



پیش‌گیری از ضایعات میوه کیوی به روش پایش دوره‌ای کیفیت میوه در سردخانه

جواد فتاحی مقدم^{۱*}، سیده الهام سیدقاسمی^۲، معصومه کیااشکوریان^۳

^{۱،۲} گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم

باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران

* نویسنده مسئول: j.fattahi@areeo.ac.ir

چکیده

در حال حاضر نزدیک به ۴۰۰ هزار تن میوه کیوی در ایران تولید می‌شود. بخش عمده‌ی آن بعد از برداشت، صادر و بخشی هم به مصرف داخل می‌رسد. بخش عمده تولید به مدت بیش از پنج ماه در سردخانه نگهداری شده و به تدریج وارد بازارهای داخلی و خارجی می‌شود. در سالن‌های نگهداری معمولاً میوه‌های برداشت شده از باغ‌های با مدیریت‌های مختلف در کنار هم نگهداری می‌شوند. این امکان وجود دارد که نرم شدن یک توده میوه و تولید اتیلن سبب تسریع رسیدن سایر میوه‌ها شود. نیاز است که به‌طور منظم میوه‌های هر سالن پایش شوند تا با مشاهده علائم نرم شدن و آلودگی، اقدام به خروج میوه‌ها نمود. در این پایش نمونه‌برداری (۳۰ تا ۴۰ روز بعد از نگهداری) از هفته اول دی و به فاصله هر ۲۰ روز در سه مرحله به‌علاوه مرحله چهارم در پایان فروردین ۱۴۰۱ از میوه‌های ۱۰۲ باغ‌دار ذخیره در ۸ سردخانه و ۴۰ سالن انجام شد. طی پنج تا ۱۰ روز ارزیابی صفات شامل طول، دو قطر، وزن، شاخص‌های رنگ گوشت، TSS، سفتی، درصد ماده خشک، میزان نشاسته انجام شد. مشخص شد که سه شاخص سفتی، درصد ماده خشک و میزان نشاسته میوه می‌تواند مارکر مناسبی برای گروه‌بندی و اولویت‌بندی میوه‌ها برای خروج از سردخانه باشد. استفاده از این روش به سردخانه‌دار کمک می‌کند تا میوه‌های کیوی بر اساس آستانه افت کیفی به تدریج از سردخانه به بازارهای داخلی و یا خارجی عرضه شوند. در این حالت ضمن جلوگیری از ضایعات میوه، می‌توان مانع تولید و انباشت اتیلن ناشی از نرم شدن میوه نیز در سالن نگهداری شد.

کلمات کلیدی: سفتی، شاخص نشاسته، عرضه، ماده خشک

استناد: فتاحی مقدم، جواد؛ سیدقاسمی، سیده الهام و کیااشکوریان، معصومه (۱۴۰۵). پیش‌گیری از ضایعات میوه کیوی به روش پایش دوره‌ای کیفیت

میوه در سردخانه. مجله ترویجی میوه‌های نیمه گرمسیری، ۶ (۱)، ۹-۱.

ناشر: پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی.



بیان مسئله

بر اساس آمار منتشرشده توسط FAO در سال ۲۰۲۳، تولید جهانی کیوی بالغ بر ۴/۴۳ میلیون تن و عملکرد آن ۱۶ تن در هکتار است. چین، نیوزیلند، ایتالیا، یونان، ایران و شیلی به‌ترتیب بزرگترین تولیدکننده کیوی در جهان محسوب می‌شوند. در ایران سطح زیر کشت این محصول ۱۵۰۹۵ هکتار، میزان تولید ۴۳۱۳۳۶ تن و عملکرد آن ۲۹ تن در هکتار گزارش شده است. استان مازندران با ۵۱ درصد سطح زیر کشت، مقام اول کشت کیوی را دارد. استان گیلان با ۴۹ درصد و استان گلستان با کمتر از یک درصد در جایگاه‌های دوم و سوم قرار دارند (بی‌نام، ۱۴۰۳). ایران رتبه چهارم تولید و دوازدهم صادرات را در جهان دارد (فائو، ۲۰۲۳). از نظر اقتصادی، به‌دلیل وجود بازارهای جهانی خرید کیوی، این محصول می‌تواند به‌خوبی با میوه‌هایی مانند مرکبات رقابت کند.

