



تأثیر پوشش تری‌هالوز حاوی اسانس درمنه (*Artemisia sieberi*) بر ویژگی‌های پس از برداشت گوجه فرنگی گیلاسی

سعید جعفری^۱، محمد حجتی^{۲*}، محمد نوشاد^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۲. دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۳. استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

(تاریخ دریافت: 96/8/12، تاریخ بازنگری: 96/9/2، تاریخ پذیرش: 96/9/11)

چکیده

پوشش میوه‌های گوجه‌فرنگی با هیدروکلئیدهای خوراکی موجب بهبود برخی ویژگی‌های کیفی پس از برداشت آن می‌شود. تأثیر محلول 1٪ تری‌هالوز حاوی اسانس درمنه با مقادیر 0/5، 1 و 1/5٪ به‌عنوان یک پوشش خوراکی بر برخی ویژگی‌های کیفی گوجه‌گیلاسی شامل افت‌وزنی (٪)، سفتی (نیوتن)، اسیدیته قابل‌تیترا (٪ سیتریک اسید)، آسکوربیک اسید (٪)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی (آزمون DPPH)، رنگ ($L^*a^*b^*$) و خصوصیات حسی طی مدت ده روز نگهداری در مقایسه با نمونه بدون پوشش در یخچال (دمای 4 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 85-75٪) مورد بررسی قرار گرفت. اسانس درمنه از اندام هوایی گیاه خشک شده با روش تقطیر با آب و استفاده از دستگاه کلونجر استخراج و در مقادیر 0/5، 1 و 1/5٪ (حجمی-وزنی) به تری‌هالوز اضافه گردید. میزان وزن، سفتی، اسیدیته، آسکوربیک اسید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی همه نمونه‌ها طی نگهداری کاهش یافت، ولی در پایان زمان نگهداری، نمونه‌های پوشش داده شده افت وزنی کم‌تر و سفتی و میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیش‌تری در مقایسه با گوجه‌گیلاسی‌های بدون پوشش از خود نشان دادند. پوشش میوه‌ها کاهش اسیدیته و آسکوربیک اسید را طی انبارداری به تاخیر انداخت. نتایج نشان داد که پوشش موجب حفظ شفافیت (L^*) و افزایش قرمزی (a^*) گوجه‌ها گردید. هم‌چنین پوشش تری‌هالوز و اسانس موجب بهبود برخی ویژگی‌های حسی و ظاهری (رنگ، بو، بافت، طعم) گوجه شد بدون آن‌که تأثیر نامطلوبی بر پذیرش کلی آن داشته باشد. براساس یافته‌های این تحقیق، به نظر می‌رسد که تری‌هالوز حاوی اسانس درمنه به‌عنوان یک پوشش جدید به‌طور واضحی اثرات رسیدگی و پیری بر گوجه‌گیلاسی را به تاخیر انداخته و کیفیت نگهداری پس‌از برداشت میوه‌ها را بهبود می‌بخشد.

واژه‌های کلیدی: گوجه‌گیلاسی، عمر نگهداری، پوشش، اسانس.

* نویسنده مسئول: hojjati@ramin.ac.ir

1- مقدمه

گوجه فرنگی گیلاسی، (*Lycopersicon esculentum* L.)، جزو خانواده Solanaceae و از وارسته‌های گوجه فرنگی است که مصرف آن روبه افزایش است. این گیاه سرشار از انواع ویتامین‌ها، فنل‌ها و کاروتنوئیدها بوده و عطر و طعم ملایم و شیرینی دارد و به سادگی چه تنها و چه همراه با انواع سالاد و غذا قابل مصرف است و به همین دلایل از محبوبیت خاصی برخوردار است [1-3]. گوجه گیلاسی میوه‌ای فرازگرا و دارای طول عمر پس از برداشت نسبتاً کوتاهی است زیرا بسیاری از فرایندهای موثر بر کاهش کیفیت پس از برداشت از جمله تعرق، بیماری‌ها، افزایش رسیدگی و پیری باعث کاهش عمر نگهداری آن می‌شوند [4].

استفاده از اتمسفر، دما و رطوبت کنترل شده یا تغییر یافته به‌ویژه دماهای پائین نگهداری، از روش‌های معمول کاهش شدت تنفس و تغییرات شیمیایی گوجه‌فرنگی به منظور حفظ تازگی و افزایش مدت زمان ماندگاری آن می‌باشد که نیازمند سرمایه‌گذاری زیاد بوده و از طرفی در برخی موارد سرمازدگی میوه را نیز به دنبال دارد [5].

کاربرد پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی از دیگر روش‌های افزایش عمر نگهداری فراورده‌های با عمر انباری کوتاه بوده که طی چند سال اخیر مورد توجه قرار گرفته است [6]. پوشش، که به‌صورت پاششی و یا غوطه‌وری میوه در محلول آن بر روی میوه قرار گرفته، یک غشای نیمه تراوا در سطح محصولات تشکیل می‌دهد که با تنظیم انتقال رطوبت، اکسیژن، دی‌اکسید-کربن و ترکیبات عطر و طعم در حین فراوری روند پیری مواد غذایی را به تاخیر می‌اندازد [4]. استفاده از پوشش‌هایی نظیر صمغ درخت بادام، کیتوزان و صمغ عربی با کاهش روند تنفس و افت وزنی موجب حفظ کیفیت پس از برداشت گوجه گردیده است [5-8]. هم‌چنین فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی می‌توانند حامل مواد ضد میکروبی جهت کنترل بار میکروبی محصولات غذایی باشند [9]. تحقیقات نشان داده که استفاده از پوشش‌های خوراکی هیدروکلوئیدی به همراه اسانس‌ها موجب افزایش زمان نگهداری و حفظ کیفیت میوه و سبزیجات می‌گردد که دلیل آن می‌تواند آزاد شدن تدریجی ترکیبات موثر و به‌ویژه ضد میکروبی اسانس در فیلم مورد استفاده و قرار گرفتن در سطح

محصول طی نگهداری و ممانعت از رشد میکروارگانیسم‌ها باشد [10، 11]. در همین راستا در سال‌های اخیر نیز پژوهش‌هایی جهت افزایش زمان ماندگاری و حفظ خصوصیات کیفی گوجه گیلاسی با استفاده از ترکیب پوشش‌های خوراکی و اسانس‌های گیاهی صورت پذیرفته است. تحقیقات نشان داده که استفاده از پوشش موسیلاژ دانه ریحان و اسانس زیره [12]، کیتوزان و اسانس‌های نعناع فلفلی و پونه [13]، کیتوزان و اسانس مرزنجوش [2]، کیتوزان و اسانس علف لیمو [14] موجب حفظ ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی و میکروبی گوجه گیلاسی طی مدت نگهداری گردیده است.

به منظور بررسی ترکیب پوشش‌های هیدروکلوئیدی و اسانس‌ها بر خصوصیات کیفی گوجه گیلاسی، تحقیق حاضر به ارزیابی تاثیر این نوع پوشش با استفاده از تری هالوز و اسانس درمنه می‌پردازد.

