

عارضه ترک خوردگی غده سیب زمینی و روش های پیشگیری از آن

مزدشت گیتی^{۱*}، الهام صمدی کلخوران^۲، خدیجه عباسی^۳

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

۲- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات گیاه پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

۳- استادیار گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

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

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۸

تاریخ انجام اصلاحات: ۱۴۰۴/۰۷/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۰۸

چکیده

براساس آمار FAO، سیب زمینی در سال ۲۰۲۳ با سطح زیرکشت بیش از ۱۵۲ هزار هکتار و تولید سالانه بیش از پنج میلیون تن، یکی از محصولات راهبردی کشاورزی ایران است که نقش مهمی در اقتصاد ملی و صادرات به کشورهای همسایه ایفا می کند. سیب زمینی پس از گندم، برنج و ذرت چهارمین محصول زراعی جهان است. در سال زراعی ۱۴۰۲-۰۳ کشور ایران با سطح زیرکشت بیش از ۱۴۷ هزار هکتار و تولید ۵/۳ میلیون تن در جایگاه سیزدهم جهانی و سوم آسیا قرار دارد. استان همدان با میانگین عملکرد ۴۰ تن در هکتار، سهم ۱۴/۹ درصدی تولید کشور را به خود اختصاص داده است. یکی از چالش های عمده در تولید سیب زمینی، عارضه ترک خوردگی غده است که بافت اپیدرم غده را در پاسخ به فشارهای فیزیولوژیک و محیطی مانند: نوسانات آبیاری، تنش حرارتی، خشکی و تغذیه نامتعادل آسیب پذیر می کند. این عارضه می تواند ناشی از عوامل متعددی شامل: آلودگی به ویروس ها (PVX, PVY, PVA, PVV)، ویرویدها (PSTVd)، قارچ ها (*Rhizoctonia* spp.)، باکتری ها (*Erwinia*, *Clavibacter* spp.)، نماتدها (*Ditylenchus dipsaci*)، عدم تعادل عناصر غذایی به ویژه کلسیم و بُر، باقیمانده علف کش های سیستمیک، آبیاری نامناسب و آسیب مکانیکی در زمان برداشت باشد. مدیریت پیشگیرانه شامل: استفاده از غده های بذری گواهی شده و ضد عفونی شده، انتخاب ارقام مقاوم، بهینه سازی تراکم بوته و سامانه آبیاری، تنظیم تغذیه متعادل عناصر ماکرو و میکرو، کاهش باقیمانده علف کش ها و رعایت شرایط مناسب برداشت و انبارداری است. این مقاله ضمن ارائه تحلیل جامع عوامل ایجاد ترک خوردگی و راهکارهای مدیریت آن، با هدف افزایش کیفیت غده و بازدهی محصول سیب زمینی در شرایط اقلیمی و کشاورزی ایران تدوین شده است.

واژگان کلیدی: بیماری های فیزیولوژیک، ترک خوردگی، سیب زمینی، ویروس های گیاهی

بیان مسئله

براساس آمار سازمان خوار و بار جهانی ملل متحد (FAO)، سیب‌زمینی در سال ۲۰۲۳ با سطح زیرکشت بیش از ۱۵۲ هزار هکتار و تولید بیش از پنج میلیون تن در سال یکی از محصولات زراعی مهم کشور بوده و با صادرات به کشورهای همسایه، توانسته است سهم مهمی در اقتصاد ملی داشته باشد. سیب‌زمینی بعد از گندم، برنج و ذرت با سطح زیرکشتی معادل بیش از ۱۶ میلیون هکتار، چهارمین محصول زراعی دنیا است که از این مقدار، کشور چین با داشتن ۴/۵ میلیون هکتار بیش‌ترین سطح زیرکشت را در اختیار دارد (۴). در سال زراعی ۱۴۰۲-۰۳ در ایران سطح زیرکشت سیب‌زمینی ۱۴۷,۳۴۲ هکتار بوده و با تولید ۵,۳۱۴,۰۵۴ تن از محصولات مهم می‌باشد و در مقام سیزدهم جهان و سومین کشور تولید کننده‌ی سیب‌زمینی در آسیا می‌باشد. از مناطق عمده کشت سیب‌زمینی می‌توان استان‌های همدان، اردبیل، منطقه جنوب کرمان، اصفهان و فارس را نام برد. استان همدان با داشتن سهم ۱۳/۳ درصد از سطح زیرکشت و ۱۴/۹ درصد از تولید سیب‌زمینی کشور و میانگین عملکرد بیش از ۴۰ تن در هکتار، مقام اول کشور در تولید این محصول را به خود اختصاص داده است (۱).

