

دستورالعمل فنی ۸

افزایش ماندگاری میوه‌های هسته‌دار (زردآلو، هلو، شلیل، شفتالو)

جابر سلیمانی و پروین شرایعی



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

دستورالعمل فنی:

افزایش ماندگاری میوه‌های هسته‌دار

(زردآلو، هلو، شلیل، شفتالو)

تهیه و تدوین:

جابر سلیمانی و پروین شرایعی

اعضای هیئت علمی مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی

آذربایجان شرقی و خراسان رضوی

سال انتشار:

۱۴۰۰



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



نوع نوشتار: دستورالعمل فنی
عنوان نوشتار: افزایش ماندگاری میوه‌های هسته‌دار (زردآلو، هلو، شلیل و شفتالو)
نگارنده: جابر سلیمانی و پروین شرایعی
ویراستار ادبی: محمدرضا داهی
صفحه‌آرا: سمیه وطن دوست
ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
شمارگان: محدود
نوبت چاپ: اول
سال انتشار: ۱۴۰۰



مسئولیت صحت مطالب با نگارنده است.

شماره ثبت ۶۰۲۹۵ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ۱۴۰۰/۰۷/۰۳

مخاطبان نشریه:

تکنسین‌ها و کارشناسان کشاورزی

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این دستورالعمل با:

- با فیزیولوژی میوه‌ها و تاثیر آن در نگهداری و بسته‌بندی میوه‌ها؛
- با اثرهای مطلوب درجه‌بندی و سورتینگ صحیح در نگهداری و بسته‌بندی میوه‌ها؛
- با انواع تیمارهای قبل از سردخانه‌گذاری و بسته‌بندی؛
- با انواع روش‌های پیش‌سرمایش و ضرورت استفاده از آنها؛
- با شرایط بهینه نگهداری در سردخانه؛ و
- با روش‌های مختلف بسته‌بندی

آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۲	ارزش غذایی میوه‌های هسته‌دار
۳	فیزیولوژی میوه‌های هسته‌دار
۳	عوامل مؤثر بر کیفیت میوه و ایجاد ضایعات
۳	برداشت میوه‌های هسته‌دار
۷	تأثیر آسیب‌های فیزیکی و مکانیکی بر ماندگاری میوه‌های هسته‌دار
۸	سورتینگ و درجه‌بندی میوه‌های هسته‌دار
۹	آماده‌سازی میوه‌های هسته‌دار برای حمل و نقل و نگهداری
۹	آماده‌سازی قبل از برداشت میوه
۹	محلول‌پاشی با کلسیم کلراید
۹	استفاده از پلی‌آمین‌ها و پوتریسین
۱۰	آماده‌سازی پس از برداشت میوه
۱۰	غوطه‌ورسازی میوه در کلسیم کلراید
۱۱	استفاده از ماده ۱- متیل سیکلوپروپین
۱۱	ضدعفونی
۱۳	پوشش‌دهی با آلونته‌ورا و آلزینات
۱۴	غوطه‌وری در آب گرم
۱۴	بخاردهی با محلول اسیداستیک
۱۴	پیش‌سرمایش میوه‌های هسته‌دار
۱۵	روش‌های پیش‌سرمایش
۱۵	پیش‌سرمایش با استفاده از سایه‌گذاری
۱۶	پیش‌سرمایش با آب سرد
۱۷	پیش‌سرمایش با استفاده از یخ مایع

۱۸	پیش‌سرمایش با استفاده از اتاق سرد
۱۸	یش‌سرمایش با استفاده از هوای سرد اجباری
۱۹	بسته‌بندی میوه‌های هسته‌دار
۲۱	سردخانه‌گذاری میوه‌های هسته‌دار
۲۳	انبار سرد با اتمسفر کنترل شده
۲۴	نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۲۵	فهرست منابع

مقدمه

میوه‌های هسته‌دار شامل هلو، شلیل، شفتالو، زردآلو، آلبالو، گیلاس، آلو و گوجه و متعلق به تیره Rosaceae، زیر تیره Prunoidae و جنس آلو (*Prunus*) هستند. میوه‌های هلو، شلیل و شفتالو بیشترین سطح زیرکشت و تولید را در بین میوه‌های هسته‌دار کشور دارند. طبق آخرین آمار منتشرشده از اداره کل آمار و اطلاعات کشاورزی، در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ مقدار تولید میوه‌های هلو، شلیل و شفتالو، حدود ۱،۲۴۶،۲۷۷ تن و میوه زردآلو ۴۴۴،۲۰۰ تن بوده است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸). در ایران، سالانه حدود یک سوم محصولات باغی و زراعی از راه‌های گوناگون از بین می‌رود. از عوامل مهم در افزایش ضایعات بعد از برداشت محصولات کشاورزی، می‌توان به برداشت و چیدن نامناسب، حمل‌ونقل غیر اصولی، نگهداری نادرست و بسته‌بندی نامناسب اشاره کرد (سلیمانی و مظفری، ۱۳۹۹). زمان برداشت میوه و عملیات مناسب پس از برداشت مانند جداسازی، پیش‌سردکردن، ضد عفونی میوه و هوادهی آن، روش بسته‌بندی، شرایط حمل‌ونقل میوه، دما و رطوبت نسبی محیط انبار از جمله عوامل مؤثر بر کیفیت میوه‌های تازه از مرحله برداشت تا بازار فروش به شمار می‌آیند. انواع فناوری‌های سورتینگ^۱ و درجه‌بندی، پیش‌سرمایش، تیمارهای قبل از سردخانه‌گذاری و بسته‌بندی مانند گرمادهی، پوشش‌دهی، بخاردهی با اتانول و بخاردهی با استیک‌اسید، انواع بسته‌بندی مانند بسته‌بندی‌های فعال برای دستیابی به کیفیت بهتر و سالم مواد غذایی توسعه یافته‌اند (شرایعی، ۱۳۹۰). این فناوری‌ها، افق‌ها و فرصت‌های جدیدی در افزایش ماندگاری مواد غذایی ایجاد کرده‌اند. بنابراین، به نظر می‌رسد با افزایش دانش فنی، آگاهی و رعایت نکات لازم از مرحله برداشت تا مصرف، می‌توان محصولی با حفظ کیفیت و افزایش

جاذبه‌های شکل ظاهری به بازار عرضه کرد. در این دستورالعمل به نتایج پژوهش‌های مختلف در زمینه‌های برداشت، پس از برداشت، بسته‌بندی و نگهداری ارقام مختلف هلو (سرخ و سفید، اِبرتا و سبز مشهد) و شلیل (رقم کیوتا)، زرد آلو (آبیاتان ۹۰، قرمز شاهرود، نصیری، اردوباد و مراغه‌ای ۹۰) و شفتالو (ارقام محلی) پرداخته می‌شود.

