مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۸ شماره ۱ صفحه‌های ۳۳ تا ۴۶ (۱۳۹۶)

تعیین شدت مطلوب پرتودهی پیوندک کیوی رقم هایوارد با هدف بهبود ویژگی‌های کیفی میوه[۱]

Determination of Optimal Radiation Levels of Kiwifruit Scions cv. Hayward to Improve Fruit Quality

مهسا عاشوری واجاری، سعید عشقی*، جواد فتاحی مقدم و مالک قاسمی[۲]

چکیده

ایجاد جهش به‌وسیله پرتو گاما یکی از روش‌های مفید برای بهبود برخی ویژگی‌های کیفی در میوه‌ها است. این پژوهش با هدف بررسی اثر پرتودهی پیوندک‌های کیوی با شدت‌های مختلف پرتو گاما (۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ گری)، بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی میوه کیوی رقم هایوارد در زمان برداشت و انبارداری انجام شد. به این منظور، در زمستان ۱۳۹۱، پیوندک‌های پرتودهی‌شده روی تاک‌های کیوی پیوند اسکنه زده شدند و پس از یک سال بدون باردهی (۱۳۹۲)، در سال ۱۳۹۳ ویژگی‌های میوه‌ها در زمان برداشت و سپس به مدت ۳ ماه در سردخانه با دمای ۰/۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۰٪ به‌فاصله هر یک ماه، ارزیابی شدند. نتیجه‌ها نشان داد که میوه‌های برداشت شده از تاک‌هایی با پیوندک‌های تیمار شده با شدت ۴۰ گری پرتو گاما، سفت‌ترین بافت میوه، بیشترین وزن و کم‌ترین درصد کاهش وزن میوه در زمان برداشت و انبارداری را نشان دادند. در تاک‌هایی با پیوندک‌های تیمار شده با شدت‌های ۷۰ و ۸۰ گری پرتو گاما، هیچ میوه‌ای تشکیل نشد و در حالت رویشی باقی ماندند. هم‌چنین، تیمارهای ۵۰ و ۶۰ گری پرتو گاما باعث ناجورشکلی شدید و شکاف خوردگی‌های ژرفی در میوه‌ها شدند. در نهایت با توجه به این‌که سفتی بافت میوه کیوی در انبارداری مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده در توانایی انبارداری و صادرات میوه کیوی است و به‌دلیل اثر مثبت پرتو۴۰ گری بر این ویژگی در زمان برداشت و انبارداری و نیز بر افزایش وزن میوه و کاهش آب‌ازدست دهی میوه، به‌نظر می‌رسد این شدت در ایجاد تغییرهای مثبت در کیفیت میوه به‌طور معنی‌داری مؤثر بوده است.

واژه‌های کلیدی: انبارداری، پرتو گاما، پیوندک، سفتی بافت، کیوی.

مقدمه

تمایل به مصرف کیوی به‌عنوان یک میوه با ارزش غذایی بالا در سال‌های اخیر به مقدار زیادی افزایش یافته است و از نظر تولید جهانی یکی از محصول‌های بسیار مهم به‌شمار می‌آید (۴۷). بر اساس جدیدترین آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۴، مقدار تولید میوه کیوی در ایران ۳۰۵۶۵۳ تن با سطح زیر کشت ۱۱۷۸۳ هکتار می‌باشد (۴). از این‌رو، کیوی یکی از مهم‌ترین محصول‌های تولید شده در سه استان حاشیه‌ای دریای خزر و به‌خصوص مازندران است و در دهه‌های اخیر نقش مهمی در اقتصاد استان‌های تولیدکننده و کشور داشته است (۳).

۱- تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۲۶

۲- به‌ترتیب دانشجوی دکتری و استاد بخش علوم باغبانی دانشگاه شیراز، دانشیار واستادیار موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری رامسر.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (eshghi@shirazu.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.6.9]

پرتودهی با پرتو گاما، یک روش مؤثر است که می‌تواند موجب جهش شود و جهش‌یافته‌های جدید با ویژگی‌های فیزیولوژی بهتر عرضه شوند (۱۱). امروزه، ایجاد جهش با پرتو گاما در جوانه و سپس استفاده از پیوند جوانه بر روی پایه‌های مورد نظر، توسط به‌نژادگران مرکبات در سرتاسر جهان استفاده می‌شود و همگروه‌های بی‌بذری از رقم‌های بذردار تجاری به‌دست می‌آید (۳۳). در بادام، پرتودهی جوانه‌ها با پرتو گاما در دوره‌های زمانی مختلف، تفاوت معنی‌داری در رشد رویشی، فاصله میان‌گره، طول شاخه، رنگ برگ و باردهی در مقایسه با گروه شاهد ایجاد نمود (۴۴). هویان (۳۰) پرتودهی پیوندک‌های کیوی را ابزاری مفید برای بهبود ساختار رویشی گیاه از جمله رشد سریع‌تر و سطح برگ بیشتر گزارش نمود.

پرتودهی برای هدف‌های گوناگونی از جمله بهبود کیفیت میوه‌ها به‌کار رفته است، به‌طوری‌که تغییر در ارزش کیفی میوه‌ها وابسته به شدت پرتوی است که محصول در معرض آن قرار می‌گیرد (۷). کیم و همکاران (۳۳) سه جهش‌یافته جدید از مرکبات با استفاده از پرتو گاما ایجاد کردند که کیفیت میوه بهتر به‌ویژه ترکیب‌های فنولی بالاتر داشتند. در رقم‌های مختلف نارنگی، هم‌گروه‌های پرتودهی شده با پرتو گاما، از راه پیوند زدن جوانه قرار گرفته در برابر پرتو گاما روی پایه‌های ترویر سیترنج به‌دست آمدند. ایجاد جهش با پرتو گاما اثرهای متفاوتی روی ترکیب‌های زیست‌شیمیایی و کیفیت غذایی میوه داشت، به‌این صورت که در تعدادی رقم‌ها، تغییرهایی مشاهده نشد، درحالی‌که در دیگران، سطح‌های بالاتر و پایین‌تر ماده‌های جامد محلول آب میوه، اسید قابل تیتر، ویتامین C و آنتی‌اکسیدان کل مشاهده شد (۲۵). در تیمار پرتودهی شاخه‌های درون شیشه‌ای رقم‌های مختلف گلابی با پرتو گاما، بیشتر گیاهان به‌دست‌آمده میوه‌هایی با اندازه کوچک‌تر در مقایسه با گروه شاهد داشتند (۴۳). در مورد اثر پرتو گاما بر ویژگی‌های کیفی میوه‌های کیوی به‌دست‌آمده از پیوند شاخه‌های پرتودیده روی پایه‌های رویشی، گزارش قابل دسترسی یافت نشد.

سفتی بافت میوه‌ی کیوی از جمله ویژگی‌هایی است که در تعیین کیفیت پس از برداشت آن مهم است، به‌طوری که سرعت نرم شدن بافت میوه کیوی، انبارداری و بازارپسندی آن را تعیین می‌کند. از این‌رو سفتی میوه یکی از ویژگی‌های کیفی مهم در کیوی رقم هایوارد است (۴۷). در پژوهشی در کیوی‌های رقم هایوارد پرتودهی شده با شدت‌های مختلف پرتو گاما، مقدار سفتی بافت میوه کیوی با افزایش شدت‌های پرتودهی و افزایش مدت انبارداری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (۳۴).

