مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هفدهم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱، صفحات ۷۱-۶۳

تأثیر پوشش خوراکی صمغ شیرازی حاوی اسانس نعناع فلفلی بر ماندگاری خیار گلخانه‌ای (*Cucumissativus*) و ارزیابی ویژگی‌های کیفی آن طی نگهداری در یخچال

محسن مختاریان[۱]، فاطمه کوشکی[۲]، بهروز جنت[۳]

۱- نویسندهٔ مسئول: استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران. پست الکترونیکی: mokhtarian.mo@riau.ac.ir

۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران

۳- استاد تمام، مرکز تحقیقات حلال، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۱۸

چکیده

سابقه و هدف: خیار گلخانه‌ای یکی از مهمترین صیفی‌جات پُرمصرف کشور است. کیفیت این محصول پساز برداشت به‌دلیل تغییرات فیزیکوشیمیایی، اُفت می‌کند.لذا بکارگیری پیش فرآیندهای ویژه (به‌خصوص استفاده از پوشش‌های خوراکی فعال) برای تأخیر در رسیدگی و افزایش ماندگاری این فرآورده از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است.

مواد و روش‌ها: با هدف کاهش اُفت وزن، حفظ ارزش تغذیه‌ای (محافظت از تخریب ویتامین C) و تُردی بافت (متناظر با قابلیت پذیرش بالاتر مصرف‌کننده)، خیار گلخانه‌ای با پوشش‌های خوراکی گوناگون، کنترل (I)، صمغ شیرازی (II) و صمغ شیرازی حاوی ppm ۱۰۰۰ اسانس نعناع فلفلی (III)، پوشش‌دهی شد. سپس، خواص فیزیکوشیمیایی (pH، اُفت وزن، ویتامین C و سختی بافت) و پارامترهای رنگی (L^*، a^* و b^*) نمونه‌ها در روزهای نگهداری ۱، ۸ و ۱۶ روز در دمای ۴°C+ ارزیابی گردید.

یافته‌ها: با وجود اینکه، ویتامین C و سختی بافت خیار گلخانه‌ای فاقد پوشش (نمونهٔ کنترل) به‌ترتیب ۴/۸ و ۲/۲۶ مرتبه طی ۱۶ روز نگهداری کاهش یافت، پارامترهای یاد شده به‌ترتیب ۳/۸۵~ و ۱/۲۰~ مرتبه در نمونهٔ تیمار شده با پوشش (III) و در شرایط یکسان کاهش یافتند. به‌علاوه، همبستگی قوی و مثبت بین صفات ویتامین C و سختی بافت (r=+۰/۹۶۵۴ و R^2=۰/۹۳۲)، تأثیر چشمگیری روی درک احساس دهانی مصرف‌کنندگان داشت.

نتیجه‌گیری: با توجه به اینکه نمونهٔ کنترل فقط ۵۷/۵ ٪از بیشینهٔ امتیاز حسی-چشایی (طعم‌ومزه، رایحه، رنگ و بافت) را کسب نمود، خیار گلخانه‌ای تیمار شده با پوشش (III)، تا ۹۴٪ از این ویژگی‌ها را به‌دست آورد و به‌عنوان بهترین نوع پوشش خوراکی برای افزایش ماندگاری خیار گلخانه‌ای پیشنهاد گردد.

واژگان کلیدی: خیار گلخانه‌ای (*Cucumis sativus*)، نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.)، صمغ شیرازی، خواص فیزیکوشیمیایی، ارزیابی حسی

•مقدمه

خیار گلخانه‌ای با نام علمی *Cucumis sativus* از خانوادهٔ *Cucurbitacae* یکی از مهمترین صیفی‌جات پُرمصرف کشور است که به‌طور گسترده‌ای در سبد غذایی ایرانیان استفاده می‌گردد. براساس آمار سازمان خواربار ملل متحد (FAO)، تولید جهانی خیار در سال ۲۰۱۸، ۷۵/۲۱۹/۴۴۰ تن گزارش گردید. تولیدکنندگان جهانی عمدهٔ این محصول، کشورهای چین (۷۵٪~)، ایران (۳٪~)، ترکیه (۲/۵٪~)، روسیه (۲/۱۳٪~)، مکزیک (۱/۵٪~)، اوکراین (۱/۳۱٪~)، ازبکستان (۱/۱۳٪~) و ایالات متحده آمریکا (۱/۰٪~) به‌شمار می‌رود. با توجه به آمار یاد شده، ایران به‌ترتیب به‌عنوان دومین کشور تولیدکننده خیار در قاره آسیا و جهان مطرح است (۱).

بخش عمده‌ای از میوهٔ خیار گلخانه‌ای به‌صورت تازه‌خوری مصرف می‌شود. به‌دلیل مدت ماندگاری کوتاه این محصول (عمدتاً به‌دلیل میزان آب بالا، حدوداً ۹۵٪ رطوبت بر مبنای وزن

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.17357756.1401.17.4.6.2]

مرطوب) امکان نگهداری این محصول به‌صورت تازه، کم است. جهت جلوگیری از فساد این محصول، معمولاً بخش عمده‌ای از خیار تازه فراوری شده و به محصولات ترشی خیار و خیار شور تبدیل می‌شود. بنابراین، به‌منظور استفادهٔ حداکثری از این محصول به‌شکل تازه، می‌بایست با اِعمال شرایط ویژه، نه تنها مدت ماندگاری این محصول را گسترش داد، بلکه ویژگی‌های کیفی و تغذیه‌ای محصول برای مصرف‌کنندگان را حفظ نمود (۲).

از روش‌های نگهداری مختلفی می‌توان برای حفظ کیفیت خیار گلخانه‌ای استفاده نمود که شامل روش‌های نگهداری در دمای پایین، تیمار شیمیایی (سدیم متابی‌سولفیت، اسید سیتریک یا پراکسید هیدروژن، EDTA و هیپوکلریت سدیم)، پرتودهی با اشعهٔ گاما، پرتودهی با نور UV-C، تیمار اُزن‌زنی، بسته‌بندی با پوشش‌های خوراکی (نظیر کربوکسی متیل سلولز یا CMC، صمغ فارسی یا شیرازی، کیتوسان و غیره)، بسته‌بندی با پوشش‌های خوراکی فعال (نظیر بکارگیری اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهان دارویی در بسپارهای زیستی)، استفاده از کشت‌های زیستی پروبیوتیکی، انبار با اتمسفر کنترل شده (CAS) و بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP) می‌باشند (۳-۷).

