

مناسب‌ترین نوع، مکان و ارتفاع تله‌های فرومونی بید گوجه فرنگی *Tuta absoluta* و تعیین تعداد نسل‌های آن با روش روز-درجه

پیمان نامور^{۱*} و بابک قرایی^۲

۱- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران، ۲- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱)

چکیده

بید گوجه فرنگی آفت جدیدی است که در سال‌های اخیر با ورود به کشور در مدت کوتاه و پراکنش وسیع و سریع در مناطق مختلف گوجه کاری، به یکی از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زای این محصول به‌ویژه در مزارع فضای آزاد تبدیل شد. شناخت دوره فعالیت و خسارت بید گوجه فرنگی در مزارع و نیز مطلوب‌ترین نوع و شیوه کاربرد تله‌های فرومونی به عنوان ابزار پایش و ردیابی آن به منظور اخذ تصمیمات مدیریتی بسیار ضروری بوده و هدف این مطالعه است. بر این اساس در این تحقیق ابتدا موثرترین نوع و ارتفاع نصب تله‌های فرومونی به صورت آزمایش فاکتوریل تعیین و سپس بهترین مکان نصب تله مشخص شد. فاکتور اول نوع تله شامل تله فرومونی دلتا، تله فرومونی تشتی و تله نوری - فرومونی و فاکتور دوم ارتفاع نصب تله‌ها، شامل ارتفاع سطح زمین، ۵۰ سانتی‌متر و ۲ متر بالاتر از سطح زمین بودند. هر دو آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار که در شهرستان جیرفت انجام شد. در بخش دیگر، در یک مزرعه گوجه فرنگی در شهرستان قزوین تعداد نسل‌های حشره و دوره فعالیت آن بر اساس روش محاسبه روز درجه با نصب دستگاه ثبت‌کننده اطلاعات هواشناسی و نیز یک تله فرومونی دلتا، تعیین شد. نتایج نشان داد که تله فرومونی دلتا در ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر از سطح زمین و ۲۰ متر دورتر از حاشیه مزرعه بالاترین کارایی را داشته است. همچنین مشخص شد این حشره از اواسط فصل زراعی در مزرعه ظاهر شده و جمعیت آن به تدریج افزایش یافته و در سال ۴ نسل ایجاد نمود.

واژه‌های کلیدی: بید گوجه فرنگی، تله دلتا، تله فرومونی تشت آب، تله نوری فرومونی، تعداد نسل‌ها

مقدمه

بید گوجه فرنگی *Tuta absoluta* Meyrick یکی از مخرب‌ترین آفات گوجه فرنگی در آمریکای جنوبی است (Barrientos *et al.*, 1998; Miranda *et al.*, 1998) که در اصل بومی آمریکای مرکزی بوده و در سال ۱۹۶۴ در آرژانتین مشاهده و گزارش شد (Garcia and Espul, 1982). پس از آن به سرعت در تمامی کشورهای آمریکای جنوبی و در مناطق با ارتفاع کمتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا که دمای پایین عامل محدود کننده‌ای برای آن نبود، مشاهده و گزارش شده است (Harizanova *et al.*, 2009). در ایران این آفت برای اولین بار در سال ۱۳۸۹ از شمال غرب کشور و شهرستان ارومیه شناسایی و گزارش شد و پس از آن طی مدت کوتاهی در مناطق مختلف کشور از جمله استان‌های بوشهر، هرمزگان، قزوین و جنوب استان کرمان گسترش یافت (Baniameri and Cheraghian, 2011). بر اساس گزارش‌ها و پژوهش‌های محققین مختلف این حشره در مناطق آلوده اروپا و آفریقا، به دلیل نوع خسارتی که ایجاد می‌کند و نیز در دسترس نبودن روش‌های اکولوژیک قابل قبول برای مدیریت آن، به عنوان یک آفت کلیدی مزارع و گلخانه‌های گوجه فرنگی مطرح بوده و خسارت زیادی به این محصول وارد ساخته است (Ferrara *et al.*, 2001; Tosevski *et al.*, 2011).

بید گوجه فرنگی حشره‌ای چندنسلی است و فراسنجه-های زیستی آن نشان می‌دهد که این حشره از راهبرد r-selected (تعداد نسل‌های متعدد، روی هم، کوتاه و میزان تولید مثل زیاد) پیروی می‌کند (Korycinska and Moran, 2009). طول دوره رشد و نمو یک نسل کامل آفت، بسته به شرایط محیطی به ویژه دما از ۲۴ تا ۷۷ روز متفاوت است. آستانه دمایی رشد و نمو این حشره $۰/۲ \pm$ و $۸/۱$ و ثابت دمایی کل (از تخم تا حشره بالغ) برابر روز درجه $۴۵۳/۶ \pm ۳/۹۲$ تعیین شده است (Desneux *et al.*, 2010).

عوامل متعددی می‌توانند امکان تبدیل یک گونه حشره به آفت را تحت تاثیر قرار دهند. در بین این عوامل، دما یک عامل غیر زنده بسیار مهم است که رشد و نمو، بقاء و تولید مثل حشره را کنترل می‌کند (Krechemer and Foerster, 2015). به علاوه فراسنجه‌های زیستی حشرات هم مانند نیازهای حرارتی آن‌ها در جمعیت‌های مختلف یک حشره متفاوت می‌باشند (Gomi *et al.*, 2003).