عارضه ترک‌خوردگی غده سیب‌زمینی (شکل ۱) یکی از بیماری‌های مهم فیزیولوژیک در سال‌های اخیر در مزارع سیب‌زمینی کشور می‌باشد. با توجه به تغییرات شدید اقلیمی که منجر به کمبود آب‌های مناسب کشاورزی از نظر کیفیت و کمیت شده و باعث ظهور آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز جدید و مهاجم شده و همچنین تقاضای فزاینده‌ی جامعه برای غذا، کشاورزان سعی دارند با توسعه کشت در زمین‌های لب‌شور و مناطق جدید و گاهی نامساعد و استفاده‌ی مکرر و بی‌رویه از کود، حشره‌کش، قارچ‌کش و علف‌کش و سایر آفت‌کش‌های شیمیایی، میزان تولید محصول را افزایش دهند. همه این مسائل موجب فشارهای فیزیولوژیک و تنش‌های مختلف محیطی در مزرعه شده و از دلایل اصلی ترک‌خوردگی در غده‌های سیب‌زمینی هستند. یکی از مهم‌ترین علل ترک‌خوردگی غده سیب‌زمینی، آبیاری نامنظم و خشکی و آبیاری سنگین مزرعه در طی دوره بزرگ شدن و حجیم شدن غده می‌باشد.

اساساً ترک‌خوردگی غده یک بیماری یا ناهنجاری سطحی در پوست غده سیب‌زمینی می‌باشد که جزو بیماری‌های فیزیولوژیک یا غیرعفونی بوده و اصطلاحاً از یک غده به غده‌ی دیگر یا از یک بوته به بوته دیگر سرایت نمی‌کند. در صورتی که در زمان رشد و حجیم شدن غده‌ها میزان رشد پوست با رشد بافت مغز غده هماهنگ نباشد، ترک‌ها ایجاد می‌شوند. ترک‌های فیزیولوژیک ناشی از شکاف‌های لایه‌ی پریدرم غده در زمان رشد است که سبب ایجاد شیارهای سطحی تا عمیق در سطح غده می‌شوند و اغلب به سمت جوانه انتهایی توسعه می‌یابند. معمولاً قسمت سطح این ترک‌ها با تشکیل پوست جدید ترمیم می‌شود. در زمان رشد ناگهانی غده‌ها، فشار تورژسانس بالای درون غده و درجه حرارت پائین خاک یا آب از عامل‌های مهم این عارضه هستند. ترک‌ها واکنش فیزیولوژیک پوست غده در برابر تنش‌های محیطی، آسیب علف‌کش‌ها یا آلودگی عوامل میکروبی هستند. در منابع علمی دلایل متفاوتی از جمله: آلودگی به قارچ، ویروس یا باکتری‌های بیماری‌زا، عدم تعادل در مصرف کودهای ازته و کمبود عناصری مانند: کلسیم و بُر (Br)، باقیمانده علف‌کش‌ها در خاک، آبیاری بیش از حد یا غرقاب شدن مزرعه، حساسیت ارقام سیب‌زمینی به ترک و ترک‌خوردگی به دلیل آسیب مکانیکی در زمان برداشت و انبارداری یا اصطلاحاً ترک‌های ناخنکی برای این مشکل عنوان شده است (۳ و ۵). در این مقاله ضمن توصیف این عارضه و معرفی دلایل ترک‌خوردگی غده سیب‌زمینی، پیشنهادات لازم برای جلوگیری و کاهش این عارضه ارائه می‌شود.