تاکنون پژوهش‌های اندکی درخصوص افزایش ماندگاری خیار گلخانه‌ای انجام شده است. Isturiz-Zapata و همکاران در مطالعه‌ای تأثیر پوشش‌های خوراکی کیتوزان و نانوکیتوزان درهم‌تنیده در اسانس روغنی دارچین را مورد مطالعه قرار دادند. میزان اُفت وزن میوه‌های تیمار شده با پلی‌مرهای کیتوزان و نانوکیتوزان به‌ترتیب ۵/۴۹ و ۸/۴۷ درصد گزارش شد. میزان محتوای کلروفیل کل میوه‌های پوشش‌دهی شده در پایان دورهٔ نگهداری، بالاتر بود که با ممانعت مؤثرتر رشد قارچ‌ها (کپک و مخمر) همراه بود (۸). در پژوهشی دیگر، Kahramanoğlu و Usanmaz تأثیر عصارهٔ برمموم و روغن علف لیمو (lemongrass) را روی افزایش عمر ماندگاری خیار مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که استفاده ترکیبی از ترکیبات زیست فعال یاد شده به همراه بسته‌بندی با اتمسفر کنترل شده (MAP) تأثیر قابل ملاحظه‌ای در افزایش ماندگاری خیار تا ۲۰ روز دارد (۹). Mohammadi و همکاران در پژوهشی تأثیر اسانس‌های روغنی دارچین (*Cinnamomumzeylanicum*) و آویشن (*Zatariamultiflora*) ریزپوشانی شده در دانک‌های نانوذرات کیتوزان را روی افزایش ماندگاری خیار درختی طی نگهداری در یخچال (۱۰°C+) به‌مدت ۲۱ روز مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که بکارگیری توأمان ترکیبات زیست فعال یاد شده همراه با بسپار زیستی کیتوزان سبب بهبود کیفیت میکروبیولوژیکی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خیار درختی می‌گردد (۱۱، ۱۰). در پژوهشی دیگر Zhang و همکاران تأثیر بکارگیری کیتوزان-اسید سالسیلیک را روی افزایش ماندگاری خیار درختی (۲°C+) به‌مدت ۱۴ روز مورد بررسی قرار دادند. آنها بیان نمودند که بکارگیری پوشش یاد شده سبب ممانعت از آسیب‌های سرمایی خیار شده و ویژگی‌های کیفی محصول را بهتر حفظ می‌نماید (۱۲). Noshirvani و همکاران افزایش عمر ماندگاری خیاردرختی توسط پوشش‌های فعال بر پایه کربوکسی متیل سلولز (CMC)حاوی اسانس‌های زنجبیل ومرزه را بررسی نمودند. نتایج آنها نشان داد که بکارگیری پوشش خوراکی حاوی ۱/۵٪ CMC، همراه با ppm ۱۰۰۰ اسانس مرزه می‌تواند عمر ماندگاری خیار درختی را افزایش دهد (۱۳).

به‌طورکلی، با توجه به بررسی‌های صورت گرفته در رسانه‌های نوشتاری، پژوهش‌های اندکی درخصوص افزایش ماندگاری خیار گلخانه‌ای (به‌عنوان یکی از محصولات غذایی پُرمصرف در سبد غذایی خانوارها) و حفظ خصوصیات کیفی محصول صورت گرفته است. لذا در پژوهش حاضر امکان‌سنجی افزایش ماندگاری این محصول توسط بسپار زیستی صمغ شیرازی حاوی اسانس نعناع فلفلی که تاکنون پژوهشی روی آن جهت افزایش ماندگاری خیار گلخانه‌ای انجام نشده است، مورد مطالعه قرار گرفت.

•مواد و روش‌ها

آماده‌سازی مادهٔ اولیه: خیار گلخانه‌ای از یک تولیدکنندهٔ خیار محلی واقع در استان تهران خریداری گردید. خیارهای برداشت شده در مدت زمان کوتاهی (۲ h) به آزمایشگاه منتقل و در یخچال (Daewoo، FRS-2411S، کره) به‌ترتیب در دما و رطوبت نسبی ۴°C+ و ۹۰٪، تا شروع آزمون‌ها نگهداری گردید (حداکثر به مدت ۲ روز). در شروع آزمایشات، خیارها مورد بازرسی اولیه قرار گرفتند و نمونه‌هایی با وضعیت ظاهری مشابه و فاقد آسیب مکانیکی انتخاب شدند. به‌منظور به‌حداقل رساندن خطاها، نمونه‌هایی با اندازهٔ یکنواخت و در محدودهٔ میانگین جامعه آماری انتخاب شدند [میانگین وزن، طول و قطر نمونه‌های انتخابی به‌ترتیب (۱±۱۶۰ g~)، (۰/۳±۱۶/۵ cm) و (۰/۵±۲/۵ cm) بود]. همچنین، صمغ شیرازی (فارسی) مورد استفاده جهت انجام این مطالعه از شرکت ریحان گام پارسیان خریداری شد (این صمغ از آسیاب کردن گرانول‌های سفید و تمیز صمغ فارسی تا رسیدن به اندازهٔ ذرات بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ µm تهیه شده است). به‌علاوه، برگ‌های نعناع فلفلی خشک (*Mentha piperita* L.) به‌عنوان مادهٔ خام اولیه از یک فروشنده محلی در استان فارس (شیراز) تهیه شد. همچنین لازم به

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-06]
[DOR: 20.1001.1.17357756.1401.17.4.6.2]

توضیح است که استخراج اسانس از برگ‌های نعناع فلفلی خشک شده توسط دستگاه کِلِونجر (تقطیر با آب) صورت گرفت (۱۴).

آماده‌سازی پوشش خوراکی، پوشش‌دهی و بسته‌بندی: تیمارهای مورد استفاده جهت پوشش‌دهی خیار گلخانه‌ای و نحوه آماده‌سازی آنها به‌صورت زیر انجام شد:

- **پوشش I (فاقد پوشش):** نمونه‌های آزمایشی در آب مقطر استریل (با دمای ۲۵°C) به‌مدت ۲ دقیقه غوطه‌ور شدند. سپس رطوبت سطحی آنها توسط آون جابجایی هوای داغ (Memmert، UNE 400 PA، آلمان) در دمای ۴۰°C به‌مدت ۳۰ min حذف گردید (۱۶، ۱۵).

- **پوشش II (پوشش تهیه شده با صمغ شیرازی):** محلول آبی ۱/۵٪ (وزنی/حجمی) صمغ شیرازی تهیه شد. بدین منظور، ابتدا مقدار لازم از پودر صمغ شیرازی توزین (بسته به میزان نیاز) و در یک بالن ژوژه به حجم رسید. گلیسرول با غلظت ۰/۷۵٪ (حجمی/حجمی) به‌عنوان پلاستی‌سایزر (نرم‌کننده) جهت بهبود خواص مکانیکی و انعطاف‌پذیری پوشش به محلول پوشش اضافه شد. سپس محلول آماده شده به‌مدت ۳۰ دقیقه توسط همزن مغناطیسی (۲۵۰ rev/min) همگن شد. در مرحلهٔ بعد، نمونه‌های آزمایشی (۶ عدد خیار) به‌مدت ۲ دقیقه در محلول همگن شدهٔ استریل، فرو برده شدند. در پایان، رطوبت سطحی نمونه‌های آزمایشی توسط آون جابجایی هوای داغ در دمای ۴۰°C به‌مدت ۳۰ دقیقه حذف گردید (۱۷).

- **پوشش III (پوشش تهیه شده با صمغ شیرازی حاوی اسانس نعناع فلفلی):** محلول آبی ۱/۵٪ (وزنی/حجمی) صمغ شیرازی مشابه پوشش (II) تهیه شد. سپس بعد از استریل کردن محلول پوشش، مقدار ۱۰۰۰ ppm اسانس نعناع فلفلی به آن اضافه شد. سایر مراحل مشابه تیمار (III) دنبال گردید (۱۳). همچنین لازم به توضیح است که جهت توزیع یکنواخت و همگن‌سازی اسانس روغنی یاد شده در محلول پوشش، از سیستم پراب فراصوت تجاری (Bandelin، HD3200، برلین، آلمان)، با شرایط عملیاتی، شدت امواج فراصوت (۱۰۰٪)، زمان (۵ دقیقه) و دمای (۲۵°C) استفاده شد.