تری‌هالوز دی‌ساکاریدی بی‌بو، غیرسمی و سفیدرنگ متشکل از دو ملکول گلوکز متصل به‌هم با پیوند آلفا 1 و 1 می‌باشد که در طیف گسترده‌ای از موجودات زنده اعم از باکتری‌ها، قارچ‌ها و گیاهان وجود دارد. تری‌هالوز جزو افزودنی‌های مجاز خوراکی بوده و حدود 45٪ ساکارز شیرینی دارد و با توجه به این‌که قندی غیراحیاءکننده است در واکنش‌های قهوه‌ای شدن میلارد شرکت نمی‌کند. هم‌چنین به دلیل داشتن خاصیت انعطاف‌پذیری مطلوب و قیمت مناسب، در صنعت غذا کاربرد فراوانی پیدا کرده است [15، 16].

درمنه (*Artemisia sieberi*) گیاهی بوته‌ای و بسیار معطر از خانواده کاسنی‌ها است که در مناطق خشک و بیابانی ایران پراکنده می‌باشد. تمام قسمت‌های اندام هوایی این گیاه، اعم از ساقه، برگ‌ها، گل، میوه و بذر دارای عطری نافذ بوده و در طب سنتی کاربرد فراوانی دارد. فعالیت‌های بیولوژیکی این گیاه معطر از جمله ویژگی‌های ضد میکروبی، دورکنندگی حشرات، ضد التهاب، ضد سرطانی و آنتی‌اکسیدانی به واسطه حضور ترکیبات موجود در اسانس و عصاره‌های مستخرج از آن به اثبات رسیده است [17-19].

در پژوهش حاضر، برای اولین بار تاثیر پوشش محلول 1٪ تری‌هالوز در ترکیب با سه مقدار متفاوت اسانس درمنه (0/5، 1 و 1/5٪) بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی گوجه گیلاسی

و با وزن سل 25 کیلوگرمی اندازه‌گیری شد.

دمای اتاق و مکان تاریک نگهداری شد. میزان جذب نمونه‌ها در مقابل نمونه شاهد (متانول) در طول موج 515 نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر WPA، مدل 1101، ساخت انگلستان اندازه‌گیری و برحسب درصد بازدارندگی از طریق رابطه (4) محاسبه گردید [23]:

$$\% \text{ بازدارندگی} = \left[\frac{(A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}})}{A_{\text{blank}}} \right] \times 100 \quad (4)$$

2-3-6- شاخص‌های رنگی

رنگ پوست گوجه فرنگی‌های گیلای در سه نقطه مختلف از هر میوه با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج کونیکامینولتا، مدل 400-CR، ساخت کشور ژاپن بررسی شد. پارامترهای رنگی مورد ارزیابی شامل *L، *a و *b که به ترتیب بیانگر میزان روشنایی، قرمزی و زردی نمونه‌ها بودند که در شرایط استاندارد اندازه‌گیری شدند. کالیبره کردن دستگاه رنگ‌سنج با استفاده از صفحه سرامیکی سفید استاندارد انجام پذیرفت.

2-3-7- ارزیابی حسی

به منظور ارزیابی حسی نمونه‌های گوجه فرنگی گیلای در پایان دوره نگهداری از تعداد 6 ارزیاب آموزش دیده (چهار مرد و دو زن) دارای محدوده سنی 21 تا 31 سال خواسته شد، نمونه‌ها را از لحاظ پارامترهای رنگ‌ظاهری، بو، بافت، طعم و پذیرش کلی در چهارچوب آزمون هدونیک 11 نقطه‌ای (نمره دهی از صفر تا ده به طوری که نمره صفر به بدترین و ده به بهترین نمونه داده شود) مورد ارزیابی قرار دهند.

2-3-8- تجزیه و تحلیل آماری

این تحقیق در قالب طرح کامل تصادفی ساده و در سه تکرار انجام پذیرفت و به منظور آنالیز داده‌ها از نرم افزار SPSS (نسخه 23) استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون دانکن در سطح 5٪ انجام شدند.

3- نتایج و بحث

3-1- کاهش وزن

همان‌طور که در جدول (1) مشاهده می‌گردد با افزایش زمان

2-3-3- اسیدینه قابل تیتراسیون

میزان اسیدینه قابل تیتر نمونه‌ها با روش آزمون شماره 942/15 انجمن شیمی آمریکا محاسبه شد [21] بدین منظور 5 میلی‌لیتر آب گوجه صاف شده با آب مقطر به حجم 100 میلی‌لیتر رسانده شد و در حضور معرف فنل‌فتالین با سود 0/1 نرمال تا ظهور رنگ صورتی روشن تیتر و در نهایت مقدار اسیدینه کل برحسب ٪ اسید سیتریک با استفاده از رابطه (2) بیان گردید:

$$\% \text{ اسیدینه کل} = \frac{\text{meq} \times N \times V}{Y} \times 100 \quad (2)$$

meq: میلی‌اکی والان اسید سیتریک (0/064 گرم)، N: نرمالیه سود مصرفی، V: حجم سود مصرفی، Y: حجم نمونه آب‌گوجه

2-3-4- آسکوربیک اسید

به منظور اندازه‌گیری مقدار آسکوربیک اسید (ویتامین ث) نمونه‌ها، 1 میلی‌لیتر از آب گوجه با 9 میلی‌لیتر آب مقطر به حجم 10 میلی‌لیتر رسانده و مقدار 10 میلی‌لیتر یدید پتاسیم 5٪ و سه قطره نشاسته 1٪ به آن اضافه گردید، محلول حاصل با استفاده از سولفات مس 0/01 مولار تا ظهور رنگ آبی تیره تیتر گردید. سپس با استفاده از رابطه (3) میزان آسکوربیک اسید برحسب میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر آب میوه بیان گردید [22]:

$$\% \text{ آسکوربیک اسید} = \frac{V \times 0.88}{Y} \times 100 \quad (3)$$

V: حجم سولفات مس مصرفی، Y: حجم نمونه داخل ارلن

2-3-5- فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل

برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها، مقدار 0/1 میلی‌لیتر آب گوجه فرنگی گیلای با 2/9 میلی‌لیتر DPPH (0/1 میلی‌مولار در متانول) مخلوط و به مدت 30 دقیقه در

جدول (1) تاثیر پوشش تری هالوز حاوی مقادیر مختلف اسانس درمنه بر افت وزنی، سفتی بافت، اسیدیته قابل تیتر و فعالیت آنتی اکسیدانی گوجه گیلاسی نگهداری شده در یخچال (4 °C)

Table 1 Effect of trehalose coating included various amounts of Artemisia essential oil on weight loss, firmness, titratable acidity and antioxidant activity of stored cherry tomato in refrigerator (4°C)

