Archive of SID

بررسی ویروس X سیب‌زمینی در شمال خراسان

ناصر بیک‌زاده [۱]، بهروز جعفرپور [۲]، ماهرخ فلاحتی رستگار [۳] و عبدالرضا وارسته [۴]

چکیده

در سال زراعی ۱۳۷۵، در یکی از مزارع سیب‌زمینی در بجنورد تعداد زیادی بوتهٔ سیب‌زمینی که دارای علائم کوتولگی، رنگ پریدگی و موزائیک خفیف بودند نشانه گذاری شد. هنگام برداشت محصول، از هر بوتهٔ نشانه‌گذاری شده تعدادی غده جمع‌آوری نموده و تا سپری و شکسته شدن دورهٔ خواب، در سردخانهٔ تاریک با دمای چهار درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد. بعد از اتمام دورهٔ خواب، غده‌ها در خاک معمولی زراعی کاشته و در گلخانه با دمای تقریبی ۲۵-۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند. مطالعات دامنهٔ میزبانی، آزمون‌های ساندویچ دو طرفه الیزا (direct double - antibody sandwich enzyme - linked immunosorbent assay; DAS ELISA) - نقطه‌گذاری روی غشاء نیتروسلولز (dot immunobinding assay; DIBA) و میکروسکوپ الکترونی نشان داد که بوته‌های حاصله از رشد غده‌های مذکور، آلوده به ویروس X سیب‌زمینی (Potato Virus X, PVX) هستند. مایه‌زنی از برگ‌های دارای علائم به گیاهان آزمون، منجر به بروز علائم سیستمیک در *N.tabacum* *N.tabacum cv. Xanthi* *N.tabacum cv. Turkish* *N.debneyi* *Nicotiana glutinosa* *cv. Samsun* *Datura stramonium* *Lycopersicon esculentum* و *Capsicum frutescens* شد در حالی که در *C.quinoa* *Chenopodium amaranticolor* و *Gomphrena globosa* علائم موضعی ظاهر شد و در *Cucumis sativus* هیچگونه علائمی مشاهده نگردید. از *N.glutinosa* جهت تکثیر و خالص‌سازی ویروس استفاده شد و سپس آنتی‌سرم علیه ویروس خالص شده تهیه گردید. به منظور بررسی ویروس X سیب‌زمینی در شمال خراسان، از ۲۶ مزرعه در مناطق بجنورد، چناران، شیروان، طوس، فاروج و قوچان مجموعا ۲۴۷ بوته بطور تصادفی نمونه‌برداری و از آزمون ساندویچ دوطرفه الیزا جهت تشخیص این ویروس در آنهااستفاده شد. نتایج این آزمون نشان داد که مناطق فوق به ترتیب ۵۰، ۶۳/۶، ۳۴/۷، ۵۳/۳، ۶۲/۸ و ۳۷/۲ درصد آلودگی دارند.

واژه‌های کلیدی: سیب‌زمینی، ویروس X سیب‌زمینی.

مقدمه

ویروس X سیب‌زمینی [۵] ابتدا در سال ۱۹۳۱ توسط اسمیت توصیف شد(۱۱). این ویروس، عضو شاخص ویروسهای گروه پوتکس بوده، رایج‌ترین و گسترده‌ترین ویروس آلوده کنندهٔ سیب‌زمینی در جهان می‌باشد(۵، ۱۴، ۱۷). ویروس مزبور به صورت رشته‌های خمش‌پذیر بوده، اندازهٔ ذرات آن در حدود ۱۲×۵۵۰ نانومتر می‌باشد(۵). در سلولهای اپیدرمی میزبانهای آلوده به این ویروس، اجسام درون سلولی [۶] دیده می‌شود(۹). این ویروس به آسانی از طریق پیوند و غده منتقل می‌شود اما انتقال آن از طریق بذر و شته گزارش نشده است(۱ و ۱۱). ویروس X سیب‌زمینی که یکی از ویروس‌های بیماریزای سیب‌زمینی می‌باشد، باعث کاهش محصول بین ۳۰-۱۰ درصد می‌شود(۹) و لازم است که‌این ویروس در کلیه مناطق

۱- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان - مشهد.
۲- استاد گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
۳- دانشیار گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه‌فردوسی مشهد.
۴- استادیار گروه ایمونولوژی دانشکده‌پزشکی دانشگاه علوم‌پزشکی مشهد.

