کارایی تور ضدحشره در کاهش آلودگی توت‌فرنگی به سه آفت مهم و بررسی اثر چند ترکیب زیست-سازگار روی کنه‌ی دولکه‌ای *Tetranychus urticae* K.، در شرایط گلخانه‌ای

لیلا کیانی[۱]، محسن یزدانیان[۲*]، بهرام تفقدی‌نیا[۳] و محمدحسن سرایلو[۴]

[۱] دانشجوی سابق کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

[۲ و ۴] به ترتیب استادیار و دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

[۳] پژوهشگر سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران، ایران.

[*]نویسنده مسئول: mohsenyazdanian@gau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۱۷

چکیده

توت‌فرنگی در میان میوه‌های معتدله یک میوه‌ی بی‌مانند می‌باشد و ایران به دلیل دارا بودن شرایط اقلیمی مناسب می‌تواند با تولید ارگانیک آن به یک تولید و صادرکننده‌ی مهم تبدیل شود. در این تحقیق، امکان استفاده از تور ضدحشره علیه کنه‌ی دولکه‌ای (*Tetranychus urticae*)، تریپس غربی گل (*Frankliniella occidentalis*) و شته‌ی توت فرنگی (*Chaetosiphon fragaefolii*) بررسی شد. آلودگی گلخانه‌های ارگانیک و شاهد به این آفات و نیز عملکرد بوته‌ها و کیفیت (میانگین وزن یک میوه) در گلخانه‌های ارگانیک، شاهد و تجاری به صورت طرح کاملا تصادفی مورد مطالعه قرار گرفت. تاثیر چند ترکیب زیست‌سازگار علیه کنه‌ی دولکه‌ای در قالب طرح کاملا تصادفی و به روش تاگوچی ارزیابی گردید. طبق نتایج، در گلخانه‌ی ارگانیک، میزان آلودگی برگ‌ها به کنه‌ی دولکه‌ای و فراوانی جمعیت تریپس طی یک ماه نمونه‌برداری همواره زیر آستانه‌ی زیان اقتصادی (به ترتیب آلودگی ۲۵ درصد برگچه‌ها به کنه و پنج عدد تریپس در هر گل) قرار داشت ولی در گلخانه‌ی شاهد، میزان آلودگی همواره از آستانه بالاتر بود. فراوانی جمعیت شته‌ی توت‌فرنگی نیز در گلخانه‌ی شاهد همواره از گلخانه‌ی ارگانیک (صفر) بیشتر بود ولی در هر دو گلخانه، فراوانی جمعیت شته زیر آستانه‌ی زیان اقتصادی (۳۰ شته در هر گیاه) قرار داشت. عملکرد در گلخانه‌ی تجاری (۳۱۷/۴ گرم بر بوته) از گلخانه‌ی ارگانیک (۲۱۶/۹ گرم بر بوته) بیشتر بود، ولی از نظر وزن یک میوه بین این دو گلخانه (به ترتیب ۱۲/۱ و ۱۱/۹۱ گرم) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. دو بار استفاده از نیم‌آزال به فاصله‌ی دو روز در غلظت ۱۲۰۰۰ پی‌پی‌ام به میزان ۴۰ میلی‌لیتر برای هر گلدان به خوبی توانست کنه‌ی دولکه‌ای را کنترل کند. با توجه به نتایج، استفاده از تورهای ضدحشره با مش مناسب جهت جلوگیری از ورود این سه آفت به داخل گلخانه، و نیز استفاده از فرمولاسیون‌های تجاری حاوی آزادیراکتین در تولید ارگانیک توت‌فرنگی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات زیست‌سازگار، توت‌فرنگی، تور ضدحشره، تولید ارگانیک، گلخانه.

مقدمه

آفت‌کش‌ها برای افزایش تولید محصولات کشاورزی مزایای غیرقابل انکاری دارند ولی به دلیل وجود بقایای آن‌ها در میوه‌ها و سبزیجات، به عنوان عوامل بالقوه‌ی تهدیدکننده‌ی سلامتی مصرف‌کنندگان مطرح شده‌اند (پودوال و همکاران ۱۹۹۹). برخی پیامدهای قرار گرفتن در معرض حشره‌کش‌ها اغلب میان زنان و کودکان مشاهده می‌شوند. همچنین، در بیماران سرطانی در مقایسه با افراد سالم و در کشاورزان در مقایسه با افراد غیرکشاورز، سطوح بالاتر بقایای آفت‌کش‌های فسفره یافت شده‌اند (مک‌دافی ۱۹۹۴). نگرانی‌های روزافزون درباره‌ی کیفیت پایین مواد غذایی از یک سو و تخریب

زیست‌محیط و مسایل بهداشتی ناشی از کشاورزی رایج از سوی دیگر باعث افزایش پذیرش کشاورزی ارگانیک شده‌اند. تفاوت عمده‌ی مدیریت تلفیقی آفات در دو نظام کشت ارگانیک و رایج، در کنترل شیمیایی است. در کشت ارگانیک حذف کامل یا استفاده‌ی حداقلی از آفت‌کش‌های شیمیایی مد نظر است (یعقوبی و جوادی ۱۳۹۳).

آفات و بیماری‌های متعددی در سراسر جهان خسارت اقتصادی شدیدی را به توت‌فرنگی وارد می‌آورند. بخش‌های مختلف این گیاه از جمله میوه و برگ توسط انواعی از حشرات، قارچ‌ها، ویروس‌ها و نماتدها و حتی جوندگان مورد حمله قرار می‌گیرند و خسارت قابل توجهی به آن‌ها وارد می‌شود (لاموندیا و همکاران ۲۰۰۲، بهنامیان و مسیحا ۱۳۸۴). کنه‌ی دولکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch، یکی از آفات مهم گلخانه‌ای است و تریپس غربی گل *Frankliniella occidentalis* (Pergande) نیز به یکی از مهم‌ترین آفات محصولات زراعی و گلخانه‌ای در سراسر جهان تبدیل شده است (پارِلا و مورفی ۱۹۹۶، هِرون و جیمز ۲۰۰۵، براوتون و هرون ۲۰۰۹). چندین گونه شته در سراسر جهان روی توت‌فرنگی وجود دارند مانند *Aphis gossypii* Glover، *Aphis fabae* Scopoli، *Myzus persicae* (Sulzer) و *Macrosiphum euphorbiae* Thomas (رونـدون و همکاران ۲۰۰۵) ولی متداول‌ترین آن‌ها به جنس *Chaetosiphon* (مانند شته‌ی توت‌فرنگی *Ch. fragaefolii* (Cockerell)) تعلق دارند (بهنامیان و مسیحا ۱۳۸۴).

برای مبارزه با آفات در کشت ارگانیک میوه‌هایی مانند توت‌فرنگی و صیفی‌جاتی مانند خیار و گوجه فرنگی روش‌های مختلفی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، از جمله استفاده از پوشش‌های پلاستیکی تجزیه‌پذیر، انتخاب ارقام مقاوم و گونه‌های شکارگر کارآمد (برگلاند ۲۰۰۷). در برخی موارد مانند مبارزه با تریپس غربی گل، تناوب یکی از جنبه‌های مهم مدیریتی آن ذکر شده است (جیلت- کافمن و همکاران ۲۰۰۹). امکان استفاده از عصاره‌های گیاهی (اسمیت و کریشچیک ۲۰۰۰، توئمینگ و همکاران ۲۰۰۳، بن‌کبلیا ۲۰۰۴، گوئرنا و بورن ۲۰۰۷، هوشیار ۱۳۸۸، لیم و مینالی ۲۰۰۹، موهاپاترا و همکاران ۲۰۰۹، کیانی و همکاران ۲۰۱۲)، تورهای ضدحشره (برلینگر و همکاران ۱۹۹۶، ۲۰۰۲، حنفی و همکاران ۲۰۰۲، ۲۰۰۴، ۲۰۰۷، کمال‌پور ۱۳۸۵، والرا و همکاران ۲۰۰۶، حنفی ۲۰۰۷، هوشیار ۱۳۸۸، مشمولی ۱۳۸۸، کیانی و همکاران ۲۰۱۱، حربی و همکاران ۲۰۱۵، محمد و مدانی ۲۰۱۵، بهارات و پونیت کومار ۲۰۱۶) و تورهای ضدحشره‌ی الکتروستاتیک (تاناکا و همکاران ۲۰۰۸) و الکتریکی (کاکوتانی و همکاران ۲۰۱۲) نیز در امر مبارزه با آفات و بیماری‌ها در کشت ارگانیک سبزیجات و میوه‌های گلخانه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. تورهای ضدحشره ممکن است میکروکلیمای گلخانه را تغییر دهند (بارتزانـاس و همکاران ۲۰۰۵، تئیتل ۲۰۰۶، والرا و همکاران ۲۰۰۶، سیمون و همکاران ۲۰۱۴، حربی و همکاران ۲۰۱۵، لوپز و همکاران ۲۰۱۶). در مواردی مانند استفاده از این تورها در گلخانه‌های گوجه‌فرنگی تونس علیه مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick)، روی پارامترهای رشد گوجه‌فرنگی اثر منفی مشاهده نشد (حربی و همکاران ۲۰۱۵) ولی در مواردی مانند احداث گلخانه در مناطق گرم که وجود تورها می‌تواند میکروکلیمای گلخانه را تغییر دهد، برچیدن آن‌ها به مدت سه روز در هفته توصیه شده است (سیمون و همکاران ۲۰۱۴).

