مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال پنجم، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹، صفحات ۶۲-۵۳

ماندگاری برش‌های خربزه پوشش داده شده با پروتئین آب پنیر در شرایط سرد

فاطمه بهرامیان[۱]، مجید جوانمرد[۲]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات
۲- نویسنده مسئول: استادیار گروه صنایع غذایی، پژوهشکده صنایع شیمیایی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران
پست الکترونیکی: javanmard@irost.ir

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۲۴ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۱۶

چکیده

سابقه و هدف: در این تحقیق پوشش‌های خوراکیِ تهیه شده از کنستانتره پروتئین آب پنیر و گلیسرول برای حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری برش‌های خربزه در دمای $5^{\circ}C$ مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: پوشش‌ها حاوی مقادیر مختلف (۵، ۷/۵ و ۱۰ گرم) کنسانتره پروتئین آب پنیر بودند. تیماری شامل محلول ۱٪ کلرید کلسیم که به طور مرسوم در تولید برش‌های میوه به کار می‌روند، جهت مقایسه در نظر گرفته شد. برش‌های خربزه بدون هیچ گونه پوششی به عنوان گروه شاهد انتخاب شدند. انبارمانی از نظر کاهش وزن، تغییرات رنگ (L*، a*، b* و a/b)، سختی گوشت، اسیدیته قابل تیتر، مقدار ماده جامد محلول و ویژگی‌های حسی مورد آزمون قرار گرفت.

یافته‌ها: استفاده از پوشش، باعث کاهش از دست رفتن وزن برش‌های خربزهٔ پوشش‌دار در مقایسه با میوه‌های بدون پوشش (شاهد) و تیمار کلریدکلسیم شد. تفاوت معنی‌داری در مقدار ماده جامد محلول و اسیدیته قابل تیتر، بین برش‌های شاهد و پوشش‌دار، بعد از ۴ هفته در دمای $4\pm1^{\circ}C$ مشاهده نشد. سفتی میوه‌های پوشش‌دار همراه با تیمار کلرید کلسیم در مقایسه با گروه شاهد، افزایش معنی‌داری نشان داد. این تفاوت بین نمونه‌های پوشش‌دار و تیمار کلرید کلسیم، معنی‌دار نبود ($P> ۰/۰۵$). شاخص‌های L* و a* در برش‌های خربزه پوشش داده شده نسبت به برش‌های بدون پوشش، بیشتر و شاخص‌های b* و a/b* کمتر بود.

گروه ارزیاب، به نمونه‌های پوشش داده شده با پروتئین آب پنیر امتیازهای بالاتری دادند. با آنکه در پایان زمان انبارداری، اختلاف در مقادیر پروتئین آب پنیر پوشش، باعث تفاوت معنی‌داری نشد ($P> ۰/۰۵$). میوه‌های پوشش داده شده از نظر طعم، رنگ و پذیرش کلی، بهترین امتیاز را کسب کردند. درخشندگی و شفافیت نمونه‌های پوشش داده شده با پروتئین آب پنیر نسبت به گروه شاهد و تیمار کلرید کلسیم، کاهش معنی‌داری داشت. در پوشش‌های حاصل از پروتئین آب پنیر، افزایش میزان پروتئین منجر به افزایش ویژگی‌های فیزیکی مانند ضریب ارتجاعی(EM)، نیروی کشسانی(TS) و درصد درازشدگی(EL) شد.

نتیجه‌گیری: استفاده از پوشش خوراکی بر پایه پروتئین آب پنیر می‌تواند به عنوان یک روش مؤثر و رهیافت جدید برای نگهداری برش‌های میوه‌ها در دمای سرد محسوب شود.

واژگان کلیدی: برش‌های خربزه، پوشش‌دار کردن، کنسانتره آب پنیر، ماندگاری

• مقدمه

صنعت میوه و سبزی برش دیده (Fresh-cut) از بخش‌های نسبتاً جدید و در حال رشد صنعت تولید فراورده‌های تازه در صنایع غذایی است. طبق تعریف *انجمن بین المللی فراورده‌های برش دیده* IFPA (International Fresh-cut Produce Association) این فراورده‌ها عبارتند از: میوه‌ها و سبزی‌هایی که پس از قطع زوائد (Trimming)، پوست کندن و برش، بسته‌بندی می‌شدند و پس از بسته‌بندی به دلیل اینکه هنوز تازگی خود را حفظ می‌کنند، فراورده‌هایی با طعم تازه، مطمئن و با ارزش تغذیه‌ای به مصرف‌کننده تحویل داده می‌شود. میزان فروش فراورده‌های برش دیده در آمریکا در سال ۲۰۰۰ حدود ۱۱ میلیارد دلار بود که حدود ۱۰٪ بازار فروش فراورده‌های تازه این کشور را به خود اختصاص داده بود.

گزارش‌ها نشان می‌دهد که ۲۱ تا ۳۶ ٪ کل مصرف‌کنندگان در سراسر دنیا انواعی از برش‌های خربزه بسته‌بندی شده در سینی‌های پوشیده با سلفون را خریداری

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-11]

کرده‌اند (۱). این فراورده‌ها ۱۰۰٪ قابل استفاده بوده و ضایعات آن در حین مصرف صفر است. این مسأله هنگامی قابل تحقق است که فراورده‌های برش داده شده در شرایط کاملاً مناسب نگهداری شوند یا میزان مقاومت و ماندگاری آنها از راه‌های مختلف افزایش یابد. در این زمینه، استفاده از روش‌هایی مانند فرایند حرارتی، انجماد یا اضافه کردن افزودنی‌ها یا نگهدارنده‌ها مجاز نیست. زیرا تعریف *سازمان غذا و داروی آمریکا* (FDA) در تعریف این فراورده‌ها تأکید کرده است که فراورده برش دیده به شکل خام یا نیمه فرایند شده و بدون اِعمال فرایندهایی مثل فریزکردن، فرایند حرارتی یا افزودن نگهدارنده‌ها به شکل تازه و آماده برای مصرف عرضه می‌شود.

میوه‌ها و سبزی‌های برش دیده نسبت به فراورده‌های بدون برش و کامل، از نظر فیزیولوژی، حمل و نقل و نیازمندی‌های ذخیره‌سازی متفاوت هستند. پارگی بافت و از هم گسیختگی سلولی در این فراورده‌ها منجر به کاهش ماندگاری آنها می‌شود. از سوی دیگر، این فراورده‌ها به دلیل افزایش فعالیت آنزیمی، عوامل تنفسی و همچنین ملاحظات میکروب شناسی که بر سلامت این فراورده‌ها تأثیر می‌گذارد، نیازمند توجه جدی هستند . با اینکه فراورده‌های برش دیده در بین مصرف کنندگان مقبولیت مناسبی دارند، اما تازگی و ماندگاری آنها از چالش‌های مهم این دسته از فراورده‌ها محسوب می‌شود (۲).

