

# بسته‌بندی‌های نوین جهت حفظ خصوصیات کیفی و بهبود ماندگاری دانه‌های انار آماده مصرف

ناصر صداقت<sup>۱\*</sup>، مریم قربانی<sup>۲</sup>، الناز میلانی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت مقاله: مرداد ماه ۱۳۹۳

تاریخ پذیرش مقاله: دی ماه ۱۳۹۳

## چکیده

گاز عمل می‌کنند و برخی مانند کیتوزان خاصیت ضد میکروبی و ضد قارچی نیز دارند. پوشش‌دهی دانه‌های انار با ژل آلوه ورا و عسل نیز موجب حفظ خصوصیات کیفی آن می‌گردد.

## واژه‌های کلیدی

دانه‌های انار، پوشش‌دهی<sup>۴</sup>، کیتوزان<sup>۵</sup>، ژل آلوه ورا<sup>۶</sup>، اسانس روغنی، اتمسفر اصلاح شده<sup>۷</sup> و ماندگاری.

## ۱- مقدمه

انار<sup>۸</sup> میوه شاخص بسیاری از کشورهای نیمه گرمسیری و گرمسیری از جمله اکثر کشورهای مدیترانه‌ای است و میوه محبوب بومی ایران و مناطق اطراف می‌باشد [۶]. در حال حاضر، تولید انار در جهان حدود ۲/۵ میلیون تن با تولید غالب هند و ایران تخمین زده می‌شود. ایران با تولید بیش از ۶۰۰ هزار تن، اولین تولیدکننده این میوه پاییزه محسوب می‌شود. براساس آمار گمرک ایران، در سال ۹۰ بیش از ۷ هزار و ۶۰۰ تن انار به ارزش ۱۱ و ۳ دهم میلیون دلار از کشور صادر شده است که "عراق، هلند، ارمنستان، افغانستان، امارات، ترکمنستان و روسیه" به ترتیب بزرگ‌ترین بازارهای صادراتی انار ایران بودند. در سال ۱۳۹۱، کل تولید انار کشور ۸۳۲ هزار تن بود که نسبت به آمار تولید ۱۰ سال گذشته روند افزایشی داشته است، همچنین میزان صادرات انار حدود

دوره رسیدن و مصرف میوه‌های تازه از جمله انار نسبتاً کوتاه است. به علاوه مصرف انار عمدتاً به دلیل خارج کردن سخت دانه‌ها چندان متداول نمی‌باشد. از این رو، میوه انار با حداقل فرآوری شده (دانه‌های انار آماده مصرف) بجای میوه کامل، محصول جذاب‌تری به مصرف‌کنندگان ارائه و چشم‌انداز تولید و مصرف انار را افزایش می‌دهد. در سال‌های اخیر، دانه‌های انار آماده مصرف به علت سهولت مصرف، ارزش تغذیه‌ای بالا و خصوصیات حسی منحصر به فرد، عامه‌پسند شده‌اند. با توجه به ارزش تغذیه‌ای انار، دانه‌های انار با حداقل فرآوری و بسته‌بندی شده تحت اتمسفر اصلاح یافته راه جدیدی برای استفاده بهینه از میوه درجه پایین با نقص‌های سطحی پوست مانند ترک، شکاف و آفتاب سوختگی را ارائه می‌دهد. میوه‌ها و سبزیجات با حداقل فرآیند، به علت افزایش فرآیندهای آنزیمی درون‌زا و سرعت تنفس، مستعد افزایش افت کیفی و آلودگی میکروبی می‌گردند. فناوری بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده، امکان به تأخیر انداختن میزان تنفس و افزایش مدت ماندگاری محصولات تازه را فراهم می‌کند. پوشش‌های خوراکی نیز به عنوان مانعی در برابر مهاجرت رطوبت و

۱- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی. دانشگاه فردوسی مشهد.

(\*) نویسنده مسئول: (sedaghat@um.ac.ir)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی

مشهد. (ghorbaniamaryam44@yahoo.com)

۳- استادیار پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاد دانشگاهی

مشهد. (e\_milani81@yahoo.com)

4- Coating

5- Chitosan

6- Aloe vera gel

7- Modified atmosphere packaging

8- Punica granatum, punicaceae

نیز یکی دیگر از راه‌های نگهداری دانه‌های انار به مدت طولانی می‌باشد که در صورت فرآوری مناسب و منجمد کردن دانه‌های انار، می‌توان آن‌ها را تا ۶ ماه با کم‌ترین تغییرات نگهداری کرد [۲].

## ۲- مهم‌ترین عوامل محدودکننده نگهداری انار

### ۲-۱- آسیب سرمایی

انار به دمای پایین حساس بوده و دمای پایین‌تر از ۶-۵ درجه سانتی‌گراد بر پوست انار تأثیر گذاشته و منجر به سوراخ شدن و تغییر رنگ آن می‌شود. همچنین باعث کمرنگ شدن دانه‌ها و قهوه‌ای شدن غشاء سفید جداکننده آن‌ها می‌شود [۳].

### ۲-۲- لکه پوستی

یکی دیگر از اختلالات فیزیولوژی<sup>۴</sup> پس از برداشت انار، لکه پوستی است. لکه پوستی، نوعی قهوه‌ای شدن سطحی است که برخلاف آسیب سرمایی به قسمت‌های داخلی نفوذ نمی‌کند و می‌تواند در اثر اکسایش<sup>۵</sup> ترکیبات پلی‌فنولی<sup>۶</sup> پوست در صورت نگهداری در دماهای بالای ۵ درجه رخ دهد. معمولاً در میوه‌های ذخیره شده در دمای ۱۰-۶ درجه سانتی‌گراد، سریع‌تر و شدیدتر رخ می‌دهد. بهترین راه جلوگیری از آن، نگهداری انار در ۲ درصد اکسیژن و ۲ درجه سانتی‌گراد است. نگهداری در اتمسفر کنترل شده و یا بسته‌بندی تحت اتمسفر اصلاح شده نیز کاهش علائم آسیب سرمایی و لکه پوستی را نشان دادند [۲].

### ۲-۳- افت وزن

افت وزن، عمدتاً در اثر افت آب از منافذ طبیعی پوست رخ می‌دهد و منجر به سخت شدن و قهوه‌ای شدن دانه‌ها و پوست می‌شود، لذا توصیه می‌شود که انار در رطوبت نسبی ۹۵ درصد یا بالاتر نگهداری شود. در

۱۵/۵ هزار تن با ارزش ۲۴ میلیون دلار بوده است که نسبت به سال قبل رشد ۹۸ درصدی به لحاظ وزنی و ۱/۶ درصدی به لحاظ ارزشی را نشان می‌دهد. این میوه عمدتاً به علت خواص حسی و تغذیه‌ای استثنایی و منحصر به فرد خود، ارزش بسیار بالایی دارد. بخش خوراکی میوه، دانه‌ها در داخل پوست بیرونی با نسبتی در حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد میوه است. دانه‌ها آبدار، غنی از آنتوسیانین<sup>۱</sup> و دیگر ترکیبات فنلی<sup>۲</sup> می‌باشند [۱].

میوه انار به آفتاب سوختگی، ترک‌خوردگی، برش خوردن یا ضربه دیدن پوسته و همچنین به آسیب‌های سرما-زدگی (مانند شکاف و سوختگی سطحی پوسته) هنگامی که در دماهای پایین‌تر از ۵ درجه سانتی‌گراد انبار می‌شود، بسیار حساس می‌باشد. معمولاً این نقص‌های گوناگون خارجی با وجود کیفیت داخلی عالی، میوه‌ای آسیب‌دیده و نامناسب برای بازاریابی و مصرف به صورت تازه را باعث می‌شود که به طور متداول برای استفاده صنعتی و یا مصرف دام انتخاب می‌شوند. بنابراین انارهای تازه‌ای را که در قسمت خارجی خود دچار آسیب‌دیدگی شده‌اند، می‌توان با حداقل فرآیند، به عنوان راهی عالی برای کسب سود تجاری از انارهایی که دور انداخته شده‌اند و غیرقابل قبول برای فروش و مصرف به صورت تازه می‌باشند، به بازار عرضه نمود [۷]. بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده (MAP<sup>۳</sup>) به طور موفقیت‌آمیزی برای افزایش مدت ماندگاری دانه‌های انار تازه با حداقل فرآیند مورد استفاده قرار گرفته است [۲]. یکی از محدودیت‌های استفاده از این نوع بسته‌بندی، نگرانی‌های زیست محیطی در مورد استفاده از مواد پلاستیکی می‌باشد. جایگزینی فیلم‌های پلاستیکی با مواد خوراکی و یا زیست تخریب‌پذیر از دیدگاه زیست محیطی مطلوب است. پوشش‌های خوراکی در میوه‌ها می‌تواند به صورت ممانعت‌کننده گاز یا رطوبت عمل نمایند. آن‌ها می‌توانند به کاهش افت رطوبت کمک کنند و یا جذب اکسیژن میوه از محیط را کاهش دهند و در نتیجه تنفس را کند نمایند. انجماد

4- Physiological disorders

5- Oxidation

6- Polypheno

1- Anthocyanin

2- Phenolic compounds

3- Modified atmosphere packaging

صورتی که افت وزن از ۵ درصد مقدار اولیه تجاوز نماید، چروکیدگی قابل توجه است [۳].