بعد از اتمام فرآیند پوشش‌دهی، نمونه‌ها در بسته‌بندی‌هایی از جنس پلی اتیلن قرار گرفت و به‌مدت ۱۶ روز در دمای ۴°C+ نگهداری شد. لازم به‌ذکر است که در تمامی پوشش‌های یاد شده (پوشش‌های I تا III)، جهت استریل کردن پوشش‌ها از اتوکلاو (Reyhanteb، RT-۱، ایران) با شرایط (فشار ۱ atm، دمای ۱۲۱°C و زمان ۱۵ min) استفاده شد (۱۱).

آزمون‌های ارزیابی کیفی: آزمون‌های فیزیکوشیمیایی انجام شده روی خیار گلخانه‌ای به‌شرح ذیل می‌باشند:

اندازه‌گیری pH: اندازه‌گیری pH نمونه‌های آزمایشی با استفاده از pHمتر (Motrihm، ۸۲۷، سوئیس) در دمای ۲۵°C صورت گرفت. بدین منظور ابتدا دستگاه pHمتر با محلول‌های بافر pH=۴ و pH=۷ تنظیم (کالیبر) گردید. سپس نمونهٔ آزمایشی (آزمونه) به نسبت ۱ به ۱۰ با آب مقطر دوبار تقطیر در یک بشر خشک و تمیز مخلوط و پس از صاف کردن استفاده شد. در ادامه، به‌منظور قرائت pH، الکترود دستگاه pHمتر درون بشر حاوی عصارهٔ صاف شده، قرار گرفت و pH نمونه بعد از ثابت شدن عدد روی نمایشگر، قرائت شد. این آزمون سه بار تکرار و میانگین مقادیر بدست آمده گزارش شد (۱۸).

محتوای ویتامین C: میزان ویتامین C نمونه‌های آزمایشی به روش تیتراسیون توسط شناساگر رنگی ۲،۶-دی کلروفنل ایندوفنل صورت گرفت (۱۸).

اُفت وزن: اُفت وزن نمونه‌های آزمایشی به روش وزن‌سنجی تعیین شد (رابطهٔ ۱):

$$WL(\%) = \frac{W_i - W_t}{W_i} \times 100 \qquad (1)$$

که در آن، WL میزان اُفت وزن (٪)، W_i وزن نمونه قبل از انبارمانی (g) و W_t وزن نمونه در زمان انبارمانی t_i (g) است (۱۵).

سنجش رنگ: به‌منظور اندازه‌گیری رنگ نمونه‌های آزمایشی، از نرم‌افزار گرافیکی Image J استفاده شد. تجهیزات لازم برای عکس‌برداری شامل دوربین دیجیتال (Canon، SX230 HS، ژاپن) و جعبه چوبی (که جداره‌های داخلی آن توسط رنگ سفید جهت جلوگیری از انعکاس نور و تهیه عکس با کیفیت بالا پوشیده شده است) بود. به‌منظور تأمین نور مورد نیاز برای عکس‌برداری از یک عدد لامپ فلورسنت ۱۲ واتی (Master، ساخت چین) استفاده شد. بعد از تهیه عکس‌های مورد نیاز، تصاویر به کامپیوتر منتقل و در نرم‌افزار یاد شده، برای سنجش رنگ بارگذاری شد. سپس رنگ نمونه‌ها از فضای رنگی RGB به CIE ($L^*a^*b^*$) تبدیل شد. در این سیستم رنگ‌سنجی، L^* شاخص روشنایی [محدودهٔ صفر (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید)]، a^* شاخص قرمزی [محدودهٔ ۱۲۰- (سبزی) تا ۱۲۰+ (قرمزی)] و b^* شاخص زردی [محدودهٔ ۱۲۰- (آبی) تا ۱۲۰+ (زردی)] است (۱۱).

سختی بافت: به‌منظور اندازه‌گیری میزان سختی بافت نمونه‌های آزمایشی از دستگاه تحلیل‌گر نمایهٔ بافت یا TPA(Brookfield، CT3، آمریکا) استفاده شد و میزان سختی بافت هر نمونه در مقابل نیروی وارده (تا حداکثر ۵۰٪ پیشروی

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-06]
[DOR: 20.1001.1.17357756.1401.17.4.6.2]

پراب در نمونه) بر واحد سطح نمونه‌ای با ضخامت مشخص، اندازه‌گیری شد. در این آزمون سرعت پیشروی پروب ۱ mm/s تنظیم شد و میزان تخریب بافت بررسی گردید (در مطالعهٔ حاضر فقط از سختی چرخهٔ اول به‌عنوان معیار سنجش بافت استفاده شد) (۱۱).

ارزیابی حسی: ارزیابی حسی نمونه‌های آزمایشی به‌وسیلهٔ یک گروه ارزیاب حسی آموزش دیده متشکل از ۱۰ نفر، در محدودهٔ سنی ۲۰ تا ۳۰ سال (مرد و زن) صورت گرفت. کلیهٔ ارزیابی‌ها به‌روش امتیازبندی لذت‌سنجی (هدونیک) پنج نقطه‌ای صورت گرفت (به‌شدت بد=۱، بد=۲، متوسط=۳، خوب=۴ و به‌شدت خوب=۵) و میانگین امتیازات برای هر صفت به‌عنوان ارزیابی نهایی در نظر گرفته شد. بدین ترتیب که پرسشنامه‌هایی تهیه و بین تیم ارزیاب توزیع شد. به‌منظور ارزیابی خصوصیات حسی خیار گلخانه‌ای در پایان دورهٔ نگهداری (۱۶ روز نگهداری در ۴°C+)، شش عدد از هر نمونه (با وزن ۱±۱۶۰ g~) در یک ظرف جداگانه در اختیار ارزیاب‌ها قرار داده شد. سپس ویژگی‌های حسی ارزیابی شده (شامل طعم‌ومزه، رنگ، رایحه، بافت و پذیرش کلی) در پرسشنامهٔ مربوطه ثبت گردید (۱۹).

تجزیه‌وتحلیل آماری: تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت. از پارامترهای، نوع پوشش خوراکی (سه سطح I، II و III) و زمان نگهداری (۱۶، ۸، ۱) به‌عنوان متغیرهای مستقل استفاده شد و تأثیر آنها روی متغیرهای وابسته (pH، ویتامین C، اُفت وزن، سختی بافت و پارامترهای رنگی) پایش گردید. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۹۵٪ انجام شد. جهت تجزیه‌وتحلیل آماری از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱/۳ ساخت آمریکا استفاده گردید. کلیه آزمون‌های کیفی در ۳ تکرار صورت گرفت و نتایج به‌صورت (میانگین±انحرافمعیار) گزارشدند.

• یافته‌ها

pH: نتایج تجزیه‌وتحلیل واریانس نشان داد که تأثیر پارامترهای نوع پوشش خوراکی یا x_1 (I، II و III)، زمان نگهداری یا x_2 (صفر، ۸ و ۱۶ روز) و اثرات متقابل آنها (x_1x_2) روی عدد pH خیار گلخانه‌ای نگهداری شده در یخچال (4°C+) معنی‌دار (α=۰/۰۵، p<۰/۰۱) است (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲)، بیشترین میزان عدد pH مربوط به نمونه‌های تیمار شده با پوشش خوراکی (I) و در روز شانزدهم نگهداری است (۵٪~ افزایش نسبت به روز اول نگهداری). مشاهدهٔ مقادیر شاخص pH نمونه‌ها بعد از ۱۶ روز نگهداری نشان داد که بکارگیری پوشش‌های خوراکی (II) و (III) توانست میزان این پارامتر را به ترتیب ۳٪~ و ۱/۲۵٪~ نسبت به روز اول افزایش دهد.