واحد حرارتی^۱ ابزار ارزشمندی در برنامه‌های مدیریت آفات شامل پایش جمعیت، پایش آگاهی و نیز تعیین زمان کاربرد آفتکش‌ها محسوب می‌شود (Zalom *et al.*, 1983). از جنبه‌های عملی واحدهای حرارت تجمعی برای پیش‌بینی زمان ظهور آفت و نوسان‌های جمعیت و تعداد نسل‌ها به کار برده می‌شود (Farag *et al.*, 2009). اگرچه بید گوجه فرنگی در سال‌های اخیر آفت بسیار مهمی بوده و مطالعات زیادی روی آن انجام شده است، اما در ارتباط با اثر دما روی فراسنجه‌های زیستی و استفاده از واحدهای حرارتی در برنامه‌های مدیریت آن، بررسی‌های کمی صورت گرفته است (Mahdi and Doumanji, 2013).

مدیریت این آفت با استفاده از حشره‌کش‌ها از کارایی محدودی برخوردار بوده و نمی‌تواند به عنوان یک شیوه پایدار در مدیریت این آفت باشد (Siqueira *et al.*, 2001). حتی با وجود تکرار دفعات سمپاشی و تغییر نوع حشره‌کش، بین ۲۷ - ۵ درصد خسارت به محصول و موارد متعددی از مقاومت به حشره‌کش‌ها از نقاط مختلف جهان گزارش شده است (Filho *et al.*, 2000; Farrokhi *et al.*, 2011; El-Aassar *et al.*, 2015).

به منظور اجتناب یا به حداقل رساندن مصرف سموم در مزارع گوجه فرنگی، توسعه یک روش موثر پایش جمعیت آفت بید گوجه فرنگی ضروری است. نتایج حاصل از کاربرد تله‌های فرومونی جنسی نشان داده است که بین تعداد حشرات شکار شده در تله‌ها با میزان خسارت وارده توسط لاروها ارتباط مستقیم وجود دارد (Filho *et al.*, 2000) از این رو استفاده از تله‌های فرومونی جنسی به

1. Multivoltine
 2. Degree Day

3. Thermal unit

مواد و روش‌ها

این مطالعه شامل دو بخش بود. بخش اول بررسی مناسب‌ترین شرایط کاربرد تله‌ها در یک مزرعه گوجه-فرنگی به ابعاد ۱۰۰ در ۱۰۰ متر در فصل زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان (جیرفت) انجام شد. کاشت گوجه فرنگی رقم اسپید^۲ به صورت نشاکاری صورت گرفت و سپس به زمین اصلی منتقل شد. در خزانه و مزرعه اصلی کلیه عملیات کاشت و داشت مطابق عرف منطقه به انجام رسید. در طول دوره انجام آزمایش هیچ‌گونه حشره‌کشی مصرف نشد. بخش دوم تعیین تعداد نسل‌های حشره در شرایط مزرعه بر اساس روش محاسبه روز-درجه حرارت بود که در یک مزرعه گوجه فرنگی در استان قزوین به انجام رسید.

الف) شرایط کاربرد تله‌ها

تعیین مناسب‌ترین نوع تله و ارتفاع نصب آن: این آزمایش به صورت فاکتوریل و طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار، انجام شد. فاکتور اول نوع تله در سه سطح شامل تله‌ی دلتا (سبز رنگ با مساحت سطح چسبناک ۳۸۰ سانتی‌متر مربع)، تله فرومونی تشتی (مخزن آب ۴ لیتر به قطر ۴۲ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر همراه با محفظه نصب فرومون در بالای مخزن) و تله نوری-فرومونی^۳ (با لامپ خورشیدی قابل شارژ، همراه با محفظه نصب فرومون و مخزن به حجم ۴ لیتر به قطر ۴۲ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر)^۲ همگی ساخت شرکت Russel IPM بودند. با توجه به سطح تماس متفاوت تله‌های دلتا و دو نوع دیگر، به منظور امکان مقایسه تله‌ها با سطح یکسان، میزان شکار هر ۳ نوع تله بر اساس سطح تماس (چسبناک) تله دلتا (۳۸۰ سانتی‌متر مربع) که از بقیه کوچک‌تر بود محاسبه شد. فاکتور دوم ارتفاع نصب تله‌ها در سه سطح شامل سطح زمین، بالاترین ارتفاع بوته‌ها (۵۰ سانتی‌متر از سطح زمین) و ارتفاع ۲ متر از سطح زمین بوده است. بلوک‌های طرح نیز روزهای نمونه-برداری بوده‌اند. به طوری که این آزمایش در ۴ روز مختلف

منظور ردیابی و پایش جمعیت بید گوجه فرنگی توصیه شده است (USDA, 2011).