5- Potato Virus X

۶ - این اجسام از نوع Amorphous X - bodies می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- گیاهان آزمون

گیاهان آزمون	سن مایه‌زنی گیاه(بر اساس تعداد برگ‌ها)
Capsicum frutescens L.	۵ - ۶
Chenopodium amaranticolor Coste & Reyn	۵ - ۶
C.quinoa Willd	۶ - ۸
Datura stramonium L.	۴ - ۵
G.globosa	۶ - ۸
Nicotiana debneyi Domin	۵ - ۷
N.glutinosa L.	۵ - ۸
N.tabacum L. cv. *Samsun*	۵ - ۷
N.tabacum L. cv. *Turkish*	۵ - ۷
N.tabacum L. cv. *Xanthi*	۵ - ۷
Cucumis sativus L.	۲ (برگ‌های کوتیلدونی)
Lycopersicon esculentum Mill	۵ هفته‌ای

pH برابر ۷/۵، ۲۰ برابر رقیق شده و سپس میزان جذب نور در طول موج ۲۶۰ نانومتر[1](توسط نوکلئیک اسید)و ۲۸۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر[2] اندازه گیری شد.آنگاه با استفاده از رابطهٔ زیر و بر اساس ضریب جذب ۲/۹۷[3](۱۱)، غلظت ویروس تخمین زده شد:

$$C = \frac{OD260.Dilution}{EC}$$

آزمون الیزا

جهت شناسایی و تشخیص ویروس X سیب‌زمینی، علاوه بر استفاده از گیاهان آزمون از آزمون ساندویچ دو طرفه الیزا نیز استفاده شد. در این روش، از برگ‌های گیاهان آلوده که در گلخانه رشد کرده‌بودند (بوته‌های سیب‌زمینی و گیاهان مندرج در جدول ۱)، به عنوان نمونه جهت شناسایی و تشخیص این ویروس در آنها استفاده شد. اساس آزمون الیزای انجام شده، روش کلارک و بار - ژوزف(۴) و سینگ و سامرویل(۱۵) می‌باشد. آنتی بادی[4] و کانژوگه (متصلهٔ آنتی بادی - آنزیم آلکالین فسفاتاز) که در این آزمون مورد استفاده قرار گرفت، توسط دکتر روبرت برنز از موسسهٔ علوم کشاورزی اسکاتلند ارسال شد که آنتی‌بادی به نسبت $\frac{۱}{۵۰۰}$ در بافر پوششی و کانژوگه نیز به نسبت $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ در بافر استخراجی، رقیق شده و در آزمون مورد استفاده قرار گرفت. برگ‌های گیاهان آلوده و همچنین نمونه‌های کنترل مثبت و منفی (بافر و نمونه برگ سالم) به نسبت (وزنی-حجمی) ۱:۳ در بافر استخراجی، له شده و عصاره گیری شد. سوبسترای مورد استفاده، پارانیتروفنیل فسفات[5] به غلظت ۰/۶۷ میلی گرم بر میلی‌لیتردر بافر سوبسترا بود. پلیت‌های مورد استفاده، از نوع میکروپلیت‌های یکبار مصرف از جنس پلی استیرن با کف V شکل بود (نوع گرینر با ۹۶ چاهک). جهت ارزیابی نتایج این آزمون، نمونه‌هایی که در مقایسه با کنترل منفی (نمونهٔ سالم)، تغییر رنگ (رنگ زرد) قابل رویتی را نشان می‌دادند، به عنوان نمونه‌های آلوده در نظر گرفته، و آنهایی که هیچگونه تغییر رنگ قابل رویتی را نشان

1- A260nm
2- Shimadzu, UV. 160A, Japan
3- $A260^{0/1\%}$, 1cm = 2.97 = EC(Extinction Coefficient)
4- از نوع IgG
5- P- Nitrophenyl phosphate

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ـ مناطق، تعداد مزارع و تعداد بوته‌های نمونه برداری شده

مناطق	تعداد مزارع	تعدادبوته ها
بجنورد	۶	۴۶
چناران	۶	۵۵
شیروان	۲	۲۳
طوس	۳	۴۵
فاروج	۴	۳۵
قوچان	۵	۴۳
جمع کل	۲۶	۲۴۷

نمی‌دادند نیز به عنوان نمونه‌های سالم، در نظر گرفته شدند.

