اثر پاکت‌گذاری بر صفات کمی و کیفی میوه دو رقم سیب (*Malus domestica* Borkh) 'فوجی' و 'گرانی‌اسمیت'

فایزه فاطمی‌نیا[۱]، حسین صادقی[۲] و ویدا چالوی[۳*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۴/۲۴)

چکیده

در پژوهش حاضر، اثر پاکت‌گذاری و زمان بهینه حذف آن بر رنگدانه‌های موجود در پوست و دیگر صفات کمی و کیفی سیب‌های رقم فوجی و گرانی‌اسمیت بررسی شد. تیمارهای آزمایشی شامل، بدون پاکت (شاهد)، حذف پاکت ۷ و ۱۴ روز پیش از برداشت و باقی گذاشتن پاکت تا زمان برداشت بودند. در پایان آزمایش، میزان رنگدانه‌ها، مواد جامد محلول کل، اسیدقابل تیتر، فنل گوشت، فنل پوست، درصد آنتی‌اکسیدان، وزن و حجم میوه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که پاکت‌گذاری از نظر آماری در تیمارهای ۱۴ روز و ۷ روز نسبت به شاهد، سبب افزایش آنتوسیانین و مواد جامد محلول گردید، ولی صفات دیگر اندازه‌گیری شده در هر دو رقم سیب را به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. میزان آنتوسیانین میوه برای رقم فوجی در تیمار ۱۴ روز بیشترین (۶۰/۹۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و برای رقم گرانی‌اسمیت در تیمار صفر روز کمترین (۱/۶۴ میلی گرم بر گرم وزن تر) بودند. بالاترین میزان کلروفیل a درمیوه شاهد (۵/۰۹ میکروگرم بر لیتر) و کمترین (۳/۹۴ میکروگرم بر لیتر) در تیمار ۱۴روز مشاهده شد. با توجه به آنکه کاهش میزان کلروفیل صفت مثبتی برای رقم فوجی و صفتی منفی برای گرانی‌اسمیت است. بنابراین، پاکت‌گذاری و حذف پاکت ۱۴ روز پیش ازبرداشت با افزایش آنتوسیانین وکاهش کلروفیل سبب رنگ‌گیری بهتر رقم فوجی می‌شود ولی برای رقم سبز گرانی‌اسمیت با کاهش کیفیت رنگ سبز میوه همراه است.

واژه‌های کلیدی: پاکت‌گذاری، رنگ‌گیری، ترکیبات فنلی، آنتوسیانین

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران
*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: v.chalavi@sanru.ac.ir

مقدمه

سیب (*Malus domestica* Borkh) یکی از مهم‌ترین میوه‌های مناطق معتدله می‌باشد و ایران،از نظر میزان تولید آن، در مقام هفتم جهانی قرار دارد (۹). در میان بسیاری از ویژگی‌های کیفی سیب، رنگ پوست میوه نقش مهمی در بازار پسندی آن دارد (۲۷و۳۲). در رقم‌های گوناگون سیب، رنگ‌های پوست میوه بسیار متفاوت هستند. به‌عنوان مثال، در میان سیب‌های پوست قرمز با رنگ‌گیری خوب، می‌توان از جاناتان واستارکینگ دلیشز نام برد و سیب‌های پوست قرمز با رنگ‌گیری ضعیف شامل فوجی و جوناگلد هستند، که تنها در شرایط ویژه تولید رنگ مناسب می‌کنند. از جمله رنگ‌های دیگر پوست میوه سیب، می‌توان از سیب طلایی رنگ 'گلدن دلیشز' و سبز رنگ 'گرانی‌اسمیت'نام برد (۱۳). در ضمن، رنگ‌های زرد و سبز زمینه پوست میوه سیب توسط کلروفیل‌ها و کارتنوییدهای موجود در پلاستیدها تولید می‌شود و رنگ قرمز سیب در اثر ترکیب این رنگدانه‌ها با آنتوسیانین تولید می‌شود (۲۰).

آنتوسیانین‌ها، فلاونوئیدهای رنگی هستند (۲۹) که به‌طور عمده فرم سیانیدین ۳-گالاکتوزید (cy3-gal) آن درسیب‌ها وجود دارد (۲۰). در سنتز آنتوسیانین‌ها، ژنتیک، عوامل محیطی نظیر نور، دما، مواد غذایی و روش‌های مدیریت باغ مؤثر هستند (۲۷). آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) نقش کلیدی در سنتز آنتوسیانین دارد و تنظیم فعالیت این آنزیم تحت تأثیر نور خورشید است (۲۷). بنابراین نور خورشید یکی از مؤثرترین عوامل محیطی در رنگ‌گیری میوه سیب می‌باشد.

نور خورشید سبب فعال شدن آنزیم PAL با واسطه فیتوکروم‌ها و سنتز مواد کربوهیدراتی می‌شود که در افزایش تولید آنتوسیانین نقش دارند (۲۷). میوه‌های درون تاج درخت نسبت به میوه‌های بیرون تاج به علت عدم دریافت (کمتر از ۴۰٪) نورکافی، رنگ‌گیری مناسبی ندارند. علاوه بر شدت نور، کیفیت نور نیز بر سنتز آنتوسیانین اثر دارد (۲۶). میوه سیب فوجی زمانی که در مقابل نور مرئی قرار می‌گیرد آنتوسیانین کمی خواهد داشت اما هنگامی‌که در مقابل تابش نور فرابنفش B قرار می‌گیرد، رنگ‌گیری بهتری دارد (۱) ولی سایر رقم‌ها مانند'جاناتان' است که تحت نور مرئی رنگ نسبتاً خوبی می‌گیرند (۲).

راه‌کارهای مختلفی برای بهبود رنگ و کیفیت میوه به‌وسیله کنترل میزان نور خورشید وجود دارند. در این مورد می‌توان از استفاده از مالچ‌های انعکاسی در کف باغ که سبب نفوذ نور به درون تاج می‌شوند و سنتز آنتوسیانین را افزایش می‌دهد (۱۵)، یا استفاده از مواد سایه دهنده که با کاهش نور خورشید از میزان آفتاب سوختگی می‌کاهند و سبب بهبود رنگ میوه‌ها می‌شود (۱۰) و همچنین بهره‌گیری از روش پاکت‌گذاری بر میوه نام برد (۱۹).

