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

پیشگیری از سبز شدن غده سیب‌زمینی؛ راهکارهای عملی از مزرعه تا نگهداری و عرضه در بازار

مختار حیدری[1*]

۱- دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، اهواز، ایران

* نشانی پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mkheidari@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۶/۱۸ تاریخ انجام اصلاحات: ۱۴۰۵/۰۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۷/۲۳

چکیده

سبز شدن پوست غده سیب‌زمینی یک نابسامانی فیزیولوژیکی رایج است که کیفیت ظاهری و بازارپسندی محصول را تحت تأثیر قرار داده و به‌دلیل تولید ترکیبات تلخ و نامطلوب (گلیکوآلکالوئیدها)، سلامت مصرف‌کننده را نیز به مخاطره می‌اندازد. این عارضه زمانی رخ می‌دهد که غده‌ها در مزرعه بر اثر کاشت سطحی، ترک‌خوردگی خاک یا خاک‌دهی نامناسب و یا پس از برداشت در مراحل انبارداری و حمل و نقل در معرض نور قرار گیرند. راهکارهای عملی و ساده برای جلوگیری از این مشکل شامل: کاشت غده بذری در عمق مناسب، خاک‌دهی منظم و به‌موقع پای بوته‌ها، انتخاب ارقام با حساسیت کم‌تر، برداشت در زمان رسیدگی کامل و نگهداری غده‌ها در تاریکی و خنکی پس از برداشت است. با انجام این روش‌ها، کشاورزان و فروشندگان می‌توانند میزان سبز شدن غده‌ها را به‌طور قابل‌توجهی کاهش دهند، ضایعات را به کم‌ترین مقدار برسانند و محصولی با کیفیت بالاتر و بازارپسندی بیش‌تر عرضه کنند. این روش‌ها کم‌هزینه هستند و امکان انجام آن‌ها در شرایط مزارع سیب‌زمینی و انبارها در ایران وجود دارد.

واژگان کلیدی: *انبارداری، تلخ شدن، سبز شدن سیب‌زمینی، سولانین، مدیریت زراعی، نابسامانی فیزیولوژیکی*

بیان مساله

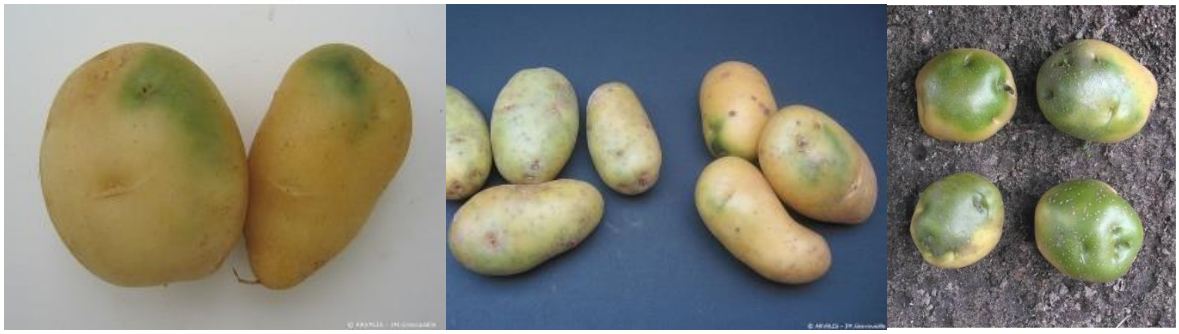
سبز شدن غده سیب‌زمینی یکی از نابسامانی‌های فیزیولوژیکی شایع است که کیفیت و بازارپسندی محصول را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. این عارضه زمانی ایجاد می‌شود که غده‌ها در معرض نور خورشید یا نور مصنوعی قرار گیرند. در مزرعه، اگر غده‌ها به سطح خاک نزدیک باشند و خاک‌دهی پای بوته به‌خوبی انجام نشود، بخشی از غده در معرض نور قرار گرفته و سبز می‌شود. پس از برداشت نیز در مراحل انبارداری، حمل و نقل و به‌ویژه در قفسه‌های فروشگاهی که نور زیاد است، این مشکل تشدید می‌شود (شکل ۱).

قرار گرفتن غده در معرض نور، هم‌زمان با افزایش کلروفیل (رنگ سبز)، باعث افزایش مواد ایجادکننده طعم تلخ (گلیکوآلکالوئیدهایی مانند: سولانین و چاکونین) می‌شود که در غلظت‌های بالا برای سلامتی مضر هستند (۱). باید توجه داشت که تشکیل کلروفیل (رنگ سبز) و تولید گلیکوآلکالوئیدها (سمیت) دو مسیر مستقل هستند. اگرچه این دو واکنش معمولاً هم‌زمان در غده ایجاد می‌شوند اما وجود رنگ سبز لزوماً به معنای سمیت زیاد نیست و ممکن است تولید مواد تلخ‌کننده همراه با افزایش تولید رنگ سبز نباشد. با این حال وجود هر یک از این تغییرات، نشانه‌ای از نامرغوبی محصول محسوب می‌شود.

