



دستنامه فنی ۸

راهنمای پس از برداشت و بازاریابی انجیر

ندا مفتون آزاد و صدیقه یزدانی



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

دستنامه فنی

راهنمای پس از برداشت و بازاریابی انجیر

تهیه و تدوین

ندا مفتون آزاد و صدیقه یزدانی

به ترتیب عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و
کارشناس ارشد معاونت آموزش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع
طبیعی استان فارس

سال انتشار

۱۴۰۲



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



نوع نوشتار: دستنامه فنی

عنوان نوشتار: راهنمای پس از برداشت و بازاری رسانی انجیر

نگارندگان: ندا مفتون آزاد و صدیقه یزدانی

ویراستار ادبی: محمدرضا داهی

صفحه آرا: شبنم جباری

طراح جلد: سمیه وطن دوست

ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

شمارگان: محدود

نوبت چاپ: اول

سال انتشار: ۱۴۰۲



مسئولیت صحت مطالب با نگارندگان است.

شماره ثبت ۶۳۹۰۱ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ۱۴۰۲/۰۵/۰۲

فهرست مطالب

شماره صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱- مناطق کشت
۳	۱-۲- اهمیت و ارزش اقتصادی انجیر تازه و خشک در جهان - وارد کنندگان و صادر کنندگان
۴	فصل دوم: مشخصات گیاهشناسی انجیر
۴	۲-۱- ریشه
۴	۲-۲- ساقه
۵	۲-۳- برگ
۶	فصل سوم: انواع انجیر
۶	۳-۱- برّ انجیر (کاپری فیگ)
۷	۳-۲- انجیر خوراکی
۷	۳-۲-۱- انجیر ازمیر
۷	۳-۲-۱-۱- انجیر سبز
۸	۳-۲-۱-۲- انجیر سیاه
۹	۳-۲-۱-۳- شاه انجیر
۹	۳-۲-۱-۴- انجیر متی
۱۰	۳-۲-۱-۵- انجیر المی
۱۰	۳-۲-۱-۶- انجیر برگ چناری
۱۱	۳-۲-۱-۷- انجیر رونو
۱۱	۳-۲-۱-۸- انجیر کشکی
۱۲	۳-۲-۲- انجیر سان پدرو
۱۳	۳-۲-۳- انجیر معمولی
۱۴	فصل چهارم: ارقام مختلف انجیر بر اساس خصوصیات میوه
۱۴	۴-۱- انجیر آدریاتیک
۱۵	۴-۲- انجیر قهوه‌ای ترکیه
۱۵	۴-۳- انجیر کالیمیرنا
۱۶	۴-۴- انجیر میژن

شماره صفحه	عنوان
۱۶	۴-۴-انجیر کادوتا
۱۷	فصل پنجم: فاکتورهای موثر بر کیفیت میوه در زمان برداشت
۱۷	۵-۱-فیزیولوژی رشد و رسیدن میوه
۲۲	۵-۲-تنظیم هورمونی
۲۳	۵-۳-تأثیر ژنوتیپ بر مورفولوژی میوه انجیر
۲۴	۵-۴-گرده افشانی (کاپریفیکاسیون)
۲۵	فصل ششم: پارامترهای کیفی میوه انجیر
۲۵	۶-۱-روش‌های ارزیابی کیفیت
۲۶	۶-۲-ویژگی های فیزیکوشیمیایی
۲۷	۶-۳-فساد میکروبی
۳۳	فصل هفتم: برداشت و جابجایی انجیر
۳۴	۷-۱-شاخص‌های رسیدگی (رنگ و سفتی)
۳۶	۷-۲-زمان برداشت
۳۷	۷-۳-جداسازی میوه
۳۹	۷-۴-جمع‌آوری محصول
۴۲	فصل هشتم: جداسازی و درجه‌بندی، بسته‌بندی و حمل و نقل
۵۰	فصل نهم: پیش‌سرد کردن و مدیریت زنجیره سرد انجیر
۵۴	فصل دهم: سردخانه‌گذاری
۵۵	۱۰-۱-ماندگاری پس از خروج از سردخانه و در زمان عرضه
۵۶	۱۰-۲-تأثیر رطوبت نسبی
۵۷	فصل یازدهم: بسته‌بندی با اتمسفر تغییریافته (MAP)
۶۲	فصل دوازدهم: استفاده از فیلم‌های زیست‌تخریب‌پذیر
۶۴	۱۲-۱- کاربرد تیمارهای شیمیایی
۶۵	جمع‌بندی
۶۸	منابع

فصل اول

مقدمه

انجیر یکی از اولین درختان کشت شده در جهان است که در اسناد مربوط به قرن سی ام پیش از میلاد هم به آن اشاره شده است. در کتاب مقدس انجیل، فراوان از انجیر نام برده شده است و انجیر یکی از میوه های باغ بهشت قلمداد گردیده است. در قرآن مجید به انجیر سوگند یاد شده است (کریزوستو^۱ و همکاران، ۲۰۱۱).

میوه انجیر هم به صورت تازه و هم خشک استفاده می شود. میوه های تازه نسبت به آسیب های فیزیکی و آلودگی های پس از برداشت بسیار حساس و فسادپذیرند و عمدتاً نزدیک به مناطق تولید مصرف می شوند. شرایط پیش و پس از برداشت هر دو بر کیفیت میوه و ماندگاری پس از برداشت میوه موثرند. بنابراین، کاهش ضایعات پس از برداشت و توسعه بازار جهانی انجیر تازه چالشی بزرگ برای بهنژادگرها، فیزیولوژیست ها و متخصصان پس از برداشت است.

انجیر میوه ای مغذی است و مقادیر زیادی پتاسیم، کلسیم، آهن، فسفر و ویتامین های آ، ب و ث دارد. میزان فیبر در انجیر از برخی میوه ها یا سبزی های دیگر بیشتر است. انجیر میان وعده ای است سالم که سدیم، کلسترول و چربی ندارد. انجیر خشک با داشتن ۶۵ تا ۷۰ درصد قند یکی از منابع تامین کننده انرژی به شمار می آید.

درخت انجیر در سراسر جهان با نام انجیر، انجیر معمولی یا انجیر خوراکی شناخته می‌شود و میوه مهمی برای انواع مصارف خوراکی و دارویی است. از میوه انجیر به صورت‌های مختلف استفاده می‌شود: تازه، خشک، کمپوت، مربا، شربت، مارمالاد، شکلات، بیسکویت و غیره. به‌رغم اینکه بیشتر انجیر تولیدی در سطح کشور و جهان به انجیر خشک تبدیل می‌شود ولی مصرف تازه‌خوری انجیر در سطح جهان نیز رو به‌افزایش است (کریزوستو و همکاران، ۲۰۱۱)

۱-۱- مناطق کشت

موطن اصلی انجیر اروپا، آسیا، آفریقا و نواحی مدیترانه است و به‌همین دلیل آن را جزو میوه‌های مناطق نیمه‌گرمسیری طبقه‌بندی کرده‌اند. انجیر در مناطق گرمسیری، نیمه‌گرمسیری و معتدل کشت می‌شود و یکی از مهم‌ترین میوه‌ها در پاره‌ای از کشورهای جهان به‌ویژه کشورهای دریای مدیترانه، دریای سرخ و خلیج فارس است و در ردیف انگور، خرما و زیتون قرار دارد.

ترکیه، مصر، الجزایر، مراکش و ایران کشورهایی هستند که بیشترین میزان تولید انجیر را از تولید جهانی دارند (فائو، ۲۰۲۱). ایران رتبه پنجم تولید انجیر را در دنیا دارد و استان‌های مهم تولیدکننده انجیر در ایران به‌ترتیب فارس، لرستان، کرمانشاه و کرمان هستند. بزرگ‌ترین استان کشور از نظر سطح زیر کشت و میزان تولید انجیر استان فارس است. شهرستان استهبان در ۱۷۵ کیلومتری شرق شیراز با داشتن ۲۳۵۰۰ هکتار انجیرستان اولین و مهم‌ترین شهرستان تولیدکننده انجیر کشور است. بعد از شهرستان استهبان به‌ترتیب شهرستان‌های نیریز با ۷۸۰۰ هکتار، داراب با ۵۳۰۰ هکتار، جهرم با ۵۰۰۰ هکتار و کازرون با ۴۴۰۰ هکتار بیش‌ترین سطح زیر کشت انجیر کشور را دارند (آمارنامه کشاورزی و زراعت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۹). طبق این منبع، ۵۶۲۹۲ هکتار از زمین‌های کشور اختصاص به کشت انجیر آبی (بارور و غیربارور) دارد که از این مساحت ۴۷۲۱۶ هکتار آن در استان فارس

قرار دارد که ۳۸۷۸۱ هکتار آن بارور است. میانگین تولید انجیر در استان فارس ۴۳۱۰۲ تن در سال است.

۱-۲- اهمیت و ارزش اقتصادی انجیر تازه و خشک در جهان - وارد کنندگان و صادر کنندگان

بزرگ‌ترین تولیدکننده انجیر در سال ۲۰۲۰ ترکیه با ۲۹۹ میلیون دلار و بزرگ‌ترین واردکننده انجیر هند با ۱۳۳ میلیون دلار بوده است. در همان سال، انجیر (تازه و خشک) ۲۳۹۴ امین محصول پرمعامله جهان با ارزش ۶۴۳ میلیون دلار و رشد آن طی ۲۰۲۰-۲۰۱۹ معادل ۳۴/۷ درصد بوده است. در سال ۲۰۲۰، ترکیه (۲۹۹ میلیون دلار)، افغانستان (۱۳۵ میلیون دلار)، اتریش (۲۲/۹ میلیون دلار)، آلمان (۲۲/۴ میلیون دلار)، و اسپانیا (۲۲/۲ میلیون دلار) بزرگ‌ترین صادرکنندگان انجیر تازه یا خشک و هند (۱۳۳ میلیون دلار)، آلمان (۸۳/۸ میلیون دلار)، فرانسه (۵۹/۹ میلیون دلار)، ایالات متحده (۴۲/۳ میلیون دلار) و هلند (۲۵/۴ میلیون دلار) بزرگ‌ترین واردکنندگان انجیر تازه یا خشک شده بودند. بزرگ‌ترین واردکنندگان انجیر ایران کشورهای ویتنام (۴۶/۴ درصد)، ژاپن (۱۰/۱ درصد)، چین (۷/۵۶ درصد) و هند و امارات (هریک ۴/۵ درصد) بوده‌اند (افام‌آی^۱، ۲۰۲۲).

فصل دوم

مشخصات گیاه‌شناسی انجیر

انجیر با نام علمی *Ficus carica* به تیره گیاهی توت‌سانان Moraceae تعلق دارد. این تیره گیاهی ۶۰ جنس و بیش از ۲۰۰۰ گونه گرمسیری و نیمه‌گرمسیری خزان‌کننده و همیشه‌سبز به صورت درخت، درختچه و علفی را شامل می‌شود. انجیر درختی خزان‌پذیر و از میوه‌های نیمه‌گرمسیری به‌شمار می‌رود. گل‌های انجیر به صورت‌های مختلفی روی درختان انجیر وجود دارند. در برخی گونه‌ها، گل‌های ماده روی یک درخت و گل‌های نر - ماده (هرمافروdit) روی درخت دیگر مشاهده می‌شوند. در بعضی گونه‌ها، گل‌های ماده و گل‌های نر روی دو پایه جدا از هم دیده می‌شوند (دو پایه) (محمدی، ۱۴۰۱).

۱-۲- ریشه

سیستم ریشه درخت انجیر به‌شکلی چشمگیر به‌صورت جانبی گسترش می‌یابد. بیشترین تراکم ریشه‌ای درخت انجیر در عمق ۳۰ تا ۷۰ سانتی‌متری خاک واقع شده است.

۲-۲- ساقه

شکل تاج درخت در ارقام مختلف حالت‌های باز، افتاده، گسترده و عمودی دارد. در استهبان درخت انجیر خوراکی رقم سبز که رقم غالب منطقه محسوب می‌شود، به شکل گرد و با شاخه‌های کمی افتاده است.

عواملی مثل رطوبت خاک، نوع خاک و دیگر عوامل محیطی، اندازه درخت را تعیین می‌کنند. ارتفاع درخت انجیر به ۸ تا ۱۰ متر ولی در برخی گونه‌ها تا ۲۵ متر هم می‌رسد. درختان انجیر خوراکی رقم سبز در منطقه استهبان به دلیل محدودیت‌های منابع آبی که منجر به کمی رشد رویشی طی یک فصل رشد می‌گردد، بسته به سن درخت ۲ تا ۶ متر ارتفاع دارند.

۳-۲- برگ

درخت انجیر دارای برگ‌های پهن و پنجه‌ای با ظاهر ناصاف و خشن است و ۳-۵ قسمت دارد. موهای سطح بالای برگ زبر، ضخیم، کوتاه و پراکنده هستند که حالت زبری به سطح بالایی برگ می‌دهند. موهای سطح زیرین به تعداد زیاد وجود دارند و نرم هستند. در نتیجه سطح زیرین مخملی و نمدی احساس می‌شود. علت خارش و زخم شدن پوست دست در هنگام تماس با برگ به دلیل وجود کرک‌های تیز، محکم و سفت سطح برگ است.

فصل سوم

انواع انجیر

ارقام فیکوس کاریکا از نظر باغبانی با توجه به نوع و ساختمان گل به دو گروه تقسیم

می‌شوند:

۱-۳- بر انجیر (کاپری فیگ^۱)

میوه‌های بر انجیر معمولاً غیر خوراکی هستند. میوه‌های برانجیر هم گل‌های نر دارند و هم گل‌های ماده. گل‌های نر در اطراف روزنه انتهایی میوه واقع شده‌اند. گل‌های با خامه کوتاه، بقیه قسمت‌های داخلی میوه بر انجیر را اشغال می‌کنند که برای تخم‌گذاری زنبور بلاستوفاگا^۲ مناسب هستند (شکل ۱).