پاکت‌گذاری وحذف آن پیش از برداشت یکی از مؤثرترین شیوه‌ها، برای افزایش حساسیت میوه‌ها به نور است که باعث تحریک سنتز آنتوسیانین و بهبود رنگ‌گیری میوه‌ها می‌شود (۵). پاکت‌های مورد استفاده به این منظور از مواد گوناگون تهیه می‌شوند و نوع مواد سازنده پاکت، اثر قابل توجهی برکیفیت میوه می‌گذارد. به‌طور مثال، برای برخی از میوه‌ها نظیر، میوه لیچی، خرما و سیب به‌ترتیب پاکت های سلفونی، پلی اتیلینی و کاغذی توصیه شده‌اند (۲۸). برای میوه سیب، استفاده از پاکت‌های دو لایه معمول است. لایه بیرونی پاکت معمولاً رنگ روشنی دارد و با ایجاد سایه از میزان نور ورودی می‌کاهد. لایه درونی پاکت که نازک‌تر است، می‌تواند به هر رنگی باشد و نقش آن کاهش تنش ناگهانی نوری است. به این ترتیب که پس از حذف پاکت رویی، به‌مدت چند روز، پاکت درونی برای جلوگیری از آفتاب‌سوختگی بر میوه باقی گذاشته شده و سپس حذف می‌شود.

در روش پاکت‌گذاری، با قرار دادن میوه درون کاغذ مات، کلروفیل پوست میوه کاهش می‌یابد که سبب رنگ‌گیری بهتر در زمان برداشت می‌شود. با برداشتن پاکت و قرار دادن دوباره میوه در معرض نور پیش از برداشت، سنتز رنگدانه‌های وابسته به نورآغاز می‌شوند (۱۰). بنابراین همان‌طورکه اشاره شد، پاکت‌گذاری میوه، نه تنها سبب بهبود رنگ میوه شده (۱۹) بلکه

باعث کاهش آفتاب‌سوختگی میوه (۳)، نیز می‌شود. پاکت‌گذاری میوه به‌طور معمول درکشورهایی مانند ژاپن، چین و اسپانیا برای هلو، سیب، گلابی، انگور و ازگیل ژاپنی به‌منظور بهبود کیفیت میوه صورت می‌گیرد. در آزمایشی، استفاده از پاکت گذاری با کاغذ سیاه در میوه انبه سبب بهبود فرایند سبززدایی میوه شد (۷). تأثیر پاکت‌گذاری بر عطر و رنگ پوست هلو رقم 'هاکوهو' در طول دو سال، نشان داد که این روش، میزان کلروفیل پوست میوه را کاهش و عطر و طعم میوه را افزایش می‌دهد (۱۷) همچنین در سیب 'گرانی‌اسمیت'، پاکت‌گذاری کلروفیل و کارتنویید پوست میوه به‌طور معنی‌داری کاهش داد و هفت روز پس از حذف پاکت، بیان ژن آنتوسیانین در این میوه افزایش یافت (۳۱).

سیب 'فوجی' به‌دلیل داشتن طعم خوب و امکان نگهداری در زمان طولانی محبوبیت زیادی دارد اما رنگ‌گیری ضعیف این رقم در بازاریابی این میوه مشکلات جدی ایجاد می‌کند. از طرف دیگر در میوه'گرانی‌اسمیت' که رنگ سبز پوست آن مورد پسند مصرف‌کنندگان است، تابش شدید آفتاب سبب کاهش کیفیت رنگ سبز میوه می‌شود. در پژوهش حاضر، اثر پاکت‌گذاری بر رنگ‌گیری بهتر سیب 'فوجی' و حفظ رنگ سبز مطلوب سیب' گرانی‌اسمیت' و سایر صفات کیفی وکمی میوه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد وروش ها

این آزمایش در باغی در منطقه کیاسر از توابع شهر ساری در طول جغرافیایی۵۳/۲۸ ، عرض جغرافیایی ۳۶/۱۶ و در ارتفاع ۱۲۰۰ متری از سطح دریا بر روی درختان سیب شش ساله 'فوجی' و 'گرانی اسمیت' بر روی پایه های رویشی مالینگ شماره نه (M9) در بهار و تابستان ۱۳۹۴ انجام گرفت. برای انجام پاکت‌گذاری، ۶۵ روز پس از تمام گل از پاکت‌های دو لایه، که لایه بیرونی از کاغذ گراف سبک به رنگ کرم روشن و لایه دورنی از کاغذ روغنی سفید رنگ دراندازه، ۱۵ × ۲۱ سانتی‌متر استفاده شد. طرح آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه بلوک کامل تصادفی با ۵ تکرار بود. تیمارهای آزمایشی شامل، بدون پاکت‌گذاری (شاهد)، حذف پاکت ۷ روز پیش از برداشت، حذف پاکت ۱۴ روز پیش از برداشت و بدون حذف پاکت (صفر روز) بودند. هر واحد آزمایشی شامل سه میوه در سمت جنوب درخت بود. تخمین زمان برداشت میوه، با اندازه‌گیری هفتگی نسبت قند به اسید قابل تیتر میوه صورت گرفت. پس از حذف پاکت رویی در زمان مقرر (براساس نوع تیمار)، پاکت درونی به‌مدت ۲ روز بر روی میوه به‌منظور جلوگیری آفتاب‌سوختگی نگاه داشته شد و سپس حذف گردید.

تعیین میزان آنتوسیانین پوست میوه: برای اندازه‌گیری میزان آنتوسیانین کل پوست میوه‌ها از روش اختلاف جذب در pHهای مختلف استفاده شد (۲۱). اختلاف جذب (A) در طول موج‌های ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر برای دو بافر کلرید پتاسیم ۰/۲۵ مولار با pH، ۱ و بافر استات سدیم ۰/۴ مولار با pH ۴/۵ محاسبه شد (رابطه ۱).

