مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال چهاردهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، صفحات ۶۲-۵۱

تأثیر پوشش کیتوزان و بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده بر خصوصیات کیفی خیار (رقم رویال) و مدلسازی ماندگاری آن

گیسو ملکی[۱]، ناصر صداقت[۲]، مهدی فرهودی[۳]، محبت محبی[۴]

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران
۲- نویسنده مسئول: استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران. پست الکترونیکی: sedaghat@um.ac.ir
۳- استادیار گروه صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴- استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۵/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۸/۱۳

چکیده

سابقه و هدف: خیار عمر پس از برداشت کوتاهی داشته و به سرعت دچار افت کیفیت می‌شود. استفاده از تکنولوژی‌های نوین نظیر پوشش‌دهی و بسته‌بندی روشی نوید بخش در نگهداری محصولات کشاورزی تازه می‌باشد لذا هدف از این پژوهش استفاده همزمان پوشش خوراکی کیتوزان و بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده جهت حفظ خصوصیات کیفی خیار رقم رویال و تخمین زمان ماندگاری آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها: خیار رقم رویال با پوشش خوراکی کیتوزان پوشش‌دهی شده و تحت سه اتمسفر: الف) هوای معمولی؛ ب) مپ فعال (۱۰٪ CO_2 + ۵٪ O_2)، ج) مپ غیرفعال (۲۱٪ O_2 + ۰٪ CO_2) بسته‌بندی شدند. میزان سفتی بافت، مواد جامد محلول، کلروفیل، و ارزیابی حسی خیارها در بازه‌های ۵ روزه طی ۱۵ روز در دمای ۴، ۱۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس زمان ماندگاری نمونه‌ها در تیمارهای مختلف مدل‌سازی شد.

یافته‌ها: آنالیز واریانس داده‌ها تأثیر معنی‌دار ($p<0/05$) هر ۴ عامل (پوشش، غلظت گاز، دما و زمان) را بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خیار نشان داد. بیشترین تغییرات در میزان مواد جامد محلول مربوط به خیارهای بسته‌بندی شده در هوای معمولی (بسته A) و دمای ۲۰°C بود که همچنین دارای بیشترین افت وزن به علت از دست دادن رطوبت بودند. در دمای ۴ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد سفتی در بهترین حالت در بسته‌بندی B حفظ شد و میوه دارای پوشش نسبت به میوه فاقد پوشش از لحاظ آماری افت سفتی کمتری را نشان داد. به طور کلی استفاده توأم از پوشش خوراکی کیتوزان و مپ تأثیر مثبتی بر خصوصیات کیفی خیار رقم رویال داشت و در این زمینه مپ فعال در دمای ۱۰°C موفق‌تر عمل نمود. بیشترین مدت زمان ماندگاری در مورد نمونه حاوی پوشش و نگهداری شده در مپ فعال در دمای ۴°C (۱۷ روز) و به دنبال آن در ۱۰°C (۱۵ روز) تخمین زده شد.

نتیجه‌گیری: طبق نتایج بدست آمده از این تحقیق استفاده توام از پوشش کیتوزان و مپ فعال جهت بسته‌بندی خیار رقم رویال مناسب بوده و برای نگهداری آن پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی: بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده، خیار، پوشش خوراکی، مدلسازی

• مقدمه

خیار که با نام علمی *Cucumis Sativus* شناخته می‌شود، یکی از گسترده‌ترین سبزیجات کشت شده در دنیا است که بیشتر به صورت سالاد و ترشی مصرف می‌شود. طبق گزارش سازمان غذا و کشاورزی FAO (Food & Agriculture Organization)، ایران با تولید ۱۷۰۷۱۹۰ تُن خیار در سال ۲۰۱۶، سومین تولید کننده خیار بعد از چین و ترکیه است. از ۸ هزار هکتار سطح گلخانه کشور، در حدود ۴/۵ هزار هکتار به کشت این محصول اختصاص دارد. اگرچه عملکرد میوه عاملی مهم و کلیدی در تولید تجاری محصولات گلخانه‌ای است، ولی امروزه شاخص‌های کیفی مورد نیاز انسان به طور روزافزونی مورد توجه مصرف کنندگان قرار گرفته و در واقع کیفیت محصول نقش کلیدی در سیستم‌های گلخانه‌ای دارد (۱). خیار

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-04-20]

به عنوان یک محصول فسادپذیر نه تنها در معرض ابتلا به پوسیدگی پس از برداشت قرار دارد، بلکه به علت از دست دادن آب از طریق تعرق و تنفس، در معرض کاهش کیفیت نیز قرار دارد. لذا میزان ضایعات این محصول در کشور ما بسیار بالاست. بنابراین با پیدا کردن یک روش مناسب در کاهش درصد ضایعات، سود کلانی برای کشاورزان و کشور فراهم خواهد شد. تاکنون روش‌های متعددی برای افزایش زمان ماندگاری خیار مورد استفاده قرار گرفته‌است، از جمله کنترل دما، پوشش دهی، اتمسفر کنترل شده CA (Controlled atmosphere)، ترشی انداختن و بسته‌بندی تحت اتمسفر اصلاح شده MAP (Modified Atmosphere Packaging) (۲). یکی از روش‌های مناسب و عملیاتی برای افزایش ماندگاری این میوه و جلوگیری از گسترش آسیب بافت آن، کاربرد پوشش‌های خوراکی تهیه شده بر پایه پلیمرهای طبیعی است. یکی از این پوشش‌ها که امروزه به وفور مورد توجه قرار گرفته است کیتوزان می‌باشد. مطالعات گسترده ای در مورد افزودن اسانس‌های مختلف به پوشش کیتوزان در راستای افزایش خواص ضد میکروبی، کاهش فساد و در نتیجه افزایش کارایی آن انجام شده است (۳).

بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده به عنوان روشی دیگر برای کنترل تغییرات ناخواسته در مواد غذایی و افزایش زمان ماندگاری مورد استفاده قرار می‌گیرد (۴). افزایش زمان ماندگاری با استفاده از اتمسفر اصلاح شده (کاهش O_2 و افزایش CO_2) به دلیل کاهش شدت تنفس می‌باشد که در نتیجه‌ی آن تمام فرایندها نظیر رسیدن، پیری و آسیب‌های بافتی با سرعت کمتری انجام می‌شود. علاوه بر این از رشد میکروبی، کاهش رنگ و تخریب سلولی جلوگیری می‌شود.

بر اساس تعریف انجمن تکنولوژیست‌های مواد غذایی IFT (Institute of Food Technologists) ، زمان ماندگاری (Shelf life) به عنوان مدت زمانی که کیفیت محصول در شرایط مختلف نگهداری و پس از تولید و بسته بندی مطلوب باقی مانده تعریف شده است (۵). روش معمولی مورد استفاده جهت ارزیابی زمان ماندگاری یک محصول غذایی معین، تعیین تغییرات ویژگی‌های کیفی انتخاب شده طی یک دوره زمانی می‌باشد. این روش به ویژه برای محصولاتی که عمر انباری طولانی دارند زمان بر است (۵). لذا برای تعیین زمان ماندگاری محصولات در مدت زمان نسبتا کوتاه از برخی روش‌های تسریع شده ASLT (Accelerated Shelf Life Testing) استفاده می‌شود. در بررسی صداقت (۶) بر روی مدلسازی شرایط نگهداری و بسته بندی پسته خام خشک، بیشترین زمان ماندگاری پسته خام خشک، تحت شرایط ۵ درجه سلسیوس و کمتر از ۲ درصد غلظت گاز اکسیژن بر اساس پذیرش کلی پانلیست‌ها ۲۸۴ روز تعیین گردید و رگرسیون خطی تابع درجه دوم بهترین برازش (R^2 بیشتر از ۹۸ درصد) را در تمامی سطوح مختلف اکسیژن برای پسته داشت. Polydera و همکاران (۷)، زمان ماندگاری آب پرتقال ناول را به روش سینتیک افت ویتامین C بررسی کردند، نتایج نشان داد که تیمار فشار بالا در مقایسه با پاستوریزاسیون حرارتی، منجر به حفظ بهتر ویتامین C در طی نگهداری پس از فرآیند آب پرتقال تازه در ۰ تا ۳۰ درجه سلسیوس می‌شود. بررسی‌ها نشان داد که عوامل محیطی به ویژه درجه حرارت نقش مهمی در ایجاد تغییرات در کیفیت پرتقال ایفا می‌کند و درجه حرارت‌های بالای نگهداری عمدتا منجر به افزایش افت کیفی این محصول می‌شود.

هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر استفاده از پوشش خوراکی کیتوزان به همراه بسته‌بندی اتمسفر اصلاح شده بر برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی نظیرسفتی بافت، میزان مواد جامد محلول، کلروفیل و ویژگی‌های حسی (بافت، رنگ، طعم، ظاهر و پذیرش کلی) خیار رقم رویال، و تخمین زمان ماندگاری این محصول با استفاده از روش ارزیابی حسی و سینتیک کاهش سفتی می‌باشد.