بخشی از میوه کیوی تولید شده در ایران پس از برداشت صادر می‌شود و بخشی نیز به مصرف داخلی می‌رسد. با این حال، قسمت عمده کیوی تولید برای بیش از پنج ماه در سردخانه نگهداری شده و به‌تدریج وارد بازارهای داخلی و خارجی می‌شود. حفظ کیفیت میوه کیوی همراه با کم‌ترین میزان ضایعات، از عوامل مهم مدیریت سردخانه به‌شمار می‌رود. نرم شدن تدریجی میوه کیوی از عوامل محدودکننده بوده و شرایط تولید میوه و نگهداری میوه، تعیین‌کننده روند نرم شدن و قابلیت انبارمانی آن است. با توجه به اینکه ممکن است در سالن‌های ذخیره‌سازی کیوی، میوه‌هایی با منشا تولید مختلف در کنار یکدیگر نگهداری شوند، نرم شدن یک توده میوه و تولید اتیلن می‌تواند باعث تسریع رسیدن سایر میوه‌ها شود. بنابراین، نیاز است که به‌طور منظم میوه‌های هر سالن پایش شوند تا در صورت مشاهده علائم نرم شدن، رسیدگی و یا آلودگی در یک توده مشخص میوه، اقدام به خروج میوه‌ها و عرضه به بازار شود (فتاحی مقدم و همکاران، ۱۴۰۱).

در طول ذخیره‌سازی، سفتی گوشت به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد و برای مصرف خوراکی، سفتی میوه باید به کمتر از ۲۵ نیوتن برسد. نرم شدن میوه با افزایش حساسیت به انواع آسیب‌های فیزیکی و بیماری‌زایی همراه است. از نظر تجاری، با ارزش‌ترین میوه، میوه‌ای است که سرعت نرم شدن آن پایین باشد. ذخیره‌سازی در سردخانه با اتمسفر کنترل‌شده می‌تواند نرم شدن میوه کیوی را به تأخیر اندازد. با این حال، برخی گزارش‌ها نشان داده‌اند که کیوی با برداشت دیرتر، سفتی گوشت خود را مدت طولانی‌تری حفظ می‌کند (فامیانی و همکاران، ۲۰۱۲).

محتوای ماده خشک میوه کیوی عمدتاً از مواد جامد محلول مانند قندها و مواد جامد نامحلول مانند نشاسته و کربوهیدرات تشکیل شده است. بنابراین، مقدار ماده خشک با افزایش مواد جامد محلول در زمان بلوغ میوه ارتباط زیادی دارد. معمولاً میزان ماده خشک میوه کیوی در زمان برداشت در محدوده ۱۴ تا ۱۷ درصد است. با توجه به تنفس در طول رسیدن پس از برداشت، میزان ماده خشک ابتدا کاهش جزئی داشته و سپس ثابت باقی می‌ماند. محتوای بالاتر ماده خشک در زمان برداشت منجر به بازارپسندی بیش‌تر میوه در مقایسه با میوه‌های با محتوای ماده خشک کم می‌شود (گلدبرگ و همکاران، ۲۰۲۱).

کیفیت مدیریت سردخانه بستگی به دانش فنی مدیران سردخانه دارد و ممکن است پایش میوه‌ها نیز با کیفیت‌های مختلف انجام شود لیکن نیاز است تا به روش علمی و با نمونه‌برداری استاندارد و ارزیابی‌های کیفی مناسب، اطلاعات علمی و منطقی از سالن‌ها به‌دست آورد و بر اساس این اطلاعات زمان خروج و یا نگهداری میوه‌ها را برنامه‌ریزی نمود. هر گونه ضعف در مدیریت این موضوع می‌تواند خسارت جبران‌ناپذیری به میوه‌ها و اقتصاد تولیدکننده و یا ذخیره‌ساز از طریق پوسیدگی همه‌گیر در یک سالن ایجاد نماید.