## ۲-۴- آلودگی میکروبی

آلودگی میکروبی با باکتری‌های مقاوم به اسید، قارچ‌ها (کپک و مخمر) و باکتری‌های پاتوژن<sup>۱</sup> منجر به تخریب ویژگی‌های حسی و تغذیه‌ای مانند اجزاء فراسودمند، رنگ، طعم، بو و بیماری می‌شوند. کپک قهوه‌ای ایجاد شده به وسیله بوتریتیس سینرا<sup>۲</sup> مهم‌ترین بیماری پس از برداشت است. سایر قارچ‌های ایجادکننده کپک انار عبارتند از: اسپرژیلوس نایجر<sup>۳</sup>، پنسیلیوم<sup>۴</sup>، آلترناریا<sup>۵</sup> و نماتوسپور رطوبت نسبی بیش از ۹۰٪ می‌باشد. در چنین شرایطی افت انارهای برداشت شده تا ۳۰٪ است [۳].

## ۳- روش‌های نگهداری و بسته‌بندی انار

دما، مهم‌ترین عامل برای کنترل فعالیت تنفسی، انتقال رطوبت و توسعه پاتوژن‌های میکروبی است. سرد کردن مقدماتی با استفاده از هوا با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد، ساده‌ترین روش برای افزایش مدت ماندگاری انار است. نگهداری انار در دماهای کم‌تر از ۵ درجه سانتی‌گراد باعث آسیب سرمایی آن می‌شود. رطوبت نسبی، دومین عامل مهم است، برای نگهداری انار بدون استفاده از تیمارهای نگهداری (شستن، پوشاندن با موم و یا استفاده از قارچ‌کش)، میوه باید با ملایمت تمیز شده و در رطوبت نسبی ۹۰-۹۵ درصد نگهداری شوند. بسته‌بندی شرینگ<sup>۶</sup> میوه‌ها و سبزی‌های تازه با کاهش نرخ انتقال به میزان زیادی افت وزن را کاهش داده بنابراین، هم در دمای پایین و هم در دمای محیط، نرمی میوه را حفظ می‌کند. اخیراً مطالعه بر روی روش‌های نگهداری انار بر تیمارهای فیزیکی جدید متمرکز شده است. این تیمارها باید کیفیت اولیه میوه را حفظ کرده،

از توسعه آلودگی قارچی، افت ویژگی‌های کیفی (رنگ، طعم و بافت) و ویژگی‌های تغذیه‌ای (ویتامین‌ها، ضداکساینده‌ها و ترکیبات فنولی) جلوگیری کند. در این روش، به کارگیری اتمسفر با ترکیب گازی متفاوت با هوا (کاهش اکسیژن همراه با افزایش دی‌اکسید کربن) بررسی شده است [۳]. ترکیب گاز توصیه شده برای ذخیره‌سازی انار در ۵ درجه سلسیوس ۰.۳ تا ۰.۵ O<sub>2</sub> + ۱۰٪ CO<sub>2</sub> می‌باشد. آرتز<sup>۷</sup> و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که ترکیب گاز ۰.۵ O<sub>2</sub> + ۰.۵ CO<sub>2</sub> طی ذخیره‌سازی رقم مولار<sup>۸</sup> در ۵ درجه سلسیوس برای کاهش آسیب‌های سرمزدگی، پوسیدگی و از دست دادن وزن مؤثر بوده است. علاوه بر این، درجه حرارت نگهداری توصیه شده برای انارها با مدت ماندگاری از ۲ هفته تا ۷ ماه بسته به نوع رقم از ۰ تا ۱۰ درجه سلسیوس متفاوت می‌باشد. با این حال، مطالعات نشان داد که ذخیره‌سازی انار در ۵ درجه سانتی‌گراد یا کم‌تر، آسیب‌های سرمزدگی با علائم تغییر رنگ قهوه‌ای در پوست، حفره سطحی و قابلیت پوسیدگی به ارگاناسم‌ها<sup>۹</sup> را نتیجه داد. انبارداری اتمسفر کنترل شده (۰.۵ O<sub>2</sub> و ۰.۵ CO<sub>2</sub>) در ۵ درجه سانتی‌گراد و RH<sup>۱۰</sup> بالاتر از ۹۵٪ مدت ذخیره‌سازی رقم مولار را به مدت ۲ ماه افزایش داد. انارهای شیرین اسپانیایی "مولار دی الش"<sup>۱۱</sup> در ۲ یا ۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۲ هفته در فیلم پلی‌پروپیلن غیرمنفذدار<sup>۱۲</sup> (UPP) با ضخامت ۲۵ میکرون در بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده<sup>۱۳</sup> (MAP) نگهداری شدند. فیلم پلی‌پروپیلن منفذدار<sup>۱۴</sup> (PPP) با ضخامت ۲۰ میکرومتر و ذخیره‌سازی سرد معمولی به عنوان تیمارهای شاهد استفاده شد. کیفیت انار پس از ذخیره‌سازی و مدت ماندگاری ۶ روز در ۱۵ درجه

7- Arts

8- Mollar

9- Organisms

10- Biochemistry

11- Mollar de Elche

12- Relative Humidity

13- Modified atmosphere packaging

14- Perforated polypropylene

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون

1- Pathogen

2- Botrytis cinerea

3- Aspergillus niger

4- Penicillium

5- Alternaria

6- Shrink

فنولیک<sup>۵</sup> و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی<sup>۶</sup> آب میوه را به خود اختصاص دهد. هر چند که مکانیسم اثر حفاظتی اسانس گیاهان دارویی جهت کاهش تلفات وزن هنوز مشخص نشده است؛ اما به نظر می‌رسد از آنجایی که کاهش وزن با افزایش فساد قارچی همبستگی دارد، لذا احتمالاً به علت اثر بازدارندگی اسانس‌های گیاهی در برابر رشد قارچ‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها، می‌تواند سبب کاهش تلفات وزن در میوه‌های تیمار شده شوند [۴].

توجه به مقررات بسته‌بندی و درجه‌بندی علاوه بر اینکه باعث جلب بهتر مصرف‌کننده می‌گردد، ضایعات را نیز به حداقل کاهش می‌دهد. بهترین روش برای بسته‌بندی انار استفاده از کارتن و یا جعبه‌های یک ردیفه می‌باشد که شرکت‌های صادراتی به این امر توجه کرده و انارهای خود را در کارتن‌های یک ردیفه و یا چند ردیفه که توسط شانه از یکدیگر جدا شده‌اند، قرار می‌دهند. استفاده از توری‌های مخصوص به منظور جلوگیری از زخم‌خوردگی و صدمه دیدن میوه نیز در این شرکت‌ها به منظور صادرات رایج شده است [۲].

