مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۷ شماره ۲ صفحه‌های ۱۹۷ تا ۲۱۰ (۱۴۰۵) نسخه پیش انتشار
مقاله پژوهشی

اثر زمان حلقه‌برداری بر عملکرد، مواد ذخیره‌ای شاخه و ریشه کیوی‌فروت رقم هایوارد (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward)

The effect of Girdling Time on Yield, Cane and Root Reserves of Hayward Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward)

ابراهیم عابدی قشلاقی[۱*]، معصومه کیااشکوریان[۲]، طاهره رئیسی گهروئی[۲]، محمدعلی شیری[۲]، حسین طاهری[۲]، فرهنگ رضوی[۳]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

۲- موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده مرکبات و میوه های نیمه گرمسیری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

۳- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه رنجان، زنجان، ایران.

*نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (eabedig@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۱۸، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۵/۱۹

چکیده

این تحقیق برای بررسی اثر حلقه‌برداری تنه تاک‌های کیوی‌فروت بر عملکرد و مواد ذخیره‌ای شاخه و ریشه آن‌ها به مدت دو سال در سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ در شهرستان آستارا انجام شد. تاک‌های کیوی‌فروت با فاصله زمانی دو هفته‌ای از اواسط اردیبهشت تا اواسط شهریورماه در ارتفاع نیم متری از سطح زمین در ۱۰ تیمار زمانی حلقه‌برداری شدند. نتایج نشان داد که عملکرد و صفات کمی اندازه‌گیری شده به جز میانگین وزن میوه تحت تأثیر زمان حلقه‌برداری قرار گرفت. هم‌چنین عملکرد و درصد تشکیل میوه تحت تأثیر برهمکنش اثر سال آزمایش و زمان حلقه‌برداری بود. بیشترین عملکرد در سال پربار (سال اول) در زمان حلقه‌برداری اواسط مرداد (مرحله نمو میوه) ۱۲۱/۴ کیلوگرم و در سال کم‌بار (سال دوم) در حلقه‌برداری اواسط اردیبهشت (مرحله آغاز شکفتن کاسبرگ‌ها) ۷۱/۷۳ کیلوگرم مشاهده شد. حلقه‌برداری اواخر خرداد در مرحله رشد سریع میوه باعث کاهش تشکیل میوه، عملکرد تاک‌ها، کربوهیدرات و نشاسته ریشه‌ها و افزایش ماده خشک شاخه‌ها شد. حلقه‌برداری در ماه‌های تابستان نسبت به حلقه‌برداری ماه‌های بهار باعث کاهش دو تا دونیم درصد ماده خشک ریشه در سال اول آزمایش شد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان از حلقه‌برداری اواسط اردیبهشت (مرحله آغاز شکفتن کاسبرگ‌ها) و اواسط مرداد (مرحله نمو میوه) برای افزایش عملکرد کیوی‌فروت رقم هایوارد استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: اندازه میوه، عملکرد، ماده خشک، میوه‌بندی.

مقدمه

بر اساس آمار منتشرشده‌ی FAO در سال ۲۰۲۴، سطح زیر کشت جهانی کیوی‌فروت ۲۷۱۵۴۹ هکتار با تولید جهانی بالغ بر ۴۴۱۷۵۳۷ تن و عملکرد ۱۷۲۲۵/۷ کیلوگرم در هکتار بود. چین، نیوزیلند، ایتالیا، یونان، ایران و شیلی به‌ترتیب بزرگترین تولیدکنندگان کیوی‌فروت در جهان محسوب می‌شوند (FAO, 2024). در ایران سطح زیر کشت این محصول ۱۲۷۷۳ هکتار، میزان تولید ۳۴۴۱۹۰ و عملکرد آن ۲۶/۹۴۶ تن در هکتار گزارش شده است. استان مازندران با ۵۰ درصد، مقام اول کشت کیوی را دارد. استان‌های گیلان با ۴۹ درصد و گلستان با یک درصد در جایگاه دوم و سوم قرار دارند. ایران از نظر صادرات نیز

هفتمین کشور صادرکننده میوه کیوی در جهان است. به‌دلیل وجود بازارهای جهانی خرید کیوی‌فروت، این محصول ازنظر اقتصادی به‌خوبی می‌تواند با میوه‌هایی مانند مرکبات رقابت کند (MAJ, 2024).

تولید کیوی‌فروت در کشور بیشتر از مصرف سرانه داخل بوده و بایستی بخشی از آن صادر شود. کشورهای وارد کننده دارای استانداردهای تعیین شده توسط مؤسسات استاندارد بین المللی هستند. بنابراین جهت موفقیت در این رقابت جهانی، بایستی در حفظ کیفیت ظاهری و داخلی میوه دقت نمود. از طرف دیگر، با توجه به اهمیت ارزش صادراتی و قیمت بالای میوه‌های درجه یک، افزایش کیفیت و کمیت میوه‌ها می‌تواند سود باغداران را افزایش دهد.

عمل حلقه‌برداری، حذف تقریباً پنج تا ده میلی‌متر از عرض پوست و بافت کامبیوم تنه برای محدود کردن انتقال از آوند آبکش بین تاج و ریشه‌ها است و این روش طی هزاران سال برای بهبود تولید محصول استفاده شده است. حلقه‌برداری انتقال کربوهیدرات را از منبع به محل‌های مصرف شامل ساختارهای رویشی، ساختارهای زایشی، ریشه محدود می‌کند (Goren *et al*., 2004). ترمیم کافی محل حلقه‌برداری و تشکیل پل‌های پینه (Hamada *et al*, 2009) در محل حلقه‌برداری برای عملکرد مداوم تاک و پایداری روش از فصلی به فصل دیگر بسیار مهم است. بهبود محل حلقه‌برداری بستگی به باغ دارد که معمولاً طی یک دوره چهار تا شش هفته‌ای اتفاق می‌افتد. با این حال، اگر حلقه‌برداری در دوره تابستان خیلی به تأخیر افتد، به علت افت دمای پاییز و کند شدن تشکیل پل‌های پینه ممکن است ترمیم به تأخیر بیفتد.

در بررسی اثر زمان حلقه‌برداری ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز قبل از گلدهی، بر پوسیدگی جوانه گل در رقم هایوارد نتایج نشان داد تاک‌های هایوارد که ۳۰ روز قبل از گلدهی حلقه‌برداری کامل دریافت کرده بودند نسبت به تاک‌های شاهد تیمار نشده به طور قابل توجهی نسبت کمتری از ناحیه کاسبرگ تحت تأثیر قهوه ای شدن داشتند (Casonato *et al*., 2015). این تأثیر در تمام زمان‌های ارزیابی مشهود بود. هیچ یک از تیمارهای دیگر به طور قابل توجهی پوسیدگی جوانه را در مقایسه با گروه شاهد تیمار نشده کاهش نداد. علاوه بر این، تاک‌های هایوارد که ۳۰ روز قبل از گلدهی حلقه‌برداری کامل دریافت کرده بودند نسبت به سایر تیمارها به طور قابل توجهی ریزش کمتری داشتند. در رقم گرین ۱۴، تاک‌های که ۳۰ و ۲۰ روز قبل از گلدهی حلقه‌برداری کامل دریافت کرده بودند پوسیدگی جوانه به طور معنی داری کمتر از سایر تیمارها بود. نتایج نشان می‌دهد که حلقه‌برداری قبل از گلدهی می‌تواند اثرات مثبتی در به حداقل رساندن پوسیدگی جوانه و ریزش گل و میوه زودرس ناشی از شانکر باکتریایی داشته باشد. با این حال، این مزایا باید در برابر خطر بالقوه قرار گرفتن تاک‌ها در معرض عفونت سیستمیک شانکر باکتریایی از طریق زخم حلقه‌برداری جبران شود (Casonato *et al*., 2015).

