل تبدیل می‌شوند و ارزش تجاری کمی دارند (۱۸)، میوه‌های پهن نسبت به میوه‌های بادبزنی شکل وزن کم‌تری دارند و میوه‌های با اختلاف نسبی بین قطر بزرگ و قطر کوچک کم‌تر از ۳۰ درصد که جزء میوه‌های پهن گروه‌بندی می‌شوند در برداشت اولیه به‌عنوان میوه سالم و صادراتی برداشت شدند. البته میوه‌های برداشت‌شده در این مرحله با اختلاف نسبی بین قطر بزرگ و قطر کوچک بین ۱۳ تا ۳۰ درصد، دارای شاخص اندازه میوه^۱ بیش‌تر از ۵۰ می‌باشند (۲۱). بنابراین عدم معنی‌دار شدن درصد گل‌های بدشکل و معنی‌دار شدن عملکرد میوه‌های بدشکل در طی دو سال آزمایش می‌تواند نتیجه این موضوع می‌باشد. علاوه‌براین، بالا بودن عملکرد میوه‌های بدشکل در محلول‌پاشی زمستانه نسبت به محلول‌پاشی بهاره ممکن است نتیجه تعداد میوه‌های بادبزنی شکل در محلول‌پاشی زمستانه باشد.

تجزیه مرکب دوساله صفات کمی و کیفی میوه طی دوره انبارداری

مواد جامد محلول میوه: مقایسه میانگین نتایج نشان داد تیمار محلول‌پاشی تابستانه و شاهد از نظر میانگین مواد جامد محلول میوه بدون اختلاف معنی‌دار در یک گروه قرار گرفتند. میوه تیمارهای محلول‌پاشی زمستانه و بهاره نسبت به تیمار شاهد، مواد جامد محلول میوه کم‌تری نشان دادند و بدون اختلاف معنی‌دار در گروه بعدی قرار گرفتند. با توجه به نتایج آزمایش، با افزایش دوره انبارداری میانگین مواد جامد محلول میوه افزایش یافت (جدول ۴). کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار به ترتیب با ۸/۷۰ و ۱۶/۳۳ درصد در زمان برداشت و پایان ماه سوم انبارداری سال اول مشاهده شد (جدول ۵). اگرچه مقدار مواد جامد محلول میوه در پایان ماه دوم انبارداری هر دو سال اختلاف معنی‌داری نشان نداشت اما در پایان ماه سوم انبارداری مقدار مواد جامد محلول در سال اول آزمایش بیش‌تر از سال دوم بود.

مواد جامد محلول میوه از شاخص‌های مهم و اصلی برداشت در کیوی‌فروت است. افزایش میزان مواد جامد محلول کل و کاهش اسید قابل تیتراسیون هنگام رسیدن میوه‌ها به دلیل افزایش میزان تنفس است (۲۲). عدم معنی‌دار شدن این شاخص در طی دو سال آزمایش نشان‌دهنده این است که میوه‌ها طی دو سال این آزمایش با مواد جامد محلول مشابهی برداشت شدند و تغییرات صفات کمی و کیفی تحت‌تأثیر زمان برداشت نبود که با نتایج آزمایش عابدی قشلاقی و همکاران (۲۰۲۳) مطابقت داشت (۲۳) و آن‌ها نیز عدم اختلاف معنی‌دار مواد جامد محلول طی دو سال آزمایش در کیوی‌فروت هیاورد گزارش کردند. بالا بودن مقدار مواد جامد محلول در تیمار شاهد نسبت به تاک‌های محلول‌پاشی شده با

عناصر غذایی، ممکن است عملکرد پایین در تاک‌های شاهد و دریافت مواد فتوسنتزی بیش‌تر و افزایش مواد جامد محلول در میوه‌های آن باشد. همچنین، ممکن است این حالت به دلیل افزایش رشد گیاه در نتیجه افزایش ترکیبات محلول‌پاشی شده باشد که از تابش نور به درون تاج درخت جلوگیری می‌کند و میزان کربوهیدرات‌های در دسترس برای توسعه میوه کاهش می‌یابد که با محلول‌پاشی اوره در سیب نیز گزارش شده است (۲۴). حسینی‌مهر و همکاران (۲۰۲۲) کاهش معنی‌دار مواد جامد محلول میوی کیوی فروت طلایی محلول‌پاشی شده با اوره، سولفات روی و اسید بوریک نسبت به شاهد گزارش کردند (۲۰) که نتایج پژوهش حاضر با نتایج آن‌ها مطابقت داشت.

تغییر میزان قندها و اسیدها در طی مدت نگهداری با افزایش سرعت تنفس سلولی، تولید اتیلن و غلیظ شدن عصاره میوه و همچنین کاهش آب‌میوه مرتبط می‌باشد. در پژوهش حاضر مقدار مواد جامد محلول طی دوره انبارداری افزایش یافت که با نتایج آزمایش‌های دیگر انجام‌شده روی کیوی فروت (۲۵) مطابقت داشت. افزایش میزان مواد جامد محلول کل به دلیل افزایش جذب عنصر پتاسیم و نیتروژن است که این عناصر پتاسیم و نیتروژن نقش مهمی در افزایش فتوسنتز و همچنین افزایش کربوهیدرات ذخیره‌ای برگ و انتقال به میوه است که هنگام انبارمانی به دلیل تنفس و فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی (۲۲)، تسریع در روند تجزیه پلی‌ساکاریدها و غلیظ شدن عصاره میوه (۲۶) و افزایش فعالیت آنزیم ساکارز فسفات سنتاز (SPS) در بیوسنتز ساکاروز باعث افزایش مقدار مواد جامد محلول در تیمار شده می‌باشد (۲۷).

اسیدیتة کل میوه و نسبت مواد جامد محلول به اسیدیتة کل: بیش‌ترین مقدار اسیدیتة کل میوه در

تیمار محلول‌پاشی بهاره سال اول در زمان برداشت مشاهده شد و با دو زمان محلول‌پاشی تابستانه و زمستانه اختلاف معنی‌داری نداشت درحالی‌که با تیمار شاهد در همان سال و سال دوم اختلاف معنی‌داری داشت. کم‌ترین مقدار اسیدیتة کل میوه در همه تیمارهای زمان محلول‌پاشی در پایان ماه سوم انبارداری مشاهده شد، با این‌وجود اسیدیتة کل میوه در پایان سه ماه انبارداری محلول‌پاشی تابستانه در سال دوم بیش‌تر از اسیدیتة کل میوه سایر تیمارها در پایان ماه سوم بود (شکل ۱).