با توجه به پژوهش‌های کمی که در ارتباط با پرتودهی پیوندک‌ها با پرتو گاما و اثر آن بر ویژگی کیفی میوه‌ها انجام شده بود، در این پژوهش پرتودهی با شدت‌های مختلف پرتو گاما در پیوندک‌های کیوی رقم هایوارد، به منظور تعیین و انتخاب مناسب‌ترین شدت مؤثر بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی میوه کیوی انجام شد. به‌دلیل این‌که سوخت‌وساز میوه کیوی بعد از برداشت به مدت چند ماه در سردخانه ادامه دارد تا به حد رسیدگی مطلوب مصرف برسد، بنابراین تغییرهای اثرپذیر از شدت‌های کاربردی در انبارداری میوه نیز بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مکان آزمایش و تیمارهای پرتودهی

این پژوهش در پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری واقع در رامسر روی جوانه تاک‌های کیوی ۸ ساله 'هایوارد' در سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۳ انجام شد. تاک‌های ماده و نر به نسبت ۸:۱ کشت شده بودند. فاصله تاک‌ها از یگدیگر ۴ × ۶ متر بود و به صورت داربستی از نوع تی‌بار تربیت شده بودند. رقم گرده دهنده نر رقم توموری بود. به‌منظور ارزیابی اثر پرتودهی با پرتو گاما بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه کیوی و عمر پس برداشت آن، پیوندک‌های کیوی رقم هایوارد در تاریخ ۷ اسفند ماه سال ۱۳۹۱ تهیه شدند. سپس این پیوندک‌ها به پژوهشکده کشاورزی و پزشکی هسته‌ای در کرج منتقل شدند و زیر تیمار پرتو گاما کبالت ۶۰ با شدت‌های ۰، ۳۰،

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.6.9]

۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ گری[۱] قرار گرفتند. باید گفت که برای هر شدت، ۱۰۰ پیوندک تهیه شده از شاخه های بالغ بارده در سال آینده، به مدت ۱۰ دقیقه پرتوتابی شد. بعد از انجام پرتودهی، پیوندک‌ها در ۱۵ اسفند سال ۱۳۹۱در قطعه‌ی پژوهشی کیوی، به صورت سرشاخه کاری روی رقم هایوارد پیوند اسکنه شدند. گفتنی است که در این پژوهش دو گروه شاهد در نظر گرفته شد، گروه نخست میوه‌های برداشت شده از شاخه‌های معمولی موجود در تاکستان بود، درحالی‌که گروه دوم میوه‌های برداشت شده از شاخه‌هایی بودند که همراه با سایر پیوندک‌ها به‌منظور قرارگیری در شرایط آزمایش (مسافت راه، دما و غیره) به پژوهشکده کشاورزی و پزشکی هسته‌ای در کرج منتقل شدند، اما تیمار نشدند و سپس همانند پیوندک‌های تیمار شده، پیوند شاخه شدند. پس از انجام پیوند و پس از یک سال بدون میوه‌دهی، در فصل رویشی ۹۳، گلدهی و تشکیل میوه روی شاخه‌های حاصل از پیوندک‌های پرتودهی شده مشاهده شد.

ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی میوه‌ها

میوه‌ها با مقدار ماده‌های جامد محلول مشخص (۶/۲ درجه بریکس)، روزهای نخست آذرماه برداشت شدند. برای این کار از هر تاک (تکرار) ۷۵ عدد میوه سالم و هم اندازه چیده و در داخل سبدهای پلاستیکی و بدون پوشش قرار داده شد. ویژگی‌های مختلف شامل مقدار ناجورشکلی، کرویت میوه، وزن، سفتی بافت، ماده‌های جامد محلول، اسید قابل تیتر، کاهش وزن، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنول و آسکوربیک اسید میوه‌ها ارزیابی شد. میوه‌ها پس از برداشت بی‌درنگ در سردخانه پژوهشی پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری با دمای ۰/۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۰٪ به مدت ۳ ماه نگهداری شدند. تعدادی از میوه‌ها نیز برای ارزیابی ویژگی‌های میوه در شروع انبارداری، بی‌درنگ پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل شدند. در دوره انبارداری نیز در فاصله‌های زمانی یک ماهه به مدت سه ماه ارزیابی ویژگی‌های میوه انجام شد.

برای بررسی مقدار ناجورشکلی و شکاف خوردگی میوه‌ها، میوه‌های برداشت شده از هر یک از تکرارهای مربوط به تیمارهای مختلف در زمان برداشت مشاهده و درصد ناجور شکلی میوه‌ها تعیین شد.

سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج (مدل FTO11) با نوک ۸ میلی‌متر در دو نقطه به‌تقریب مقابل، روی گوشت سبز میوه ارزیابی شد. واحد سفتی بافت میوه کیلوگرم بر هشت میلی‌مترمربع بیان شد. اندازه‌گیری ماده‌های جامد محلول با دستگاه قندسنج چشمی (مدل Atago-ATC-20 E ساخت کشور ژاپن) با دامنه ۲۰-۰٪ انجام شد. مقدار اسید قابل تیتر با روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری و حجم سود مصرفی برای محاسبه بر حسب اسید غالب (سیتریک اسید) بیان شد.

اندازه‌گیری طول، عرض و ضخامت میوه با استفاده از دستگاه کولیس (مدل Digit-Cal ساخت سوئیس) با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر انجام شد (شکل ۱).

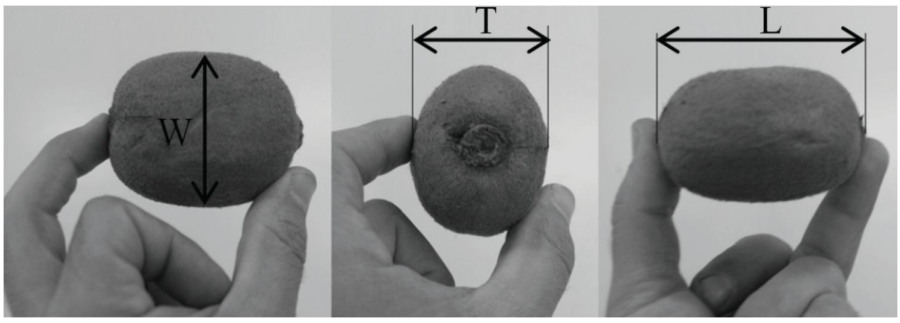

Fig. 1. Kiwifruit length, width and thickness.

شکل ۱- طول (L)، عرض (W) و ضخامت (T) میوه کیوی.

۱- Gray (Gy)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.6.9]

کرویت (Φ) میوه‌ها در زمان برداشت بر اساس رابطه زیر محاسبه شد (۲۹):

$$\phi = \frac{(LWT)^{\frac{1}{3}}}{L}$$

L: طول، W: عرض و T: ضخامت.

