

Effect of whey protein concentrate edible coating and *Trachyspermum copticum* essential oil on the microbial, physicochemical and organoleptic characteristics of fresh strawberries during storage

Panji M¹, ghajarbeygi P², Mahmoudi R³, Shahsavari S⁴

1: MSc student at food Hygiene and safety, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin Iran.

2. Assistant Professor, Health Products Safety Research Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin Iran.

3- Associated Professor, Medical Microbiology Research Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin Iran. Tel:028-33237269, Email: r.mahmodi@yahoo.com

4- Instructor, Social Determinants of Health Research Center, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.

ABSTRACT

Background and Aim: Strawberry is a valuable product that has a relatively short storage life. Use of chemical fungicides to extend storage life has been a matter of concern. In recent years, use of edible coatings has been regarded as a safe method in order to replace synthetic coatings. The aim of this study was to increase the storage-life and maintain the quality of strawberry by using edible coatings of whey protein concentrate and *Trachyspermum copticum* essential oil during a storage time of 10 days at 4 ± 1 ° C and relative humidity of $75 \pm 5\%$.

Materials and Methods: We extracted the essence of the seeds by Clevenger apparatus. Then, the active components of the essence were identified by gas chromatography - mass spectrometry (GC-MS) method. In this study we used edible coating of whey protein concentrate and *Trachyspermum copticum* essential oil at different concentrations (0.2, 0.4 and 0.6%). Microbial quality (number of molds and yeasts, total microbial count), physicochemical characteristics (weight loss, acidity, pH, soluble solids, texture firmness, and decay) and organoleptic characteristics were assessed in the experimental group after packing, before storage (at the beginning of storage) and then 3, 5, 8 and 10 days after storage and compared with those in the control group.

Results: This coating significantly delayed the growth of microorganisms. By increasing concentrations of 0.4 and 0.6%, the mold and yeast counts after 10 days of storage reached zero and we found a logarithmical cycle reduction in the microbial load. As well texture firmness, weight loss, and decay percentage significantly decreased in the experimental group compared to those in the control group. On the 10th day, the decay rate was 86% for the control group and 10% for the case group containing 0.6% essential oil. Changes in PH, acidity and soluble solids were not significant. The best organoleptic properties were related to the priming with 0.2% essential oil, which also had a positive effect on the parameters in our study.

Conclusion: Strawberry fruit coating with whey protein concentrate and *Trachyspermum copticum* essential oil can be regarded as a safe and effective way to increase the storage life and quality of strawberry fruit in cold environments.

Keywords: Strawberry, Edible coating, Storage, Whey protein, *Trachyspermum copticum* essential oil

Received: Feb 17, 2018

Accepted: June 13, 2018

تاثیر پوشش خوراکی کنسانتره پروتئین آب پنیر و اسانس دانه گیاه زنیان بر ویژگی‌های میکروبی، فیزیکوشیمیایی و حسی توت فرنگی تازه طی انبارمانی

مینا پنجه¹، پیمان قجریگی²، رزاق محمودی³، سعید شهسواری⁴

1. دانشجو کارشناسی ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

2. استادیار، مرکز تحقیقات ایمنی محصولات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

3. دانشیار، مرکز تحقیقات میکروب شناسی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران، تلفن ثابت: 028-33237269، r.mahmodi@yahoo.com

4. مربی، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

چکیده:

زمینه و هدف: توت فرنگی محصولی ارزشمند بوده که عمر انباری نسبتاً کوتاهی دارد. کاربرد ترکیبات شیمیایی غیرطبیعی ضد قارچ جهت افزایش ماندگاری این میوه نگرانی‌هایی به دنبال داشته است. در سال‌های اخیر استفاده از پوشش‌های خوراکی به عنوان یک روش ایمن گسترش یافته که تا حد زیادی در حال جایگزینی با موارد سنتزی هستند. هدف این مطالعه افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت میوه توت فرنگی با استفاده از پوشش خوراکی کنسانتره پروتئین آب پنیر و اسانس دانه زنیان طی 10 روز انبارمانی در دمای 4 ± 1 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 75 ± 5 درصد بود.

روش بررسی: در مطالعه‌ای آزمایشگاهی، اسانس دانه زنیان با دستگاه کلونجر، استخراج و با دستگاه گاز کروماتوگراف - طیف سنج جرمی، اجزای تشکیل دهنده آن شناسایی شد. در این تحقیق از پوشش خوراکی بر پایه کنسانتره پروتئین آب پنیر و اسانس دانه زنیان در غلظت‌های متفاوت (0/2، 0/4 و 0/6 درصد) استفاده شد. کیفیت میکروبی (تعداد کپک و مخمر و باریکروبی کل)، خصوصیات فیزیکوشیمیایی (کاهش وزن، اسیدیته، pH و کل مواد جامد محلول، سفتی بافت و پوسیدگی) و ویژگی‌های حسی توت فرنگی‌های پوشش داده شده پس از بسته بندی، قبل از انبارمانی (لحظه صفر) و سپس 3، 5، 8 و 10 روز پس از انبارمانی در مقایسه با نمونه کنترل ارزیابی گردید.

یافته‌ها: این پوشش به طور معنی‌داری رشد میکروارگانیسم‌ها را به تاخیر انداخت به طوری که با افزایش غلظت 0/4 و 0/6 درصد اسانس میزان کپک و مخمر در طی 10 روز انبارمانی، به صفر رسید و بار میکروبی کل یک سیکل لگاریتمی کاهش یافت. در مقایسه با نمونه شاهد استحکام بافت افزایش، افت وزن، و درصد پوسیدگی به طور معنی‌داری کاهش یافت. در روز دهم میزان پوسیدگی برای گروه کنترل 86٪ و برای تیمار حاوی 0/6 درصد اسانس، 10٪ بود. تغییرات pH، اسیدیته و مواد جامد محلول نامحسوس بود. بیش‌ترین امتیاز ویژگی‌های حسی مربوط به تیمار با 0/2 درصد اسانس بود که این تیمار همچنین تاثیر مثبتی بر پارامترهای مورد مطالعه داشت.

نتیجه گیری: پوشش دهی میوه توت فرنگی با کنسانتره پروتئین آب پنیر و اسانس دانه زنیان می‌تواند به عنوان روشی ایمن و کارا در افزایش نگه‌داری و حفظ بهتر کیفیت میوه توت فرنگی در شرایط سرد معرفی شود.

واژگان کلیدی: توت فرنگی، پوشش خوراکی، انبارمانی، پروتئین آب پنیر، اسانس دانه زنیان

وصول مقاله: 96/11/28 اصلاحیه نهایی: 97/3/20 پذیرش: 97/3/23

مقدمه

توت فرنگی، میوه ای با طعم و بوی مطبوع و ظاهری جذاب است که افزون بر دارا بودن ویتامین‌ها، مواد معدنی، آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها یکی از غنی‌ترین منابع آنتی‌اکسیدانی محسوب می‌شود. میوه توت فرنگی نافرازگرا می‌باشد و می‌بایست در مرحله رسیده برداشت شود و نیز به دلیل برخورداری از بافت ظریف، محتوای رطوبتی بالا، غلظت قابل توجه قندها، اسیدهای آلی و تنفس شدید، به بیماری‌های قارچی و صدمات مکانیکی حساس می‌باشد (4-1). از طرفی کمبود دانش و مهارت فنی در برداشت، بسته بندی و نیز نبودن شرایط مساعد انتقال، انبارمانی و بازاریابی، این میوه را به شدت در معرض فساد قرار می‌دهد. ایران رتبه هجدهم را در تولید توت فرنگی جهان دارد اما بیش از 35 درصد از محصول توت فرنگی تولیدی کشور به ضایعات تبدیل می‌شود که در صورت مساعد بودن شرایط برای گسترش عوامل بیماری زا تا 85 درصد محصول تولیدی از بین خواهد رفت (5 و 6). با توجه به پتانسیل بالای کشور برای تولید و صادرات توت فرنگی، ضایعات پس از برداشت محصولات کشاورزی ضمن نابودی بخش زیادی از محصول از ارزش صادرات و بازاریابی آن کاسته است. بنابراین تلاش و مطالعه در راستای جلوگیری از ضایعات پس از برداشت این محصول بسیار ضروری است.