ویتامین C: نتایج تجزیه‌وتحلیل واریانس تأثیر پارامترهای نوع پوشش خوراکی یا x_1 (I، II و III)، زمان نگهداری یا x_2 (صفر، ۸ و ۱۶ روز) و اثرات متقابل آنها (x_1x_2) روی میزان ویتامین C خیار گلخانه‌ای طی ۲ هفته نگهداری در یخچال (4°C+) در جدول (۱) ارائه شده است. با توجه به تجزیه‌وتحلیل آماری صورت گرفته مشاهده شد که کلیهٔ اثرات ساده (x_1 و x_1) و متقابل (x_1x_2) پارامترهای مورد مطالعه، تأثیر قابل ملاحظه و چشمگیری (α=۰/۰۵، p<۰/۰۱) روی این شاخص تغذیه‌ای داشتند (جدول ۱). با توجه به‌نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲)، کمترین میزان ویتامین C در تمام مدت نگهداری در ارتباط با خیار گلخانه‌ای کنترل (فاقد پوشش یا پوشش I) مشاهده شد که با کاهش ۸۰٪~ بعد از ۱۶ روز نگهداری نسبت به روز اول، همراه بود؛ و بکارگیری پوشش‌های خوراکی (II یا III) منجر به اُفت کمتر ویتامین C نمونه‌ها، طی زمان نگهداری گردید. مشاهدهٔ مقادیر ویتامین C نمونه‌ها بعد از ۱۶ روز نگهداری نشان داد که تیمار خیار گلخانه‌ای با پوشش‌های خوراکی (II) و (III) توانست میزان این پارامتر را به‌ترتیب ۷۵٪~ و ۷۳٪~ کاهش دهد.

اُفت وزن و سختی بافت: با وجود اینکه، اثرات سادهٔ پارامترها (x_1: نوع پوشش خوراکی و x_2: زمان نگهداری) تأثیر قابل ملاحظه و چشمگیری (p<۰/۰۵، p<۰/۰۱) روی شاخص‌های فیزیکی (اُفت وزن و سختی بافت) خیار گلخانه‌ای طی ۲ هفته نگهداری در یخچال (4°C+) داشت، نتایج آماری نشان داد که اثرات متقابل (x_1x_2) پارامتر یاد شده فقط تأثیر معنی‌دار (α=۰/۰۵، p<۰/۰۱) روی شاخص اُفت وزن داشت (جدول ۱). بالاترین میزان اُفت وزن (متناظر با کمترین سختی بافت) در تمام مدت نگهداری در ارتباط با خیار گلخانه‌ای کنترل (فاقد پوشش یا پوشش I) مشاهده شد و بکارگیری پوشش‌های خوراکی (II یا III) منجر به کاهش اُفت وزن (افزایش استحکام بافت) نمونه‌ها، طی روزهای مختلف نگهداری گردید (جدول ۲). تیمار خیار گلخانه‌ای با پوشش‌های خوراکی (II) و (III) بعد از ۱۶ روز نگهداری، توانست میزان پارامترهای اُفت وزن (سختی بافت) را به‌ترتیب ۰/۵٪~ افزایش (۳۱٪~ کاهش) و ۰/۰۱٪~ افزایش (۱۶٪~ کاهش) دهد (جدول ۲).

ارزیابی پارامترهای رنگی: نتایج تجزیه‌وتحلیل واریانس تأثیر پارامترهای نوع پوشش خوراکی (x_1)، زمان نگهداری (x_2) و اثرات متقابل آنها (x_1x_2) روی تغییرات پارامترهای رنگی (L^*، a^* و b^*) خیار گلخانه‌ای طی ۲ هفته نگهداری در یخچال

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.17357756.1401.17.4.6.2]

(+۴°C) در جدول (۱) ارائه شده است. نتایج تجزیه‌وتحلیل آماری نشان داد که فقط اثرات ساده (x_1 و x_1) پارامترهای یاد شده، تأثیر معنی‌دار (α=۰/۰۵، p<۰/۰۱) روی پارامترهای رنگی داشت (جدول ۱). با وجود اینکه، پارامتر شدت روشنایی (L^*) خیار گلخانه‌ای فاقد پوشش (نمونهٔ کنترل) ۱۳/۲٪~ طی ۱۶ روز نگهداری و به‌طور معنی‌دار (p<۰/۰۵) کاهش یافت (متناظر با بیشترین تغییرات کلی رنگ یا ΔE)، پارامتر یاد شده با نرخ ۵/۴٪~ در نمونهٔ تیمار شده با پوشش (III) و در شرایط مشابه کاهش یافت (متناظر با کمترین تغییرات کلی رنگ). همچنین نتایج نشان داد که نرخ تغییرات پارامتر نسبت زردی به قرمزی (b^*/a^*) در تمام مدت نگهداری در خیار گلخانه‌ای کنترل (I) نسبت به نمونه‌های تیمار شده با پوشش‌های خوراکی (II) و (III) بیشتر گزارش گردید.

جدول ۱. تجزیه‌وتحلیل واریانس تأثیر پارامترهای زمان نگهداری (x_1)، نوع پوشش خوراکی (x_2) و اثرات متقابل آنها (x_1x_2) روی شاخص‌های کیفی و پارامترهای رنگی (L^*، a^* و b^*) خیار گلخانه‌ای طی دورهٔ نگهداری به‌مدت ۱۶ روز در دمای ۴°C+

منبع تغییر	درجه آزادی	آماره F (آماره p)								
		pH	ویتامین C	اُفت وزن	سختی بافت	روشنایی (L^*)	قرمزی (a^*)	زردی (b^*)	نسبت (b^*/a^*)	تغییرات کلی رنگ (ΔE)
زمان نگهداری (x_1)	۲	۳۰۷/۱۷ (۰/۰۰۰۰ **)	۴۱۷۱/۴۳ (۰/۰۰۰۰ **)	۱۸۴/۳۳ (۰/۰۰۰۰ **)	۱۰/۶۲ (۰/۰۰۰۹ **)	۱۸/۷۲ (۰/۰۰۰۰ **)	۲۱/۱۴ (۰/۰۰۰۰ **)	۵۲/۸۹ (۰/۰۰۰۰ **)	۲/۲۳ (۰/۱۳۶۰ n.s.)	۱۱۶/۴۴ (۰/۰۰۰۰ **)
نوع پوشش خوراکی (x_2)	۲	۱۴۸/۱۷ (۰/۰۰۰۰ **)	۹۶/۵۵ (۰/۰۰۰۰ **)	۹۸/۴۷ (۰/۰۰۰۰ **)	۴/۴۱۰ (۰/۰۲۷۶ *)	۲۴۸/۳۸ (۰/۰۰۰۰ **)	۶۷/۸۹ (۰/۰۰۰۰ **)	۴۳۷/۰۶ (۰/۰۰۰۰ **)	۲۸۸/۲۸ (۰/۰۰۰۰ **)	۸/۰۶ (۰/۰۰۳۲ **)
x_1x_2	۴	۴۱/۷۴ (۰/۰۰۰۰ **)	۹/۶۷ (۰/۰۰۰۲ **)	۲۸/۰۵ (۰/۰۰۰۰ **)	۱/۳۵۰ (۰/۲۹۰۴ n.s.)	۱/۹۵۰ (۰/۱۴۵۲ n.s.)	۱/۲۵۰ (۰/۳۲۷۳ n.s.)	۰/۶۶۰ (۰/۶۲۵۶ n.s.)	۰/۷۸ (۰/۵۵۲۸ n.s.)	۲/۰۳ (۰/۱۳۳۴ n.s.)
خطا	۱۸	-	-	-	-	-	-	-	-	-
کل	۲۶	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**معنی‌دار در سطح آماری ۱٪، *معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ و n.sغیر معنی‌دار

