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

چکیده

برای کسب درآمد بیشتر از عرضه میوه تازه‌خوری زردآلو، توجه به زمان برداشت و روش بسته‌بندی میوه‌ها اهمیت دارد. این پژوهش بمنظور تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت و روش بسته‌بندی میوه زردآلو انجام شد. میوه رقم‌های جدید 'درخشان' و 'سهند۹۷' 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 سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد بمدت صفر (شاهد)، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز نگهداری شدند. ویژگی‌های وزن میوه، سفتی بافت، مواد جامد محلول، pH و هدایت الکتریکی عصاره میوه بررسی شدند. مناسب‌ترین زمان برداشت زردآلو، مرحله دوم برداشت (رنگ پوست میوه زمینه زرد با لکه‌های سبز) بوده و استفاده از پوشش پلی‌اتیلنی در بسته‌بندی میوه‌ها قابلیت انبارمانی آنها را افزایش داد، بطوریکه میوه رقم‌های 'درخشان' و 'اردوباد ۹۰' بترتیب تا ۱۴ و ۲۸ روز با کیفیت مناسب در سردخانه قابل نگهداری بودند. میوه رقم 'سهند۹۷' انبارمانی بیشتری داشته و زمان برداشت و پوشش بسته‌بندی لااقل در ۲۸ روز نگهداری در سردخانه بر انبارمانی آن اثر معنی‌داری نداشتند. با تاخیر در برداشت زردآلو، چروکیدگی پوست، ژله‌ای شدن گوشت و فساد میوه‌ها در دوره انبارمانی افزایش یافت. همچنین سفتی میوه‌ها کاهش و TSS، pH و Ec عصاره میوه‌ها افزایش یافت. برداشت زردآلو در زمان مناسب و بسته‌بندی بهینه میوه‌ها قابلیت انبارمانی آنها را افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: *زردآلو، زمان برداشت، بسته‌بندی، قابلیت انبارمانی*

مقدمه

زردآلو با نام علمی *Prunus armeniaca* L. از میوه‌های مهم مناطق معتدله و متعلق به خانواده 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 (رهنمون و همکاران، ۱۳۹۱). از جمله مطالعاتی که در مورد زردآلو در ایران صورت گرفته است، می‌توان به مطالعه دژم‌پور و رهنمون (۱۳۸۸) روی خصوصیات پومولوژیکی ۱۵۰ کلون و ژنوتیپ ایرانی اشاره کرد که منجر به معرفی ۵۰ کلون انتخابی از بین آنها گردید. مطالعات تکمیلی این کلون‌ها به معرفی دو رقم جدید 'درخشان' با ویژگی‌های اندازه درشت میوه، زودرسی و بازار پسندی چشمگیر و'سهند ۹۷' با ویژگی‌های اندازه درشت، بافت نسبتا سفت میوه، رنگ‌گیری مناسب و دیررس بودن میوه منجر گردید (رهنمون و همکاران، ۱۴۰۰). 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 عوامل مهم کوتاه بودن عمر انبارمانی و عمر قفسه‌ای آن هستند (سلیمانی و زرین‌بال، ۱۴۰۱). تنفس میوه زردآلو از الگوی فرازگرا[1] پیروی کرده و فرآیند رسیدگی آن توسط اتیلن تنظیم می‌شود. بازدارندگی از سنتز اتیلن یا ممانعت از اثر آن می‌تواند رسیدگی میوه را کندتر نماید (سلیمانی و زرین‌بال، ۱۴۰۱) تا عمر انبارمانی میوه زردآلو افزایش یابد. برداشت میوه در زمان مناسب، بسته‌بندی بهینه و نگهداری میوه‌ها در سردخانه می‌توانند به کند شدن فرآیند رسیدگی و پیری میوه منجر شوند. در تحقیق حاضر مناسب‌ترین زمان برداشت میوه در دو رقم جدید 'درخشان' و 'سهند۹۷' زردآلو و بسته‌بندی بهینه آن‌ها به منظور افزایش عمر انبارمانی میوه مورد مطالعه قرار گرفت.

[1]. Climacteric

پیشینه پژوهش

بلوغ میوه در زمان برداشت آن بر کیفیت پس از برداشتی زردآلو تاثیر دارد (زرین‌بال و همکاران، ۱۳۹۲ الف؛ Jooste, 2002). 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 شده و طی دوره انبارمانی به شکل غیر قابل قبولی نرم و رسیده می‌شوند (Muzzaffar *et al*., 2018). این میوه‌ها به آسیب 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، ولی تولیدکنندگان معمولا 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 ۰/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵٪ پیشنهاد شده است (ویلس و گلدینگ ، ۱۴۰۱). اگر میوه زردآلو در دمای بالاتر انبار شود طعم و سفتی بافت خود را از دست خواهد داد (سلیمانی و مظفری، ۱۳۹۹؛ Jooste, 2002). زردآلو فاقد پوشش واکس در پوست میوه جهت کاهش هدر رفتن رطوبت خود می‌باشد و بنابراین، رطوبت بالا در طول انبارمانی برای جلوگیری از چروک شدن میوه‌ها ضروری است. جوسته[1] (۲۰۰۲) برداشت میوه‌های زردآلو در ارقام 'سوپرگلد'[2] و 'امپریال'[3] را در زمانی که رنگ پوست میوه در فاصله ۷–۴ از دفترچه رنگ پوست میوه[4] قرار گیرد (رنگ پوست میوه زمینه سبز با لکه‌های زرد و یا زمینه زرد با لکه‌های سبز) پیشنهاد نمود تا بتوان آنها را ۵–۳ هفته در سردخانه با دمای ۰/۵– درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵٪ با کیفیت مناسب نگهداری نمود. زرین‌بال و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که مناسب‌ترین زمان برداشت میوه در چند رقم زردآلوی ایرانی، زمانی است که رنگ پوست میوه زمینه زرد با لکه‌های سبز رنگ داشته باشد. 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 می‌روند (زرین‌بال و همکاران، ۱۳۹۲ الف).

استفاده از اتمسفر تغییر یافته[5] با اکسیژن کم و دی اکسید کربن زیاد در دمای پایین برای نگهداری طولانی‌تر میوه‌ها مفید است (پرتل و همکاران[6]، ۱۹۹۹). در این حالت شدت تنفسی میوه‌ها و سرعت سوخت‌وساز کربوهیدرات‌ها، تولید دی اکسید کربن، مصرف اکسیژن و آزاد شدن گرما کاهش می‌یابد (پرتل و همکاران، ۲۰۰۰). این شرایط فرآیند رسیدگی میوه را کند کرده و ویژگی‌های مطلوب میوه و بازار پسندی آن را در مدت طولانی‌تری حفظ می‌کند. تعادل گازهای درون بسته‌بندی زمانی رخ می‌دهد که میزان گازهای منتشرشده از میوه با میزان گازهای خارج شده از پوشش بسته‌بندی برابر شود و در نتیجه غلظت گاز درون بسته‌بندی ثابت بماند. ترکیب اتمسفر درون بسته‌بندی و زمان رسیدن به تعادل، به شدت تنفسی میوه‌ها، توانایی نفوذپذیری پوشش پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و دمای سردخانه بستگی دارد (Pretel *et al*., 2000). با بیشتر شدن نفوذپذیری پوشش پلی‌اتیلن، مقادیر اکسیژن درون بسته‌بندی بیشتر و مقادیر دی اکسید کربن آن کمتر شده و نیز نفوذپذیری بیشتر پلی‌اتیلن سبب می‌شود که اتمسفر درون بسته‌بندی سریع‌تر به حالت تعادل برسد. نتایج یک مطالعه نشان داد که بسته‌بندی میوه‌های زردآلو در ارقام 'بلیانا'[7] و 'روسیلون'[8] و نگهداری آنها در شرایط اتمسفر تغییر یافته عمر انبارمانی میوه‌ها بطور چشمگیری افزایش داد (Chambory *et al*., 1995). توسعه در بسته‌بندی فعال پیشرفت‌هایی را

---

[1] Jooste
[2]. Super gold
[3]. Imperial
[4]. Deciduous Fruit Board Skin Color Chart (DFB)
[5]. Modified atmosphere
[6]. Pretel *et al*.
[7]. Beliana
[8]. Roussillon

در کنترل تنفس سلولی محصولات باغی منجر شده است (Biji *et al.*, 2015). نشان داده شده است که بسته‌بندی با سلفون باعث بهبود کیفیت میوه زردآلو و افزایش ماندگاری قابل توجهی نسبت به شاهد می‌شود (Moradinezhad and Jahani, 2016).

