



ویروس وای سیب زمینی (*Potato virus Y-PVY*) و مدیریت آن

جعفر نیکان*^۱

^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

* آدرس پست الکترونیک نویسنده مسئول: (jnikan@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲

تاریخ انجام اصلاحات: ۱۳۹۹/۳/۲۰

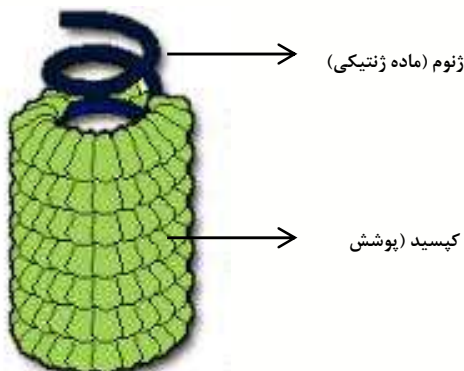
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۴/۸

چکیده

سیب زمینی یکی از گیاهان حساس در برابر ویروس‌ها است، به نحوی که در آن تباهی نژادی یا تحلیل رفتن توده بذری سیب زمینی عمدتاً در نتیجه افزایش تدریجی بیماری‌های ویروسی اتفاق می‌افتد. ویروس وای سیب زمینی یکی از گسترده‌ترین و از نظر اقتصادی مهم‌ترین بیماری‌های ویروسی سیب زمینی است که سبب ایجاد خسارت کمی و کیفی به این محصول می‌گردد. این ویروس در اکثر مناطق کشت سیب زمینی در ایران وجود دارد. آشنایی تولیدکنندگان سیب زمینی با این ویروس و روش‌های مدیریت آن در پیشگیری از وقوع بیماری حاصله و در نتیجه کاهش خسارت ناشی از آن بسیار مؤثر است. برخی از روش‌های مدیریت این ویروس شامل: کاشت سیب زمینی در مناطق با جمعیت پائین شته‌های ناقل، تناوب زراعی و حذف علف‌های هرز میزبان، استفاده از ارقام سیب زمینی مقاوم به ویروس، استفاده از غده بذری سالم و گواهی شده، تغییر تاریخ کاشت و برداشت با توجه به تغییرات جمعیت شته‌های ناقل در هر منطقه و ضدعفونی بذور با سموم سیستمیک و سمپاشی مزرعه برای کنترل ناقلین، می‌باشند.

واژگان کلیدی: ویروس وای، سیب زمینی، مهار زیستی، *PVY*

می‌کنند و نه رشد دارند. تنها ویژگی‌ای که آن‌ها را از موجودات بی‌جان متمایز می‌کند، تولید مثل است که آن هم زمانی که ویروس درون سلول زنده باشد، صورت می‌گیرد. پیکر ویروس‌ها از یک سری اسید نوکلئیک که ماده ژنتیکی (ژنوم) ویروس را تشکیل می‌دهد و یک پوشش از جنس پروتئین که وظیفه اصلی آن حفاظت از ماده ژنتیکی ویروس می‌باشد، تشکیل شده است (شکل ۱). البته عوامل شبه ویروسی نیز وجود دارند که در واقع ویروس‌های بدون پوشش محافظ هستند و اصطلاحاً پروئید نامیده می‌شوند (۲۶). حداقل ۴۰ نوع ویروس، محصول سیب‌زمینی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۳۴) که در این بین ویروس وای سیب‌زمینی یکی از گسترده‌ترین و مهم‌ترین بیماری‌های ویروسی این محصول است و در اغلب مناطقی که سیب‌زمینی رشد می‌کند، شایع می‌باشد.



شکل ۱. دیاگرام عمومی پیکره ویروس

منبع: <https://students.ga.desire2learn.com>

ب) مهم‌ترین ویروس‌های سیب‌زمینی

همان‌گونه که گفته شد، حداقل ۴۰ نوع ویروس یا شبه-ویروس محصول سیب‌زمینی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۳۳) که مهم‌ترین آن‌ها در جدول ۱ دیده می‌شوند.