حلقه‌برداری قبل از گلدهی، اخیراً به مدیریت باغ های کیوی رقم هایوارد اضافه شده است زیرا کشف شده است که می‌تواند پوسیدگی جوانه گل را کاهش دهد. اگرچه برگ تاک‌های حلقه‌برداری شده کربوهیدرات کمتری نسبت به تاک‌های حلقه‌برداری نشده صادر می‌کنند که نشان دهنده انتقال تأخیری به وضعیت اتوتروف است (Haisman, 2019).

در بررسی اثرات درازمدت سه سال متوالی دستکاری منبع-سینک کامل تاک بر عملکرد (Boyd & Barnett, 2011)، ترکیب و کیفیت میوه از تاک‌های کیوی‌فروت بالغ (*Actinidia chinensis* Planch. var. chinensis (Hort16A) در تاکستان با چهار تیمار ۱) شاهد: تکنیک‌های استاندارد مدیریت تاج، بدون حلقه‌برداری تنه. ۲) حلقه‌برداری طولانی مدت تنه[۱]: که حلقه‌برداری در اواخر تابستان انجام می‌شود، در زمستان باز نگه داشته می‌شود و اجازه داده می‌شود تا در بهار بعد بهبود یابد. ۳) فیست[۲]: عملکرد کم و نگهداری تعداد برگ زیاد، بدون حلقه‌برداری تنه. و ۴) فمین[۳]: نگهداری تعداد میوه ها بالا و هرس شدیدتاک‌ها برای تحریک رشد مجدد، بدون حلقه‌برداری تنه، نتایج نشان داد که حلقه‌برداری طولانی مدت تنه میوه‌های با ماده خشک بالاتر و بلوغ معمولی پیشرفته در مقایسه با تاک‌های شاهد بدون حلقه‌برداری که بار محصول مشابهی داشتند و در همان تاریخ برداشت شدند، تولید کردند. میوه‌های تاک‌های حلقه‌برداری طولانی مدت تنه نسبت به میوه‌های تاک‌های شاهد به حفره‌های فیزیولوژیکی حساس‌تر و نسبت به اضمحلال دمای پایین حساسیت کمتری بودند. هر فصل تاک‌های حلقه‌برداری طولانی مدت تنه نسبت به تاک‌های شاهد پربازده‌تر شدند و در نتیجه تعداد زیادی از میوهچه‌ها برای به دست آوردن محصول واقعی باید تنک می‌شدند.

۱- Extended trunk girdling ۲- Feast ۳- Famine

روش‌های حلقه‌برداری تنه و شاخه یکساله در بهار برای افزایش اندازه میوه به صورت سالانه در رقم‌های هایوارد و Hort16A استفاده می‌شود. در حالی که هر دو روش موثر هستند، حلقه‌برداری تنه به دلیل سهولت استفاده از آن، نسبت به حلقه‌برداری شاخه یکساله ارجحیت دارد. به دنبال حلقه‌برداری بهاری، افزایش هفت گرم برای اندازه میوه رقم Hort16A کیوی‌فروت گزارش شده است. نقطه اوج پاسخ در اندازه میوه بین چهار تا پنج هفته پس از گل‌دهی کامل مشهود بود. برای تاک‌های رقم Hort16A با ۶۵ میوه در هر متر مربع، نتیجه حاصل از ماده خشک اختصاص یافته به میوه با چنین تکنیک‌هایی ممکن است تا شش درصد افزایش، ماده خشک میوه به ۱۸/۵ درصد برسد (Currie *et al*., 2007). افزایش ۲۲/۲ گرمی در وزن میوه گونه *A. deliciosa* در اثر حلقه‌برداری نیز گزارش شده است (Woolley & Cruz-Castillo, 2006).

علاوه‌براین، حلقه‌برداری تنه در تابستان یا پاییز ممکن است گل‌دهی بیش‌تر را در بهار سال بعد ترغیب کند. ازحلقه‌برداری پاییزی معمولاً در سایر درختان میوه برای تحریک گل‌دهی استفاده می‌شود (Goren *et al*., 2004). پاسخ‌های مثبت در کیوی‌فروت مشهود است و افزایش گل‌دهی تا ۰/۵ گل در هر جوانه زمستانی ثبت شده است (Currie *et al*., 2005). در عمل تجاری، این روش برای بهبود گل‌دهی در تاک‌های "Hort16A" در سیستم‌های تولید ارگانیک استفاده می‌شود که استفاده از تقویت کننده‌های شکفتن جوانه مانند های کین[1] مجاز نیست. حلقه‌برداری در اواخر فصل رشد، ممکن است منجر به تضعیف تشکیل پل کالوس شده و عملکرد تاک در بهار سال بعد به خطر بیفتد و بر میزان بهره‌وری تاک و کیفیت میوه نیز تأثیر بگذارد (Currie *et al*., 2007). از حلقه‌برداری تابستانی تنه برای تسهیل تجمع بیش‌تر ماده خشک میوه‌های روی تاک استفاده می‌شود. این تکنیک هم برای 'Hayward' و هم برای 'Hort16A' بسیار مؤثر است و توسط بسیاری از تولیدکنندگان برای بهبود مقدار ماده خشک میوه به صورت سالانه استفاده می‌شود. (Currie *et al*., 2008).

تأثیر حلقه‌برداری تابستانه و پاییزه بر کیفیت میوه کیوی‌فروت رقم هایوارد در تاکستان‌های مختلف شرق استان گیلان نشان داد تیمار حلقه‌برداری تأثیر معناداری بر وزن میوه، طول و قطر میوه کیوی فروت نداشته است، اما میزان سفتی بافت میوه، درصد ماده خشک و میزان قند میوه بطور معناداری تحت تأثیر تیمار حلقه‌برداری قرار داد (Ghasemnezhad & Aminifar, 2021).

هدف از اجرای این پروژه ارزیابی اثر حلقه‌برداری تنه تاک‌های کیوی‌فروت بر عملکرد و مواد دخیره‌ای شاخه و ریشه رقم هایوارد و تعیین زمان مناسب حلقه‌برداری جهت افزایش کمیت و کیفیت میوه‌های حاصل از تاک‌های حلقه‌برداری شده بود.

مواد و روش‌ها

حلقه‌برداری تاک‌های ۸ ساله کیوی‌فروت رقم هایوارد پیوند شده روی پایه بذری برونو برای دو سال متوالی با فاصله زمانی دو هفته‌ای از اواسط اردیبهشت تا اواسط شهریورماه در مراحل مختلف فنولوژی تاک‌ها در ارتفاع نیم متری از سطح زمین در نه تیمار زمانی و شاهد (بدون حلقه‌برداری) روی ۳۰ تاک در سال‌های ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳ در شهرستان آستارا (با موقعیت جغرافیایی ۳۸/۳۸۵۶۵۹ شمالی و ۴۸/۸۴۰۲۶۰ شرقی) انجام شد. شرایط اقلمی منطقه طی دو سال آزمایش در جدول ۱ ذکر شده است. در حالت کلی، حلقه‌برداری در دو مرحله قبل از گلدهی (مرحله تمایز اندام های زایشی)، سه مرحله رشد سریع میوه، دو مرحله زمان نمو میوه و دو مرحله بلوغ در مراحل مختلف فنولوژی تاک‌ها (Abedi Gheshlaghi *et al*., 2017) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد (جدول ۲). تراکم کشت تاک‌ها ۵۰۰ اصله در هکتار با فاصله کاشت چهار متر روی ردیف‌ها و پنج متر بین ردیف‌ها بود. کلیه عملیات به‌باغی از قبیل هرس، آبیاری، کوددهی، حذف علف‌های هرز برای همه تیمارها یکسان بود. حلقه‌برداری با استفاده از چاقوی پیوندی تیز انجام و محل حلقه‌برداری با وایتکس رقیق شده (یک قسمت وایتکس و نه قسمت آب) ضدعفونی شد.

