تأثیر بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته بر خصوصیات کیفی و افزایش ماندگاری میوه تازه‌خوری زردآلو (*Prunus armeniaca* L.) رقم شاهرودی

مریم درستکار[۱]، فرید مرادی‌نژاد[۲*]، الهام انصاری‌فر[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

[۲*] دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

[۳] استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی، بیرجند

*نویسنده مسئول: fmoradinezhad@birjand.ac.ir

چکیده

زردآلو به دلیل رسیدگی سریع و میزان تنفس بالا ماندگاری کوتاهی دارد. یکی از بهترین و ایمن‌ترین روش‌های نگهداری میوه‌های تازه استفاده از تکنولوژی اتمسفر تغییر یافته می‌باشد. این تحقیق با هدف بررسی اثر بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته (MAP) بر خصوصیات کیفی و ماندگاری زردآلو رقم شاهرودی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۴ تکرار در سال ۱۳۹۷ اجرا گردید. تیمارها شامل: ۱- شاهد (هوا): (۲۰٪ اکسیژن + ۰/۰۳٪ دی‌اکسیدکربن)، ۲- MAP1: (۱۰٪ اکسیژن + ۴۰٪ دی‌اکسیدکربن)، ۳- MAP2: (۰/۵٪ اکسیژن + ۸۰٪ دی‌اکسیدکربن) و ۴- MAP3: (۴۰٪ اکسیژن + ۲۰٪ دی‌اکسیدکربن) بود. پس از گذشت ۶ روز میوه‌ها به ظروف بسته‌بندی انتقال داده شده و در دمای ۲ درجه سلسیوس با رطوبت نسبی ۹۰٪ به مدت ۲۸ روز نگهداری شدند. نتایج نشان داد که تیمار MAP3 (اکسیژن بالا و دی‌اکسیدکربن بالا) توانست سفتی بافت میوه‌ها را نسبت به شاهد به خوبی حفظ کند. تیمارهای MAP3 (اکسیژن بالا و دی‌اکسیدکربن بالا) و MAP2 (اکسیژن کم و دی‌اکسیدکربن بالا) نیز توانستند با کنترل رسیدگی و کاهش تنفس میزان مواد جامد محلول را کاهش دهند و همچنین خواص حسی چشایی و رنگ را در میوه‌ها بهبود بخشند. بیشترین میزان ماندگاری میوه زردآلو در طول دوره انبارداری در تیمار MAP3 (۲۵/۶۷ روز) و کمترین میزان از تیمار شاهد (۹روز) مشاهده شد. به طور کلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که بهترین تیمار، MAP3 (اکسیژن بالا و دی‌اکسیدکربن بالا) بود که توانست ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی را بهبود بخشیده و باعث افزایش ماندگاری میوه زردآلو رقم شاهرودی شود.

کلمات کلیدی: اکسیژن، انبارمانی، خواص حسی چشایی، دی‌اکسید کربن، سفتی بافت

مقدمه

زردآلو با نام علمی Prunus armeniaca یکی از میوه‌های مهم مناطق معتدله و متعلق به تیره Rosaceae می‌باشد. الگوی تنفس زردآلو فرازگرا بوده و در زمان رسیدگی محصول تولید اتیلن و سرعت تنفس افزایش می یابد و به همین دلیل درجه فسادپذیری بالایی دارد (Wang et al., 2015). به دلیل عرضه این محصول به صورت تازه‌خوری و از طرفی کوتاه بودن عمر پس از برداشت میوه، استفاده از فناوری بسته‌بندی اتمسفر تغییر یافته[۱] منجربه حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری محصولات می‌شود (Moradinezhad et al., 2013).

در پژوهشی دیگر روی میوه انار رقم «شیشه کب» مشخص شد غلظت بالای دی‌اکسیدکربن موجب افزایش ماندگاری و کاهش فساد میوه در دوره انبارداری می‌شود (Moradinezhad et al., 2018). در آزمایشی دیگر تأثیر بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته بر عمر پس از برداشت سه واریته زردآلو (بلیانا، روج د روسیلون، پلونایز) مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاکی از آن بود که در طی دوره نگهداری میزان تنفس و سنتز اتیلن کاهش یافته و در پوششی که حداقل نفوذپذیری را نسبت به اکسیژن داشت، این کاهش واضح‌تر و مشهودتر بود (Pretel et al., 2000).