### ۳-۱- روش‌های اصلی بسته‌بندی انار برای مصرف

روش‌های اصلی بسته‌بندی انار برای مصرف عبارتند از:

- کاربرد یک نوار پوششی در یک سینی یا جعبه.
  - کاربرد پوشش دوباره سینی یا جعبه برای تشکیل یک بسته کامل.
  - روش بسته‌بندی در کیسه‌های توری.
  - روش بسته‌بندی در پوشش پلاستیکی و کیسه‌های کاغذی.
  - روش بسته‌بندی در پوشش‌های پلاستیکی و کیسه‌های کاغذی یا توری.
  - بسته‌بندی در جعبه‌های تاشو.
- نمونه‌هایی از بسته‌بندی صادراتی انار

سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۵٪ مورد بررسی قرار گرفت. PPP در ۵ درجه سلسیوس بهترین تیمار برای حفظ رنگ قرمز پوست دانه‌ها در پایان ذخیره‌سازی بود. پس از مدت ماندگاری، میوه‌های<sup>۱</sup> UPP مقادیر بالاتر جذب در ۵۱۰ و ۴۴۶ داشتند. MAP به طور قوی از دست دادن آب و آسیب‌های سرمازدگی بدون بروز پوسیدگی را کاهش داد [۳]. امروزه از بسته‌بندی‌های فعال به عنوان فناوری جدید مورد استفاده برای افزایش عمر میوه‌ها و محصولات غذایی یاد می‌شود. این بسته‌بندی‌ها شامل ترکیبات طبیعی فعال بوده که می‌توانند از طریق سازوکارهایی همچون حذف ترکیبات غیرمفید و یا افزودن ترکیبات مفید باعث افزایش دوره انبارمانی محصولات شوند. در این زمینه، اسانس‌های گیاهی می‌توانند هم به صورت مستقیم درون پوشش‌های پلاستیکی قرار گیرند و هم به صورت پوششی طبیعی، محصول را احاطه کنند. سلاح‌ورزی و تهرانی‌فر (۱۳۹۲) تأثیر اسانس گیاهان دارویی زیره سیاه<sup>۲</sup> و نعناع فلفلی<sup>۳</sup> با غلظت ۱۰۰۰ PPM و همچنین استفاده و یا عدم استفاده از پوشش پلی‌اتیلنی<sup>۴</sup> (LDPE) با ضخامت ۲۰ میکرون را بر کیفیت انبارمانی، درصد پوسیدگی، شاخص سرمازدگی و ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه انار مورد بررسی قرار دادند. میوه‌های انار به مدت ۵ ماه تحت شرایط دمایی ۱±۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد نگهداری شدند. بالاترین درصد پوسیدگی و فساد میوه با میانگین ۲۹/۴۱ درصد در شرایط استفاده از پوشش پلی‌اتیلنی به تنهایی به دست آمد. نتایج نشان داد که بیشترین شاخص سرمازدگی و درصد کاهش وزن به ترتیب با میانگین ۳/۴۵ درصد و ۱۷/۰۳ درصد مربوط به تیمار بدون پوشش بود. این در حالی است که استفاده از هر دو نوع اسانس گیاهی می‌توانست به خوبی افزایش آلودگی ناشی از پوشش را به صورت معنی‌داری کاهش داده و بیشترین مقادیر ترکیبات

- 1- Unperforated polypropylene
- 2- Caru carvi
- 3- Mentha piperetta
- 4- Low-density polyethylene

- 5- Phenolic
- 6- Antyoxidant

## ۴- انواع روش‌های بسته‌بندی دانه‌های انار

### ۴-۱- بسته‌بندی دانه‌های انار در اتمسفر اصلاح شده

بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده، فرآیند دینامیکی<sup>۱</sup> فعال و یا غیرفعال تغییر ترکیب گازی در داخل یک بسته است که بر تعامل بین سرعت تنفس محصول و انتقال گازها از طریق مواد بسته‌بندی متکی است. مهم‌ترین مزایای بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفر اصلاح شده، شامل کاهش تنفس، کاهش تولید و حساسیت به اتیلن، کند شدن روند نرم شدن میوه و تغییر ترکیبات داخل میوه می‌باشند [۸]. بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده به عنوان یک مکمل برای حفظ میوه‌ها و سبزیجات در دمای پایین استفاده شده است. هنگام طراحی یک سیستم اتمسفر اصلاح شده، هدف رسیدن به تعادل در داخل بسته‌بندی است که در آن ماده غذایی خاص با اتمسفر مطلوب و رطوبت نسبی مخصوص خود احاطه خواهد شد. چنین تعادلی توسط سرعت تنفس ماده، درجه حرارت نگهداری و نوع فیلم با توجه به ضخامت و نفوذپذیری آن به  $O_2$ ،  $CO_2$  و بخار آب تعیین می‌شود. هر دو سرعت تنفس محصول و خواص نفوذپذیری فیلم وابسته به عوامل بیرونی مانند دما هستند. بنابراین، هدف از استفاده از MAP حفظ اتمسفر مطلوب در یک محدوده دمایی خاص می‌باشد. اگر دما بیش از چند درجه تغییر کند، اتمسفر بسته نیز تغییر خواهد کرد و ممکن است نامناسب و یا حتی برای محصول مضر باشد. رمز موفقیت روش بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفر اصلاح شده، دانستن ترکیب گازی صحیح درون بسته‌بندی و استفاده از مواد پوششی مناسب است. انتخاب صحیح شرایط گازی سبب افزایش عمر پس از برداشت محصول می‌گردد و شرایط نامناسب مانند غلظت اکسیژن پایین یا دی اکسید کربن خیلی زیاد، سبب بروز تنفس بی‌هوایی در محصول و کاهش ماندگاری آن خواهد شد [۸]. سرعت تنفس دانه‌های انار بسته‌بندی شده در اتمسفر اصلاح شده تحت تأثیر غلظت‌های اکسیژن

و دی اکسید کربن قرار می‌گیرد به گونه‌ای که با کاهش غلظت اکسیژن سرعت تنفس کاهش می‌یابد.

### ۴-۱-۱- مروری بر مطالعات بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده دانه‌های انار

به عنوان یک روند کلی، تغییر کمی و یا غیر قابل توجهی در ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی دانه‌های انار طی انبارداری در سرما شناسایی شد. باکتری‌های مزوفیل هوایی در پایان انبارداری در محدوده  $4/51 \log CFU/g$  -  $2/30$  بودند که کیفیت حسی را تحت تأثیر قرار ندادند. به طور کلی، دانه‌های انار بسته‌بندی شده با هوا، نیتروژن و اکسیژن غنی شده ویژگی‌های کیفی را حفظ نمودند و برای داوران حسی در روز ۱۸ قابل قبول بودند؛ اگرچه دوره فروش در بازار به ۱۵ روز برای اتمسفر با اکسیژن کم محدود شده بود [۹].

با توجه به ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ارزیابی میکروبی، عمر پس از برداشت هر دو رقم بسته‌بندی شده تحت MAP به دلیل رشد قارچ  $\leq 2 \log CFU g^{-1}$  به ۱۰ روز در ۵ درجه سلسیوس محدود شده بود. با این حال، درصد غلظت و تغییرات ترکیبی در ترکیبات فرار نشان داد که بر اساس ظاهر و دیگر خصوصیات فیزیکوشیمیایی در هر دو رقم، دوام طعم و عطر (۷روز) کوتاه‌تر از ماندگاری پس از برداشت (۱۰روز) بوده است [۱۰].

پالما<sup>۲</sup> و همکاران خصوصیات شیمیایی و حسی دانه‌های انار رقم پرئوسل<sup>۳</sup> با حداقل فرآیند را پس از بسته‌بندی در ظروف پلی‌پروپیلن دوخته شده با فیلم پلی‌پروپیلن به ضخامت ۴۰ میکرومتر در ۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ روز مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها مشاهده کردند که اتمسفر اصلاح شده غیر فعال در داخل بسته‌بندی با یک افزایش تدریجی در  $CO_2$  و کاهش در سطح  $O_2$  برقرار شد. افزایش اسیدیته<sup>۴</sup> قابل تیتراسیون<sup>۵</sup> در

- 2- Palma
- 3- Primosole
- 4- Acidity
- 5- Titration

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون  
**بسته‌بندی**

### 1- Dynamic

سلسیوس انبار شده بودند، بررسی نمودند. قهوه‌ای شدن جزئی دانه‌ها در همه تیمارها مشاهده شد؛ اما بیشترین آن در تیمارهای بدون آنتی‌اکسیدان بود. افت وزن در دانه‌های بسته‌بندی شده در فیلم BE و BB4 کم‌تر و به طور قابل توجهی متفاوت از دانه‌ها در بسته‌های پلی‌اتیلن بود. بعد از ۱۴ روز، تمام تیمارها با بسته‌های BE و BB4 شمارش کلی بسیار پایینی برای باکتری‌های هوازی مزوفیل نشان دادند که می‌تواند به بالاتر بودن غلظت دی‌اکسید کربن درون بسته‌ها نسبت داده شود. استفاده از فیلم‌های نیمه تراوا، انبارداری موفق‌تری به مدت ۱۴ روز در  $0/5 \pm 4$  درجه سلسیوس با کیفیت خوب فیزیکی، شیمیایی و میکروبیولوژیکی ارائه داد [۲].

