علوم کاربردی سیب‌زمینی
سال هشتم شماره ۲، پائیز و زمستان ۱۴۰۴

ارزیابی صحیح سیب‌زمینی برای پذیرش در صنعت فرآوری

فرزاد گودرزی[1*]

۱- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

* نشانی پست الکترونیکی نویسنده مسئول: goodarzifarzad@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۶/۰۷ تاریخ انجام اصلاحات: ۱۴۰۵/۰۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۷/۱۶

چکیده

کیفیت سیب‌زمینی برای فرآوری را نمی‌توان فقط با نگاه کردن به ظاهر غده قضاوت کرد. در کارخانه، پرسش اصلی این است که از یک محموله چه مقدار ماده اولیه واقعاً قابل استفاده است و هم‌زمان با حذف عیوب غده‌های سیب‌زمینی، چه مقدار از محصول به ناچار کنار گذاشته می‌شود. این مقاله نیز بر همین منطق تأکید دارد و توصیه می‌کند که محموله سیب‌زمینی انتخاب‌شده برای فرآوری بر مبنای ضایعات، عیوب خارجی و داخلی، قابلیت تشکیل قطعه قابل‌استفاده در صنعت فرآوری و در صورت درخواست براساس شاخص‌هایی مانند: وزن مخصوص، گلوکز، رنگ سرخ‌شده و کبودی ارزیابی شود. هدف از نوشتار حاضر این است که مخاطب به‌جای مواجهه با مجموعه‌ای از توصیه‌های پراکنده، یک منطق روشن برای ارزیابی محموله در اختیار داشته باشد. ابتدا قرارداد و مشخصات محموله، سپس نمونه‌برداری درست، کنترل وزن و آلودگی، ارزیابی عیوب خارجی و داخلی، تعیین ماده خشک قابل‌استفاده و در پایان، اجرای آزمون‌های تکمیلی متناسب با نوع فرآوری و قرارداد. این رویکرد، ارزیابی کیفیت را از یک قضاوت ظاهری به یک فرایند مستند، قابل تکرار و قابل دفاع تبدیل می‌کند و می‌تواند به کاهش ضایعات، شفاف‌ترشدن رابطه خریدار و فروشنده و بهبود قابلیت پیش‌بینی کیفیت ماده اولیه در کارخانه کمک کند.

واژگان کلیدی: *سیب‌زمینی، عیوب داخلی و خارجی، کیفیت، گلوکز، وزن مخصوص*

بیان مساله

وقتی سیب‌زمینی تازه به بازار عرضه می‌شود معمولاً ظاهر، اندازه، شکل و سلامت سطحی، نخستین نشانه‌های کیفیت به‌شمار می‌رود اما هنگامی که همین محصول وارد کارخانه می‌شود، معیار کیفیت تغییر می‌کند. کارخانه با محصولی سروکار دارد که باید شسته، پوست‌گیری، برش، پخته یا سرخ شود و در نهایت به محصولی با کیفیت یکنواخت تبدیل شود. بنابراین هر گرم از وزن غده که در اثر خاک، بیماری، آسیب فیزیکی، کبودی، عیب داخلی، بدشکلی از دست می‌رود، با بازده وزن توده اولیه ارتباط پیدا می‌کند (۹).

ارزیابی کیفیت ماده اولیه در ظاهر یک فعالیت کنترل کیفیت است اما اثر آن تا تصمیم اقتصادی کارخانه ادامه پیدا می‌کند. وقتی مقدار واقعی ماده قابل‌استفاده از یک محموله مشخص باشد، رابطه میان قیمت خرید و ارزش واقعی ماده اولیه منطقی‌تر می‌شود. هم‌چنین کارخانه می‌تواند تفاوت محموله‌ها را در طول فصل، ثبت و با عملکرد خط فرآوری مقایسه کند. به همین دلیل، دستورالعمل‌های صنعتی تأکید می‌کند که سیب‌زمینی‌های مورد استفاده برای فرآوری بر مبنای «درصد ضایعات» ارزیابی شوند، نه صرفاً بر مبنای ظاهر. در این رویکرد، مقدار بافت معیوبی که برای آماده‌سازی محصول باید حذف شود، بخش مهمی از قضاوت کیفی است (۷). ممکن است یک غده در نگاه نخست نامناسب به نظر برسد اما با حذف دقیق و کم‌اتلاف بخش‌های نامناسب، در پایان، قطعه‌ای قابل‌استفاده از آن باقی بماند. در مقابل، غده‌ای با ظاهر نسبتاً سالم می‌تواند عیب داخلی داشته باشد که تنها پس از برش آشکار شود. بنابراین یک ارزیابی حرفه‌ای باید سه سؤال را هم‌زمان دنبال کند: چه مقدار از محصول سالم است؟ چه مقدار آن باید حذف شود؟ و آیا بخش باقی‌مانده شرایط لازم برای ورود به فرایند را دارد؟ در این مقاله تلاش شده است نکات مهم و کلیدی که برای پاسخ به این سؤالات باید مورد توجه باشد، در قالب یک دستورالعمل در اختیار ذی‌نفعان زنجیره توزیع و بهره‌برداران قرار گیرد (۹ و ٦).

معرفی دستاورد

توجه به مجموعه نکات زیر می‌تواند به یک ارزیابی و تصمیم‌گیری صحیح کمک کند:

قرارداد، نقطه شروع ارزیابی است

استاندارد عمومی به‌تنهایی همه نیازهای یک کارخانه را تعیین نمی‌کند. دستورالعمل‌های کنترل کیفی تصریح می‌کند که مشخصات قرارداد و شرایط خرید باید شناخته شده و مبنای اجرای بازرسی باشند و تغییرات آن‌ها نیز به‌صورت رسمی و مکتوب ابلاغ شود. بنابراین پیش از شروع نمونه‌برداری باید روشن باشد که محموله از چه رقمی خریداری می‌شود، چه کیفیتی مدنظر است، کمینه و بیشینه اندازه‌های قابل پذیرش چقدر است و بر انجام چه آزمون‌های تکمیلی در قرارداد توافق شده است (٤).