• مواد و روش‌ها

آماده سازی نمونه خیار: خیار رقم رویال (*Cucumis sativus L. cv. Royal*) در اندازه حدود ۱۵cm از مزرعه نمونه دانشگاه فردوسی مشهد خریداری شدند. نمونه هایی که دارای آسیب فیزیکی و آلودگی قارچی بودند، جدا شده و نمونه‌های سالم به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها با آب شسته شده، به مدت ۵ دقیقه در دی اکسید کلر ۰/۵٪ قرار داده شده و مجدداً ۲ بار با آب شسته شدند. نمونه‌ها در جریان ملایم هوا قرار گرفتند تا خشک شوند. سپس در همان روز پوشش دهی و بسته‌بندی شدند.

آماده سازی پوشش کیتوزان: جهت تهیه محلول کیتوزان، ۵ گرم کیتوزان با وزن مولکولی کم (Sigma-Aldrich, CAS: 9012-76-4) به ۵۰mL محلول اسید استیک (۱٪ v/v) اضافه شد و در طول شب روی شیکر قرار داده شد تا کاملاً حل شود. ۸۰۰ml آب مقطر به محلول اضافه شد. ۲ml توئین ۸۰ (CAS: 9005-65-6) به عنوان سورفکتانت و ۵ mL گلیسرول (CAS: 56-81-5 ۹۹٪) به عنوان نرم‌کننده به محلول اضافه شد. این مخلوط به مدت دو ساعت در دمای ۴۵°C هم زده شد تا مخلوط یکنواختی بدست آید. ۳ mL

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-04-20]

لیمـونن (Sigma-Aldrich, CAS: 5989-27-5) بـه تـدریج بـه مخلوط در حال هم زدن اضافه شد تا امولسـیون روغـن در آب یکنواختی بدست آیـد. نهایتـاً بـا اسـتفاده از آب مقطـر حجـم محلول به ۱۰۰۰ml رسیده و مخلوطی حاوی ۰/۵٪ کیتـوزان حاصل شد (۸).

پوشش دهی و بسته‌بندی نمونه هـا: نیمـی از خیارهـا در محلول پوشش دهی کیتوزان بـه مـدت ۱ دقیقـه و در دمـای محیط غوطه ور شدند و نیمی دیگـر در آب مقطـر بـه عنـوان نمونه‌های شاهد مورد استفاده قرار گرفتند (۸). سپس نمونه‌ها در جریان هـوا خشـک شـدند. نمونـه‌هـای پوشـش دار و هـم نمونه‌های شاهد به سه گروه تقسیم شده و در کیسه‌های پلـی اتیلنـی (ضـخامت ۸۰µm؛ نفوذپـذیری نسـبت بـه اکسـیژن: ۳۶۱۷ $ml.\mu m.m^{-2}.h^{-1}.atm^{-1}$؛ نفوذپـذیری نسـبت بـه دی اکسیدکربن: ۹۳۴۱ $ml.\mu m.m^{-2}.h^{-1}.atm^{-1}$) توسط دستگاه مپ Henkelman (Gustav Muller and Co., Bad Homburg, Germany) تحت سه اتمسفر A: هوای محـیط (۲۱٪ اکسـیژن + کمتر از ۰/۱٪ دی اکسید کربن) و دارای ۱۲ منفذ با قطـر ۶ میلـی متـر؛ B (مـپ فعـال): حـاوی ۱۰٪ اکسـیژن + ۵٪ گـاز اکسیژن؛ C (مپ غیرفعال): حاوی هوای محیط (۲۱٪ اکسیژن + کمتر از ۰/۱٪ دی اکسید کربن) بدون منفذ بسته‌بندی شده و در دمای ۴، ۱۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسـبی ۹۰-۸۵٪ و به مدت ۱۵ روز نگهداری شدند. آزمایشـات در فواصـل زمانی ۵ روز و هر کدام با ۳ تکرار انجام شدند.

تعیین میزان مواد جامد محلول TSS: بـرای تعیـین مـواد جامـد محلـول (TSS) از رفراکتـومتر دسـتی (ATAGO N1, ATAGO Inc., Kirkland, DC) استفاده شد (۹).

تعیین میزان کلروفیل خیار: برای اندازه گیری محتوای کلروفیل، حدود ۱ گرم پوست خیار توزین شد و استخراج کلروفیل b و a با استفاده از متانول و دستگاه اسپکتروفتومتر مدل vis 2100 انجام شد (۱۰).

$$Ca = 15.65\ A666 - 7.340\ A653 \qquad (۲-۳)$$

$$Cb = 27.05\ A653 - 11.21\ A666 \qquad (۳-۳)$$

$$\text{Total Chlorophyll} = \text{Chlorophyll a} + \text{Chlorophyll b}$$

اندازه گیری سفتی بافت خیار: برای انـدازه گیـری سـختی بافـت از دسـتگاه Lloyd Universal Testing Machine (Model LRX-2500N, Lloyd Instruments Ltd., Fareham and Hans, UK) استفاده شـد. در ایـن روش نیـروی فشـاری توسط یک پروب با عمق نفوذ ثابت (۵ میلی متر) و بـا سـرعت ۵۰ میلیمتر بر دقیقه نمونه را فشرده و سوراخ می‌کند (۱۱). از هر بسته ۳ میوه به طور تصـادفی بـرای انـدازه گیـری میـزان استحکام انتخاب شدند و اندازه گیری بر روی ۳ قسمت از هـر نمونه انجام شد.

ارزیابی حسی خیار: ارزیـابی حسـی بـا اسـتفاده از ۲۰ نفـر پانلیست آموزش دیده از دانشجویان گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد (در محدوده سنی ۲۰ تا ۳۰ سال) و با مقیاس هدونیک پنج نقطه ای (بد =۱، ضعیف =۲، متوسط =۳، خوب =۴ و بسیارخوب =۵) انجام گرفت (۱۲). در تمـام مـوارد نمونه‌ها به صـورت گـرد بـرش داده شـده و در ظـروف یکبـار مصرف دارای کدهای تصادفی قرار گرفت و ارزیابی ویژگی‌های حسی شامل سختی، رنگ، طعم، ظاهر و پـذیرش کلـی انجـام شد. فرض بر این بود که رد صفت حسی زمانی رخ می‌دهد که امتیاز کمتر از ۳/۵ باشد.

تعیین زمان ماندگاری: در روش تعیـین مانـدگاری بـه روش ارزیابی حسی با استفاده از تست‌های مناسب نظیـر هـدونیک، ابتدا پانلیست‌ها انتخاب و تعلیم داده می‌شوند، سپس اطلاعات جمـع آوری شـده و آنـالیز داده‌هـا انجـام مـی‌گیـرد. بنـابراین استفاده از روش حسی، اطلاعات نقطه انقطـاع دربـاره کیفیـت محصول را در اختیار ما قرار می‌دهد (۱۳). زمانی که از حرارت به عنوان عامل تشدید کننده فساد استفاده می‌شود با به دست آوردن زمان ماندگاری در دمای بالا، زمان مانـدگاری در دمـای پایین، از طریق برون‌یابی اطلاعات به دست آمـده پـیش بینـی می‌شود (۱۴، ۶). در این بررسی پس از انجـام ارزیـابی حسـی، نمره پذیرش کلی ۳/۵ (از ۵) بـه عنـوان نقطـه انقطـاع، بـرای پذیرش نمونه‌ها و پایان زمان ماندگاری محصول انتخاب شـد و پیشگویی زمان ماندگاری خیار، به روش Mizrahi (۱۵) انجام شد. پس از تعیین مدت زمان ماندگاری برای تمامی تیمارها در دماهای مورد بررسی، به منظور برآورد بهترین مدل پیشـگویی زمان ماندگاری خیار، اطلاعات با رگرسیون خطـی درجـه اول، درجـه دوم و نمـایی (First order, Second order and Exponential decay) برازش شدند و مقدار R^2 بـرای انتخـاب بهترین مدل مورد استفاده قرار گرفـت. از آنجـایی کـه سـفتی بافت خیار یکی از مهم ترین شاخص‌های کیفی خیار در طـول ماندگاری خیار اسـت و حفـظ ایـن خصوصـیت در طـول دوره انبارمانی بسیار حائز اهمیت است، لذا در این تحقیق محاسـبه مانـدگاری بـر اسـاس سـینتیک افـت سـفتی نیـز بـه روش Polydera و همکـاران (۷) انجـام شـد. همچنـین میـزان همبستگی نتایج زمان ماندگاری به دست آمده از روش حسـی و دستگاهی مورد بررسی قرار گرفت.