ارزش غذایی میوه‌های هسته‌دار

میوه‌های هسته‌دار (زردآلو، هلو، شلیل و شفتالو) دارای ارزش غذایی و محبوبیت بالایی هستند. میوه‌های هسته‌دار در تغذیه انسان جایگاه مهمی دارند و معمولاً به صورت تازه‌خوری، خشک‌شده، یخ‌زده، مربا، ژله، مارمالاد، پالپ، آب‌میوه، نکتار و عصاره استفاده می‌شوند. میوه‌های هسته‌دار در تمام مراحل تکامل، هم به صورت رسیده و هم به صورت نارس قابل استفاده‌اند. در کشور ما، این میوه‌ها به صورت نارس برای تهیه کمپوت و به صورت رسیده برای مصرف تازه‌خوری، برداشت می‌شوند (سلیمانی، ۱۳۹۴). میوه‌های هسته‌دار (زردآلو، هلو، شلیل و شفتالو) غنی از ترکیبات فنلی، کارتنوئیدی، مواد معدنی مانند پتاسیم و ویتامین‌ها مانند بتاکاروتن هستند که نقش مهمی در سلامتی انسان دارند. ترکیبات کارتنوئیدی مسئول ایجاد رنگ نارنجی در میوه‌اند. آنتوسیانین‌ها ترکیبات فنلی گیاهی و متعلق به خانواده فلاونوئیدها هستند. آنتوسیانین‌ها به رنگ‌های قرمز، آبی و ارغوانی در بافت گیاهی دیده می‌شوند و در کیفیت قابل مشاهده میوه‌ها مؤثرند. علاوه بر این، مغز هسته زردآلو در تولید روغن، لوازم آرایشی، بنزالدئید، کربن فعال و ترکیبات معطر به کار می‌رود (سلیمانی، ۱۳۹۰؛ شرایعی، ۱۳۹۰).

فیزیولوژی میوه‌های هسته‌دار

آگاهی و درک فیزیولوژی میوه‌های هسته‌دار در تمامی مراحل پس از برداشت ضروری است و به نوعی تمامی مراحل پس از برداشت به شدت تحت تأثیر فیزیولوژی میوه‌هاست. میوه‌های هسته‌دار مانند زردآلو، هلو، شلیل و شفتالو جزء میوه‌های فرازگرا^۱ هستند که در زمان رسیدن میوه، شدت تنفس و تولید اتیلن در آنها افزایش می‌یابد که منجر به فساد سریع و کاهش ماندگاری آنها خواهد شد. اتیلن هورمون شبه رشدی^۲ است که رسیدگی و پیری را با افزایش شدت تنفس میوه‌ها و سبزی‌های فرازگرا تسریع و در نتیجه، عمر انباری آنها را کاهش می‌دهد. به‌طور مثال، در فضای نگهداری زردآلو، وجود مقادیر خیلی کمی از اتیلن در حدود ۰/۰۳ تا ۰/۱ میکرولیتر بر لیتر به این میوه آسیب می‌رساند. بنابراین، با کاهش شدت تنفس و کاهش میزان اتیلن یا تخلیه اتیلن می‌توان روند پیری را کند و عمر انباری را طولانی‌تر کرد (سلیمانی و مظفری، ۱۳۹۹).

عوامل مؤثر بر کیفیت میوه و ایجاد ضایعات

برداشت میوه‌های هسته‌دار

نحوه و زمان برداشت میوه‌های هسته‌دار از حساسیت ویژه‌ای برخوردار است. کیفیت میوه در میوه‌های هسته‌دار می‌تواند تحت تأثیر عوامل محیطی در باغ، پیشرفت مراحل رسیدگی میوه و سایر عوامل پس از برداشت مانند خسارت سرمای، دمای بالا، گازهای اتمسفری و آسیب مکانیکی قرار گیرد. برای برداشت میوه‌های هسته‌دار (زردآلو، هلو، شلیل و شفتالو)، از شاخص‌های متفاوتی استفاده می‌شود مانند: رنگ پوست میوه، سفتی گوشت، میزان

1.Climacteric

2.Growth-simulating

مواد جامد انحلال‌پذیر، تعداد روز پس از تمام‌گل و مجموع واحدهای حرارتی از تمام‌گل تا برداشت، تغییر رنگ پوست، افزایش نسبت قند به اسید، افزایش تنفس و تولید اتیلن (سلیمانی، ۱۳۹۴).

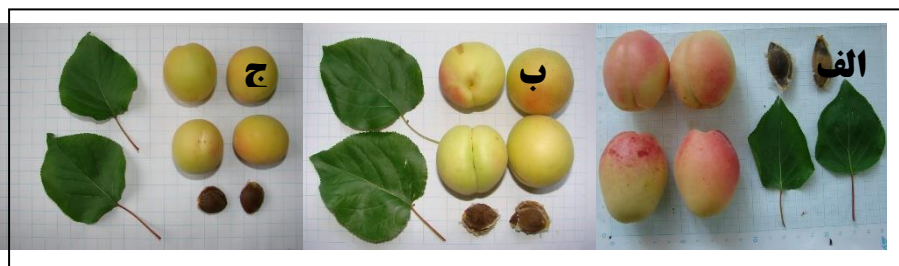
میوه‌های هلو و شلیل به طور طبیعی ۴ تا ۵ ماه بعد از گلدهی می‌رسند. تغییر رنگ پوست (سبزدایی) و نرم شدن گوشت میوه از نشانه‌های رسیدگی این میوه-هاست (شکل ۱). استاندارد میزان رسیدگی این میوه‌ها برای ارقام مختلف با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی تعیین می‌شود. برداشت میوه‌های هلو و شلیل در خراسان رضوی بسته به زودرس و دیررس بودن ارقام مختلف از اواخر اردیبهشت‌ماه شروع و تا اوایل مهرماه ادامه می‌یابد. توصیه می‌شود هلو با ارقام سرخ و سفید و آلبرتا در تاریخ ۱۱ تیرماه (۹۵ روز بعد از مرحله تمام‌گل یا ۱۵۱۳/۱ واحد حرارتی)، هلو با رقم سبزمشهد در تاریخ ۱۱ مردادماه (۱۲۴ روز بعد از مرحله تمام‌گل یا ۲۲۳۵/۸ واحد حرارتی)، و شلیل رقم کیوتا در تاریخ ۴ مردادماه (۱۲۴ روز بعد از مرحله تمام‌گل یا ۲۰۹۹/۲ واحد حرارتی) برداشت شوند. در زمان‌های ذکر شده علاوه بر تغییر رنگ زمینه پوست میوه (سبزدایی)، میزان ماده جامد انحلال‌پذیر ۱۱ تا ۱۲ درصد، اسید قابل تیترکردن ۷/۰ درصد (یا کمتر) و مقاومت در برابر فشار یا میزان سفتی بافت تا ۱۳/۵ نیوتن است. تعیین زمان مناسب برداشت هلو و شلیل تنها بر اساس تغییر رنگ زمینه پوست توصیه نمی‌شود، زیرا احتمال دارد با استفاده از راهنمای تغییر رنگ زمینه پوست، میوه‌ها در دو سطح حداقل و حداکثر رسیدگی برداشت شوند (شرایعی، ۱۳۹۰).

