نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و هشتم، شماره سوم، ۱۴۰۰
۸۹-۱۰۲
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/JOPP.2021.18267.2702

مقاله کامل علمی-پژوهشی

اثر تیمار حلقه‌برداری و کاربرد فورکلروفنورون بر کیفیت و عمر انبارمانی میوه کیوی رقم 'هایوارد' (*Actinidia deliciosa* cv. 'Hayward')

ریحانه امینی‌فر[۱] و محمود قاسم‌نژاد[*۲]

[۱]دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران،
[۲]استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: افزایش عملکرد و بهبود اندازه میوه توأم با درصد ماده خشک بالا، اصلی‌ترین هدف تولیدکنندگان میوه کیوی در سراسر جهان می‌باشد. اخیراً از روش‌های مختلفی برای دست‌یابی به میوه‌های صادراتی با درصد ماده خشک بالا در کیوی‌فروت استفاده می‌شود که شامل هرس تابستانه، هرس ریشه و تنک گل و میوه می‌باشد. به‌علاوه، از حلقه‌برداری و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند فورکلروفنورون (CPPU) به میزان زیادی در باغ‌های کیوی مدرن جهت افزایش عملکرد و کیفیت میوه استفاده می شود. هدف از این پژوهش، مطالعه اثر جداگانه و توام CPPU و حلقه‌برداری در بهبود کیفیت میوه‌های کیوی رقم هایوارد در زمان برداشت و در مرحله انبارمانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، تأثیر حلقه‌برداری تنه اصلی تاک‌ها در زمان‌های مختلف (بهار، تابستان، پاییز)، CPPU (به مقدار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر ماده فعال در آب) و تأثیر توام حلقه‌بردای تابستان و CPPU در مقایسه با شاهد (بدون حلقه‌برداری و کاربرد CPPU) بر کیفیت میوه کیوی رقم 'هایوارد' در زمان برداشت و در پایان انبارمانی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۸ ارزیابی شدند. میوه‌ها بر اساس شاخص میزان مواد جامد محلول برداشت شدند و خصوصیات کیفی میوه بلافاصله بعد از برداشت و نیز پس از سه ماه انبارمانی در سردخانه با دمای یک درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد حلقه‌برداری تابستانه توأم با CPPU، CPPU و حلقه‌برداری بهاره به ترتیب باعث افزایش ۳۷/۹۹، ۳۲/۱۹ و ۲۲/۱۱ درصد وزن میوه کیوی نسبت به شاهد شدند. کاربرد CPPU به تنهایی باعث افزایش وزن، طول و قطر میوه‌ها شد، اما درصد ماده خشک و نسبت مواد جامد محلول به اسید میوه را نسبت به شاهد کاهش داد. هیچ تفاوت معنی‌داری بین میوه‌های تیمار شده با CPPU و شاهد از نظر سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول در زمان برداشت و پس از سه ماه نگهداری در سردخانه مشاهده نشد. کاربرد توأم حلقه‌برداری تابستانه با CPPU باعث افزایش وزن میوه (۳۸ درصد) شد. به‌علاوه، این تیمار بالاترین درصد ماده خشک میوه، مواد جامد محلول و نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتر را در زمان برداشت و کم‌ترین

[*] مسئول مکاتبه: ghasemnezhad@guuilan.ac.ir

درصد کاهش وزن میوه (۰/٦٦ درصد) و بالاترین سفتی (۳/۹٦ کیلوگرم) را در پایان دوره انبارمانی نشان داد. حلقه‌برداری تابستانه بیش‌ترین کاهش وزن میوه (۲/٥٤ درصد) را در پایان دوره انبارمانی نشان دادند، درصورتی‌که میزان کاهش وزن حلقه‌برداری پاییزه و بهاره نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند.

نتیجه‌گیری: در مجموع، نتایج نشان داد که کاربرد توام حلقه برداری تابستانه با CPPU نه تنها اندازه میوه و عملکرد کیوی را افزایش داد، بلکه کیفیت میوه را از طریق افزایش درصد ماده خشک و مواد جامد محلول افزایش داد. چنین میوه‌هایی از عمر پس از برداشت بالاتری نیز برخوردار بودند. بنابراین، توصیه می‌شود به‌منظور بهبود کیفیت میوه کیوی کاربرد CPPU همراه با حلقه‌برداری تابستانه انجام شود.

واژه‌های کلیدی: درصد ماده خشک، سفتی بافت، کیفیت انبارمانی

مقدمه

کیوی (*Actinidia deliciosa*) یکی از مهم‌ترین محصول باغی صادراتی ایران است که تنها در استان‌های شمالی ایران قابلیت کشت و کار دارد. این میوه نقش مهمی در ارزآوری کشور، بهبود وضعیت اقتصادی خانوارهای استان‌های شمالی ایران و اشتغال‌زایی آن‌ها دارا می‌باشد. بر طبق آمار سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (۲۰۱۷) ایران با تولید حدود ۳۱۱ هزار تن میوه کیوی بعد از چین، ایتالیا و نیوزیلند در رتبه چهارم جهان قرار دارد (١٤). در ایران، استان مازندران با سطح زیر کشت ٦٤٦۳ هکتار و تولید ١٤۳۰١۳ تن میوه مقام نخست و استان گیلان با سطح زیر کشت ٥٦٨١ هکتار و تولید ١٤١١۳٥ تن در جایگاه دوم قرار دارد (۲).

دست‌یابی به عملکرد بالای محصول و همراه با طعم ممتاز برای مصرف‌کننده‌ها یکی از مهم‌ترین اهداف تولیدکنندگان میوه کیوی در سراسر جهان می‌باشد. مقدار ماده خشک میوه در زمان برداشت به‌عنوان شاخصی جهت تعیین طعم میوه در زمان مصرف میوه می‌باشد و معمولاً میوه‌های با درصد ماده خشک بالاتر با قیمت بالاتری در بازارهای بین‌المللی فروخته می‌شود. حداقل درصد ماده خشک میوه ۱٥ درصد و حد ترجیحی کیوی رقم 'هایوارد' برای آن ۱۷ درصد است (۳۰). هم‌چنین درصد ماده خشک میوه به‌عنوان شاخصی برای کیفیت خوراکی میوه کیوی نیز می‌باشد. یعنی هر چقدر درصد ماده خشک میوه در زمان برداشت بالاتر باشد، مقدار قند یا شیرینی میوه پس از رسیدن میوه در زمان مصرف بالاتر خواهد بود (۳۲) و مصرف‌کننده‌ها میوه‌هایی را ترجیح می‌دهند که مقدار قند بیش‌تری در زمان رسیدن (rSSC)[1] داشته باشند (۱۸).