دانه‌های بسته‌بندی شده به جذب  $CO_2$  (زمانی که در فاز آبی محلول باعث کاهش pH می‌شود)، نسبت داده شد. انبارداری دانه‌ها در MAP مطلوب، کاهش خطر انتروباکتریاسه، لاکتیک<sup>۱</sup> اسید باکتری‌ها، باکتری‌های مزوفیل و سرمدوست و همچنین شمارش کپک و مخمر را نشان داده است. سپولودا<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۰) تأثیر انواع مختلف محلول‌های آنتی‌اکسیدان و سه فیلم نیمه تراوا، دو کرایوواک<sup>۳</sup> بر اساس اتیل وینیل استات (BE و BB4) (هر دو یک جنس داشته ولی نفوذپذیری به اکسیژن در BE 4600 میلی‌لیتر و در BB4 ۳-۶ میلی‌لیتر است) و فیلم‌های پلی‌اتیلن منفردار جهت کنترل کیفیت دانه‌های انار رقم واندرفول<sup>۵</sup> با حداقل فرآیند که به مدت ۱۴ روز را در  $0/5 \pm 4$  درجه

جدول ۱- نتایج بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده دانه‌های ارقام مختلف انار، نوع فیلم بسته‌بندی و ترکیب اتمسفر اصلاح شده با درجه حرارت و مدت زمان نگهداری تحت اتمسفر اصلاح شده

منبع	مدت ماندگاری تحت MAP	دما (درجه سلسیوس)	ترکیب MAP		فیلم بسته‌بندی	دانه‌های ارقام مختلف انار
			%O <sub>2</sub>	%CO <sub>2</sub>		
Gil et al. 1996	۷ روز	۱	۱۸۸ mL/L	۲۲ mL/L	پلی‌پروپیلن جهت‌دار شده (OPP)	(cv. Mollar de Elche)
García et al. 2000	۱۰ روز	۴	۱	۳۰	بسته پلاستیکی نیمه‌نفوذپذیر	(cv. Mollar)
Gil et al. 1996a	۷ روز	۸	۱۲,۵	۸,۵	OPP، ضخامت ۴۰ میکرومتر	(cv. Mollar de Elche)
		۴	۱۳,۵	۷,۵		
López-Rubira et al. 2005	۱۵ روز	۵	۲۰,۱-۲۱,۶ kPa	۲-۵ kPa	سبد پلی‌پروپیلن دوخت شده با پلی‌پروپیلن جهت‌دار شده از دو طرف BOPP (اکتبر)	(cv. Mollar de Elche)
		۱	۲۶,۹-۲۹,۹ kPa	۲-۵ kPa		
Sepúlveda et al. 2000	۱۴ روز	۴	۱	۲۲	BB4 cryovac بر پایه اتیلن وینیل استات) BE cryovac بر پایه اتیلن وینیل استات)	(cv. Wonderful)
			۱۲	۲		
Palma et al. (2009)	۱۰ روز	۵	۶,۵	۱۱,۴	پلی‌پروپیلن	(cv. Primosole)

- 1- Lactic
- 2- Sapoloda
- 3- Cryovac
- 4- Based on ethyl vinyl acetate
- 5- Wonderful

#### ۴-۱-۲- روش اتمسفر اصلاح شده جدید: MAP

#### اکسیژن بالا

استفاده از ترکیب<sup>۱</sup> UV-C و اتمسفر با اکسیژن بالا، روش مناسبی در حفظ کیفیت و افزایش مدت ماندگاری دانه‌های انار آماده مصرف می‌باشد. توسعه بسیار جالب برای بسته‌بندی محصولات تازه آماده مصرف شامل استفاده از اتمسفر اصلاح شده تحت شرایط مختلف نگهداری در دانه‌های ارقام مختلف انار می‌باشد [۱۱]. MAP اکسیژن بالا (۱۰۰-۷۰ درصد) می‌باشد که اخیراً نشان داده شده است بر بسیاری از معایب بسته‌بندی هوای معمولی و MAP با اکسیژن پایین غلبه می‌کند. MAP اکسیژن بالا، برای مهار تغییرات آنزیمی رنگ، جلوگیری از واکنش‌های تخمیر بی‌هوازی و مهار رشد میکروبی با نتیجه گسترش ماندگاری محصولات آماده مصرف نشان داده شده است [۱۲].

علاوه بر این، MAP اکسیژن بالا محصولات آماده مصرف در داخل فیلم‌های پلاستیکی دوخته شده هرمتیک<sup>۲</sup> (غیرقابل نفوذ) در جلوگیری از دست دادن رطوبت، ایجاد بوهای نامطبوع و جلوگیری از نفوذ میکروارگانیسم‌ها در شرایط نگهداری مرطوب بسیار مؤثر می‌باشد. برای به حداکثر رساندن مزایای MAP اکسیژن بالا، مطلوب است تا سطوح O<sub>2</sub> فضای فوقانی بیش از ۴۰ درصد و CO<sub>2</sub> در محدوده ۲۵-۱۰ درصد در طول مدت ماندگاری محصول حفظ شود. این کار را می‌توان با کاهش دمای نگهداری، انتخاب کردن محصولی با سرعت تنفس ذاتی پایین‌تر، به حداقل رساندن آسیب سطح بافت برش خورده، کاهش نسبت حجم محصول به حجم گاز توسط کاهش وزن بسته پر شده و یا افزایش حجم فضای فوقانی بسته، استفاده از یک فیلم بسته‌بندی که می‌تواند سطوح بالایی از O<sub>2</sub> را حفظ کند در حالی که به طور انتخابی اجازه می‌دهد CO<sub>2</sub> اضافی خارج شود و یا با وارد

کردن یک جاذب بسته‌بندی فعال نوآورانه که می‌تواند CO<sub>2</sub> اضافی را جذب و یک حجم برابر از O<sub>2</sub> منتشر نماید.

#### ۴-۲- پوشش‌های خوراکی

آلودگی ناشی از مواد بسته‌بندی حاصل از مشتقات نفتی و مشکلات ناشی از روش‌های مختلف دفع این نوع آلودگی‌ها، موجب توجه روزافزون به بیوپلیمرها و بسته‌بندی‌های زیستی شده است. در این راستا استفاده از فیلم‌های خوراکی به عنوان حامل مواد ضد میکروبی طبیعی به منزله روشی برای حفاظت خارجی از غذاها محسوب می‌شود. این فیلم‌ها می‌توانند سطح جمعیت میکروبی را کاهش دهند، باعث افزایش ممانعت در برابر اکسیژن شده و نیاز به مواد بسته‌بندی مصنوعی را کاهش داده و با ساده شدن ساختار، قابلیت بازیافت‌پذیری را بهبود بخشند.

به نظر می‌رسد استفاده از پوشش‌های خوراکی در میان مکانیسم‌های دیگر، یکی از نوآورانه‌ترین روش‌ها برای افزایش طول عمر تجاری میوه‌ها و سبزیجات باشد که به عنوان یک مانع در برابر انتقال گاز فعالیت می‌کند و اثرات مشابه انبارداری تحت اتمسفر کنترل شده را نشان می‌دهد. روش‌های متعددی برای پوشش‌دهی مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته است. انتخاب شیوه مناسب کاملاً بسته به ماهیت ماده غذایی، نوع پوشش، هدف از پوشش‌دهی و توجه اقتصادی روش پوشش‌دهی دارد. یکی از مرسوم‌ترین شیوه‌های پوشش‌دهی، غوطه‌وری است. روش غوطه‌وری روش مناسبی برای تولید محصولاتی یکنواخت و با کیفیت بالا می‌باشد، با این حال، نیاز به کنترل دقیق و محیط پاکیزه دارد. پوشش خوراکی، لایه نازکی از مواد خوراکی (هیدروکلوئید<sup>۳</sup> یا چربی) بر روی سطح فرآورده غذایی با هدف ایجاد یک سد نیمه تراوا در برابر گازها، بخار آب و ترکیبات فرار به کار گرفته می‌شود. پوشش‌های خوراکی قادر به افزایش مدت ماندگاری محصولات برش

1- Ultraviolet-C radiation

2- Hermetic

3- Hydrocolloid

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون

تازه از طبیعت پلی‌کاتیونی<sup>۹</sup> آن سرچشمه گرفته است. لیو<sup>۱۰</sup> و همکاران اظهار داشتند که فعالیت ضدباکتریایی کیتوزان به وسیله تداخل الکترواستاتیک<sup>۱۱</sup> بین گروه‌های  $\text{NH}_3^+$  کیتوزان و گروه‌های فسفوریل اجزای فسفولیپید<sup>۱۲</sup> غشای سلولی ایجاد می‌شود [۶].