چون توت‌فرنگی محصولی است که بیشتر مصرف تازه‌خوری دارد و در کنترل فعلی آفات و بیماری‌های آن عمدتا از آفت‌کش‌های شیمیایی استفاده می‌شود، در مورد باقیمانده‌ی آفت‌کش‌ها در آن نگرانی‌های زیادی وجود دارد. لذا، در این تحقیق سعی شد تا از طریق تجهیز و اصلاح ساختار گلخانه (کنترل مکانیکی آفات با استفاده از تور ضدحشره، و تعبیه‌ی حوضچه‌ی آب و آهک، اتاقک انتظار و تورهای سبزرنگ)، کارایی آن در جلوگیری از ورود سه آفت مهم توت‌فرنگی به داخل گلخانه ارزیابی شود. همچنین، کارایی چند ترکیب زیست‌سازگار در کنترل کنه‌ی دولکه‌ای مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

شناسایی آفات موجود در گلخانه‌ها

جهت شناسایی شته، تریپس و کنه‌ی موجود بر روی بوته‌های توت‌فرنگی در گلخانه‌های مورد آزمایش، این

آفات از روی بوته‌ها جمع‌آوری شدند. تریپس و شته توسط دکتر کامبیز مینایی (گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه شیراز) شناسایی شدند و کنه‌ی تارتن نیز با استفاده از کلید ژانگ (۲۰۰۳) شناسایی گردید. گونه‌های جمع‌آوری شده شامل تریپس غربی گل، شته‌ی توت‌فرنگی و کنه‌ی دولکه‌ای بودند.

محل اجرای آزمایش‌ها

این تحقیق در دو گلخانه آزمایشی یک‌طرفه هر یک به مساحت ۱۶۰ مترمربع واقع در سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران (مجتمع تحقیقاتی عصر انقلاب واقع در کیلومتر ۱۵ جاده‌ی شهریار) انجام شد. یکی از گلخانه‌ها به عنوان گلخانه‌ی ارگانیک و دیگری به عنوان گلخانه‌ی شاهد در نظر گرفته شد. مدیریت ساختار و تجهیزات گلخانه از عوامل موفقیت در کشت ارگانیک می‌باشند. به همین منظور، یک گلخانه به عنوان گلخانه‌ی ارگانیک به روش زیر به تور ضدحشره‌ی مناسب، حوضچه‌ی آب و آهک، اتاقک انتظار و تورهای سبزرنگ مجهز شد. نصب توری برای جلوگیری از ورود آفات به داخل گلخانه به ویژه از پنجره‌ها و منافذ پشت فن‌ها هم انجام گردید. بدین منظور، تورهای ۲۳×۱۳ (تار و پود در سانتی‌متر مربع) برای پشت فن‌ها دوخته و نصب گردیدند. همچنین، پنجره‌های گلخانه به طور سراسری از بیرون با این تور پوشانده شدند. تعبیه‌ی اتاقک انتظار در ابتدای ورود به گلخانه، به دلیل عدم وارد آمدن شوک دمایی به بوته‌های کشت شده در ورودی گلخانه و جلوگیری از جریان مستقیم هوا و ورود آفات به داخل گلخانه می‌باشد. به منظور کاهش نور ورودی به گلخانه با هدف کنترل و کاهش دمای آن، تور سبز به عرض ۲/۵ متر بر روی سقف گلخانه نصب گردید. تور سبز نسبت ۶۰ به ۴۰ داشت (به معنی عبور دادن ۶۰ درصد نور خورشید و جذب ۴۰ درصد آن). در کنار گلخانه‌ی ارگانیک، گلخانه‌ی دیگری به عنوان گلخانه‌ی شاهد (با شرایطی مشابه گلخانه‌های سنتی، بدون رعایت اصول بهداشتی و تور ضدحشره و تور سبز) در نظر گرفته شد. رطوبت نسبی، دما و فتوپریود در گلخانه‌های مورد آزمایش به ترتیب ۱۰±۶۰ درصد، ۳± ۲۴ درجه‌ی سلسیوس و ۱۴ ساعت روشنایی به ۱۰ ساعت تاریکی بودند.

کاشت بوته‌ها

نشاهای توت‌فرنگی در گلخانه در بستر تجمعی با استفاده از مخلوطی از پرلیت، پیت‌ماس و کوکوپیت (پوست نارگیل) به نسبت مساوی کاشته شدند (رفیعی کرهرودی و اکبرزاده ۱۳۸۶). برای کاشت، ۷۰۰ نشای توت‌فرنگی از گونه *Fragaria ananassa* Duchesne رقم Selva تهیه شد. در هر یک از ۲۰۰ گلدان بزرگ (به قطر دهانه‌ی ۳۰ و ارتفاع ۲۶ سانتی‌متر) تهیه شده سه تا چهار عدد نشا قرار داده شد. از گلدان‌های کشت شده، ۵۰ گلدان در گلخانه‌ی شاهد در دو ردیف و ۱۵۰ گلدان در گلخانه‌ی ارگانیک در چهار ردیف قرار داده شدند.

درصد آلودگی بوته‌ها به شته‌ی توت‌فرنگی، تریپس غربی گل و کنه‌ی دولکه‌ای

درصد آلودگی بوته‌ها به شته‌ی توت‌فرنگی، تریپس غربی گل و کنه‌ی دولکه‌ای در گلخانه‌های شاهد و ارگانیک طی ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد (در زمان اوج فعالیت این آفات) ارزیابی شد. بدین منظور، هفته‌ای دو مرتبه در هر یک از گلخانه‌های ارگانیک و شاهد ۱۰ گلدان به طور تصادفی انتخاب شدند. برای تعیین میانگین تعداد شته‌ها، در هر گلدان یکی از بوته‌ها (پُربرگ‌ترین بوته) انتخاب و تعداد شته‌های آن شمارش گردید. آمارگیری از جمعیت شته‌ها در زمان اوج فعالیت آن‌ها از ۱۵ فروردین طی یک ماه با هشت بار نمونه‌برداری انجام شد. شمارش فراوانی جمعیت تریپس‌ها در اردیبهشت ماه به مدت یک ماه در هشت بار نمونه‌گیری بدین ترتیب انجام شد که پس از انتخاب تصادفی گلدان‌ها، سه گل جوانِ بالایی (دارای گلبرگ‌های تازه) هر گلدان انتخاب شدند و تعداد تریپس‌ها پس از تکاندن گل‌ها شمارش و میانگین آن‌ها در گل‌ها ثبت گردید. آمارگیری از میزان آلودگی گلخانه به کنه‌ی دولکه‌ای به مدت یک ماه در خرداد انجام شد. برای تعیین درصد آلودگی گلدان‌ها، تعداد کل برگ‌ها و تعداد

برگ‌های آلوده به کنه (برگ‌های دارای تار) در هر گلدان شمارش شد.

عملکرد و کیفیت میوه

برای مقایسه‌ی میزان عملکرد در گلخانه‌های ارگانیک و شاهد، و نیز گلخانه‌ای تجاری (واقع در شهرک گلخانه‌ای هشتگرد؛ گلخانه‌ای با تجهیزات مدرن و مدیریت آفات به روش شیمیایی مرسوم)، طی دوره‌ی حداکثر باردهی بوته‌ها در اردیبهشت ماه، ۱۰ گلدان به طور تصادفی از هر گلخانه انتخاب شدند. به مدت یک ماه، میوه‌های رسیده هفته‌ای دو مرتبه چیده و بر حسب گرم وزن می‌شدند. برای ارزیابی کیفیت میوه (میانگین وزن یک میوه بر حسب گرم)، طی دوره‌ی باردهی بوته‌ها و در سه نوبت، ۲۰ گلدان به صورت تصادفی از هر گلخانه انتخاب و میوه‌های رسیده به صورت جداگانه بر حسب گرم توزین شدند.