معرفی دستاورد یا راهکار

ترک‌های ناشی از آلودگی به قارچ، ویروس یا باکتری‌های بیماری‌زا

عوامل بیماری‌زای گیاهی به دلیل ایجاد اختلال در رشد و توسعه غده‌ها موجب ترک‌خوردگی پوست سیب‌زمینی می‌شوند. بیماری‌هایی مانند: ویروس سیب‌زمینی با علائم جارویی (ماپ‌تاپ)، ویروس V سیب‌زمینی، ویروس A سیب‌زمینی، ویروس Y سیب‌زمینی (شکل ۲)، ویروس کوتولگی سیب‌زمینی، ویروئید غده دوکی سیب‌زمینی (شکل ۳)، بیماری شوره سیاه سیب‌زمینی در اثر قارچ Rhizoctonia، بیماری‌های باکتریایی

رشد سایر بخش‌های غده، شکاف و ترک ایجاد می‌شود. ترک‌های حاصل از آلودگی به عوامل بیماری‌زا با انجام آزمون‌های آزمایشگاهی و سرولوژیکی قابل شناسایی و تمایز هستند.

(شکل ۴) خال سیاه و (*Erwinia* و *Clavibacter*) و نماتد پوسیدگی غده سیب‌زمینی (*Ditylenchus dipsaci*) (شکل ۵) همگی می‌توانند باعث ایجاد ترک در غده سیب‌زمینی شوند. در چنین مواردی، وجود عامل بیماری‌زا و آلوده کردن پوست غده به وسیله هیف قارچ (شکل ۶) یا توکسین باکتری مانع از رشد پوست در قسمت آلوده در زمان تورم غده شده و با تداوم



شکل ۱- ترک‌های متعدد عرضی و طولی در غده‌های سیب‌زمینی رقم سیفرا در سال ۱۴۰۳ شهرستان بهار



شکل ۲- ترک‌ها و ضایعات ناشی از ویروس Y سیب‌زمینی



شکل ۳- ترک‌های ناشی از آلودگی به ویروس دوکی شدن غده سیب‌زمینی



شکل ۴- ترک‌های ستاره‌ای شکل و دارای ترشحات روی پوست غده به دلیل آلودگی باکتریایی آوندی



شکل ۵- ترک‌های سطح غده سیب‌زمینی رقم بانبا آلوده به نماتد پوسیدگی غده (*Ditylenchus dipsaci*)



شکل ۶- ترک‌های عمیق ایجادشده در غده سیب‌زمینی به دلیل آلودگی به قارچ *Rhizoctonia* (اغلب اسکروت‌های سیاه‌رنگ قارچ روی این غده‌ها فراوان است)

غده نمی‌تواند با رشد کافی سطح پوست هماهنگ شود و ترک‌های رشدی رخ خواهد داد (شکل ۷). همچنین در کشت‌های تابستانه به خاطر از دست دادن تراکم بوته در ردیف‌ها و ایجاد فاصله خالی بین بوته‌ها، تنش‌های محیطی گرما و سرما به بوته‌های باقیمانده بیش‌تر شده و یکی از عوامل ایجاد ترک در غده‌هاست.

ترک‌های ناشی از باقیمانده علف‌کش‌ها در خاک

• اختلال در تنظیمات هورمونی و رشد سلولی

علف‌کش‌های هورمونی مانند: (دایکامبا، کلوپیرالید) و علف‌کش‌های مهارکننده‌ی مسیرهای سنتز آمینواسید مانند: (ایمازتاپیر) (شکل ۸) به‌واسطه‌ی تداخل با مسیرهای سیگنال‌دهی هورمونی (به‌خصوص اکسین و مسیرهای مرتبط با تقسیم سلولی) باعث تقسیم ناموزون، رشد غیرطبیعی و تشکیل بافت‌های شکننده در اپیدرم و کورتکس سطحی غده می‌شوند.