به‌طورکلی، تعدادی از تکنیک‌ها جهت دست‌یابی به میوه‌های درجه ممتاز با درصد ماده خشک بالا در باغ‌های کیوی مدرن دنیا اجرا می‌شوند که عبارتند از هرس تابستانه یا سبز مناسب از نوع قطع شاخه‌ها بلافاصله بعد از آخرین میوه[2] و فشردن نوک شاخساره[3]، تنک میوه‌ها، هرس ریشه‌ها، حلقه‌برداری و کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی (۳۰). حلقه‌برداری شامل برداشتن نوار نازکی از پوست تنه یا بازوهای اصلی می‌باشد و از این طریق انتقال رو به پایین فرآورده‌های فتوسنتزی را در

1- Ripe Soluble Solid Content
2- Zero Pruning
3- Tip squeezing

آوند آبکش به‌طور موقتی قطع می‌کند (۱۱). امروزه حلقه‌برداری آوند آبکش در صنعت کیوی نیوزیلند و بسیاری از کشورهای دیگر جهان به‌طور گسترده به‌منظور افزایش اندازه میوه، افزایش درصد ماده خشک میوه، افزایش تعداد گل‌ها در فصل آینده و کنترل رشد تاک‌ها استفاده می‌شود (۳۰). اثر حلقه‌برداری نه تنها به خاطر عدم دسترسی موقتی ریشه‌ها به کربوهیدارت‌های تولید شده در برگ‌ها می‌باشد، بلکه به خاطر تغییر در سطح هورمون گیاهی نیز می‌باشد. پژوهش‌های قبلی نشان داد که حلقه‌برداری بهاره تنه و شاخه‌های یکساله در هر دو رقم هایوارد و گلدن اندازه میوه را ۵ تا ۱۰ گرم افزایش داد، اما تأثیر کم‌تری روی درصد ماده خشک میوه‌ها می‌گذارد. حلقه‌برداری تابستانه درصد ماده خشک میوه‌ها را ۰/۸ تا ۱ درصد زیاد می‌کند، بدون آن‌که تأثیری روی اندازه میوه داشته باشد (۱۷). انجام حلقه‌برداری پس از تشکیل میوه، در مرحله رشد سریع میوه، وزن میوه را افزایش می‌دهد، در حالی‌که حلقه‌برداری در مرحله تجمع نشاسته، محتوای ماده خشک میوه را افزایش داده و کیفیت غذایی میوه را بهبود می‌بخشد. حلقه‌برداری در فصل پاییز سبب افزایش شکوفایی جوانه‌ها و تعداد گل در تاک‌ها در فصل آتی می‌شود (۱۲).

فورکلروفنورون (CPPU)[1] به‌عنوان سایتوکینین مصنوعی در مشارکت با اکسین باعث تحریک تقسیم سلولی و رشد بعدی میوه می‌شود (۳۸). نتایج پژوهش‌های قبلی نشان داد کاربرد فورکلروفنورون حدود ۲ هفته بعد از تشکیل میوه باعث تولید میوه‌های درشت‌تر با کیفیت مطلوب‌تر در کیوی می‌شود و در ضمن بقایای فورکلروفنورون تنها ٦ روز بعد از کاربرد در میوه باقی می‌ماند و بعد از آن ناپدید می‌شود (۳). در گزارش دیگر تأثیر فورکلروفنورون 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 و هم‌چنین میوه‌های تیمار شده بعد از نگهداری در انبار تفاوتی از نظر درصد ماده خشک، سفتی بافت و مواد جامد محلول نداشت (۱۱). بنابراین، هدف از این پژوهش، مطالعه اثر جداگانه و توام فورکلروفنورون و حلقه‌برداری در بهبود کیفیت میوه‌های کیوی رقم هایوارد در زمان برداشت و در مرحله انبارمانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۸ در باغ تجاری کیوی شرکت توسعه کشاورزی میثاق پایدار شمال با مساحت ٤٠ هکتار، در شهرستان رشت در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار (هر تکرار یک تاک) اجرا شد. مدیریت تغذیه با توجه به نیاز کودی درختان، به میزان ۲ کیلوگرم سولفات آمونیوم و ۲ کیلوگرم سولفات پتاسیم در سه نوبت (اسفند، فروردین و اواخر اردیبهشت، در هر نوبت ۷۰۰ گرم) و ۲۵۰ گرم دی آمونیوم فسفات در یک مرحله (بهمن ماه) صورت گرفت. کنترل علف‌های هرز باغ به‌صورت مکانیکی طی چندین مرحله به‌صورت فیزیکی توسط دستگاه علفزن موتوری انجام شد. آبیاری به صورت قطره‌ای تحت فشار، از اواسط اردیبهشت تا اواسط مهر ماه بر اساس نیاز آبی گیاهان انجام گرفت. هرس درختان نیز در بهمن ماه انجام شد. تیمارها شامل شاهد (بدون حلقه‌برداری و بدون

1- CPPU (4- N-(2-Chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea

CPPU)، حلقه‌برداری بهاره تنه اصلی، حلقه‌برداری تابستانه، حلقه‌برداری پاییزه، کاربرد CPPU و کاربرد CPPU به همراه حلقه‌بردای تابستانه. زمان اجرای تیمارها عبارتند از (با توجه به این‌که زمان میوه‌نشینی ۹۸/۳/۳ است): حلقه‌برداری بهاره تنه در ۹۸/۳/۱۹ (حدوداً دو هفته بعد از تشکیل میوه)، حلقه‌برداری تابستانه تنه در ۹۸/٤/۲٤ (۵۲ روز پس از میوه‌نشینی، در هفته هشتم)، حلقه‌برداری پاییزه تنه در ۹۸/٦/۱٦ (۱۰۹ روز پس از میوه‌نشینی بعد از اولین بارندگی، در هفته شانزدهم)، هورمون پاشی با CPPU در ۹۸/۳/۱۹ (دو هفته بعد از تشکیل میوه).