جدول ۲. مقادیر میانگین (سه تکرار) شاخص‌های کیفی و پارامترهای رنگی (L^*، a^* و b^*) خیار گلخانه‌ای طی دورهٔ نگهداری به‌مدت ۱۶ روز در دمای ۴°C+

نوع پوشش خوراکی(*)	زمان نگهداری	ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی(**)/واحد				پارامترهای رنگی(**)/واحد				
		pH	ویتامین C	اُفت وزن	سختی بافت	روشنایی (L^*)	قرمزی (a^*)	زردی (b^*)	نسبت (b^*/a^*)	تغییرات کلی رنگ (ΔE)
	(روز)	(بدون بُعد)	(mg/[۱۰۰ g])	(درصد)	(N)	(بدون بُعد)	(بدون بُعد)	(بدون بُعد)	(بدون بُعد)	(بدون بُعد)
پوشش (I)	صفر	۶/۳۲±۰/۰۱۵^{f}	۶/۸۷±۰/۱۱۵^{b}	۰/۰۰±۰/۰۰^{f}	۳۶/۸۹±۱/۹۱۱^{a}	۲۱/۶۱±۰/۹۸^{e}	-۸/۶۵±۰/۲۴^{b}	۲۱/۸۷±۰/۳۵^{a}	-۲/۵۳±۰/۰۳^{d}	۰/۰۰±۰/۰۰^{e}
	۸	۶/۵۲±۰/۰۲۶^{b}	۲/۰۷±۰/۲۳۱^{e}	۰/۳۵۴±۰/۰۲۳^{c}	۲۴/۷۲±۸/۹۹۶^{bc}	۱۹/۶۵±۰/۶۴^{f}	-۷/۷۵±۰/۱۷^{a}	۱۹/۹۲±۰/۷۲^{b}	-۲/۵۷±۰/۱۵^{d}	۳/۰۷±۰/۰۹^{bc}
	۱۶	۶/۶۵±۰/۰۱۰^{a}	۱/۴۳±۰/۰۵۸^{f}	۰/۶۰۲±۰/۰۵۵^{a}	۱۶/۳۴±۳/۶۹۳^{c}	۱۹/۰۹±۰/۴۳^{f}	-۷/۳۰±۰/۳۳^{a}	۱۹/۴۲±۰/۲۱^{b}	-۲/۶۷±۰/۰۹^{d}	۴/۱۶±۰/۷۲^{a}
پوشش (II)	صفر	۶/۳۲±۰/۰۲۵^{f}	۷/۵۲±۰/۰۵۸^{a}	۰/۰۰±۰/۰۰^{f}	۳۶/۹۸±۷/۹۷۱^{a}	۲۷/۳۱±۰/۷۹^{a}	-۱۱/۱۱±۰/۶۷^{d}	۱۷/۳۱±۰/۶۱^{c}	-۱/۵۷±۰/۱۸^{bc}	۰/۰۰±۰/۰۰^{e}
	۸	۶/۴۷±۰/۰۱۵^{c}	۲/۸۷±۰/۱۱۵^{d}	۰/۲۷۳±۰/۰۴۹^{d}	۳۰/۹۲±۳/۳۰۵^{ab}	۲۶/۵۷±۰/۸۱^{ab}	-۱۰/۳۶±۰/۲۸^{cd}	۱۵/۲۳±۰/۱۳^{d}	-۱/۴۷±۰/۰۵^{ab}	۲/۳۱±۰/۶۹^{cd}
	۱۶	۶/۵۲±۰/۰۱۷^{b}	۱/۸۷±۰/۱۱۵^{e}	۰/۴۷۳±۰/۰۴۷^{b}	۲۵/۷۴±۷/۴۵۹^{bc}	۲۵/۶۶±۰/۳۳^{bc}	-۸/۹۱±۰/۴۶^{b}	۱۴/۹۸±۰/۲۶^{d}	-۱/۶۸±۰/۱۱^{c}	۳/۲۸±۰/۸۹^{b}
پوشش (III)	صفر	۶/۳۲±۰/۰۰۶^{f}	۷/۵۷±۰/۱۱۵^{a}	۰/۰۰±۰/۰۰^{f}	۳۷/۱۹±۰/۹۹۷^{a}	۲۵/۱۶±۰/۵۸^{c}	-۱۱/۰۱±۰/۹۱^{d}	۱۴/۹۳±۰/۹۲^{d}	-۱/۳۶±۰/۱۷^{a}	۰/۰۰±۰/۰۰^{e}
	۸	۶/۳۶±۰/۰۱۵^{e}	۳/۴۷±۰/۲۳۱^{c}	۰/۰۳۰±۰/۰۱۹^{ef}	۳۴/۲۲±۷/۲۰۷^{ab}	۲۵/۱۹±۰/۴۷^{c}	-۱۰/۵۴±۰/۴۹^{cd}	۱۳/۶۲±۰/۲۱^{e}	-۱/۳۰±۰/۰۸^{a}	۱/۷۲±۰/۲۴^{d}
	۱۶	۶/۴۱±۰/۰۱۱^{d}	۱/۹۷±۰/۰۵۸^{e}	۰/۰۹۸±۰/۰۹۱^{e}	۳۱/۲۲±۴/۷۴۲^{ab}	۲۳/۸۷±۰/۲۲^{d}	-۹/۸۸±۰/۵۷^{c}	۱۳/۱۴±۰/۰۸^{e}	-۱/۳۲±۰/۰۸^{a}	۲/۷۷±۰/۴۲^{bc}

(*)پوشش (I): خیار گلخانه‌ای فاقد پوشش (کنترل)، پوشش (II): خیار گلخانه‌ای پوشش‌دهی شده با صمغ شیرازی ۱/۵٪ (وزنی/حجمی) و پوشش (III): خیار گلخانه‌ای پوشش‌دهی شده با صمغ شیرازی ۱/۵٪ (وزنی/حجمی) همراه با ppm ۱۰۰۰ اسانس نعناع فلفلی.

(**)در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری (p<۰/۰۵) ندارد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.17357756.1401.17.4.6.2]

ارزیابی حسی و چشایی: خصوصیات حسی و چشایی خیار گلخانه‌ای تیمار شده با پوشش‌های خوراکی گوناگون (I، II و III) بعد از ۱۶ روز نگهداری در دمای ۴°C+ در جدول (۳) آورده شده است. نتایج ارزیابی حسی و چشایی نشان داد که خیار گلخانه‌ای تیمار شده با پوشش (III)، میانگین امتیازات بالاتری ($p<۰/۰۵$) نسبت به نمونهٔ کنترل (پوشش I) داشت (جدول ۳). با وجود اینکه خیار گلخانه‌ای تیمار شده با پوشش (I)، ۵۷/۵۰٪ از حداکثر امتیاز ممکن را کسب نمود، خیارهای گلخانه‌ای تیمار شده با پوشش‌های (II) و (III) به‌ترتیب ۷۷/۵۰ و ۹۴/۰۰ درصد را کسب نمودند. به‌طورکلی، نتایج مقایسهٔ میانگین نشان داد که خیار گلخانه‌ای تیمار شده با پوشش (III)، رنگ، رایحه، طعم‌ومزه، بافت و پذیرش کلی بالاتری نسبت به نمونهٔ کنترل (خیار گلخانه‌ای تیمار شده با پوشش I) داشت.

