آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۷۵، شماره ۲، اسفند ۱۳۸۶

بررسی کارایی دو حشره‌کش نئونیکوتینوئید جذبی از ریشه در کنترل ناقلین بیماری‌های ویروسی در مزارع سیب زمینی بذری

Evaluation of two neo-nicotinoid root absorbing insectisides for virus disease vector controlling in seed potato fields

رضا پوررحیم[۱*]، شیرین فرزادفر[۱]، هرمز سلطانی[۲]، علی‌رضا گل‌نراقی[۳] و علی آهون‌منش[٤]

۱- مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران؛ ۲- مرکز تحقیقات کشاورزی همدان
۳- دانشگاه علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران
٤- دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۸۳، تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۸۶)

چکیده

در این تحقیق تأثیر استفاده از دو حشره‌کش سیستمیک جذبی از ریشه شامل تیامتوکسام و ایمیداکلوپراید در کنترل جمعیت حشرات ناقل و نیز بیماری های ویروسی قابل انتقال با این ناقلین مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی و به صورت کرت‌های خرد شده با استفاده از سه حشره‌کش تیامتوکسام، ایمیداکلوپراید و تیودیکارب به همراه شاهد (آب) و دو رقم سیب‌زمینی اگریا و مارفونا انجام گردید. آزمون در چهار تکرار و در دو استان تهران و همدان در دو سال زراعی ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ انجام شد. سه حشره‌کش تیامتوکسام (فرمولاسیون Cruiser 350FS)، ایمیداکلوپراید (فرمولاسیون Gaucho 70WS) و تیودیکارب (فرمولاسیون Larvin DF80) به ترتیب به میزان ۲۰ میلی لیتر، ۲۸/۵ و ۳۷/۵ گرم به ازای ۱۰۰ کیلوگرم بذر به صورت تیمار غده‌های بذری و متعاقب اضافه کردن این سه حشره‌کش به ترتیب از فرمولاسیون‌های Actara 25WG، Confidor 350SC و

* Corresponding author: pourrahim@yahoo.com

Larvin DF80 در موقع خاک‌دهی پای بوته‌های سیب‌زمینی به ترتیب به مقدار ۰/۰۳ گرم، ۰/۱٤ میلی‌لیتر و ۰/۰۵ گرم در هر متر از ردیف کشت استفاده شد. تعداد حشرات ناقل در کرتچه های آزمایشی، در سه گروه شته، زنجرک و تریپس شمارش شدند. همچنین میزان آلودگی به ویروس اس سیب زمینی (PVS)، ویروس ام سیب‌زمینی (PVM)، ویروس برگ قاشقی سیب‌زمینی (PLRV)، ویروس موزاییک یونجه (AlMV) و ویروس وای سیب‌زمینی (PVY) با استفاده از آزمون الایزا و در مورد ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی (TSWV) به کمک روش RT-PCR در کرتچه های آزمایشی مورد سنجش قرار گرفت. داده های حاصله در دو مقطع زمانی اوایل فصل (اواسط خرداد) و در اواخر فصل (اواسط شهریور) مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد که هر دو حشره کش تیامتوکسام و ایمیداکلوپراید (بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر در سطح ۱٪) تعداد شته ها و زنجرک ها را در مقایسه با شاهد، هم در اوایل و هم در اواخر فصل تا حدود ۳ برابر و تعداد تریپس ها را در اوایل فصل زراعی تا حدود دو برابر و در اواخر فصل تا ۳ برابر کاهش دادند. همچنین میزان آلودگی به ویروس‌های AlMV، PVM، PVS و PVY در اوایل فصل به نصف و در اواخر فصل به حدود یک سوم کرتچه های شاهد کاهش یافت. میزان بوته های آلوده به PLRV و TSWV در اوایل و هم اواخر فصل زراعی در کرتچه‌های تیمار شده با دو حشره‌کش تیامتوکسام و ایمیداکلوپراید به ترتیب حدود ٤ و ۳ برابر نسبت به شاهد کاهش داشت. حشره‌کش تیودیکارب کارایی مناسبی در کاهش تراکم ناقلین و نیز میزان بیماری‌های ویروسی نداشت.

واژه‌های کلیدی: تیامتوکسام (کروزر)، ایمیداکلوپراید (گاچو)، تیودیکارب (لارویـن)، غده بذری سیب‌زمینی، ویروس‌های سیب‌زمینی، کنترل ناقلین.

مقدمه

سیب‌زمینی از جمله محصولات مهم زراعی در کشور می‌باشد که تولید آن در سال زراعی ۱۳۷۸ بالغ بر ۳/۵ میلیون تن بوده است (Anonymous, 1999). با توجه به جمعیت رو به رشد و محدودیت های مربوط به تولید گندم در کشور، سیب‌زمینی از جمله محصولاتی می‌باشد که افزایش تولید آن می‌تواند در تأمین نیاز غذایی کشور نقش مهمی ایفا نماید. بیماری‌های

ویروسی در گیاه سیب زمینی، به دلیل ازدیاد این گیاه از طریق کشت غده، اهمیت بیشتری دارند، زیرا در غالب موارد، آلودگی ویروسی بوته مادر موجب انتقال این آلودگی به غده‌های تولیدی آن گیاه می‌گردد (Hooker, 1990). در این میان ناقلین به ویژه شته‌ها، تریپس‌ها و زنجرک‌ها با انتقال آلودگی‌های ویروسی، نقش بسیار مهمی در گسترش بیماری‌های ویروسی سیب‌زمینی بخصوص در مزارع تولید غده بذری دارند. در بین ناقلین بیماری‌های ویروسی سیب‌زمینی، شته‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. چرخه زندگی پیچیده، قدرت تکثیر زیاد و رفتار تغذیه‌ای شته‌ها، موجب شده است تا آن‌ها از جمله مهم‌ترین ناقلین بیماری‌های ویروسی در سیب زمینی محسوب گردند. بدین جهت یکی از نکات اصلی در حفظ سلامت غده‌های سیب‌زمینی بذری، مدیریت ناقلین بیماری‌های ویروسی در مزارع تولید سیب‌زمینی بذری می‌باشد. حداقل ۶۰ گونه شته به عنوان ناقل بیماری‌های ویروسی سیب‌زمینی شناسایی و گزارش شده‌اند (De Bokx & Huttinga, 1987). ویروس وای سیب‌زمینی و ویروس برگ قاشقی سیب‌زمینی به ترتیب توسط حداقل ۵۳ و ۱۳ گونه شته انتقال می‌یابند (Ragsdale *et al*., 2001).