برای افزایش مدت زمانی که فراورده‌های برش داده شده، تازه و با طراوت باقی بمانند و همچنین جلوگیری از ایجاد بعضی تغییرات نامطلوب در برش‌های میوه یا سبزی، استفاده از پوشش‌هایی بر سطح این فراورده‌ها پیشنهاد شده است. استفاده از این پوشش‌ها باید به شکلی باشد که ظاهری ناخوشایند ایجاد نکند و در عین حال در بازار پسندی محصول از نظر ارگانولپتیکی و ظاهری تأثیر ناخوشایندی به جا نگذارد. علاوه بر موارد فوق، این پوشش‌ها باید خوراکی باشند و نیازی به برداشتن آنها از سطح محصول در حین مصرف احساس نشود.

پوشش خوراکی (edible coating) عبارت است از افزودن یک لایه نازک از مواد خوراکی (ماده‌ای که در صورت ورود به بدن بدون عوارض جانبی، قابلیت هضم و جذب دارد) روی مواد غذایی که از طریق پیچیدن، فرو بردن، برس زدن یا اسپری کردن تشکیل می‌شود. به این ترتیب، یک سد انتخابی در برابر انتقال گازها، بخارات و مواد حل شده ایجاد می‌شود. برخی از اهداف کاربرد این پوشش‌ها عبارتند از: افزایش ماندگاری محصول، حفظ کیفیت ماده غذایی، جلوگیری از ایجاد صدمات مکانیکی و حملات میکروبی و در نتیجه، جلوگیری از تخریب ماده غذایی و زیان‌های اقتصادی. این پوشش‌ها کاملا زیست تجزیه پذیر هستند و در واقع یک نوع بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته برای مواد غذایی به ویژه میوه‌ها فراهم می‌کنند. استفاده از پوشش خوراکی برای میوه‌ها یکی از روش‌های مؤثر نگهداری میوه‌ها در دمای محیط است(۳).

خربزه گیاهی از خانواده *Cucurbitaceae* با نام علمی*Cucumis melo* var.inodorus است. تولید فراورده‌های صیفی و سبزی کشورمان در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ حدود ۱۶ میلیون تُن بود که در این میان، میزان تولید خربزه دیم و آبی بالغ بر ۱/۳۳۲/۰۶۵ تُن در سال بود. این مقدار به صورت سنتی به بازار ارائه و مصرف شد. با توجه به روند رو به رشد صنایع غذایی و ایجاد امکانات بهینه برای مصرف‌کنندگان، استفاده مناسب از فراورده‌ها با کمترین ضایعات و ایجاد شرایطی که آنها بتوانند در هر زمان و هر موقعیت جغرافیایی از انواع فراورده‌های زراعی و باغی استفاده کنند، توسعه یافته است (۴).

ماندگاری برش‌های خربزه در زنجیره توزیع حدود ۱۰ روز است (۵) اما این مدت در زمان عرضه به صورت خرده فروشی به ۳ روز کاهش می‌یابد (۶).

در سال ۱۹۹۱ از پوشش دهی برای کنترل تیره شدن بعد از پخت در سیب‌زمینی استفاده شد (۷). در سال ۱۹۹۳ برای کنترل اکسیداسیون چربی و افزایش ماندگاری فراورده‌های قنادی از پوشش‌های هیدروکلوئیدی استفاده شد (۸). در سال ۱۹۹۴ سیب قرمز پوشش‌دار شد و تأثیر ضخامت پوشش بر میزان عبور گازها بررسی شد (۹). در سال ۱۹۹۶ تحقیقاتی در زمینه کاربرد پوشش‌هایی بر پایه پروتئین آب پنیر برای بادام زمینی انجام شد(۱۰). در مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۳ از پوشش خوراکی بر پایه پروتئین آب پنیر برای برش‌های سیب استفاده شد. (۱۱). در سال ۲۰۰۶ پوشش خوراکی بر پایه پلی‌ساکارید (نشاسته، کاراگینان و کیتوزان) برای افزایش ماندگاری توت فرنگی به کار برده شد (۱۲).

امروزه، در دنیا در زمینه صنعت فراورده‌های برش دیده پژوهش‌های متعددی انجام شده است. ولی متأسفانه در کشور ما با وجود میزان تولید مناسب این فراورده‌های زراعی

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-11]

و باغی، در این زمینه حرکتی جدی و سازنده در راستای تولید انبوه صورت نگرفته است. به همین دلیل، انجام تحقیقات بیشتر و مستمر در این زمینه احساس می‌شود.

در پژوهش حاضر، از پوشش‌های خوراکی بر پایه پروتئین آب پنیر و گلیسرول برای پوشش‌دار کردن برش‌های خربزه استفاده شد و ماندگاری و ویژگی‌های کیفی و حسی این محصول با استفاده از این پوشش در دمای ۵°C در بسته‌بندی (سینی‌های پلاستیکی پوشیده با سلوفان) مورد بررسی قرار گرفت.

• مواد و روش‌ها

مواد: کنسانتره پروتئین آب پنیر(۸۵ ٪ پروتئین) از شرکت *آرلا* (Videbeak, Denmark) وگلیسرین از شرکت *مِرک* (Darmstadt, Germany) تهیه شد و به عنوان نرم‌کننده به همه محلول‌های تشکیل‌دهنده فیلم اضافه شد. سولفات منیزیم جهت ایجاد رطوبت نسبی ۵۰ ٪ در بررسی فیلم‌های تولیدی از شرکت *سیگما آلدریچ* خریداری شد.

آماده سازی نمونه: ابتدا نمونه خربزه‌هایی که به میزان ۷۵٪ و بیشتر رسیده بودند، با کمک مایع شست و شوی ظروف، کاملا شسته شدند. همه وسایل (از جمله چاقو و میز برش) با کمک محلول هیپوکلریت سدیم (۱۰۰۰ppm) شسته و تمیز شدند. برش‌های تقریباً مکعبی شکل از خربزه تهیه شد. سپس همه برش‌های خربزه با هم مخلوط شده و به طور تصادفی ۱۰ قطعه برش انتخاب شد. تیمارها و شاهد بدون هرگونه بسته‌بندی در داخل ظروف یک بار مصرف قرار گرفته و توسط سلوفان پیچیده شدند.