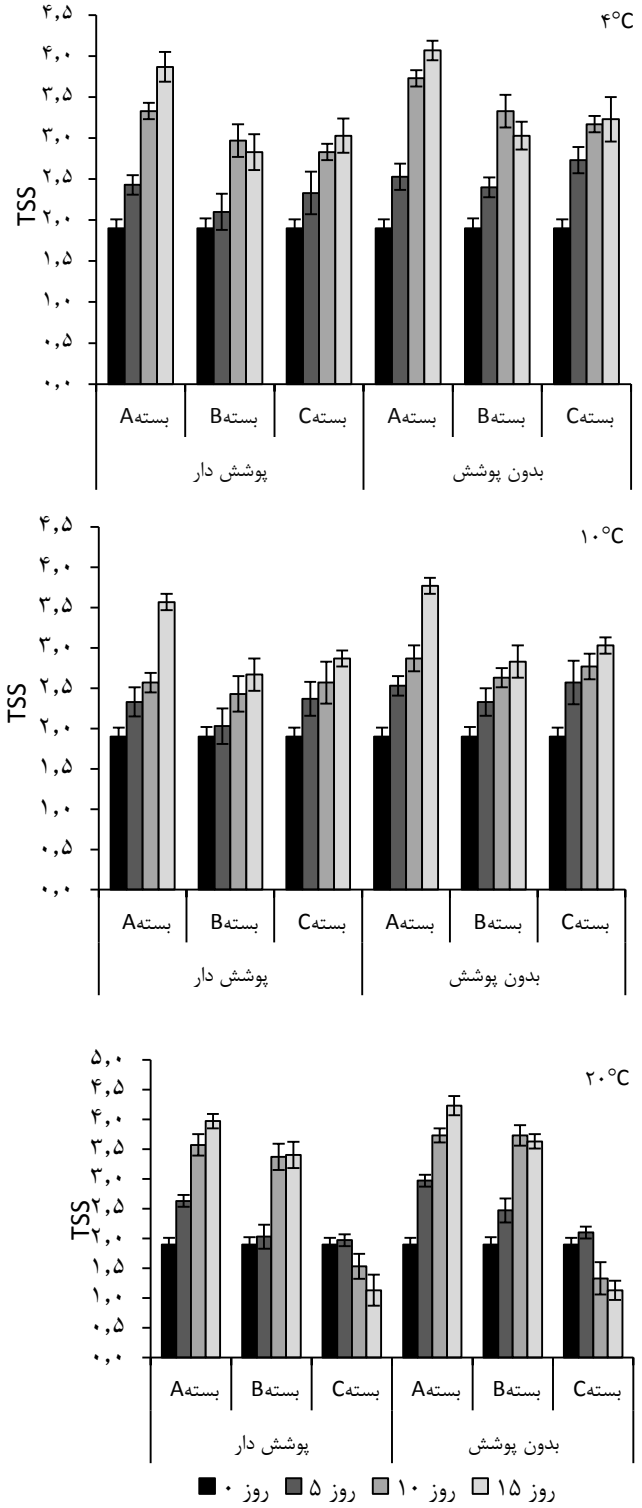
[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-04-20]

آنالیز آماری: نتایج حاصل از اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حسی با استفاده از طرح فاکتوریل با ۲ نوع پوشش (۰٪ و ۰/۵٪)، سه نوع بسته‌بندی (منفذدار، مپ فعال و مپ غیر فعال)، ۴ زمان نگهداری (روز اول، پنجم، دهم و پانزدهم) و ۳ دما (۴، ۱۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد) در قالب کاملاً تصادفی در سه تکرار به کمک نرم‌افزار آماری SPSS (Version, 2008) آنالیز شد. در صورت معنی‌دار شدن تیمارها، مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام گرفت. نمودارها توسط نرم افزار Office Excel (Version, 2010) رسم شدند.

• یافته‌ها

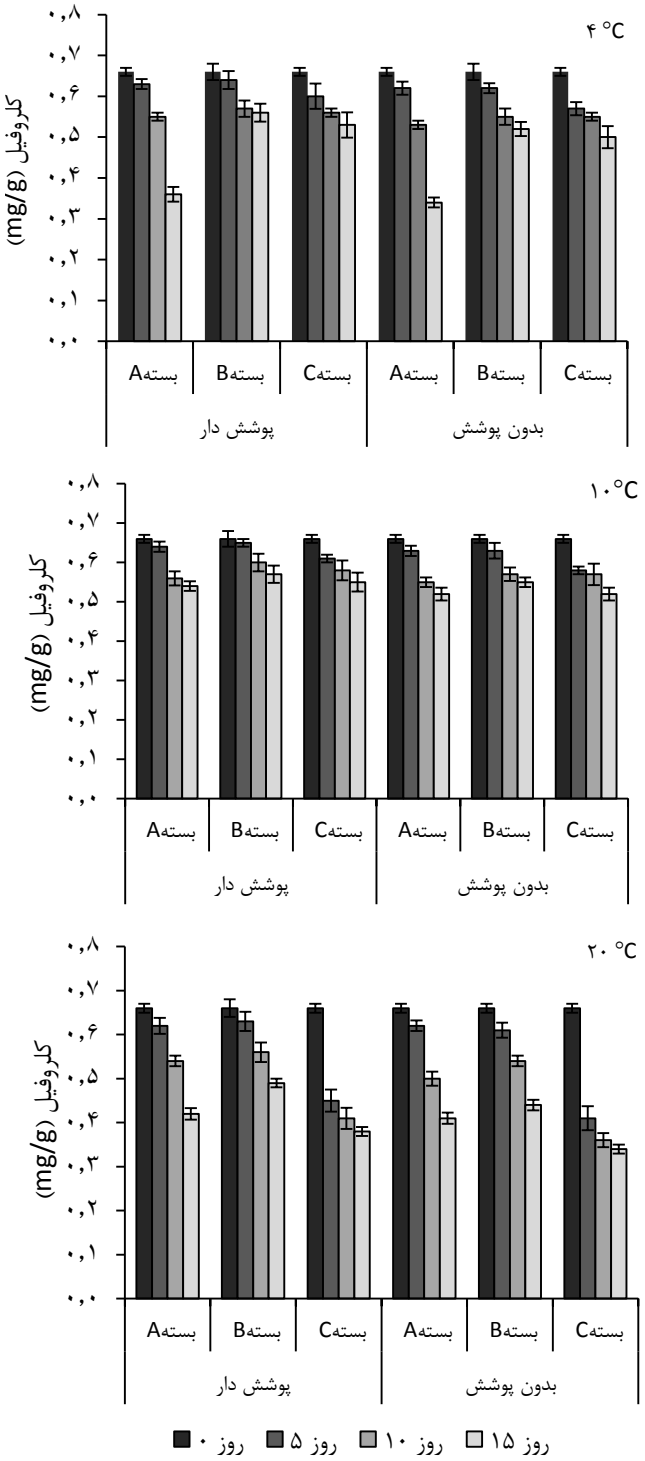
TSS خیار: آنالیز واریانس بر معنی‌دار بودن تأثیر تکی تمامی چهار عامل پوشش کیتوزان، بسته‌بندی، دما و مدت زمان نگهداری از لحاظ آماری ($p<0/05$) بر TSS خیارها دلالت دارد. شکل ۱ نشان می‌دهد که گذشت زمان در تمام تیمارها روی میزان مواد جامد محلول (TSS) از لحاظ آماری معنی‌دار بود. در حقیقت بیشترین تغییرات در میزان مواد جامد محلول مربوط به خیارهای بسته‌بندی شده در هوای معمولی (بسته A) و دمای ۲۰°C بود که همچنین دارای بیشترین افت وزن به علت از دست دادن رطوبت بودند.

میزان کلروفیل خیار: آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تکی چهار عامل پوشش کیتوزان، بسته‌بندی، دما و مدت زمان نگهداری بر میزان کلروفیل خیارها از لحاظ آماری ($p<0/05$) معنی‌دار است. شکل ۲ تغییرات میزان کلروفیل خیار را در شرایط مختلف طی ۱۵ روز نگهداری نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که تجزیه کلروفیل خیار با شروع دوره نگهداری نمونه‌ها آغاز شد. این تجزیه بصورت معنی‌داری در میوه‌های دارای پوشش با سرعت کمتری نسبت به میوه‌های فاقد پوشش رخ داد. علی رغم اینکه شرایط بسته‌بندی در حفظ کلروفیل بسیار تأثیرگذار است، هیچ تفاوت معنی‌داری در طی ۵ روز اول نگهداری در بسته‌بندی‌های مختلف در دمای ۴°C مشاهده نشد. میزان کلروفیل در نمونه‌های دارای پوشش بهتر حفظ شد که نشان دهنده تأثیر مثبت پوشش دهی به همراه سیستم مپ بود که آسیب‌های ناشی از سرما که منجر به زردی خیار می‌شود را به تأخیر انداخت. نگهداری بسته‌های با اتمسفر اصلاح شده در ۲۰°C باعث کاهش بیشتر میزان کلروفیل و تغییر رنگ نمونه‌ها به سمت قهوه‌ای شد.