آزمون نقطه‌گذاری روی غشاء نیتروسلولز

در این آزمون با استفاده از بافر فسفات ۰/۰۱ مولار با pH برابر ۷/۵، از گیاهان آلوده و سالم عصاره‌گیری شده و در ۷۰۰۰r.p.m به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفوژ شد و عصارهٔ رویی جهت انجام این آزمون مورد استفاده قرار گرفت. مقدار دو میکرولیتر از عصارهٔ آلوده و سالم بطور جداگانه روی کاغذ نیتروسلولز نقطه‌گذاری گردید. بعد از پنج دقیقه، به منظور اشباع محلهای اشغال نشده روی کاغذ، محلول یک درصد بووین سرم آلبومین[1] روی کاغذ ریخته شد. بعد از ۳۰ دقیقه، محلول بووین سرم آلبومین خارج و سپس محلول آنتی بادی اولیه(حاوی آنتی‌بادی اختصاصی علیه ویروس X سیب‌زمینی تهیه شده از موسسهٔ علوم کشاورزی اسکاتلند و رقیق شده به نسبت $\frac{1}{50}$ در محلول یک درصد بووین سرم آلبومین)بر روی کاغذ ریخته شد. بعد از یک ساعت، محلول آنتی بادی اولیه خارج و کاغذ دو بار و هر بار به مدت پنج دقیقه با محلول یک درصد بووین سرم آلبومین شسته شد. سپس محلول آنتی بادی ثانویه (حاوی آنتی‌بادی خرگوش، تولید شده در گوسفند، متصل به آنزیم HRP و رقیق شده در محلول یک درصد بووین سرم آلبومین به نسبت $\frac{1}{5}$) روی کاغذ ریخته شد. بعد از یک ساعت، ضمن خارج کردن محلول آنتی‌بادی ثانویه و شستشوی مجدد کاغذ همانند فوق، کاغذ یکبار دیگر با فسفات بافر سالین[2] ۱۲۰ میلی‌مول با pH برابر ۷/۵ به مدت سه دقیقه شسته شد. بعد از خارج کردن فسفات با فرمالین، سوبسترای مخصوص (۴- کلرو- ۱- نفتول) روی کاغذ ریخته شد.

شناسایی ویروس X سیب‌زمینی و تعیین درصد آلودگی در شمال خراسان

بدین منظور، در طی ماههای تیر و مرداد، از مزارع سیب‌زمینی در مناطق بجنورد، چناران، شیروان، طوس، فاروج و قوچان از تمام قسمتهای هر مزرعه، بطور تصادفی و بدون توجه به علائم نمونه برداری شد(جدول۲). نمونه‌های برگی در پاکت پلاستیکی مجزا قرار داده و به آزمایشگاه جهت بررسی، منتقل و از آزمون ساندویچ دو طرفه الیزا جهت تشخیص ویروس X سیب‌زمینی در آنها، استفاده شد. به منظور تهیهٔ عصاره‌از نمونه‌های برگی، نمونه‌های مربوط به هر بوته، بطور جداگانه، داخل یک پاکت پلاستیکی مجزا با بافر مناسب به نسبت (وزنی-حجمی) ۱:۳ با کمک میلهٔ شیشه‌ای و یا دستهٔ هاون، له شد. به منظور ارزیابی نتایج، نمونه‌هایی که در مقایسه با کنترل منفی (نمونهٔ سالم)، تغییر رنگ قابل رؤیتی را نشان می‌دادند، به عنوان نمونه‌های آلوده در نظر گرفته شده و درصد آلودگی تعیین شد.