پروتئین آب پنیر، پروتئینی با کیفیت تغذیه‌ای بالا و توانایی تشکیل فیلم است (7 و 8)، همچنین به طور موثری مانع از انتقال اکسیژن، دی‌اکسید کربن، گازهای معطر، روغن و رطوبت گشته و لذا باعث افزایش کیفیت ظاهری و بهبود خواص مکانیکی مواد غذایی پوشش داده شده می‌شوند (9). در سال‌های اخیر وارد کردن عصاره و اسانس در پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی به منظور ایجاد اثرات ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (10).

گیاه زنیان، گیاهی علفی، بدون کرک و معطر با ساقه افراشته به ارتفاع 20 الی 50 سانتی متر، چتر با تعداد 6 تا 8 انشعاب است. میوه زنیان کوچک و تخم‌مرغی شکل است که اندام دارویی گیاه را تشکیل می‌دهد و بوی تیمول دارد (11 و 12). محل رویش این گیاه در ایران استان‌های آذربایجان، اصفهان، یزد، فارس، خراسان و قزوین (الموت) است. مهم‌ترین ترکیبات آن تیمول، سیمن، آلفاپینن، دی پنتن، کارواکرول، گاما ترپنین، بتاپینن و میرسن می‌باشد (13). از زنیان به صورت خوراکی به عنوان ضد درد، ضد آسم، ضد تهوع و خلط آور، کاهش دهنده کلسترول خون استفاده می‌شود، ضد نفخ و ضد کرم است و همچنین آنتی باکتریال و ضد قارچ می‌باشد (13). بنابراین اسانس این گیاه پتانسیل بسیار خوبی برای افزودن به پوشش‌های خوراکی به عنوان عامل ضد میکروبی دارد.

در دهه‌ی اخیر تلاش‌های فراوانی در راستای افزایش ماندگاری میوه توت فرنگی در زمان انبارمانی با روش‌هایی غیر از استفاده از قارچ کش‌ها صورت گرفته است (15 و 14). یکی از روش‌های مناسب و عملیاتی، کاربرد پوشش‌های تهیه شده بر پایه‌ی پلیمرهای طبیعی، به دلیل جلوگیری از هجوم باکتری‌های بیرونی (17 و 16)، حفظ رطوبت میوه‌ها و سبزی‌ها (16)، تجزیه پذیری بیو پلیمرهای پوشش در طبیعت (18)، قابلیت خوردن و غیر سمی بودن (19) می‌باشد.

هدف این مطالعه بررسی افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت تشکیل دهنده اسانس و شاخص بازداری هر ترکیب میوه توت فرنگی با استفاده از پوشش خوراکی کنسانتره پروتئین آب پنیر و اسانس دانه زنیان طی 10 روز انبارمانی در دمای 4 ± 1 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 5 ± 75 درصد بود.

روش بررسی

نوع تحقیق، تجربی بوده که در آزمایشگاه بهداشت و ایمنی مواد غذایی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قزوین انجام شد.

انتخاب میوه و آماده سازی:

توت فرنگی‌ها از بازار قزوین خریداری شده و پس از جداسازی میوه‌های آلوده، فاسد و نارس، نمونه‌ها از نظر شکل، رنگ و اندازه بررسی شد تا یکنواخت باشند و قبل از آزمایش با آب مقطر کاملاً شسته و خشک شدند (6).

تهیه اسانس:

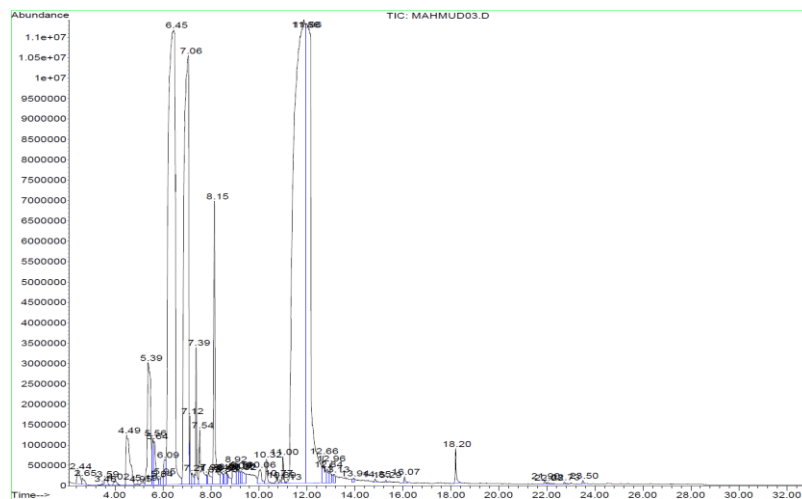
دانه خشک شده زنیان بومی استان قزوین از عطاری تهیه شد و به طور کامل خرد و آسیاب گردید. با استفاده از دستگاه کلونجر ساخت کشور ایران، اسانس روغنی گیاه را به روش تقطیر با آب پس از سه ساعت جوش آمدن استخراج نموده و پس از آب‌گیری با سولفات سدیم خشک، داخل شیشه‌ای تیره در یخچال نگهداری شد (11 و 12).

آنالیز ترکیبات اسانس:

ابتدا نمونه آماده شده اسانس به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد و مناسب‌ترین برنامه ریزی دمایی ستون برای جداسازی کامل ترکیب‌های اسانس به دست آمد.

همچنین درصد ترکیب‌های محاسبه شد. سپس اسانس به دستگاه گاز کروماتوگرافی متصل به طیف نگار جرمی نیز تزریق شد و طیف جرمی ترکیب‌ها بدست آمد (20).

نمودار کروماتوگرام حاصل از آنالیز شیمیایی اسانس دانه زنیان با روش‌های کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی در نمودار 1 نشان داده شده است. همچنین نوع و درصد ترکیبات تشکیل دهنده اسانس در جدول 1 به صورت مختصر گزارش داده شده است. در این جدول درصد‌های ذکر شده برای ترکیبات تشکیل دهنده اسانس دانه زنیان بومی استان قزوین می‌باشد، همان گونه که ملاحظه می‌شود بیش‌ترین ترکیب تشکیل دهنده اسانس دانه زنیان ماده ارزشمند تیمول، پاراسیمن و گاماترینین می‌باشد که با بیش از 85 درصد ترکیبات عمده اسانس زنیان را تشکیل می‌دهند. بازده اسانس دانه 3/1 درصد بود که با سایر مطالعات مطابقت دارد (11).



