

تأثیر ضخامت فیلم ، آرایش میوه (یک لایه یا دو لایه)، و اندازه بسته بندی

بر عمر انباری زردآلو^۱

زهرا شیخ‌الاسلامی و محمد علی شاه بیگ^۲

۱- چکیده:

میوه و سبزی به شدت فساد پذیرند و به همین جهت نیازمند عملیات پس از برداشت و اعمال روش‌های حمل و نقل، بسته بندی، و انبار داری مناسب برای به حداقل رسیدن ضایعات هستند. این تحقیق با هدف کاهش ضایعات میوه تازه (زردآلو) و افزایش زمینه صادرات آن در سه مرحله اصلی شامل: فرآیندهای بعد از برداشت و قبل از بسته بندی؛ فرآیندهای مربوط به بسته بندی، و فرآیندهای بعد از بسته بندی انجام پذیرفت. فرآیندهای قبل از بسته بندی شامل سرد کردن اولیه؛ ضد عفونی و خشک کردن قطره‌های آب سطحی از روی میوه است که برای تمام تیمارها یکسان بود. تیمارهای بسته بندی شامل: ۱- استفاده از ظروف غیر قابل انعطاف و تعیین مناسب‌ترین انباشتگی لایه های میوه ۲- تعیین بهترین نوع پوشش از نوع پلی اتیلن با دانسیته پایین ۳- تعیین مناسب‌ترین تعداد منفذ بسته جهت نگهداری میوه بود. فرآیندهای بعد از بسته بندی نیز برای تمام تیمارها یکسان و شامل: سردخانه ۰/۵- درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد؛ گرمخانه ۴۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد؛ سردخانه گذاری ۰/۵- تا ۰/۵+ و رطوبت نسبی ۹۵ درصد بود. نمونه ها آزمون کیفی فیزیکی و شیمیایی و ارگانولپتیک شدند و در مجموع پس از تجزیه آماری و با در نظر گرفتن مسایل اقتصادی و در دسترس بودن پوشش، تیماری که در آن از ظرف ۵۰۰ گرمی استفاده شده بود، میوه به صورت ۲ لایه چیده شده بود، ضخامت فیلم ۲۵ میکرو مترو تعداد منافذ ۱۰۰ و هر یک به قطر ۲ میلی متر بود به عنوان تیمار بهینه بسته بندی برای زردآلو انتخاب شد.

۲- واژه های کلیدی:

زردآلو، بسته بندی، ضخامت فیلم، عملیات پس از برداشت، سردخانه، گرمخانه

۱- برگرفته از طرح تحقیقاتی انتخاب بهترین شرایط بسته بندی گیلاس سیاه مشهد وزرد آلو جهت افزایش عمر انباری و

توسعه صادرات

۲- عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان؛ مجتمع کشاورزی

طرق صندوق پستی ۹۱۲۷۵-۴۸۸ و عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج

۳- پیشگفتار:

درصد و حتی بیشتر برآورد کرده‌اند. در کشورهای در حال توسعه، به‌علت نبود امکانات و آگاهی ناقص از نحوه برداشت، جا به جایی، درجه بندی، بسته بندی مناسب، و نگهداری میوه ضایعات پس از برداشت این محصولات بسیار بالاست و عمر انباری آنها نیز بسیار کوتاه است ضمن آنکه مصرف کنندگان نیز محصول را با کیفیت پایین و ارزش تغذیه‌ای کمتر تهیه و مصرف می‌کنند. لذا عملیات پس از برداشت مناسب، فنی، و برنامه ریزی شده سبب افزایش کیفیت محصول می‌شود به ویژه اگر میوه به مسافت‌های دور و به بازارهای بین‌المللی صادر شود.

این محققان همچنین عملیات پس از برداشت زردآلو را در مرحله درجه بندی یکی از عملیات اصلی در زنجیره تولید تا مصرف می‌دانند و می‌گویند در کالیفرنیا محصول را پس از برداشت (که عمدتاً با دست است) طبقه بندی، و درجه‌بندی، و کنترل می‌کنند تا از نظر اندازه یکنواخت باشند زیرا در هر محموله نباید میوه‌هایی باشد که درصد آنها بیش از ۶ میلی متر اختلاف دیده شود.

تونی و کاسینی (Tonini, and Caccioni, 1990) در تحقیقات سه ساله خود روی تاثیر پیش سرد کردن (Precooling) بر افت وزنی و فساد زردآلو، دو روش پیش سرد کردن با استفاده از هوای سرد و آب سرد را بررسی کردند. آنها نمونه‌های برداشت شده زردآلو را که از نظر درجه رسیدگی یکسان بودند در شرایط مناسب نگهداری کردند. نتایج تحقیقات آنها نشان می‌دهد که پیش سرد کردن زردآلو باعث کاهش افت وزنی

بر اساس برنامه‌های توسعه اقتصادی کشور و کمبود منابع نفتی، توسعه صادرات غیر نفتی از اولویت‌های اصلی برنامه دولت است. در بین آنها، قابل صدور، محصولات کشاورزی به خصوص محصولات باغی اهمیت خاص دارد. انواع تازه این محصولات دارای ارزش آوری خوبی هستند ولی به علت سریع الفساد بودن ضایعات سنگین نیز دارند که موجب ضرر تولید کنندگان و صادر کنندگان می‌شود. یکی از محصولات باغی که مشکلات زیادی در سر راه صادرات آن وجود دارد زردآلوست. این محصول با وجودی که از محصولات منحصر به فرد کشور ما و به ویژه در استان خراسان است. صادرات آن با کیفیت عالی و ضایعات کم ممکن نیست یا بسیار اندک است [۲،۳].