روش پوشش‌دار کردن: برای تهیه محلول پوشش، مقادیر ۵، ۷/۵ و ۱۰ گرم از پروتئین آب پنیر در ۱۰۰ml آب مقطر حل شده و به منظور دناتوراسیون به مدت ۳۰ دقیقه در ۹۰°C در بن ماری حرارت داده شد (تیمارهای W۵، W۷/۵ و W۱۰). سپس ۳ گرم گلیسرول به عنوان نرم کننده یا پلاستیسایزر به محلول حاصل اضافه شد. برش‌های خربزه در محلول‌های پوشش با دمای ۶۰°C فرو برده شدند و سپس در محیط آزمایشگاه جهت شکل‌گیری پوشش به مدت ۱ ساعت قرار گرفتند. تیمار کلرید کلسیم با فرو بردن برش‌های خربزه در محلول ۱٪ کلرید کلسیم به مدت ۱ دقیقه انجام گرفت. گروه شاهد تنها در آب مقطر فرو برده شد. آزمایش برای همه گروه‌های شاهد و تیمار ۳ بار تکرار شد. نمونه‌ها جهت بررسی ماندگاری و آزمون‌های مربوطه در ۵°C و رطوبت نسبی ۹۵٪ به مدت ۲۸ روز نگهداری شدند. آزمون‌های مورد نظر در فواصل ۷ روزه انجام گرفت. نمونه‌های شاهد و تیمار شده جهت بسته‌بندی در سینی‌های پلاستیکی پلی‌اتیلنی با درپوشی از سلوفان قرار گرفتند.

بررسی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی پوشش‌ها: برای بررسی ویژگی پوشش‌ها، فیلم‌هایی از کنسانتره پروتئین آب پنیر طبق روش *Shaw* و همکاران (۲۰۰۲) تهیه شدند (۱۳). ۵، ۷/۵ و ۱۰ گرم از محلول پروتئین آب پنیر توسط پیپت درون پلیت‌های لبه‌دار و صاف (با قطر ۱۰۰mm) ریخته شد و فیلم‌های حاصل از آن پس از باقی ماندن روی یک سطح صاف تشکیل شد. برای هر ویژگی مورد مطالعه، دفعات تکرار متفاوتی در نظر گرفته شد. اجازه داده شد تا فیلم‌ها در دمای اتاق و پس از ۲۴ تا ۴۸ ساعت خشک شوند. فیلم‌ها را از پلیت‌ها جدا کرده و به مدت ۲۴ ساعت در رطوبت نسبی ۵±۵۰ درصد و دمای ۲°C±۲۳ نگهداری کردند.

تراوایی در برابر بخار آب WVP (Water Vapor Permeability): تراوایی در برابر بخار آب بر اساس روش *McHugh* و همکاران (۱۹۹۳) مورد آزمون قرار گرفت (۱۴). در هر فنجان مخصوص آزمایش ۱۲ml آب مقطر ریخته شد و سرتاسر سطح فنجان با نمونه‌های فیلم پوشیده شد. وزن فیلم‌ها در دوره زمانی ۲۴ ساعته و با فاصله زمانی ۱/۵ ساعت خوانده شد. حداقل سه تکرار برای نمونه‌های فیلم در نظر گرفته شد. میزان انتقال بخار آب با استفاده از روش تصحیح شدهٔ پیشنهادی *McHugh* و همکاران(۱۹۹۳) محاسبه شد (۱۴).

ضخامت فیلم: ضخامت فیلم با کولیس Feinmesszeug (Tokyo, Japan) در پنج نقطه تصادفی از فیلم اندازه‌گیری شد. بازدارندگی در برابر بخار آب و ویژگی‌های مکانیکی بر اساس میانگین ضخامت محاسبه شد.

شرایط آزمون کشش: همه آزمون‌های کشش در رطوبت نسبی ۵±۵۰٪ و دمای ۲°C±۲۳ توسط دستگاه اینسترون یونیورسال مدل ۲۷۱۲ -۰۰۲ (Canton, MA) با لود سل (Load cell) ۵ نیوتن و سرعت ۱۰۰ میلی‌متر در دقیقه انجام شد. فیلم‌ها توسط قیچی تیزی به نوارهای باریکی به عرض ۲۵/۴mm و طول ۱۳۰mm بریده شدند و بین گیره‌های مقوایی پوشیده شده با نوار قرار گرفتند (۷۰×۲۶ میلی‌متر). ویژگی‌های کششی فیلم‌ها بر اساس روش کشش استاندارد ASTM اندازه‌گیری شد(۱۵). نیروی کشسانی TS (Tensile Strain)، درصد درازشدگی EL (Elongation) و

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-11]

ضریب ارتجاعی EM (Elongation Modulus) محاسبه شدند.

ویژگی‌های مورد بررسی جهت تعیین ماندگاری برش‌های خربزه

مقدار ماده خشک آب میوه: مقدار ماده خشک محلول (درجه بریکس) آب میوه هر ۷ روز و در مدت ۲۸ روز با سه تکرار تعیین شد. مقدار ماده خشک محلول کل در آب میوه توسط رفراکتومتر کراس (Kruss) مدل د- ۲۲۹۷۶ (Hamburg, Germany) که بر حسب ساکارز در دمای ۲۰°C کالیبره شده بود، مشخص شد. مقدار ماده خشک محلول کل به دست آمده برای از دست رفتن وزن طبق فرمول زیر تصحیح شد:

$V = X^* (100 - \%WLt)\ 100$

که در اینجا X: مقدار ماده خشک محلول کلِ به دست آمده از آب خربزه قبل از از دست رفتن وزن، %WL : درصد از دست رفتن وزن در زمان t و V : مقدار حقیقیِ ماده خشک محلول کل یا مقدار اسید سیتریک پس از دست رفتن وزن است.

از دست رفتن وزن: ۱۰ عدد برش میوه به طور تصادفی از هر وضعیت ویژه انتخاب با ترازوی آزمایشگاهی متلر (Mettler) مدل AE 200-S (Greifensee, Switzerland) با سه بار تکرار وزن شدند. نتایج بر حسب درصد از دست رفتن وزن بیان شد.

ارزیابی رنگ: رنگ میوه توسط سیستم CIE L* a* b* و با به کار گیری دستگاه کرونومتر مینولتا (Minolta Chromometer) مدل CR-300 ژاپن در مدت ۲۸ روز و با فاصله زمانی ۷ روز اندازه‌گیری شد. از کاشی سفید (L*: 97/46; a*: -0/02; b*: 1/72) به عنوان مرجع استفاده شد.

ارزیابی حسی: ۲۰۰ داور مصرف‌کننده آموزش ندیده، شامل کارمند، دانشجو و اعضای *سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران* با استفاده از روش رتبه‌بندیِ 9-point hedonic scale (۱= عالی و ۹= غیر قابل پذیرش)، برای آزمودن و ارزیابی طعم، سفتی و پذیرش کلی هر دو نوع برش خربزه شاهد و تیمار شده فعالیت کردند.

اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتر میوه: این ویژگی براساس روش شماره AOAC ۲۲/۰۶۱ اندازه گیری می‌شد (۱۶). ۳ عدد خربزه انتخاب شده و ۱۰۰ گرم از پالپ خربزه آماده شده در مخلوط‌کن با سود ۰/۱ نرمال تا PH ۸/۱ تیتر شد. میزان اسیدیته قابل تیتر میوه به صورت درصد اسید سیتریک محاسبه شد.

اندازه‌گیری سفتی میوه : سفتی برش‌های خربزه در ۴ نقطه تصادفی میوه به وسیله یک نفوذ سنج (مدل FT-323) دارای پیستون به قطر ۸ میلی‌متر، بر حسب کیلوگرم در سانتی‌متر مربع محاسبه شد.

روش‌های آماری: این بررسی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی انجام گرفت. فاکتور اول انواع پوشش خوراکی در ۵ سطح مختلف کنسانتره پروتئین آب پنیر (۵، ۷/۵ و ۱۰گرم) ، تیمار کلرید کلسیم و شاهد بود. فاکتور دوم، زمان نگهداری در شرایط سرد شامل روزهای اول، هفتم، چهاردهم و بیست و هشتم بود. در هر تیمار ۱۰ برش میوه با ۳ تکرار استفاده شد.

تجزیه و تحلیل محاسبات آماری واریانس (ANOVA) برای طرح آماری فاکتوریل با نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. مقادیر مختلف پروتئین آب پنیر در فرمولاسیون پوشش‌ها که در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار داشتند، با آزمون چند دامنه‌ای *دانکن* مورد بررسی قرار گرفتند تا هر تیمار با شاهد مقایسه شود.

• یافته‌ها

آزمون‌های مکانیکی و ویژگی‌های فیزیکی فیلم‌های تولیدی: از تمام فرمول‌های به کار گرفته شده، فیلم‌های مطلوبی تهیه شد که به راحتی از سطح پلیت جدا می‌شدند. میانگین ضخامت فیلم‌ها ۲±۱۸ میکرومتر بود. نتایج این بررسی نشان داد که با افزایش میزان پروتئین در ترکیب پوشش، تراوایی در برابر بخار آب افزایش می‌یابد. معمولاً فیلم‌های پروتئینی و پلی‌ساکاریدی به تنهایی بازدارنده‌های خوبی در برابر اکسیژن در رطوبت نسبی کم و متوسط هستند و ویژگی‌های مکانیکی خوبی دارند؛ اما تراوایی در برابر بخار آب در آنها ضعیف است. با افزایش میزان محتوای پروتئینی، درصد کرنش در نقطه شکست فیلم‌ها افزایش معنی‌داری نشان داد ($P<0/05$). این افزایش در مورد میزان استحکام کششی نهایی از میزان ۵٪ محتوای پروتئینی و در مورد شاخص مدول الاستیک از ۷/۵ ٪ معنی‌دار بود (جدول ۱).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-11]

جدول۱- ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی فیلم‌های کنستانتره پروتئین آب پنیر حاوی مقادیر مختلف پروتئین و ۳ گرم گلیسرین به عنوان نرم کننده

فیلم (میزان پروتئین به گرم)	تراوایی در برابر بخار آب ($g/mm/m^2$ hkPa.)	TS (Mpa)	EM (Mpa)	El (%)
۵	^{a}۰/۳۵±۸/۸۱	^{a}۰/۳۵±۱۲/۵۲	^{a}۱/۷۶±۱۲/۸۴	^{a}۱۶/۵۹±۱۰۰/۰۰
۷/۵	^{b}۱/۴۰±۸/۸۱	^{b}۲/۴۱±۱۱/۷۴	^{a}۱/۹۵±۱۴/۵	^{b}۴۵/۲۸±۸۲/۱۷
۱۰	^{c}۳/۳۸±۹/۶۹	^{b}۳/۱۹±۹/۷۱	^{b}۲/۲۵±۱۰/۴۲	^{c}۷۶/۱۴±۹۲/۶

میانگین‌های با حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ ندارند.

ویژگی‌های ماندگاری برش‌های خربزه : میزان سفتی گوشت خربزه در زمان صفر و قبل از هرگونه تیماری ۱۰/۵۹ نیوتن تعیین شد. با توجه به شکل ۱.الف تیمارهای پوشش دیده تا هفته دومِ نگهداری، تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد و تیمار کلرید کلسیم در سطح ۵٪ نشان ندادند اما در همه آنها کاهش مشاهده شد. در هفته‌های سوم و چهارم نگهداری، میزان سفتی میوه‌ها در گروه شاهد و گروه تیمار W۵ و W۷/۵ و تیمار کلسیم شروع به افزایش کرد و افزایش یافت. تیمار حاوی ۱۰ گرم پروتئین آب پنیر تا هفته سوم افزایشی در میزان سفتی نشان نداد و پس از ۲۱ روز نگهداری شروع به افزایش کرد. در هفته چهارم بین نمونه‌های شاهد و تیمارها در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده؛ اما نسبت به هفته اول نگهداری، در همه افزایش مشاهده شد.