برای اندازه‌گیری درصد کاهش وزن میوه‌ها، وزن ۳ عدد از میوه‌های هر تکرار در زمان برداشت اندازه‌گیری و سپس این میوه‌های وزن شده علامت‌گذاری و به سردخانه منتقل شدند. در هر مرحله از ارزیابی‌ها، وزن این سه عدد میوه اندازه‌گیری و ثبت شد. در نهایت کاهش وزن میوه‌ها در فاصله‌های یک ماه از زمان برداشت تا پایان دوره انبارداری از رابطه زیر محاسبه شد (۲۳).

$$\text{درصد کاهش وزن} = \frac{\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}}{\text{وزن اولیه}} \times ۱۰۰$$

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های میوه، از راه خنثی کنندگی رادیکال آزاد ۲و۲ دی فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل تعیین و مقدار جذب شاهد و نمونه با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل T60uv-visible) در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها به‌صورت درصد بازدارندگی DPPHsc و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۱۷).

$$\%DPPHsc = (Acont - Asample)/Acont \times 100$$

%DPPHsc = درصد بازدارندگی، Acont= مقدار جذب DPPH و A sample= مقدار جذب نمونه و DPPH

مقدار فنول کل عصاره گوشت با معرف فولین تعیین، مقدار جذب نمونه در طول موج ۷۶۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل T60uv-visible) خوانده و از گالیک اسید به‌عنوان استاندارد استفاده شد (۴۶). مقدار آسکوربیک اسید میوه به روش دی کلروفنیل ایندوفنول تعیین شد (۴۸). بدین صورت که ۱۰۰ میکرولیتر از آب میوه با ۱۰ میلی‌لیتر متافسفوریک ۲٪ آمیخته و برای ۳۰ ثانیه ورتکس شد. سپس ۱ میلی‌لیتر از آمیخته با ۹ میلی‌لیتر از ایندوفنول رقیق شد. بعد از ورتکس جذب نمونه با دستگاه اسپکتروفوتومتر ([مدل T60uv-(visible در طول موج ۵۱۵ نانومتر خوانده شد.

واکاوی داده‌ها

این آزمایش به‌صورت اسپلیت معمولی در قالب طرح کامل تصادفی با ۳ تکرار با در نظر گرفتن شدت‌های پرتودهی در کرت اصلی و زمان‌های انبارداری در کرت فرعی انجام گرفت. واکاوی آماری داده‌های حاصل از ویژگی‌های اندازه‌گیری شده با نرم‌افزار آماری SAS (9.2) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تشکیل نشدن میوه و ناجورشکلی در برخی از شدت‌های پرتو گاما

نتیجه‌های ارزیابی مشاهده‌ای میوه‌ها در زمان برداشت نشان داد که تیمار پرتودهی با پرتو گاما در شدت‌های بالا (۵۰ و ۶۰ گری) باعث ناجورشکلی میوه‌ها شد (شکل ۲) و تعداد زیادی از میوه‌ها (بیشتر از هفتاد درصد) در این دو تیمار به‌علت ناجورشکلی و به‌ویژه شکاف‌های ژرف، بازار پسندی خود را از دست دادند. این درحالی بود که شدت‌های بالاتر پرتو گاما، یعنی تیمارهای ۷۰ و ۸۰ گری پیوندک، اثر کشندگی روی هر دو اندام رویشی و زایشی داشت. لاپینز در سال ۱۹۶۵ اثر پرتودهی پیوندک‌های سیب با پرتو گاما را به‌منظور ایجاد گیاهان پاکوتاه بررسی کرد و به این نتیجه رسید که گیاهان حاصل میانگره کوتاه و رشد کمتری در مقایسه با گروه شاهد و

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.6.9]

میوه‌های تولید شده در این درختان شکل نامنظم و نابسامانی‌های ظاهری داشتند (۳۷). با این وجود، پرتودهی پیوندک‌های کیوی در شدت‌های مناسب برای بهبود ساختار رویشی گیاه از جمله رشد سریع‌تر و سطح برگ بیشتر، مؤثر گزارش شده است (۴۰).

Fig. 2. Deformation of fruits in Kiwifruit cv. Hayward on the treated scions with doses of 50 and 60 gray of gamma ray.

شکل ۲- ناجورشکلی میوه‌های تولید شده روی پیوندک‌های تیمار شده کیوی رقم 'هایوارد' با شدت‌های ۵۰ و ۶۰ گری پرتو گاما.

کرویت میوه‌ها در زمان برداشت

مقایسه میانگین مقدار کرویت میوه‌ها در زمان برداشت در تیمار پیوندک‌ها با شدت‌های مختلف پرتو گاما نشان داد که بیشترین کرویت میوه در تیمار ۳۰ گری پرتو گاما به مقدار ۸۱/۵۲٪ و کمترین مقدار آن در تیمار ۶۰ گری پرتو گاما به مقدار ۷۵/۳۳٪ به‌دست آمد (شکل ۳).

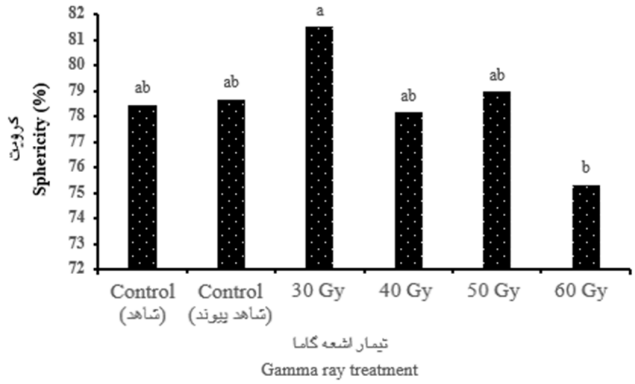

Fig. 3. Effect of radiation of kiwifruit scions cv. Hayward with different doses of gamma ray on fruits sphericity at harvest time. Means with same letter, are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

شکل ۳- اثر پرتودهی پیوندک‌های کیوی رقم 'هایوارد' با شدت‌های مختلف پرتو گاما بر مقدار کرویت میوه‌ها در زمان برداشت. میانگین هایی که حرف‌های مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

آگاهی از ویژگی فیزیکی میوه‌ها در طراحی و بهینه‌سازی سیستم‌های مرتبط با تولید و فرآوری آن‌ها، لازم است. به‌طورکلی معیار استفاده شده برای شکل میوه کیوی کرویت است. ابعاد میوه اهمیت زیادی در تعیین شکل میوه‌ها دارد (۶). کرویت بالای میوه کیوی شاخصی از تمایل شکل به‌سوی کروی بودن است. مقدار کرویت میوه کیوی رقم هایوارد در مقایسه با رقم بروتو بیشتر است و بنابراین کیوی رقم هایوارد می‌تواند به آسانی روی سطح بغلتد (۲۹). این موضوع می‌تواند در درجه‌بندی و مرتب کردن ماشینی میوه‌ها استفاده شود. به‌طورکلی، در

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.6.9]

ماشین طراحی شده برای جابه‌جایی، فراوری و درجه‌بندی میوه‌ها، ویژگی‌هایی مانند طول، عرض، ضخامت، کرویت، قطر میانگین حسابی، قطر میانگین هندسی، حجم و چگالی بسیار مهم می‌باشند (۶).

سفتی بافت میوه

بررسی داده‌ها نشان داد که بیشترین سفتی بافت میوه در زمان برداشت و با تیمار ۴۰ گری پرتو گاما با مقدار ۸/۲۷ کیلوگرم بر هشت میلی‌مترمربع به‌دست آمد. هم‌چنین کمترین مقدار آن در آخرین مرحله اندازه‌گیری (اسفندماه) در تاک‌های شاهد پیوندی، ۱/۱۴ کیلوگرم بر هشت میلی‌متر مربع مشاهده شد. نتیجه‌ها نشان داد که با افزایش زمان، مقدار سفتی به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد و بالاترین سفتی بافت در تمامی تیمارها در زمان برداشت و کم‌ترین مقدار آن سه ماه بعد از برداشت بود. این درحالی است که در تمامی زمان‌های اندازه‌گیری مقدار سفتی بافت میوه در تیمار ۴۰ گری در مقایسه با سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری بالاتر بود (شکل ۴) و این موضوع برتری تیمار ۴۰ گری در افزایش سفتی بافت و در نتیجه عمر انباری میوه کیوی را نشان می‌دهد.