شکل ۱. تأثیر پوشش کیتوزان، بسته‌بندی (منفذدار A، مپ فعال B، مپ غیرفعال C)، زمان نگهداری و دما روی TSS خیار رقم رویال (Means ± SD (n = 3)).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-04-20]



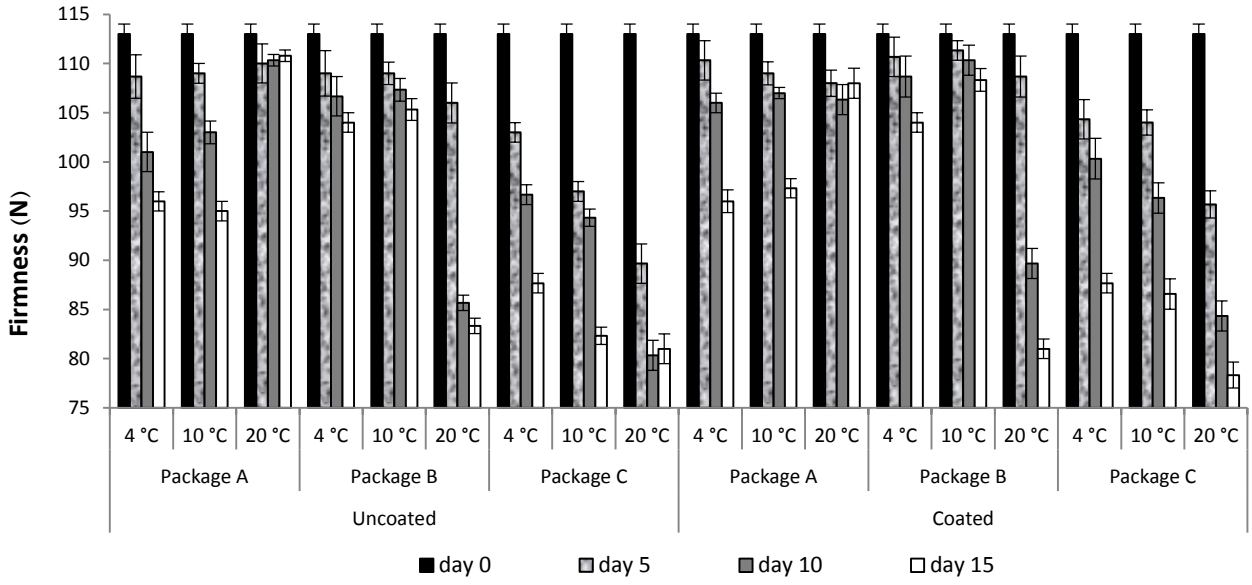
شکل ۲. تأثیر پوشش کیتوزان، بسته‌بندی (منفذدار A، مپ فعال B، مپ غیرفعال C)، زمان نگهداری و دما روی میزان کلروفیل در خیار رقم رویال (Means ± SD (n = 3)).

سفتی بافت خیار: بر اساس آنالیز واریانس، تأثیر هر چهار عامل: پوشش کیتوزان، بسته‌بندی، دما و مدت زمان نگهداری بر سفتی خیارها از لحاظ آماری معنی‌دار بود (p<۰/۰۵). حفظ سفتی خیارها با تیمارهای مختلف در شکل ۳ نشان داده شده است. تقریباً در تمام تیمارها سفتی از لحاظ آماری با گذشت زمان کاهش یافت. الگوی کاهش سفتی از لحاظ آماری (p<۰/۰۵) در دمای ۴ °C و ۱۰ مشابه یکدیگر بود و تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در هر دو دما، سفتی در بهترین حالت در بسته‌بندی B حفظ شد و میوه دارای پوشش نسبت به میوه فاقد پوشش از لحاظ آماری افت سفتی کمتری را نشان داد. با این وجود، نمونه‌ها در بسته منفذدار A در دمای ۲۰°C و در روز ۱۵ از لحاظ آماری سفتی بالاتر و قابل توجهی داشتند. نمونه‌های بسته B و C در دمای ۲۰°C بعد از ۱۵ روز نگهداری از لحاظ آماری (p<۰/۰۵) کمترین میزان سفتی را نشان دادند.

آنالیز حسی خیار: آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر هر چهار عامل مورد بررسی (پوشش کیتوزان، بسته‌بندی، دما و زمان نگهداری) از نظر آماری بر خواص ارگانولپتیکی خیار طی نگهداری معنی‌دار بودند (p<۰/۰۵). شکل ۴ خصوصیات حسی خیارها را نشان می‌دهد و خط نقطه چین (۳/۵) محدوده قابل قبول است. به جز ظاهر بسته C در دمای ۲۰°C، تمام خصوصیات نمونه‌ها در روز ۵ از لحاظ آماری قابل قبول بودند.

دمای ۲۰°C در روز۱۰ام همچنین منجر به عدم پذیرش تمام خصوصیات حسی خیارهای دارای پوشش و فاقد پوشش در بسته C و همچنین عدم پذیرش سختی و طعم نمونه‌ها در بسته B شد. در روز ۱۵ و در دمای ۴°C، فقط نمونه‌های دارای پوشش در بسته B از لحاظ آماری مورد پذیرش کلی بودند در حالی که رنگ هیچکدام از نمونه‌ها از نظر آماری مورد قبول نبود. تمام خصوصیات بسته C در روز ۱۵ و در دمای ۱۰°C مردود شدند، در حالی که بقیه نمونه‌ها از نظر آماری بطور کلی پذیرفته شدند. با این وجود، بسته B تنها بسته‌بندی مورد قبول در زمینه رنگ بود. در دمای ۲۰°C در روز آخر، هیچ نمونه‌ای به جز سفتی نمونه‌های نگهداری شده در بسته A (در تعادل با هوا) پذیرفته نشد که می‌تواند به‌دلیل دهیدراتاسیون و افزایش سفتی باشد. همانطور که مشاهده شد، نمونه‌ها در دمای ۱۰°C امتیاز بالاتری را کسب کردند. بر خلاف کاهش امتیازات در طول زمان، نمونه‌های دارای پوشش و فاقد پوشش در بسته B و نمونه‌های دارای پوشش در بسته A از لحاظ آماری بیشتر مورد پذیرش بودند.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-04-20]



شکل ۳. تأثیر پوشش کیتوزان، بسته‌بندی (منفذدار A، مپ فعال B، مپ غیرفعال C)، زمان نگهداری و دما روی سفتی خیار رقم رویال (Means ± SD (n = 3)).

جدول ۱. ضریب رگرسیونی ثابت سرعت کاهش سفتی خیار رقم رویال (k)

تیمار	۴ °C		۱۰ °C		°C۲۰	
	R^2	k	R^2	k	R^2	k
PA-NC	۰/۸۹	۰/۰۰۱۳	۰/۹۲	۰/۰۰۲۹	۰/۹۸	۰/۰۰۵۱
PB-NC	۰/۹۹	۰/۰۰۵۴	۰/۹۷	۰/۰۰۷۳	۰/۹۲	۰/۰۲۲۵
PC-NC	۰/۹۹	۰/۰۱۶۵	۰/۹۵	۰/۰۱۹۶	۰/۸۱	۰/۰۲۲۲
PA-C	۰/۸۶	۰/۰۰۲۷	۰/۹۳	۰/۰۰۳۱	۰/۹۵	۰/۰۰۳۶
PB-C	۰/۹۵	۰/۰۰۵۳	۰/۹۵	۰/۰۰۷۴	۰/۹۵	۰/۰۲۳۸
PC-C	۰/۹۵	۰/۰۱۶	۰/۹۹	۰/۰۱۷۵	۰/۹۷	۰/۰۲۴۵

PA (بسته هوای معمولی- منفذدار)، PB (بسته مپ فعال)، PC (بسته مپ غیرفعال)؛ NC (بدون پوشش)، C (پوششدار)

مدل سازی زمان ماندگاری: تعیین ثابت سرعت افت سفتی (k) و انرژی فعال سازی (Ea) در خیار: کاهش سفتی و تردی خیار به عنوان یک پارامتر کلیدی برای تعیین کیفیت و زمان ماندگاری آن در نظر گرفته می‌شود. در طی نگهداری میزان سفتی خیار با سرعتی که بستگی به دمای نگهداری و شرایط بسته‌بندی دارد، به تدریج کاهش می‌یابد (۷). از آنجایی که کاهش سفتی خیار در دمای نگهداری ثابت از سینتیک درجه اول پیروی می‌کند (معادله ۱) با رسم نمودار Ln C در مقابل زمان، ثابت سرعت (k) بدست آمد.

$$Ln\ C = Ln\ C_0 - kt \quad (۱)$$

C میزان سفتی خیار (N) در زمان t، C_0 میزان سفتی خیار در زمان صفر، k سرعت کاهش سفتی، t زمان نگهداری (روز).