1- Bovine serum albumin 2- Phosphate buffered saline

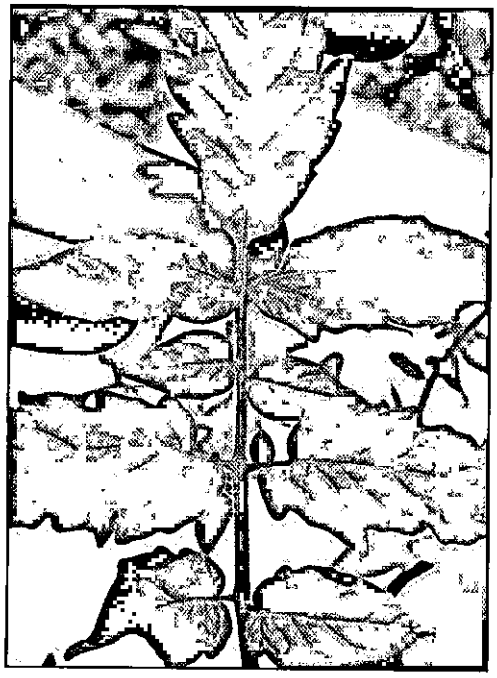
www.SID.ir

Archive of SID

الف

ب

ج



د

شکل ۱ـ علائم گیاهان آزمون

الف – *Solanum tuberosum L.*

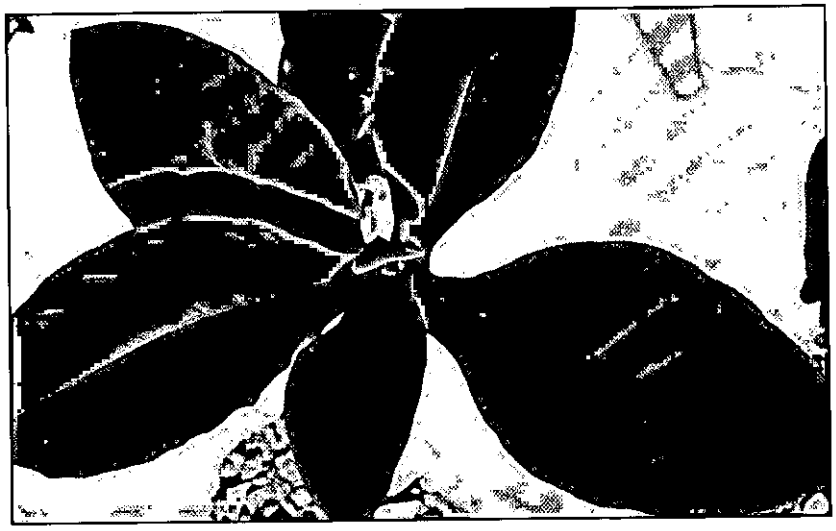
ب – *Cucumis sativus*

ج – *N.glutinosa*

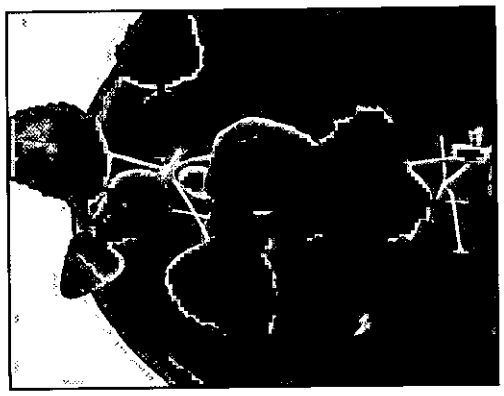
د – *L.esculentum*

www.SID.ir

Archive of SID



الف



ج

د

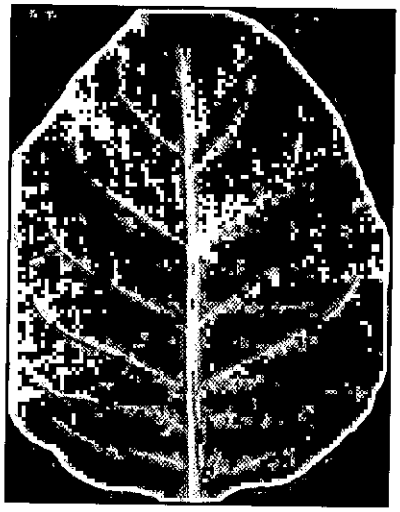
شکل ۲ـ علائم گیاهان آزمون

الف و ب *N.tabacum* cv. *Turkish* ج و د – *C.amaranticolor*

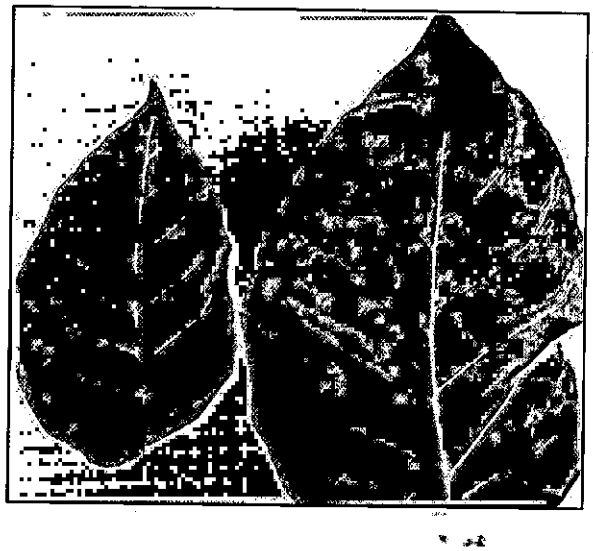
www.SID.ir

Archive of SID

الف



ب



ج

د

شکل ۳ـ علائم گیاهان آزمون

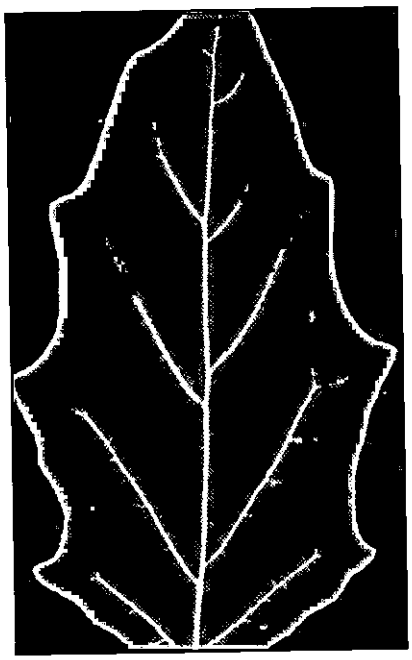
الف و ب – *N.tabacum* cv. *Samsun*

ج – *N.tabacum* cv. *Xanthi*

د – *C.quinoa*

www.SID.ir

Archive of SID



الف

ب

ج

د

ه

شکل ۴ـ علائم گیاهان آزمون

الف – *D.stramonium*

ب و ج – *N.debneyi*

د – *G.globosa*

ه – *Capsicum frutescens*

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- واکنش گیاهان محک

گیاهان آزمون	علائم	دورهٔ نهان یاکمون(بر حسب روز)
Capsicum frutescens	زخم موضعی نکروتیک - سیستمیک	۲۱ - ۱۴
C.amaranticolor	لکه کلروتیک موضعی - لکه‌حلقوی‌کلروتیک موضعی - بدون آلودگی سیستمیک	۷ - ۵
C.quinoa	لکه کلروتیک موضعی - بدون آلودگی سیستمیک	۶ - ۵
Cucumis sativus	بدون آلودگی	۳۰
D.stramonium	موزائیک	۱۲ - ۱۰
G.globosa	زخم موضعی نکروتیک - بدون آلودگی سیستمیک	۴ - ۳
L.esculentum	موزائیک شدید	۱۴ - ۱۲
N.debneyi	رگبرگ‌نواری سیستمیک - لکه نکروتیک سیستمیک - تغییر شکل برگ	۱۲ - ۱۰
N.glutinosa	موزائیک شدید	۱۴