سطح زیر کشت زردآلو طبق آمار FAO در دنیا ۴۳۳۹۶۶ هکتار و میزان تولید آن ۲۷۵۴۲۵۶ تن است. بر اساس آمار موجود، در سال زراعی ۷۹-۸۰ سطح زیر کشت زردآلو در کشور ۲۹۰۲۴/۶ هکتار بوده است که استان خراسان پس از آذربایجان شرقی مقام دوم را از نظر سطح زیر کشت با ۳۴۵۷/۵ هکتار داراست. کل تولید زردآلو در کشور ۲۶۶۰۵۰ تن و برای استان خراسان حدود ۷ تن می‌باشد [۳].

کارلوس و کادر (Carlos and Kader, 2000) محدوده ضایعات میوه در مرحله پس از برداشت متغیر و بین ۵ تا ۵۰

تاثیر ضخامت فیلم، آرایش میوه یک لایه یا دو لایه و اندازه بسته بندی بر عمر انباری زردآلو

می‌کند. زیرا این پوشش می‌تواند از کاهش رطوبت جلوگیری کند. همچنین توصیه شده است که زردآلو در موقع بسته بندی از اول در ظروف مخصوص فروش بسته بندی شود. جنس این ظروف از پلی اتیلن است و اجازه تبادل گازهای اکسیژن و CO₂ و همچنین بخار آب را نیز فراهم می‌کند. در صورتی که این تبادل گازها به اندازه کافی نباشد، تجمع CO₂ موجب فساد بیشتر میوه می‌شود [۶].

حساسیت به سرما در میوه زردآلو در دمای ۳- درجه سانتی گراد اتفاق می‌افتد و نشانه‌های این سرمازدگی (Chilling injury) به صورت قهوه‌ای شدن بافت، از دست رفتن طعم (Off- flavour)، و شکستن حالت ژله ای بافت ظاهر می‌شود. بنابراین نگهداری میوه در دمای صفر درجه سانتی گراد تأثیرات مضر سرمازدگی را به حداقل می‌رساند. در این تحقیق همچنین از قارچ‌های بیماریزای مونیلیا (*Monilia fruticola*) و رایزوپوس (*Rhizopus stolonifer*) به عنوان بیماری‌هایی متداول این میوه ذکر شده است (ایماندل و صادق زاده، ۱۳۷۴).

برای نگهداری زردآلو در سردخانه، مؤسسه ASHRE می‌گوید این میوه باید سالم و عاری از آسیب دیدگی باشد، فساد باکتریایی، قارچی، یا ناهنجاری فیزیولوژیکی نداشته و آثار کپک یا حمله آفات در آن دیده نشود، میوه‌ها پس از برداشت نیز در کوتاه‌ترین زمان ممکن به سردخانه انتقال یابد و در دمای ۰/۵± درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۵٪ نگهداری شود [۶].

و کاهش فساد می‌شود. آنها روش پیش سرد کردن با هوای سرد را مؤثرتر از آب سرد می‌دانند. میازاکی (Miyazaki, 1983) تاثیر بسته بندی را بر عمر انبارمانی میوه زردآلو بررسی کرد. وی در این تحقیق وارسته های ژاپنی زردآلو را در بسته های پلی اتیلن بسته بندی و گزارش کرد که عمر انباری میوه در دمای ۲۲ درجه سانتی گراد حدود ۲ تا ۳ روز است.

زانک و همکاران (Zhangs, et al. 1991) تاثیر بسته بندی پلی اتیلن با ضخامت ۰/۰۲ میلی متر و حاوی مواد جاذب اتیلن را بر خواص زردآلو بررسی کردند. و نتیجه گرفتند که فعالیت آنزیم‌های تولید کننده اتیلن در بسته های پلی اتیلن بسیار کم است به ویژه اگر در بسته ها مواد جاذب اتیلن استفاده شده باشد.

موسسه بسته بندی (Geo Cot) سه نوع استاندارد بسته بندی را برای زردآلو معرفی کرده است که شامل:

بسته بندی یک لایه و ۲۸ تا ۳۸ میوه در هر جعبه میانگین وزن خالص ۳/۳ کیلوگرم؛ بسته بندی ۲ لایه (پنتاپک) با ۶۴ تا ۹۶ میوه در هر کارتن و میانگین وزن خالص ۶/۸ کیلوگرم؛ جعبه هایی که تمام حجم آن پر و وزن هریک حدود ۱۱ کیلوگرم است که در صورت استفاده از این ابعاد استاندارد میوه کمترین آسیب را حین حمل و نقل و نگهداری متحمل می‌شود [۵].

موسسه اشرا (ASHREA) انجمن مهندسی گرمایشی و سرمایشی آمریکا پوشاندن بسته های محتوی زردآلو را با پوشش های پلی اتیلن توصیه

دمای ۰/۵- تا ۰/۵+ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد نگهداری شدند.