#### ۴-۲-۲- کاربرد پوشش کیتوزان در ماندگاری دانه‌های

##### انار

تحقیقات انجام شده در اسپانیا بر روی انارهای با حداقل فرآیند، نشان داده است که قهوه‌ای شدن از طریق اکسیداسیون<sup>۱۳</sup> ترکیبات فنلی در هنگام نگهداری ایجاد می‌شود، از این رو، ثبات رنگدانه آنتوسیانین برای رسیدن به کیفیت بالا ضروری است، به دلیل اینکه رنگ جذّاب، یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های حسی میوه و دانه‌های انار می‌باشد. استفاده از پوشش‌های خوراکی به عنوان عوامل ضدقهوه‌ای شدن در به تأخیر انداختن واکنش اکسیداتیو<sup>۱۴</sup> مفید نشان داده شده‌اند. پوشش کیتوزان رشد باکتری و قارچ در سطح دانه‌های انار را مهار می‌نماید. محتوای آب دانه‌های پوشش داده شده با ۰/۵ و ۰/۱٪ کیتوزان در طول ۱۲ روز نگهداری حفظ شد. کیتوزان نرخ افزایش مواد جامد محلول<sup>۱۵</sup> (TSS) و اسیدیته<sup>۱۶</sup> قابل تیتراسیون<sup>۱۷</sup> (TA) دانه‌ها را طی مدت نگهداری کاهش می‌دهد. در مقابل، استفاده از کیتوزان کاهش فنل کل، آنتوسیانین کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در طول دوره نگهداری را به تأخیر انداخت. نتایج پوشش‌دهی دانه‌های انار با کیتوزان طی مدت ۱۲ روز در ۴ درجه سلسیوس نشان داد که استفاده از پوشش کیتوزان ۱ درصد مقاومت دانه‌های انار را در برابر قارچ‌ها و باکتری‌ها بهبود می‌بخشد و پوسیدگی دانه‌ها را در طول ذخیره‌سازی مهار می‌کند. پوشش

خورده تازه با کاهش تنفس و پیری، حفاظت از آروما<sup>۱</sup>، بافت و رنگ می‌باشد [۱۳]. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی به طور کلی بر پایه مواد بیولوژیکی<sup>۲</sup> مانند پروتئین‌ها، لیپیدها<sup>۳</sup> و پلی-ساکاریدها<sup>۴</sup> هستند. در این بین، کیتوزان به طور گسترده‌ای برای افزایش ماندگاری میوه‌ها و سبزی‌های تازه مورد استفاده قرار گرفته است.

#### ۴-۲-۱- پوشش کیتوزان

کیتوزان یک نوع چند قندی است که از واحدهای گلوکز آمین<sup>۵</sup> و ان-استیل<sup>۶</sup> گلوکز آمین (با اتصالات بتا او ۴) تشکیل شده است. کیتوزان از استیل‌زدایی کیتین<sup>۷</sup>، یکی از فراوان‌ترین پلی‌مرهای طبیعی به دست می‌آید که در ساختار اسکلت خارجی سخت پوستان و همچنین در بسیاری از حشرات و قارچ‌های خوراکی وجود دارد.

از آنجایی که کیتوزان یک مانع جزئی در برابر رطوبت،  $\text{O}_2$  و  $\text{CO}_2$  فراهم می‌کند، می‌تواند به عنوان پوشش خوراکی برای کمک به حفاظت از میوه‌ها و سبزیجات استفاده شود، این ماده همچنین خواص حمل‌ونقل مکانیکی را بهبود می‌بخشد و یک حامل مناسب برای مواد افزودنی است. کیتوزان می‌تواند خواص تغذیه‌ای، بهداشتی و یا حسی را به دلیل ویژگی‌های امولسیون<sup>۸</sup> و ضد میکروبی آنتی‌اکسیدانی بهبود بخشد. این خواص می‌تواند مدت ماندگاری محصولات مختلف آماده برای خوردن را افزایش دهد. کیتوزان برای مهار قهوه‌ای شدن پوسته میوه‌ها استفاده شده است و بسیاری از فرآیندهای دفاعی در بافت میزبان را انجام می‌دهد، به عنوان یک عامل اتصال با آب عمل می‌کند و انواع آنزیم‌ها را مهار می‌نماید. تصور می‌شود که فعالیت ضدقارچی و ضد میکروبی کیتوزان در میوه‌ها و سبزیجات

9- Polycationic

10- Liu

11- Electrostatic

12- Phospholipids

13- Oxidation

14- Oxidative

15- Soluble solids (TSS)

16- Acidity

17- Titration

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون

1- Aromatic

2- Biological

3- Lipid

4- Polysaccharide

5- Glucose amine

6- N-acetyl

7- Chitin

8- Emulsion



کیتوزان ۱ درصد نیز افت خصوصیات فیزیکیوشیمیایی مانند میزان آنتوسیانین و محتوای فنل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در طی زمان ذخیره‌سازی کاهش می‌دهد. پوشش کیتوزان دارای اثرات مفیدی در حفظ محتوای آنتوسیانین دانه‌های انار با مهار جزئی فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز<sup>۱</sup> (PPO) در طول میوه می‌تواند سطوح CO<sub>2</sub> و O<sub>2</sub> درون‌زا را تغییر دهد که منجر به کاهش عرضه O<sub>2</sub> برای اکسیداسیون آنزیمی آنتوسیانین‌ها می‌شود. فیلم کیتوزان تشکیل شده بر روی سطح میوه با ایجاد تأخیر در مهاجرت رطوبت از میوه به محیط، کاهش از دست دادن وزن در طول نگهداری را به دنبال دارد. کیتوزان می‌تواند فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیا لیاز<sup>۲</sup> را افزایش دهد که منجر به افزایش ترکیبات فنلی و به دنبال آن افزایش در محتوای آنتی‌اکسیدانی می‌گردد. همچنین با افزایش غلظت کیتوزان، اثرات سودمند آن افزایش می‌یابد. به طور کلی، از لحاظ ظاهری، دانه‌های پوشش داده شده با ۱ درصد کیتوزان حتی پس از ۱۲ روز نگهداری به طور کامل قابل قبول بود، در حالی که پوشش دهی با ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد کیتوزان در پایان دوره نگهداری، تنها بخشی از خصوصیات آن‌ها قابل قبول ارزیابی شد [۶].

#### ۴-۲-۳- تأثیر پوشش کیتوزان بر کیفیت فیزیولوژیکی میوه و سبزی تازه

افت وزن: دلیل کاهش وزن میوه‌ها و سبزیجات پس از برداشت، تعرق و مصرف سوسترای<sup>۳</sup> تنفس می‌باشد. پس از از دست دادن آب، بافت میوه‌ها و سبزیجات از ترد به نرم تبدیل می‌گردد. طعم آن‌ها کاهش می‌یابد و توانایی مقاومت در برابر انواع بیماری‌های فیزیکی و میکروبی نیز پایین می‌آید. پس از پوشش دهی با کیتوزان بر روی سطح میوه‌ها و سبزیجات، آب بیشتری در بافت میوه و سبزی حفظ شده بود. بنابراین، خصوصیات خوب و ارزش تجاری میوه‌ها و سبزیجات بعد از برداشت به طور مؤثری حفظ می‌شود [۱۲].

**سفتی:** تردی، مرتبط با سفتی و از ویژگی حسی مهم میوه‌ها و سبزیجات تازه می‌باشد. در طول دوره ذخیره‌سازی میوه‌ها و سبزیجات تازه، سفتی آن‌ها به علت تبخیر آب، تخریب پکتین<sup>۴</sup>، مصرف مواد مغذی و غیره کاهش خواهد یافت. پوشش کیتوزان می‌تواند تعرق را مهار نماید و بنابراین آب بیشتری حفظ گردد، لذا، سلول میوه‌ها و سبزیجات فشار تورم بیشتری را حفظ می‌کند و سفتی بالاتری را نشان می‌دهد. بنابراین پوشش کیتوزان می‌تواند از دست دادن سفتی بافت میوه و سبزی بعد از برداشت را تا حدودی کاهش دهد [۱۲].

