تاثیر پوشش خوراکی بر پایه صمغ خرنوب بر کیفیت گیلاس رقم سیاه مشهد (*Prunusavium L. cvs. Siah Mashhad*) طی زمان نگهداری

فاطمه سادات مصطفوی[1*]، رسول کدخدایی[2]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، مجتمع آموزش عالی کشاورزی و دامپروری تربت جام
۲- گروه نانو فناوری مواد غذایی، پژوهشکده علوم و صنایع غذایی

(تاریخ دریافت: ۹۵ /۰۱/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۳/۰۳)

چکیده

ایران با تولید بیش از دویست هزار تن گیلاس در سال یکیازسه کشور اولجهاندرزمینه تولیداین میوه است. متاسفانه علیرغم مرغوبیت بالای گیلاس تولید شده در ایران سالانه بخش زیادی از آن به علت فسادپذیری بالا و حساسیت بافت آن از بین می رود. هدف از این پژوهشافزایش مدت زمان ماندگاری گیلاس سیاه مشهد با استفاده از روش پوشش دهی بود. بدین منظور از پوششی بر پایه صمغ خرنوب استفاده شد و ویژگی‌هایگیلاس پوشش داده شده شامل افت وزن، اسیدیته، pH، قند محلول، شاخص رسیدگی، سفتی بافت و تغییرات رنگ میوه و دم آن در طی ۳۰ روز نگهداری در دمای ٤$^{\circ}$C و رطوبت ۱۵٪ ارزیابی و با نمونه بدون پوشش مقایسه شد. نتایج حاکی از آن بود که در طی دوره نگهداری افت وزن، قند محلول و شاخص رسیدگی نمونه‌ها افزایش و سفتی بافت آن‌ها کاهش یافت. ارزیابی رنگ میوه و دم آن نشان داد که مولفه‌های L (میزان روشنایی) و a سطح گیلاس و دم آن در طی نگهداری به طور معنی داری کاهش یافت. مقایسه نتایج حاصل از ارزیابی نمونه‌های پوشش داده شده و بدون پوشش حاکی از آن بود که پوشش به کار رفته در این تحقیق به صورت معنی داری ($p<0.05$) سرعت افزایش قند محلول، افت وزن و شاخص رسیدگی محصول و همچنین کاهش سفتی بافت میوه و تغییرات رنگ آن را کاهش دادو بنابراین استفاده از پوشش‌های بر پایه صمغ خرنوب به عنوان روشی موثر جهت افزایش مدت زمان ماندگاری گیلاس سیاه مشهد توصیه می گردد.

کلیدواژگان: گیلاس سیاه مشهد، پوشش دهی، صمغ، میوه، افت وزن

*مسئول مکاتبات: fatemehs.mostafavi@gmail.com

۱- مقدمه

میوه گیلاس همواره به عنوان یکی از محبوب ترین میوه‌های مناطق معتدله مورد توجه انسان بوده است. خواص تغذیه ای، ظاهر جذاب، طعم و بافت مطلوب این میوه از دلایل محبوبیت بالای آن نزد مصرف کنندگان است. در این میان گیلاس سیاه مشهد یکی از با کیفیت ترین و محبوب ترین ارقام گیلاس در داخل کشور به شمار می آید [۱].

با توجه به گزارش وزارت جهاد کشاورزی، برخورداری از تنوع شرایط آب و هوایی و فراهم بودن امکانات وسیع کشاورزی در ایران موجب شده است که ایران با تولید بیش از دویست هزار تن گیلاس در سال یکی از سه کشور اول جهان در زمینه تولید این میوه باشد. متاسفانه علیرغم مرغوبیت بالای گیلاس تولید شده در ایران سالانه بخش زیادی از آن به علت فساد پذیری بالا و حساسیت بافت آن به آسیب‌های مکانیکی از بین می رود، که این میزان به طور متوسط ۲۸٪ مقدار تولیدات میوه برآورد شده است. بررسی آمار مربوط به صادرات گیلاس از کشورهای مختلف جهان نیز نشان می دهد که ایران متاسفانه تاکنون سهم بسیار ناچیزی را از نظر صادرات گیلاس به کشورهای مختلف جهان دارا بوده است. عدم به کار گیری روش‌های مناسب پس از برداشت میوه از دلایل مهم این ضعف گزارش شده است [۱، ۲ و ۳].

پس از برداشت گیلاس فعالیت‌های متابولیکی و تبادلات گازی در آن تا مدت‌ها ادامه می یابد. تنفس، تعرق و تولید اتیلن از مهم ترین این فعالیت‌ها است که منجر به بروز تغییراتی مانند خروج آب از سطح میوه، تجزیه پلی ساکاریدها و ترکیبات پکتیکی، تبدیل اسیدهای آلی به منوساکاریدها، تجزیه کلروفیل و در نهایت بروز علائمی مانند کاهش وزن، چروکیدگی پوست، تغییر رنگ، نرم شدن بافت، کاهش اسیدیته، ایجاد لکه‌های پوستی و قهوه ای شدن دم گیلاس می شود. بدین صورت محصول از لحاظ خواص تغذیه ای، طعم، بافت و سایر ویژگی‌های کیفی دچار افت کیفیت می شود [٤ و ٥].

جهت کاهش میزان ضایعات میوه پس از برداشت تاکنون راهکارهای مختلفی ارائه شده است. در این میان پوشش دهی سطح میوه‌ها با لایه نازکی از ترکیبات خوراکی روشی مناسب، ساده و کم هزینه برای کاهش ضایعات آن‌ها پس از برداشت است. این روش از طریق کاهش سرعت تبادلات گازی و بخار آب از سطح میوه با محیط موجب تاخیر در بروز علائم پیری و افزایش مدت زمان ماندگاری آن می گردد. روش پوشش دهی تا کنون برای کاهش میزان ضایعات میوه‌های گوناگونی در کشورهای مختلف جهان به کار رفته است [٦، ۷ و ۸].

پلی ساکاریدها ترکیباتی مناسب جهت پوشش دهی میوه گیلاس هستند. پوشش حاصل از این ترکیبات به دلیل ایجاد برهمکنش در بین زنجیره‌ها، ماتریکس پلیمری ایجاد می کند که استحکام مکانیکی نسبتا مناسبی دارد. همچنین به علت ماهیت قطبی اکثر پلی ساکاریدها، بازدارندگی پوشش حاصل از آن‌ها در مقابل گازها نیز مطلوب می باشد [٦ و ۸].

با توجه به ظرفیت بالای ایران در زمینه تامین منابع صمغ‌های بومی مانند خرنوب و ویژگی‌های عملکردی مناسب این صمغ‌ها جهت پوشش دهی میوه انجام تحقیقاتی در جهت استفاده از آن‌ها به عنوان پوشش دهنده میوه‌ها ضرورت دارد. بنابراین هدف از انجام این تحقیق بررسی ویژگی‌های کیفی میوه گیلاس سیاه مشهد و مدت زمان ماندگاری آن پس از پوشش دهی با محلول پوشش بر پایه صمغ خرنوب است. این عمل با معرفی صمغ خرنوب به عنوان یکی از صمغ‌های بومی ایران به عنوان منبعی جدید جهت پوشش دهی میوه گیلاس و همچنین با کاهش ضایعات این میوه، منافع اقتصادی بسیاری را برای کشور به همراه خواهد داشت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد مورد استفاده

لوبیای خرنوباز یکی ازفروشگاه های محلی در اصفهان خریداری شد. ترکیبات شیمیایی مورد استفاده شامل اتانول، ایزوپروپانول، استون و هیدروکسید سدیم، از نمایندگی شرکت‌های مرک آلمان و دکتر مجللی در ایران تهیه شدند. آب دیونیزه از شرکت آبتین در مشهد خریداری شد. گیلاس واریته سیاه مشهد در تیرماه سال ۱۳۹٤ از یکی از باغات منطقه شاندیز برداشت شد.