در این راستا پژوهشی بر اساس تقاضای بخش خصوصی با پایش میوه‌های ۱۰۲ تولیدکننده انجام شد. میوه‌ها در ۸ سردخانه و ۴۰ سالن ذخیره شدند. عملیات نمونه‌برداری ۳۰ تا ۴۰ روز بعد از برداشت و نگهداری در سردخانه، از هفته اول دی ماه و به فاصله هر ۲۰ روز در ۳ مرحله و مرحله چهارم در آخر فروردین ۱۴۰۱ با مراجعه به سردخانه‌ها انجام شد. نمونه‌ها از پلات‌های میانی سردخانه و به تعداد سه بسته پنج‌تایی از هر یک از بارها گرفته شد و بلافاصله به سردخانه صفر درجه پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری منتقل شد. طی پنج روز ارزیابی میوه کیوی بر اساس شاخص‌هایی شامل طول، عرض، ضخامت، وزن، شاخص‌های رنگ گوشت، TSS، سفتی، درصد ماده خشک، میزان نشاسته انجام شد. در آنالیز اولیه روی نمونه‌های سری اول بازدید مشخص شد که سه شاخص سفتی، درصد ماده خشک و میزان نشاسته میوه می‌تواند معیار مناسبی برای گروه‌بندی نتایج با استفاده از تجزیه خوشه‌ای باشد (شکل‌های ۱ تا ۴). رنگ‌بندی محصول باغ‌داران بر اساس اولویت خروج از سردخانه روش ساده و کاربردی بیان نتایج تجزیه خوشه‌ای برای بهره‌بردار بود که به شرح ذیل در نظر گرفته شد (فتاحی مقدم و همکاران، ۱۴۰۱).

اولویت خروج	اول	دوم	سوم
نوع رنگ			



شکل ۲- اندازه‌گیری سفتی بافت



شکل ۱- اندازه‌گیری مواد جامد محلول



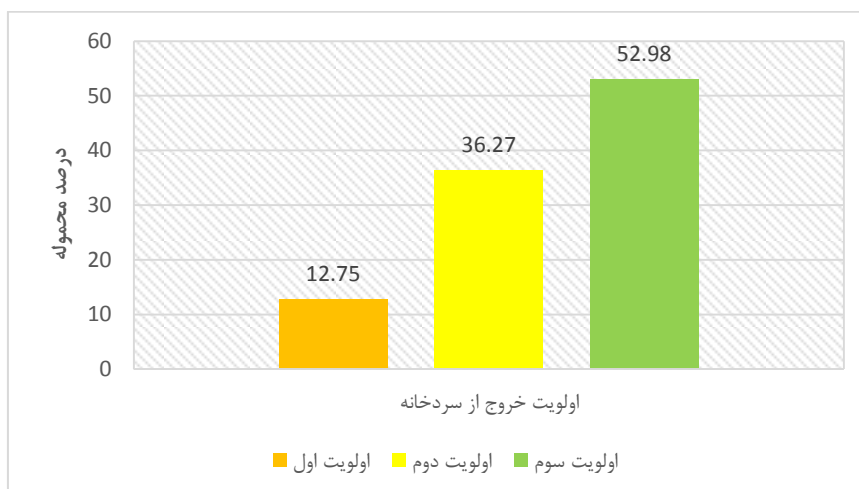
شکل ۳- آماده‌سازی نمونه‌ها جهت اسپری یدید پتاسیم شکل ۴- سطح مقطع عرضی میوه کیوی بعد از اسپری یدید پتاسیم

