مقاله پژوهشی

بررسی اثر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده و صمغ درخت زردآلو بر حفظ کیفیت و افزایش زمان ماندگاری توت فرنگی

مریم هاشمی سیگاری[۱]، ناصر صداقت[۲×]، فخری شهیدی[۳]، فرشته حسینی[۴]

تاریخ دریافت مقاله: اردیبهشت ماه ۱۳۹۷

تاریخ پذیرش مقاله: خرداد ماه ۱۳۹۸

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی اثر استفاده ترکیبی از پوشش‌دهی با استفاده از صمغ تراوشی از درخت زردآلو با غلظت‌های مختلف (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) و بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده با غلظت‌های اکسیژن مختلف (٤، ۱۲ و ۲۱ درصد) بر ویژگی‌های کیفی و فیزیکوشیمیایی میوه توت فرنگی بود. بدین منظور، چگونگی بافت و نیز مقدار آنتوسیانین و اسیدآسکوربیک نمونه‌های توت فرنگی طی مدّت زمان نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفت. همانطور که انتظار می‌رفت، با افزایش مدّت زمان نگهداری، سفتی بافت محصول مورد بررسی کاهش یافت ($P\leq0.05$) که دلیل آن افزایش واکنش‌های متابولیکی در اثر تنفس سلولی بود. در نمونه‌های پوشش داده شده با صمغ تراوشی از درخت زردآلو، سفتی بافت طی مدّت زمان نگهداری تا حد زیادی حفظ گردید. علاوه بر این، بسته‌بندی در شرایط دارای اکسیژن اندک نیز به حفظ کیفیت بافتی توت فرنگی کمک کرد. ویژگی‌های بافتی و رنگ محصول همچنین از نقطه نظر حسی نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. همانطور که انتظار می‌رفت، نمونه‌های پوشش داده شده و نگهداری شده در حضور اکسیژن اندک دارای بالاترین امتیاز رنگ، بافت و پذیرش کلی بودند. در مورد ترکیب شیمیایی نمونه‌ها، مشاهده گردید که نمونه‌های پوشش داده شده و بسته‌بندی شده در شرایط اکسیژن اندک دارای بالاترین میزان اسیدآسکوربیک و آنتوسیانین بودند. به طور کلی، نتایج این پژوهش اثبات کرد که پوشش‌دهی توت‌فرنگی تازه با صمغ تراوشی از درخت زردآلو و سپس بسته‌بندی آن در شرایط اتمسفر اصلاح شده و دارای اکسیژن کم، روشی مفید در حفظ کیفیت این محصول طی مدّت زمان نگهداری در انبار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی

بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده؛ پوشش‌دهی توت فرنگی؛ صمغ درخت زردآلو

۱- مقدمه

افزایش آگاهی عمومی جامعه در مصرف محصولات غذایی مغذّی و سالم موجب افزایش تمایل مصرف‌کنندگان به استفاده از میوه‌ها و سبزی‌های تازه شده است. گاهی میوه‌ها و سبزیجات تازه به دلیل فصلی بودن در دسترس نیستند و نیز ممکن است فاصله نسبتاً زیاد محل تولید و عرضهٔ این محصولات موجب کاهش دسترسی مصرف‌کننده به محصولات تازه شود. توت فرنگی به دلیل دارا بودن مقادیر زیادی آنتوسیانین[۵] و

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد(maryamhashemy.c@gmail.com).

۲- استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

(× نویسنده مسئول: sedaghat @um.ac.ir)

۳- استاد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد(fshahidi@um.ac.ir).

۴-دانشیارجهاددانشگاهی

مشهد(fereshtehosseini@yahoo.com).

5- Anthocyanin

اسید اسکوربیک[1] دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی خوبی می‌باشد و خواص درمانی زیادی دارند[۱]. توت فرنگی میوه‌ای است که زمان نگهداری اندکی دارد و به سرعت کیفیت و ارزش تغذیه‌ای آن دچار افت می‌شود. از این رو، در سال‌های اخیر پژوهش‌های زیادی برای حل این مشکل انجام گرفته است. به همین دلیل، مراقبت از آن پس از برداشت، حمل محصول به بازار و حفظ ماندگاری آن تا زمان مصرف دارای اهمیت فراوانی است. از این رو، به منظور نگهداری طولانی مدّت توت فرنگی باید از فنّاوری‌های جدید کمک گرفته شود. استفاده از بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده امکان بسته‌بندی محصولات تازه و فسادپذیر را فراهم نموده و در نتیجه منجر به کاهش هزینه‌های توزیع محصول می‌شود. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی یکی دیگر از روش‌های افزایش مدّت زمان نگهداری محصولات کشاورزی بوده که معمولاً با استفاده از بیوپلیمرهای زیستی تولید می‌شوند. استفاده از این پوشش‌ها بر روی سبزیجات و میوه‌های تازه علاوه بر حفظ کیفیت، موجب کاهش افت رطوبت در این محصولات می‌گردد. از سوی دیگر، این پوشش‌ها با کاهش تبادل گازها رسیدگی این محصولات را به تأخیر می‌اندازند و موجب بهبود کیفیت محصول می‌گردند. این پوشش‌ها همچنین سرعت فساد مواد غذایی از جمله سرعت واکنش‌های اکسیداتیو را کاهش داده و از صدمات فیزیکی محصولات طی حمل‌ونقل نیز جلوگیری می‌نمایند[۲].