کارایی ترکیبات زیست‌سازگار علیه کنه‌ی دولکه‌ای

به دلیل پایین‌تر بودن تراکم جمعیت شته‌ی توت‌فرنگی در گلخانه‌ها از آستانه‌ی زیان اقتصادی (۳۰ عدد شته در هر گیاه) (بهنامیان و مسیحا ۱۳۸۴)، آزمایش‌های ارزیابی کارایی ترکیبات زیست‌سازگار برای کنترل این شته انجام نشدند. نتایج مربوط به کارایی این ترکیبات روی تریپس غربی گل نیز توسط نویسندگان منتشر شده‌اند (کیانی و همکاران ۲۰۱۲). آستانه‌ی زیان اقتصادی برای این تریپس بر روی توت فرنگی پنج عدد تریپس در هر گل بیان شده است (بهنامیان و مسیحا ۱۳۸۴). برای کنترل کنه‌ی دولکه‌ای از عصاره‌های گیاهی شامل روغن درخت نیم یا چریش (فرمولاسیون تجاری نیم‌آزال EC1% حاوی آزادیراکتین، محصول شرکت Trifolio-M آلمان)، عصاره‌ی تنباکو، عصاره‌ی سیر (فرمولاسیون تجاری سیرینول، ساخت شرکت کیمیا سبزآور ایران) و صابون حشره‌کش و کنه‌کش (فرمولاسیون تجاری پالیزین، ساخت شرکت کیمیا سبزآور ایران) استفاده شد. برای تهیه‌ی عصاره‌ی تنباکو، ۲۵۰ گرم برگ خشک تنباکو در چهار لیتر آب خیسانده و پس از ۲۴ ساعت صاف گردید. پیش از اسپری کردن، ۳۰ گرم صابون مایع به ازای هر پنج لیتر به محلول اضافه شد (فوسایر ۲۰۰۸، مشمولی ۱۳۸۸، مورالی و کندرا ۲۰۱۰). آزمایش به صورت طرح فاکتوریل چهار عاملی به روش تاگوچی انجام شد. عامل‌های نوع حشره‌کش زیست‌سازگار در چهار سطح (نیم‌آزال، پالیزین، عصاره‌ی تنباکو و سیرینول)، غلظت حشره‌کش‌ها در چهار سطح (جدول ۱)، حجم مصرف در دو سطح (۲۰ و ۴۰ میلی‌لیتر در هر گلدان)، و دفعات محلول‌پاشی در دو سطح (یک و دو بار محلول‌پاشی) مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۲). با توجه به تعداد فاکتورهای انتخاب شده و سطوح آن‌ها، با استفاده از نرم‌افزار Minitab آرایه متعامد ۱۶ تایی (L_{16}) تعیین گردید (جدول ۳). پاسخ اندازه‌گیری شده در این آزمایش، میانگین درصد کنترل آلودگی برگ‌های توت‌فرنگی به کنه‌ی دولکه‌ای بود. این آزمایش‌ها در قالب طرح تاگوچی با ۱۷ تیمار (۱۶ تیمار حشره‌کش و یک شاهد) و سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای شاهد انجام شدند.

پیش از محلول‌پاشی، ابتدا میزان آلودگی به کنه‌ی دولکه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. برای این که سمپاشی توجیه اقتصادی داشته باشد، میزان آلودگی باید به بالاتر از آستانه‌ی زیان اقتصادی برسد. از این رو، تمامی محلول‌پاشی‌ها هنگامی انجام شدند که جمعیت آفت بالاتر از آستانه بود. آستانه‌ی زیان اقتصادی برای کنه‌ی دولکه‌ای عبارت است از آلودگی ۲۵ درصد برگچه‌ها به یک یا تعداد بیشتری کنه. این آستانه اقتصادی مشابه وجود میانگین پنج عدد کنه در هر برگچه است (مک‌کامانت ۲۰۰۷). درصد آلودگی به کنه در ۳۰ گلدان به روش نسبت برگ‌های آلوده به کل برگ‌های گلدان محاسبه شد. جهت انجام آزمایش‌ها، هر یک از محلول‌ها در غلظت‌های مورد بررسی تهیه شدند.

ابتدا ۵۱ عدد گلدان آلوده به کنه در گلخانه شناسایی و جداسازی شدند و هر گلدان به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد. از این رو، هر سه گلدان مربوط به یک آزمایش در کنار هم و به فاصله‌ی دو متر از گلدان‌های مربوط به آزمایش دیگر قرار گرفتند. سپس، گلدان‌ها بر اساس شرایط آزمایشی تعیین‌شده محلول‌پاشی شدند. سه گلدان از گلدان‌های آلوده به کنه نیز به عنوان شاهد

در نظر گرفته شدند. در آزمایش‌هایی که به دو بار محلول‌پاشی نیاز بود، دومین محلول‌پاشی به فاصله دو روز پس از پاشش اول انجام شد. ۷۲ ساعت پس از محلول‌پاشی دوم، تعداد برگ‌های آلوده به کنه در هر گلدان شمارش و ثبت گردید. همچنین، برای بررسی کارایی شرایط بهینه‌ی تعیین‌شده، این شرایط در سه تکرار در گلخانه‌ی شاهد مورد آزمایش قرار گرفتند.

جدول ۱- سطوح غلظت حشره‌کش‌های زیست‌سازگار مورد استفاده برای ارزیابی کارایی آن‌ها در کنترل کنه‌ی دولکه‌ای.

نوع حشره‌کش	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ۴
نیم‌آزال	۳۰۰۰ ppm	۶۰۰۰ ppm	۹۰۰۰ ppm	۱۲۰۰۰ ppm
پالیزین	۱۵۰۰ ppm	۳۰۰۰ ppm	۴۵۰۰ ppm	۶۰۰۰ ppm
عصاره‌ی تنباکو	۶۲/۵ گرم بر لیتر	۱۲۵ گرم بر لیتر	۱۸۷/۵ گرم بر لیتر	۲۵۰ گرم بر لیتر
سیرینول	۲۰۰۰ ppm	۴۰۰۰ ppm	۶۰۰۰ ppm	۸۰۰۰ ppm

جدول ۲- فاکتورها و سطوح آن‌ها در آزمایش کنترل کنه‌ی دولکه‌ای با استفاده از روش طراحی آزمایش تاگوچی.

فاکتور	نوع فاکتور	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ۴
۱	نوع حشره‌کش	نیم‌آزال	صابون حشره‌کش	عصاره‌ی تنباکو	سیرینول
۲	غلظت حشره‌کش	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ۴
۳	حجم مصرف	۲۰ سی‌سی	۴۰ سی‌سی	-	-
۴	تعداد دفعات محلول‌پاشی	۱	۲	-	-

جدول ۳- توزیع سطوح فاکتورها در ۱۶ آزمایش (آرایه‌ی متعامد ۱۶ تایی، L_{16}) به روش تاگوچی به منظور ارزیابی کارایی حشره‌کش‌های زیست‌سازگار علیه کنه‌ی دولکه‌ای.

شماره‌ی آزمایش	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
سطح حشره‌کش	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۳	۳	۳	۳	۴	۴	۴	۴
سطح غلظت	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴
سطح حجم مصرف	۱	۱	۲	۲	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۲	۲	۱	۱
سطح تعداد دفعات محلول‌پاشی	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۱	۱

تجزیه و تحلیل‌های آماری

داده‌های مربوط به میزان آلودگی گلخانه‌ها به کنه‌ی دولکه‌ای، تریپس غربی گل و شته‌ی توت‌فرنگی به دلیل نرمال نبودن با استفاده از تبدیل جذری نرمال شدند. مقایسه‌ی جمعیت‌های آفات در گلخانه‌های شاهد و ارگانیک به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۱۶ تیمار و ۱۰ تکرار مورد ارزیابی گرفت. داده‌های مربوط به درصد آلودگی با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و داده‌های طرح تاگوچی با نرم‌افزارهای Qualitek نسخه‌ی ۴ و Minitab نسخه‌ی ۱۴ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. کلیه‌ی مقایسه‌ی میانگین‌ها به روش آزمون توکی در سطح احتمال یک درصد انجام شدند.

نتایج و بحث

درصد آلودگی بوته‌ها به سه آفت

میـزان آلـودگی بوتـه‌هـای تـوت‌فرنگـی بـه شـته‌ی توت‌فرنگی در تمـام طـول نمونـه‌بـرداری بـدون اخـتلاف معنـی‌دار ($F_{7,144}$=۰/۶۵ ؛P >۰/۰۵) ولـی در دو گلخانـه دارای اخـتلاف معنـی‌دار ($F_{1,144}$=۲۰۸/۲۷ ؛P=۰/۰۰۰۰) بـود. بیشـترین میـانگین آلـودگی بوتـه‌هـا بـه شـته‌ی توت‌فرنگی در گلخانه‌ی شاهد در تـاریخ یکـم اردیبهشت (۳/۲ عدد شته در هر بوته) مشاهده شد در حـالی کـه در گلخانه‌ی ارگانیک هیچ گونه آلودگی به این آفـت مشـاهده نشد. در تمام طول نمونه‌برداری، میزان آلودگی بـه شـته در گلخانه‌ی شاهد از گلخانه‌ی ارگانیک (با میـزان صـفر) بـه طـور معنـی‌داری بیشـتر بـود. در هـر دو گلخانـه‌ی ارگانیـک و شـاهد و در تمـام طـول نمونـه‌بـرداری، میانگین‌های آلودگی به شته زیر آستانه‌ی زیان اقتصادی (حدود ۳۰ شته در هر گیاه) قرار داشتند (شکل ۱، الف).