:(۱)

$$A = (A_{520nm} - A_{700nm})\ pH\ 1 - (A_{520nm} - A_{700nm})\ pH\ 4.5$$

سپس، آنتوسیانین کل براساس مقدار سیانیدین ۳ گالاکتوزاید به منزلهٔ آنتوسیانین غالب برحسب میلی‌گرم در یگ گرم وزن تر محاسبه گردید (رابطه ۲).

:(۲)

$$\text{آنتوسیانین کل} = A \times MW \times DF \times 10^3/\epsilon \times 1$$

که در آن MW، وزن مولکولی سیانیدین۳ گالاکتوزاید (۴۴۹/۲)، DF: درجهٔ رقت (۵)، ε: ضریب جذب مولی سیانیدین-گلوکوزاید(۲۶۹۰۰)، 10^3 : فاکتور تبدیل می‌باشند.

اندازه گیری کلروفیلa، b وکارتنوییدها

برای سنجش کلروفیل(a وb) و کارتنویید ابتدا ۵ /۰ گرم وزن تر پوست میوه به دقت توزین وتوسط ازت مایع پودر شده و در استون۸۰ درصد مخلوط گردید (۲۲). بعد ار سانتریفیوژ محلول، جذب عصاره حاصل در طول موج‌های ۶۴۷ ،۴۷۰ و۶۶۳ به کمک دستگاه اسپکتروفتومتری خوانده شد. غلظت کلروفیل a،

کلروفیلb کارتنویید غلظت بر حسب میکروگرم بر لیتر محاسبه گردید.

اندازه گیری مواد جامد محلول واسید قابل تیتر

مواد جامد قابل حل(TSS) توسط رفرکتومتر دیجیتالی (Palette PR-32) به‌دست آمد و اسیدیته قابل تیتر از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال به‌صورت درصد بیان گردید.

اندازه گیری میزان ترکیبات فنلی

میزان فنل کل در عصاره‌های پوست و گوشت با معرف (Folin-Ciacalteu) اندازه‌گیری شد (۶). بدین‌منظور، مقدار یک گرم از بافت پوست وگوشت به‌طور جداگانه وزن و با سه میلی‌لیتر حلال متانول اسیدی (۸۵ درصد متانول و ۱۵ درصد استیک اسید) مخلوط شدند. برای اندازه‌گیری مقدار فنل کل به ۷۰ میکرولیتر از عصاره رقیق متانولی ۱۳۰ میکرولیتر آب مقطر و یک میلی‌لیتر فولین ده درصد اضافه و مخلوط شد و پس از شش دقیقه، ۸۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد به آنها اضافه گردید. سپس نمونه‌ها به‌مدت یک و نیم ساعت در تاریکی و در دمای اتاق نگهداری شدند و به کمک دستگاه اسپکتروفتومتری (Model Jenway 6102) میزان جذب خوانده شد. میزان فنل کل برحسب میلی‌گرم اسیدگالیک در یک گرم بافت تر بیان شد.

تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت انتی‌اکسیدانی نمونه‌ها از روش خنثی‌کنندگی رادیکال‌های آزاد DPPH استفاده شده است. بدین‌منظور۵۰ میکرولیتر عصاره متانولی با ۹۵۰ میکرولیتر DPPH ۰/۱نرمال اضافه کرده و پس از ۳۰ دقیقه در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر(Model Jenway 6102) خوانده شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌صورت درصد بازدانگی DPPH و با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد.

$$\% DPPH = (A\ cont - A\ samp) / A\ cont \times 100 \quad (۳)$$

که در آن، DPPH% درصد بازدارندگی، A cont میزان جذب DPPH، A samp میزان جذب (نمونه+ DPPH)

اندازه گیری وزن و حجم میوه

حجم میوه با استفاده از روش وزن کردن میوه‌ها در زیر آب انجام شد و وزن (گرم) میوه، توسط ترازو دیجیتالی با دقت ۰/۱ اندازه گیری گردید.

تجزیه وتحلیل داده‌ها

برای آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS نسخهٔ 9.1 استفاده شد و مقایسهٔ میانگین‌ها نیز براساس آزمون LSD در سطح (۰/۰۵) انجام گرفت. و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده نشان دادند که پاکت‌گذاری و حذف پاکت در زمان‌های مختلف بر صفات کمی و کیفی میوه اثر داشت. برهمکنش رقم و پاکت‌گذاری بر همه صفات به غیر از وزن، حجم و رنگدانه‌های کلروفیل وکارتنویید اثر معنی‌داری داشت.

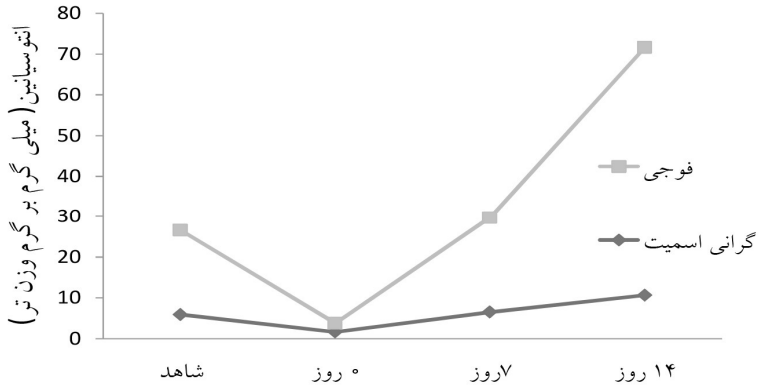
میزان آنتوسیانین

با توجه به جدول ۱ برهمکنش رقم بر پاکت‌گذاری در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. براساس مقایسه میانگین داده‌های آزمایش، بیشترین میزان آنتوسیانین در تیمار ۱۴ روز در رقم' فوجی' (۶۰/۹۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کمترین، در تیمار صفر روز رقم 'گرانی اسمیت' (۶۴/ ۱میلی‌گرم بر گرم) مشاهده شد (شکل ۱). روند تغییرات آنتوسیانین نشان داد که نگه داشتن پاکت بر میوه تا زمان برداشت، سبب کاهش معنی‌دار آنتوسیانین میوه شد و با حذف پاکت پیش از برداشت، و معرض نور قرار گرفتن میوه، سنتز این رنگدانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۱). با توجه به آن که آنتوسیانین‌ها و فلاونون‌ها می‌توانند

