مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۴۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵ (ص۶۴۲-۶۳۳)

بررسی تأثیر پوشش خوراکی فعال و بسته بندی تحت خلاء بر ویژگی‌های شیمیایی، میکروبی و حسی دانه‌های انار آماده مصرف

مینا ربانی[۱]، میرخلیل پیروزی فرد[۲*]، هادی الماسی[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲. دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۳. استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۲۹ – تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۶/۲۸)

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر پوشش خوراکی فعال برپایه کربوکسی متیل سلولز (CMC) حاوی عصاره پوست انار (در دو غلظت ٪۲/۵ و ٪۵ وزنی CMC) و اسانس گل سرخ (در دو غلظت ٪۰/۱۲۵ و ٪۰/۲۵ وزنی CMC) و بسته بندی تحت خلاء (VP) و همچنین اثر ترکیبی آنها بر روی خواص شیمیایی، کیفیت میکروبی و ارزیابی حسی دانه‌های انار آماده مصرف در طول ۱۵ روز نگهداری در دمای $5^{o}C$ بود. نتایج نشان داد که افت وزن با افزایش زمان نگهداری افزایش می‌یابد. همچنین همه تیمارها قادر به کاهش میزان افت وزن بودند. نمونه پوشش داده شده با ترکیب عصاره پوست انار و اسانس گل سرخ، همزمان با VP کمترین افت وزن را در روز ۱۵ نشان داد. مواد جامد محلول کل با استفاده از پوشش فعال و VP افزایش یافت. pH انار تحت تأثیر پوشش فعال و VP قرار نگرفت اما اسیدیته مخصوصاً با استفاده از بسته بندی فعال اندکی افزایش یافت. باکتری‌های مزوفیل هوازی قادر به رشد در محصول نبودند اما شمارش کپک و مخمر در طول زمان افزایش یافت. VP در کنترل رشد کپک و مخمر موثرتر از پوشش فعال بود. میزان پذیرش کلی محصول با استفاده از پوشش فعال و VP افزایش یافت اما تأثیر پوشش خوراکی روی خواص حسی بیشتر از VP بود. به طور کلی، نمونه پوشش داده شده با CMC حاوی ٪۰/۲۵ اسانس گل سرخ و بسته بندی شده تحت خلاء، بهترین خصوصیات شیمیایی، میکروبی و حسی را در طول نگهداری نشان داد.

واژه‌های کلیدی : دانه‌های انار، بسته بندی تحت خلاء، اسانس گل سرخ، عصاره پوست انار، بار میکروبی

مقدمه

انار (*Punica granatum* L) میوه‌ای متعلق به خانواده *Punicaceae* و بومی ایران تا مناطق هیمالیا می‌باشد و به صورت گسترده در هند، ایران، ایالات متحده آمریکا، ترکیه، اسپانیا و به نسبت کمتر در کشورهای آفریقای شمالی، استرالیا و آرژانتین کشت داده می‌شود (Dhumal *et al.*, 2014; 2013 ,Caleb *et al.*). میوه انار یک میوه غیر فرازگرا، با سرعت تنفس نسبتاً پایین می‌باشد و به مقدار بسیار کم اتیلن تولید می‌کند و بالغ شدن در این گیاه قبل از برداشت رخ می‌دهد (Palma *et* O'Grady *et al.*, 2014;*al.*, 2015). دانه انار حدود ٪۶۰ کل وزن میوه را تشکیل داده و شامل حدود ٪۸۰ عصاره و ٪۲۰ ماده خشک است. عصاره حاوی حدود ٪۸۵ آب و ٪۱۰ قند می‌باشد که قندها عمدتاً گلوکز و فروکتوز هستند. ترکیبات مهم دیگر، پکتین و حدود ٪۱۵ اسید اسکوربیک می‌باشد. انار همچنین منبع غذایی بسیار غنی از آنتی اکسیدان‌های پلی فنلی، آنتوسیانین‌ها و تانن‌ها می‌باشد (Palma *et al.*, 2015). انار علاوه بر ویژگی‌های تغذیه‌ای، دارای اثرات سلامت بخش مانند نقش حفاظتی روی قلب و عروق، خواص ضد التهابی و ضد حساسیت، ضد سرطان (سرطان پوست، سرطان پستان، سرطان پروستات و سرطان روده بزرگ)، ضد آنفلوانزا و ضد مالاریا، ضد آلزایمر و پیری، درمان بیماری‌های دیابت، عروق کرونر قلب، التهاب، ایدز و ناباروری مردان نیز می‌باشد (Ismail *et al.*, 2012 ;Sreekumar., 2014).

در حال حاضر میزان تولید انار در جهان حدود ۲/۵ میلیون تن با تولید غالب آن در ایران و هند تخمین زده می‌شود. ایران با تولید بیش از ۶۰۰ هزار تن، اولین تولید کننده‌ی این میوه‌ی پاییزه محسوب می‌شود. میزان تولید انار در ایران نسبت به ۱۰ سال گذشته افزایش قابل توجهی یافته است و همزمان با آن، میزان صادرات آن نیز افزایش یافته که این

* نویسنده مسئول: k.pirouzifard@yahoo.com

نشان‌دهنده افزایش تقاضا برای مصرف انار و فرآورده‌های آن می‌باشد (Ghorbani *et al.*, 2014). انار در ایران به صورت فله‌ای به مصرف کننده عرضه می‌شود. این در حالی است که در کشورهای اروپایی و آمریکایی انار به صورت دانه‌ای و آماده مصرف و با قیمت قابل توجهی به فروش می‌رسد (Shahi & Mirzayi, 2013). بسیاری از مصرف کنندگان انار را به سایر میوه‌ها ترجیح می‌دهند، اما تغییر عادات مصرف مواد غذایی، از جمله تمایل به وعده‌های غذایی دور از محیط خانه یا استفاده از خوراک آماده، باعث ضرورت توسعه محصولاتی که به راحتی در هر جایی قابل خوردن هستند می‌شوند. در نتیجه حتی مردمی که در خانه اقدام به خوردن انار می‌کنند، موقعی که دور از محیط خانه هستند انواع دیگری از میوه‌ها را ترجیح می‌دهند. در این زمینه، فرآوری میوه انار به صورت دانه‌های انار آماده مصرف می‌تواند یک راه حل مناسب برای افزایش مصرف انار باشد. با این وجود، خارج کردن دانه‌ها از پوسته چرمی باعث از دست دادن کیفیت کلی میوه پس از ذخیره سازی در شرایط یخچال (مانند آسیب سرمایی، افت وزن، فساد میکروبی، تغییرات بیولوژیکی قهوه‌ای شدن) می‌شود و همین امر قابلیت تجاری سازی عرضه دانه‌های انار به بازار را کاهش می‌دهد (Kapetanakou *et al.*, 2012; Caleb *et al.*, 2015; Palma *et al.*, 2015).