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی در سال‌های 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 لمونی- شنی، حداقل و حداکثر دمای ثبت شده ۲۵- و ۴۲+ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه ۳۰۰- ۲۵۰ میلی‌متر گزارش شده است. درختان میوه دو رقم جدید زردآلو شامل 'درخشان' و 'سهند۹۷' به همراه رقم تجاری 'اردوباد ۹۰' (شاهد) روی پایه بذری زردآلو و با فاصله کاشت ۶×۵ متر در یک قطعه باغ کاشته شدند. تربیت این درختان به شکل جامی بوده و به روش آبیاری نواری دو ردیفه آبیاری می‌شدند. درختان دارای سن تقریبی ۱۲ سال که از نظر عملیات باغبانی در شرایط یکسانی قرار داشتند، انتخاب شدند. مراحل شروع گلدهی و تمام‌گل برای این ارقام پایش و یادداشت‌برداری گردید تا برای محاسبه مجموع واحد حرارتی از مرحله تمام‌گل تا برداشت محصول بر حسب درجه روز مورد استفاده قرار گیرد.

میوه این درختان در هوای خنک صبحگاهی 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 لکه‌های زرد، دومین برداشت میوه در زمانی که پوست میوه زمینه زرد رنگ با لکه‌های سبز و سومین برداشت میوه در زمانی که پوست میوه زمینه زرد رنگ با لکه‌های نارنجی داشت، انجام گردید (زرین‌بال و همکاران، ۱۳۹۲ الف؛ Jooste, 2002). میوه‌ها پس از برداشت، در جعبه‌های پلاستیکی بدون پوشش و یا در جعبه‌های پلاستیکی دارای پوشش پلی‌پروپیلن با ضخامت ۰/۴ میلی‌متر (بی‌رنگ و دارای استحکام متوسط که از فروشگاه محلی تهیه شده بود) قرار گرفته و در سردخانه با دمای ۲+ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد به‌مدت صفر (شاهد)، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز نگهداری شدند (زرین‌بال و همکاران، ۱۳۸۹؛ Jooste, 2002; Ganji Moghadam and Sheikh Al Eslami 2005). میوه‌ها هر هفت روز یکبار به آزمایشگاه منتقل شده و صفات وزن میوه توسط ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم، سفتی گوشت میوه توسط سفتی‌سنج با دقت ۰/۱ (پنترومتر دستی مدل Techno ساخت ژاپن با استفاده از پروب استینلس استیل با قطر ۳ میلیمتر)، pH و هدایت الکتریکی عصاره میوه توسط دستگاه pH و EC متر دستی با دقت ۰/۱ (مدل Hanna Instrument HI 9812 ساخت کره) و میزان مواد جامد محلول توسط رفراکتومتر دستی (مدل Bausch & Lomb Incorporated Rochester, N.Y. ساخت ژاپن) اندازه‌گیری شدند (زرین‌بال و همکاران، ۱۳۸۹؛ Jooste, 2002). تجزیه این داده‌ها به طور جداگانه برای هر رقم و بصورت اسپلیت پلات- فاکتوریل براساس طرح پایه بلوک‌های 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 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. جهت فراهم بودن امکان برر سی و تطبیق میانگین صفات در همه سطوح برای سه فاکتور زمان بردا شت میوه، روش بسته‌بندی و مدت زمان نگهداری در سردخانه، اثر متقابل سه‌گانه این تیمارها با استفاده از میانگین دو ساله داده‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ ارزیابی گردید.

همچنین این میوه‌ها از نظر صفات کیفی شامل عطر و طعم و خواص اورگانولپتیک (تست پانل)، چروکیدگی پو ست میوه، ژله‌ای شدن گوشت میوه و میزان فساد بافت میوه مورد بررسی قرار گرفته و از نظر وضعیت کیفی در پنج رتبه از یک تا پنج (۱=عالی، ۲=خوب، ۳=متو سط، ۴=بد و ۵=بسیار بد) امتیازدهی شدند (زرین‌بال و همکاران، ۱۳۸۹؛ Jooste, 2002). 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[1] استفاده شد. برای این منظور، در هر ژنوتیپ میانگین سه تکرار برای دو سال به دست آمده و تجزیه خوشه‌ای انجام گرفت. 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[2] تا بهترین زمان برداشت محصول و مجموع واحد حرارتی بر حسب درجه روز واحد حرارتی[3] از مرحله تمام گل تا بهترین زمان برداشت محصول برای این ارقام محاسبه گردید (زرین‌بال، ۱۳۹۲ الف).

یافته‌های پژوهش

گروه‌بندی بر اساس ویژگی‌های کیفی میوه زردآلو شامل عطر و طعم میوه، چروکیدگی پوست، ژله‌ای شدن گوشت، میزان فساد و دندروگرام به دست آمده از تجزیه خوشه‌ای برای میوه‌های رقم 'درخشان' با استفاده از میانگین داده‌های اندازه‌گیری شده برای دو سال در شکل یک نشان داده شده است. برش دندروگرام یاد شده از فاصله پنج اقلیدوسی تیمارهای بکار رفته را به سه گروه جداسازی نمود. 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 پلی‌اتیلن تا ۱۴ روز با کیفیت مناسب در سردخانه قابل نگهداری بودند. استفاده از پوشش پلی‌اتیلن در برداشت دوم برای افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها موثر نبود.

ویراستاری نشده

[1]. Ward Method
[2]. Day After Full Bloom (DAFB)
[3]. Growth Degree Day (GDD)

شکل ۱: دندروگرام ویژگی‌های کیفی میوه در رابطه با زمان برداشت، روش بسته‌بندی و مدت انبارمانی در زردآلوی رقم درخشان

جدول یک مقایسه میانگین‌های اثر متقابل زمان برداشت، روش بسته‌بندی و مدت نگهداری میوه‌ها در سردخانه برای رقم 'درخشان' را نشان می‌دهد. 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 به میوه‌های برداشت شده در مرحله اول با بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن پس از چهار هفته نگهداری در سردخانه مربوط می‌شود. در رقم 'درخشان'، هرچه میوه‌ها دیرتر از درخت برداشت شدند (برداشت مرحله سوم)، نسبت به برداشت زود هنگام (برداشت مرحله اول) وزن میوه 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 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 (TSS) به میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم که در جعبه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن به مدت چهار هفته در سردخانه نگهداری شدند و کمترین آن به میوه‌های چیده شده در روز برداشت مرحله اول (قبل از انجام بسته‌بندی) و همچنین میوه‌های متعلق به برداشت اول که در جعبه‌های فاقد پوشش پلی‌اتیلن به مدت چهار هفته در سردخانه نگهداری شدند، مربوط بود. بیشترین مقادیر pH عصاره میوه در میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم که در جعبه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن چهار هفته در سردخانه نگهداری شدند و بیشترین مقادیر EC عصاره میوه در میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم که در جعبه‌های فاقد پوشش پلی‌اتیلن چهار هفته در سردخانه