**تنفس:** تنفس هوایی برای میوه‌ها و سبزیجات پس از برداشت برای حفظ خصوصیات آن‌ها ضروری است. مواد مغذی به عنوان سوسترای تنفس مصرف می‌شوند. با کاهش مواد مغذی، ارزش غذایی و تجاری کاهش می‌یابد. مهار سرعت تنفس برای طولانی‌تر کردن مدت ماندگاری میوه و سبزی بعد از برداشت مفید می‌باشد. پس از پوشش دهی بر روی سطح میوه‌ها و سبزیجات، می‌توان نفوذپذیری را که باعث ورود اکسیژن از هوا به بافت میوه و سبزی و خروج دی‌اکسید کربن که از طریق تنفس تولید می‌شود، تنظیم نمود. بنابراین، سرعت تنفس کاهش می‌یابد. با این حال، نیاز است تا ضخامت پوشش کیتوزان مناسب باشد. اگر پوشش بیش از حد نازک باشد، نفوذپذیری نمی‌تواند به طور مؤثری تنظیم گردد و اگر پوشش بسیار ضخیم‌تر باشد، دی‌اکسید کربن انباشته می‌شود و غلظت بالای آن ممکن است باعث تنفس بی‌هوایی گردد که تولید اتانول<sup>۵</sup> در نهایت میوه‌ها و سبزیجات پس از برداشت را مسموم می‌نماید [۱۲].

#### ۴-۲-۴- تأثیر پوشش کیتوزان بر آنزیم‌های محافظ

شرایط محیطی میوه‌ها و سبزیجات پس از برداشت تغییر کرده است و اکسیژن و اکسژن واکنش دهنده را در بافت خود به آسانی انباشته می‌کنند. اکسیژن واکنش دهنده دارای

- 1- Polyphenol oxidase
- 2- The enzyme phenylalanine ammonia lyase
- 3- Substrates

4- Pectin

5- Etanol

و پروتئین محلول ممکن است به دلیل تنفس تنزل یابند، پلی‌فنل، ویتامین C و فلاون<sup>۵</sup> ممکن است به عنوان آنتی‌اکسیدان به کار روند و در از بین بردن انواع رادیکال‌های آزاد حین نگهداری شرکت نمایند. برخی از مواد مغذی به علت فعالیت باکتری‌های بیماری‌زا کاهش می‌یابند. پس از پوشش‌دهی با کیتوزان بر روی سطح میوه‌ها و سبزیجات با کیتوزان، سرعت تنفس کاهش یافته است، رادیکال‌های آزاد را کاهش می‌دهد و مقاومت در برابر بیماری افزایش می‌یابد. بنابراین، بسیاری از مواد مغذی در حداکثر حفظ می‌شوند [۱۳]. در حال حاضر تمایل مشتریان مواد غذایی بیش‌تر به استفاده از مواد غذایی سالم فاقد افزودنی‌های مصنوعی و دارای کیفیت ماندگاری مناسب‌تر معطوف شده است. گیاهان خوراکی، دارویی و مشتقات آن‌ها (اسانس‌ها، هیدروسل<sup>۶</sup> و عصاره‌های گیاهی) به دلیل داشتن ترکیبات ضد میکروبی قوی و گوناگون، به طور گسترده‌ای برای جلوگیری از رشد عوامل میکروبی بیماری‌زا استفاده می‌شوند. افزودن عوامل ضد میکروبی مانند اسانس‌های روغنی در پوشش‌های خوراکی می‌تواند مدت ماندگاری میوه را با انتشار آرام این اسانس‌ها بر روی سطح محصول و حفظ غلظت بالای آن‌ها در طول فرآیند بسته‌بندی گسترش دهد. مهم‌ترین هدف در استفاده از اسانس‌های گیاهی در فیلم‌های زیست تخریب‌پذیر، بهبود اثرات ضد میکروبی و ضد اکسیدانی فیلم، بهبود خصوصیات نفوذپذیری فیلم‌های هیدروفیل<sup>۷</sup> و کاهش از دست رفتن ترکیبات فرار اسانس در طول زمان نگهداری است، لذا اسانس در یک غلظت بالا و برای مدت طولانی در سطح فرآورده باقی می‌ماند و به این ترتیب، ضمن کاهش بار میکروبی محصول، زمان ماندگاری را نیز افزایش می‌دهد.

توانایی اکسیدکنندگی قوی است و می‌تواند به غشاء سلول میوه‌ها و سبزیجات به شدت آسیب رساند. این مشکل معمولاً توسط آنزیم‌های محافظ، مانند سوپراکسید دیسموتاز<sup>۱</sup>، پراکسیداز و کاتالاز<sup>۲</sup> رفع می‌گردد. علاوه بر این، مواد آنتی‌اکسیدان نیز به از بین بردن اکسیژن واکنش دهنده کمک می‌کنند. پس از پوشش‌دهی با کیتوزان، آنزیم‌های محافظ میوه و سبزی معمولاً فعالیت بالای خود را حفظ می‌نمایند و رادیکال آزاد<sup>۳</sup> از جمله اکسیژن واکنش دهنده را در سلول میوه و سبزی به سرعت حذف می‌کنند. بنابراین، پیری میوه و سبزی پس از برداشت به تعویق می‌افتد [۱۲].

#### ۴-۲-۵- تأثیر پوشش کیتوزان بر میکروارگانیسم‌های عامل فساد

میوه‌ها و سبزیجات پس از برداشت نسبت به انواع میکروارگانیسم‌های عامل فساد آسیب‌پذیر شده و دچار فساد شدن می‌گردند. پس از پوشش‌دهی با کیتوزان، فرصت برای میکروب‌ها جهت تماس با میوه‌ها و سبزیجات کاهش می‌یابد، بنابراین آن‌ها را از تهاجم میکروب‌ها حفظ می‌نماید. به علاوه، گروه آمینو کیتوزان تأثیر باکتریواستاتیک<sup>۴</sup> (ممانعت‌کنندگی رشد) دارد و می‌تواند تعداد میکروب‌ها را کاهش دهد. همچنین، عوامل دیگری از جمله کاهش سرعت تنفس، حفظ فعالیت‌های بیشتر آنزیم‌های محافظ و تمامیت غشای سلول، توانایی میوه برای محافظت در برابر میکروب‌ها را تقویت می‌نماید. حتی اگر میوه و سبزی پوشش داده شده آلوده گردد، وقوع بیماری تا حد زیادی کاهش می‌یابد. بروز پوسیدگی در میوه‌ها و سبزیجات پوشش داده شده با کیتوزان یک روند نزولی را نشان می‌دهد [۱۲].

#### ۴-۲-۶- تأثیر پوشش کیتوزان بر مواد مغذی

عوامل بسیاری وجود دارد که منجر به کاهش مواد مغذی میوه‌ها و سبزیجات بعد از برداشت می‌گردد. ساکارید، چربی

5- Flavon

6- Hydrosol

محصول فرعی روند تقطیر است. آب به دست آمده از میعان که مقداری مواد معطر در خود دارد به هیدروسل معروف بوده است.

7- Hydrophil

1- Dismutase

2- Catalase

3- Free radical

4- Bacteriostatic

#### ۴-۳- کاربرد ژل آلوه ورا

ماندگاری دانه‌های انار پس از برداشت که تحت اتمسفر اصلاح شده، بسته‌بندی شده‌اند، به دلیل رشد قارچ تنها به ۱۰ روز محدود شده است و با توجه به داده‌های عطر و طعم و ماندگاری آن‌ها، تنها ۷ روز نتایج قابل قبولی ارائه داد. علاوه بر این، استفاده از UV-C قبل از بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده به دلیل رشد میکروبی نمی‌تواند مدت زمان ماندگاری را بیش از ۱۰ روز افزایش دهد. بنابراین، راهکار جدیدی برای کاهش جمعیت میکروبی در دانه‌های انار تحت شرایط اتمسفر اصلاح شده نیاز است تا افت کیفیت را به تأخیر اندازد. در این مفهوم، ژل آلوه ورا به عنوان یک پوشش خوراکی استفاده می‌شود که در حفظ کیفیت و کاهش فساد میکروبی چند میوه کامل مانند گیلان، انگور و شلیل مؤثر می‌باشد. جالب توجه است که فعالیت ضد قارچی ژل آلوه در ارتباط با محتوای آلوئین<sup>۱</sup>، یکی از ترکیبات فنلی عمده برگ‌های آلوه می‌باشد. هم چنین هنگامی که پوشش‌های خوراکی در ترکیب با سیتریک اسید<sup>۲</sup> و اسکوربیک اسید<sup>۳</sup> برای میوه با حداقل فرآوری استفاده شوند، اثرات مثبتی بر کاهش قهوه‌ای شدن و فساد میکروبی میوه نشان می‌دهند. نتایج نشان داده که استفاده از ژل آلوه ورا یک روش نوآورانه برای حفظ شاخص‌های کیفی دانه‌های انار با حداقل فرآوری مانند سفتی بافت، رنگ و ترکیبات فعال زیستی است. استفاده از این نوع پوشش نیز محتوای آنتوسیانین و ترکیبات فنلی را افزایش داده و سفتی بافت را حفظ می‌نماید. علاوه بر این، شمار باکتری‌های مزوفیل هوازی، کپک و مخمر تا حد زیادی در مقایسه با گروه کنترل کاهش می‌یابد، ترکیبی از ژل آلوه ورا + اسکوربیک اسید و سیتریک اسید در سطح ۱ درصد مؤثرترین تیمار گزارش شدند.