جدول ۱- شرایط اقلیمی منطقه اجرای آزمایش.

Table 1. Climatic conditions of the research area.

فصل	درجه حرارت	رطوبت نسبی	بارندگی

۱- Hi-Cane

Season	Temperature (°C)			RH (%)			Precipitation (mm)	تبخیر Evaporation (mm)	مجموع ساعات آفتابی Sum of sunny hours (h)	حداکثر سرعت باد Max. wind speed (Km/h)
	حداکثر Max.	حداقل Min.	میانگین Mean	حداکثر Max.	حداقل Min.	میانگین Mean				
بهار Spring	20.8	13.0	16.9	94.0	62.3	78.0	121.0	311.6	546.6	38.7
تابستان Summer	31.0	21.0	25.7	90.0	54.0	72.0	157.8	553.2	796.2	32.0

ارزیابی‌ها

پس از هرس زمستانه و نگهداری ۲۵-۳۰ شاخه با ۱۸ تا ۲۰ جوانه با سیستم کاشت تی‌بار، چهار شاخه زمستان‌گذران (کین) در چهار جهت تاک‌های تیمار و شاهد بطور تصادفی انتخاب و اتکیت گذاری شدند. برآورد میانگین درصد تشکیل میوه، شاخص باروری، باروری واقعی، درصد جوانه‌های شکفته، درصد شاخساره‌های باردار و بدون بار روی این شاخه‌های زمستان‌گذران علامت‌گذاری شده انجام شد. بلافاصله پس از برداشت میوه با شاخص بلوغ ۶/۵ درصد مواد جامد محلول، عملکرد و میانگین وزن میوه‌های حاصل از تاک‌های تیمار شده و شاهد اززیابی شدند. برای تعیین عملکرد تاک، کل میوه‌های هر تاک با استفاده از باسکول توزین شد. برای تعیین میانگین وزن میوه، نمونه‌ای به حجم ۲۵ میوه از هر تاک در زمان برداشت محصول به صورت تصادفی از جهات مختلف تاج جمع‌آوری شد. بعد از وزن کردن میوه‌ها با ترازوی آزمایشگاهی با دقت یک گرم، میانگین میوه‌ها محاسبه شد.

جدول ۲- زمان انجام تیمار حلقه‌برداری در مراحل مختلف فنولوژی تاک‌ها و مقیاس BBCH.

Table 2. Time for girdling treatment at different stages of vine phenology and BBCH scale.

تیمار Treatment	فنولوژی تاک Vine phenology	زمان انجام حلقه‌برداری Girdling time	BBCH Scale
1	در مرحله آغاز شکفتن کاسبرگ‌ها At the beginning of sepal expension	اواسط اردیبهشت May 5	55
2	آغاز گلدهی On set of flowering	اوایل خرداد May 20	60
3	اوایل مرحله رشد سریع میوه Early rapid fruit growth stage	اواسط خرداد June 5	71
4	اواسط مرحله رشد سریع میوه Middle rapid fruit growth stage	اواخر خرداد June 5	73
5	اواخر مرحله رشد سریع میوه Late rapid fruit growth stage	اواسط تیر July 5	75
6	نمو در میوه Fruit development	اواخر تیر July 20	77
7	نمو در میوه Fruit development	اواسط مرداد August 5	79
8	بلوغ میوه Fruit maturity	اواخر مرداد August 20	81
9	بلوغ میوه Fruit maturity	اواسط شهریور September 5	85
10	شاهد (بدون حقله‌برداری) Control (without girdling)	---	---

تشکیل میوه

برای تعیین درصد تشکیل میوه، ابتدا تعداد گل‌های چهار شاخه علامت‌گذاری شده در چهار جهت تاک که بطور تصادفی انتخاب شده بودند در زمان گل‌دهی و سه تا چهار هفته بعد از ریزش گلبرگ‌ها شمارش و درصدگیری شد (Boyd & Barnett, 2011).

باروری واقعی، شاخص باروری

باروری واقعی[1] نسبت تعداد گل تشکیل شده به تعداد جوانه‌های باقی‌مانده بعد از هرس زمستانه است. شاخص باروری[2] نسبت تعداد گل‌های تشکیل شده به تعداد شاخساره‌های بارور می‌باشد (Alves *et al.*, 2018).

ماده خشک شاخه و ریشه

نمونه‌های شاخه در زمان هرس زمستانه (اواخر دیماه) از شاخه‌های سال جاری انتخاب و درصد ماده خشک شاخه‌ها با استفاده از درصدگیری با تقسیم وزن خشک به وزن تر ضرب در ۱۰۰ انجام شد. خشک شدن نمونه‌ها در آون ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت انجام شد تا وزن آن‌ها به حالت ثابتی برسد.

نمونه‌های ریشه تاک‌های بعد از ریزش برگ‌ها (اواخر دی‌ماه) در فاصله یک متری تنه از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری تهیه شد. نمونه‌ها با معمولی شتشو داده شد و بعد از خشک شدن آب سطحی روی ریشه‌ها در دمای اطاق، وزن تر میوه آنها اندازه شد. سپس در آون ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند تا وزن آن‌ها به حالت ثابتی برسد و بعد از اندازه‌گیری وزن خشک آنها درصد ماده خشک محاسبه شد (Mostofi *et al.*, 2019).

کربوهیدرات و نشاسته ریشه

بعد از ریزش برگ‌ها در دی‌ماه، نمونه‌های ریشه در فاصله یک متری تنه تاک‌ها از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری تهیه شد. سپس نمونه‌ها با آب معمولی شتشو داده شدند و بعد از خشک شدن در دمای اطاق، در آون ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت خشک شدند تا وزن آن‌ها به حالت ثابتی برسد. ۱۰۰ میلی‌گرم از ریشه پودر شده با اتانول ۸۰ درصد در ۷۰ درجه سلیسیوس مطابق روش ذکر شده توسط Raiesi & Moradi (2026) استخراج شد. پس از خنک شدن و پس از سانتریفیوژ در سرعت ۱۲۰۰۰ × g به مدت پنج دقیقه، محلول رویی جمع‌آوری شد. مجدداً، یک میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد به رسوب اضافه شد و اجازه داده شد تا یک شب در دمای چهار درجه سلسیوس باقی بماند. بخش‌های محلول در اتانول با هم مخلوط شدند و جهت اندازه‌گیری کربوهیدرات محلول در یخچال نگهداری شدند. باقیمانده نامحلول در اتانول متعاقباً برای استخراج نشاسته با اسید پرکلریک ۵۲ درصد حجمی/حجمی) استفاده شد (McCready *et al.* 1950). میزان نشاسته و کربوهیدرات محلول ریشه با استفاده از معرف آنترون و با استفاده از منحنی استاندارد گلوکز در طول موج ۶۲۵ نانومتر به روش رنگ سنجی توسط اسپکترفتومتر اندازه‌گیری شد و مقدار آن‌ها بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم بافت خشک برگ بیان شد (Yemm & Willis, 1954).