- روش‌ها

در سال اول، پس از انتخاب باغ در اسفند ماه درختان علامت گذاری شدند. در تاریخ ۷۸/۳/۲۰ میوه های زردآلو با دقت برداشت و میوه های آسیب دیده و آلوده از میوه های سالم جدا شدند. سرد کردن اولیه (precooling) میوه با کمک آب و یخ و سپس ضد عفونی انجام شد. میوه ها با بادبزن برقی هوادهی شدند. برای بسته بندی در این مرحله، از ظروف غیر قابل انعطاف بدون سر و با گنجایش ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم استفاده شد. ظرف های حاوی میوه با فیلم پلی اتیلن با ضخامت های متفاوت (که بیشتر توضیح داده شد) پوشیده شدند. نمونه های شاهد فقط در فیلم بسته بندی شدند. برای تعیین مناسب ترین ارتفاع انباشته شدن محصول در حجم ثابت، میوه ها یک لایه و دولایه روی هم چیده شدند. پس از بسته بندی با شرایط فوق، میوه ها ابتدا در سردخانه ۰/۵- درجه سانتیگراد با رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد به مدت ۱۲ ساعت و سپس در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد به مدت ۱۲ ساعت نگهداری شدند. پس از ۱۲ ساعت نگهداری در گرمخانه بسته ها مجدداً به سردخانه منتقل و در دمای ۰/۵- تا ۰/۵+ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد نگهداری شدند. نمونه ها هر ۲ هفته یک بار از سردخانه خارج می شدند و آزمایش ها و ارزیابی های مخصوص روی آنها صورت گرفت.

اگزا (۱۹۹۳) در تحقیقی خواص پوشش های مورد استفاده در بسته بندی میوه و سبزی را بررسی و فرمول زیر را پیشنهاد کرد.

$$P_x^R = [(WR_x * L) / Ap(y_x^e - y_x^o)]$$

که در آن:

$$P_x^R = \text{نفوذ پذیری مورد احتیاج گاز}$$

$$W = \text{وزن محصول}$$

$R_x =$ شدت تنفسی محصولات کشاورزی بر حسب اکسیژن

$$L = \text{ضخامت فیلم}$$

$$A = \text{سطح فیلم}$$

$$y_x^e = \text{قسمت حجمی گاز خارجی}$$

$$y_x^o = \text{غلظت بهینه گاز}$$

۴- مواد و روش‌ها:

- مواد

در این پژوهش، از میوه درختان سه ساله زردآلو واریته شاهرودی استفاده شد. برای پیش سرد کردن میوه، روش استفاده آب و یخ به کار گرفته شد. برای ضد عفونی از ماده ضد عفونی کننده پرکلرین (۴ درصد) استفاده شد. برای بسته بندی، ظروف غیر قابل انعطاف از جنس و با ضخامت و بدون در با گنجایش ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم و همچنین فیلم پلی اتیلن (LDPE) با دانسیته ۰/۹۱ در سه ضخامت ۲۵، ۷۰ و ۱۴۰ μm جهت پوشش سر بسته ها به کار برده شد. پوشش دادن با دست و دوخت با دستگاه دوخت حرارتی انجام شد. میوه ها در سردخانه توس مشهد و اتاق مخصوص نگهداری زردآلو در

طرح آماری

به منظور تجزیه و تحلیل داده ها در سال اول، از طرح کامل تصادفی در قالب طرح فاکتوریل سه عاملی استفاده شد و میانگین های حاصل به روش آزمون دانکن مقایسه شدند.

$$R * A * B * C = 54 = \text{جامعه آماری زردآلو}$$

$$R = 2 * 3 * 3 * 3 = 54 = \text{تعداد نمونه های زردآلو}$$

R = تکرار

$$A = \text{ضخامت فیلم (} 250, 70, 140 \mu\text{m)}$$

$$B = \text{وزن ظرف بسته بندی (} 250, 500, 1000 \text{ گرم)}$$

$$C = \text{نحوه چیدن و ارتفاع میوه ها (تک لایه، ۲ لایه)}$$

همچنین جهت تجزیه و تحلیل داده ها در سال دوم، از طرح کاملاً تصادفی جهت مقایسه تیمارها استفاده شد و میانگین های حاصل به روش آزمون دانکن مقایسه شدند. در این بخش حرف d برای این تیمار انتخاب شد که چهار تیمار $d_1=100$, $d_2=200$, $d_3=300$, تعداد سوراخ در واحد سطح (متر مربع) نامگذاری شدند.

۵- یافته ها:

یافته های این طرح شامل نتایج آزمایش های اولیه و نتایج سال اول و دوم و همچنین نتایج آزمایش ها حسی و ارگانولپتیک زردآلوست که در جدول های ۱-۵ تا ۵-۵ آمده است.

خصوصیات نمونه ها پس از برداشت

در جدول شماره ۱ نتایج آزمایش های اولیه پس از برداشت میوه زردآلو ارائه شده است.