نمودار 1- منحنی کروماتوگرام آنالیز اسانس دانه زنیان

جدول 1- ترکیبات شناسایی شده تشکیل دهنده اسانس بذر زنیان بومی استان قزوین با روش‌های کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی گازی متصل به

طیف سنج جرمی

نام ترکیب	درصد ترکیب	زمان بازداری
تیمول	52/16	11/88
پارا سیمن	20/78	6/46
گاما ترپنین	13/36	7/06
بتا پینن	2/60	5/39
آلفا توجن	1/45	4/48
بتا میرسن	1/12	5/56
بنزن متانول	2/67	8/15
سیس- ساینین هیدرات	0/87	7/53
آلفا ترپینولن	0/77	7/39
مجموع	95/78	

آماده سازی پوشش خوراکی:

در این پژوهش 4 نوع پوشش تهیه شد که فرمولاسیون پوشش‌ها شامل 10 گرم پودر کنسانتره پروتئین آب پنیر با خلوص 85٪، اسانس در چهار مقدار 0، 0/2، 0/4، 0/6 گرم، 100 میلی لیتر آب مقطر و 3 گرم گلیسرین (به عنوان نرم کننده) می‌باشد. گلیسرین یک الکل سه ظرفیتی است که در آب، الکل و بنزن بسیار حلال است (21).

برای تهیه پوشش‌های مذکور، ابتدا پروتئین آب پنیر در آب دیونیزه ریخته شده و جهت حل شدن بهتر پروتئین در آب به مدت 15 دقیقه از همزن مغناطیسی کمک گرفته می‌شود سپس به منظور دناتورده شدن پروتئین‌ها مدت 30 دقیقه در حمام آب داغ (بن ماری) با دمای 90 درجه سلسیوس قرار می‌گیرد، چرا که بدون دناتورده کردن پروتئین‌ها شکل گیری فیلم ممکن نیست. محلول حاصله در دمای اتاق سرد شده، گلیسرین و اسانس دانه زنیان به امولسیون‌ها اضافه می‌گردد (22 و 21).

پوشش دهی میوه‌ها:

1000 عدد توت فرنگی منتخب در امولسیون‌های تهیه شده برای مدت 5 دقیقه به صورت غوطه‌ور شده قرار

گرفتند، سپس از محلول خارج شده و به یک ظرف حاوی توری جهت آبکش شدن منتقل شدند. نمونه‌ها توسط جریان باد به مدت 1 ساعت در دمای 25 درجه سلسیوس خشک شده و در جعبه سوراخ‌دار به منظور جلوگیری از تغییرات جوی بسته‌بندی و در یخچال در دمای 4 درجه سلسیوس نگهداری شدند (20 و 6) یک گروه از میوه‌ها به عنوان نمونه کنترل در شرایط مشابه در آب مقطر غوطه‌ور می‌شوند.

بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی

توت فرنگی پوشش داده شده در طی انبارمانی:

از بسته‌های حاوی توت فرنگی‌های پوشش داده شده و بدون پوشش (کنترل) قبل از انبارمانی (لحظه صفر) و سپس 3، 5، 8 و 10 روز پس از انبارمانی در سه تکرار، جهت انجام آزمون‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی، و حسی نمونه برداری گردید.

تعیین افت وزن:

نمونه‌ها قبل و بعد از نگهداری در سردخانه با ترازوی دیجیتالی با دقت 0/001 توزین و کاهش وزن آنها به علت

از دست دادن آب (رطوبت) به صورت درصد، تعیین و گزارش شد(6).

تعیین اسیدیته قابل تیترا:

درصد اسیدیته آب میوه با تیترا کردن آن با سود 0/1 نرمال محاسبه می‌شود. در این آزمون 5 میلی لیتر آب میوه صاف شده با آب مقطر به حجم 100 رسانده شد و در حضور معرف فنل فتالین، با سود 0/1 نرمال تیترا می‌شود. هر میلی لیتر سود 0/1 نرمال معادل 0/0067 گرم اسید سیتریک می‌باشد(23).

اندازه گیری محتوای مواد جامد محلول:

برای مقایسه محتوای مواد جامد محلول میوه‌های پوشش‌دار و کنترل، کل مواد جامد محلول در آب میوه‌ها بعد از کالبره کردن دستگاه رفاکتومتر با آب مقطر و در دمای 20 درجه سلسیوس اندازه گیری شد. (23).

سنجش سفتی بافت:

سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه آنالیز بافت ساخت کشور انگلستان و با برند Lloyd اندازه گیری شد. میله ای به قطر 6 میلی متر با انتهای صاف، عمق نفوذ 3 میلی متر و با سرعت 0/2 میلی متر بر ثانیه به درون بافت میوه نفوذ کرده و میزان نیروی وارده بر حسب نیوتون به دست می‌آید (15و6).

تعیین پوسیدگی:

درصد خرابی به صورت مشاهده‌ای ارزیابی شد. با مشاهده گسترده‌ی میسل‌های کپک روی توت فرنگی و ایجاد لکه‌های قهوه‌ای در سطح، میوه حذف شد. میزان خرابی نسبت به کل میوه‌های موجود به صورت درصد محاسبه شد(23).

شمارش کلی میکروبی:

برای انجام آزمون‌های میکروبی نمونه‌های مختلف در هاون چینی استریل خرد گردیده و محلول همگنی بدست آمد. 25 گرم از محلول بدست آمده با 225 میلی لیتر محلول رقیق کننده سرم فیزیولوژی ترکیب شد و رقت‌های مختلف نمونه تهیه گردید و در محیط کشت استاندارد پلیت

کانت آگار کشت سطحی داده شد و پس از 48 - 24 ساعت گرمخانه گذاری در انکوباتور 37 درجه سلسیوس شمارش پرگنه‌ها صورت پذیرفت(24).

شمارش کپک و مخمر:

از هر یک از رقت‌های ساخته شده در محیط سابورو دکستروز آگار کشت سطحی داده شد و پس از 3 تا 5 روز قرار دادن در انکوباتور 25 درجه سلسیوس، پرگنه‌های حاصل شمارش گردید(24).

آزمون‌های حسی:

ارزیابی به روش هدونیک 9 طبقه‌ای با دادن امتیاز به نمونه‌ها از نظر طعم، عطر و رنگ، انجام شد. برای این منظور یک نمونه کدگذاری شده شاهد و چهار نمونه کدگذاری شده تیمار در ظروف مشابه در اختیار ارزیاب‌ها(یک پانل 20 نفره) قرار گرفت. در این مقیاس نمره 9 خیلی عالی و نمره 1 خیلی بد، برای ارزیابی ویژگی‌های حسی لحاظ شد و میانگین این امتیازات برای پذیرش کلی در نظر گرفته شد.

تجزیه و تحلیل آماری:

طرح آماری مورد استفاده در این پژوهش طرح کاملاً تصادفی و شامل سه تکرار برای هر تیمار بوده است. اثر پوشش خوراکی مورد مطالعه بر روی پارامترهای شیمیایی و میکروبی میوه توت فرنگی توسط آنالیز واریانس (ANOVA) با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 23 انجام شد. در این پژوهش برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با حداکثر خطای قابل قبول 5 درصد ($P < 0.05$) استفاده شد.