با توجه به داده‌های آزمایشگاهی (شکل ۳)، نیروی لازم برای ورود پروب به داخل خیار با افزایش دما کاهش یافت و این کاهش در ۲۰°C (نسبت به ۴ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد) از لحاظ آماری (P <۰/۰۵) قابل توجه تر بود. نتایج مدل خطی سرعت کاهش سفتی خیار حاصل از معادله ۱ در جدول ۱ مشخص نمود که مقدار k با افزایش دما به طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) افزایش می‌یابد و ضرایب همبستگی بالا نشان دهنده تطبیق خوب بین داده‌های آزمایشگاهی و مدل می‌باشد. برای تعیین وابستگی ثابت سرعت به دما از رابطه آرنیوس استفاده شد (معادله ۲) و با رسم نمودار تغییرات lnk بر حسب $\frac{1}{T}$ ، نمودار خطی به دست آمد که $-\frac{Ea}{R}$ شیب آن و A عرض از مبدا آن بود (جدول ۲).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-04-20]

$$(۲)\ k = Ae^{-\frac{Ea}{RT}}$$

A فاکتور فرکانس واکنش، Ea انرژی فعالسازی (KJ/mol) و R ثابت جهانی گازها (۸/۳۱۴ J/mol.K) می‌باشد.

$$(۳)\quad Lnk = -\frac{Ea}{R}\left(\frac{1}{T}\right) + Ln\,A$$

انرژی فعال‌سازی Ea (Activation Energy) بیان کننده میزان کاهش سفتی تحت شرایط تجربی با دما می‌باشد. همان‌طور که در جدول ۲ مشخص شده است نمونه‌های داخل بسته‌بندی مپ فعال و همچنین نمونه‌های پوشش دار انرژی فعال سازی بالاتری دارند به استثنای نمونه‌های نگهداری شده در بسته‌بندی هوای معمولی که نمونه پوشش‌دار E_a کمتری نسبت به نمونه بدون پوشش دارد.

جدول ۲. نتایج رگرسیونی حاصل از مدل آرنیوس برای خیار رقم رویال

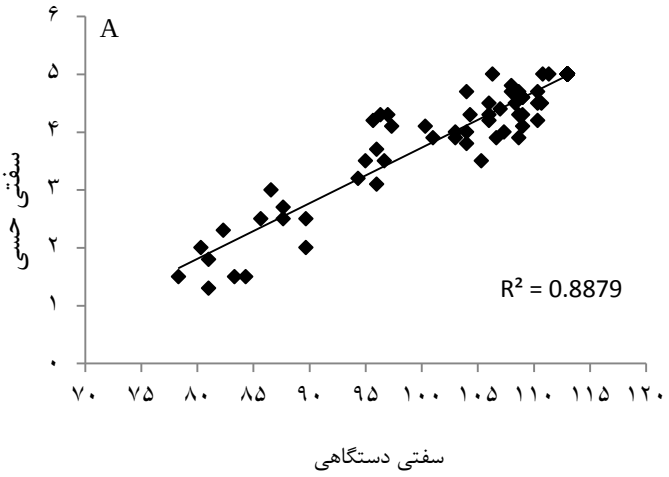
تیمار	E_a (KJ/mol)	A	R^2
PA-NC	۵۵/۰۸	۱۷/۳۸۵	۰/۹۴
PB-NC	۶۱/۷۴	۲۱/۴۸۹	۰/۹۶
PC-NC	۱۲/۱۶	۱/۱۹۹۵	۰/۹۵
PA-C	۲۷/۵	۵/۹۸۰۳	۰/۹۶
PB-C	۶۴/۸۸	۲۲/۸۳۴	۰/۹۷
PC-C	۱۸/۴۴	۳/۸۴۰۶	۰/۹۶

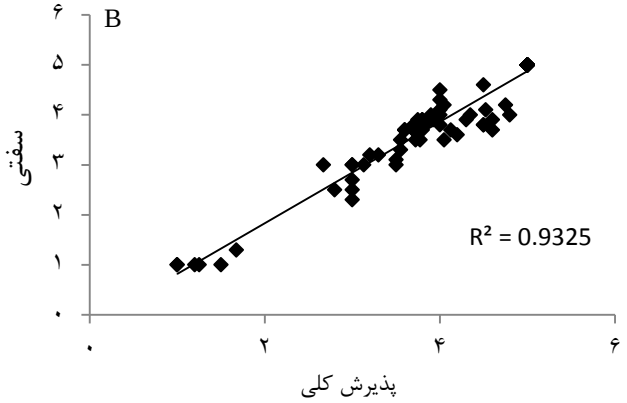
PA (بسته هوای معمولی- منفذدار)، PB (بسته مپ فعال)، PC (بسته مپ غیرفعال)؛ NC (بدون پوشش)، C (پوششدار)

همبستگی بین نتایج سفتی و پذیرش کلی: ارتباط بین نتایج سفتی دستگاهی و سفتی حسی و همچنین سفتی حسی و پذیرش کلی در شکل ۵ نشان داده شده است. آنالیز پیرسون بر همبستگی معنی‌دار نتایج به‌دست آمده از دو روش دلالت داشت.

تخمین ماندگاری خیار به روش ارزیابی حسی (سفتی و پذیرش کلی): نتایج رگرسیون خطی (Linear Regression) و تخمین زمان ماندگاری خیار با بسته‌بندی‌های مختلف و برای دماهای مختلف نگهداری (۴، ۱۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد) در جدول ۳ آمده است. با توجه به نتایج به دست آمده، استفاده از پوشش خوراکی کیتوزان و بسته‌بندی مپ فعال سبب افزایش زمان ماندگاری خیار شده است.

درجه حرارت مهم‌ترین فاکتور بیرونی است که در مکانیسم فساد مؤثر است، بنابراین در تمامی مطالعات ماندگاری اثر دما باید بررسی شود. درجه حرارت‌های بالای نگهداری، عمدتا منجر به افزایش فساد کیفی می‌شود. همان طور که در جدول ۳ نشان داده شده است زمان ماندگاری تمامی تیمارها با افزایش دمای نگهداری کاهش یافته است. کمترین زمان ماندگاری مربوط به خیار در بسته‌بندی مپ غیر فعال (پوشش دار PC-C و بدون پوشش PC-NC) نگهداری شده در دمای ۲۰°C بود (۵ روز). نمونه پوشش‌دار در بسته مپ فعال (PB-C) و نگهداری شده در ۴°C با ۱۷ روز بیشترین زمان ماندگاری را داشت.





شکل ۵. همبستگی بین نتایج میزان سفتی دستگاهی و حاصل از ارزیابی حسی (A) و میزان سفتی و پذیرش کلی حاصل از ارزیابی حسی (B) خیار رقم رویال

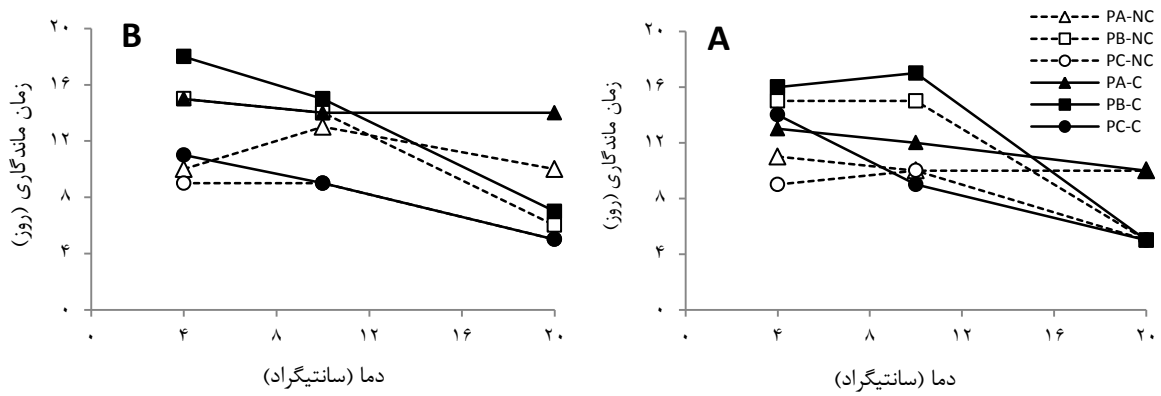
[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-04-20]

جدول ۳. معادلات خطی مدل زمان ماندگاری، R^2 و ماندگاری تخمین زده شده خیار رقم رویال از طریق سفتی تحت شرایط نگهداری مختلف (x: ماندگاری، y: نقطه انقطاع ۳/۵)