سبز شدن فقط یک مشکل ظاهری نیست. همراه با تشکیل رنگ سبز، ترکیبات تلخ و نامطلوبی در غده افزایش می‌یابد که باعث تلخ شدن طعم محصول می‌شود. در مقادیر بالا، این ترکیبات می‌توانند باعث بروز علائم گوارشی مانند: تهوع، استفراغ و اسهال شوند. سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) بیشینه میزان قابل‌قبول گلیکوآلکالوئید در سیب‌زمینی را ۲۰ تا ۲۵ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم وزن تازه سیب‌زمینی تعیین کرده است. برای مثال، میانگین پاسخ سمیت در انسان برای گلیکوآلکالوئیدها ۳ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن است. با فرض این‌که سیب‌زمینی حاوی گلیکوآلکالوئید در مقدار ۲۰ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم وزن تازه باشد، یک فرد ۸۰ کیلوگرمی باید در یک وعده یک کیلوگرم کامل از بخش‌های مختلف غده سیب‌زمینی حاوی گلیکوآلکالوئید را مصرف کند تا پاسخ سمی ایجاد شود. هم‌چنین باید توجه داشت که مصرف این مقدار سیب‌زمینی حاوی گلیکوآلکالوئیدها، طعم تلخ دارد که مصرف آن ناخوشایند خواهد بود. بنابراین، با توجه به این‌که در حالت عادی مقدار مصرف سیب‌زمینی در هر وعده غذایی کم‌تر از میزانی است که موجب بروز سمیت در انسان شود، غده‌های سبز معمولاً از بازار حذف نمی‌شوند و یا با قیمت بسیار پائین‌تری به فروش می‌رسند و در صورت وجود مقدار زیاد گلیکوآلکالوئیدها که رنگ غده به شدت سبز باشد، به‌طور کامل از چرخه مصرف خارج می‌شوند (۱، ۲).

حساسیت غده‌ها به سبز شدن بسته به مرحله رسیدگی، رقم و شرایط نگهداری متفاوت است. غده‌های نابالغ و ارقام با پوست روشن حساسیت بیش‌تری دارند. هم‌چنین دمای بالاتر و مدت طولانی‌تر قرار گرفتن در معرض نور، شدت سبز شدن را بیش‌تر می‌کند. حتی یک یا دو روز قرار گرفتن در نور کافی می‌تواند شروع این عارضه باشد و با گذشت زمان، شدت آن افزایش می‌یابد (۸).

اگرچه آمار دقیقی از بروز این نابسامانی در مزارع سیب‌زمینی کشور و میزان خسارت اقتصادی آن منتشر نشده است ولی این مشکل در مناطق سیب‌زمینی‌کاری کشور از جمله: استان همدان که یکی از قطب‌های مهم تولید سیب‌زمینی است، اهمیت ویژه‌ای دارد. کشاورزان علاوه بر کاهش درآمد ناشی از افت کیفیت، با افزایش ضایعات پس از برداشت نیز روبه‌رو می‌شوند. در فروشگاه‌ها نیز قرار گرفتن غده‌های شسته‌شده در بسته‌های شفاف زیر نور، سرعت سبز شدن را افزایش داده و زیان اقتصادی بیش‌تری ایجاد می‌کند. با توجه به این‌که سبز شدن غده سیب‌زمینی هم در مزرعه و هم در مراحل پس از برداشت رخ می‌دهد، لازم است که مدیریت یکپارچه‌ای از کاشت تا عرضه به مصرف‌کننده انجام شود. عدم توجه به این موضوع نه‌تنها زیان اقتصادی مستقیم به کشاورز وارد می‌کند بلکه اعتماد مصرف‌کننده به محصول را نیز کاهش می‌دهد (شکل ۲). بنابراین شناسایی علل و ارائه راهکارهای عملی و قابل اجرا برای کاهش این عارضه، از اولویت‌های مهم ترویجی در تولید سیب‌زمینی است.



شکل ۱- انواع حالت‌های سبز شدن غده سیب‌زمینی



شکل ۲- برش غده و علائم سبز شدن غده سیب‌زمینی زیر پوست

معرفی دستاورد

راهکارهای کاهش سبز شدن غده سیب‌زمینی

برای مدیریت موفق به‌منظور جلوگیری از سبز شدن غده سیب‌زمینی، به‌کارگیری یک راهکار جامع و یکپارچه ضروری است. این راهکار شامل مجموعه اقداماتی است که در دو بخش مزرعه و پس از برداشت قابل اجرا بوده و با هزینه پائین، تأثیر چشمگیری در کاهش ضایعات و افزایش کیفیت نهایی محصول دارد.