جهت انجام حلقه‌برداری نواری از پوست تنه به ضخامت حداکثر ۵ میلی‌متر به وسیله زنجیر مخصوص حلقه‌برداری و چاقوی دو تیغه برداشته شد. به منظور اجرای تیمار فورکلروفنورون، با استفاده از یک محلول‌پاش ۱۵ لیتری پشتی میوه‌ها در صبح تا مرحله خیس شدن کامل با تنظیم کننده رشد موردنظر محلول‌پاشی شدند. از فرمولاسیون تجاری فورکلروفنورون (سیتوفکس[1] دارای ۱۰ گرم ماده فعال در لیتر، شرکت آلزشیمست، آلمان)، از طریق اسپری مستقیم روی میوه‌ها حدود دو هفته بعد از تشکیل میوه استفاده می‌شود (۳). بدین‌صورت که مقدار ۱ میلی‌لیتر از هورمون فورکلروفنورون در یک لیتر آب مقطر استفاده شد و جهت افزایش سطح تماس بیش‌تر هورمون مورد نظر، توئین ۸۰ درصد به میزان ۳ قطره در هر لیتر اضافه شد.

میوه‌ها زمانی که مواد جامد محلول به ٦ درجه بریکس رسیدند، به تعداد ٤۰ عدد میوه از هر تکرار (۱٦۳ روز پس از میوه‌نشینی) برداشت شدند و با ذکر مشخصات تیمار به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه گیلان منتقل شدند. خصوصیاتی مانند میانگین وزن هر میوه، طول میوه، قطر میوه، نسبت طول به قطر میوه، درصد ماده خشک، سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول، اسید قابل تیتر، نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتر و ویتامین ث از ۱۰ عدد میوه در هر تکرار اندازه‌گیری شدند.

برای ارزیابی خصوصیات پس از برداشت، تعداد ۳۰ عدد میوه از هر تیمار (سه تکرار ۱۰ تایی) در داخل کارتن با پوشش پلی‌لاین قرار داده شد و به سردخانه با دمای یک درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد جهت انبارمانی منتقل شد و در پایان ۳ ماه انبارداری خصوصیاتی مانند سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول، درصد ماده خشک، اسیدیته قابل‌تیتر و کاهش وزن میوه‌ها اندازه‌گیری شدند.

وزن میوه‌ها توسط ترازوی دیجیتالی M.T ELECTRONIC BALANCE اندازه‌گیری شد. برای اندازه گیری طول و قطر میوه‌ها از کولیس دیجیتال مدل Asimeto استفاده شد. برای اندازه‌گیری سفتی بافت میوه ابتدا لایه‌ای نازک از پوست میوه به ضخامت دو تا سه میلی‌متر از دو طرف میوه در ناحیه استوایی برداشته شد و سپس سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه پنتورمتر مدلGY3 با ضخامت پروب ۸ میلی‌متر در عمق یک سانتی‌متر ثبت گردید. در نهایت فشار وارده جهت نفوذ در بافت بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع بیان شد. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفرکتومتر مدل EUROMEX RD 635 استفاده شد. برای تعیین درصد ماده خشک، از هر تیمار ۱۰ عدد میوه

1- SITOFEX

به‌طور تصادفی انتخاب شدند و سپس از قسمت میانی میوه‌ها برش‌های ۹ تا ۱۰ میلی‌متری آماده کرده و پس از وزن کردن برش‌ها، آن‌ها را در داخل پتری‌دیش گذاشته و داخل آون با دمای ۷۵-۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت قرار داده تا به وزن ثابت برسد. برای اندازه‌گیری میزان ویتامین ث میوه‌ها از روش تیتراسیون با ۲ و ٦- دی کلروفنول ایندوفنول[1] (DCIP) استفاده شد و بر حسب میلی‌گرم در صد گرم بافت تر بیان شد. برای اندازه‌گیری میزان اسیدیته قابل تیتر، سه میلی‌لیتر از عصاره میوه با ۳ میلی‌لیتر آب مقطر و شناساگر فنل فتالئین به میزان ۲ قطره مخلوط شد، پس از آن از هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی برای تیترکردن استفاده شد. برای محاسبه اسیدیته قابل تیتر حجم سود مصرفی، بر حسب اسید غالب (اسید سیتریک) بیان شد.

درصد کاهش وزن بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید:

(۱) وزن اولیه / ۱۰۰ × (وزن ثانویه – وزن اولیه) = کاهش وزن (درصد)

تجریه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹ انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های میوه در زمان برداشت: با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر تیمار روی میانگین وزن میوه، طول میوه، سفتی بافت میوه، درصد ماده خشک، مواد جامد محلول و نسبت قند به اسید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، اما تأثیر معنی‌داری روی نسبت طول به قطر میوه‌ها، مقدار ویتامین ث و اسید قابل تیتر نداشت (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حلقه‌برداری تابستانه به همراه فورکلروفنورون، فورکلروفنورون و حلقه‌برداری بهاره به ترتیب باعث افزایش ۳۷/۹۹، ۳۲/۱۹ و ۲۲/۱۱ درصدی در میانگین وزن میوه کیوی رقم 'هایوارد' نسبت به شاهد شدند (جدول ۳). در موافقت با نتایج این پژوهش وولی و کروزکاستیلو (۲۰۰٦) گزارش کردند حلقه‌برداری در کیوی گونه *A. deliciosa* منجر به افزایش ۲۲/۲ گرم میوه نسبت به شاهد گردید (۳۷). در میوه‌های دیگر از جمله سیب رقم فوجی نیز حلقه‌برداری سبب افزایش در میانگین وزن میوه شد (۳۹). همین‌طور گزارش گردید که کاربرد فورکلروفنورون در *A. deliciosa* باعث افزایش معنی‌دار وزن تر میوه (٤٧/٩١ گرم) شد (۳۷). اثر هورمون فورکلروفنورون بر روی گونه *A. chinensis* و گونه *A. deliciosa* موجب افزایش وزن میوه شد (۲۸). در گزارشی دیگر استفاده از فورکلروفنورون در کیوی سبب افزایش در میزان وزن میوه نسبت به شاهد شد (۳). به‌طورکلی، حلقه‌برداری با قطع موقتی دستجات آوند آبکشی با تغییر در انتقال کربوهیدرات‌ها و تعادل هورمونی گیاه باعث افزایش وزن میوه‌ها می‌شود (۱۲، ٣٤). در این پژوهش تیمار حلقه‌برداری تابستانه به همراه فورکلروفنورون، تیمار هورمون فورکلروفنورون و حلقه‌برداری بهاره میزان وزن میوه بیش‌تری نسبت به تیمارهای حلقه‌برداری تابستانه و پاییزه و هم‌چنین شاهد داشته است. هم‌چنین طبق نتایج این پژوهش از نظر مقدار وزن