نرم شدن بافت میوه کیوی، مهم‌ترین عامل محدود کننده در پتانسیل انبارداری آن است و سفتی مناسب بافت میوه‌ها در پایان انبارداری برای تولیدکنندگان و انبارکنندگان میوه کیوی به‌منظور صادرات موفق، بسیار اهمیت دارد (۱۴). اهری مصطفوی و همکاران (۷) گزارش کردند که سفتی بافت میوه سیب در شدت‌های مناسب پرتودهی با پرتو گاما به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در این پژوهش نیز برتری تیمار ۴۰ گری در افزایش سفتی بافت میوه در زمان برداشت و انبارداری به روشنی مشاهده شد و این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده نقش مثبت تیمار ۴۰ گری در افزایش عمر انباری میوه‌های کیوی باشد.

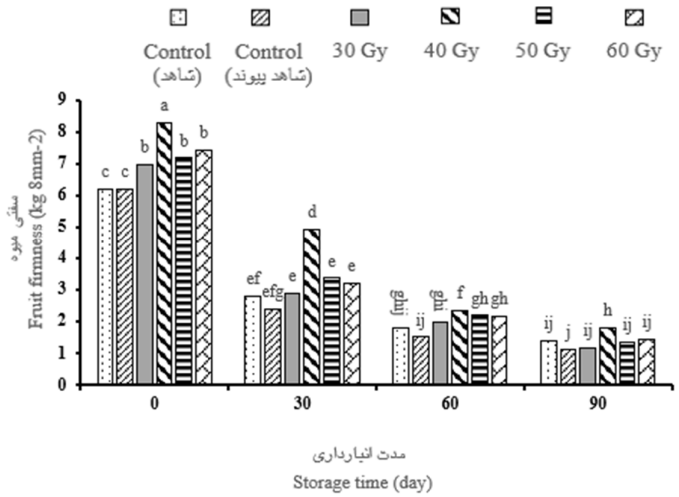

Fig. 4. Effect of radiation of kiwifruit scions cv. Hayward with different doses of gamma ray on fruit firmness changes during 90 days of storage. Means with same letter, are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

شکل ۴- اثر پرتودهی پیوندک‌های کیوی رقم هایوارد با شدت‌های مختلف پرتو گاما بر تغییرهای سفتی بافت میوه در ۹۰ روز انبارداری. میانگین هایی که حرف‌های مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

وزن میوه

نتیجه‌ها نشان داد که بیشترین وزن میوه در زمان برداشت به‌دست آمد. هم‌چنین بررسی داده‌ها نشان داد که تیمار ۴۰ گری به طور معنی‌داری وزن میوه را افزایش داد (۹۴/۲۵ گرم) و کمترین مقدار وزن میوه نیز در تیمار

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.6.9]

۳۰ گری پرتو گاما به مقدار ۶۳/۴۲ گرم به‌دست آمد (شکل ۵). بنابراین با توجه به اهمیت وزن میوه در بازار فروش و بازارپسندی میوه کیوی تیمار ۴۰ گری تأثیر مثبتی در افزایش بازارپسندی وزن میوه کیوی داشت. نتیجه‌های به‌دست‌آمده از پرتودهی پیوندک‌ها در نارنگی نشان داد که میوه‌های حاصل از تیمارهای پرتودهی، وزن کم‌تری در مقایسه با گروه شاهد داشتند (۲۵). هم‌چنین در تیمار پرتودهی شاخه‌های درون شیشه‌ای رقم‌های مختلف گلابی با پرتو گاما، بیشتر گیاهان حاصل، میوه‌هایی با اندازه کوچک‌تر در مقایسه با گروه شاهد داشتند (۴۳). یافته‌های این پژوهش با نتیجه‌های به‌دست آمده در نارنگی و گلابی، مطابقت ندارد که این ممکن است به علت تفاوت در شدت‌های تیمار پرتودهی و یا پاسخ متفاوت میوه‌های مختلف نسبت به تیمارهای اعمال شده باشد. شدت‌های مناسب پرتودهی با تحریک آنزیم‌ها و تنظیم کننده‌های رشد مسئول برای افزایش رشد، می‌توانند اثر مثبتی بر افزایش وزن میوه‌ها داشته باشند (۳۲). از سویی دیگر افزایش وابسته به شدت تقسیم میتوز نیز ممکن است دلیلی بر افزایش وزن میوه‌ها در این شدت از پرتو گاما باشد (۲۴).

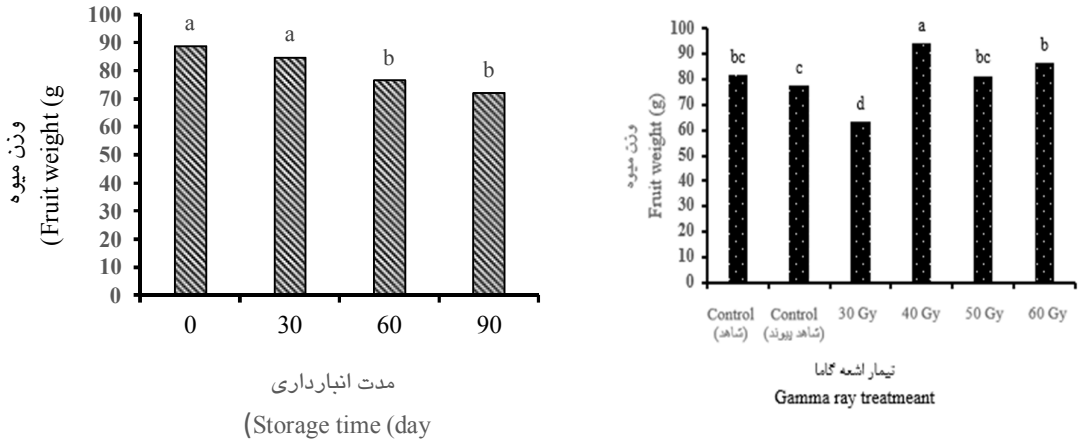

Fig. 5. Fruit weight (g) changes of kiwifruit cv. 'Hayward' during 90 days storage (A) and gamma ray different treatments (B). Means with same letter, are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

شکل ۵- تغییرهای وزن میوه کیوی رقم هایوارد در طی ۹۰ روز انبارداری (الف) و تیمارهای مختلف پرتو گاما (ب). میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

کاهش وزن

مقایسه میانگین زمان‌های اندازه‌گیری، نشان داد که بیشترین کاهش وزن میوه در آخرین مرحله اندازه‌گیری مشاهده شد و با افزایش مدت نگهداری، وزن میوه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. هم‌چنین مقایسه میانگین تیمارهای پرتو گاما نشان داد تیمار ۴۰ گری به‌طور معنی‌داری از کاهش وزن میوه کاست و کم‌ترین کاهش وزن میوه با این تیمار و ۶/۷۰ گرم به‌دست آمد (شکل ۶).