الف) سیب‌زمینی و بیماری‌های ویروسی

سیب‌زمینی چهارمین محصول غذایی مهم دنیا به-شمار می‌رود. امروزه این محصول در بیش از ۱۴۰ کشور دنیا کاشته می‌شود. سطح زیرکشت و تولید جهانی سیب-زمینی در سال ۲۰۱۷ به ترتیب حدود ۱۹/۳ میلیون هکتار و ۳۸۸ میلیون تن بوده و در همین سال، سطح زیرکشت و تولید کل این محصول در ایران به ترتیب حدود ۱۶۰ هزار هکتار و ۵/۱ میلیون تن بوده است (۱۹). مهم‌ترین مناطق سیب‌زمینی‌کاری کشور عبارتند از: استان‌های همدان، اردبیل، اصفهان، خراسان و شهرستان جیرفت. گیاه سیب‌زمینی مورد حمله تعداد زیادی آفت و بیماری گیاهی با گستره جغرافیایی وسیع قرار می‌گیرد و به همین دلیل در بین گیاهان زراعی، بالاترین میزان مصرف آفت‌کش‌ها در این محصول دیده می‌شود. کشت غده‌های بذری سیب-زمینی، هم‌چنین کشت پی در پی این گیاه از یک توده اولیه بذری، پس از چند سال منجر به کاهش چشمگیر میزان محصول آن می‌شود. علت این پدیده که اصطلاحاً به آن تحلیل رفتن (تباهی نژادی) بذر سیب‌زمینی گفته می‌شود، نتیجه آلودگی غده‌های بذری به عوامل بیماری‌زای گیاهی خصوصاً ویروس‌ها می‌باشد (۳۳). ویروس‌ها عوامل بیماری-زای بسیار ریزی هستند که تنها با میکروسکوپ الکترونی قابل دیدن هستند و فقط در درون یک میزبان زنده قادر به فعالیت و ادامه زندگی می‌باشند. ویروس‌ها بر خلاف سایر عوامل بیماری‌زا، ساختار سلولی ندارند و بنابراین نه تغذیه

جدول ۱. مهم‌ترین ویروس‌های بیمارگر سیب‌زمینی در ایران

نام فارسی ویروس	نام علمی ویروس	مناطق انتشار در ایران و نژاد ویروس
ویروس برگ فاشقی سیب‌زمینی	<i>Potato leafroll virus -PLRV</i>	اکثر مناطق شامل: اصفهان، همدان، خراسان، اردبیل، خوزستان
ویروس وای سیب‌زمینی	<i>Potato virus Y- PVY</i>	اصفهان، خراسان، اردبیل، مازندران ^۱ ، خراسان ^۲ ، گیلان ^۱ ، گلستان ^۲ ، همدان ^۳ ، کرمان، خوزستان، تهران ^۳ ، زنجان ^۳
ویروس آ سیب‌زمینی	<i>Potato virus A-PVA</i>	کرمان، خراسان رضوی، مرکزی
ویروس موزائیک یونجه	<i>Alfalfa mosaic virus =AIMV</i>	خوزستان، خراسان، کرمان
ویروس اس سیب‌زمینی	<i>Potato virus S -PVS</i>	کرمان، خوزستان، خراسان، اصفهان
ویروس ام سیب‌زمینی	<i>Potato virus M- PVM</i>	خوزستان، خراسان شمالی و رضوی، کرمان، همدان، فارس و اصفهان
ویروس ایکس سیب‌زمینی	<i>Potato virus X- PVX</i>	کرمان، خراسان، اردبیل، خوزستان
ویروس جفجفی توتون	<i>Tobacco rattle virus-TRV</i>	از ایران گزارش نشده است
ویروس نوک جارویی سیب‌زمینی	<i>Potato mop top virus-PMTV</i>	از ایران گزارش نشده است
ویروئید دوکی شدن غده سیب‌زمینی	<i>Potato spindle tuber viroid -PSTVd</i>	خراسان شمالی و رضوی، تهران، اردبیل، همدان و اصفهان

۱: نژاد O ؛ ۲: نژاد N ؛ ۳: نژاد C

ج) معرفی ویروس وای سیب‌زمینی

نمونه‌های مورد بررسی به این ویروس آلوده بوده‌اند (۳۰). زینتی فخرآباد و نصرالله‌نژاد (۲۰۱۱) پراکنش این ویروس را در مزارع سیب‌زمینی استان گلستان با استفاده از آزمون الایزا مورد بررسی قرار دادند و مشخص شد که حدود ۶۰٪ نمونه‌ها به ویروس وای آلوده هستند (۳۸). در مطالعه‌ای دیگر، میزان آلودگی به ویروس وای سیب‌زمینی در استان کرمان ۱۰/۸ درصد تعیین گردید (۵). ویروس وای هم‌چنین از استان‌های همدان و اصفهان نیز گزارش شده است (۹). آلودگی به این ویروس باعث کاهش کمیت و کیفیت محصول سیب‌زمینی (تولید بافت مردگی روی پوست یا در گوشت غده در برخی ارقام) می‌گردد.

