Quality and Durability of Agricultural Products and Food Staffs

e ISSN: 2783-3410

Journal Homepage: https://sanad.iau.ir/journal/qafj/

Research Paper

Effects of Packaging and Application of Oily Covers on Shelf Life of Cucumber and Bell Pepper Fruits

Leila Aslani[1*], Behfar Modares[2], Ali-Akbar Ramin[3]

[1]Ph.D. Student, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

[2]Ms.C. Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

[3]Professor, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Received: 19/05/2024, **Accepted:** 10/07/2024

Abstract

To investigate the effect of polyethylene packaging and different oil coatings on the shelf life of the fruits of two vegetables, cucumber and bell pepper, a factorial experiment was conducted in the form of a completely randomized design with three replications. The treatments were polyethylene packaging and without packaging (control) and four different covers including oily wax, olive oil, castor oil, almond oil, and without oily wax (control). The fruits related to all treatments were stored at 20^0C for a week. Then traits consisting of marketability, weight loss, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), pH, and fruit firmness were measured. The results showed that the use of packaging-maintained marketability, soluble solids, firmness and prevented the weight loss of cucumber and bell pepper fruits, as well as keeping the organic acids and acidity of cucumber fruits. The use of packaging changes the atmosphere around the product, followed by a reduction in the intensity of breathing, ethylene production and transpiration of the products, which preserves the quality of the product. Oily wax coating improved marketability characteristics, soluble solids content, weight loss percentage, firmness, pH and organic acids content of cucumber and sweet pepper fruits due to reduced respiration and transpiration. A significant interaction effect was observed between the packaging treatments and the type of oil coating in the percentage weight loss and firmness of cucumber and bell pepper fruits and the number of organic acids in bell pepper fruits.

Keywords: Transpiration, Firmness, Weight loss, Quality, Wax

Citation: Aslani L, Modares B, Ramin A. Effects of packaging and application of oily covers on shelf life of cucumber and bell pepper fruits. *Quality and Durability of Agricultural Products and Food Stuffs*, 2024; 4(1): 24-40.

© The Author(s) **Publisher:** Islamic Azad University of Kerman, Iran

DOI: https://doi.org/10.71516/qafj.2024.1120231

[*]**Corresponding author:** Leila Aslani, Email: Leilaaslani40@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

Fresh vegetables such as cucumber and bell pepper are highly perishable, with their quality rapidly declining due to factors like water loss, respiration, and exposure to pathogens. Packaging and coating treatments have been explored as effective methods for extending the shelf life of these perishable products. Polyethylene packaging and various oil-based coatings, such as wax, olive oil, castor oil, and almond oil, are known to influence key postharvest characteristics, including marketability, weight loss, texture, acidity, and overall freshness. This study investigates the combined effects of polyethylene packaging and oil-based coatings on the shelf life and quality of cucumber and bell pepper fruits stored at 20°C for one week.

Methods

A factorial experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. The treatments included polyethylene packaging, no packaging (control), and five oil coatings: oily wax, olive oil, castor oil, almond oil, and no coating (control). Cucumber and bell pepper fruits were stored under ambient conditions (20°C) for seven days. Key quality attributes such as marketability, weight loss percentage, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), pH, and fruit firmness were measured. Marketability was scored on a scale of 0 to 4, with scores converted to percentages. Weight loss was calculated by comparing the initial and final weights of the fruits. TSS was measured using a refractometer, TA was assessed by titration with sodium hydroxide, pH was measured using a pH meter, and fruit firmness was determined using a mechanical penetrometer.

Results and Discussion

The results revealed that polyethylene packaging significantly preserved the marketability, soluble solids, firmness, and reduced weight loss in both cucumber and bell pepper fruits. This packaging also maintained the organic acids and acidity of cucumber fruits. The packaging altered the atmospheric conditions around the fruits, which in turn reduced respiration rates, ethylene production, and transpiration, ultimately extending the quality retention of the produce. Among the oil coatings, oily wax was the most effective, improving all measured attributes, including marketability, soluble solids content, weight loss percentage, firmness, pH, and organic acids content in both cucumber and bell pepper fruits. Oil coatings like olive oil, castor oil, and almond oil also had positive effects, though to a lesser extent. A significant interaction between packaging and oil coatings was observed in terms of weight loss percentage and firmness in cucumber and bell pepper fruits, as well as organic acids content in bell pepper fruits. The application of polyethylene packaging resulted in a modified atmosphere around the produce, slowing down metabolic processes like respiration and ethylene production, which are key contributors to fruit ripening and spoilage. This aligns with previous studies demonstrating that packaging can significantly extend shelf life by reducing these processes. The reduced weight loss observed in the packaged fruits can be attributed to the preservation of moisture through the barrier properties of polyethylene, which reduces transpiration. The oil-based coatings, particularly the oily wax, were effective in slowing down respiration and transpiration by forming a protective layer that reduces water loss and prevents surface damage. This is consistent with prior research indicating that wax coatings improve the firmness and marketability of fruits by retaining moisture and reducing enzymatic activity related to senescence.

The significant interaction between packaging and oil coatings on certain quality parameters (weight loss, firmness, and organic acids) suggests that the combination of packaging and coatings offers enhanced preservation over individual treatments. In particular, the combination of polyethylene packaging with almond oil and oily wax was most effective in maintaining firmness and reducing weight loss in cucumbers and bell peppers. These findings are consistent with studies on other fruits, which showed that the application of oil coatings in combination with modified atmosphere packaging can offer synergistic benefits for extending shelf life.

Conclusion

This study demonstrates that polyethylene packaging combined with oil-based coatings, especially oily wax, significantly improves the shelf life and quality of cucumber and bell pepper fruits. The packaging helps to maintain the internal atmosphere, reduce respiration and ethylene production, and prevent moisture loss. Oil-based coatings, particularly oily wax, enhance these effects by further reducing transpiration and preserving fruit texture and acidity. Therefore, using a combination of polyethylene packaging and oil-based coatings can be recommended as an effective strategy for extending the shelf life of cucumber and bell pepper, providing a natural method for improving postharvest quality without the use of synthetic preservatives.

Keywords: Transpiration, Firmness, Weight loss, Quality, Wax

Funding: There was no external funding in this study.

Authors' contribution: All authors contributed equally to the writing and preparation of this manuscript.

Conflict of interest: The authors do not have any conflicts of interest with any commercial or other association with the article.

