

## اثر پاکت گذاری بر ارزش تغذیه‌ای، کلسیم (Ca)، پتاسیم (K) آهن (Fe) و کیفیت میوه انار رقم شیشه کب

فرید مرادی نژاد<sup>۱</sup>، مهدی خیاط<sup>۱</sup> و فرزانه حامدی سرکمی<sup>۲</sup>

۱- دانشیار و استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران

۲- کارشناس ارشد باغبانی، گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۰۶، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۰۲

### چکیده

جهت بررسی تأثیر پاکت گذاری قبل از برداشت بر میزان برخی عناصر معدنی همچون، انارمانی میوه انار رقم شیشه کب آزمایشی در سال ۱۳۹۴ در دانشکده کشاورزی بیرجند و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تیمار و چهار تکرار انجام شد. ارزیابی‌های شیمیایی و عناصر معدنی آریل و پوست میوه پس از ۱۰ هفته نگهداری در انبار سرد انجام شدند. پاکت گذاری اثر معنی‌داری بر برخی شاخص‌های رنگ پوست داشت. بیشترین میزان روشنایی رنگ (۴۵/۲)، زردی (۱۹/۳) و هیو (۲۴/۷) در میوه‌های پوشانده شده با پاکت قهوه‌ای مشاهده شد. پاکت گذاری موجب کاهش میزان آنتوسیانین شد، بیشترین میزان در شاهد (۱۶/۷ میلی‌گرم بر لیتر) و کمترین در پاکت قهوه‌ای روشن (۴/۰۴ میلی‌گرم بر لیتر) مشاهده شد. پاکت گذاری میوه با پاکت سفید موجب افزایش حدود ۶۸ درصد در میزان پتاسیم پوست نسبت به شاهد شد. پاکت سفید همچنین موجب افزایش ۲۳ درصدی در مقادیر کلسیم پوست و ۴۵ درصدی در آریل انار نسبت به شاهد شد. پاکت گذاری بر رنگ آریل، شاخص سرمازدگی، میزان آهن پوست، آریل میوه، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، اسیدپته قابل تیترو مواد جامد محلول اثر معنی‌داری نداشت. بطورکلی، میوه‌های پوشانده شده با پاکت سفید در خصوصیات رنگ پوست بهتر از پاکت قهوه‌ای عمل کرد، بعلاوه با افزایش میزان پتاسیم و کلسیم پوست میوه نه تنها موجب بهبود ارزش تغذیه‌ای پوست شد بلکه افزایش دوره انبار سرد میوه را هم به همراه داشت.

کلید واژه‌ها: کلسیم، پتاسیم، آهن، سرمازدگی، کیفیت

## مقدمه

انار با نام علمی *Punica granatum* L. متعلق به خانواده Punicaceae است. این میوه عمدتاً در مناطق حاشیه‌ی کویر که دارای تابستان‌های گرم و خشک، آفتاب سوزان همراه با زمستان‌های سرد و خاک شور پرورش داده می‌شود (Tehranifar et al., 2010). میوه انار سرشار از عناصر غذایی ضروری و مواد معدنی است، این مواد معدنی و فنولیک‌ها جزء طبیعی بسیاری از میوه‌ها است که نقش مهمی را در حفظ کیفیت میوه بر عهده دارند (Mirdehghan and Rahemi, 2007). مواد معدنی موجود در آب میوه شامل آهن (که نسبتاً فراوان‌تر از بقیه است) و عناصری همچون کلسیم، سلنیم (Se)، کلر، کبالت، کروم، سزیم، مس، پتاسیم، منیزیم، منگنز، مولیبدن، سدیم، روبیدیوم (Rb)، اسکاندیوم (Sc)، سربوم (Ce)، تین (Sn)، استرانسیوم (Sr) و روی است (Waheed et al., 2004).

بسیاری از میوه‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری به دماهای زیر ۱۳ درجه سانتی‌گراد حساس هستند (Artes et al., 1998). انار یک محصول نیمه گرمسیری و حساس به خسارت سرمازدگی در انبار است، این خسارت یکی از مشکلات صادرات انار محسوب می‌شود (Crisosto et al., 2007). میوه انار در اثر مواجه شدن با دماهای پایین دچار خسارت سرمازدگی می‌شوند. این پدیده به ویژه پس از برداشت، در حین جابجایی و انبار فرآورده‌های حساس مشاهده می‌شود، جایی که دمای سرد مؤثرترین روش برای افزایش عمر انباری محصولات کشاورزی می‌باشد (Kays, 1991).

عناصر غذایی میوه نیز نقش مهمی در مقاومت به استرس ایفا می‌کنند (Andrew, 2002). به عنوان مثال، عنصر پتاسیم در تنفس گیاه دخالت داشته و مقاومت گیاه در مقابل تنش‌های خشکی، آفات و بیماری‌ها و سرمازدگی را افزایش می‌دهد (منوچهری، ۱۳۸۳). یافته‌های پژوهشی در میوه سیب نشان داد که میزان کلسیم محلول در آب

بطور زیادی با ناهنجاری‌های فیزیولوژیک میوه در ارتباط است (Amarante et al., 2013). همچنین، کلسیم در کاهش خسارت سرمازدگی میوه‌ها در طی انبارداری مؤثر است، به طوری که نقش مهم‌تری در مقایسه با سایر عناصر در کاهش این عارضه دارد (Andrew, 2002; Guzman et al., 1999). همچنین، کاربرد کلسیم در مرحله پس از برداشت میوه‌های آووکادو، شدت سرمازدگی را کاهش داد (Guzman et al., 1999). پژوهش دیگری نشان داد که استفاده از کلسیم قبل و پس از برداشت، سبب افزایش مقاومت میوه‌ها به سرمازدگی گردیده است (Aquino et al., 2004). میوه انار منبع خوبی از عناصر معدنی است و میزان این عناصر در میوه می‌تواند بسته به رقم، بلوغ، عملیات کشاورزی و شرایط آب و هوایی منطقه متفاوت باشد (Al-maiman and Ahmad, 2002).

