Archive of SID
DOI: 10.22059/ijbse.2018.258711.665064

مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۵۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸ (ص ۷۶-۶۷)

# Effect of Persian Gum Coating Containing Cinnamon Essential Oil on the Shelf Life of Pomegranate Arils

**HASSAN BARZGAR[1*], AKBAR JOKAR[2], MARZIEH ESLAMI[3]**

1. Associate Professor, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
2. Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran.
3. M Sc. Student, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
(Received: May. 25, 2018- Revised: Aug. 18, 2018- Accepted: Sep. 1, 2018)

## ABSTRACT

Due to the high perishability of pomegranate arils, coating will increase the shelf-life and maintain their marketability. In present research, Persian gum in 1 % (W/V) concentration along with cinnamon oil in 0.25, 0.5 and 0.75 % (V/V) concentrations were used for coating pomegranate arils. Physical, chemical and sensorial tests of arils were evaluated at seven-day intervals. Total anthocyanin content decreased from first day to third week of the storage ($p<0.05$). Increasing storage time and essential oil concentration reduced acidity. Firmness of the arils increased from first day to third week ($p<0.05$). Total soluble solids and total phenol of the arils did not change noticeably in all the samples ($p>0.05$). Due to sensorial test, there was not any remarkable difference among the samples in respect of acceptability of taste and odour ($p>0.05$). Also, the coating significantly inhibited the growth of mold on the arils. Shelf life, marketability and nutritional quality of pomegranate arils can be maintained at an appropriate and significant level, by suitable coating of pomegranate arils and selecting optimum concentration of cinnamon oil or similar substances.

**Key words**: Cinnamon oil, Anthocyanin, Coating, Pomegranate arils, Persian gum.

*Corresponding Author's Email: hbarzegar@asnrukh.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID



# بررسی تاثیر پوشش صمغ فارسی حاوی اسانس دارچین بر عمر نگهداری دانه‌های انار

**حسن برزگر[1*]، اکبر جوکار[2]، مرضیه اسلامی[3]**

۱. دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

۲. استادیار، بخش فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۶- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۵/۲۷- تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۶/۱۰)

## چکیده

با توجه به فساد پذیری زیاد دانه‌های انار، پوشش‌دهی موجب افزایش عمرماندگاری و حفظ بازار پسندی آنها می‌شود. در این تحقیق، صمغ فارسی با غلظت ۱ درصد (وزنی/حجمی) به همراه اسانس دارچین با غلظت‌های ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد (حجمی/حجمی) برای پوشش‌دهی دانه‌های انار استفاده و در فواصل هفت روزه نگهداری، آزمون‌های شیمیایی، فیزیکی و حسی، روی نمونه‌ها انجام شد. مقدار آنتوسیانین کل نمونه‌ها، از روز اول تا هفته سوم روند کاهشی داشت و افزایش زمان نگهداری و غلظت اسانس، موجب کاهش معنی‌دار($p<0.05$) اسیدیته نمونه‌ها گردید. افزایش سفتی بافت از روز اول تا هفته سوم در دانه‌های انار مشاهده شد اما مواد جامد محلول و فنل کل تغییرات قابل ملاحظه‌ای در نمونه‌های مختلف نداشتند و بر اساس نتایج آزمون حسی، تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین میزان مقبولیت طعم و بوی نمونه‌های مختلف وجود نداشت ($p<0.05$)، همچنین پوشش حاوی اسانس، به طور قابل توجهی از رشد کپک روی نمونه‌ها جلوگیری کرد. با پوشش‌دهی دانه‌های انار و انتخاب غلظت مناسب اسانس دارچین یا مواد مشابه می‌توان زمان ماندگاری، بازارپسندی و کیفیت تغذیه‌ای دانه انار را به میزان مناسب و قابل توجهی حفظ کرد.

**واژه‌های کلیدی:** اسانس دارچین، آنتوسیانین، پوشش‌دهی، دانه‌های انار، صمغ فارسی

## مقدمه

اخیرا استفاده از سبزی‌ها و میوه‌های تازه آماده مصرف بدلیل استفاده گسترده از سالادهای آماده، افزایش یافته است که دلیل آن تغییرات عادت‌های تغذیه‌ای مصرف کننده‌ها می‌باشد. انار، میوه درخت *Punica granatum* L. و از خانواده *Punicacea* می‌باشد و ایران با سطح زیر کشت بیش از ۷۰۰۰۰ هکتار و تولید سالانه حدود یک میلیون تن، یکی از بزرگترین تولید کنندگان انار در دنیا می‌باشد. با توجه به سطح زیر کشت بالای انار در کشور و افزایش روز افزون تولید آن، مسأله نگهداری و کنترل عوامل موثر در کاهش کیفیت و ضایعات میوه انار در پس از برداشت اهمیت زیادی دارد (Ahmadi *et al.*, 2016).

دانه‌های انار (قسمت خوراکی میوه) منبع غنی از قندها، پکتین، آسکوربیک اسید، اسیدهای آمینه، املاح معدنی، فیبرها، آنتوسیانین‌ها، فیتواستروژن و فلاونوئیدها است. بنابراین میوه انار به دلیل دارا بودن مواد موثر در سلامتی، محبوبیت زیادی پیدا کرده است (Martínez-Romero *et al.*, 2013; Oz & Ulukanli, 2012). اگرچه اخیراً دانه‌های انار به عنوان یکی از اجزای مربا، رب، نوشیدنی‌های الکلی و غیرالکلی استفاده می‌شوند، اما معمولا دانه‌ها به صورت تازه مصرف می‌شوند. یکی از مشکلات مهم و عمدی دانه آماده به مصرف انار فسادپذیری بالای آن توسط قارچها است (Villafañe, 2017).

یکی از راه‌های جلوگیری از فساد دانه‌های انار، استفاده از پوشش‌های ضدمیکروبی و خوراکی است. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی با کنترل انتقال رطوبت، اکسیژن، دی‌اکسیدکربن، لیپید، آروما، طعم و افزودنی‌های غذایی به حفظ کیفیت و زمان ماندگاری محصولات غذایی کمک می‌کنند (Kunte *et al.*, 1997; Sothornvit & Krotcha, 2005).

پوشش‌های خوراکی تهیه شده از پلی‌مرهای طبیعی مانند کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها علاوه بر زیست‌تخریب‌پذیر بودن و سازگاری با محیط زیست، سبب حفظ کیفیت و افزایش عمر انبارمانی و به حداقل رساندن افت آب و ترکیبات فرار آروماتیکی می‌گردند (Villafañe, 2017). از جمله کربوهیدرات‌هایی که می‌توان از آن‌ها به‌عنوان پوشش استفاده نمود، صمغ‌ها می‌باشند.