استفاده از فرومون‌های جنسی *T. absoluta* به روش اختلال در جفتگیری^۱ در مزارع فضای باز، نتایج امیدوار کننده‌ای نداشته است و تنها کاهش ناچیزی در جمعیت حشره حاصل شده است (Guedes and Pcanco, 2012)، اما کارایی این روش در شرایط گلخانه‌ای توسط محققین مورد بررسی و تایید قرار گرفته است (Cocco et al., 2013). تله‌های مختلف حاوی فرومون جنسی بید گوجه فرنگی علاوه بر ردیابی و پایش جمعیت می‌توانند برای کاهش جمعیت آفت نیز مورد استفاده قرار گیرند (Sirigireddy et al., 2011). این تله‌ها با شکار افراد نر سبب نامتعادل شدن نسبت جنسی جمعیت شده و با کاهش امکان جفت‌گیری آفت، جمعیت آن را کاهش می‌دهند. بررسی‌ها نشان می‌دهد کارایی این روش در شرایط گلخانه بیشتر است (Bolem and Esther, 2011). در زمینه تعداد تله نصب شده در شرایط مزرعه و گلخانه تحقیقات وسیعی به عمل آمده است (Bolkmans, 2009; Alasady et al., 2011; Mohamed and Siam, 2011). در ایران کارایی دو نوع تله فرومونی دلتا و تشتی با سه رنگ زرد، سفید و آبی در دو ارتفاع ۰/۵ و ۱ متر از سطح زمین مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که تله تشتی بیش از تله دلتا در شکار بید گوجه فرنگی موثر بوده است. همچنین مشخص شد رنگ تله هیچ تاثیری در میزان شکار حشره ندارد. در این مطالعه ارتفاع ۰/۵ متر از سطح زمین، مناسب‌ترین ارتفاع نصب معرفی شده است (Jafarloo et al., 2014).

با توجه به جدید بودن آفت و انواع تله‌های فرومونی موجود، انجام مطالعات دقیق‌تر و کاربردی‌تر در این زمینه به منظور مشخص نمودن موثرترین نوع تله و مناسب‌ترین ارتفاع و مکان نصب آنها و نیز تعیین دوره فعالیت و تعداد نسل‌های این حشره در شرایط مزارع گوجه فرنگی را بسیار ضروری نموده است و هدف اصلی تحقیق حاضر می‌باشند.

². Speed

³. Ferolite

¹. Mating disruption

مشخص شدن دوره حضور و فعالیت حشره در مزرعه به منظور تعیین تعداد نسل‌ها در آن دوره، لازم بود ابتدا بیوفیکس حشره در مزرعه تعیین شود. لذا از ابتدای انتقال نشاء به مزرعه اصلی، یک تله فرومونی دلنا در مزرعه مورد نظر نصب شده و تا زمان تعیین بیوفیکس، بازدید و شمارش روزانه تله انجام شد. اولین تاریخ مربوط به سه روز شکار ممتد حشره به عنوان بیوفیکس تعیین شد و پس از آن، تا پایان برداشت محصول بازدید و شمارش تله به صورت هفتگی انجام شد. دوره فعالیت حشره در مزرعه از تاریخ بیوفیکس تا تاریخ آخرین شکار حشره در تله در نظر گرفته شده و میزان حرارت محاسبه شده در این دوره، اساس برآورد تعداد نسل‌های احتمالی حشره قرار گرفت. به این ترتیب که با تقسیم میزان حرارت محاسبه شده در دوره فعالیت حشره در مزرعه بر ثابت دمایی آن، تعداد نسل‌های احتمالی حشره در آن منطقه برآورد شد. محاسبه ثابت دمایی با استفاده از نرم‌افزار موجود در سایت دانشگاه کالیفرنیا و بر اساس مدل ساین سینگل^۲ انجام شد (UC^۳ IPM, 2016).

ارزیابی و تجزیه داده‌ها

برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح ۵٪ استفاده شد. همچنین برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج

مناسب‌ترین نوع تله و ارتفاع نصب آن: نتایج
حاصل از تجزیه واریانس میانگین تیمارهای طرح در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱)، تاثیر نوع تله، ارتفاع نصب آنها و نیز اثرات متقابل دو فاکتور، در هر دو سطح ۹۵ و ۹۹ درصد دارای تفاوت آماری معنی دار بوده است. لذا میانگین‌ها بر اساس آزمون توکی گروه‌بندی شده و به تفکیک دو فاکتور و اثرات متقابل در جدول‌های ۲، ۳ و ۴ ارائه شده‌اند.

به فاصله سه روز از یکدیگر انجام شد. عملیات نصب تله‌ها و انجام آزمایش زمانی صورت گرفت که حداقل ۳۰ درصد برگ‌های بوته‌ها آلوده به لارو آفت شدند و این زمان بر اساس نمونه برداری هفتگی از برگ‌ها، ۲۰ فروردین ۱۳۹۴ بود. هر روز تعداد ۹ تله (از هر تیمار یک عدد) ساعت ۸ صبح نصب شده و شمارش آنها ساعت ۸ صبح روز بعد صورت گرفت. فاصله تله‌ها از یکدیگر در مزرعه حداقل ۳۰ متر لحاظ شد. در پایان این آزمایش، مناسب‌ترین نوع تله و ارتفاع نصب آن تعیین شده و در آزمایش دوم به کار برده شد. فرومون مورد استفاده در تمام آزمایش‌ها با نام تجاری (Tripheron)[®] و ساخت شرکت Trifolio-M GmbH کشور آلمان بود.

تعیین مکان مناسب نصب تله: این آزمایش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تیمار شامل نصب تله در داخل مزرعه بین ردیف‌ها، نصب تله در حاشیه مزرعه، نصب تله با فاصله ۱۰ متر از مزرعه و نصب تله با فاصله ۲۰ متر از مزرعه و ۴ تکرار (بلوک) انجام شد. بلوک‌های این طرح نیز روزهای نمونه‌برداری بودند که در ۴ روز مختلف با فاصله ۳ روز از یکدیگر بوده و زمان نصب و شمارش تله-ها نیز مطابق آزمایش قبل انجام شد. در هر روز تعداد ۴ تله (از هر تیمار یک عدد) به فاصله حداقل ۵۰ متر از یکدیگر نصب شد. نوع تله مورد استفاده و ارتفاع نصب آنها بر اساس نتایج آزمایش قبل بوده است. در پایان این آزمایش مناسب‌ترین مکان نصب تله‌ها برای شکار حشرات بالغ بید گوجه فرنگی تعیین شد.

