



Effects of Harvesting Time and Packing Method on the Storability of Two New Apricot Cultivars 'Derakhshan' and 'Sahand 97'

Mohammad Zarrinbal^{1✉}, Jaber Soleimani², Hossein Fathi³, Mehri Yousefi⁴

1. Corresponding Author, Crop and Horticultural Science Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran. Email: m.zarrinbal@areeo.ac.ir
2. Agricultural engineering Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran. Email: elgar1352@yahoo.com
3. Crop and Horticultural Science Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran. Email: fathih_1353@yahoo.com
4. Crop and Horticultural Science Research Department, East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran. Email: pnumehryousefi@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	To earn more income from fresh apricot market, it is important to consider the time of fruit harvesting and method of packing. This study was conducted to determine the most appropriate time of harvesting and method of packing of three apricot cultivars including 'Darakhshan', 'Sahand 97', and an economically well-known cultivar called 'Ordubad 90' (as control). In the beginning, their fruit, based on the skin color index, was harvested at three fruit ripening stages (i.e., fruit skin color green background with yellow spots, yellow background with green spots, and yellow background with orange spots). After harvesting, the fruit was packed using two methods (uncoated packing and polyethylene-coated packing) and stored in a cold storage at 2°C and 85% of relative humidity (RH) for 0 (control), 7, 14, 21 and 28 days. In order to assess the quality of fruit at different periods of storage, the characteristics of fruit weight, texture firmness, total soluble solids, pH, and electrical conductivity of the fruit extract were investigated. Results revealed that not only harvesting at the second stage of fruit ripening (i.e. yellow skin color with green spots) was the most suitable time, but also packing apricot fruit with polyethylene was a suitable method for extending storage life of fruit. Furthermore, although the results of this work showed that the fruit quality of 'Darakhshan' and 'Ordubad 90' could be maintained at cold storage for up to 14 and 28 days, respectively, the fruit maintenance of 'Sahand 97' was greater than that in the above-mentioned cultivars. In addition, no significant difference was found between the three harvesting stages and packing methods for 'Sahand 97' in terms of storage life at least in 28-day period of storage life. Overall, some disorders such as skin wrinkling, flesh jelly formation, and fruit spoilage built up during the cold storage because of delaying in apricot fruit harvesting. During cold storage, fruit firmness declined, but total soluble solids, pH, and electrical conductivity (EC) of fruit rose. In conclusion, harvesting fruit at an appropriate time and packing in a suitable method could lead to improve apricot fruit at cold storage qualitatively and quantitatively.
Article history: Received: 9 April 2024 Received in revised form: 30 August 2024 Accepted: 2 October 2024 Published online: Winter 2024	
Keywords: Apricot, Harvesting time, Packing, Storage life.	

Cite this article: Zarrinbal, M., Soleimani, J., Fathi, H. & Yousefi, M. (2024). Effects of Harvesting Time and Packing Method on the Storability of Two New Apricot Cultivars 'Derakhshan' and 'Sahand 97'. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 55 (4), 699-717. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.374566.2165>



© The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.374566.2165>

Publisher: The University of Tehran Press.

Extended Abstract

Introduction

The quality of apricot fruit can be affected by the stage of ripening and the duration of fruit storage. The most important factors effective on the fruit quality include fruit skin color, flesh firmness, aroma, and taste. Some issues such as high respiration and rapid ripening generally reduce duration of storage life. Therefore, it is very important to deliver fruit to the target markets immediately after harvesting. In order to earn more income from selling fresh apricot to regional and foreign markets, it is essential to standardize the ripening stage of the fruit, determine the appropriate time for harvesting, and recognize suitable fruit packing. These standards are different based on cultivar, environmental condition, and market demands. This study was performed to determine the appropriate time of harvesting and method of packing of two new apricot cultivars in favor of extending their storage life.

Material and Methods

The fruit of two new apricot cultivars including 'Derakhshan' and 'Sahand 97' along with a commercial cultivar called 'Ordoubad 90' (as control) were harvested at three stages of fruit ripening based on the index of fruit's skin color. The first fruit harvesting was performed at the growth stage of green background with yellowish spot, the second at yellow background with green spot, and third at yellow-orange background. Afterward, the harvested fruit was packed with the two methods (i.e., uncovered or polyethylene-covered packing), and it was then stored at 2°C and 85% of RH for 0 (control), 7, 14, 21, and 28 days. After each period of storage, the fruit was evaluated for its quality characteristics, such as fruit taste, shriveling, gel breakdown and decay percentage. The other fruit characteristics including fruit weight, fruit firmness, total soluble solids, pH, and electrical conductivity of fruit extract were also measured.

Results and Discussion

Cluster analysis showed that appropriate time of fruit harvesting was at yellow background with green spot, and appropriate method of packing was using polyethylene-covered packing; accordingly, both factors could extend the duration of apricot's storage life. The appropriate time of fruit harvesting was concurrent with 72 d after full bloom or 841 growth degree days for 'Derakhshan', 98 d after full bloom or 1375 growth degree days for 'Sahand 97', and 92 d after full bloom or 1241 growth degree days for 'Ordoubad 90'. In this context, the fruit of 'Derakhshan' and 'Ordoubad 90' could be cold-stored with suitable quality for up to 14 and 28 days, respectively. However, the fruit of 'Sahand 97' had a remarkable storage life and it did not show any significant differences in harvest time and packing method at least during 28 days of cold storage. A delay in the time of harvesting and reduction in duration of cold-storage would lead to emerging some disorders such as fruit's shriveling, gel breakdown, and decay percentage. The results of ANOVA showed a significant difference between cultivars in terms of fruit firmness, total soluble solids, pH, and electrical conductivity of fruit extract ($P \leq 0.01$). The fruit picked at the first harvest was firmer on the first days of harvesting compared to other rounds of harvesting. Delaying in fruit harvesting and shortening storage life could lead to fruit's flesh firmness in both packing methods. In general, using a polyethylene-covered packing extended the duration of fruit storage life. Furthermore, fruit of all cultivars picked at the third stage of harvesting and stored for 28 d possessed higher total soluble solids, pH, and electrical conductivity. Besides, fruit of 'Sahand 97' and 'Derakhshan' showed the highest and lowest storage life, respectively. Moreover, our results suggested that ripened fruit had more respiration and ethylene production, resulted in providing some physiological and biochemical changes in fruits including fruit color change, texture softening, starch breakdown, sugar increase, acidity reduction, and changes in the flavor and taste of fruit.

Conclusion

The results of this research showed that three factors, including the time of harvesting, method of packing, and type of cultivar, had a remarkable effect on quality and storage life of apricot's fruit. Based on our findings, the appropriate time for fruit harvesting allocated to the time at which the color of fruit skin was almost yellow with green spots in background. In addition, the suitable method for fruit packing, in line with extending fruit storage life, was packing fruit in a polyethylene cover.



اثر زمان برداشت و روش بسته‌بندی بر قابلیت انبارمانی میوه دو رقم جدید 'درخشان' و 'سهند ۹۷' زردآلو

محمد زرین بال^۱ | جابر سلیمانی^۲ | حسین فتحی^۳ | مهری یوسفی^۴

۱. نویسنده مسئول، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، AREEO، تبریز، ایران. رایانامه: m.zarrinbal@areeo.ac.ir
۲. بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، AREEO، تبریز، ایران. رایانامه: elgar1352@yahoo.com
۳. بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، AREEO، تبریز، ایران. رایانامه: fathih_1353@yahoo.com
۴. بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، AREEO، تبریز، ایران. رایانامه: pnumehryousefi@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۰ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۶/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۱ تاریخ انتشار: زمستان ۱۴۰۳ کلیدواژه‌ها: بسته‌بندی، زردآلو، زمان برداشت، قابلیت انبارمانی.	برای کسب درآمد بیشتر از عرضه میوه تازه‌خوری زردآلو، توجه به زمان برداشت و روش بسته‌بندی میوه‌ها اهمیت دارد. این پژوهش به منظور تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت و روش بسته‌بندی میوه زردآلو انجام شد. میوه رقم‌های جدید 'درخشان' و 'سهند ۹۷'، به همراه رقم تجاری 'اردوباد ۹۰' (شاهد) در سه مرحله رسیدگی میوه بر اساس شاخص رنگ پوست (رنگ پوست میوه زمینه سبز با لکه‌های زرد، زمینه زرد با لکه‌های سبز و زمینه زرد با لکه‌های نارنجی) برداشت شدند. میوه‌ها در جعبه‌های بدون پوشش یا دارای پوشش پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و در سردخانه با دمای +۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵ درصد به مدت صفر (شاهد)، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز نگهداری شدند. ویژگی‌هایی، شامل وزن میوه، سفتی بافت، مواد جامد محلول، پی‌اچ و هدایت الکتریکی عصاره میوه بررسی شدند. مناسب‌ترین زمان برداشت زردآلو، مرحله دوم برداشت (رنگ پوست میوه زمینه زرد با لکه‌های سبز) بود و استفاده از پوشش پلی‌اتیلنی در بسته‌بندی میوه‌ها قابلیت انبارمانی آنها را افزایش داد، به طوری که میوه رقم‌های 'درخشان' و 'اردوباد ۹۰' به ترتیب تا ۱۴ و ۲۸ روز با کیفیت مناسب در سردخانه قابل نگهداری بودند. میوه رقم 'سهند ۹۷' انبارمانی بیشتری داشت و زمان برداشت و پوشش بسته‌بندی حداقل در ۲۸ روز نگهداری در سردخانه بر انبارمانی آن اثر معنی‌داری نداشتند. با تأخیر در برداشت زردآلو، چروکیدگی پوست، ژله‌ای شدن گوشت و فساد میوه‌ها در دوره انبارمانی افزایش یافت. همچنین، سفتی میوه‌ها کاهش و مواد جامد محلول، پی‌اچ و هدایت الکتریکی عصاره میوه‌ها افزایش یافت. نتایج نشان داد که برداشت زردآلو در زمان مناسب و بسته‌بندی بهینه میوه‌ها قابلیت انبارمانی آنها را افزایش می‌دهد.

استناد: زرین بال، محمد؛ سلیمانی، جابر؛ فتحی، حسین و یوسفی، مهری (۱۴۰۳). اثر زمان برداشت و روش بسته‌بندی بر قابلیت انبارمانی میوه دو رقم جدید 'درخشان' و 'سهند ۹۷' زردآلو. نشریه علوم باغبانی ایران، ۵۵ (۴)، ۶۹۹-۷۱۷. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.374566.2165>



© نویسندگان.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2024.374566.2165>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

زردآلو با نام علمی *Prunus armeniaca* L. از میوه‌های مهم مناطق معتدله و متعلق به تیره Rosaceae می‌باشد. روند معرفی ارقام جدید زردآلو در جهان به طور مستمر ادامه داشته و با توجه به نیاز بازار مصرف، ارقام جدید پس از انجام تحقیقات پایه‌ای و تکمیلی معرفی می‌گردند (Rahnemoun et al., 2013). از جمله مطالعاتی که در مورد زردآلو در ایران صورت گرفته است می‌توان به بررسی خصوصیات پومولوژیکی ۱۵۰ کلون و ژنوتیپ ایرانی زردآلو اشاره کرد که منجر به معرفی ۵۰ کلون انتخابی از بین آنها شده است (Dejampour & Rahnemoun, 2009). مطالعات تکمیلی این کلون‌ها منجر به معرفی دو رقم جدید به نام‌های 'درخشان' با ویژگی‌های اندازه درشت میوه، زودرسی و بازار پسندی چشمگیر و 'سهند ۹۷' با ویژگی‌هایی همچون اندازه درشت، بافت نسبتاً سفت میوه، رنگ‌گیری مناسب و دیررس بودن میوه گردید (Rahnemoun et al., 2021). میوه‌های زردآلو به دلیل ماندگاری کوتاهی که دارند، بیشتر برای تازه‌خوری در بازارهای محلی مصرف می‌شوند. نرم شدن سریع و حساسیت به آسیب‌های فیزیکی موانعی در بازار رسانی آنها ایجاد می‌کند. شدت تنفسی زیاد و سرعت فرآیند رسیدگی میوه زردآلو از عوامل مهم در کوتاه بودن عمر انبارمانی و عمر قفسه‌ای آن هستند. تنفس میوه زردآلو از الگوی فرازگرا پیروی کرده و فرآیند رسیدگی آن توسط اتیلن تنظیم می‌شود. بازدارندگی از سنتز اتیلن یا ممانعت از اثر آن می‌تواند فرآیند رسیدگی میوه را کندتر نموده (Soleimani & Zarrinbal, 2022) و عمر انبارمانی میوه زردآلو را افزایش دهد. برداشت میوه در زمان مناسب، بسته‌بندی بهینه و نگهداری میوه‌ها در سردخانه می‌تواند به کند شدن فرآیند رسیدگی و پیری میوه منجر شوند. در تحقیق حاضر مناسب‌ترین زمان برداشت میوه زردآلو در دو رقم جدید 'درخشان' و 'سهند ۹۷' و همچنین بسته‌بندی بهینه آن‌ها، به منظور افزایش عمر انبارمانی میوه مورد مطالعه قرار گرفت.