تاکنون پژوهش‌های زیادی روی بررسی اثر پوشش‌دهی توسط بیوپلیمرهای زیستی بر ویژگی‌های کیفی و تغذیه‌ای توت فرنگی انجام شده است. محققان (۱۹۷۸)[۳] تأثیر فیلم سلولز بر کیفیت توت فرنگی را مورد ارزیابی قرار دادند. علاوه بر این، سه نوع ماده بسته‌بندی دیگر از جمله پلی‌پروپیلن معمولی، پلی‌پروپیلن منفذدار و پلی‌وینیل کلراید نیز به منظور بسته‌بندی توت فرنگی مورد استفاده قرار گرفتند. در بسته‌بندی پلی‌پروپیلن منفذدار که به دلیل وجود منفذ هیچ نوع بازدارندگی نسبت به گازها وجود ندارد؛ غلظت کربن دی اکسید نزدیک به صفر بود. از سوی دیگر، در بسته‌بندی پلی‌پروپیلن منفذدار میزان کربن دی اکسید بیشتر از سایر نمونه‌ها گزارش شد. از این رو، آن‌ها دریافتند که در بسته‌بندی منفذدار به دلیل خروج کربن دی اکسید و ورود اکسیژن، شدّت تنفس را تسریع کرده و موجب کاهش ماندگاری محصول می‌گردد. در نمونه بسته‌بندی شده با پلی‌پروپیلن معمولی به دلیل عدم وجود اکسیژن تنفس بی‌هوازی شروع می‌شود و ترکیبات بد طعم تولید می‌نماید. مشاهده گردید که سلولز قادر است درون بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده[2](MAP) ایجاد نماید و با توجّه به مقدار اندک نفوذپذیری به بخار آب از تعرق محصول کم می‌نماید. در پژوهشی دیگر از کیتوزان برای حفظ کیفیت توت فرنگی طی مدّت زمان نگهداری استفاده شد[۴]. پوشش مورد استفاده علاوه بر کیتوزان دارای درصدهای مختلف اولئیک اسید بود. نتایج نشان داد که استفاده از این پوشش میزان تنفس توت فرنگی را کاهش می‌دهد و همچنین با افزایش غلظت اسید چرب به کار رفته، درصد خروج رطوبت کاهش می‌یابد. علاوه بر پژوهش‌های ذکر شده، بررسی‌های زیادی روی اثر پوشش‌دهی توت فرنگی توسط بیوپلیمرهای مختلف انجام شده است که در تمامی موارد، استفاده از پوشش مورد نظر موجب حفظ ویژگی‌های کیفی و تغذیه‌ای شد[۵ و ۶].

تاکنون هیچ پژوهشی روی بررسی اثر پوشش‌دهی محصولات غذایی با صمغ تراوشی از درخت زردآلو انجام نشده است. از سوی دیگر، چندین پژوهش روی بررسی اثر سایر صمغ‌های این خانواده از جمله صمغ تراوشی از درخت بادام در پوشش‌دهی سیب زمینی و گوجه فرنگی و صمغ تراوشی از درخت هلو برای پوشش دهی میگو نشان داده که صمغ‌های این خانواده -که دارای ساختار فیزیکوشیمیایی مشابهی هستند- دارای تأثیر مثبتی بر خواص کیفی و فیزیکوشیمیایی مواد غذایی می‌باشند. بنابراین، هدف از این پژوهش، بررسی اثر استفاده ترکیبی از بسته بندی اتمسفر اصلاح شده و پوشش دهی توت

1- Ascorbic Acid

2- Modified Atmosphere Packaging

فرنگی با استفاده از صمغ تراوشی از درخت زرد آلو بر حفظ کیفیت و افزایش زمان ماندگاری توت فرنگی می‌باشد.

۲- مبانی نظری پژوهش

روش استفاده از بسته‌بندی اصلاح شده با روش‌هایی از جمله دمای پایین نگهداری محصول غذایی و یا استفاده از ترکیبات طبیعی ضدمیکروبی و ضداکسیدانی اصلاح می‌گردد. یکی از مهم‌ترین مشکلات استفاده از بسته بندی اتمسفر اصلاح شده تأثیر متفاوت آن بر محصول مشخص است. علاو براین، این نوع بسته بندی ممکن است منجر به ایجاد تغییراتی در ویژگی های فیزیکوشیمیایی محصول شده و همچنین می‌تواند موجب گسترش میکروارگانیسم‌های پاتوژن[1] شود[۵]. بنابراین، سیستم MAP ممکن است به تنهایی برای محافظت از کیفیت و ایمنی محصولات غذایی نباشد. از این رو، این روش باید با دیگر روش‌های نگهداری ترکیب گردد که یکی از این روش ها استفاده از پوشش‌دهی ترکیبات می‌باشد.

۳- پیشینه پژوهش

محققان (۱۳۹۴)[۱] به منظور بررسی اثر ترکیبات طبیعی در طول دوره نگهداری انبارداری توت فرنگی، از عصاره دارچین برای پوشش دادن و با غلظت 250 ppm روی درب ظروف استفاده کردند. نمونه‌های توت فرنگی درون ظروف بسته‌بندی فعال، در غلظت‌های ۱۰۰، ۵۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ عصاره دارچین آماده و به عنوان عامل ضدمیکروبی بسته‌بندی شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۵ درصد نگهداری شد. خصوصیات ماندگاری میوه توت فرنگی در طی دوره انبارمانی طی دوره‌های ۳، ۶ و ۱۰روزه با آزمون‌های فیزیکوشیمیایی از جمله افت وزن، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون[2] میکروبی شامل شمارش کپکی اندازه‌گیری شد. بررسی تیمارهای مختلف نشان داد که عصاره دارچین در غلظت ۵۰۰ قسمت در میلیون علاوه بر تأخیر در فساد قارچی میوه، موجب بهبود شاخص‌های کیفی آن نیز می‌شود به طوری که در مقایسه با نمونهٔ شاهد، استحکام بافت افزایش و میزان افت وزن، شدّت تنفس و درصد خرابی کاهش می‌یابد و همچنین درصد مواد جامد محلول و اسیدیته نیز حفظ می‌شود.

محققان (۱۳۸۸)[۲] اثر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده در غلظت بالای دی اکسید کربن بر روی ویژگی‌های انبارمانی میوه توت فرنگی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده به میزان قابل توجّهی موجب جلوگیری از افت وزن و پوسیدگی شد، ولی باعث کاهش مقدار اسید اسکوربیک نیز شده است. سفتی میوه‌ها در بسته‌های با دی اکسید کربن بالا به خوبی حفظ گردید و مواد جامد محلول در بسته‌های پلی‌آمیدی بیشتر از شاهد بود .

محققان در سال (۲۰۰۸)[۷] به بررسی افزایش زمان ماندگاری قطعات توت فرنگی پوشش داده شده با کیتوزان ۱ درصد و بسته‌بندی شده در سیستم MAP پرداختند. آن‌ها گزارش کردند که استفاده از پوشش خوراکی کیتوزان رشد میکروارگانیسم‌ها را به طور معنی‌داری کاهش داده و منجر به افزایش پایداری میکروبی توت فرنگی می‌شود. علاوه بر این، آن‌ها نشان دادند که استفاده از سیستم MAP با فشار اکسیژن بالا در ترکیب با پوشش‌دهی توسط کیتوزان، منجر به بهبود رنگ محصول می‌شود.