افزایش ماندگاری میوه‌های هسته‌دار (زردآلو، هلو، شلیل، شفتالو)



شکل ۱- ارقام میوه هلو در زمان مناسب برداشت: الف) رقم سرخ و سفید، ب) رقم آبرتا؛ ج) رقم سبز مشهد

میوه زردآلو دوره رسیدگی سریع دارد و معمولاً آن را پیش از رسیدن به حداکثر کیفیت حسی برداشت می‌کنند (شکل ۲).



شکل ۲- ارقام زردآلو در زمان مناسب برداشت: الف) رقم قرمز شاهرود؛ ب) رقم آیاتان ۹۰؛ ج) رقم رویال

تعیین زمان مناسب برداشت میوه زردآلو یکی از گلوگاه‌های فرایندهای پس از برداشت این میوه است. رسیدگی بیش از حد یا نارس بودن میوه زردآلو بر عمرانباری و بازاریابی آن اثر نامطلوبی دارد. برای مثال، اگر زردآلویی در مرحله رسیدگی بیش از حد، برداشت شده باشد، در دوره انبارمانی به میزان قابل توجهی دچار فساد، زله‌ای شدن درونی و نرمی بافت می‌شود. درحالی که، برداشت نارس

میوه، اثر نامطلوبی بر عطر و طعم، میزان قند، رنگ پوست، بافت و قابلیت انبارمانی میوه دارد. میوه‌های خیلی رسیده عمر انباری کمتری دارند و به آسیب‌های مکانیکی حساس‌تر خواهند بود. ساده‌ترین روش تعیین زمان برداشت میوه زردآلو این است که میوه را در امتداد خط طولی برش دهند و دو نیمه میوه را در جهت مخالف بپیچانند، وقتی دیگر گوشت میوه به هسته نچسبد، میوه آماده برداشت خواهد بود. استفاده از شاخص رنگ پوست و سفتی گوشت نیز برای تعیین زمان برداشت میوه زردآلو مناسب است. نشان داده شده است که رنگ هسته با تغییر میزان اسیدهای آلی و فرآیند رسیدگی میوه رابطه مستقیم دارد و رنگ هسته نسبت به شکل میوه یا رنگ پوست میوه شاخص مناسب‌تری برای تعیین زمان برداشت میوه است.

زمانی که سفتی سنج میزان سفتی گوشت میوه زردآلو را بین ۵/۵ تا ۷ نیوتن نشان دهد، برای برداشت محصول زمان مناسبی است (شکل ۳).



شکل ۳- اندازه گیری میزان سفتی میوه زردآلو با سفتی سنج دستی دیجیتال

بهترین زمان برداشت میوه زردآلوی رقم شاهرودی در منطقه آذربایجان، اواسط تا اواخر خرداد تا اوایل تیر ماه (3 ± 90 روز پس از تمام گل و یا $40 \pm$ 1282 درجه روز واحد حرارتی) است (زرین‌بال، ۱۳۸۹).

تأثیر آسیب‌های فیزیکی و مکانیکی بر ماندگاری میوه‌های هسته‌دار

میوه‌های هسته‌دار مانند زردآلو، هلو و شلیل میوه‌هایی متراکم با فضای خالی بین سلولی کمی هستند که به کوفتگی بسیار حساس‌اند. نشانه‌های آسیب فشرده‌گی در میوه‌ها متفاوت است. خسارت کوفتگی و ساییدگی ناشی از فشرده‌گی میوه‌ها در زمان برداشت، بسته‌بندی و حمل‌ونقل از مشکلات اصلی بازاررسانی میوه‌های هسته‌دار به شمار می‌رود. جلوگیری از آسیب‌های کوفتگی و فشرده‌گی با مراقبت از میوه‌ها در زمان چیدن میوه، کاهش دفعات جابه‌جایی میوه‌ها، مراقبت از میوه‌ها در زمان بارگیری و استفاده از بسته‌بندی مناسب می‌تواند سبب بهبود کیفیت میوه و افزایش عمر انباری آنها شود (سلیمانی، ۱۳۹۰). در برداشت میوه‌های هسته‌دار باید از آسیب‌های فیزیکی و مکانیکی آنها جلوگیری کرد. ایجاد آسیب‌های فیزیکی و مکانیکی باعث ایجاد کوفتگی، لکه‌های قهوه‌ای و آبکی و افزایش شدت تنفس و تولید اتیلن خواهد شد. تولید اتیلن در میوه زردآلو چندین ساعت پس از آسیب کوفتگی میوه حتی در ناحیه دورتر از محل آسیب‌دیده آغاز می‌شود و فرآیند رسیدگی میوه را سرعت می‌بخشد. امروزه، برای کاهش خطر کوفتگی و فشرده‌گی، میوه زردآلو را خیلی زودتر برداشت می‌کنند و از دستیابی به عطر و طعم کامل میوه در مرحله فروش چشم می‌پوشند.

سورتینگ و درجه‌بندی میوه‌های هسته‌دار

درجه‌بندی، تقسیم ماده غذایی به دسته‌های مختلف بر اساس برخی ویژگی‌های فیزیکی قابل اندازه‌گیری مانند وزن، اندازه و شکل است. اما، سورتینگ یعنی خوب و بد بودن یا جور کردن محصول از نظر برخی ویژگی‌های قابل رؤیت مانند فاسد بودن، آلودگی میکروبی و غیره است. هدف از سورتینگ و درجه‌بندی عبارت است از: یکنواخت و یکدست کردن محصول برای افزایش ماندگاری و بازارپسندی آن، افزایش کارایی صنعتی، افزایش ماندگاری، و حذف خطر راهیابی مواد سمی و سموم خطرناک قارچی مانند آفلاتوکسین به ماده غذایی با جدا کردن بخش‌های معیوب.

برای سورتینگ می‌توان از نوار نقاله‌هایی که میوه‌ها به صورت تک‌لایه روی آن پخش شده‌اند (شکل ۴، الف) یا از سورتینگ‌های اتوماتیک استفاده کرد (شکل ۴، ب).