میوه کیوی از جمله میوه‌هایی است که نسبت به ازدست دادن آب حساس است. بنابراین، چروکیدگی ناشی از خروج آب از میوه، یکی دیگر از عامل‌های تعیین‌کننده عمر انبارداری این میوه است. کاهش وزن و چروکیدگی میوه یک دلیل مهم زیان‌های تجاری در کیوی است. کاهش از دست دادن آب از میوه‌ها در طول دوره‌ی انبارداری یا رسیدن، به حفظ کیفیت میوه کمک می‌کند (۲۸). پرتودهی با پرتو گاما در شدت‌های مختلف اثری بر کاهش وزن میوه‌های بلوبری نداشته است (۴۰). اباچیر (۵) به این نتیجه رسید که پرتودهی در شدت‌های ۰/۵ تا ۱ کیلوگری

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.6.9]

برای انگورهای رقم Helwani و در شدت‌های ۱/۵ تا ۲ کیلوگری برای رقم Baladi مقدار کاهش وزن میوه‌ها را به‌طور معنی‌داری در قیاس با سایر شدت‌ها و تیمار شاهد کاهش داد.

ماده‌های جامد محلول

نتیجه‌های به‌دست آمده نشان داد که مقدار ماده‌های جامد محلول میوه‌ها در روند انبارداری افزایش یافت و بالاترین مقدار آن در پایان ۹۰ روز انبارداری ۱۵/۵۳٪ بود (جدول ۱). همچنین در مقایسه اثر پرتودهی پیوندک کیوی با شدت‌های مختلف پرتو گاما، تیمار ۳۰ گری پرتو گاما و تاک‌های شاهد معمولی بالاترین مقدار ماده‌های جامد محلول را نشان دادند، این درحالی است که اختلاف آن‌ها با تیمار ۴۰ گری پرتو گاما و تاک‌های شاهد پیوندی غیر معنی‌دار و با تیمارهای ۵۰ و ۶۰ گری پرتو گاما معنی‌دار بود (جدول ۲).

مقدار ماده‌های جامد محلول در کنار سفتی بافت میوه کاربرد گسترده‌ای برای تعیین کیفیت پس از برداشت میوه‌های کیوی دارد (۱۲). افزایش ماده‌های جامد محلول در زمان انبارداری فقط به افزایش قند مربوط نیست، بلکه به افزایش و کاهش ماده‌های دیگری مانند اسیدها، پکتین‌های محلول و ترکیب‌های فنولی نیز بستگی دارد (۸). در بررسی اثر پرتودهی با پرتو گاما بر کیفیت میوه‌ها، در بلوبری و خربزه درختی، پرتودهی با شدت‌های مختلف پرتو گاما مقدار ماده‌های جامد محلول میوه را زیر اثر قرار نداد (۱۳، ۴۰). در انگور، پرتودهی با شدت‌های مختلف پرتو گاما مقدار ماده‌های جامد محلول را در مقایسه با گروه شاهد کاهش داد (۳۱).

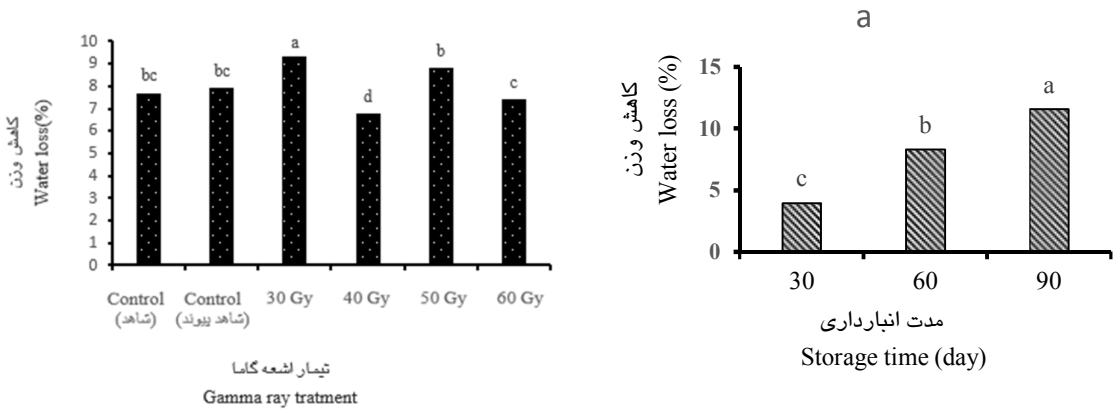

Fig. 6. Fruit weight loss changes of kiwifruit cv. 'Hayward' during 90 days storage and scion different treatments by gamma ray respectively. Means with same letter, are not significantly different at the 5% probability level using LSD test.

شکل ۶- به‌ترتیب تغییرهای کاهش وزن میوه کیوی رقم 'هایوارد'در طی ۹۰ روز انبارداری و تیمارهای مختلف پیوندک با پرتو گاما. میانگین هایی که حرف‌های مشترک دارند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

اسید قابل تیتر

بررسی داده‌ها نشان داد که اسید قابل تیتر میوه در طی روند انبارداری کاهش یافت، هرچند این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱). مشابه با ماده‌های جامد محلول، بالاترین مقدار اسید قابل تیتر نیز در میوه‌های برداشت شده از تاک‌های دارای پیوندک‌های تیمار شده با شدت ۳۰ گری پرتو گاما و نیز در تاک‌های شاهد به‌دست آمد (جدول ۲).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.6.9]

جدول ۱- اثر زمان‌های مختلف انبارداری بر ویژگی‌های کیفی اندازه‌گیری شده کیوی رقم هایوارد.

Table 1. Effect of different storage times on measured qualitative traits in Hayward kiwifruit.

زمان انبارداری Storage time (day)	مادههای جامد محلول Total soluble solids (°Brix)	اسید قابل تیتر Titratable acidity (٪)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی Antioxidant capacity (%DPPH)	فنول کل Total phenol (mg gallic acid 100 g F.w^{-1})	ویتامین C Vitamin C (mg 100 ml fruit juice^{-1})
0	7.76 ^{d†}	0.921 ^{a}	65.75 ^{a}	100.48 ^{b}	154.05 ^{b}
30	12.9 ^{c}	0.914 ^{a}	65.65 ^{a}	140.40 ^{a}	155.32 ^{b}
60	14.72 ^{b}	0.913 ^{a}	65.05 ^{a}	146.01 ^{a}	156.46 ^{b}
90	15.53 ^{a}	0.906 ^{a}	58.51 ^{a}	146.09 ^{a}	189.54 ^{a}

†In each column, means followed by a common letter are not significantly different at a probability level of 5% according to an LSD test.

†در هر ستون، میانگین‌های دارای دست‌کم یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمونLSD، با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های کیفی اندازه‌گیری شده.

Table 2. Mean comparison of effects of different treatments on measured qualitative traits.

تیمار Treatment	مواد جامد محلول Total soluble solids (°Brix)	اسید قابل تیتر Titratable acidity (٪)	ظرفیت آنتی اکسیدانی Antioxidant capacity (%DPPH)	فنل کل Total phenol (mg gallic acid 100 g FW^{-1})	ویتامین C Vitamin C (mg 100 ml^{-1} fruit juice)
شاهد control	13.23 ^{a†}	0.93 ^{ab}	65.29 ^{ab}	133.25 ^{ab}	134.79 ^{a}
شاهد (پیوند) Control (graft)	13. 00 ^{ab}	0.88 ^{c}	68.91 ^{a}	142.39 ^{ab}	143.52 ^{a}
۳۰ گری 30 Gy	13.38 ^{a}	0.95 ^{a}	66.02 ^{ab}	106.10 ^{c}	141.05 ^{a}
۴۰ گری 40 Gy	13.01 ^{ab}	0.90 ^{bc}	62.39 ^{b}	143.51 ^{a}	131.36 ^{a}
۵۰ گری 50 Gy	12.76 ^{b}	0.89 ^{c}	61.21 ^{b}	122.63 ^{bc}	164.28 ^{a}
۶۰ گری 60 Gy	12.68 ^{b}	0.90 ^{bc}	55.08 ^{c}	109.58 ^{b}	165.25 ^{a}

†In each column, means followed by a common letter are not significantly different at a probability level of 5% according to an LSD test.