۲-۲- استخراج و خالص سازی صمغ خرنوب

صمغ لوبیای خرنوب به روش داکیا و همکاران (۲۰۰۷) استخراج و سپس به روش داسیلوا و همکاران (۱۹۹۰) خالص سازی شد[۹ و ۱۰]. به طور خلاصه ابتدا اندوسپرم دانه‌های خرنوب جداسازی گردید و پس از آسیاب و خشک شدن پودر آن جهت استخراج صمغ به کار گرفته شد. بدین منظور محلول ۲٪ آن در آب دیونیزه تهیه شد و پس از سانتریفوژ(Z36HK، Hermle، آلمان)کردن و جداسازی ناخالصی‌ها به وسیله اتانول ۹۶٪ رسوب داده شد. توده صمغ رسوب داده شده به وسیله حلال‌های ایزوپروپانول، استون و دی انیل اتر شست و شو داده شدند. صمغ خالص سازی شدهبه وسیله خشک کن انجمادی (FDO-8606، Operon Co، کره) خشک و در نهایتدر ظروف دربدار پلاستیکی بسته بندی و تا زمان مصرف در دسیکاتور در دمای ۲۵℃ نگهداری گردید.

۲-۲- تهیه محلول پوشش

به منظور حل کردن صمغ خرنوب پودر این صمغ در غلظت ۱٪ به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۸۵ ℃ و سپس ۲٤ ساعت در دمای اتاق بر روی همزن مغناطیسی قرار گرفتو سپس جهت هیدراته شدن کامل به مدت یک شب در یخچال قرار داده شد. تولید محلول پوشش بر پایه صمغ خرنوب به روش فابرا و همکاران (۲۰۰۸) انجام شد[۱۱].

۲-۳- آماده سازی میوه گیلاس جهت پوشش دهی

مقدار ۲۰ کیلوگرم گیلاس رسیده واریته سیاه مشهد در تیرماه سال ۱۳۹٤ در دمای ۳۰℃ از یکی از باغات منطقه شاندیز برداشت شد و پس از بسته بندی در سبدهای پلاستیکی ۱۰ کیلویی به وسیله ماشین به آزمایشگاه پژوهشکده علوم و صنایع غذایی انتقال یافت. ۷۲۰ عدد از گیلاس‌های هم رنگ، هم شکل و هم اندازه و بدون آسیب دیدگی جدا شد و به ٤ دسته ۱۸۰ تایی تقسیم شدند. برای هر کدام از تیمارهای شاهد و پوشش داده شده دو تکرار در نظر گرفته شد.

۲-٤- اعمال پوشش بر سطح میوه گیلاس

میوه‌ها قبل از پوشش دهی به مدت یک ساعت در محیط آزمایشگاه قرار گرفتند تا در دمای ۲۵℃ به تعادل دمایی برسند. سپس میوه ها همراه با دم به مدت ۵ ثانیه در محلول پوشش غوطه ور شده و جهت خشک شدن از محل دم آویزان شدند. عملیات خشک شدن به مدت ٤۰ دقیقه در محیط آزمایشگاه (دمای ۲۵℃)انجام شد. پس از خشک شدن میوه‌های شاهد و پوشش داده شده در ظروف پلاستیکی پلی اتیلنی دربدار با ضخامت ۰/۵ میلی متر بسته بندی و کدگذاری شدند (در هر بسته ۲۰ عدد میوه قرار گرفت). سپس بسته‌های میوه در اینکوباتور (KBF 115، Binder، آلمان) با دمای ٤℃ و رطوبت ۱۵٪ تا زمان انجام آزمون نگهداری شدند[٤].

۲-۵- ارزیابی ویژگی‌های گیلاس در طی نگهداری

۲-۵-۱- افت وزن گیلاس

وزن ۱۵ عدد گیلاس در روزهای متوالی به وسیله ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه گیری و سپس درصد افت وزن نمونه‌ها نسبت به نمونه اولیه از طریق رابطه زیر اندازه گیری شد.

$$\text{افت وزن} = (W_0 - W_F / W_0) \times 100$$

در این رابطهW_0وزن نمونه گیلاس در زمان صفر و W_fوزن نمونه گیلاس در زمان مورد آزمون می باشد [۱۲].

۲-۵-۲- اسیدیته قابل تیتر گیلاس

اندازه گیری اسیدیته قابل تیتر نمونه‌ها مطابق روش AOAC(1995) انجام شد. بدین منظور ۱۵ گرم گیلاس از ۵ عدد میوه جدا گشت وهمراه با ۵۰ میلی لیتر آب دیونیزه به وسیله هموژنایزر توراکس (T25، IKA، آلمان) همگن و سپس فیلتر شد. محلول حاصل به وسیله آب دیونیزه به حجم ۱۵۰ میلی لیتر رسید. اسیدیته قابل تیتر نمونه‌ها از طریق تیتراسیون با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال و با استفاده از شناساگر فنل فتالئین تا رسیدن به نقطه پایانی (pH= ۸/۱) اندازه گیری گردید. با توجه به اینکه اسید غالب گیلاس اسید مالیک می باشد و هر میلی لیتر هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال معادل ۰/۰۰٦۷ گرم اسید مالیک می باشد، اسیدیته قابل تیتر با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

$$TA\% = \frac{V \times N \times 0/0067}{M} \times 100$$

در این رابطه TA درصد اسید مالیک به ازاء یک گرم میوه گیلاس، V حجم هیدروکسید سدیم مصرف شده در تیتراسیون بر حسب میلی لیتر، N نرمالیته هیدروکسید سدیم (۰/۱) و M وزن گیلاس مورد استفاده بر حسب گرم (۱۵ گرم) می باشد.

۲-۵-۳- قند محلول گیلاس

۱۵ گرم گیلاس از ۵ عدد میوه جداسازی و سپس عصاره آن استخراج و فیلتر شد. مقدار ماده خشک محلول در عصاره‌های حاصل با استفاده از رفراکتومتر دیجیتال در دمای ۲۵°C اندازه گیری شد[۱۲]. ۵ تکرار برای هر اندازه گیری در نظر گرفته شد.

۲-۵-٤- شاخص رسیدگی گیلاس[1]

شاخص رسیدگی میوه از تقسیم ماده خشک محلول بر اسیدیته قابل تیتر محاسبه شد [۱۳].