پاکت گذاری یک تکنیک ساده و فیزیکی است که معمولاً در باغ طی دوره رشد و نمو میوه انجام می‌شود و ممکن است بر میزان ترکیبات میوه اثر بگذارد (Sharma et al., 2014). بنابراین، برخی فواید پاکت گذاری مثل کاهش خسارت فیزیکی می‌تواند مورد انتظار باشد، که این موضوع می‌تواند اثرات مختلفی روی کیفیت میوه مثل بهبود رنگ‌گیری پوست در هلو (Jia et al., 2005) و کاهش دوره انبارمانی از طریق کاهش کلسیم میوه داشته باشد (Cline and Hanson, 1992). اطلاعات بسیار اندکی در مورد تأثیر پاکت گذاری بر خصوصیات کمی و کیفی، ترکیب و آفتاب سوختگی میوه در برخی ارقام انار مانند رباب نیریز (احتشامی و همکاران، ۱۳۹۳) موجود است، با وجود این، در خصوص تأثیر پاکت گذاری قبل از برداشت بر میزان عناصر مهم غذایی مانند کلسیم، پتاسیم و آهن در آریل و پوست میوه انار رقم شیشه کب، که از هر دو جنبه تغذیه‌ای و پاسخ‌های فیزیولوژی و کیفی پس از یک دوره انبار سرد میوه بسیار مؤثر می‌باشند اطلاعاتی وجود ندارد. از این رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر پاکت گذاری قبل از برداشت بر کیفیت، ارزش تغذیه‌ای و عناصر مهم

معدنی میوه انار رقم شیشه کب انجام گرفت.

۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ هفته نگهداری شدند. سپس به منظور اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه میوه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۴ و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تیمار و ۴ تکرار و هر تکرار با ۵ میوه در محل شهرستان فردوس واقع در استان خراسان جنوبی انجام گرفت. میانگین بارندگی سالیانه در این منطقه حدود ۱۴۰ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالیانه آن ۱۷/۶ درجه سانتیگراد می‌باشد. برای انجام آزمایش؛ ابتدا باغی با درختان هشت ساله انار رقم شیشه کب که به صورت ردیفی و همگن کاشته شده بود، انتخاب شد. تیمارها شامل تأثیر پاکت گذاری با پاکت پارچه‌ای در رنگ‌های مختلف (سفید و قهوه‌ای روشن) بودند، میوه‌های بدون پاکت به عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. به منظور اعمال تیمارها میوه‌هایی یکنواخت از نظر اندازه، وزن و موقعیت یکسان، به صورت تصادفی و در ۵ جهت شمال، جنوب، شرق، غرب و مرکز درخت انتخاب شده و در اوایل تیرماه در پاکت قرار گرفتند. ضخامت پاکت‌ها ۰/۱۷ میلی‌متر و اندازه آنها ۲۰×۲۵ سانتی‌متر بود که توسط منگنه از بالا و طرفین دور میوه دوخت شد و با سیم مفتول به دور ساقه پیچیده شد. مشخصات مولفه‌های رنگی پاکت‌های استفاده شده از لحاظ a (قرمزی)، b (زردی)، L (روشنایی)، h (هیو) و c (کروما) با استفاده از دستگاه رنگ سنج ( TES-A 135, Taiwan) و ضخامت پاکت‌ها با دستگاه کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری گردید (جدول ۱). میوه‌ها در مرحله بلوغ تجاری و در اوایل آبان ماه برداشت شدند و پس از ضدعفونی با تیابندازول ۱٪ بمدت ۱ دقیقه در انبار با دمای

متوسط دمای روزانه توسط دیتا لاگر ( Extech Instruments, RHT20, Humidity and Temperature Data Logger, USA) اندازه‌گیری شد (جدول ۲). همچنین، تغییرات ماهانه حداکثر دمای هوا طی ماه‌های پاکت‌گذاری از ایستگاه هواشناسی فردوس تهیه گردید. دمای سطح پاکت‌ها و دمای سطح میوه توسط دماسنج لیزری ( Extech Instruments, 42500, Mini IR Thermometer, USA) اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

## صفات مورد اندازه‌گیری

### رنگ پوست

رنگ پوست توسط دستگاه رنگ سنج مدل ( TES-A 135, Taiwan) اندازه‌گیری گردید.

نشست الکترولیت‌ها: نشست یونی با استفاده از روش (Beckerson) (1980) Hofstra اندازه‌گیری شد و به صورت درصد بیان شد.

### شاخص سرمازدگی

تشخیص ظاهری میزان خسارت سرمازدگی با استفاده از روش رنجبر و همکاران (۱۳۸۶) انجام گرفت. لکه‌های قهوه‌ای رنگ موجود بر روی پوست میوه انار بر اساس ارزیابی ظاهری در ۵ گروه جداگانه (۱: بدون علائم سرمازدگی، ۲: از ۱ تا ۲۵ درصد خسارت، ۳: از ۲۶ تا ۵۰ درصد خسارت، ۴: از ۵۱ تا ۷۵ درصد خسارت، ۵: از ۷۶ تا ۱۰۰ درصد خسارت) طبقه بندی شد.

جدول ۱. مشخصات مولفه‌های رنگی پاکت‌های استفاده شده

Table 1. Color properties of used bags					
پاکت Bag	L	a	b	h	c
قهوه‌ای روشن Light brown	57.03	15.15	16.3	46.61	22.6
سفید White	94.62	2.41	4.62	297.5	5.21

در نهایت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS (version 8, Institute Inc., Cary, USA) انجام شده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل تفاوت دمایی بالا و قابل توجهی بین سطح میوه‌های پاکت شده با میوه‌های پاکت نشده و دمای محیط و همچنین سطح پاکت‌ها با رنگ‌های مختلف را آشکار کرد. با توجه به داده‌های جدول ۲، پاکت قهوه‌ای روشن دمای اطراف میوه را حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای هوا افزایش داد. اگر چه میزان حرارت دریافتی توسط میوه شش درجه سانتی‌گراد کمتر از دمای پاکت بود با این حال حدود چهار درجه سانتی‌گراد بیشتر از دمای محیط بود. پاکت‌گذاری با پاکت سفید موجب شد دمای اطراف میوه حدود دو درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای محیط کاهش یابد. حرارت دریافتی توسط میوه حدود دو درجه سانتی‌گراد کمتر از دمای پاکت بود، که نشان می‌دهد دمای میوه‌های پاکت شده با پاکت سفید چهار درجه سانتی‌گراد خنک‌تر از دمای محیط بود. همچنین، دمای سطح میوه‌های پاکت نشده از دمای هوا حدود دو درجه کمتر بود.

## رنگ آریل و پوست

نتایج نشان داد پاکت‌گذاری بر مؤلفه‌های رنگ آریل مؤثر نبود اما بر برخی شاخص‌های رنگ پوست میوه اثر معنی‌داری را نشان داد، به طوری که روشنایی رنگ، میزان زردی و هیو تحت تأثیر پاکت‌گذاری قبل از برداشت میوه قرار گرفتند اما شدت رنگ و قرمزی تحت تأثیر پاکت‌گذاری قرار نگرفت (جدول ۳). بیشترین میزان روشنایی رنگ (۴۵/۲) در پاکت قهوه‌ای و کمترین میزان در شاهد (۳۲/۱) مشاهده شد که با میوه‌های پاکت سفید (۳۴) تفاوت معنی‌داری نداشت.