۱- راهکارهای مزرعه‌ای

مرحله مهم در پیشگیری از سبز شدن غده، در مزرعه و با رعایت اصول صحیح زراعی به‌وسیله کشاورزان است. تحقیقات نشان داده است که بسیاری از نابسامانی‌های فیزیولوژیکی سیب‌زمینی از جمله: سبز شدن غده، به‌دلیل مدیریت نامناسب زراعی می‌باشند (۱).

الف) انتخاب رقم مناسب

یکی از اولین اقدامات مؤثر، انتخاب رقم مناسب است. در غده ارقام سیب‌زمینی با پوست تیره (ارقام قهوه‌ای) تجمع کلروفیل و تولید رنگ سبز کم‌تر از ارقام دارای غده با رنگ روشن است و در ارقام دارای غده با پوست قرمز مقدار تجمع کلروفیل و تولید رنگ سبز کم‌تر از ارقام دارای رنگ تیره است. در ارقام دارای رنگ قرمز یا ارغوانی به‌دلیل وجود رنگدانه‌ها مانند: آنتوسیانین‌ها در پوست آن‌ها، تشکیل رنگ سبز کم‌تر قابل تشخیص بوده و رنگدانه‌ها به‌نوعی یک پوشش طبیعی ایجاد می‌کنند. در مقابل، ارقام با پوست روشن مانند: سیفرا (Sifra) و موندیال (Mondial) حساسیت بیش‌تری دارند (۸). غده‌های نابالغ نیز به‌شدت حساس‌تر از غده‌های بالغ هستند. بنابراین، در برنامه‌های کشت بهتر است از ارقامی استفاده شود که در شرایط محلی مقاومت نسبی به سبز شدن نشان داده‌اند. این موضوع به‌ویژه در مناطقی که احتمال قرار گرفتن غده در معرض نور وجود دارد، حائز اهمیت است (۱).

ب) کاشت در عمق مناسب

عمق کاشت غده‌های بذری نقش کلیدی در جلوگیری از سبز شدن ایفا می‌کند. کاشت در عمق صحیح (معمولاً بین ۸ تا ۱۲ سانتی‌متر از سطح خاک بسته به بافت خاک، اندازه غده بذری و روش پشته‌سازی) از تشکیل غده‌های جدید در نزدیکی سطح خاک جلوگیری می‌کند. در ارقامی که تمایل به تشکیل غده در نزدیکی سطح خاک دارند، بهتر است که عمق کاشت کمی بیش‌تر در نظر گرفته شود.

ج) خاک‌دهی منظم (پشته‌سازی)

یکی از مؤثرترین روش‌ها برای جلوگیری از سبز شدن، خاک‌دهی منظم و به‌موقع پای بوته‌ها است. این کار با پوشاندن غده‌های در حال رشد و جلوگیری از تابش نور به آن‌ها، نقش مهمی در حفظ کیفیت محصول ایفا می‌کند (۹). رعایت نکات زیر در این زمینه توصیه می‌شود:

– اولین خاک‌دهی زمانی انجام شود که بوته‌ها حدود ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر ارتفاع دارند.

– خاک از دو طرف ردیف به‌پای بوته ریخته شود تا روی غده‌ها کاملاً پوشیده شوند.

– در طول فصل رشد، کمینه یک تا دو بار دیگر خاک‌دهی تکرار شود، به‌ویژه پس از آبیاری‌های سنگین یا بارندگی که ممکن است پشته را فرسایش دهد و غده‌ها در سطح خاک نمایان شوند.

– ارتفاع نهایی پشته بایدبه‌گونه‌ای باشد که غده‌ها کمینه ۵ تا ۸ سانتی‌متر زیر سطح خاک قرار گیرند.

خاک‌دهی منظم علاوه بر جلوگیری از سبز شدن، به کنترل علف‌های هرز و کاهش بروز برخی بیماری‌های قارچی نیز کمک می‌کند. در روش‌های نوین کشت، می‌توان از مالچ‌های ارگانیک (مانند کاه و کلش) به‌عنوان یک روش مکمل برای ایجاد پوشش پای بوته‌ها استفاده کرد که علاوه بر جلوگیری از تابش نور، به حفظ رطوبت خاک نیز کمک می‌کند.

د) مدیریت آبیاری

آبیاری منظم و مناسب به‌ویژه در زمان غده‌دهی، از ترک‌خوردگی خاک جلوگیری کرده و مانع از نفوذ نور به غده‌های در حال رشد می‌شود. فرسایش پشته‌ها و کاهش میزان خاک روی غده‌ها یکی از عوامل ظاهر شدن غده‌ها در سطح خاک و سبز شدن غده‌ها است. وجود رطوبت کافی در خاک می‌تواند پشته‌ها را مستحکم نگه داشته و از فرسایش و ترک‌خوردگی آن‌ها پیشگیری کند (۷). هم‌چنین رطوبت کافی خاک و پرهیز از تناوب دوره‌های خشکی شدید و آبیاری سنگین، از بروز تنش آبی در بوته‌های سیب‌زمینی جلوگیری کرده و مانع از رشد نامنظم غده‌ها می‌شود.