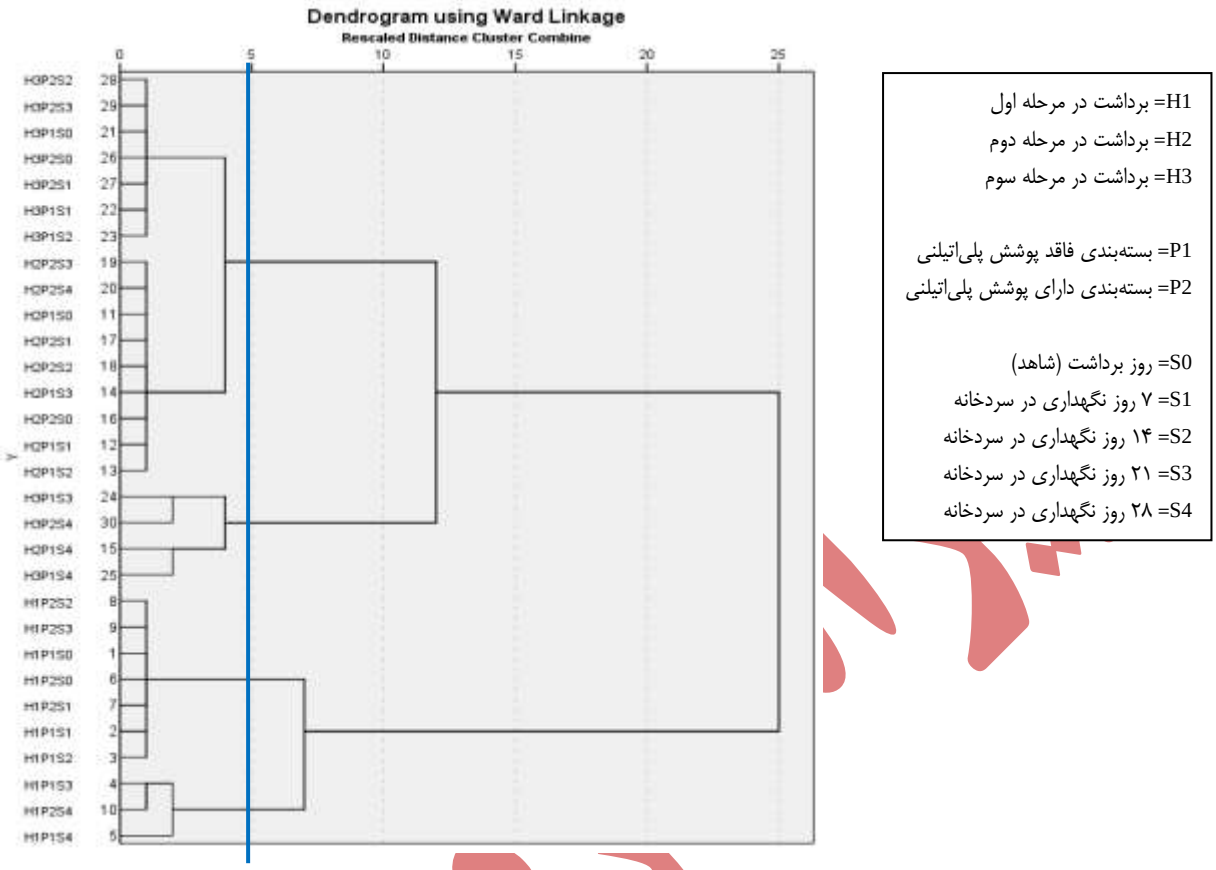
نگهداری شدند، م شاهده گردید. کمترین مقادیر pH و EC ع صاره میوه در میوه‌های چیده شده در روز بردا شت مرحله اول و قبل از انجام بسته‌بندی مشاهده گردید.

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

تیمار	وزن میوه (g)	سفتی گوشت میوه (kg/cm2)	TSS (% Brix)	pH	EC (µS/cm)
برداشت اول × بسته بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۵۲/۰ i	۲/۶۳ a	۱۲/۰ m	۵/۳۰ q	۱۳۵۵/۰ x
برداشت اول × بسته بندی اول × هفته اول	۵۱/۰ k	۲/۲۳ d	۱۲/۱۷ m	۵/۴۵ p	۱۴۱۰/۰ v
برداشت اول × بسته بندی اول × هفته دوم	۴۹/۶۷ m	۱/۹۰ h	۱۲/۶۷ l	۵/۶۵ o	۱۴۶۵/۰ t
برداشت اول × بسته بندی اول × هفته سوم	۴۸/۵۰ n	۱/۶۱ k	۱۳/۵۰ k	۵/۸۵ l	۱۵۳۰/۰ p
برداشت اول × بسته بندی اول × هفته چهارم	۴۷/۳۳ o	۱/۳۳ o	۱۴/۶۷ ij	۶/۱۰ hi	۱۶۰۵/۰ k
برداشت اول × بسته بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۵۲/۰ i	۲/۶۳ a	۱۲/۰ m	۵/۳۰ q	۱۳۵۵/۰ x
برداشت اول × بسته بندی دوم × هفته اول	۵۱/۰ k	۲/۴۶ b	۱۲/۸۳ l	۵/۴۶ p	۱۳۹۰/۰ w
برداشت اول × بسته بندی دوم × هفته دوم	۵۰/۱۷ l	۲/۳۰ c	۱۳/۶۷ k	۵/۶۵ o	۱۴۳۵/۰ u
برداشت اول × بسته بندی دوم × هفته سوم	۴۹/۶۷ m	۲/۱۳ e	۱۴/۸۳ hi	۵/۸۳ lm	۱۴۹۰/۰ r
برداشت اول × بسته بندی دوم × هفته چهارم	۴۸/۶۷ n	۱/۹۶ g	۱۵/۱۷ gh	۶/۱۰ hi	۱۵۴۰/۰ o
برداشت دوم × بسته بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۵۵/۰ c	۲/۳۵ c	۱۴/۳۳ j	۵/۶۱ o	۱۴۷۰/۰ s
برداشت دوم × بسته بندی اول × هفته اول	۵۴/۰ e	۲/۰۵ f	۱۴/۵۰ ij	۵/۸۰ mn	۱۵۵۰/۰ n
برداشت دوم × بسته بندی اول × هفته دوم	۵۳/۰ g	۱/۷۵ j	۱۵/۱۷ gh	۶/۰ j	۱۶۰۵/۰ k
برداشت دوم × بسته بندی اول × هفته سوم	۵۱/۱۷ k	۱/۵۱ mn	۱۵/۶۷ f	۶/۲۰ f	۱۶۵۰/۰ i
برداشت دوم × بسته بندی اول × هفته چهارم	۵۰/۰ l	۱/۱۱ p	۱۶/۳۳ e	۶/۳۸ c	۱۶۹۰/۰ f
برداشت دوم × بسته بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۵۵/۰ c	۲/۳۵ c	۱۴/۳۳ j	۵/۶۱ o	۱۴۷۰/۰ s
برداشت دوم × بسته بندی دوم × هفته اول	۵۴/۰ e	۲/۱۱ e	۱۵/۱۷ gh	۵/۷۸ n	۱۵۱۵/۰ q
برداشت دوم × بسته بندی دوم × هفته دوم	۵۳/۸۳ ef	۱/۸۰ ij	۱۵/۶۷ f	۵/۹۶ j	۱۵۶۰/۰ m
برداشت دوم × بسته بندی دوم × هفته سوم	۵۲/۸۳ g	۱/۵۵ lm	۱۶/۵۰ de	۶/۱۳ gh	۱۶۰۰/۰ l
برداشت دوم × بسته بندی دوم × هفته چهارم	۵۱/۸۳ i	۱/۳۵ o	۱۷/۱۷ c	۶/۳۵ cd	۱۶۳۵/۰ j
برداشت سوم × بسته بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۵۶/۵۰ a	۲/۱۱ e	۱۵/۱۷ gh	۵/۸۱ l-n	۱۶۰۵/۰ k
برداشت سوم × بسته بندی اول × هفته اول	۵۵/۵۰ b	۱/۷۸ j	۱۵/۵۰ fg	۵/۹۰ k	۱۶۶۰/۰ h
برداشت سوم × بسته بندی اول × هفته دوم	۵۴/۵۰ d	۱/۴۶ n	۱۶/۳۳ e	۶/۰۸ i	۱۷۰۷/۰ e
برداشت سوم × بسته بندی اول × هفته سوم	۵۲/۵۰ h	۱/۰۵ q	۱۷/۱۷ c	۶/۲۶ e	۱۷۵۰/۰ c
برداشت سوم × بسته بندی اول × هفته چهارم	۵۱/۵۰ j	۰/۶۰ s	۱۸/۱۷ b	۶/۴۵ b	۱۸۰۵/۰ a
برداشت سوم × بسته بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۵۶/۵۰ a	۲/۱۱ e	۱۵/۱۷ gh	۵/۸۱ l-n	۱۶۰۵/۰ k
برداشت سوم × بسته بندی دوم × هفته اول	۵۵/۵۰ b	۱/۸۵ hi	۱۵/۸۳ f	۵/۹۶ j	۱۶۳۵/۰ j
برداشت سوم × بسته بندی دوم × هفته دوم	۵۴/۵۰ d	۱/۶۰ kl	۱۶/۸۳ cd	۶/۱۵ g	۱۶۷۵/۰ g
برداشت سوم × بسته بندی دوم × هفته سوم	۵۳/۶۷ f	۱/۳۵ o	۱۸/۰ b	۶/۳۳ d	۱۷۲۰/۰ d
برداشت سوم × بسته بندی 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 غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ توسط آزمون دانکن می‌باشد.

گروه‌بندی بر اساس ویژگی‌های کیفی میوه زردآلو شامل عطر و طعم میوه، چروکیدگی پوست، ژله‌ای شدن گوشت، میزان فساد و دندروگرام به دست آمده از تجزیه خوشه‌ای برای میوه‌های رقم ’سهند۹۷‘ با استفاده از میانگین داده‌های اندازه‌گیری شده در شکل دو نشان داده شده است. برش دندروگرام یاد شده از فاصله پنج اقلیدوسی تیمارهای بکار رفته را به چهار گروه جداسازی نمود. میوه‌های رقم ’سهند۹۷‘ با برداشت در هر سه مرحله اول، دوم و سوم در جعبه‌های فاقد پوشش و یا دارای پوشش پلی‌اتیلن 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 نبوده است.