تجزیه آماری

داده‌های عملکرد و صفات کمی و کیفی میوه در زمان برداشت به صورت تجزیه مرکب دو ساله در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. آنالیز آماری آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS (Version 9.1 2002-2003, SAS Institute, Cary, NC) صورت گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. لازم به ذکر است که قبل از آنالیز آماری، داده‌ها از لحاظ نرمال بودن مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

عملکرد تاک

نتایج آزمایش نشان داد که اثرات ساده سال و زمان حلقه‌برداری بر میزان عملکرد معنادار بود اما اثر برهمکنش سال و حلقه‌برداری برآن معنادار نبود. مقایسه میانگین نتایج نشان داد که میانگین عملکرد در سال اول آزمایش بیشتر از سال دوم بود (جدول ۳) و بیشترین میزان آن در سال اول با ۱۲۱/۴۰ کیلوگرم در تیمار حلقه‌برداری اواسط مرداد و در سال دوم با ۷۱/۸۳ کیلوگرم در

۱- RF: Real Fertility

۲- FI: Fertility index

تیمار قبل از گلدهی اواسط اردیبهشت ماه مشاهده شد. کمترین مقدار عملکرد در سال دوم آزمایش در حلقه‌برداری نیمه خرداد مشاهده شد که اختلاف معناداری با تاک‌های شاهد همان سال نشان نداد (جدول ۴).

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

Table 3. Comparison of the mean simple effect of year and time of girdling on yield and some reproductive traits of Hayward kiwifruit cultivar.

تیمارها Treatment	عملکرد Yield (Kg/Vine)	میانگین وزن میوه Mean fruit weight (g)	جوانه‌های شکفته Blooming buds (%)	جوانه‌های شکفته بارور Fertile blooming buds (%)	تشکیل میوه Fruit set (%)	شاخص باروری Fertility index	باروری واقعی Real Fertility
			سال Year				
2023	99.82a†	101.02b	61.26a	96.60a	72.2a	7.46a	4.48a
2024	42.88b	105.22a	53.81b	89.06b	35.83b	6.74b	3.21b
			تیمار Treatment				
Control	62.86bc	100.11a	58.22a	91.92bc	51.37bc	7.07ab	3.87ab
May 5	81.23a	97.78a	53.05a	88.66d	72.48a	6.71b	3.29b
May 20	81.51a	98.41a	58.34a	91.62bc	62.35ab	7.54ab	4.07ab
June 5	67.15b	98.04a	55.01a	91.77bc	59.46ab	7.93a	4.08ab
June 20	47.82c	107.17a	61.58a	91.35bc	36.43c	6.66b	3.87ab
July 5	64.63bc	109.61a	61.52a	89.26d	51.00bc	6.58b	3.63b
July 20	71.6ab	103.71a	58.34a	95.62a	49.05bc	6.71b	3.83ab
August 5	79.71a	105.90a	53.48a	96.24a	53.32abc	7.05ab	3.65b
August 20	66.06bc	102.80a	56.02a	93.60ab	52.95abc	6.76b	3.46b
September 5	80.60a	107.18a	59.99a	96.71a	50.85bc	7.96a	4.64a

† میانگین‌های با حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنادار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن هستند.

†Means with different letters in each column indicate statistically significant differences at the 5% Duncan test level.

میانگین وزن میوه

براساس نتایج آزمایش، اگرچه میانگین وزن میوه تحت تأثیر سال‌های آزمایش قرار گرفت اما زمان حلقه‌برداری و اثر برهمکنش سال و زمان حلقه‌برداری بر میزان آن اختلاف معنادار نشان نداد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که میانگین وزن میوه در سال دوم آزمایش در حدود ۵/۲ گرم بیشتر از سال اول بود (جدول ۳).

درصد جوانه‌های شکفته و بارور

در بررسی دو ساله داده‌های آزمایش، درصد جوانه‌های شکفته تحت تأثیر سال‌های آزمایش قرار گرفت اما اثر زمان حلقه‌برداری و اثر برهمکنش سال و زمان حلقه‌برداری بر میزان آن معنادار نبود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، درصد جوانه‌های شکفته در سال اول آزمایش ۶۱/۲۶ درصد و در سال دوم ۵۳/۸۱ درصد برآورد شد (جدول ۳).

نتایج آزمایش نشان داد درصد جوانه‌های شکفته بارور تحت تأثیر سال‌های آزمایش و اثر زمان حلقه‌برداری قرار گرفت اما اثر برهمکنش سال و زمان حلقه‌برداری بر میزان آن معنادار نبود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، درصد جوانه‌های شکفته باروردر سال اول آزمایش با ۹۶/۶۰ درصد بیشترین و در سال دوم با ۸۹/۰۶ درصد کم‌ترین بود (جدول ۳). نتایج آزمایش نشان داد که حلقه‌برداری تابستان نسبت به حلقه‌برداری بهاره باعث افزایش درصد جوانه‌های شکفته بارور شد به طوریکه

بیشترین درصد آن با ۹۶/۷۱ درصد در زمان حلقه‌برداری اواسط شهریور مشاهده شد. حلقه‌برداری اواسط اردیبهشت ماه و تیرماه باعث کاهش درصد جوانه شکفته بارور گردید (جدول ۳).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر برهمکنش سال و زمان حلقه‌برداری بر عملکرد، تشکیل میوه، ماده خشک، کربوهیدرات و نشاسته ریشه کیوی‌فروت رقم هایوارد.

Table 4. Comparison of the average effect of the interaction of year and girdling time on yield, fruit set, root dry matter, carbohydrates and starch of Hayward kiwifruit cultivar.

سال Year	تیمارها Treatmens	میانگین وزن میوه Mean fruit weight (g)	عملکرد Yield (Kg/Vine)	درصد تشکیل میوه تشکیل میوه Fruit set (%)	ماده خشک ریشه Root dry matter (%)	کربوهیدرات ریشه Root carbohydrates (g/100gDW)	نشاسته ریشه Root starch (g/100gDW)
2023	Control	97.33a†	95.62ab	73.08a	18.64f	4.70abc	4.72abc
	May 5	98.67a	90.63a-e	70.64a	22.54abc	3.97c-g	2.97cde
	May 20	98.93a	103.35abc	76.38a	21.57a-f	4.36a-e	2.48de
	June 5	93.86a	103.86abc	76.92a	20.85a-f	3.77efg	2.42de
	June 20	104.66a	70.37b-e	78.31a	21.02cdef	4.5a-e	1.78e
	July 5	106.66a	92.88a-d	77.34a	19.53ef	4.78ab	2.86cde
	July 20	103.20a	101.64abc	70.43a	19.18ef	5.09a	2.17de
	August 5	104.80a	121.40a	71.31a	19.71def	4.72abc	2.15de
	August 20	99.60a	87.33a-e	66.90a	19.87def	4.57a-d	3.76cde
	September 5	103.46a	111.123ab	69.36a	19.36ef	4.70abc	4.85abc
2024	Control	102.89a	30.11f	29.67cd	22.31abcd	4.57a-d	4.74abc
	May 5	96.89a	71.83a-e	74.33a	21.89a-e	4.42a-e	3.91a-d
	May 20	97.89a	59.66c-f	48.33b	21.13a-f	4.27b-f	2.23de
	June 5	102.22a	30.45f	42.00bc	22.63abc	2.71h	2.69de
	June 20	109.66a	25.27f	15.00d	22.92abc	3.52g	2.63de
	July 5	112.55a	36.36f	24.47cd	23.48ab	4.00c-g	4.78abc
	July 20	104.22a	42.27ef	27.67cd	23.99a	3.38d-g	5.32ab
	August 5	107.00a	38.01f	25.33cd	20.34bf	4.13b-g	2.50de
	August 20	106.00a	44.78edf	39.00bc	23.29ab	3.82e-g	5.91a
	September 5	110.88a	50.06edf	32.33bc	20.20cdef	3.53g	5.80a

†میانگین‌های با حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنادار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن هستند.