روزهای نگهداری نمونه‌ها در دمای یخچال (4 °C) Samples storage days at the refrigerator temperature (4°C)				تیمار/ویژگی Treatment/characteristic
روز دهم Day 10	روز هفتم Day 7	روز چهارم Day 4	روز اول Day 1	
				افت وزنی (%) Weight loss (%)
5.24±1.01 ^{aA}	3.86±3.0 ^{bA}	1.98±0.42 ^{cA}	0.85±0.12 ^{dA}	شاهد control
4.06±0.88 ^{aB}	2.54±0.52 ^{bB}	1.57±0.39 ^{bB}	0.82±0.11 ^{dA}	تری هالوز و 5/0% اسانس Trehalose & 0.5% essential oil
3.93±0.77 ^{aB}	2.01±0.48 ^{bC}	1.51±0.46 ^{cC}	0.84±0.08 ^{dA}	تری هالوز و 1% اسانس Trehalose & 1% essential oil
3.60±0.82 ^{cC}	1.98±0.44 ^{bD}	0.92±0.26 ^{cD}	0.69±0.12 ^{dB}	تری هالوز و 5/1% اسانس Trehalose & 1.5% essential oil
				سفتی بافت (N) Firmness (N)
1.87±0.34 ^{dB}	3.09±0.81 ^{cB}	4.1±0.72 ^{bB}	6.4±0.55 ^{aB}	شاهد control
3.09±0.81 ^{dA}	4.67±0.99 ^{cA}	5.25±1.16 ^{bA}	7.77±1.02 ^{aA}	تری هالوز و 5/0% اسانس Trehalose & 0.5% essential oil
3.21±0.82 ^{dA}	4.40±0.82 ^{cA}	5.2±1.71 ^{bA}	7.42±1.03 ^{aA}	تری هالوز و 1% اسانس Trehalose & 1% essential oil
3.10±0.65 ^{dA}	4.40±0.32 ^{cA}	5.58±1.43 ^{bA}	7.58±0.82 ^{aA}	تری هالوز و 5/1% اسانس Trehalose & 1.5% essential oil
				اسیدیته (%) Acidity (%)
0.68±0.08 ^{cB}	0.75±0.09 ^{bcB}	0.81±0.04 ^{bbB}	1.05±0.08 ^{aA}	شاهد control
0.83±0.06 ^{bA}	0.92±0.04 ^{bA}	1.07±0.30 ^{abA}	1.27±0.06 ^{aA}	تری هالوز و 5/0% اسانس Trehalose & 0.5% essential oil
0.84±0.11 ^{bA}	0.91±0.04 ^{bA}	1.11±0.11 ^{aA}	1.15±0.07 ^{aA}	تری هالوز و 1% اسانس Trehalose & 1% essential oil
0.86±0.05 ^{bA}	0.87±0.08 ^{bA}	1.03±0.11 ^{abA}	1.19±0.12 ^{aA}	تری هالوز و 5/1% اسانس Trehalose & 1.5% essential oil

ادامه جدول (1) تاثیر پوشش تری‌هالوز حاوی مقادیر مختلف اسانس درمنه بر افت وزنی، سفتی بافت، اسیدیته قابل تیتر و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گوجه‌گیلاسی نگهداری شده در یخچال (4 °C)

Table 1 Effect of trehalose coating included various amounts of Artemisia essential oil on weight loss, firmness, titratable acidity and antioxidant activity of stored cherry tomato in refrigerator (4°C)

روزهای نگهداری نمونه‌ها در دمای یخچال (4 °C) Samples storage days at the refrigerator temperature (4°C)				تیمار / ویژگی Treatment/characteristic
روز دهم Day 10	روز هفتم Day 7	روز چهارم Day 4	روز اول Day 1	
				آسکوربیک اسید (mg/100g) Ascorbic acid (mg/100g)
12.35±1.75 ^{cC}	14.91±1.66 ^{cC}	17.90±2.03 ^{bc}	22.09±3.12 ^{ab}	شاهد control
15.07±2.02 ^{dB}	18.14±1.98 ^{cB}	20.74±2.55 ^{bb}	24.14±2.22 ^{aA}	تری‌هالوز و 0.5% اسانس Trehalose & 0.5% essential oil
15.72±2.47 ^{dB}	18.62±2.23 ^{cAB}	20.86±1.89 ^{bb}	23.94±2.76 ^{aA}	تری‌هالوز و 1% اسانس Trehalose & 1% essential oil
16.94±1.93 ^{cA}	19.52±2.06 ^{bA}	23.14±2.07 ^{aA}	24.55±1.98 ^{aA}	تری‌هالوز و 1.5% اسانس Trehalose & 1.5% essential oil
				فعالیت آنتی‌اکسیدانی (٪) (%) Antioxidant activity
45.34±4.98 ^{dD}	57.32±4.80 ^{dD}	67.89±5.89 ^{bc}	78.03±4.66 ^{cC}	شاهد control
60.37±6.01 ^{cC}	69.80±2.77 ^{bC}	80.15±3.33 ^{ab}	84.81±6.31 ^{aB}	تری‌هالوز و 0.5% اسانس Trehalose & 0.5% essential oil
70.89±3.23 ^{bB}	78.71±4.87 ^{bb}	79.98±5.91 ^{bb}	85.55±6.44 ^{ab}	تری‌هالوز و 1% اسانس Trehalose & 1% essential oil
90.28±4.04 ^{bA}	92.58±5.52 ^{abA}	93.26±5.92 ^{aA}	94.21±4.37 ^{aA}	تری‌هالوز و 1.5% اسانس Trehalose & 1.5% essential oil

نگهداری میزان افت وزنی همه تیمارها افزایش یافت ولی میزان کاهش وزن در نمونه‌های پوشش داده شده کم‌تر از نمونه شاهد بود. نتایج مقایسه میانگین درصد کاهش وزن نمونه‌های گوجه فرنگی گیلاسی نشان داد که نمونه شاهد در طی نگهداری به‌طور معنی‌داری افت وزنی بیشتری داشت و نمونه‌های پوشش داده شده میزان افت وزنی کم‌تری را در همه روزها در مقایسه با نمونه شاهد داشتند به‌طوری‌که در پایان مدت زمان نگهداری، نمونه‌های پوشش داده شده با تری‌هالوز و 1/5 اسانس 3/60٪ و نمونه شاهد 5/24٪ افت وزنی داشتند. هم‌چنین با افزایش مقدار اسانس در پوشش، افت وزنی کم‌تری مشاهده گردید اگرچه در روز دهم بین نمونه‌های حاوی 0/5 و 1/5 اسانس اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p < 0/05$). صادقی پور و همکاران گزارش کردند که استفاده از پوشش‌های فعال حاوی متیل سلولز حدود 2/5 برابر مانع از افت وزنی گوجه فرنگی‌ها طی 21 روز نگهداری گردید [9]. نتایج تحقیقات مفهومی و همکاران در استفاده از پوشش صمغ عربی جهت ممانعت از افت وزنی گوجه فرنگی نیز منطبق با مشاهدات تحقیق حاضر بود [6]. هم‌چنین ژانگ و همکاران گزارش کردند که استفاده از

مقدار اسانس در پوشش، افت وزنی کم‌تری مشاهده گردید اگرچه در روز دهم بین نمونه‌های حاوی 0/5 و 1/5 اسانس اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p < 0/05$). صادقی پور و همکاران گزارش کردند که استفاده از پوشش‌های فعال حاوی متیل سلولز حدود 2/5 برابر مانع از افت وزنی گوجه فرنگی‌ها طی 21 روز نگهداری گردید [9]. نتایج تحقیقات مفهومی و همکاران در استفاده از پوشش صمغ عربی جهت ممانعت از افت وزنی گوجه فرنگی نیز منطبق با مشاهدات تحقیق حاضر بود [6]. هم‌چنین ژانگ و همکاران گزارش کردند که استفاده از