این ویروس یکی از مهم‌ترین ویروس‌های سیب‌زمینی است که انتشار جهانی دارد (۱۱). وجود این ویروس از اکثر مناطق سیب‌زمینی‌کاری ایران هم گزارش گردیده است (۴، ۷، ۱۱). مقصودی و همکاران (۱۳۸۳) گزارش کردند که ویروس وای، شایع‌ترین ویروس سیب‌زمینی در مزارع استان‌های خراسان، گیلان و مازندران می‌باشد (۱۰). پوررحیم و فرزادفر (۲۰۰۷)، وضعیت این ویروس را در ۱۱ استان کشور شامل: استان‌های اردبیل، آذربایجان، اصفهان، تهران، چهارمحال و بختیاری، خوزستان، زنجان، کرمان، لرستان و همدان با نمونه‌گیری تصادفی مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که به‌طور میانگین، ۳۴/۴ درصد

به‌طور کلی آلودگی به این بیماری ویروسی شامل دو مرحله است:

(۱) آلودگی اولیه (سال اول): اشاره به بوته‌هایی دارد که ابتدا سالم بوده‌اند ولی در فصل جاری با مایه‌کوبی ویروس به آن‌ها از طریق شیره گیاه آلوده یا توسط شته ناقل حامل ویروس، آلوده شده‌اند. علائم آلودگی سال اول شامل: ظهور لکه‌ها یا خطوط بافت مرده (نکروزه) تیره روی رگبرگ‌ها است که در نهایت منجر به خشک شدن و آویزان شدن برگ‌ها روی ساقه می‌گردد (شکل ۲).

خسارت مستقیم و غیر مستقیم ناشی از ابتلای سیب‌زمینی به این ویروس را در ایالت آیداهو آمریکا ۳۴ میلیون دلار در سال برآورد کرده‌اند (۲۷). در گزارشی دیگر میزان خسارت ناشی از ابتلا به ویروس وای بین ۱۰ تا ۸۰ درصد گزارش شده است (۱۶). تخمین زده شده است که به ازای هر یک درصد آلودگی به PVY در بذر سیب‌زمینی، ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار از محصول سیب‌زمینی کاسته می‌شود (۲۹). بیشترین خسارات وارده به سیب‌زمینی در اثر آلودگی به این ویروس، مربوط به آلودگی‌های ناشی از بذر آلوده (آلودگی ثانویه) بوده است (۳۶).



شکل ۲. علائم آلودگی اولیه در سیب‌زمینی مبتلا به ویروس وای نکروز شدن رگبرگ‌ها (راست) و آویزان شدن برگ خشک‌شده به ساقه (چپ)
منبع: <http://ippc>. <http://frenchseedpotato.com/index/potato-virus-y-ntn>

غده‌های آلوده رشد پیدا می‌کنند، غالباً دچار کوتولگی شده و در آن‌ها برگ‌ها عموماً دارای موزائیک خشن و برجسته با پیچیدگی شدید در سطح فوقانی می‌باشند که این حالت را روگوز (Rugose) می‌گویند (شکل ۴).

۲) آلودگی ثانویه (سال دوم): بوته‌هایی که در سال اول به ویروس وای آلوده می‌شوند، غده‌هایی تولید می‌کنند که تعدادی از آنها آلوده به این ویروس می‌باشند (شکل ۳). کاشت این گونه غده‌ها، منجر به تولید بوته‌های دارای آلودگی ثانویه خواهد شد. در سال دوم بوته‌هایی که از



شکل ۳. علائم لکه حلقوی بافت مرده در غده‌های آلوده به PVY

منبع: <https://ahdb.org.uk/knowledge-library/potato-virus-y-pvy>



شکل ۴. علائم آلودگی ثانویه در بوته‌های سیب‌زمینی مبتلا به ویروس وای سیب‌زمینی.

مقایسه بوته دارای آلودگی ثانویه با بوته سالم (تصویر چپ)، نمای نزدیک از برگ دارای موزائیک خشن (تصویر راست)

منبع: <https://ag.tennessee.edu/EPP/Pages/TPPSN/Potato-Virus-Y.aspx>

این ویروس از آر.ان.ای تک رشته‌ای با قطبیت مثبت به طول ۷/۹ کیلوباز تشکیل شده است (۲۲، ۲۳، ۳۱). پیکره ویروس مطابق شکل ۵ به شکل میله‌ای خمش‌پذیر به ابعاد ۱۱ × ۷۳۰ نانومتر می‌باشد (۳۱).

د) رده‌بندی و ویژگی‌های فیزیکی ویروس وای سیب‌زمینی
ویروس وای سیب‌زمینی با نام علمی (*Potato virus*)
(*Y-PVY*) عضو تیپ جنس پوتی‌ویروس (*Potyvirus*) از خانواده پوتی‌ویریده (*Potyviridae*) است. ژنوم یکپارچه‌ی