[1]- Modified Atmosphere Packaging (MAP)

IrHC2019

در زمینه استفاده از فناوری بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفر تغییر یافته برای نگهداری زردآلو رقم شاهرودی اطلاعات کمی وجود دارد، بنابراین در این پژوهش سعی شد تا با مقایسه ترکیبات مختلف گازی، مناسب‌ترین شرایط برای افزایش ماندگاری زردآلو و حفظ خواص کیفی آن مورد ارزیابی قرارگیرد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دانشگاه بیرجند، دانشکده کشاورزی، گروه باغبانی در بهار سال ۱۳۹۷ اجرا شد. میوه‌ها از باغ میراث فرهنگی خراسان جنوبی (عمارت رحیم آباد) تهیه شد. شاخص برداشت رنگ پوست (رنگ زمینه سبز روشن با لکه‌های زرد) و قند میوه (درجه بریکس ۱۴) بود. پس از برداشت میوه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و پس از عملیات سورتینگ میوه‌های یکسان از نظر اندازه شکل و رنگ انتخاب شدند. میوه‌ها را درون پلاستیک‌های ضخیم گذاشته و با استفاده از پمپ خلاء هوای آن تخلیه شد، سپس داخل پلاستیک‌ها ترکیبات گازی متفاوتی (تیمارها) تزریق گردید. تیمارها شامل:

۱- شاهد (شاهد): ۲۰٪ اکسیژن + ۰/۰۳٪ دی‌اکسیدکربن + ۷۹/۹۷٪ نیتروژن.

۲-MAP1 (دی‌اکسیدکربن بالا):٪۱۰ اکسیژن +۴۰٪ دی‌اکسیدکربن + ۵۰٪ نیتروژن

۳-MAP2 (اکسیژن کم و دی‌اکسیدکربن بالا): ۰/۵٪ اکسیژن +۸۰٪ دی‌اکسیدکربن + ۱۹/۵٪ نیتروژن.

۴-MAP3 (اکسیژن بالا و دی‌اکسیدکربن بالا): ۴۰٪ اکسیژن + ۲۰٪ دی‌اکسیدکربن + ۴۰٪ نیتروژن.

تیمارها (کیسه‌های پلاستیکی حاوی میوه) در دمای۲ درجه سلسیوس با رطوبت ۹۰ ٪ به مدت ۶ روز قرار داده شد و سپس میوه‌ها از پلاستیک‌ها خارج شده و درون ظروفی درب دار از جنس پلی‌پروپیلن (PP) با گنجایش ۷۰۰ سی سی که کاملا ضدعفونی شده بودند قرار داده شد. برای هر تیمار ۴ تکرار و برای هر تکرار ۷ میوه مورد استفاده قرار گرفت. میوه‌ها پس از بسته بندی مجدداً به دمای ۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰٪ منتقل شدند و پس از گذشت ۲۸ روز نگهداری در انبار سرد صفات فیزیکوشیمیایی میوه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند.

آزمون سفتی میوه زردآلو با استفاده از دستگاه پنترومتر دستی (FHT200, Extech Co., USA) ارزیابی شد. مقدار مواد جامد محلول در آب میوه نیز با دستگاه رفراکتومتر دستی (RF10, 0-32˚ Brix) قرائت شد. برای اندازه‌گیری مؤلفه‌های رنگ پوست میوه مانند L* (سفید تا سیاه)، a* (سبز تا قرمز)، b* (آبی تا زرد)، از دستگاه رنگ‌سنج (TES 135 TAIWAN) استفاده شد. ارزیابی حسی میوه‌های زردآلو با استفاده از آزمون هدونیک پنج نقطه‌ای صورت گرفت. ویژگی‌های بافت، طعم و ظاهر میوه‌ها توسط ارزیاب‌ها مورد بررسی قرار گرفت، به این صورت که برای میوه‌های خیلی خوب امتیاز ۵ و برای میوه‌های خیلی بد امتیاز ۱ در نظر گرفته شد. ماندگاری یا طول عمر مطلوب میوه‌ها، بر اساس مشاهدات بصری و شمارش تعداد روز از زمان بسته‌بندی تا هنگامی که دارای کیفیت قابل قبول خوراکی برای مصرف کننده و عرضه به بازار باشد مورد بررسی قرار گرفت و بر حسب روز بیان گردید.