†در هر ستون، میانگین‌های دارای دست‌کم یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون LSD، با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

به‌طور کلی کاهش اسید قابل تیتر با کاهش اسیدهای آلی به‌عنوان ماده اولیه سوخت‌وساز طی فرآیند تنفس در دوره انبارداری مرتبط است (۳۹). در پرتودهی میوه کیوی رقم هایوارد با پرتوگاما با شدت‌های ۰، ۰/۵، ۱ و ۲ کیلو گری، تیمار ۰/۵ کیلوگری بالاترین مقدار اسید قابل تیتر را ایجاد نمود (۲۶). باگل و همکاران (۹) گزارش کردند که پرتودهی با شدت ۰/۱ کیلوگری پرتو گاما موجب حفظ مقدار اسیدیته میوه گوآوا در مقدارهای مشابه با

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.6.9]

گروه شاهد شد. نتیجه‌ها بیان می‌کنند که اثر پرتو گاما بر مقدار ماده‌های جامد محلول و اسید قابل تیتر میوه‌ها، به جنس، گونه و حتی رقم مورد بررسی و همچنین مقدار شدت پرتودهی شده بستگی دارد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

مقایسه میانگین زمان‌های انبارداری نشان داد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها در پایان ۹۰ روز انبارداری کم‌ترین مقدار را داشت (جدول ۱). این در حالی بود که بررسی تیمارهای مختلف نشان داد که میوه‌های برداشت شده از تاک‌های شاهد بالاترین مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را داشتند (جدول ۲).

میوه کیوی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالایی دارد و بیشتر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن به فنول و ویتامین C برمی‌گردد (۱۷). گزارش‌های قبلی نیز نشان داده است که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها در دوره انبارداری کاهش می‌یابد. تاوارینی و همکاران (۴۷) نشان دادند که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه کیوی در پایان دوره انبارداری کاهش یافت. در توت‌فرنگی، کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها در انبارداری به‌دلیل کاهش ویتامین C، فنول و فلاونوئید گزارش شده است (۲۲). بهگر و همکاران (۱۰) گزارش کردند که در پسته، تیمار شاهد فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری در مقایسه با شدت‌های پرتودهی ۱۰ تا ۶۰ کیلوگری داشت که با نتیجه‌های این پژوهش همسو است. در سیب رقم رددلیشز پرتودهی با شدت‌های پایین پرتو گاما ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها را افزایش، در حالی که شدت‌های بالاتر به‌طور معنی‌داری آن را کاهش داد (۷). در خرما شدت ۲/۵ کیلوگری به‌طور معنی‌داری فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه را در مقایسه با میوه‌های گروه شاهد و تیمار شده در شدت‌های پایین‌تر کاهش داد (۱۸).

فنول کل

بررسی داده‌ها نشان داد که مقدار فنول کل میوه‌ها در دوره انبارداری افزایش یافت، به‌طوری‌که کم‌ترین مقدار آن در زمان برداشت و بالاترین مقدار آن در پایان ۹۰ روز انبارداری به‌دست آمد (جدول ۱). با این وجود اختلاف معنی‌داری در مقدار فنول کل بین ماه اول، دوم و سوم انبار مشاهده نشد. مقایسه میانگین تیمارها نیز بیانگر این مورد است که میوه‌های برداشت شده از پیوندک‌های تیمار ۴۰ گری پرتو گاما و تاک‌های شاهد پیوندی و معمولی به‌ترتیب بالاترین مقدار فنول کل را داشتند (جدول ۲).

نتیجه‌های بررسی‌های کلیمزاک و همکاران (۳۵) نشان داد که مدت انبارداری و دمای نگهداری تأثیر زیادی در فنول کل میوه دارد. همچنین بر اساس نتیجه‌های به‌دست آمده از پژوهش‌های پیشین، تغییر مقدار فنول‌ها در میوه کیوی در پایان انبارداری بستگی زیادی به درجه بلوغ در زمان برداشت دارد (۴۷). میوه‌های کیوی که در دو زمان مختلف برداشت شدند در ابتدا تغییری در مقدار فنول کل آن‌ها دیده شد، ولی در طول شش ماه نگهداری در سردخانه مقدار فنول میوه‌های که با تأخیر برداشت شدند، افزایش یافت. نگهداری میوه‌های بالغ‌تر در سردخانه به‌طور معنی‌داری باعث افزایش فنول‌ها می‌شود و این مسأله می‌تواند به واسطه تغییر در سوخت‌وساز فنول‌ها در طی انبارداری و افزایش فعالیت فنیل آلانین آمونیالیاز باشد (۲). افزایش پلی‌فنول‌ها می‌تواند به‌علت فعالیت اتیلن باشد، چراکه این هورمون فعالیت فنیل آلانین آمونیالیاز که یک آنزیم کلیدی در بیوسنتز فنول است را تحریک می‌کند و تجمع ترکیب‌های فنولی را افزایش می‌دهد (۱۶). بررسی‌های قبلی نشان داده‌اند که پرتودهی پرتو گاما می‌تواند مقدار فنول کل میوه‌ها را افزایش و یا کاهش دهد (۱۹). این تفاوت در اثر پرتودهی روی مقدار فنول کل ممکن است به‌علت نوع گیاه، شرایط جغرافیایی و محیطی، وضعیت نمونه، حلال عصاره‌گیری، روش‌های عصاره‌گیری، دما و شدت پرتودهی گاما باشد (۱۹). در سیب، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و مقدار فنول کل در میوه‌های شاهد و تیمار شده با شدت ۳۰۰ و ۶۰۰ گری پرتو گاما پس از ۶ ماه انبارداری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (۷). چنین افزایشی در مقدار فنول و فلاونوئید کل می‌تواند به‌علت آزاد شدن ترکیب‌های فنولی از ترکیب‌های

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.6.9]

گلیکوزیدی و تجزیه ترکیب‌های فنولی بزرگتر به کوچکتر باشد (۲۷). افزون‌براین، پرتودهی می‌تواند موجب افزایش فعالیت فنیل آلانین آمونیالیاز - آنزیم کلیدی در زیست‌ساخت فنول شود (۴۱).

ویتامین C

بررسی داده‌های مربوط به ویتامین C نشان داد که مقدار این ویژگی از زمان برداشت تا پایان ماه دوم انبارداری روندی افزایشی داشت، اما اختلاف معنی‌داری بین زمان‌ها مشاهده نشد، این درحالی است که مقدار آن در پایان ماه سوم اختلاف معنی‌داری با سایر زمان‌ها داشت و بالاترین مقدار آن در ۹۰ روز پس از برداشت در انتهای انبارداری به‌دست آمد (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش، تفاوت معنی‌داری بین میوه‌های برداشت شده از تاک‌های با پیوندک‌های تیمار شده و تاک‌های شاهد نشان نداد. این بدین معنی‌است که هیچ یک از شدت‌های به کار رفته پرتو گاما نتوانست تفاوت معنی‌داری در مقدار ویتامین C میوه‌ها ایجاد کند (جدول ۲).