تاکنون صمغ‌های متفاوتی، شناسایی و از آنها بهره‌برداری

* نویسنده مسئول: hbarzegar@asnrukh.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID


شده است. یکی از صمغ‌های بومی ایران، صمغ فارسی است که به طور طبیعی از تنه و شاخه‌های درخت بادام کوهی با نام علمی *Amygdalus scoparia* تراوش می‌شود. صمغ فارسی کاربردهای دارویی، غذایی و صنعتی بسیاری دارد، به طوری که امروزه از آن به‌عنوان عامل تعلیق‌کننده و امولسیون‌کننده استفاده می‌شود. صمغ فارسی به همراه صمغ عربی و کتیرا در داروسازی ، رنگ‌سازی و نساجی کاربرد دارد (Abbasi, *et al.*, 2011). در پوشش‌دهی مواد غذایی می‌توان از ترکیب کردن اسانس‌ها با صمغ‌ها نیز استفاده نمود و موجب افزایش هر چه بیشتر عمرماندگاری و کیفیت ماده غذایی گردید.

برخی محققین، توانایی کیتوزان معمولی و اشعه دیده را در نگهداری دانه‌های انار در انبار سرد بررسی کردند. نتایج نشان داد که پوشش‌دهی با یک درصد کیتوزان موجب حفظ مواد فنلی، خاصیت ضداکسایشی، آنتوسیانین کل و ویتامین ث شد. اشعه دهی در اکثر موارد بجز مواد فنلی تاثیر منفی داشت (Zahran *et al.*, 2015).

محققین دیگر، اعلام کردند که پوشش‌دهی دانه‌های انار با ژل آلوورا منجر به کاهش قارچ‌ها و ریزسازواره‌های مزوفیل هوازی شده و همچنین باعث حفظ سفتی و افزایش میزان آنتوسیانین و مواد فنلی کل شدند. ویژگی‌های حسی دانه‌های انار پوشش‌دهی‌شده با ژل آلوورا نسبت به نمونه کنترل بهتر بودند (Martínez-Romero *et al.*, 2013).

همچنین، عده‌ای از محققین، دانه‌های انار رباب نی‌ریز را با کیتوزان پوشش‌دهی کرده و اعلام کردند که آنتوسیانین کل و کرومای رنگ در کلیه تیمارها کاهش یافت اما این کاهش در تیمارهای حاوی کیتوزان به ویژه در دمای ۲ $^{o}C$ نسبت به ۵ $^{o}C$ خیلی کمتر بود (Varasteh *et al.*, 2012).

در این پژوهش پوشش‌دهی دانه‌های انار با صمغ فارسی در ترکیب با اسانس دارچین، که قبلا توسط محققین دیگر انجام نشده است، بررسی گردید.

## مواد و روش‌ها

### مواد مورد استفاده

مواد مورد استفاده در این تحقیق شامل، اسانس دارچین (شرکت زرد بند، ایران)، محلول فولین-سیوکالتو ، ۲ و ۶ دی‌کلروایندوفنل و آسکوربیک اسید ساخت شرکت Scharlau اسپانیا و کربنات سدیم ، متانول ، استن ، هیدروکسید سدیم ، استات سدیم وکلریک اسید ساخت شرکت Merck آلمان بودند.

### تهیه دانه‌های انار

انار رباب از باغ‌های قصرالدشت شیراز خریداری شده و تا زمان آزمایش در یخچال با ۵ $^{o}C$ نگهداری شد. دانه‌های انار به صورت دستی از پوست و قسمت‌های داخلی جدا شدند.

### جمع آوری و آسیاب کردن صمغ فارسی

طی ماه‌های مرداد و شهریور ۱۳۹۵، صمغ های تراوش شده از تنه و شاخه درختان بادام کوهی از دشت‌های اطراف شهرستان‌های ارسنجان و سعادت‌شهر فارس به طور دستی جمع‌آوری و پس از بسته‌بندی در کیسه‌های نایلونی به آزمایشگاه منتقل شدند. به دلیل تنوع زیاد رنگ صمغ فارسی (سفید تا قرمز قهوه‌ای)، در این پژوهش تنها از صمغ‌های کاملا سفید رنگ استفاده شد که پس از جداسازی، طی دو مرحله به وسیله آسیاب برقی پودر شد. پودرهای جمع آوری شده پس از الک شدن (با مش ۶۰) در تولید پوشش استفاده شد.

### جداسازی بخش محلول صمغ فارسی

ابتدا به منظور تهیه محلول پوشش‌دهی، مقادیر ۰، ۱، ۲ و ۳ درصد (W/V) از پودر صمغ فارسی به طور جداگانه در آب مقطر با استفاده از همزن مغناطیسی حل شدند. محلول‌های حاصل به منظور جذب حداکثری آب توسط صمغ، ۲۴ ساعت در دمای محیط نگهداری شدند. سپس نمونه‌ها با سرعت g × ۳۳۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شدند (SORVALE Superspeed, $RC_2$-B, USA). در نهایت بخش رویی محلول، حاوی صمغ محلول در آب، جدا و برای پوشش‌دهی استفاده شد.

### تهیه محلول و پوشش‌دهی دانه‌های انار

جهت تهیه محلول پوشش، مقادیر یک درصد صمغ فارسی و ۲۰ درصد روغن زیره سبز ثابت در نظر گرفته شد و مقادیر ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد (V/V) اسانس دارچین به محلول صمغ اضافه شده و با هموژنایزر به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۱۲۰۰۰ دور بر دقیقه کاملا به صورت امولسیون در آمدند. سپس، دانه‌های انار در محلول صمغ فارسی با غلظت‌ها و فرمولاسیون‌های مختلف به مدت ۱۰ دقیقه غوطه‌ور شده و سپس روی توری‌های فلزی تمیز پهن و تا خشک شدن کامل (حدود ۵ ساعت) در معرض هوای آزاد قرار گرفتند. دانه‌ها پس از خشک‌شدن در ظروف پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شدند.

### اندازه‌گیری اسیدیته

اسیدیته آب انار بر پایه سیتریک اسید و به این ترتیب اندازه‌گیری شد. ابتدا ۲ میلی‌لیتر آب انار را در یک بشر یک لیتری ریخته، سپس ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه

www.SID.ir

Archive of SID



گردید و با استفاده از سود ۰/۱ نرمال تا رنگ صورتی تیتر شد. به کمک رابطه زیر میزان سیتریک اسید محاسبه شد:

درصد اسید بر حسب اسید سیتریک =V×0.1×0.064×100)/M

در این رابطه V حجم سود مصرفی و M حجم نمونه است.