ب) تعیین تعداد نسل‌ها بر اساس روش روز درجه

برای تعیین تعداد نسل‌های حشره بر اساس روش محاسبه روز درجه حرارت، در یک مزرعه گوجه فرنگی به مساحت یک هکتار، یک دستگاه ثبت‌کننده اطلاعات هواشناسی به نام تستوا^۱ نصب شده و با لحاظ دمای حداقل رشد (۸/۱) درجه سلسیوس و ثابت دمایی یک نسل حشره (روز درجه ۴۵۳/۶) (Desneux et al., 2010)، میزان حرارت ماهانه و مجموع ۱۲ ماه سال محاسبه و تعیین شد. برای

^۲. Sine Single

^۳. University of California

^۱. Testo

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مربوط به تیمارهای نوع تله و ارتفاع نصب آنها

Table 1. Analysis of variance for treatments related to trap type and height

Source	Df	SS	Ms	F	Sig
Block	3	1805.06732	601.68911	0.34 ^{ns}	1.17
Trap type(A)	2	33037.67	16518.83	32.26 ^{**}	0.0001
Trap height(B)	2	15193.049	7596.74	14.83 ^{**}	0.0001
AB	4	2195.61	5427.15	10.6 ^{**}	0.0001
Error	27	2195.6	81.31		
Total	35	72135.39			

^{ns}Non significant difference * and ** significant difference at $\alpha=0.05$ and 0.01 level, respectively

قرار می‌گیرد و تله‌های موجود در ارتفاع ۲ متری، کمترین تعداد را شکار نمودند. نتایج گروه‌بندی میانگین‌های تیمارهای اثرات متقابل نوع تله و ارتفاع نصب آنها نیز در جدول ۴ ارائه شده است.

در اثر متقابل بین ارتفاع و نوع تله، بیشترین تعداد حشره شکار شده در تیمار تله دلتا در سطح ارتفاع بوته (DI. on PI.) با میانگین ۱۳۴/۵ حشره به دست آمد و کمترین تعداد حشره در تیمار تله تشتی فرومونی در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین (W.Pan. on 2) با میانگین ۱/۲۰ حشره حاصل شد. بنابراین کاربرد تله دلتا با در نظر گرفتن سطح یکسان تله‌ها و در ارتفاع بوته‌ها، کارآمدتر از سایر تله‌ها و ارتفاع‌های دیگر بود.

همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، از بین ۳ نوع تله مورد بررسی با سطح شکار یکسان بر اساس تله دلتا (مساحت 380 cm^2)، تله دلتا با میانگین ۸۰/۲۳ عدد حشره در هر تله ضمن اینکه بیشترین تعداد حشره بالغ شکار شده را ثبت نمود، به تنهایی در گروه اول آماری قرار گرفت و تله تشتی فرومونی تنها با ۸/۱۰۲ عدد حشره در هر تله کمترین تعداد حشره را شکار نمود. نتایج گروه‌بندی میانگین تیمارهای ارتفاع نصب تله‌ها، بر اساس آزمون توکی نیز در جدول ۳ ارائه شده است.

بر اساس جدول ۳، تله‌های موجود در ارتفاع بوته‌ها (۵۰ سانتی‌متر از سطح زمین)، با میانگین ۶۰/۸ حشره شکار شده در هر تله، بیشترین تعداد حشره را شکار نموده در گروه اول

جدول ۲- مقایسه میانگین تیمارهای نوع تله بر اساس آزمون توکی

Table 2. Mean comparison of treatments related to the type of trap on the basis of Tukey test

Trap type	Delta	W. pan	Ferolite
M±Se (No per 380cm ²)	80.23±8.95	8.102±2.1	29.5±4.13
Group	a	b	b

جدول ۳- مقایسه میانگین تیمارهای ارتفاع نصب تله‌ها بر اساس آزمون توکی

Table 3. Mean comparison of treatments related to the height installation of trap on the basis of Tukey test test

Trap height	Ground level	Plant height(50cm)	2m above the Ground
M±Se (No. per 380cm ²)	45.5±5.21	60.8±6.1	11.63±2.45
Group	a	a	b

جدول ۴- مقایسه میانگین تیمارهای اثرات متقابل نوع تله و ارتفاع نصب تله بر اساس آزمون توکی (میانگین \pm خطای معیار)

Table 4. Mean comparison of treatments interactions of trap types and height installation on the basis of Tukey test (mean \pm S.E.)