شکل ۴- سورتینگ میوه: الف) سورتینگ با استفاده از نیروی انسانی؛ ب) نوعی سورتینگ رنگی چشمی

آماده‌سازی میوه‌های هسته‌دار برای حمل و نقل و نگهداری

با اجرای عملیات زیر کیفیت میوه‌های زردآلو، هلو، شلیل و شفتالو پس از برداشت، طی حمل‌ونقل و نگهداری بهتر حفظ خواهد شد.

آماده‌سازی پیش از برداشت میوه

محلول پاشی با کلسیم کلراید

محلول پاشی درختان میوه‌های هسته‌دار با کلسیم کلراید (با غلظت ۱ تا ۳ درصد) چند روز پیش از برداشت میوه، شدت تنفس و میزان تولید اتیلن در میوه‌ها را کاهش می‌دهد و اوج شدت تنفس در میوه‌ها را به تأخیر می‌اندازد. محلول پاشی با کلسیم کلراید پیش از برداشت، سفتی میوه‌ها را طی دوره انبارداری افزایش و مقادیر پلی‌اورونید^۱ محلول در میوه‌ها را کاهش می‌دهد. محلول پاشی با کلسیم سبب یکپارچگی دیواره سلولی و انحلال‌پذیری پلی‌اورونید بافت میوه، اتصال کلسیم با اورونیک‌اسیدهای دیواره سلولی و ساخته شدن کلسیم‌پکتات می‌شود. کلسیم‌پکتات بر ساختمان و کارایی دیواره سلولی و غشای پلاسمایی و فرآیند پیری مؤثر است (زرین‌بال، ۱۳۸۹).

استفاده از پلی‌آمین‌ها و پوتریسین

پلی‌آمین‌ها^۲ از جمله ترکیبات مؤثر در فرآیند رسیدگی و پیری میوه‌ها هستند. فرآیند پیری در میوه‌های فرازگرا عمدتاً زمانی اتفاق می‌افتد که اتیلن در مقادیر زیاد در بافت میوه آزاد می‌شود. پلی‌آمین‌ها مکانیزم حفاظتی سلول‌ها و بافت‌ها و مواد ضدپیری شناخته شده‌اند. در دوره طولانی مدت نگهداری میوه، فرآیندهای

1.Polyuronide

1.Polyamins

فیزیولوژیکی معمولاً با کاهش مقدار پلی‌آمین‌ها همراه است. مقدار استفاده از ترکیب پلی‌آمین‌ها برحسب نوع و رقم میوه متفاوت است. معمولاً میوه‌ها در ۱ تا ۳ میلی‌مول از ترکیب پلی‌آمین‌ها به مدت ۳ تا ۵ دقیقه غوطه‌ور می‌شوند.

پوتریسین^۱ نوعی پلی‌آمین است. پوتریسین تغییر رنگ، انتشار اتیلن، شدت تنفس و وزن را در میوه‌ها کاهش می‌دهد. کاربرد آن برای میوه زردآلو سبب افزایش میزان سفتی میوه و کاهش نشانه‌های کوفتگی ناشی از آسیب‌های مکانیکی می‌شود. غوطه‌وری در پوتریسین حداکثر ۵ دقیقه در غلظت ۲ میلی‌مول است (زرین‌بال، ۱۳۸۹).

آماده‌سازی پس از برداشت میوه

غوطه‌ورسازی میوه در کلسیم کلراید

غوطه‌ور کردن میوه‌های هسته‌دار در محلول کلسیم کلراید ۱ درصد و ۳ درصد پس از برداشت آنها می‌تواند عمر انباری میوه‌ها را در سردخانه افزایش دهد. این غوطه‌وری نرم شدن میوه‌ها را به تعویق می‌اندازد، اما بر میزان مواد جامد انحلال‌پذیر، اسیدیته قابل تیتر کردن (تیتراسیون) و رنگ پوست میوه تأثیری ندارد. استفاده از این ترکیب تأثیری بر طعم محصول ندارد. انبارداری این میوه‌ها در سردخانه با دمای صفر درجه سلسیوس نتایج بهتری دارد و عمر انباری میوه‌ها را افزایش می‌دهد (زرین‌بال، ۱۳۸۹).

استفاده از ماده ۱- متیل سیکلوپروپین

۱- متیل سیکلوپروپین^۱، مادهٔ بازدارندهٔ عمل اتیلن است که از رسیدگی میوه جلوگیری می‌کند و کیفیت پس از برداشت میوه‌های فرازگرا را بهبود می‌بخشد. ۱- متیل سیکلوپروپین در به تأخیر انداختن فرآیند پیری میوه‌ها مؤثر است و سبب به تأخیر افتادن کاهش وزن، تغییررنگ، نرم شدن بافت میوه و افزایش مواد جامد انحلال‌پذیر می‌شود. کاربرد ۱- متیل سیکلوپروپین به میزان ۱ میکرولیتر در لیتر در میوهٔ زردآلو، میزان تولید اتیلن را کاهش می‌دهد و از تولید خودبه-خودی اتیلن در زمان انبارداری جلوگیری می‌کند. کاربرد ۱- متیل سیکلوپروپین می‌تواند بروز نشانه‌های کوفتگی میوهٔ زردآلو را نیز کاهش دهد (سلیمانی، ۱۳۹۴).

ضد عفونی

میوه‌های هسته‌دار، به دلیل بافت خاص خود، در برابر عوامل بیماری‌زای قارچی حساس‌اند به طوری که برخی از این عوامل بیماری‌زا حتی پیش از برداشت نیز سبب آلودگی محصول و ایجاد خسارت می‌شوند. مهم‌ترین انواع پوسیدگی این میوه‌ها پس از برداشت شامل پوسیدگی خاکستری^۲، پوسیدگی رایزوپوسی^۳، پوسیدگی قهوه‌ای^۴ و پوسیدگی آنتراکنوزی^۵ هستند. عامل پوسیدگی خاکستری باکتری بوتریس سینیرا^۶ است (شکل ۵، الف). از نشانه‌های پوسیدگی خاکستری، ایجاد لکه‌های قهوه‌ای‌رنگ در هر قسمتی از

1. 1-Methylsyclopropene (1-MCP)

2. Gray mold rot

3. Bread mold rot

4. Brown rot

5. Anthracnose

6. *Botrytis cinerea*

سطح میوه است که در محل‌های نگهداری مرطوب، توده‌ای کپکی با رنگ سفید و در شرایط نگهداری خشک، اسپورهای خاکستری قهوه‌ای رنگ ایجاد می‌شود. محل آسیب‌دیده نرم و مرطوب است.