N.tabacum cv. *Samsun*	لکه کلروتیک سیستمیک - موزائیک	۱۴
N.tabacum cv. *Turkish*	رگبرگ روشنی سیستمیک - موزائیک خفیف	۱۴
N.tabacum cv. *Xanthi*	رگبرگ روشنی سیستمیک - لکه نکروتیک سیستمیک	۱۲ - ۱۰

نتایج و بحث

منبع ویروس

بوته‌های حاصله از غده‌های کاشته شده در گلخانه، علائم واضحی از آلودگی به ویروس X سیب‌زمینی به صورت سیستمیک نشان دادند(شکل ۱). شرایط خنک حاکم بر گلخانه، نقش موثری در بروز چنین علائمی داشته است. تلقیح عصارهٔ این بوته‌ها به *G.globosa*، آزمون‌های ساندویچ دو طرفه الیزا و نقطه‌گذاری روی غشاء نیتروسلولز وجود ویروس X سیب‌زمینی را در آنها ثابت نمود.

گیاهان آزمون

در گیاهان آزمون *N.tabacum* cv. *Samsun* *N.tabacum* cv. *Turkish* *N.tabacum* cv. *Xanthi* *D.stramonium* *N.glutinosa* *N.debneyi* *L.esculentum* و *Capsicum frutescens* علائم سیستمیک ظاهر شد در حالی که در *C.amaranticolor*، *C.quinoa* و *G.globosa* علائم آلودگی به صورت موضعی بوده و در *Cucumis sativus* هیچگونه علائمی مشاهده نگردید(شکلهای ۱و۲و۳و۴).

غلظت

میزان جذب نور در ۲۶۰ نانومتر برابر ۲/۰۶۷ و در ۲۸۰ نانومتر برابر ۱/۷۱۹ بود که نسبت $\frac{\text{جذب در ۲۶۰}}{\text{جذب در ۲۸۰}}$، ۱/۲ تعیین‌شد. غلظت ویروس خالص شده به طریق زیر تعیین شد:

$$C = \frac{۲/۰۶۷ \times ۲۰}{۲/۹۷} = ۱۳/۹ \frac{\text{میلی گرم}}{\text{میلی‌لیتر}}$$

با توجه به اینکه ۲۲۰ گرم برگ جهت خالص سازی مورد استفاده قرار گرفت، میزان محصول ویروس در یک کیلوگرم برگ، ۶۳/۱ میلی گرم تخمین زده شد.

مطالعات الکترون میکروسکوپی

عکس الکترونی تهیه شده نشان داد که ذرّات ویروس خالص شده رشته‌ای، نخی شکل و قابل انعطاف می‌باشد(شکل ۵).