پیشینه پژوهش

بلوغ میوه در زمان برداشت بر کیفیت پس از برداشت زردآلو تاثیر دارد (Jooste, 2002; Zarrinbal et al., 2012a). میوه‌هایی که در مرحله پس از بلوغ از درخت برداشت شده باشند به میزان قابل توجهی در مقابل صدمات مکانیکی آسیب پذیر بوده و به فساد و ژله‌ای شدن درونی دچار می‌شوند. این میوه‌ها در طی دوره انبارمانی به شکل غیر قابل قبولی نرم و رسیده می‌شوند (Muzzaffar et al., 2018). این میوه‌ها به آسیب‌های مکانیکی حساس‌تر بوده و حمل‌ونقل و بازاررسانی آنها با مشکل جدی مواجه می‌شود. برعکس، اگر میوه زردآلو بصورت نارس برداشت شود اثر نامطلوبی بر عطر و طعم، میزان قند و رنگ پوست میوه دارد (Romero et al., 2002; Jooste, 2002). رنگ پوست میوه، سفتی گوشت میوه، میزان مواد جامد محلول، تعداد روز پس از مرحله تمام گل و مجموع واحدهای حرارتی از مرحله تمام گل تا برداشت از شاخص‌های برداشت میوه زردآلو به شمار می‌روند، اما تولیدکنندگان معمولاً از شاخص رنگ پوست و سفتی گوشت میوه، با توجه به ویژگی‌های رقم استفاده می‌کنند (Singh et al., 2001; Jooste, 2002). عمر انبارمانی میوه زردآلو ۱۴-۷ روز در دمای ۵/۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۵ درصد پیشنهاد شده است (Wills & Golding, 2022). اگر میوه زردآلو در دمای بالاتر انبار شود طعم و سفتی بافت خود را از دست می‌دهد (Jooste, 2002; Soleimani & Mozaffari, 2020). پوست میوه زردآلو فاقد پوشش واکس جهت کاهش هدر رفتن رطوبت است، لذا رطوبت بالا در طول انبارمانی برای جلوگیری از چروک شدن میوه‌ها ضروری است. برداشت میوه‌های زردآلو، در ارقام 'سوپرگلد' و 'امپریال' در زمانی که رنگ پوست میوه در فاصله ۷-۴ از دفترچه رنگ پوست میوه^۱ قرار می‌گیرد (رنگ پوست میوه زمینه سبز با لکه‌های زرد و یا زمینه زرد با لکه‌های سبز) پیشنهاد شده است. در این شرایط می‌توان آنها را ۳-۵ هفته در سردخانه با دمای ۵/۰- درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵ درصد با کیفیت مناسب نگهداری نمود (Jooste,

1. Climacteric
2. Super gold
3. Imperial
4. Aciduous Fruit Board Skin Color Chart (DFB)

2002). برداشت میوه در چند رقم زردآلوی ایرانی، زمانی که رنگ پوست میوه زمینه زرد با لکه های سبز رنگ داشته باشد، مناسب ترین زمان برداشت گزارش شده است (Zarrinbal et al., 2010). تغییر رنگ میوه، تخریب دیواره سلولی و نرم شدن بافت میوه، تجزیه نشاسته و افزایش میزان قند، کاهش میزان اسید کل و تغییر در عطر و طعم از مهمترین تغییرات مرحله رسیدگی میوه به شمار می روند (Zarrinbal et al., 2012a).

استفاده از اتمسفر تغییر یافته با اکسیژن کم و دی اکسید کربن زیاد در دمای پایین برای نگهداری طولانی تر میوه ها مفید است (Pretel et al., 1999). در این حالت شدت تنفس میوه ها و سرعت سوخت و ساز کربوهیدرات ها، تولید دی اکسید کربن، مصرف اکسیژن و آزاد شدن گرما کاهش می یابد (Pretel et al., 2000). این شرایط، فرآیند رسیدگی میوه را کند کرده و ویژگی های مطلوب میوه و بازار پسندی آن را در مدت طولانی تری فراهم می آورد. تعادل گازهای درون بسته بندی زمانی رخ می دهد که میزان گازهای منتشر شده از میوه با میزان گازهای خارج شده از پوشش بسته بندی برابر شود و در نتیجه غلظت گاز درون بسته بندی ثابت بماند. ترکیب اتمسفر درون بسته بندی و زمان رسیدن به تعادل به شدت تنفسی میوه ها، توانایی نفوذپذیری پوشش پلی اتیلنی بسته بندی و دمای سردخانه بستگی دارد (Pretel et al., 2000). با بیشتر شدن نفوذپذیری پوشش پلی اتیلن، مقادیر اکسیژن درون بسته بندی بیشتر و مقادیر دی اکسید کربن آن کمتر می شود. علاوه بر این، نفوذپذیری بیشتر پلی اتیلن سبب می شود که اتمسفر درون بسته بندی سریع تر به حالت تعادل برسد. نتایج یک مطالعه نشان داد که بسته بندی میوه های زردآلو، ارقام 'بلیانا' و 'روسیلون' و نگهداری آنها در شرایط اتمسفر تغییر یافته باعث افزایش چشمگیر عمر انبارمانی میوه ها شد (Chambory et al., 1995). توسعه در بسته بندی فعال منجر به پیشرفت هایی در کنترل تنفس سلولی محصولات باغی شده است (Biji et al., 2015). نشان داده شده است که بسته بندی با سلفون باعث بهبود کیفیت میوه زردآلو و افزایش ماندگاری قابل توجهی نسبت به شاهد می شود (Moradinezhad & Jahani, 2016).

روش شناسی پژوهش

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی در سال های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ اجرا گردید. مختصات جغرافیایی این ایستگاه ۴۵ درجه و ۵۷/۴۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۵۹/۵۵ دقیقه عرض شمالی بوده و ۱۳۲۷ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. خاک آن لومی - شنی، حداقل و حداکثر دمای ثبت شده ۲۵- و ۴۲+ درجه سلسیوس و متوسط بارندگی سالیانه ۳۰۰-۲۵۰ میلی متر گزارش شده است. درختان میوه دو رقم جدید زردآلو، شامل 'درخشان' و 'سهند ۹۷' و رقم تجاری 'اردوباد ۹۰' (شاهد) روی پایه بذری زردآلو، با فاصله کاشت ۵×۶ متر در یک قطعه باغ کاشته شدند. تربیت این درختان به شکل جامی بود و به روش نواری دو ردیفه آبیاری می شدند. سن تقریبی درختان ۱۲ سال و از نظر عملیات باغبانی در شرایط یکسانی قرار داشتند. مراحل شروع گلدهی و تمام گل برای این ارقام پایش و یادداشت برداری گردید و برای محاسبه مجموع واحد حرارتی از مرحله تمام گل تا برداشت محصول بر حسب درجه روز مورد استفاده قرار گرفت.

میوه این درختان در هوای خنک صبحگاه در سه مرحله مختلف از بلوغ میوه، بر اساس شاخص رنگ پوست میوه برداشت شدند. اولین برداشت میوه در زمانی که پوست میوه زمینه سبز رنگ با لکه های زرد داشت انجام شد. دومین برداشت میوه در زمانی که پوست میوه زمینه زرد رنگ با لکه های سبز داشت و سومین برداشت میوه در زمانی که پوست میوه زمینه زرد رنگ با لکه های نارنجی داشت انجام گردید (Jooste, 2002; Zarrinbal et al., 2012a). میوه ها پس از برداشت، در جعبه های پلاستیکی بدون پوشش و یا در جعبه های پلاستیکی دارای پوشش پلی پروپیلن با ضخامت ۰/۴ میلی متر (بی رنگ و دارای

استحکام متوسط که از فروشگاه محلی تهیه شده بود) قرار داده شد و در سردخانه با دمای $+2^{\circ}\text{C}$ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵ درصد به مدت صفر (شاهد)، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز نگهداری شدند (Jooste, 2002; Ganji Moghadam & Sheikh Al, 2010; Zarrinbal et al., 2010; Eslami, 2005). میوه‌ها هر هفت روز یکبار برای اندازه‌گیری صفات مورد بررسی به آزمایشگاه منتقل شدند. وزن میوه توسط ترازوی حساس با دقت 0.01 گرم، سفتی گوشت میوه توسط سفتی‌سنج با دقت 0.1 کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع (پنترومتر دستی مدل تکنو ساخت ژاپن با استفاده از پروپ استینلس استیل با قطر ۳ میلی‌متر)، پی‌اچ عصاره میوه با دستگاه پی‌اچ متر، هدایت الکتریکی عصاره میوه توسط دستگاه ای‌سی متر دستی با دقت 0.1 (مدل هانا ۹۸۱۲ ساخت کشور کره) و میزان مواد جامد محلول توسط رفراکتومتر دستی (مدل باش و لامب ساخت کشور ژاپن) اندازه‌گیری شدند (Jooste, 2002; Zarrinbal et al., 2010). تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌طور جداگانه برای هر رقم و بصورت اسپلیت پلات-فاکتوریل براساس طرح پایه بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار و تعداد ۲۰ میوه در هر تکرار انجام گرفت. فاکتور سال در دو سطح در پلات‌های اصلی، فاکتور زمان برداشت در سه سطح در پلات‌های فرعی، فاکتورهای بسته‌بندی در دو سطح و زمان نگهداری در سردخانه در پنج سطح بصورت فاکتوریل در پلات‌های فرعی قرار گرفتند. آزمون معنی‌دار بودن واریانس‌ها براساس امید ریاضی منابع تغییر انجام شد و بسته‌بندی به عنوان متغیر ثابت در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از میانگین دو ساله داده‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت. استفاده از میانگین دو ساله داده‌ها به منظور افزایش تکرارها، افزایش اعتبار داده‌ها و افزایش دقت آزمایش بود. به‌منظور امکان بررسی و تطبیق میانگین صفات در همه سطوح برای سه فاکتور زمان برداشت میوه، روش بسته‌بندی و مدت زمان نگهداری در سردخانه، اثر متقابل سه‌گانه این تیمارها با استفاده از میانگین دوساله داده‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ارزیابی گردید.

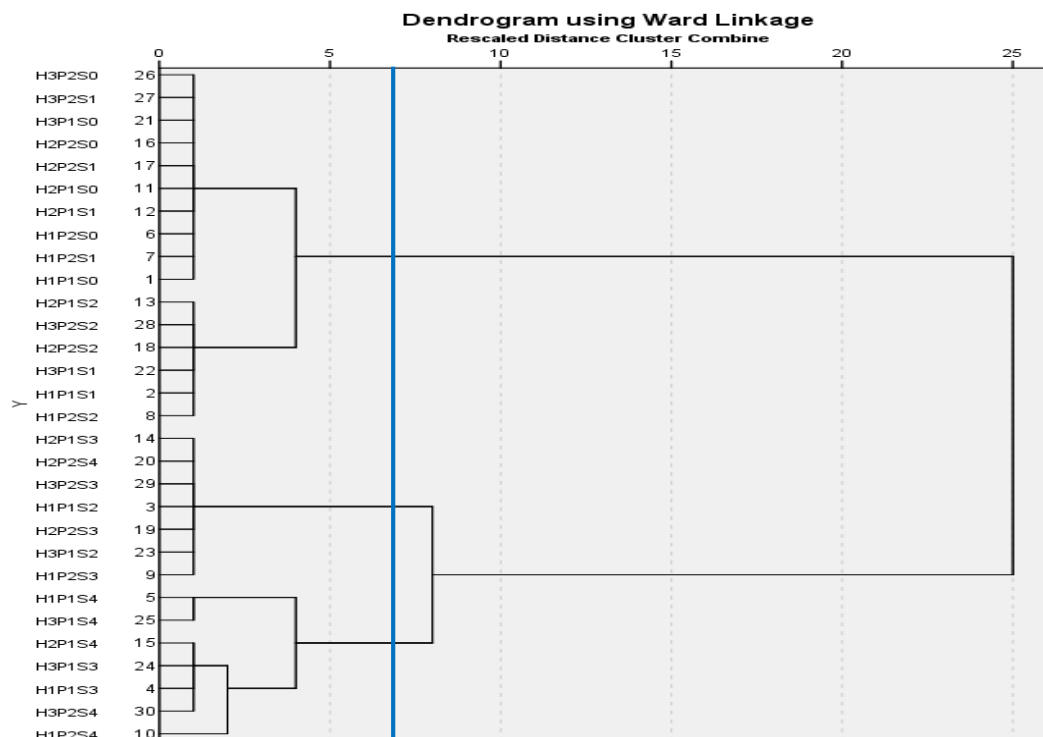
همچنین، این میوه‌ها از نظر صفات کیفی، شامل عطر و طعم و خواص ارگانولپتیک (تست پانل)، چروکیدگی پوست میوه، ژله‌ای شدن گوشت میوه و میزان فساد بافت میوه مورد بررسی قرار گرفتند و از نظر وضعیت کیفی در پنج رتبه از یک تا پنج (۱=عالی، ۲=خوب، ۳=متوسط، ۴=بد و ۵=بسیار بد) امتیازدهی شدند (Jooste, 2002; Zarrinbal et al., 2010). با توجه به اینکه داده‌های اخیر اعداد گسسته هستند، برای تجزیه و تحلیل آنها از آمار غیر پارامتریک با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد^۴ استفاده شد. برای این منظور، در هر ژنوتیپ میانگین سه تکرار برای دو سال به دست آمد و تجزیه خوشه‌ای انجام شد. سپس، با استفاده از فاصله اقلیدوسی، دندروگرام حاصله به ۳ یا ۴ کلاس متمایز گردید. در نهایت، با در نظر گرفتن اثر تیمارها بر صفات مورد مطالعه مناسب‌ترین زمان برداشت میوه و روش بسته‌بندی آن برای هر ژنوتیپ انتخاب گردید. در خاتمه، تعداد روز پس از مرحله تمام گل تا بهترین زمان برداشت محصول و مجموع واحد حرارتی بر حسب درجه روز واحد حرارتی از مرحله تمام گل تا بهترین زمان برداشت محصول برای این ارقام محاسبه گردید (Zarrinbal et al., 2012a).