#### ۴-۴- پوشش دهی دانه‌های انار با عسل

محلول‌های عسل رقیق شده مانع قهوه‌ای شدن آنزیمی میوه‌ها و سبزیجات هموزن<sup>۴</sup>، سیب، گلابی و خرما لوی برش زده تازه می‌گردد. عسل، حاوی ترکیباتی است که به عنوان مواد نگهدارنده فعالیت می‌کند، مانند توکوفرول<sup>۵</sup>، اسید اسکوربیک، فلاونوئیدها<sup>۶</sup>، سایر فنولیک‌ها و آنزیم‌ها. نتایج نشان می‌دهد که عسل می‌تواند ماندگاری دانه‌های انار را با به تأخیر انداختن افت کیفیت، توسعه فساد میکروبی و تغییرات رنگدانه افزایش دهد. استفاده از محلول‌های عسل رقیق شده در دانه‌های انار با حداقل فرآوری شده یک جایگزین نوآورانه و طبیعی برای مواد نگهدارنده شیمیایی سمی و پرهزینه است. نتایج حاصل از بررسی تأثیر تیمار عسل بر دانه‌های انار نشان داد که با گذشت زمان نگهداری در انبار از PH دانه‌ها کاسته می‌شود که این کاهش در تیمار شاهد بیشتر به چشم می‌خورد. کیفیت رنگ دانه با غلظت بیشتر عسل افزایش می‌یابد؛ اما با گذشت دوره انبارداری، کاهش کیفیت و شدت رنگ رخ نمی‌دهد. به طور کلی، با نگهداری طولانی‌تر در سردخانه از کاهش وزن دانه‌ها، آنتوسیانین و شاخص طعم کاسته می‌شود. به عبارت دیگر، کاهش وزن در روزهای نخست، سریع‌تر می‌باشد و شاخص طعم به مراتب در تیمار شاهد بالاتر است. یعنی کاربرد عسل تأثیر خاصی بر روی این عامل ندارد. اسیدیته و مواد جامد محلول، در روز ششم نسبت به روزهای سوم و نهم بالاتر رفت. قندهای عسل، دهیدراته<sup>۷</sup> هستند و از تخمیر جلوگیری می‌کنند و به دلیل همین آب کم موجود در عسل بسیاری از میکروارگانیسم‌ها<sup>۸</sup> قادر به رشد بر روی این ماده نیستند. عسل هم با به تأخیر انداختن کاهش کیفیت، توسعه میکروبی و تغییرات رنگ باعث بهبود کیفیت دانه‌های انار می‌شود. روش جالب و جدیدی

- 4- Homogen
- 5- Tocopherol
- 6- Flavonoids
- 7- Dehydrated
- 8- Microorganisms

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون  
**بسته‌بندی**

- 1- Aloeen
- 2- Citric acid
- 3- Ascorbic acid

بهبود مدت ماندگاری مورد استفاده قرار گرفته‌اند. فیلم‌های پوششی از مواد نشاسته‌ای نفوذپذیری پایینی به اکسیژن دارند و دارای طبیعت آب دوست می‌باشند. بنابراین، انتظار می‌رود که اختلاط ترکیبات هیدروفوبیک<sup>۷</sup> مانند لیپیدها با پوشش‌ها خصوصیات ممانعت‌کنندگی به بخار آب را بهبود ببخشند. تیمار پوشش نشاسته با ۳۰۰ و ۶۰۰ پی پی ام روغن، نرم شدن دانه‌های انار، افت وزنی و درصد شاخص قهوه‌ای شدن، از دست دادن ویتامین C و محتوای آنتوسیانین را تا حد زیادی کاهش می‌دهد و موجب تأخیر در فساد میکروبی می‌شود. به نظر می‌رسد پوشش خوراکی بر پایه نشاسته، همراه با روغن سیاه دانه یک ترکیب مناسب برای حفظ کیفیت میوه در طول نگهداری باشد [۱۴]. اثر پوشش خوراکی به عنوان حامل اسانس‌های روغنی و اشعه ماوراء بنفش (UV-C<sup>۸</sup>) بر کیفیت دانه‌های انار<sup>۹</sup> طی سال‌های ۲۰۰۹/۲۰۱۰ مورد مطالعه قرار گرفت. بدین منظور، سه اسانس روغنی (اسطوخودوس<sup>۱۰</sup>، لیمو و نعناع) بر پوشش‌های خوراکی کربوکسی متیل سلولز (CMC) و ژلاتین<sup>۱۱</sup> حمل شد و با اشعه ماورای بنفش (به مدت ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه) نیز مورد مطالعه قرار گرفتند. دانه‌های انار تیمار شده توسط اسانس‌های روغنی حمل شده با پوشش خوراکی کربوکسی متیل سلولز و یا ژلاتین و UV-C، افت وزن و رشد میکروبی را کاهش داد و ظاهر عالی را حفظ نمود. اسانس روغنی اسطوخودوس حمل شده توسط CMC بالاترین درصد آنتوسیانین پس از ۷ روز نگهداری را نشان داد. در کل مشخص شد که روغن اسطوخودوس حمل شده توسط CMC و یا ژلاتین و UV-C به مدت ۲۰ دقیقه بهترین تیمار برای نگهداری دانه‌های انار می‌باشد.

توسط آماتو<sup>۱</sup> و همکاران برای افزایش عمر انبارداری محصولات تازه بریده شده پیشنهاد شد. آن‌ها فعالیت برخی ترکیبات طبیعی را برای افزایش عمر انبارداری در میوه‌های سالادی مورد ارزیابی قرار دادند. به خصوص اثر کیتوزان، عسل و آب آناناس بر رشد باکتری مزوفیل و سرمادوست، باکتری لاکتیک اسید و مخمرها مورد تحقیق قرار گرفت. سیب‌های گرانی اسمیت<sup>۲</sup>، گلابی و انگورهای آماده مصرف رجینا<sup>۳</sup> به قطعات مشابهی بریده شده و در محلول‌های فوق فرو برده شده و در دماهای ۴، ۸ و ۱۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. عسل، بیشترین تأثیر ضد میکروبی را روی باکتری مزوفیل و سرمادوست داشت. همچنین کیتوزان بر همه گروه‌های میکروبی به خصوص در شرایط نگهداری در یخچال اثر داشت. در پژوهشی دیگر ممانعت از قهوه‌ای شدن در تکه‌های سیبی که پوست کنده شده بودند و در محلول ۱۰ درصد عسل برای ۳۰ دقیقه در دمای اتاق فرو برده شده بودند ۶۲ درصد بود در حالی که در مقایسه با محلول ساکارز شاهد در مقدار قند مساوی که تنها ۲۳ درصد بازدارندگی از قهوه‌ای شدن را نشان داده است [۵].