اندازه گیری ها در این مرحله شامل: تعیین میزان افت وزنی با استفاده از محاسبه درصد کاهش وزن هر بسته از ابتدا تا تاریخ خروج از سردخانه، مشاهده مستقیم علائم ظاهری فساد میکروبی و ارزیابی آنها، تعیین اسیدیته، (pH) و میزان مواد جامد انحلال پذیر (TSS) و همچنین آزمون ارگانولپتیک (۵ تایی) بود که خصوصیات از قبیل ظاهر عمومی میوه، عطر، مزه، رنگ و بافت را شامل می شد. پس از بررسی های فوق، جمع آوری اطلاعات، و تجزیه و تحلیل آماری آنها، ۲ تیمار به عنوان تیمارهای بهینه انتخاب شدند که یکی تیمار با ضخامت پوشش $25 \mu\text{m}$ با وزن ۲۵۰ گرم و ارتفاع چیدن دو لایه و دیگری تیمار با ضخامت $25 \mu\text{m}$ با وزن ۵۰۰ گرم و ارتفاع چیدن دو لایه.

در سال دوم اجرای طرح، تیمار تعیین تعداد سوراخهای مورد نیاز سطح بسته ها انجام گرفت. به این منظور روی ۲ تیمار بهینه، عامل تعداد سوراخ انجام شد که برای هر نوع فیلم ۴ سطح شامل ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ عدد سوراخ در واحد سطح به قطر ۲ میلیمتر وجود داشت. این تیمارها هم مشابه تیمارهای سال قبل مراحل سردخانه، گرمخانه و سردخانه گذاری نهایی را طی کرد و پس از انجام آزمایش های کیفی و کمی و جمع آوری داده ها و تجزیه و تحلیل آماری، تیمارهای بهینه بسته بندی انتخاب و معرفی شدند.

جدول شماره ۱- خصوصیات کیفی میوه زردآلو پس از برداشت

میوه	تاریخ برداشت	بریکس اولیه	pH اولیه	اسید قابل تیتر/ %
زردآلو	۷۸/۳/۲۰	۱۶/۹	۴/۴۶	۰/۸۷۴

- اعداد میانگین سه تکرار هستند.

نتایج حاصل از آزمایش‌های اصلی طرح در سال اول

نتایج سال اول آزمایش‌های شامل تاثیر متقابل سه عامل ضخامت لایه، وزن بسته، و ارتفاع چیدن میوه بر خصوصیات میوه زردآلو در جدول شماره ۲ داده شده است.

جدول شماره ۲- تاثیر متقابل ضخامت لایه، ارتفاع، و وزن بسته بر خصوصیات زردآلو*

اسید قابل تیتر	Brix	pH	وزن آفت زده (%)	کاهش وزن (%)	ارتفاع بسته (تعداد لایه)	وزن بسته (gr)	ضخامت لایه μm
۰/۸۰۳l	۱۵/۰۰ r	۴/۸۶۷ c	۶/۰۷۷ fg	۱/۲۰۳ f	تک لایه		
۰/۸۷۲ c	۱۶/۸۱ o	۴/۶۳۳ o	۳/۰۷۷ fg	۰/۴۹۳ fgb	دو لایه	۲۵۰	
۰/۹۰۳ a	۲۰/۰۰ d	۴/۳۱۰ p	۱۹/۳۱ d	۰/۴۴۳ fgb	تک لایه		
۰/۸۷۲c	۲۰/۸۱ c	۴/۶۰۰ h	۷/۷۶ fg	۰/۴۲۰ fgb	دو لایه	۵۰۰	۲۵
۰/۸۷ cd	۱۷/۸۰ m	۴/۷۰۳ e	۱۱/۱۰ef	۲/۵۹۰e	تک لایه		
۰/۷۸۶ n	۱۷/۳۰ n	۴/۹۱۰ b	۱/۷۷ g	۱/۲۲۳ f	دو لایه	۱۰۰۰	
۰/۸۷۶ b	۱۹/۷۴ g	۴/۴۶۷ n	۹/۶۰ fg	۰/۶۳۰ fgb	تک لایه		
۰/۸۳۳j	۲۱/۲۱ e	۴/۵۹۷ i	۳۲/۲۸ab	۰/۵۲۶ fgb	دو لایه	۲۵۰	
۰/۸۵۳ f	۱۹/۹۴ e	۴/۵۰۰m	۲۰/۶۶cd	۱/۱۱۷fg	تک لایه		
۰/۸۰m	۲۱/۴۰ a	۴/۸۰۷ d	۵/۳۰ fg	۰/۲۸۰gh	دو لایه	۵۰۰	۷۰
۰/۸۳۶ i	۱۹/۸۴ f	۴/۵۰۳ l	۹/۹۵ fg	۳/۵۸۰d	تک لایه		
۰/۸۲۶ k	۱۹/۷۰ h	۴/۶۰۳ g	۳۷/۳۰ a	۰/۳۸۶ fgb	دو لایه	۱۰۰۰	
۰/۸۶۶ d	۱۹/۲۰ j	۴/۵۱۰k	۸/۶۵ fg	۱۰/۶۵ b	تک لایه		
۰/۸۴۳h	۱۹/۳۰ i	۴/۶۳۷ f	۱۰/۷۲ ef	۱۲/۹۰a	دو لایه	۲۵۰	
۰/۸۶۰ e	۱۶/۳۶ q	۴/۵۸۷j	۲۲/۳۹ cd	۴/۵۷c	تک لایه		۱۴۰
۰/۸۳۶ i	۱۶/۴۱ p	۴/۵۹۷ i	۶/۶۸ fg	۰/۲۵۳h	دو لایه	۵۰۰	
۰/۸۶۶d	۱۹/۰۰ k	۴/۴۹۳ a	۱۸/۱۴ de	۰/۳۴۰ gh	تک لایه		
۰/۸۵۰۰ g	۱۸/۰۰l	۴/۵۹۷i	۲۸/۵۴ bc	۰/۴۸۶ fgb	دو لایه	۱۰۰۰	
۰/۸۵۰۰ g	۱۷/۸۳ m	۴/۴۷ n	۳۵/۴۰ ab	۱۲/۰۰ a	شاهد		

* حروف مشترک نشانه نبود اختلاف معنی دار تیمارها در هر ستون در سطح ۵٪ است.