توت فرنگی (دو واریته هونویو[3] و کورونا[4]) در کیسه‌هایی با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد به مدّت ۱۰ روز انبار شدند. توت فرنگی‌های بدون بسته‌بندی به عنوان نمونه کنترل استفاده شدند. شاخص‌های کیفی طی دورهٔ انبارمانی مورد ارزیابی قرار گرفت. برخلاف نمونه‌های بدون بسته‌بندی که افت زنی حدود ۱/۵ برابر در روز از خود نشان دادند، نمونه‌های بسته‌بندی شده افت قابل ملاحظه‌ای نداشتند. پروفایل ترکیبات عامل آروما در توت

1- Pathogen
2- Titration
3- Honview
4- Corona

فرنگی واریته هونویو در سیستم اتمسفر اصلاح شده طی انبارمانی تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشت. از سوی دیگر، در نمونه‌های واریته کورونا، مقادیر اتیل استات به صورت قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. نتایج نشان داد که انبارمانی در سیستم اتمسفر کنترل شده در ۱۴-۱۱ درصد اکسیژن و ۱۲-۹ درصد را می‌توان به منظور حفظ کیفیت توت فرنگی به مدّت طولانی تر استفاده نمود[۸].

محققان (۲۰۰۹) [۹] به بررسی اثرات اتمسفر کنترل شده بر ویژگی‌های کیفی توت فرنگی پرداختند. پس از بسته‌بندی مشاهده گردید که افت وزنی و تأخیر در نزول ویژگی‌های کیفی از جمله بافت، ماده جامد کل، اسیدیته و رنگ زی انبارمانی اتّفاق افتاد. به صورت کلی، نتایج نشان داد که استفاده از بسته‌بندی اتمسفر کنترل شده دارای اثرا سودمندی بوده و موجب کاهش افت وزنی می‌شود.

در پژوهشی دیگر، توت فرنگی بسته‌بندی شده در فیلم از کربن دی اکسید، مخلوطی از گازها یا از هوا پر شده بود در ۱ درجه سانتی‌گراد و به مدّت ۱۰ روز ذخیره گردید[۱۰]. ارزیابی حسی نمونه‌ها نشان داد که نگهداری نمونه‌ها در بسته‌بندی حاوی هوا از لحاظ ویژگی‌های کیفی از قبیل بو، مزه و بافت) مطلوب‌تر بود. علاوه بر این، در نمونه‌های فاقد بسته‌بندی رشد کپک بعد از ۶ روز انبارمانی مشاهده گردید.

محققان (۲۰۱۲) به بررسی اثر پوشش‌دهی خوراکی با استفاده از صمغ تراوشی از درخت بادام با غلظت ۱۰ درصد بر ویژگی‌های کیفی توت فرنگی پرداختند. نتایج نشان داد که پوشش‌دهی گوجه فرنگی با این صمغ موجب تأخیر در تغییر رنگ، افت رطوبت، بافت، اسیدیته، مقادیر اسید اسکوربیک و بریکس[1] گوجه فرنگی طی انبارداری می‌شود. علاوه بر این، ارزیابی حسی نمونه‌ها طی دوره ۲۰ روزه نشان داد که این پوشش‌دهی گوجه فرنگی با استفاده از این صمغ موجب حفظ کیفیت حسی محصول می‌شود. بنابراین، آن‌ها پیشنهاد کردند که این ماده پوشش دهنده را می‌توان به منظور افزایش مدّت زمان ماندگاری گوجه فرنگی مورد استفاده قرار داد.

٤- روش پژوهش

٤-١- تهیه مواد اولیه

صمغ پورنئوس آرمنیاکا[2] در فصل بهار از درخت‌های یک باغ در منطقه طرق (روستای عارفی) جمع‌آوری شد. کلیه مواد شیمیایی موردنیاز نیز در این بررسی از شرکت مرک آلمان خریداری شدند.

٤-٢- خالص‌سازی صمغ جمع‌آوری‌شده

مراحل خاص‌سازی با استفاده از روش محققان(۲۰۱۶) [۱۱] انجام گردید. به‌طور خلاصه، نمونه‌های جمع‌آوری‌شده پودر شدند و سپس در غلظت ۱۰ درصد در آب مقطر حل شدند. محلول‌های هیدروکلوییدی[3] حاصل به مدّت ۱۵ دقیقه در g ۳۰۰۰ سانتریفوژ[4] شدند. سپس ۴ برابر حجمی محلول هیدروکلوییدی اتانول به آن اضافه گردید و به مدّت ۲۴ ساعت در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد خشک گردیدند .

٤-٣- پوشش‌دهی توت فرنگی

قبل از بسته‌بندی نمونه‌های توت فرنگی، پوشش‌دهی نمونه‌ها بر اساس روش ارائه‌شده توسط محققان (۲۰۰۸) [۵] انجام شد. ابتدا محلول صمغی پرنئوس آرمنیاکا با غلظت ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد در دمای ۲۵ درجه روی همزن مغناطیسی با سرعت چرخش ۳۰۰ دور بر دقیقه هم زده شد. محلول حاصل به مدّت سه دقیقه با استفاده از اولتراتراکس[5] هموژن[6] شد. نمونهٔ موردنظر به مدّت یک دقیقه درون محلول کلسیم کلرید ۱۰ درصد غوطه‌ور شد. نمونه‌ها به مدّت ۲۰ دقیقه در خشک‌کن هوای داغ با دمای

1- Brix

2- Prunus Armaniaca L
3- Hydrocolloid
4- Centrifuge
5- Ultratax
6- Homogeneous

۲۰ درجه قرار گرفتند و سپس بر اساس تیمارهای پژوهش نمونه‌های بسته‌بندی وارد سیستم MAP شدند.

٤-٤- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها توسط یک گروه ۲۵ نفره از پنلیست‌های[1] آموزش‌دیده انجام شد. ۵ نمونه از توت فرنگی به‌صورت تصادفی میان پنلیست‌ها توزیع شد و از آن‌ها خواسته شد که بر اساس ارزیابی هدونیک[2] به میوه‌ها بین عدد ۱ (برای خیلی بد) تا ۵ (برای عالی) امتیازدهی نمایند [۱۲].

٤-٥- اندازه‌گیری بافت

به‌منظور ارزیابی کیفیت بافتی نمونه‌های مورد بررسی از دستگاه بافت‌سنج[3] (LLOYD) و پروب استوانه‌ای با قطر ۵ میلی‌متر استفاده گردید.