این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تیمار و ۳ تکرار انجام گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از برنامه آماری Genstat (version 9.2, VSN, International, UK, 2009) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD ($P \leq 0.05$) انجام شد و نمودارها با نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

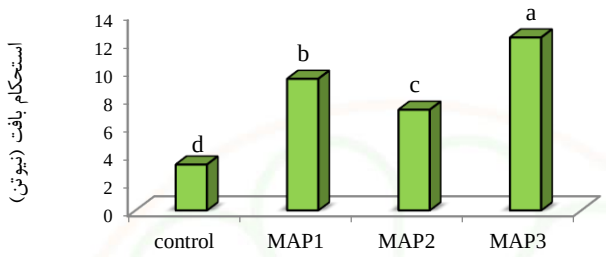
نتایج نشان می‌دهد اعمال ترکیب گازی در غلظت‌های مختلف اثر معنی‌داری ($P \leq 0.05$) بر استحکام بافت میوه داشت (جدول ۱). تمامی تیمارها نسبت به شاهد دارای میزان سفتی بافت بیشتری بودند که در این بین تیمار MAP3 (اکسیژن بالا و دی‌اکسیدکربن بالا) دارای بالاترین سفتی بافت و شاهد دارای کمترین میزان سفتی می‌باشد (شکل ۱). می‌توان چنین بیان داشت غلظت و همچنین تعادل مناسب در گازهای اکسیژن و دی‌اکسیدکربن می‌تواند باعث غیر فعال شدن آنزیم تجزیه کننده دیواره سلولی شده و استحکام آن را حفظ کند (Kader et al., 2004).

IrHC2019

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر MAP بر استحکام بافت، مواد جامد محلول ومؤلفه‌های رنگ پوست میوه زردآلو

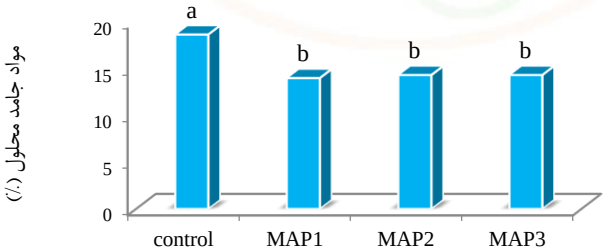
منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات(MS)				
		استحکام بافت	موادجامدمحلول	L^*	a^*	b^*
تیمار	۳	۴۳/۳۷۹۲*	۷/۶۳۸۹*	۲۱۹۶/۲*	۲۷/۶۴۲۴*	۳/۳۹۸ns
خطا	۸	۰/۹۶۰۰	۰/۲۵۰۰	۱۸۸/۴	۰/۳۳۸۰	۱/۸۸۸
ضریب تغییرات	-	۱۸/۱	۳/۲	۱۶/۲	۸/۶	۱۰/۸

*و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند



شکل ۱- اثر اتمسفر تغییریافته بر استحکام بافت میوه زردآلو

نتایج حاکی از آن است که اثر ترکیب گازی در غلظت‌های مختلف در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱) و همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، بیشترین میزان مواد جامد محلول مربوط به شاهد می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهند بیشترین تغییرات که هنگام رسیدن میوه صورت می‌گیرد به شکسته شدن کربوهیدرات‌های پلیمری خصوصا قندهای موجود در دیواره سلولی مربوط است که موجب تغییر مزه و تغییر در بافت محصول می‌شود و به همین دلیل میزان مواد جامد محلول با رسیدن میوه افزایش می‌یابد (El-Abbasy et al., 2017). کاهش مقدار مواد جامد محلول در میوه‌های تیمار شده با اتمسفر تغییر یافته احتمالا به دلیل تأخیر در فرایند تنفس و رسیدن میوه می‌باشد (Perez and Sanz, 2001).