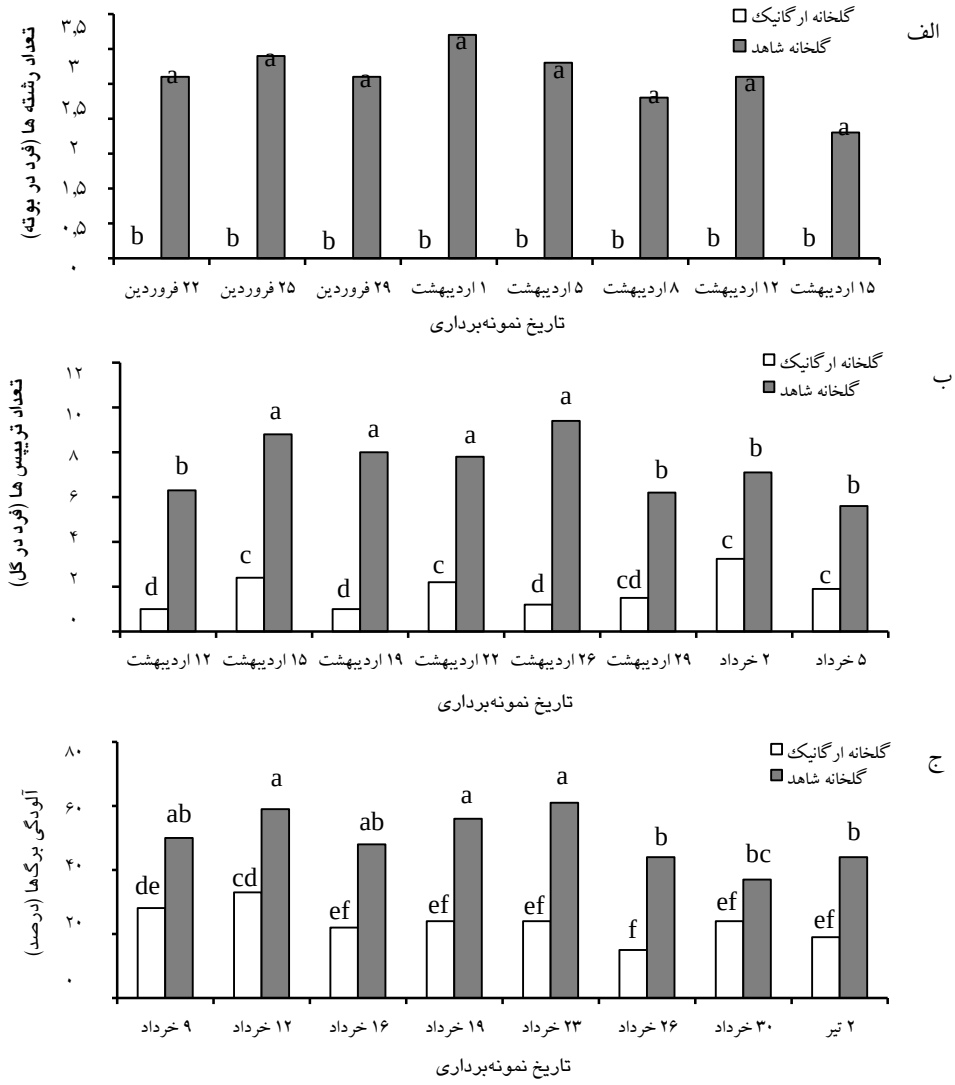
میزان آلودگی گل‌ها به تریپس غربی گل نیـز در تمـام طـول نمونـه‌بـرداری بـدون اخـتلاف معنـی‌دار (P>۰/۰۵؛ $F_{7,144}$=۰/۸۸) ولـی در دو گلخانـه بـه طـور معنـی‌داری متفاوت بود (P= ۰/۰۰۰۰؛ $F_{1,144}$=۱۰۴/۱۰). در تمام طـول نمونـه‌بـرداری، میـانگین درصـد آلـودگی بـه تـریپس در گلخانـه‌ی شـاهد از گلخانـه‌ی ارگانیـک بیشـتر بـود. در گلخانـه‌ی ارگانیـک و در طـول نمونـه‌بـرداری، درصـد آلودگی به تریپس زیر آستانه‌ی زیان اقتصادی (پنج عـدد تریپس در هر گل) قرار داشت در حـالی کـه در گلخانـه‌ی شاهد و در طول یک ماه نمونه‌برداری، میزان آلـودگی از آستانه بالاتر بود (شکل ۱، ب).

میزان آلودگی برگ‌های توت‌فرنگی به کنه‌ی دولکـه‌ای بسته به زمـان (P=۰/۰۲۸۶؛ $F_{7,144}$=۲/۳۲) و نـوع گلخانـه (P=۰/۰۰۰۰؛ $F_{1,144}$=۹۶/۱۲) متفاوت بود. تقریبـا در تمـام مـوارد، میـانگین‌هـای مربـوط بـه گلخانـه‌ی شـاهد از میانگین‌های گلخانه‌ی ارگانیک بیشتر بودند (شـکل ۱، ج). در گلخانه‌ی ارگانیک به جز در تاریخ‌های ۹ و ۱۲ خـرداد ماه (با میانگین درصد آلودگی بـه ترتیـب ۲۸/۱ و ۳۲/۹۷ درصـد)، میـزان آلـودگی همـواره زیـر آسـتانه‌ی زیـان اقتصادی (آلـودگی ۲۵ درصـد برگچـه‌هـا بـه کنـه) قـرار داشت در حالی که در گلخانـه‌ی شـاهد و در تمـام طـول نمونه‌برداری، میزان آلودگی از آستانه بالاتر بود.

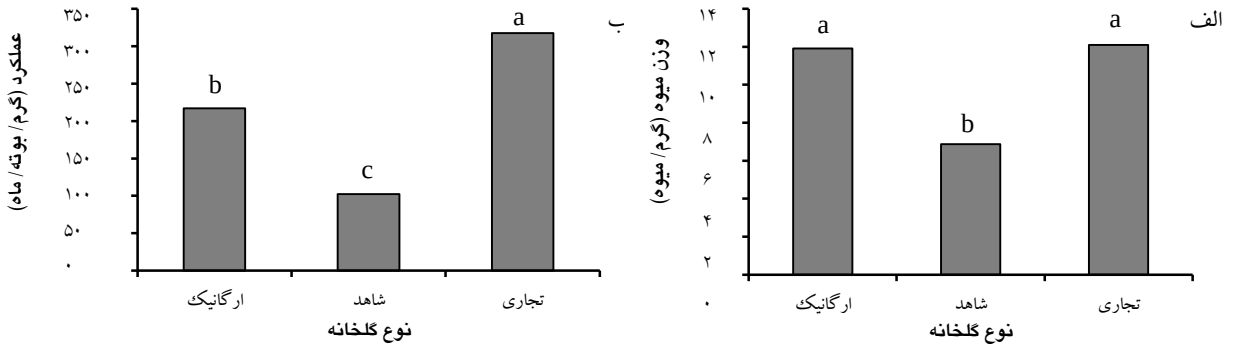
مقایسه‌ی درصـد آلـودگی تـوت‌فرنگـی بـه سـه آفـت نشان داد که فراوانی جمعیت این آفات در گلخانه‌ی شاهد از گلخانه‌ی ارگانیک بیشتر بود. نتایج نشان دادند کـه بـا اعمال روش‌های به کار گرفته شده در گلخانه‌ی ارگانیـک (شـامل تجهیـز و اصـلاح سـاختار گلخانـه ماننـد نصـب تورهای ضدحشره برای پنجره‌ها، پشت فن‌های گلخانه و تعبیه‌ی اتاقک انتظار)، بین میانگین آلودگی به سه آفت در تیمارهای ارگانیـک و شـاهد اخـتلاف معنـی‌داری وجـود دارد. بنابراین، می‌توان گفت که تجهیز و اصـلاح سـاختار گلخانه می‌تواند در کاهش ورود جمعیت‌های این آفات بـه داخل گلخانه و از ایـن رو در حفاظـت از محصـول نقـش موثری داشته باشد. نتایج حاصل از این بررسی با نتـایج کمـال‌پـور (۱۳۸۵) و هوشـیار (۱۳۸۸) مطابقـت دارنـد. مطالعه‌ی انجام شده در مورد کشت ارگانیک خیار نشـان داد که با نصب تـور ضدحشـره ۲۳×۱۳، جمعیـت آفـاتی مانند حشرات کامل سفیدبالک‌هـا و مگـس‌هـای مینـوز، و نیز تعداد برگ‌های آلوده بـه شـته در گلخانـه‌ی ارگانیـک زیـر آسـتانه‌ی زیـان اقتصـادی قـرار گرفـت (کمـال‌پـور ۱۳۸۵). همچنـین، کنـه‌ی دولکـه‌ای در کشـت ارگانیـک گوجـه‌فرنگـی بـا رعایـت اصـول بهداشـتی در گلخانـه، استفاده از تور ضدحشره و آفتاب‌دهی خاک کنتـرل شـد (هوشیار ۱۳۸۸). هوشـیار (۱۳۸۸) جمعیـت آفـاتی ماننـد سـفیدبالک گلخانـه *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)، مگـس مینـوز *Liriomyza trifolii* (Burgess) و کنـه‌ی دولکـه‌ای را بـا نصـب تـورهـای ضدحشره در گلخانه گوجه‌فرنگی کنترل کرد.