یافته‌های پژوهش

تجزیه خوشه‌ای، تیمارهای آزمایش روی رقم 'درخشان' را بر اساس میانگین ویژگی‌های کیفی میوه زردآلو، شامل عطر و طعم میوه، چروکیدگی پوست، ژله‌ای شدن گوشت و میزان فساد میوه برای دو سال در فاصله پنج اقلیدوسی در سه گروه جداسازی نمود (شکل ۱). میوه‌های رقم 'درخشان' در برداشت مرحله اول و مرحله سوم در جعبه‌های فاقد پوشش پلی‌اتیلن تا ۷ روز و در جعبه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن تا ۱۴ روز و در برداشت مرحله دوم در جعبه‌های فاقد پوشش و یا دارای پوشش

1. Techno
2. Hanna instrument 9812
3. Bausch & Lomb Incorporated Rochester, N.Y.
4. Wtd Method
5. Day After Full Bloom (DAFB)
6. Growth Degree Day (GDD)

پلی اتیلن تا ۱۴ روز با کیفیت مناسب در سردخانه قابل نگهداری بودند. استفاده از پوشش پلی اتیلن در برداشت دوم برای افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها موثر نبود.



شکل ۱. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ویژگی‌های کیفی میوه تحت تیمارهای زمان برداشت، روش بسته‌بندی و مدت انبارمانی در زردآلوی رقم 'درخشان'. در این شکل H1 نشان‌دهنده برداشت در مرحله اول، H2 نشان‌دهنده برداشت در مرحله دوم، H3 نشان‌دهنده برداشت در مرحله سوم، P1 نشان‌دهنده بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلنی، P2 نشان‌دهنده بسته‌بندی دارای پوشش پلی‌اتیلنی، S0 نشان‌دهنده روز برداشت (شاهد)، S1 نشان‌دهنده ۷ روز نگهداری در سردخانه، S2 نشان‌دهنده ۱۴ روز نگهداری در سردخانه، S3 نشان‌دهنده ۲۱ روز نگهداری در سردخانه و S4 نشان‌دهنده ۲۸ روز نگهداری در سردخانه می‌باشند.

نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل زمان برداشت، روش بسته‌بندی و مدت نگهداری میوه‌ها در سردخانه برای رقم 'درخشان' نشان داد که بیشترین مقادیر وزن میوه مربوط به روز برداشت مرحله سوم و قبل از بسته‌بندی میوه‌ها بود (بنابراین مقادیر برای هر دو روش بسته‌بندی یکسان می‌باشد). کمترین مقادیر وزن میوه در میوه‌های برداشت شده در مرحله اول با بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن پس از چهار هفته نگهداری در سردخانه به‌دست آمد. در رقم 'درخشان'، هرچه میوه‌ها دیرتر از درخت برداشت شدند (برداشت مرحله سوم)، نسبت به برداشت زود هنگام (برداشت مرحله اول) وزن بیشتری داشتند. از طرف دیگر، در هر مرحله از برداشت میوه، میوه‌های تازه برداشت شده در روز برداشت (شاهد) نسبت به میوه‌های ۲۸ روز نگهداری شده در سردخانه، وزن میوه بیشتری داشتند. کاهش وزن میوه‌ها در سردخانه در تیمار بسته‌بندی با پوشش پلی‌اتیلنی تعدیل گردید. بیشترین مقادیر سفتی گوشت میوه مربوط به روز برداشت مرحله اول (قبل از انجام بسته‌بندی) و کمترین آن مربوط به میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم با بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن پس از چهار هفته نگهداری در سردخانه بود. بیشترین مقادیر مواد جامد محلول میوه مربوط به میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم، نگهداری شده در جعبه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن به مدت چهار هفته در سردخانه بود و کمترین آن مربوط به میوه‌های چیده شده در روز برداشت مرحله اول (قبل از انجام بسته‌بندی) و میوه‌های برداشت اول و نگهداری شده در جعبه‌های فاقد پوشش پلی‌اتیلن به مدت چهار هفته در سردخانه بود. بیشترین مقادیر پی‌اچ عصاره میوه در میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم و نگهداری شده در جعبه‌های دارای پوشش

پلی اتیلن به مدت چهار هفته در سردخانه مشاهده شد. بیشترین مقادیر هدایت الکتریکی عصاره میوه متعلق به میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم و نگهداری شده در جعبه‌های فاقد پوشش پلی اتیلن به مدت چهار هفته در سردخانه بود. کمترین مقادیر پی‌اچ و هدایت الکتریکی عصاره میوه مربوط به میوه‌های چیده شده در روز برداشت مرحله اول و قبل از انجام بسته‌بندی بود (جدول ۱).

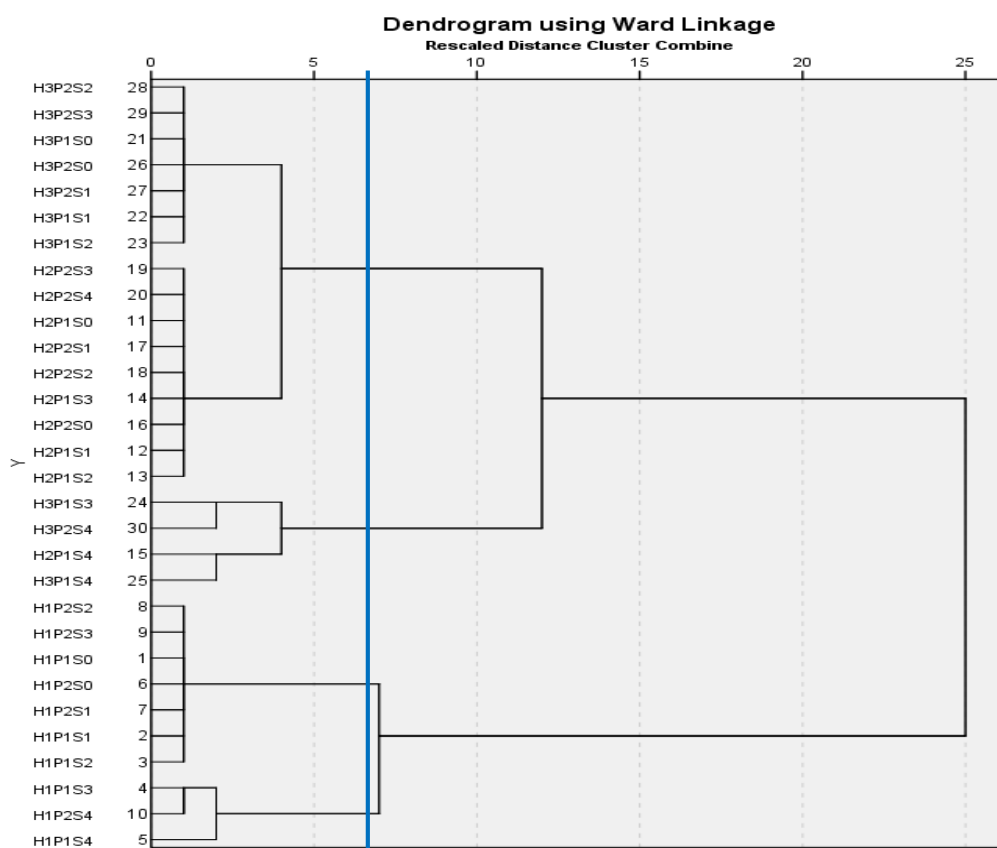
جدول ۱. مقایسه میانگین‌های صفات کمی میوه زردآلوی رقم 'درخشان' در ترکیبات تیماری زمان برداشت، روش بسته‌بندی و مدت انبارمانی

تیمار	وزن میوه (گرم)	سفتی گوشت میوه (کیلوگرم بر سانتی متر مربع)	مواد جامد محلول (درصد بریکس)	پی‌اچ	هدایت الکتریکی (میکرو زیمنس بر سانتی متر)
برداشت اول × بسته‌بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۵۲/۰ ⁱ	۲/۶۳ ^a	۱۲/۰ ^m	۵/۳۰ ^q	۱۳۵۵/۰ ^x
برداشت اول × بسته‌بندی اول × هفته اول	۵۱/۰ ^k	۲/۲۳ ^d	۱۲/۱۷ ^m	۵/۴۵ ^p	۱۴۱۰/۰ ^v
برداشت اول × بسته‌بندی اول × هفته دوم	۴۹/۶۷ ^m	۱/۹۰ ^h	۱۲/۶۷ ^l	۵/۶۵ ^o	۱۴۶۵/۰ ^t
برداشت اول × بسته‌بندی اول × هفته سوم	۴۸/۵۰ ⁿ	۱/۶۱ ^k	۱۳/۵۰ ^k	۵/۸۵ ^l	۱۵۳۰/۰ ^p
برداشت اول × بسته‌بندی اول × هفته چهارم	۴۷/۳۳ ^o	۱/۳۳ ^o	۱۴/۶۷ ^{jz}	۶/۱۰ ^{hi}	۱۶۰۵/۰ ^k
برداشت اول × بسته‌بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۵۲/۰ ⁱ	۲/۶۳ ^a	۱۲/۰ ^m	۵/۳۰ ^q	۱۳۵۵/۰ ^x
برداشت اول × بسته‌بندی دوم × هفته اول	۵۱/۰ ^k	۲/۴۶ ^b	۱۲/۸۳ ^l	۵/۴۶ ^p	۱۳۹۰/۰ ^w
برداشت اول × بسته‌بندی دوم × هفته دوم	۵۰/۱۷ ^l	۲/۳۰ ^c	۱۳/۶۷ ^k	۵/۶۵ ^o	۱۴۳۵/۰ ^u
برداشت اول × بسته‌بندی دوم × هفته سوم	۴۹/۶۷ ^m	۲/۱۳ ^e	۱۴/۸۳ ^{hi}	۵/۸۳ ^{lm}	۱۴۹۰/۰ ^r
برداشت اول × بسته‌بندی دوم × هفته چهارم	۴۸/۶۷ ⁿ	۱/۹۶ ^g	۱۵/۱۷ ^{gh}	۶/۱۰ ^{hi}	۱۵۴۰/۰ ^o
برداشت دوم × بسته‌بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۵۵/۰ ^c	۲/۳۵ ^c	۱۴/۳۳ ^j	۵/۶۱ ^o	۱۴۷۰/۰ ^s
برداشت دوم × بسته‌بندی اول × هفته اول	۵۴/۰ ^e	۲/۰۵ ^f	۱۴/۵۰ ^{ij}	۵/۸۰ ^{mn}	۱۵۵۰/۰ ⁿ
برداشت دوم × بسته‌بندی اول × هفته دوم	۵۳/۰ ^g	۱/۷۵ ^j	۱۵/۱۷ ^{gh}	۶/۰۰ ^j	۱۶۰۵/۰ ^k
برداشت دوم × بسته‌بندی اول × هفته سوم	۵۱/۱۷ ^k	۱/۵۱ ^{mn}	۱۵/۶۷ ^f	۶/۲۰ ^f	۱۶۵۰/۰ ⁱ
برداشت دوم × بسته‌بندی اول × هفته چهارم	۵۰/۰ ^l	۱/۱۱ ^p	۱۶/۳۳ ^e	۶/۳۸ ^c	۱۶۹۰/۰ ^f
برداشت دوم × بسته‌بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۵۵/۰ ^c	۲/۳۵ ^c	۱۴/۳۳ ^j	۵/۶۱ ^o	۱۴۷۰/۰ ^s
برداشت دوم × بسته‌بندی دوم × هفته اول	۵۴/۰ ^e	۲/۱۱ ^e	۱۵/۱۷ ^{gh}	۵/۷۸ ⁿ	۱۵۱۵/۰ ^q
برداشت دوم × بسته‌بندی دوم × هفته دوم	۵۳/۸۳ ^{ef}	۱/۸۰ ^{ij}	۱۵/۶۷ ^f	۵/۹۶ ^p	۱۵۶۰/۰ ^m
برداشت دوم × بسته‌بندی دوم × هفته سوم	۵۲/۸۳ ^g	۱/۵۵ ^{lm}	۱۶/۵۰ ^{de}	۶/۱۳ ^{gh}	۱۶۰۰/۰ ^l
برداشت دوم × بسته‌بندی دوم × هفته چهارم	۵۱/۸۳ ⁱ	۱/۳۵ ^o	۱۷/۱۷ ^c	۶/۳۵ ^{cd}	۱۶۳۵/۰ ^j
برداشت سوم × بسته‌بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۵۶/۵۰ ^a	۲/۱۱ ^e	۱۵/۱۷ ^{gh}	۵/۸۱ ^{l-n}	۱۶۰۵/۰ ^k
برداشت سوم × بسته‌بندی اول × هفته اول	۵۵/۵۰ ^b	۱/۷۸ ^j	۱۵/۵۰ ^{fg}	۵/۹۰ ^k	۱۶۶۰/۰ ^h
برداشت سوم × بسته‌بندی اول × هفته دوم	۵۴/۵۰ ^d	۱/۴۶ ⁿ	۱۶/۳۳ ^e	۶/۰۸ ⁱ	۱۷۰۷/۰ ^e
برداشت سوم × بسته‌بندی اول × هفته سوم	۵۲/۵۰ ^h	۱/۰۵ ^q	۱۷/۱۷ ^c	۶/۲۶ ^e	۱۷۵۰/۰ ^c
برداشت سوم × بسته‌بندی اول × هفته چهارم	۵۱/۵۰ ^j	۰/۶۰ ^s	۱۸/۱۷ ^b	۶/۴۵ ^b	۱۸۰۵/۰ ^a
برداشت سوم × بسته‌بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۵۶/۵۰ ^a	۲/۱۱ ^e	۱۵/۱۷ ^{gh}	۵/۸۱ ^{l-n}	۱۶۰۵/۰ ^k
برداشت سوم × بسته‌بندی دوم × هفته اول	۵۵/۵۰ ^b	۱/۸۵ ^{hi}	۱۵/۸۳ ^f	۵/۹۶ ^p	۱۶۳۵/۰ ^j
برداشت سوم × بسته‌بندی دوم × هفته دوم	۵۴/۵۰ ^d	۱/۶۰ ^{kl}	۱۶/۸۳ ^{cd}	۶/۱۵ ^g	۱۶۷۵/۰ ^g
برداشت سوم × بسته‌بندی دوم × هفته سوم	۵۳/۶۷ ^f	۱/۳۵ ^o	۱۸/۰ ^b	۶/۳۳ ^d	۱۷۲۰/۰ ^d
برداشت سوم × بسته‌بندی دوم × هفته چهارم	۵۲/۸۳ ^g	۰/۷۳ ^r	۱۹/۰ ^a	۶/۵۱ ^a	۱۷۶۰/۰ ^b
LSD %	۰/۲۸۳	۰/۰۵۱	۰/۳۷۶	۰/۰۳۶	۰/۸۵۳