به منظور مقابله با ناقلین در مزارع تولید سیب‌زمینی و به ویژه مزارع بذری، از روش‌های مختلفی استفاده می‌گردد که از جمله مهم‌ترین آن‌ها استفاده از حفاظت شیمیایی محصول می‌باشد (Randall, 1993). برای این منظور حشره‌کش‌های متفاوتی تا کنون مورد استفاده قرار گرفته است. این حشره‌کش‌ها اکثراً به روش محلول پاشی و در نوبت‌های مکرر، روی پوشش گیاهی بکار می‌روند که این نوع روش کاربرد، معایب متعددی دارد. به عنوان مثال، با توجه به سیستم‌های آبیاری و کوددهی مناسبی که در مزارع تولید سیب‌زمینی بذری اعمال می‌گردد، قبل از شروع گل‌دهی و تشکیل غده، پوشش گیاهی بوته‌های سیب زمینی کاملاً به حد انبوه می‌رسد. در این حالت، حرکت ماشین‌آلات سم‌پاشی و تراکتور در مزرعه، با ایجاد صدمات مکانیکی موجب انتقال و گسترش بیماری‌های ویروسی قابل انتقال به روش مکانیکی از جمله ویروس ایکس سیب زمینی (*Potato virus X*-PVX) و ویروس اس سیب‌زمینی (*Potato virus S*-PVS) می‌شود. این روش، به دلیل تعدد دفعات سم‌پاشی و نیز ماشین‌آلات مورد نیاز، پر هزینه بوده و بعلاوه غالباً موجب پخش غیر یکنواخت حشره‌کش در سطح گیاه می‌گردد. از این‌رو،

توجه به کاربرد حشره‌کش‌های سیستمیکی که حاوی مواد مؤثر جذبی از ریشه می‌باشند معطوف شده است (Aveyard & Woodford, 1984; Marco, 1980; McKinlay & Franklin, 1983; Rabert, 1976; Rongai *et al.*, 1998; Shurkus & Semyanov, 1981; Tamada *et al.*, 1971). با توجه به اینکه غده‌های سیب‌زمینی در مقایسه با بذور دیگر دارای سطح بیشتری می‌باشند، پس از تیمار با حشره‌کش‌های سیستمیک، مقدار بیشتری از آن‌ها را در سطح خود جذب و ذخیره می‌نمایند که به مرور زمان در اختیار ریشه و گیاه قرار می‌گیرد. چنین حالتی موجب می‌گردد تا بدون نیاز به سم‌پاشی‌های متعدد، مقدار حشره‌کش مناسب در مراحل اولیه رشد و در اوایل فصل زراعی، در گیاه وجود داشته باشد. بدین ترتیب شته‌ها و ناقلین هوازاد آلوده به ویروس در صورت فرود روی چنین گیاهان حفاظت شده‌ای، در همان مراحل اولیهٔ پروب و تغذیهٔ خود مورد هدف قرار می‌گیرند (Perring *et al.*, 1999).

ظهور و افزایش جمعیت ناقلین در اوایل فصل زراعی، موجب انتقال و پخش آلودگی های ویروسی در داخل مزارع سیب‌زمینی در مراحل اولیه رشدی می گردد. این حالت علاوه بر کاهش عملکرد، موجب افزایش چشمگیر درصد آلودگی‌های ویروسی و کاهش ارزش بذری غده‌های تولیدی می شود. به عنوان مثال، در برخی سال‌ها در منطقه بهار همدان، جمعیت شته‌های ناقل ویروس موزاییک یونجه (*Alfalfa mosaic virus*-AlMV)، اوایل فصل زراعی افزایش یافته و متعاقباً این شته‌ها در سطح مزارع سیب‌زمینی فرود می‌آیند (پوررحیم- مشاهدات شخصی). در صورتی که این شته‌ها در همان محل فرود با تأثیر یک سم کار آمد، مورد هدف قرار گرفته و نابود شوند، میزان پخش آلودگی در مزرعه بسیار کاهش خواهد یافت(Collar *et al.*, 1997; Holbrook, 1977; Singh *et al.*, 1990; Woodford, 1992). در زمینه مبارزه با ناقلین بیماری‌های ویروسی سیب‌زمینی در ایران، تحقیقات علمی مدونی به عمل نیامده است. در این تحقیق کارایی دو حشره‌کش سیستمیک جذبی از ریشه شامل ایمیداکلوپراید (imidacloprid) و تیامتوکسام (thiamethoxam) در کاهش تراکم ناقلین و آلودگی‌های ویروسی در دو رقم سیب‌زمینی معمول در کشور شامل اگریا و مارفونا ارزیابی گردید. همچنین برای مقایسه، از یک حشره‌کش غیرنیکوتینوئیدی به نام تیودیکارب (thiodicarb) نیز استفاده شد.

محل قرارگیری جدول ۱

روش بررسی

۱- تیمارهای مورد بررسی و نحوه اجرای طرح: در این بررسی از سه حشره‌کش استفاده شد که در جدول ۱ تیمارهای مختلف حشره‌کش‌ها بر اساس میزان مصرف توصیه شده توسط شرکت سازنده حشره‌کش ارائه شده است. تمامی تیمارهای حشره‌کش در دو نوبت، بار اول همزمان با کاشت غده‌ها بصورت ضد عفونی غده (با استفاده از فرمولاسیون‌های تیمار بذر–seed treatment) و بار دوم حدود یک ماه و نیم بعد در موقع خاک‌دهی پای بوته‌ها (با استفاده از فرمولاسیون‌های توصیه شده برای کاربرد در خاک–soil application)، بکار رفتند. در ضدعفونی غده‌ها، حشره کش تیودیکارب (فرمولاسیون لارویـن DF80)، تیامتوکسام (فرمولاسیون Cruiser 350FS) و ایمیداکلوپراید (فرمولاسیون Gaucho 70WS)، به ترتیب به میزان ۲۷/۵ گرم، ۲۰ میلی لیتر و ۲۸/۵ گرم به ازای ۱۰۰ کیلوگرم بذر مورد استفاده قرارگرفتند. در مورد فرمولاسیون‌های پودری عمل ضدعفونی غده‌ها در داخل کیسه‌های نایلونی و در مورد فرمولاسیون‌های مایع، پس از حل مقدار سم لازم در ۳ لیتر آب، ضدعفونی با استفاده از اسپری دستی انجام شد. همچنین در موقع خاک‌دهی پای بوته‌های سیب‌زمینی، به ترتیب از فرمولاسیون‌های لاروین DF80، Actara 25WG و Confidor 350SC این سه حشره‌کش به مقدار ۰/۰۵، ۰/۰۳ گرم و ۰/۱٤ میلی‌لیتر از فرمولاسیون تجاری در هر متر از ردیف کشت استفاده شد. در این روش، پس از حل یا سوسپانسیون نمودن مقادیر فوق‌الذکر در نیم لیتر آب، محلول سمی در طول یک متر ردیف کشت پخش شد. این حشره‌کش‌ها بر روی دو رقم اگریا و مارفونا مورد ارزیابی قرار گرفتند. اگریا یک رقم دیررس و نیمه مقاوم و مارفونا یک رقم نسبتاً زودرس و نیمه حساس بوده و هر دو از ارقام معمول مورد کشت در کشور می‌باشند (Anonymous, 1999). برای کشت این دو رقم، از غده‌های سیب‌زمینی نسل اول حاصل از کشت غده‌های کلاس SE وارداتی (تولید شده در ایستگاه تحقیقات کشاورزی تجرک همدان) استفاده شد. آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و بصورت کرت‌های خرد شده با چهار تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل ارقام و فاکتور فرعی شامل چهار تیمار حشره‌کش بود. عرض هر کرتچه ۵ خط کاشت و طول آن ۸ متر و فاصله بین کرتچه‌ها دو خط کاشت و فاصله بین بلوک (تکرار) ها ٤ متر در نظر گرفته شد. با حفر یک جوی در فاصله