استفاده از سیستم‌های بسته بندی نوین یکی از راهکارهای مناسب جهت افزایش ماندگاری دانه‌های انار محسوب می‌شود. بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده[1] (MAP)، بسته بندی تحت خلاء[2] و بسته بندی‌های فعال[3] از جمله مهمترین انواع بسته بندی‌هایی هستند که تأثیر آنها بر روی حفظ کیفیت دانه‌های انار مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است (Lupez *et al.*, 2005; Maria *et al.*, 1996; Maghoumi *et al.*, 2013). در بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده، با تغییر ترکیب گازهای درون بسته و با کاهش میزان اکسیژن به نگهداری ماده غذایی کمک می‌شود (Lupez *et al.*, 2005). منظور از بسته بندی فعال، نوعی بسته بندی است که علاوه بر دارا بودن خواص بسته بندی‌های مرسوم، در طی نگهداری با ماده غذایی در تعامل بوده و با آزاد کردن ترکیبات نگهدارنده (مانند مواد ضدمیکروبی و آنتی اکسیدان‌ها) به داخل بسته و یا با حذف ترکیبات مضر (مانند اکسیژن و اتیلن) به حفظ کیفیت ماده غذایی کمک می‌کند (Maghoumi *et al.*, 2013). در بسته بندی تحت خلاء نیز تمام گازهای محتوی بسته تخلیه شده و بنابراین در عدم حضور اکسیژن، با کنترل تنفس محصول، ماندگاری و تازگی آن افزایش می‌یابد. روش بسته بندی تحت خلاء بیشتر برای نگهداری میوه‌ها و سبزیجات و همچنین محصولات حساس به اکسیداسیون استفاده می‌شود.

استفاده از پوشش‌های خوراکی یکی دیگر از راهکارهای مورد استفاده جهت افزایش ماندگاری دانه‌های انار آماده مصرف به‌حساب می‌آید. از جمله مطالعات در زمینه پوشش دهی دانه‌های انار می‌توان به پوشش دهی با ژل آلوئه ورا (Nabigol & Asghari., 2013) اشاره نمود که کنترل رشد میکروبی، کاهش افت وزن و جلوگیری از تغییرات رنگی نامطلوب در طول نگهداری را باعث شده است کربوکسی متیل سلولز[4] (CMC) از مشتقات سلولز و هیدروکلوئیدی محلول در آب است که خواص کاربردی خوبی دارد. CMC در غلظت‌های پایین ژلی نسبتاً قوی و کاملاً شفاف تولید می‌کند و به همین دلیل در پوشش دهی مواد غذایی کاربرد زیادی دارد. اثر CMC در حفظ خصوصیات شیمیایی و حسی و کاهش فساد میکروبی مرکبات، گیلاس، آلو (Yaman & Bayoindirli, 2002; Hussain *et al.*, 2015; Arnon *et al.*, 2014) و بسیاری از میوه‌های دیگر گزارش شده است.

استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی در فرمولاسیون پوشش‌های خوراکی و تولید پوشش فعال، کارایی پوشش خوراکی در حفظ کیفیت مواد غذایی را افزایش می‌دهد. اسیدهای آلی (استیک، بنزوات، لاکتیک، پروپیونیک، سوربیک)، استرهای اسید چرب (گلیسیرول مونولورات)، پلی پپتیدها (لیزوزیم، پراکسیداز، لاکتوفرین، نایسین) و اسانس‌ها و عصاره‌های طبیعی گیاهی از جمله نگهدارنده‌های طبیعی و مجاز می‌باشند که می‌توانند در قالب پوشش‌های خوراکی روی سطح ماده غذایی مورد استفاده قرار گیرند (Dhall *et al.*, 2013; Kapetanakou *et al.*, 2015).

پوست انار ۴۰-۳۰٪ کل میوه را تشکیل داده و یک محصول جانبی پس از تولید تهیه دانه‌های انار یا تولید آب انار است و منبع غنی از ترکیبات فنولی است. پوست انار دارای فلاونوئیدها، آنتوسیانین و تانن‌های قابل هیدرولیز (پونیکالین، پدونکولاجین،گالیک اسید) و این ترکیبات دارای خواص آنتی اکسیدانی و آنتی باکتریایی هستند. پوست انار به عنوان غنی ترین منبع آنتی اکسیدان در میان عصاره پوست اغلب میوه‌هایی که مصرف می‌شوند شناخته شده است. عصاره پوست انار ۲/۸

1 . Modified atmosphere packaging
2 . Vacuum packaging
3 . Active packaging
4 . Carboxymethyl cellulose

برابر قدرت آنتی اکسیدانی بالاتر نسبت به عصاره برگ و دانه آن دارد (Ismail *et al*., 2012).

گل محمدی یکی از مهم ترین گونه‌ها از خانواده *Rosaceae* بوده و آن را به عنوان یک گیاه دارویی می‌شناسند. این گیاه و اسانس استخراج شده از این گیاه دارای کاربردهای مختلفی در عطرسازی و در صنایع غذایی است و به عنوان ضد باکتری، آنتی اکسیدان و طعم دهنده در صنعت مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین دارای خواص دارویی مختلف می‌باشد. گزارش‌های بسیاری در مورد ترکیب اسانس وجود دارد. کوئرستین، کامپفرول سیانیدین، لیکوپن، روبیکزانتین، زیگزانتین، اگزانتوفیل و تارا گزانتین از گل رز جدا شده است. ترکیبات موجود در اسانس استخراج شده از گل محمدی بسته به منطقه در حال رشد ایران، هند، بلغارستان، چین و ترکیه که کشورهای اصلی تولید کننده این درختچه و تولید اسانس این گیاه می‌باشد متفاوت هستند. گزارش‌های متعددی در مورد نقش نگهدارندگی عصاره پوست انار و اسانس گل محمدی بر روی مواد غذایی مختلف وجود دارد (Ulusoy *et al*., 2009; Basiri *et al*., 2015; Ismail *et al*., 2012). با این وجود، تأثیر این دو نگهدارنده طبیعی بر روی افزایش ماندگاری دانه‌های انار آماده مصرف مورد مطالعه قرار نگرفته است. همچنین اثر ترکیبی بسته بندی تحت خلاء و پوشش دهی بر روی حفظ کیفیت این محصول نیز بررسی نشده است.

هدف از انجام این تحقیق، مقایسه تأثیر استفاده از پوشش خوراکی CMC حاوی عصاره پوست انار و اسانس گل محمدی و بسته بندی تحت خلاء و همچنین بررسی تأثیر استفاده‌ی همزمان از آنها بر روی خواص کیفی دانه‌های انار آماده مصرف در طول نگهداری بوده است. نمونه‌های انار تیمار شده با پوشش‌ها و بسته بندی‌های مختلف، به مدت ۱۵ روز در دمای یخچال نگهداری شده و در طول این مدت، ویژگی‌های شیمیایی، میکروبی و حسی آنها مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

مواد

انار ملس دانه سیاه ساوه (*Punica granatum* L. cv Saveh) از باغ آسیابک ساوه، اسانس گل محمدی از شرکت نوشین شهد ارومیه، کربوکسی متیل سلولز با وزن مولکولی حدود ۴۱۰۰۰Da از شرکت CDH (هند)، امولسیفایر توئین ۸۰، گلیسرول و محیط کشت PDA و PCA از شرکت مرک (آلمان) و کیسه پلی آمید پوشش داده شده با فلز از شرکت توان صنعت کرمانشاه خریداری گردید.