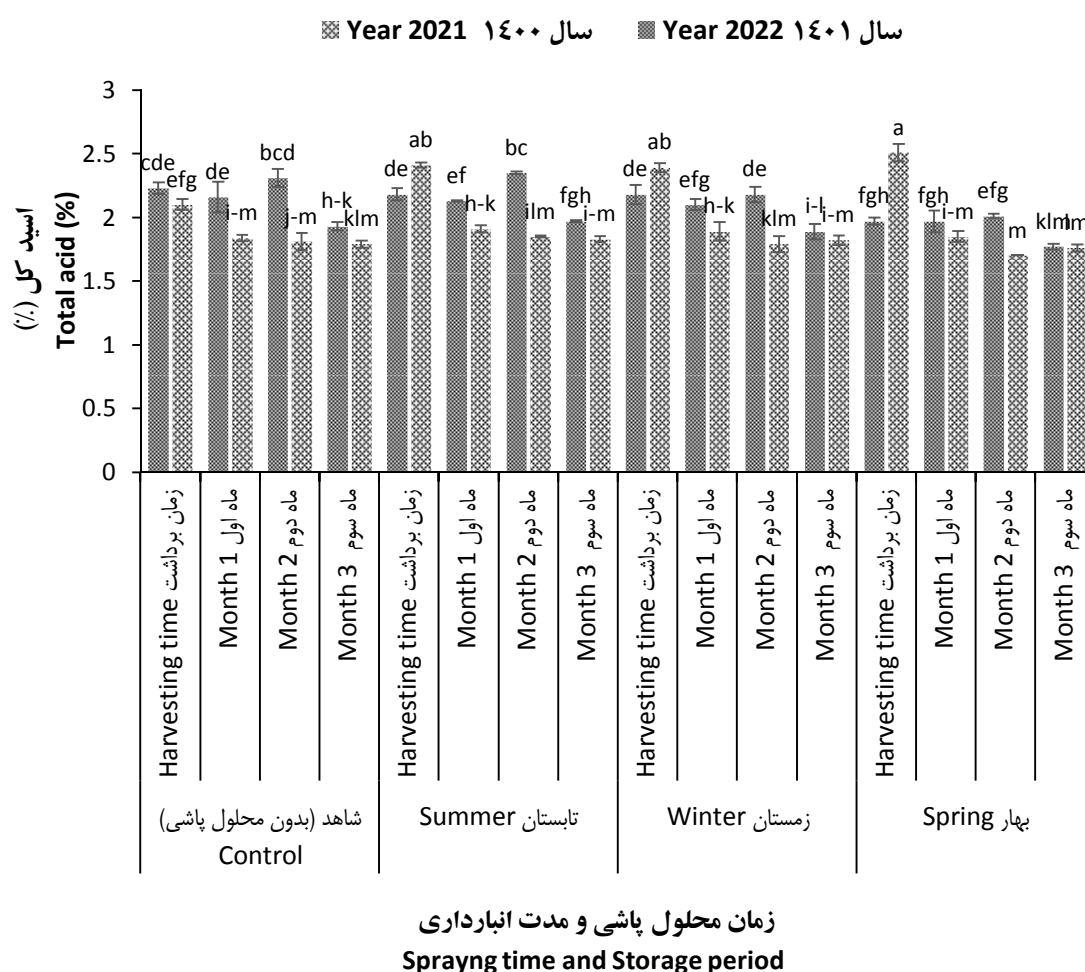
مقایسه میانگین نتایج نشان داد نسبت مواد جامد محلول به اسیدیتة کل میوه در سال اول بیش‌تر از سال دوم بود و با افزایش دوره انبارداری نسبت مواد جامد محلول به اسیدیتة کل میوه افزایش یافت (جدول ۴). کم‌ترین و بیش‌ترین نسبت به ترتیب با ۳/۷۱ و ۹/۰۶ واحد در زمان برداشت و پایان ماه سوم انبارداری سال اول مشاهده شد (جدول ۵). این نتایج حاصل مقدار کم مواد جامد محلول و مقدار زیاد اسیدیتة کل در شروع انبارداری و عکس این مقادیر در پایان دوره انبارداری می‌باشد.

گزارشی از همبستگی منفی (۲۸) و مثبت (۲۳) بین عملکرد و اسیدیتة کل میوه در زمان برداشت میوه کیوی فروت وجود دارد. در پژوهش حاضر ارتباط بین عملکرد و اسیدیتة کل میوه مثبت بود و با گزارش عابدی قشلاقی و همکاران (۲۰۲۳)، همخوانی داشت و باوجود عملکرد زیاد در سال دوم نسبت به سال اول، میوه‌ها در سال دوم اسیدیتة کل بیش‌تری داشتند (۲۳). علاوه‌براین، اسیدیتة زیاد میوه در زمان برداشت محلول‌پاشی تابستانه باعث حفظ بیش‌تر اسیدیتة میوه این تیمار در پایان دوره انبارداری شد (شکل ۱).

اسیدیتة قابل تیتراسیون میوه کیوی فروت هایوارد در زمان برداشت در نیوزلند ۱/۴-۱/۳ درصد است (۲۹). در مناطق دیگر پرورش کیوی فروت مانند ایتالیا،

آزمایش‌های دیگر انجام شده روی کیوی فروت (۲۵) مقدار اسیدیته کل میوه طی نگهداری در سردخانه کاهش یافت که نتایج پژوهش حاضر که با نتایج آن مطابقت داشت. کاهش اسید قابل تیتراسیون در طول دوره انبارداری به استفاده از اسیدهای آلی به عنوان مواد اولیه سوخت و ساز و افزایش درصد مواد جامد محلول در طی انبارداری مرتبط است (۳۰).

کالیفرنیا و خاورمیانه مقدار اسیدیته بالاتر (۲/۵-۲) درصد گزارش شده است (۳۰). در پژوهش حاضر نیز اسیدیته کل میوه نسبت به نیوزلند بالاتر بود و طی دو سال آزمایش میانگین آن بین ۱/۹۵-۲/۰۸ درصد اختلاف نشان داد. گزارشی مبنی بر ثابت ماندن مقدار اسید قابل تیتراسیون کیوی فروت هاپوارد در طول انبارداری در صفر درجه سلسیوس وجود دارد (۲۹). پایین وجود در



شکل ۱- مقایسه میانگین دوساله اثر برهمکنش سال، زمان محلول پاشی و مدت انبارداری بر میزان اسیدیته کل میوه کیوی فروت رقم هاپوارد. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار با آزمون دانکن ($P < 0.05$) است.

Fig. 1. Comparison of the biennial mean interaction effect of year, foliar spraying time and storage period on the total acid of Hayward kiwifruit cultivar.