عامل بیماری پوسیدگی رایزوپوسی، رایزوپوس/ استولونیفر^۱ است (شکل ۵، ب). از ویژگی‌های بارز پوسیدگی رایزوپوسی در جعبه‌های بارگیری شده، این است که توده سفید میسلیمی همراه با دستک‌های میسلیمی طویل رشد کرده، به میوه‌های مجاور سرایت می‌کند و موجب آلودگی آنها می‌شود. اسپورانژهای سیاه قارچ به مقدار زیاد در لبه جعبه‌های پر از میوه دیده می‌شوند.



شکل ۵- انواع پوسیدگی های مهم در میوه‌های هسته‌دار: الف) پوسیدگی خاکستری؛ ب) پوسیدگی رایزوپوسی؛ ج) پوسیدگی قهوه‌ای؛ د) پوسیدگی آنتراکنوزی

1. *Rhizopus stolonifer*

عامل بیماری پوسیدگی قهوه‌ای، گونه‌های *مونیلیا*^۱ است (شکل ۵، ج). پوسیدگی قهوه‌ای به شکل لکه‌های قهوه‌ای مدور و سطحی، اغلب در محل زخم میوه‌ها ایجاد و پس از آن در تمام قسمت‌های میوه ظاهر می‌شود. عامل بیماری آنتراکنوز، *آنتراکنوز کلتوتریشوم*^۲ است (شکل ۵، د). از نشانه‌های بیماری آنتراکنوزی، ایجاد لکه‌های نامنظم، کمی فرورفته و در مراحل پیشرفته ایجاد لکه‌های بافت مرده در مغز میوه است.

مدیریت خوب باغ می‌تواند به کنترل آلودگی پس از برداشت کمک کند، اما روش‌های دیگری نیز برای کنترل بیماری بعد از برداشت، خصوصاً برای میوه‌های نگهداری شده در انبار، مورد نیاز هستند. بدین منظور می‌توان از قارچ‌کش‌های بنزیمیدازول، کاپتان، ایپرودیون، کلروتالونیل، دیکلران و بنومیل استفاده کرد. استفاده از قارچ‌کش‌های شیمیایی چندان توصیه نمی‌شود و بهتر است از روش‌های دیگر و طبیعی برای ضدعفونی میوه‌های هسته‌دار استفاده کرد که در بخش‌های زیر به آنها اشاره خواهد شد (شرایعی، ۱۳۹۰).

پوشش‌دهی با آلوئه‌ورا و آلژینات

استفاده از پوشش‌دهنده‌هایی مانند آلوئه‌ورا و سدیم آلژینات سبب به تأخیر انداختن عوامل مربوط به رسیدگی و پیری مانند تنفس و تعرق و در نتیجه افزایش قابل توجه عمر انباری آنها می‌شود. پوشش‌دهی با سدیم آلژینات ۱ درصد همراه با کلسیم کلراید ۱ درصد یا پوشش‌دهی با پودر ژل آلوئه‌ورا با غلظت ۳ گرم در لیتر برای افزایش عمر انبارمانی میوه‌های هسته‌دار مؤثر است (نیکخواه، ۱۳۹۸).

1. *Monilinia spp.*

2. *Anthracoise colletotrichum*

غوطه‌وری در آب گرم

برای ضدعفونی کردن میوه‌های هسته‌دار، غوطه‌ور کردن در آب گرم ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۱ دقیقه و غوطه‌وری در آب گرم ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۳ دقیقه مفید خواهد بود. استفاده از آب گرم علاوه بر ضدعفونی کردن میوه، می‌تواند بعضی از آنزیم‌های نرم‌کننده بافت میوه مانند پکتین استرازها را هم غیرفعال کند. باید توجه داشت که دما از ۵۰ درجه سلسیوس بیشتر نشود زیرا بافت میوه‌های هسته‌دار در اثر استفاده از آب با دماهای بالاتر از ۵۰ درجه سلسیوس صدمه می‌بیند (شرایعی، ۱۳۹۰).

بخاردهی با محلول استیک‌اسید

برای ضدعفونی کردن میوه‌های هسته‌دار، بخاردهی با محلول استیک‌اسید ۲/۷ و ۴ درصد مؤثر است. در صورت استفاده از این روش باید میوه‌ها پس از بخاردهی، با هواکش به مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه هواگیری شوند (شرایعی، ۱۳۹۰).

پیش‌سرمایش میوه‌های هسته‌دار

دمای میوه‌های هسته‌دار در هنگام رسیدگی و برداشت میوه بالاست. حرارت مزرعه‌ای در این نوع محصولات حساس باعث فساد میوه و افزایش فعالیت آنزیمی، افزایش سرعت تنفس، افزایش تولید اتیلن و افزایش حساسیت به اتیلن می‌شود. افزایش این فعالیت‌ها سبب کاهش کیفیت تجاری میوه و مدت انبارمانی آن می‌شود. بنابراین، برای حمل یا نگهداری این میوه‌ها باید دمای درونی آنها را کاهش داد. استفاده از فرآیند پیش‌سرمایش^۱ یکی از فرآیندهای بسیار مهم برای افزایش ماندگاری محصولات باغی و زراعی است. هدف از پیش‌سرمایش،

گرفتن گرمای مزرعه‌ای محصول و رساندن آن به دماهای سرد برای کاهش فرآیندهای بیولوژیکی و بیوشیمیایی با کاهش شدت تنفس است. به تأخیر انداختن رسیدگی، فساد فیزیولوژیکی، فساد میکروبی و بیوشیمیایی و نیز گسترش ویژگی‌های طبیعی مانند ظاهر، بافت و طعم طی انبارداری از هدف‌های پیش‌سرمایش به‌شمار می‌رود.