٤-٦- اندازه‌گیری اسید آسکوربیک

مقدار اسید آسکوربیک[4] موجود در نمونه‌های مورد ارزیابی با استفاده از تیتراسیون[5] دیکلروفنولین دوفنول[6] و بر اساس استاندارد GB/T 6195-1986 انجام شد. ۵۰ گرم از ۶ نمونه میوه در ۵۰ میلی‌لیتر اگزالیک[7] اسید ۰/۰۲ گرم بر مول هموژن شد و سپس در دور g ۱۵۰۰۰ به مدّت ۱۵ دقیقه و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ گردید. سپس ۱۰ میلی‌لیتر از مایع سوپرناتانت[8] با محلول دیکلروفنولین دوفنول تیتر[9] شد. غلظت آسکوربیک اسید بر اساس حجم تیترانت مورد استفاده محاسبه شد [۱۳].

٤-٧- اندازه‌گیری میزان آنتوسیانین

۲ گرم از بافت نمونه با اسید کلریدریک ۰/۱ مول بر لیتر ترکیب‌شده و به مدّت ۳ ساعت در ۵۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. مخلوط حاصل به‌سرعت در حمام یخ سرد شد و به مدّت ۲۰ دقیقه در دور g ۱۰۰۰۰ سانتریفوژ گردید. سوپرناتانت جمع‌آوری شد و میزان جذب آن در ۵۳۰ نانومتر خوانده شد. آنتوسیانین کل بر اساس میلی‌گرم پلارگونیدین[10] در هر ۱۰۰ گرم نمونهٔ اولیه بیان شد[۴].

٤-٨- طرح آماری

کلیه آزمون‌های این پژوهش با سه تکرار انجام شد و تجزیه و تحلیل آماری در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام پذیرفت. به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

٥- تجزیه و تحلیل داده‌ها

٥-١- ارزیابی حسی

طعم یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها در محصولات غذایی است که بر پذیرش مصرف‌کننده اثر دارد. بافت از ویژگی‌های مهم حسی ماده غذایی است. بافت و خواص فیزیکی، بر طعم غذا تأثیرگذار هستند، به دلیل اینکه تا حدودی می‌تواند مقدار و سرعتی را که ماده طعم زا به جوانه‌های چشایی می‌رسد، کنترل کند. آزمون حسی به‌طور معمول به‌منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف بر پذیرش مصرف‌کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

1- Panelists
2- Hedonic
3- Texture Analyzer
4- Ascorbic Acid
5- Titration
6- Dichlorophenol, Dichloro Phenol
7- Oxalic acid
8- Supernatant
9- Dichlorophenoline Dophenol Titer
10- Polargonidine

جدول ۱- تأثیر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده و پوشش‌دهی با غلظت‌های مختلف صمغ درخت زردآلو بر ویژگی حسی سفتی بافت توت فرنگی طی مدّت‌زمان نگهداری محصول

غلظت صمغ (٪)	درصد اکسیژن در بسته‌بندی	مدّت‌زمان نگهداری		
		روز ششم	روز دوازدهم	روز هجدهم
۰	٤	٦/٢٣±٠/٥٢^{aA}	٥/٩٢±٠/٣١^{aA}	٥/٤٤±٠/٥٠^{aA}
	١٢	٦/٠٦±٠/٤٧^{aA}	٥/٧٠±٠/٤٦^{aA}	٥/١١±٠/٢٣^{aA}
	٢١	٥/٨٨±٠/٦٦^{aA}	٥/٢٥±٠/٧٦^{aA}	٤/٧٦±١/٠٥^{aA}
٥	٤	٦/٧٦±٠/٩٣^{aA}	٦/١٣±٠/٥٢^{aA}	٦/٠١±٠/٢٣^{aA}
	١٢	٦/٥٢±٠/٤٦^{aA}	٥/٩٢±٠/٤٤^{aB}	٥/١٠±٠/٣٦^{bB}
	٢١	٦/١٣±٠/٣١^{aA}	٥/٩٦±٠/٥٢^{aA}	٥/١١±٠/٢٢^{bB}
١٠	٤	٦/٦٥±٠/٥٢^{aA}	٦/٤٥±٠/٢٥^{aA}	٦/٢٠±٠/٢٥^{aA}
	١٢	٦/٦٠±٠/٣١^{aA}	٦/٠٢±٠/٣١^{bB}	٥/٧٦±٠/١٤^{bC}
	٢١	٦/٢٥±٠/١١^{aA}	٥/٨٨±٠/٣٠^{bB}	٥/٤٠±٠/٤٠^{bC}
١٥	٤	٧/٥٠±١/١٣^{aA}	٧/١٢±٠/١٤^{aA}	٦/٢٥±٠/١٤^{aB}
	١٢	٦/٩٥±٠/٢٣^{aA}	٦/٦٢±٠/٤٤^{bA}	٦/٠٠±٠/٢٥^{aB}
	٢١	٦/٤١±٠/٢٧^{bA}	٦/٢٥±٠/١٥^{bA}	٥/٨٤±٠/٣٦^{aA}

بدین منظور، شاخص‌های حسی بافت، رنگ، طعم و پذیرش کلی میوه توت فرنگی در تیمارهای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج آن در (جدول ۱) آورده شده است. با مشاهده (جدول ۱) می‌توان دریافت که امتیاز حسی بافت در نمونه‌های مختلف با افزایش مدّت زمان نگهداری محصول کاهش می‌یابد.

همانطور که در بخش بافت اشاره شد، این کاهش درجه سفتی بافت را می‌توان به افت رطوبت و فساد کپکی که منجر به شکست دیواره سلولی می‌شود نسبت داد[۱۴]. همچنین می‌توان مشاهده نمود که امتیاز حسی سفتی بافت در نمونه‌های پوشش داده‌شده طی مدّت‌زمان نگهداری محصول به مقدار کمتری نسبت به نمونه شاهد کاهش یافته است که می‌تواند به دلیل کاهش تنفس سلولی میوه در اثر ایجاد حالت اتمسفر اصلاح‌شده در محصول پوشش داده شده باشد. در توت فرنگی‌های بسته‌بندی‌شده در شرایط اتمسفر اصلاح‌شده نیز می‌توان مشاهده نمود که با افزایش غلظت اکسیژن در بسته‌بندی‌های مورد بررسی، امتیاز حسی مربوط به سفتی بافت آن‌ها کاهش یافته است. نتایج آزمون همبستگی پیرسون[1] یک همبستگی مثبت با ضریب تبیین بالا را بین سفتی بافت اندازه‌گیری شده با دستگاه بافت‌سنج و امتیاز حسی مربوط به سفتی بافت نشان داد.