جدول ۱. میانگین مربعات اثر پاکت‌گذاری بر صفات کمی و کیفی میوه سیب

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن	حجم	آنتوسیانین	کلروفیل a	کلروفیل b	کارتنویید	مواد جامد قابل حل	اسید قابل تیتر	فنل گوشت	فنل پوست	آنتی اکسیدان
بلوک	۴	۱۱۸۲/۹۳**	۱۵۱۰/۰۸**	۸/۵۴^{ns}	۰/۵۱^{ns}	۱/۴۰^{ns}	۰/۹۳^{ns}	۳/۹۶**	۰/۰۵**	۰/۳۵^{ns}	۱/۶۶۴^{ns}	۷۸/۷۳**
رقم	۱	۷۰۹۵/۸۳**	۶۱۲۱/۱۷**	۴۲۷۰/۸۸**	۱۲۶/۰**	۹۴/۳۱**	۳/۳۳**	۲۱۱/۷۸**	۳/۶۴**	۰/۵۹^{ns}	۶۹۳/۹۸**	۱۱۹۱/۴۰**
پاکت‌گذاری	۳	۱۸۵۵/۸۴**	۲۴۶۶/۱۷**	۱۹۸۳/۲۵**	۲/۳۵**	۰/۸۹^{ns}	۰/۲۴**	۹/۷۸**	۰/۰۴**	۱/۲۸**	۱۱۴/۳۶**	۱۵۳/۹۷**
رقم × پاکت‌گذاری	۳	۵۰۳/۸۲^{ns}	۴۶۸/۲۷^{ns}	۱۱۰۲/۹۱**	۰/۶۴^{ns}	۲/۲۲^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۱/۲۰**	۰/۰۲**	۰/۵۶*	۴۲/۱۶۷**	۳۵/۷۴*
خطا	۲۸	۱۷۳/۱۴	۲۱۱/۹۳	۱۹/۶۸	۰/۵۲	۰/۷۹	۰/۰۶۹	۰/۳۴	۰/۰۰۳	۰/۱۷	۵/۵۸	۱۰/۹۷
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۷۹	۱۰/۵۵	۲۶/۸۴	۱۵/۹۹	۲۷/۶۱	۲۹/۸۸	۴/۸۶	۷/۵۸	۶/۸۵	۱۲/۴۲	۹/۸۸

ns، ** و * به‌ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد



شکل ۱. اثر پاکت‌گذاری بر آنتوسیانین پوست میوه سیب

نور مرئی و فرابنفش B را برای حفاظت برگ و میوه از آسیب نور جذب نمایند، استفاد از پاکت روی میوه، با جلوگیری از نور خورشید سبب کاهش شدید غلظت این ترکیبات در میوهٔ پاکت‌گذاری شده می‌شود (۵). با برداشت پاکت و قرار گرفتن دوباره میوه در برابر نور، حساسیت میوه به نور مرئی و فرابنفش B بالا می‌رود که موجب سنتز دوباره این مواد می‌شود (۵). در پژوهشی دیگر، سه روز پس از حذف پاکت در سیب 'رد دلیشز'، میزان آنتوسیانین میوه افزایش یافت (۱۹). در مورد پاکت گذاری رقم‌های 'گلدن دلیشز'و'گرانی‌اسمیت'، پس از حذف پاکت و در معرض نور قرار دادن میوه به‌مدت ۱۴ روز، میزان آنتوسیانین میوه در هر دو رقم نسبت به شاهد افزایش یافت (۲۳). اثر مثبت پاکت‌گذاری در این گزارش‌ها بر رنگ‌گیری میوه سیب که با نتایج این پژوهش همسو هستند، نشان‌دهنده نقش مهم نور در تغییرات میزان آنتوسیانین هستند.

کلروفیل وکارتنویید

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر، رقم 'گرانی‌اسمیت' کلروفیل بالاتری نسبت به رقم 'فوجی' داشت و تحت تیمار پاکت‌گذاری، بالاترین میزان کلروفیل a در میوه شاهد (۵/۰۹ میکروگرم بر لیتر) وکمترین در تیمار حذف پاکت۱۴ روز قبل از برداشت (۳/۹۴ میکرو گرم بر لیتر) مشاهده شد. پس از حذف پاکت هرچه میوه مدت زمان بیشتری در معرض نور قرار گرفت، میزان کلروفیل بیشتری کاهش یافت (جدول ۲). غلظت کارتنویید پوست میوه، با توجه به آنکه در رقم'فوجی' بالاتر بود. نیز تحت تأثیر پاکت گذاری قرار گرفت. بیشترین غلظت در میوه شاهد (۱/۰۷میکروگرم بر لیتر) و کمترین آن در تیمار صفر روز (۰/۷ میکروگرم بر لیتر) دیده شد (جدول ۲). نتایج بیانگر آن است که تیمارهای پاکت‌گذاری سبب کاهش کلروفیل و کارتنویید نسبت به میوه شاهد شدند.