†Means with different letters in each column indicate statistically significant differences at the 5% Duncan test

درصد تشکیل میوه

بررسی داده‌های آزمایش نشان داد که درصد تشکیل میوه به طور معنادار تحت تأثیر سال‌های آزمایش، اثر زمان حلقه‌برداری و اثر برهمکنش سال و زمان حلقه‌برداری قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که زمان‌های مختلف حلقه‌برداری سال اول آزمایش و تیمار اواسط اردیبهشت سال دوم آزمایش اختلاف معناداری نسبت به‌هم در تشکیل میوه نشان ندادند. زمان حلقه‌برداری در سال دوم آزمایش باعث اعمال درصدهای مختلف تشکیل میوه در تاک‌ها شد. بیشترین میزان تشکیل میوه با ۷۴/۳۳ در سال دوم در تیمار حلقه‌برداری اواسط اردیبهشت مشاهده شد که نسبت به مقادیر زمان مختلف حلقه‌برداری سال اول معنادار نبود اما با تیمارهای مختلف سال دوم اختلاف معناداری داشت. کم‌ترین میزان تشکیل میوه با ۱۵ درصد در زمان

حلقه‌برداری اواخر خرداد سال دوم مشاهد شدکه با دو زمان حلقه‌برداری تیرماه و اواسط مرداد اختلاف معناداری نداشت (جدول ۴).

شاخص باروری و باروری واقعی

براساس نتایج آزمایش شاخص باروری و باروری واقعی به طور معنادار تحت تأثیر سال‌های آزمایش و اثر زمان حلقه‌برداری قرار گرفتند اما اثر برهمکنش سال و زمان حلقه‌برداری بر میزان آن‌ها معنادار نبود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، شاخص باروری و باروری واقعی در سال اول آزمایش نسبت به سال دوم بیشتر بودند. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که که زمان حلقه‌برداری اواسط شهریور ماه باعث بیشترین شاخص باروری و باروری واقعی بودند، با این وجود نسبت به تیمار شاهد اختلاف آماری نشان ندادند (جدول ۳).

بارندگی‌های مداوم دو هفته‌ای در دوره گلدهی و گرده‌افشانی ناکافی در سال دوم باعث شد برخی‌ها گل‌ها شکفته نشده و تشکیل میوه ندهند. از طرف دیگر، بیشتر میوه‌های تشکیل شده ریز و بدشکل شوند که دلیل اصلی اختلاف عملکرد دو سال می‌باشد. 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 (Woodward, 2006). بنابراین، میانگین بالای وزن میوه‌ها در سال دوم نتیجه کاهش بیش از ۵۰ درصدی عملکرد تاک‌ها نسبت به سال اول می‌باشد (جدول ۳).

حلقه‌برداری تنه اجازه می‌دهد تا مواد فتوسنتزی به‌راحتی در سراسر تاج جریان یابد و از شاخه‌هایی با مواد فتوسنتزی زیاد به شاخه‌هایی با مواد فتوسنتزی کم‌تر جریان یابند (Currie *et al*., 2018). افزایش تشکیل میوه و عملکرد در تیمارهای قبل از گلدهی از طریق حلقه‌برداری تنه، ممکن است نتیجه عدم انتقال مواد فتوسنتزی به ریشه و ذخیره آنها در اندام‌های هوایی، اندام‌های زایشی در حال نمو و تقویت گل‌ها و در نتیجه تشکیل میوه بیشتر باشد (Goren *et al*., 2004). هم‌چنین، گزارش شده است که حلقه‌برداری قبل از گلدهی، می‌تواند پوسیدگی جوانه گل را کاهش دهد (Haisman, 2019). بنابراین، بیشترین عملکرد سال دوم در تیمار حلقه‌برداری قبل از گلدهی اواسط اردیبهشت ماه ممکن است نتیجه این اثر حلقه‌برداری باشد.

افزایش عملکرد در تیمارهای حلقه‌برداری اواخر تابستان ممکن است نتیجه اثر حلقه‌برداری آخر فصل سال قبل هم‌زمان با زمان گل‌انگیزی تاک‌های کیوی‌فروت هایوارد باشد که اواخر تابستان اتفاق می‌افتد (Abedi Gheshlaghi *et al*., 2019)، حلقه‌برداری مانع حرکت مواد غذایی به سمت ریشه شده و القا بیشتر گل‌انگیزی برای سال بعد را سبب می‌شود.

کاهش عملکرد در حلقه‌برداری‌های اواسط و اواخر خرداد هم‌زمان با مرحله رشد سریع میوه مشاهده شد. گزارش شده است که حلقه‌برداری تنه منجر به پاسخ فتوسنتزی قابل توجهی در گیاه می‌شود (Black *et al*., 2012; Roussos *et al*., 2023). پاسخ فتوسنتزی ترکیبی از تنظیم کاهشی بیوشیمیایی و محدودیت روزنه‌ها است که در نتیجه کاهش تقاضای کربوهیدرات به علت مانع حرکت مواد فتوسنتزی به سمت ریشه رخ می‌دهد. بنابراین، حلقه‌برداری تنه بیشترین تأثیر مستقیم را بر تعادل کربن گیاه دارد (Black *et al*., 2012). ممکن است کاهش عملکرد در این مرحله از رشد و نمو میوه محدویت فتوسنتزی گیاه باشد. از طرف دیگر حلقه‌برداری مانع خروج اکسین از شاخه‌ها می‌شود (Currie, 1997) و از آنجایی که سرعت آزاد شدن اکسین و نمو بافت آوندی در این زمان حداکثر می‌باشد (Boyd & Barnett, 2011)، حلقه‌برداری ممکن است در این زمان از نمو آوندی جلوگیری کرده و تجمع بعدی کربوهیدرات و مواد معدنی را محدود کند.

حداکثر تقاضای ریشه به کربوهیدرات در طول تابستان و اوایل پاییز هم‌زمان با دوره‌ای است که تاج در رابطه با جذب کربوهیدرات در بیش‌ترین و کارآمدترین وضعیت خود قرار دارد. بنابراین در طی این دوره تقاضا برای رشد قسمت هوایی نیز بالاست. رشد شاخه تا تیرماه مصرف کننده قابل توجهی برای کربوهیدرات خواهد بود تا اینکه رشد تاک‌های هایوارد کند شود. با این وجود، رشد میوه تا اواخر پاییز به تجمع کربوهیدرات ادامه خواهد داد (Goren *et al*., 2004). بنابراین، انجام حلقه‌برداری در اواسط تابستان اگرچه مانع انتقال مواد سنتزی به ریشه می‌شود اما این مواد صرف رشد هم شاخه‌ها و هم میوه‌ها خواهد شد. اما حلقه‌برداری در اواخر تابستان با توجه به توقف رشد شاخه‌ها و مانع انتقال مواد فتوسنتزی به ریشه‌ها، بیشتر باعث افزایش کمیت و کیفیت میوه‌ها شده و افزایش عملکرد تیمارهای اواخر تابستان ممکن است نتیجه همین مورد باشد.