چهار خطای زیر می‌تواند نتیجه ارزیابی را تغییر دهد

ارزیابی محموله زمانی قابل اعتماد است که خطاهای اصلی آن از ابتدا کنترل و محدود شوند. نخستین خطا، نمونه‌برداری غلط است. اگر نمونه گرفته‌شده نماینده کیفیت واقعی کل محموله مورد معامله نباشد، حتی دقیق‌ترین اندازه‌گیری‌ها نیز نتیجه درستی ارائه نمی‌کنند. نمونه باید از نظر کیفیت، اندازه، خاک و مواد خارجی و وضعیت عمومی، تصویری واقعی از محموله ارائه کند. دومین خطا، غفلت از عیوب پنهان است. بخشی از تغییر رنگ‌ها، پوسیدگی‌ها و اختلالات داخلی در سطح غده دیده نمی‌شوند. برش هدفمند به‌ویژه برای عیوبی که نشانه خارجی محدودی دارند، ضروری است. سومین خطا، اشتباه در توزین است. خاک و مواد خارجی وزن ناخالص را افزایش می‌دهند و شست‌وشو نیز می‌تواند مقداری آب به غده اضافه کند. اگر این دو عامل از هم تفکیک نشوند، درصد واقعی خاک یا محصول قابل‌استفاده به‌درستی محاسبه نمی‌شود. خطای چهارم، فاصله میان «کیفیت ظاهری» و «عملکرد فرآوری» است. وزن مخصوص، ماده خشک، قندهای کاهنده و رنگ محصول نهایی بسته به نوع فرآورده و شرایط قرارداد، می‌توانند اطلاعاتی ارائه بدهند که از ظاهر غده قابل دریافت نیست (٤). به‌عنوان یک راهنمای ترویجی، می‌توان کل این فرایند را در چهار گام به‌هم پیوسته مطابق جدول ۱ در نظر گرفت:

جدول ۱- گام‌های اصلی یک ارزیابی صحیح برای انتخاب محموله

ردیف	گام	پرسش اصلی	خروجی
۱	قرارداد	محموله با چه معیارهایی خریداری می‌شود؟	معیار و درجه ارزیابی
۲	نمونه‌برداری	آیا نمونه گرفته‌شده واقعاً نماینده کل محموله است؟	نمونه معتبر و قابل ردیابی
۳	بازرسی	چه مقدار عیب و ضایعات وجود دارد؟	درصدهای کمی و طبقه‌بندی
٤	آزمون تکمیلی	آیا ماده اولیه برای تولید محصول نهایی مناسب است؟	نتایج آزمون‌های مورد نیاز

محل بازرسی و تجهیزات

کیفیت ارزیابی فقط به مهارت فرد وابسته نیست. محیط بازرسی و ابزار اندازه‌گیری نیز بخشی از فرایند کنترل کیفیت می‌باشند. توصیه می‌شود که درجه‌بندی خارجی، تشخیص عیوب داخلی، آزمون گلوکز، ارزیابی کبودی و تعیین رنگ فراورده در مکان‌هایی با نور مناسب و ترجیحاً نزدیک به نور روز انجام شود (شکل ۱).

ترازوهای با ظرفیت بالا باید به‌وسیله مرجع مجاز بررسی و تأیید شوند. وزنه‌های کنترل باید در آغاز هر شیفت و در فواصل دوره‌ای منظم در طول روز، بررسی و ثبت شوند. برای تعیین ضایعات و بررسی عیوب داخلی، استفاده از چاقوی صاف و تیغه نازک یا ابزار مشابه توصیه می‌شود. هدف اصلی، ایجاد برشی است که ضمن آشکار کردن عیب، کم‌ترین مقدار بافت سالم را از بین ببرد. درستی عملکرد حلقه‌ها و کارت‌های اندازه‌گیری نیز باید در آغاز فصل و سپس به‌صورت دوره‌ای با کولیس بررسی شوند (شکل ۱). هدف از بررسی تجهیزات، صرفاً «انجام بازرسی» نیست بلکه هدف، دست‌یابی به عددی است که بتوان براساس آن درباره یک محموله تصمیم درستی گرفت. یک خطای کوچک در اندازه‌گیری یا وزن اگر در تعداد زیادی از محموله‌ها تکرار شود، می‌تواند به اختلاف قابل‌توجه در گزارش کیفیت و مبلغ پرداخت قرارداد منجر شود (۹ و ٦). باید توجه شود که ترازو، نور، ابزار برش و ابزارهای اندازه‌گیری، اجزای پنهان ساختار کیفیت هستند.

نمونه‌برداری

هیچ بخش دیگری از فرایند ارزیابی به اندازه نمونه‌برداری در کیفیت تصمیم‌گیری، تأثیرگذار نیست. نمونه، بخشی از یک محموله است که کل آن را نمایندگی می‌کند. پس گواهی دقیق فقط زمانی ممکن است که نمونه گرفته‌شده واقعاً نماینده بار باشد. نمونه باید دست‌کم معادل ۰/۵ درصد وزن ناخالص محموله باشد مگر آن‌که قرارداد مقدار دیگری را تعیین کرده باشد. افزایش تعداد دفعات برداشت و توزیع مناسب نمونه‌ها در طول جریان محصول نیز احتمال پوشش همه بخش‌های بار را افزایش می‌دهد (۹ و٤). نمونه می‌تواند به‌صورت دستی یا مکانیکی گرفته شود. توجه شود که نباید همیشه از یک نقطه ثابت از مسیر عبور محموله نمونه را برداشت کرد. نمونه پس از برداشت باید در ظرف مناسب قرار گیرد و اطلاعات لازم برای شناسایی آن ثبت شود. اگر نمونه آسیب ببیند، گم شود یا به‌درستی برداشت نشده باشد، نباید بدون ثبت و تعیین تکلیف وارد محاسبات نهایی شود (٦). نمونه‌برداری، مرحله‌ای برای ساختن تصویری قابل اعتماد از کل محموله است.