شکل ۵. پیکره میله‌ای و خمش پذیر ویروس وای سیب زمینی

منبع: http://prgdb.org.eu/wiki/Species:Potato_virus_Y

فلفل، گوجه فرنگی و هم‌چنین به گیاهانی غیر از خانواده بادمجانیان از جمله: عروسک پشت پرده (*Physalis floridana*) و علف‌های هرزی مانند: تاجریزی (*Solanum nigrum*) حمله می‌کند (۲۸). همانند سایر ویروس‌های گیاهی، این ویروس نیز برای ادامه حیات لازم است به نحوی به گیاهان دیگر منتقل گردد. در انتقال عمودی، انتقال ویروس از بوته‌ی آلوده به غده‌های دختری صورت می‌گیرد که این غده‌ها در نسل بعدی و در فصل زراعی آینده منجر به تولید بوته آلوده جدید خواهند شد (انتقال از نسلی به نسل دیگر). نوع دوم انتقال ویروس در فصل زراعی جاری و از بوته آلوده به بوته‌های سالم اتفاق می‌افتد که آن را انتقال افقی می‌گویند. انتقال افقی PVY به روش مایه‌زنی مکانیکی عصاره آلوده، پیوند یا توسط گونه‌های متعددی از شته‌ها به صورت ناپایا صورت می‌گیرد. مهم‌ترین شته ناقل این ویروس، شته سبز هلو (*Myzus persicae*) است (شکل ۶). شته ناقل قادر است ویروس را ظرف چند ثانیه تغذیه از گیاه آلوده کسب کرده و بلافاصله به گیاهان سالم انتقال دهد (۲۴، ۲۵). هم پوره‌ها و هم شته‌های بالغ اعم از بال‌دار و بی‌بال، قادر به انتقال ویروس می‌باشند (۳۷).

جدایه‌های مختلف PVY را براساس نوع علائمی که در میزبان‌های مختلف ایجاد می‌کنند، به هفت گروه نژادی (strain group) تقسیم‌بندی کرده‌اند (۲۰). سه گروه نژادی مهم ویروس وای سیب زمینی شامل: گروه نژادی PVY^O و PVY^C و گروه نژادی PVY^N می‌باشند. گروه نژادی PVY^O و PVY^C هر دو در گیاه توتون، علائم موزائیک مشابه تولید می‌کنند در حالی که در سیب زمینی، نژاد PVY^C موزائیک ملایم ایجاد می‌کند و نژاد PVY^O علائم شدیدتری مانند بافت مردگی، موزائیک خشن برگ‌ی و عقب‌ماندگی رشدی ایجاد می‌کند. گروه نژادی PVY^N موجب بروز بافت مردگی رگبرگی در توتون و موزائیک ملایم در اغلب واریته‌های سیب زمینی می‌شود. یکی از جدایه‌های گروه نژادی PVY^N، جدایه PVY^{NTN} است که موجب ایجاد بافت مردگی حلقوی در غده‌های سیب زمینی ارقام حساس می‌گردد (۲۰).

ه) ویژگی‌های زیستی ویروس وای سیب زمینی

ویروس وای سیب زمینی به گیاهان خانواده‌ی بادمجانیان (*Solanaceae*) از جمله: سیب زمینی، توتون،



شکل ۶. شته سبز هلو ناقل اصلی ویروس وای سیب‌زمینی، شته بالغ بی‌بال، پوره سنین مختلف و شته بالغ بالدار
منبع: https://www.researchgate.net/publication/311429418_Cultura_da_berin_gela_Solanum_melogena/figures?lo=1

و) زیست‌شناسی عامل بیماری

بیماری‌زا و شرایط محیطی مساعد) نیازمند یک عنصر چهارم یعنی ناقل نیز می‌باشد (۳۵).
در بین عوامل فیزیکی، درجه حرارت تأثیر زیادی در شیوع ویروس وای سیب‌زمینی دارد. اثر درجه حرارت بر شیوع این ویروس با تأثیر بر زیست‌شناسی و در نهایت تغییر در جمعیت شته ناقل و هم‌چنین با تغییر حساسیت گیاه میزبان در مقابل ویروس اعمال می‌شود. بنابراین شیوع ویروس وای در سیب‌زمینی تا حد زیادی بستگی به زیست‌شناسی ناقل اصلی آن یعنی شته سبز هلو دارد (۳۷).
انتشار ویروس وای از یک مزرعه سیب‌زمینی به مزرعه دیگر توسط شته‌های بال‌دار و در داخل یک مزرعه هم توسط شته‌های بال‌دار و هم شته‌های بی‌بال صورت می‌گیرد. شته‌های بی‌بال نسبت به شته‌های بال‌دار معمولاً به‌طور مؤثرتری ویروس را منتقل می‌کنند. هم‌چنین پوره‌ها نسبت

