اثر پوشش کنسانتره پروتئین آب پنیر و بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده بر ویژگی‌های کیفی نارنگی (رقم دنسی) طی زمان نگهداری

پروین بقری [۱]، فخری شهیدی [۲*]، ناصر صداقت [۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد گروه علوم و صنایع غذایی
۳- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد گروه علوم و صنایع غذایی

(تاریخ دریافت: ۹۶ /۰۸/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۲۷)

چکیده

هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر پوشش کنسانتره پروتئین آب پنیر در سه سطح (غلظت صفر، ۵ و ۱۰ درصد وزنی -حجمی) و نوع بسته‌بندی شامل بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده (۵ درصد اکسیژن، ۱۵ درصد دی اکسید کربن و ۸۰ درصد نیتروژن) و هوای معمولی (۲۱ درصد اکسیژن، ۰/۰۳ درصد دی اکسید کربن و ۷۸ درصد نیتروژن) بر روی ماندگاری نارنگی در تناوب‌های زمانی صفر، ۲۰، ٤۰ و ٦۰ روز طی نگهداری در ٤ درجه سانتی‌گراد بوده است. در این مطالعه میزان سفتی بافت، مواد جامد محلول، pH، اسیدیته، درصد کاهش وزن، تغییرات غلظت اکسیژن و دی اکسید کربن در فضای بسته‌بندی، اسید آسکوربیک و ویژگی‌های حسی میوه نارنگی تحت تیمارهای مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج به دست آمده میوه‌های پوشش داده شده با ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر دارای بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده بیش‌ترین سفتی بافت، اسیدآسکوربیک و اسیدیته را داشتند. هم‌چنین کم‌ترین مقدار pH (۳/۷٤)، مواد جامد محلول (۱۲/۱۵) و درصد کاهش وزن (۵/۱۲) مربوط به این نمونه‌ها بود. بسته حاوی نمونه پوشش یافته با ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین آب‌پنیر، بیش‌ترین میزان اکسیژن و کم‌ترین مقدار دی اکسید کربن را نشان داد. هم‌چنین ویژگی‌های حسی این نمونه‌ها از نظر پنلیست ها امتیاز بالاتری را کسب کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از اتمسفر اصلاح شده و پوشش کنسانتره پروتئین آب پنیر سبب بهبود کیفیت نارنگی ذخیره شده می‌شود.

کلید واژگان: نارنگی، پوشش کنسانتره پروتئین آب پنیر، بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده، ویژگی‌های کیفی.

*مسئول مکاتبات: fshahidi@ferdowsi.um.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

۱- مقدمه

نارنگی با نام علمی *Citrus reticulate* Blanco یکی از انواع مرکبات است که مشخصه‌هایی چون داشتن میوه‌های کوچک‌تر از پرتقال، قابلیت پوست‌گیری آسان و وجود لپه‌های سبزرنگ در بذر دارد. ارقام این‌گونه عمدتاً دارای درختانی با جثه کوچک همراه با شاخه‌های باریک، برگ‌های پهن یا باریک نیزه‌ای و گل‌های منفرد یا خوشه‌ای هستند. نارنگی دنسی سال ۱۸۵۷ در آمریکا شناسایی شد[۱]. میوه این رقم دارای پوست نازک، گوشت نارنجی، ترد، معطر و ترش‌مزه با بذر چند جنینی است. نیاز گرمایی این رقم بالاست، بنابراین در مناطق گرم ایران عملکرد بهتری دارد. ایران هم از لحاظ میزان تولید و هم سطح زیر کشت در بین کشورهای تولیدکننده مرکبات مقام هشتم را دارد[۲]. ضایعات مرکبات در ایران بیش از ۳۰ درصد برآورد شده است که این رقم حدود ۱۰-۷ درصد بیش‌تر از کشورهای توسعه‌یافته است. هر عملی که بتواند میزان این ضایعات را در حد معنی‌داری کاهش دهد، موجب افزایش درآمد باغداران و درآمد ملی خواهد شد[۳].

بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده در مورد میوه و سبزی‌های تازه عبارت است از به کارگیری مخلوط گازها با ترکیبی متفاوت از هوای معمولی که محصول را احاطه نموده و باعث افزایش زمان ماندگاری آن می‌شود[٤]. هدف اصلی استفاده از اتمسفر اصلاح‌شده در میوه‌ها و سبزی‌ها به حداقل رساندن سرعت تنفس در محصول است. با این روش تولید اتیلن که باعث تسریع رسیدن میوه، تنزل کیفیت و شروع پلاسیدگی در میوه‌ها و سبزی‌ها می‌شود، کاهش می‌یابد. اکسیژن کم و دی اکسید کربن زیاد باعث کاهش تنفس، کاهش نرم شدگی و حفظ کلروفیل و دیگر رنگدانه‌ها می‌شود. با وجود مزیت‌های زیاد روش بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده با این حال این روش به تنهایی برای نگهداری میوه‌ها و سبزی‌ها کافی نیست و به منظور طولانی‌تر شدن زمان ماندگاری محصولات بسته‌بندی شده با اتمسفر اصلاح شده پوشش‌های خوراکی به کار می‌روند [۵].

پوشش‌های خوراکی به‌عنوان یک‌لایه نازک از مواد در اطراف مواد غذایی که می‌تواند از انتقال رطوبت، اکسیژن و مواد محلول به مواد غذایی ممانعت نماید، تعریف می‌شوند[٦]. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی می‌توانند از موادی نظیر پلی ساکاریدها، پروتئین‌ها، چربی‌ها یا مخلوطی از این ماکرومولکول‌ها تهیه گردند [۷]. در محلول‌های آبی اسیدهای آمینه پروتئین‌های آب پنیر قادر به تشکیل پیوندهای درون‌مولکولی و بین‌مولکولی (پیوندهای وان دروالس، هیدروژنی، هیدروفوبیک و الکترواستاتیک) هستند که درنتیجه یک ساختار شبکه‌ای ایجاد می‌کند. پوشش کنسانتره پروتئین آب‌پنیر مانع خوبی در برابر نفوذپذیری اکسیژن، بخار آب، آروما و چربی است[۸].

نارنگی حاوی املاح و سرشار از ویتامین‌های A, B و C می‌باشد، اما درعین‌حال میوه‌ای فسادپذیر و حساس به صدمات فیزیکی و زوال فیزیولوژیکی است. عمر انباری آن به‌طور متوسط ۲ تا ٤ هفته گزارش‌شده است که کمتر از نصف عمر سایر مرکبات است. از این رو افزایش عمر پس از برداشت آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است[۲]. هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر پوشش کنسانتره پروتئین آب‌پنیر در ترکیب با بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده جهت افزایش ماندگاری نارنگی طی نگهداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد بوده است.

۲- مواد و روش‌ها

نارنگی‌های تهیه شده از مرکز تحقیقات مرکبات شهر رامسر، برای آزمایش‌های این پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند. نارنگی-های یکنواخت از لحاظ اندازه، شکل، رنگ و بدون هیچ نشانه‌ای از آسیب مکانیکی و یا پوسیدگی قارچی انتخاب شدند. برای تهیه محلول‌های پوشش کنسانتره پروتئین آب‌پنیر (۸۰٪ آرلافودز، دانمارک) مورد استفاده قرارگرفت. با انحلال میزان ۵ و ۱۰ گرم کنسانتره پروتئین آب‌پنیر به طور جداگانه در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر محلول‌های ۵ و ۱۰ درصد (وزنی-حجمی) پروتئین آب پنیر به دست آمد. جهت حل شدن بهتر پروتئین آب پنیر، به مدت ۱۵ دقیقه از همزن مغناطیسی استفاده شد. محلول‌های تهیه شده، به منظور دناتوره شدن پروتئین‌ها مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب داغ (بن ماری) با دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. محلول حاصل در دمای اتاق سرد شده و گلیسرول (به‌عنوان نرم‌کننده) با نسبت ۱ به ۳ وزن کنسانتره پروتئین آب‌پنیر به آن اضافه و هموژن شد [۹]. میوه‌های نارنگی به مدت ۲ دقیقه در محلول پروتئین آب پنیر غوطه‌ور، سپس در دمای بیست درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ساعت با جریان هوا خشک شدند و در ادامه نمونه‌های پوشش داده‌شده در بسته‌هایی با اتمسفر تغییریافته از جنس پلی اتیلن-پلی آمید-پلی- اتیلن (PE/PE/PA) با ترکیب گازهای داخل بسته (هوای معمولی، ۵٪O_2-۱۵٪ CO_2-۸۰٪ N_2) بسته‌بندی و به مدت ٦۰ روز دردمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در روزهای ۰، ۲۰، ٤۰ و ٦۰ بر روی نمونه‌های نگهداری شده آزمون‌ها به شرح ذیل انجام شدند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

۲-۱- آزمون‌ها

۲-۱-۱- اندازه‌گیری سفتی بافت[1]

استحکام بافت میوه با استفاده از یک دستگاه بافت سنج (مدل TA.XT plus، شرکت Stable Micro Systems انگلیس) اندازه‌گیری شد. پروبی به قطر ۵ میلی‌متر با سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه به عمق ۲۰ میلی‌متری بافت میوه نفوذ کرده و میزان نیروی وارد شده بر بافت (N) در سه نقطه از سطح (A) اندازه‌گیری شد. اولین نقطه در مرکز قسمت زیرین هر میوه و نقطه دوم و سوم با ۹۰ درجه تفاوت نسبت به نقطه اول قرار داشتند و نیروی لازم برای نفوذ برحسب نیوتن به‌عنوان سفتی بافت در نظر گرفته شد[۱۰].