#### ۴-۵- ترکیب پوشش خوراکی و اسانس روغنی

در یک بررسی از ترکیب پوشش خوراکی و روغن سیاه دانه برای پوشش دهی دانه‌های انار مورد استفاده قرار گرفت. این ترکیب به صورت نشاسته خوراکی<sup>۴</sup>، گلیسرول و روغن ان سایوا<sup>۵</sup> ارائه گردید. تحقیقات نشان داده‌اند که اسانس روغنی و روغن دانه‌های گیاه سیاه دانه<sup>۶</sup> دارای خاصیت ضد سرطانی، ضد قارچ و ضد باکتری، محافظ کبدی، ضد التهاب، ضد تب و ضد درد می‌باشند. از فیلم‌های خوراکی بر پایه نشاسته با توجه به فراوانی نشاسته در طبیعت و هزینه پایین در صنایع غذایی برای محصولات کشاورزی استفاده شده است. علاوه بر این، آن‌ها برای حفظ رطوبت و در نتیجه

- 7- Hydrophobic
- 8- Ultraviolet-C radiation
- 9- Punica granatum L
- 10- Lavender oil
- 11- Gelatin

- 1- Amato
- 2- Smit
- 3- Regina consumption
- 4- Food-grade
- 5- N. sativa
- 6- Nigella sativa

## ۵- نتیجه‌گیری

غلظت کربن دی اکسید و اکسیژن در بسته می‌تواند از طریق کاهش تنفس و تولید اتیلن<sup>۲</sup> و یا افت کیفیت فیزیولوژیکی و پاتولوژیکی<sup>۳</sup> به حفظ طراوت و ظاهر بصری میوه تازه برش زده با کاهش تنفس و تولید اتیلن و یا افت کیفیت فیزیولوژیکی و پاتولوژیکی در طول دوره نگهداری کمک نماید. هم چنین پوشش‌های خوراکی در میوه‌های تازه می‌توانند جایگزینی برای نگهداری تحت اتمسفر اصلاح شده با کاهش تغییرات کیفی و افت کمی از طریق تغییر و کنترل اتمسفر داخلی میوه باشند. از آنجایی که پوشش‌های خوراکی از مواد طبیعی ساخته می‌شوند و همراه غذا مصرف می‌گردند، بنابراین استفاده از آن‌ها می‌تواند بر مشکلات زیست محیطی ناشی از مواد بسته‌بندی شیمیایی غلبه نماید. هم چنین برای کاربرد مؤثر پوشش‌های خوراکی، پوشش با مواد دیگر مانند اسانس‌های روغنی ترکیب شده است. در سال‌های اخیر به طور گسترده تحقیقاتی در زمینه کاربرد بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده و به میزان محدود استفاده از پوشش‌های خوراکی و کاربرد آن‌ها به تنهایی و در ترکیب با اسانس‌های روغنی در دانه‌های انار صورت گرفته است. با توجه به اینکه ایران یکی از مناطق اصلی تولید انار در جهان می‌باشد تبدیل آن به صورت دانه‌های انار آماده مصرف نقش قابل توجهی در صنایع تبدیلی این میوه خواهد داشت، از این رو لازم است در آینده بر روی توسعه تجاری این نوع بسته‌بندی‌ها به منظور حفظ خصوصیات کیفی و بهبود ماندگاری دانه‌های انار آماده مصرف تمرکز نماییم.

## ۶- منابع

۱. قربانی، م، صداقت، ن، میلانی، ا، کوچکی، آ، ۱۳۹۳، «به‌گزینی شرایط بسته‌بندی، کیفیت و زمان ماندگاری دانه‌های انار رقم بجستانی»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد: ۱۰-۱۱.

با توجه به تغییر سبک زندگی و افزایش بیماری‌های تحلیل برنده، تمایل مصرف‌کنندگان نسبت به میوه‌ها و سبزیجات تازه بر اساس مواد غذایی ارتقاءدهنده، سلامت به سرعت در حال رشد است. در میان تمام مواد غذایی، محصولات باغی تازه برش زده و یا با حداقل فرآوری شده به عنوان غذاهایی جدید با مفهوم نوآورانه جهت برآورده کردن تقاضای زندگی مدرن می‌باشند به گونه‌ای که آن‌ها محصولات آماده مصرف، تازه، مغذی و سالم به مصرف‌کنندگان ارائه می‌دهند. انار پونیکا گراناتوم<sup>۱</sup> نیز عمدتاً به دلیل خواص حسی و تغذیه‌ای استثنایی و منحصر به فرد خود یک میوه برگزیده و مورد پسند محسوب می‌شود. تولید دانه‌های انار آماده مصرف می‌تواند جایگزین مناسب و مطلوبی برای مصرف میوه‌های تازه باشد و تقاضای مصرف‌کنندگان برای انار را افزایش دهد. اما مدت ماندگاری دانه‌های انار آماده مصرف در مقایسه با میوه کامل انار، تا حد زیادی کاهش می‌یابد. در سال‌های اخیر از بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده به طور گسترده‌ای جهت افزایش ماندگاری دانه‌های انار استفاده شده است؛ اما روش‌های بسته‌بندی از این هم فراتر رفته و امروزه بر کاربرد پوشش‌های خوراکی به تنهایی و در ترکیب با اسانس روغنی توجه می‌شود. در حال حاضر، مصرف‌کنندگان به طور فزاینده خواستار محصولات غذایی که با ارزش غذایی، رنگ طبیعی و تازه، عطر، طعم، بافت مناسب و حاوی مواد افزودنی کم‌تری مانند نگهدارنده‌ها هستند، جایگزینی مواد شیمیایی (قارچ‌کش / نگهدارنده) با مواد طبیعی (روغن و اسانس روغنی) در میوه با توجه به فواید آن در سلامتی و همچنین نگرانی در مورد ایمنی مواد غذایی از طرف مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان، میوه در سال‌های اخیر تقاضا شده است. با افزایش تقاضای محصولات تازه و طبیعی و بدون افزودن مواد شیمیایی مضر، به نظر می‌رسد فیلم بسته‌بندی یک ابزار ایده‌آل برای نگهداری میوه‌های با حداقل فرآوری شده می‌باشد. تغییر

2- Ethylene

3- Pathological

فصلنامه علمی-ترویجی علوم و فنون

1- Punica granatum

arils”, Journal of food science;74(5):399-405.

10. Caleb, O.J., Opara, U.L., Mahajan, P.V., Manley, M., Mokwena, L. & Tredoux, A.G.J. 2013. “Effect of modified atmosphere packaging and storage temperature on volatile composition and postharvest life of pomegranate arils (cv. ‘Acco’ and ‘Herskawitz’)”. Postharvest biology and technology, 79, 54-61.

11. Caleb, O.J., Mahajan, P.V., Opara, U.L. & Witthuhn, C. R. 2012c. “Modelling the effect of time and temperature on respiration rate of pomegranate arils cv. ‘Acco’ and ‘Herskawitz’”. Journal of food science, 77(4), E80-E87.

12. Youwei, Y., Yinzhe, R., 2013. Effect of chitosan coating on preserving character of post-harvest fruit and vegetable: A review, Food process and technology, 4(8),1-3 .

13. Corbo, M.R., Speranza, B., Campaniello, D., D’Amato, D., Sinigaglia, M., 2010. “Fresh-cut fruits preservation: current status and emerging technologies”. Microbial biotechnology, 1143-1154.

14. Tulin OZ, A., Ulukanli,Z., 2011, “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 (2012) 81–95.

#### آدرس نویسنده

مشهد- میدان آزادی- دانشگاه فردوسی مشهد-  
دانشکده کشاورزی- دپارتمان علوم و صنایع  
غذایی.

۲. شاهی، ط. و میرزایی، ح. ۱۳۹۲. «کاربرد اتمسفر اصلاح شده جهت نگهداری و بسته‌بندی دانه‌های انار»، فصلنامه علوم و فنون بسته‌بندی، سال چهارم، شماره ۱۶.

۳. توسلی، ص.، برزگر، م. و حمیدی، ز. ۱۳۹۲. «تأثیر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و مدت ماندگاری دانه‌های انار»، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس: ۳۸-۳۲.

۴. سلاح ورزی، ی.، تهرانی فر، ع.، ۱۳۹۲، «تأثیر اسانس برخی گیاهان دارویی و پوشش پلی اتیلنی بر عمر انبارمانی و کیفیت میوه انار رقم شیشه کپ» نشریه علوم باغبانی علوم و صنایع کشاورزی؛ ۳ (۲۷)، ۳۱۸-۳۲۵.

۵. فهدی حویزه، ن.، حیدری، م.، یاری، ف.، سماواتی، و.، ۱۳۹۳، «اثرات غسل و زمان انبارداری بر برخی خصوصیات کیفی دانه‌های انار رقم ملس پوست زرد باغملک (خوزستان)»، نخستین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی.

6. Ghasemnezhad, M., Zareh, S., Rassa, M., Sajedi, R.H., 2012, 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, J Sci food Agric; 93(2):368-74.

7. L’opez-Rubira, V., Conesa, A., Allende, A., Art’es, A., 2005, Shelf life and overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV-C, Postharvest biology and technology ; 37 (2005) 174–185.

8. Caleb, O.J., Mahajan, P.V., Fahad, A.A., & Opara, U.L. 2012b. Modified atmosphere packaging technology of fresh and fresh-cut produce and the microbial consequences – A Review, Food and bioprocess technology, 6(2), 303-329.

9. Ayhan, Z., Eştürk, O., 2009, “Overall quality and shelf life of minimally processed and modified atmosphere packaged “Ready-to-Eat” pomegranate