بین دو بلوک، از ورود پس آب آبیاری از یک بلوک به بلوک دیگر ممانعت شد. برای آبیاری از روش آبیاری ثقلی استفاده شد. آزمایش در سال های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ در دو منطقه بهار (همدان) و فیروزکوه (تهران) انجام گرفت. عملیات کشت مزرعه آزمایشی در نیمه اول اردیبهشت ماه و بصورت دستی بوده و خاک‌دهی پای بوته‌ها اوایل مرداد ماه انجام شد.

۲- ارزیابی جمعیت حشرات مکنده شامل شته، تریپس و زنجرک: تراکم حشرات در کرتچه‌های آزمایشی، در دو مقطع زمانی نیمه اول خرداد و نیمه دوم شهریور، در سه گروه شته، زنجرک و تریپس مورد بررسی قرار گرفت. برای شمارش تعداد شته و تریپس، در هر کرتچه ۳۰ بوته بصورت تصادفی انتخاب و سه برگ (زیرین، میانی و بالا) به آرامی درون پاکتی چیده و تعداد شته و تریپس موجود در آن ها، بدون در نظر گرفتن سنین مختلف لاروی، شمارش شد. در مورد زنجرک ها از روش تور زدن در سطح کرتچه ها استفاده شد. حشرات جمع آوری شده در تور، پس از انتقال به شیشه سیانور، از نظر تعداد زنجرک بررسی شدند. با توجه به اینکه داده‌های بدست آمده در این مرحله از نوع داده‌های شمارشی بودند، بمنظور افزایش دقت تجزیهٔ واریانس، تمامی داده‌ها بر اساس فرمول $\sqrt{x}$ تبدیل داده گردیدند و سپس با استفاده از نرم افزار M-STATC، مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و میانگین آن‌ها از نظر داشتن اختلاف معنی‌دار با یکدیگر به روش دانکن بررسی شدند (Bassiri, 1989; Little & Hills, 1991).

۳- بررسی میزان آلودگی‌های ویروسی: به منظور بررسی آلودگی احتمالی اولیه غده های مورد استفاده برای کشت مزرعه آزمایشی، نمونه‌هایی از این غده‌ها قبل از کشت تهیه و پس از جوانه دار شدن، آلودگی آن ها به شش ویروس مذکور مورد بررسی قرار گرفت. این نتایج نشان داد که توده غده های مورد استفاده برای کشت، در مورد رقم اگریا و مارفونا به ترتیب دارای ۰/۰۳ و ۰/۰۵ درصد آلودگی به PVY بوده و بقیه ویروس‌های مورد بررسی (شامل AlMV، PLRV، PVM، PVS و TSWV) در آن‌ها ردیابی نگردید.

میزان آلودگی‌های ویروسی در دو مقطع زمانی شامل نوبت اول همزمان با شروع غده‌دهی (مرحله سه رشد گیاه) و نوبت دوم پس از برداشت و بر روی غده‌ها مورد سنجش قرار گرفت. در مرحله سه رشدی، در هر کرتچه ۳۰ بوته بصورت تصادفی انتخاب و سه برگ

(زیرین، میانی و بالا) درون کیسه نایلونی چیده شد. کیسه ها شماره گذاری و در شرایط خنک به آزمایشگاه منتقل شدند. در بررسی های پس از برداشت بر روی غده ها، در پایان فصل زراعی، از هر کرتچه ۳۰ غده تصادفی تهیه و پس از جوانه‌دار شدن و سبز کردن در گلخانه، میزان آلودگی‌های ویروسی آن‌ها مورد سنجش قرار گرفت.

۳-۱- آزمون الایزا (Enzyme-linked immunosorbent assay-ELISA): نمونه‌ها از نظر آلودگی به ویروس اس سیب زمینی (*Potato virus S*-PVS)، ویروس ام سیب زمینی (*Potato virus M*-PVM)، ویروس برگ قاشقی سیب زمینی (*Potato leaf roll virus*-PLRV)، ویروس موزاییک یونجه (*Alfalfa mosaic virus*-AlMV) و ویروس وای سیب زمینی (*Potato virus Y*-PVY) به روش ساندویچ دوتایی الایزا (double-antibody sandwich ELISA-DAS ELISA) و با استفاده از آنتی‌بادی‌های اختصاصی مورد آزمایش قرار گرفتند (Clark & Adams, 1977). در مورد ویروس‌های PLRV، PVM، PVS و PVY از آنتی‌بادی‌ها و شاهد آلوده تهیه شده از شرکت Bioreba (سوئیس) و در مورد ویروس AlMV از آنتی بادی تهیه شده از شرکت Sanofi (فرانسه) و طبق روش پیشنهادی شرکت سازنده کیت، استفاده شد. میزان جذب نور هر یک از چاهک‌ها در طول موج ٤٠٥ نانومتر، ٦٠ دقیقه پس از افزودن محلول سوبسترا، توسط دستگاه الایزا ریدر مدل Multiscan 350 (فنلاند)، اندازه‌گیری شد. در هر بشقابک الایزا به عنوان شاهد سالم، از عصاره برگ سیب‌زمینی سالم و عاری از ویروس حداقل در شش تکرار استفاده شد. نمونه‌هایی که میزان جذب چاهک مربوطه مساوی یا بیش از سه برابر میانگین جذب چاهک های مربوط به شاهد سالم بودند، به عنوان نمونه آلوده ارزیابی شدند.