تهیه محلول پوشش دهی بر پایه CMC

محلول پوشش دهی CMC به روش Ghanbarzadeh & Almasi (2011)، تهیه شد. محلول به وسیله حل کردن یک گرم CMC در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر و حرارت دهی آن در ۴۰ °C به مدت ۱۵ دقیقه تا حل شدن کامل CMC تهیه گردید. سپس عصاره پوست انار به روش Ahmed *et al*., (2013) تهیه شد و به نسبت‌های ٪ ۵ و ٪ ۲/۵ (وزنی/وزنی) و اسانس گل محمدی به نسبت‌های ٪ ۰/۲۵ و ٪۰/۱۲۵ (وزنی/وزنی) به محلول پوشش دهی اضافه شدند. سپس به نسبت ۴۰٪ وزنی CMC (۰/۴ gr) گلیسرول به عنوان نرم کننده و ۲۰٪ حجمی اسانس (۰/۲ CC) امولسیفایر توئین ۸۰ اضافه شد. تیمارهای محلول پوشش دهی تهیه شده عبارت بودند از: محلول کنترل (آب مقطر)، محلول CMC بدون عصاره پوست انار و اسانس گل سرخ، محلول CMC حاوی عصاره پوست انار با غلظت ۵٪، محلول CMC حاوی اسانس گل سرخ با غلظت ٪ ۰/۲۵، محلول CMC حاوی عصاره و اسانس به ترتیب با غلظت ٪ ۲/۵ و ٪ ۰/۱۲۵. لازم به ذکر است است که غلظت‌های مورد استفاده از اسانس گل سرخ و عصاره پوست انار بر اساس پیش آزمون‌های تعیین خاصیت ضدمیکروبی آنها (تعیین MIC) و همچنین ارزیابی خواص ارگانولپتیکی دانه‌های انار پوشش داده شده با غلظت‌های مختلف عصاره و اسانس تعیین شد. به نحوی که طعم گس عصاره پوست انار چندان قابل تشخیص نباشد و همچنین اسانس و عصاره بر روی رنگ محصول، تأثیر قابل توجهی نداشته باشند.

آماده سازی نمونه و پوشش دهی دانه‌های انار

میوه‌های سالم و بدون ترک خوردگی انار از سردخانه به آزمایشگاه انتقال داده شدند. ابتدا میوه‌ها توسط آب مقطر شسته شده و خشک شدند. سپس به کمک چاقوی تیز از ناحیه مرکزی به دو نیم بریده شدند. دانه‌های انار به صورت دستی و در شرایط بهداشتی ایزوله، از پوست جدا شدند و در مقادیر ۱۵۰ گرمی وزن شدند. سپس در محلول‌های پوشش دهی به مدت ۲ دقیقه غوطه‌ور شدند. پس از غوطه‌وری، جهت حذف اضافه محلول پوشش‌دهی، نمونه‌ها بر روی آبکش ضدعفونی شده قرار گرفتند و در ادامه جهت خشک شدن دانه‌ها، نمونه‌ها به مدت ۴ ساعت در دمای محیط (۸-۶ °C) قرار داده شدند و سپس در ظروف PET[1] پوشیده شده با کیسه پلی آمید پوشش داده شده با فلز با روش دوخت حرارتی بسته بندی شد. به منظور بررسی تأثیر بسته بندی تحت خلاء، تمامی تیمارها مجدداً به روش فوق تهیه

1 . Poly ethylene terphetalate

شده و این‌بار، بسته بندی آنها تحت خلاء صورت گرفت. نمونه‌ها به مدت ۱۵ روز در دمای یخچال ۵ °C نگهداری شدند و آزمایشات مختلف در فواصل ۵ روزه بر روی آنها انجام شد. مدت زمان نگهداری، مطابق با پیش آزمون‌های صورت گرفته جهت تعیین حداکثر زمان نگهداری دانه‌های انار با حفظ خصوصیات کیفی و قابلیت مصرف تعیین شد. آب میوه مورد نیاز برای آزمون‌های مربوطه به صورت دستی با استفاده از فشار دست و فیلتراسیون از طریق توری تمیز استخراج شد (Zahran *et al.*, 2015).

روش های آزمون

تعیین افت وزن

افت وزن بوسیله اندازه گیری اختلاف وزن اولیه و وزن نهایی تعیین شده و نتایج به صورت درصد گزارش گردید.

$$\text{افت وزن} : \frac{\text{وزن اولیه} - \text{وزن ثانویه}}{\text{وزن اولیه}} \times ۱۰۰ \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

مواد جامد محلول

بریکس انار بر اساس استاندارد شماره ۲۶۸۵ توسط رفراکترومتر مدل Bertuzzl Lattometro اندازه گیری شد.

تعیین pH

پس از کالیبراسیون دستگاه pH متر توسط بافر ۴ و ۷، pH آب میوه استخراج شده از دانه‌ها اندازه گیری شد.

تعیین اسیدیته

بر اساس استاندارد آب میوه‌ها شماره ۲۶۸۵، به روش پتانسیومتری و به کمک دستگاه pH متر با اندکی تغییر انجام شد. ۲cc از آب میوه با ۵ cc آب مقطر رقیق شده سپس با سود ۰/۱ نرمال تا زمانی که pH آب میوه به۸/۱ برسد عمل تیتراسیون انجام شد و نتیجه به صورت زیر محاسبه گردید:

$$A = \frac{V \times 0.0064 \times 100}{m} \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

V حجم مصرفی هیدورکسید سدیم ۰/۱ نرمال بر حسب میلی لیتر

m مقدار نمونه بر حسب میلی لیتر

A اسیدیتـه بر حسب اسید سیتریک، برحسب گرم در صد گرم

آزمون میکروبی

شمارش کلی میکروارگانیسم‌های مزوفیل هوازی بر روی محیط کشت PCA (Plate Count Agar) طبق استاندارد ۵۴۸۴ و شمارش کلی مخمر و کپک روی محیط کشت Potato Dextrose Agar) PDA) طبق استاندارد ملی شماره۹۹۷ انجام شد و نتایج به صورت $CFUgr^{-1}$ گزارش گردید.

ارزیابی حسی

تست هدونیک پنج نقطه‌ای برای ارزیابی حسی نمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. برای این منظور، اعضای پانل متشکل از ۱۵ فرد، بدون آموزش اولیه و برمبنای تعریف خود از کیفیت مطلوب، به نمره‌دهی نمونه‌ها براساس رنگ، بو، بافت و طعم و مزه پرداختند. با در نظر گرفتن مجموع این ویژگی‌های حسی، میزان پذیرش کلی نمونه‌ها با امتیازهای یک تا پنج ارزیابی شد. به طوری که امتیاز یک برای پایین‌ترین کیفیت، امتیاز سه برای حد قابل عرضه به بازار و امتیاز پنج برای بالاترین کیفیت و پذیرش کلی مطلوب در نظر گرفته شد.

طرح آماری

همهٔ آزمون‌ها در سه تکرار در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام شدند. تحلیل و ارزیابی (ANOVA) با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 21 در سطح احتمال ۵٪ ($p<۰/۰۵$) و آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای تأیید وجود اختلاف بین میانگین‌ها انجام می‌گیرد.

نتایج و بحث

افت وزن

نتایج افت وزن دانه‌های انار در جدول ۱ نشان می‌دهد که میوه انار مانند سایر محصولات به مرور زمان طی نگهداری در شرایط سرد، وزن خود را از دست داده است و تأثیر زمان بر روی افت وزن دانه‌های انار در تمامی تیمارها معنی‌دار می‌باشد. کاهش وزن نمونه‌ها درنتیجه‌ی افت وزن حاصل از تنفس، تبخیر آب از میوه و فعالیت‌های اکسیداسیون موجود در انار ایجاد می‌شود و مکانیسم اصلی در کاهش وزن، تبخیر آب درنتیجه‌ی یک گرادیان فشار بخار آب در قسمت‌های مختلف میوه است (Zhou., 2008). نتایج این پژوهش در راستا با تحقیقات انجام شده توسط Caleb *et al* (2013) و Zahran *et al*., (2011) بود که یک افزایش تدریجی در افت وزن به مرور زمان در انار مشاهده کردند.