شکل ۱- نمونه‌هایی از انجیر بر

(کاپری فیگ) (بی‌نام، ۱۳۹۸)

-
1. Caprifig
 2. Blastophaga

۲-۳-انجیر خوراکی

تمام گل‌های موجود در میوه انجیر خوراکی ماده و از نوع خامه بلند هستند. زنبور بلاستوفاگا در داخل تخمدان گل‌های ماده انجیر خوراکی نمی‌تواند تخم‌گذاری کند. درخت انجیر با توجه به واریته آن ممکن است در سال یک یا دو محصول تولید کند. اگر در سال یک بار محصول تولید کند، این محصول در بهار یا اوایل تابستان می‌رسد. اگر دو محصول تولید کند محصول دوم که اصلی است، در اواخر تابستان می‌رسد.

ارقام انجیر خوراکی از نظر باغبانی و نیاز به گرده افشانی برای تولید محصول به سه گروه از میر، سان پدرو، و معمولی تقسیم می‌شوند:

۱-۲-۳-انجیر از میر

گرده افشانی برای تشکیل و رسیدن میوه در این نوع انجیرها ضروری است. معمولاً انجیرهای نوع از میر اولین محصول را ندارند و چنانچه اولین محصول را تولید کنند اولاً مقدار آن خیلی کم است و ثانیاً میوه‌ها بدون دانه هستند و قابل خوردن نیستند. چنانچه گل‌های میوه‌های اصلی یا دومین محصول، که به مقدار زیاد هم تولید می‌شوند، گرده‌افشانی نشوند، میوه‌ها بعد از مرحله تمام گل ریزش خواهند کرد. تشکیل میوه در این نوع انجیرها با ورود گرده به داخل میوه و با محلول‌های شیمیایی مانند جیبرلیک اسید و اتفن امکان‌پذیر است.

ارقام انجیر خوراکی معروف از گروه از میر عبارت‌اند از:

۱-۱-۲-۳-انجیر سبز

انجیر سبز رشد و باردهی نسبتاً زیاد دارد، دارای تاج مدور و رشد عمودی است، شاخه و برگ متراکم دارد، اندازه میوه آن متوسط با قطری برابر ۳۷ - ۳۳ میلی‌متر به شکل شلجمی است، رنگ سبز مایل به زرد دارد، میوه آن دیررس است و به‌صورت خشک مصرف می‌شود.

میزان قند انجیر سبز ۲۳ درصد است. این انجیر به کنه حساس است. حدود ۹۸ درصد از درختان انجیر استهبان از این رقم است (شکل ۲).



شکل ۲- رقم انجیر سبز

۳-۲-۱-۲-انجیر سیاه

انجیر سیاه رشد و باروری زیاد دارد، تاج درخت گسترده و مقاوم به سرماست، تنه کمی تیره رنگ دارد. برگ‌ها بزرگ و ۵ لبی هستند، و میوه فاقد شکاف است. انجیر سیاه جنبه تازه‌خوری دارد، خشک آن مرغوب نیست. این انجیر به سرما مقاوم و اندازه درخت بزرگ است (شکل ۳).



شکل ۳- رقم انجیر سیاه

۳-۱-۲-۳- شاه انجیر

شاه انجیر رشد و باردهی متوسط دارد، تاج آن گسترده است و پهنک برگ ۵ لیبی دارد. میوه شاه انجیر بزرگ است و حدود ۳۹ میلی متر قطر دارد. میوه آن گلابی شکل و به رنگ زرد طلایی و پر بذر و شیرین است (شکل ۴). شاه انجیر میان رس است. عمر درخت شاه انجیر طولانی نیست و اندازه درخت متوسط است.



شکل ۴- رقم شاه انجیر

۴-۱-۲-۳- انجیر متی^۱

رشد انجیر متی زیاد و باروری آن متوسط است. این انجیر تاج گسترده دارد و میوه اصلاً شکاف نمی خورد. میوه انجیر متی گلابی شکل و زرد رنگ است. انجیر متی شیرین و دیررس است و جنبه تازه خوری دارد (شکل ۵). خشک آن مرغوب نیست و برای تهیه مربا مناسب است. این انجیر به کنه خیلی حساس است.



شکل ۵- رقم متی (بیونهایل، ۱۴۰۱)

۵-۱-۲-۳- انجیر المی^۱

انجیر المی رشد و باروری متوسط دارد. رشد درخت عمودی و اندازه میوه آن متوسط است. شکل میوه شلجمی و فاقد گردن است. میوه این نوع انجیر ترش و شیرین و میانرس است و جنبه تازه خوری دارد (شکل ۶).



شکل ۶- رقم المی (بیونهایل، ۱۴۰۱)

۶-۱-۲-۳- انجیر برگ چناری

باروری انجیر برگ چناری کم و شاخه آن نازک است. اندازه میوه این انجیر کوچک است (شکل ۷). این رقم در حال از بین رفتن است.



شکل ۷- رقم برگ چناری (بیونهایل، ۱۴۰۱)

۷-۱-۲-۳- انجیر رونو^۱

انجیر رونو رشد کم و باردهی متوسط دارد. تاج آن گسترده است و برگ ۳ لبی دارد. میزان چسبندگی دم میوه به میوه خیلی زیاد است. دم میوه خیلی کشیده است. میوه آبدار، شیرین و زودرس است و جنبه تازه خوری دارد (شکل ۸).



شکل ۸- رقم رونو (بیونهایل، ۱۴۰۱)

۸-۱-۲-۳- انجیر کشکی

انجیر کشکی رشد متوسط، باروری کم و برگ ۳ لبی دارد. لبها بدون بریدگی، اندازه میوه بزرگ، دم میوه خمیده، و میوه ترش و شیرین است (شکل ۹).



شکل ۹- رقم کشکی (بیونیهال، ۱۴۰۱)

۲-۲-۳- انجیر سان پدرو^۱

انجیرهای نوع سان پدرو دو محصول تولید می‌کنند. اولین محصول به طریقه پارتنوکاری^۲ تشکیل می‌شود و اهمیت آن از دومین محصول بیشتر و مقدار آن از متوسط تا زیاد است.

یادآوری می‌شود که بعضی ارقام انجیر در طول سال ممکن است یک یا دو مرحله تولید محصول داشته باشند. اگر تنها یک مرحله محصول تولید کنند، آن محصول در تابستان است و اگر دو مرحله تولید محصول داشته باشند، مرحله نخست در بهار یا اوایل تابستان و مرحله دوم (که محصول اصلی درخت است) در اواخر تابستان می‌رسد.

دومین محصول نیاز به گرده‌افشانی دارد. اگر گرده‌افشانی صورت نگیرد میوه‌ها ریزش می‌کنند. اگر هم روی درخت بمانند کیفیت خوبی نخواهند داشت. ارقام متعلق به این نوع انجیر خوراکی مانند رقم سان پدرو (شکل ۱۰- الف) و انجیر کینگ (شکل ۱۰- ب) به طور تجاری کمتر مورد توجه هستند.

1.San-pedro

2.Parthenocarpy

پارتنوکاری نمو تخمدان‌های گل‌های ماده در داخل سیکونیوم یا میوه کاذب بدون لقاح است.



شکل ۱۰- الف) رقم سان پدرو؛ ب) رقم کینگ (بیونیهال، ۱۴۰۱)

۳-۲-۳- انجیر معمولی

بیشتر ارقام انجیر محصول دوم را به مقدار زیاد تولید می کنند. میوه های هر دو محصول بدون نیاز به گرده افشانی تشکیل می شوند و رشد و نمو می کنند و تا زمان رسیدن روی درخت می مانند. گرده افشانی روی شکل، اندازه، رنگ پوست و گوشت، کیفیت و شکاف خوردن میوه این نوع انجیر می تواند تاثیر داشته باشد. اندازه میوه های گرده افشانی شده بزرگ تر است (شکل ۱۱) (زارع و همکاران، ۱۳۹۹).



شکل ۱۱- انجیر معمولی (بریتانیکا، ۲۰۲۳)

فصل چهارم

ارقام مختلف انجیر بر اساس خصوصیات میوه

ارقام انجیر بر اساس رنگ پوست به سه گروه سیاه، زرد و سفید دسته‌بندی می‌شوند. در اینجا به نمونه‌هایی از انواع تجاری این ارقام اشاره می‌شود.

۱-۴- انجیر آدریاتیک ۱

پوست این انجیر به رنگ زرد مایل به سبز روشن و رنگ گوشت قرمز است. طعم آن لذیذ است و اغلب به صورت خشک استفاده می‌شود. شیرینی کمتری نسبت به دیگر انواع انجیر دارد. برای خشک کردن و استفاده در بار و خمیر انجیر بسیار عالی است (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- انجیر آدریاتیک (انجیران، ۱۳۹۴)

۲-۴- انجیر قهوه‌ای ترکیه

این انجیر دارای پوست ارغوانی مایل به قهوه‌ای و گوشت صورتی کم‌رنگ است. این نوع انجیر طعم شیرین دارد و آب‌دار است، به دو صورت خشک و تازه استفاده می‌شود و برای تهیه کلوچه و مربا بسیار مناسب است (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- انجیر قهوه‌ای ترکیه (انجیران، ۱۳۹۴)

۳-۴- انجیر کالیمیرنا ۱

انجیر کالیمیرنا میوه‌های درشت با درصد آب کم و پوست ضخیم سبز دارد و داخل میوه به رنگ روشن است (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- انجیر کالیمیرنا (انجیران، ۱۳۹۴)

۴-۴-انجیر میژن ۱

این انجیر رنگ پوست سیاه تا ارغوانی، طعم شیرین و بافت قابل جویدن دارد. رنگ گوشت میوه قرمز است. از این انجیر به دو صورت خشک و تازه استفاده می‌شود (شکل ۱۵). هرگونه پژمردگی یا چروکیدگی به آسانی در این میوه قابل تشخیص است.



شکل ۱۵- انجیر میژن (انجیران، ۱۳۹۴)

۴-۵-انجیر کادوتا ۲

انجیر کادوتا دارای پوست ضخیم سبز روشن و گوشت صورتی کم‌رنگ است و شیرینی کمتری نسبت به سایر انواع دارد. این انجیر برای استفاده در انواع مربا، مارمالاد و سالادها مناسب است (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- انجیر کادوتا (انجیران، ۱۳۹۴)

-
- 1.Mission
 - 2.Kadota

فصل پنجم

فاکتورهای موثر بر کیفیت میوه در زمان برداشت

۱-۵- فیزیولوژی رشد و رسیدن میوه

انجیر محصولی فرازگراست، معمولاً بیضی یا گلابی شکل با طول ۲/۵ تا ۱۰ سانتی‌متر است. رنگ انجیر بسته به نوع آن متفاوت است و از زرد، سبز-زرد، مسی، قرمز تا بنفش تغییر می‌کند. انجیر پوست لطیف و نازک و دیواره سیکونیوم^۱ گوشتی دارد و به رنگ‌های زرد کم رنگ کهربایی، صورتی روشن، قرمز یا بنفش مشاهده می‌شود.

مهم‌ترین عوامل موثر بر کیفیت انجیر پس از برداشت، تعیین مرحله برداشت، حفظ ویژگی‌های کمی و کیفی، روش درجه‌بندی و تشخیص دمای نگهداری میوه تازه است. برای انبارمانی میوه انجیر تازه آگاهی از زمان برداشت و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن ضروری است (کریزوستو و همکاران، ۲۰۱۱). مرحله بلوغ در زمان برداشت بر غلظت مواد جامد انحلال‌پذیر، اسیدیته قابل تیتراسیون، پذیرش مصرف‌کننده، سفتی و کاهش میزان آن در دوره ذخیره‌سازی، تولید اتیلن، سرعت تنفس، ماندگاری، قطر استیول و چروکیدگی تأثیر دارد.

1. Syconium

میوه کاذب؛ میوه‌ای که در آن بخشی از گوشت، نه از تخمدان بلکه از بافت خارجی مجاور برچه نشئت گرفته است.

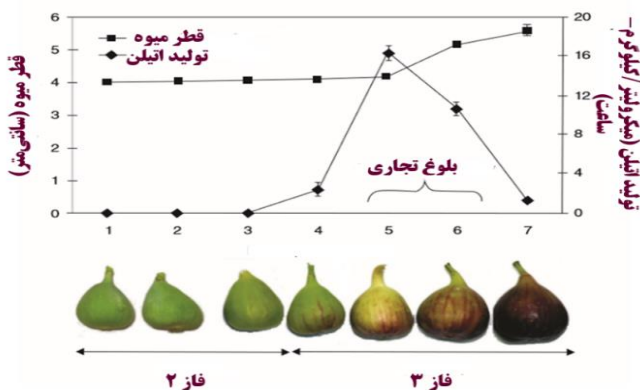
با رسیدن انجیر تازه، سطح لاتکس روی انجیر کاهش و پذیرش مصرف‌کننده افزایش می‌یابد. مرحله بلوغ بر طعم انجیر نیز می‌تواند موثر باشد، برای مثال، انجیرهای بیش از حد رسیده به دلیل تولید ترکیبات تخمیری بوی نامطبوعی دارند. از طرف دیگر، مرحله بلوغ تأثیری بر وزن انجیر، اندازه، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، رنگ و ضخامت پوست، استیول شکافته شده و لکه‌های روی محصول ندارد.