1- 2,6-dichlorophenol-indophenol

میوه تفاوت معنی‌داری در دو تیمار حلقه‌برداری تابستانه و حلقه‌برداری پاییزه نسبت به شاهد مشاهده نشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش تیمار حلقه‌برداری تابستانه و توأم فورکلروفنورون باعث افزایش بیش‌تر وزن میوه نسبت به سایر تیمارها شد.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد حلقه‌برداری تابستانه + فورکلروفنورون، فورکلروفنورون و حلقه‌برداری بهاره به ترتیب باعث افزایش ۱۶/۸۲، ۱۳/۷۹ و ۱۲/۱۵ درصد طول میوه نسبت به شاهد شدند (جدول ۲). هورمون فورکلروفنورون با تحریک تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلولی در پریکارپ خارجی باعث افزایش اندازه میوه‌ها می شود (۸). اما فوکودا (۱۹۸۶) نشان داد که فورکلروفنورون بدون افزایش اندازه سلول در گوشت، اندازه میوه سیب را افزایش می‌دهد و این نشان می‌دهد که فورکلروفنورون تقسیم سلولی را تحریک می‌کند (۱۹). کوروزاکی و موشیزوکی (۱۹۹۰) گزارش کردند که تاک‌های کیوی جوانی که با فورکلروفنورون تیمار شدند هیچ تغییری در اندازه سلول مشاهده نشد و تنها با افزایش تعداد سلول، اندازه میوه افزایش می‌یابد. در مقابل، پترسون و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که فورکلروفنورون فقط باعث تحریک گسترش سلول در کیوی می‌شود. در گزارش وولی و همکاران (۱۹۹۱)، میوه‌های تیمار شده با فورکلروفنورون تعداد سلول‌های بیش‌تری داشتند. در موافقت با یافته‌های این پژوهش در گزارش‌های قبلی نیز استفاده از فورکلروفنورون سبب افزایش در طول میوه کیوی گردید (۳). طبق گزارش هاپینگ (۱۹۷۶) مرحله تقسیم سلولی مغز و پریکارپ داخلی میوه کیوی تا ۵ هفته پس از باز شدن گل ادامه می‌یابد. بنابراین، به‌نظر می‌رسد تیمار فورکلروفنورون و حلقه‌برداری عمدتاً از طریق تحریک تقسیم سلولی سبب بزرگ شدن میوه‌های کیوی شده باشد (۱۹). در میوه کیوی تقسیم سلولی تا ۴۵ روز بعد از تشکیل میوه ادامه پیدا می‌کند. بنابراین، انجام حلقه‌برداری بهاره در هفته دوم پس از تشکیل میوه به نظر می‌رسد با افزایش تقسیم سلولی باعث بهبود اندازه میوه کیوی شده باشد. افزایش اندازه میوه با تیمار حلقه‌برداری می‌تواند به‌دلیل انتقال بیش‌تر کربوهیدرات به میوه همراه با افزایش کشش دیواره سلولی باشد (۲۱). در موافقت با یافته‌های این پژوهش در کیوی رقم Rainbow Red حلقه‌برداری شاخه‌های جانبی سبب افزایش اندازه میوه شده (۲۶) و نیز در انگور هم حلقه‌برداری سبب افزایش طول حبه‌ها شده است (۱۳).

جدول ۱ - تجزیه واریانس اثر حلقه‌برداری و فورکلروفنورون بر میوه کیوی رقم هایوارد.

Table 1. Analysis of variance effect of girdling and CPPU on the kiwifruit Hayward.

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی Df	میانگین مربعات MS									
		وزن Weight	طول Length	قطر Width	نسبت طول به قطر L/W	سفتی Firmness	ماده خشک Dry matter	ویتامین ث Vitamin C	مواد جامد محلول SSC	اسیدیته قابل تیتر TA	نسبت مواد جامد محلول به اسید SSC/TA
بلوک Block	2	443.116**	6.8072ns	10.6012**	0.00091ns	0.2855ns	0.3643ns	0.9173ns	0.00211ns	0.00226ns	0.8199ns
تیمار Treatment	5	2599.341**	119.520**	58.7617**	0.00085ns	2.0872**	2.6791**	3.9380ns	1.4590**	0.00616ns	6.2194**
خطا Error	10	53.2676	2.3685	1.01035	0.00052	0.1716	0.2558	2.6763	0.0436	0.0043	0.9156
ضریب تغییرات CV	-	5.503	2.046	1.706	1.785	4.154	3.243	9.5264	3.397	9.66	10.51

ns، ** به ترتیب به معنی عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد.

ns, ** Not significant and significant at probability level 0.01, respectively.

جدول ۲- اثر حلقه‌برداری و فورکلروفنورون بر میوه کیوی رقم هایوارد.

Table 2. The effect of girdling and CPPU on the kiwifruit Hayward.

تیمار Treatment	وزن weight (g)	طول Length (mm)	قطر Width (mm)	سفتی Firmness (kg/cm^2)	ماده خشک Dry matter (%)	مواد جامد محلول SSC (Brix°)	مواد جامد محلول به اسید SSC/TA
حلقه‌برداری بهاره Spring G	138.71[b]	78.82[b]	60.54[b]	11.01[a]	14.74[bc]	5.63[b]	8.437[b]
حلقه‌برداری تابستانه Summer G	108.64[c]	70.29[c]	55.83[c]	9.64[bc]	16.16[ab]	6.86[a]	9.771[ab]
حلقه‌برداری پاییزه Autumn G	106.69[c]	69.24[c]	54.76[c]	8.54[c]	17.12[a]	6.83[a]	11.537[a]
CPPU	159.32[ab]	80.32[ab]	62.31[b]	10.36[ab]	14.62[c]	5.34[b]	7.504[b]
CPPU + حلقه برداری تابستانه CPPU+Summer G	174.22[a]	83.25[a]	65.19[a]	10.04[ab]	15.64[bc]	6.62[a]	9.233[ab]
شاهد Control	108.036[c]	69.24[c]	54.72[c]	10.23[ab]	15.22[bc]	5.59[b]	8.116[b]

* میانگین‌ها در هر ستون با حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارد.