Values are the average of three repetitions and the same letters indicate no significant difference with Duncan's test ($P < 0.05$).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات ساده سال و زمان محلول‌پاشی بر ویژگی‌های کیفی میوه کیوی فروت رقم هایوارد.

Table 4. Comparison of the simple effects of year and spraying time on the quality characteristics fruit of Hayward kiwifruit.

کاهش وزن نهایی Final weight loss (%)	کاهش وزن ماهیانه Monthly weight loss (%)	فعالیت آنتی اکسیدانی Antioxidant activity (%)	فنل کل Total Phenol (mg/g FW)	ماده خشک Dry weight (%)	سفتی میوه Fruit firmness (Kg)	ویتامین C Vitamin C (mg/100g)	نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون TSS/TA	اسید قابل تیتراسیون TA (%)	مواد جامد محلول TSS (%)	تیمارها Treatments
سال Year										
11.13 ^a	3.86 ^a	41.44 ^b	0.73 ^b	18.25 ^b	4.46 ^b	36.94 ^b	6.82 ^a	1.95 ^b	12.87 ^{ab}	سال اول (۱۴۰۰) First year (2021)
11.30 ^a	3.76 ^a	55.50 ^a	0.83 ^a	18.86 ^a	5.59 ^a	44.69 ^a	6.19 ^b	2.08 ^a	12.80 ^a	سال دوم (۱۴۰۱) Second year (2022)
زمان محلول‌پاشی Spraying time										
11.49 ^a	3.90 ^a	49.87 ^a	0.84 ^a	18.96 ^a	4.77 ^b	41.68 ^a	6.63 ^a	2.02 ^b	13.17 ^a	شاهد Control
11.39 ^a	3.87 ^a	48.49 ^a	0.80 ^{ab}	18.70 ^{ab}	5.25 ^a	40.50 ^{ab}	6.32 ^a	2.07 ^a	12.87 ^{ab}	تابستان Summer
10.42 ^a	3.54 ^b	47.91 ^a	0.71 ^b	18.12 ^c	5.28 ^a	41.91 ^a	6.47 ^a	2.03 ^{ab}	12.75 ^b	زمستان Winter
11.56 ^a	3.92 ^a	47.59 ^a	0.74 ^b	18.43 ^{bc}	5.53 ^a	39.17 ^b	6.60 ^a	1.94 ^c	12.55 ^b	بهار Spring
دوره انبارداری Storage period										
--	0	45.39 ^b	0.75 ^a	17.79 ^c	7.12 ^a	48.07 ^a	4.01 ^d	2.24 ^a	9.04 ^d	زمان برداشت Harvesting time
--	3.82 ^a	--	--	18.36 ^b	6.23 ^b	44.25 ^b	6.02 ^c	1.98 ^b	11.88 ^c	ماه اول Month 1
--	3.84 ^a	--	--	18.92 ^b	4.18 ^c	38.63 ^c	7.34 ^b	2.00 ^b	14.47 ^b	ماه دوم Month 2
--	3.77 ^a	51.55 ^a	0.80 ^a	19.14 ^a	3.29 ^d	32.32 ^d	8.65 ^a	1.84 ^c	15.95 ^a	ماه سوم Month 3

* Means followed by different letters in the column indicate significant differences by Duncan test at 5% probability

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات برهمکنش سال و زمان محلول‌پاشی و سال و انبارداری بر ویژگی‌های کیفی میوه کیوی فروت رقم هایوارد.

Table 5. Comparison of the biennial mean interaction effect of year and spraying time, and year and storage period on the quality characteristics fruit of Hayward kiwifruit.									
کاهش وزن ماهیانه Monthly weight losses (%)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی Antioxidant activity (%)	فنل کل Total Phenol (mg/g FW)	ماده خشک Dry weight (%)	سفتی میوه Fruit firmness (Kg)	ویتامین C Vitamin C (mg/100g)	نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون TSS/TA	اسید قابل تیتراسیون TA (%)	مواد جامد محلول TSS (%)	تیمارها
سال × زمان محلول‌پاشی Year × Spraying time									
3.87 ^{abc}	46.73 ^c	0.74 ^a	18.63 ^a	4.30 ^c	37.24 ^a	7.10 ^a	1.89 ^c	13.16 ^{af}	شاهد Control
4.16 ^a	41.19 ^{cd}	0.78 ^a	18.53 ^a	4.45 ^{bc}	36.7 ^a	6.71 ^a	2.00 ^{abc}	12.99 ^a	تابستان Summer (۱۴۰۰)
3.60 ^{cd}	39.93 ^d	0.68 ^a	17.69 ^a	4.58 ^{bc}	37.59 ^a	6.74 ^a	1.97 ^{abc}	12.81 ^a	زمستان Winter year (2021)
3.80 ^{bc}	37.89 ^d	0.70 ^a	18.14 ^a	4.50 ^{bc}	46.65 ^a	6.74 ^a	1.96 ^{bc}	12.40 ^a	بهار Spring
3.94 ^{ab}	53.01 ^b	0.94 ^a	19.28 ^a	5.24 ^{abc}	46.13 ^a	6.16 ^a	2.15 ^a	13.17 ^a	شاهد Control
3.59 ^{cd}	55.78 ^{ab}	0.83 ^a	18.86 ^a	6.04 ^{ab}	44.72 ^a	5.94 ^a	2.15 ^a	12.74 ^a	تابستان Summer (۱۴۰۱)
3.47 ^d	55.26 ^{ab}	0.76 ^a	18.55 ^a	5.97 ^{ab}	46.22 ^a	6.20 ^a	2.09 ^{ab}	12.68 ^a	زمستان Winter year (2022)
4.04 ^{ab}	57.93 ^a	0.78 ^a	18.73 ^a	6.55 ^a	41.70 ^a	6.46 ^a	1.93 ^{bc}	12.60 ^a	بهار Spring
سال × دوره انبارداری Year × Storage period									
--	39.10 ^b	0.72 ^a	17.22 ^d	6.65 ^b	43.22 ^c	3.71 ^f	2.35 ^a	8.70 ^f	زمان برداشت Harvesting time
3.90 ^a	-	-	17.79 ^d	5.18 ^c	39.85 ^d	6.29 ^e	1.87 ^d	11.87 ^d	ماه اول 1 Month 1 (۱۴۰۰)
3.75 ^{ab}	-	-	18.89 ^{ab}	3.31 ^{de}	35.64 ^e	8.21 ^b	1.79 ^d	14.65 ^e	ماه دوم 2 Month 2 (2021)
3.92 ^a	43.77 ^b	0.73 ^a	19.10 ^a	2.71 ^e	29.04 ^f	9.06 ^a	1.80 ^d	16.33 ^a	ماه سوم 3 Month 3
--	51.68 ^a	0.78 ^a	18.35 ^{bc}	7.58 ^a	52.91 ^a	4.31 ^e	2.14 ^{bc}	9.38 ^e	زمان برداشت Harvesting time
3.79 ^{ab}	-	-	18.93 ^{ab}	7.28 ^a	48.64 ^b	5.74 ^d	2.09 ^c	11.98 ^d	ماه اول 1 Month 1 (۱۴۰۱)
3.93 ^a	-	-	18.95 ^{ab}	5.05 ^c	41.63 ^d	6.48 ^e	2.21 ^b	14.29 ^c	ماه دوم 2 Month 2 (2022)
3.61 ^b	59.31 ^a	0.87 ^a	19.19 ^a	3.88 ^d	35.59 ^e	8.24 ^b	1.89 ^d	15.55 ^b	ماه سوم 3 Month 3