شکل ۲- اثر اتمسفر تغییریافته بر مواد جامد محلول آب میوه زردآلو

نتایج آنالیز واریانس نشان داد کاربرد اتمسفر تغییر یافته بر مؤلفه L^* (درخشندگی) و a^* (قرمز تا سبز) در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). یکی از شاخص‌های مهم برداشت در میوه زردآلو، رنگ پوست آن می‌باشد از این رو هر چه میزان درخشندگی و قرمزی پوست بیشتر باشد نشان دهنده رسیدگی این محصول می‌باشد (Mir et al., 2018). نتایج نشان داد بیشترین میزان درخشندگی و قرمزی مربوط به نمونه‌های شاهد (به ترتیب ۳۴/۵۳ و

IrHC2019

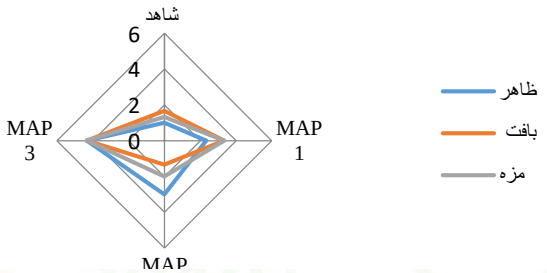
۱۰/۵۵) بود و کمترین میزان مؤلفه‌های ذکر شده از تیمار MAP3 حاصل شد؛ که نشان دهنده کنترل رسیدگی می‌باشد. این نتایج می‌تواند نتایج به دست آمده از صفات سفتی و مواد جامد محلول در این تحقیق را تأیید نماید.

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر MAP بر صفات ماندگاری و خواص حسی چشایی میوه تازه زردآلو

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات(MS)			
		ماندگاری	ظاهر	طعم	بافت
تیمار	۳	۱۵۹/۱۹۴۴*	۵/۷۷۷۸*	۵/۴۱۶۷*	۶/۰۰۰*
خطا	۸	۰/۹۱۶۷	۰/۱۶۶۷	۰/۵۰۰۰	۰/۳۳۳۳
ضریب تغییرات	-	۵/۴	۱۵/۳	۲۵/۷	۲۱/۷

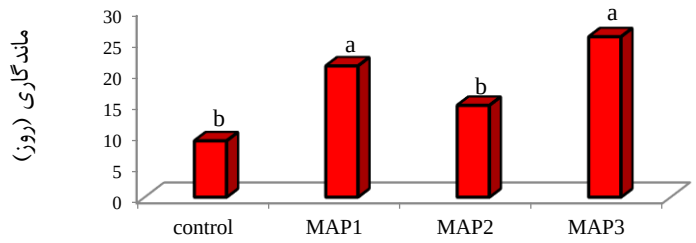
*و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

بررسی‌های انجام شده بر صفات ارزیابی حسی مانند مزه و ظاهر میوه نشان داد که در بین تیمارها، تیمار MAP3 (اکسیژن بالا و دی‌اکسیدکربن بالا) دارای مطلوب‌ترین طعم و مزه و کیفیت ظاهری (۴/۳۳) از نظر ارزیاب‌ها بود (شکل ۳). باتوجه به آزمون پنل حس چشایی مشخص شد میزان دی‌اکسیدکربن بالا طعم میوه را دستخوش تغییر کرده همچنین از کیفیت ظاهری میوه کاسته بود (MAP2). اگر چه مقدار بالای دی‌اکسیدکربن موجود در تیمار MAP3 (۸۰٪ دی‌اکسیدکربن) توانست از رسیدگی جلوگیری کند اما از نظر فیزیولوژیکی به محصول آسیب می‌رساند و همچنین میزان پایین اکسیژن (۰/۵٪ اکسیژن) سبب تنفس بی‌هوازی گردیده و این نکته باعث کاهش کیفیت ظاهری میوهای تازه زردآلو در طی دوره انبار داری شد (Kader, 2002).



شکل ۳- اثر اتمسفر تغییریافته بر خواص حسی چشایی میوه تازه زردآلو

نتایج نشان داد صفت ماندگاری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲) به طوری که کمترین میزان ماندگاری مربوط به شاهد (۹ روز) و بیشترین میزان ماندگاری مربوط به تیمار MAP3 (۲۵/۶۷روز) می‌باشد (شکل ۴). این افزایش در ماندگاری احتمالا به دلیل تأخیر در فرآیند رسیدگی و کاهش تولید اتیلن توسط تیمار دی‌اکسیدکربن بالا (MAP3) می‌باشد (Kader et al., 2004).