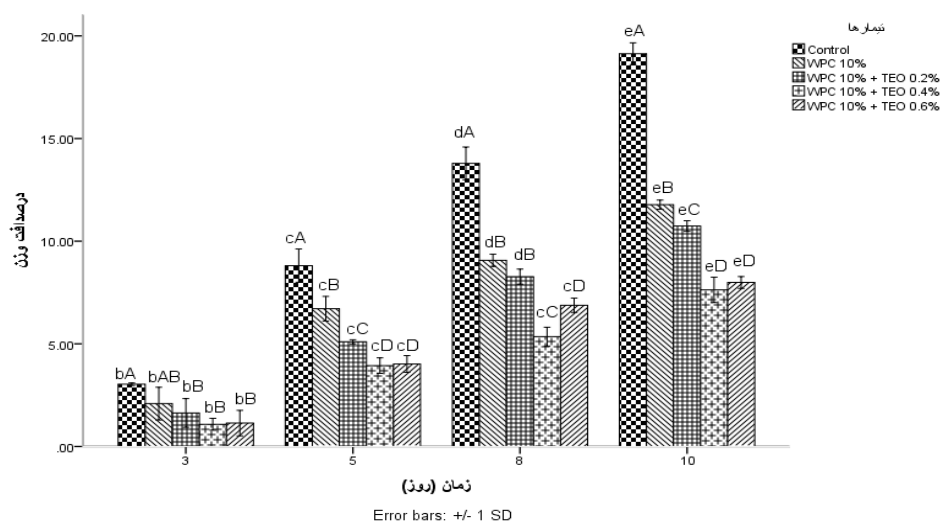
یافته ها

کاهش وزن:

درصد تغییرات کاهش وزن در تیمارهای کنترل (Control)، حاوی پوشش کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC 10%)، حاوی پوشش کنسانتره پروتئین آب پنیر و 0/2 درصد اسانس زنیان (WPC10% + TEO)

0/6 درصد) میزان کاهش وزن در میوه‌های پوشش داده شده، کاهش می‌یابد. مطابق با نمودار 2 پوشش‌دهی توت فرنگی تازه به شکل معنی‌داری بر کاهش میزان افت وزن محصول در انبار موثر می‌باشد، به طوری که در پایان 10 روز انبارمانی به کارگیری پوشش با غلظت 0/4 درصد اسانس، کم‌ترین کاهش وزن میوه‌ها را به دنبال داشت.

0/4)، حاوی پوشش کنسانتره پروتئین آب پیرو (WPC10% + TEO 0.2%) و درصد اسانس زنیان (WPC10% + TEO 0.4%) و حاوی پوشش کنسانتره پروتئین آب پیرو 0/6 درصد اسانس زنیان (WPC10% + TEO 0.6%) در زمان انبارمانی در شرایط یخچالی (4±1 درجه سلسیوس) در نمودار 2 آمده است. با افزایش غلظت اسانس (0/4 و



نمودار 2: درصد افت وزن در تیمارهای مختلف توت فرنگی در دمای 4±1 درجه سلسیوس طی انبارمانی (WPC: کنسانتره پروتئین آب پیرو، TEO: اسانس دانه زنیان)

اسیدیته، pH، مواد جامد محلول:

کاهش پیدا نمود بطوریکه در مدت 10 روز انبارمانی بالاترین مقدار کاهش اسیدیته مربوط به نمونه کنترل و کم‌ترین میزان کاهش اسیدیته مربوط به نمونه با 0/6 درصد اسانس می‌باشد.

هیچ یک از تیمارهای مورد مطالعه بر میزان اسیدیته قابل تیتراژ، pH و محتوای مواد جامد محلول در طی انبارمانی تغییر معنی‌داری نسبت به شاهد ایجاد نکرد. همان‌طور که در جدول 2 مشاهده می‌گردد با افزایش مدت زمان نگهداری میزان اسیدیته در تمام تیمارها

جدول 2: اندازه گیری میزان اسیدیته در تیمارهای مختلف توت فرنگی در دمای 1 ± 4 درجه سلسیوس طی انبارمانی

تیمارها (انحراف معیار \pm میانگین)					زمان (روز)
WPC10% + TEO 0.6%	WPC10% + TEO 0.4%	WPC10% + TEO 0.2%	WPC10%	Control	
0/57 ^{aA} \pm 0/08	0/55 ^{aA} \pm 0/13	0/57 ^{aA} \pm 0/07	0/56 ^{aA} \pm 0/18	0/57 ^{aA} \pm 0/13	1
0/56 ^{aA} \pm 0/03	0/57 ^{aA} \pm 0/17	0/55 ^{aA} \pm 0/14	0/62 ^{aA} \pm 0/11	0/56 ^{aA} \pm 0/11	3
0/53 ^{aA} \pm 0/05	0/55 ^{aA} \pm 0/06	0/60 ^{aA} \pm 0/08	0/61 ^{aA} \pm 0/06	0/46 ^{aA} \pm 0/15	5 اسیدیته
0/57 ^{aB} \pm 0/12	0/46 ^{aB} \pm 0/11	0/55 ^{aB} \pm 0/02	0/53 ^{aB} \pm 0/09	0/37 ^{aA} \pm 0/09	8
0/56 ^{aB} \pm 0/07	0/53 ^{aB} \pm 0/13	0/50 ^{aB} \pm 0/07	0/41 ^{aB} \pm 0/05	0/33 ^{aA} \pm 0/14	10

حروف مختلف (a, b, c, d, e) در هر ستون نشان دهنده ی تفاوت معنی داری برای زمانهای انبارمانی

حروف مختلف (A, B, C, D) در هر سطر نشان دهنده ی تفاوت معنی داری برای پوششها

به طور کلی با افزایش مدت زمان نگهداری میزان pH در تمام تیمارها افزایش پیدا نمود که میزان این افزایش در روزهای ابتدایی شیب ملایم تری نسبت به روزهای انتهایی آزمایش داشت. با افزایش غلظت 0/6 درصد اسانس، میزان افزایش pH در میوه های پوشش داده شده، کاهش می یابد بطوریکه در مدت 10 روز انبارمانی بالاترین مقدار افزایش

pH مربوط به نمونه کنترل و کمترین میزان افزایش pH مربوط به نمونه با 0/6 درصد اسانس می باشد. این نتیجه با نتایج مقدار اسیدیته نمونه های کنترل که پس از 10 روز انبارمانی به کمترین درصد اسیدیته (0/33) رسیدند، هم خوانی دارد (جدول 3).

جدول 3: اندازه گیری میزان pH در تیمارهای مختلف توت فرنگی در دمای 1 ± 4 درجه سلسیوس طی انبارمانی

تیمارها (انحراف معیار \pm میانگین)					زمان (روز)
WPC10% + TEO 0.6%	WPC10% + TEO 0.4%	WPC10% + TEO 0.2%	WPC10%	Control	
3/86 ^{aA} \pm 0/13	3/85 ^{aA} \pm 0/11	3/83 ^{aA} \pm 0/06	3/84 ^{aA} \pm 0/07	3/85 ^{aA} \pm 0/04	1
3/86 ^{aA} \pm 0/09	3/85 ^{aA} \pm 0/09	3/84 ^{aA} \pm 0/11	3/84 ^{aA} \pm 0/05	3/86 ^{aA} \pm 0/13	3
3/88 ^{aA} \pm 0/07	3/88 ^{aA} \pm 0/02	3/91 ^{aA} \pm 0/08	3/83 ^{aA} \pm 0/08	3/88 ^{aA} \pm 0/06	5 pH
3/9 ^{aA} \pm 0/06	3/92 ^{aA} \pm 0/06	3/88 ^{aA} \pm 0/07	3/87 ^{aA} \pm 0/09	3/93 ^{aA} \pm 0/07	8
3/87 ^{aA} \pm 0/10	3/89 ^{aA} \pm 0/03	3/9 ^{aA} \pm 0/03	3/93 ^{aA} \pm 0/12	3/99 ^{aA} \pm 0/03	10

حروف مختلف (a, b, c, d, e) در هر ستون نشان دهنده ی تفاوت معنی داری برای زمانهای انبارمانی

حروف مختلف (A, B, C, D) در هر سطر نشان دهنده ی تفاوت معنی داری برای پوششها

تغییرات مواد جامد محلول به عوامل متعددی مانند میزان قند میوه، اسیدیته و پکتین های محلول در میوه بستگی دارد با افزایش زمان انبارمانی، مواد جامد محلول به صورت تابعی از زمان انبارمانی، روند افزایشی را طی می کند. با توجه به جدول 4 افزایش

میزان مواد جامد محلول در نمونه های پوشش داده شده با شدت کم تر و در نمونه کنترل با شدت بیش تری ظاهر می گردد، بطوریکه در مدت 10 روز انبارمانی بالاترین مقدار افزایش مواد جامد محلول مربوط به نمونه کنترل و کمترین مقدار افزایش مواد جامد محلول مربوط به نمونه با 0/6 درصد اسانس می باشد.