۲-۵-۵- pH

pH عصاره میوه‌ها پس از استخراج عصاره ۵ عدد گیلاس و فیلتر کردن آن‌ها به وسیله pH متر در دمای ۲۵°C اندازه گیری شد [۱٤]. پیش از انجام آزمون دستگاه کالیبره شد. اندازه گیری pH با ۳ تکرار انجام شد.

۲-۵-٦- بافت سنجی

ارزیابی بافت میوه با استفاده از آزمون نفوذی و دستگاه بافت سنج (TA-XTplus، Stable Micro System، انگلستان) انجام شد. در این آزمون پروب با قطر ٤ میلی متر با سرعت ۵ میلی متر بر ثانیه تا عمق ۵ میلی متر به درون بافت میوه نفوذ کرده و سفتی بافت میوه بر اساس حداکثر نیروی وارد شده به پروب بر حسب N/mm گزارش شد. این آزمون با ۵ تکرار انجام شد.

۲-۵-۷- ارزیابی رنگ سطح و دم گیلاس

۲-۵-۷-۱- تصویربرداری از گیلاس

تصویرگیری با استفاده از دوربین Nikon مدل D3200(تایلند) انجام شد. دوربین در فاصله ۳۰ سانتی متری نمونه و موازی با آن روی پایه ثابت بود. تصاویر در شرایط نورپردازی کنترل شده گرفته شد و در نهایت با فرمت Jpeg و در فضای رنگی LAB ذخیره شد. از هر نمونه ۵ تصویر گرفته شد.

۲-۵-۷-۲- پردازش تصویر

از محل مشخصی از تصاویر سطح و دم گیلاس قطعاتی بریده و با فرمت BMP ذخیره شد. تصاویر به وسیله برنامه تحت Imagej با عنوان color space converter به CIE XYZ و سپس به L*a*b تبدیل شدند و پارامترهای رنگی آن اندازه گیری شدند.

۲-٦- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق آزمایش‌ها بر اساس طرح کاملا تصادفی در غالب فاکتوریل انجام شد. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به تیمار پوشش داده شده و بدون پوشش بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن با سطح اطمینان ۹۵٪ و با استفاده از نرم افزار MSTATC نسخه ۲/۱۰ (۱۹۸۹) انجام شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل (۲۰۱۰) صورت گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی تغییرات میوه گیلاس در طی مدت زمان نگهداری

۳-۱-۱- تغییرات ظاهری میوه

ظاهر میوه اولین پارامتری است که مشتری به هنگام خرید به آن توجه می کند. شکل ۱ تغییرات ظاهری میوه پوشش داده شده و شاهد را در طی ۳۰ روز نگهداری در دمای ٤°C و رطوبت ۱۵٪ نشان می دهد. همان گونه که از تصاویر مشخص است، پوشش اعمال شده به نحو مطلوبی سرعت تغییرات ویژگی‌های ظاهری میوه مانند رنگ، بافت و چروکیدگی را کاهش داده است. این امر می تواند به علت ممانعت نسبی پوشش از تبادلات گازی و بخار آب و در نتیجه کاهش سرعت تنفس و تعرق میوه باشد[۱۵].

1. Maturity index

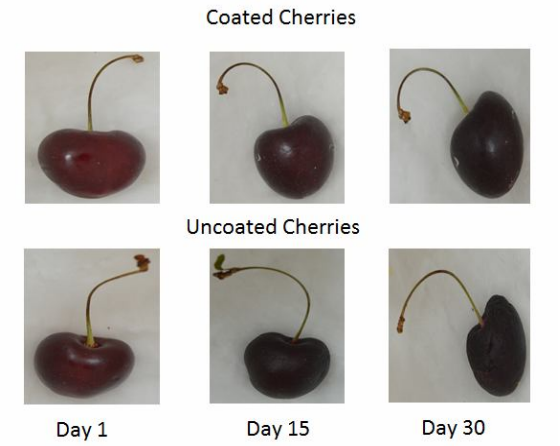


Fig 1 Appearance of coated and uncoated cherries after 1, 15 and 30 days

۳-۱-۲- افت وزن

تغییرات افت وزن میوه‌های شاهد و پوشش داده شده در طی دوره نگهداری در شکل ۲-a نمایش داده شده است. داده‌ها حاکی از افزایش افت وزن نمونه‌ها با گذشت زمان است. مقایسه نمودارهای مربوط به نمونه‌های شاهد و پوشش داده شده نشان می دهد که در طی دوره نگهداری افت وزن در نمونه پوشش داده شده به طور معنی داری کمتر از نمونه شاهد بود ($p<۰/۰۵$) و با گذشت زمان این تفاوت افزایش یافت. به گونه ای که در روز سی ام افت وزن نمونه‌های پوشش داده شده ۲۰٪ کمتر از نمونه‌های شاهد بود. این نتایج حاکی از آن است که پوشش اعمال شده به طور معنی داری افت وزن نمونه‌ها را در طی دوره نگهداری کاهش داده است.

علت عمده افت وزن میوه تعرق آن پس از برداشت است [۱۶]. تعرق، از دست دادن آب از طریق بافت‌های سطحی میوه است که اساسا به دلیل بیشتر بودن فشار بخار آب در این بافت‌ها نسبت به اتمسفر اطراف آن رخ می دهد. این فرایند علاوه بر کاهش وزن محصول، چروکیدگی، نرم شدن و به طور کلی افت کیفیت میوه را به همراه خواهد داشت [۱۷].

در میوه‌های بدون پوشش پوست میوه به همراه لایه اپیدرمی قرار گرفته بر روی آن تا حدی در برابر خروج بخار آب مقاومت می کند. اما در میوه‌های پوشش داده شده، پوشش اعمال شده بر سطح میوه مقاومتی مضاعف در برابر این تبادلات انجام می دهد و بدین صورت خروج رطوبت از سطح میوه را کاهش می دهد[۱۸]. همچنین این پوشش مضاعف به علت ماهیت پلی ساکاریدی خود توانایی جذب آب دارد. بدین صورت با افزایش رطوبت نسبی در اطراف میوه، تفاوت بین رطوبت بافت سطحی میوه و فضای اطراف آن را کمتر و خروج رطوبت را کندتر می کند [۶].

فعالیت تنفس در میوه هم به علت تجزیه قندها می تواند تا حدی موجب افت وزن میوه شود [۱۹]. سرعت کمتر افت وزن در میوه‌های پوشش داده شده می تواند به علت ممانعت لایه پوشش در برابر تبادلات گازی و در نتیجه کاهش سرعت تنفس باشد.

در تحقیقات گذشته نیز با استفاده از پوشش‌های خوراکی افت وزن میوه‌ها کنترل شده است. لیم و همکاران (۲۰۱۱) و مارتینز رومرو و همکاران (۲۰۰۶) به ترتیب با استفاده از پوشش‌های خوراکی بر پایه کربوکسی متیل سلولز و ژل آلوئه ورا افت وزن گیلاس را به طور معنی داری کاهش دادند[۱۴]. پوشش های خوراکی پلی ساکاریدی برای کنترل افت وزن سایر میوه‌ها مانند گلابی (ژو و همکاران، ۸۲۰۰)، انگور (سانچز گنزالس و همکاران، ۲۰۱۱)، گوجه فرنگی (علی و همکاران، ۲۰۱۰) نیز به کار رفته است [۲۲-۲۰].