شکل ۲: دندروگرام ویژگی‌های کیفی میوه در رابطه با زمان برداشت، روش بسته‌بندی و مدت انبارمانی در زردآلوی رقم 'سهند۹۷'

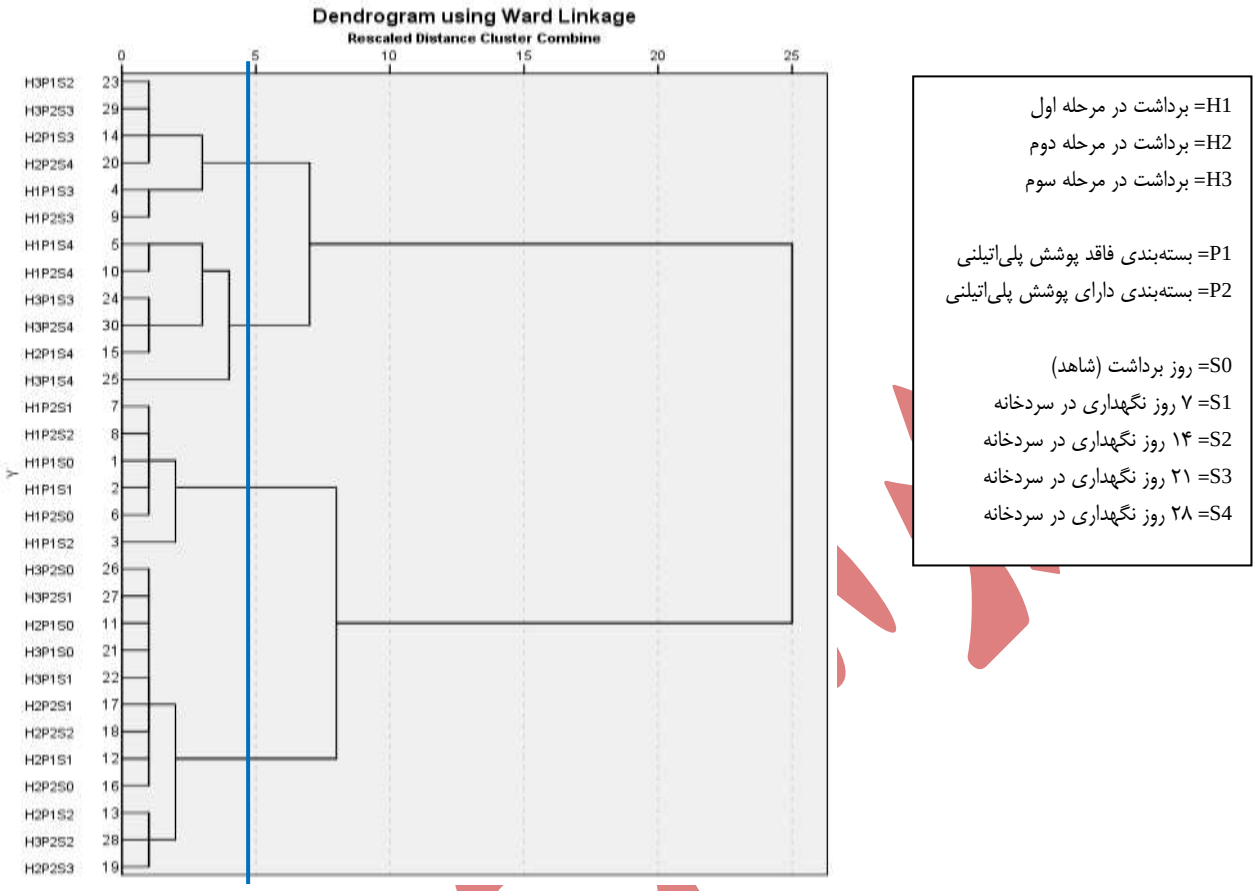
جدول دو مقایسه میانگین‌های اثر متقابل زمان برداشت، روش بسته‌بندی و مدت نگهداری میوه‌ها در سردخانه برای رقم 'سهند۹۷' را نشان می‌دهد. بیشترین مقادیر وزن میوه در روز برداشت مرحله سوم و قبل از بسته‌بندی میوه‌ها مشاهده شد (بنابراین مقادیر برای هر دو روش بسته‌بندی یکسان می‌باشد). کمترین مقادیر وزن میوه به میوه‌های برداشت شده در مرحله اول با بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن پس از چهار هفته نگهداری در سردخانه مربوط بود. برای رقم 'سهند۹۷' نیز هرچه میوه‌ها دیرتر از درخت برداشت شدند (برداشت مرحله سوم)، نسبت به برداشت زود هنگام (برداشت مرحله اول) وزن میوه 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 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 (TSS) به میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم که در جعبه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن چهار هفته در سردخانه نگهداری شدند و کمترین آن به میوه‌های چیده شده در روز برداشت مرحله اول (قبل از انجام بسته‌بندی) مربوط بود. بیشترین مقادیر pH عصاره میوه در میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم که در جعبه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن چهار هفته در سردخانه نگهداری شدند و بیشترین مقادیر EC عصاره میوه در میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم که در جعبه‌های فاقد پوشش پلی‌اتیلن چهار هفته در سردخانه نگهداری شدند، مشاهده گردید. کمترین مقادیر pH و EC عصاره میوه در میوه‌های چیده شده در روز برداشت مرحله اول و قبل از انجام بسته‌بندی مشاهده گردید.

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

تیمار	وزن میوه (g)	سفتی گوشت میوه (kg/cm2)	TSS (% Brix)	pH	EC (µS/cm)
برداشت اول × بسته بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۴۹/۲۷ h	۸/۲۵ a	۱۷/۵۰ p	۵/۱۶ n	۱۳۲۰/۰ z
برداشت اول × بسته بندی اول × هفته اول	۴۸/۱۷ k	۶/۱۵ c	۱۸/۳۳ o	۵/۲۵ m	۱۳۶۰/۰ x
برداشت اول × بسته بندی اول × هفته دوم	۴۷/۳۳ m	۴/۷۶ f	۱۸/۶۷ o	۵/۳۱ l	۱۴۰۵/۰ v
برداشت اول × بسته بندی اول × هفته سوم	۴۶/۱۷ n	۳/۷۳ k	۱۹/۳۳ mn	۵/۴۶ k	۱۴۵۰/۰ s
برداشت اول × بسته بندی اول × هفته چهارم	۴۴/۵۰ o	۲/۸۰ r	۱۹/۸۳ kl	۵/۵۶ j	۱۵۰۵/۰ n
برداشت اول × بسته بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۴۹/۱۷ h	۸/۲۵ a	۱۷/۵۰ p	۵/۱۶ n	۱۳۲۰/۰ z
برداشت اول × بسته بندی دوم × هفته اول	۴۸/۳۳ jk	۶/۶۳ b	۱۸/۳۳ o	۵/۲۶ m	۱۳۵۰/۰ y
برداشت اول × بسته بندی دوم × هفته دوم	۴۷/۶۷ l	۵/۳۰ e	۱۹/۱۷ n	۵/۴۳ k	۱۳۸۵/۰ w
برداشت اول × بسته بندی دوم × هفته سوم	۴۷/۱۷ m	۴/۲۰ i	۱۹/۶۷ lm	۵/۶۳ i	۱۴۲۰/۰ u
برداشت اول × بسته بندی دوم × هفته چهارم	۴۶/۳۳ n	۳/۲۳ o	۲۰/۳۳ j	۵/۷۳ f	۱۴۶۵/۰ q
برداشت دوم × بسته بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۵۱/۸۳ c	۶/۰۶ d	۱۹/۵۰ l-n	۵/۴۶ k	۱۴۳۰/۰ t
برداشت دوم × بسته بندی اول × هفته اول	۵۰/۸۳ ef	۴/۳۸ h	۲۰/۱۷ jk	۵/۵۸ j	۱۴۷۵/۰ p
برداشت دوم × بسته بندی اول × هفته دوم	۴۹/۳۳ h	۳/۶۶ l	۲۱/۰ i	۵/۷۱ fg	۱۵۲۰/۰ m
برداشت دوم × بسته بندی اول × هفته سوم	۴۸/۱۷ k	۳/۱۵ p	۲۱/۸۳ h	۵/۸۱ e	۱۵۷۰/۰ k
برداشت دوم × بسته بندی اول × هفته چهارم	۴۷/۱۷ m	۲/۳۵ t	۲۲/۵۰ g	۵/۹۰ d	۱۶۱۵/۰ g
برداشت دوم × بسته بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۵۱/۸۳ c	۶/۰۶ d	۱۹/۵۰ l-n	۵/۴۶ k	۱۴۳۰/۰ t
برداشت دوم × بسته بندی دوم × هفته اول	۵۰/۸۳ ef	۴/۶۸ g	۲۰/۸۳ i	۵/۵۸ j	۱۴۶۰/۰ r
برداشت دوم × بسته بندی دوم × هفته دوم	۵۰/۶۷ f	۴/۰۶ j	۲۱/۶۷ h	۵/۶۸ gh	۱۵۰۰/۰ o
برداشت دوم × بسته بندی دوم × هفته سوم	۴۹/۸۳ g	۳/۵۱ m	۲۲/۶۷ g	۵/۸۸ d	۱۵۴۵/۰ l
برداشت دوم × بسته بندی دوم × هفته چهارم	۴۹/۰ hi	۲/۹۳ q	۲۳/۶۷ ef	۶/۰ c	۱۵۹۰/۰ i
برداشت سوم × بسته بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۵۳/۶۷ a	۴/۰۳ j	۲۲/۶۷ g	۵/۶۶ hi	۱۵۴۵/۰ l
برداشت سوم × بسته بندی اول × هفته اول	۵۲/۶۷ b	۳/۳۱ n	۲۳/۳۳ f	۵/۷۸ e	۱۵۹۵/۰ h
برداشت سوم × بسته بندی اول × هفته دوم	۵۱/۱۷ de	۲/۸۱ r	۲۴/۰ de	۵/۸۸ d	۱۶۴۵/۰ e
برداشت سوم × بسته بندی اول × هفته سوم	۴۹/۸۳ g	۲/۳۸ t	۲۴/۳۳ cd	۶/۰۱ c	۱۷۰۰/۰ c
برداشت سوم × بسته بندی اول × هفته چهارم	۴۸/۶۷ ij	۱/۹۰ u	۲۴/۸۳ b	۶/۱۶ b	۱۷۴۵/۰ a
برداشت سوم × بسته بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۵۳/۶۷ a	۴/۰۳ j	۲۲/۶۷ g	۵/۶۶ hi	۱۵۴۵/۰ l
برداشت سوم × بسته بندی دوم × هفته اول	۵۳/۰ b	۳/۵۵ m	۲۳/۳۳ f	۵/۷۸ e	۱۵۸۰/۰ j
برداشت سوم × بسته بندی دوم × هفته دوم	۵۲/۱۷ c	۳/۱۵ p	۲۴/۳۳ cd	۵/۹۸ c	۱۶۲۰/۰ f
برداشت سوم × بسته بندی دوم × هفته سوم	۵۱/۳۳ d	۲/۷۱ s	۲۴/۶۷ bc	۶/۱۳ b	۱۶۷۰/۰ d
برداشت سوم × بسته بندی 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 غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ توسط آزمون دانکن می‌باشد.