* Means followed by different letters in the column indicate significant differences by Duncan test at 5% probability
 میانگین‌های با حروف مختلف در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن هستند

اندازه میوه‌ها باشد (۳۲، ۳۳). گزارش معنی‌داری از افزایش ویتامین ث میوی کیوی فروت طلایی محلول‌پاشی‌شده با اوره، سولفات روی و اسید بوریک نسبت به شاهد وجود دارد که نتایج پژوهش حاضر با نتایج آن‌ها مطابقت دارد (۲۰).

در پژوهش حاضر ویتامین ث طی دوره انبارداری کاهش یافت که با نتایج آزمایش‌های دیگر انجام‌شده روی کیوی فروت (۲۵) مطابقت داشت. کاهش میزان ویتامین ث احتمالاً به علت اکسیداسیون برگشت‌ناپذیر دی هیدرو اسکوربیک اسید به ۲، ۳ دی کتوگلوونیک اسید می‌باشد. دماهای پایین به‌طور غیرمستقیم از طریق تولید قندهای احیا شونده و غیر احیا شونده موجب تحریک تولید ویتامین ث می‌شود (۳۴).

سفتی میوه: در بررسی اثر برهمکنش سال و زمان محلول‌پاشی بر سفتی بافت میوه، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار سفتی میوه به‌ترتیب ۶/۵۵ و ۴/۳۰ کیلوگرم نیرو در تیمار محلول‌پاشی بهاره سال دوم و تیمار شاهد سال اول مشاهده شد. با این‌وجود سفتی بافت میوه تیمارهای زمان محلول‌پاشی سال اول اختلاف معنی‌داری نسبت به هم نشان ندادند (جدول ۵). در بررسی اثر برهمکنش سال و انبارداری بر سفتی بافت میوه، بیش‌ترین سفتی بافت میوه بدون اختلاف معنی‌دار در زمان برداشت و پایان ماه اول سال دوم انبارداری مشاهده شد. سفتی میوه‌ها در سال اول کم‌تر از سال دوم آزمایش بود و کم‌ترین سفتی با ۲/۷۱ کیلوگرم نیرو در پایان ماه سوم سال اول مشاهده شد، به‌طوری‌که در پایان دوره انبارداری، میوه‌های سال دوم حدود ۱/۱ واحد سفت‌تر از میوه‌های سال اول بودند (جدول ۵).

میزان سفتی بافت میوه به‌عنوان یک معیار کلیدی و شاخص برداشت جهت مصرف، نگهداری و صادرات میوه‌های کیوی فروت مورداستفاده قرار گیرد (۲۷). مقایسه میانگین سفتی بافت (جدول ۴) گویای آن است که سفتی میوه‌ها در سال دوم شاید به دلیل

ویتامین ث: نتایج نشان داد مقدار ویتامین ث میوه در سال دوم بیش‌تر از سال اول بود. در بررسی اثر زمان محلول‌پاشی بر مقدار ویتامین ث میوه، بیش‌ترین میزان با ۴۱/۹۱ میلی‌گرم در گرم در تیمار زمستانه مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد و محلول‌پاشی تابستانه نشان نداد. کم‌ترین مقدار ویتامین ث با ۳۹/۱۷ میلی‌گرم در گرم در محلول‌پاشی بهاره مشاهده شد. با توجه به نتایج آزمایش، با افزایش دوره انبارداری مقدار ویتامین ث میوه کاهش یافت و مقدار آن از ۴۸/۰۷ به ۳۲/۳۲ میلی‌گرم در گرم رسید (جدول ۴). در بررسی اثر برهمکنش سال و انبارداری بر مقدار ویتامین ث میوه، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار ویتامین ث میوه با ۵۲/۹۱ و ۲۹/۰۴ میلی‌گرم در گرم به ترتیب در شروع انبارداری سال دوم و پایان انبارداری سال اول مشاهده شد (جدول ۵). طی انبارداری مقدار ویتامین ث میوه کاهش یافت اما با توجه به بالا بودن مقدار ویتامین ث میوه در زمان برداشت سال دوم نسبت به سال اول، در پایان سه ماه دوره انبارداری میوه‌های سال دوم نسبت به سال اول حدود ۷ درصد ویتامین ث بیش‌تری داشتند.

عدولی و همکاران (۲۰۲۲) و عابدی قشلاقی و همکاران (۲۰۲۳) اثر معنی‌داری از سال آزمایش بر میزان ویتامین ث میوه کیوی فروت هایوارد گزارش کردند که ممکن است دلیل آن شرایط اقلیمی مناسب منطقه در برخی از سال‌های آزمایش باشد (۲۳، ۳۱). در پژوهش حاضر، بالا بودن ویتامین ث میوه در سال دوم نسبت به سال اول ممکن است نتیجه اثربخشی دو سال محلول‌پاشی متوالی بر ویتامین ث میوه‌ها باشد که سبب شده است علاوه‌بر افزایش عملکرد، برخی از صفات کیفی نیز افزایش داشته باشد. با توجه به اثر تعداد و اندازه میوه روی قندها و ویتامین ث میوه‌های هر تاک، اختلاف مشاهده‌شده در ویتامین ث تیمارهای مختلف محلول‌پاشی ممکن است به‌طور غیرمستقیم از طریق تأثیر تیمارها بر میزان عملکرد و

بهرتر بودن شرایط اقلیمی منطقه، بیش‌تر از سال اول بوده است که با نتایج عدولی و همکاران (۲۰۲۲) و عابدی قشلاقی و همکاران (۲۰۲۳) در ارتباط با اثر سال بر سفتی میوه هم‌خوانی داشت (۲۳، ۳۱). گزارش‌شده است که در شرایط تغذیه یکسان و انجام تیمارهای مختلف هرس، در تاک‌های با عملکرد پایین، به علت رقابت کم‌تر میوه‌ها سفتی میوه افزایش یافت (۲۳). در پژوهش حاضر، محلول‌پاشی تاک‌ها در هر سه زمان مختلف نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش سفتی میوه‌ها شد (جدول ۴) که ممکن اثر تغذیه و افزایش و جذب بیش‌تر مواد فتوسنتزی در میوه مانع کاهش سفتی میوه در عملکرد بالاتر تاک‌ها شده است. گزارشی از افزایش معنی‌داری سفتی میوه کیوی فروت طلایی محلول‌پاشی شده با ترکیبات منفرد و توأم اوره، سولفات روی و اسید بوریک نسبت به شاهد وجود دارد که نتایج پژوهش حاضر با نتایج آن‌ها مطابقت داشت (۲۰).