Treat.	(Ferlit) on Gr. ⁹	(Ferlit) on Pl. ⁸	(Ferlit) on 2 ⁷	W.Pan. on Gr. ⁶	W.Pan. on Pl. ⁵	W.Pan. on 2 ⁴	DI. on Gr. ³	DI. on Pl. ²	DI. on 2 ¹
No./380c ²	25.36 \pm 5.14	34.19 \pm 2.4	28.94 \pm 1.9	9.39 \pm 1.8	13.7 \pm 1.5	1.2 \pm 0.23	101.8 \pm 32.35	134.5 \pm 9.24	4.75 \pm 1.03
Group	b	b	b	b	b	b	a	a	b

۱- تله دلنا در ارتفاع ۲ متری، ۲- تله دلنا در ارتفاع گیاه، ۳- تله دلنا روی زمین، ۴- تله تشتی فرومونی در ارتفاع ۲ متری، ۵- تله تشتی فرومونی در ارتفاع گیاه، ۶- تله تشتی فرومونی روی زمین، ۷- تله نوری- فرومونی در ارتفاع ۲ متری، ۸- تله نوری- فرومونی در ارتفاع گیاه، ۹- تله نوری- فرومونی روی زمین

جدول ۵- گروه‌بندی میانگین تیمارهای مربوط به مکان‌های مختلف نصب تله دلنا بر اساس آزمون توکی (میانگین \pm خطای معیار)

Table 6. Mean comparison of treatments related to the delta trap place installation on the basis of Tukey test (mean \pm S.E.)

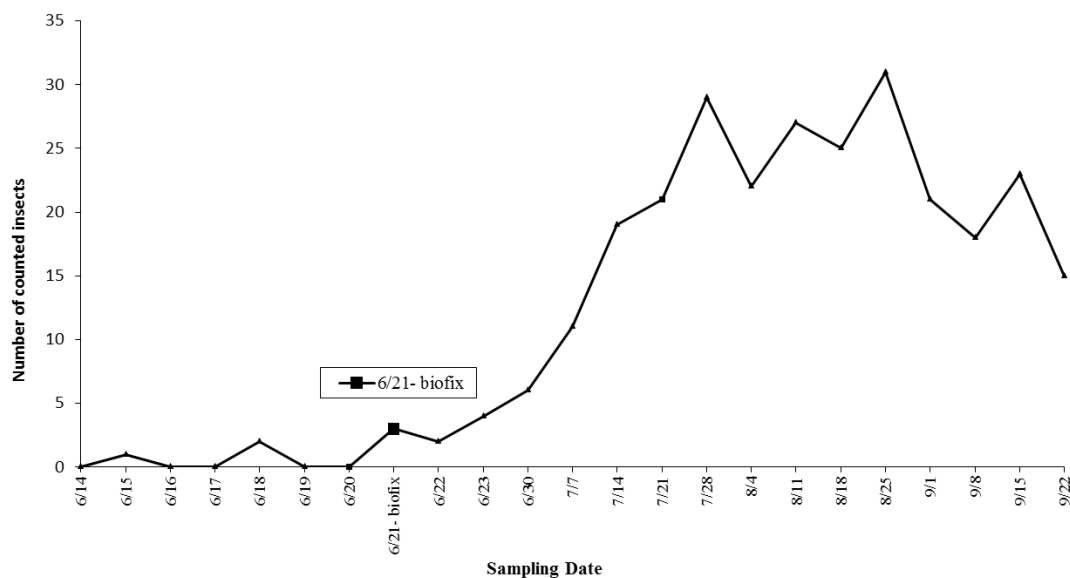
Treatment	Between rows	Field margin	10m Far from field	20m Far from field
No. per trap	97.5 \pm 18.09	143 \pm 14.3	98.25 \pm 9.78	199.75 \pm 15.44
Group	b	b	b	a

فرومونی نشان داد حضور و فعالیت حشره به طور فزاینده‌ای در طول فصل افزایش یافته و تا پایان برداشت محصول (انتهای شهریور) ادامه داشت. به این ترتیب دوره فعالیت حشره در مزرعه از ابتدای تیر ماه تا انتهای شهریور در نظر گرفته شد (شکل ۱).

مجموع حرارتی ماهانه و نیز تجمعی محاسبه شده با استفاده از داده‌های دستگاه تستو، در جدول ۶ ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصل، میزان حرارت محاسبه شده در یک سال کامل در منطقه اسماعیل‌آباد قزوین برابر با روز درجه ۳۱۰۱/۷۴ بود. بر همین اساس مجموع حرارت کسب شده در دوره فعالیت حشره (ابتدای تیر تا انتهای شهریور) برابر روز درجه ۱۷۷۹/۵۱ بوده که با محاسبات مربوطه (تقسیم بر ثابت دمایی یک نسل یعنی روز درجه ۴۵۳/۶) می‌توان انتظار داشت این حشره حداکثر حدود ۴ نسل در این مدت داشته باشد.

مکان مناسب نصب تله: نتایج تجزیه واریانس میانگین تیمارهای طرح نشان داد که بین تیمارهای مختلف (مکان-های مختلف نصب تله‌ها)، در سطح ۹۹ درصد و بین بلوک-ها (روزهای مختلف) تنها در سطح ۹۵ درصد تفاوت وجود داشته است. گروه‌بندی میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی انجام شد که نتایج آن در جدول ۵ مشاهده می‌شود. با توجه به نتایج گروه‌بندی میانگین‌ها (جدول ۵)، بیشترین تعداد حشرات شکار شده مربوط به تیمار ۲۰ متر خارج از مزرعه (20m Far from field) بوده و به تنهایی در گروه اول قرار گرفته و دو تیمار تله بین ردیف‌ها داخل مزرعه و ۱۰ متر خارج از مزرعه با جلب کمترین تعداد حشرات را جلب نمودند.