یکپارچگی نمونه، خاک و آب جذب‌شده

پس از برداشت، نمونه باید از دستکاری، جابه‌جایی نامناسب و حضور افراد غیرمجاز در امان باشد. دستورالعمل‌های کنترل کیفیت، روش سطل درب‌دار را از نظر امنیت و کنترل نمونه مناسب می‌داند. در این روش، نمونه در ظرف بسته نگهداری و اطلاعات آن ثبت می‌شود و تخلیه مکانیکی نیز می‌تواند به ثبات اندازه‌گیری خاک و کاهش آسیب‌های ناشی از جابه‌جایی کمک کند. روش کیسه‌ای نیز قابل استفاده است اما خطر از دست رفتن خاک، افزایش کبودی در اثر سایش و آسیب مکانیکی و نیاز به نیروی کار بیش‌تر، از محدودیت‌های آن به‌شمار می‌رود (۹ و ۷).

آب جذب‌شده با وزن واقعی محصول اشتباه گرفته نشود

تفاوت وزن قبل و بعد از شست و شوی غده نشان‌دهنده

مقدار آبی است که سیب‌زمینی در فرایند شست‌وشو به خود جذب می‌کند. معمولاً مقدار یک درصد افزایش وزن را در

محاسبات به‌عنوان مقدار قابل‌قبول قرار می‌دهند مگر آن‌که در قرارداد درصد دیگری تعیین شده باشد (۹).

محاسبه خاک و مواد خارجی

در این محاسبه، ابتدا وزن ناخالص نمونه ثبت می‌شود و وزن ظرف خالی از آن کسر می‌شود. سپس سیب‌زمینی شسته و دوباره وزن می‌شود. در پایان پس از کسر یک درصد افزایش وزن ناشی از شست‌وشوی غده‌ها، اختلاف باقی‌مانده مبنای تعیین خاک و مواد خارجی قرار می‌گیرد (شکل ۲). توجه شود که ثبت مرحله به مرحله وزن‌ها، اختلاف میان «وزن خام بار» و «وزن واقعی ماده اولیه» را قابل تفسیر می‌کند (٤).

حدود پذیرش و اندازه غده

دستورالعمل‌ها برای درجه‌های مختلف فرآوری، حدود مشخصی برای عیوب و اندازه غده را تعریف می‌کنند. استاندارد اتحادیه اروپا و امریکای شمالی برای سیب‌زمینی درجه ۱ مخصوص فرآوری، بیشینه ۱۰ درصد انحراف از الزامات تعریف‌شده را قابل‌قبول می‌داند که از این مقدار، بیشینه ۵ درصد می‌تواند مربوط به آسیب جدی و بیشینه ۲ درصد مربوط به غده‌های یخ‌زده، دارای پوسیدگی مرطوب باشد. برای سیب‌زمینی درجه ۲ نیز انحراف کلی از الزامات، ۱۰ درصد است. در این درجه، بیشینه ۵ درصد انحراف می‌تواند مربوط به آسیب جدی ناشی از عیوب داخلی کاملاً محدود به حلقه آوندی باشد و درون همین مقدار، بیشینه ۲ درصد برای یخ‌زدگی، پوسیدگی نرم یا پوسیدگی مرطوب در نظر گرفته می‌شود. درصد قابل‌قبول برای جوانه‌های جداشده، خاک و مواد خارجی ۲ درصد وزنی است. برای غده‌های کوچک‌تر از حد تعریف‌شده نیز بسته به کمینه اندازه تعیین‌شده، انحراف ۳ یا ۵ درصد و برای غده‌های با قطر بزرگ‌تر از حد تعریف‌شده، ۱۰ درصد تعیین شده است (جدول ۲). با این حال، این حدود باید به‌عنوان مرجع فنی تلقی شوند و لازم است که حد پذیرش نهایی هر کارخانه براساس استاندارد ملی معتبر، مشخصات محصول نهایی و مفاد قرارداد خرید تعیین شود. اندازه غده نیز به‌دلیل اثر بر نوع برش، پوست‌گیری، یکنواختی فرایند و بازده خط تولید باید به‌طور صریح در قرارداد مشخص شود (۹).



شکل ۱- نکات مهم در نمونه‌گیری صحیح از محموله‌های سیب‌زمینی



شکل ۲- مراحل اندازه‌گیری درصد مواد خارجی در محموله سیب‌زمینی

جدول ۲- حدود مرجع در ارزیابی محموله سیب‌زمینی برای پذیرش در واحدهای فرآوری (حد نهایی پذیرش تابع قرارداد و استاندارد ملی معتبر است)

شاخص	حد مرجع	توضیح کاربردی
مجموع عدم انطباق با درجه	بیشینه ۱۰٪ وزنی	سیب‌زمینی درجه ۱ و ۲ مخصوص فرآوری
آسیب جدی	بیشینه ۵٪ وزنی	بیشینه قابل پذیرش برای درجه ۱؛ برای محموله درجه ۲ مطابق متن قرارداد
یخ‌زدگی، پوسیدگی مرطوب	بیشینه ۲٪ وزنی	جزئی از انحراف آسیب یا عدم انطباق؛ مقادیر بالاتر می‌تواند مبنای رد محموله باشد
جوانه جداشده، خاک و مواد خارجی	بیشینه ۲٪ وزنی	میزان انحراف قابل‌قبول
غده‌های ریز	۳ تا ۵ ٪	وابسته به کمینه قطر/وزن مشخص‌شده
غده‌های درشت	بیشینه ۱۰٪	در صورت تعیین بیشینه اندازه قطر در قرارداد
شیشه یا جسم خارجی خطرناک	عدم پذیرش	مطابق با الزامات خرید صنعتی

عیوب خارجی؛ از دیدن عیب تا اندازه‌گیری ضایعات

عیب خارجی عیبی است که از سطح غده قابل تشخیص است؛ هرچند برای تعیین شدت و عمق آن ممکن است برش غده لازم باشد. طیف گسترده‌ای از عیوب خارجی غده‌های سیب‌زمینی شامل: ترک‌های هوا (ناشی از بیرون افتادگی غده از خاک) و دوره رشد، کبودی، بریدگی، عدسک‌های بزرگ‌شده، سبزشدگی، آسیب حشرات و جوندگان، زخم‌ها، رشد ثانویه، ترک‌های سطحی، آفتاب‌سوختگی و تغییر رنگ‌های مختلف طبقه‌بندی شده است (٦ و ٤).