به علت همبستگی بالا با ارزیابی فیزیکی، شیمیایی و حسی کیفیت مواد غذایی، میزان رضایت‌مندی تحت تأثیر رنگ قرار دارد[۶]. مقادیر امتیاز حسی شاخص رنگ در نمونه‌های توت فرنگی تیمار شده در شرایط مختلف طی مدّت زمان نگهداری در (جدول ۲) آورده شده است. با افزایش مدّت زمان ماندگاری توت فرنگی شاهد و تیمار شده، امتیاز حسی شاخص رنگ به طور معنی‌داری کاهش یافت. کاهش امتیاز حسی رنگ با افزایش مدّت زمان ماندگاری را می‌توان به کاهش شاخص روشنایی توت فرنگی طی مدّت زمان نگهداری و نیز کاهش درجه قرمزی آن‌ها نسبت داد که در بخش قبلی به اثبات رسید. همچنین از (جدول ۲) می‌توان دریافت که

1- Pearson

یک کاهش جزئی در امتیاز حسی نمونه‌های توت فرنگی با افزایش درصد اکسیژن بسته‌بندی مورد استفاده اتّفاق می‌افتد که به تجزیه پیگمان‌های آنتوسیانینی در اثر حضور غلظت بالای اکسیژن و تنفس بالای سلولی نسبت داده می‌شود. به طور کلی، در تمامی تیمارهای مورد بررسی، امتیاز حسی شاخص رنگ در نمونه‌های پوشش داده شده بیشتر بود که نشان‌دهنده کارایی فرآیند پوشش‌دهی توت فرنگی با استفاده از تراوشات درخت زردآلو می‌باشد.

نتایج آزمون حسی در مورد پذیرش کلی توت فرنگی‌های تیمار شده طی مدّت زمان مختلف نگهداری در (جدول ۳) آوره شده است. با توجّه به اهمیت بافت و رنگ محصولات غذایی بر انتخاب و پذیرش مصرف‌کننده؛ انتظار می‌رفت تا نمونه‌هایی با امتیاز حسی بافت و رنگ بالاتر از پذیرش کلی بالاتری برخوردار باشند. همانطور که در (جدول ۳) دیده می‌شود، نمونه‌های توت فرنگی پوشش داده شده در غلظت بالاتر نسبت به نمونه‌های بدون پوشش و نیز نمونه‌های پوشش داده شده با غلظت کمتر صمغ درخت زردآلو دارای پذیرش کلی بالاتری هستند. همچنین، توت فرنگی‌های ذخیره شده در فضای اتمسفر اصلاح شده با غلظت پایین‌تر اکسیژن، از نظر پذیرش کلی مطلوب‌تر می‌باشند.

۵-۲- ارزیابی بافت

یکی از مهم‌ترین تغییراتی که طی نگهداری توت فرنگی اتّفاق می‌افتد نرم‌شدگی[1] بافت است که به دلیل تغییرات بیوشیمیایی در دیواره سلولی میوه، لامبلیا[2] و سطوح غشایی اتّفاق می‌افتد. نرم‌شدگی تأثیر نامطلوبی بر مدّت‌زمان ماندگاری و کیفیت توت فرنگی دارد[۵]. بنابراین، دانستن میزان تغییرات بافتی توت فرنگی طی دوران انبارمانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تأثیر

جدول ۲- تأثیر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده و پوشش‌دهی با غلظت‌های مختلف صمغ درخت زردآلو بر شاخص حسی رنگ توت فرنگی طی مدّت‌زمان نگهداری محصول

غلظت صمغ (٪)	درصد اکسیژن در بسته‌بندی	مدّت‌زمان نگهداری		
		روز ششم	روز دوازدهم	روز هجدهم
۰	٤	۸/۱۱±۰/٦٥^{aA}	۷/۷٥±۰/٤٦^{aA}	۷/٥۹±۰/۳۲^{aA}
	۱۲	۸/۲۱±۰/۳٦^{aA}	۷/٥۷±۰/۱۹^{abB}	۷/۰۱±۰/۳٥^{bC}
	۲۱	۷/۹۸±۰/٤۱^{aA}	۷/۳۹±۰/۲۱^{bB}	٦/۲۹±۰/۷٦^{cC}
٥	٤	۸/٥۹±۰/۳۱^{aA}	۸/۲۳±۰/۱٥^{aB}	۸/۳٦±۰/۲۰^{aB}
	۱۲	۸/٤٤±۰/۳٦^{aA}	۷/۹۹±۰/۱۱^{aA}	۷/۱۸±۰/۲۱^{bB}
	۲۱	۸/۰۲±۰/۸۸^{aA}	۷/۸٤±۰/٤۲^{aA}	۷/۲۱±۰/۳۲^{bB}
۱۰	٤	۸/٦۹±۰/٤۱^{aA}	۸/٥٤±۰/٤۸^{aA}	۸/۳٦±۰/۳۱^{aA}
	۱۲	۸/٤٤۰±۰/۱۹^{aA}	۸/۱۹±۰/٥۲^{aA}	۷/٥۹±۰/٤۱^{bB}
	۲۱	۸/۳۲±۰/٥۱^{aA}	۷/٦٥±۰/۲٥^{aB}	۷/۳٦±۰/۱۹^{bB}
۱٥	٤	۹/٤۱±۰/۷٤^{aA}	۹/۲٦±۰/۹۳^{aA}	۸/۳٥±۰/٥٥^{aB}
	۱۲	۹/۱۹±۰/٦۳^{aA}	۸/۷٤±۰/۲٦^{bA}	۸/۲۱±۰/٤۱^{aB}
	۲۱	۸/۲۸±۰/۳٥^{bA}	۸/۳۹±۰/۱٤^{bA}	۷/۹۸±۰/۳۹^{aA}