۲-۱-۲- اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS)[2]

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول نمونه‌ها با هم از دستگاه رفراکتومتر دیجیتال (مدل PR-101، شرکت Atago ژاپن) بعد از کالیبره کردن آن با آب مقطر مورد استفاده قرار گرفت. درصد مواد جامد محلول بر حسب درجه بریکس (گرم در صد گرم نمونه) گزارش شد[۱۱].

۲-۱-۳- تعیین pH[3]

به منظور اندازه‌گیری pH مقدار مشخصی از میوه قطعه قطعه و آبگیری شد. ابتدا دستگاه pH متر (مدل Metrohm 691 ، سوئیس) توسط محلول بافر با pH=۷ و سپس pH=٤ کالیبره شد. سپس توسط pH متر، pH در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد[۱۳ و ۳۷].

۲-۱-٤- اندازه‌گیری اسیدیته[4]

اندازه‌گیری اسیدیته به روش پتانسیومتری صورت گرفت. ابتدا دستگاه pH متر توسط محلول بافر با pH= ۷ و سپس pH=٤ کالیبره شد. در این آزمون ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر با ۲۰ گرم عصاره نارنگی توسط سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به نقطه پایانی یعنی pH معادل ۸/۱ تیتر شد. حجم هیدروکسید سدیم مصرفی یادداشت (هر میلی‌لیتر سود ۰/۱ نرمال معادل ۰/۰۰٦٤ گرم اسیدسیتریک است) و میزان اسید آلی برحسب گرم اسیدسیتریک در ۱۰۰ گرم میوه بر اساس معادله ذیل گزارش شد[۱۳].

$$A = \frac{v \times 0.0064 \times 100}{m}$$

V حجم مصرفی هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال، m وزن نمونه برحسب گرم، A اسیدیته کل برحسب گرم اسیدسیتریک در صد گرم.

۲-۱-۵- اندازه‌گیری درصد کاهش وزن[5]

برای تعیین کاهش وزن ابتدا تعداد مشخصی از میوه‌ها از هر تیمار توزین شدند. پس از نگهداری دوباره وزن همان میوه‌ها اندازه‌گیری شد و اختلاف وزن میوه قبل و بعد از نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. سپس درصد تغییرات وزن از معادله زیر محاسبه شد[١٤].

$$\text{درصد کاهش وزن} = (W_1 - W_2)/W_1 \times 100$$

W_1، وزن اندازه‌گیری شده قبل از نگهداری و W_2، وزن اندازه‌گیری شده بعد از نگهداری.

۲-۱-٦- اندازه‌گیری درصد ترکیبات گاز[6]

میزان اکسیژن و دی‌اکسید کربن درون بسته‌ها توسط دستگاه گاز آنالایزر (Gases analysers model Oxybaby WITT Company Germany) اندازه‌گیری شد. در هر بار انجام آزمایش‌ها مقدار گاز داخل بسته‌بندی‌ها قبل از باز شدن آن‌ها توسط دستگاه گاز آنالایزر اندازه‌گیری شد.

۲-۱-۷- اندازه‌گیری میزان اسید آسکوربیک[7]

آزمون استخراج اسید آسکوربیک در حضور محلول اسید متافسفریک به همراه اسید استیک انجام گرفت. محلول رنگی ٦ و ۲ دی کلروفنل ایندوفنل که توسط اسید آسکوربیک احیاء می‌شود، استخراج اضافی آن توسط گزیلن صورت گرفته و تعیین این مقدار اضافی محلول رنگی توسط دستگاه طیف‌سنج (مدل M550 کام اسپک، ساخت کشور انگلیس) در طول‌موج ۵۰۰ نانومتر انجام پذیرفت. مقدار اسید برحسب میلی‌گرم در صد گرم نمونه از طریق معادله زیر، محاسبه شد[۱۵].

$$A = \frac{(V_0 - V_1) \times m_1}{m_0} \times 100$$

m_0 وزن آزمونه به گرم (با توجه به مقدار اسید آسکوربیک نمونه مقدار ۱۰ تا ۱۰۰ گرم از نمونه به‌دقت ۰/۱ میلی‌گرم وزن شد)، m_1 وزن اسید آسکوربیک به میلی‌گرم (معادل یک میلی‌لیتر از محلول رنگی)، v_0 حجم محلول رنگی به میلی‌لیتر، v_1 حجم اضافی محلول رنگی به میلی‌لیتر از منحنی استاندارد با توجه به جذب خوانده شده.

1. Tissue firmness
2. Total soluble solids (TSS)
3. pH
4. Titratable acidity
5. Percentage weight loss
6. Gas composition analysis
7. Ascorbic acid

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

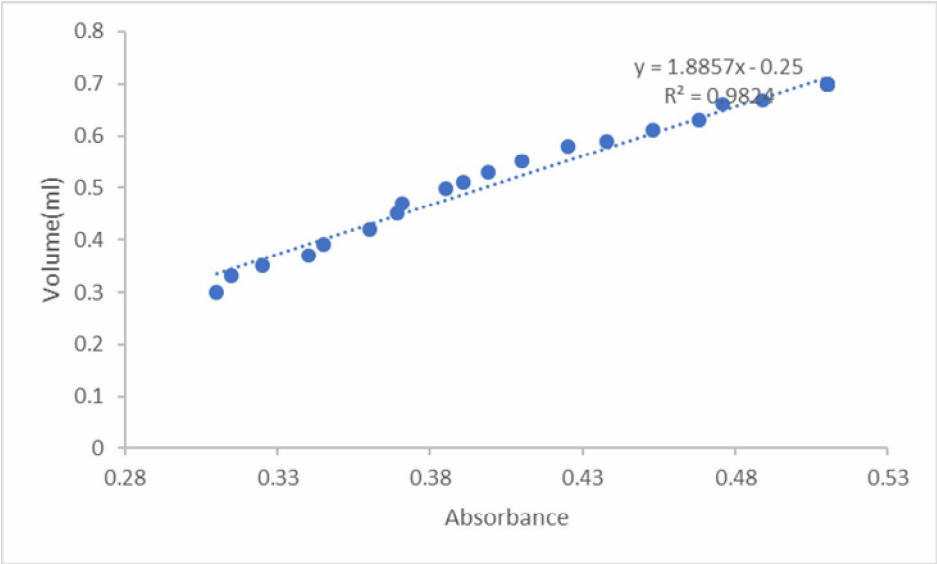

Fig 1 Standard curve of the additional volume of colored solution (milliliter) against absorbance read at 500 nm.

۲-۱-۸- ارزیابی حسی[1]

ارزیابی حسی شامل سفتی بافت، طعم، رنگ و پذیرش کلی توسط ۱۰ نفر ارزیاب (۵ نفر زن و ۵ نفر مرد) از دانشجویان علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی فردوسی مشهد با استفاده از آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای در ۵ سطح (بسیار خوب، خوب، متوسط، بد و بسیار بد) در روزهای صفر، ۲۰،۴۰ و ۶۰ دوره‌ی نگهداری بررسی شد[۱۶].