آزمون الیزا

نتیجهٔ این آزمون نشان داد که سیب‌زمینی‌های رشد کرده در گلخانه و تمام گیاهان آزمونی که مایه‌زنی شده بودند (به جز *Cucumis sativus*) و علائم آلودگی را نشان می‌دادند، آلوده به ویروس X سیب‌زمینی بوده و نمونه‌های مربوط به آنها در مقایسه با کنترل منفی(نمونهٔ سالم)، تغییر رنگ(رنگ زرد) قابل رؤیتی را نشان می‌دادند.

www.SID.ir

Archive of SID

آزمون نقطه گذاری روی غشاء نیتروسلولز

در این آزمون، اگر بعد از افزودن سوبسترا، در محلی که نمونه گذاشته شده است رنگ غیر محلولی رسوب نماید(به رنگ بنفش)، نتیجهٔ واکنش مثبت بوده و این تغییر رنگ نشان می‌دهد که نمونهٔ مورد آزمایش، دارای آنتی ژن موردنظر است. چنین رسوبی در نمونه‌های آلوده به صورت لکه‌ای دایره‌ای شکل مشاهده گردید ولی در نمونه‌های سالم(کنترل منفی)، دیده نشد.

شناسایی ویروس X سیب‌زمینی و تعیین درصد آلودگی در شمال خراسان

نتایج به دست آمده براساس آزمون الیزا، نشان داد که تمام مزارع سیب‌زمینی مورد بررسی در شمال خراسان، آلوده به این ویروس می‌باشد(جدول ۴)، که در بین این مناطق، چناران بالاترین درصد آلودگی و شیروان نیز پایین‌ترین درصد آلودگی را دارند.

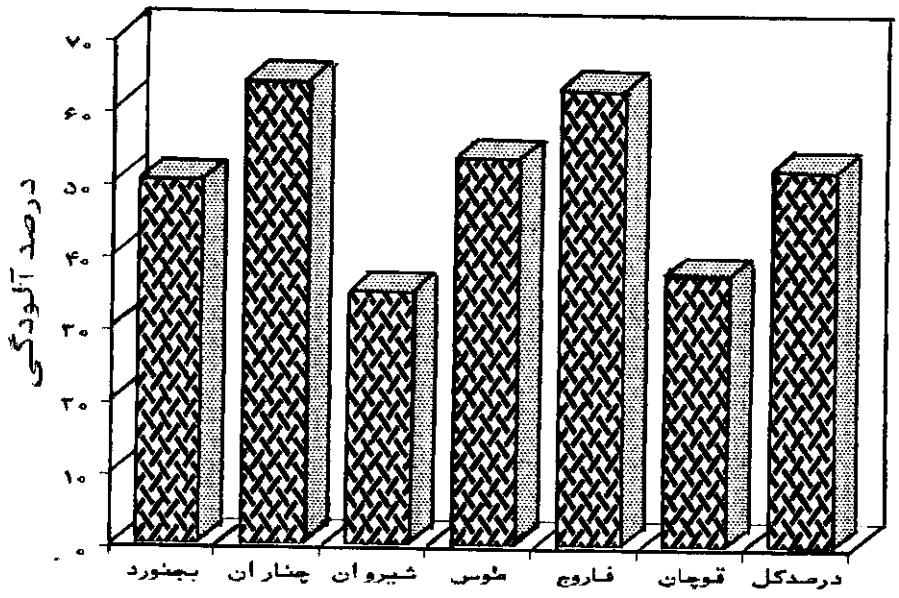
شکل ۵ - عکس الکترونی ذرات ویروس خالص شده با بزرگنمایی ۵۷۰۰۰.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ـ مناطق، تعداد نمونه‌های آلوده و درصد آلودگی

مناطق	تعداد نمونه‌های آلوده	درصد آلودگی
بجنورد	۲۳	۵۰
چناران	۳۵	۶۳/۶
شیروان	۸	۳۴/۷
طوس	۲۴	۵۳/۳
فاروج	۲۲	۶۲/۸
قوچان	۱۶	۳۷/۲
جمع کل	۱۲۸	۵۱/۸



شکل ۶ـ نمودار درصد آلودگی و درصد کل آلودگی مناطق نمونه‌برداری شده در شمال خراسان

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

علائم بوته‌های سیب‌زمینی‌های رشد کرده در گلخانه، واکنش گیاهان آزمون و علائم آنها، آزمون‌های سرولوژیکی(ساندویچ دو طرفه الیزا و نقطه‌گذاری روی غشاء نیتروسلولز) و الکترون میکروسکوپی و همچنین نسبت $\frac{\text{جذب در ۲۶۰}}{\text{جذب در ۲۸۰}}$ بیانگر این است که نمونه خالص شده، ویروس X سیب‌زمینی بوده و غده‌های جمع‌آوری شده نیز آلوده‌به این ویروس از گروه پوتکس می‌باشد.