گلخانه‌های مجهز بـه تـور ضدحشـره کـه بـه عنـوان موانع مکانیکی در برابر ورود حشرات عمل مـی‌کننـد، در بسیاری موارد کنترل موثری را نشان داده‌اند. این تورهـا بایستی پیش از کاشت در گلخانـه نصـب گردنـد و حتـی کوچک‌ترین منافذ نیز برای ممانعت از ورود آفات باید به طور کامل پوشـانده شـوند (برلینگـر و همکـاران ۱۹۹۶). روشن است که اندازه‌ی سوراخ‌ها در تور، بسته بـه آفـت هدف، باید از اندازه‌ی حشـره کوچـک‌تـر باشـد (حنفـی و همکـاران ۲۰۰۷). از نمونـه‌هـای موفـق کنتـرل آفـات بـا استفاده از تور می‌تـوان بـه تحقیقـات حنفـی و همکـاران (۲۰۰۲، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۷) و حنفی (۲۰۰۷) اشـاره کـرد. بـر اساس نتـایج بـه دسـت آمـده، تفـاوت چشـمگیر درصـد آلودگی در دو گلخانه نشان می‌دهد که کاهش دادن ورود

آفات به داخل گلخانه با هر روشی از جمله استفاده از روش‌های ارگانیک (مانند نصب تورهای ضدحشره و رعایت اصول بهداشتی در گلخانه) به کاهش آلودگی بوته‌ها و در نتیجه حفاظت از محصولات گلخانه‌ای منجر خواهد شد.



شکل ۱- میزان آلودگی بوته‌های توت‌فرنگی به شته‌ی توت‌فرنگی (الف)، میزان آلودگی گل‌های توت‌فرنگی به تریپس غربی گل (ب) و درصد آلودگی برگ‌های توت‌فرنگی به کنه‌ی دولکه‌ای (ج) در گلخانه‌های ارگانیک و شاهد.



شکل ۲- میانگین وزن یک میوه‌ی توت‌فرنگی (الف) و میانگین عملکرد یک‌ماهه بوته‌ها (ب) در گلخانه‌های ارگانیک، شاهد و تجاری.

عملکرد یک بوته و کیفیت میوه

میزان عملکرد یک بوته در گلخانه‌های ارگانیک، شاهد و گلخانه تجاری دارای اختلاف معنی‌دار بود ($F_{2,29}$=۳۳۰/۸۶ ؛P=۰/۰۰۰۰). میانگین عملکرد یک ماهه در گلخانه‌های ارگانیک، شاهد و تجاری به ترتیب ۲۱۶/۹، ۱۰۲/۲ و ۳۱۷/۴ گرم بر بوته بود که با هم اختلاف معنی‌داری داشتند (شکل ۲، ب). همچنین، بین کیفیت (میانگین وزن یک میوه) در گلخانه‌های ارگانیک، شاهد و تجاری اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (P=۰/۰۰۰۱؛ $F_{2,59}$= ۵۱/۴۴). میانگین وزن یک میوه در گلخانه‌های ارگانیک، شاهد و تجاری به ترتیب ۱۱/۹۱، ۶/۸۷۸ و ۱۲/۱ گرم بود (شکل ۲، الف). از نظر کیفیت، بین گلخانه‌های ارگانیک و تجاری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

مقایسه‌ی عملکرد بوته‌ها و متوسط وزن یک میوه در گلخانه‌های ارگانیک، شاهد و تجاری نشان داد که با وجود اختلاف معنی‌دار بین عملکرد گلخانه‌های ارگانیک و تجاری، در کیفیت محصول (متوسط وزن یک میوه) بین این دو گلخانه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج حاصل از این بررسی با نتایج ماسیت و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارند. آن‌ها در تحقیقات مزرعه‌ای خود روی پنج رقم توت‌فرنگی (Sweet Charlie، Redlands Hope، Kabarla، Festival و Camarosa) نشان دادند که بین میزان تولید محصول این ارقام در کشت‌های ارگانیک و متداول تفاوت معنی‌داری وجود داشت. این تفاوت از حدود ۲۱ درصد در رقم Camarosa تا ۲۹ درصد در رقم Sweet Charlie مشاهده شد. به طور کلی، عملکرد این ارقام در کشت متداول نسبت به ارگانیک بیشتر بود. ارقام Hope Redlands، Camarosa و Kabarla در هر دو سامانه‌ی کشت بیشترین میانگین وزن یک میوه را داشتند. با وجود این، در متوسط وزن یک میوه در ارقام مورد بررسی بین دو سامانه‌ی کشت ارگانیک و متداول تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (ماسیت و همکاران ۲۰۰۷). نتایج چند تحقیق دیگر (گلیسمن و همکاران ۱۹۹۶، پالوماکی و همکاران ۲۰۰۲، ابوزهرا و تحبوب a,b ۲۰۰۸) نیز نشان دادند که توت‌فرنگی در کشت ارگانیک در مقایسه با کشت متداول محصول کمتری تولید کرد. در یک بررسی، متوسط وزن یک میوه به جای نوع سامانه‌ی کشت (کشت ارگانیک و متداول)، به نوع رقم و دما بستگی داشت (هورتینسکی و همکاران ۱۹۹۴). تحقیقات سایر محققان نیز نشان داده که بین میانگین وزن یک میوه تحت کشت ارگانیک و متداول تفاوتی وجود نداشت (بیرکلند و همکاران ۲۰۰۲، ابوزهرا و تحبوب a ۲۰۰۸). لذا، به نظر می‌رسد که واکنش توت فرنگی از نظر عملکرد و کیفیت میوه تحت شرایط متفاوت کشت‌های ارگانیک و متداول، مشابه می‌باشد. برگلاند (۲۰۰۷) استفاده از ارقام مقاوم به آفات، گیاهان سالم، گونه‌های شکارگر کارآمد در کنترل کنه‌های آفت و نیز استفاده از پوشش‌های پلاستیکی تجزیه‌پذیر را در جهت نیل به تولید ارگانیک توت‌فرنگی توصیه کرده است.

کارایی ترکیبات زیست‌سازگار علیه کنه‌ی دولکه‌ای

نتایج ۱۶ آزمایش در جدول ۴ نشان داده شده‌اند. میانگین درصد کنترل آلودگی در تیمار شاهد ۴۲/۵۳- درصد بود (به معنی افزایش آلودگی برگ‌ها به کنه با گذشت زمان). تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش آنالیز استاندارد بر اساس میانگین داده‌ها انجام شد و نوع هدف مورد نظر به روش "داده‌ی بزرگ‌تر بهتر است"، تعیین گردید. بر اساس نتایج ۱۶ آزمایش درج شده در جدول ۴، میزان واریانس، درصد تاثیر هر فاکتور و خطای آزمایش در جدول ۵ نشان داده شده‌اند.

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که نوع حشره‌کش بیشترین واریانس (MS) را داشت، به عبارتی با تغییر نوع حشره‌کش آلی، در کنترل کنه‌ی دولکه‌ای تغییر قابل توجهی حاصل می‌گردد. پس از آن، فاکتور حجم مصرف حشره‌کش بیشترین واریانس را داشت و با تغییر حجم مصرف در کنترل این آفت تغییر قابل توجهی مشاهده شد. فاکتورهای دفعات محلول‌پاشی و غلظت حشره‌کش به ترتیب کمترین واریانس را داشتند، به این معنی که با تغییر سطوح این دو فاکتور در کنترل کنه‌ی دولکه‌ای تغییر قابل توجهی ایجاد نخواهد گردید.

برای محاسبه‌ی میانگین اثر فاکتورها در هر سطح، تمام نتایج مربوط به هر فاکتور در یک سطح با هم جمع و بر تعداد آن تقسیم شدند. برای برآورد اثر اصلی هر

فاکتور نیز اختلاف بین میانگین اثر دو سطح هر فاکتور محاسبه گردید. با توجه به جدول ۶ و نوع هدف (داده‌ی بزرگ‌تر بهتر است)، فاکتور نوع حشره‌کش آلی در سطح اول (نیم‌آزال) بیشترین تاثیر و به ترتیب در سطوح دوم (پالیزین)، چهارم (سیرینول) و سوم (عصاره‌ی تنباکو) کمترین تاثیر را علیه کنه‌ی دولکه‌ای داشت. فاکتور غلظت نیم‌آزال در سطح چهارم (۱۲۰۰۰ پی‌پی‌ام) بیشترین تاثیر و به ترتیب در سطوح سوم (۹۰۰۰)، دوم (۶۰۰۰) و اول (۳۰۰۰ پی‌پی‌ام) کمترین تاثیر را دارا بود. فاکتورهای حجم مصرف و تعداد دفعات محلول‌پاشی در سطح دوم (به ترتیب ۴۰ میلی‌لیتر و دو بار) بیشترین و در سطح اول (به ترتیب ۲۰ میلی‌لیتر و یک بار) کمترین تاثیر را داشتند.

جدول ۴- میانگین نتایج حاصل از ۱۶ آزمایش (سه تکرار) برای ارزیابی کارایی حشره‌کش‌های زیست‌سازگار علیه کنه‌ی دولکه‌ای.

شماره‌ی آزمایش	درصد کنترل	شماره‌ی آزمایش	درصد کنترل	شماره‌ی آزمایش	درصد کنترل	شماره‌ی آزمایش	درصد کنترل
۱	۵۷/۱۴	۵	۶۳/۸۹	۹	۳۳/۳۳	۱۳	۲۴/۰۷
۲	۶۱/۱۱	۶	۴۲/۲۲	۱۰	۴۷/۲۷	۱۴	۳۸/۸۹
۳	۸۳/۵۵	۷	۲۷/۳۷	۱۱	۳۰/۹۵	۱۵	۵۱/۴۷
۴	۷۷/۴۰	۸	۶۱/۱۱	۱۲	۲۶/۹۵	۱۶	۳۰/۲۸

جدول ۵- تجزیه واریانس (بر اساس میانگین) داده‌های مربوط به میزان کارایی حشره‌کش‌های زیست‌سازگار علیه کنه‌ی دولکه‌ای.