یکی از صفات اصلی مورد استفاده برای تعیین کیفیت و عمر پس از برداشت میوه‌ها مقدار از دست دادن استحکام و سفتی بافت در طول دوره انبارمانی است (۳۵). از آنجایی که کمبود عناصر غذایی نیز می‌تواند تأثیر بسزایی بر تخریب دیواره‌های سلولی داشته باشد بنابراین فراهمی عناصر غذایی می‌تواند رسیدگی را به تأخیر انداخته و مانع این تخریب‌شده و سفتی میوه حفظ می‌شود. نرمی بافت میوه در نتیجه تغییرات در ساختار دیواره سلولی به‌خصوص کاهش چسبندگی سلول به سلول، تغییرات در بافت و ساختار میوه به‌علت کاهش آب و حل شدن پکتین‌ها می‌باشد (۳۶). افزایش فعالیت آنزیم‌های درگیر در هیدرولیز دیواره سلولی در طی رسیدن و پس از برداشت موجب نرم شدن میوه می‌شود که با تولید اتیلن مرتبط می‌باشند (۳۷). تغذیه تکمیلی از طریق محلول‌پاشی باعث افزایش سفتی میوه نسبت به شاهد در زمان برداشت طی دوسال آزمایش شد که البته اثر

آن روی میوه‌های سال دوم بیش‌تر بود که ممکن است اثر مضاعف دو سال محلول‌پاشی باشد. محلول‌پاشی میوه‌ها به‌طور معنی‌دار سفتی میوه‌ها را در دوره انبارداری تحت تأثیر قرار دهد و به‌علت بالا بودن سفتی میوه‌ها در سال دوم نسبت به سال اول، میوه‌ها در سال دوم یک ماه دیرتر نرم شدند و در پایان دوره سه ماه انبارداری سفتی بیش‌تری نسبت به سال قبل نشان دادند. در پژوهش حاضر سفتی طی دوره انبارداری کاهش یافت که با نتایج آزمایش‌های دیگر انجام‌شده روی کیوی فروت مطابقت داشت (۲۵).

ماده خشک: نتایج نشان داد بیش‌ترین مقدار ماده خشک میوه بدون اختلاف معنی‌دار در تیمار محلول‌پاشی تابستانه و شاهد مشاهده شد و کم‌ترین مقدار ماده خشک میوه در تیمار محلول‌پاشی زمستانه مشاهده شد که نسبت به تیمار بهاره اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۴) با توجه به مقایسه میانگین نتایج آزمایش، مقدار ماده خشک میوه طی دوره انبارداری افزایش یافت و در بررسی اثر برهمکنش سال و انبارداری بر ماده خشک میوه، بیش‌ترین درصد بدون اختلاف معنی‌دار در پایان ماه سوم انبارداری هر دو سال مشاهده شد. کم‌ترین مقدار ماده خشک میوه در زمان برداشت سال اول مشاهده شد که بعد از یک ماه انبارداری هم‌تغییر معنی‌داری نشان نداد (جدول ۵).

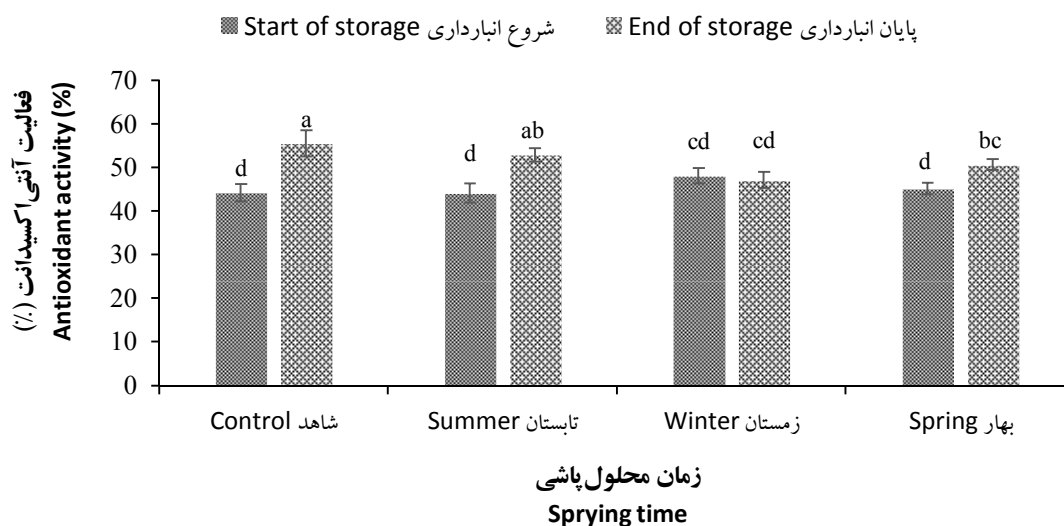
مواد مغذی معدنی نقش مهمی در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی دارند و بر تجمع ماده خشک و جذب آب تأثیر می‌گذارند. مقادیر نسبی و زمان مصرف مکمل‌های غذایی بر توزیع ماده خشک بین رشد رویشی و میوه در حال رشد تأثیر می‌گذارد (۳۸). یک عکس‌العمل نسبتاً منفی از مواد خشک کیوی فروت هایوارد (تقریباً ۰/۵ درصد) در طیف وسیعی از عملکرد تاک (۶۰-۵۰ میوه در هر مترمربع) گزارش‌شده است (۱۹) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. در پژوهش حاضر، افزایش عملکرد در

فنل کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی: نتایج نشان داد مقدار فنل کل میوه در سال دوم بیش‌تر از سال اول بود. در بررسی اثر زمان محلول‌پاشی بر مقدار فنل کل میوه، بیش‌ترین مقدار بدون اختلاف معنی‌دار در تیمارهای شاهد و تابستانه مشاهده شد. کم‌ترین مقدار بدون اختلاف معنی‌دار در محلول‌پاشی بهاره و زمستانه مشاهده شد (جدول ۴).

