

تأثیر پاکت گذاری بر برخی از ویژگی‌های کیفی و کاهش آفتاب‌سوختگی انار رقم رباب نیریز

سکینه احتشامی^۱، حسن ساری‌خانی^{۲*}، احمد ارشادی^۳ و جعفر امیری پریان^۴

۱، ۲، ۳ و ۴. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیاران و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۸/۱۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱/۲۴)

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر دو نوع پاکت کاغذی سفید تک‌لایه و سبز دولایه بر آفتاب‌سوختگی و کیفیت میوه انار رقم رباب نیریز انجام شد. پاکت‌ها ۳۵ روز پس از تمام‌گل روی میوه‌ها قرار گرفتند. نتایج نشان داد که قراردادن پاکت سفید سبب افزایش اندازه و وزن میوه و وزن دانه نسبت به تیمار شاهد شد. در مقابل قراردادن پاکت سبز سبب کاهش اندازه و وزن میوه‌ها نسبت به تیمار شاهد شد. درحالی‌که تیمار پاکت سبز سبب کاهش محتوای آب پوست شد، بین تیمارها اختلاف معناداری در محتوای آب هسته مشاهده نشد. پاکت سبز رسیدن را به تأخیر انداخت. محتوای آنتوسیانین کل و فنل کل با پاکت‌گذاری کاهش یافت. فعالیت آنتی‌اکسیدان‌تی میوه‌های پاکت سفید افزایش و پاکت سبز کاهش یافت. در بین تیمارهای انجام‌شده، بالاترین آفتاب‌سوختگی در تیمار شاهد مشاهده شد. پاکت‌های سفید و سبز سبب کاهش شدت و درصد آفتاب‌سوختگی نسبت به تیمار شاهد شدند. بنابراین، استفاده از پاکت سفید به دلیل افزایش کیفیت و همچنین کاهش آفتاب‌سوختگی در انار رقم رباب نیریز می‌تواند مفید باشد. پاکت سفید تک‌لایه می‌تواند به منزله ابزاری مفید برای افزایش کیفیت میوه و کنترل آفتاب‌سوختگی برای تولیدکنندگان انار استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: آفتاب‌سوختگی، انار، پاکت‌گذاری، ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی.

مقدمه

انار (*Punica granatum* L.) متعلق به خانواده Punicaceae بومی ایران است و ارقام و نژادهای پرورش‌یافته زیادی دارد. ایران از نظر سطح زیر کشت انار و همچنین تولید، صادرات و تنوع ارقام آن مقام اول دنیا را دارد. حاشیه کویر و مناطق مرکزی و جنوبی کشور با تابستان‌های گرم و خشک مهم‌ترین مناطق تولید اقتصادی انار محسوب می‌شوند. با وجود انعطاف‌پذیری انار به انواع آب و خاک و شرایط نامساعد اقلیمی، خسارت‌های ناشی از این عوامل را نمی‌توان نادیده گرفت (Shakeri et al., 2006). به‌طورکلی، قرار گرفتن میوه‌ها در برابر نور شدید سبب آفتاب‌سوختگی و

تشکیل لکه‌های سیاه بزرگ روی پوست می‌شود که کاهش بازارپسندی آن را در پی دارد (Melgarejo et al., 2003).

آفتاب‌سوختگی از عوارض رایج در مناطق کشت انار است که در سال‌های اولیه باردهی به‌ویژه در بخش جنوبی درخت رخ می‌دهد. این عارضه سبب کاهش مرغوبیت و بازارپسندی و در موارد شدید سبب از بین رفتن بخش زیادی از محصول می‌شود. پوست میوه‌هایی که در معرض تابش مستقیم آفتاب قرار می‌گیرند بر اثر شدت تابش سوخته و سیاه و آب دانه‌ها تبخیر می‌شود. در صورت شدت عارضه ممکن است میوه انار غیرقابل استفاده شود. همچنین این میوه‌ها معمولاً دچار

کاغذهای مومی یا پوشش داده شده با پارافین هستند که در ضخامت‌ها و لایه‌های تکی یا چندتایی در رنگ‌های متفاوت استفاده می‌شوند (Yonmori, 2009). در مواردی نیز از کاغذ روزنامه برای پوشش‌دهی میوه به‌منزلهٔ پاکت استفاده شده است (Yazici & Kaynak, 2009a).