فاکتور	df	SS	MS	F-value	P-value	درصد تاثیر
نوع حشره‌کش آلی	۳	۳۱۷۰/۱۸	۱۰۵۶/۷۳	۳/۸۹	۰/۰۶۳	۹۶/۳۹۱
غلظت	۳	۴۳/۹۵	۱۴/۶۵	۰/۰۵	۰/۹۸۲	۱/۳۳۶
حجم مصرف	۱	۵۲/۵۰	۵۲/۵۰	۰/۱۹	۰/۶۷۴	۱/۵۹۶
تعداد دفعات محلول‌پاشی	۱	۲۲/۲۱	۲۲/۲۱	۰/۰۸	۰/۷۸۳	۰/۶۷۵
خطای باقیمانده	۷	۱۹۰۲/۲۳	۲۷۱/۷۵	–	–	۰/۰۰۲
کل	۱۵	۵۱۹۱/۰۸				۱۰۰/۰۰

بر اساس نتایج ۱۶ فقره آزمایش جدول ۴ و نیز جدول ۶، شرایط بهینه برای کنترل کنه‌ی دولکه‌ای مشخص گردیدند. نتایج ارایه شده در جدول ۷ نشان می‌دهند که با استفاده از نیم‌آزال در غلظت ۱۲۰۰۰ پی‌پی‌ام به میزان ۴۰ میلی‌لیتر برای هر گلدان در دو نوبت، مناسب‌ترین شرایط برای کنترل کنه‌ی دولکه‌ای ایجاد گردید. میانگین درصد کنترل آلودگی برگ‌های توت‌فرنگی به کنه‌ی دولکه‌ای در اثر استفاده از شرایط بهینه ۷۲/۴۲ و در اثر عدم استفاده از آن ۴۲/۵۳- درصد (به معنی افزایش درصد آلودگی) بود که بین آن‌ها اختلاف قابل توجهی وجود داشت. به دلیل قابل توجه و مشهود بودن اختلاف بین دو میانگین از t-test استفاده نگردید (شکل ۳).

نتایج ارزیابی کارایی حشره‌کش‌های زیست‌سازگار علیه کنه‌ی دولکه‌ای نشان داد که نیم‌آزال به خوبی توانست این کنه را کنترل کند. عصاره‌ی گیاه چریش با بیش از ۳۰۰ ترکیب شناخته شده، بر فیزیولوژی و رفتار طیف وسیعی از حشرات، کنه‌ها و نماتدها موثر است (مونتس- مولینا و همکاران ۲۰۰۸). روغن چریش می‌تواند باعث مرگ و میر بیش از ۸۰ درصدی کنه‌ی دولکه‌ای (کلوید و همکاران ۲۰۰۹) و تریپس غربی گل (توئمینگ و همکاران ۲۰۰۳) شود و صابون‌های حشره‌کش، روغن‌های گیاهی و فراورده‌های عصاره‌ی

چریش کنه‌کش‌هایی قابل قبول در تولید ارگانیک توت‌فرنگی بیان شده‌اند (گوئرنا و بورن ۲۰۰۷). همچنین، مشخص شده است که عصاره‌ی تجاری چریش جمعیت‌های شته‌ها را روی داوودی کاهش می‌دهد (اسمیت و کریشچیک ۲۰۰۰). بازدارندگی شدید مواد غیرسمی و فراوری‌نشده‌ی برگ‌ها و میوه‌های درخت چریش روی رشد لاروهای پشه‌ی *Lutzomyia longipalpis* Lutz and Neiva نیز گزارش شده است (آندراده- کوئلیو و همکاران ۲۰۰۹). بخار فرار دی‌سولفید دی- اِن- پروپیل دانه‌های چریش برای آفات انباری شپشه‌ی برنج (L.) *Sitophilus oryzae* و شپشه‌ی قرمز آرد (Herbst) *Tribolium castaneum* توانست به عنوان ضدعفونی کننده و بازدارنده‌ی تغذیه عمل کند (کول ۲۰۰۴). با توجه به این که این کنه یکی از مهم‌ترین آفات توت فرنگی است، آگاهی به موقع از حضور آن در موفقیت اقدامات کنترلی بسیار ضروری می‌باشد (مک‌کامانت ۲۰۰۷).

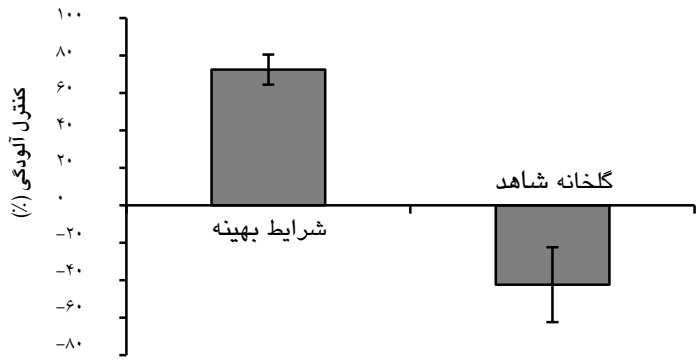
جدول ۶- اثرات اصلی (میانگین اثر) فاکتورهای ارزیابی کارایی حشره‌کش‌های زیست‌سازگار علیه کنه‌ی دولکه‌ای.

فاکتور	سطح اول	سطح دوم	سطح سوم	سطح چهارم	اثرات اصلی		
					L_2-L_1^*	L_3-L_2	L_4-L_3
حشره‌کش آلی	۶۹/۸۰	۴۸/۶۵	۳۴/۶۳	۳۶/۱۸	-۲۱/۱۵	-۱۴/۰۲	۱/۵۵
غلظت	۴۴/۶۱	۴۷/۳۷	۴۸/۳۳	۴۸/۹۴	۲/۷۶	۰/۹۶	۰/۶۱
حجم مصرف	۴۵/۵۰	۴۹/۱۲	–	–	۳/۶۲	–	–
تعداد دفعات محلول‌پاشی	۴۶/۱۳	۴۸/۴۹	–	–	۲/۳۶	–	–

*L نشان‌دهنده‌ی سطح می‌باشد؛ برای مثال، L_1 نشان‌دهنده‌ی سطح اول فاکتور است.

جدول ۷- شرایط بهینه‌ی مشخص شده برای کنترل کنه‌ی دولکه‌ای.

فاکتورهای آزمایش	سطح فاکتور	توصیف سطح	سهم هر فاکتور
نوع حشره‌کش آلی	۱	نیم‌آزال	۲۲/۴۸۸
غلظت	۴	۱۲۰۰۰ پی‌پی‌ام	۱/۶۲۲
حجم مصرف	۲	۴۰ سی‌سی	۱/۸۱۱
تعداد دفعات محلول‌پاشی	۲	۲	۱/۱۷۸



شکل ۳- درصد کنترل آلودگی برگ‌های توت‌فرنگی به کنه‌ی دولکه‌ای در اثر استفاده از شرایط بهینه‌ی تعیین و اعمال شده، و عدم استفاده از آن‌ها در شرایط گلخانه‌ای شاهد.

مطالعات نشان داده‌اند که کنه‌ی دولکه‌ای به دلیل چرخه‌ی زندگی کوتاه و زادآوری بالا به بسیاری از کنه‌کش‌های شیمیایی مقاوم شده است (استامف و نایوئن ۲۰۰۱، پروین و معین‌الحق ۲۰۰۸ و فرائولو و همکاران ۲۰۰۸). نتایج این بررسی نشان داد که با تشخیص و اقدام به موقع می‌توان این کنه را با استفاده از نیم‌آزال و بدون کاربرد کنه‌کش‌های شیمیایی کنترل کرد. برخی تحقیقات نشان داده‌اند که کنترل موثر کنه‌ی دولکه‌ای ممکن است با استفاده از یک راهکار به تنهایی به دست نیاید. بنابراین، استفاده از چندین راهکار شامل کاربرد آفت‌کش‌های کم‌خطر و رهاسازی انتخابی کنه‌های شکارگر، در صورت حفظ جمعیت کنه‌ی شکارگر در محل رهاسازی، ممکن است کنترل کنه‌ی دولکه‌ای را قابل قبول‌تر سازد (لیبورد و همکاران ۲۰۰۷).

بررسی قارچ *Neozygites floridana* (Weiser & Muma) که یکی از بیمارگرهای مهم کنه‌ی دولکه‌ای است نشان داد که استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی باعث کاهش زنده‌مانی و همچنین اثر این بیمارگر در مزارع توت‌فرنگی شد (کلینگن و وستروم ۲۰۰۷). همچنین، بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که افزایش جمعیت کنه‌ی دولکه‌ای پس از کاربرد آفت‌کش‌ها به دلیل از بین رفتن دشمنان طبیعی آن است. در برنامه‌های IPM، دانستن اثرات استفاده از آفت‌کش‌ها بر دشمنان طبیعی مهم است (کلینگن و وستروم ۲۰۰۷). این امر که نیم‌آزال برای آفات گیاه‌خوار یک حشره‌کش انتخابی (لاوری و ایسمن ۱۹۹۵) و برای حشرات مفید دارای حداقل سمیت است (نائومن و ایسمن ۱۹۹۶)، ارزش بالقوه‌ی آن را در مدیریت آفات افزایش می‌دهد (ویدرزبی و مک‌کنزی ۲۰۰۵). حشره‌کش‌های زیست‌سازگار و عوامل کنترل زیستی دو ابزاری هستند که به دلیل تاثیرشان، سازگاری بالقوه‌ی آن‌ها و داشتن کمترین خطر برای محیط‌زیست و انسان می‌توانند به طور همزمان استفاده شوند (اسمیت و کریشچیک ۲۰۰۰). بنابراین، با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق می‌توان اظهار داشت که به دلیل اثر انتخابی نیم‌آزال روی دشمنان طبیعی و حشرات مفید، استفاده از آن یکی از راهکارهای موثر کنترل کنه‌ی دولکه‌ای می‌باشد.