کیفیت و ماندگاری تولیدات کشاورزی و مواد غذایی

شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۳۴۱۰

Journal Homepage: https://sanad.iau.ir/journal/qafj/

واحد کرمان

مقاله پژوهشی

اثر بسته‌بندی و کاربرد پوشش‌های روغنی بر عمر قفسه‌ای میوه‌های خیار و فلفل دلمه‌ای

لیلا اصلانی[1*]، بهفر مدرس[2]، علی‌اکبر رامین[3]

[1] دانشجوی دکترا، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان. ایران

[2] کارشناس ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

[3] استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران

دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۳۰ ، پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۰

چکیده

به منظور بررسی اثر بسته‌بندی پلی‌اتیلن و پوشش‌های روغنی متفاوت بر عمر قفسه‌ای میوه‌های دو سبزی خیار و فلفل‌دلمه‌ای، پژوهشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار، انجام شد. تیمارها شامل بسته‌بندی در دو سطح با پلاستیک پلی‌اتیلن و بدون بسته‌بندی (شاهد) و پوشش میوه در ۵ سطح شامل واکس روغنی، روغن زیتون، روغن کرچک، روغن بادام و بدون پوشش روغنی (شاهد) بود. پس از یک هفته نگهداری محصولات در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، ویژگی‌های بازارپسندی، درصد کاهش وزن، مواد جامد محلول، اسیدهای آلی، pH و سفتی میوه‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که استفاده از بسته‌بندی باعث حفظ بازارپسندی، مواد جامد محلول، سفتی و ممانعت از کاهش وزن میوه‌های خیار و فلفل‌دلمه‌ای و همچنین حفظ اسیدهای آلی و اسیدیته میوه‌های خیار، گردید. استفاده از بسته‌بندی باعث تغییر اتمسفر اطراف محصول و به دنبال آن کاهش شدت تنفس، تولید اتیلن و تعرق محصولات شده که درنتیجه موجب حفظ کیفیت محصول می‌گردد. پوشش واکس روغنی به دلیل کاهش تنفس و تعرق ویژگی‌های بازارپسندی، میزان مواد جامد محلول، درصد کاهش وزن، سفتی، pH و میزان اسیدهای آلی میوه‌های خیار و فلفل‌دلمه‌ای را در مقایسه با سایر تیمارها بهبود بخشید. در مورد ویژگی‌های درصد کاهش وزن و سفتی میوه‌های خیار و فلفل دلمه‌ای و میزان اسیدهای آلی میوه‌های فلفل‌دلمه‌ای بین تیمارهای بسته‌بندی و نوع پوشش روغنی اثر متقابل معنی‌دار مشاهده شد. تیمار تلفیقی روغن بادام و پوشش پلی‌اتیلن و تیمار تلفیقی واکس روغنی و پوشش پلی‌اتیلن به ترتیب برای افزایش عمر قفسه‌ای خیار و فلفل دلمه‌ای توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تعرق، سفتی، کاهش وزن، کیفیت، واکس

استناد: لیلا اصلانی، بهفر مدرس، علی‌اکبر رامین، اثر بسته‌بندی و کاربرد پوشش‌های روغنی بر عمر قفسه‌ای میوه‌های خیار و فلفل دلمه‌ای، کیفیت و ماندگاری تولیدات کشاورزی و مواد غذایی، (۱۴۰۳)، دوره ۴، شماره ۱، صفحات ۴۰-۲۴.

DOI: https://doi.org/10.71516/qafj.2024.1120231

© نویسندگان

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، ایران

* **نویسنده مسئول:** لیلا اصلانی، **پست الکترونیک:** Leilaaslani40@gmail.com

مقدمه

سبزیجات تازه، موجودات زنده و موادغذایی فاسدشدنی با عمر پس از برداشت نسبتاً کوتاه، هستند (۱). کیفیت سبزیجات در طول مدیریت پس از برداشت (به‌عنوان‌مثال، پردازش، ذخیره‌سازی، حمل‌ونقل و بازاریابی) و تحت شرایط نامطلوب (مانند دمای بالا، رطوبت نسبی کم و عوامل بیماری‌زا) به‌طور پیوسته کاهش می‌یابد و باعث ضررهای قابل‌توجه بازار موادغذایی می‌شود (۲). بیشتر تلفات موادغذایی در مراحل خرده‌فروشی و مصرف زنجیره تأمین موادغذایی رخ می‌دهد (۳). محصولات تازه تا زمان رسیدن به دست مصرف‌کننده دچار از دست دادن آب، تخریب رنگدانه‌ها و افزایش آسیب‌پذیری در برابر بیماری‌ها می‌شوند که همه این‌ها باعث می‌شود محصول برای مصرف‌کنندگان جذابیت کمتری داشته باشد (۴)؛ بنابراین، رسیدگی دقیق و مراقبت کافی برای حفظ کیفیت پس از برداشت سبزیجات ضروری است. بسته‌بندی خرده‌فروشی یکی از استراتژی‌های کلیدی برای حفظ تازگی و کیفیت غذا و کاهش تلفات موادغذایی است (۵). بسته‌بندی در ترکیب با ذخیره‌سازی خنک در به تأخیر انداختن پیری، نگهداری از اجزای فیزیکی و شیمیایی و افزایش عمر مفید محصول موفق بوده است (۴). بسته‌بندی با پوشش‌های ویژه، باعث تغییر اتمسفر پیرامون فراورده می‌شود (۶). بسته‌بندی خرده‌فروشی ممکن است جو اصلاح شده بهینه و شرایط رطوبت اصلاح شده برای حفظ طراوت، کند کردن فرآیندهای رسیدن و پیری و کاهش ایجاد پوسیدگی و اختلالات فیزیولوژیکی ایجاد کند (۷). بسته‌بندی محصولات با پوشش پلاستیکی باعث افزایش دی‌اکسید کربن و بخار آب و کاهش اکسیژن در اطراف محصول می‌شود. با استفاده از پوشش و دمای انبارداری مناسب، نسبت بین دی‌اکسید کربن و اکسیژن به‌طور پیوسته به‌وسیله اثر متقابل تنفس میوه و انتشار گازها از پوشش پلاستیکی، تغییر می‌کند (۸). کاهش اکسیژن و افزایش دی‌اکسیدکربن در داخل بسته می‌تواند تنفس و سرعت تولید اتیلن را کاهش دهد و درنتیجه سبب تأخیر در رسیدن، کاهش سرعت نرم شدن و دیگر تغییرات شیمیایی شود. به‌علاوه، پوشش پلاستیکی به‌عنوان یک مانع در مقابل تبخیر و تعرق عمل کرده و به حفظ سطح بالای رطوبت نسبی و کاهش از دست رفتن وزن تازه محصول دربسته کمک می‌کند (۹). شرایط بهینه رطوبت و ترکیب گازها در بسته‌بندی بسته به نوع محصول، ویژگی‌های فیزیولوژیکی، نرخ تنفس و تحمل به کمبود اکسیژن و بیش‌بود دی‌اکسید کربن متفاوت است. در این رابطه، گزارش شده است که میوه فلفل دلمه‌ای قادر نیست سطح اکسیژن کم‌تر از ۲ درصد که تخمیر اتانول را افزایش می‌دهد، تحمل کند و سطح دی‌اکسید کربن بالای ۵ درصد، باعث ایجاد حفره، تغییر رنگ و نرم شدن آن می‌شود (۱۰، ۱۱). واکس روغنی در تکنولوژی پس از برداشت میوه‌ها و سبزیجات به منظور افزایش بازارپسندی محصول، استفاده می‌شود. واکس سرعت از دست دادن رطوبت را به تعویق می‌اندازد، سفتی و شادابی محصول را حفظ می‌کند، منجر به حفظ طعم و بافت و مهار حمله پاتوژن‌ها به محصول می‌شود، جراحات روی سطح محصول را پوشش می‌دهد (۱۲، ۱۳) و واکنش‌های مربوط به اکسیداسیون را کاهش می‌دهد (۳). علاوه بر این، به میزان قابل‌توجهی نفوذپذیری پوست در برابر گازها را تغییر می‌دهند. تحت شرایط تبادل محدود هوا، ممکن است شرایط جوی اصلاح شده ایجاد شود و برخی از مزایای جو اصلاح شده به دست آید (۱۴). گزارش شده است که کاربرد واکس باعث تأخیر در رسیدن و پیری میوه، کاهش اتلاف آب، حفظ کیفیت و افزایش عمر مفید گوجه‌فرنگی می‌شود (۱۵). اکثر واکس‌هایی که در حال حاضر مورد استفاده تجاری قرار می‌گیرند، حاوی مخلوطی از واکس‌های مختلف مشتق شده از منابع گیاهی و نفتی هستند. واکس‌های مختلف ویژگی‌های متفاوتی دارند. بسیاری از آن‌ها ترکیبی از موم پارافین هستند و کنترل خوبی بر از دست رفتن آب محصول دارند، اما درخشندگی ضعیفی به محصول می‌دهند. موم کارنوبا درخشندگی جذابی به محصول می‌دهد، اما کنترل ضعیف‌تری بر هدر رفت آب محصول دارد (۱۳). موم زنبورعسل و روغن‌های گیاهی ازجمله مواد طبیعی و خوراکی مورد استفاده برای پوشش‌دهی