مقایسه میانگین نتایج نشان داد بیش‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی با ۵۷/۹۳ درصد در محلول‌پاشی بهاره مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با محلول‌پاشی تابستانه و زمستانه نداشت و کم‌ترین فعالیت با ۴۶/۷۳ درصد در تیمار شاهد سال اول مشاهده شد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش محلول‌پاشی و انبارداری نشان داد که در زمان برداشت تیمارهای مختلف محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری از نظر فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان ندادند؛ اما در پایان انبارداری بیش‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بدون اختلاف معنی‌دار در تیمار شاهد و محلول‌پاشی تابستانه مشاهده شد و نسبت به محلول‌پاشی زمستانه معنی‌دار بود (شکل ۲).

تیمار محلول‌پاشی زمستانه باعث کاهش ۰/۸۴ درصدی ماده خشک نسبت به شاهد شد (جدول ۴). با این حال، عدم اثرگذاری میزان عملکرد بر ماده خشک کیوی فروت توسط برخی پژوهش‌گران نیز گزارش شده است (۳۲). گزارش‌هایی از اثر محلول‌پاشی تابستانه در هاپوارد (۱۲) و محلول‌پاشی سه مرحله تورم جوانه، آغاز شکفتن کاسبرگ‌ها و رشد سریع میوه در کیوی فروت طلایی (۲۰) با اوره، سولفات روی و اسید بوریک برافزایش معنی‌داری ماده خشک میوه وجود دارد که نتایج پژوهش حاضر با نتایج آن‌ها هم‌خوانی داشت.

محتوای ماده خشک در کیوی فروت که عمدتاً از نشاسته تشکیل شده است با مواد جامد محلول و قندهای محلول پس از رسیدن میوه‌ها ارتباط زیادی دارد. در کیوی فروت سطح مواد جامد محلول به عنوان شاخص مهم مزه و طعم میوه محسوب می‌شود (۴۰). در پژوهش حاضر ماده خشک طی دوره انبارداری افزایش یافت که با نتایج آزمایش‌های دیگر انجام شده روی کیوی فروت مطابقت داشت (۲۵).



شکل ۲- مقایسه میانگین دوساله اثر برهم‌کنش زمان محلول‌پاشی و مدت انبارداری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه کیوی فروت رقم هاپوارد. مقادیر، میانگین سه تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون دانکن ($P < 0.05$) است.

Fig. 2. Comparison of the biennial mean interaction effect of foliar spraying time and storage period on the antioxidant activity of Hayward kiwifruit cultivar.

Values are the average of three repetitions and the same letters indicate no significant difference with Duncan's test ($P < 0.05$).

ترکیبات فنلی در شرایط مطلوب محیطی نیز در سلول‌های گیاهی تولید می‌شوند اما تنش‌های محیطی مقدار آن‌ها را در سلول تغییر می‌دهند (۴۱). تنش به‌خاطر تولید گونه‌های اکسیژن فعال (ترکیباتی شامل سوپراکسید، پراکسید و رادیکال‌های هیدروکسیل که محصول جانبی سوخت‌وسازهای هوازی در میتوکندری، کلروپلاست و پروکسی‌زوم‌ها) هستند که بر رشد اثر می‌گذارد (۴۲). ترکیبات فنلی دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشند و با جمع‌آوری و احیای گونه‌های اکسیژن فعال از اکسیداسیون متابولیت‌های حیاتی سلول پیشگیری کرده و مانع بروز تنش اکسیداتیو در سلول‌های گیاه می‌شوند (۴۳). ممکن است محلول پاشی ترکیبات غذایی در زمان زمستان و بهار هم‌زمان با مرحله گل‌آغازی و نمو گل‌های کیوی فروت میزان تنش را در تاک‌ها کاهش داده و سبب کاهش تولید فنل در گیاه و در نتیجه در میوه‌های این تیمارها شده است.

محلول پاشی زمستانه نسبت به تیمارهای دیگر فعالیت آنتی‌اکسیدانت میوه‌ها را در زمان برداشت نسبتاً افزایش داد که ممکن است اثر ویتامین ث بیش‌تر میوه در این تیمار در زمان برداشت باشد (جدول ۴)، اما به علت کاهش میزان ویتامین ث طی انبارداری، بیش‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانت در پایان دوره انبارداری در تیمار تابستانه و شاهد مشاهده شد. در پژوهش حاضر، مقدار بیش‌تر فنل کل میوه در تیمار شاهد و محلول پاشی تابستانه در پایان نگهداری در سردخانه منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در این تیمارها شد. فعالیت بالای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در نتیجه مقدار بیش‌تر فنل کل در جوانه ژنوتیپ‌های کیوی فروت طلایی نر و ماده نیز گزارش شده است (۴۴). افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طول دوره انبارمانی در کیوی فروت (۲۵) گزارش شده است که نتایج پژوهش حاضر با آن‌ها مطابقت داشت.

کاهش وزن ماهیانه: نتایج نشان داد بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار کاهش وزن ماهیانه میوه طی دوره انبارداری به‌ترتیب ۴/۱۶ و ۳/۴۷ درصد در تیمار محلول پاشی تابستانه سال اول و تیمار محلول پاشی زمستانه سال دوم مشاهده شد (جدول ۵). کاهش وزن در طی ماه‌های مختلف دوره انبارداری در سال‌های آزمایش یکسان نبود و بیش‌ترین درصد کاهش وزن ماهیانه در ماه دوم انبارداری و کم‌ترین درصد در ماه سوم انبارداری سال دوم مشاهده شد و کاهش وزن ماهیانه میوه در بین ماه‌های انبارداری سال اول اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد (جدول ۵).

کاهش وزن یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کیفی است که عدم کنترل آن پس‌از برداشت سبب کاهش ارزش اقتصادی و بازارپسندی محصول می‌گردد (۴۵) دلیل اصلی کاهش وزن میوه در طی نگهداری در سردخانه از دست رفتن آب بافت میوه در اثر تعرق و فعالیت‌های فیزیولوژیکی از جمله تنفس می‌باشد. کاهش وزن باعث تغییرات نامطلوب در طعم و بافت میوه و در نهایت منجر به بدشکلی و کاهش کیفیت ظاهری میوه می‌شود. سرعت از دست دهی آب بافت میوه به اختلاف فشار بخار بین بافت میوه و جو هوای محیط و دمای انبار (تعرق میوه) طی دوره انبارداری بستگی دارد (۴۶). با این وجود اندازه میوه‌ها، درصد ماده خشک، سفتی میوه نیز می‌تواند در مقدار کاهش وزن میوه مؤثر باشد (جدول ۲). با توجه اثر متفاوت تیمارهای انجام‌شده بر اندازه میوه‌ها، درصد ماده خشک، سفتی میوه، بنابراین تیمارهای اعمال‌شده نتوانستند اثرات یکسانی در کاهش وزن میوه طی دوره انبارداری داشته باشند.