**اندازه‌گیری آنتوسیانین کل**

برای اندازه گیری مقدار کل آنتوسیانین نمونه‌ها از روش افتراقی pH با دو بافر کلرید پتاسیم با pH=۱ و بافر استات سدیم با ۴/۵ =pH استفاده شد (Lee *et al*., 2005). یک میلی‌لیتر آب انار به ۱۴ میلی‌لیتر اتانول ۵۰ درصد اضافه و سانتریفوژ در ۴۰۰۰×g به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد. یک میلی‌لیتر از مایع رویی به ۷ میلی‌لیتر از بافرهایی با pH برابر ۱ و ۴/۵ جداگانه اضافه شده و پس از ۱۰ دقیقه، جذب هر دو در ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر قرائت گردید و با استفاده از روابط زیر، مقدار کل آنتوسیانین نمونه اندازه گیری شد .

$$A= (A_{510}-A_{700})_{pH1.0} - (A_{510}-A_{700})_{pH4.5}$$

$A_{510}$ و $A_{700}$ به ترتیب مقدار جذب در طول موج‌های ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر می‌باشد. سپس مقدار کل آنتوسیانین هر نمونه با استفاده از معادله زیر محاسبه شد.

$$TA= (A\times MW\times DF\times 100) / MA\times L$$

MW وزن مولکولی پلارگونیدین ۳ گلیکوزید (۴۴۳)، DF فاکتور رقیق سازی، MA ضریب خاموشی مولی پلارگونیدین ۳ گلیکوزید (۱۵۶۰۰) و L طول سل (۱ cm) می‌باشد.

**مواد فنلی کل**

بدین منظور ابتدا ۵ میلی‌لیتر از نمونه مورد آزمایش، داخل یک ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و سپس ۵۰ میلی‌لیتر از حلال ترکیبی متانول-استن-آب (با نسبت‌های مساوی) به آن اضافه شد. محلول به‌دست آمده ۱۰ دقیقه در دمای ۲۵ $^{o}C$ و سرعت g × ۴۰۰۰، سانتریفوژ و از مایع رویی برای آزمایش استفاده شد.

مواد فنلی کل با محلول فولین سیوکالتو و طبق روش اسلینکارد و سینگلتون اندازه‌گیری گردید ( Slinkard & Singleton, 1977). ابتدا ۲۰ میکرولیتر از عصاره استخراج شده به لوله آزمایش اضافه شد. سپس به ترتیب ۱/۱۶ میلی‌لیتر آب مقطر و ۱۰۰ میکرولیتر معرف فولین به آن اضافه و به خوبی مخلوط شد و قبل از ۸ دقیقه، ۳۰۰ میکرولیتر سدیم کربنات ۲۰ درصد به آن افزوده و به خوبی مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه در بن ماری ۴۰ $^{o}C$ قرار داده شد. نمونه‌ها به رنگ آبی درآمد و جذب آن‌ها در ۷۶۰ نانومتر با طیف نور سنج خوانده شد. جذب نمونه‌ها با استاندارد گالیک اسید که مانند همین روش در غلظت‌های ۰، ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر تهیه شده بود مقایسه و نتایج به صورت میلی‌گرم فنل در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب انار بر پایه گالیک اسید گزارش گردید.

**مواد جامد محلول (بریکس)**

کل مواد جامد محلول در عصاره‌ی انار، بوسیله دستگاه رفراکتومتردستی بنام ATAGO مدل HSR500 ساخت کشور ژاپن اندازه گیری شد. این دستگاه میزان مواد جامد محلول را بصورت بریکس یا درصد نشان می‌دهد.

**سفتی بافت**

سفتی بافت دانه‌های انار از طریق آزمون نفوذسنجی با دستگاه بافت سنج (مدل TR Faccini ساخت شرکت Copernico-Italy ،ایتالیا )تعیین شد. برای این منظور، از پروب استوانه‌ای تخت به قطر ۸ میلی‌متر با سرعت حرکت ۲/۵ میلی‌متر بر ثانیه استفاده شد. حداکثر نیروی لازم (نیوتن) جهت تخریب بافت دانه انار اندازه‌گیری و ثبت گردید.

**بررسی فساد میکروبی**

به‌دلیل فساد پذیری بالای دانه‌های انار به ویژه رشد سریع قارچ‌ها درون بسته‌های انار، فساد میکروبی با مشاهده ظاهری دانه‌های انار و ثبت تعداد دانه‌های فاسد شده بررسی شد. آزمون کشت میکروبی در اینجا قابل انجام نبود چون حتی با یک دانه انار کپک‌زده، کل محیط کشت توسط ریزسازواره‌ها پوشانده می‌شد.

**آزمون‌های حسی**

آزمون حسی (طعم)، در مورد دانه‌های انار تازه به عنوان شاهد و دانه‌های انار پوشش داده شده با صمغ فارسی که حاوی ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد اسانس دارچین بودند، پس از سه هفته نگهداری در یخچال انجام شد. ویژگی‌های حسی با آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای طبقه‌بندی شده با ۲۰ نفر آزمون کننده تقریبا آموزش دیده بررسی شد.

**تجزیه و تحلیل آماری**

داده‌های بدست آمده در یک آزمایش فاکتوریل با عامل‌های زمان (هفته اول، دوم و سوم) و غلظت اسانس دارچین (۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد) هر کدام در سه سطح مختلف در قالب یک طرح کاملا تصادفی با نرم افزار SPSS 20 تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین با آزمون دانکن انجام شد. نمونه شاهد یا صفر درصد اسانس دارچین، بدلیل فساد سریع دو روزه در یخچال از تجزیه و تحلیل آماری حذف شد. نتایج آزمون حسی به صورت غیرپارامتری با آزمون کراسکل‌والیس[1] و من‌ویتنی[2] با نرم‌افزار SPSS 20 تجزیه و تحلیل شدند.