سطح محصولات، هستند. پوشش‌های خوراکی ازاین‌جهت مهم هستند که این پوشش‌ها به‌صورت شیمیایی سنتز نمی‌شوند، بلکه محصولات طبیعی هستند و از راه‌های طبیعی ایجاد می‌شوند و کمترین عوارض جانبی را بر سلامت انسان دارند. پوشش ایده‌آل پوششی است که بتواند ماندگاری میوه‌های تازه را بدون ایجاد شرایط بی‌هوازی افزایش دهد و بدون تأثیر بر کیفیت میوه از زوال آن، جلوگیری کند (۱۶). متأسفانه اطلاعاتی درباره اثر کاربرد پوشش‌های روغنی بر کیفیت پس از برداشت سبزیجات خیار و فلفل دلمه‌ای موجود نیست؛ بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی کارایی کاربرد تلفیقی بسته‌بندی و مواد پوششی روغنی بر عمر قفسه‌ای و کیفیت میوه‌های مربوط به سبزیجات خیار و فلفل دلمه‌ای، اجرا شد.

روش کار

به منظور بررسی اثر بسته‌بندی و پوشش‌های مختلف روغنی بر رفتار پس از برداشت میوه‌های خیار و فلفل‌دلمه‌ای، پژوهشی در آزمایشگاه پس از برداشت دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به صورت فاکتوریل ۲×۵ در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. در این آزمایش اثرات استفاده از بسته‌بندی (بسته‌بندی با پلاستیک پلی‌اتیلن و بدون بسته‌بندی) و پوشش میوه شامل واکس روغنی (با ویژگی‌های مشخص)، روغن زیتون، روغن کرچک، روغن بادام و بدون استفاده از واکس روغنی مطالعه شد.

نحوه اعمال تیمار

میوه‌های خیار و فلفل‌دلمه‌ای مورد استفاده، از گلخانه تولیدی اطراف اصفهان تهیه و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. برای بسته‌بندی آن‌ها از پوشش پلی‌اتیلن با ضخامت ۵۰ میکرومتر، استفاده شد. در هر بسته (دارای ۳۲ عدد سوراخ بسیار ریز) ۶ عدد میوه قرار داده و سپس درب پوشش‌ها به‌طور کامل توسط دستگاه پرس پلاستیک بسته شد. در تیمارهای بدون بسته‌بندی نیز میوه‌ها در بشقاب یکبار مصرف قرار داده شدند. واکس مورد استفاده از مخلوط موم زنبورعسل و روغن مایع (مخلوط دانه‌های روغنی متداول) به نسبت مساوی تهیه شد. به منظور اعمال پوشش‌های روغنی، با استفاده از دستمال ململ تمیز، سطح تمام میوه‌های شسته شده به صورت نازک و به‌طور کامل به پوشش آغشته شد. تمام تیمارها به مدت یک هفته در آزمایشگاه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و پس از پایان دوره آزمایش ویژگی‌های زیر اندازه‌گیری شد. بازارپسندی میوه‌ها از طریق امتیازدهی تک‌تک میوه‌ها در دامنه صفر تا ۴ مشخص و سپس امتیاز هر تیمار تبدیل به درصد شد (۱۷). جهت بررسی کاهش وزن، تک‌تک میوه‌ها در زمان شروع و پایان آزمایش با ترازوی دیجیتال توزین شدند و درصد کاهش وزن هر میوه از طریق معادله زیر محاسبه شد، سپس میانگین درصد کاهش وزن میوه‌های مربوط به هر تکرار محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت.

درصد کاهش وزن =

۱۰۰ × (وزن اولیه / (وزن ثانویه - وزن اولیه))

مواد جامد محلول (TSS)

آب‌میوه نمونه‌های مربوط به هر تکرار استخراج و یک قطره از آن بر روی قندسنج دستی (مدل: Model K-0032) قرار داده و درصد مواد جامد محلول آن در برابر نور اندازه‌گیری شد.

اسیدهای آلی (TA)

برای تعیین میزان اسیدهای آلی، آب‌میوه نمونه‌های مربوط به هر تکرار استخراج و ۱۰ میلی‌لیتر از آن با استفاده از سود ۰/۲ نرمال تیتر شد پایان تیتراسیون با استفاده از pH متر (مدل: CP-501-ELM) و با رسیدن pH به ۸/۲ تشخیص داده شد. غلظت اسیدهای آلی به صورت میلی‌گرم اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره مطابق فرمول زیر محاسبه و گزارش شد (۱۸).

$C = (N \times V \times E / \text{حجم نمونه})100$

C نشان‌دهنده غلظت اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره بر حسب میلی‌گرم، N نشان‌دهنده نرمالیته یا فاکتور سود مصرفی، V نشان‌دهنده حجم سود مصرف بر

اساس میلی‌لیتر و E نشان‌دهنده والانس گرم اسید موردنظر است.

اسیدیته (pH)

برای تعیین میزان اسیدیته، از نمونه‌های مربوط به هر تکرار آب‌میوه استخراج و سپس توسط pH متر اسیدیته میوه‌های مربوط به هر تکرار اندازه‌گیری شد.

سفتی (استحکام) میوه

سفتی میوه‌های مربوط به هر تکرار با استفاده از سفتی‌سنج مکانیکی (مدل: OSK-I-Model 10576) تعیین گردیده و میانگین اعداد بر حسب کیلوگرم، مبنای مقایسه قرار گرفت.