علائم موزائیک بر روی بوته‌های سیب‌زمینی‌های رشد کرده در گلخانه، شبیه علائمی است که توسط تعداد زیادی از محققان برای سیب‌زمینی‌های آلوده به ویروس X سیب‌زمینی گزارش شده است(۱،۹،۱۰ و ۱۱). تلقیح عصارهٔ سیب‌زمینی‌های مذکور به *G.globosa* و آزمون‌های سرولوژیکی، وجود ویروس X سیب‌زمینی را در آنها ثابت کرد. اکثر محققان به منظور تشخیص این ویروس از *G.globosa* استفاده نموده و علائمی که ذکر کرده‌اند با علائم تشکیل شده برروی این میزبان توسط ویروس مورد بررسی، مطابقت دارد. به منظور بررسی این ویروس در میزبان‌های بدون علائم و در سیب‌زمینی‌هایی که گرمادرمانی شده بودند، از *G.globosa* استفاده شده است(۶ و ۱۶). همچنین آزمون‌های سرولوژیکی، وجود ویروس X سیب‌زمینی را در *G.globosa* که با ویروس مورد بررسی مایه زنی شده بود و علائم آلودگی را نشان می‌داد، ثابت کرد. بنابراین، این میزبان جهت تشخیص ویروس X سیب‌زمینی بسیار مهم بوده و می‌توان جهت بررسی این ویروس در دیگر گیاهان آزمونی که مایه‌زنی شده‌اند، از آن استفاده کرد. ویروس مورد بررسی در *N.tabacum* cv. *Xanthi* *N.tabacum* cv. *Samsun* *N.glutinosa* *N.debneyi* *N.tabacum* cv. *Turkish* *D.stramonium* *L.esculentum* و *Capsicum frutescens* آلودگی سیستمیک ایجاد کرد که با علائم گزارش شده در منابع، مطابقت دارد(۱، ۳، ۹، ۱۱، ۱۲ و ۱۶). از طرفی، تلقیح عصارهٔ آلودهٔ آنها به *G.globosa* علائمی شبیه علائم ویروس X سیب‌زمینی ایجاد نمود و همچنین آزمون‌های سرولوژیکی نیز وجود این ویروس را در آنها، نشان داد. نمونه مورد بررسی در *C.amaranticolor* و *C.quinoa* آلودگی موضعی ایجاد نموده که مشابه علائم گزارش شده توسط موریرا و همکاران(۱۲) می‌باشد و آزمون‌های سرولوژیکی و تلقیح عصارهٔ آلودهٔ آنها به *G.globosa*، وجود ویروس X سیب‌زمینی را در آنها ثابت نمود. از طرفی ویروس مورد بررسی در این تحقیق در *Cucumis sativus* هیچگونه آلودگی ایجاد نکرد و این بیانگر عدم حساسیت این میزبان به ویروس X سیب‌زمینی می‌باشد(۸). عکس الکترونی نشان می‌دهد که ذرات ویروس خالص شده، مشابه ذرات ویروس X سیب‌زمینی از گروه پوتکس بوده که توسط محققان گزارش شده است(۵،۲و ۱۱). بنابراین احتمال اینکه نمونه خالص شده، ویروس X سیب‌زمینی بوده و از گروه پوتکس باشد بیشتراست به علاوه نسبت $\frac{\text{جذب در ۲۶۰}}{\text{جذب در ۲۸۰}}$ برای این ویروس، ۱/۲ گزارش شده است(۱۱)، که نسبت تعیین شده برای ویروس خالص شده با آن مطابقت دارد.

هر چند بررسی دقیق درصد آلودگی یک منطقه نیاز به نمونه برداری چند ساله داشته و باید کاملاً مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گیرد و جهت مثبت دانستن آلودگی یک نمونه در آزمون الیزا، نیاز به مقایسه میزان جذب آن با میزان جذب نمونهٔ سالم می‌باشد(۵ و ۷)، و همچنین گاهی ممکن است واکنشهای غیراختصاصی در صحت آزمون الیزااثر داشته باشد که انجام دقیق آزمون و قرار دادن تکرارهای زیادتر ممکن است این نقص را جبران نماید، اما می‌توان گفت از آنجا که این ویروس به راحتی از طریق مکانیکی(تماس - وسایل کشاورزی - عصارهٔ گیاه و غده) منتقل و در ایران نیز معمولاً از غدد برش داده شده جهت کاشت استفاده می‌شود(۹)، وجود چنین درصدی از آلودگی دور از انتظار نیست. از سویی دیگر، وارد کردن غده‌های بذری از دیگر استان‌های کشور و استفاده از غدد سال‌های قبل جهت کاشت، در افزایش آلودگی بی‌تأثیر