تعداد نسل‌ها بر اساس روش روز درجه: انتقال نشاء به زمین اصلی در تاریخ ۱۸ خرداد انجام شد و تاریخ ۳۱ خرداد به عنوان اولین نوبت از سه روز شکار متوالی ثبت شده و لذا به عنوان بیوفیکس تعیین شد. شمارش هفتگی تله



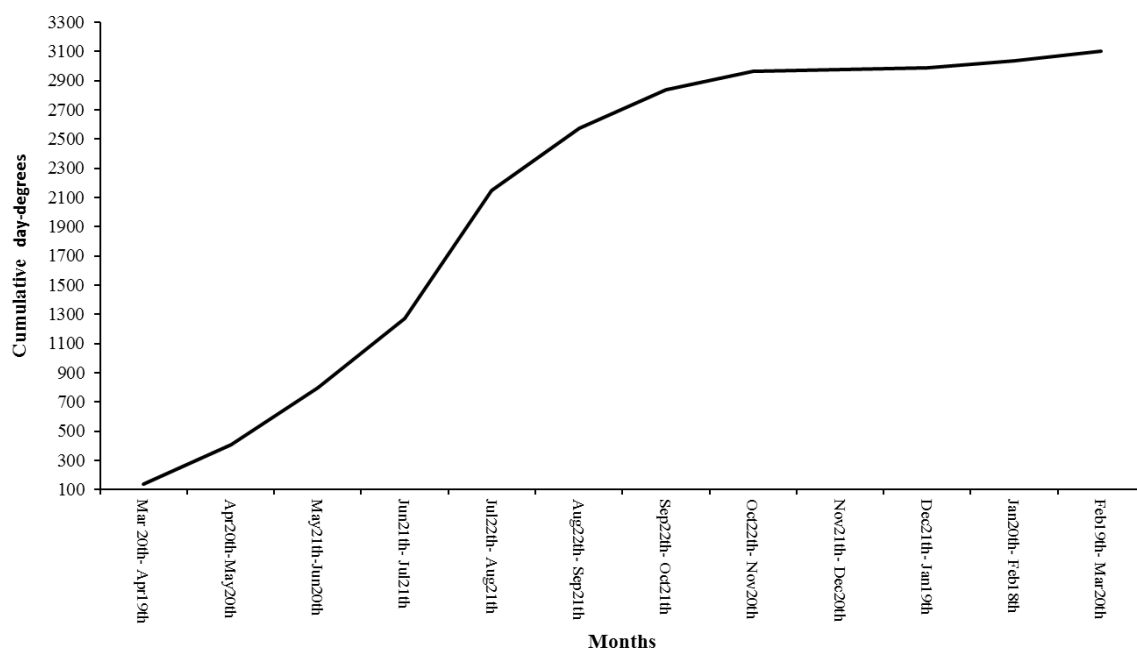
شکل ۱- نمودار تعداد حشرات بالغ شکار شده در تله فرمونی و بیوفیکس (۳۱ خرداد)، در طول فصل کشت گوجه در اسماعیل آباد قزوین

Figure 1. Number of adult captured in pheromone trap and biofix (Jun. 21), during growing season of tomato in Ismail Abad village in Qazvin

جدول ۶- مجموع حرارت ماهانه و تجمعی در منطقه اسماعیل آباد قزوین

Table 6. Total and cumulative monthly temperature in Ismail Abad village in Qazvin

Month	Total day-degrees in a month	Cumulative day-degree (DD)
March 20th Apr. 19th	137.35	137.35
Apr. 20th May 20th	272.51	409.86
May 21th Jun 20th	385.41	795.27
Jun 21th Jul. 21th	476.63	1271.9
Jul. 22th Aug. 21th	873.85	2145.65
Aug. 22th Sep. 21th	429.03	2574.78
Sep. 22th Oct. 21th	264.37	2839.15
Oct. 22th Nov. 20th	123.03	2962.18
Nov. 21th Dec. 20th	14.79	2976.97
Dec. 21th Jan. 19th	9.46	2986.43
Jan. 20th Feb 18th	46.29	3032.72
Feb.19th March 20th	69.02	3101.74



شکل ۲- نمودار مجموع حرارت‌های کسب شده در طول سال در مزرعه واقع در ایستگاه اسماعیل آباد قزوین
Figure 2. The graph of total calculated day degrees in a year in Ismail Abad village in Qazvin

نیز تاثیر تله‌های دلتا را در شکار حشرات بالغ بید گوجه فرنگی بیشتر از تله‌های تشتی و نوری عنوان کرده‌اند. از سوی دیگر مطالعاتی وجود دارند که کارایی تله‌های تشتی را نسبت به دلتا برتر ذکر نموده‌اند؛ از آن جمله باهیا و همکاران (Bahia *et al.*, 2011) که تله‌های تشتی را نسبت به تله‌های مکفیل و دلتا موثرتر گزارش نموده و بولم و استر (Bolem and Ester, 2011) که معتقدند تله‌های تشتی بهتر از تله‌های دلتا می‌توانند در جلب و شکار حشرات بالغ این آفت موثر باشند. همچنین جعفرلو و همکاران (Jafarloo *et al.*, 2014) نیز در مطالعات خود تله تشتی را نسبت به تله‌های دلتا موثرتر گزارش نموده‌اند. مهم‌ترین علت این تفاوت عدم لحاظ سطح تماس یکسان بین تله‌ها در مطالعات این محققین می‌باشد. به‌نحوی که میزان شکار در هر تله به‌صورت جداگانه تعیین و در ارزیابی‌ها به کار رفته است. اما در این تحقیق سطح شکار تله‌ها با هم یکسان محاسبه شده است.