پردازش داده‌ها

تجزیه آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS 9.1 انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون کم‌ترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد، استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر استفاده از بسته‌بندی بر صفات بازارپسندی، کاهش وزن، TSS، TA و pH خیار در سطح احتمال ۱ درصد و بر ویژگی‌های بازارپسندی، درصد کاهش وزن، TSS و سفتی فلفل دلمه‌ای در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). اثر نوع پوشش روغنی بر بازارپسندی، درصد کاهش وزن، سفتی و pH خیار در سطح احتمال ۱ درصد و بر TSS خیار در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر نوع پوشش روغنی بر درصد کاهش وزن و TA فلفل دلمه‌ای در سطح احتمال ۵ درصد و بر بازارپسندی، TSS، سفتی و pH فلفل دلمه‌ای در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). اثر متقابل بسته‌بندی و نوع پوشش روغنی، تنها در مورد ویژگی‌های درصد کاهش وزن و سفتی خیار و بر درصد کاهش وزن فلفل دلمه‌ای در سطح احتمال ۱ و بر TA و سفتی آن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر کاربرد تلفیقی بسته‌بندی و مواد پوششی روغنی بر عمر قفسه‌ای و کیفیت میوه‌های مربوط به سبزیجات خیار و فلفل دلمه‌ای پس از یک هفته نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		بازارپسندی	کاهش وزن	مواد جامد محلول	اسیدهای آلی	سفتی	pH
خیار:							
بسته‌بندی	۱	۱۱/۰۴**	۳۳۹۳/۳۵**	۱۳/۶۷**	۱۵۴۰/۸۳**	۰/۰۴ns	۰/۱۳**
مواد پوششی روغنی	۴	۲/۵۵**	۳۲۷/۲۳**	۰/۸۰*	۲۰۴/۸۰ns	۰/۶۷**	۰/۰۹**
بسته‌بندی × مواد پوششی	۴	۰/۶۸ns	۱۹۴/۹۶**	۰/۶۳ns	۲۷۵/۸۷ns	۰/۲۶**	۰/۰۵ns
خطا	۲۰	۰/۲۸	۴/۱۰	۰/۰۳	۱۳۰/۷۳	۱۳۰/۷۳	۰/۰۲
فلفل دلمه‌ای:							
بسته‌بندی	۱	۷/۵۰**	۲۱۰۹/۵۰**	۱۴/۷۳**	۱۷۷۸/۷۰ns	۰/۳۶**	۰/۰۱ns
مواد پوششی روغنی	۴	۱/۲۷*	۱۳۷/۰۲**	۱/۰۸*	۵۸۸۶/۵۳**	۰/۰۲*	۰/۹۴*
بسته‌بندی × مواد پوششی	۴	۱/۱۳ns	۶۹/۱۴**	۰/۶۲ns	۵۵۲۷/۲۰*	۰/۰۳*	۰/۰۸ns
خطا	۲۰	۰/۴۰	۵/۰۸	۰/۳۳	۱۲۶۷/۴۷	۰/۰۰۵	۰/۳۳

ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار، *: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، **: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

اثر بسته‌بندی و پوشش‌های روغنی بازارپسندی خیار و فلفل دلمه‌ای

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به بسته‌بندی میوه‌های خیار و فلفل‌دلمه‌ای، نشان داد که میزان بازارپسندی در تیمار استفاده از پلاستیک پلی‌اتیلن به میزان معنی‌داری (به ترتیب ۵۰ و ۵۴ درصد) بیش‌تر از شاهد بود (جداول ۲ و ۳). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به انواع پوشش نیز نشان داد که میوه‌های خیار آغشته شده با واکس روغنی و روغن زیتون بالاترین بازارپسندی را داشتند (به ترتیب ۷۸ و ۵۱ درصد افزایش بازارپسندی نسبت به شاهد؛ جدول ۲). در مورد فلفل‌دلمه‌ای نیز استفاده از واکس روغنی و روغن کرچک باعث مشاهده بالاترین بازارپسندی در بین پوشش‌های مورد استفاده گردید درحالی‌که تفاوت معنی‌داری با شاهد و روغن زیتون نداشت (جدول ۳). نتایج تحقیقات قبلی، نشان داد که استفاده از بسته‌بندی باعث کاهش غلظت اکسیژن و افزایش غلظت دی‌اکسید کربن و به دنبال آن کاهش شدت تنفس و تولید اتیلن محصولات در دوره پس از برداشت شده که درنتیجه موجب تعویق فساد و پیری و حفظ بازارپسندی محصول می‌گردد (۱، ۱۹، ۲۰، ۲۱) همچنین بسته‌بندی منجر به کاهش از دست دادن آب محصول شده و بازارپسندی محصول را حفظ می‌کند (۲۲، ۲۳). استفاده از واکس نیز با کاهش تبخیر آب و ممانعت از چروکیدگی محصول در حفظ بازارپسندی، مؤثر است (۶)، نتایج پژوهش حاضر این اثرات را تأیید می‌کند.

جدول ۲- مقایسه میانگین ویژگی‌های میوه در تیمارهای مختلف بسته‌بندی و پوشش واکس میوه خیار پس از یک هفته نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

تیمار	بازارپسندی (٪)	مواد جامد محلول (٪)	اسیدهای آلی (mg/100 ml juice)	pH
بسته‌بندی:				
با بسته‌بندی پلی‌اتیلن	۷۳/۰۰ a	۳/۵۱ b	۷۳/۵۲ a	۵/۵۷ b
بدون بسته‌بندی پلی‌اتیلن (شاهد)	۴۸/۶۰ b	۴/۸۵ a	۵۹/۱۹ b	۵/۷۱ a
نوع پوشش:				
بدون پوشش (شاهد)	۴۴/۰۰ d	۳/۹۵ b	۶۲/۷۷ a	۵/۵۸ b
واکس روغنی	۷۸/۲۰ a	۴/۱۷ ab	۶۲/۵۳ a	۵/۵۸ b
روغن زیتون	۶۶/۶۰ ab	۳/۷۳ b	۶۲/۵۳ a	۵/۸۶ a
روغن بادام	۵۳/۴۰ cd	۴/۳۹ ab	۶۸/۰۰ a	۵/۶۱ b
روغن کرچک	۶۱/۶۰ bc	۴/۶۷ a	۷۵/۹۳ a	۵/۵۸ b

در هر ستون و برای هر تیمار میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول (۳) مقایسه میانگین ویژگی‌های میوه در تیمارهای مختلف بسته‌بندی و پوشش واکس میوه فلفل‌دلمه‌ای پس از یک هفته نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

تیمار	بازارپسندی (٪)	مواد جامد محلول (٪)	pH
بسته‌بندی:			
با بسته‌بندی پلی‌اتیلن	۵۷/۰۰ a	۳/۰۸ b	۵/۶۷ a
بدون بسته‌بندی پلی‌اتیلن (شاهد)	۳۷/۰۰ b	۴/۴۸ a	۵/۶۲ a
نوع پوشش:			
بدون پوشش (شاهد)	۴۴/۰۰ ab	۳/۵۷ b	۵/۵۳ ab
واکس روغنی	۵۷/۰۰ a	۳/۷۰ b	۶/۰۲ a
روغن زیتون	۴۸/۰۰ ab	۴/۵۱ a	۵/۴۷ ab
روغن بادام	۳۳/۰۰ b	۳/۴۲ b	۶/۰۸ a
روغن کرچک	۵۲/۶۰ a	۳/۶۸ b	۵/۱۳ b

در هر ستون و برای هر تیمار میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