۲-۱-۹- طرح آماری

پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل و با ۳ تکرار انجام شد. آنالیز واریانس نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها به‌وسیله آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام پذیرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اندازه‌گیری سفتی بافت

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که زمان نگهداری، پوشش، بسته‌بندی و اثرات متقابل آن‌ها بر سفتی بافت نمونه‌ها اثر معنی‌دار داشت ($p<۰/۰۵$). بر اساس شکل ۲ نمونه‌های پوشش داده شده با ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و دارای بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده از سفتی بافت بیش‌تری نسبت به سایرین برخوردار بودند که دلیل آن کاهش فعالیت آنزیم‌های دیواره سلول توسط پوشش و بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده است. نمونه‌های کنترل بسته‌بندی شده با هوای معمولی بعد از ۶۰ روز انبارداری کم‌ترین سفتی بافت را نشان دادند. نرمی بافت میوه‌ها نتیجه تغییر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی بافت که به دلیل تغییر در ساختار شیمیایی پلی ساکاریدهای دیواره سلولی نظیر سلولز، همی سلولز و پکتین می‌باشد. پکتین نقش اساسی در نرمی میوه دارد، چون طی رسیدن توسط آنزیم‌های پلی‌گالاکتوروناز و پکتین متیل استراز تجزیه می‌شود[۱۷]. پوشش دهی نارنگی با کم کردن میزان تنفس میوه از افزایش غلظت اتیلن جلوگیری نموده و باعث حفظ سفتی بافت میوه شده است. از سوی دیگر با توجه به این‌که پوشش دهی از تبخیر آب میوه جلوگیری نموده است، بافت میوه از صدمات ناشی از تبخیر آب مانند چروکیدگی محفوظ می‌ماند[۱۸]. نتایج تحقیقات مارتینز و همکاران (۲۰۰۳)، نشان داد که کاهش غلظت اکسیژن و افزایش غلظت کربن دی‌اکسید شدت تنفس و فعالیت‌های متابولیکی میوه را به حداقل می‌رساند. بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده با کاهش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده پکتین منجر به حفظ سفتی بافت و کاهش تولید اتیلن و درنتیجه تأخیر فرآیند رسیدن می‌شود[۱۹]. لی و همکاران (۲۰۰۳)، پارک و همکاران (۱۹۹۴)، کنز و همکاران (۲۰۰۸)، مافتیگلو و همکاران (۲۰۱۲) و پریتل و همکاران (۱۹۹۹) به نتایج مشابهی دست یافتند[۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳ و ۲۴].

1. Organoleptic characteristics

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

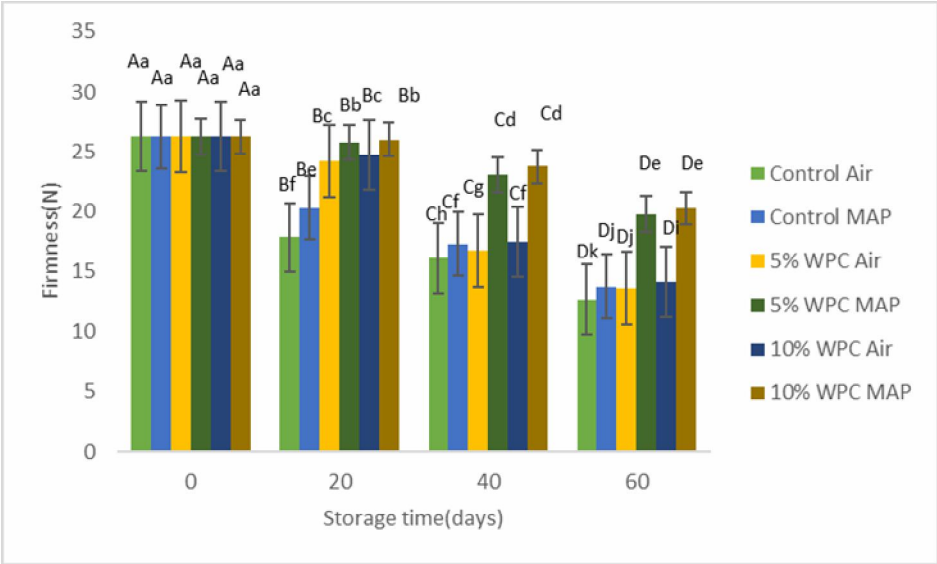

Fig 2 The effect of whey protein concentrate and modified atmosphere packaging on the firmness of tangerine fruit during storage Duncan's uppercase letters represent the effect of time and lower case letters indicating the effect of treatments on samples. The numbers are not significantly different with the same letters ($p < 0.05$).

۳-۲- اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS)

بر اساس نتایج آنالیز واریانس زمان نگهداری، پوشش کنسانتره پروتئین آب‌پنیر، بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده و اثرات متقابل آن‌ها بر میزان مواد جامد محلول اثر معنی‌دار داشت ($p<۰/۰۵$). (شکل ۳). در روز شصتم کم‌ترین میزان مواد جامد محلول مربوط به تیمار ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر دارای بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده است. ولی در تیمار شاهد بسته‌بندی شده با هوای معمولی مواد جامد محلول به مقدار قابل توجهی افزایش یافته است. مواد جامد محلول در میوه عمدتاً شامل قندها و میزان کمی نیز شامل اسیدهای آمینه، اسیدهای آلی، ویتامین‌ها و مواد معدنی می‌باشد. مواد جامد محلول در طعم میوه نقش زیادی دارد و از شاخص‌های شیمیایی به حساب می‌آید. مقدار مواد جامد محلول با رسیدن میوه‌ها افزایش می‌یابد که دلیل آن تجزیهٔ پکتین و سلولز می‌باشد[۲۵].

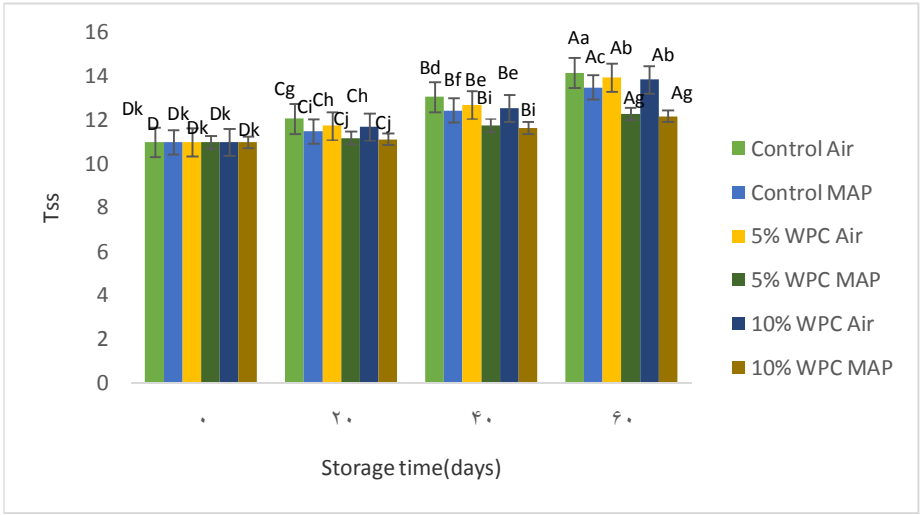

Fig 3 The effect of whey protein concentrate and modified atmosphere packaging on the total soluble solids of tangerine fruit during storage. Duncan's uppercase letters represent the effect of time and lower case letters indicating the effect of treatments on samples. The numbers are not significantly different with the same letters ($p < 0.05$).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

پوشش‌ها با ایجاد یک‌لایه با نفوذپذیری نسبی اطراف میوه‌ها موجب اصلاح اتمسفر داخلی (کاهش اکسیژن، افزایش دی‌اکسید کربن) و کاهش سرعت تنفس می‌شوند. موارد ذکرشده موجب کاهش مواد جامد محلول می‌شود[۲۶]. نتایج بررسی مافتیگلو و همکاران (۲۰۱۲)، نیز نشان داد که گروه شاهد به طور معنی‌داری مواد جامد محلول بالاتری نسبت به نمونه‌های بسته‌بندی شده زردآلو در طی انبارمانی دارد که احتمالاً به دلیل از دست دادن آب از سطح نمونه‌های شاهد بوده است[۲۳]. نتایج پلاسیدو و همکاران (۲۰۱۶)، حسن و همکاران (۲۰۱۳) و سبیر و همکاران (۲۰۱۱) نیز با نتایج تحقیق حاضر موافق بود[۲۷، ۲۸ و ۲۹].