حروف مشترک در هر ستون به معنی عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، بر اساس آزمون دانکن، می‌باشد. بسته‌بندی اول فاقد

پوشش پلی اتیلنی و بسته‌بندی دوم دارای پوشش پلی اتیلنی می‌باشند.

تجزیه خوشه‌ای، تیمارهای آزمایش روی رقم 'سه‌ه‌ند ۹۷' را بر اساس میانگین ویژگی‌های کیفی میوه زردآلو در فاصله پنج اقلیدوسی در چهار گروه دسته‌بندی کرد (شکل ۲). میوه‌های رقم 'سه‌ه‌ند ۹۷' با برداشت در هر سه مرحله اول، دوم و سوم در جعبه‌های فاقد پوشش و یا دارای پوشش پلی اتیلن تا ۲۸ روز با کیفیت مناسب در سردخانه قابل نگهداری بودند. به دلیل عمر انبارمانی چشمگیر در این ژنوتیپ، زمان برداشت و روش بسته‌بندی بر عمر انبارمانی آن حداقل در ۲۸ روز اول موثر نبود.



شکل ۲. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ویژگی‌های کیفی میوه تحت تیمارهای زمان برداشت، روش بسته‌بندی و مدت انبارماني در زردآلوی رقم 'سهند ۹۷'. در این شکل H1 نشان‌دهنده برداشت در مرحله اول، H2 نشان‌دهنده برداشت در مرحله دوم، H3 نشان‌دهنده برداشت در مرحله سوم، P1 نشان‌دهنده بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن، P2 نشان‌دهنده بسته‌بندی دارای پوشش پلی‌اتیلن، S0 نشان‌دهنده روز برداشت (شاهد)، S1 نشان‌دهنده ۷ روز نگهداری در سردخانه، S2 نشان‌دهنده ۱۴ روز نگهداری در سردخانه، S3 نشان‌دهنده ۲۱ روز نگهداری در سردخانه و S4 نشان‌دهنده ۲۸ روز نگهداری در سردخانه می‌باشد.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل زمان برداشت، روش بسته‌بندی و مدت نگهداری میوه‌ها در سردخانه برای رقم 'سهند ۹۷' نشان داد که بیشترین مقادیر وزن میوه مربوط به روز برداشت مرحله سوم و قبل از بسته‌بندی میوه‌ها (بنابراین، مقادیر برای هر دو روش بسته‌بندی یکسان می‌باشد) و کمترین مقادیر مربوط به میوه‌های برداشت شده در مرحله اول با بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن، پس از چهار هفته نگهداری در سردخانه بود. برای رقم 'سهند ۹۷' نیز هرچه میوه‌ها دیرتر از درخت برداشت شدند (برداشت مرحله سوم) وزن آنها، نسبت به برداشت زود هنگام (برداشت مرحله اول) بیشتر بود. از طرف دیگر، در هر مرحله از برداشت میوه، میوه‌های تازه برداشت شده در روز برداشت (شاهد) وزن بیشتری نسبت به میوه‌های ۲۸ روز نگهداری شده در سردخانه داشتند. کاهش وزن میوه‌ها در سردخانه در تیمار بسته‌بندی با پوشش پلی‌اتیلن تعدیل گردید. بیشترین مقادیر سفتی گوشت میوه مربوط به روز برداشت مرحله اول (قبل از انجام بسته‌بندی) و کمترین آن به میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم با بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن، پس از چهار هفته نگهداری در سردخانه بود. بیشترین مقادیر مواد جامد محلول میوه مربوط به میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم، نگهداری شده در جعبه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن به مدت چهار هفته در سردخانه بود و کمترین مقادیر آن مربوط به میوه‌های چیده شده در روز برداشت مرحله اول (قبل از انجام بسته‌بندی) بود. بیشترین مقادیر پی‌اچ عصاره میوه در میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم، که در جعبه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن چهار هفته در سردخانه نگهداری شده بودند، مشاهده شد. همچنین، بیشترین مقادیر هدایت الکتریکی عصاره میوه در میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم، که در جعبه‌های فاقد پوشش پلی‌اتیلن چهار هفته در سردخانه نگهداری شده بودند، مشاهده گردید. کمترین

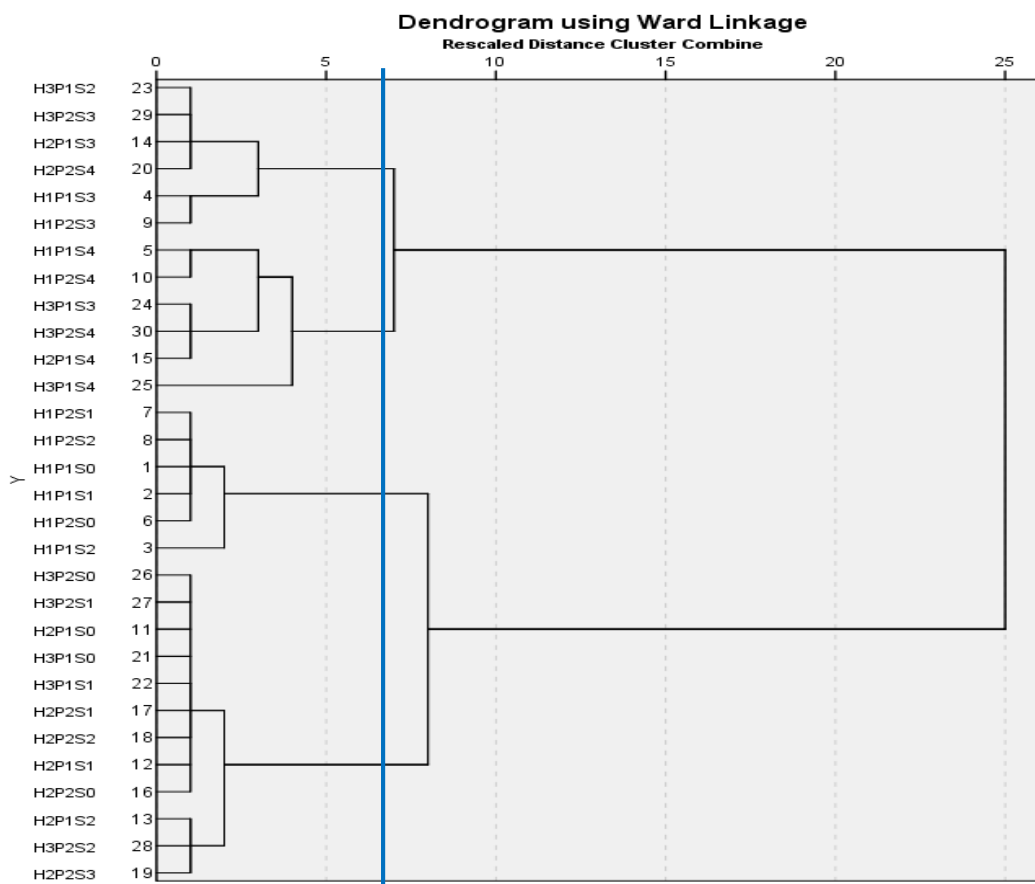
مقادیر پی‌اچ و هدایت الکتریکی عصاره میوه نیز مربوط به میوه‌های چیده شده در روز برداشت مرحله اول و قبل از انجام بسته‌بندی بود.

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های صفات کمی میوه زردآلوی رقم 'سهند۹۷' در ترکیبات تیماری زمان برداشت، روش بسته‌بندی و مدت انبارمانی