در رویکرد فرآوری، مهم نیست که فقط گفته شود «این غده عیب دارد» بلکه باید مشخص شود که حذف عیب چه مقدار محصول سالم را نیز با خود از بین می‌برد. اصل مهم در برش غده سیب‌زمینی، کمینه کردن اتلاف بافت غده است. دستورالعمل‌ها استفاده از برش صاف، منحنی یا قاشقی را مجاز می‌داند و تأکید می‌کند که باید روشی انتخاب شود که کم‌ترین مقدار بافت غیرمعیوب را حذف کند. اگر چندین نوع عیب روی یک غده وجود دارد، در صورت امکان باید با یک برش مناسب همه بخش‌های معیوب حذف شوند (شکل ٣). در فرآوری، «برش خوب» برشی است که عیب را حذف کند و در عین حال بیش‌ترین مقدار ماده سالم غده سیب‌زمینی را حفظ کند.

بخش قابل استفاده؛ معیار نهایی ارزش‌گذاری غده معیوب

گاهی یک غده سیب‌زمینی به‌دلیل بدشکلی یا شدت یک عیب، دیگر شرایط اولیه یک غده سالم را ندارد اما هنوز ممکن است بتوان از بخش‌هایی از آن استفاده کرد. برای استفاده از این نوع غده‌ها، معیارهای مشخصی تعیین شده است. بخش باقی‌مانده از این دست غده‌ها باید بدون ماده غیرقابل استفاده باشد مگر قرارداد خلاف آن را تعیین کند. بخش سالم جداشده باید کمینه ٨٨ گرم وزن داشته باشد و پس از حذف بخش معیوب، کمینه ٥٠ درصد پوست آن باقی مانده باشد (شکل ٤). این معیار یک پیام مهم برای ارزیابی دارد: هر غده نامناسب، الزاماً دورریز کامل نیست. اگر عیب قابل حذف باشد، پس از جدا کردن قسمت معیوب، آن‌چه از غده باقی می‌ماند باید با ارزش شمرده شده و تا حد امکان مورد استفاده قرار گیرد. تأکید می‌شود که هنگام جداسازی قسمت معیوب باید تلاش شود بیش‌ترین میزان غده برای استفاده حفظ شود (٩ و ٦).

شکل غده، سفتی و یکنواختی رقم

برای تولید محصول درجه ١، سیب‌زمینی مورد استفاده باید کاملاً بدون بدشکلی باشد. برای تولید فراورده درجه ٢، ماده اولیه نباید به‌طور جدی بدشکل باشد. از نظر سفتی نیز هر دو درجه کیفی محصول، غده‌ای با وضعیت «نسبتاً سفت» را می‌طلبند. غده‌ای که به‌شدت چروکیده یا شل باشد، به‌عنوان غده با آسیب جدی گزارش می‌شود. هم‌چنین در هر دو محصول درجه ١ و ٢ بر «ویژگی‌های مشابه رقم» تأکید شده است. یعنی غده‌های یک محموله باید از نظر شکل عمومی، رنگ و ویژگی پوست و رنگ گوشت، همگونی قابل‌قبول داشته باشند (٦ و ٤). توجه شود که هدف از حذف عیوب یک غده، «کوچک کردن آن» نیست بلکه هدف، حذف بخش نامطلوب از آن با کم‌ترین مقدار ضایعات و حفظ بیش‌ترین ماده قابل استفاده است.