همان طور که مشخص است، پوشش CMC خالص تأثیر معنی داری در کنترل افت وزن در هیچکدام از زمان‌های نگهداری نداشته است. اما تیمارهای پوشش داده شده با CMC همراه با ترکیبات فعال و در دو حالت بسته بندی شده تحت خلاء و بدون خلاء توانستند افت وزن را در مقایسه با نمونه شاهد کاهش دهند. در دانه‌های انار تیمار شده با ترکیبات فعال به ترتیب نمونه‌های حاوی عصاره+ اسانس، اسانس و سپس عصاره افت وزن کمتری نسبت به هم و در مقایسه با نمونه کنترل داشتند. CMC یک پوشش آب دوست است و

پوشش‌های خوراکی هیدروکلوئیدی به خاطر ماهیت آب دوستی آنها دارای خواص ممانعتی ضعیفی در برابر بخار آب هستند (Jafarizadeh *et al*., 2011). اسانس به دلیل اینکه یک ترکیب روغنی است به علت افزایش مقاومت در برابر نفوذ بخار آب توانسته اثر قابل توجهی در کاهش افت وزن داشته باشد که این نتیجه در تحقیق Jafarizadeh *et al*., (2011) و Zhou (2008) *et al*.,نیز گزارش شده است. عصاره پوست انار نیز ممکن است به علت داشتن تانن ها که می‌توانند با اکسیژن اتمسفر ترکیب شده و باعث غیر فعال شدن آنها شوند به کنترل تنفس کمک می‌کند. ماهیت آب گریز ترکیبات فعال عصاره پوست انار نیز باعث کاهش افت وزن نمونه‌ها می‌شود (Karami *et al*., 2013 moghadam).

همچنین بسته بندی تحت خلاء نیز تأثیر معنی داری در کنترل افت وزن انار داشت. کاهش افت وزن در نمونه‌های بسته بندی شده تحت خلاء به دلیل پایین آوردن سطح اکسیژن در این نوع بسته بندی می‌باشد که باعث کاهش سرعت تنفس در محصول و کاهش افت وزن در نتیجه کاهش نرخ تنفس می‌شود (Denoya., 2015).

جدول۱. اثر پوشش‌های خوراکی و بسته بندی فعال روی افت وزن (٪) دانه های انار طی نگهداری در دمای یخچال

نمونه	زمان(روز) ۵	۱۰	۱۵
کنترل	۰/۸۳± ۰/۰۰^{b}	۳/ ۸۵± ۰/۰۳^{g}	۴/۴۷± ۰/۱۴^{h}
CMC	۰/۸۴ ± ۰/۰۰^{b}	۳/۸۳± ۰/۰۰^{i}	۴/۴۲± ۰/۰۳^{h}
CMC + عصاره	۰/ ۶۰± ۰/۰۰^{b}	۳/۶۰± ۰/۰۰^{g}	۴/۴۱± ۰/۰۰^{h}
CMC + اسانس	۰/۵۸± ۰/۴^{b}	۲/۷۹± ۰/۰۰^{e}	۴/۳۵± ۰/۰۰^{h}
CMC+ عصاره+ اسانس	۰/۳۰± ۰/۱۱^{a}	۲/۷۸±۰/۱۱ ^{e}	۴/۳۲± ۰/۰۴^{h}
وکیوم	۰/۸۱ ± ۰/۱۵^{b}	۳/۰۵± /۱۹^{f}	۳/۸۴± ۰/۰۰^{g}
CMC+ وکیوم	۰/۷۶± ۰/۰۰^{b}	۳/۰۳± ۰/۰۳^{f}	۳/۸۰± ۰/۰۳^{g}
CMC+ وکیوم+ عصاره	۰/۶۰± ۰/۰۰^{b}	۲/ ۳۴± ۰/۰۰^{d}	۳/۱۷± ۰/۰۳^{f}
CMC+ وکیوم+ اسانس	۰/۲۲± ۰/۰۰^{a}	۲/ ۵۰ ± ۰/۰۰^{d}	۳/۱۰± ۰/۰۰^{f}
CMC+ وکیوم+ عصاره+ اسانس	۰/۲۲± ۰/۰۰^{a}	۰/۶۰± ۰/۰۰^{b}	۱/ ۴۹± ۰/۰۰^{c}

* حروف غیرمشابه نشان دهندهٔ وجود اختلاف در سطح ۵٪ است ($p<0.05$).

مواد جامد محلول

تغییرات مواد جامد محلول در جدول ۲ نشان داده شده است. مواد جامد محلول نمونه شاهد در روز صفر۲۰/۰۰ بود که طی دوره‌های مختلف نگهداری به طور معنی داری کاهش پیدا کرده است. نتایج نشان داد که بسته بندی تحت خلاء و پوشش دهی نقش مثبتی در حفظ مواد جامد محلول نسبت به شاهد داشتند. اما اثر زمان بر مواد جامد محلول معنی دار بوده است ($P <0.05$) است. تأثیر توأم عصاره و اسانس در حفظ بریکس انار بیشتر از تأثیر آنها بصورت مجزا بود. همچنین بسته بندی تحت خلاء نیز بریکس انار را بطور معنی داری در سطح بالاتر از تیمارهای با بسته بندی معمولی حفظ نمود.

قند ماده تشکیل دهنده اصلی مواد جامد محلول است و در طی تنفس و دیگر فعالیت‌های بیوشیمیایی مصرف می‌شود (Gol *et al*., 2013). نتایج بدست آمده در این پژوهش ممکن است مربوط به اثر مهاری اتمسفر خلاء و پوشش CMC حاوی ترکیبات فعال روی تنفس باشد که این نتایج مطابق با مطالعات Gol *et al*., (2013) و Zhou *et al*., (2008) است که نشان دادند پوشش CMC می‌تواند در مقایسه با نمونه شاهد مواد جامد محلول را در توت فرنگی و گلابی بهتر حفظ کند.

Ayhan & Es¸Turk (2009) گزارش کردند که TSS در تمامی انارهای بسته بندی شده به صورتMAP ، تا روز ۹ بدون تغییر باقی مانده و بعد از آن شروع به کاهش کرده است. اما Ghasemnezhad *et al*., (2013) یک افزایش تدریجی در TSS در طول ذخیره سازی دانه‌های انار پوشش دار و بدون پوشش گزارش کردند.

pH

تغییرات pH دانه‌های انار در جدول ۳ نشان داده شده است. pH در روز صفر در نمونه شاهد ۳/۴۳ بود و در پایان دوره نگهداری در تمام تیمارها و نمونه کنترل افزایش یافت. تغییرات pH در نمونه شاهد معنی‌دار نبود اما تحت تأثیر پوشش فعال و بسته بندی تحت خلاء، pH در طول زمان بطور معنی داری افزایش پیدا کرد. تیمارهای CMC ، ترکیبات فعال و بسته بندی خلاء نسبت به شاهد تأثیر معنی دار آن‌چنانی بر روی pH نشان ندادند. به طور کلی تغییرات pH با دلایل مختلفی در ارتباط

است. از جمله عوامل موثر در تغییر pH در حین نگهداری دانه‌های انار، می‌توان بدین موارد اشاره نمود: تغییر در شرایط بیوشیمیایی میوه، آهسته تر شدن سرعت تنفس و فعالیت متابولیک و مصرف اسیدها ضمن تنفس در طول ذخیره سازی (Zahran *et al*., 2015).