برای مدیریت پس از برداشت، میوه باید در مرحله بلوغ تجاری برداشت شود، یعنی میوه‌ها بیش از حد رسیده یا پیر نباشند. مرحله بلوغ بر طعم انجیر نیز می‌تواند موثر باشد. میوه‌های برداشت‌شده باید فاقد عیب‌هایی مانند نوک زدگی پرنده، آفتاب سوختگی، زخم، پارگی پوست و چروکیدگی دم میوه، وجود حشرات و پوسیدگی باشند (مفتون‌آزاد و همکاران، ۱۳۹۳ الف).

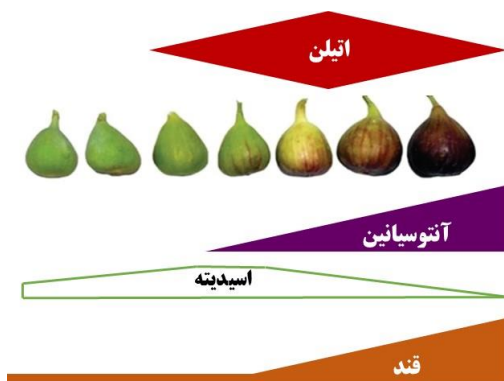
انجیر تازه به شدت فسادپذیر است. دلیل اصلی، حساسیت بالای میوه انجیر تازه به اتیلن است. وجود اتیلن، نرمی بافت را تحریک و پوسیدگی را تسریع می‌کند. در دماهای بالاتر از ۵ درجه سلسیوس، پوسیدگی بیشتر و انبارمانی کمتر می‌شود. از مهم‌ترین دلایل پوسیدگی میوه، رشد سریع میکروارگانیسم‌های مختلف به دلیل آسیب‌پذیری پوست و مقدار زیاد قند میوه است. آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی در مراحل مختلف برداشت تا مصرف، سرعت فساد را افزایش می‌دهد. در محصول‌های حساس، مثل انجیر، گرمای هوا باعث تسریع فساد میوه و افزایش فعالیت‌های متابولیکی مانند فعالیت آنزیمی، افزایش سرعت تنفس، تولید اتیلن و حساسیت به اتیلن می‌شود. افزایش این فعالیت‌ها سبب تسریع مراحل رسیدن و پیری میوه و سرانجام موجب کاهش کیفیت تجاری و ماندگاری میوه می‌شود (مفتون‌آزاد و همکاران، ۱۳۹۳ ب). برای محافظت از طعم، افزایش بازارپسندی و ماندگاری و کاهش ضایعات میوه انجیر، انتخاب رقم مناسب، برداشت میوه بالغ و اجرای عملیات مناسب پس از برداشت اهمیت ویژه‌ای دارد.

رشد میوه انجیر از یک منحنی متشکل از سه فاز پیروی می‌کند که افزایش اندازه در فاز ۱ سریع، در فاز ۲ بسیار آهسته و در مرحله ۳ بسیار سریع است (شکل ۱۷) (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).

در فاز دوم، تغییرات بصری محدود است در حالی که در فاز ۳ میوه می‌رسد و اندازه، رنگ و سفتی آن تغییر می‌کند. میزان قند میوه افزایش می‌یابد و تمام ویژگی‌هایی را به دست می‌آورد که آن را قابل خوردن و خوش طعم می‌کند (شکل ۱۸). در این شرایط، آنتوسیانین به بیشینه مقدار خود می‌رسد و اسیدیته کمترین مقدار را دارد. اتیلین یا فرمول آزاد کننده اتیلین (اتفون) رشد میوه انجیر را تقویت می‌کند. بیشینه تولید اتیلین در انجیر قهوه‌ای ترکیه قبل یا در آغاز فاز ۳ در دوره رشد میوه رخ می‌دهد. این اتفاق برخلاف سایر میوه‌های فرازگراست که در آنها بیشینه تولید اتیلین پس از رسیدن میوه به اندازه نهایی خود در فاز ۳ مشاهده می‌شود. بنابراین، انجیر در زمانی که میزان تولید اتیلین به بیشترین مقدار خود می‌رسد (در حالت فرازگرا و پس از آن)، برداشت می‌شود (شکل‌های ۱۷ و ۱۸).



شکل ۱۷- نحوه رشد انجیر و تولید اتیلین در آن؛ مرحله بلوغ تجاری نیز در تصویر مشخص شده است (گریزوستو و همکاران، ۲۰۱۱).



شکل ۱۸- تغییرات شیمیایی میوه انجیر در حین رسیدن (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).

در این مبحث، شرح مختصری از رسیدن میوه انجیر و ارتباط مرحله بلوغ با کیفیت میوه در زمان برداشت و در حین نگهداری و نیز واکنش میوه به تیمارهای قبل و بعد از برداشت ارائه شده است. میوه‌ها را می‌توان به دو گروه فرازگرا و نافرازگرا طبقه‌بندی کرد. فرازگرایی آخرین فرآیند فیزیولوژیکی است که پایان بلوغ میوه و آغاز پیری را نشان می‌دهد. نقطه تعیین‌کننده این فرآیند، افزایش ناگهانی تنفس میوه است. پس از دوره فرازگرایی، میزان تنفس که در واقع تولید دی‌اکسید کربن و جذب اکسیژن است به سطح قبل از فرازگرایی یا کمتر از آن می‌رسد.

در مقابل، میوه‌های نافرازگرا سرعت تنفس متفاوتی را بین مراحل بلوغ و رسیدن نشان نمی‌دهند. در هر دو گروه از میوه‌ها در حین رسیدن، الگوی تولید اتیلن با تنفس میوه مشابه است. افزایش سریع تولید اتیلن در میوه‌های فرازگرا کم‌وبیش همزمان با بیشینه تنفسی اتفاق می‌افتد. میوه‌ها پس از بیشینه تنفسی بیشتر مستعد تهاجم قارچ هستند و فساد آنها با مرگ سلولی آغاز می‌شود. میوه‌های انجیر به‌عنوان فرازگرا طبقه‌بندی می‌شوند، اگرچه برخی از بافت‌های سیکونیوم رفتار نافرازگرا از خود نشان می‌دهند.

مرحله بلوغ تجاری یا رسیدگی تجاری پیش از مرحله رسیدن کامل است که در آن میوه بهترین کیفیت خوراکی را دارد. با این حال، انجیر در مرحله بلوغ تجاری برداشت می‌شود، زیرا در این مرحله کمتر در معرض آسیب‌های ناشی از حمل و نقل و نگهداری است، اگرچه از نظر طعم و رنگ نسبت به مرحله رسیدن کامل یا رسیدن روی درخت ضعیف‌تر است.

فرآیندهای تنفس و تولید اتیلن میوه‌ها بر رفتار پس از برداشت آنها تأثیر می‌گذارد. انجیر محصولی با تولید اتیلن و تنفس متوسط طبقه‌بندی می‌شود و در دمای ۲۰ درجه سلسیوس، ۱۰ - ۱ میکرولیتر بر کیلوگرم - ساعت اتیلن و ۶۰-۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم - ساعت دی‌اکسیدکربن تولید می‌کند.

تولید اتیلن و تنفس میوه انجیر مانند سایر میوه‌ها به رقم، مرحله بلوغ و سال تولید بستگی دارد. به ویژه، در مرحله رسیدن تجاری، هر دو فرآیند مقادیر بالاتری نسبت به مرحله رسیدن روی درخت نشان می‌دهند.

رسیدن در فاز ۳ بسیار سریع اتفاق می‌افتد (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲). از دیدگاه بیوشیمیایی، رسیدگی انجیر با کاتابولیسم اکثر اسیدهای آمینه، افزایش سنتز آنتوسیانین و فعالیت اکسیداز آسکوربات، و کاهش سنتز واکس مشخص می‌شود. در مقایسه با میوه‌های انجیر در مرحله پیش از رسیدگی، انجیرهایی که به مرحله کاملاً رسیده روی درخت می‌رسند؛ معمولاً با افزایش وزن، قند بیشتر، رنگ کامل، سفتی کمتر و حساسیت بالاتر به تنش‌های مکانیکی مشخص می‌شوند. هم‌زمان، اغلب ترک خوردگی در استیول، ترشح شیرابه از استیول و افزایش حساسیت به بیماری نیز مشاهده می‌شود. بنابراین، انتخاب زمان برداشت مناسب در واقع بهینه‌سازی بین کیفیت غذایی مطلوب و طول عمر پس از برداشت است. فصل برداشت نیز بر صفات میوه تأثیر می‌گذارد. اگرچه در همان مرحله رسیدن، انجیرهایی که دیرتر برداشت می‌شوند، نسبت به میوه‌هایی که در اوایل فصل برداشت می‌شوند، اغلب

نرم‌تر هستند و قند بالاتر، اسیدیته کمتر و ماندگاری کوتاه‌تری دارند (کریزوستو و همکاران، ۲۰۱۷).

۲-۵- تنظیم هورمونی

کاربرد تیمارهای پس از برداشت مهار کننده اتیلن مانند ۱- متیل سیکلوپروپن (1-MCP) در به‌تعویق انداختن رسیدن بسیاری از میوه‌ها موثر است. از 1-MCP به صورت تجاری در زمان نگهداری استفاده می‌شود. میزان نرم‌شدگی انجیرهای تیمار شده با این هورمون پس از برداشت تا حدودی کاهش می‌یابد (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).

کاربرد پیش از برداشت ۵ میکرولیتر 1-MCP در انجیر قهوه‌ای ترکیه در شکل ۱۹، نشان داده شده است. میوه‌هایی که در مرحله رسیدن تجاری برداشت و در دمای ۱ تا ۲ درجه سلسیوس نگهداری می‌شوند، سرعت رسیدن کمتری نشان می‌دهند و کیفیت خود را بهتر حفظ می‌کنند که در مقایسه با نمونه کنترل، منجر به افزایش ۷ روزه نگهداری می‌شود.



شکل ۱۹- تأثیر تیمار 1-MCP پیش از برداشت بر ظاهر رقم انجیر قهوه‌ای ترکیه پس از ۱۴ روز نگهداری در دمای ۱-۲ درجه سلسیوس؛ الف) میوه تیمار شده با 1-MCP ، ب) میوه تیمار نشده (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).

اعمال تیمار 1-MCP پیش از برداشت روی شاخه کامل میوه‌دار در مراحل مختلف بلوغ تأثیر نامطلوبی بر رشد میوه‌ها ندارد و باعث کوتاه شدن دوره برداشت می‌شود. این تغییر ممکن است باعث کاهش دفعات برداشت و کاهش هزینه‌های کارگری شود.

۳-۵- تأثیر ژنوتیپ بر مورفولوژی میوه انجیر

بی شک تمام ویژگی‌های میوه تحت تأثیر ژنوتیپ است. محققان تلاش می‌کنند تا ژنوتیپ‌هایی انتخاب‌کنند که طعم قوی و مناسب را در مرحله برداشت تجاری با پایداری خوب پس از برداشت به‌همراه داشته‌باشند (کریزوستو و همکاران، ۲۰۱۱). انجیرهای با اندازه بزرگ و وزن زیاد در صورتی که سفتی خود را حفظ کنند و نسبت به آلودگی و بیماری‌ها کمتر آسیب‌پذیر باشند، ترجیح داده می‌شوند. وزن میوه انجیر در دنیا از ۳۰ تا ۷۰ گرم متغیر است. طول میوه انجیر می‌تواند از ۲۵ تا ۱۰۰ میلی‌متر متغیر باشد (تساتیلی و رودو، ۲۰۲۲). میوه‌های گلابی شکل از نظر بصری جذاب‌تر از انواع پخ هستند (شکل ۲۰). وزن و اندازه میوه به شرایط محیطی و شیوه‌های کشت نیز بستگی دارد. معمولاً دمای بالا باعث افزایش وزن و اندازه انجیر می‌شود، اما سفتی و اسیدیته قابل تیتراسیون را کاهش می‌دهد.



شکل ۲۰- الف) میوه پخ انجیر؛ ب) میوه گلابی شکل (بریتانیکا، ۲۰۲۳)

۴-۵-گرده افشانی (کاپریفیکاسیون)

در رقمی مشخص، انجیر گرده افشانی شده نسبت به انجیر گرده افشانی نشده سرعت رسیدن کمتری دارد و ویژگی های کیفی متفاوتی نشان می دهد. گرده افشانی معمولاً منجر به تولید میوه های نسبتاً بزرگ تر می شود.

مواد جامد انحلال پذیر (قندهای انحلال پذیر ، اسیدها و بسیاری دیگر از ترکیبات انحلال پذیر در آب میوه) که با پیشرفت مرحله بلوغ در میوه ها افزایش می یابد و به عنوان شاخص بلوغ استفاده می شود در میوه های گرده افشانی شده مقدار بیشتری نشان می دهد.

در انجیر گرده افشانی شده، رشد بذر و تورم گل آذین حفره داخلی سیکونیوم را پر می کند که باعث کند شدن سرعت رسیدن و ضخیم تر شدن سلول می شود. این تغییرات معمولاً منجر به افزایش سفتی، قابلیت ماندگاری بهتر، تمایل کمتر به شکافتن و کاهش رشد کپک، در مقایسه با میوه گرده افشانی نشده، می شود. با این حال، افزایش تعداد دانه ها می تواند منجر به شکافتن استیول شود. انجیر گرده افشانی شده دارای غلظت پلی فنل بالاتری است و رنگ گوشت و پوست تیره تر با نوارهای مشخص تر در پوست و طعم بهتری دارد. ترکیبی از فرکانس گرده افشانی بهینه با مقدار کافی گرده با کیفیت خوب می تواند ماندگاری پس از برداشت و کیفیت میوه را افزایش دهد (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).

فصل ششم

پارامترهای کیفی میوه انجیر

۱-۶- روش‌های ارزیابی کیفیت

کیفیت میوه را می‌توان به‌صورت ترکیبی از همه ویژگی‌هایی تعریف کرد که ارزش محصول را برای مصرف‌کننده تعیین می‌کند. بعضی از ویژگی‌هایی که کیفیت کلی میوه انجیر را تعریف می‌کند عبارت‌اند از:

(۱) خواص ارگانولپتیکی که با تجزیه و تحلیل حسی ارزیابی می‌شوند، مانند طعم، عطر، و ظاهر میوه.