ه) تغذیه متعادل و لزوم انجام آزمون خاک و گیاه

مصرف بیش از حد کودهای حاوی نیتروژن به‌ویژه در ارقام مستعد تولید استولون بلند، باعث رشد طولانی‌تر استولون‌ها و در نتیجه قرارگیری غده در سطح خاک می‌شود. با توجه به این‌که قرارگیری غده‌ها در معرض نور یکی از عوامل مؤثر در ایجاد رنگ سبز در غده است، برای جلوگیری از اثر نیتروژن بر رشد بیش از حد غده‌ها و وضعیت قرارگیری غده در خاک و هم‌چنین جلوگیری از سایر نابسامانی‌های ناشی از مصرف نیتروژن زیاد و سایر عناصر غذایی در غده سیب‌زمینی، توصیه می‌شود که مصرف کود براساس آزمون خاک و نیاز رقم انجام شده و از مصرف بی‌رویه کودهای حاوی نیتروژن خودداری شود.

تحقیقات نشان داده است که کمبود پتاسیم و کلسیم می‌تواند بر استحکام پوست غده تأثیر گذاشته و آن را در برابر عوامل تنش‌زا آسیب‌پذیرتر کند (۳). با توجه به این‌که مشخص شده کلرید کلسیم می‌تواند از سبز شدن و تغییر رنگ آنزیمی قهوه‌ای شدن در سیب‌زمینی جلوگیری کند، به‌نظر می‌رسد لازم است که نقش کلسیم در جلوگیری از سبز شدن غده سیب‌زمینی مورد توجه قرار گیرد. انجام آزمایش‌های بیش‌تر در مورد مصرف کودهای حاوی کلسیم به‌صورت محلول‌پاشی یا تیمار غده‌های سیب‌زمینی با ترکیبات حاوی کلسیم در مرحله پس از برداشت می‌تواند نقش کلسیم در سبز شدن غده سیب‌زمینی را مشخص کند.

با توجه به اهمیت اثر تغذیه بر کیفیت سیب‌زمینی و کمبود تحقیقات کافی در مورد اثر عناصر غذایی بر سبز شدن سیب‌زمینی و سایر نابسامانی‌های فیزیولوژیکی، پیشنهاد می‌شود در هر منطقه تولید سیب‌زمینی، آزمون خاک قبل از کاشت، مصرف کود براساس نیاز رقم و تجزیه عناصر غذایی در برگ در طول رشد برای اجرای برنامه مصرف کود بهینه مورد توجه قرار گیرد.

و) زمان برداشت

غده‌های نابالغ حساسیت بیش‌تری به سبز شدن دارند. کشاورزان باید تا حد امکان صبر کنند تا غده‌ها به رسیدگی مناسب برسند. در ارقام زودرس که ممکن است غده‌ها زودتر به سطح نزدیک شوند، دقت بیش‌تری در خاک‌دهی و پوشش خاک لازم است. برداشت در زمان مناسب و با کم‌ترین آسیب مکانیکی به غده‌ها، از شروع فرایندهای نامطلوب پس از برداشت جلوگیری می‌کند.

۲– راهکارهای پس از برداشت

پس از برداشت، حساسیت غده‌های سیب‌زمینی به نور هم‌چنان بالاست و رعایت اصول صحیح انبارداری و جابجایی ضروری است. تحقیقات متعدد نشان داده است که بیش‌ترین ضایعات ناشی از سبز شدن، در مرحله پس از برداشت و به‌دلیل نگهداری نامناسب رخ می‌دهد (۱).