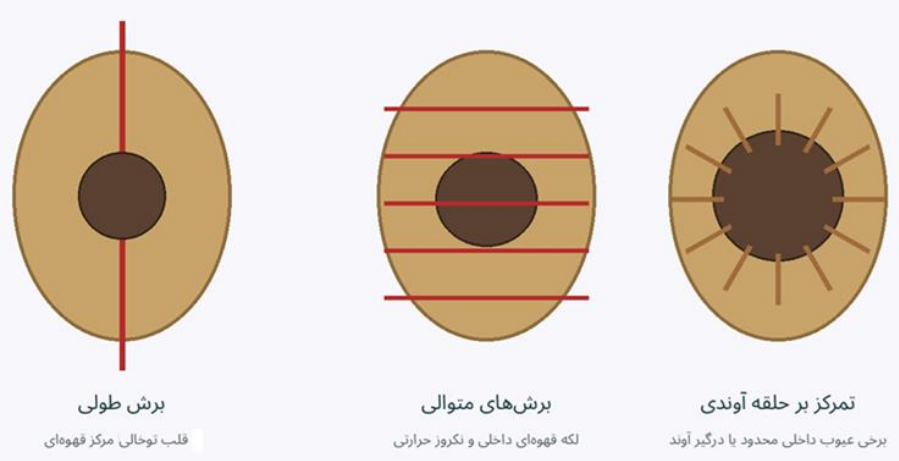
عیوب داخلی؛ بخش پنهان کیفیت

مهم‌ترین تفاوت میان بازرسی ظاهری و بازرسی حرفه‌ای زمانی آشکار می‌شود که عیب، درون غده پنهان باشد. عیوب داخلی بدون بریدن سیب‌زمینی قابل تشخیص نیستند. به‌همین دلیل برش اکتشافی برای بخشی از نمونه، یک مرحله مهم ارزیابی است. روش برش باید با نوع عیب هماهنگ باشد. برای عیوبی مانند: قلب توخالی و قلب توخالی همراه تغییر رنگ، برش طولی می‌تواند سطح دید مناسبی ایجاد کند. برای برخی لکه‌های داخلی و نکروزها برش‌های متوالی عمود بر محور طولی، اطلاعات مناسب‌تری فراهم می‌کنند (شکل ٣). توجه شود که قضاوت بر پایه برش تصادفی می‌تواند گمراه‌کننده باشد زیرا عیوب داخلی ممکن است در بخش خاصی از غده یا در بخش خاصی از محموله متمرکز باشند. انتخاب نمونه باید به‌گونه‌ای باشد که زیرگروه‌های مربوط به اندازه یا درجه را پوشش دهد (٤). برای هر عیب داخلی، نخست روش تشخیص مناسب، انتخاب و سپس درباره شدت آن قضاوت شود.

پیوند عیوب داخلی با مدیریت مزرعه و انبار

تشخیص عیب داخلی زمانی برای تولیدکننده کاربرد پیدا می‌کند که علت محتمل آن نیز بیان شود. لکه قهوه‌ای داخلی یک ناهنجاری فیزیولوژیک است که با کمبود موضعی کلسیم در بافت غده، رطوبت ناکافی خاک و تنش گرمایی در دوره رشد ارتباط دارد. از این‌رو حفظ رطوبت یکنواخت ناحیه غده‌زایی و مدیریت تغذیه کلسیم بر پایه آزمون خاک و شرایط

مزرعه می‌تواند خطر آن را کاهش دهد. عارضه قلب توخالی معمولاً با تغییرات ناگهانی سرعت رشد غده، به‌ویژه خشکی و سپس تأمین سریع آب یا بارندگی سنگین، تشدید می‌شود. بنابراین جلوگیری از نوسان شدید رطوبت و پرهیز از رشد جهشی اهمیت دارد. عارضه قلب سیاه در اصل ناشی از کمبود اکسیژن در بافت داخلی غده‌های سیب‌زمینی است و در مزارع آبیاری‌شده به‌شیوه غرقابی، توده‌های انباری با تهویه ضعیف یا شرایط دمایی بسیار نامناسب که تبادل گاز را محدود می‌کند، رخ می‌دهد. یکنواختی آبیاری و تغذیه، جلوگیری از تنش‌های شدید در مزرعه و تأمین تهویه کافی در انبار در حفظ کیفیت غده پیش از رسیدن آن به کارخانه مؤثر است (۲ و ۸).



شکل ۳- روش کلی انتخاب الگوی برش متناسب با عیب داخلی سیب‌زمینی است



شکل ۴- نقش برش صحیح در کاهش ضایعات سیب‌زمینی در واحد فرآوری

عیوب بحرانی و ماده غیرقابل استفاده

گاهی همه عیوب یک غده را نمی‌توان با جداسازی برطرف کرد تا یک بخش قابل استفاده از غده را فراهم کرد. برخی پوسیدگی‌ها، یخزدگی و آسیب ناشی از آن، پوسیدگی مرطوب، برخی بیماری‌های مهم، آسیب شدید داخلی و وجود کرم یا حشره در داخل غده از جمله این شرایط است. برای پوسیدگی مرطوب، قوانین تاکید دارند که در موضوع غده‌های مبتلا صرف‌نظر از مساحت درگیر آلودگی، کل غده به‌عنوان ماده غیرقابل استفاده طبقه‌بندی می‌شوند. در مورد کرم یا حشره نیز اگر موجود زنده درون غده وجود داشته باشد، کل غده غیرقابل استفاده محسوب می‌شود اما آسیب ناشی از حشره، در صورت نبود موجود زنده داخل غده، به‌عنوان بخش معیوب در نظر گرفته می‌شود. لذا می‌توان بخش سالم غده را برای استفاده ارزیابی کرد (۹).

بیماری‌هایی که ممکن است از سطح غده دیده نشوند

برخی بیماری‌ها در مراحل اولیه، نشانه خارجی محدودی دارند و تنها با برش آشکار می‌شوند. در دستورالعمل‌ها، برخی شرایط بیماری‌زا به‌عنوان «آسیب جدی» طبقه‌بندی شده‌اند. در چنین مواردی، کل غده ناسالم تلقی می‌شود.

وزن مخصوص پلی میان کیفیت غده و عملکرد فرآوری

یکی از آزمون‌های مهم تکمیلی، اندازه‌گیری وزن مخصوص غده‌ها است. وزن مخصوص برای صنعت فرآوری اهمیت زیادی دارد زیرا شاخصی عملی برای برآورد مواد جامد/ماده خشک است و با بازده محصول نهایی، بافت و میزان روغن جذب‌شده ارتباط دارد. آزمون وزن مخصوص در استاندارد عمومی درجه‌بندی، الزام همیشگی نیست و هنگامی انجام می‌شود که در قرارداد یا برنامه کنترل کیفیت، پیش‌بینی شده باشد (جدول ۳). در روش مرجع، این آزمایش دست‌کم در سه تکرار مستقل بر روی نمونه مرکب نماینده محموله انجام می‌شود. هر نمونه در هوا و سپس در حالت غوطه‌وری کامل در آب وزن شده و در صورت نیاز، تصحیح دمای آب و غده مطابق جدول مرجع اعمال می‌شود (۹).

فرمول محاسبه وزن مخصوص:

وزن نمونه در هوا ÷ (وزن نمونه در آب − وزن نمونه در هوا)= وزن مخصوص

گلوکز، رنگ فرآورده سرخ‌شده و کبودی؛ سه آزمون ارزیابی‌های عمیق

در محصولاتی مانند سیب‌زمینی سرخ‌کرده، مقدار قندهای کاهنده می‌تواند با رنگ ایجادشده در محصول نهایی ارتباط داشته باشد. به‌همین دلیل، گاهی لازم است که علاوه بر بازرسی ظاهری، وضعیت قند غده و رفتار غده طی سرخ‌کردن نیز بررسی شود (۱ و ۵).