عدم تعادل در مصرف کودهای ازته و کمبود عناصری مانند کلسیم و بُر (Br)

اجرای روش‌های مناسب و صحیح در عملیات زراعی به‌خصوص در مراحل داشت شامل: رعایت فاصله آبیاری، میزان مصرف آب و تغذیه متعادل عناصر غذایی به‌ویژه کودهای نیتروژن و فسفر در کاهش این ناهنجاری مؤثر است (۲). اصولاً در زمان رشد و حجیم شدن غده‌های سیب‌زمینی، تعادل وجود ترکیبات مغذی بسیار مهم هستند. ازجمله ترکیبات مؤثر در این دوره، کمبود عناصر کلسیم و بُر است. ترک‌های ایجادشده در این دوره به ترک‌های رشدی مشهور هستند. در مواردی که پس از مدتی خشکی مزرعه یا شرایط نامساعد آبی و کودی، بی‌موقع کشاورز اقدام به آبیاری شدید و استفاده از کودهای ازته بیش از حد کند و این موضوع با شرایط خنک و مساعد آب و هوایی برای رشد بوته هم‌زمان شود، افزایش تصاعدی اندازه و حجم

به تجربه ثابت شده است که درصد غده‌های ترک‌خورده در حاشیه مزارعی که به صورت آب‌پاش تنظیمی یا نیم‌دور آبیاری می‌شوند و همچنین بوته‌های اطراف رایزرهای آبیاری، بیش‌تر از سایر نقاط هستند. در استان اردبیل و در مزارع سیب‌زمینی با آبیاری غرقابی و قطره‌ای، اشباع شدن خاک از آب پس از یک دوره خشکی منجر به ترک‌خوردگی غده‌ها در رقم آگریا می‌شود (شکل ۱۱). هم‌چنین این ترک‌ها در غده‌های پائینی بوته و در مزارع با خاک‌های سنگین و رسی بیش‌تر اتفاق می‌افتند. اغلب در غده‌های عمقی بوته به‌خاطر شرایط غرقابی، عدسک‌ها به مدت طولانی باز مانده و در بیش‌تر موارد از محل عدسک‌ها، ترک‌های ریز تا بزرگ شروع به رشد می‌کنند.

این عدم توازن بین رشد اپیدرم و بافت‌های زیرین در مرحله‌ی حجیم شدن غده می‌تواند تنش مکانیکی ناهمگن ایجاد کند که به شکل ترک‌های طولی و لکه‌های نکروتیک آشکار می‌شود (۷).

• انتقال آلودگی و تجمع در غده‌ها

بسیاری از علف‌کش‌های سیستمیک پس از جذب از برگ به نقاط رشد و به‌خصوص به غده‌های در حال تشکیل منتقل می‌شوند. غده‌ها می‌توانند این مولکول‌ها را تجمع کرده و همین تجمع موضعی موجب سمیت بافتی و تغییر در ترکیب سلولی شود. برای مثال: گزارش‌های زیادی نشان می‌دهند که گلیفوسیت (راندآپ) (شکل ۹) پس از ورود به گیاه به غده منتقل شده و می‌تواند موجب ترک، نکروز موضعی و کاهش کیفیت شود (۶).

ترک‌های ناشی از آبیاری بیش از حد یا غرقاب شدن

مزرعه



شکل ۷- ترک‌های رشدی غده سیب‌زمینی در اثر تنش‌های فیزیولوژیک ناشی از مصرف یکباره کودهای ازته



شکل ۸- ترک‌های ناشی از مصرف علف‌کش‌های دایکامبا، راندآپ و ایمازتاپیر روی غده‌ی سیب‌زمینی



شکل ۹- ترک‌های ناشی از مصرف علف‌کش راندآپ روی غده‌ی سیب‌زمینی



شکل ۱۰- ترک‌های ایجادشده در اثر کاربرد علف‌کش پرسوئیت، چهار ماه قبل از کشت سیب‌زمینی

در مزرعه یونجه سال قبل

ترک‌خوردگی غده به دلیل آسیب مکانیکی در زمان برداشت و انبارداری یا اصطلاحاً ترک‌های ناخنکی