مقدار ویتامین C در میوه بیشتر زیر اثر دمای انبار و مدت نگهداری قرار می‌گیرد (۳۵). در پرتقال رقم والنسیا مقدار ویتامین C میوه پس از ۴۰ روز انبارداری افزایش یافت (۳۸). در پژوهش انجام شده در سه رقم پرتقال، مقدار ویتامین C میوه‌های هر سه رقم در پایان ۶۰ روز انبارداری افزایش یافت (۱). فتاحی و همکاران (۲۱) نیز گزارش کردند که مقدار ویتامین C میوه کیوی در طی انبارداری افزایش یافت و بالاترین مقدار آن در پایان ۹۰ روز انبارداری مشاهده شد. این نتیجه‌ها با یافته‌های پژوهش حاضر همسو است و این‌طور برداشت می‌شود که این افزایش ویتامین C می‌تواند به‌علت ساخت آن یا از دست دادن آب باشد. توت‌فرنگی‌های تیمار شده با شدت‌های ۱ و ۲ کیلوگری پرتو گاما کاهش غیر معنی‌داری در ویتامین C را در طی روزهای ۲ و ۱۱ انبارداری در ۵ درجه سلسیوس نشان دادند (۱۵). در انبه و خربزه درختی پرتودهی با شدت‌های مختلف پرتو گاما اثر معنی‌داری بر مقدار ویتامین C میوه‌ها نداشت (۳۶)، که همسو با نتیجه‌های این پژوهش می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که تیمار ۴۰ گری پیوندک‌ها، اثر مثبتی روی ویژگی‌های مهمی چون سفتی بافت، وزن و کاهش وزن میوه کیوی داشت، که از نظر صادرات و بازارپسندی این محصول بسیار اهمیت دارند و اثر مخرب روی کیفیت میوه در زمان رشد تا رسیدن و همچنین در شرایط بعد از برداشت نداشت. بنابراین به‌عنوان شدت مناسب جهت بررسی‌های ایجاد جهش با هدف‌های مختلف بهنژادی و یا بهبود کیفیت میوه می‌تواند استفاده شود.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با شماره مصوب ۹۲۱۳۴-۱۷۵۵-۱۷-۳۴ مربوط به پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری کشور (رامسر) است که از حمایت مالی و آزمایشگاهی آن واحد و همچنین پژوهشکده کشاورزی و پزشکی هسته‌ای جهت همکاری در امر پرتوتابی سپاسگزاری می‌شود.

منابع References

۱. شجاع، آ.، م. قاسم نژاد و س.ن. مرتضوی. ۱۳۹۰. تغییرات ظرفیت آنتی اکسیدانی و کیفیت پس از برداشت میوه پرتقال‌های تامسون ناول و خونی در طی انبارداری. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵:۱۴۷-۱۵۵.

۲. قاسم نژاد، م.، ر. قربانعلی پور و ج. فتاحی مقدم. ۱۳۹۰. تأثیر زمان برداشت بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کیفیت نگهداری میوه کیوی رقم 'هایوارد' . مجله به‌زراعی کشاورزی، ۶۴-۵۵: ۱۳.

۳. قنبری، م. ر. ۱۳۸۱. ارزیابی اقتصادی کشت و تولید میوه کیوی در ایران و بررسی توان صادراتی آن. موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی، ۱۸۷ ص.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.6.9]

۴. آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۴. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، تهران، ایران.

1. A-Bachir, M. 1999. Effect of gamma irradiation on storability of two cultivars of Syrian grapes (*Vitis vinifera*). Rad. Phys. Chem. 55: 81-85.
2. Abdullah, M.H.R.O., P.E. Chong and N.A. Yunu. 2012. Some physical properties of musk lime (*Citrus microcarpa*). Int. J. Biol. Biomol. Agr. Food. Biotechnol. Engin. 6:12-18.
3. Ahari Mostafavi, H., S.M. Mirmajlessi, S.M. Mirjalili, H. Fathollahi and H. Askari. 2012. Gamma radiation effects on physico-chemical parameters of apple fruit during commercial post-harvest preservation. Rad. Phys. Chem. 81:666-671.
4. Amodio, M.L., G. Colelli, J.K. Hasey and A.A. Kader. 2007. A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. Sci. Food Agr. 87: 1228–1236.
5. Baghel, B.S., N. Gupta, A. Khare and R. Tiwari. 2005. Effect of different doses of gamma radiation on shelf life of *Guava*. Indian. J. Hort. 62:129–132.
6. Behgar, M., S. Ghasemi, A. Naserian, A. Borzoie and H. Fatollahi. 2011. Gamma radiation effects on phenolics, antioxidants activity and in vitro digestion of pistachio (*Pistachia vera*) hull. Rad. Phys. Chem. 80: 963-967.
7. Bermejo, A., J. Pardo and A. Cano. 2011. Influence of gamma irradiation on seedless citrus production pollen germination and fruit quality. Nutr. Food Sci. 2: 169 -80.
8. Cicco, N., B. Dichio, C. Xiloyannis, A. Sofo and V. Lattanzio. 2007. Influence of calcium on the activity of enzymes involved in kiwifruit ripening. Acta Hort. 753: 433-438.
9. D'Innocenzo, M. and F. M. Lajolo. 2001. Effect of gamma irradiation on softening changes and enzyme activities during ripening of papaya fruit. Food Chem. 25: 425-438.
10. Davie, I. J. 1997. Role of calcium and mechanical damage in the development of localised premature softening in coldstored kiwifruit. Unpublished Ph.D Thesis. Massey University. New Zealand.
11. Dionísio, A.P., R. Takassugui Gomes and M. Oetterer. 2009. Extending the shelf-life of pear fruits by using gamma irradiation. Braz. Arch. Biol. Technol. 52:1267-1278.
12. Dixon, J. and E.W. Hewett. 2000. Factors affecting apple aroma/flavour volatile concentration: a review. New Zeal. J. Crop Hort. 28: 155–173.
13. Du, G., M. Li, F. Ma and D. Liang. 2009. Antioxidant capacity and the relationship with polyphenoland vitamin C in *Actinidia* fruits. Food Chem. 113: 557–562.
14. Ezzati Ghadi, F., A. Ramzani Ghara and T. Ghanbari. 2015. Effect of gamma irradiation on the total phenolic content and free radical scavenging activity of Iranian date palm Mazafati (*Phoenix dactylifera* L.). Int. J. Latest Res. Sci. Technol. 4: 49-153.
15. Fan, X. 2005. Antioxidant capacity of fresh-cut vegetables exposed to ionizing radiation. J. Sci. Food Agr. 85: 995–1000.
16. FAO. 2013. Food Agriculture Organization statistics on line**.** http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq2/en/.
17. Fattahi, J., R. Fifaii and M. Babri. 2010. Postharvest quality of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) affected by pre-storage application of salicylic acid. South-west J. Hort. Biol. Environ. 1: 175- 186.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.6.9]