جدول ۲. اثر پوشش‌های خوراکی و بسته بندی فعال روی مواد جامد محلول (٪) دانه های انار طی نگهداری در دمای یخچال

نمونه	زمان(روز) ۵	۱۰	۱۵
کنترل	۱۸/۰۰± ۰/۰۰ ^{def}	۱۵/۷۵± ۰/ ۳۵^{b}	۱۴/ ۰۰± ۰/۰۰^{a}
CMC	۱۸/۷۵±۰/۷۱ ^{efg}	۱۷/۰۰±۰/۰۰^{cd}	۱۴/ ۵۰± ۰/۷۱^{a}
CMC + عصاره	۱۹/ ۰۰± ۰/۰۰^{fgh}	۱۷/ ۵۰± ۰/ ۷۱^{cd}	۱۵/ ۷۵± ۰/۰۰^{b}
CMC + اسانس	۱۹/ ۰۰± ۰/ ۰۰^{fgh}	۱۷/ ۵۰± ۰/ ۷۱^{cd}	۱۴/ ۵۰±۰/۷۱ ^{a}
CMC+ عصاره+ اسانس	۱۹/ ۲۵± ۰/ ۳۵^{gh}	۱۷/ ۵۰± ۰/ ۷۱^{de}	۱۵/ ۷۵± ۰/۳۵ ^{b}
وکیوم	۱۹/ ۰۰± ۰/ ۰۰^{fgh}	۱۷/ ۵۰± ۰/ ۷۱^{de}	۱۶/ ۰۰± ۰/ ۰۰^{bc}
CMC+ وکیوم	۱۹/ ۵۰± ۰/ ۷۱^{gh}	۱۸/ ۰۰± ۰/ ۰۰^{def}	۱۷/ ۰۰± ۰/۰۰ ^{cd}
CMC+ وکیوم+ عصاره	۲۰/ ۰۰± ۰/ ۰۰^{h}	۱۹/۵۰± ۰/ ۷۱^{gh}	۱۷/ ۲۵± ۰/۳۵^{d}
CMC+ وکیوم+ اسانس	۲۰/ ۰۰± ۰/۰۰^{h}	۱۹/۷۵± ۰/ ۳۵^{h}	۱۸/۰۰± ۰/ ۰۰^{def}
CMC+ وکیوم+ عصاره+ اسانس	۱۹/ ۵۰± ۰/ ۷۱^{gh}	۱۹/۵۰± ۰/ ۷۱^{gh}	۱۷/ ۷۵± ۰/۳۵^{de}

*حروف غیرمشابه نشان دهندهٔ وجود اختلاف در سطح ۵٪ است ($p<0.05$).

در پایان دوره نگهداری pH هم در انار شاهد و هم نمونه‌های تیمار شده افزایش پیدا کرد. همه تیمارها pH پایین تری نسبت به نمونه شاهد داشتند. تغییرات اندک در pH نمونه‌های پوشش داده شده و بسته بندی شده تحت خلاء می‌تواند به دلیل حذف اکسیژن از محیط و افزایش دی اکسید کربن توسط بسته بندی خلاء، خاصیت نیمه تراوایی پوشش نسبت به نفوذ گازها و بلوکه کردن اکسیژن توسط ترکیبات فعال باشد که در نهایت باعث کاهش نرخ تنفس می‌شوند. نتایج این تحقیق مطابق با نتایج Ergun *et al*., (2009) و Zahran *et al*., (2011) بود که افزایش تدریجی pH طی دوره نگهداری سرد را گزارش کردند و در تضاد با نتایج Ayhan & Es¸Turk., (2009) است که مشاهده کردند pH دانه‌های انار یک کاهش جزئی از ۳/۳ به ۳/۲ نشان می‌دهد. Gol *et al*., (2013) مشاهده کردند که pH در طول ذخیره سازی توت فرنگی، در تمامی نمونه‌ها (هم تیمار شده و هم شاهد) افزایش یافت و افزایش pH در شاهد نسبت به توت فرنگی پوشش داده شده با CMC بیشتر بوده است که این مطابق با نتایج بدست آمده در این پژوهش می‌باشد.

اسیدیته

در جدول ۴ تغییرات اسیدیته دانه‌های انار طی دوره نگهداری نشان داده شده است. اسیدیته نمونه شاهد در روز صفر۰/۸۷ بود. روند تغییرات اسیدیته در طول زمان نگهداری دانه‌های انار به صورت کاهشی بوده است. اما این کاهش تحت تأثیر پوشش فعال و بسته بندی تحت خلاء کمتر شد. همچنین در نمونه وکیوم شده حاوی عصاره+ اسانس در روز ۵ و ۱۰ اسیدیته به مقدار ناچیزی افزایش یافت.

اسیدیته مستقیماً مربوط به اسیدهای آلی موجود در میوه می‌باشد و کاهش اسیدیته ممکن است به دلیل تغییرات متابولیک در میوه باشد. یا انتظار می‌رود به دلیل استفاده از اسیدهای آلی در روند تنفس و تبدیل آنها به قند باشد (Zhou ; Zahran *et al*.,2015; Gol *et al*., 2013 *et al*., 2008). کاهش اسیدیته در تحقیقات پیشین روی میوه‌هایی مانند گلابی و توت فرنگی که به ترتیب به وسیله پوشش CMC و CMC همراه با کیتوزان تیمار شده بودند نیز گزارش شده است.

Zhou *et al*., (2008) و Gol *et al*., (2013) نیز ادعا کردند که نمونه های پوشش داده شده بهتر از شاهد توانسته‌اند اسیدیته را حفظ کنند. در تحقیق Martínez *et al*., (2013) اسیدیته در دانه‌های انار شاهد و پوشش داده شده با ژل آلوئه ورا کاهش یافت و تنها در نمونه‌های تحت تیمار با آلوئه ورا و اسید اسکوربیک، اسیدیته حفظ شد و حتی پس از ۸ روز نگهداری افزایش یافت.

جدول ۳. اثر پوشش‌های خوراکی و بسته بندی فعال روی pH دانه های انار طی نگهداری در دمای یخچال

نمونه	زمان(روز) ۵	۱۰	۱۵
کنترل	۳/۷۶± ۰/۰۸^{de}	۳/ ۷۷± ۰/ ۰۸^{e}	۳/ ۷۸± ۰/۰۴^{e}
CMC	۳/۷۴ ±۰/۰۱ ^{cde}	۳/ ۷۶± ۰/ ۰۶^{de}	۳/ ۷۷± ۰/۰۱^{e}
CMC + عصاره	۳/ ۶۴± ۰/۰۴^{b}	۳/ ۷۴± ۰/ ۰۱^{cde}	۳/ ۷۶ ± ۰/۰۹^{e}
CMC + اسانس	۳/۶۳ ± ۰/۰۰^{b}	۳/ ۷۵ ± ۰/۰۰^{cde}	۳/ ۷۶ ±۰ /۰۵^{e}
CMC + عصاره+ اسانس	۳/۴۸ ± ۰/۰۵ ^{a}	۳/ ۷۵ ± ۰ /۰۳^{cde}	۳/۷۶ ± ۰/۰۳^{e}
وکیوم	۳/۶۵ ± ۰/۰۱^{bc}	۳/ ۷۵ ± ۰/۰۴^{cde}	۳/ ۷۶ ± ۰/۰۶^{e}
CMC + وکیوم	۳/۶۶ ± ۰/۰۳ ^{bcd}	۳/ ۷۶±۰/۰۸ ^{de}	۳/ ۷۶ ± ۰/۰۵^{e}
CMC + وکیوم+ عصاره	۳/۶۳± ۰/۰۲^{b}	۳/ ۶۵± ۰/۰۱^{bc}	۳/ ۷۵ ± ۰/۰۳^{cde}
CMC+ وکیوم+ اسانس	۳/ ۴۹ ± ۰/۰۱^{a}	۳/۶۱ ±۰/۲۸^{b}	۳/ ۷۵± ۰/۰۳^{cde}
CMC+ وکیوم+ عصاره+ اسانس	۳/ ۴۶ ± ۰/۰۳ ^{a}	۳/ ۶۶± ۰/۰۱ ^{bcd}	۳/ ۷۳± ۰/۰۰^{cde}

* حروف غیرمشابه نشان دهندهٔ وجود اختلاف در سطح ۵٪ است ($p<0.05$).