اثر بسته‌بندی و پوشش‌های روغنی کاهش وزن خیار و فلفل دلمه‌ای

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به بسته‌بندی میوه‌های خیار و فلفل‌دلمه‌ای نشان داد که درصد کاهش وزن میوه‌های مربوط به تیمار بسته‌بندی با پلاستیک پلی‌اتیلن به میزان معنی‌داری (به ترتیب ۷۹ و ۷۳ درصد) کم‌تر از شاهد بود (جداول ۴ و ۵)؛ که با نتایج شاهو و همکاران (۲۱) و ماهاجان و همکاران (۲۴) روی فلفل دلمه‌ای و با نتایج داهال و همکاران (۲۵) و میانو و همکاران (۲۶) روی خیار، مطابقت دارد. اساساً تجزیه کربوهیدرات‌ها به دی‌اکسید کربن در طی فرآیند تنفس و از دست دادن رطوبت بیش‌ازحد از بافت محصول در اثر تعرق می‌تواند دلیل کاهش وزن باشد. پوشش پلی‌اتیلنی باعث ایجاد اتمسفر تغییریافته یا به‌عبارت‌دیگر کاهش غلظت اکسیژن و افزایش غلظت دی‌اکسید کربن در اطراف محصول می‌شود، درنتیجه بسته‌بندی پلی‌اتیلنی سرعت تنفس را محدود می‌کند (۲۵ و ۲۷). همچنین بسته‌بندی رطوبت نسبی بالاتری را در اطراف محصول حفظ می‌کند، این موضوع نه‌تنها سرعت تعرق را کاهش می‌دهد بلکه به دلیل کاهش ایجاد تنش آب در اطراف محصول، باعث کاهش سرعت تنفس می‌شود (۲۵). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به انواع پوشش روغنی، نشان داد که میوه‌های خیار و فلفل‌دلمه‌ای آغشته به واکس روغنی دارای کم‌ترین میزان کاهش وزن در مقایسه با سایر تیمارها بودند (به ترتیب ۷۰ و ۶۲ درصد کاهش وزن کم‌تر نسبت به شاهد؛ جداول ۴ و ۵). همچنین پوشش روغن زیتون و بادام نیز میزان کاهش وزن میوه‌های خیار را به میزان معنی‌داری بیشتر از شاهد، کاهش داد (جدول ۴). بر اساس نتایج گزارش شده توسط مرادی گنجه و همکاران (۲۸) کاربرد پوشش روغن زیتون روی لیموشیرین میزان کاهش وزن محصول را به میزان معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش داد که با نتایج پژوهش حاضر، مطابقت دارد. اثر مثبت پوشش‌های روغنی زیتون و بادام بر کم کردن درصد کاهش وزن میوه‌های انبه توسط حسن و همکاران (۲۹) گزارش شده است. کم شدن کاهش وزن میوه‌ها در اثر استفاده از واکس و برخی از پوشش‌های روغنی می‌تواند به میزان کم تنفس مربوط باشد، زیرا با تنفس سلول‌های بافت میوه، قند موجود در آن‌ها کاهش می‌یابد. عامل دیگری که در کاهش وزن تازه دخالت دارد، کاهش فرآیند تعرق در اثر استفاده از واکس و برخی پوشش‌های روغنی است، زیرا واکس خود به‌عنوان مانعی در مقابل تبخیر آب محصول عمل می‌کند (۶). مقایسه میانگین داده‌های

مربوط به اثرات متقابل نشان داد که درصد کاهش وزن میوه‌های خیار در تیمارهای تلفیقی واکس روغنی و روغن بادام با بسته‌بندی پلی‌اتیلن و درصد کاهش وزن میوه‌های فلفل‌دلمه‌ای در تیمار تلفیقی واکس روغنی با بسته‌بند پلی‌اتیلن کم‌تر از سایر تیمارها بود (جداول ۴ و ۵)؛ به‌عبارت‌دیگر، مؤثرترین تیمار به منظور ممانعت از کاهش وزن میوه‌های خیار، تیمار تلفیقی بسته‌بندی پلی‌اتیلن با واکس روغنی یا روغن بادام و به منظور ممانعت از کاهش وزن میوه‌های فلفل‌دلمه‌ای تیمار تلفیقی بسته‌بندی پلی‌اتیلن با واکس روغنی می‌باشد.

جدول ۴- اثر متقابل بسته‌بندی و نوع پوشش بر کاهش وزن میوه خیار (درصد) پس از یک هفته نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

نوع پوشش	بسته‌بندی		میانگین
	پلی‌اتیلن	بدون پلی‌اتیلن (شاهد)	
بدون پوشش (شاهد)	۸/۱۸ cd	۴۰/۶۱ a	۲۴/۴۰ A
واکس روغنی	۳/۵۴ e	۱۱/۰۹ c	۷/۳۲ D
روغن زیتون	۶/۵۳ ed	۲۳/۴۳ b	۱۴/۹۸ B
روغن بادام	۳/۳۰ e	۱۸/۹۸ b	۱۱/۱۴ C
روغن کرچک	۶/۰۱ ed	۳۹/۸۰ a	۲۲/۹۱ A
میانگین	۵/۵۱ B	۲۶/۷۸ A	

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند. حروف کوچک برای مقایسه اثر متقابل و حروف بزرگ برای مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی است.

جدول ۵- اثر متقابل بسته‌بندی و نوع پوشش بر کاهش وزن میوه فلفل دلمه‌ای (درصد) پس از یک هفته نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

نوع پوشش	بسته‌بندی		میانگین
	پلی‌اتیلن	بدون پلی‌اتیلن (شاهد)	
بدون پوشش (شاهد)	۷/۶۴ cd	۲۴/۱۲ b	۱۵/۸۸ A
واکس روغنی	۳/۴۴ e	۸/۶۵ c	۶/۰۴ B
روغن زیتون	۷/۲۴ cde	۲۸/۲۹ a	۱۷/۷۷ A
روغن بادام	۵/۳۱ de	۲۷/۲۶ ab	۱۶/۲۹ A
روغن کرچک	۶/۹۳ cde	۲۶/۱۰ ab	۱۶/۵۱ A
میانگین	۶/۱۱ B	۲۲/۸۸ A	

در هر ستون و برای هر تیمار میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

اثر بسته‌بندی و پوشش‌های روغنی TSS خیار و فلفل دلمه‌ای

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به بسته‌بندی، نشان داد که میزان TSS میوه‌های دو سبزی خیار و فلفل‌دلمه‌ای در تیمار بسته‌بندی با پلاستیک پلی‌اتیلن به میزان معنی‌داری کم‌تر از شاهد بود (به ترتیب ۲۸ و ۳۱ درصد؛ جداول ۲ و ۳). اکبوداک و همکاران (۳۳)، یبوا و همکاران (۳۱) و میانو و همکاران (۲۶) نیز به ترتیب گزارش کردند که میزان TSS میوه‌های گوجه‌فرنگی، فلفل‌دلمه‌ای و خیار مربوط به تیمار بسته‌بندی به میزان معنی‌داری نسبت به شاهد کمتر بوده است که با نتایج پژوهش حاضر، مطابقت دارد. یکی از اثرات مهم بسته‌بندی کنترل بهتر اتمسفر میوه می‌باشد. از اثرات فیزیولوژیک اتمسفر تغییریافته بر متابولیسم میوه، کاهش شدت تنفس میوه در دوره پس از برداشت است که با کاهش سوخت‌وساز کربوهیدرات‌ها، تولید دی‌اکسید کربن، مصرف اکسیژن و آزاد شدن گرما همراه است (۳۲ و ۳۳)، بنابراین افزایش دی‌اکسیدکربن در داخل بسته، باعث کاهش تنفس و تأخیر در رسیدن و منجر به هیدرولیز آهسته نشاسته، اسید پکتیک، پروتئین‌ها و چربی‌ها و درنتیجه کاهش TSS می‌شود. از طرف دیگر، اثر غلیظ شدن ناشی از دست دادن آب، مقدار TSS بیشتری را در میوه‌های بسته‌بندی نشده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، ایجاد کرده است (۳۴). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به انواع پوشش روغنی نیز نشان داد که میوه‌های خیار آغشته شده به واکس روغنی، روغن بادام و کرچک (به ترتیب ۶، ۱۱ و ۱۸ درصد بیشتر از شاهد) و میوه‌های فلفل‌دلمه‌ای آغشته به روغن زیتون (۲۶ درصد بیشتر از شاهد) دارای بیش‌ترین میزان مواد جامد محلول در مقایسه با سایر تیمارها، بودند (جداول ۲ و ۳). این نشان می‌دهد پوشش‌های روغنی تأثیر مثبتی در حفظ آب، کاهش تنفس و به دنبال آن حفظ TSS سلول‌های فلفل‌دلمه‌ای و خیار در طول نگهداری نداشتند. مرادی گنجه و همکاران (۲۸) گزارش کردند که پوشش روغن زیتون قادر به ممانعت از افزایش TSS میوه‌های لیمو شیرین نشد که با نتایج پژوهش حاضر در مورد میوه‌های خیار مطابقت دارد. بااین‌حال، نتایج تحقیقات حسن و همکاران (۲۹) نشانگر اثر مثبت پوشش‌های روغنی بادام، زیتون و خردل در پایین نگه‌داشتن TSS انبه است.