رباب نیریز یکی از ارقام مهم انار کشت شده در مناطق گرم استان فارس است. اما به دلیل شدت زیاد آفتاب در این مناطق، در سال‌های اول محصول‌دهی به شدت دچار آفتاب‌سوختگی می‌شود. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر استفاده از دو نوع پاکت بر کنترل یا کاهش آفتاب‌سوختگی در میوهٔ انار رقم رباب نیریز انجام شده است که علاوه بر آفتاب‌سوختگی، تأثیر آن بر کیفیت محصول نیز بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی روی انار رقم رباب نیریز شامل ۳ تیمار در ۳ بلوک و تعداد ۳ درخت در هر بلوک در سال ۱۳۹۰ در یک باغ الگویی در شهرستان ممسنی به اجرا درآمد. تیمارها شامل شاهد (بدون پاکت) و استفاده از دو نوع پاکت بود که پاکت اول سفید تک‌لایهٔ ساخته شده از کاغذ پارافینی و پاکت دوم سبز دولایهٔ ساخته شده از کاغذ پارافینی قرمز رنگ به‌منزلهٔ لایهٔ داخلی و کاغذ پارافینی سبزرنگ به‌منزلهٔ لایهٔ بیرونی بود که از شرکت ژاپنی ساکاتا تهیه شد. در زمان ۳۵ روز پس از تمام‌گل (اواسط خرداد) بین ۱۰ تا ۱۵ میوه از هر درخت در بخش جنوب غربی درخت درون پاکت قرار داده شدند. در تیمار پاکت‌های دولایه، لایهٔ بیرونی آن‌ها یک ماه قبل از برداشت جدا شدند. پاکت‌های تک‌لایه و لایهٔ دوم پاکت‌های دولایه تا مرحلهٔ برداشت روی درخت باقی ماندند. تمامی میوه‌ها در مرحلهٔ بلوغ تجاری و در اواخر مهر برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند.

برای ارزیابی صفات کمی و کیفی، تعداد ۹ میوه از محصول هر درخت به‌صورت تصادفی انتخاب شد. ابتدا با استفاده از پردازش تصویر وضعیت رنگ پوست میوه‌ها ارزیابی شد (Gonzalez & Woods, 2002). در این روش با دوربین دیجیتال (مدل DSc.W30، سونی، ژاپن) تصاویری از سطح نمونه‌ها در فضایی با نورپردازی مشابه

ترکیب‌دهی نیز می‌شوند (Shakeri & Sadat Akhavi, 2005). میوهٔ انار به‌طور معمول در اواخر تابستان یا اوایل پاییز برداشت می‌شود و بنابراین، میوه‌های آن در سراسر تابستان در معرض دماهای بالا قرار می‌گیرد و این خود می‌تواند سبب شیوع آفتاب‌سوختگی شود که گاهی می‌تواند تا بیش از ۳۰ درصد محصول برداشت شده را شامل شود (Melgarejo *et al.*, 2003).

روش‌های مختلفی مانند استفاده از مواد سایه‌دهنده و منعکس‌کنندهٔ نور مانند کائولین (Melgarejo *et al.*, 2012; Ehteshami *et al.*, 2003)، خنک‌کردن با تبخیر در دماهای بالا (Parchomlochuk & Meheriuk, 1996) و مواد شیمیایی مانند ویتامین E و ضدآفتاب‌های تجاری و مواد (Glenn *et al.*, 1999) و یا پوشانیدن میوه با پوشش‌هایی مانند پاکت‌های کاغذی (Yuri *et al.*, 2002) می‌توانند بر کاهش آفتاب‌سوختگی میوه‌ها مؤثر باشند. پاکت‌های کاغذی در برخی کشورهای آسیایی در سطح تجاری برای محصولاتی مانند انبه، سیب، انگور، هلو و ازگیل استفاده می‌شوند (Yonmori, 2009). استفاده از آن‌ها برای کنترل حشرات و بیماری‌ها به‌ویژه برای میوه‌های گرمسیری (Hofman *et al.*, 1997; Tyas *et al.*, 1998)، برای افزایش کیفیت میوه با حفظ ظاهری و رنگ‌گیری مطلوب (Ritenour *et al.*, 1997; Arakawa, 1994; Yonmori, 2009) و همچنین تولید ترکیبات معطر (Jia *et al.*, 2004) مطلوب بوده است. همچنین در دورهٔ توسعهٔ میوه به‌منزلهٔ روشی مناسب برای تولید میوه با کیفیت بالا و بدون لک استفاده می‌شوند (Kitagawa *et al.*, 1992). Bently & Viveros (1992) با پاکت‌گذاری روی میوه‌های سیب مشاهده کردند که پاکت‌گذاری میزان آفتاب‌سوختگی را در میوه‌ها کاهش می‌دهد. Jia *et al.* (2004) با بررسی اثر پاکت‌گذاری روی هلو بیان کردند که قراردادن پاکت‌های کاغذی سبب تسریع در رسیدن میوه می‌شود. اما استفاده از پاکت می‌تواند اثرات نامطلوبی مانند کاهش تولید و تجمع آنتوسیانین و درنهایت عدم رنگ‌گیری مطلوب (Hynes & Goh, 1980; Jia *et al.*, 2004) و کاهش عمر پس از برداشت به دلیل کاهش محتوای کلسیم بافت (Cline & Hanson, 1992) را سبب شود.