بنابراین، به منظور بررسی خسارات سرمازدگی بر اساس رابطه زیر از شاخص سرمازدگی استفاده شد.

$$CI = \sum (n_i \times i) / N$$

که در این رابطه  $n_i$  بیانگر تعداد میوه‌هایی است که علائم مختلف سرمازدگی را در شدت‌های مختلف I (۱ تا ۵) از خود نشان داده‌اند و N تعداد کل میوه‌ها را مشخص می‌کند.

## آنتوسیانین کل

آنتوسیانین کل با استفاده از روش اختلاف pH بین دو سیستم بافوری اندازه‌گیری شد (Giusti and Wrolstad, 2003).

## فعالیت آنتی‌اکسیدانی

میزان فعالیت رادیکال‌های آزاد آب میوه با استفاده از روش DPPH اندازه‌گیری شد (Turkmen et al., 2005).

## میزان اسیدینه کل

از طریق تیتراسیون با هیدروکسید سدیم (۰/۱ نرمال) تعیین شد و برحسب درصد اسید سیتریک بیان گردید (Gao et al., 2011).

## مواد جامد محلول

مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفرکتومتر دستی (RF 10, 0-32 °Brix, Extech Co., USA) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد.

## اندازه‌گیری عناصر غذایی

جهت اندازه‌گیری آهن، پتاسیم و کلسیم هضم نمونه (پوست و آب میوه) با استفاده از کوره الکتریکی و اسید سولفوریک صورت گرفت. (Indian Standard, 1972). سپس با استفاده از دستگاه جذب اتمی با طول موج ۲۴۸/۳ نانومتر (مدل ۶۳۰۰-AA) میزان عناصر پوست و آب میوه اندازه‌گیری شد.

فرید مرادی نژاد و همکاران: اثر پاکت گذاری بر ارزش تغذیه‌ای، کلسیم (Ca)، پتاسیم (K) آهن (Fe) و کیفیت میوه انار ...

جدول ۲. تغییرات ماهانه حداکثر دمای روزانه دمای سطح پاکت، دمای سطح میوه‌های پاکت شده و پاکت نشده (شاهد) انار بر

حسب درجه سانتیگراد از تیر تا آبان ۱۳۹۴

**Table 2.** Monthly changes of maximum air temperature, bag surface temperature, and fruit surface temperature (°C) of bagged and non-bagged (control) pomegranate from July to November 2015

دمای سطح میوه Fruit surface temperature			دمای سطح پاکت Bag surface temperature		متوسط حداکثر دمای هوا Average maximum air temperature	ماه‌ها Months
شاهد Control	کیسه قهوه‌ای روشن Light brown bag	کیسه سفید White bag	کیسه قهوه‌ای روشن Light brown bag	کیسه سفید White bag		
35	40.8	32	46.8	34.2	36.8	تیر July
34	38.5	30.6	44.5	32.8	34.7	مرداد August
30	35.3	27.4	41.3	29.2	31.4	شهریور September
27	32.2	24	38.2	26.2	28.2	مهر October
18	24	16	30.1	17.2	19.1	آبان November

+ دمای پاکت، با نشانه گیری دستگاه از فاصله ۱۰ سانتی متری پاکت اندازه گیری شد.  
++ دمای میوه، در دو طرف از سطح میوه اندازه گیری شد.

شده بود (Huang et al., 2009). نتایج پژوهش حاضر، با گزارشات فوق همخوانی داشت، به طوری که میوه‌های پاکت شده با پاکت قهوه‌ای روشن موجب کاهش معنی‌داری در میزان هیو و زردی رنگ در مقایسه با میوه‌های پاکت شده با پاکت سفید داشتند. این امر دلالت بر کاهش رنگ‌گیری میوه است.

رنگ پوست میوه جذابیت اصلی برای مصرف کنندگان دارد. رنگ پوست جذاب ظاهر فیزیکی میوه را بهبود می‌بخشد و قیمت بازار را افزایش می‌دهد. نتایج متناقض اثرات رنگ پاکت روی رنگ پوست میوه ممکن است ناشی از اختلاف در بازتاب، جذب و یا الگوهای پراکنش هر پاکت در نواحی طیف نور مرئی، مادون قرمز و فرورسرخ باشد (Sharma et al., 2014). اثر پاکت‌گذاری روی توسعه رنگ میوه به مرحله‌ای از رشد میوه که در آن زمان پاکت‌گذاری انجام می‌گیرد، زمان پاکت‌گذاری، نوع پاکت مورد استفاده، زمان حذف پاکت‌ها و شرایط آب و هوایی منطقه وابسته است (Ju et al., 1995; Ju, 1998; Amarante et al., 2002). به طور مثال، Ju و همکاران

زردی پوست نیز در پاکت قهوه‌ای بیشترین میزان (۱۹/۳) را نشان داد که با میوه‌های پاکت سفید (۱۰/۸) و میوه‌های بدون پاکت (۸/۳) تفاوت معنی‌داری را نشان داد. مؤلفه هیو نیز مانند زردی و روشنایی پوست در میوه‌های پاکت قهوه‌ای بیشترین (۲۴/۷) و در میوه‌های شاهد کمترین (۹/۶) بود. مطالعات محققین نشان می‌دهد که پاکت‌گذاری بر رنگ میوه‌های مختلف مؤثر است. برای مثال پاکت‌گذاری میوه، قرمز شدن میوه گلابی را به تأخیر می‌اندازد و پوست آن را روشن‌تر می‌سازد (Hudina and Stumper, 2011). همچنین، پاکت‌گذاری میوه سیب دلیشز با کیسه‌های پارچه‌ای زرد روشن در بهبود رنگ میوه و حفظ کیفیت آن در زمان برداشت و در طول انبارداری مؤثر بود (Sharma et al., 2013). گلابی‌های سنگی (Nakai *Pyrus pyrifoliai*) پاکت شده با پاکت کاغذی تا زمان برداشت زرد مانند به نظر می‌رسیدند و میزان روشنایی و هیو بالایی داشتند (Huang et al., 2009). آن‌ها گزارش کردند که شدت رنگ میوه شاهد گلابی‌های سنگی چینی قرمز طی دوره بلوغ میوه خیلی کمتر از میوه‌های پاکت

روز پس از تمام گل تا زمان برداشت صورت گیرد. در مطالعه حاضر، پاکت گذاری قبل از برداشت میوه و حذف پاکت در زمان برداشت، باعث کاهش سنتز رنگدانه‌های آنتوسیانین که عامل اصلی تولید رنگ هستند شد، لذا می‌توان عدم تولید رنگدانه‌ها در پوست انار با کاربرد پاکت‌های قهوه‌ای را به دلیل کمبود نور در این پاکت‌ها دانست.