جدول ۴. اثر پوشش‌های خوراکی و بسته بندی فعال روی اسیدیته دانه های انار طی نگهداری در دمای یخچال

نمونه	زمان نگهداری (روز) ۵	۱۰	۱۵
کنترل	۰/۷۴± ۰/۰۴^{abcd}	۰/۷۱± ۰/۰۲^{a}	۰/۷۱±۰/۰۰^{a}
CMC	۰/۷۶±۰/۰۳ ^{bcde}	۰/۷۳± ۰/۰۰^{abc}	۰ /۷۲± ۰/۰۰^{ab}
CMC + عصاره	۰/۸۲± ۰/۰۲^{fgh}	۰/۸۱± ۰/ ۰۱^{fgh}	۰/۷۴± ۰/۰۰^{abcd}
CMC + اسانس	۰/۸۵± ۰/۰۲^{hi}	۰/۸۲± ۰/۰۲^{fgh}	۰/۸۰± ۰/۰۰^{efg}
CMC+ عصاره+ اسانس	۰/۸۷± ۰/ ۰۳^{i}	۰/۸۰± ۰/ ۰۰^{efg}	۰/۸۱± ۰/۰۱^{fgh}
وکیوم	۰/۷۷± ۰/ ۰۴^{ghi}	۰/۷۵± ۰/۰۲^{abcd}	۰/۷۲± ۰/۰۲^{abc}
CMC+ وکیوم	۰/۷۸± ۰/ ۰۲^{cdef}	۰/۷۵± ۰/۰۴^{abcde}	۰/۷۴± ۰/۰۰^{abcd}
CMC+ وکیوم+ عصاره	۰/۸۲± ۰/ ۰۱^{ghi}	۰/۸۰± ۰/۰۰^{efg}	۰/۷۶ ± ۰/۰۳^{bcde}
CMC+ وکیوم+ اسانس	۰/۸۷± ۰/ ۰۳^{i}	۰/۸۲±۰ /۰۱^{ghi}	۰/۸۲± ۰/۰۲^{fgh}
CMC+ وکیوم+ عصاره+ اسانس	۰/۸۷± ۰/۰۰ ^{i}	۰/۸۶± ۰/ ۰۰^{hi}	۰/۸۷± ۰/۰۱^{i}

* حروف غیرمشابه نشان دهندهٔ وجود اختلاف در سطح ۵٪ است ($p<0.05$).

کیفیت میکروبی

شمارش کپک و مخمر و باکتری‌های مزوفیل هوازی برای دانه‌های انار کنترل صفر بود (جدول ۵). تیمارهای پوشش داده شده در مقایسه با شاهد بهتر توانستند رشد میکروارگانیسم‌ها را کنترل کنند. در طول دوره نگهداری، باکتری‌های مزوفیل هوازی در نمونه‌های تیمار شده هیچ گونه رشدی نداشتند و رشد آنها در نمونه کنترل در روز ۱۰ و ۱۵ زیر حد تشخیص بود. برای کپک و مخمرها تا روز ۵ رشدی مشاهده نشد و در روز ۱۰ تعداد کپک و مخمرها زیر حد تشخیص ($<1\times 10 CFU\ gr^{-1}$) بود به استثنای نمونه‌های وکیوم شده حاوی عصاره + اسانس و اسانس که در آنها هیچ‌گونه رشدی مشاهده نشد. تنها تیماری که نسبت به شاهد به خوبی توانست رشد میکروب‌ها را کنترل کند نمونه CMC + اسانس و وکیوم شده بود که شمارش میکروبی آن در هر سه دوره نگهداری صفر بود. البته نمونه CMC + عصاره+ اسانس و وکیوم شده توانست به خوبی رشد میکروارگانیسم‌ها را در هر سه دوره نگهداری کنترل کند و تنها در روز ۱۵ رشد کپک و مخمر در آن مشاهده شد که زیر حد تشخیص بود.

نمونه‌های وکیوم شده در مقایسه با نمونه‌های بدون وکیوم و شاهد به خوبی توانستند رشد کپک و مخمرها را کنترل کنند. اکسیژن یکی از عوامل فساد در مواد غذایی است و باعث رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های هوازی (باکتری های هوازی، مخمرها و کپک‌ها) می‌شود و بسته بندی وکیوم با کاهش اکسیژن در محیط، رشد هوازی‌ها را محدود می‌کند. ترکیبات فعال نیز به خوبی توانستند روی کنترل رشد میکروارگانیسم‌ها اثر مثبت بگذارند. خواص ضد میکروبی عصاره مزبور مربوط به وجود اسید گالیک، الاجیک اسید و پونیکالاگین می‌باشد که دارای فعالیت ضد میکروبی قوی هستند. مکانیسم فعالیت عصاره مربوط به واکنش ترکیبات فنولی با پروتئین غشا و رسوب آنها و مهار آنزیم ترانسفراز گلیکوزیل بوده که در نهایت منجر به تحلیل غشای سلولهای میکروبی می‌شود (Ismail *et al.*, 2012). محققان اثر ضد میکروبی اسانس را به توانایی نفوذ آنها از غشا به درون سلول، مهار خواص کاربردی سلول و خواص چربی دوستی آنها نسبت داده‌اند (Rivera Calo *et al.*, 2015).

تعداد بیشتر مخمر و کپک‌ها در این مطالعه دلالت بر توانایی رشد آنها در pH پایین نسبت به باکتری مزوفیل هوازی دارد (Suarez-Jacobo *et al.*, 2010). نتایج ما مطابق با نتایج گزارش شده توسط Oz & Ulukanl (2012) بود. (2013) Caleb *et al.*, نیز در نتایج خود اشاره به این کردند که رشد کپک‌ها و مخمرها در دانه‌های انار، بیشتر از باکتریها بوده است و تعداد آنها در تمامی بسته بندی‌های MAP تا روز ۷ و ۱۰ در دمای ۱۰ °C و ۵ °C زیر حد تشخیص بوده و برای نمونه کنترل از روز ۳ در ۵ °C به بیش از $3/5 \log CFUgr^{-1}$ افزایش یافت.