۳-۱-۳- قند محلول (بریکس)

شکل ۲-b تغییرات میزان قند محلول گیلاس‌های شاهد و پوشش داده شده را در طی مدت زمان نگهداری نشان می دهد. مقدار این پارامتر در ابتدای شروع آزمون ۱۷/۶۹٪ بود و با گذشت زمان در هر دو نمونه افزایش یافت؛ به گونه ای که در نمونه پوشش داده شده در روز سی ام به ۲۲/۷۸٪ و در نمونه شاهد به ۳۰٪ رسید. مقایسه نمودارها نشان می دهد که نمونه پوشش داده شده در طی زمان میزان قند محلول کمتری نسبت به نمونه‌های شاهد داشت. به عبارت دیگر پوشش اعمال شده به طور معنی داری قادر به کنترل افزایش قند محلول در گیلاس بوده است؛ به گونه ای که میزان قند محلول در روز سی ام در نمونه پوشش داده شده ۲۰٪ کمتر از نمونه شاهد گزارش شد.

قندهای محلول گیلاس به طور عمده گلوکز و فروکتوز هستند و مقدار فروکتوز در آن بیشتر از گلوکز است[۲، ۱۲ و ۲۳]. اساسا علت عمده افزایش قند محلول در طی دوره نگهداری گیلاس شکسته شدن کربوهیدارت‌های پیچیده به قندهای محلول در اثر فرایند تنفس است. همچنین تعرق و خروج رطوبت از سطح میوه موجب تغلیظ قندهای محلول در میوه می شود. در نمونه‌های

پوشش داده شده، پوشش اعمال شده ممانعتی نسبی در برابر نفوذ بخار آب و گازها ایجاد کرده و سرعت تنفس و تعرق را کاهش می دهد. بدین صورت سرعت افزایش قند محلول کل در میوه کمتر می شود. در تحقیقات پیشین نتایج مشابهی گزارش شده است. مارتینز رومرو و همکاران (۲۰۰۶) مقدار قند محلول گیلاس‌های واریته استارکینگ را در طی ۱۶ روز نگهداری در دمای ۱°C بررسی کرد. بر اساس نتایج گزارش شده مقدار قند محلول این نمونه‌ها در طی نگهداری از ۱۵/۳۷ تا ۲۴/۱۵٪ افزایش پیدا کرد و پوشش اعمال شده بر سطح گیلاس به طور معنی داری افزایش مقدار قند کل را کنترل کرد [۱۴].

۳-۱-۴- اسیدیته قابل تیتر

شکل۲-c تغییرات میزان اسیدیته قابل تیتر گیلاس‌های شاهد و پوشش داده شده را در طی سی روز نگهداری در دمای ۴°C و رطوبت ۱۵٪ نشان می دهد. همان گونه که از دادهها مشخص است اسیدیته قابل تیتر نمونه‌ها از ۰/۱۴۴ تا ۰/۱۷۵ گرم اسید مالیک در صد گرم گیلاس متغیر بود و این تغییرات در طی دوره نگهداری معنی دار نبود. اسیدیته قابل تیتر نمونه‌های شاهد و پوشش داده شده نیز تفاوت معنی داری با هم نداشتند.

طعم گیلاس در مقایسه با سایر میوه‌ها نیمه ترش است و اسیدیته آن تا حد زیادی (حدود ۸۵٪) مربوط به اسید مالیک و پس از آن اسید سیتریک می باشد. اسیدهای آلی ماده اولیه مورد نیاز برای بسیاری از واکنش‌های آنزیمی در طی تنفس هوازی میوه است. پس از برداشت میوه تنفس در آن تا مدت‌ها ادامه دارد. بنابراین کاهش اسیدیته با گذشت زمان مورد انتظار است. این پدیده موجب کاهش طعم ترش و بارز تر شدن طعم شیرین در میوه می شود [۲، ۱۵ و ۲۳]. کاهش اسیدیته میوه گیلاس پس از برداشت در برخی از تحقیقات پیشین گزارش شده است (یمن و همکاران، ۲۰۰۲). البته شدت تغییرات اسیدیته در طی نگهداری بستگی به واریته گیلاس دارد و لزوما در تمامی واریته‌های گیلاس تغییرات اسیدیته معنی دار نخواهد بود. به عنوان مثال نتایج تحقیقات لیم و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد که اسیدیته قابل تیتر گیلاس‌های واریته سویتهارت[2] در طی ۱۲ روز نگهداری در دمای ۰°C تغییر معنی داری نکرد. همچنین پوشش اعمال شده بر این گیلاس‌ها تاثیر معنی داری بر میزان اسیدیته قابل تیتر آن‌ها نداشت[۱۲]. همین طور هرناندز مونز و همکاران (۲۰۰۸) نتایج مشابهی را در مورد میوه توت فرنگی گزارش کردند [۲۵]. از طرف دیگر افت وزن نمونه‌ها نیز می تواند مانع از ظاهر شدن کاهش اسیدیته آن‌ها در طی نگهداری باشد. با توجه به اینکه به هنگام اندازه گیری اسیدیته در تمامی نمونه‌ها مقدار مشخصی از وزن گیلاس مورد آزمون قرار می گیرد در نمونه‌هایی که مقداری از وزن خود را از دست داده اند، مقدار اسیدیته بیشتری گزارش خواهد شد و بدین صورت کاهش اسیدیته نمایان نمی شود. همین طور ظاهر نشدن تفاوت بین اسیدیته نمونه شاهد و پوشش داده شده می تواند به علت افت وزن بیشتر نمونه‌های شاهد باشد [۲۶].

۳-۱-۵- شاخص رسیدگی گیلاس (قند محلول/ اسیدیته قابل تیتر)

شکل ۲-d تغییرات شاخص رسیدگی گیلاس‌های شاهد و پوشش داده شده را در طی سی روز نگهداری در دمای دمای ۴°C و رطوبت ۱۵٪ نشان می دهد. مقایسه نمودارهای مربوط به نمونه‌های شاهد و پوشش داده شده نشان می دهد که نمونه پوشش داده شده در طی زمان نسبت قند محلول به اسیدیته قابل تیتر کمتری نسبت به نمونه‌های شاهد داشتند. به عبارت دیگر پوشش اعمال شده به طور معنی داری افزایش این نسبت را کنترل کرده است؛ به گونه ای که شاخص رسیدگی محصول در روز سی ام در نمونه پوشش داده شده ۳۶/۷۴٪ کمتر از نمونه شاهد گزارش شد.