(۱۹۹۸) گزارش کردند، پاکت گذاری از تجمع آنتوسیانین در پوست میوه سیب رقم دلشیز (Delicious) جلوگیری می‌کند. همچنین، گزارش شده که پاکت گذاری میوه مرکبات رقم یوزو (Yuzu) قبل از اوایل شهریور با کاغذهای دفتر تلفن چینی بازیافت شده منجر به رنگ‌گیری کمتر نسبت به میوه‌های پاکت نشده شد. Hu و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که پاکت گذاری میوه لیچی رقم فیزیکسیو (Feizixiao) برای رنگ‌گیری بهتر می‌بایست ۱۵

جدول ۳. اثر پاکت گذاری میوه قبل از برداشت بر رنگ آریل و پوست میوه انار پس از ۱۰ هفته انبارداری در دمای ۵ درجه

سانتی گراد

Table 3. Effect of pre-harvest fruit bagging on pomegranate fruit aril and peel color after 10 weeks of storage at 5 °C

پوست Peel					آریل Aril					Treatment تیمار
C*	h°	b*	a*	L*	C*	h°	b*	a*	L*	
48.9	9.6 <sup>b</sup>	8.3 <sup>b</sup>	48.1	32.1 <sup>b</sup>	19.8	18.4	6.1	18.7	23.2	شاهد Control
46.8	24.7 <sup>a</sup>	19.3 <sup>a</sup>	42.5	45.2 <sup>a</sup>	19.3	35.5	9.7	14.9	23.9	پاکت سفید White bag
50.6	12.4 <sup>b</sup>	10.8 <sup>b</sup>	49.3	34 <sup>b</sup>	14.9	24.2	5.8	13.3	23.2	پاکت قهوه‌ای روشن Light- brown bag

جدول ۴. اثر پاکت گذاری میوه قبل از برداشت بر نشت یونی، شاخص سرمازدگی و خصوصیات شیمیایی میوه انار پس از ۱۰ هفته

انبارداری در دمای ۵ درجه سانتی گراد

Table 4. Effect of pre-harvest fruit bagging on electrolyte leakage (EL), chilling injury index (CI) and chemical attributes of pomegranate fruit after 10 weeks of storage at 5 °C

تیمار Treatment	نشت یونی Electrolyte leakage	شاخص سرمازدگی Chilling injury index	مواد جامد محلول TSS (Brix°)	اسیدیته قابل تیتر (TA)	آنتوسیانین Anthocyanin (mg/l)	آنتی اکسیدان (%) Antioxidant
شاهد Control	85.1	2.1	19.34	0.85	16.7 <sup>a</sup>	12.7
پاکت سفید White bag	84.0	1.9	17.59	0.58	4.04 <sup>c</sup>	36.5
پاکت قهوه‌ای روشن Light- brown bag	81.4	1.8	18.41	0.55	10.88 <sup>b</sup>	21.0

## نشت یونی

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پاکت گذاری قبل از برداشت بر نشت یونی پوست میوه‌ها پس از ۱۰ هفته انبار سرد اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۴). با این حال بیشترین میزان نشت یونی از پوست میوه‌ها در شاهد (۸۵/۱ درصد) و کمترین میزان در میوه‌های پوشانده شده با پاکت سفید (۸۱/۴ درصد) مشاهده شد.

## شاخص سرمازدگی

نتایج نشان داد که بیشترین میزان سرمازدگی در میوه‌های شاهد (۲/۱) و کمترین میزان در میوه‌های پاکت شده با پاکت سفید (۱/۸) حاصل شد (جدول ۴). اما تیمارها تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند.

## مواد جامد محلول: پاکت گذاری قبل از برداشت اثر

معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول آب میوه پس از ۱۰ هفته انبارداری در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نداشت (جدول ۴). با این حال بیشترین میزان در شاهد (۱۹/۳) و کمترین میزان در میوه‌های پاکت قهوه‌ای (۱۷/۵) مشاهده شد. در آزمایشی مشابه، پاکت گذاری میوه سیب گرانی اسمیت تأثیری بر میزان مواد جامد محلول آن نداشت (Bentley and Viveros, 1992).

## اسیدپته قابل تیتر

نتایج نشان داد پاکت‌گذاری بر اسیدپته قابل تیتر نیز اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۴). با این حال بیشترین میزان در شاهد (۰/۸۵) و کمترین در میوه‌های پوشانده شده با پاکت سفید (۰/۵۵) حاصل شد.

## آنتوسیانین

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پاکت‌گذاری اثر معنی‌داری بر میزان آنتوسیانین آب میوه پس از ۱۰ هفته انبارداری داشت (جدول ۴). بیشترین میزان آنتوسیانین در میوه‌های بدون پاکت (۱۶/۷ میلی‌گرم بر لیتر) و کمترین

میزان در پاکت قهوه‌ای روشن (۴/۰۴ میلی‌گرم بر لیتر) مشاهده شد. اثرات سوء دما در خصوص تجمع آنتوسیانین در میوه انار و ارتباط آن با تغییرات فصلی از قبیل طول روز، دوره نوری و سطح تابش توسط مطالعات گذشته نشان داده شده است (Borochoy-Neori et al., 2009; Schwartz et al., 2009). برخی میوه‌ها از خانواده رزاسه مثل سیب، گلابی، هلو، شلیل و زردآلو نیاز مطلق به نور برای سنتز آنتوسیانین در پوست دارند (Allen, 1932). سایر میوه‌ها مثل توت فرنگی، تمشک، انگور، گیلاس و آلو قادر به توسعه رنگ در شدت نور کم و یا حتی در صورت عدم وجود نور هستند (Allen, 1932). در برخی میوه‌ها از جمله انبه و انار عدم وجود آنتوسیانین در میوه‌هایی که در شرایط سایه‌دار رشد کردند به فقدان نور کافی ارتباط داده می‌شود (Hetherington, 1997). محققین معتقدند پاکت‌گذاری حساسیت به نور را در میوه، هنگامی که آنها پس از حذف کیسه در معرض نور قرار می‌گیرند افزایش می‌دهد (Ju et al., 1995). معمولاً افزایش آنتوسیانین با در معرض نور قرار گرفتن در سطح تک میوه، موقعیت داخل بوته و موقعیت در تاج پوشش درخت افزایش می‌یابد (Awad et al., 2000). پس از نور، درجه حرارت دومین عامل زیست محیطی است که سنتز آنتوسیانین را تحت تأثیر قرار می‌دهد. درجه حرارت پایین قبل از برداشت یا در طی انبارداری عموماً به نفع سنتز آنتوسیانین است که برای سیب، گلابی، انگور، توت سیاه و قره قاط گزارش شده است (Steyn et al., 2004). بنابراین، آنتوسیانین میوه ظاهراً قادر است بطور فعالی در شرایط گرما یا عدم حضور نور کاهش یابد (Gould et al., 2009). برای مثال، بیان شده است که سایه‌دهی و پس از آن قرار گرفتن در معرض نور میوه گلابی منجر به از دست دادن سریع آنتوسیانین و رنگ قرمز می‌شود (Steyn et al., 2004). این تنظیم دقیق سطوح آنتوسیانین‌ها توسط نور یک ارتباط قوی با سایر فرایندهای تنظیم شده نور مثل فتوسنتز و تجمع آنتوسیانین را نشان می‌دهد (Gould et al., 2009). در مقابل، دماهای