پوشش موم سبوس برنج به‌طور معنی‌داری موجب کاهش افت وزنی نمونه‌های گوجه فرنگی گیلاسی در طی دوره نگهداری شده است [3]. گوئرا و همکاران و بارتو و همکاران به‌ترتیب افت وزنی گوجه‌گیلاسی را با استفاده از پوشش کیتوزانی به همراه اسانس نعنا و مرزنجوش در شرایط دمایی و مدت زمان نگهداری مشابه بررسی و مشاهده کردند که استفاده از ترکیب ماده پوششی حاوی اسانس تاثیر معنی‌داری بر کاهش افت وزنی نمونه‌ها داشته و همچنین استفاده از غلظت‌های بالاتر اسانس نعنا، افت وزنی کم‌تری را به‌همراه داشته که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد [2، 13]. به‌طور کلی پس از برداشت و در اثر فعل و انفعالاتی مانند تعرق و تبخیر، از مقدار آب موجود در گوجه فرنگی به تدریج کاسته می‌شود [9]. کاهش وزن میوه‌ها و سبزیجات تازه در طی دوره نگهداری می‌تواند ناشی از تنفس و همچنین انتقال رطوبت از درون به سطح بر اثر وجود منافذ طبیعی باشد [6]. از این رو، پوشش می‌تواند به‌عنوان یک غشاء نیمه تراوا، انتقال رطوبت و تبادل گازهای اکسیژن و دی-اکسیدکربن و مواد محلول را کاهش داده و در نتیجه میزان تنفس، افت وزنی و اکسیداسیون در طی دوره انبارداری کاسته شود [8]. از این‌رو تری‌هالوز با تشکیل یک لایه نازک روی سطح گوجه‌ها موجب کاهش افت وزنی نمونه‌ها گردیده است. از طرفی، اسانس به دلیل خاصیت آبگریزی که دارد موجب بهبود ویژگی‌های غشای نیمه‌تراوای پوشش هم‌چون ممانعت از عبور آب و گازهای اکسیژن و دی‌اکسیدکربن گردیده و در نتیجه افت وزنی کم‌تر نمونه‌ها را به دنبال دارد [24، 25].

2-3- سفتی بافت

سفتی گوجه‌فرنگی از ویژگی‌های مهم کیفی آن محسوب می‌شود. نرم شدن بافت میوه‌ها در طی فرایند رسیدگی می‌تواند ناشی از تجزیه دیواره و مواد داخل سلولی شامل هیدرولیز پکتین و نشاسته توسط آنزیم‌هایی هم‌چون پلی‌گالاکتوروناز، پکتین متیل استراز، گالاکتوزیداز، گلوکوناز و ماناز باشد [20]. افزایش فعالیت آنزیم‌ها طی فرایند رسیدن میوه منجر به شکستن یا کوتاه شدن طول زنجیره مواد پکتینی و در نتیجه نرم شدن بافت میوه می‌شود [5]. هم‌چنین در مدت نگهداری میوه، کاهش مقدار آب باعث کاهش فشار تورژسانس سلولی و

3-3- اسیدیته قابل تیتراسیون

اسیدیته قابل تیتراسیون گوجه‌فرنگی از ویژگی‌های کیفی آن است که از عوامل موثر در طعم محسوب شده و به مقدار اسیدهای آلی موجود در گوجه هم‌چون اگزالیک، مالیک، پیروئیک و سیتریک اسید بستگی دارد که مقدار این اسیدها با توجه به میزان رسیدگی گوجه متفاوت می‌باشد و با نزدیک شدن میوه به رسیدگی کامل، این اسیدها بیش‌تر

تجزیه شده و در نتیجه میزان اسیدیته میوه کاهش می‌یابد کرده بودند مطابقت داشت [13].

3-4- آسکوربیک اسید

گوجه‌فرنگی به‌عنوان یک منبع مهم آسکوربیک اسید یا ویتامین ث مطرح می‌باشد، اما این ویتامین ناپایدار بوده و در طول مدت نگهداری یا رسیدگی میوه بر اثر فعالیت آنزیم‌های فنل اکسیداز و آسکوربیک اکسیداز تجزیه شده و از میزان آن کاسته می‌شود [9]. نتایج مقایسه میانگین آسکوربیک اسید نمونه‌های گوجه‌گیلاسی شاهد و پوشش داده شده با تری‌هالوز و اسانس درمنه در جدول (1) نشان داده شده است. مشاهده گردید که میزان آسکوربیک اسید همه نمونه‌های نگهداری شده با گذشت زمان کاهش یافته است. ولی این کاهش در تیمار شاهد (بدون پوشش) بیش‌تر از سایر تیمارها بود. پوشش دادن موجب از بین رفتن کم‌تر آسکوربیک اسید تیمارها طی نگهداری شد. همچنین مقادیر بیش‌تر اسانس تاثیر معنی‌داری در به تاخیر انداختن تخریب ویتامین ث داشت ($p < 0/05$). همان‌طور که در جدول (1) مشاهده می‌گردد در پایان دوره نگهداری، کم‌ترین و بیش‌ترین میزان آسکوربیک اسید به‌ترتیب با مقادیر 12/35 و 16/94 میلی‌گرم در 100 گرم در نمونه‌های شاهد و نمونه پوشش داده شده با تری‌هالوز و 1/5٪ اسانس بود. پوشش دادن گوجه‌فرنگی‌گیلاسی موجب حفظ مقادیر بیش‌تری از ویتامین ث طی مدت انبارمانی گردید که با نتایج برخی محققین که از متیل سلولز [9]، ژل آلونوره [20] و صمغ درخت بادام [6] جهت پوشش گوجه استفاده کرده بودند مطابقت داشت. کاهش میزان آسکوربیک اسید به شدت به مقدار اکسیژن موجود در بافت بستگی دارد و پوشش نمونه‌ها از نفوذ اکسیژن به بافت میوه و در نتیجه اکسایش و تخریب ویتامین ث ممانعت به عمل می‌آورد [10]. از آنجایی که اغلب اسانس‌ها دارای خاصی ضداکسایشی می‌باشند [19] موجب تاخیر در اکسیداسیون و در نهایت حفظ بیش‌تر ویتامین ث موجود در گوجه می‌شوند [2].