۳-۳- تعیین pH

نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان داد که اثر زمان نگهداری و پوشش بر pH معنی‌دار بوده است (p<۰/۰۵). ولی نوع بسته-بندی و اثرات متقابل آن‌ها بر pH اثر معنی‌داری نداشته‌اند (p>۰/۰۵). شکل ٤ نشان می‌دهد کم‌ترین مقدار pH را نمونه‌های پوشش داده شده با ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین آب‌پنیر داشته‌اند و بیش‌ترین میزان pH مربوط به نارنگی‌های شاهد است. تاگرول و ارسلان (۲۰۰۳)، افزایش pH نمونه‌های نارنگی طی زمان ذخیره‌سازی را به شکستن اسیدها طی فرآیند تنفس مرتبط دانستند.

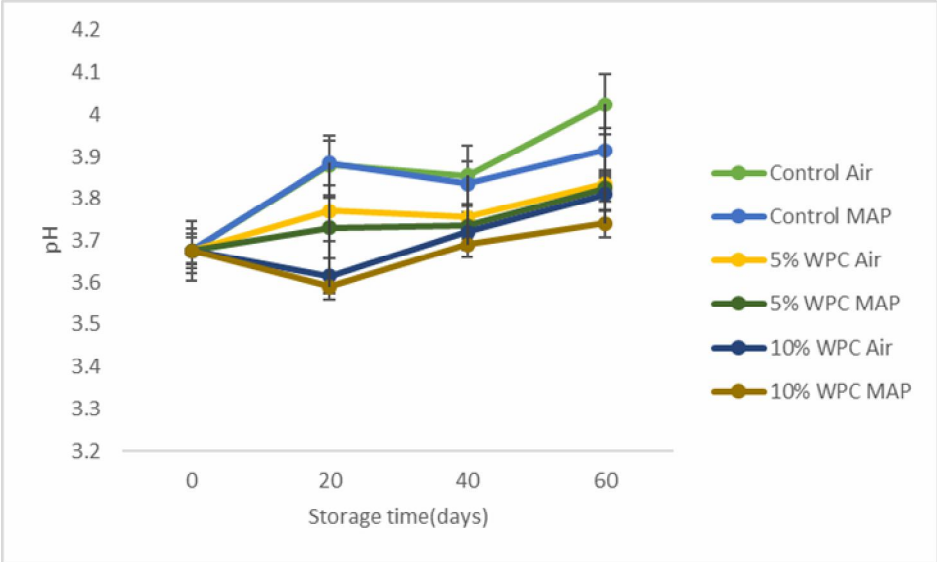

Fig4 The effect of whey protein concentrate and modified atmosphere packaging on the pH of tangerine fruit during storage.

طبق نتایج آن‌ها بیش‌ترین میزان pH در نمونه شاهد مشاهده شد. آن‌ها اعلام کردند که سطح گازهای حاصل از تنفس مانند CO_2و C_2H_2با پوشش دادن میوه پایین نگه‌داشته می‌شود[۱۲].

مافتیگلو و همکاران (۲۰۱۲)، اعلام کردند که افزایش pH نشان‌دهنده رسیدن نمونه‌های شاهد طی انبارمانی در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد است. بین نمونه‌های زردآلو بسته‌بندی شده در اتمسفر اصلاح‌شده و نمونه شاهد تفاوت معنی‌دار وجود نداشت[۲۳].

نتایج کنر و همکاران (۲۰۰۸)، سبیر و همکاران (۲۰۱۱)، گل و همکاران (۲۰۱۳)، ولیکوا و همکاران (۲۰۱۳) و موراس و همکاران (۲۰۱۲) با تحقیق حاضر مطابقت داشت [۲۲، ۲۹-۳۲].

۳-٤- اندازه‌گیری اسیدیته

نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان داد که اثر زمان نگهداری و پوشش بر اسیدیته قابل تیتراسیون معنی‌دار بوده است (۰/۰۵ >p). ولی نوع بسته‌بندی و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر اسیدیته قابل تیتراسیون نداشته‌اند (p>۰/۰۵). شکل ۵ نشان می‌دهد نمونه‌های پوشش داده‌شده با ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین آب‌پنیر دارای بسته‌بندی اتمسفر اصلاح‌شده اسیدیته را به مدت بیش‌تری حفظ کرده‌اند و کم‌ترین مقدار اسیدیته در نارنگی شاهد

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

دیده شده است. از آن جا که مرکبات جزء میوه‌های نافرازگرا هستند سرعت تغییرات pH و اسیدیته در این میوه‌ها نسبت به میوه‌های فرازگرا کم‌تر است و ترکیب گازی با توجه به ظرفیت بافری آب‌میوه اثر کمی بر تغییرات این شاخص‌ها دارد[۳۳]. نارنگی‌ها مقدار زیادی اسید آلی دارند. این اسیدهای آلی شامل اگزالیک، تارتاریک، مالیک، لاکتیک، سیتریک و آسکوربیک می‌باشند. در این بین بیش‌ترین مقدار مربوط به اسید سیتریک و بعد از آن اسید مالیک می‌باشد[۲۸]. فرایند تنفس طی انبارداری ادامه می‌یابد و اسیدهای آلی به هنگام رسیدن در اثر تنفس و با تبدیل به قندها کاهش می‌یابند[۳٤]. پوشش‌های خوراکی با تغییر اتمسفر درونی و کاهش سرعت تنفس میوه باعث حفظ بهتر اسیدهای آلی می‌شوند[۳۵]. نتایج سالیوا و همکاران (۲۰۰٤)، نشان داد که در پایان دوره نگهداری اسیدیته نمونه‌های بسته‌بندی شده با ۲/۵ کیلو پاسکال اکسیژن و ۷ کیلو پاسکال دی اکسید کربن ۲۱ درصد کاهش‌یافته است. کاهش مقدار اسیدیته در این نمونه‌ها به دلیل استفاده اسیدها در اثر افزایش تنفس بود[۳٦]. نتایج حسن و همکاران (۲۰۱۳)، سبیر و همکاران (۲۰۱۱) و کاراکای و همکاران (۲۰۱۰) با تحقیق حاضر مطابقت داشت[۲۸، ۲۹ و ۳۷].

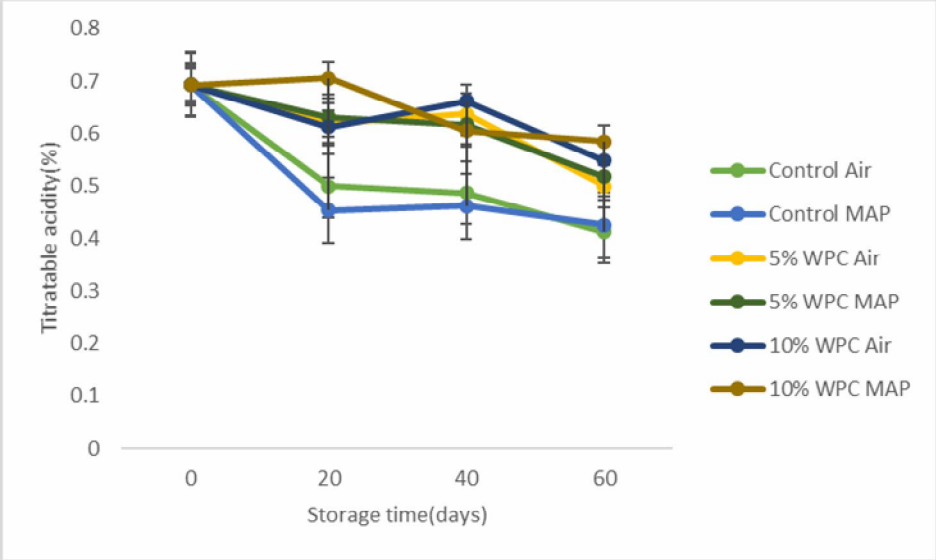

Fig 5 The effect of whey protein concentrate and modified atmosphere packaging on the titratable acidity of tangerine fruit during storage.