کلسیم آریل در تیمار شاهد پس از ۱۰ هفته انبارداری کمترین (۹/۵۲ میلی گرم در صد گرم) و در تیمار پاکت سفید بیشترین (۲۱/۲۱ میلی گرم در صد گرم) بود. گزارشات مختلفی در خصوص اثر پاکت گذاری بر میزان کلسیم پوست و گوشت میوه سیب وجود دارد. نتایج مطالعه‌ای نشان داد که نوع پاکت استفاده شده تأثیر مهمی در میزان غلظت کلسیم بافت میوه دارد، به طوری که پاکت گذاری میوه سیب با پاکت‌های کاغذی کمترین غلظت کلسیم را به همراه داشت در حالی که سایر انواع پاکت‌ها میزان کلسیم را افزایش دادند (Dong et al., 2007). Kim و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که پاکت گذاری میوه در پاکت کاغذی، ۴ الی ۵ هفته بعد از تمام گل میزان کلسیم را در پوست سیب رقم گامهونگ افزایش داد. همچنین، گزارش شده است که میوه سیب پاکت شده رقم فوجی سوپرما دارای غلظت کلسیم بیشتری نسبت به شاهد بود، این موضوع موجب شد که شیوع بیماری فیزیولوژیکی لکه تلخ میوه در طول دوره انباری کاهش یابد (Teixeira et al., 2011). نتایج این تحقیق با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت این در حالی است که استفاده از پاکت پارچه‌ای سیاه رنگ در سیب جاناتان غلظت کلسیم میوه را به میزان ۱۲٪ کاهش داد (Perring and Clijsters, 1974).

بالا با تخریب آنتوسیانین و هدر رفت رنگ قرمز در گلابی وابسته بود (Steyn et al., 2004). در این پژوهش میزان آنتوسیانین در میوه‌های پوشانده شده با پاکت قهوه‌ای به دلیل دریافت شدت نور کمتر و وجود دمای بالاتر درون پاکت قهوه‌ای، کاهش بیشتری نسبت به شاهد نشان دادند.

### آنتی اکسیدان

میزان فعالیت آنتی اکسیدانی تحت تأثیر پاکت گذاری قبل از برداشت قرار نگرفت (جدول ۴). با این وجود بیشترین میزان در میوه‌های پوشانده شده با پاکت قهوه‌ای (۳۶/۵ درصد) و کمترین در شاهد (۱۲/۷ درصد) بدست آمد. در خصوص ترکیبات فنولی به عنوان یکی از آنتی-اکسیدان‌های مهم موجود در میوه‌ها، Wang و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند، پاکت گذاری تأثیری بر میزان کاتچول و اسیدکلروژنیک در پوست و گوشت میوه هلو نداشت.

### کلسیم

پاکت گذاری موجب افزایش میزان کلسیم در پوست و آریل میوه انار رقم شیشه کب شد (جدول ۵)، به طوری که شاهد کمترین میزان کلسیم پوست (۴/۲۵ میلی گرم در صد گرم) و بیشترین میزان (۱۸/۸۳ میلی گرم در صد گرم) در میوه‌های پاکت شده با پاکت سفید حاصل شد. میزان

جدول ۵. اثر پاکت گذاری میوه قبل از برداشت بر میزان کلسیم، پتاسیم و آهن ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) آریل و پوست میوه انار پس از ۱۰ هفته انبارداری در دمای ۵ درجه سانتی گراد

Table 5. Effect of pre-harvest fruit bagging on Ca, K and Fe ( $\text{mg}/100 \text{ g}$ ) in pomegranate fruit aril and peel after 10 weeks of storage at 5°C

پوست (Peel)			آریل (Aril)			تیمار Treatment
آهن (Fe)	پتاسیم (K)	کلسیم (Ca)	آهن (Fe)	پتاسیم (K)	کلسیم (Ca)	
0.109	78.0 <sup>b</sup>	4.25 <sup>b</sup>	0.262	85.0	52.9 <sup>b</sup>	شاهد Control
0.121	69.1 <sup>c</sup>	14.5 <sup>a</sup>	0.225	67.3	14.34 <sup>a</sup>	پاکت سفید White bag
0.088	102.3 <sup>a</sup>	18.83 <sup>a</sup>	0.215	60.1	21.21 <sup>a</sup>	پاکت قهوه‌ای روشن Light- brown bag



(۶۹/۱ میلی‌گرم در صد گرم) مشاهده شد. گزارش‌های مختلفی در خصوص اثر پاکت گذاری بر میزان پتاسیم میوه وجود دارد. برای مثال، اثر پاکت گذاری بر میزان برخی عناصر معدنی میوه انبه نشان داد که پاکت گذاری قبل از برداشت در میزان پتاسیم در میوه‌های پاکت نشده در مقایسه با میوه‌هایی که ۵۵ روز با پاکت پوشانده شده بودند بیشتر بود (Dutta and Majumder, 2012). همچنین، Amarante و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کرد که پاکت گذاری قبل از برداشت میوه گلابی رقم دوین دو کوامیس با پاکت‌های پلی‌اتیلنی ریز سوراخ شده، ۳۰ روز پس از تمام گل، بر غلظت پتاسیم گوشت میوه اثری نداشت که با نتایج ما در خصوص میزان این عنصر در آریل انار مطابقت داشت. با توجه به اینکه پتاسیم یکی از مواد معدنی ضروری در مواد غذایی گیاه است و یکی از ۳ عنصری است که توسط ریشه‌ها از محلول خاک به صورت یونی جذب می‌شود. فرآیندهای فیزیولوژیکی متعددی که رشد گیاه را کنترل می‌کند و پتاسیم در آن نقش دارد شامل پارامترهای کیفی و عملکرد از قبیل قندها، اسیدینه قابل تیترا، مواد جامد محلول، مزه، رنگ، سفتی و استحکام می‌شود (Lester et al., 2005). به نظر می‌رسد حفظ و پایداری پتاسیم در دمای پایین بهتر صورت می‌گیرد، به طوری که در این پژوهش میوه‌های پاکت گذاری شده در پاکت سفید به دلیل دریافت دمای کمتر نسبت به میوه‌های شاهد و میوه‌های پاکت قهوه‌ای که دمای بالاتری دریافت کرده بودند، دارای میزان پتاسیم بیشتری بودند.