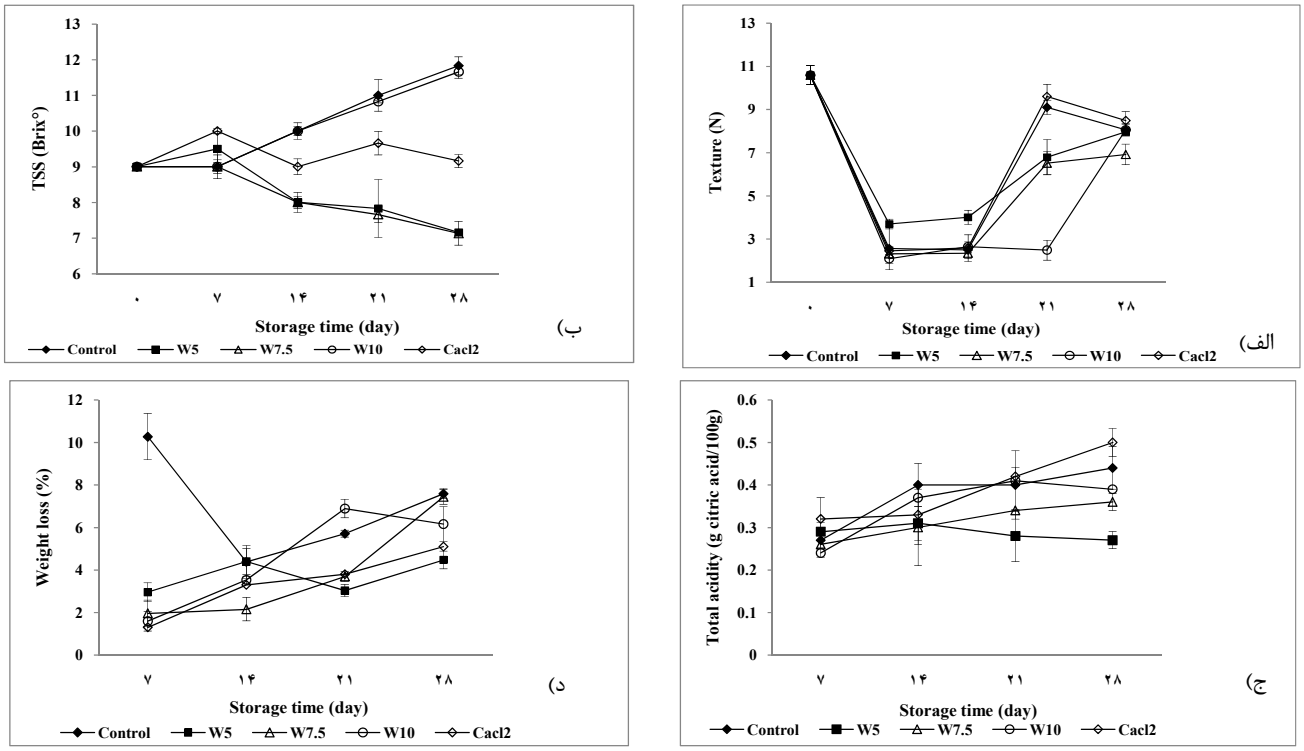
مقدار اولیه ماده خشک محلول کل خربزه ۹/۰۲±۰/۶۶ بر حسب درجه بریکس بود که در طول زمان انبارداری در تیمار W۱۰ و گروه شاهد افزایش یافت. به طوری که پس از ۲۸ روز در این دو گروه بیشترین ماده خشک محلول اندازه‌گیری شد (شکل۱. ب) . کمترین میزان ماده خشک محلول پس از ۲۸ روز در تیمارهای W۵ و W۷/۵ گزارش شد.

اسیدیته قابل تیتر در نمونه اولیه خربزه (روز صفر) ۰/۳۸±۰/۰۱۸ گرم در ۱۰۰ گرم اسید سیتریک تعیین شد. پس از ۲۸ روز، بیشترین میزان اسیدیته در گروه تیمار با کلرید کلسیم و کمترین مقدار در تیمار W۵ اندازه‌گیری شد.

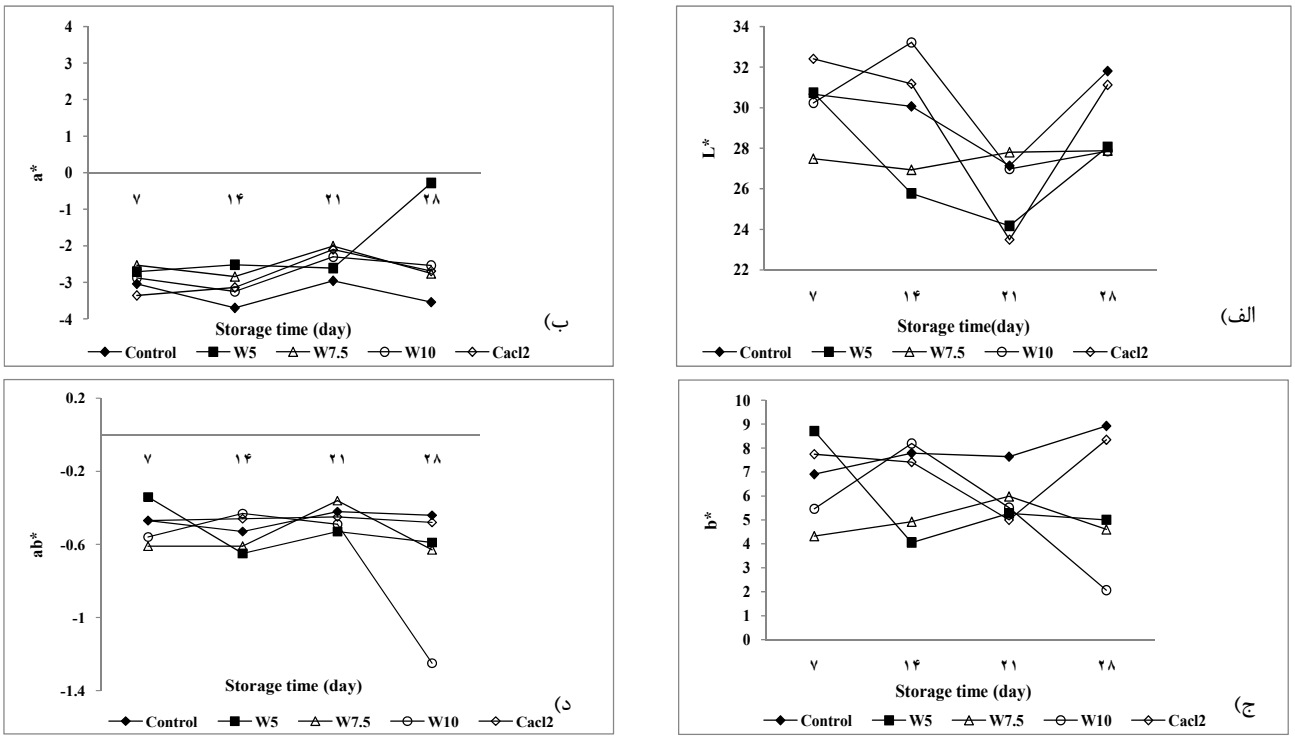
تغییرات درصد کاهش وزن برش‌های خربزه با پوشش پروتئین آب پنیر با نسبت‌های ۵، ۷/۵ ، ۱۰ گرم، تیمار کلرید کلسیم و گروه شاهد در مدت ۴ هفته نگهداری در دمای $5^{\circ}C$ نشان داده شده است (شکل ۱. د). افزایش معنی‌داری در درصد کاهش وزن میوه‌ها در ۴ هفته نگهداری وجود داشت، ولی در میوه‌های بدون پوشش، کاهش وزن در همه مدت نگهداری، در سطح خطای کمتر از ۵٪ اختلاف معنی‌داری داشت. در بین گروه‌های تیمار نیز خربزه‌هایی با پوشش ۵ گرم پروتئین آب پنیر کمترین میزان از دست رفتن وزن را نشان دادند. خربزه‌های پوشش داده شده با محلول کلرید کلسیم از نظر کمترین میزان درصد کاهش وزن در رتبه دوم قرار داشتند. تیمارهای حاوی ۱۰ و ۷/۵ گرم پروتئین نیز به ترتیب دارای کمترین کاهش وزن در گروه تیمارها بودند.