۳-۲- واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (Polymerase chain reaction-PCR): به دلیل غلظت کم ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه فرنگی (*Tomato spotted wilt virus*-TSWV) در سیب‌زمینی (Wilson, 1998)، از واکنش رونوشت برداری برگردان (reverse transcription) و سپس PCR (RT-PCR) جهت ردیابی ویروس در سیب زمینی استفاده شد (Cassie *et al.*, 2000). بطور خلاصه، ابتدا آر.ان.ای کل (total RNA) برگ سیب‌زمینی، با استفاده از محلول RNX Plus (شرکت سیناژن ـ ایران) و طبق روش توصیه شده توسط شرکت سازنده استخراج گردید.

محل قرارگیری جدول ۲

محل قرارگیری ادامه جدول ۲

آر.ان.ای کل استخراجی تا زمان استفاده در دمای ۵۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. از آغازگرهای به‌کار رفته توسط Cassie *et al.* (2000)، برای ردیابی ویروس TSWV استفاده شد. این آغازگرهای اختصاصی برای تکثیر ناحیه‌ای به طول حدود ٦٠٠ جفت باز از ژنوم ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی طراحی و به‌کار گرفته شده است. به‌عنوان شاهد مثبت از آر.ان.ای استخراج شده از بافت سیب‌زمینی آلوده به TSWV (Pourrahim *et al.*, 2001) و به عنوان شاهد منفی از آر.ان.ای بافت سیب زمینی سالم و عاری از ویروس استفاده گردید. آزمون RT-PCR در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول یا مرحله ساخت cDNA، ابتدا به هر میکروتیوب، ۲ میکرولیتر از آر.ان.ای کل استخراجی در مرحله قبل، ۷/۵ میکرولیتر آب دوبار تقطیر و یک میکرولیتر از آغازگر TSW2 (5'-gtttcactgtaatgttccatag-3') با غلظت ۲۰ پیکومول در میکرولیتر اضافه شد. محتویات میکروتیوب به مدت ۱۰ دقیقه در ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگه‌داشته شده و بلافاصله بر روی یخ قرارگرفت. سپس به هر میکروتیوب یک میکرولیتر از Rnase Inhibitor (٤٠ unit/µl)، ٤ میکرولیتر 5x RT Buffer (شامل ۲۵۰ میلی‌مولار Tris-HCl، pH برابر ۸/۳، ۲۵۰ میلی‌مولار KCl، ۲۰ میلی‌مولار MgCl2 و ۵۰ میلی‌مولار DTT)، ۲ میکرولیتر DDT، ۲ میکرولیتر dNTPmix (۱۰ mM) و یک میکرولیتر آنزیم M-MuLV (۲۰۰ unit/µl) اضافه شد. میکروتیوب به مدت ٦٠ دقیقه در دمای ٤٢ درجه سانتی‌گراد و سپس ۱۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. در مرحله دوم، به یک میکروتیوب جدید، ۵ میکرولیتر از محصول مرحله اول (cDNA)، ١٤ میکرولیتر آب دوبار تقطیر، ۲/۵ میکرولیتر بافر PCR 10x (شامل ۵۰۰ میلی‌مولار KCl، ۲۰۰ میلی‌مولار Tris-HCl با pH برابر ٨/٤)، یک میکرولیتر dNTPmix، یک میکرولیتر از هر یک از آغازگرهای TSW1 (5'- tctggtagcattcaacttcaa-3') و TSW2 و یک میکرولیتر آنزیم Taq DNA polymerase اضافه شد. برنامه PCR به‌کار رفته شامل ۳۵ چرخه با شرایط ٩٤ درجه سانتی‌گراد بمدت ٤٥ ثانیه، ٤٥ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤٥ ثانیه و ۷۲ درجه سانتی‌گراد بمدت ٦٠ ثانیه بود که در دستگاه ترموسایکلر (اپندرف، آلمان) اجرا گردید. پس از اتمام واکنش، از الکتروفورز در ژل آگارز جهت ارزیابی محصول PCR استفاده شد (Sambrook *et al.*, 1989). در نمونه‌های آلوده یک باند به اندازه حدود ٦٠٠ جفت باز مورد انتظار بود، از این رو در مورد نمونه‌های مورد آزمون،

ظهور باند دی.ان.ای با اندازه مشابه، به‌عنوان واکنش مثبت محسوب شده و نمونه مربوطه آلوده ارزیابی گردید.

تمامی داده‌های حاصله از آزمون الایزا و RT-PCR، بر اساس فرمول $\sqrt{x+0.5}$ تبدیل داده گردیدند. تجزیه واریانس داده‌های بدست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن صورت گرفت (Bassiri, 1989; Little & Hills, 1991).

نتیجه و بحث

۱- تأثیر تیمارهای حشره کش در کاهش جمعیت حشرات: تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی جمعیت حشرات در سه گروه شته، زنجرک و تریپس در کرتچه‌های آزمایشی در نیمه خرداد و نیمه شهریور سال های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ در مزرعه آزمایشی فیروزکوه و همدان (جدول ۲) نشان داد که در تمامی آن‌ها، واریانس فاکتور اصلی (تیمارهای رقم) در سطح یک درصد معنی‌دار نبود. به‌عبارت دیگر، بین دو رقم اگریا و مارفونا، از نظر تراکم حشرات در کرتچه‌های مربوطه، اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ مشاهده نشد. همچنین، بر اساس این نتایج، واریانس فاکتور فرعی (تیمارهای حشره‌کش)، در سطح یک درصد معنی‌دار بود. به‌عبارت دیگر بین تراکم حشرات در کرتچه‌های مربوط به تیمارهای مختلف حشره‌کش، اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ وجود داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین جمعیت حشرات در سه گروه شته، زنجرک و تریپس، در کرتچه‌های آزمایشی در نیمه خرداد و نیمه شهریور سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ در مزرعه آزمایشی تهران و همدان در جدول ۳ ارائه شده است. بر این اساس، در مزرعه آزمایشی بهار همدان و نیز فیروزکوه از تهران، دو حشره‌کش تیامتوکسام و ایمیداکلوپراید از نظر کاهش تعداد حشرات (شته، زنجرک و تریپس) در هر دو سال آزمایش و در هر دو مقطع زمانی نیمه خرداد و شهریور، دارای کارایی مشابهی بوده و اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد. البته حشره‌کش تیامتوکسام دارای بهترین تأثیر بود. هر دو حشره‌کش تیامتوکسام و ایمیداکلوپراید، نسبت به شاهد، توانستند تعداد شته‌ها را هم در اوایل فصل و هم در اواخر آن، تا حدود ۳ برابر و تعداد تریپس‌ها را در اوایل فصل تا حدود نصف و در اواخرفصل تا یک سوم، کاهش دهند (نمودارهای ۱ تا ۸). حشره‌کش تیودیکارب

جدول ۳- مقایسه میانگین تعداد شته، زنجرک و تریپس شمارش شده در کرتچه‌های مربوط به تیمارهای آفت‌کش (شامل تیامتوکسام=Tax، ایمیداکلوپراید=.Im، تیودیکارب=.Tod و آب= .Con) در مزرعه آزمایشی همدان و تهران در نیمه خرداد و شهریور سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ (سطح اطمینان یک درصد).