* The means in each column with the same letter don't have a significant at level 0.05.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول ۲) بیش‌ترین میزان سفتی بافت میوه مربوط به حلقه‌برداری بهاره می‌باشد که با تیمارهای حلقه‌برداری تابستانه + CPPU، هورمون CPPU و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشته است و کم‌ترین میزان سفتی در حلقه‌برداری پاییزه دیده شد. در حلقه‌برداری بهاره میزان سفتی بافت میوه ۷/۰۳ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت و اما در حلقه‌برداری پاییزه سفتی بافت میوه ۱۹/۸۸ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. هیچ اختلاف معنی‌داری بین تیمار فورکلروفنورون و شاهد مشاهده نشد. در موافقت با یافته‌های این پژوهش تیمار حلقه‌برداری در تاک‌های کیوی در اواخر تابستان سبب کاهش معنی‌دار میزان سفتی‌بافت میوه کیوی شد (٦).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به‌ترتیب حلقه‌برداری پاییزه، حلقه‌برداری تابستانه و حلقه‌برداری تابستانه + فورکلروفنورون بالاترین ماده خشک میوه را به خود اختصاص دادند. میزان افزایش درصد ماده خشک در تیمارهای حلقه‌برداری پاییزه و حلقه‌برداری تابستانه نسبت به شاهد به ترتیب ۱۱/۱ و ۵/٦۲ درصد بود، این در حالی است که در تیمار فورکلروفنورون نسبت به شاهد کاهش ٤/۱۱ درصدی در میزان ماده خشک میوه دیده شد (جدول ۲). در گزارش‌های قبلی تیمار حلقه‌برداری تنه در مرحله تجمع نشاسته، محتوای ماده‌خشک میوه کیوی را افزایش داد (۱۲). در کشور نیوزیلند از حلقه‌برداری تنه کیوی دو رقم هایوارد و گلدن برای افزایش ماده خشک میوه استفاده می‌شود (۳۰). هم‌چنین گزارش

گردید مقدار ماده خشک میوه کیوی با کاربرد تیمار حلقه برداری در اواخر تابستان افزایش یافت (٦). در این پژوهش حلقه برداری پاییزه باعث افزایش معنی‌دار درصد ماده خشک میوه شد، هر چند از نظر آماری با تیمار حلقه‌برداری تابستانه اختلاف معنی‌داری نداشت. تیمار فورکلروفنورون به تنهایی باعث کاهش ٤/١١ درصدی میزان ماده خشک میوه نسبت به شاهد شد، در حالی‌که کاربرد توأم حلقه‌برداری تابستانه و فورکلروفنورون، سبب افزایش ماده خشک میوه شد. در موافقت با یافته‌های این پژوهش کاربرد فورکلروفنورون به میزان ١٠ میلی‌گرم بر لیتر چهار هفته بعد از تمام گل سبب کاهش مقدار ماده خشک میوه کیوی شد (٥، ١٠). در این پژوهش، کاربرد فورکلروفنورون با حلقه‌برداری تابستانه اثر منفی این هورمورن را روی کاهش درصد ماده خشک را کاست.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول ٢) بالاترین مواد جامد محلول میوه در زمان برداشت مربوط به سه تیمار حلقه‌برداری تابستانه، حلقه‌برداری پاییزه و حلقه‌برداری تابستانه + فورکلروفنورون می‌باشد که به‌ترتیب به میزان ١٨/٥١ درصد، ١٨/٢٣ درصد، ١٥/٦٠ درصد سبب افزایش مقدار مواد جامد محلول میوه نسبت به شاهد شدند. در پژوهش‌های قبلی نیز حلقه‌برداری تنه در کیوی (١٢) و انگور به طور معنی‌داری مواد جامد محلول را افزایش داد (١٣). در سیب رقم فوجی حلقه‌برداری میزان مواد جامد محلول میوه را افزایش داد (٣١). یکی از مراحل در متابولیسم میوه کیوی مرحله تجمع نشاسته است که از روز ٤٥ تا ١٢٠ روز پس از تمام گل ادامه دارد (٢٥، ٣١)، با توجه به پژوهش‌های ریچاردسون و همکاران (٢٠٠٤) تجمع خالص نشاسته تا زمانی که تقسیم سلولی میوه تکمیل نشود اتفاق نمی‌افتد (٢٧). در این پژوهش، نیز حلقه‌برداری تابستانه و پاییزه سبب افزایش میزان مواد جامد محلول میوه شد. در پژوهش‌های قبلی حلقه‌برداری در اواخر تابستان باعث افزایش مواد جامد محلول میوه کیوی شد (٦). در این پژوهش، تیمار فورکلروفنورون تأثیر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول نداشته است، این نتایج در موافقت با پژوهش‌های قبلی روی کیوی بود (٣).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد (جدول ٢) که حلقه‌برداری پاییزه و تابستانه و تیمار توأم حلقه‌برداری تابستانه و فورکلروفنورون به ترتیب ٢٩/٦٥ درصد، ٢٦/٩٣ درصد و ١٢/١ درصد افزایش در نسبت قند به اسید میوه در برابر شاهد شد، اما تیمار هورمون فورکلروفنورون به میزان ١٦/٣٧ درصد سبب کاهش نسبت قند به اسید در زمان برداشت شد. نسبت قند به اسید تعیین‌کننده مزه میوه می‌باشد. در حقیقت میوه‌های که از نسبت قند به اسید بالاتری برخوردار هستند معمولاً شیرین‌تر هستند. در این پژوهش، هورمون فورکلروفنورون به تنهایی باعث کاهش نسبت قند به اسید شد، اما کاربرد توأم فورکلروفنورون با حلقه‌برداری تابستانه سبب افزایش این نسبت شد.

ویژگی‌های میوه در زمان پس از برداشت: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارها روی کاهش وزن میوه، سفتی بافت، اسید قابل تیتر، نسبت مواد جامد محلول به اسید در سطح احتمال یک درصد و میزان ماده خشک و مواد جامد محلول میوه در سطح احتمال ٥ درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ٣).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر حلقه‌برداری و فورکلروفنورون بر صفات پس از برداشت میوه کیوی رقم هایوارد.

Table 3. Analysis of variance effect of girdling and CPPU on the postharvest characteristics kiwifruit Hayward.