جدول 4: اندازه گیری میزان مواد جامد محلول در تیمارهای مختلف توت فرنگی در دمای 1 ± 4 درجه سلسیوس طی انبارمانی

تیمارها (انحراف معیار ± میانگین)					زمان (روز)	
WPC10% + TEO 0.6%	WPC10% + TEO 0.4%	WPC10% + TEO 0.2%	WPC10%	Control		
7/08 ^{aB} ±0/6	6/46 ^{abAB} ±1/1	5/99 ^{aAB} ±0/9	5/7 ^{aAB} ±0/6	4/66 ^{aA} ±0/8	1	
7/23 ^{aAB} ±1/06	5/59 ^{aA} ±1	8/5 ^{aB} ±0/7	5/63 ^{aA} ±0/6	5/69 ^{abA} ±0/9	3	
7/53 ^{aAB} ±0/35	8 ^{bB} ±0/61	6/2 ^{aA} ±1/06	7/2 ^{abAB} ±0/5	7/1 ^{bcAB} ±0/16	5	مواد جامد
7/74 ^{aA} ±0/9	7/63 ^{abA} ±0/9	7/3 ^{aA} ±0/9	7/24 ^{abA} ±0/9	7/92 ^{cA} ±0/9	8	محلول
7/93 ^{aA} ±0/42	7/35 ^{abA} ±0/23	7/76 ^{aA} ±0/9	8 ^{bA} ±1/06	8/26 ^{cA} ±0/4	10	

حروف مختلف (a, b, c, d, e) در هر ستون نشان دهنده ی تفاوت معنی داری برای زمان های انبارمانی

حروف مختلف (A, B, C, D) در هر سطر نشان دهنده ی تفاوت معنی داری برای پوشش ها

استحکام بافت:

بین میوه های پوشش دار کند شده است میزان این کاهش در روزهای ابتدایی شیب ملایم تری نسبت به روزهای انتهایی آزمایش داشت. در مدت 10 روز انبارمانی بالاترین مقدار کاهش سفتی بافت مربوط به نمونه کنترل و کمترین مقدار کاهش سفتی بافت مربوط به نمونه با 0/6 درصد اسانس می باشد.

تغییرات استحکام بافت میوه های تیمار و کنترل در طول نگهداری در جدول 5 نشان داده شده است. اگرچه نتایج این مطالعه در مورد حفظ سفتی میوه در طی انبارمانی تغییر معنی داری (P<0/05) نسبت به کنترل نشان نمی دهد اما پوشش خوراکی سبب حفظ بهتر استحکام بافت میوه شده و روند نرم شدن بافت در

جدول 5: اندازه گیری میزان سفتی بافت برحسب نیوتون در تیمارهای مختلف توت فرنگی در دمای 1 ± 4 درجه سلسیوس طی انبارمانی

تیمارها (انحراف معیار ± میانگین)					زمان (روز)	
WPC10% + TEO 0.6%	WPC10% + TEO 0.4%	WPC10% + TEO 0.2%	WPC10%	Control		
3/53 ^{aA} ±1/09	3/51 ^{aA} ±0/86	3/48 ^{aA} ±1/3	3/49 ^{aA} ±0/83	3/5 ^{aA} ±1/2	1	
3/49 ^{aA} ±0/38	3/47 ^{aA} ±1/3	3/31 ^{aA} ±0/62	3/17 ^{aA} ±0/54	2/99 ^{aA} ±0/93	3	
3/34 ^{aA} ±0/65	3/39 ^{aA} ±0/59	3/13 ^{aA} ±0/71	2/94 ^{aA} ±0/39	3/09 ^{aA} ±1/19	5	سفتی بافت
3/28 ^{aA} ±1/05	3/2 ^{aA} ±1/03	3/12 ^{aA} ±0/39	2/88 ^{aA} ±0/47	2/86 ^{aA} ±2/01	8	
3/39 ^{aA} ±0/52	3/08 ^{aA} ±0/67	2/89 ^{aA} ±1/25	2/67 ^{aA} ±1/02	2/25 ^{aA} ±0/65	10	

حروف مختلف (a, b, c, d, e) در هر ستون نشان دهنده ی تفاوت

معنی داری برای زمان های انبارمانی

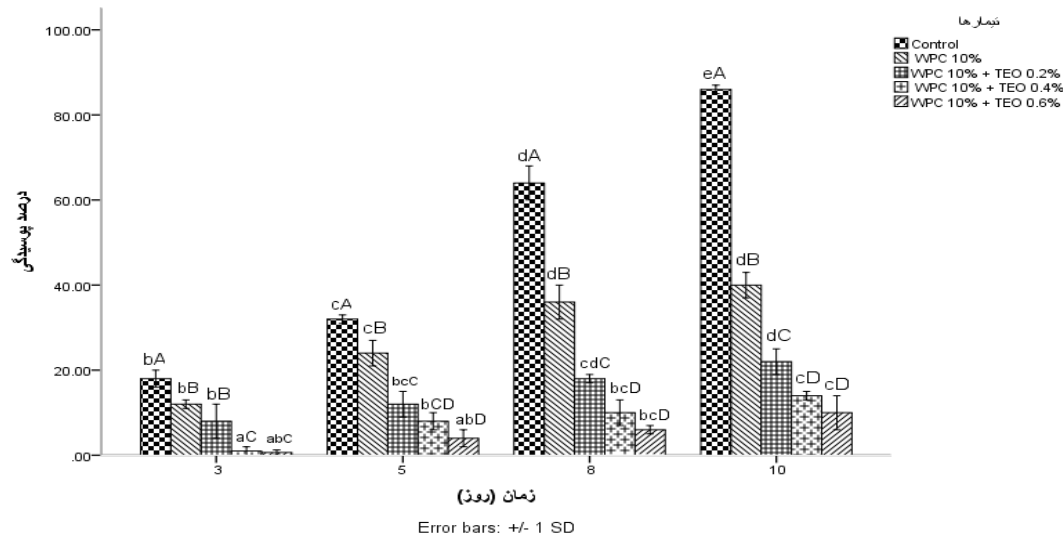
حروف مختلف (A, B, C, D) در هر سطر نشان دهنده ی تفاوت معنی داری

برای پوشش ها

پوسیدگی:

نشان می‌دهد که درصد پوسیدگی ظاهری میوه در نمونه کنترل به شدت افزایش یافته و به بالاتر از ۸۰ درصد رسیده است. ولی در نمونه با 0/6 درصد اسانس با افزایش غلظت تیمار، پوسیدگی ظاهری میوه تا ۱۰ درصد کاهش می‌یابد.