گروه‌بندی بر اساس ویژگی‌های کیفی میوه زردآلو شامل عطر و طعم میوه، چروکیدگی پوست، ژله‌ای شدن گوشت، میزان فساد و دندروگرام به دست آمده از تجزیه خوشه‌ای برای میوه‌های رقم 'اردوباد۹۰' (شاهد) با استفاده از میانگین داده‌های اندازه‌گیری شده در شکل سه نشان داده شده است. برش دندروگرام یاد شده از فاصله پنج اقلیدوسی تیمارهای بکار رفته را به چهار گروه جداسازی نمود. میوه‌های رقم 'اردوباد ۹۰' 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 ویژگی‌های کیفی مرتبط با فساد میوه در رابطه با زمان برداشت، روش بسته‌بندی و مدت انبارمانی رقم 'اردوباد۹۰' زردآلو

جدول سه مقایسه میانگین‌های اثر متقابل زمان برداشت، روش بسته‌بندی و مدت نگهداری میوه‌ها در سردخانه برای رقم 'اردوباد۹۰' را نشان می‌دهد. 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 به میوه‌های برداشت شده در مرحله اول با بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن پس از چهار هفته نگهداری در سردخانه مربوط بود. برای رقم 'اردوباد۹۰' نیز هرچه میوه‌ها دیرتر از درخت برداشت شدند (برداشت مرحله سوم)، نسبت به برداشت زود هنگام (برداشت مرحله اول) وزن میوه 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 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 (TSS) به میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم که در جعبه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن چهار هفته در سردخانه نگهداری شدند و کمترین آن به میوه‌های چیده شده در روز برداشت مرحله اول (قبل از انجام بسته‌بندی) و همچنین به میوه‌های برداشت شده در مرحله اول با بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن پس از یک هفته نگهداری در سردخانه مربوط بود. بیشترین مقادیر pH عصاره میوه در میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم که در جعبه‌های دارای پوشش پلی‌اتیلن چهار هفته در سردخانه نگهداری شدند و بیشترین مقادیر EC عصاره میوه در

میوه‌های برداشت شده در مرحله سوم که در جعبه‌های فاقد پوشش پلی‌اتیلن چهار هفته در سردخانه نگهداری شدند، مشاهده گردید. کمترین مقادیر pH و EC عصاره میوه در میوه‌های چیده شده در روز برداشت مرحله اول و قبل از انجام بسته‌بندی مشاهده گردید.

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های صفات کمی میوه زردآلوی رقم 'اردوباد۹۰' در ترکیبات تیماری زمان برداشت، روش بسته‌بندی و مدت انبارمانی

تیمار	وزن میوه (g)	سفتی گوشت میوه (kg/cm2)	TSS (% Brix)	pH	EC (µS/cm)
برداشت اول × بسته بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۵۱/۵۰ g	۵/۱۵ a	۱۹/۸۳ s	۵/۳۶ r	۱۴۹۵/۰ x
برداشت اول × بسته بندی اول × هفته اول	۵۰/۶۷ h	۳/۶۸ c	۲۰/۱۷ s	۵/۴۶ q	۱۵۵۳/۰ v
برداشت اول × بسته بندی اول × هفته دوم	۴۹/۵۰ jk	۲/۹۰ g	۲۰/۸۳ qr	۵/۵۸ o	۱۵۸۵/۰ t
برداشت اول × بسته بندی اول × هفته سوم	۴۸/۰ m	۲/۵۱ h	۲۱/۱۷ pq	۵/۶۸ m	۱۶۳۵/۰ q
برداشت اول × بسته بندی اول × هفته چهارم	۴۷/۰ n	۱/۹۳ k	۲۲/۰ o	۵/۸۳ k	۱۶۸۵/۰ m
برداشت اول × بسته بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۵۱/۵۰ g	۵/۱۵ a	۱۹/۸۳ s	۵/۳۶ r	۱۴۹۵/۰ x
برداشت اول × بسته بندی دوم × هفته اول	۵۰/۶۷ h	۴/۰۱ b	۲۰/۶۷ r	۵/۵۱ p	۱۵۳۵/۰ w
برداشت اول × بسته بندی دوم × هفته دوم	۵۰/۰ i	۳/۲۶ d	۲۱/۳۳ p	۵/۶۱ no	۱۵۷۰/۰ u
برداشت اول × بسته بندی دوم × هفته سوم	۴۹/۱۷ k	۲/۸۶ g	۲۲/۱۷ o	۵/۷۸ l	۱۶۱۰/۰ s
برداشت اول × بسته بندی دوم × هفته چهارم	۴۸/۵۰ l	۲/۲۸ i	۲۲/۶۷ n	۵/۹۳ i	۱۶۶۵/۰ n
برداشت دوم × بسته بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۵۴/۱۷ d	۳/۶۵ c	۲۳/۶۷ m	۵/۶۳ n	۱۶۱۵/۰ r
برداشت دوم × بسته بندی اول × هفته اول	۵۳/۱۷ e	۲/۸۵ g	۲۴/۱۷ l	۵/۷۸ l	۱۶۵۵/۰ o
برداشت دوم × بسته بندی اول × هفته دوم	۵۲/۰ f	۲/۲۸ i	۲۴/۵۰ l	۵/۸۸ j	۱۷۰۰/۰ l
برداشت دوم × بسته بندی اول × هفته سوم	۵۰/۶۷ h	۱/۸۶ l	۲۵/۰ k	۶/۰۳ g	۱۷۵۰/۰ j
برداشت دوم × بسته بندی اول × هفته چهارم	۴۹/۶۷ ij	۱/۳۶ p	۲۵/۶۷ hi	۶/۲۳ e	۱۸۰۰/۰ f
برداشت دوم × بسته بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۵۴/۱۷ d	۳/۶۵ c	۲۳/۶۷ m	۵/۶۳ n	۱۶۱۵/۰ r
برداشت دوم × بسته بندی دوم × هفته اول	۵۳/۳۳ e	۳/۰۸ e	۲۴/۳۳ l	۵/۸۰ kl	۱۶۴۵/۰ p
برداشت دوم × بسته بندی دوم × هفته دوم	۵۳/۰ e	۲/۵۱ h	۲۵/۱۷ jk	۵/۹۶ hi	۱۶۸۵/۰ m
برداشت دوم × بسته بندی دوم × هفته سوم	۵۲/۱۷ f	۲/۱۱ j	۲۵/۵۰ ij	۶/۱۱ f	۱۷۲۵/۰ k
برداشت دوم × بسته بندی دوم × هفته چهارم	۵۱/۱۷ g	۱/۶۶ n	۲۶/۵۰ ef	۶/۳۳ d	۱۷۶۵/۰ h
برداشت سوم × بسته بندی اول × روز برداشت (شاهد)	۵۶/۵۰ a	۳/۰۱ f	۲۵/۵۰ ij	۵/۸۸ j	۱۷۲۵/۰ k
برداشت سوم × بسته بندی اول × هفته اول	۵۵/۵۰ b	۲/۳۱ i	۲۶/۰ gh	۶/۰ gh	۱۷۷۵/۰ g
برداشت سوم × بسته بندی اول × هفته دوم	۵۴/۰ d	۱/۷۶ m	۲۶/۳۳ fg	۶/۰۸ f	۱۸۱۵/۰ e
برداشت سوم × بسته بندی اول × هفته سوم	۴۳/۰ e	۱/۴۶ o	۲۶/۸۳ de	۶/۲۳ e	۱۸۶۵/۰ c
برداشت سوم × بسته بندی اول × هفته چهارم	۵۲/۰ f	۱/۱۰ r	۲۷/۳۳ bc	۶/۴۳ b	۱۹۱۰/۰ a
برداشت سوم × بسته بندی دوم × روز برداشت (شاهد)	۵۶/۵۰ a	۳/۰۱ f	۲۵/۵۰ ij	۵/۸۸ j	۱۷۲۵/۰ k
برداشت سوم × بسته بندی دوم × هفته اول	۵۵/۸۳ b	۲/۵۱ h	۲۶/۰ gh	۶/۰۳ g	۱۷۶۰/۰ i
برداشت سوم × بسته بندی دوم × هفته دوم	۵۴/۸۳ c	۲/۰۶ j	۲۷/۰ cd	۶/۲۳ e	۱۸۰۰/۰ f
برداشت سوم × بسته بندی دوم × هفته سوم	۵۴/۱۷ d	۱/۶۸ n	۲۷/۶۷ ab	۶/۳۸ c	۱۸۴۵/۰ d
برداشت سوم × بسته بندی 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 غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ توسط آزمون دانکن می‌باشد.