روش‌های پیش‌سرمایش

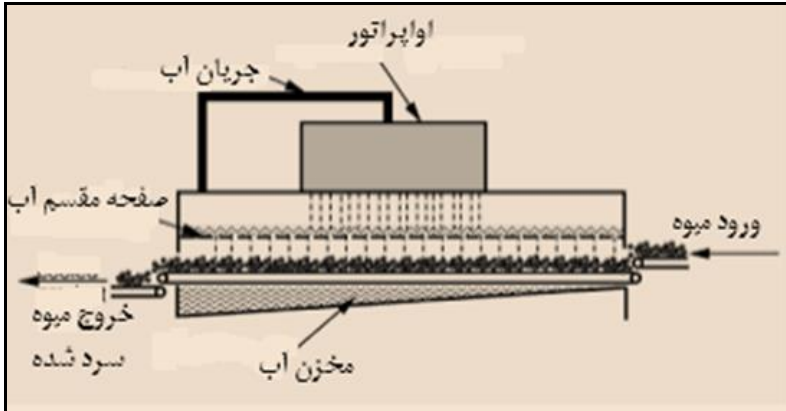
میوه‌های هسته‌دار باید بلافاصله پس از برداشت با آب یا هوای سرد سرمادهی شوند تا از نرم شدن میوه، گسترش فساد میکروبی و شیمیایی جلوگیری شود. برای پیش‌سرمایش مطلوب، زمان فرآیند از پنج دقیقه تا ۲۴ ساعت می‌تواند متغیر باشد. انتخاب نوع سیستم پیش‌سرمایش بیشتر به نوع محصول بستگی دارد. پیش‌سرمایش تحت تأثیر فاکتورهای جریان هوا، فرآیندهای انتقال حرارت، رطوبت و غیره است.

پیش‌سرمایش با استفاده از سایه‌گذاری

ساده‌ترین روش برای پیش‌سرمایش، سایه‌گذاری میوه‌هاست. بیشتر باغداران بعد از برداشت میوه‌ها آنها را معمولاً در محل برداشت که اغلب زیر آفتاب است، قرار می‌دهند تا بعداً همهٔ جعبه‌ها را یک‌جا به محل نگهداری انتقال دهند. بهتر است میوه‌ها بلافاصله در سایهٔ دیوار یا زیر درخت یا درون آلچیق با جریان هوا گذاشته شوند.

پیش‌سرمایش با آب سرد

روش پیش‌سرد کردن با آب سرد (شکل ۶)، با غوطه‌وری میوه در آب با دمای ۵ درجهٔ سلسیوس به مدت ۵ دقیقه پیشنهاد می‌شود.



شکل ۶- شمای پیش‌سرمایش با آب سرد

این عمل سبب افزایش میزان سفتی بافت میوه‌های هلو و شلیل در دوره نگهداری در سردخانه می‌شود و میزان کاهش وزن میوه‌ها را به حداقل می‌رساند. بعد از پیش‌سرد کردن، رطوبت سطحی میوه‌ها باید با استفاده از جریان هوای ایجاد شده با پنکه گرفته شود. بهتر خواهد بود از ترکیب سایه‌گذاری و آب‌پاشی استفاده شود تا گرمای مزرعه‌ای میوه‌ها سریع‌تر کاهش یابد.

پیش‌سرمایش با استفاده از یخ مایع

روش دیگر برای پیش‌سرمایش میوه‌های هسته‌دار، استفاده از یخ مایع^۱ است که سریع‌تر از روش‌های قبلی باعث کاهش دمای مزرعه‌ای خواهد شد (شکل ۷). در روش‌هایی که از آب یا یخ برای پیش‌سرمایش استفاده می‌شود، باید دقت کرد که آب در داخل محصول جعبه‌گذاری شده یا فله‌ای باقی نماند و گر نه منجر به آلودگی‌های میکروبی خواهد شد. بنابراین، در این روش‌ها باید اجازه داد آب سطح و داخل میوه‌ها به نوعی خشک شود مانند استفاده از جریان هوا که ضمن خنک کردن محصول باعث تبخیر رطوبت محصول خواهد شد.



شکل ۷- پیش‌سرمایش زردآلو با استفاده از آب و یخ

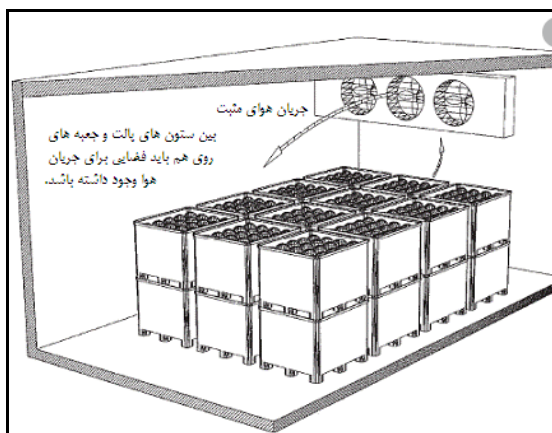
بہتر است محصول با کمترین تعداد لایہ روی ہم بارگذاری شود یا در حالت فلہای بہ صورت تک لایہ باشد تا فرآوری آنها راحت و آسان باشد. در استفادہ از آب و یخ می توان از ضد عفونی کنندہهایی مانند پودر پرکلرین ۷۰ درصد بہ میزان حدود ۰/۰۲ درصد استفادہ کرد.

پیش سرمایش با استفادہ از اتاق سرد

استفادہ از اتاق سرد مشکلات ناشی از استفادہ از آب در پیش سرمایش را ندارد و روش مؤثری است. اما ایراد این روش، کندی و زمان بر بودن فرآیند پیش سرمایش است.

پیش سرمایش با استفادہ از هوای سرد اجباری

مؤثرترین روش در پیش سرمایش استفادہ از هوای سرد اجباری است کہ در اکثر نقاط دنیا بہ کارگرفته می شود (شکل ۸). در این روش می توان دما، رطوبت، تہویہ و جریان هوا را کنترل و بہ صورت یکنواخت اجرا کرد. در این روش می توان دمای میوہها را تا ۴ درجہ سلسیوس کاهش داد. اگر این روش پیش سرمایش بہ خوبی مدیریت نشود، سبب بروز مشکلاتی مانند نوسان های دما، غیریکنواختی سرعت هوا می شود کہ بہ تخریب کامل یا بخشی از محصول خواهد انجامید.



شکل ۸- پیش‌سرمایش با هوای سرد اجباری

بسته‌بندی میوه‌های هسته‌دار

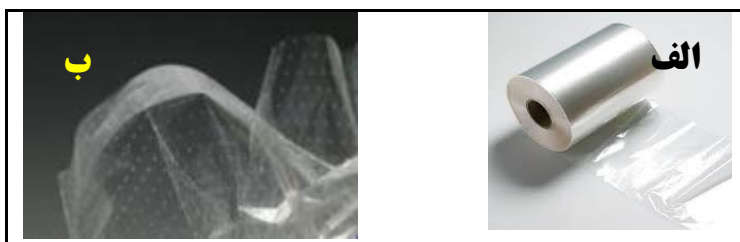
امروزه، بسته‌بندی به سومین صنعت بزرگ جهان تبدیل شده و در حدود ۲ درصد تولید ناخالص ملی در کشورهای توسعه‌یافته را به خود اختصاص داده است (سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۸). بسته‌بندی فعال عبارت است از نوعی بسته‌بندی که علاوه بر داشتن خواص بازدارندگی اصلی بسته‌بندی‌های معمول (مانند خواص بازدارندگی در برابر گازها و بخار آب و تنش‌های مکانیکی)، با تغییر شرایط بسته‌بندی، ایمنی، ماندگاری یا ویژگی‌های حسی ماده غذایی را بهبود ببخشند و در عین حال کیفیت ماده غذایی حفظ شود. توسعه در بسته‌بندی فعال منجر به پیشرفت‌هایی در بسیاری از موارد مانند کنترل تنفس در محصولات باغی شده است (سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۷).