(۲) ویژگی‌هایی که با روش‌های ابزاری تعیین می‌شوند مانند سفتی، رنگ، مواد جامد انحلال‌پذیر، اسیدیتة قابل تیتراسیون، میزان مواد مغذی، و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی.

(۳) صفات نامطلوبی که ارزش میوه را کاهش می‌دهد و در موارد حاد آن را غیرقابل فروش یا غیرقابل استفاده می‌کند، از جمله آلودگی میکروبی، فساد، پوسیدگی، و تخمیر.

به‌طور کلی طعم، شیرینی، رنگ پوست و بافت از ویژگی‌های حسی اصلی برای ارزیابی کیفیت بسیاری از ارقام انجیر هستند. رنگ پوست میوه پس از برداشت تیره می‌شود، اما شرایط نگهداری می‌تواند تیره‌شدن را به‌تاخیر اندازد. انجیر با پوست قرمز یا بنفش تیره برای مصرف توصیه می‌شود، زیرا رنگ تیره آن به‌دلیل آنتوسیانین‌هایی است که برای سلامت انسان مفید هستند. ضخامت متوسط پوست و کاهش ترک‌خوردگی نیز از دیگر ویژگی‌های مطلوب پوست به‌شمار می‌رود. در بعضی از ارقام، ضخامت پوست در مرحله رسیدن روی درخت کاهش می‌یابد. (کریزوستو و همکاران، ۲۰۱۷). سهولت پوست‌کندن یکی دیگر از

ویژگی‌های خوب انجیر تازه است. هیچ‌گونه اختلال یا نقصی مانند آفتاب سوختگی یا آسیب ناشی از ترشح لاتکس از پوسته انجیرهای نارس نباید روی پوست میوه مشاهده‌شود.

۲-۶- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

در ارتباط با ویژگی‌های فیزیکی، استیول باید به‌صورت یک دیافراگم کوچک و بدون شکافته‌شدن و ترشح شیرابه باشد. گوشت میوه بدون حفرهٔ بزرگ ترجیح داده می‌شود و باید آبدار، شیرین و خوش طعم و با رنگ قرمز یا طلایی-زرد جذاب و فقط دارای چند شفتچهٔ کوچک باشد و هنگام جویدن خیلی سفت نباشد. در ارتباط با ویژگی‌های شیمیایی، طعم و مزه عامل نهایی پذیرش مصرف‌کننده است و براساس مقدار مواد جامد انحلال‌پذیر و مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون تعریف می‌شود. اسیدهای غالب انجیر اسید سیتریک و اسید مالیک و قندهای موجود در آن گلوکز، فروکتوز و سوکروز هستند.

انجیر رسیده روی درخت، در مقایسه با انجیر رسیده از لحاظ تجاری، دارای مقدار بالاتری از قندهای انحلال‌پذیر و مواد جامد انحلال‌پذیر است اما اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون کمتر و بنابراین نسبت مواد جامد انحلال‌پذیر به اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون بالاتری دارد. طعم انجیر رسیده روی درخت نسبت به انجیر مرحلهٔ تجاری برتری دارد زیرا میوه‌های انجیر اگرچه فرازگرا هستند به‌طور معمول پس از برداشت نمی‌رسند و نمی‌توان بر این تفاوت غلبه کرد.

از دیدگاه نقش انجیر در سلامتی انسان، گوشت میوه با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر ترجیح داده می‌شود. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی موجود در گوشت انجیر در درجه اول به ترکیبات فنلی نسبت داده می‌شود. میوه‌های کامل با پوست تیره ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری دارند. علاوه بر فنل‌ها، ترکیباتی مانند کاروتنوئیدها و اسید اسکوربیک نیز در ایجاد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت انجیر موثر هستند. تنوع در ترکیبات فرار معطر در انجیر تا حد زیادی به رقم مربوط می‌شود، در حالی که مقدار آنها بستگی به مرحلهٔ بلوغ دارد (پریرا و همکاران، ۲۰۲۰).

۳-۶- فساد میکروبی

شایع‌ترین تلفات میوه‌های انجیر در مراحل پس از برداشت به دلیل آلودگی به کپک‌ها ایجاد می‌شود، کپک‌هایی مانند بوتریتیس سینرا^۱، مونیلیا لاکسا^۲، آلترناریا آلترناتا^۳، فوزاریوم ورتیسیلوییدز^۴، ریزوپوس استولونیزر^۵، اسپرژیلوس نیجر^۶، کلادوسپوریوم هرباروفتورا^۷ و فایتوفتورا پالمیورا^۸. در هنگام برداشت، رشد هرگونه میکروارگانیسم روی پوست میوه مجاز نیست، و بنابراین باید تمام شیوه‌های برداشت مناسب به منظور به حداقل رساندن آلودگی‌های خارجی یا داخلی اعمال شود. میوه انجیر متصل به درخت می‌تواند بر اثر قارچ‌های مختلف (فوزاریوم، آلترناتا، پنسیلیوم و گونه‌های اسپرژیلوس)، باکتری‌ها و مخمرها آلوده شود. باید دقت داشت که میوه‌های فاسد و پوسیده، خورده‌شده به وسیله پرندگان یا آسیب‌دیده به وسیله حشرات می‌توانند به منبعی برای ایجاد آلودگی‌های قارچی در مراحل پیش و پس از برداشت انجیر تبدیل شوند (شکل ۲۱) (مفتون آزاد و همکاران، ۱۳۹۴ ب).

1. *Botrytis cinerea*
2. *Monilinia laxa*
3. *Alternaria alternata*
4. *Fusarium verticillioides*
1. *Rhizopus stolonifer*
2. *Aspergillus niger*
3. *Cladosporium herbarophthora*
4. *Phytophthora palmivora*



شکل ۲۱- آسیب توسط پرندگان و پوسیدگی میوه (پایگاه اطلاعاتی انجیر^۱، ۲۰۲۳)

در بین پوسیدگی‌های قارچی، دو بیماری اصلی به نام‌های اندوسپسیس^۲ و اسمات^۳ وجود دارد. اندوسپسیس به فساد ایجادشده با *فوزاریوم ورتیسلیویید* و *فوزاریوم لاکتیس*^۴ نسبت داده می‌شود و عمدتاً توسط زنبورهای انجیر آلوده منتقل می‌شود. این نوع آلودگی از بیرون نامرئی است و میوه را نرم و گوشت را خیس و بدبو می‌کند (کریزوستو و همکاران، ۲۰۱۱).

اندوسپسیس در حفره انجیر ظاهر می‌شود و پالپ را نرم، آبکی و قهوه‌ای (شکل ۲۲) و گاهی بوی زننده نیز ایجاد می‌کند. اقدام موثر برای کنترل این بیماری جداسازی برانجیر (انجیرهایی که برای گرده‌افشانی استفاده می‌شوند) از انجیرهای ماده و رعایت مسائل بهداشتی روی برانجیرها است (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).

1. Fig database
1. Endosepsis
2. Smut
3. *Fusarium lactis*



شکل ۲۲- اندوسپسیس انجیر (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).

اسمات یا لکه بر اثر *آسپرژیلوس نیجر* ایجاد می‌شود؛ این بیماری لکه نیست بلکه شبیه به آن است. در واقع، این قارچ در حفره میوه‌های رسیده، کنیدیوم‌ها (هاگچه‌های) پودری سیاه فراوان تولید می‌کند. نشانه‌های بصری آن از استیول شروع می‌شود و به صورت یک نقطه خیس آب در حال توسعه ظاهر می‌شود (شکل ۲۳). راهبرد مناسب برای مدیریت لکه انجیر، حذف زباله‌های موجود در باغ و میوه‌های پوسیده قدیمی و جلوگیری از آلودگی میوه به گرد و غبار است.



شکل ۲۳- اسمات انجیر (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).

باکتری‌ها یا مخمرها می‌توانند نوع سوم فساد به نام ترش‌شدن را ایجاد کنند که به دلیل تخمیر روی می‌دهد. نشانه‌های ترشیدگی فقط زمانی قابل تشخیص است که میوه‌ها رسیده باشند و استیول آنها کاملاً باز باشد. بازبودن استیول برای ایجاد این بیماری ضروری است، زیرا استیول راه ورود حشرات ناقل است. برای کنترل کردن این بیماری، ریشه‌کن کردن حشرات ناقل ضروری است. پوسیدگی را می‌توان با حذف محصول برانجیر از باغ و کاربرد قارچ‌کش روی برانجیر و محصول زمستانه کاهش داد، زیرا این دو از منابع اصلی آلودگی هستند.

از دیگر بیماری‌های انجیر می‌توان به فساد نرم (شکل ۲۴)، فساد آلترناریا و فساد فیتوفتورا^۱ اشاره کرد (کریزوستو و همکاران، ۲۰۱۱).



شکل ۲۴- فساد نرم انجیر (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).

سه بیماری اصلی ذکرشده (اندوسپسیس، اسما ت و ترش‌شدن) می‌توانند باعث از دست‌رفتن تا ۵۰ درصد تولید سالیانه انجیر شوند. برانجیر پس از افتادن روی زمین می‌تواند منبع آلودگی باشد و بنابراین در مواردی که از نظر تجاری اهمیتی ندارد باید حذف شود. یک راه ساده و اقتصادی برای کاهش آلودگی

میوه‌های برانجیر، استفاده از اتفون روی درختان است. تیمارهای اتفون ۳۰۰ میکرولیتر بر لیتر در پاییز یا ۵۰۰ میکرولیتر بر لیتر در بهار قبل از رشد کامل برگ‌ها می‌تواند به ترتیب منجر به کاهش تقریباً ۳۰ و ۹۲ درصد از محصول برانجیر بدون ایجاد تأثیر منفی بر درخت و محصول بعدی شود (کریزوستو و همکاران، ۲۰۱۱).

قارچ‌ها، مخمرها یا باکتری‌ها معمولاً با زنبور انجیر انتقال داده می‌شوند، از این رو احتمال پوسیدگی در انجیرهای گرده‌افشانی شده بیشتر است تا در انجیرهای پارتنوکارپ (میوه‌های بدون هسته یا بذری). انجیر به‌عنوان میوه‌ای آبدار و شیرین، به ویژه در مراحل بلوغ و رسیدن، بستری مناسب برای رشد میکروارگانیزم‌هاست. انجیرهایی با دهانه بزرگ‌تر در استیول بیشتر تحت تأثیر انواع مختلف زنبورهای انجیر یا حتی دیگر حشرات قرار می‌گیرند و بنابراین باید از کشت آنها خودداری شود. آلودگی ایجادشده پیش از برداشت، در مراحل پس از برداشت از بین نمی‌رود و بسته به شرایط حمل و نقل یا نگهداری با سرعت‌های متفاوتی به رشد خود ادامه می‌دهد.

گرده افشانی بیش از حد، بسته به ویژگی‌های پوست رقم، ممکن است منجر به ترک خوردن پوست یا شکافتن استیول شود. آبیاری بیش از حد به‌هنگام رسیدن انجیر روی درخت و رسیدگی نکردن دقیق نیز می‌تواند باعث افزایش/تسریع پوسیدگی میوه شود. به‌طور کلی باید از تمام کارهایی که به پوست آسیب می‌رساند دوری شود.

در ایالات متحده، محدودیت‌هایی وجود دارد که انجیرهای آسیب دیده را غیرقابل فروش می‌کند. اما در اروپا ترک خوردگی و آسیب پوستی خفیف یا متوسط در انجیر، که آن‌را به‌عنوان انجیر تازهٔ کلاس I یا کلاس II طبقه‌بندی می‌کند، طبق مقررات کمیسیون اقتصادی سازمان ملل متحد برای اروپا (۲۰۱۷) مجاز است. برای جلوگیری از ترک خوردگی جانبی یا شکافتن استیول‌ها، توصیه می‌شود از کم‌آبیاری منظم استفاده شود، و کوددهی خاک با پتاسیم و کلسیم، محلول‌پاشی با پتاسیم، یا تیمار پس از برداشت با کلرید کلسیم به‌کار گرفته شود. افزون بر این، ترشح شیرابه از استیول در مرحلهٔ رسیدن پیشرفته بستر

مناسبی برای رشد میکروبی است و موجب می‌شود مصرف‌کننده محصول را نخرد و بنابراین چنین میوه‌هایی باید حذف شوند (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).

فصل هفتم

برداشت و جابه‌جایی انجیر

برخلاف بسیاری دیگر از میوه‌های فرازگرا، انجیر پس از برداشت نمی‌رسد. اگرچه میوه‌های انجیر ممکن است در طول نگهداری نرم و تیره شوند ولی میوه‌های برداشت شده پیش از رسیدن به بلوغ کافی هرگز به اندازه و طعم مطلوب نمی‌رسند. در مقابل، انجیرهایی که خیلی دیر برداشت می‌شوند، تمایل به رسیدن بیش از حد دارند که این موضوع منجر به نرم شدن بیش از حد و افزایش حساسیت به فساد می‌شود (شکل ۲۶).



شکل ۲۶- میزان رسیدگی میوه انجیر روی درخت (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).

به‌طور کلی، هر چه میوه انجیر در زمان برداشت رسیده‌تر باشد، طعم آن بهتر است، اما پایداری کیفیت و نگهداری آن کم می‌شود. بنابراین، به‌دلیل رسیدن سریع، زمان برداشت

برای حفظ کیفیت تجاری انجیر بسیار محدود است و تعریف آن دشوار به نظر می‌رسد و باید زمان بهینه بین ماندگاری محصول و انتخاب مصرف‌کننده مشخص شود.