جدول چهار 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 دو سال این مطالعه حاصل شده است.

جدول ٤: 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	برداشت اول	بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۷
			بسته‌بندی دارای پوشش پلی‌اتیلن	۱۴
		برداشت دوم	بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۱۴
			بسته‌بندی دارای پوشش پلی‌اتیلن	۱۴
		برداشت سوم	بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۷
			بسته‌بندی دارای پوشش پلی‌اتیلن	۱۴

۲	سهند ۹۷	برداشت اول	بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۲۸
			بسته‌بندی دارای پوشش پلی‌اتیلن	۲۸
		برداشت دوم	بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۲۸
			بسته‌بندی دارای پوشش پلی‌اتیلن	۲۸
		برداشت سوم	بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۲۸
			بسته‌بندی دارای پوشش پلی‌اتیلن	۲۸
۳	اردوباد ۹۰	برداشت اول	بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۲۱
			بسته‌بندی دارای پوشش پلی‌اتیلن	۲۱
		برداشت دوم	بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۲۱
			بسته‌بندی دارای پوشش پلی‌اتیلن	۲۸
		برداشت سوم	بسته‌بندی فاقد پوشش پلی‌اتیلن	۱۴
			بسته‌بندی دارای پوشش پلی‌اتیلن	۲۱

در میان رقم‌های مورد مطالعه، رقم 'سهند۹۷' بیشترین و رقم 'درخشان' کمترین قابلیت نگهداری میوه زردآلو در سردخانه را دارا بودند. میوه‌های رقم 'سهند۹۷' به دلیل دارا بودن عمر انبارمانی چشمگیر، از نظر زمان برداشت و نیز نوع پوشش بسته‌بندی لااقل در ۲۸ روز دوره نگهداری در سردخانه اختلاف معنی‌داری نشان ندادند، هر چند 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 بوده و نیز استفاده از پوشش پلی‌اتیلن در بسته‌بندی میوه‌ها برای افزایش عمر انبارمانی آنها موثر بوده است.

نتایج برای محاسبه شاخص‌های تعداد روز پس از مرحله تمام‌گل تا برداشت محصول و مجموع واحدهای حرارتی بر حسب درجه روز از مرحله تمام‌گل تا برداشت محصول برای تعیین زمان مناسب برداشت در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه زردآلو برای سال ۱۳۹۸ در جدول پنج 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 'سهند۹۷' بعد از سپری شدن ۹۸ روز از مرحله تمام‌گل، قابل برداشت بوده (دیررس) و به ۱۳۷۵/۷ درجه روز واحد حرارتی نیاز داشتند. میوه‌های رقم 'درخشان' که یک ژنوتیپ زودرس محسوب می‌شود، قابلیت انبارمانی ضعیف داشتند. از سوی دیگر میوه‌های رقم 'سهند۹۷' که یک رقم نسبتا دیررس محسوب می‌شود، قابلیت انبارمانی چشمگیری داشتند، بطوریکه زمان برداشت و روش بسته‌بندی حداقل در ۲۸ روز نگهداری آنها در سردخانه بر کاهش کیفیت میوه‌ها و فساد آنها تاثیر نداشت.

جدول ۵: زمان گلدهی، زمان برداشت، تعداد روز بعد از مرحله تمام‌گل (DAFB) و مجموع واحد حرارتی بر حسب درجه روز (GDD) از مرحله تمام‌گل تا برداشت محصول در ارقام مورد مطالعه زردآلو

ردیف	رقم	تاریخ تمام‌گل	تاریخ برداشت	DAFB	GDD
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	۱۲۴۱/۶

بحث

نتایج آزمایش‌ها نشان داد که در رقم‌های 'درخشان' و 'اردوباد۹۰' زمان برداشت میوه و روش بسته‌بندی بر کیفیت و عمر انبارمانی میوه زردآلو تاثیر داشته است. در این دو رقم، مناسب‌ترین زمان برداشت میوه، مرحله دوم برداشت یعنی زمانی بود که رنگ پوست میوه زمینه زرد رنگ با لکه‌های سبز داشته باشد. میوه‌های رقم 'سهند۹۷' از نظر زمان برداشت و نوع پوشش بسته‌بندی حداقل در مدت ۲۸ روز نگهداری در سردخانه اختلاف معنی‌داری نشان نداده 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 'سهند۹۷' یک رقم دیررس می‌باشد که نسبت به سایر ارقام تجاری زردآلو سفتی بافت میوه بیشتری دارد 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 'اردوباد۹۰' 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 TSS، pH و EC 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 به شمار می‌روند (زرین‌بال و همکاران، ۱۳۹۲ ب؛ Rebeaud *et al*., 2019). آیور و همکاران[1] (۲۰۱۶) گزارش کردند که در زردآلو اسید قابل تیتراسیون[2] میوه از مرحله نیمه‌رسیده تا رسیدن تجاری و رسیدن کامل کاهش ولی pH و میزان مواد جامد محلول افزایش می‌یابد و شرایط را برای توسعه طعم زردآلو مهیا می‌سازد.