برای افزایش انبارمانی ارقام تازه خوری زردآلو، استفاده از بسته‌بندی با فناوری اتمسفر تغییر یافته^۱ با مقادیر کربن دی‌اکسید ۱۰ درصد و اکسیژن ۳ تا ۵ درصد در دمای +۰٫۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حدود ۹۰ درصد و با فیلم‌های پلی‌اتیلن کم دانسیته (LDPE) و پلی‌پروپیلن مؤثر خواهد بود (شکل ۹)، (سلیمانی، ۱۳۹۰؛ شرایعی، ۱۳۹۰).



شکل ۹- بسته‌بندی زردآلو با اتمسفر تغییر یافته

استفاده از شانه‌ها با فیلم‌های پلی‌پروپیلن با ضخامت ۴۰ میکرون و بدون سوراخ (شکل ۱۰- الف)، یا با فیلم پلی‌اتیلن با دانسیته پایین و ضخامت ۷۰ میکرون با ۲۰۰ سوراخ ۲ میلی‌متر در مترمربع (شکل ۱۰- ب) به منظور جلوگیری از کاهش درصد افت وزنی توصیه می‌شود.



شکل ۱۰: الف) فیلم بسته‌بندی پلی پروپیلن؛ ب) فیلم بسته‌بندی پلی اتیلن با دانسیته پایین و سوراخ دار

سردخانه‌گذاری میوه‌های هسته‌دار

میوه‌های هسته‌دار در سردخانه‌های با دمای حدود $+5/0$ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 90 تا 95 درصد نگهداری می‌شوند. میوه زردآلو اگر در دمای بالاتر مثلاً $7/2$ - $4/4$ درجه سلسیوس انبار شود، طعم و سفتی بافت خود را از دست خواهد داد. رطوبت بالا در دوره انبارداری لازم است تا از چروک شدن میوه‌ها جلوگیری شود.



شکل ۱۱- نحوه جعبه‌گذاری میوه‌های هسته‌دار در سردخانه

مدت زمان نگهداری میوه زردآلو بر حسب رقم میوه از ۲ تا ۶ هفته در دمای $+0/5$ درجه سلسیوس متفاوت است. ارقام تازه خوری مانند قرمز شاهرود و آیتان ۹۰ حداکثر تا دو هفته قابل نگهداری هستند. اما ارقام صنعتی مانند مراغه‌ای ۹۰، اردوباد، نصیری، درخشان به دلیل میزان بریکس زیاد تا ۶-۵ هفته قابل نگهداری هستند. نحوه جعبه‌گذاری میوه‌های هسته‌دار در سردخانه اهمیت زیادی دارد. فاصله بین جعبه‌های روی هم و فاصله بین ستون جعبه‌های روی هم با ستون مجاور باید به گونه‌ای باشد که تهویه مناسب و جریان هوای سرد به راحتی صورت پذیرد (زرین‌بال، ۱۳۸۹)، (شکل ۱۱).

میوه‌های هلو، شلیل و شفتالو نیز مانند زردآلو، به علت طبیعت ویژه خود و در صد رطوبت بالا به سرعت فاسد می‌شوند و باید بلافاصله بعد از برداشت آنها را در دمای پایین نگهداری کرد. دما و رطوبت نسبی مناسب برای نگهداری این میوه‌ها به ترتیب $+0/5$ تا صفر درجه سلسیوس و ۹۰ تا ۹۵ درصد گزارش شده است؛ اما خسارت سرما نگهداری این میوه‌ها را در دمای پایین محدود خواهد کرد. خسارت سرما ممکن است با خشک شدن، آردی شدن، الیافی شدن، و چرمی شدن بافت، کاهش درصد آب میوه، سخت شدن بافت، قهوه‌ای شدن گوشت یا محفظه هسته، تداخل رنگی گوشت و قرمز شدن قسمت‌های داخلی همراه باشد. خسارت سرما در مراحل پیشرفته باعث جدا شدن بافت گوشت از هسته می‌شود، به طوری که در این منطقه حفره ایجاد می‌شود. **به منظور کاهش یا محدود کردن خسارت سرما توصیه می‌شود که از روش‌های گرم کردن متناوب طی نگهداری سرد، و سرد کردن با تأخیر استفاده شود.** در روش سرد کردن با تأخیر، که گاهی آن را رسیدگی کنترل شده نیز می‌نامند، توصیه می‌شود که میوه -ها پس از برداشت و پیش از نگهداری در صفر درجه سلسیوس، ۳۶ ساعت در دمای ۲۰ درجه سلسیوس نگاه‌داشته شوند (شرایعی، ۱۳۹۵).

در روش گرمادهی متناوب توصیه می‌شود که میوه‌ها بلافاصله پس از برداشت در شرایط سرد نگهداری شوند؛ اما هر ۱۰ تا ۱۴ روز یک روز، میوه‌ها در دمای ۲۰ درجه سلسیوس یا نزدیک آن قرار گیرند. میوه‌های هلو و شلیل بسته بندی شده، در صورت نگهداری در سردخانه با دمای 1 ± 0 درجه سلسیوس و رطوبت ۹۰ تا ۹۵ درصد، حداکثر به مدت ۳۰ روز قابل نگهداری خواهند بود (شرایعی، ۱۳۹۰).