3-5- فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل

کاروتنوئیدها، آسکوربیک‌اسید و ترکیبات فنولیک عمده آنتی‌اکسیدان‌های موجود در گوجه فرنگی می‌باشند و البته

[2]. مقایسه میانگین اسیدیته قابل تیتراسیون نمونه‌های گوجه‌فرنگی‌گیلاسی در جدول (1) نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد با افزایش زمان نگهداری میزان اسیدیته همه نمونه‌ها کاهش یافت. میزان اسیدیته نمونه شاهد در روز اول 1/05٪ بود که پس از پایان زمان نگهداری به 0/68٪ رسید که در مقایسه با نمونه‌های پوشش داده شده از کاهش معنی‌داری برخوردار بود. اسیدیته نمونه‌های پوشش‌دار حاوی مقادیر مختلف اسانس درمنه در روز دهم انبارداری 0/83 تا 0/86٪ بود که نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار پوشش بر میزان کاهش اسیدیته نمونه‌ها طی مدت نگهداری بود. علی و همکاران [5]، مفهوه‌دهی و همکاران [6] و ژانگ و همکاران [3] به‌ترتیب با به‌کار بردن پوشش حاوی صمغ عربی، صمغ درخت بادام و موم سبوس برنج‌کندی روند کاهشی اسیدیته گوجه‌فرنگی را طی مدت زمان انبارداری مشاهده کردند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. داس و همکاران از پوشش برپایه نشاسته برنج را با ترکیبات آنتی-اکسیدانی و ضد میکروبی جهت افزایش ماندگاری گوجه استفاده و مشاهده کردند که میزان اسیدیته همه نمونه‌ها به تدریج کاهش یافت و کاهش اسیدیته در گوجه‌های بدون پوشش نسبت به نمونه‌های پوشش‌داده شده از شدت بیش‌تری برخوردار بود. آن‌ها معتقد بودند که این کاهش تدریجی اسیدیته در اثر تولید اتیلن به هنگام رسیدگی و تنفس گوجه است [25]. اسیدهای آلی موجود در گوجه‌فرنگی نه تنها منبع اصلی ATP طی فرایند تنفس هستند بلکه منشا متابولیت‌های حد واسط بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی نیز می‌باشند و به همین دلیل طی رسیدن گوجه تجزیه شده و میزان اسیدیته کاهش می‌یابد [28]. پوشش با به تاخیر انداختن تنفس از طریق ایجاد یک لایه نیمه تراوا در اطراف میوه منجر به کاهش شدت تنفس و تاخیر روند رسیدگی گوجه و در نهایت کاهش متابولیسم اسیدهای آلی طی نگهداری می‌شود [5، 28]. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میزان اسیدیته نمونه‌های پوششی حاوی مقادیر مختلف اسانس درمنه نبود که با نتایج گوئرا و همکاران که از دو غلظت متفاوت اسانس‌های نعنا فلفلی و پونه در ترکیب با کیتوزان جهت پوشش گوجه‌گیلاسی استفاده

رنگ گوجه فرنگی طی فرایند رسیدن با تجزیه رنگدانه‌های سبز کلروفیلی و تجمع کاروتنوئیدهای قرمز رنگ، به ویژه لیکوپن‌ها، رخ می‌دهد [27]. نتایج مقایسه میانگین پارامترهای رنگی ($L^*a^*b^*$) نمونه‌های گوجه فرنگی گیلاسی شاهد و پوشش داده شده با تری هالوز و اسانس درمنه در جدول (2) نشان داده شده است. میزان شفافیت (L^*) در همه نمونه‌های مورد مطالعه طی مدت نگهداری به مرور کاهش داشت. میزان شفافیت نمونه شاهد در روز اول 36/20 بود که در آخرین روز نگهداری به مقدار 30/76 رسید که در مقایسه با نمونه‌های پوشش داده شده به طور معنی‌داری از شفافیت کم‌تری برخوردار بود ($p < 0/05$). مقایسه میانگین میزان شفافیت نمونه‌ها در جدول (2) نشان می‌دهد که نمونه پوشش داده شده حاوی 1/5% اسانس بیش‌ترین میزان شفافیت (34/02) را نسبت به سایر نمونه‌ها در روز آخر نگهداری از خود نشان داد، ولی نتایج نشان داد که مقدار اسانس درمنه تاثیر معنی‌داری بر میزان شفافیت رنگ گوجه فرنگی‌های پوشش دار طی مدت نگهداری نداشت. میزان قرمزی (a^*) نمونه‌ها طی مدت نگهداری افزایش داشت. میزان قرمزی اولیه در نمونه شاهد 12/32 بود که این مقدار در پایان انبارداری به 18/23 رسید. تغییرات شدت قرمزی نمونه‌ها در هر نمونه طی روزهای مختلف نگهداری افزایش معنی‌داری داشت و بیش‌ترین شدت قرمزی در نمونه‌های پوشش داده شده با تری هالوز و مقادیر 1 و 1/5% اسانس درمنه مشاهده گردید. نتایج نشان داد که گوجه پوشش داده شده پس از ده روز نگهداری از شدت رنگ قرمزی خوبی برخوردار بود و علاوه بر پوشش، مقدار اسانس هم بر رنگ قرمز گوجه‌ها تاثیرگذار بوده است ($p < 0/05$). میزان شدت زردی (b^*) نمونه‌ها با افزایش زمان نگهداری کاهش معنی‌داری نسبت به روز اول داشتند که این کاهش در نمونه شاهد از شدت بیش‌تری نسبت به نمونه‌های پوشش داده شده برخوردار بود. همان‌طور که در جدول (2) مشاهده می‌گردد میانگین میزان شاخص زردی در روز اول در نمونه شاهد 21/68 و در نمونه‌های پوشش داده شده 21/32-21/94 بود که پس از گذشت ده روز در نمونه شاهد به 11/44 رسید در حالی که در نمونه‌های پوشش داده شده به‌طور معنی‌داری بیش‌تر (15/29-15/51) بود، ولی مقدار اسانس تاثیری بر میزان زردی گوجه‌های پوشش داده

عواملی مانند ژنتیک، شرایط زیست محیطی، روش‌های اندازه‌گیری، زمان برداشت و شرایط پس از برداشت نیز می‌توانند ظرفیت آنتی اکسیدانی را تحت تاثیر قرار دهند [8]. نتایج مقایسه میانگین فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه‌های گوجه فرنگی گیلاسی شاهد و پوشش داده شده با تری هالوز و اسانس درمنه در جدول (1) نشان داده شده است. با افزایش زمان نگهداری از میزان فعالیت آنتی اکسیدانی تمام نمونه‌ها کاسته شد، اما این کاهش در همه نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت به‌طوری‌که در پایان دوره نگهداری فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه شاهد به 45/34% و در نمونه‌های پوشش داده شده با تری هالوز و مقادیر 1، 0/5 و 1/5% اسانس درمنه به ترتیب 60/37، 70/89 و 90/28% رسید که نشان از تاثیر معنی‌دار پوشش تری هالوز در میزان فعالیت آنتی اکسیدانی گوجه گیلاسی بود. همان‌طور که مشاهده می‌گردد با افزایش مقدار اسانس در پوشش، میزان فعالیت آنتی اکسیدانی نمونه‌ها کاهش کم‌تری داشت که بیانگر اثر مقدار اسانس بر این شاخص می‌باشد اگرچه در برخی موارد این تاثیر معنی‌دار نبود ($p < 0/05$). علی و همکاران با استفاده از پوشش 10% صمغ عربی موفق به حفظ فعالیت آنتی اکسیدانی گوجه فرنگی در طی دوره نگهداری شدند [8]. رودریگز گارسیا و همکاران نیز با استفاده از پوشش پکتینی حاوی اسانس پونه افت کم‌تری در میزان فعالیت آنتی اکسیدانی گوجه فرنگی طی مدت نگهداری مشاهده کردند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت [29]. با افزایش زمان نگهداری میوه‌ها از قدرت آنتی اکسیدانی آن‌ها کاسته می‌شود که این روند ناشی از محافظت سلول در برابر آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد است و از طرفی، کاهش محتوای آسکوربیک اسید نیز می‌تواند یکی دیگر از دلایل کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی باشد، زیرا این ترکیب خاصیت آنتی اکسیدانی داشته و با گذشت زمان و روند رسیدگی و تنفس، میزان آن در طی دوره نگهداری کاهش یافته و در نتیجه میزان فعالیت آنتی اکسیدانی میوه نیز کاهش خواهد یافت [30].