www.SID.ir

Archive of SID

نیست. بنابراین ماهیت انتقال، نقش موثری در افزایش آلودگی و آلوده نمودن تمام مناطق مورد بررسی، و احتمالا تمام مناطق کشت سیب‌زمینی در ایران، به این ویروس دارد که لازم است مطالعات گسترده‌ای جهت جلوگیری از گسترش و انتشار این ویروس انجام گیرد تا از کاهش شدید محصول سیب‌زمینی، جلوگیری شود.

سپاسگزاری

از دکتر روبرت برنز، دکتر کولین جفریز، دکتر سینگ، دکتر پل خورانا، دکتر کوورسی، دکتر جونز، دکتر نوح شهرآیین، داریوش طیبی و سید مهدی مشهدی حسینی بخاطر همکاریهای علمی، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

1- Beemster, A.B.R, and Rozendaal, A. 1972. Potato viruses : Properties and symptoms. pp. 115-143, In J.A. de Bokx(ed.). Viruses of potatoes and seed - potato production. PUDOC. Wageningen.

2- Bercks, R. 1970. Potato virus X.C.M.I./A.A.B. Descriptions of plant viruses. No. 4.

3- Bhardwaj, V.P, and Singh, S. 1975. Three new strains of potato virus X in India. Indian Phytopathology 28(2): 218-222.

4- Clark, M.F, and Bar. Joseph, M. 1984. Enzyme immunosorbent assay in plant virology. Methods Virol. 7: 51-85.

5- Eweida, M., Xu, H., Singh, R.P, and Abouhaidar, M.G. 1990. Comparison between ELISA and biotin - labelled probes cDNA of potato virus X for the detection of virus in crude tuber extracts. Plant Pathology 39 : 623-628.

6- Frances, C.M, and Stace - Smith, R. 1967. Eradication of potato virus X by thermotherapy. Phytopathology 57: 674-678.

7- Gillett, J.M., Morissey, S.M, and Ramsdell, D.C. 1986. Interpreting ELISA data and establishing the positive - negative threshold. Plant Dis. 70(8): 722-726.

8- Horvath, J. 1993. Host plants in diagnosis. pp. 15-48, In R.E.F. Matthews(ed.). Diagnosis of plant virus disease. CRC press.

9- Khurana, S.M.P. 1985. Potato viruses and virus - like disease : detection, diagnosis, identification and characterization. pp. 189-221, In B.M. Gupta, B.P.Singh, H.N. Verma and K.M. Srivastava(eds.). Prespectives in plant virology. Vol. 1. An International Annual Series. Print House(India).

www.SID.ir

Archive of SID

10- Khurana, S.M.P. 1992. Potato viruses and viral diseases. Technical Bulletin. No. 35. ICAR. 23p.

11- Koeing, R. 1989. Potato virus X.C.M.I./A.A.B. Descriptions of plant viruses. No. 354(No. 4.Revised).

12- Moreira, A., Jones, R.A.C, and Fribourg, C.E. 1980. Properties of a resistance - breaking strain of potato virus X. Annals of Applied Biology 95:93-103.

13- Querci, M., Fernandez-Northcote, E.N., Bartolini, I., and Salazar, L.F. 1992. Detection of PVXA and PVXO serotypes by nucleic acid spot hybridization using a broad spectrum recombination probe. Fitopatologia 27(1): 38 - 44.

14- Querci, M., Vandervlugt, R., Golbach, R., and Salazar, L. F. 1993. RNA sequence of potato virus X strain HB. J. Gen. Virol. 74: 2251 - 2255.

15- Singh, R.P, and Somerville, T.H. 1992. Evaluation of the enzyme - amplified ELISA for the detection of potato virus A, M, S, X, Y and leafroll. Am. Potato J. 69: 21-30.

16- Singh, S. 1977. Hitherto unrecorded potato brown ringspot strain of potato virus X. JIPA. 4(2): 40-45.

17- Sinijarv, R., Jarvekulg, L., Andreeva, E., and Saarma, M. 1988. Detection of potato virus X by one incubation europium time - resolved flouroimmunoassay and ELISA. J. Gen. Virol. 69: 991-998.

www.SID.ir