اثر بسته‌بندی و پوشش‌های روغنی TA خیار و فلفل دلمه‌ای

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به بسته‌بندی، نشان داد که میزان TA میوه‌های خیار در تیمار بسته‌بندی با پلاستیک پلی‌اتیلن به میزان معنی‌داری بیشتر از شاهد بود (۲۴ درصد بیشتر از شاهد؛ جدول ۲) که با نتایج پانرو (۳۳) بر روی فلفل دلمه‌ای و میانو و همکاران (۲۶) بر روی خیار، مطابقت دارد. کاهش سطح TA خیارهای مربوط به تیمار شاهد را می‌توان به استفاده سریع‌تر از اسیدهای آلی آزاد موجود در واکوئل سلول‌ها در طی فرآیندهای متابولیکی مختلف مانند تنفس در زمان ذخیره‌سازی نسبت داد (۳۵). مقدار TA بالاتر میوه‌های بسته‌بندی شده را می‌توان با کاهش سرعت تنفس به دلیل دسترسی کمتر به اکسیژن، توضیح داد. علاوه بر این، با تنفس خیار، به‌تدریج سطح اکسیژن کاهش و سطح دی‌اکسید کربن در داخل بسته‌ها افزایش می‌یابد. ممکن است این شرایط جوی تغییریافته درون بسته به‌طور مستقیم مصرف پیش ماده‌های تنفسی مانند اسیدهای آلی و قندها را به تأخیر بیندازد و درنتیجه به حفظ طعم خیار کمک کند، زیرا TA سبزیجات و میوه‌های تازه یکی از شاخص‌های حسی مهم برای طعم محصول است (۲). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به انواع پوشش روغنی نشان داد که میوه‌های فلفل‌دلمه‌ای آغشته شده به روغن کرچک و واکس روغنی دارای بیش‌ترین میزان TA در مقایسه با سایر تیمارها بودند (به ترتیب ۶۱ و ۳۶ درصد بیشتر از شاهد؛ جدول ۶). گزارش شده که در بین پوشش‌های روغنی خردل، بادام، زیتون، کنجد و نارگیل، روغن خردل بیشترین اثر را در حفظ TA میوه‌های انبه داشت (۲۹) که با نتایج اثر روغن کرچک بر میوه‌های فلفل دلمه‌ای در پژوهش حاضر، مطابقت دارد. شاه و

همکاران (۱۶) نیز روغن کرچک را در بین پوشش‌های آلوئه‌ورا، گلیسیرین، روغن بادام و شاهد بهترین پوشش برای حفظ TA میوه‌های آلو معرفی کردند. به‌طورکلی، میزان TA با گذشت زمان کاهش می‌یابد (۳۶) و بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، استفاده از تیمارهای روغن کرچک و واکس روغنی باعث تأخیر این کاهش در فلفل‌دلمه‌ای، شده است. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثرات متقابل نشان داد که میزان TA میوه‌های فلفل‌دلمه‌ای در تیمار تلفیقی واکس روغنی و استفاده از پلاستیک پلی‌اتیلن بیش‌تر از سایر تیمارها بوده است، درحالی‌که اثر مثبت استفاده از پوشش پلاستیک و روغن کرچک بر میزان TA میوه‌های فلفل دلمه‌ای هم‌افزایی، نداشتند (جدول ۶).

جدول ۶- اثر متقابل بسته‌بندی و نوع پوشش بر میزان اسیدهای آلی میوه فلفل‌دلمه‌ای (میلی‌گرم اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره) پس از یک هفته نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

نوع پوشش	بسته‌بندی		میانگین
	پلی‌اتیلن	بدون پلی‌اتیلن (شاهد)	
بدون پوشش (شاهد)	۷۰/۰۰ d	۹۸/۰۰ bcd	۸۴/۰۰ BC
واکس روغنی	۱۷۲/۶۷ a	۵۶/۰۰ d	۱۱۴/۳۳ AB
روغن زیتون	۵۱/۳۳ d	۷۹/۳۳ bcd	۶۵/۳۳ C
روغن بادام	۷۷/۰۰ cd	۵۱/۳۳ d	۶۴/۱۷ C
روغن کرچک	۱۳۰/۶۷ abc	۱۴۰/۰۰ ab	۱۳۵/۳۳ A
میانگین	۱۰۰/۳۳ A	۸۴/۹۳ A	

در هر ستون و برای هر تیمار میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

اثر بسته‌بندی و پوشش‌های روغنی pH خیار و فلفل دلمه‌ای

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به بسته‌بندی، نشان داد که pH میوه‌های خیار در تیمار بسته‌بندی با پلاستیک پلی‌اتیلن به میزان معنی‌داری کم‌تر از شاهد بود (۲ درصد؛ جدول ۲)؛ که با نتایج گزارش شده توسط میانو و همکاران (۲۶) روی خیار و موهی و همکاران (۲۳) روی گوجه‌فرنگی مطابقت دارد. مقدار pH بالاتر و اسیدیته کمتر تیمار شاهد را می‌توان با افزایش میزان استفاده از اسیدها به‌عنوان پیش ماده تنفسی در شرایط محیط باز و درنتیجه کاهش اسیدیته توضیح داد. برعکس، مقدار pH پایین‌تر و اسیدیته بالاتر در تیمار بسته‌بندی با پلاستیک پلی‌اتیلن می‌تواند به دلیل نرخ تنفس نسبتاً پایین‌تر در داخل بسته به دلیل جو اصلاح شده آن باشد (۳۷). ازآنجایی‌که pH غلظت یون‌های هیدرونیوم را در محصول تعیین می‌کند و برای ارزیابی توانایی میکروارگانیسم‌ها برای رشد و امکان طولانی شدن عمر مفید محصول ضروری است (۳۸)، بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که بسته‌بندی پلی‌اتیلن می‌تواند در ممانعت رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها، قابل‌قبول در نظر گرفته شود. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به انواع پوشش روغنی نیز نشان داد که میوه‌های خیار آغشته شده به روغن زیتون و میوه‌های فلفل‌دلمه‌ای آغشته به واکس روغنی، روغن بادام، روغن زیتون و شاهد دارای بیش‌ترین میزان pH بودند (جداول ۲ و ۳). روغن کرچک بهترین اثر را در حفظ pH پایین میوه‌های فلفل دلمه‌ای ایفا کرد اما با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). به‌طورکلی، کاربرد پوشش‌های روغنی در بهترین حالت اثر معنی‌داری بر حفظ پیش ماده‌های تنفسی و ممانعت از زوال میوه‌های خیار و فلفل دلمه‌ای نداشته است.