در گزارشی، Ghasemnezhad و Aminifar (2021) بیان کردند که انجام حلقه‌برداری تابستانه و پاییزه تاکستان‌های مختلف در شرق استان گیلان تأثیر معناداری بر وزن میوه، طول و قطر میوه کیوی فروت مشاهده نشد. در پژوهش حاضر انجام حلقه‌برداری در زمان‌های مختلف بر میانگین وزن میوه معنادار نبود که با نتایج مطابقت داشت. علاوه بر تغییر تعادل کربوهیدرات در شاخه‌ها، حلقه‌برداری ممکن است کیفیت میوه را از طریق تغییر تعادل هورمونی شاخه‌ها تحت تأثیر قرار دهد (Currie, 1997). حلقه‌برداری دز زمان گلدهی سبب تجمع هورمون IAA در شاخساره‌های کیوی‌فروت شده و نمو بذر میوه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد به طوریکه میوه‌ها روی شاخه‌های حلقه‌برداری حدود ۴۰۰ عدد بذر کمتری نسبت به میوه‌های شاهد داشتند (Currie, 1997). اثر حلقه‌برداری ممکن است به تعداد بذور میوه بستگی داشته باشد. در کیوی‌فروت، میوه‌های روی شاخساره‌های بلند، با تعداد زیاد بذر، ممکن است واکنش کمتری نسبت به میوه‌های روی شاخه‌های کوتاه با تعداد بذر کمتر به حلقه‌برداری نشان دهند (Lai *et al*., 1990).

تأثیر حلقه‌برداری بر تحریک گلدهی کیوی‌فروت در افزایش ویژگی‌های گلدهی قابل توجه است. تحقیقات نشان می‌دهد که حلقه‌برداری روی شاخه‌ها، درصد جوانه‌زنی، درصد شاخه‌های بارور، تعداد گل در هر تاک و میانگین گل در هر شاخه جدید را در ارقام کیوی‌فروت افزایش داده است (Abedi Gheshlaghi *et al*., 2019). گزارش شده است که حلقه‌برداری در اواسط و اواخر تابستان باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بیشتر و تعداد گل بیشتر در بهار سال بعد می‌گردد (Snelgar & Manson., 1992). در این پژوهش نیز حلقه‌برداری در اواخرتیر ماه تا اواخر شهریور ماه نسبت به فصل بهار باعث افزایش معنادار نسبت جوانه‌های شکفته بارور و باروری واقعی گردید. علاوه‌بر این، حلقه‌برداری بر تحرک منبع و مخزن با محدود کردن انتقال رو به پایین مواد فتوسنتزی تأثیر می‌گذارد، که ممکن است تجمع کربوهیدرات‌ها را در شاخه‌ها و میوه افزایش دهد و به طور غیرمستقیم از فرآیندهای القای گل حمایت کند.

برخی مطالعات نشان می‌دهند که حلقه‌برداری می‌تواند سطح سیتوکینین درون‌زاد را در کیوی‌فروت افزایش دهد؛ هورمون‌هایی که فیتوهورمون‌های کلیدی درگیر در رشد میوه و احتمالاً تشکیل گل هستند (Nardozza *et al*., 2020). گزارشی از اثرحلقه‌برداری تنه بر افزایش تشکیل میوه نیز وجود دارد (Boyd & Barnett, 2011). که البته اثر زمان حلقه‌برداری در این مورد اهمیت زیادی دارد. به طوریکه اثرحلقه‌برداری در مرحله قبل از گلدهی نسبت به زمان گلدهی و بعد از آن در تشکیل میوه بیشتر است.

ماده خشک شاخه و ریشه، کربوهیدرات و نشاسته ریشه

بررسی دو ساله داده‌های آزمایش نشان داد که ماده خشک ریشه به طور معنادار تحت تأثیر سال‌های آزمایش، اثر زمان حلقه‌برداری و اثر برهمکنش سال و زمان حلقه‌برداری قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد میانگین ماده خشک ریشه‌ها در سال دوم بیشتر از سال اول بود (جدول ۵) و با توجه به اثر زمان حلقه‌برداری بر مقدار ماده خشک ریشه‌ها، کمترین مقدار آن در تیمار شاهد در سال اول مشاهده شد. در سال اول آزمایش حلقه‌برداری های تابستان (از اوایل تیر تا اواسط شهریور) نسبت به تیمارهای بهاره باعث کاهش درصد ماده خشک ریشه شدند، در حالیکه در سال دوم این تغییرات یکنواخت نبود و بیشرین درصد ماده خشک در زمان حلقه‌برداری اواخر تیرماه مشاهده شد که البته بجز با تیمارهای اواسط مرداد و اواسط شهریور، با بقیه تیمارهای همان سال اختلاف آماری معناداری نداشت.

براساس نتایج آزمایش ماده خشک شاخه‌ها به طور معنادار تحت تأثیر سال‌های آزمایش و زمان حلقه‌برداری قرار گرفت اما برهمکنش سال و زمان حلقه‌برداری بر میزان آن معنادار نبود. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد میانگین ماده خشک شاخه‌ها در سال اول حدود ۲۰ درصد بیشتر از سال دوم بود (جدول ۵) و با توجه به اثر زمان حلقه‌برداری بر مقدار ماده خشک ریشه‌ها، حلقه‌برداری قبل از گلدهی در اواسط اردیبهشت باعث کمترین مقدار آن با ۴۳/۲۹ درصد شد. بیشترین مقدار آن با ۴۷/۴۸ درصد در تیمار حلقه‌برداری اواخر خرداد مشاهده شد اگرچه نسبت به شاهد و حلقه‌برداری‌های اواسط خرداد، و اواسط مرداد اختلاف معناداری نداشت (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر سال و زمان حلقه‌برداری بر ماده خشک شاخه و ماده خشک، کربوهیدرات و نشاسته ریشه کیوی‌فروت رقم هایوارد.

Table 5. Comparison of the average effect of year and time of girdling on cane dry matter and root dry matter, carbohydrates, and starch of Hayward kiwifruit cultivar.

تیمارها Treatments	ماده خشک ریشه Root dry matter (%)	ماده خشک شاخه Cane dry matter (%)	کربوهیدرات ریشه Root carbohydrates	نشاسته ریشه Root starch (g/100gDW)
		سال Year		
2023	20.23b†	50.81a	4.52a	3.01b
2024	22.11a	39.49b	3.94b	4.05a
		تیمار Treatment		
Control	20.64abc	46.16ab	4.63ab	4.73ab
May 5	22.18a	43.29d	4.19bc	3.44cde
May 20	21.40ab	45.34cd	4.32abc	2.36e
June 5	21.74abc	45.90ab	3.24d	2.56de
June 20	22.22a	47.48a	4.01c	2.21e
July 5	21.65ab	45.00bc	4.39abc	3.82ab
July 20	21.21abc	44.36bc	4.74a	3.75cde
August 5	20.27bc	46.17ab	4.43abc	2.33e
August 20	21.45ab	44.15bc	4.20bc	4.84ab
September 5	19.81c	43.64bc	4.13bc	5.32a

†میانگین‌های با حروف مختلف در هر ستون نشان دهنده اختلاف آماری معنادار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن هستند.

†Means with different letters in each column indicate statistically significant differences at the 5% Duncan test level.

بررسی دو ساله داده‌های آزمایش نشان داد که کربوهیدرات و نشاسته ریشه به طور معنادار تحت تأثیر سال‌های آزمایش، زمان حلقه‌برداری و اثر برهمکنش سال و زمان حلقه‌برداری قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد میانگین کربوهیدرات ریشه‌ها در سال اول حدود ۱۳ درصد بیشتر از سال دوم بود (جدول ۵). با توجه به اثر زمان حلقه‌برداری بر مقدار کربوهیدرات ریشه‌ها، بیشترین مقدار آن با ۵/۰۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک در سال اول آزمایش در حلقه‌برداری اواخر ماه تیر و کمترین مقدار آن با ۲/۷۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک در زمان حلقه‌برداری اواسط خرداد سال دوم آزمایش مشاهده شد. براساس نتایج میانگین داده‌ها، برخلاف میزان کربوهیدرات میانگین نشاسته ریشه در سال دوم بیشتر از سال اول بود (جدول ۵). اگرچه بیشترین مقدار نشاسته ریشه در دو تیمار آخر حلقه‌برداری (اواخر مرداد و اواسط شهریور) سال دوم آزمایش مشاهده شد اما نسبت به شاهد و برخی تیمارهای دیگر اختلاف آماری معناداری نداشت. برخی از تیمارهای حلقه‌برداری مقدار نشاسته ریشه را نسبت به شاهد کاهش داد و کمترین مقدار آن با ۱/۷۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک در زمان حلقه‌برداری اواخرخرداد سال اول آزمایش مشاهده شد.