شاخص‌های رنگی L^*، a^*، b^* و ab^* در نمونه برش خربزه قبل از هرگونه تیمار به ترتیب ۳۰/۶۶ ، ۲/۵-، ۴/۳۲ و ۰/۶۱- تعیین شد. در گروه شاهد و تیمار W۷/۵ با گذشت زمان نگهداری، اختلاف معنی‌داری در شاخص L^* مشاهده نشد ($P>0/05$). در تیمارهای W۱۰ ، W۵ و کلرید کلسیم در هفته‌های دوم و سوم نگهداری، کاهش معنی‌داری در شاخص L^* دیده شد. در هفته چهارم نگهداری، تیمار کلرید کلسیم و شاهد دارای بیشترین شاخص L^* بودند (شکل ۲).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-11]



شکل۱- الف) سفتی، ب) ماده خشک محلول، ج) اسیدیته قابل تیتر و د) از دست رفتن وزن در برش‌های پوشش داده شده با کنستانتره پروتئین آب پنیر، تیمار کلرید کلسیم و پوشش‌نداده (شاهد) در طول دوره انبارداری سرد



شکل۲- تغییرات رنگ در برش‌های خربزه پوشش داده شده با کنستانتره پروتئین آب پنیر، تیمار کلرید کلسیم و پوشش‌نداده (شاهد) در طول دوره انبارداری سرد

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-11]

• بحث

با افزایش میزان رسیدگی در اثر متلاشی شدن سلولی ناشی از فعالیت آنزیمی، سفتی بافت میوه نیز کاهش خواهد یافت. از دست رفتن بافت، مهم‌ترین تغییر در طول مدت انبارداری میوه‌ها و سبزی‌ها به شمار می‌رود و به میزان تغییرات متابولیکی و آب بستگی دارد(۲۱). در بررسی حاضر، برش‌های خربزهٔ تیمار شده با کلرید کلسیم به ویژه در هفته‌های سوم و چهارم نگهداری دارای بیشترین میزان سفتی در بافت خود بودند. دلیل کاهش ناگهانی سفتی بافت در هفته اول در همه نمونه‌های شاهد و تیمار به این دلیل است که معمولا برش دادن میوه‌ها و سبزی‌ها به دلیل آسیب فیزیکی، دستکاری و آزاد شدن بسیاری از آنزیم‌های بافتی به نرمی بافت منجر می‌شود.

یکی از دلایل استفاده از پوشش‌های خوراکی برای فراورده‌های برش دیده، جلوگیری و به حداقل رساندن عوارض این تیمار تکنولوژیک است. *Luna-Guzma´n* و *Barrett* (۲۰۰۰) نشان دادند که فرو بردن برش‌های خربزه در لاکتات کلسیم در مقایسه با آب باعث افزایش سفتی این برش‌ها به میزان ۲۳ تا ۲۵٪ در طول مدت ذخیره‌سازی می‌شود (۱۷). *Luna-Guzma´n* و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که فرو بردن برش‌های خربزه در محلول ۲/۵ درصدی کلرید کلسیم باعث بهبود میزان سفتی و تأخیر در متابولیسم برش‌های میوه می‌شود (۶). اثر کلسیم در سفتی بافت به کمپلکس شدن آن به دیواره سلولی و باقیمانده‌های اسید پلی گالاکتورونیک اسید ارتباط دارد (۲۰-۱۸). یکی از دلایل ایجاد سفتی در برش‌های پوشش داده شده با پروتئین آب پنیر که به راحتی قابل استفاده به جای کلرید کلسیم است، محتوای کلسیم آن است. در این پژوهش هم پس از ۴ هفته در تیمارهای پوشش داده شده با کلرید کلسیم از نظر سفتی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱. الف).

علت افزایش دوباره سفتی از هفته دوم این است که نمونه‌های میوه و سبزی معمولا به تدریج شروع به از دست دادن آب خود می‌کنند. بدیهی است که این موضوع منجر به افزایش شاخص سفتی در آنها می‌شود. این نتایج، مشابه یافته‌های *Diab* و همکاران (۲۰۰۱) در استفاده از پوشش کیتوزان (Chitosan) برای میوه توت فرنگی بود (۲۸). نتایج این بررسی نشان داد که می‌توان از پروتئین آب پنیر به عنوان بهبود دهنده بافت (Texture enhancer) استفاده کرد؛ مانند نقشی که کلرید کلسیم در پوشش دادن میوه‌ها و سبزی‌ها ایفا می‌کند.

معمولاً تغییرات وزن، پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها به دلیل از دست دادن آب در حین تنفس است. از دست دادن آب می‌تواند به پژمرده و چروک شدن و در نهایت، کاهش قابلیت در بازار محصول منجر شود. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی می‌توانند از طریق ایجاد یک لایه بازدارنده نیمه تراوا نسبت به گازها و بخار آب و در نتیجه، کاهش تنفس، قهوه‌ای شدن آنزیمی و از دست رفتن آب باعث افزایش ماندگاری محصولات تازه بریده شده شوند (۲۲). هرگونه تیمار فیزیکی (پوست کندن و برش دادن) منجر به افزایش استرس و میزان تنفس در میوه و سبزی برش داده شده نسبت به میوه و سبزی کامل و دست نخورده می‌شود. قسمت اعظم میوه‌ها و سبزی‌ها را آب تشکیل می‌دهد. میزان آب در محصولات باغی بین ۷۵ الی ۹۶٪ است. هنگام برداشت، معمولاً اکثر محصولات دارای حداکثر آب هستند؛ اما بعد از برداشت، در اثر تعرق، مقدار آب محصول به تدریج کاهش می‌یابد. اگر این کاهش بیشتر از مقادیر فوق باشد، شادابی و طراوت محصول از دست می‌رود و ارزش اقتصادی آن تقلیل می‌یابد. میوه‌ها و سبزی‌های برداشت شده، آب خود را به طور وسیع یا تدریجی از دست می‌دهند (۲۳،۲۴). در این میان، برش‌های میوه‌ها و سبزی‌ها به دلیل اینکه بخش محافظت کننده در برابر از دست رفتن آب (پوست) در آنها برداشته می‌شود، نسبت به کاهش وزن و از دست دادن آب، بسیار حساس هستند (۳۱). نتایج بررسی حاضر نشان داد که پوشش دهی برش‌های خربزه باعث کاهش معنی‌دار ($P<0/05$) میزان افت وزن در مقایسه با گروه شاهد و برش‌های بدون پوشش می‌شود.