به‌طور معمول، جنس پاکت‌های استفاده شده از

همراه ۲۹۲۵ میکرولیتر محلول DPPH (۲/۴ میلی‌گرم DPPH در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول ۸۵ درصد) ورتکس شد. سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (کری ۱۰۰، واریان، آمریکا) اندازه‌گیری شد. پس از گذشتن ۳۰ دقیقه، دوباره جذب نمونه‌ها اندازه‌گیری و با استفاده از رابطه ۱ درصد بازدارندگی آب میوه تیمارهای مختلف محاسبه شد.

$$\text{درصد بازدارندگی} = \frac{A_{t0} - A_{t30}}{A_{t0}} \times 100 \quad (1)$$

که در آن A_{t0} جذب نمونه در زمان صفر و A_{t30} جذب نمونه پس از گذشت ۳۰ دقیقه است.

آنتوسیانین کل با استفاده از روش اختلاف pH بین دو سیستم بافری براساس روش Giusti & Wrolstad (2001) اندازه‌گیری شد. در این روش پس از آماده‌سازی عصاره آب میوه در دو بافر ۱ (شامل ۰/۲۵ مولار کلریدپتاسیم که با استفاده از اسیدکلریدریک اسیدیته روی ۱ تنظیم شده) و ۴/۵ (شامل ۰/۴ مولار استات‌سدیم که با استفاده از اسیداستیک اسیدیته روی ۴/۵ تنظیم شده)، جذب نمونه‌ها در طول موج‌های ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر اندازه‌گیری شده و آنتوسیانین کل براساس سیانیدین ۳- گلوکوزاید به‌منزله آنتوسیانین غالب برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم انار با استفاده از رابطه‌های ۲ و ۳ محاسبه شد.

$$\Delta A = \Delta A \times MW \times df \times 1000 / MA \quad (2)$$

$$\Delta A = (A_{510} - pH_{7.0}) pH_1 - (A_{510} - A_{7.0}) pH_{4/5} \quad (3)$$

که در آن، MW وزن مولکولی آنتوسیانین غالب، df درجه رقت (=۱) و MA ضریب جذب مولی سیانیدین-۳- گلوکوزاید (۲۶/۹۰۰) است.

وجود لکه‌های قهوه‌ای روشن تا سیاه در سطح پوست میوه به‌منزله آسیب آفتاب‌سوختگی در نظر گرفته شد که میزان آن به سه صورت درصد میوه‌های دارای آفتاب‌سوختگی، شدت و مساحت آفتاب‌سوختگی اندازه‌گیری شد. برای درصد میوه‌های دارای آفتاب‌سوختگی، نسبت تعداد میوه‌های آفتاب‌سوخته با هر شدت و سطحی به تعداد میوه‌های کل آن تیمار محاسبه شد. شدت در چهار گروه (۰- بدون آسیب

تهیه شد. سپس در تمامی نمونه‌ها ناحیه مشخص به‌منظور تحلیل فضای رنگ انتخاب شد. با استفاده از نرم‌افزار متلب (نسخه R2010B) مشخصات میانگین از فضای رنگ RGB برای هر نمونه محاسبه شد. در آن R مؤلفه قرمز، G مؤلفه سبز و B مؤلفه آبی است و هر کدام از این مؤلفه‌ها در محدوده‌ای بین صفر (تیرگی کامل) تا ۲۵۵ (روشنایی کامل) مشخص و وضعیت رنگ ظاهری ارزیابی شد.

صفات وزن، طول، قطر و ضخامت پوست و همچنین طول و عرض دانه‌ها اندازه‌گیری شدند. مواد جامد محلول با استفاده از رفراکتومتر دستی (مدل N1، آتاگو ژاپن) و pH آب میوه با دستگاه pH متر (مدل AG، متروهم سوئیس) در دمای آزمایشگاه اندازه‌گیری شدند. محتوای آب پوست و آب دانه به‌ترتیب با استفاده از وزن کردن ۵ دیسک به قطر ۱۰ میلی‌متر و ۱۰۰ دانه و سپس وزن خشک آن‌ها در آون پس از ثابت‌شدن، محاسبه شد. سفتی هسته با استفاده از دستگاه تست مواد (زیوک، آلمان) براساس نیروی لازم برای خرد کردن هسته برحسب نیوتن اندازه‌گیری شد.

محتوای فنل کل با استفاده از معرف فولین-سیکالتو^۱ (Singleton & Rossi, 1965) اندازه‌گیری شد. به‌طور خلاصه، ۰/۵ گرم آب میوه با ۳ میلی‌لیتر متانول ۸۵ درصد مخلوط شده و ۳۰۰ میکرولیتر از آن با ۱۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین رقیق‌شده ترکیب شد. پس از پنج دقیقه ۱۲۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷ درصد به آن اضافه شد و پس از ۹۰ دقیقه، جذب آن با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (کری ۱۰۰، واریان، آمریکا) در طول موج ۷۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد و با مقایسه با منحنی استاندارد اسید گالیک، محتوای فنل کل براساس میلی‌گرم اسید گالیک در گرم آب میوه بیان شد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانتی با استفاده از روش Brand-Williams *et al.* (1995) اندازه‌گیری شد. از عصاره متانولی تهیه‌شده برای اندازه‌گیری فنل کل، ۵۰۰ میکرولیتر برداشته شد و به همراه ۵۰۰ میکرولیتر آب مقطر به مدت ۵ دقیقه با ۱۰ هزار دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و سپس ۷۵ میکرولیتر از فاز رویی به