[1]. Kruskal-Wallis
[2] Mann-Whitney

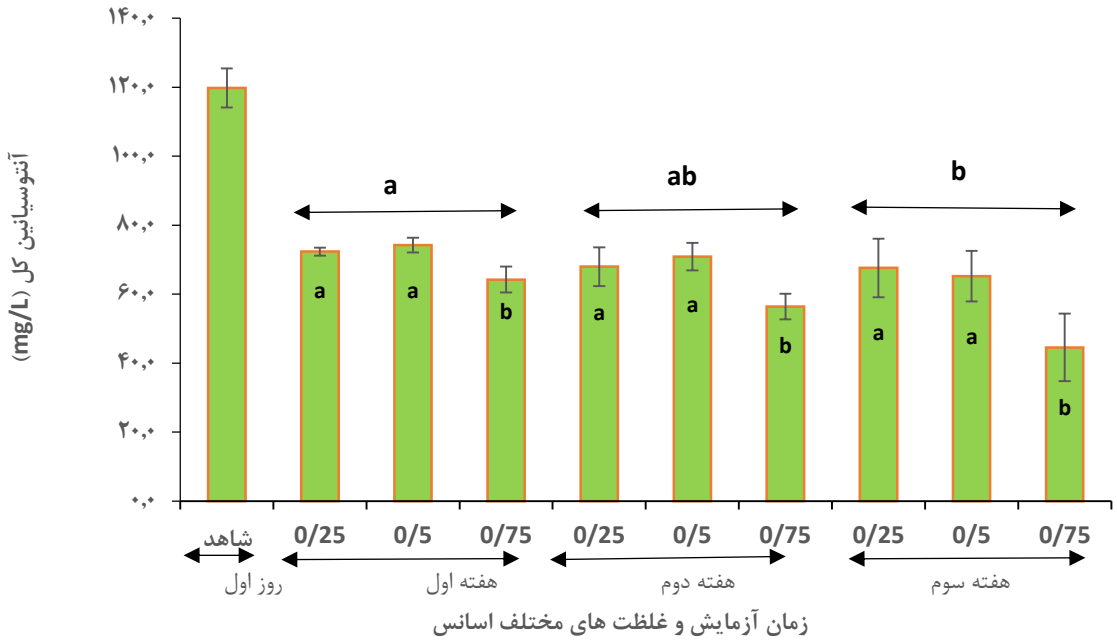
www.SID.ir

Archive of SID


## نتایج و بحث

### آنتوسیانین کل

تاثیر زمان نگهداری بر مقدار آنتوسیانین کل در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، مقدار آنتوسیانین پس از یک هفته نگهداری به‌صورت قابل توجهی نسبت به روز اول کاهش یافته است. اما روند کاهش از هفته اول تا سوم نیز ادامه داشته و این کاهش کاملا معنی‌دار ($p<0.05$) بوده است (شکل۱). گذشت زمان و اکسیداسیون موجب کاهش آنتوسیانین در دانه‌های انار شده است.




**شکل ۱- مقدار آنتوسیانین کل در دانه‌های انار و تغییرات آن در طی نگهداری در دمای ۵ °C**

**حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد در آزمون دانکن بوده و حروف روی ستون‌ها نشان‌دهنده مقایسه میانگین غلظت اسانس دارچین هستند.**

مقایسه میانگین نشان داد که تاثیر مقدار اسانس دارچین بر کاهش آنتوسیانین معنی‌دار بوده، بطوری‌که ۰/۷۵ درصد اسانس دارچین موجب کاهش معنی‌داری نسبت به ۰/۲۵ درصد اسانس در آنتوسیانین کل شده است. احتمالاً تاثیر مواد موجود در اسانس دارچین به ویژه سینامین‌آلدئید بر آنتوسیانین‌ها و واکنش آنها با یکدیگر منجر به کاهش مقدار این مواد رنگی در غلظت بالای اسانس شده است. ولی در این مورد بررسی‌های بیشتری لازم است. کاهش مقدار آنتوسیانین کل در اثر نگهداری توسط پژوهشگران دیگری نیز گزارش شده است (Bhatia *et al*., 2015; Dokhanieh *et al*., 2016).

البته Oz & Ulukanli (2012) اعلام کردند که فقط در دانه‌های انار پوشش‌داده شده با نشاسته حاوی روغن سیاه دانه آنتوسیانین کل نه تنها کاهش نیافت بلکه افزایش نیز داشت. استرس در حین دانه‌کردن انار یا فرآوری اولیه و به دنبال آن افزایش تنفس، کاهش رطوبت محصول، تغییرات در اسیدیته و مواد جامد محلول علت کاهش آنتوسیانین عنوان شده است.

علاوه بر این موارد، pH و ساختار میوه و سبزی نقش مهمی در مقدار آنتوسیانین‌ها و پایداری آنها دارند و صدمه به ساختار موجب کاهش طول عمر در دوره نگهداری می‌شود (Bhatia *et al*., 2015).