Table 3- Comparison of mean number of aphid, leafhopper and thrips in each pesticide treatment subplot (Con: Water, Im: Imidacloprid, Tox: Thiamethoxam and Tod: Thiodicarb) in Hamadan and Tehran field trials at early Jun. and Sep. of 2001 and 2002 (P<0.01).

محل Location	ماه Month	حشره‌کش Pesticide	Mean Number		
			Aphids	Leaf hoppers	Thrips
همدان ۱۳۸۰ Hamadan 2001	نیمه خرداد Early June	Tox.	7.50a[1]	15.62a	10.37a
		Im.	7.87a	14.87a	12.37a
		Tod.	20.00b	39.50b	30.37b
		Con.	31.37c	55.12c	39.12c
	نیمه شهریور Early Sep.	Tox.	12.25a	21.87a	11.12a
		Im.	13.00a	22.75a	26.75b
		Tod.	34.00b	49.12b	59.25c
		Con.	49.87c	65.87c	86.87d
همدان ۱۳۸۱ Hamadan 2002	نیمه خرداد Early June	Tox.	7.62a	11.62a	6.25a
		Im.	9.37a	16.37b	9.00a
		Tod.	19.12b	41.25c	20.12b
		Con.	26.62c	50.12d	23.87b
	نیمه شهریور Early Sep.	Tox.	9.00a	16.12a	18.75a
		Im.	11.12a	21.00a	22.50a
		Tod.	25.75b	47.12b	52.75b
		Con.	47.12c	62.25c	69.37c
تهران ۱۳۸۰ Tehran 2001	نیمه خرداد Early June	Tox.	4.37a	2.00a	1.00a
		Im.	5.12a	2.00a	1.25a
		Tod.	8.12ab	4.75b	1.62ab
		Con.	14.50b	12.37c	2.25b
	نیمه شهریور Early Sep.	Tox.	9.50a	15.12a	12.00a
		Im.	10.37a	14.75a	17.37b
		Tod.	16.12b	23.25b	20.12c
		Con.	21.75c	29.87c	40.75d
تهران ۱۳۸۱ Tehran 2002	نیمه خرداد Early June	Tox.	1.87a	1.37a	1.00a
		Im.	2.12a	2.12ab	1.37ab
		Tod.	4.87b	3.25bc	2.12bc
		Con.	15.00c	11.87c	2.00c
	نیمه شهریور Early Sep.	Tox.	9.62a	8.62a	10.12a
		Im.	10.62a	11.25a	11.75a
		Tod.	16.50b	25.75b	27.00b
		Con.	21.75c	28.12b	40.37c

۱- میانگین‌هایی که دارای حروف لاتین یکسان در یک ستون در هر ماه نمونه برداری می‌باشند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

1- Means followed by the same letter within columns at each sampling month are not significantly different.

محل قرارگیری جدول ٤

محل قرارگیری ادامه جدول ٤

محل قرارگیری جدول ۵

محل قرارگیری ادامه جدول ۵

جدول ٦- مقایسه میانگین تعداد بوته‌های آلوده به هر یک از ویروس‌های AlMV، PLRV، PVM، PVS، PVY و TSWV در کرتچه‌های مربوط به سطوح تیمارهای آفت‌کش (شامل تیامتوکسام=Tax، ایمیداکلوپراید=.Im، تیودیکارب=.Tod و آب= .Con) در مزرعه آزمایشی همدان و تهران در نیمه خرداد و شهریور سال‌های ۱۳۸۰و ۱۳۸۱ (سطح اطمینان یک درصد).

Table 6- Comparison of mean number of AlMV, PLRV, PVM, PVS, PVY and TSWV infected potato plants in pesticide treatment subplots (Con: Water, Im: Imidacloprid, Tox: Thiamethoxam and Tod: Thiodicarb) in Hamadan and Tehran field trials at early Jun. and Sep. of 2001 and 2002 (P<0.01).

محل Location	ماه Month	حشره‌کش Pesticide	Virus					
			AlMV	PLRV	PVM	PVS	PVY	TSWV
همدان ۱۳۸۰ Hamadan 2001	نیمه خرداد Early June	Tox.	1.62a[1]	0.50a	0.62a	0.62a	1.12a	0.37a
		Im.	2.00ab	0.75ab	0.87a	0.75a	1.37a	0.50ab
		Tod.	2.50ab	1.12b	1.12a	1.00a	1.75ab	0.87ab
		Con.	2.87b	2.12c	1.37a	1.12a	2.25b	1.00b
	نیمه شهریور Early Sep.	Tox.	2.37a	1.00a	1.00a	1.00a	1.87a	0.62a
		Im.	2.87a	0.87a	1.25ab	1.00a	2.00a	0.87a
		Tod.	6.37b	3.62b	1.87bc	1.62b	5.62b	1.62b
		Con.	7.12b	4.62c	2.25c	1.87b	5.62b	1.75b
همدان ۱۳۸۱ Hamadan 2002	نیمه خرداد Early June	Tox.	1.37a	0.62a	0.75a	1.12a	1.12a	0.25a
		Im.	1.62ab	0.75a	0.87a	1.37ab	1.62ab	0.25a
		Tod.	2.37bc	2.00b	1.50b	1.67ab	1.87bc	0.75b
		Con.	3.00c	2.37b	2.12b	1.87b	2.37c	0.87b
	نیمه شهریور Early Sep.	Tox.	2.00a	0.87a	1.00a	1.50a	1.62a	0.37a
		Im.	2.25a	0.87a	1.25a	1.50a	1.75a	0.50ab
		Tod.	5.37b	4.00b	2.75b	2.37b	4.75b	1.00b
		Con.	6.12b	4.75b	3.25b	3.00b	5.75b	1.00b
تهران ۱۳۸۰ Tehran 2001	نیمه خرداد Early June	Tox.	0.75a	0.62a	0.62a	0.75a	0.75a	0.50a
		Im.	0.87ab	0.87a	0.75a	0.62a	0.87a	0.62a
		Tod.	1.37ab	1.75b	0.87ab	1.12a	1.37b	1.50b
		Con.	1.75b	1.87b	1.37b	1.50a	1.75b	1.62b
	نیمه شهریور Early Sep.	Tox.	1.25a	0.87a	1.00a	0.87a	1.25a	0.75a
		Im.	1.50a	1.00a	1.25ab	1.12a	1.50a	1.00a
		Tod.	3.62b	3.25b	1.87bc	2.12b	3.62b	3.25b
		Con.	4.25b	3.87b	2.25c	2.50b	4.25b	3.87c
تهران ۱۳۸۱ Tehran 2002	نیمه خرداد Early June	Tox.	0.62a	0.50a	0.62a	0.50a	0.62a	0.37a
		Im.	0.75a	0.62a	0.75a	0.75ab	0.75a	0.50ab
		Tod.	1.00ab	1.37b	1.12ab	1.12b	1.00ab	1.00b
		Con.	1.50b	1.62b	1.37b	1.37b	1.50b	1.12b
	نیمه شهریور Early Sep.	Tox.	1.00a	1.37a	0.87a	0.87a	1.00a	0.87a
		Im.	1.25a	1.37a	0.87a	1.25a	1.25a	1.12a
		Tod.	3.37b	3.12b	2.25b	2.12b	3.37b	1.87b
		Con.	3.87b	3.50b	2.62b	2.37b	3.87b	2.37b