بنا بر نتایج به دست آمده در بخش‌های قبل، مقدار قند محلول نمونه‌ها در طی زمان افزایش یافت و مقدار اسیدیته قابل تیتر آن‌ها تغییر معنی داری نکرد. بنابراین طبیعی است که نسبت مقدار قند محلول به اسیدیته قابل تیتر یا شاخص رسیدگی محصول نیز با گذشت زمان افزایش یابد. همچنین مقدار قند محلول کل تیمار شاهد به طور معنی داری بیشتر از تیمار پوشش داده شده بود و مقدار اسیدیته قابل تیتر آن‌ها تفاوت معنی داری با هم نداشت. بنابراین طبیعی است که مقدار شاخص رسیدگی تیمار شاهد به طور معنی داری بیشتر از تیمار پوشش داده شده باشد. به عبارت دیگر فرایند رسیدن در تیمارهای پوشش داده شده بسیار کند تر از

2. sweetheart

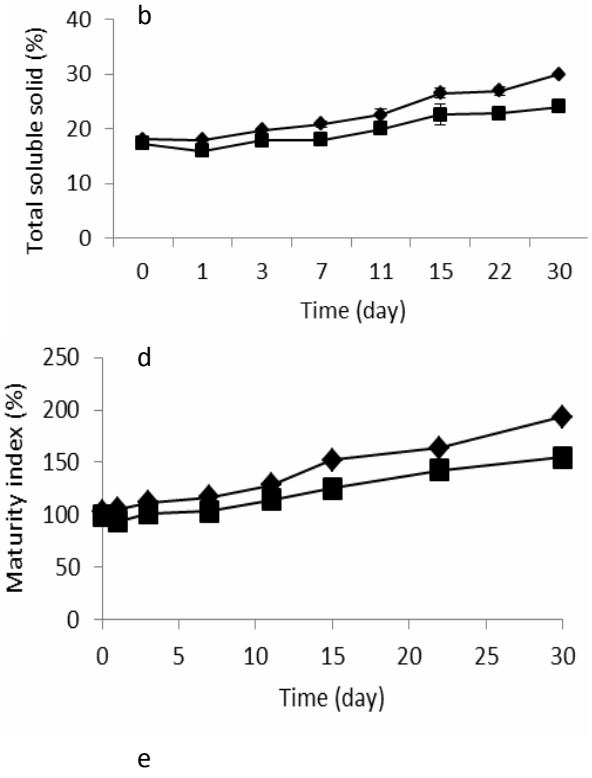
تیمارهای بدون پوشش پیش رفته است. این امر می تواند به علت کاهش سرعت فعالیت‌های متابولیکی مانند تنفس و تعرق میوه پوشش داده شده پس از برداشت باشد. در حقیقت پوشش اعمال شده بر سطح میوه به عنوان مانعی در برابر نفوذ بخار آب و گازها عمل کرده و بدین صورت سرعت فعالیت‌های متابولیکی و در نهایت سرعت رسیدگی محصول پوشش داده شده کاهش یافته است [١٤]. تحقیقات مارتینز رومرو و همکاران (٢٠٠٦) نیز حاکی از افزایش شاخص رسیدگی گیلاس با گذشت زمان بود[١٤]. روجاس آرگودو و همکاران (٢٠٠٥) و مارتینز رومرو و همکاران (٢٠٠٦) نیز موفق شدند با استفاده از پوشش‌های پلی ساکاریدی سرعت افزایش شاخص رسیدگی گیلاس را در طی زمان کاهش دهند[١٤ و ٢٦]. کنترل افزایش این شاخص با استفاده از پوشش‌های پلی ساکاریدی در دیگر میوه‌ها مانند توت فرنگی (پردونس و همکاران، ٢٠١٢) نیز گزارش شده است [١٣].

pH-٦-١-٣

نتایج حاصل از بررسی pH میوه‌ها (شکل ٢-e) نشان داد که این پارامتر در طی نگهداری میوه از ٣/٧٠ تا ٣/٨١ متغیر بود و البته این تغییرات معنی دار نبود. همچنین pH میوه‌های شاهد و پوشش داده شده تفاوت معنی داری با هم نداشتند. گنجی مقدم و همکاران (١٣٨٩) گزارش کردند که پی اچ گیلاس حدود ٤ می باشد[٢]. با توجه به اینکه در طی فرایند تنفس پس از برداشت گیلاس اسیدهای آلی مصرف می شوند، افزایش pH در نمونه‌ها مورد انتظار است. علت عدم نمایان شدن افزایش pH با گذشت زمان می تواند به تغییرات افت وزن میوه مربوط باشد. افت وزن در میوه پس از برداشت می تواند موجب تغلیظ اسیدهای آلی در عصاره میوه شده و بدین صورت کاهش این اسیدها در اثر گذشت زمان مشاهده نخواهد شد. همچنین انتظار می رود که در نمونه‌های پوشش داده شده، کنترل سرعت تنفس موجب کند شدن سرعت مصرف اسیدهای آلی و نیز کنترل افزایش pH در طی زمان باشد. تغییرات افت وزم میوه در این مورد نیز می تواند موجب جلوگیری از نمایان شدن تفاوت بین pH تیمار شاهد و پوشش داده شده شود [٢٦].

٣-١-٧- سفتی بافت میوه

میزان سفتی میوه یکی از مهم ترین پارامترهای حسی است که از سوی مصرف کننده مورد توجه قرار می گیرد. در این تحقیق میزان مقاومت میوه در برابر نیروی لازم برای نفوذ پروب دستگاه بافت سنج در محصول به عنوان سفتی بافت میوه گزارش شد. شکل ٢-f نتایج حاصل از ارزیابی سفت بافت میوه را در طی دوره نگهداری نشان می دهد. همان طور که از شکل نشان داده شده است، سفتی بافت میوه‌ها به طور معنی داری در طی نگهداری کاهش یافت. سفتی بافت میوه‌های پوشش داده شده به طور معنی داری بیشتر از نمونه‌های شاهد گزارش شد. به عبارت دیگر پوشش به نحو موثری از نرم شدن میوه یا از کاهش سفتی آن ممانعت به عمل آورد.



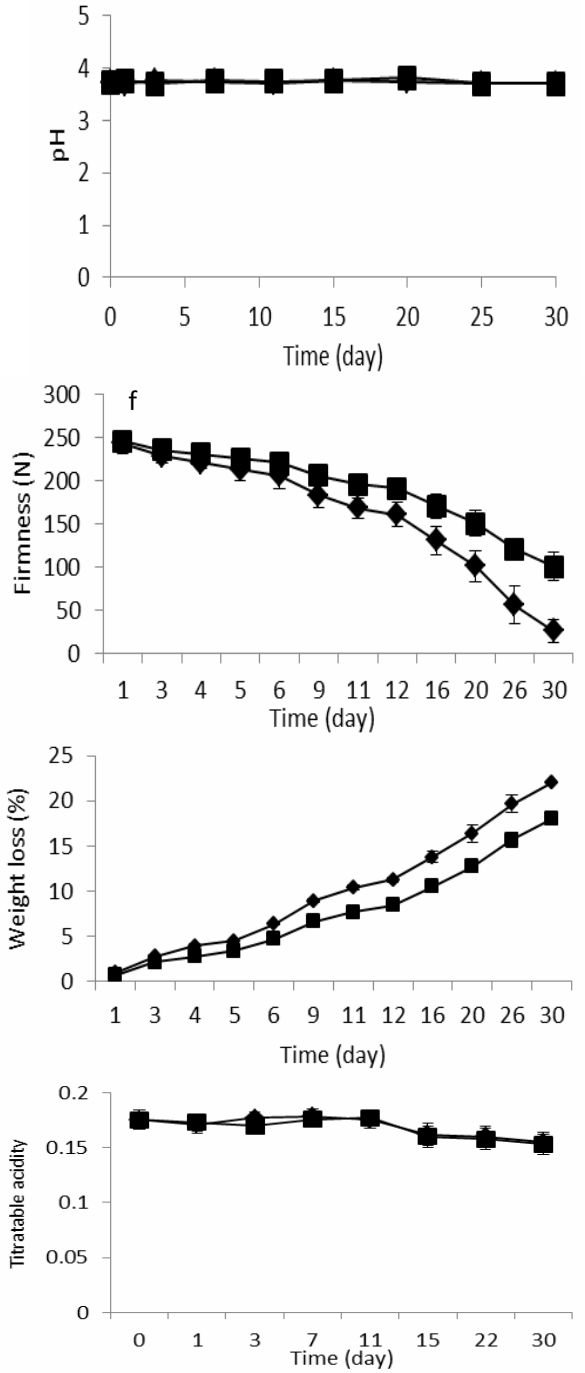


Fig 2 Change in weight loss (a), total soluble solid (b), titratable acidity (c), maturity index (d), pH (e) and firmness (f) of coated (⊸) and uncoated cherries (⊸)during storage