تیمار	وزن میوه (گرم)	سفتی گوشت میوه (کیلو گرم بر سانتی‌متر مربع)	مواد جامد محلول (درصد بریکس)	پی‌اچ	هدایت الکتریکی (میکرو زیمنس بر سانتی‌متر)
برداشت اول × بسته‌بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۴۹/۲۷ ^h	۸/۲۵ ^a	۱۷/۵۰ ^p	۵/۱۶ ⁿ	۱۳۲۰/۰ ^z
برداشت اول × بسته‌بندی اول × هفته اول	۴۸/۱۷ ^k	۶/۱۵ ^c	۱۸/۳۳ ^o	۵/۲۵ ^m	۱۳۶۰/۰ ^x
برداشت اول × بسته‌بندی اول × هفته دوم	۴۷/۳۳ ^m	۴/۷۶ ^f	۱۸/۶۷ ^o	۵/۳۱ ^l	۱۴۰۵/۰ ^v
برداشت اول × بسته‌بندی اول × هفته سوم	۴۶/۱۷ ⁿ	۳/۷۳ ^k	۱۹/۳۳ ^{mn}	۵/۴۶ ^k	۱۴۵۰/۰ ^s
برداشت اول × بسته‌بندی اول × هفته چهارم	۴۴/۵۰ ^o	۲/۸۰ ^r	۱۹/۸۳ ^{kl}	۵/۵۶ ^j	۱۵۰۵/۰ ⁿ
برداشت اول × بسته‌بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۴۹/۱۷ ^h	۸/۲۵ ^a	۱۷/۵۰ ^p	۵/۱۶ ⁿ	۱۳۲۰/۰ ^z
برداشت اول × بسته‌بندی دوم × هفته اول	۴۸/۳۳ ^{jk}	۶/۶۳ ^b	۱۸/۳۳ ^o	۵/۲۶ ^m	۱۳۵۰/۰ ^y
برداشت اول × بسته‌بندی دوم × هفته دوم	۴۷/۶۷ ^l	۵/۳۰ ^e	۱۹/۱۷ ⁿ	۵/۴۳ ^k	۱۳۸۵/۰ ^w
برداشت اول × بسته‌بندی دوم × هفته سوم	۴۷/۱۷ ^m	۴/۲۰ ⁱ	۱۹/۶۷ ^{lm}	۵/۶۳ ⁱ	۱۴۲۰/۰ ^u
برداشت اول × بسته‌بندی دوم × هفته چهارم	۴۶/۳۳ ⁿ	۳/۲۳ ^o	۲۰/۳۳ ^j	۵/۷۳ ^f	۱۴۶۵/۰ ^q
برداشت دوم × بسته‌بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۵۱/۸۳ ^c	۶/۰۶ ^d	۱۹/۵۰ ^{l-n}	۵/۴۶ ^k	۱۴۳۰/۰ ^t
برداشت دوم × بسته‌بندی اول × هفته اول	۵۰/۸۳ ^{ef}	۴/۳۸ ^h	۲۰/۱۷ ^{jk}	۵/۵۸ ^j	۱۴۷۵/۰ ^p
برداشت دوم × بسته‌بندی اول × هفته دوم	۴۹/۳۳ ^h	۳/۶۶ ^l	۲۱/۰ ⁱ	۵/۷۱ ^{fg}	۱۵۲۰/۰ ^m
برداشت دوم × بسته‌بندی اول × هفته سوم	۴۸/۱۷ ^k	۳/۱۵ ^p	۲۱/۸۳ ^h	۵/۸۱ ^e	۱۵۷۰/۰ ^k
برداشت دوم × بسته‌بندی اول × هفته چهارم	۴۷/۱۷ ^m	۲/۳۵ ^t	۲۲/۵۰ ^g	۵/۹۰ ^d	۱۶۱۵/۰ ^g
برداشت دوم × بسته‌بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۵۱/۸۳ ^c	۶/۰۶ ^d	۱۹/۵۰ ^{l-n}	۵/۴۶ ^k	۱۴۲۰/۰ ^t
برداشت دوم × بسته‌بندی دوم × هفته اول	۵۰/۸۳ ^{ef}	۴/۶۸ ^g	۲۰/۸۳ ⁱ	۵/۵۸ ^j	۱۴۶۰/۰ ^r
برداشت دوم × بسته‌بندی دوم × هفته دوم	۵۰/۶۷ ^f	۴/۰۶ ^e	۲۱/۶۷ ^h	۵/۶۸ ^{gh}	۱۵۰۰/۰ ^o
برداشت دوم × بسته‌بندی دوم × هفته سوم	۴۹/۸۳ ^g	۳/۵۱ ^m	۲۲/۶۷ ^g	۵/۸۸ ^d	۱۵۴۵/۰ ^l
برداشت دوم × بسته‌بندی دوم × هفته چهارم	۴۹/۰ ^{hi}	۲/۹۳ ^q	۲۳/۶۷ ^{ef}	۶/۰ ^c	۱۵۹۰/۰ ⁱ
برداشت سوم × بسته‌بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۵۳/۶۷ ^a	۴/۰۳ ^j	۲۲/۶۷ ^g	۵/۶۶ ^{hi}	۱۵۴۵/۰ ^l
برداشت سوم × بسته‌بندی اول × هفته اول	۵۲/۶۷ ^b	۳/۳۱ ⁿ	۲۳/۳۳ ^f	۵/۷۸ ^e	۱۵۹۵/۰ ^h
برداشت سوم × بسته‌بندی اول × هفته دوم	۵۱/۱۷ ^{de}	۲/۸۱ ^r	۲۴/۰ ^{de}	۵/۸۸ ^d	۱۶۴۵/۰ ^e
برداشت سوم × بسته‌بندی اول × هفته سوم	۴۹/۸۳ ^g	۲/۳۸ ^t	۲۴/۳۳ ^{cd}	۶/۰ ^c	۱۷۰۰/۰ ^c
برداشت سوم × بسته‌بندی اول × هفته چهارم	۴۸/۶۷ ^{ij}	۱/۹۰ ^u	۲۴/۸۳ ^b	۶/۱۶ ^b	۱۷۴۵/۰ ^a
برداشت سوم × بسته‌بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۵۳/۶۷ ^a	۴/۰۳ ^j	۲۲/۶۷ ^g	۵/۶۶ ^{hi}	۱۵۴۵/۰ ^l
برداشت سوم × بسته‌بندی دوم × هفته اول	۵۳/۰ ^b	۳/۵۵ ^m	۲۳/۳۳ ^f	۵/۷۸ ^e	۱۵۸۰/۰ ^j
برداشت سوم × بسته‌بندی دوم × هفته دوم	۵۲/۱۷ ^c	۳/۱۵ ^p	۲۴/۳۳ ^{cd}	۵/۹۸ ^c	۱۶۲۰/۰ ^f
برداشت سوم × بسته‌بندی دوم × هفته سوم	۵۱/۳۳ ^d	۲/۷۱ ^s	۲۴/۶۷ ^{bc}	۶/۱۳ ^b	۱۶۷۰/۰ ^d
برداشت سوم × بسته‌بندی دوم × هفته چهارم	۵۰/۵۰ ^f	۲/۳۵ ^t	۲۵/۵۰ ^a	۶/۲۸ ^a	۱۷۱۰/۰ ^b
LSD %	۰/۴۳۳	۰/۰۵۱	۰/۳۶۱	۰/۰۳۶	۰/۰۳۶

حروف مشترک در هر ستون به معنی عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، بر اساس آزمون دانکن، می‌باشد. بسته‌بندی اول فاقد پوشش پلی‌اتیلنی و بسته‌بندی دوم دارای پوشش پلی‌اتیلنی می‌باشند.

تجزیه خوشه‌ای، تیمارهای آزمایش روی رقم 'اردوباد۹۰' (شاهد) را بر اساس میانگین ویژگی‌های کیفی میوه زردآلو در فاصله پنج اقلیدوسی در چهار گروه دسته‌بندی کرد (شکل ۳). میوه‌های رقم 'اردوباد۹۰' در برداشت اول در جعبه‌های فاقد پوشش و یا دارای پوشش پلی‌اتیلن تا ۲۱ روز، در برداشت دوم در جعبه‌های فاقد پوشش پلی‌اتیلن تا ۲۱ روز و در جعبه‌های دارای پوشش تا ۲۸ روز و در برداشت سوم در جعبه‌های فاقد پوشش پلی‌اتیلن تا ۱۴ روز و در جعبه‌های دارای پوشش تا ۲۱ روز در سردخانه با کیفیت مناسب قابل نگهداری بودند. استفاده از پوشش پلی‌اتیلن در برداشت اول برای افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها تاثیر نداشت.



شکل ۳. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ویژگی‌های کیفی میوه تحت تیمارهای زمان برداشت، روش بسته‌بندی و مدت انبارمانی رقم 'اردوباد ۹۰' در آلو. در این شکل H1 نشان‌دهنده برداشت در مرحله اول، H2 نشان‌دهنده برداشت در مرحله دوم، H3 نشان‌دهنده برداشت در مرحله سوم، P1 نشان‌دهنده بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلنی، P2 نشان‌دهنده بسته‌بندی دارای پوشش پلی‌اتیلنی، S0 نشان‌دهنده روز برداشت (شاهد)، S1 نشان‌دهنده ۷ روز نگهداری در سردخانه، S2 نشان‌دهنده ۱۴ روز نگهداری در سردخانه، S3 نشان‌دهنده ۲۱ روز نگهداری در سردخانه و S4 نشان‌دهنده ۲۸ روز نگهداری در سردخانه می‌باشند.

بر اساس نتایج جدول ۳ بیشترین مقادیر وزن میوه در روز برداشت مرحله سوم و قبل از بسته‌بندی میوه‌ها مشاهده شد (بنابراین، مقادیر برای هر دو روش بسته‌بندی یکسان می‌باشد). کمترین مقادیر وزن میوه مربوط به میوه‌های برداشت شده در مرحله اول با بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن پس از چهار هفته نگهداری در سردخانه بود. برای رقم 'اردوباد ۹۰' نیز هرچه میوه‌ها دیرتر از درخت برداشت شدند (برداشت مرحله سوم)، نسبت به برداشت زود هنگام (برداشت مرحله اول) میوه‌ها وزن بیشتری داشتند. از طرف دیگر، در هر مرحله از برداشت میوه، میوه‌های تازه برداشت شده در روز برداشت (شاهد) نسبت به میوه‌های ۲۸ روز نگهداری شده در سردخانه، وزن بیشتری داشتند. کاهش وزن میوه‌ها در سردخانه در تیمار بسته‌بندی با پوشش پلی‌اتیلنی تعدیل گردید. بیشترین مقادیر سفتی گوشت میوه مربوط به روز برداشت مرحله اول (قبل از انجام بسته‌بندی) و کمترین آن به میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم با بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن، پس از چهار هفته نگهداری در سردخانه مربوط بود. بیشترین مقادیر مواد جامد محلول میوه متعلق به میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم که در جعبه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن چهار هفته در سردخانه نگهداری شده بودند و کمترین آن مربوط به میوه‌های چیده شده در روز برداشت مرحله اول (قبل از انجام بسته‌بندی) و همچنین میوه‌های برداشت شده در مرحله اول با بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن پس از یک هفته نگهداری در سردخانه بود. بیشترین مقادیر پی‌اچ عصاره میوه در میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم که در جعبه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن به مدت چهار هفته در سردخانه نگهداری شده بودند، مشاهده شد و بیشترین مقادیر هدایت الکتریکی

عصاره میوه نیز در میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم که در جعبه‌های فاقد پوشش پلی‌اتیلن، چهار هفته در سردخانه نگهداری شده بودند، به‌دست آمد. کمترین مقادیر پی‌اچ و هدایت الکتریکی عصاره میوه متعلق به میوه‌های چیده شده در روز برداشت مرحله اول و قبل از انجام بسته‌بندی بود.

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های صفات کمی میوه زردآلوی رقم 'اردوباد ۹۰' در ترکیبات تیماری زمان برداشت، روش بسته‌بندی و مدت انبارمانی