بیشترین ماده خشک شاخه در زمان حلقه‌برداری ۳۰ خرداد مشاهده شد (جدول ۵). در این مرحله از فنولوژی تاک‌ها، برگ‌های کیوی‌فروت بالغ شده و تولید و صادر کننده مواد فتوسنتزی هستند و با عمل حلقه‌برداری تنه مواد فتوسنتزی حاصل به سمت شاخه‌ها و میوه‌های در حال نمو هدایت می‌شوند و در شاخه‌ها ذخیره شده و در زمان نمونه‌برداری بیشترین مقدار را نشان دادند. کمترین مقدار ماده خشک شاخه در حلقه‌برداری اواسط اردیبهشت هم‌زمان با نمو گل‌ها مشاهده شد (جدول ۵). در این مرحله از رشد هنوز برگ‌ها به اندازه کامل خود نرسیده‌اند و مصرف‌کننده هستند و هم‌چنین تقاضا گل‌های در حال نمو زیاد است لذا حلقه‌برداری در این مرحله سبب کاهش مواد فتوسنتزی شاخه‌ها شده است. از طرف دیگر، در بررسی اثرات حلقه‌برداری تنه در مرحله قبل از گلدهی بر فشار ریشه و توزیع کربوهیدرات در هایوارد، گزارش شد که پر شدن مجدد آوندهای

چوبی و ایجاد فشار هیدرواستاتیک در اوایل بهار به تدریج از ریشه‌ها به سمت تنه تاک رخ می‌دهد. فروکتوز در ریشه‌های مویین به عنوان یک کربوهیدرات کلیدی در تولید فشار هیدرواستاتیک مورد نیاز برای پر کردن مجدد مجاری آوندچوبی پس از خواب زمستانی می‌باشند. پس از انجام حلقه‌برداری در مرحله قبل از گلدهی تنه، فشار آوند چوبی به مدت دو هفته کاهش یافت. براساس نتایج این پژوهش، ارتباطی با کاهش جریان آوند آبکش یا آمبولی‌های هوای ناشی از تشکیل حفره در آوند چوبی وجود دارد که از بازیابی فشار آوند چوبی جلوگیری می‌کند (Haisman, 2019). بنابراین، این عوامل ممکن است در کاهش ماده خشک شاخه و میوه مؤثر باشند.

حلقه‌برداری مانع خروج اکسین از شاخه‌ها می‌شود (Currie, 1997) و از آنجایی که سرعت آزاد شدن اکسین و نمو بافت آوندی در این زمان حداکثر می‌باشد (Boyd & Barnett, 2011)، حلقه‌برداری ممکن است در این زمان از نمو آوندی جلوگیری کرده و تجمع بعدی کربوهیدرات و مواد معدنی را محدود کند.

در مقایسه میانگین اثر برهمکنش سال و تیمار زمان حلقه‌برداری بر مقدار ماده خشک ریشه، علاوه بر تاک‌های شاهد در سال اول، طی دو سال کمترین مقدار ماده خشک ریشه در تیمار زمان حلقه‌برداری ۱۵ شهریور مشاهده شد (جدول ۷). بهبود محل حلقه‌برداری معمولاً طی یک دوره چهار تا شش هفته‌ای اتفاق می‌افتد (Currie *et al*., 2018). از آنجایی که در اواخر تابستان- اوایل پاییز رشد مجدد ریشه‌ها آغاز می‌شود (Black, *et al*., 2012)، لذا حلقه‌برداری و ممانعت از حرکت مواد فتوسنتزی به سمت ریشه‌ها و رشد آنها، مقدار مواد ذخیره‌ای ریشه‌ها را کاهش داد.

کاهش ذخایر کربوهیدرات در ریشه کیوی‌فروت به دنبال حلقه‌برداری تنه گزارش شده است (Currie *et al*., 2005). در پژوهش حاضر کربوهیدرات حلقه‌برداری تنه در برخی از تیمارها مانند حلقه‌برداری اواخر تیر نسبت به شاهد افزایش یافت اما این افزایش معنادار نبود. اما حلقه‌برداری تنه در اواسط و اواخر خرداد میزان کربوهیدرات و نشاسته ریشه را نسبت به تاک‌های بدون حلقه‌برداری به طور معنادار کاهش داد که با نتایج آزمایش‌های فوق هم‌خوانی داشت. در بررسی اثرات تجمعی سه ساله حلقه‌برداری بر ذخایر کربوهیدرات ریشه، بهره‌وری و عملکرد تاک های هایوارد و 'chinensis 'Zesy002، نتایج نشان داد که علیرغم کاهش ذخایر نشاسته زمستانی در تاک‌های حلقه‌برداری شده، نتایج مثبتی از حلقه‌برداری برای عملکرد و بهره‌وری تاک در طول دوره سه ساله آزمایش وجود داشت (Gould *et al*., 2025). در این پژوهش نیز عملکرد و صفات کیفی میوه در بیشتر تیمارهای حلقه‌برداری علی‌الرغم کاهش مواد ذخیره‌ای ریشه افزایش معناداری به تاک‌های شاهد بدون حلقه‌برداری داشت. از طرف دیگر حلقه‌برداری مانع خروج اکسین از شاخه‌ها می شود (Currie, 1997) و از آنجایی که سرعت آزاد شدن اکسین و نمو بافت آوندی در این زمان حداکثر می‌باشد (Boyd & Barnett, 2011)، حلقه‌برداری ممکن است در این زمان از نمو آوندی جلوگیری کرده و تجمع بعدی کربوهیدرات و مواد معدنی را محدود کند.

نتیجه‌گیری

بیشترین عملکرد در سال پربار (سال اول) روی تاک‌های حلقه‌برداری شده در اواسط مرداد در مرحله نمو میوه مشاهده شد در حالی‌که در سال کم‌بار (سال دوم) در مرحله قبل از گلدهی در حلقه‌برداری اواسط اردیبهشت بود. حلقه‌برداری اواخر خرداد در مرحله رشد سریع میوه باعث کاهش تشکیل میوه، عملکرد تاک‌ها، کربوهیدرات و نشاسته ریشه‌ها و افزایش ماده خشک شاخه‌ها گردید. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، می‌توان در سال‌های کم‌بار از حلقه‌برداری اواسط اردیبهشت (مرحله آغاز شکفتن کاسبرگ‌ها) و در سال‌های پربار از حلقه‌برداری اواسط مرداد (مرحله نمو میوه) برای افزایش عملکرد کیوی‌فروت رقم هایوارد استفاده کرد.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از پروژه پژوهشی مصوب و با حمایت سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی است، که نویسندگان از حمایت‌های آنان تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References منابع

Abedi Gheshlaghi, E., Kiaeshkevarian, M., Raiesi, T., Ghasemi, M., & ShahNazari, S. (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. (In Persian)

Abedi Gheshlaghi, E., Ghasemi, M., Fattahi Moghaddam, J., & Dadashzadeh, B. (2019). Study of flower induction time in kiwifruit *Actinidia deleciosa* cvs Hayward and Tomuri. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 20(3), 309-320. (In Persian)

Abedi Gheshlaghi, E., Farzam, E., & Javadi Majaddad, D. (2017). 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)

Alves, J.P.M., Rodrigues, J.R.O., & Oliveira, C.M.M.S. (2018). Fertility of female ('Hayward', 'Earligreen', 'Tsechelidis' and 'Soreli') and male ('Autari', 'M56', 'Chieftain', 'P1' and 'Belén') kiwifruit in the north of Portugal. *Acta Horticulture*. 1218, 391-396.