## آهن

پاکت گذاری قبل از برداشت تأثیر معنی‌داری بر میزان آهن پوست و آریل میوه انار رقم شیشه‌کب نداشت (جدول ۵). بیشترین میزان آهن در پوست میوه شاهد (۰/۲۶ میلی‌گرم در صد گرم) و کمترین در میوه‌های پوشانده شده با پاکت سفید (۰/۲۱ میلی‌گرم در صد گرم) مشاهده شد. بیشترین میزان آهن آریل در میوه‌های پاکت

همچنین، پاکت گذاری میوه انبه رقم Himsagar با پاکت پلاستیکی طی ۵۵ روز پوشاندن موجب کاهش میزان کلسیم در میوه‌های پاکت شده نسبت به میوه‌های بدون پاکت شد (Dutta and Majumder, 2012).

با توجه به اینکه یون کلسیم نقش مهمی را در تأخیر پیری میوه بازی می‌کند و ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی را کاهش می‌دهد (Aghdam et al., 2012). بسیاری از ناهنجاری‌های فیزیولوژیک در سبب و گلابی بطور نزدیکی با کمبودهای یون کلسیم مرتبط است (Miquelote, 2014). علاوه بر این، بسیاری از یون‌های کلسیم در واکوئل و دیواره سلولی قرار دارند که در آنجا تغییرات پویا در میزان یون کلسیم می‌تواند تعادل زیستی یون کلسیم در سلول را تنظیم کند (White and Broadley, 2003). کلسیم معمولاً در تعرق روزنه منتقل می‌شود (Grange and Hand, 1987). بنابراین، بافت‌های با تعرق بالاتر عموماً غلظت‌های کلسیم بالاتری را دریافت می‌کنند (Witney et al., 1990). پاکت گذاری طولانی مدت ممکن است باعث ایجاد تغییراتی در سطح میوه‌ها شده که اجازه می‌دهد سرعت تعرق بیشتر شود. بنابراین، تجمع کلسیم بیشتری در میوه با افزایش زمان پاکت گذاری صورت می‌گیرد (Hofman et al., 1997). از این رو احتمالاً پوشاندن میوه انار با استفاده از پاکت سفید و قهوه‌ای از طریق افزایش تعرق میوه موجب افزایش میزان کلسیم در پوست و آریل میوه نسبت به شاهد شده‌اند.

## پتاسیم

پاکت گذاری میوه در طی رشد و نمو میوه به مدت پنج ماه تأثیر معنی‌داری بر میزان پتاسیم پوست میوه پس از ۱۰ هفته انبارداری نشان داد، اما بر میزان پتاسیم آریل اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۵). با توجه به نتایج بدست آمده بیشترین میزان پتاسیم پوست در میوه‌های پاکت شده در پاکت سفید (۱۰۲/۳ میلی‌گرم در صد گرم) و کمترین میزان در میوه‌های پاکت شده با پاکت قهوه‌ای روشن

انبارداری بیشتر و ماندگاری طولانی تر خواهند بود. در گزارش حاضر تأثیر پاکت گذاری بر خسارت های فیزیولوژیکی نظیر آفتاب سوختگی و ترکیدگی میوه، صدمات مکانیکی و آفات انار ارائه نشده است. با وجود این، اثر مثبت پاکت گذاری در کاهش میزان آفتاب سوختگی و ترکیدگی میوه انار قبلاً گزارش شده است. بنابراین، با انتخاب مناسب و دقیق جنس پاکت، رنگ پاکت و زمان انجام پاکت گذاری همچنین، تعیین زمان حذف پاکت قبل از برداشت، می توان علاوه بر کاهش ضایعات فراوان و خسارت های موجود، بهبود ارزش تغذیه ای و خواص دارویی آریل و پوست میوه انار را همراه داشت.

### تشکر و قدردانی

این تحقیق در قالب طرح پژوهشی به شماره ابلاغیه ۲۳۹۶۲/د مورخ ۱۳۹۴/۱۱/۲۶ و با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه بیرجند انجام شده است که بدینوسیله تشکر می شود. همچنین، از کلیه پرسنل، کارشناسان آموزشی و همکاران محترم دانشکده کشاورزی بیرجند قدردانی می نمایم.

قهوه ای (۰/۱۲ میلی گرم در صد گرم) و کمترین در میوه های پاکت سفید (۰/۰۸ میلی گرم در صد گرم) بدست آمد.

### نتیجه گیری کلی

پاکت گذاری یک تکنیک سالم و ارگانیک است که در بهبود کیفیت میوه نقش مهمی را ایفا می کند. در این پژوهش پاکت گذاری میزان درخشندگی و خوش رنگی میوه را با افزایش روشنایی پوست، مولفه های زردی و هیو کاهش داد و بر میزان ماندگاری انار اثر معنی داری نداشت. علاوه بر آن، میزان کلسیم و پتاسیم در پوست میوه های انار رقم شیشه کب پوشانده شده با پاکت سفید افزایش معنی داری نسبت به شاهد (بدون پوشش) داشتند. نظر به اثبات این مهم که میوه های با محتوی کلسیم و پتاسیم بیشتر در واکوئل و دیواره سلولی، پوست و آب میوه دارای ارزش تغذیه ای و کیفیت بیشتری هستند، لذا از نتایج این تحقیق می توان چنین نتیجه گرفت که استفاده از پاکت با رنگ و جنس مناسب برای پاکت گذاری قبل از برداشت میوه انار رقم شیشه کب موجب افزایش کیفیت تغذیه ای و عناصر معدنی شده و احتمالاً چنین میوه هایی دارای قابلیت

### منابع

- احتشامی، س. ساری خانی، ح. ارشادی، ا. و امیری پریان، ج. ۱۳۹۳. تأثیر پاکت گذاری بر برخی از ویژگی های کیفی و کاهش آفتاب سوختگی انار رقم رباب نیریز. *علوم باغبانی ایران*، ۴۵(۴): ۳۶۰-۳۵۳.
- رنجبر، ح.، حسن پور، م.، عسگری سرچشمه، م.ع.، سمیع زاده لاهیجی، ح.ا. و بنی اسدی، ع. ۱۳۶۸. بررسی تأثیر تیمارهای کلرید کلسیم، آب گرم، پلی اتیلن بر روی عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار رقم ملس ساوه. فصلنامه علوم و صنایع غذایی ایران. ۴(۲): ۱۰-۱.
- منوچهری، س. ۱۳۸۳. علائم کمبود و بیش بود عناصر غذایی پرمصرف در گیاهان باغی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی کرج، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی، نشر آموزش کشاورزی. ص ۶۸.
- Aghdam MS, Hassan pouraghdam MB, Paliyath G, and Farmani B. 2012. The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers. *Scientia Horticulturae*. 144:102-115.
- Allen, F.W. 1932. Physical and chemical changes in the ripening of deciduous fruits. *Hil- gardia* 6: 381-441.
- Al-Maiman SA, and Ahmad D. 2002. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit maturation. *Food Chemistry*. 76: 437-441.
- Amarante, Cassandro, Nigel, H. Banks and Shane, Max. 2002. Effect of preharvest bagging on fruit quality and