زمستان‌گذرانی این ویروس در غده‌های سیب‌زمینی برداشت‌شده از بوته‌های آلوده یا در غده‌های باقی‌مانده از بوته‌های آلوده فصل قبل در خاک مزرعه و نیز روی علف‌های هرز میزبان صورت می‌گیرد. در فصل بهار از غده‌های آلوده‌ای که کاشته می‌شوند، بوته‌های آلوده ظاهر می‌شوند که به‌عنوان کانون آلودگی عمل نموده و ویروس توسط شته‌های ناقل از این بوته‌ها به بوته‌های دیگر منتقل می‌گردد. شته‌ها ویروس را از گیاهی به گیاه دیگر منتقل می‌کنند و پس از آلودگی شاخ و برگ‌ها، ویروس از طریق بافت آوند آبکشی به غده‌های دختری منتقل می‌شود. کاشت این‌گونه غده‌ها در سال بعد منجر به پیدایش بوته‌های آلوده در مزرعه می‌شود. شیوع و همه‌گیری یک بیماری تحت تأثیر عوامل فیزیکی و بیولوژیکی متعددی است و در مورد ویروس‌های شته‌زاد، مثلث بیماری (میزبان حساس، عامل

به شته‌های بالغ، ناقلین مؤثرتری هستند. شواهد متعددی نشان داده‌اند که چند هفته اول پس از جوانه‌زنی سیب-زمینی، مهم‌ترین دوره برای گسترش ویروس‌ها است زیرا در مقایسه با گیاهان مسن، گیاهان جوان حساسیت بیشتری در مقابل ویروس دارند و همچنین ویروس از گیاهان آلوده جوان به مقدار بیشتر و راحت‌تر به وسیله شته‌های ناقل کسب می‌شود (۳۵).

روش‌های شناسایی و تشخیص این ویروس شامل: استفاده از علائم ظاهر شده روی بوته‌ها (صد در صد قابل اعتماد نیست) و استفاده از روش‌های آزمایشگاهی مانند: روش دقیق آزمون الایزا می‌باشند. البته در سال‌های اخیر، استفاده از روش واکنش زنجیره‌ای پلی‌مرز (PCR) نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

دستورالعمل کاربردی

به دلیل اینکه انتقال ویروس وای به روش ناپایا و طی مدت زمان بسیار کوتاه و توسط شته‌های مقیم و غیرمقیم سیب‌زمینی صورت می‌گیرد و از طرفی تکثیر بذور سیب‌زمینی نیز از طریق غده‌های بذری (تکثیر غیر جنسی) انجام می‌شود، کنترل ویروس وای تا حدی مشکل است و بیشتر بر روش‌های پیشگیرانه و اقدامات احتیاطی استوار است. مهم‌ترین روش‌های کنترل این ویروس عبارتند از:

۱- مناطقی برای کاشت سیب‌زمینی به‌خصوص برای تولید بذور انتخاب شوند که شرایط آب و هوایی آن‌ها برای رشد و نمو شته‌های ناقل نامساعد باشد یا شته‌ها در اواخر فصل

رویش به مزرعه وارد می‌شوند، مانند: مناطق کوهستانی و بادخیز از جمله شهرستان کبودراهنگ در استان همدان (۸).

۲- در مناطقی که جمعیت ناقل بالا است، احداث مزارع سیب‌زمینی بذری باید با فاصله مناسب (حداقل ۴۰۰ متر) از مزارع تولید سیب‌زمینی خوراکی صورت گیرد (۳). همچنین محل احداث مزارع تولید بذر به‌نحوی باشد که جهت وزش باد غالب منطقه از سمت مزارع تولید بذر به سمت مزارع سیب‌زمینی خوراکی باشد.

۳- برای کاشت از غده‌های بذری سالم و دارای گواهی سلامت استفاده گردد. استانداردهای آلودگی قابل تحمل برای ویروس وای در بذور کلاس‌های E، SE و A به ترتیب برابر ۰/۵٪، ۰/۱٪ و ۰/۴٪ می‌باشند (۳).

۴- در صورت آگاهی داشتن از سابقه فعالیت اوایل فصل شته‌های ناقل در منطقه، تاریخ کاشت باید طوری تنظیم شود که از مواجهه محصول در ابتدای رشد با اوج جمعیت شته‌ها اجتناب شود زیرا بوته‌های سیب‌زمینی در اوایل فصل رشد، بیشترین حساسیت را به ویروس‌ها دارند.

۵- برای کاشت به‌ویژه در مناطق با سابقه آلودگی، از ارقام سیب‌زمینی مقاوم به ویروس وای مانند: ارقام بانبا و مارلا (۷) که مؤثرترین روش مبارزه با ویروس‌ها است (۲۳، ۲۱، ۱۲)، استفاده گردد.

۶- هنگام کاشت به‌ویژه در مزارع بذری، از حشره‌کش‌های سیستمیک دارای قابلیت جذب از طریق ریشه مانند: ایمیداکلوپراید یا تیمتوکسام به‌صورت ضدعفونی به نسبت

گیاهان مانند: اسید سالیسیلیک را به میزان ۱۶۰ گرم در ۴۰۰ لیتر آب برای یک هکتار روی بوته‌ها اسپری نمود (۱)، (۱۸).