جدول شماره ۳ مقایسه میانگین رنگ نمونه ها را در ارتباط با عوامل مورد آزمایش نشان می دهد. لازم است گفته شود که مقایسه های میانگین سایر خواص حسی به دلیل معنی دار نبودن ذکر نشده است.

جدول شماره ۳- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش ضخامت لایه، وزن بسته و تعداد لایه بر رنگ*

رنگ	ارتفاع بسته (تعداد لایه)	وزن بسته (gr)	ضخامت لایه μm
۴/۲۵۰ab	تک لایه		
۴/۵۰ a	دو لایه	۲۵۰	
۴/۲۵ ab	تک لایه		۲۵
۴/۷۵ a	دو لایه	۵۰۰	
۴/۲۵ ab	تک لایه		
۲/۲۵fgh	دو لایه	۱۰۰۰	
۳/۰۰def	تک لایه		
۳/۲۵cde	دو لایه	۲۵۰	
۳/۵۰bcd	تک لایه		
۱/۷۵gh	دو لایه	۵۰۰	۷۰
۴/۰۰abc	تک لایه		
۱/۵۰b	دو لایه	۱۰۰۰	
۳/۲۵cde	تک لایه		
۲/۵۰efg	دو لایه	۲۵۰	
۲/۵۰ efg	تک لایه		
۲/۵۰ efg	دو لایه	۵۰۰	۱۴۰
۲/۷۵def	تک لایه		
۲/۵۰ efg	دو لایه	۱۰۰۰	
۲/۷۵def	شاهد		

حروف مشترک هر ستون نشانه نبود اختلاف معنی دار تیمارها در سطح ۰.۰۵٪ است.

- نتایج آزمایش‌های میوه زردآلو در سال دوم
 در سال دوم، برای میوه زردآلو عامل تعداد سوراخ در واحد سطح فیلم بسته بندی روی تیمارهای بهینه انتخاب شده از سال اول اجرا شد. آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج آماری نشان داد که اعمال تیمار در تمام خصوصیات در سطح احتمال ۱٪ تاثیر معنی داری دارند و مقایسه‌های میانگین در جدول شماره ۵ مشاهده می شود. در این قسمت، عامل تعداد سوراخ به عنوان تیمار (d) در نظر گرفته شد و در چهار سطح اعمال گردید. در جدول شماره ۴، منظور از (۱) و (۲) تیمارهای بهینه انتخاب شده از نتایج سال قبل در مورد میوه زردآلوست که در بخش روش‌ها معرفی شدند. این دو تیمار با توجه به نتایج به دست آمده و بررسی شرایط اقتصادی تفاوت معنی دار ندارند و می توان هر دو آنها را در نظر گرفت.

جدول شماره ۴- مقایسه اثر تیمارهای مختلف بر خصوصیات کیفی زردآلو

تیمار	کاهش وزن (%)	وزن افت زده (%)	pH	Brix (%)	اسید قابل تیترا (%)
(۱) d ₁	۰/۶۲۳c	۲/۲۳c	۳/۹۵b	۱۶/۰۰bc	۰/۸۰ab
(۱) d _۲	۰/۴۶۶dc	۲/۱۰c	۳/۹۱ b	۱۵/۸۶cde	۰/۷۶۶c
(۱) d _۳	۰/۹۴۳b	۲/۶۰bc	۳/۹۶ b	۱۶/۱۰ bc	۰/۷۶۶ c
(۱) d _۴	۱/۰۲۶ b	۲/۶۶bc	۳/۹۶ b	۱۶/۲۰ bc	۰/۷۵۳ c
(۲) d ₁	۰/۵۵۶dc	۲/۰۶c	۳/۸۴ b	۱۵/۸۳cd	۰/۸۰ab
(۲) d _۲	۰/۲۳۰ dc	۰/۶۳۳d	۴/۲۰a	۱۴/۸۳ e	۰/۷۳۳d
(۲) d _۳	۱/۳۸a	۱/۶۳cd	۳/۹۳ b	۱۶/۰۰ bc	۰/۷۶۶ c
(۲) d _۴	۱/۲۶ab	۱/۸۳c	۳/۸۵ b	۱۵/۹۳ ^C	۰/۷۹۰ b
(۱)**	۰/۴۹۶ dc	۳/۴b	۳/۹۱ b	۱۷/۱۶a	۰/۷۹۳ab
(۲)**	۰/۳۱ dc	۶/۱a	۳/۹۶ b	۱۶/۵۰ b	۰/۸۰۶ a

حروف مشترک نشانه نبود اختلاف معنی دار تیمارها در هر ستون در سطح ۰.۵٪ است.