تیمار	وزن میوه (گرم)	سفیدی گوشت میوه (کیلو گرم بر سانتی متر مربع)	مواد جامد محلول (درصد بریکس)	پی‌اچ	هدایت الکتریکی (میکرو زیمنس بر سانتی متر)
برداشت اول × بسته‌بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۵۱/۵۰ ^g	۵/۱۵ ^a	۱۹/۸۳ ^s	۵/۳۶ ^r	۱۴۹۵/۰ ^x
برداشت اول × بسته‌بندی اول × هفته اول	۵۰/۶۷ ^h	۳/۶۸ ^c	۲۰/۱۷ ^s	۵/۴۶ ^q	۱۵۵۳/۰ ^v
برداشت اول × بسته‌بندی اول × هفته دوم	۴۹/۵۰ ^{jk}	۲/۹۰ ^g	۲۰/۸۳ ^{qr}	۵/۵۸ ^o	۱۵۸۵/۰ ^t
برداشت اول × بسته‌بندی اول × هفته سوم	۴۸/۰ ^m	۲/۵۱ ^h	۲۱/۱۷ ^{pq}	۵/۶۸ ^m	۱۶۳۵/۰ ^q
برداشت اول × بسته‌بندی اول × هفته چهارم	۴۷/۰ ⁿ	۱/۹۳ ^k	۲۲/۰ ^o	۵/۸۳ ^k	۱۶۸۵/۰ ^m
برداشت اول × بسته‌بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۵۱/۵۰ ^g	۵/۱۵ ^a	۱۹/۸۳ ^s	۵/۳۶ ^r	۱۴۹۵/۰ ^x
برداشت اول × بسته‌بندی دوم × هفته اول	۵۰/۶۷ ^h	۴/۰ ^b	۲۰/۶۷ ^r	۵/۵۱ ^p	۱۵۳۵/۰ ^w
برداشت اول × بسته‌بندی دوم × هفته دوم	۵۰/۰ ⁱ	۳/۲۶ ^d	۲۱/۳۳ ^p	۵/۶۱ ^{no}	۱۵۷۰/۰ ^u
برداشت اول × بسته‌بندی دوم × هفته سوم	۴۹/۱۷ ^k	۲/۸۶ ^g	۲۲/۱۷ ^o	۵/۷۸ ^l	۱۶۱۰/۰ ^s
برداشت اول × بسته‌بندی دوم × هفته چهارم	۴۸/۵۰ ^l	۲/۲۸ ⁱ	۲۲/۶۷ ⁿ	۵/۹۳ ⁱ	۱۶۶۵/۰ ⁿ
برداشت دوم × بسته‌بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۵۴/۱۷ ^d	۳/۶۵ ^c	۲۳/۶۷ ^m	۵/۶۳ ⁿ	۱۶۱۵/۰ ^r
برداشت دوم × بسته‌بندی اول × هفته اول	۵۲/۱۷ ^e	۲/۸۵ ^g	۲۴/۱۷ ^l	۵/۷۸ ^l	۱۶۵۵/۰ ^o
برداشت دوم × بسته‌بندی اول × هفته دوم	۵۲/۰ ^f	۲/۲۸ ⁱ	۲۴/۵۰ ^l	۵/۸۸ ^j	۱۷۰۰/۰ ^l
برداشت دوم × بسته‌بندی اول × هفته سوم	۵۰/۶۷ ^h	۱/۸۶ ^l	۲۵/۰ ^k	۶/۰۳ ^g	۱۷۵۰/۰ ^j
برداشت دوم × بسته‌بندی اول × هفته چهارم	۴۹/۶۷ ^{ij}	۱/۳۶ ^p	۲۵/۶۷ ^{hi}	۶/۲۳ ^e	۱۸۰۰/۰ ^f
برداشت دوم × بسته‌بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۵۴/۱۷ ^d	۳/۶۵ ^c	۲۳/۶۷ ^m	۵/۶۳ ⁿ	۱۶۱۵/۰ ^r
برداشت دوم × بسته‌بندی دوم × هفته اول	۵۲/۳۳ ^e	۳/۰۸ ^e	۲۴/۳۳ ^l	۵/۸۰ ^{kl}	۱۶۴۵/۰ ^p
برداشت دوم × بسته‌بندی دوم × هفته دوم	۵۳/۰ ^e	۲/۵۱ ^h	۲۵/۱۷ ^{jk}	۵/۹۶ ^{hi}	۱۶۸۵/۰ ^m
برداشت دوم × بسته‌بندی دوم × هفته سوم	۵۲/۱۷ ^f	۲/۱۱ ^j	۲۵/۵۰ ^{ij}	۶/۱۱ ^f	۱۷۲۵/۰ ^k
برداشت دوم × بسته‌بندی دوم × هفته چهارم	۵۱/۱۷ ^g	۱/۶۶ ⁿ	۲۶/۵۰ ^{ef}	۶/۳۳ ^d	۱۷۶۵/۰ ^h
برداشت سوم × بسته‌بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۵۶/۵۰ ^a	۳/۰۱ ^f	۲۵/۵۰ ^{ij}	۵/۸۸ ^j	۱۷۲۵/۰ ^k
برداشت سوم × بسته‌بندی اول × هفته اول	۵۵/۵۰ ^b	۲/۳۱ ⁱ	۲۶/۰ ^{gh}	۶/۰ ^{gh}	۱۷۷۵/۰ ^g
برداشت سوم × بسته‌بندی اول × هفته دوم	۵۴/۰ ^d	۱/۷۶ ^m	۲۶/۳۳ ^{fg}	۶/۰۸ ^f	۱۸۱۵/۰ ^e
برداشت سوم × بسته‌بندی اول × هفته سوم	۴۳/۰ ^e	۱/۴۶ ^o	۲۶/۸۳ ^{de}	۶/۲۳ ^e	۱۸۶۵/۰ ^c
برداشت سوم × بسته‌بندی اول × هفته چهارم	۵۲/۰ ^f	۱/۱۰ ^r	۲۷/۳۳ ^{bc}	۶/۴۳ ^b	۱۹۱۰/۰ ^a
برداشت سوم × بسته‌بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۵۶/۵۰ ^a	۳/۰۱ ^f	۲۵/۵۰ ^{ij}	۵/۸۸ ^j	۱۷۲۵/۰ ^k
برداشت سوم × بسته‌بندی دوم × هفته اول	۵۵/۸۳ ^b	۲/۵۱ ^h	۲۶/۰ ^{gh}	۶/۰۳ ^g	۱۷۶۰/۰ ⁱ
برداشت سوم × بسته‌بندی دوم × هفته دوم	۵۴/۸۳ ^c	۲/۰ ^{ac}	۲۷/۰ ^{cd}	۶/۲۳ ^e	۱۸۰۰/۰ ^f
برداشت سوم × بسته‌بندی دوم × هفته سوم	۵۴/۱۷ ^d	۱/۶۸ ⁿ	۲۷/۶۷ ^{ab}	۶/۳۸ ^c	۱۸۴۵/۰ ^d
برداشت سوم × بسته‌بندی دوم × هفته چهارم	۵۳/۱۷ ^e	۱/۲۵ ^q	۲۸/۰ ^a	۶/۵۳ ^a	۱۸۷۵/۰ ^b
LSD %	۰/۴۱۹	۰/۰۶۲	۰/۳۷۴	۰/۰۳۶	۱/۷۰۶

حروف مشترک در هر ستون به معنی عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، بر اساس آزمون دانکن، می‌باشد. بسته‌بندی اول فاقد پوشش پلی‌اتیلنی و بسته‌بندی دوم دارای پوشش پلی‌اتیلنی می‌باشند.

جدول ۴ خلاصه نتایج قابلیت نگهداری میوه در رقم‌های مورد مطالعه زردآلو را در سردخانه نشان می‌دهد. این نتایج بر پایه تجزیه خوشه‌ای و گروه‌بندی بر اساس ویژگی‌های کیفی میوه زردآلو شامل عطر و طعم میوه، چروکیدگی پوست میوه، ژله‌ای شدن گوشت میوه و میزان فساد میوه با استفاده از میانگین داده‌های اندازه‌گیری شده در طی دو سال مطالعه حاضر حاصل شده است.

جدول ۴. قابلیت نگهداری میوه زردآلو با کیفیت مناسب در سردخانه (بر حسب روز) در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

ردیف	رقم	مرحله برداشت میوه	روش بسته‌بندی	قابلیت نگهداری میوه در سردخانه (روز)
۱	'درخشان'	اول	فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۷
			دارای پوشش پلی‌اتیلن	۱۴
		دوم	فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۱۴
			دارای پوشش پلی‌اتیلن	۱۴
		سوم	فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۷
			دارای پوشش پلی‌اتیلن	۱۴
۲	'سهند ۹۷'	اول	فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۲۸
			دارای پوشش پلی‌اتیلن	۲۸
		دوم	فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۲۸
			دارای پوشش پلی‌اتیلن	۲۸
		سوم	فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۲۸
			دارای پوشش پلی‌اتیلن	۲۸
۳	'اردوباد ۹۰'	اول	فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۲۱
			دارای پوشش پلی‌اتیلن	۲۱
		دوم	فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۲۱
			دارای پوشش پلی‌اتیلن	۲۸
		سوم	فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۱۴
			دارای پوشش پلی‌اتیلن	۲۱

در میان رقم‌های مورد مطالعه، رقم 'سهند ۹۷' بیشترین و رقم 'درخشان' کمترین قابلیت نگهداری میوه زردآلو در سردخانه را دارا بودند. میوه‌های رقم 'سهند ۹۷' به دلیل دارا بودن عمر انبارمانی چشمگیر، از نظر زمان برداشت و نیز نوع پوشش بسته‌بندی حداقل در ۲۸ روز دوره نگهداری در سردخانه اختلاف معنی‌داری نشان ندادند، هرچند که برداشت مرحله دوم و سوم از نظر ویژگی‌های عطر و طعم میوه برتری داشت. در همه رقم‌های مورد مطالعه، مرحله دوم برداشت میوه مناسب‌ترین زمان برای چیدن میوه‌ها از درخت بود و استفاده از پوشش پلی‌اتیلن در بسته‌بندی میوه‌ها برای افزایش عمر انبارمانی آنها موثر بود.

نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌های تعداد روز پس از مرحله تمام‌گل تا برداشت محصول و نیز مجموع واحدهای حرارتی بر حسب درجه روز، از مرحله تمام‌گل تا برداشت محصول برای تعیین زمان مناسب برداشت در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه زردآلو متعلق به سال ۱۳۹۸ در جدول ۵ آورده شده است. میوه‌های رقم 'درخشان' با گذشت ۷۲ روز از مرحله تمام‌گل، قابل برداشت بوده (زودرس) و تنها به حدود ۸۴۱/۵ درجه روز واحد حرارتی نیاز داشتند. در مقابل، میوه‌های رقم 'سهند ۹۷' بعد از سپری شدن ۹۸ روز از مرحله تمام‌گل قابلیت برداشت داشته (دیررس) و به ۱۳۷۵/۷ درجه روز واحد حرارتی نیاز داشتند. میوه‌های رقم 'درخشان' که یک ژنوتیپ زودرس محسوب می‌شود، قابلیت انبارمانی ضعیفی را نشان دادند. از سوی دیگر، میوه‌های رقم 'سهند ۹۷' که یک رقم نسبتاً دیررس محسوب می‌شود، قابلیت انبارمانی چشمگیری داشتند، به‌طوری که زمان برداشت و روش بسته‌بندی، حداقل در ۲۸ روز نگهداری آنها در سردخانه، بر کاهش کیفیت میوه‌ها و فساد آنها تأثیر نداشت.

جدول ۵. زمان گلدهی، زمان برداشت، تعداد روز بعد از مرحله تمام‌گل و مجموع واحد حرارتی بر حسب درجه روز از مرحله تمام‌گل تا برداشت

ردیف	رقم	تاریخ تمام‌گل	تاریخ برداشت	تعداد روز بعد از مرحله تمام‌گل	مجموع واحد حرارتی (درجه روز از مرحله تمام‌گل تا برداشت)
۱	'درخشان'	۱۳۹۸/۰۱/۱۳	۱۳۹۸/۰۳/۲۳	۷۲	۸۴۱/۵
۲	'سهند ۹۷'	۱۳۹۸/۰۱/۱۴	۱۳۹۸/۰۴/۱۹	۹۸	۱۳۷۵/۷
۳	'اردوباد ۹۰'	۱۳۹۸/۰۱/۱۴	۱۳۹۸/۰۴/۱۳	۹۲	۱۳۴۱/۶

بحث

نتایج این پژوهش نشان دهنده تاثیر زمان برداشت میوه و روش بسته‌بندی بر کیفیت و عمر انبارمانی میوه زردآلو در رقم‌های 'درخشان' و 'اردوباد' ۹۰ بود. در این دو رقم، مناسب‌ترین زمان برداشت میوه مرحله دوم برداشت، یعنی زمانی بود که پوست میوه زمینه‌ای زرد با لکه‌های سبز رنگ داشته باشد. میوه‌های رقم 'سهند' ۹۷ از نظر زمان برداشت و نوع پوشش بسته‌بندی حداقل در مدت ۲۸ روز نگهداری در سردخانه اختلاف معنی‌داری نشان ندادند و عمر انبارمانی بسیار قابل توجهی داشتند. با این حال، برداشت در مرحله دوم و سوم برای این رقم از نظر خواص ارگانولپتیک میوه دارای ارجحیت بود. زردآلوی رقم 'سهند' ۹۷ یک رقم دیررس می‌باشد که نسبت به سایر ارقام تجاری زردآلو سفتی بافت میوه بیشتری داشته و چروکیدگی پوست، ژله‌ای شدن گوشت، تخریب بافت و فساد میوه در آن خیلی دیرتر اتفاق می‌افتد. این ویژگی‌ها با عمر انبارمانی بیشتر آن در ارتباط هستند. در رقم‌های 'درخشان' و 'اردوباد' ۹۰ هم‌زمان با تاخیر در برداشت میوه، چروکیدگی پوست، ژله‌ای شدن گوشت و میزان فساد میوه‌ها در طول دوره انبارمانی در سردخانه افزایش و خواص چشایی آنها کاهش یافت. با تاخیر در برداشت میوه‌های تازه چیده شده از درخت نیز میزان سفتی گوشت میوه کاهش و مقادیر مواد جامد محلول، پی‌اچ و هدایت الکتریکی افزایش یافت که نشان می‌دهد با پیشرفت مراحل رسیدگی میوه بر روی درخت، شدت تنفسی و تولید اتیلن در میوه‌ها افزایش یافته و تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در بافت میوه ایجاد شده است. تغییر رنگ میوه، تخریب دیواره سلولی و نرم شدن بافت میوه، تجزیه نشاسته و افزایش مقادیر قند، کاهش اسید کل و تغییر در عطر و طعم از مهمترین تغییرات مرحله رسیدگی میوه به‌شمار می‌روند (Rebeaud et al., 2019; Zarrinbal et al., 2012b). گزارش شده است که اسید قابل تیتراسیون میوه زردآلو از مرحله نیمه‌رسیده تا رسیدن تجاری و رسیدن کامل کاهش یافته اما میزان پی‌اچ و مواد جامد محلول آن افزایش می‌یابد و شرایط را برای بهبود طعم زردآلو مهیا می‌سازد (Ayour et al., 2016).