منابع تغیرات SOV	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Average of squares					
		کاهش وزن Weight loss	ماده خشک Dry matter	سفتی Firmness	مواد جامد محلول SSC	اسید قابل‌تیتر TA	مواد جامد محلول به اسید SSC/TA
تکرار Replication	2	0.0005^{ns}	0.673^{ns}	0.0034^{ns}	0.558^{ns}	0.0003^{ns}	18.559^{ns}
تیمار Treatment	5	1.125**	1.883*	1.304**	1.797*	0.011**	777.02**
خطا Error	10	0.013	0.374	0.064	0.391	0.00087	81.014
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	8.085	3.859	9.334	5.051	9.66	10.51

^{ns}، * و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

^{ns}, *, ** Not significant and significant at probability level 0.05 and 0.01, respectively.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حلقه‌برداری تابستانه بیش‌ترین درصد کاهش وزن میوه را در پایان دوره انبارمانی (۲/۵ درصد) نشان داد، درحالی‌که کم‌ترین کاهش وزن میوه در حلقه‌برداری تابستانه + فورکلروفنورون با ۰/٦٦ درصد مشاهده شد (جدول ٤). میزان کاهش وزن در میوه‌های شاهد ۱/۳٤ درصد بود و تفاوت معنی‌داری با تیمار فورکلروفنورون نداشت. یکی از عوامل مهم در کاهش کیفیت محصول در مدت زمان انبارداری کاهش وزن میوه‌ها می‌باشد. کاهش وزن در میوه‌ها با افزایش مدت انبارداری زیاد می‌شود. که علت اصلی آن از دست دادن آب از طریق تعرق و بخشی هم به واسطه تنفس است (۲۰).

جدول ٤- اثر حلقه‌برداری و فورکلروفنورون بر صفات پس از برداشت میوه کیوی رقم هایوارد.

Table 4. The effect of girdling and CPPU on the postharvest characteristics kiwifruit Hayward.

تیمار Treatment	کاهش وزن Weight loss (%)	ماده خشک Dry matter (%)	سفتی Firmness (kg/cm^2)	مواد جامد محلول SSC (Brix°)	اسید قابل تیتر TA	مواد جامد محلول به اسید SSC/TA
حلقه‌برداری بهاره Spring G	1.28^{c}	14.64^{b}	2.89^{b}	11.36^{b}	0.322^{a}	35.26^{c}
حلقه‌برداری تابستانه Summer G	2.54^{a}	14.66^{a}	2.13^{c}	12.98^{ab}	0.241^{abc}	58.65^{abc}
حلقه‌برداری پاییزه Autumn G	1.62^{b}	16.69^{a}	2.35^{bc}	13.26^{a}	0.256^{ab}	52.30^{bc}
هورمون CPPU	1.29^{bc}	15.31^{ab}	2.51^{bc}	12.91^{ab}	0.162^{c}	80.12^{a}
فورکلروفنورون + حلقه‌برداری تابستانه CPPU+Summer G	0.65^{d}	15.88^{ab}	3.96^{a}	11.72^{ab}	0.159^{c}	74.56^{ab}
شاهد Control	1.37^{bc}	15.99^{ab}	2.45^{bc}	12.08^{ab}	0.215^{cb}	57.68^{abc}

* ستون‌های با حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Column with the same letter don't have significant at level 0.05.

با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ٤) بیش‌ترین سفتی بافت میوه‌ها در پایان سه ماه نگهداری میوه در سردخانه مربوط به حلقه‌برداری تابستانه + فورکلروفنورون می‌باشد و کم‌ترین میزان سفتی بافت میوه مربوط به حلقه‌برداری تابستانه می‌باشد. در حالی‌که تیمار حلقه‌برداری بهاره، بعد از تیمار حلقه برداری تابستانه + فورکلروفنورون دارای سفتی بافت بیش‌تری می‌باشد. از جمله خصوصیاتی که می‌توان در تعیین میزان کیفیت پس از برداشت میوه کیوی مورد توجه قرار داد سفتی بافت میوه است، به‌طوری که سرعت نرم شدن بافت میوه در کیوی تعیین‌کننده عمر انبارمانی و توانایی عرضه به بازار در این میوه می‌باشد (۳۳، ۳۵). از عواملی که در انبارمانی میوه کیوی محدودیت ایجاد می‌کند، می‌توان به نرم شدن بافت میوه اشاره کرد (۲۳). طبق گزارش‌های قبلی میزان سفتی بافت میوه در کیوی طی دوره انبارمانی کاهش می‌یابد (۲۳، ۳۳). بنابراین، در زمان بعد از برداشت و تا قبل مرحله رسیدگی کاهش زیادی در سفتی بافت میوه‌ها اتفاق می‌افتد (۳٦). علت نرم شدن میوه‌ی کیوی حل شدن مواد دیواره سلولی و تجزیه نشاسته ذخیره‌ای است (۲۹). در میوه‌های کیوی زمانی که میانگین سفتی بافت آن‌ها به کم‌تر از ۱/۲ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع برسد، دیگر برای صادرات مناسب نیستند (۲۲). در این آزمایش میانگین سفتی بافت میوه‌های همه تیمارها بالاتر از ۲ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع بوده و در این آزمایش سفتی بافت در طی سه ماه انبارمانی در تیمار حلقه‌برداری تابستانه + فورکلروفنورون و حلقه‌برداری بهاره به ترتیب ۳۸/۳۵ درصد، ۱۵/۲۲ درصد بیش‌تر از تیمار شاهد و میزان سفتی در حلقه‌برداری تابستانه ۱۵ درصد کم‌تر از تیمار شاهد بوده و نیز در تیمارهای حلقه‌برداری پاییزه و هورمون فورکلروفنورون در میزان سفتی آن‌ها نسبت به تیمار شاهد تفاوت آماری معنی‌داری نداشته‌اند. در گزارش‌های قبلی تیمار فورکلروفنورون در میزان سفتی بافت میوه کیوی در طول ۱۰ تا ۲۰ هفته انبارمانی تفاوتی نسبت به شاهد مشاهده نشد (۲۸).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بالاترین درصد ماده خشک میوه در پایان دوره انبارداری مربوط به حلقه‌برداری پاییزه و حلقه برداری تابستانه بود و کم‌ترین درصد ماده خشک میوه در پایان دوره انبارداری مربوط به تیمار حلقه‌برداری بهاره بود و بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ٤). بنابراین، در این آزمایش در طول انبارمانی تیمار حلقه‌برداری پاییزه و حلقه‌برداری تابستانه به‌ترتیب دارای ٤/۱۹ درصد و ٤/۰۲ درصد میزان ماده خشک بیش‌تر و در تیمار حلقه‌برداری بهاره دارای ۸/۸٤ درصد ماده خشک کم‌تر نسبت به شاهد بودند، که با توجه به نتایج، در تیمار حلقه‌برداری تابستانه میزان سفتی پایین‌تر نسبت به شاهد دیده شد، اما در مقابل در حلقه‌برداری بهاره میزان سفتی بافت بیش‌تر از شاهد بود. یکی از عواملی که بر کیفیت میوه در طی دوره انبارمانی تأثیر می‌گذارد درصد ماده خشک میوه است (۷). به‌طورکلی، میوه‌های کیوی که درصد ماده خشک میوه بالاتری در طی انبارمانی نشان دادند نسبت به ناهنجاری‌های پس از برداشت مثل فروریختگی، نرم شدن و شیوع پوسیدگی انبارمانی مقاومند (۱۵، ۲٤).

بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ٤) بالاترین میزان مواد جامد محلول در پایان دوره انبارمانی مربوط به حلقه‌برداری پاییزه و کم‌ترین میزان مربوط به حلقه‌برداری بهاره می‌باشد. در طی دوره انبارداری افزایش میزان مواد جامد محلول عمدتاً به‌واسطه تبدیل نشاسته نامحلول به قند محلول می‌باشد، به‌علاوه تبدیل اسیدهای آلی به قند، افزایش پکتین‌های محلول و ترکیبات فنلی نیز بستگی دارد

(٤). طبق گزارشی از مک‌رایی و همکاران (۱۹۹۲) تخریب نشاسته عمدتاً در زمان پس از برداشت میوه اتفاق می‌افتد و تا زمانی که میوه رسیده می‌شود، تقریباً تمام نشاسته به قندهای محلول تبدیل می‌شود (۲۷). در این پژوهش، مواد جامد محلول در طی سه ماه انبارمانی در حلقه‌برداری پاییزه به مقدار ۸/۸۹ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت، در حالی‌که حلقه‌برداری بهاره ٦/۳۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت بود.

با توجه به نتایج مقایسه میانگین (جدول ٤) تیمار حلقه‌برداری بهاره دارای مقدار اسید قابل تیتر بالا می‌باشد، در حالی‌که تیمار فورکلروفنورون و حلقه‌برداری تابستانه + فورکلروفنورون دارای مقدار اسید میوه کم‌تری نسبت به تیمارهای دیگر و شاهد بود. به‌طورکلی، کاهش اسید میوه در طول انبارمانی می‌تواند به خاطر تبدیل اسیدهای آلی به قندها و هم‌چنین استفاده بیش‌تر آن‌ها به عنوان پیش ماده تنفسی در طی فرایند تنفس باشد (۱، ٤، ١٦). پس، میزان بالای TA میوه نشان‌دهنده کاهش تعرق و تنفس در آن می‌باشد که سبب افزایش ماندگاری میوه در زمان نگهداری می‌شود (٤).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد کاربرد فورکلروفنورون در مراحل اولیه تشکیل میوه کیوی رقم 'هایوارد' باعث افزایش ۳۲ درصد میانگین وزن میوه شد، اما این میوه‌ها درصد ماده خشک و نسبت مواد جامد محلول به اسید کم‌تری نسبت به شاهد داشتند، هر چند بالاتر از حداقل قابل‌قبول (۱۵ درصد) بود. پایین بودن درصد ماده خشک میوه و نسبت مواد جامد محلول به اسید در زمان برداشت می‌تواند تأثیر نامطلوب بر طعم و مزه و کیفیت خوراکی میوه کیوی داشته باشد. میوه‌های تیمار شده با فورکلروفنورون تفاوت آماری معنی‌داری از نظر سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول در زمان برداشت و پس از ۳ ماه نگهداری در سردخانه با شاهد نداشتند. کاربرد توأم حلقه‌برداری تابستان و فورکلروفنورون باعث افزایش بیش‌تر وزن میوه (۳۸ درصد) میوه شد. به‌علاوه، این تیمار باعث بالاترین درصد ماده خشک میوه، مواد جامد محلول و نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتر را در زمان برداشت داشتند. چنین میوه‌های با کم‌ترین درصد کاهش وزن میوه و بالاترین سفتی بافت در انبار از ماندگاری بهتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند.

منابع

1. Abbasi, N.A., Zafar, I., Maqbool, M. and Hafiz, I.A. 2009. Postharvest quality of mango (*Mangifera indica* L.) fruit as affected by chitosan coating. Pak. J. Bot. 41: 1. 343-357.
2. Agricultural Statistics. 2016. Ministry of Agriculture.
3. Ainalidou, A., Karamanoli, K., Menkissoglu-Spiroudi, U., Diamantidis, G. and Matsi, T. 2015. CPPU treatment and pollination: Their combined effect on kiwifruit growth and quality. Sci. Hort. 193: 147-154.
4. Amodio, M.L., Colelli, G., Hasey, J.K. and Kader, A.A. 2007. A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. J. Sci. Food. Agric. 87: 1228-1236.
5. Antognozzi, E., Battistelli, A., Famiani, F., Moscatello, S., Stanica, F. and Tombesi, A. 1996. Influence of CPPU on carbohydrate accumulation and metabolism in fruits of *Actinidia deliciosa* (A. Chev.). Sci. Hort. 65: 1. 37-47.