1- Softenning
2- Lamibia

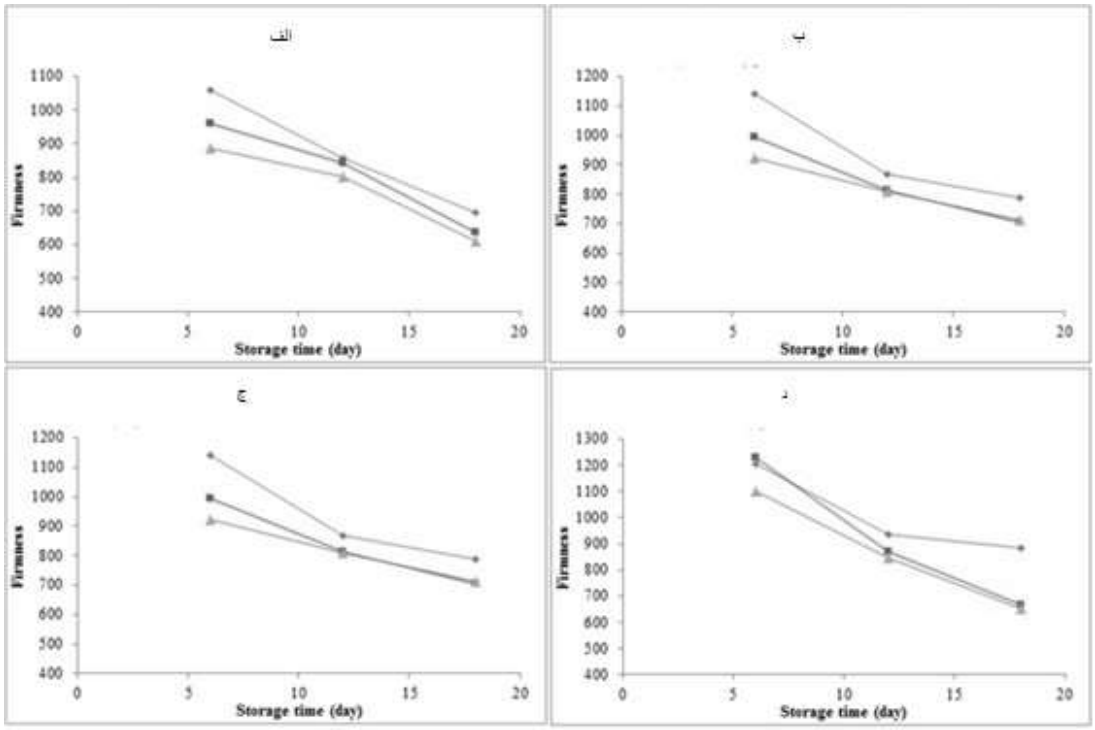
جدول ۳- تأثیر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده و پوشش‌دهی با غلظت‌های مختلف صمغ درخت زردآلو بر عامل حسی پذیرش کلی توت‌فرنگی طی مدّت‌زمان نگهداری محصول

غلظت صمغ (٪)	درصد اکسیژن در بسته‌بندی	مدّت‌زمان نگهداری		
		روز ششم	روز دوازدهم	روز هجدهم
۰	٤	۷/۳٦±۰/۳٦^{aA}	۷/۷٥±۰/٥۱^{aA}	٦/٥٦±۰/۹٤^{aB}
	۱۲	۷/۲٤±۰/٤٥^{aA}	۷/٦۱±۰/۳٦^{aA}	٦/۰۰±۰/۱۸^{bB}
	۲۱	٦/۹۸±۰/۲۱^{aA}	۷/۳۲±۰/٤٥^{bA}	٥/۹٦±۰/۲۹^{cB}
٥	٤	۷/۸٤±۰/٦٥^{aA}	۷/٥۷±۰/٤۱^{aA}	۷/۱۱±۰/٤۷^{aB}
	۱۲	۷/٦۹±۰/٦٦^{aA}	۷/۱۸±۰/٥۲^{aA}	٦/٦٥±۰/٥٤^{aB}
	۲۱	۷/۲۹±۰/۳۲^{bA}	۷/۱۹±۰/۸۷^{aA}	٦/٤۱±۰/۳۹^{bB}
۱۰	٤	۷/۷۷±۰/۱٤^{aA}	۷/۳۷±۰/۱٤^{aA}	۷/۳۹±۰/۲٥^{aA}
	۱۲	٦/۹٦±۰/٥۸^{bA}	۷/۲۱±۰/٥٤^{aA}	٦/۸۸±۰/۱٤^{bA}
	۲۱	۷/۳۹±۰/۲٦^{aA}	۷/۱٤±۰/۱۸^{aA}	٦/۳٥±۰/٦٥^{cB}
۱٥	٤	۸/٦٦±۰/٤٤^{aA}	۸/۱٤±۰/۳٦^{aA}	۷/۳۹±۰/۱٥^{aB}
	۱۲	۷/۷۸±۰/۷٥^{aA}	۷/٤۸±۰/٤٥^{bA}	۷/۱۸±۰/۲٥^{aB}
	۲۱	۷/۳۲±۰/۹٦^{aA}	۷/۳٦±۰/۲٥^{bA}	٦/۹۱±۰/۹۸^{aA}

تیمارهای مختلف مورد بررسی بر سفتی بافت توت فرنگی طی مدّت زمان نگهداری در (شکل ۱) آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، با افزایش مدّت‌زمان نگهداری میوه توت فرنگی شاهد، بافت محصول نرم‌تر شده است که می‌تواند به دلیل افت رطوبت و فساد کپکی که منجر به شکست دیواره سلولی می‌شود، باشد[۱۴].

از سوی دیگر، سفتی بافت در نمونه‌های پوشش داده‌شده طی مدّت‌زمان نگهداری محصول تقریباً ثابت بود که می‌تواند به دلیل کاهش تنفس سلولی میوه در اثر ایجاد حالت اتمسفر اصلاح‌شده در محصول باشد. در پژوهش‌های مختلفی به تأثیر مثبت استفاده از پوشش‌دهی بر ویژگی‌های بافتی توت فرنگی اشاره‌شده است[۴، ۵ و ۱۵].

به‌طور مشابه، در توت فرنگی‌های بسته‌بندی‌شده در اتمسفر اصلاح‌شده، با افزایش غلظت اکسیژن در بسته‌بندی‌های مورد بررسی، سفتی بافت آن‌ها کاهش یافت. تأثیر اتمسفر اصلاح‌شده بر حفظ کیفیت بافتی توت فرنگی می‌تواند به دلیل جلوگیری از آبگیری و همچنین ممانعت از تجزیه محصول باشد.



شکل ۱- تأثیر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده و پوشش‌دهی با غلظت‌های مختلف صمغ درخت زردآلو بر سفتی بافت توت فرنگی طی مدّت‌زمان نگهداری محصول (شکل الف، ب، ج و د به ترتیب مربوط به نمونه‌های فاقد پوشش، پوشش با غلظت ۵ درصد، پوشش با غلظت ۱۰ درصد و پوشش با غلظت ۱۵ درصد می‌باشد. علامت‌های لوزی، مربع و مثلث به ترتیب مربوط به غلظت اکسیژن ٤، ۱۲ و ۲۱ درصد می‌باشد).