هیچ توصیه مشخصی برای تعیین مرحله برداشت بهینه وجود ندارد زیرا برداشت بهینه به رقم انجیر، راهکارهای باغبانی و میزان تقاضا در زنجیره تامین بستگی دارد (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲). برای فروش میوه در بازارهای محلی نباید بیش از ۳ روز از برداشت میوه بگذرد. این مدت زمان برای فروشندگان کنار جاده کمتر است، و بنابراین می‌توان میوه را در مراحل رسیده‌تری برداشت کرد. در مقابل، انجیرهایی که برای حمل و نقل به بازارهای دور و ارسال با تاخیر در نظر گرفته می‌شوند باید ماندگاری بسیار بیشتری داشته باشند و بنابراین باید در زمان بلوغ تجاری برداشت شوند.

محصولاتی که برای فرآوری (مانند مربا یا انجیر خشک) در نظر گرفته می‌شوند به ملاحظات مختلفی نیاز دارند و بنابراین باید مطابق با معیارهای مورد نظر از لحاظ قند، بریکس، رنگ و... زمان برداشت آنها مشخص شود.

۱-۷- شاخص‌های رسیدگی (رنگ و سفتی)

ترکیبی از سفتی میوه و رنگ پوست معمولاً نشانگر عملی است برای تعیین بلوغ و زمان برداشت انجیر. برای برداشت تجاری، سفتی میوه باید به حدی باشد که در برابر فشار ملایم انگشت کمی مقاومت کند، یعنی در عین رسیده بودن بافت محکمی نیز داشته باشد. سفتی بافت انجیر رسیده بسته به رقم معمولاً در محدوده $2/29 - 0/85$ نیوتن است. از نظر رنگ پوست، انجیر باید سایه سبز اولیه خود را از دست داده و حدود ۷۰ تا ۹۰ درصد رنگ نهایی را به دست آورده باشد (شکل ۲۷). رسیدن به رنگ پوست دلخواه نیز شاخص برداشت دقیق به شمار می‌رود. وارپته‌های با پوست تیره باید قبل از تیره شدن کامل برداشت شوند، در حالی که وارپته‌های با پوست سبز باید زمانی برداشت شوند که به رنگ زرد متمایل به سفید تا زرد روشن ظاهر شده باشند (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).



شکل ۲۷- مراحل رسیدن میوه انجیر روی درخت (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).

معیارهای دقیق برداشت متأثر از رقم، طول عمر میوه مورد نظر و شرایط رشد است. برای مثال، انجیرهای رشدیافته در زیر سایبان در زمان برداشت نسبت به انجیرهای درختان بدون پوشش شدت رنگ کمتری دارند. افراد برداشت‌کننده برای تشخیص این مرحله باید آموزش ببینند (کریزوستو و همکاران، ۲۰۱۷) و پیش از برداشت راهکارهای لازم به آنها داده شود.

۲-۷- زمان برداشت

فرآیند رسیدن میوه انجیر در یک بازه زمانی و به صورت متوالی است. در مورد انجیر تازه، این رسیدگی متوالی باعث می‌شود تا انجیر در تاریخ‌های برداشت متعددی چیده شود. رسیدن انجیر روی شاخساره‌ها معمولاً از گره پایه شروع می‌شود و به سمت بالا ادامه می‌یابد. (شکل ۲۸).



شکل ۲۸- ترتیب رسیدن میوه انجیر روی شاخه

دوره برداشت محصول اصلی، نسبت به محصول برانجیر، طولانی‌تر است. اینکه انجیر باید در مرحله رسیدن تجاری به منظور حفظ ماندگاری برداشت شود، در کنار رسیدن سریع آن، باغداران را در بیشتر موارد هر دو روز یک بار مجبور به برداشت می‌کند. شاخ و برگ اضافی درخت باید به گونه‌ای هرس شود که شاخه‌های باقی‌مانده به خوبی هوادهی شوند و در معرض آفتاب قرار گیرند. این کار نه تنها برای انجام فتوسنتز، بلکه برای به حداقل رساندن رشد میکروارگانیسم‌ها و جلوگیری از کبودی روی پوست به دلیل تماس میوه با برگ‌ها و سایر شاخه‌ها ضروری است.

انجیر دیم از اوایل مردادماه شروع به رسیدن می‌کند و برداشت آن از نیمه دوم مرداد تا اواسط مهرماه به طول می‌انجامد. اواخر تیرماه زمان شروع برداشت درختان انجیر آبی است. این محصول به صورت تازه برداشت می‌شود.

میوه انجیر باید در اوقات خنک روز (اوایل صبح) پیش از آنکه دمای میوه افزایش یابد برداشت شود. برای مصرف تازه، انجیر باید با دست از درختان کوتاه برداشت شود تا آسیب کمتری به میوه‌ها وارد شود.

۳-۷- جداسازی میوه

روش صحیح جداسازی میوه از شاخه‌ها معمولاً گرفتن انجیر در دست، چرخاندن و کشیدن آن با یک حرکت است (شکل ۲۹). استفاده از دستکش در هنگام برداشت انجیر آسیب و کبودی ایجاد شده در میوه را کاهش داده و همچنین از پوست در برابر لاتکس (شیرابه سوزاننده) آزاد شده از ساقه شکسته محافظت می‌کند. همچنین باید دقت کرد که لاتکس شیرینی رنگ روی سایر انجیرها چکه‌نکند.



شکل ۲۹-جداسازی صحیح میوه انجیر از شاخه (مورنینگ مورنینگ چورس، ۲۰۲۳)

میوه را می‌توان با کارد یا قیچی تمیز نیز از شاخه جدا کرد (شکل ۳۰).



شکل ۳۰- جداسازی میوه با شی تیز (مورنینگ چورس، ۲۰۲۳)

در هنگام کار با قیچی یا کارد باید دقت کرد تا به میوه آسیب نرسد. چنانچه کارد یا قیچی سبب سوراخ یا زخمی شدن میوه شود، آن میوه را باید از دیگر میوه‌ها جدا کرد زیرا

1. Morning Chores

میوه زخمی انجیر به محل مناسبی برای رشد اسپوره‌های قارچ‌های بیماری‌زا تبدیل می‌شود. تمام تجهیزات مورد استفاده برای برداشت انجیر باید تمیز و عاری از هرگونه مواد شیمیایی و گرد و غبار باشد (کریزوستو و همکاران، ۲۰۱۱).

انجیر تازه باید با دقت برداشت شود و آسیب‌دیدگی‌های فیزیکی، ساییدگی و ترک‌هایی که میوه را مستعد پوسیدگی می‌کند باید به حداقل برسند (شکل ۳۱).



شکل ۳۱- حساس بودن انجیر تازه به آسیب‌دیدگی‌های فیزیکی که یکی از دلایل اصلی ماندگاری کوتاه این میوه است (کریزوستو و همکاران، ۲۰۱۱)

۴-۷- جمع‌آوری محصول

انجیر تازه باید منحصراً از درخت برداشت شود و میوه‌های روی زمین جمع‌آوری نشوند. میوه‌هایی با هرگونه نقص (مانند استیول شکافته، شکافتن یا ترک خوردن، حمله حشرات به سطح میوه، تغییر رنگ، چروکیدگی) باید دور ریخته و از باغ خارج شوند.

ظرف‌های جمع‌آوری نباید به میوه آسیب برسانند (شکل ۳۲). افزون بر این، به منظور کاهش فرصت قرار گرفتن میوه در برابر عوامل بیماری‌زا، ظروف مورد استفاده در برداشت و حمل و نقل باید قبل از استفاده مجدد ضدعفونی شوند، به‌ویژه در مواردی که ارقام انجیر شکاف یا شکاف‌هایی در سطح خود نشان می‌دهند. برای ضدعفونی کردن وسایل برداشت

می‌توان از هیپوکلریت سدیم ۱۵۰ - ۲۰۰ قسمت در میلیون استفاده کرد که معادل ۰/۳ لیتر سفیدکننده خانگی در ۱۰۰ لیتر آب است (مفتون‌آزاد و یزدانی، ۱۳۹۹). میوه‌ها باید در جعبه‌های با عمق کم چیده و در سایه نگهداری شوند. برای نگهداری انجیر حتماً باید از یخچال یا جاهای سرد استفاده کرد.

برای جمع‌آوری باید از ظرف‌های نسبتاً کوچک استفاده شود تا از انباشتن میوه‌ها در ظرف‌ها یا سبدها و آسیب‌دیدگی میوه‌های لایه‌های زیرین جلوگیری شود. هنگامی که در اثر گرمای هوا دمای میوه افزایش یابد، برداشت باید متوقف شود.



شکل ۳۲- ظرف‌های جمع‌آوری انجیر (پرودیوس نرد، ۲۰۱۸)

ابتدا انجیر سیاه، پس از آن شاه انجیر و سرانجام انجیر سبز می‌رسند و آماده برداشت می‌شوند. به جز انجیر سبز از دیگر انجیرها برای تازه‌خوری به صورت تر استفاده می‌شود. برداشت انجیر تا اواسط مهرماه طول می‌کشد. معمولاً باغداران انجیر سبز را که به صورت خشک برداشت می‌شود، روی درخت نگه می‌دارند تا خشک شود. انجیرها پس از خشک شدن می‌ریزند و باغداران هر چند روز یک بار آنها را جمع‌آوری می‌کنند. پس از آن میوه‌ها را در جاهای تمیزی در معرض آفتاب قرار می‌دهند تا کاملاً خشک‌شوند. از آنجایی که برداشت طولانی و زمان‌بر است باغداران معمولاً حدود ۴۵ روز در باغ اقامت می‌کنند تا برداشت تمام شود. بارندگی به‌هنگام برداشت به‌شدت به محصول و سلامتی آن لطمه می‌زند. نسبت وزن انجیر خشک به انجیر تر به‌طور متوسط ۴۰ درصد است.

مقدار محصول درختان انجیر به عوامل مختلفی مانند سن، منطقه، فاصله درختان از یکدیگر، عملیات باغبانی، شرایط آب و هوایی، میزان بارندگی، نوع خاک، بود یا نبود آفات و عوامل بیماری و غیره بستگی دارد. شروع ثمردهی درختان انجیر معمولاً ۴ تا ۵ سالگی است. در شرایط دیم میزان محصول در این سن بسیار اندک است و در ۱۰ تا ۱۵ سالگی محصول اقتصادی تولید می‌شود.

فصل هشتم

جداسازی و درجه‌بندی، بسته‌بندی و حمل و نقل

پس از برداشت، انجیر تازه معمولاً باید در باغ بسته‌بندی شود تا میوه برای مدت طولانی تحت فشار قرار نگیرد و آسیبی به آن وارد نشود. لازم است ترتیبی اتخاذ شود تا محصول برداشت‌شده از آفتاب، باران، گرد و غبار و دیگر عوامل محیطی محافظت شود. پیش از بسته‌بندی، میوه‌های سالم از انواع معیوب جدا و درجه‌بندی می‌شوند. بهتر است میوه در سایه بسته‌بندی شود تا از گرما و تنفس شدید کاسته شود و در نتیجه پیری محصول به تأخیر افتد. بهتر است میوه‌ها در ظرف‌هایی بسته‌بندی شوند که امکان گردش هوا در آنها وجود داشته باشد. معمولاً انجیر در سبدهای پلاستیکی یا سینی‌های پلاستیکی شانه‌تخم مرغی یا ظرف‌های یک‌بار مصرف دردار بسته‌بندی می‌شود (شکل ۳۳). پس از آن، سینی‌ها یا ظرف‌های یک‌بار مصرف در جعبه قرار می‌گیرند و برای حمل و نقل روی پالت چیده می‌شوند.



شکل ۳۳- انواع بسته‌بندی انجیر (پرودیوس نرد، ۲۰۱۸)

گاهی انجیرهای جمع‌آوری شده در سبد به واحدهای بسته‌بندی منتقل می‌شوند. میوه‌ها باید در اسرع وقت پس از برداشت درجه‌بندی و پیش‌سرد شوند، میوه‌های تازه باید تا دمای صفر درجه سلسیوس خنک شوند و زنجیره سرد باید در طول عمر پس از برداشت میوه حفظ شود. افزایش دمای نگهداری سبب افزایش تنفس و تعرق محصول و تولید اتیلن می‌شود. با افزایش تنفس، تولید اتیلن و از دست دادن آب، احتمال وقوع فساد میکروبی و کاهش ارزش تغذیه‌ای محصول افزایش می‌یابد.

در قسمت بسته‌بندی، افراد آموزش دیده در حالی که دستکش به‌دست دارند جداسازی، درجه بندی و بسته‌بندی نهایی را انجام می‌دهند. بسته‌بندی هدف‌های مختلفی دارد. در درجه اول باید میوه را از آسیب‌های مکانیکی (مانند ساییدگی، سوراخ شدن)، کبودی، تنش ارتعاشی و آلودگی در حین نگهداری و حمل و نقل محافظت کند. علاوه بر این، بسته‌بندی باید بتواند رطوبت نسبی و اتمسفر مناسب را در اطراف میوه تازه حفظ کند و اجازه خنک شدن سریع و نگهداری میوه را در سراسر زنجیره سرد بدهد. سرانجام، بسته‌بندی باید تمام اطلاعات مورد نیاز را طبق مقررات بازار در اختیار مصرف کننده قرار دهد (مفتون آزاد و همکاران، ۱۳۹۳ الف).