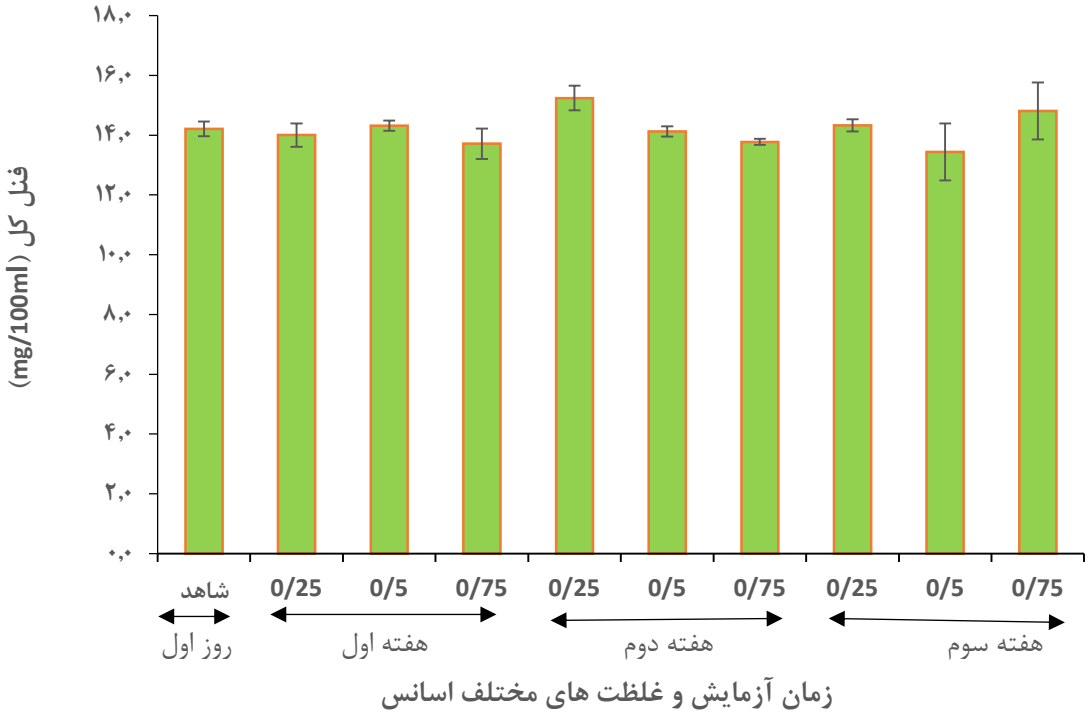
### فنل کل

تاثیر زمان نگهداری و غلظت اسانس دارچین در پوشش‌دهی دانه‌های انار بر مقدار فنل کل در شکل۲ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود زمان و غلظت اسانس دارچین تاثیر معنی‌داری بر مواد فنلی نداشته و موجب کاهش و افزایش قابل‌ملاحظه در آن نشده است. این نتیجه نشان می‌دهد که تاثیر اسانس دارچین و پوشش‌دهی در افزایش و نگهداری مواد فنلی به اندازه کاهش آنها در طی زمان نگهداری بوده است که نتیجه مطلوبی از این دیدگاه محسوب می‌گردد چون مواد فنلی نسبت به روز اول نیز کاهش قابل ملاحظه‌ای نداشته است (شکل ۲).

www.SID.ir

Archive of SID






**شکل ۲- مقدار فنل کل در دانه‌های انار پوشش‌داده شده و تغییرات آن در طی نگهداری در دمای ۵ °C**

مقدار فنل کل دانه انار سالم در روز اول mg/100ml ۱۴/۲۱ (میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب انار بر اساس گالیک اسید) بود و در طول نگهداری و همچنین با اعمال تیمارها نیز ثابت ماند. تعدادی از محققین کاهش مواد فنلی در طی نگهداری انار و میوه‌های دیگر را گزارش داده‌اند (Dokhanieh *et al*., 2016; Martínez-Romero *et al*., 2013; Palma *et al*., 2015). در این تحقیق نیز، انتظار کاهش مواد فنلی بعد از سه هفته نگهداری می‌رفت، اما همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد خود اسانس دارچین و تا حدودی نیز پوشش‌دهی با صمغ فارسی موجب جلوگیری از کاهش مواد فنلی شده است. در تایید نتایج بدست آمده از این پژوهش، گزارش Ghasemnezhad *et al*. (2013) نشان می‌دهد که پوشش‌دهی دانه انار با کیتوزان، موجب کاهش فعالیت آنزیم‌های فنل اکسیداز و افزایش مواد فنلی شده است. محققین دیگری نیز گزارش دادند که مواد فنلی دانه انار تا ۱۲ روز افزایش داشته و بعد کاهش یافته است همچنین افزودن سیتریک و آسکوربیک اسید به پوشش آلوورا در دانه انار موجب افزایش مواد فنلی شده است. در حالیکه ژل آلوورا به تنهایی نتوانسته از کاهش مواد فنلی جلوگیری نماید (Martínez-Romero *et al*., 2013).

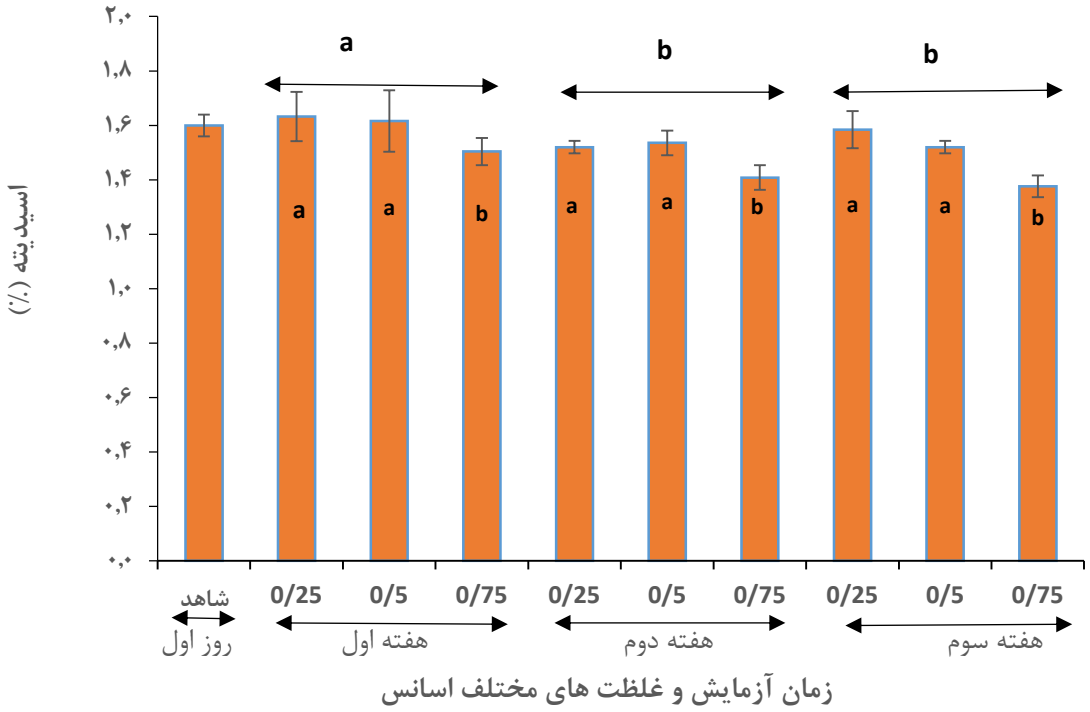
**اسیدیته**

تاثیر زمان نگهداری و غلظت اسانس دارچین در پوشش‌دهی دانه‌های انار بر اسیدیته در شکل ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود افزایش زمان نگهداری موجب کاهش اسیدیته نسبت به روز اول و هفته اول شده است. علت کاهش اسیدیته به متابولیسم و تنفس دانه‌های انار مربوط می‌شود، بطوری‌که اسیدهای موجود در انار در واکنش‌های بیوشیمیایی شرکت کرده و به مواد دیگری تبدیل می‌شوند. کاهش اسیدیته دانه انار در حین نگهداری توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است. (Ayhan & Eştürk, 2009; Banda *et al*., 2015; Oz & Ulukanli, 2012). در مقابل نتایج به‌دست آمده در این پژوهش برخی از محققین افزایش ملایم اسیدیته در دانه‌های انار در حین نگهداری به ویژه در روزهای اول را گزارش کرده‌اند (Ghasemnezhad *et al*., 2013; Jiang & Li, 2001). در دانه‌های انار با گذشت زمان اسیدیته کاهش یافت، ولی با اعمال تیمارهای خاص مانند پوشش‌دهی دانه‌های انار با ژل آلوورا و اضافه کردن سیتریک و آسکوربیک اسید در آن اسیدیته افزایش داشته است (Martínez-Romero *et al*., 2013).