3-6- شاخص‌های رنگی

رنگ قرمز گوجه فرنگی گیلاسی از فاکتورهای مهم کیفی در بازاریابی و جلب مشتری در خرید آن می‌باشد. تغییرات

جدول (2) تاثیر پوشش تری‌هالوز حاوی مقادیر مختلف اسانس درمنه بر شاخص‌های رنگی ($L^*a^*b^*$) گوجه‌گیلاسی نگهداری شده در یخچال (4°C)

Table 2 Effect of trehalose coating included various amounts of Artemisia essential oil on color indexes ($L^*a^*b^*$) of stored cherry tomato in refrigerator (4°C)

روزهای نگهداری نمونه‌ها در دمای یخچال (4°C)				تیمار/ویژگی
Samples storage days at the refrigerator temperature (4°C)				Treatment/characteristic
روز دهم	روز هفتم	روز چهارم	روز اول	
Day 10	Day 7	Day 4	Day 1	
				روشنایی (L^*) Lightness (L^*)
30.76±1.01 ^{cB}	32.63±1.63 ^{bB}	34.67±2.42 ^{aB}	36.23±2.12 ^{aA}	شاهد control
33.45±1.65 ^{cA}	34.56±1.52 ^{bA}	35.56±1.92 ^{aA}	35.89±2.04 ^{aA}	تری‌هالوز و 5/0% اسانس Trehalose & 0.5% essential oil
33.40±2.55 ^{bA}	32.01±2.73 ^{bB}	35.46±1.40 ^{aA}	35.80±2.28 ^{aA}	تری‌هالوز و 1% اسانس Trehalose & 1% essential oil
34.02±2.34 ^{cA}	34.41±2.71 ^{cA}	35.07±2.08 ^{bAB}	35.89±2.57 ^{aA}	تری‌هالوز و 5/1% اسانس Trehalose & 1.5% essential oil
				قرمزی (a^*) Redness (a^*)
18.23±1.57 ^{aB}	17.18±1.44 ^{aC}	14.81±1.03 ^{bC}	12.32±0.82 ^{cC}	شاهد control
18.37±1.83 ^{aB}	17.90±2.02 ^{aB}	16.54±1.97 ^{bB}	13.47±1.05 ^{cB}	تری‌هالوز و 5/0% اسانس Trehalose & 0.5% essential oil
19.78±1.09 ^{aAB}	17.21±2.17 ^{bBC}	17.26±1.65 ^{bAB}	14.13±1.53 ^{cA}	تری‌هالوز و 1% اسانس Trehalose & 1% essential oil
20.38±2.36 ^{aA}	18.80±1.79 ^{bA}	17.66±1.73 ^{cA}	14.32±1.09 ^{dA}	تری‌هالوز و 5/1% اسانس Trehalose & 1.5% essential oil
				زردی (b^*) Yellowness (b^*)
11.44±1.52 ^{dB}	15.01±1.65 ^{cB}	16.14±1.72 ^{bB}	21.68±2.05 ^{aA}	شاهد control
15.29±1.77 ^{cA}	17.68±1.99 ^{bA}	18.04±1.83 ^{bA}	21.32±1.87 ^{aA}	تری‌هالوز و 5/0% اسانس Trehalose & 0.5% essential oil
15.45±2.45 ^{dA}	17.41±1.84 ^{cA}	18.21±1.66 ^{bA}	21.94±2.08 ^{aA}	تری‌هالوز و 1% اسانس Trehalose & 1% essential oil
15.51±1.59 ^{cA}	17.54±2.01 ^{bA}	18.03±1.95 ^{bA}	21.87±2.12 ^{aA}	تری‌هالوز و 5/1% اسانس Trehalose & 1.5% essential oil

حروف بزرگ و کوچک یکسان به ترتیب در هر ستون و سطر نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار (در سطح 5٪) می باشند.

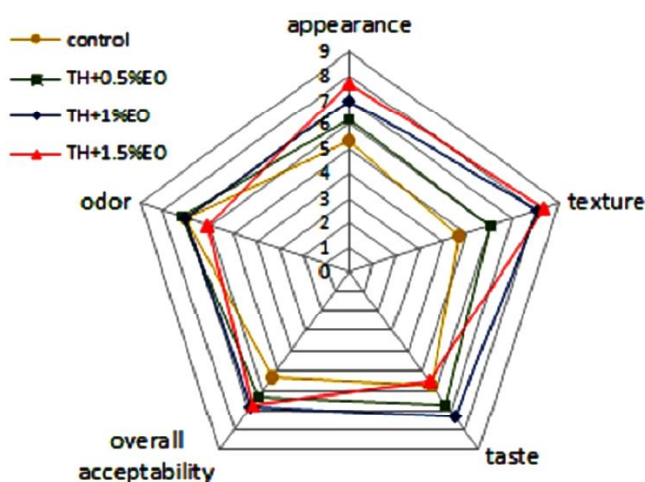
Similar capital and small letters at each column and row show no significant difference in 95% of confidence level.

شده نداشت. براساس یافته‌های این تحقیق استفاده از پوشش تری‌هالوز و اسانس در کاهش شاخص زردی گوجه‌فرنگی طی مدت نگهداری تاثیرگذار بود. نتایج این تحقیق با گزارش صادقی‌پور و همکاران [9] و آتماسلوی و همکاران [21] که به‌ترتیب از پوشش حاوی متیل سلولز و ژل آلونئورا برای نگهداری گوجه‌فرنگی استفاده کردند و افزایش شاخص‌های روشنایی و قرمزی و کاهش شدت زردی نمونه‌ها را طی انبارداری مشاهده کردند مطابقت داشت. هم‌چنین علی و همکاران [5] و مفهوهی و همکاران [6] به‌ترتیب با استفاده از پوشش صمغ عربی و صمغ درخت بادام توانستند از شدت کاهش روشنایی (L^*) در گوجه گیلاسی طی مدت نگهداری بکاهند. وجود پوشش روی میوه گوجه‌فرنگی مانع از تولید اتیلن و تبادل گازهای نظیر دی‌اکسیدکربن و اکسیژن بین لایه‌های داخلی و بیرونی میوه شده و در نتیجه رسیدگی میوه را به تاخیر می‌اندازد که این امر به علت افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و کند نمودن سنتز اتیلن و در نهایت تاخیر در تغییر رنگ گوجه می‌باشد [5]. از طرفی لیکوپن به‌عنوان مهم‌ترین کاروتنوئید قرمز رنگ گوجه‌فرنگی در اثر واکنش با ترکیبات اکسیژنی ناشی از تنفس میوه، اکسیده و تخریب می‌شود [31]. وجود مواد پوششی مانع از نفوذ اکسیژن به درون میوه شده و هم‌چنین حضور اسانس درمنه به‌عنوان یک

ماده ضداکساینده [19]. نیز در جذب اکسیژن محیط و کاهش تخریب لیکوپن موثر می‌باشد [14] و به همین دلیل ترکیبات پوششی حاوی اسانس درمنه می‌توانند تاثیر معنی‌داری بر افزایش شدت قرمزی رنگ گوجه‌گیلاسی طی مدت انبارداری داشته باشند.