۱۳- جمعیت شته‌های ناقل با استفاده از تله‌های زرد رنگ محتوی آب، مورد دیدبانی و مطالعه قرار گیرند. این کار به منظور تعیین زمان سم‌پاشی علیه جمعیت ناقل و نیز به منظور تعیین زمان سرزنی بوته‌ها صورت می‌گیرد.

۱۴- سم‌پاشی مزارع با حشره‌کش‌ها همراه با روغن‌های معدنی برای مبارزه شیمیایی با ناقل در طول فصل به منظور کاهش جمعیت و فعالیت ناقل و محدود کردن انتقال ویروس توسط ناقلین در مزرعه. برای کنترل ویروس وای باید از حشره‌کش‌هایی مانند: پیروتیروئیدها که دارای خاصیت کشندگی ضربه‌ای هستند، استفاده نمود (۱۷).

۱۵- در زمان برداشت، بوته‌های سیب‌زمینی باید به موقع سرزنی شوند. این کار از انتقال ویروس از شاخ و برگ بوته‌هایی که در اواخر فصل رشد توسط شته‌ها آلوده شده‌اند، جلوگیری می‌کند. زمانی که جمعیت شته‌های پروازی به اوج خود رسید، ظرف مدت حداکثر یک هفته باید سرزنی انجام شود. سرزنی به موقع به خصوص در مزارع تولید بذری، حائز اهمیت زیادی می‌باشد.

۵/۰ در هزار یا تیموتوکسام به میزان ۲۰ سی‌سی سم در ۱۰۰ کیلو بذر، استفاده شود تا بوته‌های سبز شده را در اوایل فصل رشد در مقابل شته‌های ناقل محافظت کرده و جمعیت آن‌ها را در مزرعه کاهش دهد (۲).

۷- در صورت لزوم به قاچ کردن غده‌های بذری، چاقوی برش در فاصله بین برش هر دو غده حتماً با الکل ۷۰٪ یا هیپوکلریت سدیم ۱۰٪ ضد عفونی شود (۶).

۸- در اطراف مزرعه سیب‌زمینی می‌توان از کشت‌های حاشیه‌ای استفاده نمود. نکات قابل توجه در این خصوص اینکه، اولاً گیاه مورد استفاده به عنوان کشت حاشیه‌ای باید بلندتر از سیب‌زمینی باشد و ثانیاً نباید میزبان ویروس وای باشد.

۹- در مزارع تولید بذری، می‌توان فاصله بین ردیف‌های سیب‌زمینی را با پوششی از کلش گندم پوشاند و یا در فاصله بین ردیف‌ها، گیاهی مانند یولاف کشت نمود که هر دو باعث کاهش گسترش ویروس وای می‌شوند (۱۷).

۱۰- بوته‌های خودرو سیب‌زمینی و گیاهان هرز میزبان ویروس از داخل و اطراف مزرعه حذف شوند.

۱۱- بوته‌های بیمار از داخل مزرعه حذف شوند که البته این کار باید در اوایل فصل و زمانی که ارتفاع بوته‌ها حدود ۱۵ سانتی‌متر است، صورت گیرد.

۱۲- برای ایجاد مقاومت در برابر این ویروس و برخی عوامل بیماری‌زای دیگر، می‌توان مواد القاکننده مقاومت عمومی در