معرفی دستاورد یا راهکار

در مرحله اول با ارزیابی ابعاد میوه و همچنین وضعیت رنگ و کامل بودن دایره بذور (مشاهده‌ای) مشخص شد که میوه‌های نگهداری شده در تمام سالن‌های سردخانه‌ها از ابعاد و وزن طبیعی برخوردار بوده و مشکوک به استفاده از هورمون مانند بیرون‌زدگی نسبی انتهای میوه و کشیدگی بیش از حد میوه نیستند. همچنین علایم آلودگی کپک خاکستری (بوتریتیس) و آلودگی‌های ثانویه شامل پنیسیلیوم‌ها و سایر قارچ‌ها روی نمونه‌ها مشاهده نشد. شاخص‌های رنگ گوشت میوه نیز در دامنه استاندارد بودند و به‌ویژه شاخص a^* که زیاد منفی شدن آن می‌تواند نرمی ناشی از زت بالای میوه را بیان نماید در حد متعارف بود. میزان ماده خشک همه میوه‌ها در حد مطلوب بود زیرا کمینه آن در زمان برداشت باید حداقل ۱۴ تا ۱۵ درصد باشد. در این مرحله متوسط سفتی میوه‌ها که در اولویت خروج قرار گرفتند $4/52$ کیلوگرم همراه با شاخص نشاسته بالاتر (شکل ۷) بود. میزان مواد جامد محلول $11/53$ درصد بود که با این میزان قند چنانچه سفتی میوه نیز کم باشد هشدار برای نرم شدن میوه است (جدول ۱). نتیجه کلی اینکه با گروه‌بندی مجموع 102 محموله، $12/75$ درصد محموله‌ها در اولویت اول، $36/27$ درصد محموله‌ها در اولویت دوم و $52/98$ درصد محموله‌ها در اولویت سوم خروج قرار گرفتند (شکل ۵).

جدول ۱- میانگین شاخص‌های برتر مورد ارزیابی در مرحله اول برای اولویت بندی خروج میوه از سردخانه

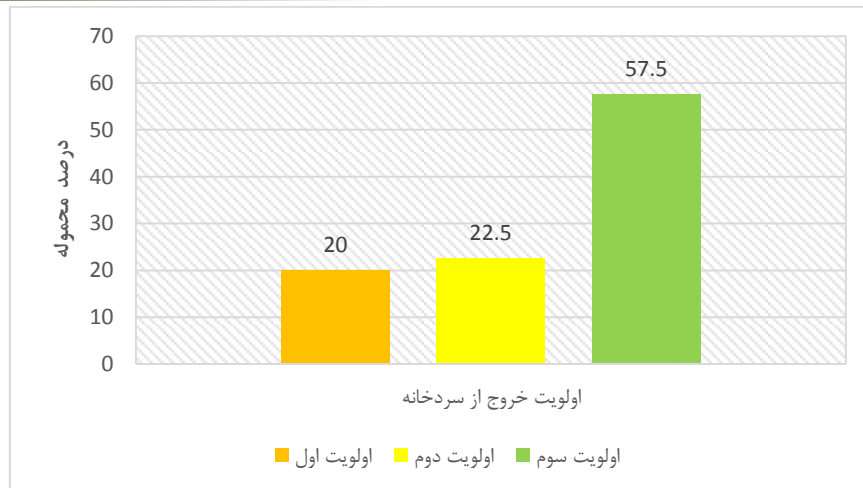
شاخص	اولویت اول	اولویت دوم	اولویت سوم
مواد جامد محلول (درصد)	۱۱/۵۳	۱۱/۹۳	۱۱/۱۲
سفتی (کیلوگرم بر ۸ میلی‌متر مربع)	۴/۵۲	۴/۶۵	۵/۹
شاخص نشاسته	۵/۱۴	۴/۹۴	۴/۷۹
ماده خشک (درصد)	۱۷/۲۹	۱۷/۴	۱۷/۱۷



شکل ۵- درصد اولویت خروج محموله‌های میوه از سردخانه طی مرحله اول پایش

در مرحله دوم صفات سفتی میوه، مواد جامد محلول یا TSS، وزن خشک و امتیاز نشاسته نیز با مرحله اول مقایسه شد. صفات TSS، وزن خشک و امتیاز نشاسته به جز موارد بسیار اندک که مقدار آن تغییر نکرده بود در همه سردخانه‌ها تغییر نمود. بدین صورت که میزان TSS افزایش و میزان نشاسته و وزن خشک کاهش یافت. میزان این تغییرات از نظر کمی بسته به سردخانه و باغ‌دار تفاوت نشان داد. میزان سفتی میوه به‌طور عام تا حدودی کاهش نشان داد ولی در مواردی میزان آن تغییر نکرد. وضعیت شاخص نشاسته در این مرحله در شکل ۸ آورده شده است. میوه‌های با اولویت خروج در این مرحله دارای متوسط سفتی ۴/۵۷ کیلوگرم بودند که کمتر از سایر میوه‌ها بود و در کنار قند بالا مستعد خروج از سردخانه بودند (جدول ۲). در این مرحله نیز آنالیز خوشه‌ای بر اساس شاخص‌های سفتی، درصد ماده خشک و میزان نشاسته میوه انجام شد. از مجموع ۸۰ محموله، ۲۰ درصد محموله‌ها در اولویت اول، ۲۲/۵ درصد محموله‌ها در اولویت دوم و ۵۷/۵ درصد محموله‌ها در اولویت سوم خروج قرار گرفتند (شکل ۶).