در نمونه‌های تیمار پاکت سبز بیشترین مقدار بود. این موضوع نشان‌دهنده کاهش شدت رنگ قرمز در تیمار پاکت سبز است. به نظر می‌رسد پایین بودن مؤلفه رنگ قرمز در تیمار شاهد به دلیل شدت تیرگی حاصل از آفتاب‌سوختگی است که در این تیمار بیشتر مشاهده شد. در مقابل در تیمار پاکت سبز، عدم رنگ‌گیری کامل میوه‌ها و نارس ماندن میوه‌ها (آنچه در ظاهر مشاهده شد و براساس شاخص مواد جامد محلول و پی اچ قابل ارزیابی است) سبب روشنی بیشتر در رنگ قرمز شد. در کل چنین به نظر می‌رسد که پاکت‌گذاری با استفاده از پاکت‌های چندلایه یا ضخیم سبب کاهش تجمع آنتوسیانین می‌شود (Ju, 1998; Jia et al., 2004). همچنین مؤلفه رنگ سبز و آبی روشن در پاکت سفید به دلیل کاهش محتوای کلروفیل است که در این تیمار مشاهده شد (Arakawa et al., 1994).

پاکت‌گذاری تأثیر معناداری بر وزن، طول و قطر میوه، ضخامت پوست و محتوای آب میوه نشان داد. کاربرد پاکت سفید سبب افزایش وزن میوه‌ها شد درحالی‌که پاکت سبز سبب کاهش وزن میوه‌ها در مقایسه با تیمار شاهد شد. تیمار پاکت سبز موجب کاهش در طول و قطر میوه شد درحالی‌که بین تیمار پاکت سفید و شاهد از نظر طول میوه اختلاف معناداری وجود نداشت. کاربرد پاکت سفید و سبز موجب کاهش ضخامت پوست میوه شد و بیشترین کاهش در تیمار پاکت سبز دیده شد. بین تیمارها از نظر درصد وزنی دانه اختلاف معناداری دیده نشد. بین تیمارهای پاکت سفید و شاهد از نظر محتوای آب پوست اختلاف معناداری نبود، اما پاکت سبز سبب کاهش آن شد (جدول ۲).

Yang et al. (2009) مشاهده کردند که نوع و جنس پاکت می‌تواند بر وزن و اندازه میوه لانگان تأثیر بگذارد. آن‌ها مشاهده کردند که پاکت‌های مختلف استفاده شده سبب افزایش رطوبت می‌شود. عوامل متعددی می‌توانند بر افزایش رشد و درنهایت بر افزایش وزن و اندازه میوه تأثیر داشته باشند. دما و رطوبت اطراف میوه از عوامل تأثیرگذار بر رشد میوه است. مشخص شده است که قراردادن پاکت می‌تواند موجب افزایش رطوبت و مقدار اندکی دما در اطراف میوه شود و از این طریق سبب افزایش رشد میوه شود (Hofman et al., 1997). همچنین

آفتاب‌سوختگی، ۱. آفتاب‌سوختگی ملایم شامل لکه‌های زردرنگ، ۲. آفتاب‌سوختگی متوسط شامل لکه‌های برنزی و قهوه‌ای‌رنگ و ۳. آفتاب‌سوختگی زیاد شامل لکه‌های سیاه) طبقه‌بندی شدند. سطح آفتاب‌سوختگی براساس مساحت سطح میوه آفتاب‌سوخته در چهار گروه جداگانه شامل: ۱. بدون آفتاب‌سوختگی، ۲. دارای آفتاب‌سوختگی تا حدود ۲۵ درصد سطح میوه، ۳. دارای آفتاب‌سوختگی بیش از ۲۵ درصد سطح میوه تا ۵۰ درصد (نیمی) از سطح میوه و ۴. دارای آفتاب‌سوختگی بیش از ۵۰ درصد (نیمی) از سطح میوه طبقه‌بندی شد. تجزیه آماری داده‌ها به روش مدل خطی عمومی (GLM) و بررسی همبستگی بین برخی از صفات به کمک نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی فضای رنگ RGB حاصل از پردازش تصویر نشان داد که پاکت‌گذاری تأثیر معناداری بر مؤلفه‌های رنگ قرمز، سبز و آبی انار داشته است (جدول ۱). پاکت سفید سبب افزایش مؤلفه‌های آبی و سبز نسبت به تیمار شاهد شد. در این مؤلفه‌ها، اختلاف معناداری بین شاهد و پاکت سبز مشاهده نشد. در مقابل هر دو پاکت سبز و سفید سبب افزایش (روشن‌تر شدن) مؤلفه قرمز شد. به طوری که پاکت سبز دولایه بیشترین مقدار مؤلفه قرمز را نشان داد و پاکت سفید در مرحله بعدی قرار گرفت.