در زردآلو به عنوان یکی از میوه‌های فرازگرا، فاصله زمانی بین مرحله رسیدگی و فساد میوه بسیار اندک است که احتمالا واکنش-پذیری 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 and Eslami, 2005). به نظر می‌رسد که انتشار اتیلن نسبتا 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 می‌باشند (Mastilovic *et al*., 2022) که باعث افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها می‌شود. نشان داده شده است که ارقام مختلف زردآلو از نظر قابلیت انبارمانی میوه با یکدیگر تفاوت دارند. در یک آزمایش، قابلیت انبارمانی میوه برای چهار رقم تجاری زردآلو شامل 'قرمز شاهرود'، 'قربان مراغه'، 'اردوباد' و 'نصیری' مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که برداشت میوه این ارقام زمانی که رنگ پوست میوه زمینه زرد با لکه‌های سبز داشت، مناسب‌ترین زمان بوده و بسته‌بندی آنها با استفاده از پوشش پلی‌اتیلنی در افزایش عمر انباری آنها اثر معنی‌داری داشته است؛ بطوری‌که در این شرایط 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 (زرین‌بال و همکاران، ۱۳۸۹). 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 (زرین‌بال و همکاران، ۱۳۸۹). ربیود و همکاران[3] (۲۰۲۳) نشان دادند که 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 (TA) میوه زردآلو اثر معنی‌داری داشته است. بنابراین، برای افزایش عمر انبارمانی زردآلو رویکردهای چندپارامتری یعنی توجه به نوع رقم، مرحله بلوغ میوه، مدت زمان و شرایط انبارمانی ضروری است (Rebeaud *et al*., 2019). نشان داده شده است که ویژگی‌های میوه زردآلو شامل محتوای مواد جامد محلول، اسیدیته، مقادیر قندها، اسیدهای آلی و سفتی بافت میوه بطور موثری تحت تاثیر مرحله بلوغ میوه در زمان برداشت، مدت زمان انبارمانی و دمای سردخانه قرار می‌گیرد (Fan *et al*., 2018) که مطابق با نتایج این تحقیق می‌باشد. نتایج مطالعات قبلی در مورد اثر زمان برداشت میوه، نوع رقم و روش بسته‌بندی بر کیفیت و عمر انبارمانی میوه زردآلو در ارقام 'قرمز شاهرود' و'مراغه‌ای ۹۰' در دسترس می‌باشد (زرین‌بال و همکاران، ۱۳۹۲ الف و ۱۳۹۲ ب).

[1]. Ayor *et al*.
[2]. Titratable acidity
[3]. Rebeaud *et al*.

همچنین نتایج این تحقیق نشـان داد که در رقم‌های مورد مطالعه، اسـتفاده از پوشـش پلی‌اتیلن در بسـته‌بندی میوه‌های زردآلو (اتمســفر تغییر یافته غیر فعال) به افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها منجر گردید. این نتایج با گزارش‌های محققین دیگر در این زمینه مطابقت داشت (Yunusoglu *et al*., 2023). روش بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته شامل استفاده از پوشش پلی‌اتیلنی با نفوذپذیری معین برای گازها جهت بسته‌بندی محصولات کشاورزی بکار می‌رود (Koyuncu and Can, 2000). کاربرد پوشش‌های پلی‌اتیلنی با نفوذپذیری نسبی در بسته‌بندی میوه‌ها موجب تغییر گازهای اتمسفر داخل بسته‌بندی و افزایش غلظت CO_2 و کاهش غلظت O_2 به دنبال تنفس میوه‌های درون بسته‌بندی می شود (Pretel *et al*., 2000; Lee *et al*., 2008). در میوه‌های فرازگرا مانند زردآلو اتمسفر غنی از CO_2 و دارای O_2 اندک تولید اتیلن را کاهش می‌دهد و منجر به افزایش طول دوره انبارمانی میوه‌ها می‌گردد (Dorostkar *et al*., 2022). دانسته شده است که غلظت زیاد CO_2 بر شدت مصرف O_2 موثر است. آنها بعنوان بازدارنده فعالیت اتیلن عمل می‌کنند و از ســنتز خود به خودی اتیلن در برخی از میوه‌ها مانند زردآلو، آووکادو، گلابی، انجیر و موز ممانعت می‌نمایند (Lee *et al*., 2008; Moradinezhad and Dorostkar, 2021). مرادی‌نژاد و جهانی (۲۰۱۶) گزارش دادند که پس از شش هفته نگهداری در اتمسفر تغییر یافته غیر فعال در دمای ۰/۵+ درجه سانتی‌گراد، میوه زردآلو به طور قابل توجهی سفتی کمتری در مقایسه با شاهد از دست داده است. حفظ سـفتی میوه زردآلو در طول زمان انبارمانی آن به نوع و ضـخامت پوشـش بسـته‌بندی و همچنین دمای انبارمانی بسـتگی دارد (Peano *et al*., 2014). ترکیب اتمسفر درون بسته‌بندی به نوع رقم، نفوذپذیری پوشش بسته‌بندی و دما بستگی دارد. افزایش دما نیز بر ترکیب اتمسفر درون بسته‌بندی موثر است و با افزایش دما میزان اکسیژن کاهش و میزان دی اکسید کربن افزایش می‌یابد.

مطالعه تغییرات در ساختمان و ترکیب دیواره سلولی در طول دوره رسیدگی میوه، پایه و اساس نگهداری بافت میوه می‌باشد. روند افزایشی EC عصاره میوه در طول دوره انبارمانی، نشان‌دهنده نشت کاتیون‌ها از غشای سیتوپلاسمی سلول‌های بافت میوه می‌باشد که تخریب غشای سلولی را نمایان می سازد (Jooste, 2002). تغییر در پلی ساکاریدهای دیواره سلولی میوه در تغییر بافت میوه نقش اساسی دارد که در طول فرآیند رسیدگی میوه اتفاق می‌افتد. بروز تغییراتی در یکپارچگی و اتصال عرضی پلی‌ساکاریدهای پکتینی در دوره رسـیدگی میوه به نرم شـدن بافت میوه و کاهش سـفتی میوه منجر می‌شـود. این فرآیند به قابلیت انحلال و هیدرولیز شـدن پکتین‌ها در تیغه میانی دیواره سـلولی نسـبت داده شـده اسـت (Haciseferogullari *et al*., 2007). فعالیت آنزیم پلی‌گالاکتروناز[1] به هیدرولیز پکتین دیواره سـلولی منجر شـده و بنظر می‌رسـد که قابلیت انحلال پکتین را فراهم می‌آورد. در حالیکه آنزیم پکتین متیل استراز[2] چسبیدن کاتیون‌ها در دیواره سلولی و فعالیت سریع دیگر هیدرولازهای دیواره سلولی را تنظیم می‌کند. بنابراین کاتیون‌ها 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 می‌گیرند و استفاده از بازدارنده‌های اتیلن به کاهش پراکسیداسیون لیپیدها، بهبود فعالیت آنتی اکسیدانی، تاخیر در نرم شدن میوه و متعاقبا حفظ کیفیت میوه و افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها منجر می‌شود (Wu *et al*. 2015; Gouble *et al*., 2005). از سوی دیگر، به نظر می‌رسد میزان مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون مستقل از اثر اتیلن بوده و تحت تاثیر بازدارنده‌های اتیلن قرار ندارند. از میان مواد معطره، استرها و آلدئیدها رفتار وابسته به اتیلن نشان می‌دهند ولی الکل‌ها و ترپن‌ها تحت تاثیر بازدارنده‌های اتیلن قرار نمی‌گیرند (Valdes *et al*., 2009). مقادیر بالایی از ترکیبات فنلی در میوه‌های نارس زردآلو وجود دارد (Kalyoncu *et al*. 2009). تنوع در ترکیبات معطر میوه زردآلو بیشتر به نوع رقم، مرحله بلوغ میوه و مدت انبارمانی بستگی دارد. اوبرت و کانفوران[3] (۲۰۰۷) افزایش قابل توجهی در مقادیر لاکتون‌ها، استرها و ترکیبات ترپنیک‌زا در مرحله بلوغ میوه و پس از برداشت زردآلو را گزارش نمودند. طی فرآیند رسیدگی میوه زردآلو، کلروپلاست‌ها به موازات تجزیه کلروفیل به کروموپلاست ها تبدیل شده و کارتنوئیدها

[1]. Polygalacturonase (PG)
[2]. pectin methylesterases (PME)
[3]. Aubert and Chanforan

سنتز می‌شوند و منجر به توسعه رنگ‌های زرد و نارنجی می‌شود (Hortensteiner, 2006). بلوغ میوه تاثیر مهمی بر تکامل محتوای رنگدانه دارد و در حالیکه رنگ سطح میوه در ابتدا سبز است، 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 که تغییرات بوجود 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 مورد توجه می‌باشد.

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 بود، به طوری که در این شرایط میوه این رقم‌ها به ترتیب تا ۱۴ و ۲۸ روز با کیفیت مناسب در سردخانه با دمای ۲+ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵٪ قابل نگهداری بودند. میوه‌های رقم 'سهند۹۷' از نظر زمان برداشت و نیز نوع پوشش بسته‌بندی حداقل در ۲۸ روز دوره نگهداری در سردخانه اختلاف معنی‌داری نشان نداده و عمر انبارمانی طولانی‌تری داشتند، هر چند که برداشت مرحله دوم و سوم در این رقم از نظر ویژگی‌های عطر و طعم میوه برتری داشت.