با توجه به روند تغییرات رنگدانه‌های کلروفیل a در جدول (۲) و آنتوسیانین (شکل ۱) تحت تیمارهای یکسان، مشاهده شد که کلروفیل پوست میوه با حذف پاکت میزان به‌طور معنی‌داری کاهش، ولی میزان آنتوسیانین پوست آن افزایش یافت. از آنجا که ساخته شدن رنگدانه کلروفیل و فتوسنتز در حضور نور خورشید صورت می‌گیرد. به‌نظر می‌رسد با جلوگیری از تابش نورخورشید توسط پاکت، کلروفیل پوست میوه کاهش یافته و پس از حذف پاکت، توانایی میوه در جذب نور خورشید کاهش می‌یابد (۲۴). بنابراین، پس از حذف پاکت، گیاه به‌منظورکاهش اثر زیان آور نور شدید خورشید بر سیستم‌های فتوسنتزی میوه، رنگدانه‌های غیر کلروفیلی مانند

جدول ۲. اثر پاکت‌گذاری و رقم بر میزان کلروفیل a و کارتنویید پوست میوه سیب

صفت	شاهد و دوره پاکت‌گذاری*					اثر رقم**	
	بی‌پاکت	روز صفر	۷ روز	۱۴ روز	فوجی	گرانی‌اسمیت
کلروفیل a (µg/l)	۵/۰۹^{a}	۴/۶۵^{ab}	۴/۳۷^{bc}	۳/۹۴^{c}	۲/۷۴^{B}	۶/۲۹^{A}
کارتنویید (µg/l)	۱/۰۷^{a}	۰/۷۰^{b}	۰/۹۱^{ab}	۰/۸۳^{ab}	۴/۷۶^{A}	۱/۶۹^{B}

* برای شاهد و دوره پاکت‌گذاری در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه‌ای هستند، در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.
** برای اثر رقم در هر ردیف میانگین‌هایی که دارای حرف نامشابه‌ای هستند، در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری دارند.

آنتوسیانین وکارتنویید که نسبت به کلروفیل ثبات بیشتری در مقابل نور خورشید دارند افزایش می‌دهد (۲۴). همانند نتایج این آزمایش، در آزمایشی دیگر هم پاکت‌گذاری در سیب 'گرانی‌اسمیت' میزان کلروفیل پوست میوه را کاهش و آنتوسیانین میوه را افزایش داد (۳۲).

میزان مواد جامد محلول

با توجه به جدول تجزیه واریانس، برهمکنش پاکت‌گذاری و رقم در سطح ۱٪ بر میزان مواد جامد محلول میوه اثر معنی‌داری داشت (جدول ۳). بررسی مقایسه میانگین داده‌های آزمایش نشان داد بیشترین میزان مواد جامد محلول در تیمار ۱۴ روز، رقم 'فوجی' (۱۵/۴۱ بریکس) و پایین‌ترین، در تیمار صفر روز، رقم 'گرانی‌اسمیت' (۸۰ /۸ بریکس) مشاهده شد (جدول ۳). با حذف پاکت پیش از برداشت ودر معرض نور قرار گرفتن میوه‌ها، مواد جامد محلول افزایش یافت (جدول ۳). نگه داشتن پاکت تا زمان برداشت میوه (تیمار صفر) با جلوگیری از نور خورشید و به تأخیر انداختن تخریب مواد نشاسته‌ای سبب کاهش مواد جامد محلول میوه می‌شود (۱۱). گزارش شده که پس از حذف پاکت میوه سیب، تجمع قندهای محلول به‌سرعت افزایش یافت (۳۰). از طرف دیگر نتایج به‌دست آمده در این پژوهش نشان داد که در تیمارهایی که دارای مواد جامد محلول بیشتری بودند (جدول ۳)، سنتز آنتوسیانین بالاتری هم مشاهده شد (شکل ۱). پاکت‌گذاری در سیب 'گلدن دلیشز' و 'گرانی‌اسمیت' سبب افزایش ساکاروز گردید و پژوهشگران این ترکیب را عامل مهمی در بیوسنتز رنگدانه آنتوسیانین معرفی کردند (۲۳). نتایج این پژوهش هم نشان داد که با افزایش مواد جامد محلول میوه میزان آنتوسیانین پوست میوه هم افزایش می‌یابد. از آنجا که عمده‌ترین مواد جامد محلول میوه، ترکیبات قندی نظیر ساکاروز، فروکتوز و غیره می‌باشند، به‌نظر می‌رسد ترکیبات قندی در سنتز آنتوسیانین نقش دارند.

اسید قابل تیتر

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد بر همکنش پاکت‌گذاری و رقم در سطح۱٪ بر اسید قابل تیتر اثر معنی‌داری داشت.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین اسید قابل تیتر در میوه شاهد رقم 'گرانی اسمیت' (۱/۱۹٪) و کمترین مقدار آن در تیمارصفر روز رقم 'فوجی' وجود داشت (جدول ۳). بین تیمارهای پاکت‌گذاری شده در رقم فوجی اختلاف معنی‌داری نسبت به میوه شاهد از نظر آماری وجود نداشت، اما در رقم 'گرانی‌اسمیت'، پاکت‌گذاری سبب کاهش اسید قابل تیتر میوه نسبت به شاهد شده است. نتایج این پژوهش با گزارشات لیو و همکاران (۲۳) در رقم 'گرانی اسمیت' مطابقت دارد.

فنل گوشت و فنل پوست

با توجه به جدول تجزیه واریانس، برهمکنش رقم و پاکت‌گذاری در سطح ۵٪ بر میزان ترکیبات فنلی گوشت میوه معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌های آزمایشی

جدول ۳. اثر پاکت‌گذاری بر برخی صفات کیفی میوه دو رقم سیب

صفت	رقم	شاهد (بدون پاکت)	زمان حذف پاکت قبل برداشت		
			۰ روز	۷ روز	۱۴ روز
مواد جامد محلول (Brix°)	فوجی	۱۴/۲۸^{b}	۱۲/۴۴^{c}	۱۵/۱۱^{a}	۱۵/۴۱^{a}
	گرانی‌اسمیت	۹/۷۳^{d}	۸/۸۰^{e}	۱۰/۰۱^{d}	۱۰/۲۸^{d}
اسید قابل تیتر (٪)	فوجی	۰/۴۶^{d}	۰/۴۱^{d}	۰/۴۸^{d}	۰/۴۷^{d}
	گرانی‌اسمیت	۱/۱۹^{a}	۰/۹۴^{c}	۱/۰۸^{b}	۱۱/۰۱^{bc}
آنتی اکسیدان (٪)	فوجی	۳۴/۹۳^{c}	۲۱/۴۵^{e}	۲۵/۶۲^{e}	۳۰/۱۲^{d}
	گرانی‌اسمیت	۴۱/۱۵^{a}	۳۶/۳۴^{c}	۳۸/۴۳^{bc}	۳۹/۸۶^{ab}
فنل گوشت (mg GA/g)	فوجی	۶/۵۴^{a}	۶/۲۰^{ab}	۶/۲۵^{ab}	۶/۲۰^{ab}
	گرانی‌اسمیت	۶/۷۲^{a}	۵/۳۹^{c}	۵/۷۸^{bc}	۶/۳۲^{ab}
فنل پوست (mg GA/g)	فوجی	۱۶/۲۶^{c}	۱۳/۰۹^{d}	۱۴/۷۳^{dc}	۱۵/۳۱^{dc}
	گرانی‌اسمیت	۲۹/۳۲^{a}	۱۶/۳۶^{c}	۲۲/۰۹^{b}	۲۴/۹۴^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشابه هر صفت، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد در آزمون LSD ندارند.