نرم شدن بافت میوه می تواند به علت شکسته شدن پروتوپکتین‌های نامحلول به پکتین و اسیدهای پکتیک محلول در بافت میوه باشد. در طی دوره نگهداری میوه پس از برداشت شکسته شدن زنجیره‌های بلند ترکیبات پکتینی اتفاق می افتد که منجر به افزایش فعالیت پکتین استرازها و پلیگالاکتوروناز‌ها می شود. غلظت پایین اکسیژن و غلظت بالای دی اکسید کربن سرعت فعالیت این آنزیم‌ها را کاهش می دهد و سرعت نرم شدن یا کاهش سفتی آن را کند تر می کند. علاوه بر این تعرق و خروج آب از سطح میوه نیز به طور موثری موجب نرم شدن بافت میوه می گردد. پوشش‌های خوراکی با ایجاد ممانعت در برابر خروج بخار آب از سطح میوه سبب جلوگیری از کاهش سفتی میوه در طول انبارداری شوند [۲۷].

کاهش سرعت نرم شدن بافت میوه با استفاده از پوشش‌های خوراکی در بسیاری از تحقیقات پیشین گزارش شده است. روجاس آرگودو و همکاران، ۲۰۰۵؛ یمن و همکاران، ۲۰۰۲؛ مارتینز رومرو و همکاران، ۲۰۰٦ توانستند با استفاده از پوشش‌های پلی ساکاریدی سرعت نرم شدن گیلاس را کاهش دهند[١٤، ٢٤ و ٢٦]. پوشش‌های پلی ساکاریدی جهت کاهش سرعت نرم شدن سایر میوه‌ها مانند توت فرنگی [١٦ و ٢٥]؛ انگور [۲۱]، گوجه فرنگی [۲۲] نیز به کار رفته است.

۳-۱-۸- پارامترهای رنگی میوه گیلاس

رنگ میوه گیلاس و دم آن از مهم ترین پارامترهای تاثیر گذار بر مشتری پسندی میوه است. در این تحقیق رنگ سطح گیلاس و دم آن به طور جداگانه در قالب مولفه‌های رنگی L، a، b و ΔEمورد ارزیابی قرار گرفت. شاخص L^* که دارای محدوده صفر تا ۱۰۰ می باشد معرف میزان روشنایی نمونه است. پارامتر a^* (از سبز تا قرمز) و b^* (از آبی تا زرد) مولفه‌های رنگی با محدوده ای از ۱۲۰- تا ۱۲۰ هستند.

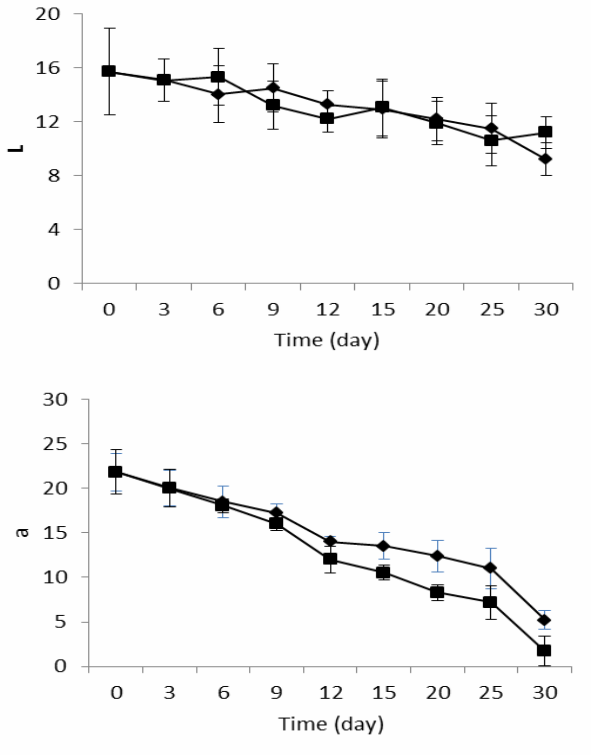
۳-۱-۸-۱- پارامترهای رنگی سطح میوه گیلاس

شکل ۳ نتایج حاصل از بررسی مولفه‌های L، aوb را در سطح میوه در طی ۳۰ روز نگهداری در دمای ٤℃ و رطوبت نسبی ۱۵٪ نشان می دهد. نتایج حاکی از آن است که میزان روشنایی سطح گیلاس در طی نگهداری به طور معنی داری کاهش یافت. کاهش میزان روشنایی سطح گیلاس با گذشت زمان می تواند به علت افت رطوبت آن‌ها باشد [۱] . البته تفاوت میزان روشنایی سطح نمونه‌های شاهد و پوشش داده شده معنی دار گزارش نشد. در تحقیقات لاروتوندا و همکاران (۲۰۰۷) نیز کاهش معنی دار روشنایی در طی زمان نگهداری گیلاس واریته بورلات گزارش

شده است؛ در حالی که میزان روشنایی گیلاس‌های پوشش داده شده و بدون پوشش تفاوت معنی داری نداشتند. نتایج مشابهی نیز در تحقیقات یمن و همکاران (۲۰۰۲) بر روی گیلاس گزارش شده است[۲٤]. در میوه‌های قرمز رنگ دیگر مانند توت فرنگی نیز کاهش مولفه‌های رنگی L و a و b در طی نگهداری گزارش شده است [۱٦ و ۲۵].

مولفه رنگی a که نشانه‌ای از میزان قرمزی سطح میوه است به طور معنی داری در طی نگهداری کاهش یافت و پوشش به نحو موثری از کاهش این پارامتر جلوگیری کرد. النسو و همکاران (۲۰۰٤) نیز کاهش مولفه a را در طی نگهداری میوه گیلاس گزارش کردند[۱]. مولفه b نیز در طی نگهداری کاهش یافت اما تفاوت معنی داری بین این پارامتر در نمونه‌های شاهد و پوشش داده شده مشاهده نشد.