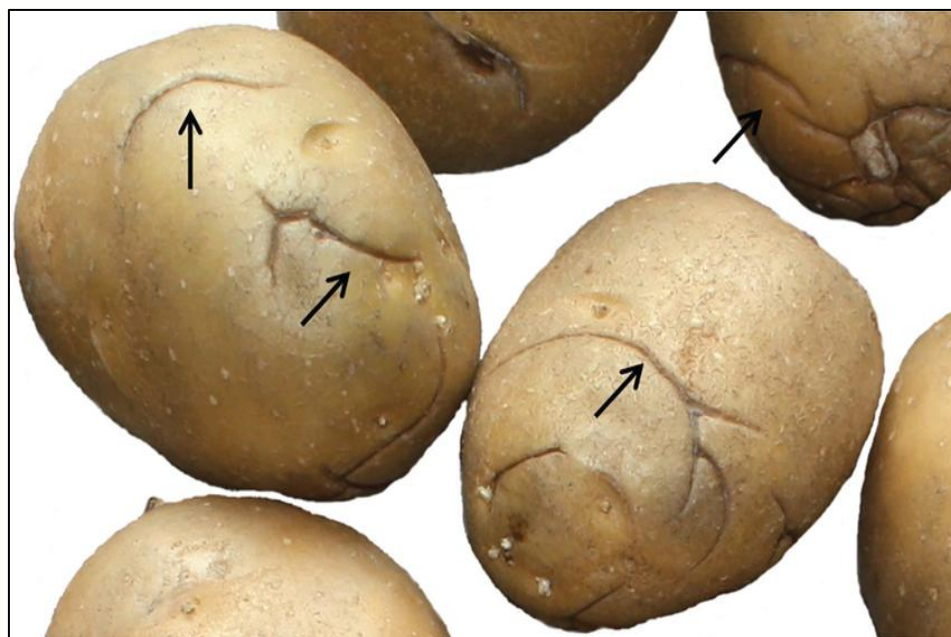
شکاف‌های مکانیکی ناشی از آسیب فیزیکی (شکاف‌هایی تحت نام شکاف‌های ناخنکی) طی عملیات برداشت و حمل و نقل و در دوره انبارداری در غده‌ها اتفاق می‌افتند و در صورت نادیده گرفتن، آسیب‌های شدیدی در محموله‌های انباری ایجاد می‌کنند. صدمات و ترک‌های فیزیکی به غده‌ها یا شکستن غده‌های ترد در مسیر انبار بیش‌تر با سیاه‌شدگی گوشت غده در محل ترک همراه می‌باشد (شکل ۱۲).

حساسیت ارقام سیب‌زمینی به ترک خوردگی

واکنش ارقام سیب‌زمینی به تشکیل ترک‌های پوست متفاوت هستند. ارقامی مانند: آگریا، رانومی، سیفرا، پانامرا و کلمبا به ایجاد ترک حساس هستند اگرچه در سایر ارقام نیز در شرایط تنش و وجود عوامل بیماری‌زا، ترک ایجاد می‌شود. به‌طور معمول در مورد ارقام حساس خودداری از مصرف بیش از حد کودهای نیترا، استفاده از کودهای ریزمغذی و تکمیلی حاوی کلسیم و بُر و تنظیم دوره‌های آبیاری به‌صورت افزایش تعداد نوبت آبیاری با ساعات کم‌تر توصیه می‌شود.



شکل ۱۱- ترک‌های ناشی از آبیاری بیش از حد مزرعه (اغلب با بازشدن عدسک‌ها همراه هستند)



شکل ۱۲- شکاف‌های مکانیکی ناشی از آسیب فیزیکی
(شکاف‌هایی تحت نام شکاف‌های ناخنکی طی عملیات برداشت و انبارداری)

توصیه ترویجی

عمیق و مکرر به منظور تسریع تجزیه و کاهش باقیمانده‌ی علف‌کش‌ها، همراه با استفاده از کودهای هیومیکی و کودهای حیوانی برای افزایش فعالیت میکروبی خاک و تسریع فرایندهای زوال زیستی، توصیه می‌شود.