با توجه به شرایط موجود در کشور و مصرف بی‌رویه‌ی سموم دفع آفات در گلخانه‌ها، کشت ارگانیک می‌تواند آینده‌ی خوبی در کشور داشته باشد. به رغم بازده کمتر این نوع کشت نسبت به کشت تجاری، ولی با توجه به بازارپسندی بهتر محصولات ارگانیک و نیز تاثیر سوء کشاورزی رایج بر محیط زیست و سلامت مواد غذایی، کشت ارگانیک توصیه می‌شود. تجهیز و اصلاح ساختار گلخانه (شامل ایجاد حوضچه‌ی آب و آهک برای رعایت بهداشت و جلوگیری از انتشار بیمارگرهای گیاهی، تعبیه‌ی اتاقک انتظار برای جلوگیری از وارد آمدن شوک دمایی به بوته‌های کشت شده در ورودی گلخانه بر اثر باز و بسته شدن مکرر درب گلخانه، نصب تورهای ضدحشره‌ی مناسب با توجه به شرایط گلخانه و گونه‌ی آفت غالب به منظور جلوگیری از جریان مستقیم هوا و ورود آفت به داخل گلخانه، و نصب توری‌های سبز رنگ به منظور کاهش نور ورودی به گلخانه با هدف کنترل و کاهش دمای گلخانه) در این زمینه اهمیت زیادی دارد. نتایج این تحقیق و سایر نتایج منتشر شده توسط نویسندگان (کیانی و همکاران ۲۰۱۲)، کارایی مناسب نیم‌آزال، سیرینول و مخلوط عصاره‌های سیر و پیاز و فلفل را در کنترل تریپس غربی گل و کنه‌ی دولکه‌ای بر روی توت‌فرنگی گلخانه‌ای نشان دادند. بر این اساس، این عصاره‌های گیاهی را می‌توان به عنوان جایگزین‌هایی مناسب برای آفت‌کش‌های شیمیایی در تولید توت‌فرنگی گلخانه‌ای توصیه نمود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از جناب آقای دکتر کامبیز مینایی به خاطر شناسایی گونه‌ی تریپس و شته و نیز مسئولان سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران (مجتمع تحقیقاتی عصر انقلاب- کیلومتر ۱۵ جاده‌ی شهریار) به خاطر در اختیار گذاشتن گلخانه تشکر می‌شود. این مقاله بخشی از نتایج پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد نویسنده‌ی اول می‌باشد و با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شده که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

بهنامیان م و مسیحا س، ۱۳۸۴. توت‌فرنگی. انتشارات ستوده، تبریز.

رفیعی کرهرودی غ و اکبرزاده ا، ۱۳۸۶. راهنمای آبکشت. انتشارات دانشگاه تهران.

کمال‌پور م، ۱۳۸۵. مدیریت تلفیقی تولید ارگانیک خیار در شرایط گلخانه. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک.

مشمولی ف، ۱۳۸۸. بررسی مدیریت تلفیقی تولید و حفاظت از قارچ خوراکی دکمه‌ای ارگانیک. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک.

هوشیار س، ۱۳۸۸. بررسی مدیریت تلفیقی تولید و حفاظت از گوجه‌فرنگی ارگانیک در شرایط گلخانه‌ای. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک.

یعقوبی ج و جوادی ا، ۱۳۹۳. موانع تولید محصولات ارگانیک از دیدگاه کارشناسان جهاد کشاورزی. نشریه‌ی دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد بیست و چهارم، شماره‌ی ۱. صفحه‌های ۵۷ تا ۶۸.

Abu-Zahra TR and Tahboub AA, 2008a. Strawberry (*Fragaria* × *Ananasa* Duch.) growths, flowering and yielding as affected by different organic matter sources. International Journal of Botany 4(4): 481-485.

Abu-Zahra TR and Tahboub AA, 2008b. Effect of organic matter sources on chemical properties of the soil and yield of strawberry under organic farming conditions. World Applied Sciences Journal 5(3): 383-388.

Andrade-Coelho CA, Souza NA, Gouveia C, Silva VC, Gonzalez MS and Rangel EF, 2009. Effect of fruit and leaves of Meliaceae plants (*Azadirachta indica* and *Melia azedarach*) on the development of *Lutzomyia longipalpis* larvae (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) under experimental conditions. Journal of Medical Entomology 46(5): 1125-1130.

Bartzanas T, Katsoulas N, Kittas C, Boulard T and Mermier M, 2005. Effect of vent configuration and insect screen on greenhouse microclimate. pp. 1003-1008. International Conference "Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment", May 2005, Santorini, Greece.

Benkeblia N, 2004. Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*). Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie 37(2): 263-268.

Berglund R, 2007. Organic production of strawberries focus on practical applications. Ph.D. Dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp.

Berlinger MJ, Lebiush-Mordenchi S and Rosenfeld J, 1996. State of the art and the future of IPM in greenhouse vegetables in Israel. IOBC/WPRS Bulletin 19(1): 11-14.

Berlinger MJ, Taylor RAJ, Lebiush-Mordechi S, Shalhevet S and Spharim I, 2002. Efficiency of insect exclusion screens for preventing whitefly transmission of tomato yellow leaf curl virus of tomatoes in Israel. Bulletin of Entomological Research 92(5): 367-373.

Bharath V and Puneeth Kumar MV, 2016. Effect of anti-aphids and anti-bemisia insect proof screens on the inside microclimate in a naturally ventilated bispan greenhouse: a cfd study. International Journal of Engineering Research 5(6): 1129-1254.

Birkeland L, Doving A and Sonsteby A, 2002. Yields and quality in relation to planting bed management of organically grown of strawberry cultivars. Acta Horticulturae 567: 519-522.

Broughton S and Herron GA, 2009. Potential new insecticides for the control of Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on sweet pepper, tomato, and lettuce. Journal of Economic Entomology 102 (2): 646-651.

Cloyd RA, Galle CL, Keith SR, Kalscheur NA and Kemp KE, 2009. Effect of commercially available plant-derived essential oil products on arthropod pests. Journal of Economic Entomology 102(4): 1567-1579.

Fraulo AB, McSorley R and Liburd OE 2008. Effect of the biological control agent *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) on arthropod community structure in north Florida strawberries fields. Florida Entomologist 91(3): 436-445.

Fusire M, 2008. 45 Ways to Control Pests and Diseases- Integrated Pest Management. Cost-saving Techniques for Small Holder Farmers. Community Technology Development Trust, Harare, Zimbabwe.

Gillet-Kaufman JL, Leppla NC, Hodges AC and Merritt JL, 2009. Education and training to increase adoption of IPM for western flower thrips (WFT), *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). Florida Entomologist 92(1): 18-23.

Gliessman SR, Werner MR, Allison J and Cochran J, 1996. A comparison of strawberry plant development and yield under organic and conventional management on the central California coast. Biological Agriculture and Horticulture 12(4): 327-338.

Guerena M and Born H, 2007. Strawberries: Organic Production. A Publication of ATTRA-National Sustainable Agriculture Information Service. NCAT Agriculture Specialists.

Hanafi A, 2007. Performances of three types of insect screens as a physical barrier against *Bemisia tabaci* and their impact on TYLCV incidence in greenhouse tomato in the Souss Valley of Morocco. P. 23-24, In: P.A. Stansly and C.L. McKenzie (eds.), Fourth International *Bemisia* Workshop International Whitefly Genomics Workshop. 53pp. Journal of Insect Science, 8:4, available online: insectscience.org/8.04

Hanafi A, Bouharroud R, Amouat S and Miftah S, 2007. Efficiency of insect nets in excluding whiteflies and their impact on some natural biological control agents. Acta Horticulturae 747: 383-387.

Hanafi A, Miftah S, Amouat S and Murphy B, 2004. The efficient use of insect nets in the management of TYLCV and its vector. P. 40. Proceedings of the 2nd European Whitefly Symposium, 5-9 October 2004. Cavtat, Croatia.

Hanafi A, Murphy B, Alaoui I and Bouharroud R, 2002. Physical methods for the control of *Bemisia tabaci* and its impact on TYLCV infection in greenhouse tomato in Morocco. IOBC/WPRS Bulletin 25 (1): 85-88.

Harbi A, Abbes K, Dridi-Almohandes B and Chermiti B, 2015. Efficacy of insect-proof nets used in Tunisian tomato greenhouses against *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) and potential impact on plant growth and fruit quality. Journal of Entomological and Acarological Research 47(3): 109-116.