الف) نگهداری در تاریکی کامل

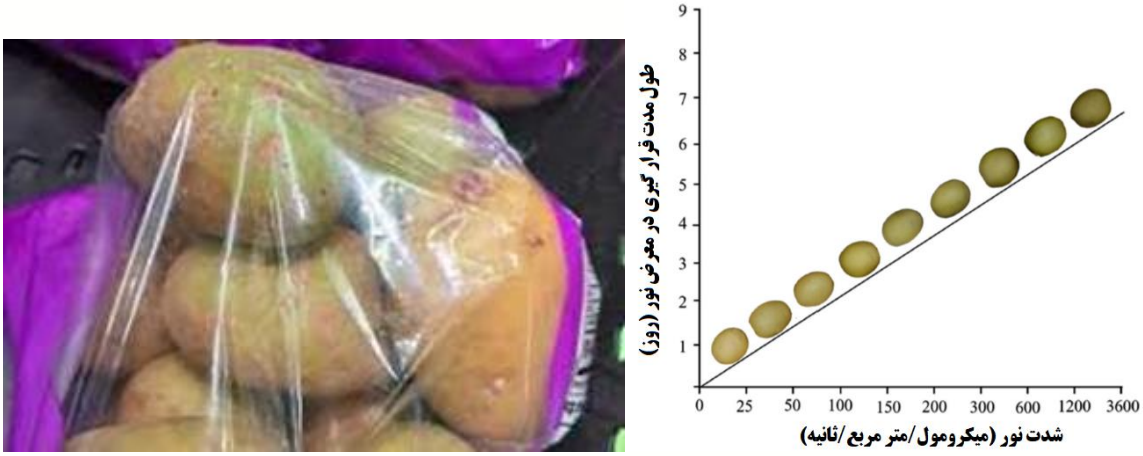
مهم‌ترین اصل پس از برداشت، جلوگیری از تابش نور (اعم از نور خورشید و نور مصنوعی) به غده‌هاست. طبق اعلام مؤسسه ملی تحقیقات کشاورزی فرانسه (INRAE)، غده‌های سیب‌زمینی برای جلوگیری از سبز شدن باید در تاریکی کامل نگهداری شوند (٤). توصیه‌های عملی در این زمینه عبارت‌اند از:

– بلافاصله پس از برداشت، بهتر است که غده‌ها با پوشش مناسب (گونی، پلاستیک تیره یا پارچه) پوشانده شوند.

– در انبار، نور کاملاً قطع شود. حتی تابش نور ضعیف لامپ یا نور ورودی از پنجره می‌تواند در طولانی‌مدت باعث سبز شدن شود.

– در حمل و نقل نیز استفاده از پوشش‌های تیره برای غده‌ها توصیه می‌شود (شکل ۳).

– اثر نور بر تولید گلیکوآلکالوئیدها در سیب‌زمینی به طول موج نور، شدت نور و مدت قرارگیری غده‌ها در معرض نور بستگی دارد (شکل ۳). با افزایش شدت نور و مدت زمان قرارگیری در معرض نور، میزان سبز شدن غده افزایش می‌یابد. با توجه به تأثیر بیش‌تر نور لامپ مهتابی (فلورسنت) و نور آبی نسبت به نور خورشید یا لامپ‌های معمولی در تولید گلیکوآلکالوئیدها، توصیه می‌شود که در انبارها و فروشگاه‌ها نحوه نورپردازی نیز مورد توجه قرار گیرد.



شکل ۳- راست، سبز شدن سیب‌زمینی در بسته‌بندی شفاف چپ، اثر شدت نور و قرارگیری در معرض نور بر میزان سبز شدن غده سیب‌زمینی

ب) دمای مناسب انبار

دمای پائین‌تر، سرعت سبز شدن را کاهش می‌دهد. با توجه به این‌که دمای نگهداری غده سیب‌زمینی به رقم، مدت زمان انبارداری و نحوه مصرف بستگی دارد، انتخاب دما برای جلوگیری از سبز شدن غده‌ها نیاز به بررسی‌های بیش‌تر دارد ولی به‌طور عمومی برای غده‌هایی که مصرف غذایی دارند، نگهداری غده‌ها در دمای حدود ٦ تا ٨ درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای اتاق (۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد) بسیار مؤثرتر است. با این حال، باید توجه داشت که غده‌هایی که مدتی در دمای پائین نگهداری شده‌اند، اگر ناگهان در معرض نور و دمای بالاتر قرار گیرند، ممکن است سریع‌تر سبز شوند. بنابراین اعمال تغییر تدریجی دما در زمان خروج از انبار توصیه می‌شود. هم‌چنین دمای کم‌تر از ٤ درجه سانتی‌گراد باعث تجمع قند در غده شده و کیفیت پخت آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱).

ج) جلوگیری از آسیب مکانیکی

ضربه، خراش و زخم روی غده‌ها تولید ترکیبات نامطلوب را تحریک می‌کند. بنابراین باید هنگام برداشت، جابجایی و بسته‌بندی کارگران با احتیاط کیسه‌های سیب‌زمینی را جابجا کنند. بهتر است از پرتاب کردن کیسه و ریزش غده‌ها از ارتفاع زیاد خودداری کرده و از تجهیزات مناسب و تمیز برای جابجایی استفاده شود. ضربات وارده در حین برداشت حتی اگر غده سبز نشود، می‌تواند باعث افزایش گلیکوآلکالوئیدها شود (۸). کاهش ارتفاع سقوط غده‌ها در هنگام جابجایی توسط

تسمه نقاله و سایر تجهیزات، استفاده از سطوح ضربه‌گیر و تنظیم صحیح تجهیزات برداشت و جابه‌جایی نیز در کاهش آسیب‌های مکانیکی مؤثر است.