3-7- ویژگی‌های حسی

نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های مختلف حسی نمونه‌های گوجه‌فرنگی گیلاسی پوشش داده شده با تری‌هالوز و اسانس درمنه در مقایسه با نمونه شاهد در شکل (1) نشان داده شده است. ارزیاب‌ها رنگ ظاهری و بافت نمونه‌های پوشش داده شده حاوی 1/5٪ اسانس را بهتر از سایرین تشخیص دادند و کم‌ترین امتیازها را به نمونه شاهد دادند. شاید دلیل آنرا بتوان به کاهش شدت تنفس و در نتیجه کاهش تخریب سلولی و رنگدانه‌های گوجه نسبت داد. ارزیاب‌ها بهترین طعم را نیز به نمونه پوشش داده شده حاوی 1٪ اسانس نسبت دادند در حالی که کم‌ترین امتیاز طعم و بو به نمونه پوشش‌دار حاوی 1/5٪ اسانس تعلق داشت که علت آنرا می‌توان اثرات ناشی از بوی نافذ اسانس درمنه دانست. گوئرا و همکاران که از ترکیب کیتوزان و اسانس نعنا فلفلی در پوشش گوجه‌گیلاسی استفاده کرده بودند، هیچ اختلاف معنی‌داری در ویژگی‌های مختلف



شکل (1) تاثیر پوشش تری‌هالوز حاوی مقادیر مختلف اسانس درمنه بر ویژگی‌های حسی گوجه‌گیلاسی نگهداری شده در یخچال (4°C). تری هالوز :TH, اسانس :EO

Fig. 1 Effect of trehalose coating included various amounts of Artemisia essential oil on sensory characteristics of stored cherry tomato in refrigerator (4°C). TH: trehalose, EO: essential oil

با گوجه‌گیلاسی‌های بدون پوشش برخوردار بودند. همچنین در نمونه‌های پوشش داده شده کاهش اسیدیته و تخریب آسکوربیک اسید کندتر صورت گرفت و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیش‌تری داشتند به‌طوری‌که در پایان زمان نگهداری، کم‌تر از 10٪ فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه پوشش داده شده حاوی 1/5٪ اسانس درمنه کاسته شده بود در حالی‌که گوجه بدون پوشش بیش از نیمی از این خاصیت خود را طی انبارداری از دست داده بود. پوشش تری‌هالوزی حاوی اسانس درمنه موجب حفظ شفافیت و افزایش قرمزی گوجه‌ها طی مدت نگهداری گردید. همچنین پوشش تری‌هالوز و اسانس درمنه موجب بهبود برخی ویژگی‌های حسی و ظاهری گوجه شد به‌طوری‌که پس از ده روز نگهداری، نمونه پوشش داده شده از سفتی و ظاهر مطلوب‌تر و مشتری‌پسندتری برخوردار بود. براساس نتایج این تحقیق می‌توان ترکیب تری‌هالوز و اسانس درمنه را به‌عنوان یک پوشش جدید به منظور حفظ ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و بهبود خصوصیات کیفی پس از برداشت گوجه‌گیلاسی معرفی نمود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به دلیل حمایت مالی این تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایند.

حسی نمونه‌ها پس از 24 روز نگهداری مشاهده نکردند [13]. بارتو و همکاران اثر پوشش کیتوزان حاوی اسانس مرزنجوش را بر بو، پس‌مزه، بافت و پذیرش کلی بی‌تاثیر ولی بر ظاهر، طعم و رنگ گوجه‌گیلاسی تاثیرگذار گزارش کردند [2]. آتایده و همکاران اگرچه بهترین میزان رنگ و کم‌ترین امتیاز بو را در نمونه‌های پوشش داده شده با پوشش کیتوزان و علف لیمو مشاهده کردند ولی تاثیر معنی‌داری در پذیرش کلی، بافت، پس‌مزه، طعم و ظاهر گوجه‌ها مشاهده نکردند [21].

4- نتیجه‌گیری

گوجه‌گیلاسی از انواع گوجه‌فرنگی بوده که مصرف آن در سراسر جهان رو به افزایش است ولی از عمر انبارداری کوتاهی برخوردار است. استفاده از فناوری‌های نوین نظیر استفاده از پوشش‌های خوراکی می‌تواند یکی از راه‌های افزایش زمان ماندگاری این میوه باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از ترکیب تری‌هالوز و اسانس درمنه به‌عنوان پوشش می‌تواند ویژگی‌های کیفی گوجه‌گیلاسی را طی مدت نگهداری در یخچال بهبود بخشد. پوشش تهیه شده روی پوست میوه گوجه‌گیلاسی قرار گرفته و با ممانعت از تبادل رطوبت و گازهای اکسیژن و دی‌اکسیدکربن بین میوه و محیط اطراف، کاهش شدت تنفس و تاخیر در روند پیری را موجب می‌گردد. نتایج نشان داد که در پایان زمان نگهداری، نمونه‌های پوشش داده شده از افت وزنی کم‌تر و سفتی بیش‌تری در مقایسه

منابع

- [1] اطرشی، ا.؛ کریمی دهکردی، ر. (1393) بررسی تاثیر غلظت های مختلف تنظیم کننده های رشد گیاهی بر ریزاردیادی گوجه فرنگی گیلاسی در شرایط *in vitro*. علوم و فنون کشت گلخانه‌ای، شماره 19، دوره 5، ص 127-133.
- [2] Barreto, T.A., Andrade, S.C., Maciel, J.F., Arcanjo, N.M., Madruga, M.S., Meireles, B., Cordeiro, Â.M., Souza, E.L., Magnani, M. (2016). A chitosan coating containing essential oil from *Origanum vulgare* L. to control postharvest mold infections and keep the quality of cherry tomato fruit. *Front Microbiol.*, 7, article 1724.
- [3] Zhang, L., Chen, F., Zhang, P., Lai, S., Yang, H. (2017). Influence of rice bran wax coating on the physicochemical properties and pectin nanostructure of cherry tomatoes. *Food Bioprocess Technol.*, 10(2), 349-357.
- [4] Zapata, P.J., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Valero, D., Serrano, M. (2008). Use of alginate