Herron G and James T, 2005. Monitoring insecticide resistance in Australian *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) detects fipronil and spinosad resistance. Australian Journal of Entomology 44(3): 299-303.

Hortynski JA, Liniewicz K and Hulewicz T, 1994. Influence of some atmospheric factors affecting yield and single fruit weight in strawberry. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 69(1): 89-95.

Kakutani K, Matsuda Y, Nonomura T, Toyoda H, Kimbara J, Osamura K and Kusakari S, 2012. Practical application of an electric field screen to an exclusion of flying insect pests and airborne fungal conidia from greenhouses with a good air penetration. Journal of Agricultural Science 4(5): 51-60.

Kiani L, Tafaghodinia B, Yazdanian M and Sarayloo MH, 2011. Efficiency of insect-proof screens in excluding three major pests of strawberry into the greenhouse. Munis Entomology and Zoology 6(1): 166-172.

Kiani L, Yazdanian M, Tafaghodinia B and Sarayloo MH, 2012. Control of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), by plant extracts on strawberry in greenhouse conditions. Munis Entomology and Zoology 7(2): 857-866.

Klingen I and Westrum K, 2007. The effect of pesticides used in strawberries on the phytophagous mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its fungal natural enemy *Neozygites floridana* (Zygomycetes: Entomophthorales). Biological Control 43(2): 222-230.

Koul P, 2004. Biological activity of volatile di-n-propyl disulfide from seeds of Neem, *Azadirachta indica* (Meliaceae), to two species of stored grain pests, *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). Journal of Economic Entomology 97(3): 1142-1147.

LaMondia JA, Elmer WH, Mervosh TL and Cowles RS, 2002. Integrated management of strawberry pests by rotation and intercropping. Crop Protection 21(9): 837-846.

Liburd OE, White JC, Rhodes EM and Browdy AA 2007. The residual and direct effects of reduced-risk and conventional miticides on two-spotted spider mite (TSSM), *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and predatory mites (Acari: Phytoseiidae). Florida Entomologist 90(1): 249-257.

Lim UT and Mainali BP, 2009. Optimum density of chrysanthemum flower model traps to reduce infestations of *Frankliniella intonsa* (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse strawberry. Crop Protection 28(12): 1098-1100.

López A, Molina-Aiz FD, Valera DL and Peña A, 2016. Wind tunnel analysis of the airflow through insect-proof screens and comparison of their effect when installed in a Mediterranean greenhouse. Sensors 16:690. doi:10.3390/s16050690

Lowery DT and Isman MB, 1995. Toxicity of neem to natural enemies of aphids. Phytoparasitica 23(4): 297-306.

Macit I, Koc A, Guler S and Deligoz I, 2007. Yield, quality and nutritional status of organically and conventionally-grown strawberry cultivars. Asian Journal of Plant Sciences 6(7): 1131-1136.

McCamant T, 2007. Integrated Pest Management Manual for Minnesota Strawberry Fields, A Scouting and Management Guide for Key Strawberry Pests. Minnesota Department of Agriculture. 45 pp.

McDuffie HH, 1994. Women at work: Agriculture and pesticides. Journal of Occupational and Environmental Medicine 36(11): 1240-1246.

Mohamed AAA and Medany MA, 2015. Economic indicators of navel orange and keitt mango: comparison of net greenhouses vs open field. International Journal of Development Research 5(6): 4640-4644.

Mohapatra P, Ponnurasan N and Narayanasamy P, 2009. Tribal pest control practices of Tamil Nadu for sustainable agriculture. Indian Journal of Traditional Knowledge 8(2): 218-224.

Montes-Molina JA, Luna-Guido ML, Espinoza-Paz N, Govaerts B, Gutierrez-Miceli FA and Dendooven L, 2008. Are extracts of neem (*Azadirachta indica* A. Juss. (L.)) and *Gliricidia sepium* (Jacquin) an alternative to control pests on maize (*Zea mays* L.)? Crop Protection 27(3-5): 763-774.

Murali V and Kendra KV, 2010. Non-pesticidal management of *Helicoverpa armigera* in pigeonpea- a case study by KVK, Medak. http://ddsindia.com/PDF/npm_casestudy.pdf [Accessed on 7 November 2016].

Naumann K and Isman MB, 1996. Toxicity of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) seed extracts to larval honeybees and estimation of dangers from field application. American Bee Journal 136: 518-520.

Palomaki V, Mansikka-Aho AM and Etelamaki M, 2002. Organic fertilization and technique of strawberry grown in greenhouse. Acta Horticulturae 567: 597-599.

Parrella MP and Murphy B, 1996. Western flower thrips: identification, biology and research on the development of control strategies. IOBC/WPRS Bulletin 19(1): 115-118.

Parvin MM and Mainul Haque M, 2008. Control of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) by predators on potted plants. University Journal of Zoology, Rajshahi University 27: 51-54.

Podwall D, Dresner HS, Lipetz J and Steinberg JJ, 1999. Variation in the deoxynucleotide composition between organic and nonorganic strawberries. Ecotoxicology and Environmental Safety 44(3): 259-270.

Rondon SI, Cantcliffe D and Price JF, 2005. Population dynamics of the aphid *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae), on strawberry grown under protected structure. Florida Entomologist 88(2): 152-158.

Simon S, Assogba Komlan F, Adjaïto L, Mensah A, Coffi HK, Ngouajio M and Martin T, 2014. Efficacy of insect nets for cabbage production and pest management depending on the net removal frequency and microclimate. International Journal of Pest Management 60(3): 208-216.

Smith SF and Krischik VA, 2000. Effects of biorational pesticides on four coccinellid species (Coleoptera: Coccinellidae) having potential as biological control agents in interiorscapes. Journal of Economic Entomology 93(3): 732-736.

Stumpf N and Nauen N, 2001. Cross-resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Journal of Economic Entomology 94: 1577-1583.

Tanaka N, Matsuda Y, Kato E, Kokabe K, Furukawa T, Nonomura T, Honda K, Kusakari S, Imura T, Kimbara J and Toyoda H, 2008. An electric dipolar screen with oppositely polarized insulators for excluding whiteflies from greenhouses. Crop Protection 27(2): 215-221.

Teitel M, 2006. The effect of screens on the microclimate of greenhouses and screenhouses- a review. Acta Horticulturae 719: 575-586.

Thoeming G, Borgemeister C, Sétamou M and Poehling HM, 2003. Systemic effects of Neem on Western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). Journal of Economic Entomology 96(3): 817-825.

Valera DL, Alvarez AJ and Molina FD, 2006. Aerodynamic analysis of several insect-proof screens used in greenhouses. Spanish Journal of Agricultural Research 4(4): 273-279.

Weathersbee AA and McKenzie CL, 2005. Effect of a neem biopesticide on repellency, mortality, oviposition, and development of *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae). Florida Entomologist 88(4): 401-407.

Zhang ZQ, 2003. Mites of Greenhouses, Identification, Biology and Control. CABI Publishing. 244 pp.

Efficacy of Insect-Proof Screen in Reducing Infestation of Strawberry by three Important Pests and Effects of Some Biorational Compounds on the two-Spotted Spider Mite *Tetranychus urticae* K., Under Greenhouse Conditions

L Kiani[1], M Yazdanian[2*], B Tafaghodinia[3] and MH Sarailoo[4]

[1]Former MSc Student, Department of Plant Protection, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
[2,4]Assistant and Associate Professors, Department of Plant Protection, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
[3]Researcher, Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran.
[*]Corresponding Author: mohsenyazdanian@gau.ac.ir

Received: 19 June 2017 Accepted: 9 October 2017

Abstract

Amongst the temperate fruits, the strawberry is an unparalleled crop, and suitable climatic conditions and organic production would make it possible that Iran could be rise as an important producer and exporter. In this study, possibility of using insect-proof screen was evaluated against the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*), the western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*), and the strawberry aphid (*Chaetosiphon fragaefolii*). Infestation of both organic and control greenhouses to the pests, as well as Plant measures (yield and quality average weight per fruit) were compared in organic, control, and commercial greenhouses as CRD. Effects of biorational compounds on the spider mite were evaluated as CRD by the Taguchi's method. In the organic greenhouse, infestation levels of the leaves to the spider mite and population abundance of the thrips during one-month sampling interval were always below the economic injury level (EIL) (25% of leaflets infested by mite and 5 thrips/flower, respectively), whereas in the control greenhouse they were always above the EIL. In addition, population abundance of the aphid in control greenhouse was always greater than that of the organic greenhouse (0), but in both greenhouses, population abundance was below EIL (30 aphids/bush). Crop yield in commercial greenhouse (317.4 g/bush) was higher than that of the organic one (216.9 g/bush), No significant difference was preset the fruit weight the in between two greenhouses (12.10 and 11.91 g, respectively). Twice application of at a two-day interval NeemAzal® (12000 ppm) 40 ml/pot controlled the mite properly. Results suggest that, insect-proof screens of appropriate mesh may prevent entrance of these pests into greenhouses. Futher more the azadirachtin-containing biorational formulations are recommended for use in organic production of strawberry.

Keywords: Biorational compounds, Greenhouse, Insect-proof screen, Organic production, Strawberry.