از آنجایی که میوه انجیر سریعاً فاسد می‌شود، برای حصول اطمینان از کمترین آسیب-دیدگی، نیاز به رسیدگی بسیار دقیق دارد. باید مطمئن شد که انجیر در هنگام برداشت، حمل و نقل و ذخیره سازی در برابر ضربه، ارتعاش و آسیب‌های ناشی از فشردگی محافظت می‌شود. کبودی نتیجه شکستن غشای سلولی تک تک سلول‌هاست که باعث می‌شود آنزیم‌های سیتوپلاسمی با ترکیبات واکوئولی واکنش نشان دهند و فضاهای بین سلولی را پر کنند. اگر برخی از میوه‌ها در هنگام بسته‌بندی یا در حین حمل و نقل بسته‌های نیمه‌پر به یکدیگر یا هر سطح دیگری برخورد کنند آسیب‌دیدگی و تغییر رنگ ناشی از ضربه ایجاد می‌شود. اگر بسته‌ها بیش از حد پر شوند، فشردگی سبب آسیب‌دیدگی میوه‌ها می‌شود و اگر

از وسایل نقلیه نامناسب در جاده های ناهموار استفاده شود، لرزش به میوه‌ها صدمه خواهد زد (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).

برای افزایش کارایی پیش‌سرد کردن، میوه را می‌توان در بسته‌های دارای تهویه مانند سینی‌های باز (شکل ۳۴)، ظرف‌های یک‌بار مصرف سوراخ‌دار (شکل ۳۵) و جعبه‌های کارتنی دارای دریچه (شکل ۳۶) قرار داد.



شکل ۳۴- سینی‌های مقوایی باز، که برآمدگی‌های چهار گوشه هر جعبه، سینی‌ها را متصل به هم نگه می‌دارد و موقعیت آنها را حفظ می‌کند (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).





شکل ۳۵- انجیر در ظرف‌های یک‌بار مصرف؛ سوراخ‌های روی در ظرف‌ها، پیش‌سرد کردن را تسهیل می‌کنند (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).





شکل ۳۶- پالت گذاری کارتن های انجیر؛ استفاده از فیلم پلاستیکی با سوراخ های نسبتاً بزرگ و منافذ جانبی روی جعبه، کارایی پیش سرد کردن را افزایش می دهد (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).

زمانی که میوه های انجیر برای دوره های نسبتاً طولانی (چند هفته) نگهداری یا با وسایل حمل و نقل به بازارهای دوردست فرستاده می شوند، معمولاً در سینی های پلاستیکی شانه تخم مرغی، ظرف های یک بار مصرف سوراخ دار یا کارتن های مقوایی دارای ضربه گیر قرار می گیرند (شکل ۳۴). در این نوع بسته بندی ها فقط از یک لایه میوه استفاده می شود. بسته را می توان در کارتن با در مقوایی غیر شفاف یا با فیلم پلاستیکی سوراخ دار شفاف پوشاند. این نوع بسته بندی ها نسبتاً گران هستند، اما هزینه آن برای حفظ کیفیت طولانی تر محصول قابل توجهی است. این بسته ها کاهش وزن محصول را بر اثر افت رطوبت محدود می کنند ولی قادر به تغییر اتمسفر درون بسته نیستند.

منافذ تهویه از ویژگی های مهم بسته بندی برای انجیر است که در حین حمل یا نگهداری در دمای پایین برای دفع گرما، خنک کردن هوا و خروج بخار آب اضافی کاربرد دارند. اندازه این منافذها ۵ درصد سطح بسته است تا بتوانند همزمان با انتقال حرارت، استحکام بسته را نیز حفظ کنند.

بسته‌ها معمولاً روی پالت چیده می‌شوند. برای جلوگیری از فشرده‌شدن، بسته‌های پایینی باید بتوانند بار بالایی پالت را بدون فروریختن تحمل کنند. بنابراین، تقویت پالت با محافظ‌های گوشه و لبه L شکل محکم کمک بسیار خوبی خواهد بود (شکل ۳۶).

ابعاد پالت و بسته باید با یکدیگر متناسب باشند. هنگام پالت‌گذاری باید به کل منافذ تهویه، شکل دریچه‌ها و تراز بودن دریچه‌ها به صورت افقی توجه داشت (شکل ۳۷). تمام مواد بسته‌بندی و محل بسته‌بندی باید تمیز باشد و پرسنل از شیوه‌های بهداشتی مناسب پیروی کنند. برچسب روی هر نوع بسته‌بندی باید اطلاعاتی از وزن محصول، رقم، منطقه/کشور تولیدکننده و تاریخ برداشت را ارائه کند (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).



شکل ۳۷- باز کردن و تنظیم دریچه جعبه‌های انجیر (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲).

فصل نهم

پیش سرد کردن و مدیریت زنجیره سرد انجیر

پیش سرد کردن، خنک‌سازی اولیه است که بلافاصله پس از برداشت باید صورت گیرد تا گرمای هوا و گرمای حاصل از تنفس محصول که در نتیجه تنش برداشت نیز افزایش می‌یابد، حذف شود. انجیر در برابر سرما مقاوم است. به‌طور کلی پیش‌سرد کردن انجیر تا دمای نزدیک به صفر درجه سلسیوس توصیه می‌شود و پس از آن به‌منظور کنترل رسیدن و به‌تعویق انداختن پیری محصول، انجیر در ۱- تا صفر درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد نگهداری شود.

هنگامی که دمای محصول برداشت‌شده به‌سرعت کاهش‌یابد، میزان تنفس و تولید اتیلن به‌شدت کاهش می‌یابد و در نتیجه فرآیند رسیدن میوه کند می‌شود. برای محصولات تازه، بین میزان تنفس و طول عمر پس از برداشت رابطه‌ای معکوس وجود دارد. از طرف دیگر، میوه انجیر نسبت به اتیلن نسبتاً حساس است و این‌گاز خصوصاً در دماهای ۵ درجه سلسیوس و بالاتر سبب نرم‌شدن میوه و تشدید فساد می‌گردد. بنابراین، پیش‌سرد کردن سریع و نگهداری زنجیره سرد تا رسیدن به مصرف‌کننده برای حفظ ماندگاری میوه بسیار مهم است (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲). میوه‌ها به‌هنگام برداشت باید تا زمان انتقال به‌محل پیش‌سرد کردن در سایه قرار داده شوند. میوه برداشت‌شده باید تا حد امکان خنک نگاه‌داشته شود و با پارچه یا برزنت پوشانده‌شود تا رطوبت آن حفظ‌شود. بنابراین، به‌منظور کنترل رسیدن و به‌تعویق انداختن پیری محصول نیاز به نگهداری انجیر در ۱- تا ۱۰ درجه

سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد است. پیش سرد کردن معمولاً در اتاق‌های مجهز به سیستم سرمایش یا با استفاده از خنک کردن تحت فشار هوا صورت می‌گیرد (شکل ۳۸). پیش سرد کردن پیش از بسته‌بندی نهایی برای کاهش دمای میوه و هوای اطراف آن است. هوای سرد نسبت به هوای گرم میزان بخار آب کمتری دارد و از این رو چگالش قطرات آب کمتر اتفاق می‌افتد.



شکل ۳۸- خنک کردن جعبه‌های انجیر با هوای سرد تحت فشار (آی‌ای‌سی لینگ، ۲۰۲۱).

برای خنک کردن با هوای تحت فشار از گردش هوای سرد در بسته‌های انجیر استفاده می‌شود که نسبت به خنک کردن در اتاق سرد روشی سریع و بسیار مؤثرتر برای کاهش دماست؛ اگرچه همیشه خطر افزایش اتلاف آب وجود دارد. با این حال، با کاهش ۵۰ درصد در جریان هوا پیش از تکمیل فرآیند خنک‌سازی با هوای تحت فشار، می‌توان اتلاف آب میوه‌های موجود در بسته‌های باز یا دارای تهویه را به حداقل رساند (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲). به نظر می‌رسد دیگر روش‌های پیش سرد کردن برای انجیر تاثیر کمتری داشته‌باشد. برای مثال، خنک کردن تحت خلأ سبب اتلاف بیش از حد آب در انجیر می‌شود.

در ارتباط با کاهش دمای نگهداری لازم است یادآوری شود که کاهش ۱۰ درجه سلسیوس بین صفر تا ۳۰ درجه، منجر به دو تا سه برابر کاهش سرعت هر واکنش فیزیولوژیک/بیوشیمیایی از جمله تنفس در میوه می‌شود. عکس این رابطه نیز صادق است. بنابراین، در دو دما، t و T ، که در آن $T = t + 10$ درجه سلسیوس است، نسبت میزان تنفس در دمای T به میزان تنفس در دمای t را ضریب دمایی یا ضریب تنفسی می‌نامند و آن را با Q_{10} نشان می‌دهند (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲). این ضریب را می‌توان برای پیش بینی میزان تنفس در هر دمای معین محاسبه و استفاده کرد. یادآوری می‌شود هر چه مقدار Q_{10} بالاتر باشد، نیاز به خنک‌سازی سریع برای کاهش افت کیفیت و افزایش طول عمر بیشتر است، به‌ویژه زمانی که محصول دارای مقادیر بالای تنفس است. مقادیر Q_{10} برای تنفس در انجیر بین ۴ و ۵ متغیر است. این مقادیر نشان‌دهنده اهمیت بالای استفاده از دمای پایین در افزایش ماندگاری پس از برداشت هر رقم انجیر است. باید دقت داشت که کاربرد دماهای پایین حساسیت میوه به کبودی را افزایش می‌دهد.

اتلاف آب محصول با پیش‌سرد کردن سریع پس از برداشت به دلیل کاهش فرآیندهای تعرق و تنفس کنترل می‌شود. بنابراین، تاخیر در پیش‌سرد کردن باعث افزایش از دست دادن آب میوه می‌شود. برای مثال، خنک‌کردن انجیر سیاه بلافاصله پس از برداشت یا پس از ۳ یا ۶ ساعت تاخیر تا دمای صفر درجه سلسیوس، به ترتیب ۰/۶، ۴/۸ و ۵/۹ درصد اتلاف آب را نشان می‌دهد. میزان از دست دادن آب وابسته به رقم انجیر است و در شرایط مشابه، انجیر سیاه نسبت به انجیر سبز اتلاف آب بیشتری را نشان می‌دهد. پیش‌سرد کردن ماندگاری انجیر را در حین بازاریابی افزایش می‌دهد زیرا نرم شدن و پوسیدگی انجیر را نیز به تاخیر می‌اندازد. برای مثال، اگر انجیر در حداکثر ۳/۵ ساعت از دمای ۲۵ درجه سلسیوس تا ۴ درجه سلسیوس خنک‌شود، می‌توان آن را در دمای ۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به مدت ۶ هفته بدون نرم‌شدن بیش از حد نگهداری کرد. سرد کردن انجیر با هوای

تحت فشار از ۲۰ به صفر درجه سلسیوس در مدت ۴ ساعت افت وزن و بروز فساد را کاهش و ماندگاری را دو برابر و تا ۴ هفته افزایش می دهد (مفتون آزاد و همکاران، ۱۳۹۳ الف).
برای به حداقل رساندن اتلاف آب می توان از روش های مرطوب کردن هوا توسط مه پاش نیز استفاده کرد.

فصل دهم

سردخانه‌گذاری

نگهداری در دمای پایین اصل مهم و تغییرناپذیر در فناوری پس از برداشت برای کاهش زوال کیفیت و افزایش ماندگاری میوه‌های تازه است.

با خنک‌کردن انجیر از ۵ تا صفر درجه سلسیوس، میزان تنفس دو برابر کمتر و تولید اتیلن پنج برابر کمتر می‌شود، که نشان‌دهنده سرعت کمتر رسیدن است. دمای نگهداری پایین‌تر نیز میزان تنفس را کاهش می‌دهد.

در بیشتر موارد توصیه می‌شود انجیر در دمای صفر درجه سلسیوس با رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد نگهداری شود. کیفیت انجیر در سردخانه عمدتاً به ترکیب دما و مدت زمان نگهداری، رقم و مرحله بلوغ در هنگام برداشت بستگی دارد.

دما تا حد زیادی بر سرعت تنفس، از دست دادن آب و نرم شدن میوه تأثیر می‌گذارد. به طور کلی، هر چه دما و مدت زمان نگهداری کمتر باشد، کیفیت محصول بهتر حفظ می‌شود. مدت زمان نگهداری انجیر تا حد زیادی به رقم، مرحله بلوغ و دما بستگی دارد. در هوای معمولی می‌توان انجیر را در ۱- تا صفر درجه سلسیوس به مدت ۷ تا ۱۴ روز نگهداری کرد.

انجیرهایی که بلافاصله پس از برداشت به طرز صحیحی پیش‌سرد شده‌اند، تا ۲۰ روز در دمای ۱ درجه سلسیوس، به مدت ۷ روز در دمای ۱۰ سلسیوس قابل نگهداری هستند، اما فقط برای ۲ تا ۳ روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس می‌توان آنها را نگهداری کرد (مفتون‌آزاد و همکاران، ۱۳۹۳ الف).

۱-۱۰- ماندگاری پس از خروج از سردخانه و در زمان عرضه

پس از نگهداری میوه انجیر در دمای پایین، انتظار می‌رود میزان تنفس پایین‌تر، میزان مواد جامد انحلال‌پذیر بالاتر و اسیدیتة کمتری در انجیرهای برداشت‌شده در مرحله رسیده‌تر، نسبت به انجیرهای کمتر رسیده، مشاهده‌شود. با این حال، تغییرات در فرآیندهای بیوشیمیایی در دوره نگهداری قابل پیش‌بینی نیست زیرا پس از خروج از سردخانه، تغییر دما ممکن است میوه‌های تازه را در برابر تنش‌های واردشده وادار به نشان دادن واکنش کند که به نوبه خود می‌تواند متغیرهای کیفیت را تحت تاثیر قرار دهد.