در این تحقیق، انتظار می‌رفت که غلظت بالای اسانس به دلیل ایجاد لایه محافظ اطراف دانه‌ها و کاهش بیشتر میزان تنفس از کاهش اسیدیته جلوگیری کند اما نتیجه برعکس شد که علت آن احتمالا به واکنش مواد فعال موجود در اسانس با اسیدیته و شاید خنثی کردن آن مربوط می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID


**شکل ۳- مقدار اسیدیته در دانه‌های انار پوشش‌داده شده و تغییرات آن در طی نگهداری در دمای ۵ °C**

حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد در آزمون دانکن بوده و حروف روی ستون‌ها نشان‌دهنده مقایسه میانگین غلظت اسانس دارچین هستند.

**مواد جامد محلول (بریکس)**

تاثیر زمان نگهداری و غلظت اسانس دارچین در پوشش‌دهی دانه‌های انار بر مواد جامد محلول در شکل ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود زمان نگهداری و غلظت اسانس هیچ تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر مقدار مواد جامد محلول در دانه انار نداشته و به عبارت دیگر تغییرات روند منظم، علمی و معنی‌داری نداشته است.

**شکل ۴- مقدار مواد جامد محلول در دانه‌های پوشش‌داده شده و تغییرات آن در طی نگهداری در دمای ۵ °C**

www.SID.ir

Archive of SID

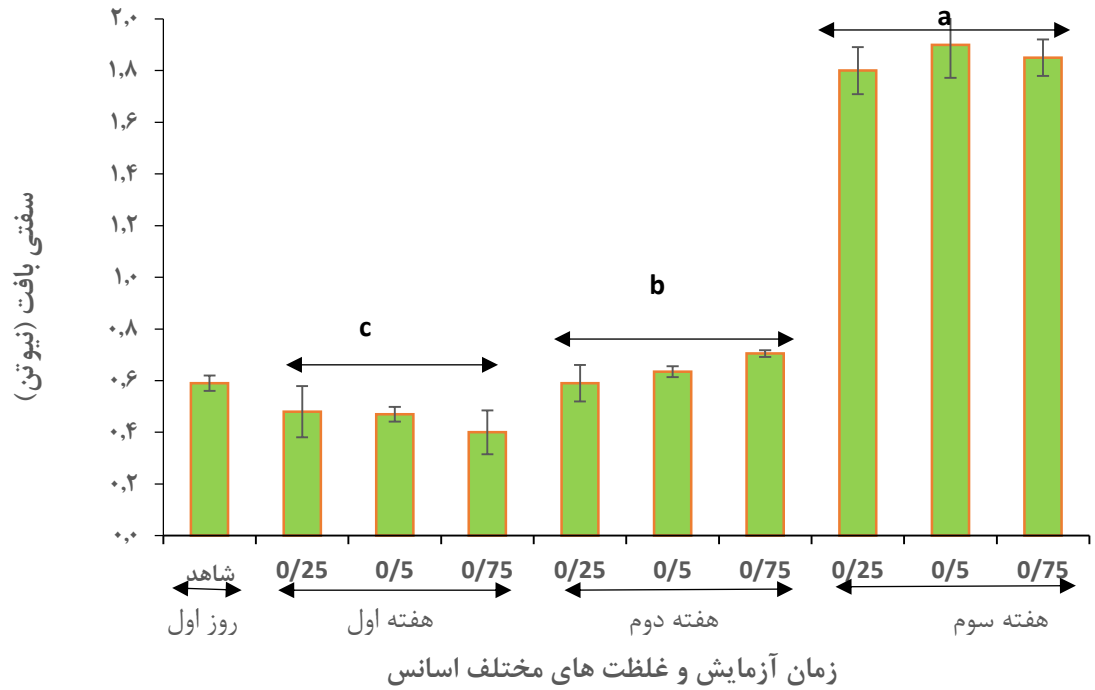


مواد جامد محلول در دانه‌های انار سالم در روز اول ۱۷/۴ درصد بود و در دانه‌های پوشش‌داده شده به حدود ۱۹ درصد رسید. علی‌رغم اینکه این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود، اما در هر صورت، زمان نگهداری موجب افزایش مواد جامد محلول شد. مقداری از این افزایش به کاهش رطوبت و وزن در طی نگهداری مربوط می‌شود. تعدادی از محققین افزایش مواد جامد محلول در دانه‌های انار و دیگر میوه‌ها، در حین نگهداری را گزارش داده‌اند (Ghasemnezhad *et al*., 2013; Gil *et al*., 1996; Oz & Ulukanli, 2012). برعکس نتیجه بدست آمده در این پژوهش، محققین دیگری کاهش مواد جامد محلول در دانه‌های انار را گزارش کرده‌اند (Artés *et al*., 2000; Ayhan & Eştürk, 2009; Banda *et al*., 2015). در تایید نتایج این پژوهش، ثابت ماندن مواد جامد محلول و عدم تغییر معنی‌دار آن توسط محققین دیگری نیز گزارش شده است (Palma *et al*., 2015). علت بدست آمدن نتایج متفاوت در تحقیقات مختلف، تیمارهای اعمال شده روی دانه‌های انار، نوع بسته‌بندی، شرایط نگهداری و نوع انار استفاده شده می‌باشد.

علت افزایش مواد جامد محلول عمدتاً به کاهش وزن و رطوبت در طی نگهداری مربوط می‌شود که معمولا در دانه‌های انار تیمار نشده و شاهد ایجاد می‌شود، اما کاهش مواد جامد محلول به فعالیت متابولیکی و تنفس دانه‌های انار ربط دارد، بطوری که در اثر این فعالیت‌ها، مواد جامد محلول (بیشتر قندها) مصرف می‌شوند (Ghasemnezhad *et al*., 2013; Jiang & Li, 2001; Oz & Ulukanli, 2012; Peña-Estévez *et al*., 2016).