6.Boyd, L.M. and Barnett, A.M. 2011. Manipulation of whole-vine carbon allocation using girdling, pruning, and fruit thinning affects fruit numbers and quality in kiwifruit. Hort. Sci. 46: 4. 590-595.
7.Buxton, K.N. 2005. Pre-harvest practices affecting postharvest quality of' Hayward' kiwifruit: a thesis presented in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Plant Physiology and Horticultural Science at Massey Un. New Zealand.
8.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. New Zealand. pp. 1-161.
9.Chun, Y.L., David, W. and Eliezer, E.G. 2003. Girdling affects carbohydrate-related gene expression in leaves, bark and roots of alternate-bearing citrus trees. Ann. Bot. 92: 1. 137-143.
10.Cooper Cortés, T., González, L. and Retamales Aranda, J. 2008. Effects of CPPU on quality and postharvest life of kiwifruit., Acta Hort. 796: 1. 167-172.
11.Cruz-Castillo, J.G., Baldicchi, A., Frioni, T., Marocchi, F., Moscatello, S., Proietti, S. and Famiani, F. 2014. Pre-anthesis CPPU low dosage application increases 'Hayward' kiwifruit weight without affecting the other qualitative and nutritional characteristics. Food Chem. 158: 1. 224-228.
12.Currie, M.B., Patterson, K.J., Snelgar, W.P. and Blattmann, P. 2017. Girdling kiwifruit vines for commercial advantage: opportunities and risks. In IX International Symposium on Kiwifruit. 1218: 405-412.
13.Elsabagh, A.S. 2010. Effect of girdling, strappimg and ethephon spraying on fruit quality of (*Vitis vinifera*) cv. Alphonos LA VALLE. J. Agric. and Env. Sci. Dam. Univ. 9: 3. 1-25.
14.FAO, Countries by commodity, Rankings, Production. 2017. Food and Agriculture organization of the United Nations.
15.Ferguson, I.B., Thorp, T.G., Barnett, A.M., Boyd, L.M. and Triggs, C.M. 2003. Inorganic nutrient concentrations and physiological pitting in 'Hayward' kiwifruit. J. Hort. Sci. Biotech. 78: 4. 497-504.
16.Fisk, C.L., Silver, A.M., Strik, B.C. and Zhao, Y. 2008. Postharvest quality of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* 'Ananasnaya') associated with packaging and storage conditions. Post. Biol. Tech. 47: 3. 338-345.
17.Hamada, K., Ogata, T., Fujiwara, S. and Hasegawa, K. 2009. Healing process of the wounds of the branches of the Japanese persimmon that were caused by girdling, scoring, and strangulation. Sci. Hort. 120: 2. 276-281.
18.Harker, F.R., Carr, B.T., Lenjo, M., MacRae, E.A., Wismer, W.V., Marsh, K.B., Williams, N., White, A., Lund, C.M., Walker, S.B., Gunson, F.A. and Pereira, R.B. 2009. Consumer liking for kiwifruit flavour: A meta-analysis of five studies on fruit quality. Food Qual. Prefer. 20: 1. 30-41.
19.Iwahori, S., Tominaga, S. and Yamasaki, T. 1988. Stimulation of fruit growth of kiwifruit, *Actinidia chinensis* Planch., by N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea, a diphenylurea-derivative cytokinin. Sci. Hort. 35: 1-2. 109-115.
20.Kader, A. 2002. Postharvest biology and technology: an overview. In: A.A. Kader, R.F. Kasmire, G. Mitchel, M.S. Reid, N.F. Somer, J.F. Thompson (eds.). Postharvest Technology of Horticultural Crops. Div. Agric. Nat. Res. Un. California. pp. 39-47.
21.Khandaker, M.M., Hossain, A.S., Osman, N. and Boyce, A.N. 2011. Application of girdling for improved fruit retention, yield and fruit quality in *Syzygium samarangense* under field conditions. Int. J. Agric. Biol. 13: 1.
22.Lallu, N. 1995. September. Low temperature breakdown in kiwifruit. In III International Symposium on Kiwifruit. 444: 579-586.

23.Lim, S., Han, S.H., Kim, J., Lee, H.J., Lee, J.G. and Lee, E.J. 2016. Inhibition of hardy kiwifruit (*Actinidia aruguta*) ripening by 1-methylcyclopropene during cold storage and anticancer properties of the fruit extract. Food Chem. 190: 150-157.

24.Maguire, K.M. and Mowat, A.D. 2003. October. Predicting storage potential of 'Hayward'kiwifruit. In Proceedings of the Australian Postharvest Horticulture Conference, Brisbane. pp. 236-238.

25.Moscatello, S., Famiani, F., Proietti, S., Farinelli, D. and Battistelli, A. 2011. Sucrose synthase dominates carbohydrate metabolism and relative growth rate in growing kiwifruit (*Actinidia deliciosa*, cv Hayward). Sci. Hort. 128: 3. 197-205.

26.Murakami, S. 2012. Effect of girdling methods on fruit quality in'Rainbow Red'kiwifruit (*Actinidia chinensis*). Horti. Research (Japan), 11: 2. 281-287.

27.Nardozza, S., Boldingh, H.L., Osorio, S., Höhne, M., Wohlers, M., Gleave, A.P. and Fernie, A.R. 2013. Metabolic analysis of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) berries from extreme genotypes reveals hallmarks for fruit starch metabolism. J. Exp. Bot. 64: 16. 5049-5063.

28.Patterson, K.J., Mason, K.A. and Gould, K.S. 1993. Effects of CPPU (N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea) on fruit growth, maturity, and storage quality of kiwifruit. New Zeal J. Crop Hort. 21: 3. 253-261.

29.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.

30.Patterson, K.J. and Currie, M.B. 2010. Optimising Kiwifruit Vine Performance for High Productivity and Superior Fruit Taste. VII International Symposium on Kiwifruit, Acta. Hort. 913: 57-268.

31.Richardson, A.C., Marsh, K.B., Boldingh, H.L., Pickering, A.H., Bulley, S.M., Frearson, N.J. and Macrae, E.A. 2004. High growing temperatures reduce fruit carbohydrate and vitamin C in kiwifruit. Plant Cell Environ. 27: 4. 423-435.

32.Richardson, A.C., McAneney, K.J. and Dawson, T.E. 1997. Carbohydrate dynamics in kiwifruit. J. Hort. Sci. 72: 907-917.

33.Shuqian, L., Changjiang, L., Guang, X., Zhang, B. and Yangyang, L. 2014. Influence Mechanism of Endogenous Abscisic Acid on Storage Softening Process of Hardy Kiwifruit. Adv. J. Food Sci. Technol. 6: 1. 92-96.

34.Snelgar, W.P., Thorp, T.G. and Patterson, K.J. 1985. Optimal leaf: fruit ratios for fruit growth in kiwifruit. In Symposium on Physiology of Productivity of Subtropical and Tropical Tree Fruits. 175: 115-120.

35.Tavarini, S., Degl'Innocenti, E., Remorini, D., Massai, R. and Guidi, L., 2008. Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. Food Chem. 107: 1. 282-288.

36.Woodward, T.J. 2006. Variation in 'Hayward' Kiwifruit Quality Characteristics. Ph. D. thesis.

37.Woolley, D.J. and Cruz-Castillo, J.D. 2006. Stimulation of fruit growth of green and kiwi fruit. Acta Hort. 727: 297-293.

38.Zhang, C. and Whiting, M.D. 2011. Improving Bing sweet cherry fruit quality with plant growth regulators. Sci. Hort. 127: 3. 341-346.

39.Zhao, Y., Zhang, L., Gao, M., Tian, L., Zheng, P., Wang, K. and Alva, A.K. 2013. Influence of girdling and foliar-applied urea on apple (*Malus domestica* L.) fruit quality. Pak J. Bot. 45: 5. 1609-1615.