۳-۵- اندازه‌گیری درصد کاهش وزن

نتایج حاصل از آنالیز واریانس حاکی از آن است که اثر زمان نگهداری، پوشش، نوع بسته‌بندی و اثرات متقابل آن‌ها بر درصد کاهش وزن معنی‌دار بوده است ($p<۰/۰۵$). شکل ٦ نشان می‌دهد که نارنگی‌های پوشش داده‌شده با ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر دارای بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده تغییرات وزن کم‌تری نسبت به سایر نمونه‌ها داشتند. بیش‌ترین میزان کاهش وزن در نارنگی‌های شاهد مشاهده گردید. مکانیسم اصلی کاهش وزن میوه‌ها و سبزی‌های تازه اختلاف فشار بخارآب در نقاط مختلف است[۲٦]. یکی دیگر از عوامل کاهش وزن تنفس می‌باشد [۳۸]. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی با به وجود آوردن یک غشا نیمه‌تراوا که مانعی در مقابل گازها و بخارآب است، سبب کاهش تنفس، قهوه‌ای شدن آنزیمی و از دست رفتن آب می‌شوند[۱۱ و ٦]. علی و همکاران (۲۰۱۰)، در بررسی اثر صمغ عربی جهت افزایش ماندگاری گوجه‌فرنگی مشاهده نمودند که میوه‌های پوشش داده شده با ۵ و ۱۰ درصد صمغ نسبت به نمونه‌های کنترل درصد افت وزن کم‌تری داشتند و افت وزن طی دوره انبارمانی افزایش یافت. کاهش در افت وزن این نمونه‌ها احتمالاً به دلیل نقش پوشش به‌عنوان لایه‌ای بانفوذ پذیری نسبی در مقابل اکسیژن، دی اکسید کربن، رطوبت، حرکت املاح و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

کاهش واکنش‌های تنفس، از دست دادن آب و اکسیداسیون است[۳۹]. نتایج پرزگاگو و همکاران (۲۰۰۶)، مافتیگلو و همکاران (۲۰۱۲)، پلاسیدو و همکاران (۲۰۱۶) و ولیکوا و همکاران (۲۰۱۳) با نتایج تحقیق حاضر تطبیق داشت [۹، ۲۳، ۲۷ و ۳۱].

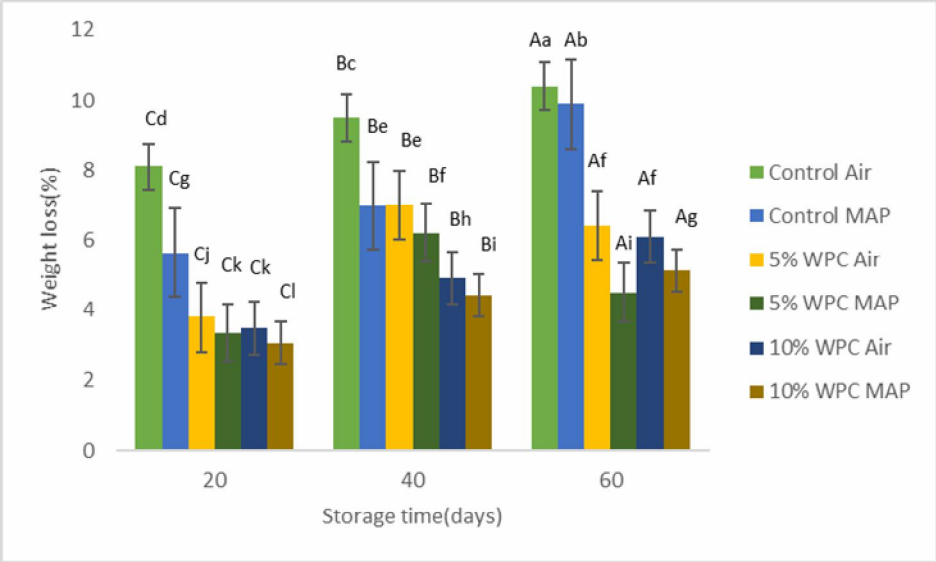

Fig 6 The effect of whey protein concentrate and modified atmosphere packaging on the weight loss percentages of tangerine fruit during storage Duncan's uppercase letters represent the effect of time and lower case letters indicating the effect of treatments on samples.. The numbers are not significantly different with the same letters ($p < 0.05$).

۳-۶- اندازه‌گیری درصد ترکیبات گاز

مطابق نتایج آنالیز واریانس اثر زمان، پوشش و اثرات متقابل آن‌ها بر محتوای گاز بسته‌ها معنی‌دار بوده است ($p<۰/۰۵$). در طول انبارداری سرد طی عمل تنفس تولید CO_2 افزایش می‌یابد، هم‌چنین مقدار اکسیژن بسته‌ها کم می‌شود. بسته‌های حاوی نمونه‌های پوشش داده شده با ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر با اتمسفر اصلاح شده بیش‌ترین میزان اکسیژن و کم‌ترین مقدار گاز دی اکسید کربن را نشان دادند. نمونه‌های کنترل دارای بیش‌ترین سرعت تنفس بودند (شکل ۶). در میوه‌های تازه فعالیت‌های متابولیکی بعد از برداشت ادامه دارد. میوه طی رسیدن O_2 را جذب می‌کند و مقدار زیادی CO_2 و C_2H_2 و ترکیبات معطر انتشار می‌دهد[۱۲]. کنترل نامناسب ترکیبات گازی منجر به نتایج نامطلوب مانند تنفس بی‌هوازی، افزایش پوسیدگی فیزیولوژیکی و عمر مفید کوتاه می‌شود[۲۲]. پوشش به عنوان یک‌لایه نیمه‌تراوا در سطح میوه با کاهش تنفس و تبادلات گازی موجب اصلاح اتمسفر داخل محصول می‌شود[۴۰ و ۴۱]. لی و همکاران (۲۰۰۳)، در بررسی اثر پوشش‌های خوراکی کنسانتره پروتئین آب پنیر (WPC) و کاراگینان بر کاهش سرعت تنفس اولیه برش‌های سیب مشاهده نمودند که پوشش WPC تنفس اولیه را بیست درصد و پوشش کاراگینان میزان تنفس اولیه را ۵ درصد کاهش می‌دهد. حرارتی محلول آبی پروتئین‌های آب‌پنیر موجب تشکیل پیوندهای دی سولفیدی درون و بین‌مولکولی می‌شود. این پوشش‌ها به دلیل ویژگی ممانعت خوب در برابر عبور اکسیژن و بخار آب به عنوان یک پوشش مناسب جهت بسته‌بندی میوه‌ها پیشنهاد داده می‌شوند[۲۰]. در بررسی اثر اکسیژن پایین بر سرعت تنفس ماندارین‌های رقم کلمانتین و مارکوت توسط لیوانگیویلای و همکاران (۲۰۰۷) نتایج مشابهی گزارش شد[۴۲]. نتایج کاراکای و همکاران (۲۰۱۰)، نیز با تحقیق حاضر موافق بود[۳۷].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