نشان داد، بیشترین میزان فنل گوشت در میوه شاهد هر دو رقم وکمترین در تیمار صفر روز رقم 'گرانی‌اسمیت' (۵/۳۹ میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم) مشاهده شد (جدول ۳). در رقم'فوجی' بین تیمارهای ۷ روز و۱۴ روز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما در رقم 'گرانی‌اسمیت'مدت زمان در معرض نور قرار گرفتن میوه بر سنتز ترکیبات فنلی گوشت آن اثرگذار بود. تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ بین ترکیبات فنلی پوست میوه تحت تیمار در دو رقم وجود داشت (جدول ۱). با توجه به جدول ۳ پاکت‌گذاری سبب کاهش میزان فنل در پوست میوه نسبت به شاهد شد. بالاترین مقدار فنل در میوه شاهد رقم 'گرانی‌اسمیت' (۲۹/۳۲ میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم) و کمترین در تیمار صفر روز رقم 'فوجی' (۱۳/۰۹ میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم) مشاهد شد. نتایج این پژوهش با مشاهدات فنگ و همکاران (۱۱) در سیب 'جوناگلد' و هوانگ و همکاران (۱۴) در میوه گلابی مطابقت دارد. ترکیبات فنلی از متابولیسم‌های ثانویه هستند که نقش محافظتی در برابر طیف وسیعی از تنش‌ها ایفا می‌کند و بیوسنتز این ترکیبات توسط نورخورشید تنظیم می‌شود (۱۸ و ۲۵). به‌نظر می‌رسد پاکت‌گذاری با جلوگیری از نور خورشید میزان ترکیبات فنلی را کاهش می‌دهد که با در معرض نور قرار دادن میوه این ترکیبات جهت محافظت میوه در برابر شدت نور، دوباره سنتز می شوند.

میزان آنتی‌اکسیدان گوشت

برهمکنش رقم و پاکت گذاری در سطح ۵٪ بر درصد آنتی‌اکسیدان گوشت میوه اثر معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین داده‌های آزمایشی نشان داد که بیشترین درصد آنتی‌اکسیدانی در میوه شاهد 'گرانی اسمیت' (۴۱/۱۵ درصد) بود و کمترین آن (۲۱/۴۵ درصد) در تیمار صفرروز میوه 'فوجی' مشاهده شد (جدول ۳). نتایج این پژوهش با مشاهدات زی وهمکاران (۳۲) در میوه پرتقال مطابقت دارد. با توجه به وجود ارتباط بین

جدول ۴. اثر رقم بر حجم و وزن میوه سیب

رقم	وزن (گرم)	حجم (سانتی‌متر مکعب)
فوجی	۱۳۵/۱۸a	۱۵۰/۲۷[a]
گرانی‌اسمیت	۱۰۸/۵۴[b]	۱۲۵/۳۵[b]

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ در آزمون LSD ندارند.

جدول ۵. اثر پاکت‌گذاری بر حجم و وزن میوه سیب

صفت	شاهد (بدون پاکت)	۰ روز (با پاکت)	زمان حذف پاکت قبل از برداشت	
			۷ روز	۱۴ روز
وزن (گرم)	۱۳۴/۶۵[a]	۱۰۳/۶۵[c]	۱۲۴/۰۶[b]	۱۲۴/۱۰[b]
حجم (سانتی‌متر مکعب)	۱۵۴/۴۹[a]	۱۱۶/۶۲[c]	۱۴۰/۷۷[b]	۱۳۹/۷۲[b]

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ در آزمون LSD ندارند.

میزان فنل کل و درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۱۲)، احتمالاً علت کاهش در فعالیت آنتی‌اکسیدانی گوشت میوه‌ها مربوط به تغییرات فنل گوشت می‌باشد.

وزن وحجم میوه

با توجه به جدول تجزیه واریانس (۱) پاکت‌گذاری بر وزن میوه در سطح ۱٪ معنی‌دار شد و وزن وحجم میوه رقم 'فوجی' بالاتر از رقم دیگر بوده است (جدول ۴) .مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین و کمترین وزن با ۱۳۴/۶۵گرم و ۱۰۳/۶۵گرم به‌ترتیب در میوه شاهد و میوه‌های که با پاکت برداشت می‌شوند (تیمار صفر روز) مشاهده شدند (جدول ۵). میزان حجم میوه تحت پاکت‌گذاری تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ بین تیمارهای پاکت گذاری نشان داد. بیشترین حجم در میوه شاهد (۱۵۴/۴۹ سانتی‌متر مکعب) و کمترین در تیمار صفر روز (۱۱۶/۶۲ سانتی‌متر مکعب) دیده شد. نتایج نشان داد وزن وحجم میوه تحت تاثیر پاکت‌گذاری کاهش یافتند (جدول ۴).