جدول ۲- میانگین شاخص‌های برتر مورد ارزیابی در مرحله دوم برای اولویت بندی خروج میوه از سردخانه			
شاخص	اولویت اول	اولویت دوم	اولویت سوم
مواد جامد محلول (درصد)	۱۲/۳۳	۱۱/۸۶	۱۲/۴۴
سفتی (کیلوگرم بر ۸ میلی مترمربع)	۴/۵۷	۴/۸۴	۵/۶۹
شاخص نشاسته	۴/۰۹	۳/۸۳	۳/۸۲
ماده خشک (درصد)	۱۵/۹۵	۱۵/۵۸	۱۵/۵۸



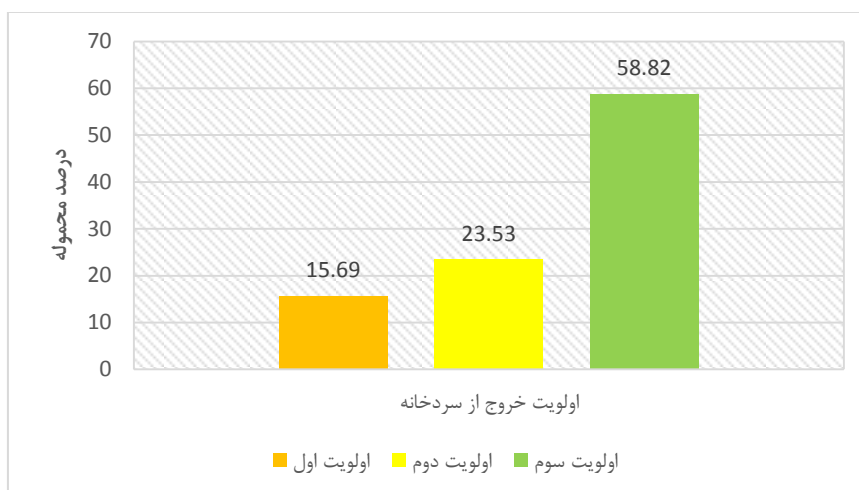
شکل ۶- درصد اولویت خروج محموله‌های میوه از سردخانه طی مرحله دوم پایش



شکل ۷- وضعیت کلی شاخص نشاسته در مرحله اول پایش شکل ۸- وضعیت کلی شاخص نشاسته در مرحله دوم پایش

در مرحله سوم الگوی تغییر صفات همانند دو مرحله قبلی بود فقط میزان سفتی میوه به‌طورکلی نسبت به دو مرحله دیگر کاهش نشان داد. در این مرحله میوه‌هایی که در اولویت خروج قرار گرفتند دارای متوسط سفتی $3/67$ کیلوگرم و درصد قند بالاتر ($12/46$) بودند. در این مرحله $58/82$ درصد محموله‌ها هنوز از سفتی خیلی خوبی معادل $4/72$ کیلوگرم برخوردار بودند (جدول ۳). در این مرحله از مجموع ۵۱ محموله، $15/69$ درصد محموله‌ها در اولویت اول، $23/53$ درصد محموله‌ها در اولویت دوم و $58/82$ درصد محموله‌ها در اولویت سوم قرار گرفتند (شکل ۹).