در زردآلو به‌عنوان یکی از میوه‌های فرازگرا، فاصله زمانی بین مرحله رسیدگی و فساد میوه بسیار اندک است که احتمالاً واکنش‌پذیری سریع آن نسبت به گاز اتیلن را نشان می‌دهد. بنابراین برداشت میوه‌ها قبل از آغاز مرحله فرازگرا، فساد آنها را در طول دوره انبارمانی کاهش می‌دهد (Ganji Moghadam & Sheikh Al Eslami, 2005). به نظر می‌رسد که انتشار اتیلن نسبتاً سریع آغاز شده و قبل از پیشرفت سایر ویژگی‌ها، نمو و رسیدگی میوه را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Lin et al., 2009). کاهش سرعت تنفسی بافت میوه، کاهش تولید اتیلن، کاهش مواد جامد محلول کل، ساکارز بیشتر و محتوای اسید سیتریک کمتر از مزایای برداشت میوه‌ها قبل از مرحله رسیدگی تجاری زردآلو بوده (Mastilovic et al., 2022) و باعث افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها می‌شود. مطالعات انجام شده نشان می‌دهند که ارقام مختلف زردآلو از نظر قابلیت انبارمانی میوه با یکدیگر تفاوت دارند. در یک پژوهش، بررسی قابلیت انبارمانی میوه چهار رقم تجاری زردآلو شامل 'قرمز شاهرود'، 'قربان مراغه'، 'اردوباد' و 'نصیری' نشان داد که مناسب‌ترین زمان برداشت میوه این ارقام زمانی بود که پوست میوه زمینه زرد رنگ با لکه‌های سبز داشت. همچنین، بسته‌بندی میوه‌ها در پوشش پلی‌اتیلنی عمر انباری آنها را بطور معنی‌دار افزایش داد. در چنین شرایطی میوه‌های ارقام 'قرمز شاهرود' و 'اردوباد' تا ۲۱ روز و میوه‌های ارقام 'قربان مراغه' و 'نصیری' تا ۲۸ روز با کیفیت مناسب در سردخانه قابل نگهداری بودند. به نظر می‌رسد این اختلاف به تفاوت ارقام مورد مطالعه از نظر سرعت تنفسی بافت میوه مربوط باشد. همچنین در این مطالعه ارقامی که میزان مواد جامد محلول بیشتری داشتند، عمر انبارمانی در آنها بیشتر بود (Zarrinbal et al., 2010). اثر معنی‌دار نوع رقم، مرحله بلوغ میوه در زمان برداشت، مدت زمان انبارمانی و کاربرد مواد جاذب اتیلن بر رنگ میوه، سفتی بافت میوه، میزان مواد جامد محلول و اسید قابل تیتراسیون میوه زردآلو در بررسی‌های دیگر نیز مشاهده شده است (Rebeaud et al., 2023). بنابراین، برای افزایش عمر انبارمانی زردآلو رویکردهای چند پارامتری، یعنی توجه به نوع رقم، مرحله بلوغ میوه، مدت زمان و شرایط انبارمانی ضروری است (Rebeaud et al., 2019). همچنین، مشخص شده است که ویژگی‌های میوه زردآلو، شامل محتوای مواد جامد محلول، پی‌اچ، مقادیر قندها، اسیدهای آلی و سفتی بافت میوه به‌طور موثری تحت تاثیر مرحله

بلوغ میوه در زمان برداشت، مدت زمان انبارمائی و دمای سردخانه قرار می گیرد (Fan et al., 2018)، که مطابق با نتایج این پژوهش می باشد. نتایج مطالعات قبلی در مورد اثر زمان برداشت میوه، نوع رقم و روش بسته بندی بر کیفیت و عمر انبارمائی میوه زردآلو در ارقام 'قرمز شاهرود' و 'مراغه ای ۹۰' در دسترس می باشد (Zarrinbal et al., 2012a, 2012b).

علاوه بر این، نتایج این پژوهش نشان داد که در رقم های مورد مطالعه، استفاده از پوشش پلی اتیلن در بسته بندی میوه های زردآلو (اتمسر تغییر یافته غیر فعال) به افزایش عمر انبارمائی میوه ها منجر می گردد. این نتایج، با گزارش محققان دیگر (Yunusoglu et al., 2023) در این زمینه مطابقت داشت. روش بسته بندی با اتمسر تغییر یافته، شامل استفاده از پوشش پلی اتیلنی با نفوذپذیری معین برای گازها جهت بسته بندی محصولات کشاورزی بکار می رود (Koyuncu & Can, 2000). کاربرد پوشش های پلی اتیلنی با نفوذپذیری نسبی در بسته بندی میوه ها موجب تغییر گازهای اتمسر داخل بسته بندی می شود. این تغییر به دلیل افزایش غلظت دی اکسید کربن و کاهش غلظت اکسیژن در نتیجه تنفس میوه های درون بسته بندی می باشد (Pretel et al., 2000; Lee et al., 2008). در میوه های فرازگرا مانند زردآلو، یک اتمسر غنی از دی اکسید کربن و دارای اکسیژن اندک تولید اتیلن را کاهش داده و منجر به افزایش طول دوره انبارمائی میوه ها می گردد (Dorostkar et al., 2022). مشخص شده است که غلظت زیاد دی اکسید کربن بر شدت مصرف اکسیژن موثر است. این گازها به عنوان بازدارنده فعالیت اتیلن عمل نموده و از سنتز خود به خودی اتیلن در برخی از میوه ها، مانند زردآلو، آووکادو، گلابی، انجیر و موز ممانعت می نمایند (Lee et al., 2008; Moradinezhad & Dorostkar, 2021). مطالعات نشان می دهند که پس از شش هفته نگهداری در اتمسر تغییر یافته غیر فعال در دمای $+5/0$ درجه سلسیوس، میوه زردآلو به طور قابل توجهی سفتی کمتری را در مقایسه با شاهد از دست داده است (Moradinezhad & Jahani, 2016). حفظ سفتی میوه زردآلو در طول زمان انبارمائی آن به نوع و ضخامت پوشش بسته بندی و همچنین دمای انبارمائی بستگی دارد (Peano et al., 2014). ترکیب اتمسر درون بسته بندی به نوع رقم، نفوذپذیری پوشش بسته بندی و دما در ارتباط است. افزایش دما نیز بر ترکیب اتمسر درون بسته بندی موثر است، به طوری که با افزایش دما میزان اکسیژن کاهش و میزان دی اکسید کربن افزایش می یابد.

مطالعه تغییرات در ساختمان و ترکیب دیواره سلولی در طول دوره رسیدگی میوه، پایه و اساس نگهداری بافت میوه می باشد. روند افزایشی هدایت الکتریکی عصاره میوه در طول دوره انبارمائی نشان دهنده نشت کاتیون ها از غشای سیتوپلاسمی سلول های بافت میوه بوده و تخریب غشای سلولی را نمایان می سازد (Jooste, 2002). تغییر در پلی ساکاریدهای دیواره سلولی میوه در تغییر بافت میوه نقش اساسی دارد. این تغییر در طول فرآیند رسیدگی میوه اتفاق می افتد. بروز تغییراتی در یکپارچگی و اتصال عرضی پلی ساکاریدهای پکتینی در دوره رسیدگی میوه به نرم شدن بافت میوه و کاهش سفتی میوه منجر می شود. این فرآیند به قابلیت انحلال و هیدرولیز شدن پکتین ها در تیغه میانی دیواره سلولی نسبت داده شده است (Haciseferogullari et al., 2007). فعالیت آنزیم پلی گالاکتروناز^۱ به هیدرولیز پکتین دیواره سلولی منجر شده و بنظر می رسد که قابلیت انحلال پکتین را فراهم می سازد. درحالی که آنزیم پکتین متیل استراز^۲ اتصال کاتیون ها در دیواره سلولی و فعالیت سریع دیگر هیدرولازهای دیواره سلولی را تنظیم می کند. بنابراین، کاتیون ها در فعالیت آنزیمی و تنظیم رسیدگی میوه نقش اساسی دارند. (Jooste, 2002; Hou et al., 2019).

میوه زردآلو به نرم شدن بافت میوه، کاهش طعم و فساد بویژه در دوره پس از برداشت بسیار حساس است. نرم شدن بافت و تغییر رنگ پوست میوه تحت تاثیر اتیلن قرار دارند. استفاده از بازدارنده های اتیلن به کاهش پراکسیداسیون لیپیدها، بهبود فعالیت آنتی اکسیدانی، تاخیر در نرم شدن میوه و در نتیجه حفظ کیفیت میوه و افزایش عمر انبارمائی میوه ها منجر می شود (Wu et al., 2015; Gouble et al., 2005). از سوی دیگر، به نظر می رسد میزان مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون مستقل از اثر اتیلن بوده و تحت تاثیر بازدارنده های اتیلن قرار ندارند. از میان مواد معطره، استرها و آلدئیدها رفتاری وابسته به

1. Polygalacturonase (PG)
2. pectin methylesterases (PME)

اتیلن نشان می‌دهند، اما الکل‌ها و ترپن‌ها تحت تاثیر بازدارنده‌های اتیلن قرار نمی‌گیرند (Valdes et al., 2009). مشخص شده است که مقادیر بالایی از ترکیبات فنلی در میوه‌های نارس زردآلو وجود دارد (Kalyoncu et al., 2009). تنوع در ترکیبات معطره میوه زردآلو بیشتر به نوع رقم، مرحله بلوغ میوه و مدت انبارمانی بستگی دارد. در یک بررسی افزایش قابل توجهی در مقادیر لاکتون‌ها، استرها و ترکیبات ترپنیک‌ها در مرحله بلوغ میوه و پس از برداشت زردآلو مشاهده شد (Aubert & Chanforan, 2007). در طی فرآیند رسیدگی میوه زردآلو، کلروپلاست‌ها به موازات تجزیه کلروفیل به کروموپلاست‌ها تبدیل شده و کارتنوئیدها سنتز می‌شوند. این تغییرات منجر به توسعه رنگ‌های زرد و نارنجی می‌شود (Hortensteiner, 2006). بلوغ میوه تاثیر مهمی بر تکامل محتوای رنگدانه دارد، به‌طوری که رنگ سطح میوه در ابتدا سبز بوده، اما با تخریب کلروفیل رنگ زرد در پوست میوه توسعه می‌یابد (Kurz et al., 2008).

روش‌های کاهش شدت تنفسی میوه و کاهش تولید اتیلن و یا جلوگیری از عملکرد آن در به تعویق انداختن پیری و فساد میوه‌ها موثر هستند. برداشت میوه‌های زردآلو از درخت قبل از آغاز مرحله فرازگرا، بسته‌بندی مناسب میوه‌ها با استفاده از پوشش پلی‌اتیلن و ایجاد اتمسفر تغییر یافته غیر فعال، نگهداری میوه‌ها در دمای پایین در سردخانه و جلوگیری از زخمی شدن میوه‌ها و سایر صدمات مکانیکی در مراحل مختلف حمل‌ونقل از جمله روش‌های کاهش شدت تنفسی و کاهش تولید اتیلن هستند. این ملاحظات، تغییرات به‌وجود آمده در مرحله رسیدگی میوه‌ها شامل تغییر رنگ میوه، افزایش مقادیر قند، کاهش اسیدیته، نرم شدن بافت میوه و تغییر در عطر و طعم میوه‌ها را کنترل می‌نمایند. بنابراین، تعیین زمان مناسب برداشت میوه‌ها، بسته‌بندی بهینه و مدت زمان انبارمانی در ارقام جدید معرفی شده و مقایسه با رقم تجاری به منظور افزایش راندمان اقتصادی و بازارپسندی محصول از نکاتی است که باید مورد توجه قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

برای کسب درآمد بیشتر از عرضه میوه تازه‌خوری زردآلو به بازارهای منطقه‌ای، استاندارد کردن مرحله رسیدگی میوه، تعیین زمان مناسب برداشت محصول و بسته‌بندی بهینه میوه‌ها اهمیت دارد. این استانداردها نسبت به نوع رقم، منطقه کاشت و تقاضای بازار متفاوت است. بر اساس نتایج این مطالعه، مناسب‌ترین زمان برداشت میوه زردآلو در رقم‌های 'درخشان' و 'اردوباد ۹۰'، مرحله‌ی دوم برداشت (رنگ پوست میوه زمینه زرد با لکه‌های سبز) بوده و استفاده از پوشش پلی‌اتیلنی برای بسته‌بندی میوه‌ها در افزایش عمر انبارمانی آنها موثر است، به‌طوری که در این شرایط میوه این رقم‌ها به ترتیب تا ۱۴ و ۲۸ روز با کیفیت مناسب در سردخانه با دمای ۲+ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵ درصد قابل نگهداری می‌باشند. میوه‌های رقم 'سهند ۹۷' از نظر زمان برداشت و نیز نوع پوشش بسته‌بندی حداقل در ۲۸ روز دوره نگهداری در سردخانه اختلاف معنی‌داری نشان ندادند و عمر انبارمانی طولانی‌تری داشتند، هر چند که برداشت مرحله دوم و سوم در این رقم از نظر ویژگی‌های عطر و طعم میوه برتری داشتند.