در روش مرجع آزمون گلوکز، ۱۵ غده به‌صورت تصادفی انتخاب و با نوار آزمون گلوکز بررسی می‌شوند. در بسیاری از قراردادها، بیش از ۵ درصد نوارهایی که تیره‌تر از حد مجاز باشند، می‌تواند نشانه گلوکز بالا تلقی شود (شکل ۵). قضاوت نهایی بر پایه روش‌های آزمایشگاهی معتبر قیدشده در قرارداد صورت خواهد گرفت.

برای آزمون رنگ محصول سرخ‌شده، کمینه ۲۰ غده سیب‌زمینی به‌صورت تصادفی از محموله موضوع قرارداد انتخاب می‌شود. براساس روش مرجع، نمونه‌های برش‌خورده می‌توانند در روغن با دمای ۱۷۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ دقیقه یا در دمای ۱۹۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه سرخ شوند. ضخامت و محل برش باید متناسب با نوع فرآورده، ثابت نگه داشته شود. برای ارزیابی فرنچ‌فرایز (خلال سیب‌زمینی سرخ‌شده منجمد نیمه آماده)، استفاده از خلال حدود ۹/۵×۹/۵ میلی‌متر یکی از روش‌های مرجع است. پس از خروج نمونه از روغن، رنگ در کوتاه‌ترین زمان ممکن و در شرایط نور یکنواخت با کارت رنگ استاندارد برای سیب‌زمینی سرخ‌شده یا مقیاس رنگی/ رنگ‌سنج معتبر و واسنجی‌شده مقایسه می‌شود. نوع روغن، نسبت نمونه به روغن، دمای واقعی روغن پیش و هنگام سرخ‌کردن و زمان آزمون باید برای همه نمونه‌ها ثابت و ثبت شوند زیرا تغییر هر یک از این عوامل می‌تواند نتیجه مقایسه رنگ را مخدوش کند (۹ و ۱۰). کبودی، حاصل ضربه و آسیب مکانیکی است و ممکن است در لحظه برداشت یا جابه‌جایی به‌طور کامل دیده نشود. در صورت نبود شرط متفاوت در قرارداد، ارزیابی نمونه ورودی به انبار پس از کمینه ٤٨ ساعت نگهداری انجام می‌شود. هنگام خروج از انبار نیز تفکیک کبودی تازه و قدیمی اهمیت دارد.

آزمون‌های وزن مخصوص، گلوکز و رنگ محصول سرخ‌شده در استاندارد عمومی اجباری نیستند. کاربرد آن‌ها باید براساس نوع فرآورده و شرایط قرارداد تعیین شود.

مستندسازی و تهیه گزارش

در یک گزارش خوب باید روشن باشد که نمونه چگونه برداشت شده، وزن‌ها چگونه محاسبه شده‌اند، چه عیوبی مشاهده شده، چه مقدار ضایعات ایجاد شده، چه بخشی غیرقابل استفاده تشخیص داده شده و در صورت انجام آزمون‌های تکمیلی، نتایج آن‌ها چه بوده است. مستندسازی هم‌چنین امکان ردیابی را تقویت می‌کند (شکل ٦). وقتی نتیجه ارزیابی به مزرعه، تولیدکننده، روز تحویل و مشخصات محموله متصل باشد، کارخانه می‌تواند الگوهای تکرارشونده عیوب را بهتر شناسایی کند و در ارتباط با ادامه همکاری با تأمین‌کنندگان بی‌کیفیت، تصمیم‌گیری کند (۹).

چگونه کشاورز، افت وزنی و احتمال رد محموله به‌وسیله کارخانه را کاهش دهد؟

کیفیت فرآوری از مزرعه آغاز می‌شود. نخست باید رقم سیب‌زمینی براساس محصول نهایی و قرارداد کارخانه انتخاب شود و از اختلاط ارقام در مزرعه و حین برداشت، حمل و انبار جلوگیری شود. ارقامی مانند: Agria و Innovator در منابع بین‌المللی برای تولید سیب‌زمینی سرخ‌کرده و ارقامی مانند: Lady Rosetta و Atlantic برای چیپس یا برخی کاربردهای سرخ‌کردنی شناخته شده‌اند. با این حال، انتخاب رقم در ایران باید بر پایه سازگاری منطقه‌ای، بذر گواهی‌شده، ماده خشک، قند احیاء و مشخصات مورد قبول کارخانه انجام شود. ثبت رقم، مزرعه و تاریخ برداشت برای هر محموله، از اختلافات کیفی بعدی جلوگیری می‌کند (۷ و ۳).

آبیاری مزرعه باید تا حد امکان یکنواخت باشد. خشکی شدید و سپس آبیاری سنگین یا بارندگی می‌تواند رشد جهشی غده، قلب توخالی و برخی ناهنجاری‌های داخلی را افزایش دهد. در مقابل، آبیاری بیش از حد و غرقابی شدن خاک خطر بیماری‌های باکتریایی، کمبود اکسیژن و کاهش کیفیت را بالا می‌برد. برنامه آبیاری باید براساس بافت خاک، مرحله رشد و نیاز واقعی گیاه تنظیم شود. تغذیه گیاه باید متعادل و مبتنی بر آزمون خاک باشد. کمبود موضعی کلسیم در غده با افزایش خطر لکه قهوه‌ای داخلی و حساسیت به برخی پوسیدگی‌ها ارتباط دارد اما مصرف کود کلسیمی نباید به‌صورت توصیه عمومی و بدون تشخیص کمبود انجام شود. ازت بیش از حد یا دیرهنگام نیز می‌تواند بلوغ پوست را به تأخیر انداخته و برداشت غده‌های نارس و حساس به پوست‌کنی را افزایش دهد.