د) بسته‌بندی مناسب

در مراحل اولیه پس از برداشت و انبارداری، استفاده از بسته‌بندی‌های غیر شفاف یا تیره ضروری است. در مرحله خرده‌فروشی که مصرف‌کننده تمایل به دیدن محصول دارد، می‌توان مدت قرار گرفتن بسته‌های شفاف در معرض نور قوی را کمینه کرد. هم‌چنین استفاده از پوشش‌های نیمه تیره یا چیدمان به‌گونه‌ای که نور مستقیم کم‌تری به غده‌ها بتابد، راهکارهای مناسبی هستند. کاغذ سفید نور بیش‌تری را عبور داده و خطر سبز شدن را افزایش می‌دهد؛ بنابراین استفاده از کاغذ قهوه‌ای یا بسته‌بندی‌های رنگی تیره توصیه می‌شود (شکل ۳). البته باید بسته‌بندی به‌صورتی انجام شود که مانع تهویه در بسته نشود زیرا کاهش تهویه و کاهش اکسیژن موجب اختلال در تنفس و بروز نابسامانی‌های فیزیولوژیکی دیگر مانند: سیاه شدن درونی غده می‌شود.

ه) راهکارهای نوین تکمیلی

در سال‌های اخیر، تحقیقات زیادی بر روی روش‌های نوین و ایمن برای مهار سبز شدن سیب‌زمینی متمرکز شده است. اگرچه روش‌های اصلی (مدیریت نور و دما) هم‌چنان ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین راهکارها هستند اما آشنایی با روش‌های نوین برای روزآمدسازی دانش فنی، مفید است.

تیمار با هورمون‌های گیاهی: نتایج تحقیقات جدید نشان داده است که تیمار غده‌های سیب‌زمینی با جاسمونات به‌ویژه در دمای پائین (٤ درجه سانتی‌گراد)، از سبز شدن جلوگیری کرده و سفتی و کیفیت غده را حفظ می‌کند (۱۰). این ماده توسط سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) به‌عنوان یک مرجع مهم تأییدکننده سالم بودن ترکیبات شیمیایی، به‌عنوان یک ترکیب ایمن و سالم برای مصرف‌کننده شناخته شده است. هم‌چنین گزارش شده که تیمار با هورمون اکسین-۱، ۳- ایندول استیک اسید (IAA) نیز می‌تواند از طریق تغییر فعالیت ژن‌های مسیر ساخت کلروفیل، از سبز شدن جلوگیری کند و هم‌چنین باعث کاهش تجمع ترکیبات ایجادکننده طعم تلخ (سولانین و چاکونین) شود (٦).

استفاده از پوشش آلژینات سدیم: این روش که در صنایع غذایی نیز کاربرد دارد به‌عنوان روشی مؤثر برای جلوگیری از سبز شدن و حفظ کیفیت تغذیه‌ای غده معرفی شده است. این ماده با جلوگیری از تولید کلروفیل، از تشکیل رنگ سبز جلوگیری می‌کند (۵). این روش‌های نوین در حال حاضر بیش‌تر در مرحله تحقیقاتی قرار دارند و برای کاربرد به‌صورت تجاری و گسترده در مزرعه و انبار در ایران، نیاز به مطالعات تکمیلی و تأییدیه‌های بهداشتی از مراجع دارای صلاحیت مانند: وزارت جهاد کشاورزی و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی دارند. بنابراین بهتر است که بهره‌برداران محترم در حال حاضر بر روی روش‌های اصلی و تأییدشده (مدیریت نور، دما و رطوبت) تمرکز کنند و با پیشرفت‌های علمی نیز آشنا باشند.

بسته‌بندی جدید: پژوهش‌های جدید به سمت توسعه پوشش‌های بسته‌بندی محافظ در برابر نور یا بسته‌بندی با قابلیت جذب نورهای فرابنفش و آبی (که نقش کلیدی در سبز شدن دارند) پیش رفته است. این فناوری می‌تواند در آینده‌ای نزدیک به بازار عرضه شود.

۳- نکات تکمیلی برای فروشگاه و مصرف‌کننده

- در قفسه‌های فروشگاهی، بهتر است که غده‌ها دور از نور مستقیم لامپ‌های قوی قرار داده شوند.
- در صورت امکان، از قفسه‌های با نور کم‌تر یا پوشش‌های محافظ استفاده شود.
- غده‌هایی که سبز شدن سطحی و محدودی دارند، پس از پوست کندن کامل قسمت سبز قابل‌مصرف هستند. توصیه می‌شود که غده‌های دارای سبزشدگی گسترده یا دارای طعم تلخ مصرف نشوند زیرا مواد ایجادکننده طعم تلخ ممکن است به بافت داخلی نیز نفوذ کرده باشند (۸).
- در منزل سیب‌زمینی را باید در جای خنک، تاریک و با تهویه مناسب (مانند کابینت یا انباری تاریک) نگهداری کرد. از نگهداری طولانی‌مدت در یخچال خانگی خودداری کنید زیرا دمای خیلی پائین می‌تواند کیفیت را تحت تأثیر قرار دهد و باعث شیرین شدن غده شود.