Black M.Z., Patterson, K.J., Gould. K.S., & Clearwater, M.J. (2012). Physiological responses of kiwifruit vines (*Actinidia* chinensis Planch. var. chinensis) to trunk girdling and root pruning, *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 40(1),31-41.

Boyd, L.M., & Barnett, A.M. (2011). Manipulation of Whole-vine Carbon Allocation Using Girdling, Pruning, and Fruit Thinning Affects Fruit Numbers and Quality in Kiwifruit. *Hortscience*, 46(4), 590–595.

Casonato, S., Rogers, P., Bulman, S., & Thompson, S. (2015). The effect of pre-flowering girdling on the incidence of bud rot in 'Hayward' and Green14 kiwifruit, and an analysis of microbial population on infected buds (VI1509). *Zespri Group Limited*. November 2015. PFR SPTS No.12335.

Currie, M.B. (1997). *Source-sink relations in kiwifruit: carbohydrate and hormone effects on fruit growth at the cell, organ and whole plant level*. Massey University. Palmerston North. New Zealand. 318 p .

Currie, M.B., Barnett, A.M., Boyd, L.M., & Max, S. (2005). Trunk girdling: Risks and opportunities. *New Zealand Kiwifruit Journal*, Jan/Feb: 12-16

Currie, M.B., Patterson, K.J., Barnett, A.M., Blattmann, P., & Nicholls, P. (2007). Trunk girdling – what are the risks? *New Zealand Kiwifruit Journal*, January/February, 7-12.

Currie, M.B., Patterson, K.J., Snelgar, W.P., & Blattmann, P. (2018). Girdling kiwifruit vines for commercial advantage: opportunities and risks. *Acta Horticulturae*, 1218, 405–412.

Currie, M.B., Jackman, R., Max, S., Blattmann, P., & Seymour, S. (2008). Summer girdling current options and new ideas. *New Zealand Kiwifruit Journal*, (185), 1317.

FAO. (2023). Agricultural Data, FAOSTAT. Available at Food and Agriculture Organization on United Nations. http://www.fao.org.

Ghasemnezhad, M., & Aminifar, R. (2021). Effects of girdling treatment and forchlorfenuron spray on quality and storage life of Hayward kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. 'Hayward'). *Journal of Plant Production Research*, 28(3), 89-102. (In Persian)

Goren, R., Huberman, M., & Goldschmidt, E. (2004). Girdling: physiology and horticultural aspects. *Horticultural Review*, 30, 1-36.

Gould, N., Snelgar, P., Kramer-Walter, K., McKenzie, C., Haisman, N., Anderson, R., Boldingh, H.L., & Martin, P. (2025). Effects of trunk girdling over three years on vine reserves, productivity and yield in *Actinidia chinensis* var. chinensis and *A. chinensis* var. deliciosa. *Acta Horticulturae*, 1431, 43.

Haisman, N.A. (2019). *Effects of a pre-flower phloem girdle on root pressure and partitioning of carbohydrate in Actinidia chinensis var. deliciosa 'Hayward'*. Master of Science (MSc) Thesis. The University of Waikato, Hamilton, New Zealand. 98 p.

Hamada, K., Ogata, T., Fujiwara, S., & Hasegawa, K. (2009). Healing process of the wounds of the branches of Japanese persimmon that were caused by girdling, scoring, and strangulation. *Horticultural Science,* 120, 276-281.

MAJ (2024). Agricultural statistics of horticultural products. Ministry of Agriculture-Jahad (MAJ), Deputy Of Planning and Econemy, Information and Communication Technology Center, Tehran, Iran. Available at: http://www.maj.ir (In Persian)

Lai R, Woolley, D.J., & Lawes, G.S. (1990). The effect of inter-fruit competition. type of fruiting lateral and time of anthesis on the fruit growth of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). Journal of *Horticultural Science*, 65, 87-96.

Mccready, R.M., Guggolz, J., Silviera, V., & Owens, H.S. (1950). Determination of Starch and Amylose in Vegetables. *Analytical Chemistry*, 22: 1156–1158.

Mostofi, Y., Najafi, F., & Tawfiqi, K. (2019). *Advanced Laboratory Methods in Plant and Agriculture*. University of Tehran. Iran. 254 p.

Nardozza, S., Cooney, J., Boldingh, H. L., Hewitt, K. G., Trower, T., Jones D., Thrimawithana, A.H., Allan, A.C., & Richardson, A.C. (2020). Phytohormone and transcriptomic analysis reveals endogenous cytokinins affect kiwifruit growth under restricted carbon supply. *Metabolites*, 10, 23.

Raiesi, T. & Moradi, B. (2026). Effect of foliar application of potassium silicate on regulating the biochemical traits of leaves and maintaining kiwifruit quality during cold storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 106, 1652-1661.

Roussos, P.A., Denaxa, N.K., Tsafouros, A., & Ntanos, E. (2023). Effect of Time of Girdling on Leaf Photosynthetic Performance and Kiwifruit Quality Characteristics at Harvest and Post-Storage. *Applied Sciences*, 13(19), 11087.

Snelgar, W.P. & Manson, P.J. (1992). Determination of the time of flower evocation in kiwifruit vines, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 20(4), 439-447.

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

Woolley, D.J., & Cruz-Castillo, J.D. (2006). Stimulation of fruit growth of green and kiwi fruit. *Acta Horticulturae*, 727, 293-297.

Yemm, E.W. & Willis, A. (1954). The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochemistry Journal*, 57, 508.

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 27 (2):197-210 (2026) Under Press
Research article

The effect of Girdling Time on Yield, Cane and Root Reserves of Hayward Kiwifruit *(Actinidia deliciosa* cv. Hayward)

Ebrahim Abedi Gheshlaghi *[1], Massoumeh Kia Eshkvarian[2], Tahereh Raeisi Gahroei[2], Mohammad Ali Shiri[2], Hossein Taheri[2], Farhang Razavi[3]

1. Horticulture Crops Research Department, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Rasht, Iran.
2. Horticulture Research Institute, Citrus and subtropical Research Center, AREEO, Ramsar, Iran.
3. Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
*Corresponding Author, Email: (eabedig@yahoo.com)

Abstract

This research was conducted to investigate the effect date of trunk girdling of kiwifruit vines on the yield and reserves of their canes and roots for two years 2023-2024, in Astara County. Kiwifruit vines were girdled at two-week intervals from mid-May to mid-September at a height of half a meter above the ground in 10 time treatments. The results showed that yield and other quantitatively measured traits (except for average fruit weight) were affected by the time of girdling. Yield and fruit set percentage were also affected by the interaction effect of the year of experiment and girdling time. The highest yield was observed in the On year (first year) at the time of girdling in mid-August (fruit development stage) of 121.4 kg, and in the Off year (second year) at the time of girdling in mid-May (sepals beginning to bloom stage) of 71.73 kg. Girdling in late June during the rapid fruit growth stage reduced fruit set, vine yield and root starch and carbohydrates and increased cane dry matter. Girdling in the summer months reduced about 2-2.5% of root dry matter in the first year. compared to girdling in the spring months. According to the results of the present study, girdling in May 5 (at the beginning of sepal expension) and August 5 (fruit development stage) can be used to increase the yield of the Hayward cultivar.

Keywords: Dry matter, Fruit set, Fruit size, Yield.