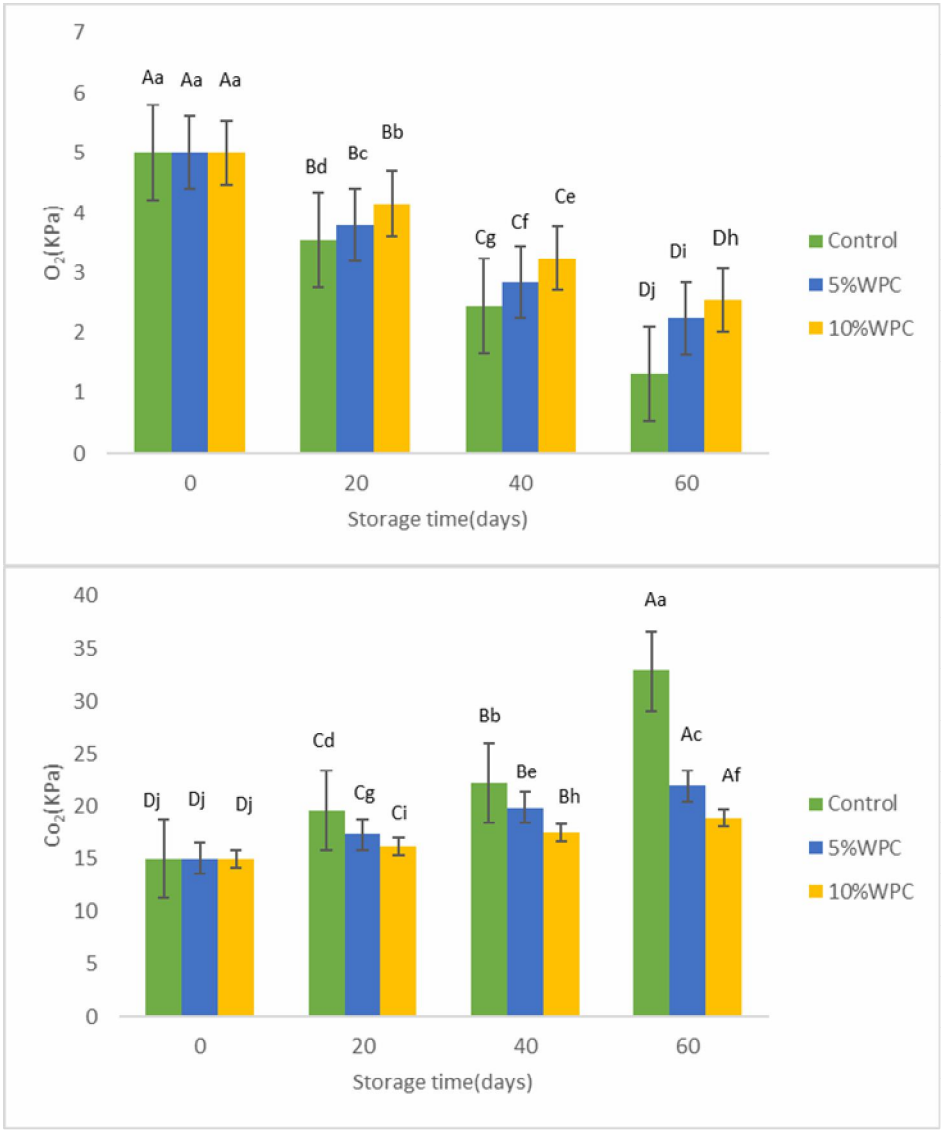

Fig 7 The effect of whey protein concentrate and modified atmosphere packaging on the on the gas Composition (A:O_2, B:CO_2) in the packages during storage. Duncan's uppercase letters represent the effect of time and lower case letters indicating the effect of treatments on samples. The numbers are not significantly different with the same letters ($p < 0.05$).

۳-۷-- اندازه‌گیری میزان اسید آسکوربیک

نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن است که زمان نگهداری، پوشش کنسانتره پروتئین آب پنیر و بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده و اثرات متقابل آن‌ها بر میزان اسید آسکوربیک اثر معنی‌دار دارد ($p<۰/۰۵$). اگرچه غلظت اسیدآسکوربیک در هر دو نمونه روند کاهشی داشت، اما شدت کاهش اسید آسکوربیک در نارنگی پوشش داده شده با ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و دارای بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده به مراتب کم‌تر از میوه‌های بدون پوشش بود. بیش‌ترین میزان افت اسید آسکوربیک در نمونه‌های شاهد بسته‌بندی شده با هوای معمولی دیده شد (شکل ۸). طی زمان انبارمانی میزان اسید آسکوربیک میوه‌ها کاهش می‌یابد. این کاهش می‌تواند به دلیل اکسیدشدن اسید آسکوربیک باشد. علاوه بر اکسیداسیون، افزایش pH در اثر فعالیت آنزیمی می‌تواند سبب نابودی اسید آسکوربیک شود. ابتدا در اثر اکسیداسیون، اسید آسکوربیک به دهیدرو L- اسید آسکوربیک و در صورت ادامه واکنش به ۲ و ۳ دی کتو L-اسید گلوکونیک

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

تبدیل می‌گردد که این مسیر غیر قابل برگشت است و در نتیجه در میزان این ترکیب با گذشت زمان نگهداری کاهش می‌یابد [٤٣]. کاهش افت میزان ویتامین C به دلیل کاهش نفوذپذیری اکسیژن توسط پوشش‌ها است. اکسیژن کم باعث کاهش سرعت اکسیداسیون ویتامین C می‌شود[٤٤]. شدت انتقال اکسیژن به سلول به اختلاف فشار جزئی، ضریب انتشار ماده بسته‌بندی، مقاومت بافت در برابر انتشار گاز، دمای هوای محیط فضای بسته و دمای فرآورده و روش بسته‌بندی بستگی دارد که با کاهش اکسیژن، فعالیت آسکوربیک اسید اکسیداز که باعث تجزیه ویتامین C می‌شود، کاهش می‌یابد[٤]. گل و همکاران (٢٠١٣) و آدتونجی و همکاران (٢٠١٢) نیز تأثیر پوشش‌های خوراکی در حفظ اسید آسکوربیک نمونه‌های توت‌فرنگی و پرتقال را با جلوگیری از انتشار اکسیژن و کاهش سرعت تنفس و کاهش واکنش‌های اکسیداسیون که منجر به تخریب اسید آسکوربیک می‌گردد، بیان کردند[٣٠ و ١٧]. سالیوا و همکاران (٢٠٠٤) و علی و همکاران (٢٠١٠) نیز کاهش محتوای اسید آسکوربیک نمونه‌های گوجه‌فرنگی، توت‌فرنگی و سیب را با گذشت زمان گزارش کردند[٣٦ و ٣٩].

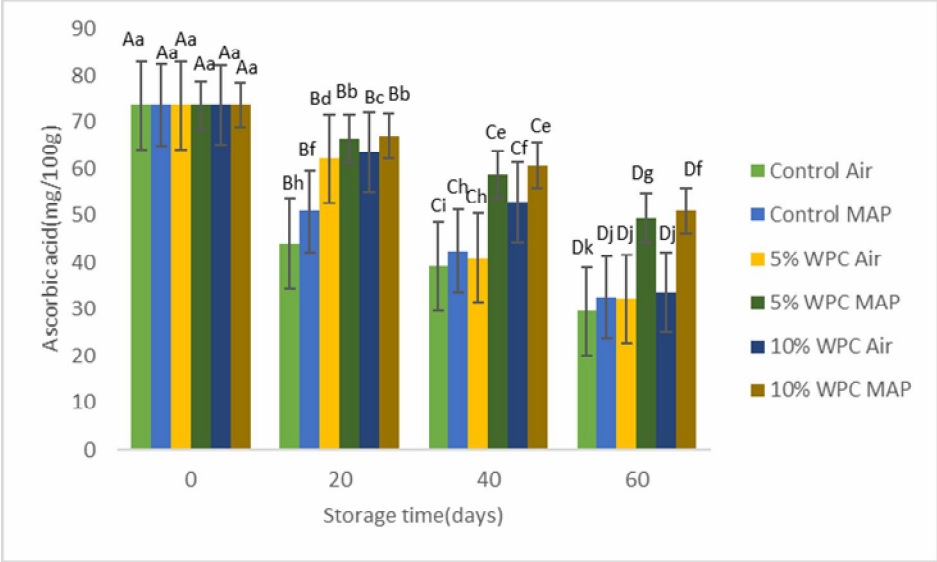

Fig 8 The effect of whey protein concentrate and modified atmosphere packaging on the ascorbic acid of tangerine fruit during storage. Duncan's uppercase letters represent the effect of time and lower case letters indicating the effect of treatments on samples. The numbers are not significantly different with the same letters ($p < 0.05$).

٣-٨- ارزیابی حسی

نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان داد که اثر زمان نگهداری، پوشش، نوع بسته‌بندی و اثرات متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های حسی (طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی) نارنگی معنی‌دار بود ($p<٠/٠٥$). میانگین نتایج ارزیابی حسی نشان داد که نارنگی‌های پوشش داده‌شده با کنسانتره پروتئین آب‌پنیر دارای بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده بیش‌ترین امتیاز و نمونه شاهد کم‌ترین امتیاز را دریافت کرد (شکل ٨). در زمان انبارداری طی عمل تنفس قند میوه‌ها تجزیه می‌شود و ترکیبات تلخ درنتیجه سنتز اتیلن ساخته می‌شوند و طعم آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد[٤]. کاهش کیفیت رنگ مرتبط با افزایش تنفس و افزایش مقدار اتیلن طی فرآیند رسیدن است. فرآیند نرم شدن میوه به افزایش مقدار پلی-گالاکتوروناز، بتاگالاکتوزیداز و فعالیت پکتین متیل استراز بستگی دارد. پلی گالاکتوروناز منجر به تخریب ترکیب پکتینی رامنوگالاکتورونان و افزایش پکتین محلول در میوه‌ها شده که نرم شدن بافت میوه را به دنبال دارد [٤٥]. در بررسی اثر پوشش بر ویژگی‌های حسی مشاهده شد که پوشش موجب حفظ ترکیبات

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

عطر و طعم می‌گردد. از دست دادن رنگ سبز سطح ممکن است مرتبط با فرآیند رسیدن میوه توسط اتیلن که درنتیجه آن مولکول‌های کلروفیل می‌شکند و محتوای کارتنوئیدی افزایش می‌یابد، باشد؛ بنابراین استفاده از پوشش موجب تأخیر در روند متابولیسم رسیدن می شود[٤٦].