•بحث

مطالعه پژوهش‌های پیشین نشان داد که مهمترین پارامترهای مؤثر در ارزیابی خصوصیات کیفی خیار گلخانه‌ای تازه شامل اُفت وزن، اُفت ویتامین C، pH و اسیدیته، سختی بافت، تخریب پیگمان رنگی (نظیر کلروفیل a، b و کل)، شدت تنفسی و غیره است (۱۲-۱۰). لذا در مطالعه حاضر، به‌بررسی تأثیر نوع پوشش خوراکی (I، II و III) و زمان نگهداری (صفر، ۸ و ۱۶ روز) روی برخی از پارامترهای کنترل کیفی یاد شده پرداخته شد. در میان پارامترهای متداول اندازه‌گیری شده، pHیکی از فاکتورهای بحرانی بوده که منعکس‌کنندهٔ تغییرات متابولیکی (نظیر تنفس سلولی) پس از برداشت محصول است (۲۰). مقادیر میانگین pH کلیهٔ خیارهای گلخانه‌ای تیمار شده با پوشش خوراکی (II و III) نسبت به نمونهٔ کنترل (I)، طی کل دورهٔ نگهداری پایین‌تر (متناظر با کمترین میزان اُفت ویتامین C) گزارش شد. احتمالاً این حالت به‌دلیل حفظ خصوصیات ضداکسیدانی (به‌ویژه ویتامین C) نمونه‌های پوشش‌دهی شده (II و III) نسبت به نمونهٔ کنترل (فاقد پوشش) است که با کاهش رشد و توسعه میکروارگانیسم‌ها و متعاقباً تجزیه کمتر ترکیبات زیست‌فعال خیار گلخانه‌ای همراه بوده که با تغییرات pH کمتری همراه بوده است (۱۳). Noshirvani و همکاران در پژوهشی افزایش ماندگاری خیار گلخانه‌ای توسط پوشش‌های فعال برپایه کربوکسی متیل سلولز (CMC) حاوی اسانس‌هایزنجبیل و مرزه را بررسی نمودند. نتایج آنها نشان داد که افزایش زمان نگهداری تا ۱۲ روز سبب افزایش pH نمونه‌ها گردید که یافته‌های پژوهش حاضر را تایید می‌نماید. احتمالاً این حالت به‌دلیل بروز نشانه‌های پیری در میوه بوده که پوشش‌دهی سبب کاهش این علائم می‌گردد (۱۳). Sahraei Khosh Gardesh و همکاران و Nabifarkhani و همکاران در پژوهش خود اذعان نمودند که افزایش pH (یا کاهش اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون) نمونه‌ها طی دورهٔ نگهداری به‌دلیل مصرف اسیدهای آلی، به‌عنوان سوبسترای اولیه برای فرآیند تنفس سلولی است (۲۲، ۲۱).

جدول ۳. مقادیر میانگین (ده تکرار) امتیازهای خصوصیات حسی و چشایی خیار گلخانه‌ای تیمار شده با پوشش‌های خوراکی گوناگون (I، II و III) بعد از ۱۶ روز نگهداری در دمای ۴°C+ (درجهٔ حرارت ارزیابی حسی ۲۵°C ثبت شد).

نوع پوشش خوراکی[(*)۱]	خصوصیات حسی و چشایی مورد ارزیابی[(*)۲]				بیشینه امتیاز قابل کسب[(*)۴]	امتیازهای کسب شده از بیشینه (٪)[(*)۵]
	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	کل امتیازهای ارزیابان[(*)۳]		
	طعم‌ومزه	رایحه	رنگ	بافت			
پوشش (I)	۲/۹۰^{c}	۲/۸۰^{c}	۳/۱۰^{c}	۲/۷۰^{c}	۱۱/۵۰^{c}	۲۰	۵۷/۵۰
پوشش (II)	۳/۷۰^{b}	۳/۹۰^{b}	۴/۰۰^{b}	۳/۹۰^{b}	۱۵/۵۰^{b}	۲۰	۷۷/۵۰
پوشش (III)	۴/۸۰^{a}	۴/۷۰^{a}	۴/۶۰^{a}	۴/۷۰^{a}	۱۸/۸۰^{a}	۲۰	۹۴/۰۰

[(*)۱] پوشش (I): خیار گلخانه‌ای فاقد پوشش (کنترل)، پوشش (II): خیار گلخانه‌ای پوشش‌دهی شده با صمغ شیرازی ۱/۵٪ (وزنی/حجمی) و پوشش (III): خیار گلخانه‌ای پوشش‌دهی شده با صمغ شیرازی ۱/۵٪ (وزنی/حجمی) همراه با ppm ۱۰۰۰ اسانس نعناع فلفلی.

[(*)۲] در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) ندارد.

[(*)۳] مقادیر درج شده در این ستون، از مجموع میانگین امتیازهای حسی-چشایی ثبت شده توسط ارزیابان (یعنی ستون‌های شمارهٔ ۱ تا ۴) محاسبه شده است.

[(*)۴] مقادیر بدست آمده در این ستون، از مجموع امتیازهای اختصاص یافته به هر یک از صفات حسی-چشایی مورد ارزیابی محاسبه گردید.

[(*)۵] مقادیر ارائه شده در این ستون به صورت زیر محاسبه شد:

۱۰۰×(بیشینه امتیاز قابل کسب/کل امتیازهای ارزیابان)=امتیاز کسب شده از بیشینه (٪)

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.17357756.1401.17.4.6.2]

اسید آسکوربیک (ویتامین C) یک ترکیب محلول در آب و ضداکسیدان قدرتمند است که از تخریب‌های ایجاد شده توسط گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) در میوه‌ها و سبزی‌ها ممانعت می‌نماید (۱۵). کمترین میزان ویتامین C در تمام مدت نگهداری در ارتباط با خیار گلخانه‌ای کنترل (پوشش I) مشاهده شد. Nasiri و همکاران اذعان نمودند که حضور اکسیژن می‌تواند موجب تخریب ویتامین C گردد. بااین‌حال، بکارگیری پوشش خوراکی به‌دلیل ممانعت از تماس و انتشار گاز اکسیژن، می‌تواند سبب حفظ ویتامین C گردد (۱۵).

شاخص اُفت آب (اُفت وزن)، یکی از پدیده‌های فیزیکی مهم بوده که کیفیت پس از برداشت محصول را تحت تأثیر قرار داده و عمر بازارپسندی محصول را محدود می‌نماید (۲۳). احتمالاً این حالت به‌دلیل تعریق آب و نیز مصرف درشت مولکول‌های موجود در بافت سلولی (نظیر نشاسته، قندها و غیره) طی پدیدهٔ تنفس سلولی است (۲۰). طبق نتایج گزارش شده بالاترین میزان اُفت وزن در تمام مدت نگهداری در ارتباط با خیار گلخانه‌ای کنترل (I) مشاهده شد و بکارگیری پوشش‌های خوراکی (II یا III) منجر به کاهش اُفت وزن نمونه‌ها، طی زمان نگهداری شد.