جدول ۱. تأثیر پاکت‌گذاری بر مؤلفه‌های رنگ ظاهری پوست میوه انار رقم رباب نیریز

| تیمارها | مؤلفه قرمز | مؤلفه سبز | مؤلفه آبی |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|
| شاهد | ۴۲/۷۴ ^c | ۲۲/۲۴ ^b | ۱۷/۳۸ ^b |
| پاکت سفید | ۵۵/۶۶ ^b | ۳۱/۸۷ ^a | ۳۳/۱۰ ^a |
| پاکت سبز | ۷۳/۴۲ ^a | ۲۲/۱۰ ^b | ۱۷/۵۱ ^b |

حروف همسان در هر ستون نشان‌دهنده نبود اختلاف معنادار بین آن‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن است.

انار رقم رباب نیریز رنگ سطحی قرمز دارد که در بازارپسندی این رقم اهمیت زیادی دارد. مؤلفه قرمز که وابستگی زیادی به رنگ اصلی نمونه‌های انار استفاده شده در پژوهش حاضر را دارد، در نمونه‌های شاهد کمترین و

مهم‌تری در رشد اولیه میوه به عهده دارد، را به شدت کاهش داده است (Taiz & Zeiger, 2006). همچنین پاکت ممکن است به روش‌های دیگر از جمله تأثیر بر محتوای هورمونی میوه (Yakushiji & Hase, 1991) و بر اندازه میوه مؤثر باشد که این موضوع نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد.

به نظر می‌رسد، پاکت سفید با کاهش شدت نور، تبخیر آب از سطح میوه را کاهش داده و با حفظ آماس لازم، سبب افزایش رشد شده است. در مقابل در پاکت سبز به دلیل حذف کامل نور، فتوسنتز سطح میوه متوقف شده است و به همین دلیل منبع کربوهیدراتی نزدیک میوه، که نقش

جدول ۲. تأثیر پاکت‌گذاری بر برخی ویژگی‌های فیزیکی میوه انار رقم رباب نیریز

| تیمار | وزن میوه (گرم) | طول میوه (میلی‌متر) | قطر میوه (میلی‌متر) | ضخامت پوست (میلی‌متر) | درصد دانه |
|-----------|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|
| شاهد | ۲۷۶/۹ ^b | ۹۹/۰۸ ^a | ۸۱/۳۲ ^b | ۴/۶۱ ^a | ۴۰/۱ ^a |
| پاکت سفید | ۳۳۷/۳ ^a | ۱۰۲/۶۷ ^a | ۸۵/۰۱ ^a | ۴/۰۳ ^{ab} | ۴۳/۱ ^a |
| پاکت سبز | ۱۷۸/۶ ^c | ۹۴/۶۵ ^b | ۶۹/۳۸ ^c | ۳/۸۰ ^b | ۴۰/۰ ^a |

حروف یکسان در هر ستون نشان‌دهنده نبود اختلاف معنادار بین آن‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن است.

سفید اختلاف معناداری وجود نداشت و پاکت سبز موجب کاهش معنادار قطر دانه شد. محتوای آب هسته تحت تأثیر تیمارهای به کار برده شده قرار نگرفت. بیشترین سفتی هسته در تیمار شاهد دیده شد که از این نظر اختلاف معناداری با پاکت سفید نداشت و حداقل سفتی در تیمار پاکت سبز مشاهده شد (جدول ۳).

وزن تر ۱۰۰ دانه، ابعاد دانه و سفتی هسته تحت تأثیر پاکت‌گذاری قرار گرفت. پاکت سفید سبب افزایش و پاکت سبز موجب کاهش وزن ۱۰۰ دانه شد. اگرچه از نظر طول دانه بین تیمار شاهد و پاکت سبز اختلاف معناداری مشاهده نشد، اما طول دانه در تیمار پاکت سفید افزایش یافت. در مقابل از نظر قطر دانه بین تیمار شاهد و پاکت

جدول ۳. تأثیر پاکت‌گذاری بر برخی ویژگی‌های فیزیکی دانه و سفتی هسته انار رقم رباب نیریز

| تیمار | وزن تر صدانه (گرم) | طول دانه (میلی‌متر) | قطر دانه (میلی‌متر) | محتوای آب هسته (%) | سفتی هسته (نیوتن / مترمربع) |
|-----------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| شاهد | ۷۰/۲۹ ^b | ۱۰/۷۷ ^b | ۶/۷۶ ^a | ۷۸/۸۱ ^a | ۷۶/۴۷ ^a |
| پاکت سفید | ۸۰/۱۰ ^a | ۱۱/۲۲ ^a | ۷/۱۱ ^a | ۸۰/۳۷ ^a | ۷۱/۹۲ ^a |
| پاکت سبز | ۵۳/۳۵ ^c | ۱۰/۲۹ ^b | ۶/۲۶ ^b | ۸۰/۸۲ ^a | ۴۹/۱۴ ^b |

حروف یکسان در هر ستون نشان‌دهنده نبود اختلاف معنادار بین آن‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن است.