۶) خودداری از برداشت محصول در دماهای خیلی سرد یا خیلی گرم: رطوبت مناسب خاک و دمای بهینه ۷- ۲۰ درجه سانتیگراد مناسب زمان برداشت می‌باشد.

۷) خودداری از ضربات مکانیکی به غده‌ها به وسیله دستگاه برداشت یا حین حمل و نقل به انبار و همچنین مهیا کردن زمان مناسب برای ترمیم زخم‌های غده در ۱۰ روز اول انبار با دمای حدود ۱۳ درجه سانتی‌گراد و تأمین رطوبت ۹۵ درصد انبار.

۸) تقویت کودی مزرعه و کاربرد متعادل کودهای ماکرو و میکرو و همچنین استفاده از کودهای کلسیم مانند نیترات کلسیم و کلات کلسیم و کودهای حاوی عنصر بُر (Br) در دوره درشت کردن غده بصورت محلول پاشی یا کود آبیاری به منظور جبران کمبودهای گیاه.

۱) کاشت غده‌های بذری گواهی شده و عاری از آفات عوامل بیماری‌زا و ضدعفونی بذر قبل از کاشت با استفاده از قارچ‌کش‌های مناسب

۲) کشت سیب‌زمینی در زمین‌های عاری از بیماری‌های گیاهی و مراقبت از محصول در دوره‌ی کاشت با کاربرد قارچ‌کش‌ها، باکتری‌کش‌ها و نماتدکش‌های مناسب و مبارزه با حشرات ناقل ویروس در طول فصل رشد

۳) انتخاب ارقام مقاوم به عارضه ترک خوردگی در مناطق دارای سابقه بیماری و آماده‌سازی مناسب بستر کشت برای ریشه‌زنی بهتر و توسعه آسانتر غده‌ها در خاک

۴) کشت غده‌ها در فاصله مناسب و مدیریت تراکم بوته‌ها در مزرعه و انتخاب سامانه آبیاری مناسب برای تأمین و تنظیم رطوبت کافی و یکنواخت در خاک

۵) خودداری از کشت در مزارعی که دارای سابقه‌ی کاربرد علف‌کش هستند، با در نظر گرفتن دوره‌ی کارنس و میزان پایداری علف‌کش در خاک ضروری است. در صورتی که کشت در چنین مزارعی اجتناب‌ناپذیر باشد، انجام عملیات خاک‌ورزی

فهرست منابع

- ۱- بی‌نام. ۱۴۰۴. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲، جلد اول: محصولات زراعی. مرکز آمار، فناوری اطلاعات و ارتباطات، معاونت برنامه‌ریزی اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی. تهران. ۱۲۰ صفحه.
- ۲- پرویزی، خسرو؛ احمدرضا عباسی‌فر و رامین حاجیان‌فر. ۱۳۹۸. مدیریت تولید محصول ارگانیک در سیب‌زمینی. انتشارات دانشگاه اراک. ۱۴۶ ص. ۳
- 3- Cornell University. (n.d.). *Detection of potato tuber diseases and defects*. <https://www.vegetables.cornell.edu/pest-management/disease-factsheets/detection-of-potato-tuber-diseases-defects/>. Last Access 10/27/2025.
- 4- FAO. 2023. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Available in: <http://faostat.fao.org/countryprofiles>. Last Access 10/27/2025.
- 5- Robinson, A. 2025. *Potato tuber cracking*. North Dakota State University. (n.d.). <https://www.ndsu.edu/agriculture/extension/publications/potato-tuber-cracking>. Last Access 10/27/2025.
- 6- Robinson, A. 2025. *Glyphosate on potatoes (Publication A1642)*. North Dakota State University Extension. <https://www.ndsu.edu/agriculture/extension/publications/glyphosate-potatoes>. Last Access 10/27/2025.
- 7- Scottish Agricultural College (SRUC). 2011. *Diagnosis of herbicide damage in potatoes (Technical Note TN638)*. SRUC. <https://www.sruc.ac.uk/media/c52jrceb/tn638-herbicide-damage.pdf>. Last Access 10/27/2025.