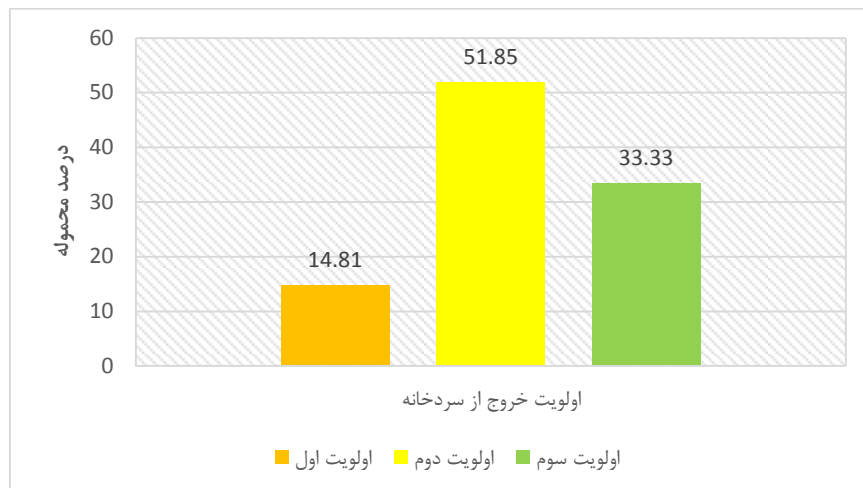
جدول ۳- میانگین شاخص‌های برتر مورد ارزیابی در مرحله سوم برای اولویت بندی خروج میوه از سردخانه			
شاخص	اولویت اول	اولویت دوم	اولویت سوم
مواد جامد محلول (درصد)	۱۲/۴۶	۱۲/۲۳	۱۲/۴
سفتی (کیلوگرم بر ۸ میلی‌متر مربع)	۳/۶۷	۴/۳۱	۴/۷۲
شاخص نشاسته	۲/۸۶	۲/۹۹	۲/۸۶
ماده خشک (درصد)	۱۵/۶۶	۱۵/۶۳	۱۵/۵۲



شکل ۹- درصد اولویت خروج محصوله‌های میوه از سردخانه طی مرحله سوم پایش

در مرحله چهارم ارزیابی، حجم بالای میوه‌ها بر اساس ارزیابی‌های مراحل اول تا سوم از سردخانه‌ها خارج شده بودند. بنابراین، مرحله چهارم نمونه‌برداری با هدف ردیابی وضعیت میوه‌های باقی‌مانده (۲۷ مالک) در پایان انبارداری انجام شد. در این مرحله TSS، وزن خشک و امتیاز نشاسته در همه سردخانه‌های باقی‌مانده تغییر نمود (شکل‌های ۱۱ و ۱۲). بدین صورت که میزان نشاسته و وزن خشک کاهش یافت. میزان این تغییرات از نظر کمی بسته به سردخانه و باغ‌دار تفاوت نشان داد. میزان سفتی میوه به‌طورکلی نسبت به دو مرحله دیگر کاهش زیادی نشان داد و به ۲/۶۸ کیلوگرم در ۱۴/۸۱ درصد محصوله‌ها رسید. ۳۳/۳۳ درصد محصوله‌ها هنوز دارای میوه‌ی نسبتاً سفت حدود ۴/۴۷ کیلوگرم بودند (جدول ۴). از مجموع ۲۷ محصوله، ۱۴/۸۱ درصد محصوله‌ها در اولویت اول، ۵۱/۸۵ درصد محصوله‌ها در اولویت دوم و ۳۳/۳۳ درصد محصوله‌ها در اولویت سوم خروج قرار گرفتند (شکل ۱۰).

جدول ۴- میانگین شاخص‌های برتر مورد ارزیابی در مرحله چهارم برای اولویت بندی خروج میوه از سردخانه			
شاخص	اولویت اول	اولویت دوم	اولویت سوم
مواد جامد محلول (درصد)	۱۲/۲۸	۱۲/۴	۱۲/۴۸
سفتی (کیلوگرم بر ۸ میلی‌مترمربع)	۲/۶۸	۳/۶۱	۴/۴۷
شاخص نشاسته	۱/۵۴	۱/۵۸	۱/۸۱
ماده خشک (درصد)	۱۵/۳۹	۱۵/۶۲	۱۶



شکل ۱۰- درصد اولویت خروج محموله‌های میوه از سردخانه طی مرحله چهارم پایش



شکل ۱۲- وضعیت کلی شاخص نشاسته در مرحله چهارم پایش



شکل ۱۱- وضعیت کلی شاخص نشاسته در مرحله سوم پایش

توصیه ترویجی (جمع‌بندی)