مشاهده شد که با تیمار شاهد اختلاف معناداری نداشت. اما کاربرد پاکت سبز موجب کاهش محتوای مواد جامد محلول و همچنین پی اچ شد. کاربرد پاکت‌های سفید و سبز محتوای فنل کل را کاهش داد. فعالیت آنتی‌اکسیدانتی در میوه‌های پاکت سفید افزایش و در میوه‌های پاکت سبز کاهش یافت. محتوای آنتوسیانین نیز در تیمارهای پاکت‌گذاری کاهش یافت (جدول ۴).

پایین بودن محتوای مواد جامد محلول و همچنین پی اچ در تیمار پاکت سبز به دلیل تأخیر در رسیدن است که در پژوهش حاضر مشاهده شد. Chen et al. (2012) مشاهده کردند که قراردادن پاکت روی سیب

به نظر می‌رسد کاهش وزن ۱۰۰ دانه، کاهش طول و قطر دانه و همچنین پایین بودن سفتی هسته در تیمار پاکت سبز به رشد ناکافی دانه‌ها در این تیمار مرتبط است. در تیمار پاکت سبز به دلیل تأخیر در رسیدن، دانه‌ها به اندازه کافی رشد نکردند و میوه ریز و نامرغوب شد. گزارش شده است که پاکت‌گذاری در سیب موجب تأخیر در رسیدن می‌شود (Proctor & Loughheed, 1976) که این موضوع می‌تواند با تعداد لایه‌های پاکت، ضخامت و همچنین مقدار نوری که محدود می‌شود ارتباط داشته باشد. بیشترین مواد جامد محلول و pH در تیمار پاکت سفید

شد. ساخت و تجمع آنتوسیانین در چند هفته آخر رسیدن رخ می‌دهد که در این زمان در دسترس بودن نور اهمیت زیادی دارد. در پژوهش حاضر، لایه بیرونی پاکت دولایه سبز در زمان یک ماه قبل از برداشت، برداشته شد و لایه زیرین که قرمز رنگ بود به‌نوعی سبب رسیدن نور لازم برای تجمع آنتوسیانین شد (Arakawa *et al.*, 1994). اما با توجه به اینکه در این تیمار میوه‌ها به اندازه کافی رشد نکرده بودند و تجمع قند کافی نداشتند (Taiz & Zeiger, 2006) رنگ‌گیری و تجمع آنتوسیانین به‌درستی رخ نداد و کاهش آنتوسیانین در مقایسه با شاهد مشاهده شد.

موجب کاهش محتوای فنلی می‌شود. آن‌ها همچنین دریافتند که در بین ترکیبات فنلی مختلف، آنتوسیانین‌ها و پس از آن، فلاونوئیدها بیشتر به نور حساس‌اند. این موضوع می‌تواند به نقش تنظیم‌کنندگی نور در بیان بسیاری از آنزیم‌های متابولیسم‌کننده ترکیبات فنلی ارتباط داشته باشد (Takos *et al.*, 2006). Ju (1998) تأثیر معنادار پاکت‌های تک‌لایه و دولایه در تجمع آنتوسیانین را گزارش کرد. با کاهش میزان نور عبوری از پاکت، میزان تجمع آنتوسیانین کاهش می‌یابد. در پژوهش حاضر نیز کاهش محتوای آنتوسیانین در هر دو تیمار پاکت سفید و سبز مشاهده

جدول ۴. تأثیر پاکت‌گذاری بر ویژگی‌های شیمیایی میوه انار رقم رباب نیریز

| تیمار | مواد جامد محلول (درجه بریکس) | pH | فنل کل (میلی‌گرم/لیتر) | ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (درصد بازدارنگی) | آنتوسیانین کل (میلی‌گرم/گرم) |
|-----------|---------------------------------|-------------------|---------------------------|---|---------------------------------|
| شاهد | ۱۲/۳۶ ^a | ۳/۳۵ ^a | ۱۴۹۱ ^a | ۷۰/۰ ^b | ۲/۸۷ ^a |
| پاکت سفید | ۱۲/۷۰ ^a | ۳/۳۶ ^a | ۱۳۸۴ ^b | ۸۶/۰ ^a | ۲/۷۰ ^b |
| پاکت سبز | ۱۱/۳۴ ^b | ۳/۱۶ ^b | ۱۳۷۷ ^b | ۶۳/۰ ^c | ۲/۷۰ ^b |

حروف همسان در هر ستون نشان‌دهنده نبود اختلاف معنادار بین آن‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن است.

مساحت سطح آفتاب‌سوخته، تأثیر بسیار مثبت استفاده از این پاکت‌ها برای کاهش آفتاب‌سوختگی تأیید شد. Yazici & Kaynak (2009a) آفتاب‌سوختگی در انار را براساس شدت آن به سه حالت قهوه‌ای شدن، قهوه‌ای شدن با نکروز سیاه و سیاه شدن تقسیم‌بندی کردند که دمای سطح میوه حاصل از تشعشع و همچنین اشعه‌های مضر تشعشع خورشیدی می‌توانند روی ایجاد آن مؤثر باشند (Schrader *et al.*, 2009; Yazici & Kaynak, 2009a,b).