کنترل تلفیقی بیماری‌ها و آفات باید از مزرعه آغاز شود. بیماری‌هایی مانند: بلایت دیررس، پوسیدگی نرم و ساق‌سیاه باکتریایی، پوسیدگی خشک فوزاریومی، رایزوکتونیا و جرب معمولی می‌توانند به‌طور مستقیم سهم ماده قابل استفاده را کاهش دهند. استفاده از بذر سالم، تناوب زراعی، ضدعفونی و بهداشت تجهیزات، مدیریت آبیاری، حذف غده‌های آلوده و اجرای برنامه حفاظت گیاه متناسب با بیماری‌های غالب منطقه، احتمال تحویل محموله نامنطبق با معیارها را کاهش می‌دهد.

برداشت، پس از رسیدگی کافی و استحکام مناسب پوست انجام شود. خاک بسیار خشک می‌تواند تشکیل کلوخه و ضربه به غده را افزایش دهد. بنابراین در صورت امکان، برداشت در شرایط رطوبتی متعادل خاک (گاورو) انجام شود تا خاک نقش ضربه‌گیر داشته باشد و خاک نباید چندان مرطوب باشد که چسبندگی خاک، زخم یا خطر پوسیدگی را افزایش دهد. سرعت برداشت، ارتفاع سقوط غده در نقاله‌ها و تریلر و برخورد با سطوح سخت باید تا حد امکان کاهش یابد زیرا هر کبودی یا پوست‌کنی می‌تواند در کارخانه به افت وزن و افزایش ضایعات منجر شود.

پس از برداشت، غده‌های زخمی باید در شرایط مناسب فرصت ترمیم زخم پیدا کنند و سپس با تهویه کافی و دمای متناسب با محصول نهایی نگهداری شوند. تهویه ناکافی یا ایجاد نواحی کم‌اکسیژن خطر قلب سیاه را افزایش می‌دهد. برای سیب‌زمینی‌های سرخ‌کردنی، دمای انبار و مدیریت دوره نگهداری باید به گونه‌ای باشد که تجمع قندهای احیاء و در نتیجه، تیره‌شدن رنگ محصول سرخ‌شده به کم‌ترین مقدار برسد (۱، ۷ و ۲). پیشنهاد عملی برای تولیدکننده آن است که پیش از بارگیری، یک «پیش‌آزمون مزرعه‌ای» انجام دهد. چند نمونه نماینده از نقاط مختلف مزرعه انتخاب، شسته و از نظر اندازه، پوسیدگی، عیوب داخلی، ماده خشک/وزن مخصوص و در صورت امکان، رنگ فرآورده سرخ‌شده بررسی شوند. این اقدام ساده می‌تواند احتمال افت قیمت یا رد محموله در زمان تحویل را به‌طور محسوسی کاهش دهد.

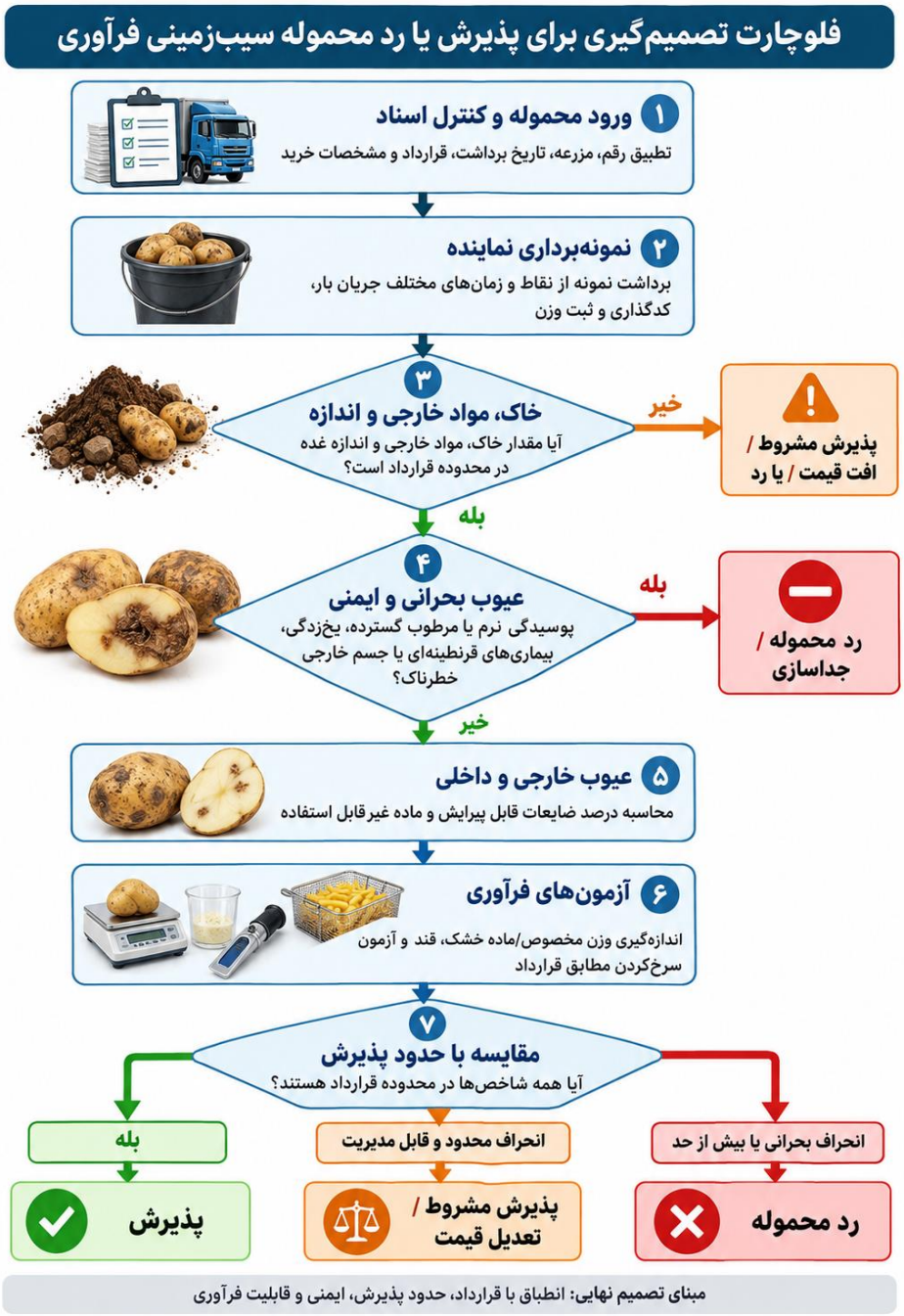
جدول ۳- تبدیل سریع تقریبی وزن مخصوص به ماده جامد کل برای نمونه ۵ کیلوگرمی