نتیجه‌گیری

عملکرد کل تاک شامل مقدار تولید میوه‌های سالم، بدشکل و میوه‌های ریز، هم‌چنین مقدار اسیدیته کل، سفتی بافت میوه و کاهش وزن ماهیانه میوه تحت

با توجه به نتایج پژوهش حاضر محلول‌پاشی هم‌زمان اوره، سولفات روی، اسید بوریک و سولفات منگنز در اواسط تابستان (مرحله گل‌انگیزی) یا در اواخر زمستان (مرحله تورم جوانه‌ها) نتایج بهتری نسبت به محلول‌پاشی بهاره و شاهد داشت و عملکرد و برخی از صفات کمی و کیفی میوه را بهبود بخشید. با توجه به عملکرد و شاخص باروری بالا در تاک‌های محلول‌پاشی زمستانه و عدم انجام هیچ‌گونه تنک گل و میوه در هیچ‌کدام از تاک‌های مورد آزمایش، به‌نظر می‌رسد با تنک گل و میوه‌های بدشکل در تیمار محلول‌پاشی زمستانه بتوان علاوه بر عملکرد بالا میانگین اندازه میوه‌ها را نیز در این تیمار افزایش داد.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از برنامه تحقیقاتی با شماره مصوب ۰۰۷-۹۹۰۰۳۰-۳۳-۵۸-۰ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی می‌باشد که از حمایت مالی آن سازمان سپاسگزاری می‌شود.

تأثیر برهمکنش سال و زمان محلول‌پاشی قرار گرفت. بیش‌ترین میزان عملکرد در محلول‌پاشی زمستانه و سنگین‌ترین میوه‌ها با بیش از ۱۰۹ گرم بدون اختلاف معنی‌دار در تیمارهای محلول‌پاشی تابستانه و بهاره در سال دوم مشاهده شد. تغییرات میزان مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون، ویتامین ث، سفتی میوه، ماده خشک میوه‌های انبارشده متأثر از زمان محلول‌پاشی، دوره انبارداری و برهمکنش سال و انبارداری بود، علاوه بر این، در طی سه ماه انبارمانی میانگین مواد جامد محلول، نسبت مواد جامد محلول به اسیدپتیه و ماده خشک و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی افزایش معنی‌دار نشان داد و مقادیر ویتامین ث و سفتی بافت میوه کاهش یافت و اما مقدار فنل کل تغییر معنی‌داری نشان نداد. تیمارهای زمان محلول‌پاشی اسیدپتیه کل میوه و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را در طی انبارداری تحت‌تأثیر قراردادن و اسیدپتیه کل میوه و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تیمار محلول‌پاشی تابستانه در پایان ماه سوم انبارداری سال دوم بیش‌تر از اسیدپتیه کل میوه سایر تیمارها بود.

منابع

1. Mia, M. A. B. (2015). *Nutrition of crop plants*. Hauppauge, New York: Nova Science Publishers, Inc.
2. Morton, J., Tillman, R., & Morton, A. (2019). Review of research on pasture yield responses to fine particle application of fertiliser in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 62, 210-223.
3. Moradi, B., Raiesi, T., & Shahnazari, S. (2016). Effect of Different Fertilization Methods on Yield and Quality of Kiwifruit. *Iranian Journal of Soil Research*, 30(3), 237-248. [In Persian]
4. Abedi Gheslaghi, E., Rabiei, V., Ghasemi, M., Fattahi Moghadam, J., & Razavi, F. (2018). Study of Bud Differentiation in Hayward and Tomuri Cultivars of Kiwifruit. *Journal of Horticultural Science*, 31(2), 412-424. [In Persian]
5. Morton, A. R. (2013). *Kiwifruit (Actinidia spp.) vine and fruit responses to nitrogen fertiliser applied to the soil or leaves*. PhD. thesis, Massey University, Palmerston North, New Zealand
6. Ali, S., Nawaz, A., Ejaz, S., Haider, S.T.A., Alam, M. W., & Javed, H. U. (2019). Effects of hydrogen sulfide on postharvest physiology of fruits and vegetables: An overview. *Scientia Horticulturae*, 243, 290-299.
7. Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1992). *Plant Physiology* 4 thed. Wadsworth pad. Co, Belmont, California.
8. Nyomora, A. M. S., Brown, P. H., Pinney, K., & Polito, V. S. (2000). Foliar Application of Boron to Almond Trees

- Affects Pollen Quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 125, 265-270.
9. Roach, T., & Krieger-Liszkay, A. (2014). Regulation of Photosynthetic Electron Transport and Photoinhibition. *Current protein & peptide science*. 15(4), 351-362.
 10. Willia, F. B. (1991). *Nutrient deficiencies and toxicities in crop plant*. American Phytopathological Society (APS). pp. 202, 74.00. ISBN 0-89054-151-5.
 11. Mohammadi Torkashvand, A., Ahmadi, A., & Layegh Nikraves, N. (2017). Prediction of kiwifruit firmness using fruit mineral nutrient concentration by artificial neural network (ANN) and multiple linear regressions (MLR), *Journal of Integrative Agriculture*, (16)7, 1634-1644.
 12. Ashouri Ajari, M. (2013). Investigating the storage life of "Hayward" kiwifruit based on the analysis of the mineral elements of the fruits. Master thesis of University of Agricultural Sciences, Gilan University. 93 p. [In Persian]
 13. El-Sheikh, M. H., Khafagy, S. A. A., & Zaied, N. S. (2007). Effect of Foliar Application with Some Micronutrients on Leaf Mineral Content, Yield and Fruit Quality of "Florida Prince and Desert Red" Peach Trees. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3(4), 309-315,
 14. Bryla, D. R. (2020). 4R nutrient stewardship in fruit crops. P 509-519. In: Srivastava, A.K. Chengxiao Hu. (eds.) *Fruit Crops*. Elsevier.
 15. Wettasinghe, M., & Shahidi, F. (2000). Scavenging of reactive-oxygen species and DPPH free radicals by extracts of borage and evening primrose meals. *Food. Chemistry*. 70(1), 17-26.
 16. Meyers, K., Watkins, C., Pritts, M., & Liu, R. H. (2003). Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51, 6887-6892.
 17. Seedkolai, F., Sadeghi, H., & Moradi, H. (2016). Effects of foliar applications of nitrogen, boron and zinc on auxin contents, fruit set and fruit drop in orange (*Citrus sinensis*) cv. Thompson Navel. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 46(3), 367-378.
 18. Abedi Gheslaghi, E., Farzam, E., & Javadi Mojadada, D. (2017a). Study on phenological growth stages of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) Hayward in the west of Guilan. *Journal of Plant Production Research*, 23(4), 97-116. [In Persian]
 19. Woodward, T. J., & Patterson, K. J. (2008). The best of both worlds: high yields of high dry matter fruit. *New Zealand Kiwifruit Journal* (January/February), 9-13.
 20. Hosseini Meher, M., Razavi, F., Abedi Gheslaghi, E., & Ebadi, A. (2022). Effects of foliar application of urea, zinc sulfate and boric acid on the quality and concentration of those elements in golden kiwifruit (*Actinidia chinensis* L.). *Horticultural Plants Nutrition*, 4(2), 145-164. [In Persian]
 21. Abedi Gheslaghi, E. (2019). Effective pollination period and its influence on fruit characteristics of 'Hayward' kiwifruit. *Advances in Horticultural Science*. 33(4), 537-542.
 22. Abedi Gheslaghi, E., Kia Eshkvarian, M., Shir, i M. A., Farzam, E., & Shahnazari Karbasaraei, S. (2023). Effect of Summer Pruning on Some Vegetative Characteristics of Vine and Fruit Quantity and Quality Traits of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward). *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*. 23(4), 597-612.
 23. Nava, G., Dechen, A. R., & Nachtiga, G. R. (2008). Nitrogen and potassium fertilization affect apple fruit quality in Southern Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 39(1-2), 96-107.
 24. Ghafouri, M., Razavi, F., Arghavani, M., & Abedi Gheslagh, E. (2023). Improvement of Postharvest Traits of Kiwi Fruit (*Actinidia deliciosa* L. cv. Hayward) by Seaweed (*Ascophyllum*