مراجع

- ۱- باقری، ع. ۱۳۹۸. کاربرد سالیسیلیک اسید در مدیریت تلفیقی بیماری‌های باکتریایی سیب‌زمینی. نشریه علوم کاربردی سیب‌زمینی، سال دوم، شماره ۱، شماره پیاپی ۳، صفحه ۴۹-۵۶.
- ۲- پوررحیم، ر.، فرزادفر، ش.، سلطانی، ه.، گل‌نراقی، ع. و آهون‌منش، ع. ۱۳۸۶. بررسی کارایی دو حشره‌کش نئونیکوتینوئید جذبی از ریشه در کنترل ناقلین بیماری‌های ویروسی در مزارع سیب‌زمینی بذر. *مجله آفات و بیماری‌های گیاهی*، جلد ۷۵، شماره ۲، صفحه ۸۹-۱۱۲.
- ۳- حسنی، ف.، درویشی، ب. و علیپور، د. ۱۳۸۸. دستورالعمل فنی کنترل و گواهی مزارع تولید بذر سیب زمینی. انتشارات مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال. ۱۰ صفحه.
- ۴- دانش، د.، سلیمانیان‌زاد، ص.، فیلسوف، ف. و اشکان، س. م. ۱۳۷۱. فراوانی چهار ویروس بیماری‌زای سیب‌زمینی در مزرعه آزمایشی فریدن اصفهان. *مجله بیماری‌های گیاهی*، دوره ۲۸، شماره ۴-۱، صفحه ۹-۱.
- ۵- رضانی، ج.، معصومی، ح.، حسینی‌پور، ا. و شعبانیان، م. ۱۳۸۳. ویروس‌های سیب‌زمینی در استان کرمان. شانزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، تبریز. ایران. صفحه ۲۳۲.
- ۶- روشندل، س.، طاهری، ع.، بابایی، ق. و مرشدی، ع. ۱۳۸۵. مدیریت سلامت سیب‌زمینی. نشر هادیان. تهران. ایران. ۴۴۸ صفحه.
- ۷- زینتی فخرآباد، ف. و نصرالله‌نژاد، س. ۱۳۹۲. ارزیابی مقاومت به سویه معمولی ویروس Y سیب‌زمینی در چهار رقم سیب‌زمینی در شرایط گلخانه. *فصلنامه تحقیقات بیماری‌های گیاهی*، سال دوم، شماره اول، صفحه ۱۷-۲۲.
- ۸- سلطانی، ه.، پوررحیم، ر.، رضوانی، ع. و کریمی روزبهبانی، ع. ر. ۱۳۸۶. شناسایی مناطق مستعد جهت تولید سیب‌زمینی بذر در استان همدان بر اساس ردیابی جمعیت شته‌های بالدار. *مجله علوم کشاورزی/ایران*، دوره ۳۸، شماره ۴، صفحه ۶۲۲-۶۱۱.
- ۹- طوسی، ن.، آهون‌منش، ع.، پوررحیم، ر. و بهار، م. ۱۳۸۳. شناسایی نژادهای C و N ویروس Y سیب‌زمینی با استفاده از Revers Transcriptase- Polymerase Chain Reaction (RT-PCR) و Restriction Fragment Length و Polymorphism (RFLP) شانزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، تبریز. ایران. صفحه ۲۲۴.
- ۱۰- مقصودی، ر.، جعفرپور، ب. و فلاحتی‌رستگار، م. ۱۳۸۳. وقوع نژاد N ویروس وای سیب‌زمینی (PVYN) در استان خراسان و نژاد O این ویروس (PVYO) در استان‌های خراسان، گیلان و مازندران. شانزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، تبریز. ایران. صفحه ۲۲۳.
- ۱۱- نیکان، ج. ۱۳۹۵. مهم‌ترین بیماری‌های ویروسی شته‌زاد و مدیریت آن‌ها در مزارع تولید بذر سیب. نشریه ترویجی مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، شماره ثبت ۵۰۱۱۱. ۵۰ صفحه.
- ۱۲- نیکان، ج. و پوررحیم، ر. ۱۳۹۷. معرفی چند ژنوتیپ و رقم سیب‌زمینی مقاوم به ویروس برگ قاشقی سیب‌زمینی (PLRV). *مجله آفات و بیماری‌های گیاهی*، دوره ۸۶، شماره ۲، شماره پیاپی ۱۰۷، صفحه ۱۶۳-۱۶۹.
- 13- Burrows, M. E. and Zitter, T. A. 2005. Virus Problems of Potatoes. Department of Plant Pathology, USDA-ARS, Cornell University, NY 14853 April, Ithaca.