- of cherry tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit using basil mucilage edible coating and cumin essential oil. *Int. J. Agron Plant Prod.*, 4, 2346-2353.
- [13] Guerra, I.C.D., de Oliveira, P.D.L., de Souza Pontes, A.L., Lúcio, A.S.S.C., Tavares, J.F., Barbosa-Filho, J.M., Madruga, M.S. de Souza, E.L. (2015). Coatings comprising chitosan and *Mentha piperita* L. or *Mentha villosa* Huds essential oils to prevent common postharvest mold infections and maintain the quality of cherry tomato fruit. *Int. J. Food Microbiol.*, 214, 168-178.
- [14] Athayde, A.J.A.A., De Oliveira, P.D.L., Guerra, I.C.D., Da Conceicao, M.L., De Lima, M.A.B., Arcanjo, N.M.O., Madruga, M.S., Berger, L.R.R. de Souza, E.L. (2016). A coating composed of chitosan and *Cymbopogon citratus* (Dc. Ex Nees) essential oil to control *Rhizopus* soft rot and quality in tomato fruit stored at room temperature. *J. Hortic Sci. Biotechnol.*, 91(6), 582-591.
- [15] Ohtake, S., Wang, Y.J. (2011). Trehalose: current use and future applications. *J. Pharm Sci.*, 100(6), 2020-2053.
- [16] Peng, B., Li, Y., Ding, S., Yang, J. (2017). Characterization of textural, rheological, thermal, microstructural, and water mobility in wheat flour dough and bread affected by trehalose. *Food Chem.*, 233, 369-377.
- [17] Mahboubi, M., Farzin, N. (2009). Antimicrobial activity of *Artemisia sieberi* essential oil from central Iran. *Iranian J. Microbiol.*, 1(2), 43-48.
- [18] Yarahmadi, F., Rajabpour, A., Zandi-Sohani, N., Ramezani, L. (2013). Investigating contact toxicity of *Geranium* and *Artemisia* essential oils on *Bemisia tabaci* Gen. *Avicenna J. Phytomed*, 3(2), 106-111.
- [19] هاشمی، ز؛ حجتی، م؛ طاهانژاد، م. (1393) بررسی اثر آنتی اکسیدانی اسانس گیاه درمنه (*Artemisia sieberi*) بر پایداری اکسایشی روغن مخصوص سرخ کردنی. نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی، جلد 6، شماره 1، ص 19-35.
- or zein as edible coatings to delay postharvest ripening process and to maintain tomato (*Solanum lycopersicon* Mill) quality. *J Sci Food Agric.*, 88(7), 1287-1293.
- [5] Ali, A., Maqbool, M., Ramachandran, S., Alderson, P.G. (2010). Gum arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biol Technol.*, 58(1), 42-47.
- [6] Mahfoudhi, N., Chouaibi, M., Hamdi, S. (2014). Effectiveness of almond gum trees exudate as a novel edible coating for improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruits. *Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos.*, 20(1), 33-43.
- [7] García, M., Casariego, A., Diaz, R., Robledo, L. (2014). Effect of edible chitosan/zeolite coating on tomatoes quality during refrigerated storage. *Emirates J Food Agr.*, 26(3), 238-246.
- [8] Ali, A., Maqbool, M., Alderson, P.G., Zahid, N. (2013). Effect of gum arabic as an edible coating on antioxidant capacity of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit during storage. *Postharvest Biol Technol.*, 76, 119-124.
- [9] صادقی پور، م؛ بدیعی، ف؛ بهمدی، ه؛ بازیار، ب. (1391) اثر پوشش‌های خوراکی فعال بر پایه متیل سلولز بر ماندگاری گوجه فرنگی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، شماره 35، دوره 9، ص 88-99.
- [10] Xing, Y., Li, X., Xu, Q., Yun, J., Lu, Y., Tang, Y. (2011). Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Cap-sicum annuum* L.). *Food Chem.*, 124(4), 1443-1450.
- [11] Ouattara, B., Simard, R.E., Piette, G., Begin, A., Holley, R.A. (2000). Dilution of acetic and propionic acids from chitosan-based antimicrobial packaging films. *J. Food Sci*, 65, 768-773.
- [12] Shahiri Tabarestani, H., Sedaghat, N., Alipour, A. (2013). Shelf life improvement and postharvest quality

- zuma, E., Gutierrez-Pacheco, M.M., Tapia-Rodriguez, M.R., Ortega-Ramirez, L.A., Ayala-Zavala, J.F. (2016). Oregano (*Lippia graveolens*) essential oil added within pectin edible coatings prevents fungal decay and increases the antioxidant capacity of treated tomatoes. *J. Sci. Food Agric.*, 96(11): 3772-3778.
- [30] عشقی، س.؛ هاشمی، م.؛ محمدی، ع. ر.؛ بدیعی، ف.؛ محمدحسینی، ز.؛ احمدی صومعه، ک.؛ فنایی، ک. (1392) تاثیر پوشش نانو امولسیون حاوی کیتوزان بر افزایش ماندگاری و ویژگی‌های کیفی میوه توت فرنگی پس از برداشت. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، سال هشتم، شماره 2، ص 9-19.
- [31] Shi, J., Dai, Y., Kakuda, Y., Mittal, G. Xue, S.J. (2008). Effect of heating and exposure to light on the stability of lycopene in tomato puree. *Food Control.*, 19(5), 514-520.
- [20] Athmaselvi, K.A., Sumitha, P., Revathy, B. (2013). Development of Aloe vera based edible coating for tomato. *Int Agrophys.*, 27(4): 369-375.
- [21] AOAC (1995). Official Methods of Analysis, 16th edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- [22] Barakat, M.Z., Shehab, S.K., Darwish, N., El-Zoheiry, E. (1973). A new titrimetric method for the determination of vitamin C. *Anal Biochem.*, 53(1), 245-251.
- [23] Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C.L.W.T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Sci Technol.*, 28(1), 25-30.
- [24] Perdonés, A.,L. Sánchez-González, A. Chiralt, Vargas, M. (2012). Effect of chitosan–lemon essential oil coatings on storage-keeping quality of strawberry. *Postharvest Biol Technol.*, 70: 32-41.
- [25] Das, D.K., Dutta, H., Mahanta, C.L. (2013). Development of a rice starch-based coating with antioxidant and microbe-barrier properties and study of its effect on tomatoes stored at room temperature. *LWT-Food Sci Technol.*, 50(1), 272-278.
- [26] صحرایی خوش‌گردش، ع.؛ بدیعی، ف.؛ یاسینی اردکانی، س.ع. (1393). تأثیر پوشش نانوامولسیون حاوی کیتوزان بر افزایش ماندگاری سیب گلاب رقم گلاب کهنز در مدت انبارداری، مجله مهندسی بیوسیستم ایران، دوره 45، شماره 3، ص 113-120.
- [27] Park, H.J., Chinnan, M.S., Shewfelt, R.L. (1994). Edible coating effects on storage life and quality of tomatoes. *J. Food Sci.*, 59(3), 568-570.
- [28] Wu, S., Lu, M., Wang, S. (2016). Effect of oligosaccharides derived from *Laminaria japonica*-incorporated pullulan coatings on preservation of cherry tomatoes. *Food Chem.*, 199, 296-300.
- [29] Rodriguez-Garcia, I., Cruz-Valenzuela, M.R., Silva-Espinoza, B.A., Gonzalez-Aguilar, G.A., Mocte-