منابع

- دژم‌پور، جلیل و رهنمون، حمید (۱۳۸۸). خصوصیات میوه واریته‌های زردآلوی موجود در ایران. کرج. نشر آموزش کشاورزی (به سفارش موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر).
- ویلس، ران و گلدینگ، جان برت (۱۴۰۱). فیزیولوژی پس از برداشت: مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه و سبزی‌ها. چاپ هشتم، ویراست ششم. ترجمه مجید راحمی، شیراز، انتشارات دانشگاه شیراز.
- رهنمون، حمید؛ دژم‌پور، جلیل؛ اسکندری، سعداله؛ منصورفر، حسین؛ بوذری، ناصر؛ گنجی مقدم، ابراهیم و زرین‌بال، محمد (۱۳۹۱). اردوباد ۹۰، رقم جدید پربارده زردآلو مناسب برای مصارف صنعتی. *مجله به‌زراعی نهال و بذر*، ۲۸(۴)، ۵۰۳-۵۰۵.
- رهنمون، حمید؛ قره شیخ بیات، رحیم؛ گنجی مقدم، ابراهیم؛ دژم‌پور، جلیل؛ فتحی، حسین؛ زرین‌بال، محمد و ... یینا، سیما (۱۴۰۰). سهند ۹۷، رقم جدید زردآلوی دیررس مناسب برای فرآوری، انبارمانی و حمل‌ونقل. *یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی*، ۱۰(۱)،

۲۲-۱۱

زرین بال، محمد؛ دباغ محمدی نسب، عادل و رسولی پیروزیان، راحله (۱۳۹۲ الف). اثر زمان برداشت و روش بسته بندی بر کیفیت و عمر انباری میوه زردآلوی رقم قربان مراغه. *مجله تولیدات گیاهی*، ۳۶ (۱)، ۱۱-۱۰.
زرین بال، محمد؛ دباغ محمدی نسب، عادل و رسولی پیروزیان، راحله (۱۳۹۲ ب). اثر بلوغ میوه و نوع بسته بندی بر عمر انباری میوه زردآلوی رقم قرمز شاهرود. *مجله تولیدات گیاهی*، ۳۶ (۲)، ۱۲۳-۱۳۳.
زرین بال، محمد؛ سلیمانی، جابر؛ اسکندری، سعداله؛ دباغ محمدی نسب، عادل و رسولی پیروزیان، راحله (۱۳۸۹). تاثیر زمان برداشت و بسته بندی با اتمسفر تغییر یافته بر عمر انباری میوه چند رقم زردآلو. *مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۲۴ (۱)، ۱۰۱-۹۱.

سلیمانی، جابر و زرین بال، محمد (۱۴۰۱). مقایسه اثر نگهدارندگی کاه و برخی جاذب های اتیلنی در بسته بندی میوه زردآلو. *نشریه پژوهش های صنایع غذایی*، ۳۲ (۱)، ۹۳-۱۰۸.
سلیمانی، جابر و مظفری، منصوره (۱۳۹۹). افزایش انبارمانی زردآلو رقم قرمز شاهرود با استفاده از اتمسفر تغییر یافته. *نشریه پژوهش های صنایع غذایی*، ۳۰ (۳)، ۶۵-۷۶.

REFERENCES

- Aubert, Ch. & Chanforan, C. (2007). Postharvest changes in physicochemical properties and volatile constituents of apricot (*Prunus armeniaca* L.) characterization of 28 cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(8), 3074-3082. <https://doi.org/10.1021/jf063476w>
- Ayour, J., Sagar, M., Alfeddy, M.N., Taourirtec, M. & Benichou, M. (2016). Evolution of pigments and their relationship with skin color based on ripening in fruits of different Moroccan genotypes of apricots (*Prunus armeniaca* L.). *Scientia Horticulturae*, 207, 168-175. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.05.027>
- Biji, K., Ravishankar, C., Mohan, C. & Gopal, T.S. (2015). Smart packaging systems for food applications: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6125-6135. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-1766-7>
- Chambory, Y., Souty, M., Jacquemin, G., Gomez, R.M. & Audergon, J.M. (1995). Research on the suitability of modified atmosphere packaging for shelf-life and quality improvement of apricot fruit. *Acta Horticulturae*, 384, 633-638. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1995.384.99>
- Dejampour, J. & Rahnemoun, H. (2009). Fruit characteristics of apricot varieties grown in Iran. Agricultural Education, Publishing Center, Karaj, Iran. (In Persian).
- Dorostkar, M., Moradinezhad, F. & Ansarifar, E. (2022). Influence of active modified atmosphere packaging pre-treatment on shelf life and quality attributes of cold stored apricot fruit. *International Journal of Fruit Science*, 22(1), 402-413. <https://doi.org/10.1080/15538362.2022.2047137>
- Fan, X., Shu, Ch., Zhao, K., Wang, X., Cao, J. & Jiang, W. (2018). Regulation of apricot ripening and softening process during shelf life by post-storage treatments of exogenous ethylene and 1-methylcyclopropene. *Scientia Horticulturae*, 232, 63-70. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.12.061>
- Ganji Moghadam, E. & Sheikh Al Eslami, Z.S. (2005, 31 January-2 February). Effect of harvesting time and packaging on apricot quality for shelf-life improvement. *Proceedings of the International Conference on Postharvest Technology and Quality Management in Arid Tropics, Sultanate of Oman*, 21-24.
- Gouble, B., Bureau, S., Grotte, M., Reich, M., Reling, P. & Audergon, J.M. (2005). Apricot postharvest ability in relation to ethylene production: influence of picking time and cultivar. *Acta Horticulturae*, 682(1), 127- 133. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.682.10>
- Haciseferogullari, H., Gezer, I., Musa Ozcan M. & Murat Asma, B. (2007). Postharvest chemical and physical- mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 79, 364- 373. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.02.003>
- Hortensteiner, S. (2006). Chlorophyll degradation during senescence. *Annual Review of Plant*

- Biology*, 57, 55-77.
- Hou, Y., Wu, F., Zhao, Y., Shi, L. & Zhu, X. (2019). Cloning and expression analysis of polygalacturonase and pectin methylesterase genes during softening in apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit. *Scientia Horticulturae*, 256, e108607. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108607>
- Jooste, M.M. (2002). Optimum harvest maturity and cold-storage duration for *Prunus armeniaca* L. cvs. Super Gold and Imperial cultivated in South Africa. *South African Fruit Journal*, 1(3), 63-71.
- Kalyoncu, I.H., Akbulut, M. & Coklar, H. (2009). Antioxidant capacity, total phenolics and some chemical properties of semi-matured apricot cultivars grown in Malatya, Turkey. *World Applied Sciences Journal*, 6(4), 519-523.
- Koyuncu, M.A. & Can, A. (2000). A research on modified atmosphere (MA) storage of some apricot cultivars. *Ondokuzmayis Universitisi Ziraat Fakultesi Dergisi*, 15(1), 54-62.
- Kurz, Ch., Carle, R. & Andreas, S. (2008). HPLC-DAD-MSn characterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. *Food Chemistry*, 110, 522-530. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.022>
- Lee, D.S., Yam, K.L. & Piergiovanni, L. (2008). Active and Intelligent packaging. In D.S. Lee, K.L. Yam & L. Piergiovanni (Eds), *Food Packaging Science and Technology*, 1, 445-473. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Lin, Zh., Zhong, S. & Grierson, D. (2009). Recent advances in ethylene research. *Journal of Experimental Botany*, 60(12), 3311-3336. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp204>
- Mastilovic, J., Kevresan, Z., Milovic, M., Kovac, R., Milic, B., Magazin, N., Plavsic, D. & Kalajdzic, J. (2022). Effects of ripening stage and postharvest treatment on apricot (*Prunus armeniaca* L.) cv. NS4 delivered to the consumers. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(3), e16399. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16399>
- Moradinezhad, F. & Dorostkar, M. (2021). Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on the quality attributes and sensory evaluation of fresh Jujube fruit. *International Journal of Fruit Science*, 21(1), 82-94. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1858470>
- Moradinezhad, F. & Jahani, M. (2016). Quality improvement and shelf life extension of fresh apricot fruit (*Prunus armeniaca* cv. Shahroudi) using postharvest chemical treatments and packaging during cold storage. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 3(1), 9-18.
- Muzzaffar, S., Bhat, M.M., Wani, T.A., Wani, I.A. & Masoodi, F.A. (2018). Postharvest Biology and Technology of Apricot. In S.A. Mir, M. Ahmad Shah & M.M. Mir (Eds.), *Postharvest Biology and Technology of Temperate Fruits* (pp.415). Springer International Publishing AG, part of Springer Nature.
- Peano, C., Giuggioli, N.R. & Girgenti, V. (2014). Effects of innovative packaging materials on apricot fruits (cv. Tom Cot®). *Fruits*, 69(3), 247-258.
- Pretel, M.T., Serrano, M., Amoros, A. & Romojaro, F. (1999). Ripening and ethylene biosynthesis in controlled atmosphere stored apricots. *European Food Research and Technology*, 209, 130-134. <https://doi.org/10.1007/s002170050471>
- Pretel, M.T., Souty M. & Romojaro, F. (2000). Use of passive and active modified atmosphere packaging to prolong the postharvest life of three varieties of apricot (*Prunus armeniaca* L.). *European Food Research and Technology*, 211, 191-198. <https://doi.org/10.1007/s002170050022>
- Rahnemoun, H., Dejampour, J., Eskandari, S., Mansourfar, H., Bouzari, N., Ganji Moghaddam, E. & Zarrinbal, M. (2013). Ordubad 90, a new high yielding apricot cultivar suitable for processing purposes. *Seed and Plant Production*, 28(4), 503-505. <https://doi.org/10.22092/SPPJ.2017.110495> (In Persian).
- Rahnemoun, H., Ghare sheikh Bayat, R., Ganji Moghadam, E., Dejampour, J., Fathi, H., Zarrinbal, M. ... & Bina, S. (2021). Sahand 97, the new late ripen cultivar of apricot suitable for processing, storing and transport. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops*, 10(1), 11-22. <https://doi.org/10.22092/RAFHC.2021.127208.1208> (In Persian).

- Rebeaud, S.G., Cioli, L., Cotter, P.Y. & Christen, D. (2023). Cultivar, maturity at harvest and postharvest treatments influence softening of apricots. *Postharvest Biology and Technology*, 195, 112-134. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2022.112134>
- Rebeaud, S.G., Jaylet, A., Cotter, P.Y., Camps, C. & Christen, D. (2019). A multi-parameter approach for apricot texture analysis. *Agriculture*, 9(4), e73. <https://doi.org/10.3390/agriculture9040073>
- Romero, D.M., Serrano, M., Carbonell, A., Burgos, L., Riquelme, F. & Valero, D. (2002). Effects of postharvest putrescine treatment on extending shelf life and reducing mechanical damage in apricot. *Journal of Food Science*, 67(5), 1706-1712. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08710.x>
- Singh, M.P., Dimri, D.C. & Nautiral, M.C. (2001). Determination of fruit maturity indices in apricot (*Prunus armeniaca* L.) cv. New Castle. *Journal of Applied Horticulture Luck-now*, 3(2), 108-110. <https://doi.org/10.37855/jah.2001.v03i02.13>
- Soleimani, J. & Mozaffari, M. (2020). Use of modified atmosphere packaging to prolong the shelf life of 'Red-Shahrood' apricot. *Journal of Food Researches*, 30(3), 65-76. (In Persian).
- Soleimani, J. & Zarrinbal, M. (2022). Comparison of the storage effect of straw and some ethylene absorbents in apricot fruit packaging. *Journal of Food Research*, 32(1), 93-108. (In Persian).
- Valdes, H., Pizarro, M., Campos-Vargas, R., Infante, R. & Defilippi, B.G. (2009). Effect of ethylene inhibitors on quality attributes of apricot cv. Modesto and Paterson during storage. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 69(2), 134-144. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392009000200002>
- Wills, R.B.H. & Golding, J.B. (2022). Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables (R. Rahemi, Trans.) *Shiraz University, Publishing Center*. Shiraz. (Original work published 2016) (In Persian).
- Wu, B., Guo, Q., Wang, G., Peng, X., Wang, J. & Che, F. (2015). Effects of different postharvest treatments on the physiology and quality of 'Xiaobai' apricots at room temperature. *Journal of Food Science and Technology*, 52(4), 2247-2255. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1288-8>
- Yunusoglu, S.V. & Ekinici, N. (2023). The effect of post-harvest salicylic acid and modified atmosphere packaging treatments on the storage of 'Roxana' apricots. *Erwerbs-Obstbau*, 65, 1365-1373. <https://doi.org/10.1007/s10341-023-00829-4>
- Zarrinbal, M., Dabbagh Mohammadinasab, A. & Rasouli Pirouzian, R. (2012a). Effects of harvest time and packing method on fruit quality and Cold-Storage duration of "Gorban Maragheh" apricot cultivar. *The Plant Production (Scientific Journal of Agriculture)*, 36(1), 1-11. (In Persian).
- Zarrinbal, M., Dabbagh Mohammadinasab, A. & Rasouli Pirouzian, R. (2012b). Effects of fruit maturity and packing method on storage life of "Ghermez Shahroud" apricot cultivar. *The Plant Production (Scientific Journal of Agriculture)*, 36(2), 123-133. (In Persian).
- Zarrinbal, M., Soleymani, J., Eskandari, S., Dabbagh Mohammadi Nasab, A. & Rasouli Pirouzian, R. (2010). Effects of harvest time and modified atmosphere packaging on cold-storage duration of four apricot cultivars. *Journal of Horticultural Science*, 24(1), 91-101. <https://doi.org/10.22067/JHORTS4.V1389I1.3658> (In Persian).