- nodosum*) Application. *Journal of Horticultural Science*. 36(4), 885-901. [In Persian]
25. Vargas, R. C., Defilippi, B. G., Valdes, G. H., Robledo, M. P., & Prieto, E. H. (2008). Effect of harvest time and Lcysteine as an antioxidant on flesh browning of fresh-cut cherimoya (*Annona cherimola* MiLL). *Journal of Agriculture Research*. 68, 217-227.
26. Tavarini, S., Innocenti, E. D., 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, 282-288.
27. Famiani, F., Baldicchi, A., Farinelli, D., Cruz-Castillo, J. G., Marocchi, F., Mastroleo, M., Moscatello, S., Proietti S., & Battistelli, D. (2012). Yield affects qualitative kiwifruit characteristics and dry matter content may be an indicator of both quality and storability. *Scientia Horticulturae*. 146, 124-130.
28. Marsh, K., Attanayake, K., Walker, S., Gunson, A., Boldingh, H., & MacRae, E. (2004). Acidity and taste in kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*. 32(2), 159-168.
29. Martinez-Romero, D., Serrano, M., Carbonell, A., Burgos, L., Riquelme, F., & Valero, D. (2002). Effects of postharvest putrescine treatment on extending shelf life and reducing mechanical damage in apricot. *Journal of Food Science*, 67(5), 1706-1712.
30. Aduli, B., Abedi Gheshlaghi, A., & Shiri, M. (2021). Evaluation of storage quality of Hayward kiwi fruit in response to different methods of summer pruning, *Sixth International Conference on Agricultural Engineering, Natural Resources and Environment, Tehran*. [In Persian]
31. Richardson, A. C., McAneney, K. J., & Dawson, T. E. (1997). Carbohydrate dynamics in kiwifruit. *Journal of Horticultural Sciences*, 72, 907-917.
32. Thakur, A., & Chandel, J. S. (2004). Effect of thinning on fruit yield, size and quality of kiwifruit cv. Allison. *Acta Horticulturae*. 662.
33. Jahangir, M., Abdel-Farid, I. B., Kim, H. K., Choi, Y. H., & Verpoorte, R. (2009). Healthy and unhealthy plants: The effect of stress on the metabolism of Brassicaceae. *Environmental and Experimental Botany*. 67(1), 23-33.
34. Tanada-Palmu, P. S., & Grosso, C. R. (2005). Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) quality. *Postharvest Biology and Technology*, 36(2), 199-208.
35. Perkin-Veazie, P. (1995). Growth and ripening of strawberry fruit. *Horticultural Reviews*, 17, 267-297.
36. Valero, D., & Serrano, M. (2010). *Postharvest biology and technology for preserving fruit quality*. CRC-Taylor and Francis, Boca Raton, FL, USA.
37. Marschner, H. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Vol. 89, Academic Press, London, 651.
38. Snelgar, W. P., & Thorp, T. G. (1988). Leaf area, fruit weight and productivity in kiwifruit. *Scientia Horticulturae*, 36, 241-249.
39. Wu, J. H., Ferguson, A. R., Murray, G. B., Jia, Y., Datson, P. M., & Zhang, J. (2012). Induced polyploidy dramatically increases the size and alters the shape of fruit in *Actinidia chinensis*. *Annals of Botany*. 109, 169-179. **10.1093/aob/mcr256**.
40. Kliebenstein, D. (2004). Secondary Metabolites and Plant/Environment Interactions: A View through Arabidopsis thaliana Tinged Glasses. *Plant, Cell and Environment*, 27, 675-684.
41. Mittler, R., Vanderauwera, S., Gollery, M., & Van Breusegem, F. (2004). Reactive oxygen gene network of plants. *Trends in Plant Science*, 9(10), 490-498.
42. Rahemi, M. (2008). *Postharvest Physiology. An Introduction to the Physiology and Handling of Fruits, Vegetables, and Ornamental*, Shiraz University Press.

43. Myung-Min, Oh., & Rajashekar, C. B. (2009). Antioxidant content of edible sprouts: effects of environmental shocks. *Science of Food and Agriculture*, 89(13), 2221-2227.
44. Abedi Gheshlaghi, E., Rabiei, V., Ghasemi, M., Fattahi, J., & Razavi, F. (2017b). Phenolic metabolism and antioxidant activity during endodormancy of Kiwifruit bud. *Advances in horticultural science*. 31(4), 319-327.
45. Shah, S., & Hashmi, M. S. (2020). Chitosan–*Aloe vera* gel coating delays postharvest decay of mango fruit. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 1-11.
46. Rab, A., Najia, Sajid M., Bibi, F., Jan, I., Nabi, G., & Nawab, K. (2015). Quality changes in heat treated sweet orange fruit during storage at low temperature. *Journal of Animal and Plant Sciences* 25(3), 661-668.