۱- میانگین‌هایی که دارای حروف لاتین یکسان در یک ستون در هر ماه نمونه برداری می‌باشند، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

1- Means followed by the same letter within columns at each sampling month are not significantly different.

گرچه نسبت به شاهد دارای اختلاف معنی داری از نظر تأثیر روی کاهش تعداد حشرات بود، ولی به‌دلیل عدم کارایی کافی از نظر جذب از ریشه، در مقایسه با دو حشره‌کش تیامتوکسام و ایمیداکلوپراید تأثیر مناسبی در کاهش تعداد حشرات نداشته است.

۲- تأثیر تیمارهای حشره‌کش در کاهش تعداد بوته‌های آلوده به ویروس: برای تشخیص آلودگی ویروسی نمونه‌های تهیه شده از کرتچه‌ها، از روش آزمون الایزا و فقط در مورد ردیابی ویروس TSWV از واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به سنجش تعداد بوته‌های آلوده به ویروس در کرتچه‌های آزمایشی در نیمه خرداد و نیمه شهریور سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ در مزرعه آزمایشی فیروزکوه (تهران) و بهار (همدان) نشان داد که واریانس فاکتور اصلی (تیمارهای رقم) در سطح اطمینان ۱٪ معنی دار نبود. به‌عبارت دیگر تعداد بوته‌های آلوده به ویروس، در تیمارهای مختلف رقم (شامل دو رقم اگریا و مارفونا)، اختلاف معنی داری در سطح یک درصد نداشتند (جداول ٤ و ٥). همچنین این نتایج نشان داد که واریانس فاکتور فرعی (تیمارهای حشره‌کش) در سطح اطمینان ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. به عبارت دیگر تعداد بوته‌های آلوده به ویروس، در تیمارهای مختلف حشره‌کش، دارای اختلاف معنی دار در سطح اطمینان یک درصد بودند. در مورد هر یک از ویروس‌های مورد بررسی، نتایج حاصله از مقایسه میانگین تعداد بوته‌های آلوده در هر یک از چهار تیمار حشره‌کش، در جدول ٦ ارائه شده است. بر اساس این نتایج، دو حشره‌کش تیامتوکسام و ایمیداکلوپراید از نظر کاهش تعداد بوته‌های آلوده به ویروس اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۱٪ با یکدیگر ندارند. با این وجود، ترکیب تیامتوکسام موجب کاهش بیشتر تعداد بوته‌های آلوده به ویروس گردید. میانگین تعداد بوته‌های آلوده به ویروس در کرتچه‌های تیمار شده با حشره کش تیودیکارب اختلاف معنی‌داری با میانگین شاهد نداشت. نتایج حاصله از بررسی تعداد بوته‌های آلوده به ویروس در کرتچه‌های تیماری با دو حشره‌کش تیامتوکسام یا ایمیداکلوپراید نشان داد که میزان آلودگی به ویروس‌های AlMV، PVM، PVS و PVY (دارای انتقال ناپایا) در اوایل فصل به نصف و در اواخر فصل به حدود یک سوم کرتچه های شاهد (بدون کاربرد حشره‌کش) کاهش یافته است. همچنین میانگین تعداد بوته‌های آلوده به

PLRV در کرتچه‌های تیمار شده با دو حشره‌کش تیامتوکسام یا ایمیداکلوپراید، حدود چهار برابر نسبت به شاهد کاهش داشت. میانگین تعداد بوته‌های آلوده به TSWV (انتقال توسط تریپس) در کرتچه‌های تیمار شده با دو حشره‌کش یاد شده، نسبت به شاهد تا حدود یک سوم کمتر بود.

میانگین تعداد بوته‌های آلوده به هر یک از ویروس‌های AlMV، PLRV، PVM، PVS، PVY و TSWV در کرتچه‌های شاهد در طی دو سال تکرار آزمایش، در مزرعه آزمایشی فیروزکوه (تهران) به‌ترتیب برابر با ۳/۱۳، ۲/۷۲، ۱/۹۱، ۱/۹٤، ۲/۸٤ و ۲/۰٦ و در مزرعه آزمایشی بهار (همدان) به‌ترتیب برابر ٤/۷۸، ۳/٤۷، ۲/۲۵، ۱/۹۷، ٤/۰٦ و ۱/۱۵ محاسبه گردید. این موضوع نشان دهنده فراوانی نسبتاً بیشتر ویروس‌های AlMV، PLRV، PVM و PVY در مزارع آزمایشی منطقه بهار نسبت به منطقه فیروزکوه می باشد. این در حالی است که در مورد ویروس TSWV وضعیت برعکس بوده و در مورد ویروس PVS، هر دو مزرعه آزمایشی دارای میانگین کل تعداد بوته‌های آلوده یکسانی بودند.

از نظر علائم، غالب بوته‌های آلوده به PVY در مزرعه، دارای نشانه‌های موزاییک و پیسک (mottling) و در برخی موارد فاقد نشانه‌های برگی واضحی بودند. بوته‌های آلوده به AlMV در مزرعه دارای نشانه ابلقی (calico) بوده و گاهاً نشانه‌های برگی واضحی نداشتند. در مورد بوته‌های آلوده به PVM و PVS، در مزرعه نشانه‌های مشخصی قابل مشاهده نبود. برخی از بوته‌های آلوده به PLRV به‌ویژه در رقم مارفونا، دارای نشانه پیچیدگی برگ بوده و در رقم اگریا اغلب بوته‌های آلوده دارای نشانه‌های مشخصی نبودند. بوته‌های آلوده به TSWV دارای لکه‌های نکروز در برگ و ساقه بودند. این لکه‌ها در رقم اگریا محدودتر بودند.