دما (°C)	تیمار	پذیرش کلی			سفتی		
		معادله مدل	R^2	ماندگاری (روز)	معادله مدل	R^2	ماندگاری (روز)
۴	PA-NC	۵/۲۰x + ۰/۱۵۹۵y = -	۰/۹۵	۱۰	۴/۸۲x + ۰/۱۱۶y = -	۰/۹۱	۱۱
	PB-NC	۴/۹۸x + ۰/۰۹۶y = -	۰/۹۹	۱۵	۴/۷۹x + ۰/۰۸۲y = -	۰/۸۵	۱۵
	PC-NC	۵/۰۹x + ۰/۱۶۱۵y = -	۰/۹۷	۹	۴/۸۷x + ۰/۱۴۶y = -	۰/۹۷	۹
	PA-C	۵/۱۲x + ۰/۱۰۲y = -	۰/۹۶	۱۵	۴/۷۷x + ۰/۰۹۶y = -	۰/۸۷	۱۳
	PB-C	۵/۰۹x + ۰/۰۸۶y = -	۰/۹۸	۱۷	۴/۸۴x + ۰/۰۸۲y = -	۰/۹۱	۱۶
	PC-C	۵/۱۵x + ۰/۱۴۲۵y = -	۰/۹۳	۱۳	۴/۷۷x + ۰/۱۲۶y = -	۰/۹۱	۱۴
۱۰	PA-NC	۴/۷۸x + ۰/۰۹۴y = -	۰/۸۷	۱۳	۴/۷۹x + ۰/۱۲۲y = -	۰/۹۰	۱۰
	PB-NC	۴/۷۶x + ۰/۰۸۸y = -	۰/۸۳	۱۴	۴/۷۹x + ۰/۰۸۲y = -	۰/۸۵	۱۵
	PC-NC	۴/۶۶x + ۰/۱۲۸y = -	۰/۸۴	۹	۴/۸۴x + ۰/۱۷۲y = -	۰/۹۷	۱۰
	PA-C	۴/۷۷x + ۰/۰۹۱y = -	۰/۸۵	۱۴	۴/۸۳x + ۰/۱۰۴y = -	۰/۹۱	۱۲
	PB-C	۴/۷۵x + ۰/۰۸y = -	۰/۸۹	۱۵	۴/۹۴x + ۰/۰۸۲y = -	۰/۹۷	۱۷
	PC-C	۴/۷۱x + ۰/۱۲۸y = -	۰/۸۸	۹	۴/۷۰x + ۰/۱۳y = -	۰/۸۷	۹
۲۰	PA-NC	۵/۱۸x + ۰/۱۵۶۳y = -	۰/۹۶	۱۰	۴/۷۳x + ۰/۱۲۴y = -	۰/۸۸	۱۰
	PB-NC	۵/۱۴x + ۰/۲۵۲y = -	۰/۹۷	۶	۵/۱۷x + ۰/۲۹۶y = -	۰/۹۲	۵
	PC-NC	۴/۷۹x + ۰/۲۴۹۵y = -	۰/۸۳	۵	۴/۹x + ۰/۲۸y = -	۰/۸۳	۵
	PA-C	۵/۰۹x + ۰/۱۱۸۱y = -	۰/۸۸	۱۴	۴/۷۸x + ۰/۱۲۴y = -	۰/۹۱	۱۰
	PB-C	۵/۳x + ۰/۲۴y = -	۰/۹۶	۷	۵/۲۷x + ۰/۳۰۶y = -	۰/۸۷	۵
	PC-C	۵/۰۲x + ۰/۳۰۱y = -	۰/۸۸	۵	۵/۰۸x + ۰/۳۰۴y = -	۰/۸۷	۵

PA (بسته هوای معمولی- منفذدار)، PB (بسته مپ فعال)، PC (بسته مپ غیرفعال)؛ NC (بدون پوشش)، C (پوششدار)

شکل ۶ منحنی تخمین ماندگاری خیار با بسته‌بندی‌ها و دماهای مختلف نگهداری را نشان می‌دهد. به منظور برآورد بهترین مدل پیشگویی زمان ماندگاری خیار، اطلاعات با رگرسیون خطی درجه اول، درجه دوم و نمایی برازش شدند و مقدار R^2 برای انتخاب بهترین مدل مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۴). نتایج نشان داد که تابع درجه دوم با مقادیر R^2 بالاتر، بهترین برازش را برای تمامی تیمارها داشته است.



شکل ۶. نمودار تخمین ماندگاری برای خیار رقم رویال از طریق ارزیابی حسی A: سفتی، B: پذیرش کلی. PA (بسته‌بندی هوای معمولی- منفذدار)، PB (بسته‌بندی مپ فعال)، PC (بسته مپ غیرفعال)؛ NC (بدون پوشش)، C (پوششدار)

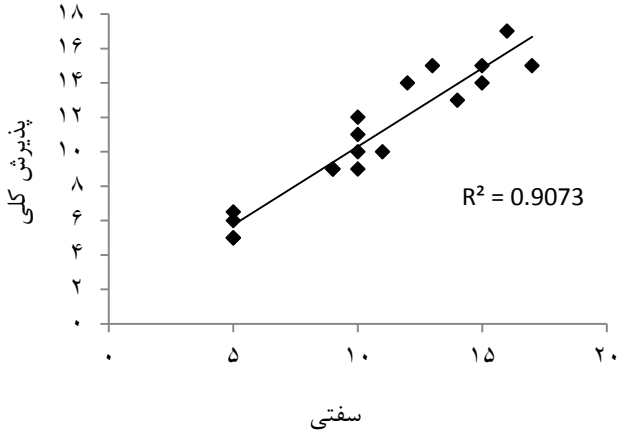
[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-04-20]

جدول ۴. انواع معادلات رگرسیونی و پارامترهای آن برای تخمین زمان ماندگاری خیار رقم رویال (x: دما، Y: زمان ماندگاری)

معادله	تیمار	پذیرش کلی				سفتی			
		y_0	b	a	R^2	y_0	b	a	R^2
$Y=y_0+aX$	PA-NC	۱۱/۳۵	-	-۰/۰۳۱	۰/۷۲	۱۰/۹۷	-	-۰/۰۵۶	۰/۷۶
	PB-NC	۱۸/۳۲	-	-۰/۵۸۷	۰/۹۲	۱۹/۱۸	-	-۰/۶۶۳	۰/۸۶
	PC-NC	۱۰/۶۷	-	-۰/۲۶۵	۰/۸۶	۱۱/۱۲	-	-۰/۲۷۵	۰/۷۱
	PA-C	۱۴/۹۷	-	-۰/۰۵۶	۰/۷۲	۱۳/۸۱	-	-۰/۱۸۹	۰/۹۳
	PB-C	۲۱/۲۵	-	-۰/۶۹۹	۰/۹۸	۲۱/۰۵	-	-۰/۷۴	۰/۸۱
	PC-C	۱۲/۶۱	-	-۰/۳۷۷	۰/۹۴	۱۵/۵۲	-	-۰/۵۴۶	۰/۹۶
$Y=y_0+bX+aX^2$	PA-NC	۶	۱/۲	-۰/۰۵	۰/۹۹	۱۲/۰۸۳	-۰/۳۱۲	۰/۰۱۰	۰/۹۷
	PB-NC	۱۴/۰۸۳	۰/۳۹	۰/۰۳۹	۰/۹۹	۱۲/۵	۰/۸۷۵	۰/۰۶۲	۰/۹۹
	PC-NC	۸	۰/۳۵	-۰/۰۲۵	۰/۹۸	۶/۶۶۷	۰/۷۵	-۰/۰۴۲	۰/۹۶
	PA-C	۱۶/۰۸۳	-۰/۳۱۳	۰/۰۱۰	۰/۹۷	۱۳/۵۸۳	-۰/۱۳۷	-۰/۰۰۲	۰/۹۸
	PB-C	۱۹/۲۵	-۰/۲۳۸	-۰/۰۱۹	۰/۹۹	۱۱/۹۱۷	۱/۳۶۲	-۰/۰۸۵	۰/۹۹
	PC-C	۱۲/۱۶۷	-۰/۲۷۵	-۰/۰۰۴	۰/۹۹	۱۸/۴۱۷	-۱/۲۱۳	۰/۰۲۷	۰/۹۹
$Y=ae^{-bX}$	PA-NC	-	۰/۰۳	۱۱/۲۵	۰/۶۲	-	۰/۰۵	۱۰/۹۷	۰/۶۱
	PB-NC	-	۰/۰۶	۱۲/۳۴	۰/۹۰	-	۰/۰۷۳	۲۳/۷۵	۰/۸۶
	PC-NC	-	۰/۰۳۹	۱۱/۵۱	۰/۸۶	-	۰/۰۴	۱۲/۰۷	۰/۷۵
	PA-C	-	۰/۰۴	۱۴/۹۷	۰/۶۱	-	۰/۰۱۷	۱۳/۹۹	۰/۹۷
	PB-C	-	۰/۰۶۱	۲۴/۶۲	۰/۹۶	-	۰/۰۷۸	۲۶/۷۵	۰/۸۳
	PC-C	-	۰/۰۵	۱۳/۹۸	۰/۹۸	-	۰/۰۶۴	۱۷/۶۶	۰/۹۶

PA (بسته هوای معمولی- منفذدار)، PB (بسته مپ فعال)، PC (بسته مپ غیرفعال)؛ NC (بدون پوشش)، C (پوششدار)

ارتباط بین نتایج زمان ماندگاری به دست آمده از دو فاکتور ارزیابی حسی (سفتی و پذیرش کلی) در شکل ۷ آمده است. آنالیز پیرسون بر همبستگی قوی و معنی‌دار نتایج زمان ماندگاری بدست آمده از دو روش دلالت داشت (r= ۰/۹۵۵ ؛ P<۰/۰۵). در مطالعات مختلف برای ارزیابی زمان ماندگاری محصول از روش ارزیابی حسی استفاده شده است (۱۶). با توجه به نتایج مطالعه حاضر هر دو روش، کارایی لازم برای پیش بینی زمان ماندگاری را دارند.