**سفتی بافت**

تاثیر زمان نگهداری و غلظت اسانس دارچین در پوشش‌دهی دانه‌های انار بر بافت دانه‌های انار، در شکل ۵ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود افزایش زمان نگهداری منجر به افزایش استحکام بافت شده و در هفته‌های مختلف افزایش معنی‌داری ($p<0.05$) مشاهده می‌شود. این افزایش به ویژه پس از سه هفته نگهداری دانه‌های انار در یخچال قابل ملاحظه است.




**شکل ۵- سفتی بافت دانه‌های انار پوشش‌داده شده و تغییرات آن در طی نگهداری در دمای ۵ °C**
**حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد در آزمون دانکن هستند.**

نیروی لازم جهت متلاشی کردن بافت دانه‌های انار در روز اول ۰/۵۹ نیوتن بود اما پس از سه هفته نگهداری به ۱/۸۵ نیوتن رسید. افزایش سفتی بافت دانه انار و دیگر میوه‌ها با گذشت زمان یا کنترل نرم شوندگی آن با پوشش‌دهی به ویژه زمانی که مواد روغنی در پوشش به کار رفته، توسط محققین متعددی گزارش شده است (Martinez- Romero *et al*., 2013; Oz & Ulukanli, 2012). طبق نظر این محققین، جلوگیری از کاهش رطوبت دانه‌های انار توسط پوشش و همچنین کاهش

www.SID.ir

Archive of SID


تنفس و متابولیسم دانه‌ها و در نهایت تعویق رسیدگی، علت اصلی حفظ و افزایش استحکام بافت است که با نتایج بدست آمده در این تحقیق همخوانی دارد. اما طبق نظر محققین این پروژه علاوه بر تاثیر حفظ رطوبت بر استحکام بافت، کاهش رطوبت دانه‌های انار ولو به میزان بسیار کم، منجر به تغییر فیزیکی سطح دانه‌های انار و به عبارت دیگر موجب افزایش الاستیسیته شده است. این تغییرات در نهایت منجر به افزایش استحکام بافت شده و نیروی بیشتری جهت نفوذ پروب در دانه-های انار و تخریب آن صرف شده است.

بر خلاف نتایج این پروژه، عده دیگری از محققین، کاهش استحکام بافت دانه‌های انار و دیگر میوه‌ها در حین نگهداری را گزارش داده‌اند ( Bhatia *et al*., 2013; Soliva-Fortuny *et al*., 2002). آنها علت نرم‌شدگی بافت را از دست دادن رطوبت، استرس یا صدمه وارد شده به میوه در حین فرآوری، متابولیسم هوازی، افزایش فعالیت آنزیم‌های دیواره سلولی، تجزیه پکتین و فعالیت ریزسازواره‌ها بیان کرده‌اند. کلیه این موارد منفی با پوشش‌دهی به ویژه زمانی که ماده روغنی در آن به کار رفته باشد تا حدود زیادی قابل کنترل است.

**مشاهده فساد میکروبی**

نمونه‌های پوشش داده شده با ۰/۲۵ درصد اسانس در دمای محیط تا ۲۴ ساعت سالم بودند و هیچ کپک زدگی و طعم بدی در آنها مشاهده نشد، اما در روز دوم کپک زدگی در آنها مشاهده گردید. نمونه‌های پوشش داده شده با ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد اسانس به ترتیب تا دو و سه روز سالم مانند اما در روز چهارم کاملا دچار کپک زدگی شدند. با توجه به دمای $^{\circ}C$ ۲۵ و رطوبت بالای دانه انار درون بسته‌ها، دو و سه روز نگهداری بدون فساد در دمای محیط نتیجه خوب و قابل ملاحظه‌ای است، در حالیکه هیچ کدام از منابع، دانه انار و محصولات مشابه را در دمای محیط نگهداری و بررسی نکرده‌اند.

نمونه‌های شاهد نگهداری شده در دمای $^{\circ}C$ ۵ در روز سوم فاسد شده و کپک زدگی در آنها مشاهده گردید. نمونه‌های پوشش‌داده شده با ۰/۲۵ درصد اسانس در هفته چهارم فاسد شده و کپک‌زدگی در ۵ نقطه از ظرف مشاهده گردید. اما نمونه پوشش‌داده شده با ۰/۵ درصد اسانس پس از ۶ هفته فاسد شده و کپک‌زدگی در ۳ نقطه از ظرف دیده شد. و در نهایت نمونه‌های پوشش‌داده شده با ۰/۷۵ درصد اسانس تا ۳ ماه نیز کپک‌زدگی در آنها مشاهده نشد.

**آزمون حسی**

نتایج آزمون حسی دانه‌های انار مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که بین طعم نمونه‌های مختلف، تفاوت قابل ملاحظه‌ای، وجود نداشت ($p>۰/۰۵$). البته طعم دارچین در نمونه‌های پوشش داده شده کاملا مشهود بود اما منفی نبود و امتیاز آنها از نظر آماری تفاوتی با شاهد نداشت. مهمترین هدف استفاده از اسانس‌های گیاهی در پوشش‌های خوراکی، بهبود اثرات ضدمیکروبی، ضداکسایشی و خصوصیات نفوذ پذیری پوشش‌های آبدوست است (Martinez-Abad *et al*., 2013 ) در کنار این اثرات مثبت، به علت وجود ترکیبات فرار مولد عطر و طعم در اسانس‌ها، ممکن است از نظر حسی اثرات نامطلوب بر فرآورده پوشش داده شده داشته باشند، اما در این تحقیق مقادیر اسانس در پوشش، به حدی نبود که بتواند بر خواص حسی نمونه‌های دانه‌های انار تأثیر نامطلوب داشته باشد.

**جدول ۱- نتایج تجزیه و تحلیل آزمون حسی نمونه‌های دانه انار**

| نمونه | میانگین رتبه[1] | آماره | معنی‌داری ($P$) |
|---|---|---|---|
| دانه انار شاهد | ۳۱/۵۸ | | |
| دانه انار ۰/۵ ٪ | ۲۹/۴۳ | ۰/۱۶۹ | ۰/۹۱۹ |
| دانه انار ۰/۷۵ ٪ | ۳۰/۵ | | |

1. Mean rank

## نتیجه‌گیری

پوشش‌دهی دانه‌های انار با صمغ فارسی و اسانس دارچین موجب کنترل شدید ریزسازواره‌ها حتی در دمای محیط شده و در این بین تاثیر اسانس بیشتر از صمغ فارسی بود. گذشت زمان موجب کاهش برخی از مواد با ارزش تغذیه‌ای مانند ویتامین ث و آنتوسیانین‌ها در دانه انار شد هر چند که مقدار مواد فنلی تقریباً ثابت ماند. غلظت‌های مختلف اسانس و زمان نگهداری تاثیرات منفی معنی‌داری بر رنگ، بافت و ویژگی‌های حسی دانه‌های انار نداشتند. همچنین پوشش حاوی اسانس، بطور قابل توجهی از رشد کپک روی نمونه‌ها جلوگیری کرد و با افزایش مقدار اسانس، اثر ضدکپکی پوشش افزایش یافت. با پوشش‌دهی دانه‌های انار و انتخاب غلظت مناسب اسانس دارچین یا مواد مشابه، می‌توان زمان ماندگاری، بازارپسندی و کیفیت تغذیه‌ای دانه انار را به میزان مناسب و قابل توجهی حفظ کرد.