مقدار ماده خشک محلول در گروه‌های W۵ و W۷/۵ نسبت به گروه‌های شاهد و W۱۰ کاهش معنی‌داری را در سطح ۵ ٪ نشان داد. این کاهش به دلیل کاهش از دست رفتن آب میوه است که منجر به کاهش غلظت مواد جامد محلول میوه شده است. تجزیه میزان ماده خشک محلول کل در طول دوره انبارداری، طبیعی است. قندها جزء اصلی ماده خشک محلول کل یک محصول هستند و با تنفس به مصرف می‌رسند و طی فعالیت‌های متابولیکی میوه‌ها استفاده می‌شوند(۲۵). تأثیر پوشش خوراکی در به تأخیر انداختن میزان رسیدگی میوه به خوبی از یافته‌های حاصل از این پژوهش نمایان است (شکل ۱. ب). پایین بودن شاخص بریکس پس

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-11]

از ۴ هفته در نمونه‌های پوشش دیده در مقایسه با نمونه شاهد و تیمار کلرید کلسیم نشان دهنده تأثیر پوشش‌های آب پنیر در جلوگیری از تنفس میوه و تأثیر آن بر عدم تجزیه قند میوه است.

با توجه به نتایج به دست آمده (شکل ۱. ج) میزان اسیدیته کل و درجه اسیدی آب میوه در تیمارهای مختلف و شاهد، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ در طول مدت نگهداری نداشت؛ اگرچه این شاخص در گروه‌های تیمار تقریباً ثابت بود، اما در گروه شاهد کاهش یافت. عدم کاهش اسیدیته در گروه‌های تیمار پوشش دیده تأثیر این پوشش‌ها در به تأخیر انداختن تنفس میوه‌ها است.

شکل۲ نشان می‌دهد که تغییرات رنگ روی برش‌های خربزه در طول مدت نگهداری در شرایط سرد باعث عدم تغییر معنی‌دار در شاخص‌های b^* و a^* (نشان‌دهنده تغییرات رنگ‌ها از سبز به قرمز) و شاخص ab^* در گروه‌های تیمار پوشش دیده با فرمولاسیون کنسانتره پروتئین آب پنیر می‌شود. در شاخص‌های b^* و ab^* در برش‌های پوشش دیده با ۱۰ گرم پروتئین آب پنیر، کاهش معنی‌داری در هفته چهارم ذخیره‌سازی مشاهده شد. عدم کاهش میزان b^*، a^* و ab^* نمونه‌ها می‌تواند به علت بازدارندگی از تجزیه کلروفیل و یا کاهش ترکیب آنتوسیانین‌ها یا کاروتنوئیدها باشد. کاهش شاخص L^* در گروه‌های پوشش داده شده و تیمار کلرید کلسیم در روز بیست و هشتم نگهداری نشان می‌دهد که درخشندگی و شفافیت نمونه‌های پوشش داده شده با پروتئین آب پنیر کاهش معنی‌داری داشته است. کاهش درخشندگی از ویژگی‌های این پوشش‌ها به شمار می‌آید. این نتایج با یافته‌های بررسی *جوانمرد* و *گلستان* بر روی ویژگی‌های فیلم‌های تولیدی از پروتئین آب پنیر همخوانی دارد (۲۹). بررسی این محققان همچنین مشخص کرد هر قدر محتوای پروتئینی آب پنیر بیشتر باشد، کدورت فیلم کمتر است. در مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۳ از پوشش خوراکی بر پایهٔ پروتئین آب پنیر برای پوشش دار کردن برش‌های سیب استفاده شد. در آن بررسی پوشش‌دار کردن، در رنگ نمونه‌ها تغییری ایجاد نکرد و درخشندگی سیب‌های پوشش داده شده تغییری نکرد (۳۰). علت عدم ایجاد کدورت و عدم تغییر در شفافیت به دلیل استفاده از ایزوله پروتئینی آب پنیر (Whey protein isolate) بود که حاوی ۹۵٪ پروتئین است.

از دید داوران با افزایش میزان پروتئین پوشش‌ها، به ویژه مقدار ۱۰ گرم پروتئین آب پنیر، اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) در طعم شیری نمونه‌های مورد آزمون مشاهده شد. داوران در نمونه‌های پوشش‌دار شده، اختلاف معنی‌داری در سفتی برش‌های خربزه پوشش داده شده و نمونه تیمار شده با کلرید کلسیم نسبت به نمونه‌های شاهد (فاقد پوشش) اعلام کردند($P<0/05$). برش‌های پوشش داده شده اختلاف معنی‌داری از نظر طعم و پذیرش کلی (در تیمارهای W۵، W ۷/۵ و تیمار کلرید کلسیم در مقایسه با نمونه‌های شاهد داشتند. این اختلاف با میزان مواد جامد محلول و همچنین میزان اسیدیته کل همخوانی دارد. میزان پروتئین پوشش‌های حاصل از کاربرد آب پنیر در ساختار پوشش‌های خوراکی از دید ایجاد طعم شیری باید مورد توجه قرار گیرد.

بررسی *Oms-Oliu* و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که استفاده از پوشش‌های خوراکی پلی‌ساکاریدی به ویژه از جنس پکتین به بهترین وجه باعث حفظ ویژگی‌های حسی برش‌های خربزه می‌شود (۲۶). یکی از دلایل حفظ کیفیت حسی برش‌های میوه‌ها که در این پژوهش در همخوانی با یافته‌های سایر محققان مشخص شد، تاثیر پوشش‌های خوراکی بر کاهش دهیدراتاسیون فراورده میوه‌ها و سبزی‌های تازه است (۲۷).

یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج بررسی‌های سایر محققان مبنی بر اینکه پوشش‌های خوراکی، به ویژه پوشش‌های پروتئینی، به عنوان یک لایه نیمه تراوا باعث کاهش از دست رفتن وزن و به تأخیر افتادن کاهش آب محصول، کاهش تغییرات رنگ، بهبود بافت و به هم پیوستگی بافتی و حفظ ویژگی‌های حسی فراورده هایی از جمله میوه‌ها و سبزی‌ها می‌شوند، همخوانی داشت (۳۲).