** شاهد (تیمارهای بهینه سال قبل)

جدول شماره ۵ مقایسه خصوصیات ارگانولپتیک میوه زردآلو در اثر اعمال تیمار تعداد سوراخ را نشان می دهد.

جدول شماره ۵ - مقایسه اثر تیمارهای مختلف بر خصوصیات ارگانولپتیک میوه زردآلو*

تیمار	بافت	عطر	رنگ	مزه	مقبولیت کلی میوه
(۱) d _۱	۳/۷۵ ab	۴/۰۰ ab	۴/۰۰ a	۴/۵۰ a	۴/۷۵ a
(۱) d _۲	۳/۲۵ ^{bc}	۳/۲۵ bcd	۳/۵۰ a	۳/۷۵ abc	۳/۷۵ bc
(۱) d _۳	۳/۰۰ bc	۳/۰۰ cd	۳/۲۵ ab	۳/۲۵ bcd	۳/۲۵ cd
(۱) d _۴	۲/۲۵ c	۲/۷۵ cd	۲/۵۰ b	۲/۷۵ cd	۲/۵۰ d
(۲) d _۱	۴/۵۰ a	۴/۵۰ a	۴/۰۰ a	۴/۲۵ ab	۴/۵۰ ab
(۲) d _۲	۳/۵۰ ab	۳/۵۰ bc	۳/۷۵ a	۳/۵۰ abcd	۳/۵۰ c
(۲) d _۳	۳/۰۰ bc	۳/۲۵ bcd	۳/۵۰ a	۲/۷۵ cd	۳/۲۵ cd
(۲) d _۴	۳/۰۰ bc	۲/۵۰ d	۲/۵۰ b	۲/۵۰ d	۲/۵۰ d
(۱)**	۳/۰۰ bc	۳/۰۰ cd	۳/۲۵ ab	۳/۲۵ bcd	۳/۲۵ cd
(۲)**	۳/۲۵ bc	۲/۷۵ cd	۳/۲۵ ab	۳/۲۵ bcd	۳/۲۵ cd

*حروف مشترک نشانه نبود اختلاف معنی دار تیمارها در هر ستون در سطح ۰.۰۵ است.

** شاهد (تیمارهای بهینه سال قبل)

۶- کاوش:

است. این نتایج با تحقیقات اگزما

(Exama, 1993) مطابقت دارد.

بر اساس فرمول اگزما، نفوذ پذیری لایه با ضخامت لایه و مقدار و وزن میوه ارتباط مستقیم دارد. بنابراین با افزایش ضخامت لایه، نفوذ پذیری آن نسبت به گازها افزایش می یابد و در نتیجه کاهش وزن آن بیشتر است.

$$P_x^R = [(WR_x * L) / Ap(y_x^e - y_x^o)]$$

همچنین مشاهده می شود که هرچه ارتفاع چیدن میوه بیشتر شود کاهش وزن بیشتر است. البته

تأثیر متقابل سه عامل ضخامت، ارتفاع، و وزن بسته بر افت وزنی میوه زردآلو در جدول ۵-۲ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود بیشترین درصد کاهش وزن مربوط به تیمار شاهد و تیمار با ضخامت پوشش ۱۴۰ μm؛ ارتفاع دو لایه و وزن ۲۵۰ گرم است که می تواند مربوط به ارتباط مستقیم نفوذ پذیری لایه با ضخامت پوشش باشد. در مورد وزن بسته نیز می توان استدلال کرد که وزن بسته با نفوذ پذیری رابطه مستقیم دارد و هرچه نفوذ پذیری نسبت به گاز بیشتر شود کاهش وزن بیشتر

تیمار به ضخامت $25 \mu m$ و وزن 1000 گرم و ارتفاع دو لایه بود.

نزدیکترین pH به pH اولیه میوه ($4/66$) مربوط به تیمار $25 \mu m$ است و دورترین آن مربوط به $140 \mu m$ است. اصولاً میزان pH به دلیل کاهش اسیدهای آلی پس از برداشت افزایش می‌یابد که این در مورد میوه‌های کلایمکتیک سریع‌تر و در مورد غیر کلایمکتیک‌ها کندتر انجام می‌شود. که در مورد زردآلو این افزایش محسوس‌تر و سریع‌تر است. کاهش اسیدیته و افزایش pH به علت شرکت اسید در تنفس یا تبدیل آن به قند است. این کاهش در مورد تمام میوه‌ها به غیر از موز و آناناس وجود دارد [۴]. از لحاظ بسته‌های میوه، نزدیک‌ترین pH به pH اولیه مربوط به بسته‌های 250 گرمی است و در مورد ارتفاع چیدن میوه‌ها، ارتفاع دو لایه نزدیک‌ترین pH را داشت. در جدول ۵-۲ مشاهده می‌شود که نزدیک‌ترین pH به مقدار اولیه مربوط به ضخامت $25 \mu m$ ، بسته دارای وزن 250 گرم، و ارتفاع ۲ لایه است.