۵-۳- بررسی تأثیر تیمارها بر میزان اسید آسکوربیک توت فرنگی

تأثیر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده و پوشش‌دهی با غلظت‌های مختلف صمغ درخت زردآلو بر مقدار اسید آسکوربیک میوه توت فرنگی طی مدّت‌زمان نگهداری محصول در (جدول ٤) آورده شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، در تمامی تیمارهای مورد بررسی، مقدار اسید آسکوربیک پس از طی مدّت‌زمان انبارمانی کاهش معنی‌داری دارد($P\leq ۰/۰۵$). این کاهش می‌تواند به دلیل اکسید شدن اسیدآسکوربیک در اثر حضور اکسیژن باشد. علاوه بر اکسیداسیون، افزایش pH در اثر فعالیت آنزیمی می‌تواند سبب نابودی اسیدآسکوربیک شود[۵]. ابتدا در اثر اکسیداسیون، اسید آسکوربیک به دهیدرو ال-آسکوربیک[1] اسید و در صورت ادامهٔ واکنش به دی کتو ال-گلوکونیک[2] تبدیل می‌شود که این مسیر غیرقابل‌برگشت است و در نتیجه افت شدیدی در میزان این ترکیب در زمان نگهداری توت فرنگی نمونه شاهد دیده می‌شود. به دلیل کنترل میزان ورود اکسیژن به داخل سلول و فعالیت آنزیمی کمتر درون میوه، در توت فرنگی‌های پوشش داده‌شده کاهش مقدار آسکوربیک اسید بسیار کمتر بود. با افزایش غلظت پوشش‌دهی نمونه‌ها، کاهش اسید آسکوربیک طی مدّت نگهداری به‌طور قابل‌توجّهی کاهش یافت که به دلیل ایجاد لایه مقاوم‌تر در برابر نفوذ اکسیژن در پوشش‌هایی با غلظت صمغ بالاتر است. نتایج مشابهی در مورد استفاده از دیگر پوشش‌ها

1- Dehydro L-ascorbic Acid
2- Di-keto L-gluconic Acid

جدول ٤- تأثیر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده و پوشش دهی با غلظت‌های مختلف صمغ درخت زردآلو بر مقدار اسید آسکوربیک توت فرنگی (میلی گرم بر صد گرم میوه) طی مدّت‌زمان نگهداری محصول

غلظت صمغ (٪)	درصد اکسیژن در بسته‌بندی	زمان نگهداری	
		روز ششم	روز هجدهم
۰	٤	٥٦±٢/٠^{aA}	٤٣±١/٠^{aB}
	٢١	٥٢±١/٥^{bA}	٤٢±١/٠^{aB}
٥	٤	٥٧±١/٠^{aA}	٤٧±١/٥^{aB}
	٢١	٥٦±٠/٥^{bA}	٤٤±١/٠^{bB}
١٠	٤	٦١±٣/٠^{aA}	٤٧±٢/٠^{aB}
	٢١	٥٦±١/٠^{bA}	٤٦±٠/٥^{aB}
١٥	٤	٦٤±٢/٠^{aA}	٥٦±٠/٥^{bB}
	٢١	٦٣±٠/٥^{aA}	٥٩±١/٥^{aB}

به‌منظور حفظ مقدار اسید آسکوربیک توت فرنگی گزارش‌شده است[١٦].

با بررسی نتایج به‌دست‌آمده از تأثیر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده بر نمونه‌های توت فرنگی می‌توان دریافت که در بسته‌بندی‌هایی با درصد اکسیژن بالاتر، مقدار افت اسید آسکوربیک طی زمان بیشتر است. همان‌طور که در بالا اشاره شد، احتمالاً این کاهش به دلیل اکسید شدن اسیدآسکوربیک در اثر حضور اکسیژن می‌باشد[٥].

٥-٤- تغییرات میزان آنتوسیانین

به‌طورکلی، کاهش در مقدار آنتوسیانین توت فرنگی به‌عنوان یکی از شاخص‌های پیری این محصول در نظر گرفته می‌شود[١٧]. تأثیر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده و پوشش‌دهی با غلظت‌های مختلف صمغ درخت زردآلو بر مقدار آنتوسیانین توت فرنگی طی مدّت‌زمان نگهداری محصول در (جدول ٥) نشان داده‌شده است. کاهش مشاهده‌شده در مقدار آنتوسیانین طی مدّت‌زمان انبارمانی به دلیل افزایش فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز طی نگهداری

جدول ٥- تأثیر بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده و پوشش‌دهی با غلظت‌های مختلف صمغ درخت زردآلو بر مقدار آنتوسیانین توت فرنگی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) طی مدّت زمان نگهداری محصول

غلظت صمغ (٪)	درصد اکسیژن در بسته‌بندی	زمان نگهداری	
		روز ششم	روز هجدهم
۰	٤	١٣٠±٨/١^{aA}	٨٦±١٥/٢^{aB}
	٢١	١١٧±١٤/٦^{aA}	٧٥±٥/٠^{aB}
٥	٤	١٤٧±٩/٢^{aA}	٩٢±٧/٠^{aB}
	٢١	١٣٦±١٠/٧^{aA}	٨٤±٣/٩bB
١٠	٤	١٥٤±٧/٢^{aA}	٩٨±٧/٥^{aB}
	٢١	١٤٤±١١/٠^{aA}	٩١±١٠/٤^{aB}
١٥	٤	١٦٤±١١/٠^{aA}	١٠٣±٥/٥^{aB}
	٢١	١٤١±٢/١^{bA}	١٠٠±٩/٧^{aB}

می‌باشد[۱۷]. روند آهسته‌تر کاهش آنتوسیانین در نمونه‌های پوشش داده‌شده در مقایسه با نمونه‌های شاهد می‌تواند به دلیل کمتر بودن فعالیت آنزیمی و حفظ اسیدآسکوربیک باشد. همچنین مشاهده می‌شود که با افزایش غلظت اکسیژن در بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده، مقدار آنتوسیانینی انبارمانی کاهش شدیدتری نشان می‌دهد که دلیل عمده آن افزایش سرعت تنفس سلولی در حضور اکسیژن بیشتر است. نتایج مشابهی در مطالعه محققان (۲۰۰۶)[۱۷] به دست آمد. آن‌ها به بررسی اثر تلفیقی پوشش‌دهی توت فرنگی و بسته‌بندی این میوه در شرایط اتمسفر اصلاح‌شده پرداختند و مشاهده نمودند که استفاده ترکیبی از این دو روش موجب حفظ هر چه بیشتر آنتوسیانین در توت فرنگی طی مدّت‌زمان انبارمانی می‌گردد.