اثر بسته‌بندی و پوشش‌های روغنی سفتی خیار و فلفل دلمه‌ای

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به سفتی میوه، نشان داد که میزان سفتی بافت میوه فلفل‌دلمه‌ای در تیمار بسته‌بندی با پلاستیک پلی‌اتیلن به میزان معنی‌داری بیش‌تر از شاهد بود (۶۹ درصد؛ جدول ۷). پیش‌ازاین نیز ماهاجان و همکاران (۲۴) و پانرو (۳۳) اثر مثبت بسته‌بندی با پلاستیک پلی‌اتیلن را بر حفظ سفتی فلفل‌دلمه‌ای گزارش کردند. تعادل گازی بین محصول و اتمسفر اطراف نمونه‌های تیمار شده با بسته‌بندی پلی‌اتیلنی منجر به کاهش غلظت اکسیژن و افزایش غلظت دی‌اکسید کربن، می‌شود و درنتیجه فعال شدن آنزیم‌های نرم‌کننده بافت یا دیواره سلولی ازجمله پکتین متیل استراز، را کاهش می‌دهد و امکان حفظ سفتی میوه‌های بسته‌بندی شده را فراهم می‌کند (۳۹). در مقابل، کاهش سفتی مشاهده شده در میوه‌های شاهد می‌تواند تحت تأثیر سرعت بالای تنفس و کاهش وزن باشد (۴۰). مقایسه میانگین داده‌های مربوط به انواع پوشش روغنی نشان داد که میوه‌های خیار آغشته به روغن بادام، روغن کرچک و واکس روغنی (به ترتیب ۴۵، ۳۲ و ۳۹ درصد بیشتر از شاهد؛ جدول ۸) و میوه‌های فلفل‌دلمه‌ای آغشته به واکس روغنی و روغن کرچک (به ترتیب ۳۳ و ۱۵ درصد بیشتر از شاهد؛ جدول ۷) دارای بیش‌ترین میزان سفتی در مقایسه با سایر تیمارها بودند. شاه و همکاران (۱۶) نیز، گزارش کردند که سفتی میوه‌های آلو تیمار شده با روغن بادام و واکس به میزان معنی‌داری بیشتر از شاهد بود که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. همچنین گزارش شده که سفتی میوه‌های انبه تیمار شده با روغن زیتون و خردل به میزان معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد حفظ شد (۲۹). احتمالاً اثر مثبت واکس و پوشش‌های روغنی بر جلوگیری از کاهش وزن و تعرق باعث حفظ سفتی محصولات تیمار شده با آن‌ها شده است. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به اثرات متقابل، نشان داد که سفتی بافت میوه خیار در تیمار تلفیقی روغن بادام و بسته‌بندی با پلاستیک پلی‌اتیلن (جدول ۸) و سفتی بافت میوه فلفل‌دلمه‌ای در تیمار تلفیقی واکس روغنی و بسته‌بندی بیش‌تر از سایر تیمارها بود (جدول ۷)؛ بنابراین، مؤثرترین تیمار به منظور حفظ سفتی بافت میوه خیار و فلفل‌دلمه‌ای، به ترتیب تیمارهای تلفیقی پوشش روغن بادام به همراه بسته‌بندی و پوشش واکس روغنی به همراه بسته‌بندی است. می‌توان گفت تیمار میوه‌های بسته‌بندی شده با پوشش روغنی منجر به کاهش تعرق بیشتر شده است.

جدول ۷- اثر متقابل بسته‌بندی و نوع پوشش بر سفتی میوه فلفل‌دلمه‌ای (کیلوگرم) پس از یک هفته نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

نوع پوشش	بسته‌بندی		میانگین
	پلی‌اتیلن	بدون پلی‌اتیلن (شاهد)	
بدون پوشش (شاهد)	۰/۴۳ cd	۰/۳۶ d	۰/۳۹ BC
واکس روغنی	۰/۷۱ a	۰/۳۳ d	۰/۵۲ A
روغن زیتون	۰/۵۳ c	۰/۳۰ d	۰/۴۲ BC
روغن بادام	۰/۴۰ cd	۰/۳۰ d	۰/۳۶ C
روغن کرچک	۰/۶۰ ab	۰/۲۹ d	۰/۴۵ AB
میانگین	۰/۵۴ A	۰/۳۲ B	

در هر ستون و برای هر تیمار میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۸- اثر متقابل بسته‌بندی و نوع پوشش بر سفتی میوه خیار (کیلوگرم) پس از یک هفته نگهداری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد

نوع پوشش	بسته‌بندی		میانگین
	پلی‌اتیلن	بدون پلی‌اتیلن (شاهد)	
بدون پوشش (شاهد)	۱/۱۷ cde	۰/۹۳ e	۱/۰۵ B
واکس روغنی	۱/۳۳ bc	۱/۵۸ ab	۱/۴۶ A
روغن زیتون	۰/۴۹ f	۰/۹۶ de	۰/۷۲ C
روغن بادام	۱/۷۷ a	۱/۲۶ c	۱/۵۲ A
روغن کرچک	۱/۵۶ ab	۱/۲۱ cd	۱/۳۹ A
میانگین	۱/۲۶ A	۱/۱۹ A	

در هر ستون و برای هر تیمار میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتیجه‌گیری

یافته‌های به‌دست‌آمده، نشان داد که کاربرد بسته‌بندی پلی‌اتیلن به دلیل اثر بر کاهش تعرق و تنفس منجر به حفظ بسیاری از ویژگی‌های کیفی میوه‌های دو سبزی خیار و فلفل دلمه‌ای شامل بازارپسندی، کاهش وزن، سفتی، کاهش تغییرات TSS، TA و pH می‌گردد. کاربرد پوشش‌های واکس روغنی، روغن بادام و کرچک برای میوه‌های خیار و واکس روغنی و روغن کرچک برای میوه‌های فلفل دلمه‌ای با نتایج مثبتی همراه بود. همچنین تیمار تلفیقی روغن بادام و پوشش پلی‌اتیلن به دلیل مشاهده اثر هم‌افزایی تیمارها در حفظ سفتی و کاهش وزن میوه‌های خیار و تیمار تلفیقی واکس روغنی و پوشش پلی‌اتیلن به دلیل مشاهده اثر هم‌افزایی تیمارها در حفظ سفتی، ممانعت از کاهش وزن و مصرف اسیدهای آلی فلفل دلمه‌ای به ترتیب برای افزایش عمر قفسه‌ای خیار و فلفل دلمه‌ای توصیه می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافعی ندارند.