- postharvest physiology of pears (*Pyrus communis*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 30: 99-107.
- Amarante, CVT., Miqueloto A, De Freitas, ST., Steffens, CA. Silveira, JPG., and Corrêa, TR. 2013. Fruit sampling methods to quantify calcium and magnesium contents to predict bitter pit development in 'Fuji' apple: a multivariate approach. *Scientia Horticulturae*. 157:19-23.
- Andrew, P.k. 2002. How foliar applied nutrients affect stresses in perennial fruit plants. Proc. Is. on Foliar Nutrition.
- Aquino, D.S., A, Palma, F, Fronedda and Tedde, M. 2004. Effect of preharvest and postharvest treatment on chilling injury and decay of cold stored fortune mandarins. *5th International Conference of Postharvest*. Verona, Italy.
- Artes, F., Tudela, J.A., and Gil, M.I. 1998. Improving the keeping quality of pomegranate fruit by intermittent warming. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*. 207(4): 316-321.
- Awad, M.A., De Jager, A. and Van Westing, L.M. 2000. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. *Scientia Horticulturae*, 83(3): 249-263.
- Beckerson, D. and Hofstra. G. 1980. Effects of sulphur dioxide and ozone, singly or in combination, on membrane permeability. *Canadian Journal of Botany*. 58(4): 451-457.
- Bentley, W., and Viveros, M. 1992. Brown-bagging Granny Smith apples on trees stops codling moth damage. *California Agriculture*. 46(4): 30-32.
- Borochoy-Neori, H.; Judeinstein, S.; Tripler, E.; Harari, M.; Greenberg, A.; Shomer, I. and Holland, D. 2009. Seasonal and cultivar variations in antioxidant and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *Journal of Food Composition and Analysis*. 22(3): 189-195.
- Cline, J.A. and Hanson, E.J. 1992. Relative humidity around apple fruit influences its accumulation of calcium. *Journal of American Society for Horticultural Science*. 117: 542-546.
- Crisosto, C.H. Micham, E.J. and Kader, A.A. 2007. Pomegranate: Recommendation for maintaining postharvest quality. *Department of Plant Sciences, University of California*.
- Dong, Z. F., Wang, Y. Z., Wang, L., Liu, C. L., Dong, X.Y., Liu, G. S. and Yuan, Y. B. 2007. Effects of different bag treatments on the absorption of calcium in 'Red Fuji' apple fruit. *Acta Horticulturae Sinica*. 34: 835-840.
- Dutta, P., and Majumder, D. 2012. Influence of bagging on fruit quality and mineral composition of Himsagar mango grown in new alluvial zones of West Bengal. *Advances in Horticultural Science*. 158-162.
- Gao, Q.H., Wu, P.T., Liu, J.R., Wu, C.S., Parry, J.W., and Wang, M. 2011. Physico-chemical properties and antioxidant capacity of different jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) cultivars grown in loess plateau of China. *Scientia Horticulturae*. 130: 67-72.
- Giusti, M. M. and Wrolstad, R. E. 2003. Acylated anthocyanins from edible sources and their application in food systems. *Biochemical Engineering Journal*. 14: 217-225.
- Gould, K., Davies, K., and Winefield, C. 2008. Anthocyanins: Biosynthesis, Functions, and Applications: Springer.
- Grange, R.I. and Hand, D.W. 1987. A review of the effects of atmospheric humidity on the growth of horticultural crops. *Journal of Horticultural Science*. 62(2): 125-134.
- Guzman, I. L., M. Cantwell, and D. M. Barrett. 1999. Fresh-cut cantaloupe: Effect of CaCl<sub>2</sub> dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. *Postharvest Biology and Technology*. (17): 201-213.
- Hetherington, S.E. 1997. Profiling photosynthetic competence in mango fruit. *Journal of Horticultural Science*, 72(5): 755-763.
- Hofman, P.J., Smith, G., Joyce, D.C., Johnson, G.I. and Meiburg, G.F., 1997. Bagging of mango (*Mangifera indica* cv. Keitt) fruit influence fruit quality and mineral composition. *Postharvest Biology and Technology*. 12: 83-91.
- Hu, G., Chen, D., Li, P., Ouyang, R., Gao, F., Wang, W. and Dong, J. 2001. Effects of bagging on fruit