درصد پوسیدگی در طی انبارمانی در نمودار 3 آمده است. میزان پوسیدگی میوه توت فرنگی تیمار و کنترل طی نگهداری در انبار به صورت درصد پوسیدگی میوه‌ها شامل کپک‌زدگی، لهیدگی و ایجاد لکه‌های قهوه‌ای بود. نتایج



نمودار 3: درصد پوسیدگی در تیمارهای مختلف توت فرنگی در دمای 4 ± 1 درجه سلسیوس طی انبارمانی (WPC): کنسانتره پروتئین آب پنیر، TEO: اسانس دانه زنیان

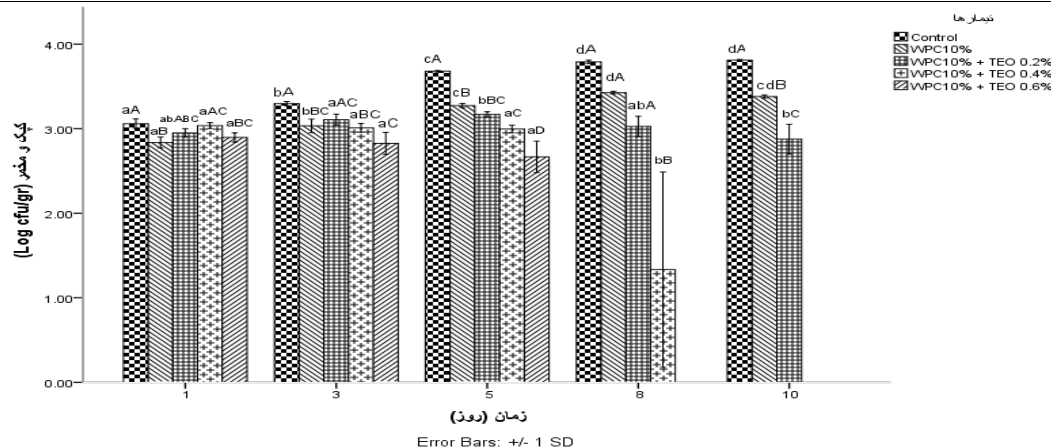
طبق نمودار 4 در روز دهم بیشترین میزان افزایش کپک و مخمر مربوط به نمونه کنترل بود و در نمونه دارای 0/4 و 0/6 درصد اسانس میزان کپک و مخمر به صفر رسید که تاثیر این نتیجه بر روی میزان پوسیدگی بسیار چشمگیر بود.

بار میکروبی کل و کپک و مخمر: با توجه به جدول 6 بیشترین میزان افزایش بار میکروبی کل مربوط به نمونه کنترل بود و کمترین میزان افزایش بار میکروبی کل مربوط به نمونه دارای 0/6 درصد اسانس بود.

جدول 6: اندازه گیری میزان بار میکروبی کل بر حسب log cfu/g در تیمارهای مختلف توت فرنگی در دمای 4 ± 1 درجه سلسیوس طی انبارمانی

تیمارها (انحراف معیار \pm میانگین)					زمان (روز)
WPC10% + TEO 0.6%	WPC10% + TEO 0.4%	WPC10% + TEO 0.2%	WPC10%	Control	
3/11 ^{aC} \pm 0/08	3/2 ^{aB} \pm 0/04	3/23 ^{aB} \pm 0/03	3/32 ^{aA} \pm 0/05	3/25 ^{aAB} \pm 0/02	1
2/99 ^{abC} \pm 0/09	3/2 ^{aB} \pm 0/05	3/20 ^{aB} \pm 0/06	3/32 ^{aB} \pm 0/02	3/47 ^{bA} \pm 0/02	3
2/76 ^{abcC} \pm 0/08	3/07 ^{abB} \pm 0/04	3/13 ^{aB} \pm 0/13	3/46 ^{bA} \pm 0/03	3/63 ^{cA} \pm 0/02	5
2/39 ^{bcD} \pm 0/04	3/03 ^{abC} \pm 0/08	3/22 ^{aC} \pm 0/05	3/59 ^{cAB} \pm 0/02	3/94 ^{dA} \pm 0/01	8
2/2 ^{cC} \pm 0/34	2/94 ^{bB} \pm 0/1	3/04 ^{aB} \pm 0/04	3/74 ^{dA} \pm 0/02	4/01 ^{eA} \pm 0/01	10

حروف مختلف (a, b, c, d و e) در هر ستون نشان دهنده ی تفاوت معنی داری برای زمان‌های انبارمانی حروف مختلف (A, B, C و D) در هر سطر نشان دهنده ی تفاوت معنی داری برای پوشش‌ها



نمودار 4: میزان کپک و مخمر در تیمارهای مختلف توت فرنگی در دمای 4 ± 1 درجه سلسیوس طی انبارمانی (WPC: کنسانتره پروتئین آب پنیر، TEO: اسانس دانه زنیان)

ارزیابی حسی:

مطابق با جدول 7، به کارگیری پوشش خوراکی در هیچ غلظتی اثر معنی داری بر نتایج ارزیابی حسی رنگ توت فرنگی ندارد. بیشترین امتیاز پذیرش کلی و عطر

جدول 7: خصوصیات حسی تیمارهای مختلف توت فرنگی در دمای 4 ± 1 درجه سلسیوس طی انبارمانی

تیمارها (انحراف معیار \pm میانگین)					ویژگی	آزمون حسی
WPC10% + TEO 0.6%	WPC10% + TEO 0.4%	WPC10% + TEO 0.2%	WPC10%	Control		
6/8 ^b 0 \pm 1	6/9 ^b 0 \pm 2	8/2 ^c 0 \pm 2	7/1 ^{ab} 0 \pm 1	7/4 ^a 0 \pm 2	طعم	آزمون حسی
8/8 ^a 0 \pm 2	8/7 ^a 0 \pm 2	8/8 ^a 0 \pm 1	8/6 ^a 0 \pm 3	8/8 ^a 0 \pm 2	رنگ	
6 ^{bc} 0 \pm 2	5/8 ^{bc} 0 \pm 2	6/1 ^c 0 \pm 2	5/4 ^a 0 \pm 1	5/7 ^{ab} 0 \pm 1	عطر	
7/27 ^a 0 \pm 28	7/13 ^a 0 \pm 2	7/7 ^b 0 \pm 17	7/03 ^a 0 \pm 17	7/3 ^a 0 \pm 17	پذیرش کلی	

حروف مختلف (a, b, c, d, e) در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی داری در سطح 0/05

دو کموتایپ تیمول و کاواکرول است (26). بنابراین اسانس زنیان استفاده شده در این پژوهش با توجه به نتایج حاصل متعلق به کموتایپ تیمول بود.

کنترل کاهش وزن میوه ها یکی از مهم ترین اهداف پوشش دهی است چرا که هرگونه افت وزن به لحاظ اقتصادی زیان بار خواهد بود. به علاوه افت وزن اثر قوی بر روی ظاهر و کیفیت محصول خواهد داشت (27). طبق گزارشات ارگون و ساتیچ (2012) مقدار کاهش وزن بسته

بحث

ترکیب عمده تشکیل دهنده دانه زنیان بومی استان قزوین ماده ارزشمند تیمول (52/16 درصد) است که نام دیگر آن 6-isopropyl-3-methyl phenol می باشد (25). در مطالعه سریواستاوا و همکاران (1999)، یازده ترکیب در اسانس زنیان تشخیص دادند که کارواکرول 45/2٪ و پاراسیمن 41/9٪ از ترکیبات مهم این گیاه بودند (25). مقدم زاده و همکاران (2007)، نشان داد که زنیان دارای