٦- نتیجه گیری

نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت پوشش‌های با پایه پلی‌ساکارید تراوشی از درخت زردآلو بر خصوصیات ظاهری و فیزیکوشیمیایی میوهٔ توت فرنگی بود. نتایج نشان داد که ترکیب استفاده از این پوشش‌ها و بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده می‌تواند منجر به حفظ کیفیت فیزیکوشیمیایی توت فرنگی طی مدّت‌زمان انبارمانی گردد. به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد که تغییرات مواد جامد محلول، استحکام بافت میوه، مقدار اسیدآسکوربیک، میزان آنتوسیانی و هم‌چنین اسیدهای قابل تیتراسیون میوه‌های توت فرنگی تیمار در زمان نگهداری در مقایسه با نمونه‌ی شاهد بیشتر حفظ شد.

پوشش‌دهی میوه‌های توت‌فرنگی باعث درخشندگی و پذیرش حسی و ظاهری چشمی بیشتر توت فرنگی‌ها نسبت به نمونه‌های شاهد شد. درصد خرابی در پایان دوره نگهداری در توت فرنگی‌های پوشش داده‌شده با صمغ درخت زردآلو ۶۸٪ و برای نمونه شاهد ۴۳/۴٪ بود. در بیشتر توت فرنگی‌های پوشش داده‌شده تا روز ۱۸ به‌هیچ‌وجه کپک مشاهده نشد.

روند تجزیه اسید آسکوربیک و آنتوسیانین با اعمال پوشش‌ها کند شد. در نمونه‌های پوشش داده‌شده با محلول صمغ تراوشی از درخت زردآلو، میزان آنتوسیانین پس از ۱۸ روز، به ۶۴٪، و در نمونه شاهد پس از ۱۳ روز، به ۵۱٪ مقدار اولیه خود رسید.

۷- منابع

۱. احمدی جوزانی، م.، جوانمرد داخلی، م.، عراقی، م.، (۱۳۹۳). «**ارزیابی اثر عصاره دارچین در بسته‌بندی فعال برای بهبود ماندگاری توت فرنگی**». فصلنامه علمی ترویجی علوم و فنون بسته‌بندی، شماره ۲۳، صفحات ۱۳۶-۱۲۲.

۲. مقومی، م.، مستوفی، ی.، طلایی، ع.، دهستانی، م.، اصغری، ا.، (۱۳۹۲). «**بررسی اثر بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده بادی اکسید کربن بالا روی ویژگی‌های انبارمانی توت فرنگی رقم سلوا**». مجلّه کشاورزی، شماره ۱، صفحات ۱۶۳-۱۷۶.

3. Terefe NS, Matthies K, Simons L, Versteeg C. (2009). **"Combined high pressure-mild temperature processing for optimal retention of physical and nutritional quality of strawberries (Fragaria× ananassa)."** Innovative Food Science & Emerging Technologies. 10(3).
4. Kester JJ, Fennema O. (1986). **"Edible films and coatings: a review."** Food technology (USA).
5. García J, Medina R, Olías J. (1998). **"Quality of strawberries automatically packed in different plastic films."** Journal of Food Science.63(6):1037-41.
6. Vargas M, Albors A, Chiralt A, González-Martínez C. (2006). **"Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan–oleic acid edible coatings."** Postharvest biology and technology.41(2):164-71.

7. Hernández-Muñoz P, Almenar E, Del Valle V, Velez D, Gavara R. (2008). **"Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (Fragaria× ananassa) quality during refrigerated storage."** Food Chemistry. 110(2):428-35.
8. Huang L-l, Zhang M, Yan W-q, Mujumdar AS, Sun D-f.(2009). **"Effect of coating on post-drying of freeze-dried strawberry pieces.**" Journal of food engineering.92(1):107-11.
9. Campaniello D, Bevilacqua A, (2008). **"Sinigaglia M, Corbo M. Chitosan: antimicrobial activity and potential applications for preserving minimally processed strawberries."** Food Microbiology.;25(8):992-1000.
10. Nielsen T, Leufvén A. (2008). **"The effect of modified atmosphere packaging on the quality of Honeoye and Korona strawberries."** Food Chemistry.;107(3):1053-63.
11. Ozkaya O, Dündar O, Scovazzo GC, Volpe G. (2009). **"Evaluation of quality parameters of strawberry fruits in modified atmosphere packaging during storage."** African Journal of Biotechnology. 8(5).
12. SHAMAILA M, Powrie W, Skura B. (1992). **"Sensory evaluation of strawberry fruit stored under modified atmosphere packaging (MAP) by quantitative descriptive analysis."** Journal of Food Science.;57(5):1168-84.
13. Fathi M, Mohebbi M, Koocheki A. (2016). **"Some physico-chemical properties of Prunus armeniaca L. gum exudates."** International journal of biological macromolecules.;82:44.
14. Taghizadeh M, Fathi M, Sajjadi A. (2016). **"Effect of coating concentration and combined osmotic and hot-air dehydration on some physico-chemical, textural and sensory properties of apple slabs."** Acta Alimentaria. 45(1):119-28
15. Zapata S, DUFOUR JP. (1992). **"Ascorbic, dehydroascorbic and isoascorbic acid simultaneous determinations by reverse phase ion interaction HPLC."** Journal of Food Science. 57(2):506-11.
16. Velickova E, Winkelhausen E, Kuzmanova S, Alves VD, (2013). **"Moldão-Martins M. Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (Fragaria ananassa cv Camarosa) under commercial storage conditions."** LWT-Food Science and Technology.52(2):80-92
17. Del-Valle V, Hernández-Muñoz P, Guarda A, Galotto M. (2005). **"Development of a cactus-mucilage edible coating (Opuntia ficus indica) and its application to extend strawberry (Fragaria ananassa) shelf-life."** Food Chemistry. 91(4):751-6
18. Sogvar OB, Saba MK, Emamifar A. (2016). **"Aloe vera and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit."** Postharvest Biology and Technology.114:29-35.

آدرس نویسنده

خراسان رضوی- دانشگاه فردوسی مشهد- گروه علوم و صنایع غذایی- آقای ناصر صداقت