در این تحقیق، شمارش تعداد شته‌ها در کرتچه‌های آزمایشی نشان داد که هر دو حشره‌کش تیامتوکسام و ایمیداکلوپراید توانسته‌اند تعداد شته‌ها را نسبت به شاهد، هم در اوایل فصل و هم در اواخر آن، تا حدود ۳ برابر کاهش دهند. همچنین میزان آلودگی به ویروس‌های AlMV، PVM، PVS و PVY (دارای انتقال ناپایا) در اوایل فصل به نصف و در اواخر فصل به حدود یک سوم کرتچه های شاهد (بدون کاربرد حشره‌کش) کاهش داشت. کاهش میزان

آلودگی مزارع سیب‌زمینی به ویروس‌های PVM و PVY (انتقال بـه روش ناپایـا) بـا اسـتفاده از حشره‌کش‌های سیستمیک، توسط محققان دیگر نیز گزارش شـده اسـت (Gabriel *et al*., 1981). در مورد ویروس PLRV که به طریقه پایا انتقال می‌یابد، تأثیر حشره‌کـش‌هـا در کـاهش میـزان بیماری در مقایسه با ویروس‌های دارای انتقال ناپایا، بیشتر بوده است، به‌طوری کـه بوتـه‌هـای آلوده به PLRV در کرتچه‌های تیمار شده با دو حشره‌کش تیامتوکسام و ایمیداکلوپراید، حـدود چهار برابر نسبت به شاهد کاهش داشته است (جدول ٦). از آنجا که شـته هـا ویـروس PLRV (انتقال به روش پایا) را اکثرا از آوندهای آبکش کسب می‌نمایند، لذا حشره‌کش‌های سیستمیک موجود در این آوندها می‌توانند نـاقلین را قبـل از انتقـال ویـروس از پـا درآورنـد (Powell & Mondor, 1973). از طرف دیگـر، ویـروس‌هـای PVY، PVM، PVS و AlMV (انتقـال بـه روش ناپایا)، توسط شته‌های ناقل از سلول‌های اپیدرمی گیاه آلوده کسب و به سـلول‌هـای مـشابه در میزبان سالم تلقیح می‌گردند و این در حالی است که غلظـت حـشره‌کـش‌هـای سیـستمیک در اپیدرم بسیار کم می‌باشد (Perring *et al*., 1999; Loebenstein *et al*., 2001; Powell, 1991; Powell *et al*., 1992). از اینرو در مورد ویروس‌های PVY، PVM، PVS و AlMV با انتقال ناپایا، استفاده از حشره‌کش‌های سیستمیک در صورتی منجر به کاهش میزان انتقال و در نهایت کاهش میـزان بیماری های ویروسی می‌گردد که علاوه بر دارا بودن خاصیت بـه زمـین انـداختن سـریع و یـا توانایی به ایجاد اختلال در رفتار تغذیه‌ای شته از نظر پـروب نمـودن میزبـان، در غلظـت‌هـای بـسیار کـم نیـز بتوانـد روی ناقـل تـأثیر بگـذارد (Perring *et al*., 1999). هـر دو حـشره‌کـش ایمیداکلوپرایـد و تیامتوکـسام (از گـروه نئونیکوتینوئیـدها) دارای ایـن خـواص مـی‌باشـند (Cox, 2001). شته‌ها در مواجه با برخی حشره‌کش‌ها از جمله ایمیداکلوپراید، بویژه در صـورتی که دوز به کار رفته اندکی کمتر از مقدار مؤثر باشد (دوز زیرکشندگی)، قبل از مرگ خود، رفتار خاصی بصورت بی‌قراری و مهاجرت از محل سکونت قبلی خود نـشان مـی‌دهنـد (Alyokhin *et al*., 2002; Nauen, 1995; Villacarlos, 1987; Woodford, 1992). این رفتار موجب می‌گـردد تـا در صورت کاربرد چنین حشره‌کش‌هایی، بویژه در اواخر فصل کـه پوشـش گیـاهی بوتـه‌هـای سیب‌زمینی، بصورت متراکم و هم‌پوشان در می‌آیند، شته‌های بی‌قرار بتوانند به‌حالت افقی و در

داخل مزرعه، آلودگی های ویروسی (از جمله ویروس های با انتقال ناپایا) را از بوته (های) آلوده، به میزان بیشتری روی بوته‌های سالم مجاور انتقال دهند (Alyokhin *et al.*, 2002). با توجه به این نکات، نتایج بدست آمده در این تحقیق مبنی بر بالا بودن نسبی میانگین تعداد بوته‌های آلوده در کرتچه‌های تیمار شده با ایمیداکلوپراید در مقایسه با کرتچه‌های تیمار شده با تیامتوکسام (با وجود نداشتن اختلاف آماری معنی‌دار) دور از انتظار نمی‌باشد.

در منطقه فیروزکوه که جمعیت شته‌ها کمتر از منطقه بهار همدان می‌باشد، میزان تأثیر و کارآیی کاربرد دو حشره‌کش تیامتوکسام و ایمیداکلوپراید در کاهش میزان بیماری های ویروسی سیب‌زمینی بیشتر بوده است (نمودارهای ۱ تا ٤). این موضوع مجدداً اهمیت انتخاب مناطق مستعد آب و هوایی را که به‌طور طبیعی دارای حداقل جمعیت ناقلین بیماری‌های ویروسی سیب‌زمینی باشند، در تولید غده‌های بذری سالم مورد تأکید قرار می‌دهد (Randall, 1993). هر دو حشره‌کش تیامتوکسام و ایمیداکلوپراید، نسبت به شاهد، توانستند تعداد تریپس‌ها و نیز فراوانی TSWV را کاهش دهند (نمودارهای ۵ تا ۸). تا کنون در مورد کارایی حشره‌کش‌های سیستمیک مانند ایمیداکلوپراید در کاهش فراوانی TSWV در شرایط گلخانه‌ای و نیز مزرعه ای، نتایج متفاوتی گزارش شده است (Groves *et al.*, 2001). McPherson *et al.* (1998) موفقیتی در کاهش فراوانی TSWV در مزارع تیمار شده با ایمیداکلوپراید نداشته‌اند، در حالیکه Pappu *et al.* (2000) با کاربرد این حشره‌کش در مزارع توتون ایالت جورجیا در آمریکا موفق به کاهش TSWV به میزان ۳۰ تا ۵۰ درصد شدند. مشخص شده است که تیمار خردل و فلفل با حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئیدی مانند ایمیداکلوپراید موجب کاهش تعداد و مدت تغذیه تریپس‌ها به ترتیب به میزان ۷۷ و ۹۲ درصد می‌گردد. به نظر می‌رسد، در صورتیکه جمعیت تریپس‌ها بیش از حد زیاد باشد، ایمیداکلوپراید و احتمالاً حشره‌کش‌های نئونیکوتینوئیدی کارآیی خود را در کاهش فراوانی TSWV در شرایط مزرعه‌ای از دست می‌دهند (McPherson *et al.*, 1998;Todd *et al.*, 1996; Groves *et al.*, 2001).