## سپاسگزاری

بدینوسیله نویسندگان مقاله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس به ترتیب بابت حمایت مالی و فراهم آوردن امکانات انجام این پژوهش، که مقاله حاضر بخشی از نتایج آن بود، تقدیر و قدردانی می‌نمایند.

www.SID.ir

Archive of SID



## REFERENCES


Abbasi, S. Mohammadi, S. & Rahimi, S. (2011). Partial substitution of gelatin with persian gum and use of olibanum in production of functional pastile. *Iranian Journal of Biosystem Engineering*, 42(1), 121-131. (In Farsi)

Ahmadi, K., Gholizadeh, H. & Ebadzadeh, H. R. (2016). Agricultural Statistics of 2014-2015 Crop Year. Ministry of Agriculture Jihad, Tehran. (In Farsi)

Artés, F., Villaescusa, R., & Tudela, J. A. (2000). Modified Atmosphere Packaging of Pomegranate. *Journal of Food Science, 65*(7), 1112-1116.

Ayhan, Z., & Eştürk, O. (2009). Overall quality and shelf life of minimally processed and modified atmosphere packaged "ready-to-eat" pomegranate arils. *Journal of Food Science, 74*(5), C399-C405.

Banda, K., Caleb, O. J., Jacobs, K., & Opara, U. L. (2015). Effect of active-modified atmosphere packaging on the respiration rate and quality of pomegranate arils (cv. Wonderful). *Postharvest Biology and Technology, 109*, 97-105.

Barros, L., Ferreira, M.-J., Queirós, B., Ferreira, I. C. F. R., & Baptista, P. (2007). Total phenols, ascorbic acid, β-carotene and lycopene in Portuguese wild edible mushrooms and their antioxidant activities. *Food Chemistry, 103*(2), 413-419.

Bhatia, K., Asrey, R., & Varghese, E. (2015). Correct packaging retained phytochemical, antioxidant properties and increases shelf life of minimally processed pomegranate (*Punica granatum* L.) arils Cv. Mridula. *Journal of Scientific and Industrial Research, 74*(3), 141-144.

Dokhanieh, A. Y., Aghdam, M. S., & Sarcheshmeh, M. A. A. (2016). Impact of postharvest hot salicylic acid treatment on aril browning and nutritional quality in fresh-cut pomegranate. *Horticulture Environment and Biotechnology, 57*(4), 378-384.

Ghasemnezhad, M., Zareh, S., Rassa, M., & Sajedi, R. H. (2013). Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (Punica granatum L. cv. Tarom) at cold storage temperature. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 93*(2), 368-374.

Gil, M. I., Martı, x, nez, J. A., & Artés, F. (1996). Minimally Processed Pomegranate Seeds. *LWT - Food Science and Technology, 29*(8), 708-713.

Jiang, Y., & Li, Y. (2001) Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. *Food Chemistry, 73*(2), 139-143.

Kunte, L., Gennadios, A., Cuppett, S., Hanna, M., & Weller, C. L. (1997). Cast films from soy protein isolates and fractions. *Cereal Chemistry, 74*(2), 115-118.

Lee, J., Durst, R. W., & Wrolstad, R. E. (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*(5), 1269-1278.

Martinez-Abad, A., sanchez, G., Fuster, V., Lagaron, J. M., & Ocio, M. J. (2013). Antimicrobila performance of solvent cast polycaprolactone (PCL) films containing essential oils. *Food Control*, 34, 214-220.

Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., Díaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Valero, D., & Serrano, M. (2013). Aloe vera gel coating maintains quality and safety of ready-to-eat pomegranate arils. *Postharvest Biology and Technology, 86*, 107-112.

Oz, A. T., & Ulukanli, Z. (2012). Application of edible starch-based coating including glycerol plus oleum Nigella on arils from long-stored whole pomegranate fruits. *Journal of Food Processing and Preservation, 36*(1), 81-95.

Palma, A., Continella, A., Malfa, S. L., Gentile, A., & D'Aquino, S. (2015). Overall quality of ready-to-eat pomegranate arils processed from cold stored fruit. *Postharvest Biology and Technology, 109*, 1-9.

Peña-Estévez, M. E., Artés-Hernández, F., Artés, F., Aguayo, E., Martínez-Hernández, G. B., Galindo, A., & Gómez, P. A. (2016). Quality changes of pomegranate arils throughout shelf life affected by deficit irrigation and pre-processing storage. *Food Chemistry, 209*, 302-311.

Slinkard, K., & Singleton, V. L. (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American journal of Enology and Viticulture, 28*(1), 49-55.

Soliva-Fortuny, R. C., Grigelmo-Miguel, N., Hernando, I., Lluch, M. Á., & Martín-Belloso, O. (2002). Effect of minimal processing on the textural and structural properties of fresh-cut pears. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 82*(14), 1682-1688.

Sothornvit, R., & Krotcha, J. M. (2005). Plasticizers in edible films and coatings. In J. H. Han (Ed.), *Innovations in food packaging* (pp. 40-55). New York: Elsevier Publishers.

Varasteh, F., Arzani, K., Barzegar, M., & Zamani, Z. (2012). Changes in anthocyanins in arils of chitosan-coated pomegranate (Punica granatum L. cv. Rabbab-e-Neyriz) fruit during cold storage. *Food Chemistry, 130*(2), 267-272.

Villafañe, F. (2017). Edible coatings for carrots. *Food Reviews International, 33*(1), 84-103.

Zahran, A. A., Hassanein, R. A., & AbdelWahab, A. T. (2015). Effect of chitosan on biochemical composition and antioxidant activity of minimally processed 'Wonderful' pomegranate arils during cold storage. *Journal of Applied Botany and Food Quality, 88*, 241-248.


www.SID.ir