- colouration and phenylalanine ammonia lyase and polyphenol oxidase in 'Feizixiao' litchi. *Acta Horticulturae*. 558: 273-278.
- Huang, C.H.; Yu, B.; Teng, Y.W.; Su, J.; Shu, Q.; Cheng, Z.Q. and Zeng, L.Q. 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.
- Hudina, M. and F. Stampar, 2011. Effect of Fruit Bagging on Quality of 'Conference' Pear (*Pyrus communis* L.). *European Journal of Horticultural Science*. 76: 176-181.
- Jia, H., Araki, A., and Okamoto. G. 2005. Influence of fruit bagging on aroma volatiles and skin coloration of 'Hakuho' peach (*Prunus persica* Batsch). *Postharvest Biology and Technology*. 35: 61-68.
- Ju, Z. 1998. Fruit bagging, a useful method for studying anthocyanin synthesis and gene expression in apples. *Scientia Horticulturae*. 77, 155-164.
- Ju, Z.G., Yuan, Y., Liu, C. and Xin, S. 1995. Relationships among phenylalanine ammonia-lyase activity, simple phenol concentrations and anthocyanin accumulation in apple. *Scientia Horticulturae*. 61: 215-266.
- Kays, S.J., 1991. Postharvest physiology and handling of perishable plant products. van Nostrand Reinhold, New York.
- Kim, D. H., Byun, J. K., Choi, C., Choi, D. G. and Kang, I. K. 2008. The effect of calcium chloride, prohexadione-Ca, and Ca-coated paper bagging on reduction of bitter pit in 'Gamhong' apple. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*. 26:367-371.
- Lester, G. E., Jifon, J. L. and Rogers, G. 2005. Impact of Potassium Nutrition on Food Quality of Fruits and Vegetable. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 130(1): 649-653.
- Miqueloto, A., Do Amarante, CVT., Steffens, CA., Dos Santos, A., and Mitcham, E. 2014. Relationship between xylem functionality, calcium content and the incidence of bitter pit in apple fruit. *Scientia Horticulturae*. 165:319-323.
- Mirdehghan, S.H., Rahemi M., Serrano M., Guillén F., Martínez-Romero D., and Valero D. 2007. The application of polyamines by pressure or immersion as a tool to maintain functional properties in stored pomegranate arils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55: 755-760.
- Moradinezhad, F. and Khayyat, M., 2014. Effects of intermittent warming and prestorage treatments (hot water, salicylic acid, calcium chloride) on postharvest life of pomegranate fruit cv. 'Shishe-Kab' during long-term cold storage. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 1(1), pp.43-51.
- Perring, M. and Clijsters, H. 1974. The chemical composition and storage characteristics of apples grown in black cloth bags. *Qualitas Plantarum*. 23: 379-393.
- Schwartz, E., Zulker, R., Glazer, I., Bar-Ya'akov, I., Wiesman, Z., Tripler, E., Bar-Ilan, I., Fromm, H., Borochoy-Neori, H., Holland, D. and Amir, R. 2009. Environmental conditions affect the color, taste and antioxidant capacity of 11 pomegranate accessions fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57(19): 9197-9209.
- Sharma, R. R., Pal, R. K., Asrey, R., Sagar, V. R., Dhiman, M. R. and Rana, M. R. 2013. Pre-harvest fruit bagging influences fruit color and quality of apple cv. Delicious. *Agricultural Sciences*. 4(09): 443.
- Sharma, R., Pal, R., Sagar, V., Parmanick, K., Paul, V., Gupta, V., Kumar, K. and Rana, M. 2014. Impact of pre-harvest fruit-bagging with different coloured bags on peel colour and the incidence of insect pests, disease and storage disorders in 'Royal Delicious' apple. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 89(6): 613-618.
- Steyn, W.J., Holcroft, D.M., Wand, S.J.E. and Jacobs, G. 2004. Anthocyanin degradation in detached pome fruit with reference to preharvest red color loss and pigmentation patterns of blushed and fully red pears. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 129(1): 13-19.
- Tehranifar, A., Zarei, M., Nemati, Z., Esfandiyari, B., and Vazifeshenas, M.R. 2010. Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*punica granatum* L) cultivars. *Scientia Horticulturae*. 126:180-185.
- Turkmen, N., Sari, F., and Veliglu, Y, S. 2005. The effect of cooking methods on total pHenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry*. 93: 713- 718.

- Waheed, S., Siddique, N., Rahman, A., Zaidi, J.H., and Ahmad, S.I. 2004. NAA for dietary assessment of essential and other trace elements in 14 fruits harvested and consumed in Pakistan. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. 260: 523-26.
- Wang, Y.J., Yang, C.X., Liu, C.Y., Xu, M., Li, S.H., Yang, L. and Wang, Y.N. 2010. Effects of bagging on volatiles and polyphenols in "Wanmi" peaches during endocarp hardening and final fruit rapid growth stages. *Journal of Food Science*. 75: 455-460.
- White, P.J. and Broadley, M.R. 2003. Calcium in plants. *Ann Bot*, 92(4):487- 511.
- Witney, G.W., Hofman, P.J., and Wolstenholme, B.N. 1990. Effect of cultivar, tree vigour and fruit position on calcium accumulation in avocado fruit. *Scientia Horticulturae*. 44: 269-278.

## Effect of pre-harvest bagging on the calcium, potassium, Iron contents and quality of pomegranate fruit cv. Shishe-Kab

Farid Moradinezhad<sup>\*1</sup>, Mehdi Khayat<sup>1</sup> and Farzaneh Hamed Sarkemi<sup>2</sup>

1- Associate and Assistant Prof., Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran

2- MSc in Horticulture, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran

\*Corresponding Author: Farid Moradinezhad,

Email: [fmoradinezhad@birjand.ac.ir](mailto:fmoradinezhad@birjand.ac.ir)

### ABSTRACT

**Introduction:** Pomegranate is a sub-tropical fruit which is sensitive to chilling injury during cold storage. Fruit elements play an important role in stress resistance. Among them, potassium is an important element which is involved in plant respiration and increases plant resistance to drought stress, pests and diseases, and chilling injury. Bagging is a simple and physical technique commonly used in the garden during fruit growth and may affect fruit composition. Some of the benefits of bagging such as reducing physical damage can be expected. In addition, this may have different effects on the quality of the red color of the fruit by reducing radiation. and increase the shelf life through reduction the physiological disorders. It is likely that pre-harvest bagging reducing the amount of calcium in the fruit. Therefore, the present study was conducted to investigate the effect of pre-harvest fruit bagging on the storage life and some of the important mineral elements of pomegranate fruit.

**Materials and Methods:** The experiment was conducted on the Shishe-kab pomegranate cultivar at the Faculty of Agriculture, the University of Birjand during 2015. A randomized complete block design carried out with three treatments and four replicates and each replicate comprise five fruits. objectives were included the studying the effect of fruit bagging with cloth bags in two colors (white and light brown) and non-bagged fruit (control). The fruits were harvested at commercial maturity stage in early November and after disinfection with 1% Tybendazole for 1 minute were stored in a cool room at 5 °C for 10 weeks.

**Results and Discussion:** The results showed that the bagging did not affect the components of aril color but showed a significant effect on some skin color characteristics so that the lightness, yellowing and the hue values in white bagged fruits significantly were increased in compared with non-bagged control. Bagging also had a significant effect on the amount of anthocyanin in fruit juice after 10 weeks of storage. The highest value was observed in non-bagged fruits (16.7 mg l<sup>-1</sup>) and the lowest in the light brown bag (4.04) mg l<sup>-1</sup>). Pre-harvest fruit bagging during fruit growth and development had a significant effect on the potassium content in the skin after 10 weeks of storage but did not significantly affect the amount of potassium in aril. Bagging fruit with white bag increased about 68% the potassium content in the skin compared to the control. The highest amount of calcium both in the skin and the aril was found in bagged fruit with white bag. Interestingly, white bag increased the calcium content of the skin and aril of pomegranate fruit 23% and 45%, respectively compared to the control. The results showed that bagging had no significant effect on redness and chroma values, ion leakage, chilling index, soluble solids, acidity, antioxidant activity, and the amount of iron in the skin and aril of pomegranate fruit cv. Shishe-kab.

**Conclusions:** Bagging is a healthy and organic technique that plays an important role in improving the quality of the fruit. In general, fruit bagged with the white bag had better quality than the light brown bag on the skin color properties. In addition, enhancement the amount of potassium and calcium in the fruit skin not only improved its nutritional value but also likely it can be extended the fruit cold storage period with lower disorders and losses.

**Keywords:** Calcium, potassium, iron, chilling injury, quality