میزان آلودگی به TSWV در اواخر فصل، در مزارع سیب‌زمینی فیروزکوه بیشتر از منطقه همدان بود (جدول ٦). در مناطق دماوند و آبسرد که در مجاورت منطقه فیروزکوه واقع

شده‌اند، مزارع متعددی از کشت‌های گیاهان زینتی و زراعی میزبان TSWV وجود دارد، لذا احتمال انتقال جمعیت‌هایی از تریپس‌های آلوده به TSWV موجود در این مزارع را توسط عوامل جوی به سمت مزارع سیب‌زمینی بذری فیروزکوه، نباید از نظر دور داشت. انتقال تریپس‌ها توسط جریانات هوا تا فاصله ۱۰۰ کیلومتر گزارش شده است (Lewis, 1998).

استفاده از حشره‌کش‌های سیستمیک جذبی از ریشه به‌صورت ضد عفونی غده و نیز اضافه کردن به خاک پای بوته‌ها در زمان خاک‌دهی، نیاز به عملیات سم‌پاشی روی اندام‌های هوایی را برطرف نموده و موجب صرفه‌جویی اقتصادی و افزایش بهداشت زراعی مزرعه می‌گردد. کاهش تردد ادوات سم‌پاشی در مزرعه، در کاهش هزینه‌ها و میزان خطر انتقال عوامل بیمارگر تأثیر مستقیم دارد. نکته مهم دیگر آن است که کاربرد حشره‌کش‌های جدید تیامتوکسام و ایمیداکلوپراید (از گروه neo-nicotinoids) به‌صورت پاششی روی اندام‌های هوایی موجب می‌گردد تا تمام سطح مزرعه شامل گیاهان زراعی و نیز تک بوته‌های علف‌های هرز موجود در بین ردیف‌ها و داخل کانال‌ها، در معرض حشره‌کش قرار گرفته و در نتیجه فشار انتخابی بسیار بالایی برای انتخاب افراد مقاوم به حشره‌کش وارد گردد که در نتیجه، ظهور جمعیت‌های مقاوم آفت در برابر حشره‌کش، بسیار تسریع خواهد شد. به‌عنوان مثال کاربرد پاششی وسیع و غیر اصولی ایمیداکلوپراید در ایالت میشیگان آمریکا موجب شده است تا فقط پس از دو سال از شروع کاربرد این حشره‌کش در این ایالت، جمعیت‌های مقاوم سوسک کلرادو در برابر این آفت‌کش ظاهر شوند (Cox, 2001). از این‌رو استفاده از حشره‌کش‌های سیستمیک جذبی از ریشه مانند تیامتوکسام و ایمیداکلوپراید به‌صورت تیمار ضدعفونی غده و نیز افزودن به پای بوته‌ها در زمان خاک‌دهی، موجب می گردد تا برخی علف‌های هرز موجود در سطح مزرعه، حاشیه پشته‌ها و ردیف‌ها در معرض حشره‌کش قرار نگرفته و در نتیجه فشار انتخابی بالایی روی آفات مستقر در آن ها وارد نگردد. در چنین شرایطی نسل جدید مجددا حساس به آفت‌کش خواهد بود (Dively *et al.*, 1998; Elbert *et al.*, 1996).

برابر اطلاعات موجود، این اولین تحقیق در زمینه کاربرد حشره‌کش‌های سیستمیک جذبی از ریشه به منظور کنترل حشرات ناقل بیماری‌های ویروسی سیب‌زمینی و متعاقباً ارزیابی میزان

کاهش این بیماری‌ها، در مزارع سیب‌زمینی ایران می‌باشد. در این تحقیق مشخص گردید که با استفاده از حشره‌کش‌های سیستمیک جذبی از ریشه به صورت ضد عفونی غده و نیز کاربرد در زمان خاک‌دهی پای بوته‌ها، علاوه بر کاهش جمعیت حشرات ناقل، فراوانی بیماری‌های ویروسی سیب‌زمینی نیز کاهش می‌یابد. بعلاوه با استفاده از حشره‌کش‌های سیستمیک جذبی از ریشه، بدلیل عدم نیاز به محلول‌پاشی حشره‌کش‌ها، نه تنها هزینه‌های مربوط به سم‌پاشی روی اندام‌های هوایی صرفه‌جویی می‌گردد، بلکه این روش، از نظر افزایش بهداشت زراعی، کاهش احتمال انتقال بیماری‌های خاکزی مانند باکتری‌های عامل لهیدگی غده، کاهش بیماری‌های ویروسی با انتقال مکانیکی (مانند PVS و PVX) و نیز کم شدن میزان پخش حشره‌کش‌ها در محیط زیست (بادبردگی) دارای مزیت می‌باشد.

سپاسگزاری

این تحقیق در قالب طرح تحقیقاتی شماره ۰۳۰-۸۰-۱۱-۱۰۰ و در بخش تحقیقات ویروس‌های گیاهی مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور ایران انجام گردیده است. از آقایان مهندس جواد خلقانی (به پاس آموزش و در اختیار قرار دادن نرم‌افزار Mstat)، رضا خاک‌ور (گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز)، تکنسین علیرضا منصوری، کمک تکنسین مهدی افضلی که در انجام این تحقیق نهایت همکاری را داشته‌اند سپاسگزاری می‌شود.

نشانی نگارندگان: دکتر رضا پوررحیم و دکتر شیرین فرزادفر، بخش تحقیقات ویروس‌های گیاهی، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، صندوق پستی ۱٤٥٤، تهران ۱۹۳۹٥، ایران؛ مهندس هرمز سلطانی، مرکز تحقیقات کشاورزی همدان، ایران؛ مهندس علی رضا گل نراقی، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، صندوق پستی ۷۷٥-۱٤٥۱٥، ایران؛ دکتر علی آهون‌منش، گروه بیماری شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.