۴- گام‌های کلیدی برای اجرا توسط کشاورز

برای سادگی در اجرا، مجموعه اقدامات مورد نظر را می‌توان به‌صورت گام‌های عملی زیر خلاصه کرد:

۱) قبل از کاشت: انتخاب رقم مناسب و غده بذری سالم با پوست تیره‌تر (در صورت امکان)

۲) در زمان کاشت: انتخاب عمق کاشت صحیح (۸ تا ۱۲ سانتی‌متر)

۳) طول فصل رشد: خاک‌دهی منظم (کمینه ۲ تا ۳ بار در فصل) با حفظ ارتفاع مناسب پشته

۴) طول فصل رشد: مدیریت آبیاری و تغذیه متعادل (پرهیز از نیتروژن زیاد)

۵) زمان برداشت: برداشت در مرحله رسیدگی کامل و با کم‌ترین آسیب

۶) بلافاصله پس از برداشت: پوشش فوری غده‌ها بلافاصله پس از برداشت در مزرعه

۷) بلافاصله پس از برداشت: انتقال سریع غده‌ها به انبار تاریک و خنک (با دمای ٦ تا ٨ درجه سانتی‌گراد) پس از برداشت

۸) تمام مراحل از تولید تا فروش: جابجایی با کمینه آسیب و استفاده از تجهیزات مناسب

۹) مرحله عرضه در بازار و فروش: بسته‌بندی مناسب برای بازار با رعایت اصول جلوگیری از نور

توصیه ترویجی

عامل مهم در جلوگیری از سبز شدن سیب‌زمینی، دوری از نور در تمام مراحل از مزرعه تا انبار است. سبز شدن غده سیب‌زمینی عارضه‌ای قابل پیشگیری است که با مدیریت صحیح در مزرعه و پس از برداشت به‌خوبی کنترل می‌شود.

توصیه‌ها برای کشاورزان و فروشندگان

۱- غده‌های بذری سیب‌زمینی در عمق مناسب (۸ تا ۱۲ سانتی‌متر) کاشته شوند و در طول فصل رشد، کمینه ۲ تا ۳ بار خاک‌دهی منظم انجام شود تا غده‌ها همواره زیرخاک بمانند.

۲- از مصرف بیش از حد کود نیتروژن خودداری شده و تغذیه متعادل گیاه در نظر گرفته شود.

۳- پس از برداشت، غده‌ها بلافاصله با پوشش تیره پوشانیده شوند و به انبار تاریک و خنک (دمای ٦ تا ٨ درجه سانتی‌گراد) منتقل شوند.

٤- از بسته‌بندی‌های تیره و غیر شفاف برای نگهداری و حمل و نقل استفاده شود.

٥- در فروشگاه‌ها، غده‌ها دور از نور مستقیم قرار داده شوند و از بسته‌بندی‌های محافظ در برابر نور استفاده شود.

توصیه‌ها برای مصرف‌کنندگان

۱- سیب‌زمینی در جای خنک، تاریک و با تهویه مناسب نگهداری شود.

۲- از نگهداری طولانی‌مدت در یخچال خانگی خودداری شود.

۳- در صورت مشاهده لکه سبز سطحی، آن را به‌طور کامل جدا کرده اما اگر سبز شدن عمیق یا گسترده است، کل غده مصرف نشده و دور ریخته شود.

٤- در صورت احساس طعم تلخ، از مصرف غده سیب‌زمینی خودداری شود.

کشاورزان با رعایت این نکات ساده و کم‌هزینه می‌توانند کیفیت محصول خود را حفظ کنند، ضایعات را به میزان قابل‌توجهی کاهش دهند و درآمد بهتری کسب کنند. ترویج این روش‌ها می‌تواند به بهبود کیفیت محصول و کاهش زیان اقتصادی کشاورزان کمک شایانی داشته باشد. خلاصه راهکارهای پیشگیری از سبز شدن غده سیب‌زمینی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خلاصه راهکارهای پیشگیری از سبز شدن غده سیب‌زمینی