اگرچه در پژوهش حاضر تأثیر پاکت بر دمای سطح میوه بررسی نشد، اما مشخص شده است که پاکت‌گذاری می‌تواند روی میزان نور عبوری و همچنین دمای سطح میوه مؤثر باشد (Hofman *et al.*, 1997).

به‌کار بردن پاکت‌های سفید و سبز آفتاب‌سوختگی میوه‌ها را به‌طور معناداری کاهش داد. درصد میوه‌های دارای لکه‌های آفتاب‌سوخته با استفاده از هر دو پاکت سفید و سبز کاهش یافت. همچنین کمترین شدت و مساحت سطح آفتاب‌سوختگی در تیمارهای پاکت سفید و پاکت سبز مشاهده شد که اختلاف معناداری با هم نداشتند (جدول ۵).

در پژوهش حاضر وجود لکه‌های کوچک تا لکه‌های بزرگ آفتاب‌سوخته در محاسبه درصد میوه‌های دارای لکه‌های آفتاب‌سوخته در نظر گرفته شد. به همین دلیل در میوه‌های پاکت‌گذاری شده نیز نسبت بالاتر از ۵۰ درصد آفتاب‌سوختگی مشاهده شد. اما با در نظر گرفتن شدت و

جدول ۵. تأثیر پاکت‌گذاری بر نسبت میوه‌های دارای آفتاب‌سوختگی، شدت و مساحت سطح آفتاب‌سوختگی

| تیمار | نسبت میوه‌های دارای آفتاب‌سوختگی (درصد) | شدت آفتاب‌سوختگی | مساحت سطح آفتاب‌سوختگی |
|-----------|---|-------------------|------------------------|
| شاهد | ۸۵/۲ ^a | ۲/۲۲ ^a | ۲/۱۷ ^a |
| پاکت سفید | ۵۹/۳ ^b | ۱/۳۰ ^b | ۱/۱ ^b |
| پاکت سبز | ۵۵/۶ ^b | ۱/۴۴ ^b | ۱/۳ ^b |

حروف همسان در هر ستون نشان‌دهنده نبود اختلاف معنادار بین آن‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن است.

مشاهده شدند. در کل می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که پاکت سفید یک‌لایه سبب افزایش کیفیت و کاهش آفتاب‌سوختگی در انار می‌شود. اگرچه هزینه زیاد اولیه تهیه پاکت و همچنین هزینه نیروی کار برای بستن پاکت‌ها از عوامل محدودکننده استفاده از پاکت است، با توجه به کیفیت بسیار بالای میوه‌های پاکت‌گذاری شده با پاکت سفید و همچنین کاهش آفتاب‌سوختگی در این تیمار، استفاده از آن به‌ویژه در بخش جنوبی درخت در سال‌های اولیه محصول‌دهی توجیه‌پذیر است.

این موضوع می‌تواند به نوع، جنس و همچنین تعداد لایه‌های پاکت استفاده‌شده مرتبط باشد (Jia *et al.*, 2004). در پژوهش حاضر هر دو پاکت استفاده‌شده سبب کاهش آفتاب‌سوختگی شد. البته در مواردی لکه‌های بسیار ملایم آفتاب‌سوختگی در پاکت سفید نیز مشاهده شد که البته تعدادشان کم بود و به‌راحتی تشخیص داده نمی‌شد.

در تیمار پاکت سفید میوه‌هایی با اندازه و وزن بیشتر، اندازه دانه درشت‌تر و آفتاب‌سوختگی کمتر