سختی بافت یکی از مؤلفه‌های اصلی ارزیابی بافت بوده که نقش بحرانی در ارزیابی ویژگی‌های حسی و چشایی محصول (نظیر صفات تردی و آبکی بودن) و متعاقباً قابلیت پذیرش محصولات کشاورزی دارد (۱۰). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که، کمترین میزان سختی بافت در تمام مدت نگهداری در ارتباط با خیار گلخانه‌ای کنترل (I) مشاهده شد و بکارگیری پوشش‌های خوراکی (II یا III) منجر به اُفت کمتر سختی بافت نمونه‌ها، طی زمان نگهداری گردید. نرم شدن بافت به‌دلیل تخریب استحکام دیوارهٔ سلولی و آماس سلولی در اثر فرآیندهای میکروبی و بیوشیمیایی است. تخریب بیوشیمیایی شامل هیدرولیز پکتین و قندها مرکب توسط آنزیم‌ها (نظیر هیدرولاز دیواره) است. هنگامی‌که فرآیند رسیدن میوه پیشروی می‌نماید، دِپلیمریزاسیون (کوتاه شدن طول زنجیر) مواد پکتینی رُخ داده که با افزایش فعالیت آنزیم‌های پکتین‌استراز و پلی‌گالاکتوروناز همراه است (۱۵). در پژوهش حاضر، در نمونه‌های پوشش‌دهی شده به‌دلیل کاهش تماس غلظت اکسیژن، ممکن است فعالیت آنزیم‌های یاد شده محدود شود که متناظر با حفظ بافت طی دورهٔ نگهداری است. همزمان، میکروارگانیسم‌هایی نظیر باکتری‌های سرمادوست، سبب تخریب و شکستن ماتریکس درون سلولی شده و سبب کاهش واکوئول مرکزی می‌شود که متلاشی شدن جزئی سلول را در پی دارد. لذا با توجه به اینکه میزان رشد این میکروارگانیسم‌ها در نمونهٔ کنترل (فاقد پوشش) نسبت به سایر نمونه‌ها (تیمار شده با پوشش‌های II یا III) بیشتر است، لذا شاهد اُفت بیشتر سختی بافت در نمونهٔ کنترل نسبت به نمونه‌های پوشش‌دهی شده هستیم (۱۵).

طبق نتایج بدست آمده، بکارگیری دو محلول پوشش خوراکی (II یا III) سبب حفظ ویژگی‌های رنگی خیار گلخانه‌ای شد. شدت روشنایی کلیهٔ نمونه‌ها در تمام مدت نگهداری کاهش معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) را نشان داد. با این وجود، نمونه‌های پوشش‌دهی شده مقادیر شدت روشنایی بالاتری نسبت به نمونهٔ کنترل در پایان دورهٔ نگهداری داشتند. احتمالاً این حالت به‌دلیل اُفت آب و قهوه‌ای شدن سطح نمونه است (۲۴، ۱۰). Mohammadi و همکاران گزارش نمودند که پوشش‌دهی سبب حفظ رنگ سبز خیار گلخانه‌ای از طریق ممانعت از اکسیداسیون یا قهوه‌ای شدن آنزیمی می‌گردد (۱۰).

با وجود اینکه، افزودن ppm ۱۰۰۰ اسانس نعناع فلفلی به پوشش خوراکی صمغ شیرازی سبب افزایش معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) پارامترهای ویتامین C (۱/۵~ مرتبه) و سختی بافت (۲/۰~ مرتبه) نسبت به نمونهٔ کنترل شد، پارامتر pH رفتاری معکوس (۳/۷۵٪~ کاهش نسبت به نمونهٔ کنترل) را در شرایط مشابه منعکس نمود. با توجه به یافته‌های به‌دست آمده، همبستگی قوی و مثبت صفات ویتامین C-سختی بافت ($r=+۰/۹۶۵۴$ و $R^۲=۰/۹۳۲$)، تأثیر چشمگیری روی درک احساس دهانی مصرف‌کنندگان داشت، که این ادعا از طریق بیشینهٔ امتیازات حسی و چشایی کسب شده، قابل تأیید است (جدول ۳). همچنین با توجه به یافته‌ها می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که اسانس نعناع فلفلی یک منبع بالقوهٔ ترکیبات زیست‌فعال بوده که درهم‌تنیده شدن آن با پوشش خوراکی (به‌ویژه صمغ شیرازی)، نه تنها سبب افزایش ماندگاری خیار گلخانه‌ای می‌شود، بلکه می‌توان ویژگی‌های تغذیه‌ای محصول را نیز بهبود بخشد (جلوگیری از تخریب ویتامین C). به‌علاوه لازم به ذکر است که در اسانس روغنی نعناع فلفلی، ترکیب فرار مختلفی شناسایی شده است که در میان آنها ایزو-منتول (۳۸/۶۸٪) و منتون (۳۳٪) دو ترکیب اصلی شناسایی شده می‌باشد (۱۴). ترکیبات یاد شده از مهمترین مونوترپن‌های اکسیژن‌دار شناسایی در اسانس نعناع فلفلی بوده که نقش مؤثری در کاهش ظهور علائم چروکیدگی و پیری در نمونه‌ها داشته که سبب درک بیشترین میزان امتیازات حسی و چشایی در نمونه‌های تیمار شده با پوشش (III) شده است.

به‌طورکلی، نتایج پژوهش حاضر می‌تواند برای افزایش ماندگاری محصولات کشاورزی پس از برداشت با بکارگیری ترکیبات نگهدارندهٔ طبیعی استفاده شود، که گامی بزرگ در جهت توسعهٔ صنایع تبدیلی کشاورزی بشمار می‌آید. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، استفاده از پوشش خوراکی حاوی اسانس نعناع فلفلی (پوشش III) جهت توسعهٔ ماندگاری خیار درختی پیشنهاد می‌شود.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.17357756.1401.17.4.6.2]