پذیرش کلی

پوشش خوراکی حاوی عصاره پوست انار و اسانس گل محمدی و زمان نگهداری و همچنین اثر متقابل پوشش و زمان نگهداری، اثر معنی‌داری بر روی پذیرش کلی نمونه‌های پوشش داده شده داشت ($p < 0.05$). همان طور که در جدول ۶ نشان داده است، با گذشت زمان نگهداری، امتیاز پذیرش کلی در تمامی نمونه‌ها رو به کاهش گذاشته است که نشان دهنده‌ی افت کیفیت محصول در طول نگهداری می‌باشد. با توجه به جدول ۶ بیشترین امتیاز از نظر پذیرش کلی در ارزیابی حسی در روز پانزدهم، با مقدار ۳/۳۳ مربوط به نمونه‌های دارای ترکیب پوشش حاوی عصاره و اسانس و نمونه‌های دارای پوشش حاوی اسانس به همراه بسته بندی تحت خلاء بود. کمترین امتیاز با مقدار ۲/۰۶ مربوط به نمونه بسته بندی شده تحت خلاء گزارش شد. در روز پنجم نمونه حاوی اسانس در مقایسه با نمونه‌های دیگر نمره کمتری گرفت که این ممکن است به خاطر بوی تند اسانس باشد. در حالیکه در روزهای بعدی، با کاهش شدت آروماي اسانس، این اثر منفی کمتر شد. در پایان دوره نگهداری دانه‌های انار تیمار شده با پوشش فعال خصوصاً نمونه‌هایی که با بسته بندی شده تحت خلاء نگهداری شده بودند توانستند حداقل امتیاز ۳ (حد قابل عرضه به بازار) را کسب کنند. بطور کلی نتایج ارزیابی حسی نشان داد که پوشش‌های خوراکی تأثیر منفی بر روی پذیرش محصول توسط مصرف کننده نداشته و توانستند ویژگی‌های حسی دانه‌های انار را در سطح مطلوبی حفظ کنند و در این میان، تأثیر پوشش‌های خوراکی بیشتر از بسته بندی تحت خلاء بود.

جدول۵. اثر پوشش‌های خوراکی و بسته بندی فعال روی شمارش کپک و مخمر (CFU/gr) دانه های انار طی نگهداری در دمای یخچال

نمونه	زمان(روز) ۵	۱۰	۱۵
کنترل	۰/۰۰±۰/۰۰ [a]	۹/۵۰± ۰ /۷۱ [f]	۳۹/ ۵۰± ۰ /۷۱ [j]
CMC	۰/۰۰±۰/۰۰ [a]	۸ /۵۰± ۰ /۷۱ [f]	۴۰/ ۵۰± ۰ /۷۱ [j]
CMC + عصاره	۰/۰۰±۰/۰۰ [a]	۵/۵۰± ۰ /۷۱ [de]	۳۵/۰۰± ۰/۰۰ [i]
CMC + اسانس	۰/۰۰±۰/۰۰ [a]	۴/۵۰±۰/ ۰۰ [cd]	۲۷/ ۵۰± ۰ /۷۱ [h]
CMC+ عصاره+ اسانس	۰/۰۰±۰/۰۰ [a]	۵ /۵۰± ۰ /۷۱ [de]	۲۸/ ۰۰± ۰/۰۰ [h]
وکیوم	۰/۰۰±۰/۰۰ [a]	۴/۰۰± ۰/ ۰۰ [bc]	۲۸/ ۵۰± ۰ /۷۱ [h]
CMC+ وکیوم	۰/۰۰±۰/۰۰ [a]	۶/۵۰± ۰ /۷۱ [e]	۳۹/ ۵۰± ۰ /۷۱ [j]
CMC+ وکیوم+ عصاره	۰/۰۰±۰/۰۰ [a]	۳/۰۰± ۰ /۷۱ [b]	۲۳/ ۵۰± ۰ /۷۱ [g]
CMC+ وکیوم+ اسانس	۰/۰۰±۰/۰۰ [a]	۰/۵۰± ۰ /۷۱ [a]	۰/ ۵۰± ۰ /۷۱ [a]
CMC+ وکیوم+ عصاره+ اسانس	۰/۰۰±۰/۰۰ [a]	۰/۰۰±۰/۰۰ [a]	۴/ ۵۰± ۰ /۷۱ [cd]

* حروف غیرمشابه نشان دهندهٔ وجود اختلاف در سطح ۵٪ است ($p<0.05$).

جدول۶. اثر پوشش‌های خوراکی و بسته بندی فعال روی امتیاز پذیرش کلی دانه های انار طی نگهداری در دمای یخچال

نمونه	زمان(روز) ۵	۱۰	۱۵
کنترل	۳/۶۶± ۰/۱۱ [d]	۳/۶۶± ۰/۲۳ [d]	۲/۲۶ ± ۰/۲۳ [a]
CMC	۳/۳۳ ± ۰/۱۱ [c]	۳/۶۰ ± ۰/۰۰ [d]	۲/۱۳ ± ۰/۱۱ [a]
CMC + عصاره	۳/۴۶ ± ۰/۱۱ [d]	۳/۶۶ ± ۰/۱۱ [d]	۲/۱۰ ± ۰/۱۳ [a]
CMC + اسانس	۳/۳۰ ± ۰/۱۱ [c]	۳/۷۳ ± ۰/۱۲ [e]	۳/۰۶ ± ۰/۱۱ [b]
CMC+ عصاره+ اسانس	۳/۶۶ ± ۰/۱۲ [d]	۳/۲۰ ± ۰/۰۰ [c]	۳/۳۳ ± ۰/۱۱ [c]
وکیوم	۳/۲۶± ۰/۳۰ [c]	۳/۴۶ ± ۰/۱۲ [d]	۲/۰۶ ± ۰/۱۱ [a]
CMC+ وکیوم	۳/۶۰ ± ۰/۱۷ [d]	۳/۸۳ ± ۰/۰۵ [e]	۲/۲۳ ± ۰/۰۶ [a]
CMC+ وکیوم+ عصاره	۳/۴۶ ± ۰/۱۱ [d]	۴/۲۶± ۰/۱۲ [f]	۳/۱۰ ± ۰/۱۲ [b]
CMC+ وکیوم+ اسانس	۳/۱۳ ± ۰/۱۱ [c]	۴/۳۰ ± ۰/۱۰ [f]	۳/۳۳ ± ۰/۱۱ [c]
CMC+ وکیوم+ عصاره+ اسانس	۳/۸۰ ± ۰/۰۰ [e]	۴/۱۶ ± ۰/۱۵ [f]	۳/۲۷ ± ۰/۰۶ [c]

* حروف غیرمشابه نشان دهندهٔ وجود اختلاف در سطح ۵٪ است ($p<0.05$).

نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش، استفاده از پوشش‌های خوراکی CMC حاوی عصاره پوست انار و اسانس گل محمدی و همچنین بسته بندی تحت خلاء به منظور افزایش ماندگاری دانه‌های انار آماده مصرف بود. نتایج ثابت کرد که این دو نوع فراوری، در کاهش از دست دادن آب، تنفس و کاهش بار میکروبی مفید بوده و در عین حال تأثیر زیادی بر روی پذیرش کلی محصول ندارند. همچنین مشخص شد که استفاده همزمان از بسته بندی تحت خلاء و پوشش خوراکی، اثر سینرژیستی بر روی حفظ خصوصیات کیفی دانه‌های انار دارد. بطور کلی، نمونه پوشش داده شده با ۰/۲۵ درصد اسانس گل محمدی و بسته بندی شده تحت خلاء بهترین خصوصیات شیمیایی، میکروبی و حسی را نشان داد. نتایج این پژوهش نشان داد که با ترکیب بسته بندی تحت خلاء و پوشش خوراکی فعال، می‌توان محصول جدید دانه‌های انار آماده مصرف را به بازار مصرف ایران ارائه نمود بطوریکه ماندگاری و خصوصیات کیفی خود را در طول نگهداری حفظ نماید.