نزدیکترین اسیدیته به مقدار اسیدیته اولیه مربوط به ضخامت $25 \mu m$ است. اسیدیته نیز، همان‌طور که pH توضیح داده شد، با افزایش زمان نگهداری کاهش می‌یابد. بسته‌های 500 گرمی نزدیک‌ترین اسیدیته را به نمونه اولیه نشان می‌دهند. و در مورد ارتفاع بسته نیز ارتفاع دو لایه این حالت را دارد. جدول شماره ۵ تاثیر متقابل عوامل را بر اسیدیته نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود تیمارهای $25 \mu m$ با وزن 250 و 500 گرم و ارتفاع ۲ لایه نزدیکترین اسیدیته را به نمونه اولیه نشان

همین تیمار در ارتفاع تک لایه هم افت وزنی بالایی را نشان می‌دهد که این تغییرات به دلیل شرایط نگهداری نمونه در سردخانه و ایجاد قطره‌های بخار آب داخل بسته است که نفوذپذیری را تغییر و سرعت تنفس محصول را افزایش می‌دهد. بعضی از نمونه‌ها به دلیل باز و بسته شدن و گاهی بازماندن در سردخانه دچار تغییرات دما شده بودند و در نتیجه تعرق و ایجاد قطره‌های آب در بسته می‌نماید.

نتایج این بخش نیز با اطلاعات منتشره شده از سوی موسسه Geo cot مطابقت دارد که استاندارد بسته بندی زردآلو را یک لایه و دو لایه معرفی می‌کند.

بیشترین وزن میوه آفت زده مربوط به پوشش دارای ضخامت $70 \mu m$ است و کمترین آن مربوط به $25 \mu m$. همچنین در مورد حجم بسته، بیشترین وزن میوه آفت زده مربوط به 1000 گرم و کمترین آن مربوط به وزن 250 گرم است. با افزایش وزن و توده میوه وزن آفت زده افزایش می‌یابد، زیرا با افزایش وزن و توده میوه امکان آفت زدگی و انتقال آن به میوه‌های سالم بیشتر است. در مورد ارتفاع چیدن میوه، نتایج آزمون t نشان داد که اختلاف معنی‌دار بین تک لایه و دو لایه در مورد وزن آفت زده میوه زردآلو وجود ندارد ولی به طور کلی هرچه ارتفاع چیدن میوه بیشتر باشد، وزن میوه آفت زده به دلیل تماس بیشتر میوه‌های سالم و معیوب افزایش می‌یابد. بیشترین وزن میوه آفت زده مربوط به تیمار با ضخامت $70 \mu m$ با وزن 1000 گرم و ارتفاع دو لایه و سپس شاهد بود و کمترین مقدار مربوط به

می دهند. در جدول شماره ۵ تأثیر ضخامت لایه بر Bx مشخص شده است. مشاهده می شود که نزدیک ترین Bx به Bx اولیه میوه زردآلو مربوط به ضخامت $25 \mu m$ است همچنین در مورد وزن بسته که در جدول شماره ۵ مشاهده می شود نزدیک ترین Bx مربوط به وزن بسته های ۲۵۰ گرمی است و در مورد ارتفاع چیدن میوه نیز تیمار دو لایه نزدیک ترین Bx را نشان می دهد.

همان طور که قبلاً نیز اشاره شد، در مورد زردآلو که میوه ای کلاسیک است به دلیل تبدیل نشاسته به قند و افزایش قند (شاخص اصلی Bx در میوه ها) Bx افزایش می یابد [۴] نتایج این تحقیق هم دلالت بر این مسئله دارد.

در مورد ویژگی های حسی میوه زردآلو، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها عامل رنگ است که در تیمارها تأثیری معنی دار دارد. بیشترین امتیاز از نظر رنگ به تیمارهای پوشش با ضخامت $25 \mu m$ با وزن ۲۵۰ و ۵۰۰ گرم و نحوه چیدن ۲ لایه برابر ۴/۵ را است. در مورد بافت نیز تیمار پوشش با ضخامت $25 \mu m$ با وزن ۲۵۰ و ارتفاع یک لایه بیشترین امتیاز یعنی ۴/۵ را دارد. در مورد عطر هم پوشش با ضخامت $25 \mu m$ با وزن ۲۵۰ گرم و ارتفاع دولایه بیشترین امتیاز (۴/۲۵) را دارد. در مورد مزه و ظاهر عمومی نیز همین تیمار بیشترین امتیاز (۴/۷۵، ۴/۵) را به خود اختصاص می دهد.

با جمع بندی نتایج خصوصیات کیفی و ویژگی های حسی میوه زردآلو در سال اول، ۲ تیمار به عنوان تیمار بهینه انتخاب شدند که حائز تمام شرایط هستند که عبارت اند از: تیمار با ضخامت

$25 \mu m$ با وزن ۲۵۰ گرم و ارتفاع چیدن دو لایه و تیمار با ضخامت پوشش $25 \mu m$ با وزن ۵۰۰ گرم و ارتفاع چیدن دو لایه.