References

1. Owoyemi A, Porat R, Rodov V. Effects of compostable packaging and perforation rates on cucumber quality during extended shelf life and simulated farm-to-fork supply-chain conditions. Foods, 2021; 10(2): 471.
2. Jahan SE, Hassan MK, Roy S, Ahmed QM, Hasan, GN, Muna AY, Sarkar MN. Effects of different postharvest treatments on nutritional quality and shelf life of cucumber. Asian Journal of Crop, Soil Science and Plant Nutrition, 2020; 2: 51-61.
3. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Global food losses and food waste: extent, causes and prevention; study conducted for the international congress save food! at interpack, düsseldorf, Germany; FAO: Rome, Italy, 2011
4. Cortbaoui PE, Ngadi MO. A new method to quantify postharvest quality loss of cucumber using the taguchi approach. Food Science and Quality Management, 2015; 44: 2224-6088.
5. Wikström F, Verghese K, Auras R, Olsson A, Williams H, Wever R, Grönman K, Pettersen MK, Møller H, Soukka R. Packaging strategies that save food: A research agenda for 2030. Journal of Industrial Ecology, 2018; 23: 532-540.
6. Rahemi M. 2010. Postharvest Physiology. Shiraz Unv. Press. 437 p. [In Persian]
7. Rai DR, Oberoi HS, Baboo B. Modified atmosphere packaging and its effect on quality and shelf life of fruits and vegetables: An overview. Journal of Food Science and Technology, 2002; 39: 199-207.
8. Suparlan B, Itoh K. Combined effects of hot water treatment (HWT) and modified atmosphere packaging (MAP) on quality of tomatoes. Packaging Technology and Science, 2003; 16: 171–178.
9. Sabir FK, Tayfun, AI. Effects of 1-Methylcyclopropene and modified atmosphere packing on postharvest life and quality in tomatoes. Journal of Food Quality, 2011; 34: 111–118.
10. Cantwell M. Bell pepper: Recommendations for maintaining postharvest quality. 2002.
11. Saltveit ME. A summary of CA requirements and recommendations for vegetables. Acta Horticulturae, 2003; 600: 723-727.
12. Falcao-Rodrigues MM, Moldao-Martins M, Beirao-da-Costa ML. DSC as a tool to assess physiological evolution of apples preserved by edible coatings. Food Chemistry, 2007; 102: 475-480.
13. Wills RB, Golding JB. 2016. Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals. 6th. Edition. CAB1, Nosworthy Way, Wallingford, Oxfordshire, OX10 8DE, U.K. 293pp.
14. Kader, AA. Postharvest Technology of Horticultural Crops. 2002, 3rd. edition. Publication, 3311. pp. 135-144. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, Oakland, California, USA.
15. Muddather AE, Abu-Goukh AA. Effect of maleic hydrazide and waxing on quality and shelf-life of mango fruits. University of Khartoum Journal of Agricultural Sciences, 2016; 24(1): 42- 59.
16. Shah ST, Basit A, Ullah I, Sajid M, Ahmad I, Ahmad I, Khalid MA, Ullah I, Muhammad B. Influence of edible coatings and storage duration on post-harvest performance of plum. Pure and Applied Biology, 2020: 10(1): 81-96.
17. Babalar M, Asghari M, Talaie A, Khosroshahi A. Effect of pre and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of 'Selva' strawberry fruits. Journal of Food Chemistry, 2007; 105: 449-453.
18. Aslani L, Mobli M, Keramat J. Comparison of anti-oxidant activities and fruit quality attributes in four sweet bell pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars grown in two soilless media. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 2016; 91(5), 497-505.
19. Zarrinbal M, Dabbagh Mohammadinasab D, Rasouli Pirouzian R. Effects of harvest time and packing method on fruit quality and cold-storage duration of "Gorban Maragheh" apricot cultivar. Plant Productions, 2013; 36: 1-11. [In Persian]

20. Haile A, Safawo T. Shelf life and quality of toma- to (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits as affected by different packaging materials. African Journal of Food Science, 2018; 12(2): 21-27.

21. Sahoo NR, Bal LM, Pal US, Sahoo D. A comparative study on the effect of packaging material and storage environment on shelf life of fresh bell-pepper. Journal of Food Measurement and Characterization, 2014; 8: 164-170.

22. Islam A, Acikalin R, Ozturk B, Aglar E, Kaiser C. Combined effects of Aloe vera gel and modified atmosphere packaging treatments on fruit quality traits and bioactive compounds of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruit during cold storage and shelf life. Postharvest Biology and Technology, 2022; 187: 111855.

23. Muhie SH, Worku S, Masrie B. Shelf-life and post-harvest quality of tomato (*Lycopesicon esculentum* Mill.) varieties to different packaging materials at Mersa, North Wollo, Ethiopia. Advances in Horticultural Science, 2023; 37(4): 403-413.

24. Mahajan BVC, Dhillon WS, Sidhu MK, Jindal SK, Dhaliwal MS, Singh SP. Effect of packaging and storage environments on quality and shelf-life of bell pepper (*Capsicum annuum*). Indian Journal of Agricultural Sciences, 2016; 86(6): 738-742.

25. Dhall RK, Sharma SR, Mahajan BVC. Effect of shrink wrap packaging for maintaining quality of cucumber during storage. Journal of Food Science and Technology, 2012; 49: 495-499.

26. Miano TF, Khaskheli AA, Miano TF, Miano FN. Influence of packaging material on physico-chemical and sensory quality of cucumber under ambient and refrigeration temperatures. European Academic Research, 2016; 5: 4562-4585.

27. Atress SH, El-Mogy MM, Aboul-Anean HE, Alsanius BW. Improving strawberry fruit storability byedible coating as a carrier of thymol or calcium chloride. Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants, 2010; 2: 88-97.

28. Moradi Ganjeh F, Meamar Dastjerdi R, Heidari M, Movahednejad MH. The effect of chitosan-clay nano composite, wax coatings and olive oil on some quality properties of sweet lemon during shelf-life storage. Agricultural Engineering, 2020; 43(3): 331-348. [In Persian]

29. Hasan MZ, Islam MA, Hera MHR, Morshed MN, Hassan MK. Effects of different coating materials on shelf life and quality of mango. Trends in Horticultural Research, 2020.

30. Akbudak B, Akbudak N, Senizs V, Eris A. Sequential treatment of hotwater and modified atmosphere packaging in cherry tomatoes. Journal of Food Quality, 2007; 30: 896–910.

31. Yeboah S, Hong SJ, Park Y, Choi JH, Eum HL. Postharvest quality improvement of bell pepper (*Capsicum annuum* L. cv Nagano) with forced-air precooling and modified atmosphere packaging. Foods, 2023; 12(21): 3961.

32. Madah Hosseini N, Mirdehghan SH, Esmailizadeh M, Nazoori F. Effect of plastic film packaging with non-porous and perforated on qualitative parameters and shelf life of apricot fruit. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology, 2018; 19(2):157-170. [In Persian]

33. Paneru N. Effects of packaging materials on shelf life and post-harvest quality of bell peppers (*Capsicum annum* cv Indra) under ambient aonditions. North American Academic Research, 2022; 5(1): 174-189.

34. Amjad M, Iqbal J, Iqbal Q, Nawaz A, Ahmad T, Rees, D. Effect of packaging material and different storage regimes on shelf life and biochemical composition of green hot pepper fruits. International Controlled and Modified Atmosphere Research Conference, 2009; 876: 227-234.

35. Kaur K, Dhillon WS, Mahajan BVC. Effect of different packaging materials and storage intervals on physical and biochemical characteristics of pear. Journal of food science and technology, 2013; 50(1): 147.

36. Xylia P, Ioannou I, Chrysargyris A, Stavrinides MC, Tzortzakis N. Quality attributes and storage of tomato fruits as affected by an eco-friendly, essential oil-based product. Plants, 2021; 10(6): 1125.

37. Buelvas-Caro SD, Polo-Corrales L, Hernandez-Ramos EJ. Evaluation of the conservation of pineapple “honey gold” minimally processed through the application of edible coatings based on aloe vera-cassava starch”. Respuestas, 2019; 24(3), 84-91.
38. Tyl C, Sadler, GD. 2017. pH and titratable acidity. In: Food Analysis. Pp:389-406.
39. Maftoonazad N, Ramaswamy H. Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 2005; 38(6): 617-624.
40. Adhikari P, Paneru N, Thapa K, Dhakal A. Effects of perforation mediated-modified atmospheric packaging (MAP) on shelf life and quality of calcium chloride treated bell pepper (*Capsicum annum*). Asian Journal of Dairy and Food Research, 2020; 39: 354-358.