•References

1. FAO. FaoStat Database. Available from http://faostat.fao.org; 2018.
2. Patel C, Panigrahi J. Starch glucose coating-induced postharvest shelf-life extension of cucumber. Food Chemistry 2019; 288: 208-214.
3. Lin Q, Lu Y, Zhang J, Liu W, Guan W, Wang Z. Effects of high CO_2 in-package treatment on flavor, quality and antioxidant activity of button mushroom (*Agaricusbisporus*) during postharvest storage. Journal of Postharvest Biological Technology 2017; 123: 112-118.
4. Qin Y, Liu D, Wu Y, Yuan M, Li L, Yang J. Effect of PLA/PCL/cinnamaldehyde antimicrobial packaging on physicochemical and microbial quality of button mushroom (*Agaricusbisporus*). Journal of Postharvest Biological Technology 2015; 99: 73-79.
5. Alegre I, Viñas I, Usall J, Anguera M, Abadias M. Microbiological and physicochemical quality of fresh-cut apple enriched with the probiotic strain *Lactobacillusrhamnosus* GG. Journal of Food Microbiology 2011; 28: 59-66.
6. Murray K, Wu F, Aktar R, Namvar A, Warriner K. Comparative study on the efficacy of bacteriophages, sanitizers, and UV light treatments to control listeria monocytogenes on sliced mushrooms (*Agaricus bisporus*). Journal of Food Protection 2015; 78(6): 1147-1153.
7. Wang Q, Chu L, Kou L. UV-C Treatment maintains quality and delays senescence of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). Journal of Scientia Horticulturae 2017; 225: 380-385.
8. Isturiz-Zapata M.A, Hernandez-Lopez M, Correa-Pacheco Z.N, Barrera-Necha L.L. Quality of cold-stored cucumber as affected by nanostructured coatings of chitosan with cinnamon essential oil and cinnamaldehyde. LWT-Food Science and Technology 2020; 123: 109089.
9. Kahramanoğlu I, Usanmaz S. Improving postharvest storage quality of cucumber fruit by modified atmosphere packaging and biomaterials. Hortscience 2019; 54(11): 2005-2014.
10. Mohammadi A, Hashemi M, Hosseini S.M. Chitosan nanoparticles loaded with *Cinnamomum zeylanicum* essential oil enhance the shelf life of cucumber during cold storage. Postharvest Biology and Technology 2015a; 110: 203-213.
11. Mohammadi A, Hashemi M, Hosseini S.M. Postharvest treatment of nanochitosan-based coating loaded with *zataria multiflora* essential oil improves antioxidant activity and extends shelf-life of cucumber. Innovative Food Science and Emerging Technologies 2015b; doi: 10.1016/j.ifset.2015.10.015.
12. Zhang Y, Zhang M, Yang H. Postharvest chitosan-g-salicylic acid application alleviates chilling injury and preserves cucumber fruit quality during cold storage. Food Chemistry 2015; 174: 558-563.
13. Noshirvani N, Fasihi H, Rahmati-Yavandi J. Shelf-life extention of cucumber by active coating based on CMC containing ginger and savory essences. 3rd National Conference on Medical Plant and sustainable agriculture 2015; https://civilica.com/doc/416537/ [in Persian].
14. Mokhtarian M, Kalbasi-Ashtari A, Xiao H.W. Effects of solar drying operation equipped with a finned and double-pass heat collector on energy utilization, essential oil extraction and bio-active compounds of peppermint (*Mentha Piperita* L.). Drying Technology 2020; DOI: 10.1080/07373937.2020.1836650.
15. Nasiri M, Barzegar M, Sahari M.A, Niakousari M. Tragacanth gum containing *Zataria multiflora* Boiss. Essential oil as a natural preservative for storage of button mushrooms (*Agaricusbisporus*). Food Hydrocolloids 2017; 72: 202-209.
16. Jiang T, Feng L, Wang Y. Effect of alginate/nano-Ag coating on microbial and physicochemical characteristics of shiitake mushroom (*Lentinusedodes*) during cold storage. Food Chemistry 2013; 141: 954-960.
17. Dehghani P, Hosseini S.M.H, Golmakani M.T, Majdinasab M, Esteghlal S. Shelf-life extension of refrigerated rainbow trout fillets using total Farsi gum-based coatings containing clove and thyme essential oils emulsions. Food Hydrocolloids 2017; 10.1016/j.foodhyd.2017.11.009.
18. Sogvar O.B, Koushesh Saba M, Emamifar A, Hallaj R. Influence of nano-ZnO on microbial growth, bioactive content and postharvest quality of strawberries during storage. Innovative Food Science and Emerging Technology 2016; 35: 168-176.
19. Patel C, Panigrahi J. Starch glucose coating-induced postharvest shelf-life extension of cucumber. Food Chemistry 2018; https://doi.org/10.1016/j.foodchem. 2019.02.123.
20. Xu Y, Tian Y, Ma R, Liu Q, Zhang J. Effect of Plasma Activated Water on the Postharvest Quality of Button Mushrooms, Agaricus bisporus. Food Chemistry 2015; http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.144.
21. Sahraei Khosh Gardesh A, Badii F, Hashemi M, Yasini Ardakani A, Maftoonazad N, Mousapour Gorji A. Effect of nanochitosan based coating on climacteric behavior and postharvest shelf-life extension of apple cv. Golab Kohanz. LWT-Food Science and Technology 2016; 70: 33-40.
22. Nabifarkhani N, Sharifani M, Daraei Gramakhani A, Gnaji Moghadam E, Shakeri A. Effect of nanocomposite and Thyme oil (*TymusVulgaris* L) coating on fruit quality of sweet cherry (Takdaneh Cv) during storage period. Food Science and Nutrition 2015; 3(4): 349-354.
23. Donglu F, Donglu Y, Kimatu B.M, Mariga A.M, Liyan Z, Xinxin A, Qiuhui H. Effect of nanocomposite-based packaging on storage stability of mushrooms (*Flammulina velutipes*). Innovative Food Science and Emerging Technologies 2016; 33: 489-497.
24. Brasil I, Gomes C, Puerta-Gomez A, Castell-Perez M, Moreira R. Polysaccharide-based multilayered antimicrobial edible coating enhances quality of fresh-cut papaya. LWT-Food Science and Technology 2012; 47: 39-45.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.17357756.1401.17.4.6.2]

Effects of Shirazi Gum Edible Coating Containing of Peppermint Essential Oil on Shelf-life of Fresh Greenhouse Cucumbers (*Cucumissativus*) and Its Quality Assessment during Storage in Refrigerator

Mokhtarian M[*1], Koushki F[2], Jannat B[3]

*1*Corresponding author: Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran. Email: mokhtarian.mo@riau.ac.ir*

2- Former M.Sc. Student, Department of Food Science and Technology, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran

3- Full Professor, Halal Research Center of IRI, Ministry of Health and Medical Education, Tehran, Iran

Received 4Jun, 2022 **Accepted 9Sep, 2022**

Background and Objectives: Greenhouse cucumber is one of the most important summer crops of Iran. Quality of the product is immediately lost after harvest due to physicochemical changes. Thus, use of special pre-processes (especially use of edible coating) to delay their maturity and increase the shelf-life of the product is important.

Materials and Methods: To decrease weight loss, preserve nutritional value (protects against the breakdown of vitamin C) and texture brittleness (corresponding to the higher acceptability of consumers), greenhouse cucumbers were processed with various edible coatings; control (I), Shiraz gum (II) and Shiraz gum containing 1000 ppm peppermint essential oil (III). Then, physicochemical characteristics (pH, weight loss, vitamin C and hardness) and color parameters (L*, a* and b*) of the samples were assessed at storage days of 1, 8 and 16 at 4 ^{o}C.

Results: While the vitamin C and firmness of uncoated greenhouse cucumbers (control) respectively decreased to 4.8 and 2.26 times during 16 days of storage, the highlighted parameters decreased at rates of ~3.85 and ~1.20 times in samples treated with coating (III) at similar conditions, respectively. Moreover, strong positive correlations between vitamin C and firmness factors ($r = +0.9654$ and $R^2 = 0.932$) included significant effects on the perception of consumer mouth feels.

Conclusion: Regarding that the control sample achieved only 57.5% of the maximum organoleptic score (flavor, aroma, color and texture), greenhouse samples treated with coating (III) achieved up to 94% of these characteristics and have been recommended as the best edible coating for the shelf-life extending of greenhouse cucumbers.

Keywords: Greenhouse cucumber (*Cucumis sativus*), Peppermint (*Mentha piperita* L.), Shirazi gum, Physicochemical characteristics, Sensory assessment

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.17357756.1401.17.4.6.2]