ΔE یا تفاوت رنگ کل که ترکیبی از مولفه‌های رنگی L و a و b است یک پارامتر رنگ سنجی است که تغییرات رنگ کل را نسبت به نمونه اولیه مشخص می کند. شکل ۳ تغییرات رنگ کل نمونه‌های شاهد و پوشش داده شده را در طی ۳۰ روز نگهداری در دمای ٤℃ و رطوبت نسبی ۱۵٪ نشان می دهد.



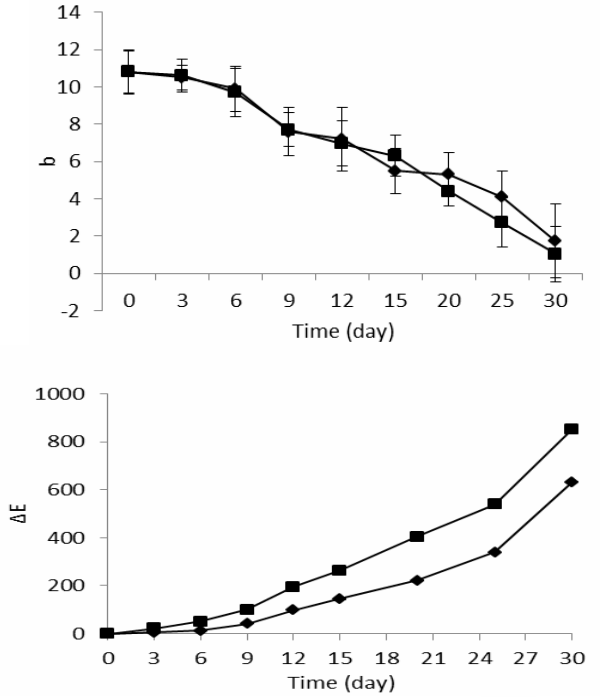


Fig 3 Skin colour changes of the coated ( )and uncoated sweet cherries ( ) during storage

نتایج حاکی از افزایش تفاوت رنگ کل سطح گیلاس با گذشت زمان بود.

گیلاس پوشش داده شده به طور معنی داری ΔE کمتری نسبت به نمونه‌شاهد داشت. روجاس آرگودو و همکاران (۲۰۰۵) نیز افزایش شدت رنگ سطح گیلاس را در طی نگهداری گزارش داد. این محققان نیز با استفاده از پوشش پلی ساکاریدی این افزایش را کنترل کردند[۲٦]. همین طور مفتون آزاد و همکاران (۲۰۰۵) با استفاده از پوشش پلی ساکاریدی افزایش شدت رنگ را در میوه آووکادو کنترل کردند [۱۵].

۳-۱-۸-۲- پارامترهای رنگی دم میوه

یکی از مهم ترین مشکلات در طی نگهداری گیلاس قهوه ای شدن دم آن است [۱۲]. نتایج حاصل از بررسی پارامترهای رنگی دم گیلاس نشان داد میزان روشنایی دم میوه در طی نگهداری کاهش یافت یا به عبارت دیگر رنگ دم میوه تیره تر شد (شکل ٤). پوشش دهی نمونه‌ها به نحو موثری از این کاهش جلوگیری کرد. مولفه رنگی a که نشان دهنده میزان سبزی دم میوه است در طی نگهداری کاهش یافت. در نمونه پوشش داده شده شدت کاهش رنگ سبز کندتر شد یا به عبارتی رنگ سبز دم میوه در طی

نگهداری تا حد بیشتری حفظ شد. مولفه رنگی b در نمونه‌های شاهد و پوشش داده شده تفاوت معنی داری با هم نداشتند.

بخش زیادی از وزن دم گیلاس را آب تشکیل می دهد. قهوه ای شدن این بخش اساسا به علت از دست دادن رطوبت در طی تعرق پس از برداشت و به دنبال آن تغییرات بافتی رخ می دهد. پوشش اعمال شده بر روی این بخش از خروج بخار آب جلوگیری نموده و بنابراین سرعت تغییر رنگ آن را کندتر می کند [۲۸ و ۲۹]. مارتینز رومرو و همکاران، ۲۰۰۶ و نیز لیم و همکاران، ۲۰۱۱ نیز با استفاده از پوششی پلی ساکاریدی سرعت تغییر رنگ دم میوه گیلاس را کاهش دادند [۱۲ و ۱٤].

٤- نتیجه گیری

در این تحقیق تاثیر پوشش خوراکی بر پایه صمغ خرنوب بر ویژگی‌های کیفی گیلاس سیاه مشهد در طی نگهداری در دمای ٤℃ و رطوبت ۱۵٪ ارزیابی شد. نتایج حاصل نشان داد که در طی دوره نگهداری اسیدیته و pH نمونه‌ها تغییر معنی داری نداشت؛ در حالی که افت وزن، قند محلول و شاخص رسیدگی نمونه‌ها افزایش و سفتی بافت آن‌ها کاهش یافت. ارزیابی رنگ میوه و دم آن نیز حاکی از افت معنی دار پارامترهای رنگی آن (L و a) بود.

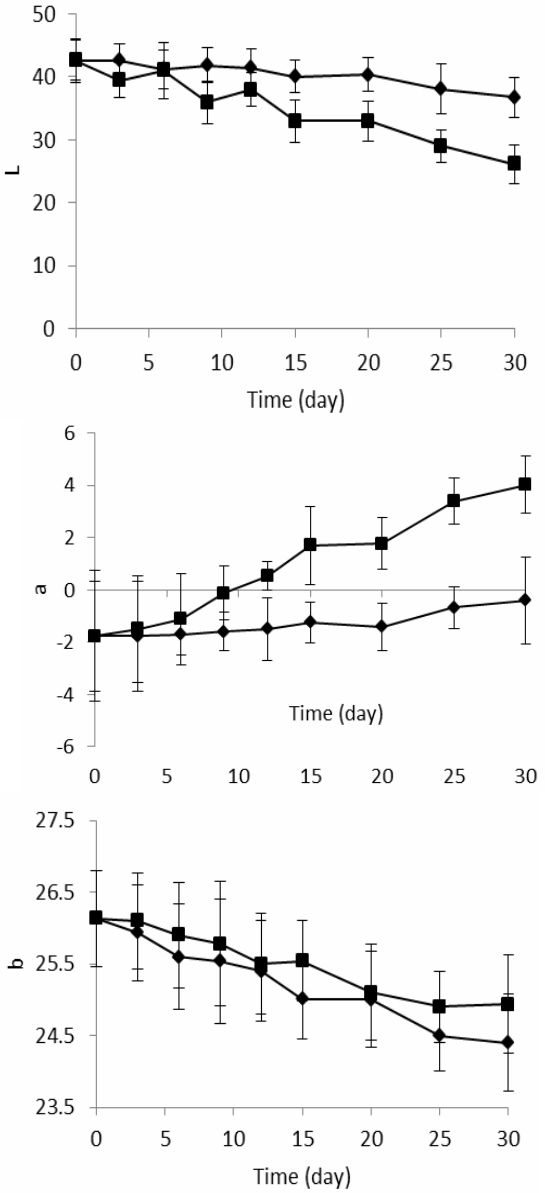


Fig 4 Stem colour changes of the coated (—◆—)and uncoated sweet cherries (—■—) during storage

مقایسه نتایج حاصل از ارزیابی نمونه‌های پوشش داده شده و بدون پوشش نشان داد که پوشش به کار رفته در این تحقیق به نحو موثری سرعت تغییرات قند محلول، افت وزن و شاخص رسیدگی، سفتی بافت و تغییرات رنگ آن را کاهش داد و بنابراین پوشش دهی میوه گیلاس سیاه مشهد با استفاده از پوششی بر پایه صمغ خرنوب به عنوان روشی موثر جهت افزایش مدت زمان ماندگاری این میوه توصیه می گردد.