پس از تشکیل میوه، میوه به آهستگی شروع به افزایش اندازه می‌کند تا به بلوغ برسد. پوشش‌دهی میوه با پاکت در مرحله خاصی از سن میوه به‌دلیل جلوگیری از نور خورشید واختلال در فتوسنتز سطح میوه و همین‌طور کاهش منبع کربوهیدراتی نزدیک میوه، می‌تواند بر رشد و اندازه میوه اثرگذار باشد (۸ و ۲۸). تاکنون گزارشات متفاوتی از اثر پاکت گذاری بر وزن و اندازه میوه به‌دست آمده است که می‌تواند به‌علت تفاوت در نوع و جنس پاکت، زمان حذف و زمان پاکت گذاری، سن میوه، نوع رقم باشد (۲۸). پاکت‌گذاری در میوه گلابی (۱۵) نیز سبب کاهش وزن میوه شد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد پاکت‌گذاری مانع از متابولیسم کربوهیدرات در میوه‌ها شده و در نتیجه قدرت مصرف‌کنندگی (sink) میوه را کاهش می‌دهد (۳۳).

نتیجه‌گیری

تشکیل رنگدانهٔ قرمز پوست میوه سیب در بهبود ارزش غذایی و افزایش بازارپسندی محصول، تأثیر قابل توجهی دارد و همچنین از نظر اقتصادی در بازار، سیب‌هایی که رنگ بهتری دارند با قیمت بیشتری به فروش می‌رسند که این موضوع برای باغداران بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در این آزمایش پاکت‌گذاری میوه

سیب در طول رشد، موجب افزایش حساسیت میوه‌ها به نور گردید که با حذف پاکت، رنگ‌گیری پوست میوه افزایش یافت. استفاده از پاکت‌گذاری در رقم' فوجی' که رنگ‌گیری مطلوبی ندارد سبب رنگ‌گیری مطلوب آن شده است.از طرفی دیگر با توجه به گزارشات محلی کشاورزان منطقه مورد پژوهش، آفتاب‌سوختگی یکی از مشکلات رایج برای سیب رقم 'گرانی‌اسمیت' می‌باشد که پاکت گذاری با پاکت‌های دو لایه بر میوه این رقم موجب کاهش کلروفیل پوست وافزایش رنگدانه آنتوسیانین در تیمار هایی با حذف پاکت شد، که به‌دلیل اهمیت رنگ سبز میوه، برای مصرف‌کنندگان این تغییر رنگ، مطلوب نیست. نتایج حاصل بیان کرد، می‌توان با ایجاد شرایط تنش نوری به کمک پاکت گذاری بر دو رقم از میوه سیب که از نظر رنگ‌گیری در شرایط معمول کاملاً متفاوت عمل می‌کنند، هر دو رقم را وادار به تولید رنگدانه آنتوسیانین کرد. پاکت‌گذاری سبب کاهش صفات کمی مانند وزن و حجم و کیفیت مانند کلروفیل وکارتنویید، اسید قابل تیتر، ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌ها شد که با حذف پاکت و در معرض نور قرار گرفتن دوباره میوه، این صفات تا حدودی بهبود یافتند. انجام این پژوهش تنها برای رقم 'فوجی' توصیه می‌شود که پاکت‌گذاری وحذف پاکت ۱۴ روز پیش از برداشت پاکت سبب افزایش آنتوسیانین پوست و بهبود رنگ میوه گردید.

منابع مورد استفاده

1. Arakawa, O., Y. Hori and R. Ogata. 1985. Relative effectiveness and interaction of ultraviolet-B, red and blue light in anthocyanin synthesis of apple fruit. *Physiologia Plantarum* 64:323-327.
2. Arakawa, O. 1988. Characteristics of color development in some apple cultivars: changes in anthocyanin synthesis during maturation as affected by bagging and light quality. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 57: 373-380.
3. Bentley, W. and J. Viveros. 1992. Brown-bagging 'Granny Smith' apples on trees stops codling moth damage. *California Agriculture* 46: 30–32.
4. Bakhshi, D., S. Fathollahi and O. Arakawa. 2010. Evaluation of the relationship between phenolic compounds and skin color in three red apple cultivars in Japan. *Iranian Journal of Horticultural Sciences* 24: 258- 251 (In Farsi).
5. Chen, C., D. Zhang, Y. Wang, P. Li and F. Wang. 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.
6. D'Angelo, S., C. Amelia, M. Raimo, A. Salvatore, V. Zappia and P. Galletti. 2007. Effect of reddening–ripening on the antioxidant activity of polyphenol extracts from *CV.* '*Annurca*' apple fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55: 9977-9985.
7. Ding, P. and M. N. Syakirah. 2010. Influence of fruit bagging on postharvest quality of 'Harumanis' mango (*Mangifera indica* L.). *Acta Horticulturae* 877:169–174.
8. Ehteshami, S., H. Sarikhani, A. Ershadi and P. G. Amiri. 2014. Effect of bagging on fruit quality and reducing of sunburn in pomegranate cv. Rabab Neiriz. *Iranian Journal of Horticultural Sciences* 4: 353-360 (In Farsi) .
9. Faostat. 2012. Food and agriculture orgnation of the United Nations Statistics Division. Available online at: http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx. Accessed 15 May 2016.
10. Feree, D. C. and I. J. Warrington. 2003. Apples: botany, production, and uses. pp. 210-213, *In:* L. C. Grappadelli (Ed.), Ligh Relations. CBI International, New York.
11. Feng, F., M. Li, F. Ma and L. Cheng. 2014 .The effects of bagging and debagging on external fruit quality, metabolites and the expression of anthocyanin biosynthetic genes in'Jonagold' apple (*Malus domestica Borkh*.). *Scientia Horticulturae* 165:123–131.
12. Ghorbani, E., D. Bakhshi, H. Hajnajari, M. Ghasemnezhad and P. Taghidoost. 2010. Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Some Native and Imported Apple Cultivars in Karaj Region. *Iranian Journal of Horticultural Science* 24: 83-90 (In Farsi).