Table 1 The sensory evaluation (flavor, colour, texture, and overall acceptability) of tangerine fruit during storage. The numbers are not significantly different with the same letters ($p < 0.05$).

Treatments	Storage time (day)			
	0	20	40	60
		Texture		
Control-Air	4.60a	3.65g	2.85i	1.75m
Control-MAP	4.60a	4.10e	3.35h	2.15l
5%WPC-Air	4.60a	4.30d	3.30h	2.35k
5%WPC-MAP	4.60a	4.50c	4.00ef	3.55g
10%WPC-Air	4.60a	4.40cd	3.35h	2.35j
10%WPC-MAP	4.60a	4.56b	4.00ef	3.60g
		Color		
Control-Air	4.70a	3.60hi	2.70l	2.00m
Control-MAP	4.70a	4.10f	3.30j	2.20lm
5%WPC-Air	4.70a	4.20e	3.70h	2.30l
5%WPC-MAP	4.70a	4.40c	3.80gh	3.50i
10%WPC-Air	4.70a	4.30de	3.85g	2.50k
10%WPC-MAP	4.70a	4.60b	3.90g	3.70h
		Flavor		
Control-Air	4.85a	3.55g	2.65j	1.52n
Control-MAP	4.85a	3.90e	3.25i	1.70mn
5%WPC-Air	4.85a	4.15cd	3.25i	1.85l
5%WPC-MAP	4.85a	4.30bc	3.45h	3.25i
10%WPC-Air	4.85a	4.30bc	3.50gh	2.00kl
10%WPC-MAP	4.85a	4.45b	3.75f	3.38h
		Overall acceptability		
Control-Air	4.60a	3.35ef	2.70g	1.60j
Control-MAP	4.60a	3.85d	3.15f	1.95i
5%WPC-Air	4.60a	4.00c	3.40ef	2.25h
5%WPC-MAP	4.60a	4.35bc	3.85d	3.40ef
10%WPC-Air	4.60a	4.25c	3.60e	2.20h
10%WPC-MAP	4.60a	4.55b	3.90d	3.50ef

پوشش با کاهش تنفس و فعالیت‌های آنزیمی از کاهش سفتی بافت جلوگیری می‌کند. از آنجا که پوشش دهی در حفظ بافت، رنگ و ترکیبات شیمیایی میوه مؤثر شناخته شده است، بدیهی است که استفاده از آن میوه را بعد از گذشت دو ماه، ازلحاظ پذیرش کلی همچنان با خصوصیاتی نزدیک به خصوصیات میوه تازه، نسبت به گروه شاهد ارجح می‌دارد.

سبیر و همکاران (۲۰۱۱)، کاهش کیفیت انگور را با کاهش وزن، تغییر عطر و طعم، قهوه‌ای شدن پوست، بروز پوسیدگی و چروکیدگی دانه انگور مرتبط دانستند. طبق گزارش آن‌ها در پایان ۲۸ روز نگهداری بین نمونه‌های حاوی پوشش بسته‌بندی شده با اتمسفر اصلاح شده و شاهد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد و نمونه‌های شاهد به حد بحرانی پذیرش کلی (زیر حد ۳) تنزل پیدا کردند که احتمالاً دلیل آن از دست دادن آب است. تردی انگور به فشار تورژسانس مربوط است، بنابراین از دست دادن آب تأثیر به سزایی بر پذیرش آن دارد[۲۹]. نتایج ولیکوا و همکاران (۲۰۱۳)، نشان‌دهنده پذیرش کلی بالاتر نمونه‌های پوشش داده شده نسبت به نمونه‌های کنترل بود. توت‌فرنگی‌های پوشش داده شده به دلیل از دست دادن مقدار کم‌تری آب و تیرگی کم‌تر از پذیرش بیش‌تری نزد پنلیست ها برخوردار بودند[۲۰]. لی و همکاران (۲۰۰۳)، نیز گزارش نمودند که برش‌های سیب حاوی پوشش کنسانتره پروتئین آب پنیر بالاترین امتیازات طعم، بافت و رنگ را دریافت نمودند[۳۱].

٤- نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که پوشش کنسانتره پروتئین آب پنیر به عنوان یک مانع خوب در برابر عبور رطوبت و گازها می‌تواند موجب بهبود کیفیت و افزایش زمان ماندگاری نارنگی شود. هم‌چنین بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده موجب کاهش تنفس و تولید اتیلن میوه نارنگی می‌شود. نارنگی‌های پوشش داده شده با ۱۰ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر و بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده ویژگی‌های کیفی سفتی بافت، اسیدیته، محتوای اسید آسکوربیک و ویژگی‌های حسی را بهتر حفظ کردند. این نمونه‌ها کم‌ترین سرعت تنفس را در مقایسه با سایر نمونه‌ها داشتند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

هم‌چنین کم‌ترین مقدارpH ، مواد جامد محلول و درصد کاهش وزن مربوط به این نمونه‌ها بود. به‌کارگیری پوشش کنسانتره پروتئین آب پنیر در ترکیب با بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده موجب حفظ بهتر ویژگی‌های کیفی نارنگی در مقایسه با نمونه شاهد شد.

۵- منابع

[1] Farzad, M. (1393). Citrus cultivation and gardening. Agricultural and Natural Resources Education Research (Tak).Tran.Serva. 14-58. Raisins. *Research in Food Science and Technology of Iran*. Vol. 11, No, 5, 507-496.

[2] Fotouhi Qazvini, R., Fatahi Moghadam, J. (1385). Second Edition, *Cultivation of Citrus in Iran. Publications of Guilan University*. Gilan, Iran, 2, 50-27.

[3] Goseili, AS (1385). First edition, citrus export packaging. *Asia Publications and Public Relations and International Affairs Trade Development Organization*, 1, 25-35.

[4] Tajeddin, B. (1380). First edition, modified food packaging. *Agricultural Research*, Training and Promotion Organization. Tehran. Iran, 2, 321-245.

[5] Mardafkan N., Golzadeh, H. (1393). Modern technologies in food packaging. *Production sera*. Tehran. Iran,1, 207-193.

[6] Guilbert, S. (1986). Technology and application of edible protective films. In" Food Packaging and Preservation. Teory and Practice", ed. M. Mathlouthi.Elsevier *Applied Science Publishing Co*., London, England, 9, 37.

[7] Tharanathan, R. N. & Kittur, F. S. (2003).Chitin - the undisputed biomolecule of greatpotential. Crit. Rev. *Food Science and Nutrition*, 43(1), 61-87.

[8] Schmid, M., Sängerlaub, S., Wege, L., & Stäbler, A. (2014). Properties of transglutaminase crosslinked whey protein isolate coatings and cast films. *Packaging Technology and Science*, 27(10), 799-817.

[9] Perez-Gago, M. B., Serra, M., & Del Rio, M. A. (2006). Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. *Postharvest Biology and Technology*, 39(1), 84-92.

[10] Mazidi, M., Sadrnia, H., & Khojastehpour, M. (2016). Evaluation of orange mechanical damage during packaging by study of changes in firmness. *International Food Research Journal*, 23(2), 899-903.

[11] Baldwin, E. A., Nisperos-Carriedo, M., Shaw, P. E., & Burns, J. K. (1995). Effect of coatings and prolonged storage conditions on fresh orange flavor volatiles, degrees brix, and ascorbic acid levels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(5), 1321-1331.

[12] Toğrul, H., & Arslan, N. (2004). Carboxymethyl cellulose from sugar beet pulp cellulose as a hydrophilic polymer in coating of mandarin. Journal of Food Engineering, 62(3), 271-279.

[13] Institute of Standard Industrial Research of Iran. (1386). Juice test methods, revision. Iran Standard Standard No. 2685. *Iran Institute of Standard Industrial Research*. Tehran.

[14] Arnona, H., Zaitsev, Y., Poratb, R., & Poverenov, E. (2013). Effects of carboxymethyl cellulose and chitosan bilayer edible coatingon postharvest quality of citrus fruit: *Postharvest Biology and Technology*, 87, 21–26.

[15] Institute of Standard Industrial Research of Iran. (1386). Fruits, Vegetables and their Products, Ascorbic Acid Measurement (Common Method) First Printing. Standard Standard Iran No. 5609. *Institute of Standard Industrial Research of Iran*. Tehran.