18. Ferreyra, M.R., S.Z. Vina, A. Mugridge and A.R. Chaves. 2007. Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva. Sci. Hort. 112: 27-32.
19. Fisk, C.L., A.M. Silver, B.C. Strik and Y. Zhao. 2008. Postharves quality of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* 'Ananasnaya') associated with packaging and storage conditions. Postharvest Biol. Technol. 47: 338-345.
20. Girija, M., S. Gnanamurthy and D. Dhanavel. 2013. Cytogenetic effect of gamma rays on root meristem cells of *Vigna unguiculata* L. Eur. J. Exp. Biol. 3: 38–41.
21. Goldenberg, L., Y. Yanive, R. Porat and N. Carmi. 2014. Effects of gamma-irradiation mutagenesis for induction of seedlessness, on the quality of mandarin fruit. Aust. J. Nutr. Food Sci. 5: 943-952.
22. Harder, M.N.C., T.C.F. Toledo, A.C.P. Ferreira and V. Arthur. 2009. Determination of changes induced by gamma radiation in nectar of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). Rad. Phys. Chem. 78: 579-582.
23. Harrison, K. and L.M. Were. 2007. Effect of gamma irradiation on total phenolic content yield and antioxidant capacity of almond skin extracts. Food Chem. 102: 932-937.
24. Hassall, A.K., G.J. Pringle and E.A. Mac Rae. 1998. Development, maturation and postharvest responses of *Actinidia arguta* fruit. New Zeal. J. Crop Hort. 26: 95-108.
25. Hosseinzadeh, J., M. Feyzollahzadeh and A.H. Afkari. 2013. The physical and chemical properties of kiwifruit harvested at four stages. Bulg. J. Agr. Sci. 19: 174-180.
26. Hu Yan, J. 2008. Effects of ~ (60) co-γ ray radiation on kiwifruit bud. J. Anhui Agr. Sci. 35:70-75.
27. Kang, F., J.G. Hallman, Y. Wei, F. Zhang and Z. Li. 2012. Effect of X-ray irradiation on the physical and chemical quality of America red globe grape. Afr. J. Biotechnol.11:7966-7972.
28. Khan, W.M., S.Z. Shah, M.S. Khan, Z.U. Islam, S. Ali, F. Hussain, M, Irshad and M. Zahid. 2014. Effects of gamma radiations on some morphological and biochemical characteristics of *Brassica napus* L. (variety Altex). Int. J. Biosci. 4:36-41.
29. Kim, M.Y., S.J. Im, , J.H. Kim, , I.J. Kim, , H.Y. Lee, , D.S. Lee, Y.J. Lee, , J.H. Byun, , J.H. Kim, , J.Y. Kim, , S.R. Jeong, , J.H. Kim, and S.H. Moon. 2012. Changes in the phenolic composition of citrus fruits and leaves prepared by gamma irradiation of budstick. Life Sci. 9: 1281-1285.
30. Kim. K.H. and H.S. Yook. 2009. Effects of gamma irradiation on quality of kiwifruit (*Actinidia deliciousa* cv. Hayward). Rad. Phys. Chem. 78: 414-421.
31. Klimezak, I. and M. Malecka. 2006. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. J. Food Comp. Anal. 20:313-322.
32. Lacroix, M., L. Bernard, M. Jobin, S. Milot and M. Gagnon. 1990. Effect of irradiation on the biochemical and organoleptic changes during the ripening of papaya and mango fruits. International Journal of Radiation Applications and Instrumentation. Part C. Rad. Phys. Chem. 35: 296-300.
33. Lapins, K.O. 1965. Compact mutants of apple by ionizing radiation. Can. J. Plant Sci. 45:117-124.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.6.9]

34. Loscalzo R., T. Innoccari, C. Summa, R. Morelli and P. Rapisarda. 2004. Effect of thermal treatment on antioxidant and antiradical activity of blood orange juice. Food Chem. 85: 41-47.
35. Marsh, K., S. Attanayake, S. Walker, A. Gunson, H. Boldingh and E. MacRae. 2004. Acidity and taste in kiwifruit. Postharvest Biol. Technol. 32: 159-168.
36. Miller, W.R., E.J. Mitcham and R.E. McDonald. 1994. Postharvest storage quality of gamma-irradiated 'Climax' rabbiteye blueberries. HortScience, 29: 98–101.
37. Oufedjikh, H., M. Mahrouz, M.J. Amiot and M. Lacroix. 2000. Effect of gamma-irradiation on phenolic compounds and phenylalanine ammonia-lyase activity during storage in relation to peel injury from peel of *Citrus clementina* hort. Ex. Tanaka. J. Agr. Food Chem. 48: 559-569.
38. Patterson, K.J., J. Burdon and N. Lallu. 2003. Hort16A kiwifruit: Progress and issues with commercialization. Acta Hort. 610: 276-273.
39. Predieri, S. and R.H. Zimmerman. 2001. Pear mutagenesis: In vitro treatment with gamma-rays and field selection for productivity and fruit traits. Euphytica, 117: 217-227.
40. Sharafi, Y., A. Rezaei, A. Ghanbari and A.M. Naji. 2013. Gamma irradiation affected phenotypic characteristics (*Prunus amygdalus* L.). Int. J. Agron. Plant. Prod. 4: 25-29.
41. Shivashankara, K.S., S. Isobe, M.I. Al-Haq, M. Takenaka and T. Shina. 2004. Fruit antioxidant activity, ascorbic acid, total phenol, quercitin, and carotene of Irwin mango fruits stored at low temperature after high electric field treatment. J. Agr. Food Chem. 52:1281-1286.
42. Shui, G. and L. P. Leong. 2006. Residue from star fruit as valuable source for functional food ingredients and antioxidant nutraceuticals. Food Chem. 97: 277-284.
43. Tavarini, S., E.D. Innocenti, D. Remorini, R. Massai and L. Guidi. 2008. Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. Food Chem. 107: 282-288.
44. Tefera, A., T. Seyomn and K. Woldetsadik. 2007. Effect of disinfection, packaging, and storage environment on the shelf life of mango. Biosyst. Eng. 97: 201-212.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.6.9]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 18 (1): 33-46 (2017)

Determination of Optimal Radiation Levels of Kiwifruit Scions cv. Hayward to Improve Fruit Quality

M. Ashouri Vajari, S. Eshghi*, J. Fattahi Moghaddam and M. Ghasemi[1]

Mutation by gamma radiation is used as a new technology to improve some quality traits in fruits. In this research, the effect of gamma radiation in scions of kiwifruit with different doses (0, 30, 40, 50, 60, 70 and 80 Gray) on the physicochemical properties of kiwifruit was studied. For this purpose, chisel grafting of gamma treated scions were done on kiwifruit vines in winter 1391 and after a year of no fruiting (1392), in 1393, the fruits were evaluated at harvest time and intervals of one month in the cold storage for 3 months. The results showed that fruits obtained from treated scions with dose of 40 gray of gamma radiation had the highest firmness, highest weight and lowest weight loss at harvest and during storage. Vines with treated scions by doses of 70 and 80 gray of gamma radiation did not have any fruits and remained in vegetative stage. The treatments of 50 and 60 gray of gamma radiation caused severe deformation and deep split in kiwifruits and these lost their marketability. Therefore, the firmness of kiwifruit during storage is the most important factor in the potential storage and exports, due to the positive effect of radiation of 40 gray on this factor at harvest time and during storage, as well as an increase in fruit weight, fruit yield and reduce water loss, it seems to be effective in positive changes of quality of the fruit.

Key Word: Firmness, Kiwifruit, Storage, Gamma radiation, Scion.

1. Ph.D. Student, Professor of Department of Horticultural Science, School of Agriculture, Shiraz University, and Associate and Assistant Professors of Horticultural Science Research Institute, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran, respectively.

* Corresponding author: email: (eshghi@shirazu.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.1.6.9]