انتقال به دمای محیط به طور اجتناب‌ناپذیری در بسیاری از موارد در بازارهای محلی اتفاق می‌افتد و کیفیت میوه را قبل از رسیدن انجیر به دست مصرف‌کنندگان تحت تاثیر قرار می‌دهد. مثلا کاهش وزن و فساد میکروبی قابل توجهی در نتیجه انتقال انجیر سرد به دمای محیط مشاهده می‌شود. این مسئله با افزایش میزان تنفس و تعرق قابل توضیح است. در این شرایط، رقم و مرحله رسیدگی نقش تعیین‌کننده‌ای در کیفیت محصول دارند.

درصد زوال برخی از پارامترهای کیفی در دمای محیط پس از نگهداری در سردخانه ممکن است بیشتر از حالتی باشد که محصول از دماهای بالاتری به دمای محیط انتقال می‌یابد، ولی در مجموع کیفیت کلی محصول در حالت اول در سطح برتری قرار دارد. انجیرهایی که در دمای بالاتر و برای مدت طولانی‌تری نگهداری می‌شوند، زمانی که در دمای ۲۰ درجه سلسیوس قرار می‌گیرند، نسبت به ترک‌خوردگی و پوسیدگی حساس‌تر می‌شوند.

واکنش انجیر نگهداری‌شده در سردخانه به دمای محیط نیز تا حد زیادی تحت تاثیر مرحله بلوغ در زمان برداشت، رقم و شرایط نگهداری قرار می‌گیرد.

به طور کلی، انجیرهایی که پس از نگهداری در دمای پایین و هوای معمولی در دمای ۲۰ درجه سلسیوس قرار می‌گیرند، عمر پس از برداشت ۱ تا ۲ روز دارند (کریزوستو و همکاران، ۲۰۱۱).

۲-۱۰- تاثیر رطوبت نسبی

رطوبت موجود در اتمسفر اطراف محصولات تازه نیز یکی دیگر از عوامل مهم برای حفظ کیفیت درحین نگهداری در سردخانه یا پس از خروج از آن است. رطوبت نسبی همیشه باید در ارتباط با دمای نگهداری در نظر گرفته شود.

با افزایش رطوبت نسبی، تعرق کاهش می‌یابد و در نتیجه سرعت کاهش وزن نیز کمتر است. کاهش وزن میوه همیشه در دوره نگهداری مشاهده می‌شود (مفتون آزاد و همکاران، ۱۳۹۳ ب).

در مرحله بلوغ پیشرفته میوه و افزایش مدت زمان نگهداری، کاهش وزن میوه افزایش می‌یابد. میزان آب دست‌دادن آب به رقم محصول نیز بستگی دارد.

کاهش میزان آب محصول به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر بسیاری از متغیرهای کیفیت مانند سفتی و مقدار قند تأثیر می‌گذارد. اتلاف آب را با استفاده از دستگاه‌های مه‌پاش می‌توان کاهش داد.

استفاده از بسته‌بندی‌های مناسب تأثیر مثبتی بر کاهش میزان اتلاف آب دارد و امکان صرفه‌جویی بیشتر در انرژی را با نگهداری در دمای نسبتاً بالاتر فراهم می‌کند (مفتون آزاد و همکاران، ۱۳۹۳ ب).

باید دقت داشت که نگهداری محصول در هوای با رطوبت بالا می‌تواند پس از انتقال انجیر به دمای محیط پوسیدگی را افزایش دهد.

فصل یازدهم

بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته^۱

ایده اصلی MAP قراردادن محصولات در مواد بسته‌بندی نیمه‌تراوا (معمولاً فیلم پلاستیکی) است که در آن فعالیت تنفسی محصول منجر به تولید اتمسفری تغییر یافته با کاهش اکسیژن و افزایش سطح دی‌اکسید کربن در داخل بسته می‌شود. اتمسفر مطلوب که ماندگاری محصول را افزایش دهد، با انتخاب ماده بسته‌بندی با ویژگی‌های بازدارندگی مناسب، مطابق با تنفس محصول در شرایط نگهداری مشخص، به دست می‌آید. این فناوری، نسبت به نگهدری محصول در انبارهای با اتمسفر کنترل شده، ارزان‌تر است و می‌تواند به صورت تجاری روی میوه‌های انجیر اعمال شود. بسته به ترکیب اولیه اتمسفر درون بسته، MAP می‌تواند غیرفعال یا فعال باشد. در MAP غیرفعال، هوا به عنوان اتمسفر اولیه داخل بسته‌بندی استفاده می‌شود و تولید اتمسفر تغییر یافته صرفاً نتیجه تعامل بین تنفس محصول و انتشار گازها از طریق مواد بسته‌بندی است.

پس از یک دوره معین گذرا، در چنین بسته‌هایی غلظت‌های پایدار اکسیژن و دی‌اکسید کربن به دلیل تعادل بین فرآیندهای تنفسی و انتشار ایجاد می‌شود. بنابراین، MAP غیرفعال "بسته‌بندی با اتمسفر تعادلی" نیز نامیده می‌شود.

1.Modified atmosphere packaging (MAP)

با انتخاب پلیمر پلاستیکی، ضخامت لایه و تعداد سوراخ مناسب می‌توان به خواص بازندارندگی مطلوب مواد بسته‌بندی دست‌یافت.

نوعی نسبتاً جدید از MAP غیرفعال از فیلم‌های ریز سوراخ‌دار استفاده می‌کند که دارای تعداد و اندازه مشخصی سوراخ ایجادشده با لیزر یا با روش‌های مکانیکی با قطر تقریباً ۵۰ تا ۱۵۰ میکرومتر است و از خطر ایجاد شرایط بی‌هوازی در بسته جلوگیری می‌کند.

در MAP فعال، بسته در ابتدا با یک مخلوط گاز حاوی اکسیژن کاهش‌یافته و/یا دی‌اکسیدکربن افزایش‌یافته پر می‌شود. این رویکرد سبب می‌شود تا مدت زمانی که محصول در معرض ترکیب غیر بهینه گازها قرار می‌گیرد، حذف شود. با تعامل تنفس-انتشار ترکیب نهایی اتمسفر بسته تعیین می‌شود.

MAP فعال ممکن است شامل اجزای اضافی باشد که گازها یا دیگر ترکیبات زیست‌فعال را در اتمسفر بسته آزاد یا حذف می‌کند. علاوه بر ویژگی‌های ممانعت‌کنندگی، دیگر ویژگی‌های فیلم (برای مثال استحکام، شفافیت) نیز مهم هستند. در MAP، غلظت گاز و سطوح رطوبت تحت تأثیر برهم‌کنش خواص فیلم، میزان تنفس و تعرق محصول و شرایط محیطی خارج از بسته‌بندی قرار می‌گیرند (مفتون‌آزاد و همکاران، ۱۳۹۳ الف).

تنفس و تعرق به‌نوبه خود تحت تأثیر رقم و مرحله بلوغ در هنگام برداشت قرار می‌گیرند. ترکیب اتمسفر در حالت پایدار و دوره گذرا به وزن محصول و نسبت سطح به حجم محصول، حجم خالی بسته، جنس لایه، ضخامت و مساحت سطح بستگی دارد. گازهای مختلف نیز میزان نفوذ متفاوتی دارند. برای مثال، سرعت انتقال دی‌اکسیدکربن از طریق مواد بسته‌بندی پلاستیکی معمولی دو تا هشت برابر بیشتر از سرعت انتقال اکسیژن است. برای پلی‌اتیلن با چگالی کم نسبت سرعت انتقال دی‌اکسیدکربن به سرعت اکسیژن نزدیک به ۴ است (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲). نفوذپذیری لایه نیز تحت تأثیر دما و گرادیانت فشار گاز قرار می‌گیرد. علاوه بر این، سطوح بالای دی‌اکسیدکربن ممکن است منجر به متابولیسم بی‌هوازی شود. این وضعیت اغلب در میوه‌های بسته‌بندی شده در MAP مشاهده می‌شود

که پس از نگهداری در سرما در معرض دمای بالا قرار می‌گیرند. به همین دلیل، میوه‌ها باید پس از سرد شدن در اتمسفر تغییر یافته بسته‌بندی شوند و حد ایمنی برای غلظت گاز در دمای مورد استفاده باید در نظر گرفته شود.

یکی از مشکلات استفاده از MAP، خصوصاً برای محصولات با رطوبت بالا، تجمع قطره‌های آب در داخل بسته است که منجر به افزایش فساد میکروبی می‌شود. برای کاهش اثرهای منفی رطوبت بیش از حد داخل بسته‌بندی، استفاده از مواد بسته‌بندی آب‌دوست با سرعت انتقال بخار آب بالا و یا گنجاندن مواد جاذب رطوبت مانند سولفات کلسیم در بسته‌بندی توصیه می‌شود.

به‌طور کلی، کاربرد MAP برای محصول انجیر با مواد بسته‌بندی که نفوذپذیری بالایی به بخار آب دارند، منجر به کاهش وزن کمتر، کیفیت و ظاهر بهتر محصول و پوسیدگی کمتر می‌شود. کاربرد مواد بسته‌بندی با نفوذپذیری بیشتر به دی‌اکسید کربن نیز از تخمیر محصول جلوگیری می‌کند.

کاربرد ۶۰ درصد نیتروژن، ۳۵ درصد دی‌اکسید کربن و ۵ درصد اکسیژن در مقایسه با سایر ترکیبات گازی در افزایش ماندگاری انجیر سیاه استهبان و شاه‌انجیر موثر است (مفتون آزاد و همکاران، ۱۳۹۳ الف). این تیمار سبب حفظ سفتی و رنگ انجیر می‌شود و وقوع فساد میکروبی را در محصول کاهش می‌دهد (شکل ۳۹). شکل ۴۰ نیز کاهش تغییرات رنگ و حفظ کیفیت شاه‌انجیر را در نتیجه کاربرد بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته در مقایسه با نمونه شاهد نشان می‌دهد.



شکل ۳۹- تاثیر بسته بندی با اتمسفر تغییر یافته بر ماندگاری انجیر سیاه استهبان در ۴ درجه سلسیوس: الف) ترکیب گازی ۹۵ درصد نیتروژن، صفر درصد دی اکسید کربن و ۵ درصد اکسیژن به مدت ۹ روز، ب) ترکیب گازی ۶۰ درصد نیتروژن، ۳۵ درصد دی اکسید کربن و ۵ درصد اکسیژن



شکل ۴+ - الف) شاه انجیر بسته بندی شده با استفاده از ترکیب هوای معمولی پس از ۱۲ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس، ب) شاه انجیر بسته بندی شده با استفاده از اتمسفر تغییر یافته پس از ۲۱ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس

فصل دوازدهم

استفاده از فیلم‌های زیست‌تخریب‌پذیر

بر خلاف بسیاری از میوه‌ها (مانند مرکبات)، رسیدن میوه انجیر با تخریب لایهٔ واکس محافظ اپیکوتیکول همراه است؛ بنابراین، انجیر به‌ویژه میوه‌های کاملاً بالغ، در معرض خشک‌شدن و چروکیدگی هستند. این ویژگی برای خشک‌کردن میوه مفید است اما برای ماندگاری محصول نکته‌ای منفی به‌شمار می‌رود. پوشاندن میوه با یک لایه پوشش یا فیلم زیست‌تخریب‌پذیر می‌تواند از دست‌رفتن لایه محافظ طبیعی سطح را جبران کند و ماندگاری پس از برداشت را افزایش دهد.

پوشش‌های زیست‌تخریب‌پذیر معمولاً از پلیمرهای زیستی (پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها، لیپیدها یا ترکیبی از این اجزا) تهیه می‌شوند تا از محصول در برابر تخریب فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی به‌هنگام نگهداری و توزیع محافظت کنند.

علاوه بر کنترل کاهش آب محصول، این فیلم‌ها/پوشش‌ها تبادل گاز میوه را نیز تعدیل می‌کنند و پیری آن را به تأخیر می‌اندازند. به‌علاوه می‌توانند حاوی مواد افزودنی مفید برای حفظ کیفیت محصول باشند (مفتون آزاد، ۱۳۸۸).

در بیشتر مطالعات از پلی‌ساکاریدها به‌عنوان پایهٔ پوشش زیست‌تخریب‌پذیر برای انجیر استفاده می‌کنند. کیتوزان یک مشتق استیل‌کیتین، یک پلیمر زیستی موجود در اسکلت بیرونی دیواره‌های سلولی سخت‌پوستان و قارچ‌ها، است که ظرفیت خوبی برای تشکیل فیلم و فعالیت ضدباکتریایی و ضدقارچی دارد. پوشش نانوکیتوزان کاهش وزن انجیرهای نگهداری‌شده را آهسته می‌کند، وضعیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها را بهبود می‌بخشد، از قهوه‌ای

شدن میوه انجیر جلوگیری می‌کند، و پوسیدگی و تلفات میوه را کاهش می‌دهد (شکل ۴۱) (مفتون آزاد و همکاران، ۱۳۹۴ الف).



شکل ۴۱- تاثیر پوشش زیست تخریب پذیر کیتوزان بر ماندگاری انجیر سیاه استهبان: الف) میوه انجیر بدون پوشش نانوکیتوزان پس از دو هفته نگهداری در ۵ درجه سلسیوس؛ ب) میوه انجیر پوشش دار پس از دو هفته نگهداری در ۵ درجه سلسیوس

بهبود بیشتر عملکرد پوشش مبتنی بر کیتوزان ممکن است با اصلاح فرمول با مواد اضافی، به ویژه مواد ضد میکروبی مانند اسانس تیمول و نانوذرات اکسید روی یا نانوذرات نقره، حاصل شود.