در پژوهش حاضر اثرات پوشش‌دار کردن برش‌های خربزه را در محلول‌های ابداعی و در شرایط انبارداری سرد بررسی شد. پوشش‌دار کردن با پروتئین آب پنیر به حفظ آب میوه‌ها، سفتی آنها شده و کاهش مواد جامد محلول منجر می‌شود. هیچ تیماری بر میزان اسیدیته کل میوه اثر نداشت. پوشش‌های پروتئین آب پنیر به طور مؤثری رنگ، سفتی و پذیرش کلی برش‌های خربزه را در طول انبارداری حفظ کردند، اما بر میزان درخشندگی براقیت نمونه‌های پوشش دیده تأثیر منفی داشتند و باعث کدورت جزئی آنها شدند. داده‌های جمع‌آوری شده از گروه‌های ارزیاب نشان می‌دهد که در برش‌های خربزه فاقد پوشش، ویژگی‌های حسی

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-11]

نسبت به نمونه‌های پوشش داده شده امتیاز کمتری کسب کرده‌اند. تیمار پوشش با محتوای پروتئین ۷/۵ گرم بهترین تیمار بوده است. این انتخاب با توجه به بررسی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی میوه‌ها و پوشش‌ها به دست آمده است.

با توجه به نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌شود که می‌توان از کنسانتره پروتئین آب پنیر برای پوشش‌دار کردن میوه‌های تازه به منظور حفظ و بهبود ویژگی‌های کیفی فراورده‌های برش دیده آنها استفاده کرد. توصیه می‌شود که درباره استفاده از مواد ضد میکروبی طبیعی در ساختار پوشش‌ها برای جلوگیری از رشد میکروب‌ها در برش‌های میوه‌ها و سبزی‌ها تحقیقات بیشتری انجام شود.

سپاسگزاری

نویسندگان از مسئولان محترم *سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران* برای در اختیار گذاشتن تجهیزات آزمایشگاهی و برخی امکانات سپاسگزاری می‌نمایند.

• References

1. Cook, RL. Vance Research Services and Market Facts, Inc. Fresh trends '90: a profile of the fresh produce consumer [Research project]. Lincolnshire, IL.: Vance Publication. 1990.
2. Bruhn C. Consumer perception of fresh-cut produce. Perish Handl Newsl. 1995; 81:18–19.
3. Luna-Guzman I, Barrett DM. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. Post Biol Tech 2000;19: 61–72.
4. Available from: http://www.dpe.agri-jahad.ir/statistics, Accessed in June 2008.
5. Anon D. On the road to fresh-cut fruit. Fresh-cut. 1996; 4 (20).p.24–25.
6. Luna-Guzman I, Cantwell M, Barrett DM. Fresh-cut cantaloupe: effects of $CaCl_2$ dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. Post Biol Tech 1999; 17:201–13.
7. Mazza G, Qi H. Control of after-cooking darkening in potatoes with edible film forming products and calcium chloride, J Agri Food Chem 1991; 39: 2163-2166.
8. Brake NC, Fennema OR. Edible coatings to inhibit lipid migration in a confectionery product. J Food Sci 1993; 58(6) 1422-25.
9. Park HJ, Bunn JM, Vergano PJ, Testin RF. Gas permeation and thickness of the sucrose polyesters, Semperfresh coatings on apples. J Food Pro Pres 1994;18: 359-68.
10. Mate JI, Frankel EN, Krochta JM. Whey protein isolates edible coatings: effect on the rancidity process of dry roasted peanuts. J Agri Food Chem 1996; 44:1736-40.
11. Sonti S. Consumer perception and application of edible coatings on fresh-cut Fruits and Vegetables [dissertation]. Lafayette LA: Louisiana State University.2003.
12. Bravin B, Peressini D, Sensidoni A. Development and application of polysaccharide-lipid edible coating to extend shelf-life of dry bakery products. J Food Eng 2006; 76: 280-90.
13. Shaw NB, Monahan FJ, O'Riordan ED, O'Sullivan M**.** Effect of soya oil and glycerol on physical properties of composite WPI films. J of Food Eng 2002**;** 51 (4):299-304.
14. McHugh TH, Avena-Bustillos R, Krochta, JM. Hydrophilic edible films: modified procedure for water vapour permeability and explanation of thickness effects. J of Food Sci. 1993; 58(4): 899-903.
15. ASTM. Standard test method for tensile properties of thin plastic sheeting: standards designation. In: Annual Book of American standard testing methods. American Society for Testing and Materials, Philadelphia: ASTM; 1985. p. 182–8.
16. AOAC. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Horowitz W, editor 13th ed. Washington DC: AOAC. 1980 p. 336.
17. Luna-Guzman I, Barrett DM. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. Post Biol Tech 2000;19:61–72.
18. Grant GT, Morris ER, Rees DA, Smith PJC, Thom D. Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: the egg-box model. FEBS Letter 1973; 32:195–8.
19. Van-Buren, JP. The chemistry of texture in fruits and vegetables. J of Texture Stud 1979; 10: 1–23.
20. Morris ER. Physical probes of polysaccharide conformations and interactions. Food Chem 1980; 6:15–39.
21. García MA, Martinó MN, Zaritzky NE. Plasticized starch-based coatings to improve strawberry (Fragaria

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-11]

ananassa) quality and stability. J Agri Food Chem 1998; 46: 3758-67.

22. Guilbert S. Technology and application of edible protective films, In: Matholouthi M editor, Food packaging and preservation: theory and practice. London: Elsevier Applied Science Publishing Co., London 1986.p. 371-393

23. Meidani JV, Hashemi Dezfouli A. Postharvest physiology. Tehran: Agricultural Research, Education & Extension Organization publication. 1997. [in Persian]

24. Jalili Marandi R. Postharvest physiology. Urmia:. Jihade Daneshgahi; Urmia Branch.1383. [In Persian]

25. Özden C, Bayindirli L. Effects of combinational use of controlled atmosphere, cold storage and edible coating applications on shelf life and quality attributes of apples. Eur Food Res Tech 2002; 214: 320-26.

26. Oms-Oliu G, Soliva-Fortuny R, Martı´n-Belloso O. Using polysaccharide-based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. LWT - Food Sci. Tech 2008; 41:1862-70.

27. Li P, Barth MM. Impact of edible coatings on nutritional and physiological changes in lightly-processed carrots. Post Biol Tech 1998; 14(1): 51-60.

28. Diab T, Biliaderis CG, Gerasopoulos D, Stakiotakis E. Physicochemical properties and application of pullulan edible films and coatings in fruit preservation. J Sci Food Agri 2001; 81: 988-1000.

29. Javanmard M, Golestan L. Effect of olive oil and glycerol on physical properties of whey protein concentrate films. J Food Proc Eng 2008; 31: 628–39.

30. Sonti S. Consumer perception and application of edible coatings on fresh-cut fruits and vegetables [dissertation] Baton Rouge: Louisiana State University; 2003.

31. Garcia E, Barret DM. Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetable [Research project]. Davis: University of California; 1999.

32. Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO, Baker RA. Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products. Crit Rev Food Sci Nutr 1995; 35: 509-24.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2025-07-11]