انبار سرد با اتمسفر کنترل شده

در سال‌های اخیر، اثر اتمسفر تغییر یافته بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و کیفی میوه‌ها و سبزی‌های مختلف مطالعه شده است. یکی از اثرهای فیزیولوژیکی اتمسفر تغییر یافته بر متابولیسم میوه، کاهش شدت تنفس در دوره انبارداری است که شامل کاهش در شدت سوخت‌وساز کربوهیدرات‌ها، تولید کربن دی‌اکسید، مصرف اکسیژن و آزاد شدن گرماسست. **در میوه‌های فرازگرا مانند زردآلو، اتمسفر غنی از کربن دی‌اکسید و دارای اکسیژن اندک، تولید اتیلن را کاهش می‌دهد.** بنابراین، استفاده از اتمسفر تغییر یافته^۱ می‌تواند دوره انبارداری میوه‌ها را افزایش دهد. غلظت زیاد کربن دی‌اکسید بر کاهش شدت مصرف اکسیژن مؤثر است. گاز کربن دی‌اکسید از فعالیت اتیلن و از سنتز خودبه‌خودی اتیلن در برخی از میوه‌ها مانند زردآلو، هلو، شلیل، آووکادو، گلابی، انجیر و موز جلوگیری می‌کند. مقدار اکسیژن را در فضای انبار تا حدی می‌توان کاهش داد. اگر اکسیژن به کمتر از مقادیر بحرانی (کمتر از ۱ درصد) کاهش داده شود، تنفس از حالت هوازی به حالت غیر هوازی تبدیل می‌شود و منجر به تولید اتانول و کاهش چشمگیر در کیفیت محصول خواهد شد. استفاده از

1.Modified atmosphere (MA)

انبار دارای اتمسفر کنترل شده^۱ برای افزایش عمر انباری میوه‌ها روشی است عمومی و استفاده از آن در حال افزایش است. کاربرد انبار دارای اتمسفر کنترل شده با غلظت کم اکسیژن و غلظت زیاد کربن دی‌اکسید در دمای پایین برای نگهداری میوه‌های هسته‌دار نتایج مفیدی داشته‌است. این شرایط فرآیند رسیدگی میوه را کند خواهد کرد و ویژگی‌های مطلوب میوه و بازارپسندی آن را در مدت طولانی‌تری حفظ می‌کند. نگهداری میوه‌های هسته‌دار در غلظت‌های اکسیژن بین ۳ تا ۵ درصد و کربن دی‌اکسید بین ۱۰ تا ۲۰ درصد بر افزایش مدت زمان انبارمانی آنها مؤثر است (سلیمانی، ۱۳۹۴).

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

شدت تنفس و تولید اتیلن زیاد در میوه‌های هسته‌دار به دلیل فرازگرایی آنها از عوامل مؤثر بر کاهش ماندگاری این نوع میوه‌هاست. با رعایت دستورالعمل می‌توان این ویژگی‌ها را کنترل کرد و انبارمانی میوه‌های هسته‌دار را افزایش داد. رعایت زمان مناسب برداشت، سورتینگ و درجه‌بندی دقیق و صحیح، درپیش‌گرفتن برخی پیش‌تیمارها برای بهبود ویژگی‌های حسی میوه، پیش‌سرمایش، رعایت صحیح جعبه‌گذاری، بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده و رعایت دقیق ضوابط و شرایط سردخانه و انبار با اتمسفر کنترل‌شده، برای افزایش عمر انباری و ماندگاری میوه‌های هسته‌دار (زردآلو، هلو، شلیل و شفتالو) مؤثر خواهند بود. بنابراین، پیشنهادهای زیر برای نگهداری مطلوب میوه‌های هسته‌دار توصیه می‌شود:

- برداشت در مرحله بلوغ فیزیولوژیک و قبل از رسیدگی کامل فیزیولوژیک،

- خودداری از جعبه‌گذاری و بسته‌بندی میوه‌های آسیب‌دیده یا دارای ضایعه میکروبی،
- خودداری از بسته‌بندی میوه‌هایی که از نظر رقم، اندازه و شکل یکسان نیستند،
- استفاده از پیش‌تیمارهایی مانند کلسیم کلراید، ۱- متیل‌سیکلوپروپان، پلی‌آمین‌ها، پوتریسین و پوشش‌دهی با آلوه‌ورا و آلزینات برای جلوگیری از کاهش کیفیت،
- خودداری از به‌کاربردن ضدعفونی‌کننده‌های شیمیایی، روی آوردن به استفاده از ضدعفونی‌کننده‌های طبیعی مانند آب‌گرم یا بخاردهی با استیک‌اسید،
- استفاده از یکی از روش‌های پیش‌سرمایش برای خنک کردن میوه پیش از سردخانه‌گذاری،
- استفاده از بسته‌بندی با اتمسفر تغییریافته دارای ترکیب گازی ۱۰ درصد کربن دی‌اکسید و ۳ تا ۵ درصد اکسیژن،
- استفاده از فیلم پروپیلن با ضخامت ۴۰ میکرون بدون سوراخ یا فیلم پلی‌اتیلن با دانسیته کم با ضخامت ۷۰ میکرون با تعداد ۲۰۰ سوراخ در مترمربع،
- استفاده از دمای ۰٫۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی حدود ۹۰ درصد در سردخانه.

فهرست منابع

احمدی ک، قلی‌زاده ح، عباد زاده ح، حاتمی ف، حسین‌پور ر، عبد‌شاه ه، رضایی م و فضل‌استبرق م. ۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی، جلد سوم. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۶۳ صفحه.

سلیمانی، ج. ۱۳۹۰. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی افزایش انبارمانی زردآلو با استفاده از بسته بندی با اتمسفر تغییر یافته فعال (MAP). موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. شماره نشریه ۹۰/۴۱۸، ۴۵ صفحه.

سلیمانی، ج. ۱۳۹۴. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی اثر جاذب‌های اتیلنی بر افزایش عمر انباری زردآلو. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. شماره نشریه ۴۸۴۴۶، ۵۵ صفحه.

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

شرایعی، پ. ۱۳۹۰. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی تاثیر زمان برداشت و روش بسته بندی بر کیفیت و کنترل آلودگی قارچی هلو و شلیل. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. شماره نشریه ۹۰/۳۴۱، ۶۷ صفحه.

شرایعی، پ. ۱۳۹۰. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی تاثیر استفاده از تیمارهای مختلف آب گرم، محلول اتانول، بخاراستیک اسید و قارچ کش بر کمیت و کاهش آلودگی قارچی در هلو و شلیل. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. نشریه شماره ۹۰/۱۴، ۵۸ صفحه.

نیکخواه، ش. ۱۳۹۸. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی تاثیر پوشش دهی با آلون‌ه‌ورا و آلترینات بر خصوصیات فیزیکیوشیمیایی و افزایش عمر انبارمانی میوه‌های هسته‌دار (شلیل، زردآلو و گیلاس). موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۳۵ صفحه.

Soleimani, J., Ghanbarzadeh, B., Dehghannya, J., Baheri Islami, S., Sorouraddin, S M. 2017. Comparative numerical study of titanium and silver nano-particles migration from nano-

composite of polystyrene into simulants. International journal of food engineering 13(12): 1-14.

Soleimani, J., Ghanbarzadeh, B., Dehghannya, J., Baheri Islami, S., Sorouraddin, S M. 2018. Simulation of nanosilver migration from polystyrene nanocomposite into food simulants. Advances in Nano Research 6(3): 243-255.