بسته‌بندی انجیر تازه در فیلم کامپوزیت کیتوزان / پلی‌وینیل الکل زیست‌تخریب‌پذیر با افزودن نانوذرات نقره باعث حفظ رنگ و سفتی انجیر، کنترل کاهش وزن، کنترل رشد میکروبی و تاخیر در توسعه پوسیدگی و افزایش ماندگاری از ۳ به ۷ روز می‌شود. فیلم کامپوزیت زیست‌تخریب‌پذیر شامل نشاسته، پلی‌وینیل‌الکل، گلیسرول و اسید سیتریک نیز فعالیت ضد باکتریایی قوی را در برابر باکتری‌های بیماری‌زای گرم مثبت (ایستریا مونوسیتوزنر^۱) و گرم منفی (اشریشیا کلی^۲) اعمال و از زوال انجیر جلوگیری می‌کند.

۱-۱۲- دیگر تیمارهای شیمیایی پس از برداشت

کاربرد پاره‌ای ترکیبات شیمیایی در افزایش ماندگاری پس از برداشت انجیر موثر خواهد بود (تسانتیلی و رودو، ۲۰۲۲):

- فروبردن میوه در محلول ۱ درصد کربنات سدیم و بی‌کربنات سدیم به‌طور قابل توجهی میزان پوسیدگی را در خلال نگهداری ارقام مختلف انجیر کاهش می‌دهد.
- تیمار پس از برداشت با ۴ درصد کلرید کلسیم، مدت زمان نگهداری و ماندگاری را عمده‌تاً با بهبود بافت میوه، کنترل جمعیت میکروبی روی سطح و مهار پیری افزایش می‌دهد.
- کاربرد ۲۵ میکرولیتر در لیتر دی‌اکسیدگوگرد پیش از ورود انجیر ارقام سبز و سیاه به انبار سرد باعث کنترل قارچ‌های بیماری‌زای *آلترناریا*، *رایزوپوس*، *بوتریتیس* و *پنی‌سیلیوم* می‌شود و پوسیدگی میوه را کاهش می‌دهد.
- کاربرد بخار اسید استیک (۱۰۰ پی‌پی‌ام) پوسیدگی میوه انجیر را کاهش می‌دهد ولی کاربرد آن روی ارقام سفیدرنگ سبب قهوه‌ای‌شدن اپیکارپ انجیر می‌شود.

1. *Listeria monocytogenes*

2. *Escherichia coli*

جمع بندی

انجیر تازه به دلیل فسادپذیری بالا و مشکل ایجاد تعادل بین کیفیت حسی میوه و ماندگاری آن، یکی از چالش برانگیزترین محصولات برای نگهداری پس از برداشت است. میوه رسیده روی درخت دارای بهترین کیفیت است ولی بسیار فاسدشدنی تر از آن است که با موفقیت به دست مصرف کنندگان، به ویژه در نقاط دوردست تحویل داده شود، در حالی که میوه‌ای که در مرحله بلوغ تجاری برداشت می‌شود، می‌تواند شرایط زنجیره عرضه را تحمل کند، اما کیفیت حسی پایین تری دارد.

زنجیره ارزش سنتی انجیر تازه باید از روش‌هایی مانند برداشت دقیق دستی انتخابی، حمل و نقل محتاطانه، بسته‌بندی محافظ، پیش سرد کردن سریع، استفاده از دمای نگهداری بهینه و تحویل سریع با استفاده از زنجیره سرد بهره‌گیرد تا بتواند به تعادلی رضایت‌بخش بین کیفیت و ماندگاری مناسب برسد. این فرآیند به استفاده گسترده از نیروی کار ماهر، روش‌های پرهزینه نگهداری و حمل و نقل نیاز دارد و در عین حال با خطر غیرقابل انکار تلفات محصول نیز همراه است.

پیشرفت‌های جدید و استفاده از فناوری‌های نوین، فرصت‌های بیشتری را برای افزایش عمر پس از برداشت انجیر تازه، بدون به خطر انداختن کیفیت حسی و ارزش غذایی این محصول، فراهم کرده است.

پیشرفت‌های زیادی در درک مکانیسم‌های بیولوژیک رشد و رسیدن میوه انجیر برای رسیدن به کیفیت برتر و قابلیت نگهداری بیشتر میوه صورت گرفته است؛ مثلاً تولید میوه‌های گرده‌افشانی شده در مقایسه با میوه پارتنوکارپ و نیز تنظیم هورمونی و مولکولی این پدیده، راه‌هایی را برای بهبود حفظ کیفیت میوه ایجاد کرده است. تنظیم حساسیت به اتیلن با استفاده از تیمار 1-MCP برای نگهداری انجیر شیوه‌ای است کارآمد.

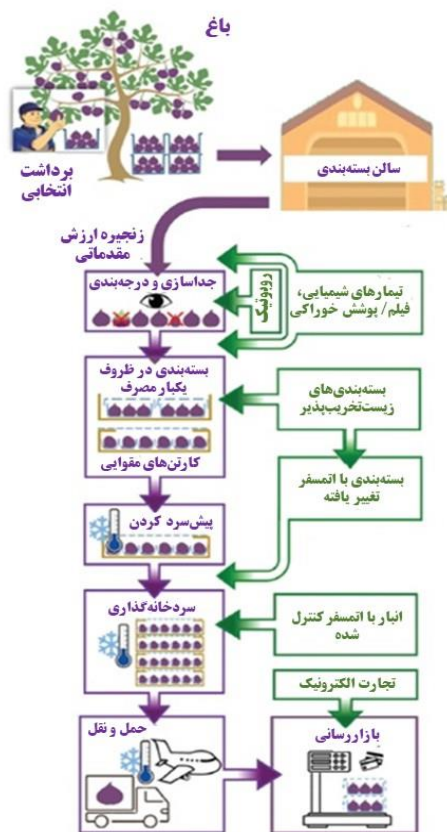
در حال حاضر، برداشت دستی تنها گزینه ممکن برای انجیر تازه است. با این حال، پیشرفت فناوری ممکن است امکان استفاده از چیدن رباتیک را در برداشت انجیر فراهم کند

و بدین ترتیب در بسیاری از هزینه‌های نیروی کار صرفه‌جویی شود. امکان‌سنجی این رویکرد با آزمایش موفقیت‌آمیز ربات‌های برداشت دیگر میوه‌های ظریف مانند توت‌فرنگی تایید شده‌است. نوآوری‌هایی که برداشت انتخابی انجیر را تسهیل می‌کنند می‌توانند حسگرهای کوچک برای ارزیابی سریع و غیرمخرب بلوغ میوه و/یا تشخیص اختلالات باشند. بخش‌های دیگر صنعت انجیر مانند جداسازی، درجه‌بندی، مرتب‌سازی و بسته‌بندی می‌توانند از فناوری‌های حسگر و روباتیک استفاده کنند.

پیشرفت‌های دلگرم‌کننده‌ای در افزایش عمر میوه با فناوری‌های پس از برداشت مانند استفاده از MAP، فیلم/پوشش‌های زیست‌تخریب‌پذیر و تیمارهای شیمیایی و فیزیکی حاصل شده‌است. در سال‌های اخیر به‌ویژه استفاده از پوشش‌های زیست‌تخریب‌پذیر به‌عنوان ابزاری بالقوه برای نگهداری انجیر تازه توجه شده‌است. این پوشش‌ها برای کنترل کاهش وزن و زوال فیزیولوژیک میوه انجیر کارآمد هستند و در عین حال فساد میکروبی را کنترل می‌کنند.

بهبود ظرفیت نگهداری انجیر با شیوه‌های نوآورانه می‌تواند پیامدهای مثبتی برای صنعت و مصرف‌کنندگان داشته باشد (شکل ۴۱). نگهداری کارآمد پس از برداشت می‌تواند فساد میوه را کنترل و امکان بازاریابی میوه‌های برداشت شده را در مرحله بلوغ نسبتاً پیشرفته که بهترین کیفیت خوراکی را دارد، فراهم کند. بنابراین، استفاده از فناوری‌های جدید راهکاری برای دستیابی به کیفیت و ماندگاری بهینه‌است. این گونه فناوری‌ها ممکن است عمر پس از برداشت انجیر را به اندازه‌ای افزایش دهند که به‌جای حمل و نقل هوایی گران‌قیمت، حمل و نقل دریایی را برای رساندن انجیر به بازارهای دوردست بدون به‌خطر انداختن کیفیت میوه ممکن‌سازد. تغییر از حمل و نقل هوایی به دریایی به میزان زیادی کارایی هزینه صنعت و درآمد کشاورزان را بهبود می‌بخشد. به‌علاوه، بدون چشم‌پوشی از اثرهای مثبت مدیریت دمای پس از برداشت، افزایش عمر انجیر بدون یخچال به میزان ۲ تا ۴ روز ممکن است فرصت‌های بیشتری را برای تحویل کوتاه مدت و بازاریابی این محصول ایجاد کند که به

نفع تولیدکنندگان و مصرف کنندگان محلی است. پیشرفت دیگری که ممکن است در کاهش تلفات انجیر تازه موثر باشد، گسترش طرح‌های بازاریابی مستقیم مانند تجارت الکترونیکی است که مسیر بین تولیدکننده و مصرف کننده را کوتاه می‌کند و تلفات و دورریز این حلقه از زنجیره عرضه را به مقدار زیادی کاهش می‌دهد.



شکل ۴۱- زنجیره ارزش انجیر تازه: مسیر مقدماتی به رنگ بنفش و فناوری‌های جدید به رنگ سبز نشان داده شده است.

- آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹، جلد سوم: محصولات باغبانی. ۱۴۰۰. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- انجیران، ۱۳۹۴. انواع انجیر از نظر درخت و میوه. <https://www.anjiran.com/fig-types-tree-classification>
- بی‌نام، (۱۳۹۸). گرده‌افشانی در انجیر دیم استهبان. <https://www.irna.ir/news/83351767>
- بیونهل، ۱۴۰۱. انواع نهال انجیر. <https://www.bionahal.com>
- زارع، حمید، جعفری، مسلم و شریف‌زاده، حمیدرضا. ۱۳۹۹. ریزش میوه نارس انجیر. انتشارات پژوهشکده مرکبات و میوه‌های گرمسیری، شماره ۵۹۱۱۱ مروح ۵۹۱۱۱/۱۲/۰۵. ۱۳۹۹.
- محمدی، منصور، ۱۴۰۱. تولید و پرورش انجیر. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ۶۲۲۰۲ مورخ ۱۴۰۱/۰۶/۲۴.
- مفتون‌آزاد، ندا. ۱۳۸۸. طراحی و ساخت دستگاه پوشش‌دهنده مرکبات در مقیاس پایلوت به‌منظور افزایش ماندگاری میوه مرکبات با استفاده از پوشش خوراکی بر پایه پکتین. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ۴۶۲۴۶ مورخ ۱۳۸۸/۱۰/۲۳.
- مفتون‌آزاد، ندا، شاه امیریان، مریم، زارع، حمید، جوکار، لادن، و زارع، ماشاله. ۱۳۹۳. الف. استفاده از بسته بندی با اتمسفر تغییر یافته در افزایش ماندگاری شاه انجیر و انجیر سیاه استهبان. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ۴۵۹۱۵ مورخ ۱۳۹۳/۰۷/۱۴.
- مفتون‌آزاد، ندا، بدیعی، فوزان، هاشمی، مریم، شاه امیریان، مریم، و جوکار، اکبر. ۱۳۹۳. ب. بررسی تاثیر پوشش خوراکی نانوامولسیون بر پایه کیتوزان در افزایش ماندگاری انجیر سیاه استهبان. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ۴۶۶۸۳ مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۴.
- مفتون‌آزاد، ندا، یزدانی، صدیقه و شاه‌امیریان، مریم. ۱۳۹۴. الف. افزایش ماندگاری محصولات باغی با استفاده از پوشش‌های زیست‌تجزیه‌پذیر. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ۴۹۰۵۲ مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۲۵.
- مفتون‌آزاد، ندا، شاه‌امیریان، مریم و یزدانی، صدیقه. ۱۳۹۴. ب. کاربرد سیستم‌های GMP، GAP و HACCP در کاهش ضایعات پس از برداشت خرما در استان فارس. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره ۴۹۰۵۴ مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۲۵.

مفتون آزاد، ندا و صدیقه یزدانی. ۱۳۹۹. راهنمای پس از برداشت و بازاریابی گوجه‌فرنگی. نشر آموزش کشاورزی، شماره ۵۷۴۶۸ مورخ ۱۳۹۹/۰۲/۱۵.

Britannica. (2023).

<http://www.britannica.com/plant/fig>

Crisosto, H., Ferguson, L., Bremer, V., Stover, E., & Colelli, G. (2011). Fig (*Ficus carica* L.). In *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits* (pp. 134-160e). Woodhead Publishing.

FAOSTAT (2021). World fig production. www.fao.org/faostat/en/#data/QC (accessed 11 April 2021)

Fig database. 2023.

<https://www.figdatabase.com/uploads/Dried Figs.pdf>

IEC Ling. (2021). Cold storage for fruits and vegetables.

<https://www.iecooling.com/cold-storage-for-fruit-vegetables.html>

Morning Chores (2023). Growing Figs: Best Varieties, Planting Guides, Care, Problems and Harvest. <https://morningchores.com/growing-figs/>

Future market insights (FMI). 2022. Fresh figs market outlook.

<https://www.futuremarketinsights.com/reports/fresh-figs-market>.

Pereira, C., Martín, A., López-Corrales, M., Córdoba, M. D. G., Galván, A. I., & Serradilla, M. J. (2020). Evaluation of the physicochemical and sensory characteristics of different fig cultivars for the fresh fruit market. *Foods*, 9(5), 619.

The produce nerd. (2018). Fresh fig harvest and packing. <https://www.theproducenerd.com/2018/09/fresh-fig-harvest-packing/>

Tsantili, E., & Rodov, V. (2022). Harvest and Postharvest Physiology and Technology of Fresh Fig Fruit. In *Advances in Fig Research and Sustainable Production* (pp. 193-232). GB: CABI.