به نوع محصول، رقم و خصوصیات بافت آن می‌تواند متفاوت باشد (28). یامان و بایوندریلی (2002) مهم‌ترین مکانیسم کاهش وزن را تبخیر آب در سطح محصول بیان داشتند (29). محبی و همکاران (2011) نیز مهم‌ترین اثر مثبت پوشش‌دهی محصولات تازه کشاورزی را تشکیل لایه ممانعتی در برابر تبخیر و انتشار آب از بافت محصول به محیط اطراف اعلام کردند (30). میانگین کاهش وزن در تیمار کنترل برابر 8/95 درصد است اما با افزایش غلظت اسانس (0/4 و 0/6 درصد) میانگین کاهش وزن به ترتیب برابر با 4 و 3/6 درصد است که نشان می‌دهد پوشش‌دهی با کنسانتره پروتئین آب پنیر و اسانس دانه زنیان، کاهش سرعت خروج رطوبت محصول به محیط را به دنبال دارد. بر طبق نتایج با افزایش غلظت اسانس، شدت افت اسیدیته نمونه‌های توت فرنگی در طی انبارمانی کاهش داده شد که البته دلیل آن را می‌توان کاهش شدت تنفس در میوه‌های پوشش داده شده نسبت به شاهد بیان کرد. در برخی مطالعات به فعالیت آنزیمی طی نگه‌داری توت فرنگی اشاره شده است که سبب کاهش اسیدیته میوه می‌شود (23). بیش‌ترین افت اسیدیته در نمونه کنترل مشاهده گردید که نشان‌دهنده افزایش سرعت تجزیه اسیدها و ترکیبات آلی در نمونه شاهد می‌باشد. در نتایج به دست آمده از تحقیق وارگاس و همکاران (2006) هم، روند کاهشی در تغییرات اسیدیته گزارش شده است (23). الکساندر و همکاران (2012) نیز گزارش کردند که مقدار pH توت فرنگی در طی انبارمانی در دمای یخچال، تا 14 روز تغییرات محسوسی ندارد (31)، که با نتایج حاصل از این پژوهش هم‌خوانی دارد.

دلیل افزایش میزان مواد جامد محلول را می‌توان به تخریب کربوهیدرات‌ها و شروع فساد میوه‌ها و از طرف دیگر شکسته شدن اسید به قند در طول تنفس میوه نسبت داد. مالی و گروسمان (2003) نیز با به کارگیری پوشش‌هایی از جنس نشاسته بر روی توت فرنگی اعلام کردند که میزان انهدام مواد جامد محلول در میوه‌ها، نسبت به توت

فرنگی‌های بدون پوشش کاهش می‌یابد و علت آن را کم شدن شدت تنفس، به دلیل حضور پوشش، گزارش نمودند (32). در پژوهش هرناندز-مونز و همکاران (2006) که طی چهار روز بررسی اثر کیتوزان و کلسیم بر میوه‌ی توت فرنگی در دمای 20 درجه سلسیوس صورت گرفت. تغییرات مواد جامد محلول به دلیل تنفس سلولی و تبدیل دی ساکاریدها به مونوساکارید روندی افزایشی داشت و غلظت عصاره‌ی میوه افزایش نشان داد، ولی با گذشت زمان و مصرف مونوساکاریدها در اثر تنفس، روند افزایش نسبت به روزهای قبل ملایم‌تر شد (33). در مطالعه حاضر نیز افزایش مواد جامد محلول در نمونه‌های پوشش داده شده در مقایسه با نمونه کنترل از روند افزایشی ملایم‌تری پیروی کرد که دلیل آن را می‌توان کاهش شدت تنفس نمونه‌های پوشش داده شده دانست.

طی نگه‌داری میوه‌ها بافت آنها نرم و دچار آسیب دیدگی می‌شود به نظر می‌رسد کاهش سفتی میوه در توت فرنگی، می‌تواند به حلالیت پلی ساکاریدهای دیواره سلولی، فعالیت آنزیمی، تخریب دیواره‌ی سلول‌ها، خرابی پارانشیم بستگی داشته باشد و همین‌طور کاهش سفتی میوه پس از برداشت میوه توت فرنگی، به فساد میوه نیز مربوط است (33 و 23). هرناندز-مونز (2006) و همکاران هم در پژوهش خود کاهش سفتی بافت میوه توت فرنگی، طی 4 روز نگه‌داری در دمای 20 درجه سلسیوس را گزارش کردند که در نمونه‌ی پوشش داده شده با نانوامولسیون حاوی کیتوزان میزان سفتی و استحکام بافت توت فرنگی نسبت به نمونه شاهد بیش‌تر بوده است (33).

کنترل پوسیدگی میوه‌ها یکی از مهم‌ترین اهداف پوشش‌دهی است. در طی نگه‌داری در اثر تداوم تنفس سلولی و فعالیت آنزیمی، میوه توت فرنگی در ابتدا نرم شده و حالت لهیدگی پیدا می‌کند، با ادامه این روند به دلیل حل شدن پکتین در مایع درون سلولی کپک‌زدگی مشاهده می‌شود (32 و 20). پوسیدگی میوه به فعالیت عوامل قارچی تغذیه کننده از سطح بافت میوه مربوط می‌شود بنابراین

میوه کاهش محسوسی می‌یابد. در نمونه‌های تیمار (با درصد اسانس مناسب) به دلیل کاهش تنفس و حفظ بیشتر ترکیبات عامل عطر و طعم میوه، پذیرش کلی بهتر ارزیابی می‌شود.

نتیجه‌گیری

از یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که پوشش خوراکی کنسانتره پروتئین آب پنیر و اسانس دانه زنیان به طور موثری مانع از انتقال اکسیژن، گازهای معطر و رطوبت گشته و لذا باعث حفظ ویژگی‌های کیفی و فیزیکوشیمیایی میوه توت فرنگی شده و نیز اسانس زنیان به عنوان نگه‌دارنده‌ی آنتی‌اکسیدانی و ضد باکتریایی تاثیر مثبتی بر کاهش بار میکروبی و میزان کپک و مخمر داشته است، بنابراین این پوشش خورکی می‌تواند به عنوان روشی جدید در نگهداری و افزایش طول عمر توت فرنگی تازه در دمای 4 درجه سلسیوس به کار گرفته شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی قزوین که همکاری لازم جهت پرداخت هزینه این طرح را با نویسندگان داشته‌اند، معاونت غذا و داروی استان قزوین و شرکت بل روزانه که همکاری لازم جهت انجام برخی از آزمایشات را داشته‌اند، تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

Refrence

1. Hernández-Muñoz P, Almenar E, Del Valle V, Velez D, Gavara R. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria × ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chem* 2008; 110: 428-35.
2. Aday MS, Caner C. The applications of 'active packaging and chlorine dioxide' for extended shelf life of fresh strawberries. *Packag Technol Sci* 2011; 24: 123-36.
3. Terefe NS, Matthies K, Simons L, Versteeg C. Combined high pressure-mild temperature processing for optimal retention of physical and nutritional quality of strawberries (*Fragaria × ananassa*). *Innov Food Sci Emerg Technol* 2009; 10: 297-307.
4. Perdonés Á, Escriche I, Chiralt A, Vargas M. Effect of chitosan-lemon essential oil coatings on volatile profile of strawberries during storage. *Food chem* 2016; 197: 979-86.
5. Salami P, Ahmadi H, Keyhani A, Sarsaifee M. Strawberry post-harvest energy losses in Iran. *Researcher* 2010; 4: 67-73.

می‌توان نتیجه گرفت که در مطالعه حاضر تیمارها، بر کاهش جمعیت قارچی تأثیر داشته‌اند که سبب تاخیر در پوسیدگی میوه شده‌اند. تیمارهای مورد مطالعه بر روی بار میکروبی کل و میزان کپک و مخمر اثر قابل توجهی داشتند به طوری که در نمونه با 0/4 و 0/6 درصد اسانس نه تنها افزایش بار میکروبی در زمان انبارمانی مشاهده نشد بلکه شاهد کاهش بار میکروبی نیز بودیم و نیز در روز دهم میزان کپک و مخمر در نمونه با 0/4 و 0/6 درصد اسانس به صفر رسید که تاثیر این نتیجه بر روی میزان پوسیدگی بسیار چشمگیر بود.