بیشترین افت وزنی، مربوط به تیمار d_3 (۲) است و کمترین آن به تیمار d_2 (۲) اختصاص دارد. d_2 (۲) تیماری است که در آن ضخامت لایه $25 \mu m$ و وزن بسته ۲۵۰ گرم با ارتفاع ۲ لایه و تعداد سوراخ ۲۰۰ است. تیمارهای d_3 (۱) و d_4 (۱) که به ترتیب ۳۰۰ و ۴۰۰ سوراخ در واحد سطح دارند اختلافی معنی دار با این تیمار ندارند. کمترین افت وزنی مربوط به تیمار d_1 (۲) است. d_1 (۲) تیماری است که در آن ضخامت پوشش $70 \mu m$ ، وزن ۵۰۰ گرم و ارتفاع ۲ لایه و تعداد سوراخ در واحد سطح ۱۰۰ است. مشاهده می شود که هر چه تعداد سوراخ بیشتر شود افت وزنی بیشتر می شود و این به دلیل تبادلات گازی با محیط خارج و افزایش نفوذ پذیری پوشش است، منتها تعداد سوراخ ۱۰۰ است به دلیل اینکه تعادل و تبادلات به حد مناسب و بهینه رسیده است و بسته بندی حالت MAP از نوع انفعالی را ایجاد می کند افت وزنی کمترین است. بیشترین وزن آفت زده مربوط به تیمار ۲ شاهد و کمترین آن مربوط به تیمار d_3 (۲) است. نزدیک ترین pH به pH اولیه زردآلو در سال دوم (۳/۸۹)، تیمار (۱) شاهد و d_3 (۱) است البته بین تیمارها d_1 (۱)، d_3 (۱)، d_4 (۱)، d_2 (۱) و d_3 (۲) اختلافی معنی دار وجود ندارد. نزدیک ترین اسیدیته به اسیدیته اولیه نمونه زردآلو در سال دوم (۰/۸۷۴) مربوط به تیمارهای d_1 (۲) و (۲) شاهد و دورترین اسیدیته مربوط به d_3 (۲) است. مقایسه میانگین Bx نشان می دهد که نزدیک ترین Bx به

نمونه اولیه (۱۵/۸) مربوط به تیمار d_1 (۲) و d_1 (۱) داده شد. دورترین مقدار تیمار (۱) شاهد است. پس از بررسی نتایج خصوصیات فیزیکی و در مورد بافت بیشترین امتیاز به تیمار d_1 (۲) (۴/۵) تعلق دارد. در مورد عطر نیز بیشترین امتیاز را همین تیمار دارد (۴/۵). در مورد ویژگی رنگ بیشترین امتیاز به تیمار d_1 (۲) و d_1 (۱) داده شد و کمترین امتیاز را تیمار d_4 (۲) و d_4 (۱) دازند. در مورد مزه و ظاهر عمومی، بیشترین امتیاز به تیمار باشد.

۷- منابع:

- ۱- ایماندل، کرامت الله. صادق زاده، عذرا. ۱۳۷۴، عوامل فساد و شرایط نگهداری مواد غذایی در سردخانه، دانشگاه تهران.
- ۲- بلوریان تهرانی، محمد. ۱۳۷۳، راهنمای بسته بندی کالاهای صادراتی (میوه ها و سبزیهای تازه). مؤسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی.
- ۳- آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۰. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی. دفتر آمار و فن آوری اطلاعات شماره (۸۰/۰۳).
- ۴- میدانی، جواد. دزفولی، سیدابوالحسن. ۱۳۷۶، فیزیولوژی پس از برداشت. نشر آموزش کشاورزی کرج. ۴۰۳.
- 5- Anon. 1995. Packaging and Packing. Geo Cot. Internet 2002.
- 6- Ashrae, handbook, 1986. Refrigeration systems and applications, Ashrae, inch. Pound. Edition American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.
- 7-Carlos, H. Kader, A. 2000. Apricots; post-harvest quality maintenance guidelines. <http://ostharvest.ucdavis.edu/produce/producefacts>.
- 8-Exama, J. 1993. Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. J. Food. Sci: 58 (6). 1365-1370.
- 9-Miyazakis, T. 1983. Effects of seal packaging and ethylene removal in the sealed bags on the shelf life of Japanese apricot, J. Japanese. Society for Horticultural Science. 60 (1): 183- 190.
- 10- Tonini, G. Caccioni, D. 1990. precooling of apricot. Influence on rot, ripening and weight loss. <http://www.actahort.org>.

-
- 11- Zhang, S., Chachir, K, Iwato, T. 1991. Effects of polyethylene packaging and ethylene absorbent on storage of mature - green mume. Journal Japanese. Society for Horticultural Science: 60 (1): 185-190.

Effects of Film Thickness, Fruit Arrangement (One or Two Layer) and Packaging Size on Apricot Shelf Life

Z. Sheikholeslami and M. A. Shahbake

Fruits and vegetables are highly perishable and require proper postharvest management, using appropriate techniques for handling, packaging and storage to minimize loss. This study was run to minimize loss and export development of fresh fruit (apricot), and carried out in three steps. 1. postharvest process for all treatments were precooling, disinfection and removing water drop 2. packaging treatments were also: different thicknesses of films, size and heights of packages 3. storage after packaging. Condition of storage after packaging for all treatments was: cold storage with 90-95% relative humidity and -5°C , curing room with 70% relative humidity and 40°C and cold storage with 90-95% relative humidity and $-5/-5^{\circ}\text{C}$. Treatments were evaluated by chemical, physical and organoleptic tests. Data compared with statistical analysis. Results showed that the best treatment for apricot packaging was: Pack size 500gr, fruit high in pack 2 layer, film thickness $25\ \mu\text{m}$ and 100 holes on area unit.

Key words: Apricot, Packaging, Film Thickness, Postharvest Practices, Cold Storage