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.، بایبوردی، احمد.، محمدی مزرعه، حسین.، سلیمانی، جابر.، شهنوازی، علی.، محمدی‌پور، محمد.، طباطبایی, محمد.، مسلمی کلجاهی، حسن.، آذری نژاد، طاها.، زرگری‌پور، پریسا.، ایروانی، افشین. و بینا، 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.

زرین‌بال، محمد.، دباغ محمدی نسب، عادل. و رسولی پیروزیان، راحله. (۱۳۹۲ الف). اثر زمان برداشت و روش بسته‌بندی بر کیفیت و عمر انباری میوه زردآلوی رقم قربان مراغه. *مجله تولیدات گیاهی*، ۳۶(۱)، ۱-۱۱.

زرین‌بال، محمد.، دباغ محمدی نسب، عادل. و رسولی پیروزیان، راحله. (۱۳۹۲ ب). اثر بلوغ میوه و نوع بسته‌بندی بر عمر انباری میوه زردآلوی رقم قرمز شاهرود. *مجله تولیدات گیاهی*، ۳۶(۲)، ۱۲۳-۱۳۳.

زرین‌بال، محمد.، سلیمانی، جابر.، اسکندری، سعداله.، دباغ محمدی نسب، عادل. و رسولی پیروزیان، راحله. (۱۳۸۹). تاثیر زمان برداشت و بسته‌بندی 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 زرین‌بال، محمد. (۱۴۰۱). مقایسه اثر نگهدارندگی کاه و برخی جاذب‌های اتیلنی در بسته‌بندی میوه زردآلو. *نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی*، ۳۲(۱)، ۱۰۸-۹۳.

سلیمانی، جابر. و مظفری، منصوره. (۱۳۹۹). افزایش انبارمانی زردآلو رقم قرمز شاهرود با استفاده از اتمسفر تغییر یافته. *نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی*، ۳۰(۳)، ۷۶-۶۵.

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 Horticultutae*. 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. & Eslami Z.S. (2005). 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*. 31 January-2 February. pp: 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: Lee, D.S., Yam, K.L. and Piergiovanni, L. (Eds). *Food Packaging Science and Technology*. CRC Press, Taylor & Francis Group. 1, 445 - 473.

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: Mir, S.A., Ahmad Shah, M., Mir, M.M. and (eds.), *Postharvest Biology and Technology of Temperate Fruits*. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature. pp.415.

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., Bybordi, A., Mohammadi Mazraeh, H., Soleimani, J., Shahnavazi, A., Mohammadypour, M.,

Tabatabaee, S. M., Moslemi, H., Azarinejad, T., Zargaripour, P., Iravani, A. & 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 vegtables, 6th ed. [2016]. *Shiraz University, Publishing Center*. Shiraz, (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/ doi: 10.1007/s13197-014-1288-8

Yunusoglu, S.V. & Ekinci, 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/ DOI:10.1007/s10341-023-00829-4

Zarrinbal, M., Dabbagh Mohammadinasab, A. & Rasouli Pirouzian, R. (2012). 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. (2012). 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).

The effects of harvesting time and packing method on the storability of two new apricot cultivars 'Derakhshan' and 'Sahand 97'

ABSTRACT

To earn more money from the apricot fruit marketing, consideration of harvesting time and packing method is important. This research was done to determine the best harvesting time and packing method of apricot fruit. Fruits of 'Derakhshan' and 'Sahand 97' cultivars with the commercial cultivar 'Ordoubad 90' (as control), were harvested in three stages of ripening based on the fruit's skin color index. The first harvest was occurred when fruit's skin had a predominantly green background with yellowish tinges, second and third harvests were coincided with yellow background with green tinges and yellow-orange background color of fruits. Fruits were packed with polyethylene cover or without it, and were stored at +2 ˚C and 85% RH for 0 (control), 7, 14, 21 and 28 days. Fruit weight, fruit firmness, total soluble solids, pH and electrical conductivity of fruit extract were measured. Optimum harvest time was according to yellow background with green tinges of fruit's skin and polyethylene packaging prolonged its storage life. Fruits of 'Derakhshan' and 'Ordoubad 90' could be cold-stored with suitable quality for 14 and 28 days, respectively. 'Sahand 97' had a notable storage life and did not show significant differences in harvesting time and packaging method at least for 28 days after storage. By delaying in harvest, shriveling, gel breakdown and decay of fruits increased considerably. Also, fruit firmness reduced and total soluble solids, pH and electrical conductivity of fruit extract raised up remarkably. Apricot fruit harvesting at the right stage with obtimized packaging increases its storage period.

Key words: Apricot, Harvesting time, Packaging, Storage life.

Extended Abstract

Introduction

Apricot fruit quality can be affected by fruit ripening stages and storage period. Fruit's skin color, flesh firmness, aroma, and taste are the most important quality features of apricot fruits. High respiration rate and rapid ripening process have significant influences on short storage period and shelf life of apricot. Thus, it should be offered to the market immediately after harvest. In order to earn more money from the supply of fresh apricot fruit to regional and foreign markets, it is essential to standardize the ripening stages of the fruit, determine the right time to harvest the product, and enhance its packaging. These standards are different according to the type of variety, planting area and market demands. This study was carried out to determine the optimum harvest time and packaging method of two new apricot cultivars to prolong their storage life and decline their wastes in northwest of Iran.

Material and methods

The fruits of two new apricot cultivars including 'Derakhshan' and 'Sahand 97' along with the commercial cultivar 'Ordoubad 90' (as control), were harvested in three stages of fruit ripening based on the fruit skin color index. The first harvest was occurred when fruit skin color had a predominantly green background with yellowish tinges, second and third harvests coincided with yellow background with green tinges and yellow-orange background color of fruits. Then fruits were packed by two methods including boxes with polyethylene cover or without it, and were stored at +2 ˚C and 85% RH for 0 (control), 7, 14, 21 and 28 days. After each storage period, fruits were tested for their quality attributes such as fruit taste, shriveling, gel breakdown and decay percentage. Other properties including of fruit weight, fruit firmness, total soluble solids, pH and electrical conductivity of fruit extract were measured and associated data were analyzed.

Results and discussion

Cluster analysis results related to quality traits of apricot fruits showed that finest harvest time of these cultivars was when the fruit skin color had a predominantly yellow background with green tinges and using of polyethylene packaging prolonged their storage life. This was synchronous with 72 days after full bloom equal to 841 growth degree days for 'Derakhshan', 98 days after full bloom equal to 1375 growth degree days for 'Sahand97', and 92 days after full bloom equal to 1241 growth degree days for 'Ordoubad 90' apricot cultivars. Under these conditions, the fruits of 'Derakhshan' and 'Ordoubad 90' cultivars could be cold-stored with suitable quality for up to 14 and 28 days, respectively. However, the fruits of 'Sahand 97' cultivar had a remarkable storage life and it did not show any significant differences in harvest time and packaging method at least in 28 days of cold storage period. Coincide with delay in harvest time and cold-storage duration, shriveling, gel breakdown and decay percentage of fruits increased significantly. ANOVA results of quantitative traits including fruit firmness, total soluble solids, pH and electrical conductivity of fruit extract in studied cultivars showed significant differences among treatments ($P \leq 0.01$). Fruits were picked at the first harvest were firmer on harvest day. By delaying of fruit harvesting and storage period, flesh firmness of fruits was declined in both packaging methods. However, the use of polyethylene packaging prolonged the fruit's storage life. Fruits of all cultivars that were picked at the third harvest had more total soluble solids, pH and electrical conductivity after 28 days cold-storage in both packaging methods. Fruits of 'Derakhshan' and 'Sahand 97' cultivars had the least and the most storage life, respectively. These results suggested that development in fruit ripening increased fruit respiration rate and ethylene production, so physiological and biochemical changes in fruits were created. Fruit color change, texture softening, starch breakdown, sugar increase, acidity decline and changes of flavor and taste are the most important variations of fruit ripening processes in apricot.

Conclusion

Results showed that the type of cultivar, harvesting time and packaging method had remarkable effects on quality and storage life of apricot fruits. According to results, optimum harvesting time of evaluated apricot cultivars was coincided with fruit skin color had a predominantly yellow background with green tinges and packaging them with polyethylene cover improved fruits storage life significantly.

غیرقابل استناد شده