REFERENCES

Ahmed, S.A., Abood, N.H. & Al-Janabi, A.A. (2013). Antimicrobial effect of pomegranate peel extract on some pathogenic microorganisms. *Engineering & Technology Journal*, 31, 316-624.

Arnon, H., Granit, R., Porat, R. & Poverenov, E. (2014). Effects of carboxymethyl cellulose and chitosan bilayer edible coating on postharvest quality of citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 87, 21–26.

Ayhan, Z. & Es¸Turk, O. (2009). Overall Quality and Shelf Life of Minimally Processed and Modified Atmosphere Packaged "Ready-to-Eat" Pomegranate Arils. *Journal of Food Science*, 74, 399-405.

Basiri, S., Shekarforoush, S.H., Aminlari, M. & Akbari, S. (2015). The effect of pomegranate peel extract (PPE) on the polyphenol oxidase (PPO) and quality of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during refrigerated storage. *Food Science and Technology*, 60, 1025–1033.

Caleb, O.J., Mahajan, P. V., Al-Said, A.J. & Opara, U. L. (2013). Modified atmosphere packaging technology of fresh and fresh-cut produce and the microbial consequences. *Food Bioprocess Technology*, (6), 303–329.

Caleb, O.J., Mahajan, P.V., Manley, M. & Opara, U.L. (2013). Evaluation of parameters affecting modified atmosphere packaging engineering design for pomegranate arils. *International Journal of Food Science and Technology*, 48, (11), 2315–2323.

Caleb, O.J., Opara, U.L. & Witthuhn, C.R. (2012). Modified atmosphere packaging of pomegranate fruit and arils. *Food and Bioprocess Technology*, 5, 15-30.

Denoya, G.I., Vaudagna, S.R. & Polenta, G. (2015). Effect of high pressure processing and vacuum packaging on the preservation of fresh-cut peaches. *LWT-Food Science and Technology*, 62, 801-806.

Dhall, R.K. (2012). Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53, 435–450.

Dhumal, S.S., Karale, A.R., Jadhav, S.B. & Kad, V.P. (2014). Recent advances and the developments in the pomegranate processing and utilization: a review. *Journal of Agriculture and Crop Science*, 1, 01-17.

Ergun, M. & Ergun, N. (2009). Maintaining quality of minimally processed pomegranate arils by honey treatments. *British Food Journal*, 111, 396-406.

Ghanbarzadeh, B. & Almasi, H. (2011). Physical properties of edible emulsified based on carboxymethyl cellulose and oleic acid. *International Journal of Biological Macromolecules*, 48, 44-49.

Ghasemnezhad, M., Zareh, S., Rassab, M. & Sajedic, 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, 368–374.

Ghorbani, M., Sedaghat, N. & Milani, E (2014). Novel packaging for quality preservation and shelf life extension of ready to eat pomegranate arils. *Packaging Science and Technologies*, 5(20), 16-39 [In Farsi].

Gol, N.B., Patel, P.R. & Ramana Rao, T.V. (2013). Improvement of quality and shelf-life of strawberries with ediblecoatings enriched with chitosan. *Postharvest Biology and Technology*, 85, 185–195.

Hussain, P.R., Suradkar, P.P., Wani, A.M. & Dar, M.A. (2015). Retention of storage quality and post-refrigeration shelf-life extension of plum (*Prunus domestica* L.) cv. Santa Rosausing combination of carboxy methyl cellulose (CMC) coating and gamma irradiation. *Radiation Physics and Chemistry*, 107, 136–148.

Ismail,T., Sestili, P. & Akhtar, S. (2012). Pomegranate peel and fruit extracts: Areview of potential anti-inflammatory and anti-infective effects. *Journal of Ethnopharmacology*, 143, 397–405.

Jafarizadeh Malmiri, H., Osman, A., Tan, C.P. & Abdul Rahman, R. (2011). Evaluation of effectiveness of three cellulose derivative-based edible coatings on changes of physico-chemical characteristics of 'Berangan' banana (*Musa*

sapientum cv. Berangan) during storage at ambient conditions. *International Food Research Journal*, 18(4), 1381-1386.

Kapetanakou, A.E., Stragkas, I.G. & Skandamis, P.N. (2015). Developing an antimicrobial packaging of ready-to-eat pomegranate arils based on vapors of brandy or distillery ethanol. *Food Research International*, 69, 141–150.

Karami Moghadam, A., Emam Jome, Z. & Yassini Ardakani, S.A. (2014). Study Physical properties, mechanical, barrier, and antimicrobial films containing sodium caseinate pomegranate peel extract. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 45(2), 121 -130.

Lopez-Rubira, V., Andres Allende, A. & Artes, F. (2005). Shelf life and overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV-C. *Postharvest Biology and Technology*, 37, 174–185.

Maghoumi, M., Gómez, P.A., Mostofi, Y., Zamani, Z., Artés-Hernández, F. & Artés, F. (2013). Combined effect of heat treatment, UV-C and superatmospheric oxygen packing on phenolics and browning related enzymes of fresh-cut pomegranate arils. *LWT - Food Science and Technology*, 54, 389–396.

Maria, I., Gil, J.A., Martınez, A. & Francisco, A. (1996). Minimally Processed Pomegranate Seeds. *LWT-Food Science and Technology*, 29, 708–713.

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.

Nabigol, A. & Asghari, A. (2013). Antifungal activity of Aloe vera gel on quality of minimally processed pomegranate arils. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (4), 833-838.

O'Grady, L., Sigge, G., Caleb, O. J. & Opara, U.L. (2014). Bioactive compounds and quality attributes of pomegranate arils (*Punica granatum* L.) processed after long-term storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 2, 30 – 37.

OZ, A.T. & Ulukanl, Z. (2012). Application of edible of strach-based coating including glycerol plus *oleum nigella* on arils from long-stored whole pomegranate fruits. *Journal of Food Processing and Preservation*, 36, 81–95.

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

Rivera Calo, J., Crandall, Ph.G., O'Bryan, C.A. & Ricke, S.C. (2015). Essential oils as antimicrobials in food systems. *Food Control*, 54, 111-119.

Shahi, T. & Mirzayi, H. (2013). Using of modified atmosphere for packaging and preservation of pomegranate arils. *Packaging Science and Technologies*, 4(16), 24-36 [In Farsi].

Sreekumar, S., Sithul, H., Muraleedharan, P., Mohammed Azeez, J. & Sreeharshan, S. (2014). Pomegranate fruit as a rich source of biologically active compounds. *BioMed Research International*, 67, 1-12.

Suárez-Jacobo, A., Gervilla, R., Guamis, B., Roig-Sagués, A.X. & Saldo, J. (2010). Effect of UHPH on indigenous microbiota of apple juice: a preliminary study of microbial shelf-life. *International Journal of Food Microbiology*, 136, 261–267.

Ulusoy, S., Boşgelmez-Tinaz, G. & Seçilmiş-Canbay, H. (2009). Tocopherol, carotene, phenolic contents and antibacterial properties of rose essential oil, hydrosol and absolute. *Current Microbiol*ogy, 59 (5), 554–558.

Yaman, O. & Bayoindirli, L. (2002). Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. *LWT – Food Science and Technology*, 35, 146-150.

Zahran, A.H., 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.

Zhou, R., Mo, Y., Li, Y., Zhao, Y., Zhang, G. & Hu, Y. (2008). Quality and internal characteristics of Huanghua pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai, cv. Huanghua) treated with different kinds of coatings during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 49, 171–179.