وزن مخصوص تقریبی (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	مواد جامد کل تقریبی (درصد)	تفسیر سریع ماده خشک
۱/۰٦٤	۱۷/۲	پائین برای بسیاری از کاربردهای سرخ‌کردنی
۱/۰۷۰	۱۸/٦	متوسط
۱/۰۷۵	۱۹/۷	کمینه رایج در برخی قراردادهای فرآوری
۱/۰۸۰	۲۰/۷	مناسب برای بسیاری از فرآورده‌های سرخ‌کردنی
۱/۰۸۵	۲۱/۸	بالا، بازده جامد بیش‌تر
۱/۰۹۰	۲۲/۸	بالا
۱/۰۹۹	۲٤/۹	بسیار بالا

توجه: تبدیل وزن مخصوص به ماده خشک/مواد جامد یک برآورد تجربی است و می‌تواند با رقم، دمای آزمون و ترکیب غده تغییر کند. در قراردادهای حساس، اندازه‌گیری مستقیم ماده خشک یا جدول تبدیل مورد توافق کارخانه ملاک نهایی می‌باشد.



شکل ۵- طرح نمایشی آزمون گلوکز و رنگ محصول سرخ‌شده با روش نوار گلوکز



شکل ۶- نمودار گردش کار تصمیم‌گیری برای پذیرش یا رد محموله سیب‌زمینی برای فرآوری

توصیه ترویجی

سیب‌زمینی مناسب فرآوری، الزاماً غده‌ای نیست که در نگاه اول دارای شکل مناسب باشد بلکه باید پس از ارزیابی دقیق، سهم بالایی از ماده قابل استفاده را در خود داشته باشد. هم‌چنین عیوب بحرانی نداشته باشد و در صورت نیاز، از نظر ویژگی‌های فرآوری نیز با محصول نهایی سازگار باشد. این نگاه در دستورالعمل‌ها با مجموعه‌ای از قواعد برای نمونه‌برداری، وزن‌کشی، تعیین خاک، ارزیابی ضایعات، شناسایی عیوب خارجی و داخلی و آزمون‌های تکمیلی عملیاتی شده است. افزون بر این، انتخاب رقم مناسب، مدیریت یکنواخت آبیاری و تغذیه، کنترل بیماری‌ها، برداشت کم‌آسیب و نگهداری صحیح، مهم‌ترین اقداماتی هستند که تولیدکننده می‌تواند برای

کاهش افت وزنی و افزایش احتمال پذیرش محموله انجام دهد. به‌کارگیری این توصیه‌ها می‌تواند دستاوردهای زیر را برای واحدهای فرآوری به‌همراه داشته باشد (۹ و ۷):

- کاهش خطای نمونه‌برداری و افزایش قابلیت اعتماد نتایج
- شناسایی بهتر عیوب پنهان و شرایط بحرانی
- کاهش ضایعات اضافی با کم‌ترین دورریز
- تفکیک ماده قابل استفاده از ماده غیرقابل استفاده
- امکان مقایسه کیفیت محموله‌ها در طول فصل
- کمک به ارتباط منطقی‌تر قیمت خرید با کیفیت واقعی
- کاهش اختلاف میان تولیدکننده، خریدار و واحد کنترل کیفیت
- ایجاد سابقه مستند برای ردیابی محموله و تصمیم‌های خرید

فهرست منابع

۱- گودرزی، فرزاد. ۱۴۰۳. اقدامات مؤثر در کاهش قند احیاء سیب‌زمینی در انبار. *مدیریت ضایعات و پسماندهای کشاورزی*، دوره ٦، شماره ۱۰، صفحه ۷ تا ۱۸.

2- Cornell Cooperative Extension. 2021. Internal Disorders and Diseases of Potato Tubers. VegEdge, 17 (24).

3- European Cultivated Potato Database (ECPD) and official breeder technical sheets for processing cultivars (Agria, Innovator, Lady Rosetta and Atlantic).

4- Keithellakpam, L.B., Karunakaran, C., Singh, C.B., Jayas, D.S. and Danielski, R. 2026. A Comprehensive Review on Pre- and Post-Harvest Perspectives of Potato Quality and Non-Destructive Assessment Approaches. *Applied Sciences*, 16 (1), 190.

5- Kumar, D., Singh, B. P. and Kumar, P. 2004. An overview of the factors affecting sugar content of potatoes. *Annals of Applied Biology*, 145: 247–256.

6- Rady, A. M., Guyer, D. E. 2015. Rapid and/or nondestructive quality evaluation methods for potatoes: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 117: 31–48

7- Stark, J. C., Thornton, M. and Nolte, P. 2020. Potato Production Systems. Springer Cham. Edition number 1. 635 pp.

8- University of Minnesota Extension. Irrigation strategies for vegetables: Hollow heart in potatoes. University of Minnesota Extension. Last Access: 10/11/2026.

9- USDA Agricultural Marketing Service. 2015. Potatoes for Processing Inspection Instructions. Specialty Crops Inspection Division, August 2015.

10- USDA Agricultural Marketing Service. 2020. Commodity Specification for Bulk Products for Further Processing (Potatoes). Last Access: 10/11/2026.