- 24- Lacomme, C. and Jacquot, E. 2017. General Characteristics of Potato Virus Y (PVY) and Its Impact on Potato Production: An Overview. In: Lacomme, C., Glais, E., Dirk, L., Dupuis, A., Karasev, A.V. and Jacquot, E. (eds), Potato virus Y: biodiversity, pathogenicity, epidemiology and management. Springer Nature, Gewerbestrasse 11, 6330 Cham, Switzerland.
- 25- Lacomme, L., Pickup, J., Fox, A., Glais, L., Dupuis, B., Steinger, T., Rolot, J-L., Valkonen, J.P.T., Kruger, K., Nie, X., Modic, S., Natasa, M., Ravnikar, M. and Hullé, M. 2017. Transmission and Epidemiology of Potato Virus Y. In: Lacomme, C., Glais, E., Dirk, L., Dupuis, A., Karasev, A.V. and Jacquot, E. (eds), Potato virus Y: biodiversity, pathogenicity, epidemiology and management. Springer Nature, Gewerbestrasse 11, 6330 Cham, Switzerland.
- 26- Matthews, R. E. F. 1991. Plant Virology. pp. 591-632. Third Edition, London, UK: Academic Press.
- 27- McIntosh, C. and O'Connell, J. 2014. Extract from Potato Grower (February 2014 edition), Capital Press.
<http://www.potatogrower.com/2014/02/study-shows-pvy-costs-idaho>.
- 28- Mostafae, S., Mosahebi, G.H., Koochi Habibi, M. and Ansari Dezfouli, E. 2008. Study of biological and molecular characterization of pepper-PVY isolated from Tehran pepper fields and its comparison with other PVY isolates. *Iranian Journal of Virology*, 1 (4): 31-34.
- 29- Nolte, P., Whitworth, J., Thornton, M.K. and McIntosh, C.S. 2004. Effect of seed-borne Potato Virus Y on performance of Russet Burbank, Russet Norkotah, and Shepody potato. *Plant Dis*, 88: 248-252
- 30- Pourrahim, R. and Farzadfar, S. 2007. Incidence and distribution of important viral pathogens in some Iranian potato fields. *Plant Disease*, 91: 609-615.
- 31- Smith, P., 1931. Potato virus Y. Description of plant viruses, No. 242. CMI/AAB.
- 32- Stevenson, W. R., Loria, R., Franc, G.D., Weingartner DO. 2001. Compendium of potato diseases. St. Paul, Minnesota, USA: APS press. 125p.
- 14- Chatzivassiliou, E.K., Moschos, E., Gazi, S., Koutretsis, P. and Tsoukaki, M. 2008. Infection of potato crops and seeds with Potato virus y and Potato leafroll virus in Greece. *Journal of Plant Pathology*, 90: 253-261.
- 15- De Bokx, J. A. and Van der Want, J. P. H. 1987. Viruses of potato and seed-potato production. Second edit., Pudoc., Wageningen, Netherlands, 259 pp.
- 16- De Bokx, J. A., and Hutinga, H. 1981. Potato virus Y. AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 242.
- 17- Dupuis, B., Cadby, J., Goy, G., Tallant, M., Derron, J., Schwaerzel, R. and Steinge, T. 2017. spraying, straw mulching and intercropping Control of potato virus Y (PVY) in seed potatoes by oilspraying, straw mulching and intercropping. *Plant Pathology*, 66: 960-969.
- 18- El-Shazly, M. A., Attia, Y. A., Kabil, F. F., Anis, E. and Hazman, M. 2017. Inhibitory Effects of Salicylic Acid and Silver Nanoparticles on *Potato Virus Y*-infected Potato Plants in Egypt. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 6 (3): 835-847.
- 19- FAO. 2018. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available in: <http://faostat.fao.org/countryprofiles/>.
- 20- Glais, L., Bellstedt, D.U. and Lacomme, C. 2017. Diversity, Characterisation and Classification of PVY. In: Lacomme, C., Glais, E., Dirk, L., Dupuis, A., Karasev, A.V. and Jacquot, E. (eds), Potato virus Y: biodiversity, pathogenicity, epidemiology and management. Springer Nature, Gewerbestrasse 11, 6330 Cham, Switzerland.
- 21- Glendinning, D. R. 1983. Potato introductions and breeding up to the early 20th century. *New Phytologist*, 94: 749-505.
- 22- Hosseini, A., Massumi, H., Heydarnejad, J., Hosseini Pour, A. and Varsani, A. 2011. Characterisation of Potato virus Yisolates from Iran. *Virus Genes*, 42: 128-140.
- 23- Hu, X., Karasev, A.V., Brown, C.J. and Lorenzen, J.H. 2009. Sequence characteristics of Potato Virus Y recombinants. *J Gen Virol*, 90: 3033-3041.

- 36- Whitworth, J.L., Nolte, P., McIntosh, C. and Davidson, R. 2006. Effect of Potato Virus Y on yield of three potato cultivars grown under different nitrogen levels. *Plant Dis*, 90 (1):73–76
- 37- Woodford, J. A. T., Fenton, B. and Barker, H. 2002. Managing aphid-transmitted viruses in Scottish seed potato crops. Proceedings of Crop Protection in Northern Britain, Dundee, UK, February 2002. pp. 231-236.
- 38- Zinati Fakhrabad, F. and Nasrollahnejad, S. 2011. First report of occurrence of Potato virus Y(PVY) in potato fields of Golestan province. National Conference on Management in Agriculture. Islamic Azad University, Jahrom Branch. Jahrom, Iran. 319 p.
- 33- Thomas-Sharma, S., Abdurahmanb, S. A., Alic, S., Andrade-Piedrad, J. L., Baoc, S., Charkowskif, A. O., Crookg, D., Kadianc, M., Kromannh, P., Struikb, P. C., Torrance, L., Garrettaj, K. A. and Forbes, G. A. 2016. Seed degeneration in potato: the need for an integrated seed health strategy to mitigate the problem in developing countries. *Plant Pathology*, 65 (1): 3–16.
- 34- Valkonen, J. P. T. 2007. Viruses, Economical losses and Biotechnological potential. In: *Vreugdenhil J (ed.) Potato Biology and Biotechnology*. Elsevier, New York, pp. 619–641.
- 35- Van den Heuvel, J. F. J. M., Driven, J. A. A. M., van Os, G. J. and Peters, D. 1993. Acquisition of potato leafroll virus by *Myzus persicae* from secondarily-infected potato plants of different genotypes. *Potato Research*, 36: 89-96.