به دلیل تاثیر نامطلوبی که اسانس‌ها ممکن است بر عطر و طعم میوه بگذارند بایستی به میزان مناسبی به پوشش‌ها افزوده گردند. در این پژوهش میوه‌های پوشش داده شده با کنسانتره پروتئین آب پنیر و 0/2 درصد اسانس زنیان بالاترین نمره را در عطر، طعم و پذیرش کلی به دست آوردند. در مطالعه دانگ و همکاران (2017)، اثرات پوشش‌های کامپوزیتی کربوکسی متیل سلولز و اسانس سیر) به میزان 0، 1، 2 و 3 درصد) در بهبود کیفیت توت فرنگی بررسی شد. نتایج نشان داد که میوه‌های پوشش داده شده با کربوکسی متیل سلولز و 2 درصد اسانس سیر بالاترین نمره را در پذیرش کلی کسب کردند (34). می‌توان نتیجه گرفت که کیفیت ظاهری و خوراکی میوه (عطر، طعم و رنگ) طی نگهداری در انبار به دلیل افزایش تنفس و فعالیت آنزیمی

6. Eshghi S, Hashemi M, Mohammadi A, Badie F, Hosseini Z, Ahmadi K, et al. Effect of nano-emulsion coating containing chitosan on storability and qualitative characteristics of strawberries after picking. *Iran J Nutr Sci Food Technol* 2013; 8: 9-19.
7. Ayoubi A, Habibi Najafi M, Karimi M. Effect of whey protein concentrate, guar and xanthan gums on the quality and physicochemical properties of muffin cake. *J Food Sci Technol* 2009; 4: 32-46.
8. Marquez GR, Di Pierro P, Mariniello L, Esposito M, Giosafatto CV, Porta R. Fresh-cut fruit and vegetable coatings by transglutaminase-crosslinked whey protein/pectin edible films. *LWT - Food Sci Technol* 2017; 75: 124-30.
9. Muangrat R, Nuankham C. Moisture sorption isotherm and changes in physico-mechanical properties of films produced from waste flour and their application on preservation quality of fresh strawberry. *Food Sci Nutr* 2018; 6: 585-93.
10. Moradi M, Tajik H, No HK, Razavi Rohani S, Oromiehie A, Ghasemi S. Potential inherent properties of chitosan and its applications in preserving muscle food. *J Chitin Chitosan* 2010; 15: 35-45.
11. Haghroalsadat F, Azhdari M, Oroojalian F, Omidi M, Azimzadeh M. The Chemical Assessment of Seed Essence of Three Native Medicinal Plants of Yazd Province (Bunium Premium, Cuminum Cyminum, Trachyspermum Copticum) and the Comparison of Their Antioxidant Properties. *J Shahid Sadoughi Univ Med Sci* 2015; 22: 1592-603. [In Persian]
12. Oroojalian F, Kasra-Kermanshahi R, Azizi M, Bassami M. Synergistic antibacterial activity of the essential oils from three medicinal plants against some important food-borne pathogens by microdilution method. *Iran J Med Aromatic Plants* 2010; 26: 133-46.
13. Akbarinia A, Sefidkon F, Ghalavand A, Tahmasbi SZ, Sharifi AE. A study on chemical composition of Ajowan (*Trachyspermum ammi*) essential oil produced in Qazvin. *J Qazvin Univ Med Sci* 2005; 9: 22-5. [In Persian]
14. Bautista-Baños S, Garcia-Dominguez E, Barrera-Necha LL, Reyes-Chilpa R, Wilson C. Seasonal evaluation of the postharvest fungicidal activity of powders and extracts of huamuchil (*Pithecellobium dulce*): action against *Botrytis cinerea*, *Penicillium digitatum* and *Rhizopus stolonifer* of strawberry fruit. *Postharvest Biol Technol* 2003; 29: 81-92.
15. Norouzi Faz F, Mirdehghan H, Karimi H, Alaei H. Effect of thymol and menthol essential oils combined with packaging with celofan on the maintenance of postharvest quality of strawberry cv. Parus. *Iran J Horti Sci* 2016; 47: 81-91.
16. Coupland JN, Shaw NB, Monahan FJ, O'Riordan ED, O'Sullivan M. Modeling the effect of glycerol on the moisture sorption behavior of whey protein edible films. *J Food Eng* 2000; 43: 25-30.
17. Ayranci E, Tunc S. A method for the measurement of the oxygen permeability and the development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh foods. *Food Chem* 2003; 80: 423-31.
18. Luna-Guzmán I, Barrett DM. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. *Postharvest Biol Technol* 2000; 19: 61-72.
19. Arvanitoyannis I, Biliaderis CG. Physical properties of polyol-plasticized edible blends made of methyl cellulose and soluble starch. *Carbohydr Polym* 1999; 38: 47-58.
20. Nadim Z, Ahmadi E. Rheological properties of strawberry fruit coating with methylcellulose. *J Agric Machin* 2016; 6: 153-62.
21. Shaw N, Monahan F, O'Riordan E, O'Sullivan M. Effect of soya oil and glycerol on physical properties of composite WPI films. *J Food Eng* 2002; 51: 299-304.

22. McHugh TH, Avena-Bustillos R, Krochta J. Hydrophilic edible films: modified procedure for water vapor permeability and explanation of thickness effects. *J Food Sci* 1993; 58: 899-903.
23. Vargas M, Albors A, Chiralt A, González-Martínez C. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan–oleic acid edible coatings. *Postharvest Biol Technol* 2006; 41: 164-71.
24. Edalatian M, Fazlara A. Evaluation of microbial characteristics of Stamaran cultivar dates during storage in 2005. *Iran J Food Sci Technol* 2008; 5: 45-52.
25. Srivastava M, Baby P, Saxena A. GC-MS investigation and antimicrobial activity of the essential oil of *Carum copticum* Benth & Hook. *Acta Aliment* 1999; 28: 291-5.
26. Mohagheghzadeh A, Faridi P, Ghasemi Y. *Carum copticum* Benth. & Hook., essential oil chemotypes. *Food Chem* 2007; 100: 1217-9.
27. Falguera V, Quintero JP, Jiménez A, Muñoz JA, Ibarz A. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. *Trends Food Sci Technol* 2011; 22: 292-303.
28. Ergun M, Satici F. Use of Aloe vera gel as biopreservative for ‘Granny Smith’ and ‘Red Chief’ apples. *J Anim Plant Sci* 2012; 22: 363-68.
29. Yaman Ö, Bayındırlı L. Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. *LWT - Food Sci Technol* 2002; 35: 146-50.
30. Mohebbi M, Ansarifard E, Hasanpour N, Amiryousefi MR. Suitability of Aloe vera and gum tragacanth as edible coatings for extending the shelf life of button mushroom. *Food Bioprocess Technol* 2012; 5: 3193-202.
31. Alexandre EM, Brandão TR, Silva CL. Efficacy of non-thermal technologies and sanitizer solutions on microbial load reduction and quality retention of strawberries. *J Food Eng* 2012; 108: 417-26.
32. Mali S, Grossmann MVE. Effects of yam starch films on storability and quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa*). *J Agric Food Chem* 2003; 51: 7005-11.
33. Hernández-Muñoz P, Almenar E, Ocio MJ, Gavara R. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*). *Postharvest Biol Technol* 2006; 39: 247-53.
34. Dong F, Wang X. Effects of carboxymethyl cellulose incorporated with garlic essential oil composite coatings for improving quality of strawberries. *Int J Biol Macromol* 2017; 104: 821-6.