- سه شاخص سفتی، درصد ماده خشک و میزان نشاسته میوه می‌تواند معیار مناسبی برای گروه‌بندی کیوی‌ها بر اساس اولویت خروج از سردخانه باشد.
- میزان این شاخص‌ها برای اولویت‌بندی خروج، بسته به مدت نگهداری میوه در سردخانه تا حدودی متفاوت است. بطورکلی در هر مرحله میوه‌هایی که میزان سفتی آنها بین ۲ تا ۳ کیلوگرم بر ۸ میلی‌مترمربع، ماده خشک بین ۱۴ تا ۱۵ درصد، امتیاز نشاسته بین ۱/۵ تا ۲ و میزان مواد جامد محلول بین ۱۲ تا ۱۳ درصد است باید در اولویت خروج قرار گیرند زیرا قابلیت ماندگاری زیادی نخواهند داشت.
- به‌طورکلی مواد جامد محلول طی نگهداری روند افزایشی و وزن خشک و میزان نشاسته روند کاهشی دارد. هر چه مدیریت دما، رطوبت و جذب اتیلن در سردخانه به استاندارد نزدیک‌تر باشد روند این تغییرات کندتر خواهد بود.
- کامل نبودن حلقه بذور و یا تعداد کم بذور به احتمال زیاد نشانه ضعف در گرده‌افشانی است که باید گرده‌افشان‌ها را در باغ افزایش داد.



- با ارزیابی ابعاد میوه و کامل بودن دایره بذور (مشاهده‌ای) مشخص می‌شود که میوه‌های نگهداری شده در تمام سالن‌های سردخانه‌ها از ابعاد و وزن طبیعی برخوردار بوده و مشکوک به استفاده از هورمون نیستند. برخی هورمون‌های افزایش‌دهنده اندازه میوه سبب کاهش استحکام دیواره سلولی و نرمی زودرس میوه می‌شوند.
- در حین پایش، از علایم آلودگی کپک خاکستری (بوتریتیس) و آلودگی‌های ثانویه شامل پنیسیلیوم‌ها و سایر قارچ‌ها روی نمونه‌ها که معمولا محرک تولید اتیلن از میوه هستند نیز می‌توان مطلع شد و تدابیر لازم برای خروج از سردخانه را اندیشید.
- شاخص رنگ a که زیاد منفی شدن آن (سبزینه زیاد) می‌تواند نرمی ناشی از ازت بالای میوه را بیان نماید نیز بطور غیرمستقیم بیان‌گر میزان عمر نگهداری میوه خواهد بود.
- تولیدکنندگان و ذخیره‌کنندگان میوه کیوی در سردخانه بر اساس الگوی این پژوهش می‌توانند با نمونه‌برداری دوره‌ای از سردخانه اقدام به خارج نمودن میوه‌های مستعد به نرم شدن و جلوگیری از تولید اتیلن و گسترش نرم‌شدن سایر میوه‌ها و افزایش پوسیدگی نمایند.

فهرست منابع

- بی‌نام. (۱۴۰۳). آمارنامه کشاورزی. جلد سوم: محصولات باغبانی، وزارت جهاد کشاورزی و معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۴۰۰ صفحه.
- فتاحی‌مقدم، ج.، فقیه‌نصیری، م.، عمرانی، آ.، هاشم‌پور، ا.، عبادی، ه.، کیااشکوریان، م. و سیدقاسمی، س.ا. (۱۴۰۱). پایش روند نرم شدن میوه کیوی رقم‌هایوارد طی نگهداری در سردخانه. گزارش علمی فنی. مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی. پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری. شماره فروست: ۶۲۳۲۹
- FAO, (2023). Agricultural Data, FAOSTAT. <http://www.fao.org>.
- Famiani, F.; Baldicchi, A., Farinelli, D., Cruz-Castillo, J.G., Marocchi, F., Mastroleo, M., Moscatello, S., Proietti, S., and Battistelli, A. (2012). Yield affects qualitative kiwifruit characteristics and dry matter content may be an indicator of both quality and storability. *Sci.Hortic*, 146, 124–130.
- Goldberg, T., Agra, H., and Ben-Arie, R. (2021). Quality of 'Hayward' kiwifruit in prolonged cold storage as affected by the stage of maturity at harvest. *Horticulturae*, 7, 358. 1-10.