[16] Ayyoubi A., Sedaghat N., Kashani Nejad, M., Mohebbi M., Mahallati Nasiri, M. (1394) The Effect of Lipid Edible Spreads on Physicochemical and Microbial Properties Raisins. *Research in Food Science and Technology of Iran*. Vol. 11, No. 5, 507-496.

[17] Adetunji, C. O., Fawole, O. B., Arowora, K. A., Nwaubani, S. I., Ajayi, E. S., Oloke, J. K., ... & Adetunji, J. B. (2012). Quality and Safety of Citrus Sinensis Coated with Hydroxypropylmethylcellulose Edible Coatings Containing Moringa OleiferaExtract Stored at Ambient Temperature. *Global Journal of Science Frontier Research. Biology and Technology*, 12, 530-540.

[18] Hassani, F., Garousi, F., & Javanmard, M. (2012). Edible coating based on whey protein concentrate-rice bran oil to maintain the physical and chemical properties of the

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

[28] Hassan, Z. H., Lesmayati, S., Qomariah, R., & Hasbianto, A. (2014). Effects of wax coating applications and storage temperatures on the quality of tangerine citrus (*Citrus reticulata*) var. Siam Banjar. *International Food Research Journal*, 21(2).

[29] Sabır, A., Sabır, F. K., & Kara, Z. (2011). Effects of modified atmosphere packing and honey dip treatments on quality maintenance of minimally processed grape cv. Razaki (V. vinifera L.) during cold storage. *Journal of food science and technology*, 48(3), 312-318.

[30] Gol, N. B., Patel, P. R., & Rao, T. R. (2013). Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. *Postharvest Biology and Technology*, 85, 185-195.

[31] Velickova, E., Winkelhausen, E., Kuzmanova, S., Alves, V. D., & Moldão-Martins, M. (2013). Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa cv Camarosa*) under commercial storage conditions. *LWT-Food Science and Technology*, 52(2), 80-92.

[32] Moraes, K. S. D., Fagundes, C., Melo, M. C., Andreani, P., & Monteiro, A. R. (2012). Conservation of Williams pear using edible coating with alginate and carrageenan. *Food Science and Technology (Campinas)*, 32(4), 679-684.

[33] Saberi, B., Golding, J. B., Marques, J. R., Pristijono, P., Chockchaisawasdee, S., Scarlett, C. J., & Stathopoulos, C. E. (2018). Application of biocomposite edible coatings based on pea starch and guar gum on quality, storability and shelf life of 'Valencia'oranges. Postharvest Biology and Technology, 137, 9-20.

[34] Rahemi M. (1373). Seventh Book, post-harvest physiology. *Journal of Horticultural Sciences*, University of Shiraz. Shiraz. Iran.

[35] Galvis-Sanchez, A. C., S. C. Fonseca, A. M. Morais and F. X. Malcata. (2003). Physicochemical and sensory evaluation of 'Rocha' pear following controlled atmosphere storage. *Journal of Food Science*, 68, 318-327.

[36] Soliva-Fortuny, R. C., Elez-Martínez, P., & Martín-Belloso, O. (2004). Microbiological and biochemical stability of fresh-cut apples preserved by modified atmosphere packaging. kiwifruit (Actinidia deliciosa). Trakia Journal of Sciences, 10(1), 26-34.

[19] Martínez,Romero, D., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D., & Serrano, M. (2003). Modified atmosphere packaging maintains quality of table grapes. Journal of Food Science, 68(5), 1838-1843.

[20] Lee, J. Y., Park, H. J., Lee, C. Y., & Choi, W. Y. (2003). Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. *LWT-Food Science and Technology*, 36(3), 323-329.

[21] Park, H. J., Chinnan, M. S., & Shewfelt, R. L. (1994). Edible coating effects on storage life and quality of tomatoes. *Journal of Food Science*, 59(3), 568-570.

[22] Caner, C., Aday, M. S., & Demir, M. (2008). Extending the quality of fresh strawberries by equilibrium modified atmosphere packaging. *European Food Research and Technology*, 227(6), 1575-1583.

[23] Muftuoğlu, F., Ayhan, Z., & Esturk, O. (2012). Modified atmosphere packaging of Kabaaşı apricot (*Prunus armeniaca L.'Kabaaşı'*): effect of atmosphere, packaging material type and coating on the physicochemical properties and sensory quality. *Food and Bioprocess Technology*, 5(5), 1601-1611.

[24] Pretel, M. T., Serrano, M., Amoros, A., & Romojaro, F. (1999).Ripening and ethylene biosynthesis in controlled atmosphere stored apricots. European Food Research and Technology, 209,(2), 130–134.

[25] Jalili Marandi, R. (1383). Post-harvest physiology. *Urmia University Jihad Publications*. Orumieh. Iran**, 1,** 254-276.

[26] 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(2), 146-150.

[27] Pl&acido, G. R., da Silva, R. M., Cagnin, C., Cavalcante, M. D., da Silva, M. A. P., Caliari, M. A., ... & do Nascimento, L. E. C. (2016). Effect of chitosan-based coating on postharvest quality of tangerines (*Citrus deliciosa Tenore*): Identification of physical, chemical, and kinetic parameters during storage. *African Journal of Agricultural Research*, 11(24), 2185-2192.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

Innovative Food Science & Emerging Technologies, 5(2), 215-224.

[37] Karacay, E., & Ayhan, Z. (2010). Microbial, physical, chemical and sensory qualities of minimally processed and modified atmosphere packaged "ready to eat" orange segments. *International Journal of Food Properties*, 13(5), 960-971.

[38] Pan, J.C., Bhowmilk, S.R. (1992). Shelf-life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. *Journal of Food science*, 57, 948–953.

[39] 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(1), 42-47.

[40] Bourtoom, T. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal*, 15(3), 237-248.

[41] Kester, J. J. and O. R. Fennema. (1986). Edible films and coatings. A review. *Food Technology*, 40(12), 47-59.

[42] Luengwilai, K., Sukjamsai, K., & Kader, A. A. (2007). Responses of 'Clemenules Clementine'and 'W. Murcott'mandarins to low oxygen atmospheres. *Postharvest biology and technology*, 44(1), 48-54.

[43] Vargas M, Albors A, Chiralt A, Gonzalez-Martinez C.(2006). Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings.*Postharvest Biology and Technology*, 41, 164-71.

[44] Ayranci, E. and S. Tunc.(2004). The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots (*Armeniaca vulgaris Lam*.) and green peppers (*Capsicum annuum L*.). *Food Chemistry*, 87(3), 339-342.

[45] Huber, D. J. (1983). The role of cell wall hydrolases in fruit softing. Horticultural, 5,169-205.

[46] Machado, F. L. D. C., Costa, J. M. C., & Batista, E. N. (2012). Application of carnauba-based wax maintains postharvest quality of'*Ortanique*'tangor. *Food Science and Technology (Campinas)*, 32(2), 261-268.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

Influence of Whey Protein Concentrate (WPC) Coating and Modified Atmosphere Packaging (MAP) on Quality Properties of Tangerine (*Dancy*) during Storage

Boghori, P. [1], Shahidi, F. [2*], Sedaghat, N. [3]

1. Master Student, Department of Food Science and Technology, Collegeof Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2. Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

(Received: 2017/10/27 Accepted:2018/06/17)

The purpose of this research was to study the effect of different concentrations of whey protein concentrate based coating (0, 5 and 10% w/v) and modified atmosphere packaging (5% oxygen, 15% carbon dioxide and 80% nitrogen) and atmospheric conditions (21% oxygen, 0/03% carbon dioxide and 78% nitrogen) on shelf life of Tangerine (Dancy) fruit at 0, 20, 40, and 60 days of storage at 4□. In this study, firmness, total soluble solids (TSS), pH, acidity, weight loss, the concentration of oxygen and carbon dioxide changes in the packaging, ascorbic acid and the organoleptic characteristics of tangerine fruit under different treatments were investigated. The results showed that coated fruits with 10% whey protein concentrate and packed under modified atmosphere packaging had the highest tissue firmness, ascorbic acid and acidity. The lowest amount of pH (3.74), soluble solids (12.15) and weight loss percentage (5.12) related to these samples. The package containing sample coated with 10% whey protein concentrate showed the highest oxygen content and the lowest amount of carbon dioxide. Also the organoleptic characteristics of these samples had gained higher score by the panelists. The results of this study showed that using of modified atmosphere and whey protein concentrate coating improved the quality of stored tangerine.

Keywords: Tangerine, Whey Protein Concentrate, Modified Atmosphere Packaging, Quality Properties

*Corresponding Author E-Mail Address: fshahidi@ferdowsi.um.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]