۵- منابع

[1] Alonso, J., &Alique, R. 2006. Sweet cherries, in: Handbook of fruits and fruit processing, Hui, Y. H. Blackwell publishing, USA, pp: 359.

[2] GanjiMoghadam, E., &bouzari, N. 2010.The handbook of sweet cherry, IranianAgriculturalExtension and Education Association, Tehran.

[3] Ahmadi, R., Kalbasi-Ashtari, A., Oromiehie, A., Yarmand, M.S., & Jahandideh, F. 2012. Development and characterization of a novel biodegradable edible film obtained from psyllium seed (Plantago ovata Forsk). Journal of Food Engineering, 109: 745-751.

[4] Bernalte, M., Sabio, E., Hernandez, M.,& Gervasini, C., 2003. Influence of storage delay on quality of 'Van'sweet cherry. Postharvest Biology and Technology, 28:303-312.

[5] Aked, J., & Jongen, W. 2002. Fruit and vegetable processing: improving quality, Woodhead publishing, Cambridge,pp: 119-149.

[6] Olivas, G.I.I.,& Barbosa-Cánovas, G. 2009. Edible Films and coatings for fruits and vegetables, in: Huber, K.C., &Embuscado, M.E., Edible Films and coatings for food applications. Springer, New York, pp: 211-244.

[7] Falguera, V., Quintero, J.P., Jiménez, A., Muñoz, J.A., &Ibarz, A. 2011. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. Trends in food science &technology 22, 292-303.

[8] Ghanbarzadeh, B.,Almasi, H. &Zahedi, Y. 2009. Biodegradable edible biopolymers in food and drug packaging, Amir Kabiruniversity of technology, Tehran.

[9] Dakia, P.A., Blecker, C., Robert, C., Wathelet, B., & Paquot, M. 2008 .Composition and physicochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment. Food Hydrocolloids, 22:807-818.

[10] da Silva, J.L., &Gonçalves, M. 1990. Studies on a purification method for locust bean gum by precipitation with isopropanol. Food Hydrocolloids, 4:277-287.

[11] Fabra, M.J., Talens, P., &Chiralt, A. 2008. Tensile properties and water vapor permeabilityof sodium caseinate films containing oleic acid–beeswax mixtures. Journal of Food Engineering, 85:393-400.

[12] Lim, R., Stathopoulos, C., & Golding, J. 2011. Effectof edible coatings on some quality characteristics of sweet cherries. International food research journal 18(4):1237-1241.

[13] Perdones ,A., Sánchez-González, L., Chiralt, A., &Vargas, M. 2012. Effect of chitosan–lemon essential oil coatings on storage-keeping quality of strawberry. Postharvest biology and technology, 70:32-41.

[14] Martínez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D., &Serrano, M. 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: a new edible coating. Postharvest biologyand technology 39, 93-100.

[15] Maftoonazad, N., Ramaswamy, H., 2005. Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating, LWT-Food science and technology, 38:617-624.

[16] The, D.P., Debeaufort, F., Voilley, A., & Luu, D. 2009. Biopolymer interactions affect the functional properties of edible films based on agar, cassava starch and arabinoxylan blends. Journal of food engineering, 90: 548-558.

[17] FarajiHaremi, R. 1988. Science and technology of fruits and vegetables, University of Tehran, Tehran.

[18] Hagenmaier, R.D., & Baker, R.A. 1993. Reduction in gas exchange of citrus fruit by wax coatings. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 41:283-287.

[19] Bhowmik, S.R., & Pan, J.C. 1992. Shelf life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. Journal of Food Science, 57: 948-953.

[20] Zhou, R., Mo, Y., Li, Y., Zhao, Y., Zhang, G., & Hu, Y. 2008. Quality and internal characteristics of Huanghua pears (Pyrus pyrifolia Nakai, cv. Huanghua) treated with different kinds of coatings during storage. Postharvest biology and technology 49:171-179.

[21] Sánchez-González, L., Pastor, C., Vargas, M., Chiralt, A., González-Martínez, C., &Cháfer, M. 2011. Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes. Postharvest biology and technology, 60:57-63.

[22] 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 Biology and Technology 58:42-47.

[23] A. D. Webster, N. E. Looney, 2008, Cherries: crop physiology, production and uses, Jahaddaneshgahi, Mashhad.

[24] Yaman, Ö., & Bayoındırlı, L. 2002. Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. LWT-Food Science and Technology, 35:146-150.

[25] Hernandez-Munoz, 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 110:428-435.

[26] Rojas-Argudo, C., del Río, M.A., & Pérez-Gago, M.B. 2009. Development and optimization of locust bean gum (LBG)-based edible coatings for postharvest storage of 'Fortune' mandarins. Postharvest Biology and Technology, 52:227-234.

[27] Salunkhe, D.K., Bolin, H.R., &Reddy, N. 1991. Storage, processing, and nutritional quality of fruits and vegetables. Volume I. Fresh fruits and vegetables. CRC press.

The Effect of Locust Bean Gum Based Edible Coating on the Quality ofSweet Cherry (*Prunusavium L. cvs. Siah Mashhad*) During Preservation

Mostafavi, F. S. [1*], Kadkhodaee, R. [2]

1. Department of Food Science and Technology, University of Torbat-e Jam, Iran
2. Department of Food Nanotechnology, Research Institute of Food Science and Technology, Mashhad, Iran

(Received: 2016/03/24 Accepted:2016/05/23)

Iran, with more than two hundred thousand tons of sweet cherry production in a year, is one the three top producers of this commodity in the world. Although the cherry produced in Iran is of high quality, but a large amount of this product is wasted due to its high perishability and sensitivity. Therefore, the aim of the present research was to increase the shelf life of the sweet cherry (cv. Siah Mashhad) with the aid of the coating method. In this regard an edible coating based on locust bean gum was used to coat sweet cherries and the properties of the coated samples including their weight loss, acidity, pH, soluble solid, maturity index, firmness and color changes were monitored during 30 days at 4℃ and 15% relative humidity. Also the results were compared to those of the non-coated samples. According to the results during the storage period, the samples acidity and pH did not change significantly, but the weight loss, soluble solid and the maturity index of the cherries increased and their firmness decreased significantly ($p<0.05$). Color measurements showed that the *L* and *a* color parameters of the cherries and their stems decreased significantly during the storage period. A comparison between the coated and the non-coated samples showed that the coating used in this study significantly decreased the rate of changes in weight loss, soluble solid, maturity index, firmness and color. Therefore, the coating used in this study could be recognized as an effective material for increasing the shelf life of sweet cherry.

Keywords: Sweet Cherry (cv. Siah Mashhad), Coating, Gum, Fruit, Weight Loss

* Corresponding Author E-Mail Address: fatemehs.mostafavi@gmail.com