شکل ۷. همبستگی بین زمان ماندگاری (روز) بر اساس سفتی و پذیرش کلی حاصل از ارزیابی حسی خیار رقم رویال

• بحث

افزایش میزان مواد جامد محلول با گذشت زمان ممکن است به دلیل از دست دادن رطوبت خیارها باشد. مشخص شده است که حل شدن پلی‌اورونیدها (polyuronide) و همی سلولزهای دیواره سلولی در خیار رسیده ممکن است منجر به افزایش میزان مواد جامد محلول شود (۱۱). تأثیر معنی‌دار پوشش در حفظ مواد جامد محلول در سطوح پایین در بسته B و در هر سه دما نشان دهنده تأثیر مثبت استفاده توام از پوشش‌دهی و سیستم مپ است. Khorram و همکاران (۱۷) گزارش کردند که پوشش تأثیر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول نارنگی نداشته است که با نتایج بدست آمده توسط Moalemiyan & Ramaswamy (۲) و نتایج حاصل از این تحقیق در مغایرت بود. افزایش مواد جامد محلول ممکن است به علت تبدیل پلی‌ساکاریدها به قندها در بافت میوه باشد که با استفاده از روش مپ که با عث کاهش سرعت تنفس می‌گردد این تبدیل با سرعت کمتری اتفاق می‌افتد. افزایش مواد جامد محلول در طی زمان نگهداری در مورد میوه هایی نظیر گوآوا (۱۸)، آووکادو (۹) و سیب (۱۹) گزارش شده است. از آنجایی که TSS در کنار pH یک فاکتور کلیدی در ایجاد طعم خیار است، حفظ مقدار مواد جامد محلول ضروری است

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-04-20]

که با استفاده از پوشش کیتوزان همراه با سیستم مپ به خوبی قابل دستیابی است.

قهوه‌ای شدن خیارها در بسته‌های اتمسفر اصلاح شده در دمای ۲۰°C می‌تواند به علت تبدیل کلروفیل به فئوفیتین در غلظت‌های بالای CO_2 و ایجاد شرایط اسیدی در بسته‌ها باشد (۹). نتایج حاصل از پژوهش Moalemiyan & Ramaswamy (۲) که به بررسی تأثیر پوشش کیتوزان بر روی خیار پرداختند و همچنین نتایج حاصل از پژوهش‌های Guillén و همکاران (۲۰) که به بررسی تأثیر پوشش خوراکی و سیستم مپ بطور همزمان پرداختند تأییدی بر نتایج به دست آمده از این پژوهش است.

سفتی یک مشخصه اساسی برای عمر پس از برداشت و کیفیت میوه محسوب می‌شود. خیار میوه‌ای است که در طول مدت نگهداری، به دلیل کاهش آب و آسیب پذیری در برابر آلودگی قارچی، مستعد از دست دادن سریع سفتی خود است. در دمای ۲۰°C، کاهش سریع سفتی در بسته‌های مپ (B و C) اتفاق افتاد. چنین امری می‌تواند با تخمیر در ارتباط باشد که باعث فساد و نرم شدن بافت می‌گردد. به نظر می‌رسد که پوشش و مپ در حفظ آب میان بافتی مؤثر هستند که به طور معنی‌داری افت سفتی را کاهش می‌دهند (۲۱). تأثیر پوشش کیتوزان همچنین برای کند ساختن روند نرم شدن، احتمالاً به دلیل اینکه پوشش بر روی میوه به عنوان مانعی در مقابل جذب O_2 عمل می‌کند تایید شده است که منجر به کاهش فعالیت متابولیک و رسیدن میوه می‌شود (۲۲). سفتی بیشتر در بسته منفذدار A در دمای ۲۰°C و در روز ۱۵، به‌دلیل دهیدراتاسیون حاصل از تبخیر رطوبت می‌باشد (۲۳). کمترین میزان سفتی در نمونه‌های داخل بسته B و C در دمای ۲۰°C بعد از ۱۵ روز نگهداری به دلیل تخمیر به همراه تأثیر فساد و نرم‌شدن بر روی بافت می‌باشد (۲۳). تجزیه لایه میانی دیواره سلولی بافت پارانشیمی، قدرت دیواره سلولی، ارتباط سلول با سلول و تورم سلولی می‌تواند بر سفتی میوه تأثیر گذارد (۲۴). یافته‌های حاصل از این تحقیق مشابه گزارش‌های ارائه شده توسط Arnon و همکاران که روی مرکبات مطالعه کردند (۲۵) و Xiao و همکاران با بررسی اثر پوشش خوراکی روی گلابی (۲۶) همخوانی دارد.

عدم پذیرش خصوصیات ارگانولپتیک نمونه‌ها در دمای ۲۰°C در روز۱۰ام در بسته C می‌تواند به‌دلیل pH پایین حاصل از افزایش نرخ تنفس در دمای بالا و پیشروی محیط بسته باشد که بر بافت و طعم تأثیر می‌گذارد. تأثیر مثبت پوشش و مپ بر خواص ارگانولپتیکی نارنگی و هویج به ترتیب توسط Khorram و همکاران (۱۷) و Dawange و همکاران (۲۷) در پژوهش‌های پیشین نیز تأیید شده است. این نتایج نشان می‌دهد که پنلیست‌ها بر این باورند که نگهداری در دمای ۲۰°C برای مدت طولانی بخصوص تحت شرایط مپ غیرفعال (بسته C) شیوه‌ای مناسب برای حفظ مشخصه‌های کیفی خیار محسوب نمی‌شود.

بالاتر بودن انرژی فعال سازی نشان دهنده کمتر بودن سرعت واکنش می‌باشد. نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج Nannyonga و همکاران (۲۸) همخوانی دارد. تعیین مدت زمان نگهداری و تغییراتی که در حین نگهداری اتفاق می‌افتد، مستلزم داشتن اطلاعات دقیق در مورد سیستم غذایی، شرایط فرآوری، بسته بندی و نگهداری می‌باشد. سیستم‌های غذایی را می‌توان به صورتی تغییر داد که مدت زمان نگهداری محصول افزایش یابد (۲۹). پوشش خوراکی به عنوان بازدارنده رطوبت و گاز عمل می‌کند و رشد میکروبی را کنترل و رنگ و بافت را حفظ می‌نماید و به طور مؤثری می‌تواند عمر انباری محصول را افزایش دهد. کاهش زمان ماندگاری خیارها در دمای بالا با توجه به تأثیر دما بر مقدار از دست دادن آب میوه و در نتیجه بر ویژگی‌های حسی خیار دور از انتظار نمی باشد. مطالعات Mohammadi و همکاران (۳۰) نشان داد که پوشش کیتوزان به همراه اسانس روغنی پتانسیل زیادی در افزایش زمان ماندگاری خیار داشت. Leceta و همکاران (۳۱) نیز گزارش کردند که استفاده تلفیقی پوشش کیتوزان و مپ نسبت به استفاده هر کدام به تنهایی تأثیر بیشتری در افزایش زمان ماندگاری هویج داشت.

نتایج حاصل از مطالعات پورشریف و همکاران (۳۲) روی تأثیر دما بر خصوصیات کیفی و ماندگاری پرتقال تامسون ناول را با استفاده از پوشش کیتوزان- آلوئه‌ورا و مپ تعیین کردند. آنها گزارش کردند که بیشترین زمان ماندگاری (۱۰۶ روز) در نمونه‌های پوشش‌دار در بسته منفذدار و نگهداری شده در دمای ۱۰°C تخمین زده شد. بیشترین زمان ماندگاری پسته خام خشک، تحت شرایط ۵°C و کمتر از ۲ درصد غلظت گاز اکسیژن بر اساس پذیرش کلی پانل‌ها ۲۸۴ روز تعیین شده است (۶).

• References

1. Shahdadi Sardo A, Sedaghat N, Taghizade M. Milani E. Effect of packaging type and chitosan edible coating on the physico-chemical and sensory characteristics of Royal Greenhouse cucumber during storage conditions. Iranian Food Sci Technol Res 2017; J 13: 363-378 [in Persian].