موضوع مهم دیگری که از نتایج این تحقیق حاصل شد، کارایی تله‌های نوری- فرمونی بود. نتایج نشان داد اگرچه با

نمودار مجموع حرارت‌های تجمعی کسب شده در شکل دو مشاهده می‌شود. بر اساس این نمودار کاملاً مشهود است که روند تجمعی روز درجه کسب شده از فروردین تا شهریور ماه صعودی است و از مهر تا پایان سال روند ثابتی داشته است (شکل ۲).

بحث

نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که بین نوع تله‌ها در جلب و شکار حشرات بالغ بید گوجه‌فرنگی تفاوت معنی‌دار وجود دارد. بدین ترتیب که در شرایط سطح تماس یکسان، تله دلتا بهتر از تله‌های تشتی و تله‌های نوری - فرمونی، عمل کرد. این مطلب با نتایج برخی از پژوهشگران مطابقت دارد. به‌طوری که الزیدی (Al-Zaidi, 2009) برای ردیابی بید گوجه‌فرنگی تله‌های دلتا را نسبت به سایر تله‌ها برتر گزارش کرده است. زوئیبی و همکاران (Dhouibi *et al.*, 2011) در تونس تله‌های دلتا را نسبت به تله‌های تشتی به منظور کاربرد در شرایط مزرعه موثرتر اعلام کرده است و تاها و همکاران (Taha *et al.*, 2012)

تولیدی از تله‌ها بین بوته‌ها محبوس شده و سطح پراکنش آن بسیار محدودتر می‌شود.

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، نصب تله‌ها در خارج از مزرعه و به ویژه در فاصله ۲۰-۱۰ متر از حاشیه، بیشتر از تله‌های نصب شده در داخل مزرعه، حشرات *T. absoluta* را جلب و شکار نمودند. البته در ارتباط با مکان نصب تله‌ها مطالعات زیادی وجود ندارد، اما در مطالعات مربوط به کارایی تله‌ها در جلب و شکار این آفت، محققین نصب تله‌ها در داخل مزرعه و در شرایط گلخانه روی ردیف‌های کشت یا بین آنها را توصیه نموده‌اند (Cocco *et al.*, 2012; Taha *et al.*, 2012). همچنین در دستورالعمل اجرایی سازمان حفظ نباتات آمریکای شمالی، نصب تله‌های دلتا روی ردیف‌های کشت توصیه شده است (NAPPO, 2012) که با نتایج حاصل از این تحقیق تفاوت دارد. قرار دادن تله‌ها خارج از مزرعه این برتری را دارد که حشرات آفت را به بیرون می‌کشاند و سبب جلب آنها به داخل مزرعه نمی‌شود. بنابر این اگر مزارع به صورت منفرد و جدا از هم بوده و به شکل مزارع وسیع و متصل به هم نباشند، بهتر است تله‌ها در خارج از مزرعه و در فاصله ۲۰-۱۰ متری از آن نصب شوند.

در بررسی‌های صحرایی و بر اساس روش محاسبه روز درجه، تعداد نسل‌های این حشره در طول یک فصل زراعی گوجه فرنگی در استان قزوین، ۴ نسل برآورد شد. محققین دیگر در مطالعات خود در مناطق مختلف تعداد نسل‌های مختلفی برای این حشره گزارش کرده‌اند. به طور مثال، ۱۲-۸ نسل (Barrientos *et al.*, 1998)، ۱۰ نسل (Korycinska and Moran, 2009) و ۱۲-۶ نسل (Ostrauskas and Ivinskis, 2010). این تفاوت می‌تواند ناشی از اختلاف شرایط محیطی و یا وجود و عدم وجود میزبان پس از برداشت محصول اصلی باشد.

امروزه محققان از مدل‌های مبتنی بر محاسبه روز درجه برای پیش‌بینی تاثیر عوامل آب و هوایی به ویژه دما بر فیزیولوژی، بیولوژی، نوسان‌های جمعیت و تعداد نسل‌های حشرات استفاده می‌کنند (Farag *et al.*, 2009). این

اضافه شدن عامل نور ماوراء بنفش^۱ به تله‌های فرمونی تشتی میزان شکار آنها به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد، اما این افزایش به جز در ارتفاع ۲ متر از سطح زمین که میزان شکار تله‌های نوری - فرمونی بیشتر از تله‌های دلتا بود (جدول ۴)، در سایر موارد کمتر از تله‌های دلتا مشاهده شد. لذا با توجه به قیمت بالای این تله‌ها در مقایسه با تله‌های دلتا، کاربرد آنها حداقل در شرایط مزارع آزاد، قابل توصیه نیست.