ردیف	راهکار	مرحله اجرا	زمان اجرا	میزان اثربخشی	توضیحات مختصر
۱	انتخاب رقم با پوست تیره‌تر	قبل از کاشت	پیش از فصل کشت	متوسط تا بالا	ارقام قرمز، قهوه‌ای یا ارغوانی حساسیت کم‌تری دارند
۲	کاشت در عمق مناسب (۸ تا ۱۲ سانتی‌متر)	کاشت	زمان کاشت غده بذری	بالا	جلوگیری از تشکیل غده نزدیک سطح خاک
۳	خاک‌دهی منظم و به‌موقع (پشته‌سازی)	طول فصل رشد	کمینه ۲ تا ۳ بار (اولین بار در ارتفاع ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری بوته)	بسیار بالا	مهم‌ترین اقدام مزرعه‌ای؛ غده‌ها کمینه ۵ تا ۸ سانتی‌متر زیر خاک
٤	مدیریت آبیاری منظم	طول فصل رشد	به‌ویژه در دوره غده‌دهی	بالا	جلوگیری از ترک‌خوردگی خاک و فرسایش پشته
٥	تغذیه متعادل و پرهیز از نیتروژن زیاد	طول فصل رشد	براساس آزمون خاک	متوسط تا بالا	مصرف بیش از حد نیتروژن باعث رشد طولانی استولون می‌شود
٦	برداشت در زمان رسیدگی کامل	برداشت	پس از رسیدن کامل غده‌ها	بالا	غده‌های نابالغ حساسیت بیش‌تری دارند
۷	پوشش فوری و نگهداری در تاریکی کامل	بلافاصله پس از برداشت تا انبار	بلافاصله پس از برداشت و در کل دوره انبارداری	بسیار بالا	مهم‌ترین اصل پس از برداشت؛ حتی نور ضعیف نیز مؤثر است
۸	انبارداری در دمای ٦ تا ۸ درجه سانتی‌گراد	انبارداری	پس از برداشت تا عرضه	بالا	دمای پائین سرعت سبز شدن را کاهش می‌دهد
۹	جلوگیری از آسیب مکانیکی	برداشت تا بسته‌بندی	تمام مراحل جابجایی	متوسط تا بالا	ضربه و خراش، تولید ترکیبات نامطلوب را تحریک می‌کند
۱۰	بسته‌بندی تیره و غیر شفاف	انبارداری و حمل و نقل	پس از برداشت و در عرضه	بالا	کاغذ قهوه‌ای یا پوشش‌های رنگی تیره توصیه می‌شود
۱۱	قرار دادن دور از نور مستقیم در فروشگاه	عرضه و خرده‌فروشی	در قفسه‌های فروشگاهی	بالا	کاهش زمان قرارگیری بسته‌های شفاف در معرض نور قوی
۱۲	نگهداری خانگی در جای خنک و تاریک	مصرف‌کننده	پس از خرید	بالا	از نگهداری طولانی‌مدت در یخچال خانگی خودداری شود

فهرست منابع

۱- حیدری، مختار؛ بهروز اسماعیل‌پور؛ زینب نصری دشت ارژنگی. ۱٤۰۳. نابسامانی‌های فیزیولوژیکی در مراحل پیش و پس از برداشت سبزی‌ها. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. ملاثانی. ۲۱٤ ص.

2- Friedman, M. 2006. Potato glycoalkaloids and metabolites: roles in the plant and in the diet. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (23): 8655-8681.

3- Hiller, L. K. and Thornton, R. E. 2008. Managing physiological disorders. In D. A. Johnson (Ed.), Potato Health Management (2nd ed., pp. 235–245). APS Press. 261 pp.

4- INRAE (Institut National de la Recherche Agronomique). 2025. Potato storage and greening prevention guide. Ephytia INRAE. https://ephytia.inra.fr

5- Kang, C., Xia, X., Zhang, D. D. and Wu, Q. 2025. Sodium Alginate Composite Coating Inhibited Postharvest Greening and Improved Nutritional Quality of Potato Tubers by Regulating Chlorophyll Biosynthesis *Horticulture*, 11 (8): 950.

6- Lv, H., Yang, F., Shi, B., Zhang, C., Ma, H., Wang, J., Shi, K., Li., G., Wu, Y. and Zhang, P. 2025. Physiological and Transcriptomic Analyses of

IAA-Induced Inhibition of Chlorophyll Formation in Potato Tubers Post-Harvest. *Foods*, 14 (23): 4031.

7- Nxumalo, K. A., Masarirambi, M. T., Mabuzza, M., Muziri, T. and Masarirambi, T. 2018. Common physiological disorders of white/Irish potato (*Solanum tuberosum*) tubers produced in Swaziland: A review. *Journal of Agricultural Science*, 10 (4): 1-15.

8- Potatoes South Africa. 2016. Physiological tuber disorders. Potatoes South Africa, Pretoria.

9- Singh, B., Singh, D. K. and Pandey, N. K. 2014. Physiological disorders in potato: Causes and their management. *Indian Farmers' Digest*, 47(5): 40-42.

10- Zhang, C., Shi, K., Shi, B., Wang, J., Yang, F., Li, G., Zhang, P. and Wu, Y. 2025. Mechanism of exogenous MeJA inhibition of potato tuber greening based on transcriptomic analysis: regulation of chlorophyll biosynthesis enzymes. *Food Chemistry*, 496, 146689.