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-04-20]

2. Moalemiyan M, Ramaswamy HS. Quality Retention and Shelf-life Extension in Mediterranean Cucumbers Coated with a Pectin-based Film. J Food Res 2012; 1: 159-168.

3. Elsabee M, Abdou ES. Chitosan based edible films and coatings: A review. Mater Sci Engi 2013; 33: 1819-41.

4. Oliveira A, Alexandre EMC, Coelho M, Gomes MH, Almeida DPF, Pintado M. Effect of modified atmosphere on polyphenols during storage of pasteurised strawberry purées. LWT - Food Sci Technol 2015; 60: 377-384.

5. Varidi, M. Shelf life estimation of butter [Ph.D dissertation]. Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture; 2000 [in Persian].

6. Sedaghat, N. Modeling of storage and packaging conditions of raw dry pistachio nuts. [Ph.D dissertation]. Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture; 2004 [in Persian].

7. Polydera AC, Stoforos NG, Taoukis PS. Quality degradation kinetics of pasteurised and high pressure processed fresh Navel orange juice: Nutritional parameters and shelf life. Innov Food Sci Emerg 2005; 6: 1 – 9.

8. Wu D, Sun D-W. Food colour measurement using computer vision. In: Kilcast D, editor. Instrumental assessment of food sensory quality. Cambridge: Woodhead Publishing; 2013: 165-189.

9. Maftoonazad N, Ramaswamy HS. Effect of pectin-based coating on the kinetics of quality change associated with stored avocados. J Food Process Pres 2008; 32: 621-643.

10. Dere S, Güneş T, Sivaci R. Spectrophotometric Determination of Chlorophyll A, B and Total Carotenoid Contents of Some Algae Species Using Different Solvents. Turk J Bot 1988; 22: 13-17.

11. Hernández-Munoz P, Almenar E, Valle VD, Velez D, Gavara R. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (Fragaria x ananassa) quality during refrigerated. Food Chem 2008; 110: 428-35

12. Benítez S, Achaerandio I, Pujol M, Sepulcre F. Aloe vera as an alternative to traditional edible coatings used in freshcut fruits: A case of study with kiwifruit slices. LWT- Food Sci Technol 2013; 61: 184-193.

13. Corradini MG, Peleg M. Shelf-life estimation from accelerated storage data. Trend Food Sci Technol 2007; 18: 37-47.

14. Subramanian P, Kilcast D. The stability and shelf life of food. Wood head Publishing, CRC Press, Cambridge, England, 2000.

15. Mizrahi S. Accelerated shelf life testing of foods. In: Kilcast D, Subramaniam P. Food and Beverage Stability and Shelf Life. Woodhead Publishing Limited; 2011: 482-500.

16. Leizerson S, Shimoni E. Stability and Sensory Shelf Life of Orange Juice Pasteurized by Continuous Ohmic Heating. J Agr Food Chem 2005; 53: 4012-4018.

17. Khorram F, Ramezanian A, Hosseini SMH. Effect of different edible coatings on postharvest quality of 'Kinnow' mandarin. J Food Meas Charac 2017; 11: 1827-1833.

18. Bashir HA, Abu-Goukh AA. Compositional changes during ripening of guava fruit. Food Chem 2003; 80: 557-563.

19. El-Anany AM, Hassan GFA, Ali FMR. Effects of edible coatings on the shelf-life and quality of Anna apple (Malus domestica Borkh) during cold storage. J Food Technol 2009; 7: 5-11.

20. Guillén F, Díaz-Mula HM, Zapata PJ, Valero D, Serrano M, Castillo S et al. Aloe arborescens and Aloe vera gels as coatings in delaying postharvest ripening in peach and plum fruit. Postharvest Biol Technol 2013; 83: 54–57.

21. Mohammadi A, Hashemi M, Hosseini SM. Chitosan nanoparticles loaded with Cinnamomum zeylanicum essential oil enhance the shelf life of cucumber during cold storage. Postharvest Biol Technol 2015; 110: 203–213.

22. Bhaskara Reddy MV, Belkacemi K, Corcuff R, Castaigne F, Arul J. Effect of pre-harvest chitosan sprays on post-harvest infection by Botrytis cinerea quality of strawberry fruit. Postharvest Biol Technol 2000; 20: 39–51.

23. Maleki G, Sedaghat N, Woltering EJ, Farhoodi M, Mohebbi M. Chitosan-limonene coating in combination with modified atmosphere packaging preserve postharvest quality of cucumber during storage. J Food Meas Charac 2018; 12: 1610-1621.

24. Sogvar OB, Koushesh Saba M, Emamifar A. Aloe vera and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit. Postharvest Biol Technol 2016; 114: 29–35.

25. Arnon H, Zaitsev Y, Porat R, Poverenov E. Effects of carboxymethyl cellulose and chitosan bilayer edible coating on postharvest quality of citrus fruit. Postharvest Biol Technol 2014; 87: 21–26.

26. Xiao CL, Zhu LW, Luo W, Song XY, Deng Y. Combined action of pure oxygen pretreatment and chitosan coating incorporated with rosemary extracts on the quality of fresh-cut pears. Food Chem 2010; 121: 1003–1009.

27. Dawange SP, Dash SK, Bal LM Panda MK. Quality of minimally processed carrots in perforation-mediated modified-atmosphere packaging (PM-MAP). J Food Meas Charac 2016; 10: 746-754.

28. Nannyonga S, Bakalis S, Andrews J, Gkatzionis K. Mathematical modelling of colour, texture kinetics and sensory attributes characterisation of ripening bananas for waste critical point determination. J Food Eng 2016; 190: 205-210.

29. Man D, Jones A. Shelf-Life Evaluation of Foods. 2nd edition, Aspen Publishers, Gaithersburg, MD; 2000.

30. Mohammadi A, Hashemi M, Hosseini SM. Integration between chitosan and Zatariamultiflora or Cinnamomum zeylanicum essential oil for controlling Phytophthora drechsleri, the causal agent of cucumber fruit rot. LWT - Food Sci Technol 2016; 65: 349-356.

31. Leceta I, Molinaro S, Guerrero P, Kerry JP, de la Caba K. Quality attributes of MAP packaged ready-to-eat baby carrots by using chitosan-based coatings. Postharvest Biol Technol 2015; 100: 142–150.

32. Poursharif Z, Sedaghat N, Shahidi F. Estimation of Novel orange coated with aloe vera-chitosan and packed under MAP. First national congress of novel findings in microbiology. 2016 24, 25th Feb, Lahijan [in Persian].

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-04-20]

Effects of Chitosan Coating and Modified Atmosphere Packaging on Quality Attributes of the Cucumber (*Royal Cultivar*) and Modeling the Vegetable Shelf-Life

*Maleki G[1], Sedaghat N[*2], Farhoodi M[3], Mohebbi M[4]*

1. *Dept. of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran*
2. **Corresponding author: Professor, Dept. of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran Email: sedaghat@um.ac.ir*
3. *Assistant Prof, National Nutrition and Food Technology Research Institute, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
4. *Professor, Dept. of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran*

Received 8 Aug, 2018 **Accepted 4 Nov, 2018**

Background and Objectives: Cucumber includes a short postharvest life and loses its quality fast. Novel technologies such as coating and modified atmosphere packaging are promising methods in preserving fresh products. Therefore, the aim of this study was to use a combination of chitosan coating and modified atmosphere packaging to preserve quality attributes of the cucumber *Royal var.* and to estimate the vegetable shelf-life.

Materials & Methods: In this study, cucumber (*Royal var.*) was coated using chitosan and packed under three various atmospheres of A) air; B) active MAP (10% of O_2 and 5% of CO_2); and C) passive MAP (21% of O_2 and 0.1% of CO_2). Texture firmness, total soluble solid, chlorophyll content and organoleptic properties of the cucumbers were determined at 5-day intervals during 15 days of storage at 4, 10 and 20 °C. Shelf-life of the cucumbers was modeled under various treatments.

Results: Variance analysis showed a significant effect (P<0.05) of four factors (coating, gas concentration, temperature and time) on postharvest properties of the cucumbers. The most change in TSS was observed in Package A cucumbers stored at 20 °C. These also showed the most weight loss. At 4 and 10 °C, firmness was well preserved in Package B; in which, the coated cucumbers included the least firmness loss compared to uncoated ones. Combination of chitosan coating and modified atmosphere packaging positively affected quality parameters of the cucumbers *Royal var*. Relatively, effects of active MAP were significant at 10 °C. The maximum shelf life was seen for the coated samples stored in active MAP at 4 °C (17 days) following by 10 °C (15 days).

Conclusion: Based on the current results, combination of chitosan coating and active MAP can be suggested for the packaging of cucumbers (*Royal var.*).

Keywords: Cucumber, Edible coating, Modeling, Modified atmosphere packaging

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2024-04-20]