REFERENCES

1. Arakawa, O., Uemathu, N. & Nakajima, H. (1994). Effect of bagging on fruit quality in apples. *Bulletin of the Faculty of Agriculture - Hiroaki University*, 57, 25-32. (Japanese with English summary).
2. Bentley, W. J. & Viveros, M. (1992). Brown-bagging Grany Smith apples on trees stops moth damage. *California Agriculture*, 46, 30-32.
3. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28, 25-30.
4. Chen, C., Zhang, D., Wang, Y., Li, P. & Ma, F. (2012). Effects of fruit bagging on the contents of phenolic compounds in the peel and flesh of Golden Delicious, Red Delicious, and Royal Gala apples. *Scientia Horticulturae*, 142, 68-73
5. Cline, J.A. & Hanson, E.J. (1992). Relative humidity around apple fruit influences its accumulation of calcium. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 117, 542-546.
6. Ehteshami, S., Sarikhani, H. & Ershadi, A. (2012) Effect of application of kaolin and gibberellins on some qualitative traits and reducing of sunburn in pomegranate cv. Rabab Neiriz. *Plant Production Technology*, 11(1), 15-24. (In Farsi)
7. Giusti, M.M. & Wrolstad, R.E. (2003). Acylated anthocyanins from edible sources and their application in food systems. *Biochemistry Engineering Journal*, 14, 217-225.
8. Glenn, D.M., Puterka, G., Vanderzwet, T., Byers, R.E. & Feldhake, C. (1999). Hydrophobic particle films: A new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *Journal Economic Entomology*, 92, 759-771.
9. Gonzalez, R.C. & Woods, R.E. (2002). *Digital Image Processing*. Prentice-Hall Inc. 793 p.
10. Haynes, R.J. & Goh, K.M. (1980). Variation in the nutrient content of leaves and fruit with season and crown position for two apple varieties. *Australian Journal of Agriculture Research*, 31, 739-748.
11. Hofman, P.J., Smith, L.G., Joyce, D.C., Johnson, G.I. & Meiburg, G.F. (1997). Bagging of mango (*Mangifera indica* cv. Keitt) fruit influences fruit quality and mineral composition. *Postharvest Biology and Technology*, 12, 83-91.
12. Jia, H.J., Araki, A. & Okamoto, G. (2004). Influence of fruit bagging on aroma volatiles and skin coloration of Hakuho peach (*Prunus persica* Batsch). *Postharvest Biology and Technology*, 35, 61-68.
13. Ju, Zh. (1998). Fruit bagging, a useful method for studying anthocyanin synthesis and gene expression in apples. *Scientia Horticulturae*, 77, 155-164.
14. Kitagawa, H., Manabe, K. & Esguerra, E.B. (1992). Bagging of fruit on the tree to control disease. *Acta Horticulturae*, 321, 870-875.
15. Melgarejo, P., Martinez, J J., Hernandez, V., Martinez-Font, R., Barrows, P. & Erez, A. (2003). Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. *Scientia Horticulturae*, 100, 349-353.
16. Parchomlochuk, P. & Meheriuk, M. (1996). Orchard cooling with pulsed over tree irrigation to prevent solar injury and improve fruit quality of Jonagold apples. *Hort Science*, 31, 802-804.
17. Proctor, J.T.A. & Loughheed, E.C. (1976). The effect of covering apples during development. *Hort Science*, 11, 108-109.
18. Ritenour, M., Schrader, L., Kammereck, R., Donahue, R. & Edwards, G. (1997). Bag and liner color greatly affect apple temperature under full sunlight. *Hort Science*, 32, 272-276
19. Schrader, L.E., Kahn, C. & Elfving, D.C. (2009). Sunburn browning decreases at-harvest internal fruit quality of apples (*Malus domestica* Borkh.). *International Journal of Fruit Science*, 9, 425-437
20. Shakeri, M. & Sadat Akhavi, Y. (2003). *Pests and Diseases of Pomegranate*. Tasbih Publication, pp, 91-92. (In Farsi).

21. Shakeri, M., Ashkan, M. & Zakiei, Z. (2006). Sunburn of trunks and branches of pomegranate trees and its control. *Journal of Agricultural Sciences of Iran*, 37, 93-100. (In Farsi).
22. Singleton, V.L. & Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
23. Taiz, L. & Zeiger, E. (2006). *Plant Physiology*, (4th Edition). Sinauer Associates, Sunderland, Mass, 623p.
24. Takos, A.M., Jaffe, F.W., Jacob, S.R., Bogs, J., Robinson, S.P. & Walker, A.R. (2006). Light induced expression of a MYB gene regulates anthocyanin biosynthesis in red apples. *Plant Physiology*, 142, 1216-1232.
25. Tyas, J.A., Hofman, P.J., Underhill, S.R.R. & Bell, K.L. (1998). Fruit canopy position and panicle bagging affects yield and quality of Tai So lychee. *Scientia Horticulturae*, 72(3-4): 203-213.
26. Yakushiji, H. & Hase, Y. (1991). Influence of number of seeds and tree shading on June drop and phytohormone content of Japanese persimmon (*Diospyros kaki*) Fuyu fruit. *Bulletin of the Fruit Tree Research Station*, 19, 49-59.
27. Yang, W., Zhu, X., Bu J., Wang, H. & Huang, X. (2009). Effects of bagging on fruit development and quality in cross-winter off-season longan. *Scientia Horticulturae*, 120(2), 194-200.
28. Yazici, K. & Kaynak, L. (2009a). Effects of air temperature, relative humidity and solar radiation on fruit surface temperatures and sunburn damage in pomegranate (*Punica granatum* L.cv. Hicaznar). *Acta Horticulturae*, 818, 181-186.
29. Yazici, K. & Kaynak, L. (2009b). Effects of kaolin and shading treatment on sunburn on fruit of Hicnazar cultivar of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Hicnazar). *Acta Horticulturae*, 818, 167-174.
30. Yonomori, K. (2009). Japanese pomological producing fruit for gifts. *Chronica Horticulture*, 49(3), 15-19.
31. Yuri, J.A., Bastias, R., Torres, C. & Retamales, J.B. (2002). Sunburn on apples: Inducing factors, biochemical responses and control method. XXVIth International Horticultural Congress & Exhibition (IHC 2002), Toronto, Canada. Aug. 11-17, 2002, pp. 372.