13. Honda, C., N. Kotoda, M. Wada, S. Kondo, S. Kobayashi, J. Soejima, Z. Zhang, T. Tsuda and T. Moriguchi. 2002. Anthocyanin biosynthetic genes are coordinately expressed during red coloration in apple skin. *Plant Physiology and Biochemistry* 40:955–962.
14. Huang, C., B. Yu, Y. Teng, J. Su, Q. Shu, Z. Cheng and L. Zeng. 2009. Effects of fruit bagging on coloring and related physiology, and qualities of red Chinese sand pears during fruit maturation. *Scientia Horticulturae* 121:149–158.
15. Hudimia, M. and F. Stamper. 2011. Effect of fruit bagging on quality of 'Conference' pear (*Pyrus communis* L.). *European Journal of Horticultural Science* 76:410–414.
16. Jakopic, J., R. Veberic and F. Stampar. 2007. The effect of reflective foil and hail nets on the lighting, color and anthocyanins of 'Fuji' apple. *Scientia Horticulturae* 115: 40–46.
17. Jiaa, H. J., A. Arakib and G. Okamotob. 2005. Influence of fruit bagging on aroma volatiles and skin coloration of 'Hakuho' peach (*Prunus persica* Batsch). *Postharvest Biology and Technology* 35: 61–68.
18. Ju, Z. G., Y. B. Yuan, C. L. Liou and S. H. Xin. 1995. Relationship among phenylalanine ammonia-lyase activity, simple phenol concentrations and anthocyanin accumulation in apple. *Scientia Horticulturae* 61: 215–226.
19. Ju, Z. G. 1998. Fruit bagging, a useful method for studying anthocyanin synthesis and gene expression in apples. *Scientia Horticulturae* 77: 155–164.
20. Lancaster, J. E., J. E. Grant and C. E. Lister. 1994. Skin color in apples-influence of copigmentation and plastid pigments on shade and darkness of red color in five genotypes. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 119:63-69.
21. Lee, J., R. W. Durst and R. E. Wrolstad. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. *Journal of AOAC International* 88:1269-1278.
22. Lichtenthder, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic bio membranes. *Methods in Enzymologist* 147: 350-382.
23. Liu, Y., X. Zhang and Z. Zhao. 2013. Effects of fruit bagging on anthocyanins, sugars, organic acids and color properties of 'Granny Smith' and 'Golden Delicious'during fruit maturation. *European Food Research Technology* 236: 329–339.
24. Merzlyak, M. N. and O. B. Chivkunova. 2000. Light-stress-induced pigment changes and evidence for anthocyanin photo protection in apples. *Journal of Photochemistry and Photobiology B, Biology* 55:155–163.
25. Oh, M. M., E. E. Carey and C. B. Rajashekar. 2009. Environmental stresses induce health promoting phytochemicals in lettuce. *Plant Physiology and Biochemistry* 47:578–583.
26. Retinour, M. and H. Khamira. 2007. Red color development of apple: A Literature Review–Tree Fruit Research and Extension Center. Available online at: http://postharvest.tfrec.wsu.edu/REP2007A.pdf. Accessed 15 May 2016.
27. Saure, M. C. 1990. External control of anthocyanin formation in apple. *Scientia Horticulturae* 42:181–218
28. Sharma, R., S. Reddy and M. Halegar. 2014. Pre-harvest fruit bagging: a useful approach for plant protection and improved post-harvest fruit quality. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 89:101–113.
29. Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. Plant Physiology. Sinauer Associates, Sunderland.
30. Wang, S. M., H. J. Gao and X. B. Zhang. 2002. Effects of bagging on pigment, sugar and acid development in 'Red Fuji' apple fruit. *Acta Horticulturae Sinica* 29:263–265.
31. Wang, L., X. Zhang, Y. Liu, X. Shi, Y. Wang, C. Zhang and Z. Zhao. 2013. The effect of fruit bagging on the color, phenolic compounds and expression of the anthocyanin biosynthetic and regulatory genes on the 'Granny Smith' Apples. *European Food Research Technology* 237:875–885.
32. Xie, R., L. Zheng, L. Jing, S. L. He, W. P. Xi, Q. Lv, S. L. Yi, Y. Q. Zheng and L. Deng. 2013. The effect of cultivar and bagging on physicochemical properties and antioxidant activity of three sweet orange cultivars (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Science* 13:139-147.
33. Yan–yan, H., R. Hon–gwei and G. Pin–gyi. 2011. Effects of bagging on the accumulation and transformation of photo- synthates in apple fruits. *Acta Horticulturae Sinica* 38:233-233–239.

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 7, No. 4, Winter 2018, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Effect of Bagging on Quantitative and Qualitative Characteristics of 'Fuji' and 'Granny Smith' Apples (*Malus domestica* Borkh) Fruit

F. Fateminia[1], H. Sadeghy[2] and V. Chalavi[3*]

(Received: May 25-2016; Accepted: July 15-2017)

Abstract

In present study, the effect of bagging and its optimum removing time on the amount of peel pigments and other fruit quantitative and qualitative characteristics was investigated for 'Fuji' and 'Granny Smith' apples. The experimental treatments were no bag (control), debagging at 7 and 14 days before harvest, and keeping the bag until harvest time. At the end of experiment, the amount of pigments, total soluble solids, titratable acidity, pulp phenol, peel phenol, antioxidants percentage, fruit weight and volume were measured. The results showed that in debagging at 7 and 14 days before harvest treatments, the amount of anthocyanin and soluble solids statistically increased as compared with control; however other measured characteristics were significantly reduced in both apple cultivars. The maximum amount of fruit anthocyanin (60.96 mg/g fresh weight) belonged to 'Fuji' cultivar in 14 days treatment and the least amount of fruit anthocyanin (1.64 mg/g fresh weight) belonged to Granny Smith cultivar in no bag treatment. The highest amount of fruit chlorophyll a (5.09 µg/l) was observed in no bag fruit and the lowest amount of fruit chlorophyll a (3.94 µg/l) was observed in 14 days treatment. The decrease of chlorophyll concentration is a positive characteristic for the 'Fuji' and a negative one for 'Granny Smith'. Therefore, bagging and 14 days before harvest debagging treatment increased the anthocyanin and decreased the chlorophyll concentrations. The latter bagging–associated modifications in fruit quality attributes are beneficial and deteriorating for 'Fuji' and 'Granny Smith', respectively.

Keywords: Bagging, Fruit coloring, Phenolic compounds, Anthocyanin

1, 2, 3.MSc. Student, Associate Professor and Assistant Professor, Respectively, Department of Horticulture, Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
*. Corresponding Author, Email: v.chalavi@sanru.ac.ir