شکل ۴- اثر اتمسفر تغییریافته بر ماندگاری میوه زردآلو تازه در طی ۲۸ روز دوره انبارداری

IrHC2019

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد در بین تیمارها اعمال شده تیمار MAP3 (اکسیژن بالا و دی‌اکسید کربن بالا) به طور کلی در تمامی صفات دارای بهترین عملکرد بود. سفتی بافت میوه را حفظ کرده، رسیدگی را به تأخیر انداخته، تنفس و تولید اتیلن را کاهش داد همچنین مزه و طعم میوه را بهبود بخشیده و در نهایت موجب افزایش ماندگاری به همراه بهبود صفات کیفی میوه زردآلو رقم شاهرودی شده است.

منابع

El-Abbasy, U. K., El-Khalek, A. A. and Mohamed, M. I. 2017. Postharvest applications of 1-methylcyclopropene and salicylic acid for maintaining quality and enhancing antioxidant enzyme activity of apricot fruits cv.'canino'during cold storage. Egyptian Journal of Horticulture, 45(1): 1-23.

Kader, A. A. 2002. Postharvest Technology of Horticultural Products. 3rd Ed. University of California Agriculture and Natural Resources Publication 3311. California: 135-144.

Kader, A. A. and Rolle, R. S. 2004. The role of post-harvest management in assuring the quality and safety of horticultural produce (Vol. 152): Food and Agriculture Org.

Mir, S. A., Shah, M. A. and Mir, M. M. 2018. Postharvest Biology and Technology of Temperate Fruits. Springer, 417.

Moradinezhad, F., Khayyat, M. and Saeb, H. 2013. Combination effects of postharvest treatments and modified atmosphere packaging on shelf life and quality of Iranian pomegranate fruit cv. Sheshi-kab. International Journal of Postharvest Technology and Innovation, 3(3): 244-256.

Moradinezhad, F., Khayyat, M., Ranjbari, F. and Maraki, Z. 2018. Physiological and quality responses of Shishe-Kab pomegranates to short-term high CO_2 treatment and modified atmosphere packaging. International Journal of Fruit Science, 18(3): 287-299.

Perez, A. G. and Sanz, C. 2001. Effect of high-oxygen and high-carbon-dioxide atmospheres on strawberry flavor and other quality traits. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(5): 2370-2375.

Pretel, M., Souty, M. and Romaojaro, F. 2000. Use of passive and active modified atmosphere quality and storage life of apricot. Acta Horticulture, 368: 808-815.

IrHC2019

Influence of modified atmosphere packaging on the qualitative properties and extending the shelf life of fresh apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit cv. "Shahroudi"

Maryam Dorostkar[1], Farid Moradinezhad[2*], Elham Ansarifar[3]
[1]MSc. Student in Horticultural Science, Department of Horticultural Science, University of Birjand
[2*]Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural, University of Birjand
[3]Assistant Professor, University of Medical Sciences of Birjand
[*]*Corresponding Author: fmoradinezhad@birjand.ac.ir*

Abstract

Apricot fruit has a very short shelf life because of fast ripening and high respiration rate. One of the best and the safest methods for storing fresh fruits is the use of modified atmospheric technology. The aim of this study was to investigate the effect of packaging with the modified atmosphere on quality and shelf life of apricot cultivar "Shahroudi" in a completely randomized design with four treatments and four replications, which was carried out at the Faculty of Agriculture of the University of Birjand. Treatments included: 1- control (air) 20% oxygen + 0.3% carbon dioxide. 2- MAP1: 10% oxygen + 40% carbon dioxide. 3- MAP2: 5.0% oxygen + 80% carbon dioxide. 4- MAP3: 40% oxygen + 20% carbon dioxide. After 6 days, the fruits were transferred to packaging and stored at 2 °C with a relative humidity of 90% for 28 days. The results showed that MAP3 (high O_2 + high CO_2) could maintain the tissue firmness of the fruit well compared to the control. MAP3 (high O_2 + high CO_2) and MAP2 (low O_2 + high CO_2) also managed to reduce the amount of soluble solids content by controlling ripening and reducing respiration, as well as improving sensory properties in fruits. The highest shelf life was obtained in MAP3 (25.67 days) and the lowest in control (9 days). In general, it can be concluded that the best treatment was MAP3 that improved the physicochemical properties and shelf life of apricot fruits.

***Keywords*:** Cold storage, Carbon dioxide, Firmness, Oxygen, Sensory assessments

IrHC2019