ارتفاع نصب تله‌ها نیز عامل مهم دیگری است که در این مطالعه به آن پرداخته شده است. بر اساس نتایج حاصل، ارتفاع بوته‌ها از سطح زمین (۰/۵ متر)، مناسب‌ترین ارتفاع بوده است. در این رابطه سایر مطالعات نیز موید این موضوع می‌باشند، به طوری که الزیدی (Al-Zaidi, 2009) توصیه کرده است تا ارتفاع تله‌های دلتایی در محدوده ۰/۳ تا ۰/۶ متر باشد که با نتایج این بررسی تطابق دارد. همچنین بولکمنز (Bolkman, 2009) نیز ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر را برای نصب تله در مزرعه توصیه کرده است. در ارومیه نیز مناسب‌ترین ارتفاع نصب تله‌های تشتی ۰/۵ متر از سطح زمین گزارش شده است (Jafarloo *et al.*, 2014). پس از ارتفاع بوته‌ها، تله‌های قرار داده شده در سطح زمین بیشترین شکار را داشتند که می‌تواند ناشی از سطح پرواز پایین حشرات بالغ این آفت باشد. این مطلب یعنی سطح پرواز پایین حشرات بالغ *T. absoluta* و تمایل آنها به شاخ و برگ‌های جوان بوته‌ها در گزارش محققین سازمان حفظ نباتات آمریکای شمالی نیز مورد تایید قرار گرفته است. بر این اساس، آنها نصب تله‌ها در ارتفاع ۳۰ سانتی متری و تغییر آن بر اساس ارتفاع رشد بوته‌ها را توصیه نموده‌اند (NAPPO, 2012). مورد استثناء در این حالت نیز تله‌های نوری - فرمونی بودند که میزان شکار آنها در ارتفاع ۲ متری، بیش از سطح زمین بود. به نظر می‌رسد عامل نور که در ارتفاع بالا بهتر در سطح مزرعه پخش می‌شود سبب جلب بیشتر حشرات شده است، چراکه در سطح زمین نور

¹. Black light

². North American Plant Protection Organization

اصلی‌ترین روش‌های مدیریت این آفت دارد. در بسیاری از موارد عدم آشنایی کشاورزان به تعداد نسل‌های آفت منجر به انجام اقدامات در زمان نامناسب شده و این موضوع علاوه بر افزایش هزینه‌های مدیریت آفت، عدم کنترل مطلوب را در پی خواهد داشت. بر این اساس در این تحقیق سعی شد علاوه بر بررسی روش مناسب نصب تله‌های فرومونی در مزرعه به منظور پایش دقیق‌تر جمعیت بید گوجه فرنگی، به منظور تاثیر مطلوب این روش با تعیین تعداد نسل‌های آن در یک فصل زراعی، علاوه بر تعیین پتانسل خسارت‌زایی و افزایش جمعیت آفت، تعداد دفعات مناسب برای نصب تله‌ها نیز مشخص شود. از آنجا که مدل‌های روز-درجه بر اساس معیارهای اقلیمی عمل می‌کند، بنابراین انعطاف‌پذیری مناسبی به تغییر شرایط اقلیمی نشان داده و می‌توان هر ساله بر اساس این معیار، اقدام به تعیین نقاط حساس زندگی آفت نموده و مبارزه مناسب و لازم را انجام داد.

در مجموع بر اساس نتایج این تحقیق و مطالعات سایر محققین می‌توان نتیجه گرفت که تله‌های فرومونی دلنا نسبت به سایر انواع تله‌ها از نظر میزان شکار بید گوجه فرنگی برتری داشته و مناسب‌ترین ارتفاع نصب آنها در شرایط مزارع فضای باز ارتفاع بوته‌ها (۵۰ سانتی‌متر از سطح زمین) و در صورت امکان در فاصله ۲۰-۱۰ متری از کنار مزرعه می‌باشد. همچنین اینکه این حشره در شرایط دمایی قزوین حدود ۴ نسل در طول یک فصل مزرعه گوجه ایجاد می‌کند.

موضوع با توجه به تغییرات اقلیمی در جهان و اثرات مستقیم آن بر موجودات زنده به ویژه حشرات آفت بسیار حائز اهمیت است (Woiwod, 1997; Merrill et al., 2008). اگرچه در خصوص بید گوجه‌فرنگی در این مورد تحقیقات چندانی وجود ندارد، اما در مورد سایر حشرات، مطالعات متعددی در ارتباط با شبیه‌سازی تاثیرات اقلیمی به خصوص تغییرات دما بر نوسان‌های جمعیت و تعداد نسل‌های آنها به انجام رسیده است. به طوری که در هند با استفاده از روش محاسبه روز-درجه و ثابت دمایی مراحل مختلف رشدی شپشه برنج *Leptocorisa acuta* (Thunb.) مدلی برای پیش‌بینی نوسان‌های جمعیت آن طراحی شد که کارایی مطلوبی داشته است (Reji and Chander, 2008). در تایلند نیز از روش محاسبه روز-درجه مدل شبیه‌سازی برای پیش‌بینی نوسان‌های جمعیت زنجره قهوه‌ای برنج *Nilaparvata lugens* (Stal.) استفاده شد (Khlibsuwan, 2015). همچنین از روش محاسبه روز-درجه برای پیش‌بینی تعداد نسل‌های حشره نیز استفاده شده است. این بررسی در مصر و در ارتباط با مگس میوه هلو *Bactrocera zonata* (Saunders) به انجام رسیده است. محققین تعداد نسل‌های این حشره را بین ۸ تا ۹ نسل برآورد نموده‌اند (Khalil et al., 2010).

تعیین تعداد نسل‌های حشره در یک فصل زراعی نقش بسیار مهمی در تعیین زمان اعمال روش‌های مبارزه و از جمله نصب تله‌های فرومونی به عنوان یکی از مهم‌ترین و

References

- Alasady, M. A. A., Hadwan, H. A. and Hassan, R. K. 2011. The optimization of pheromone traps for monitoring and mass attraction of tomato borer *Tuta absoluta* in greenhouses in Iraq. International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) in collaboration with the IRAC and IBMA, 16-18 November, Agadir, Morocco. pp. 80.
- Al-Zaidi, S. 2009. Recommendations for the detection and monitoring of *Tuta absoluta*. Russell IPM (Integrated Pest Management). Retrieved September 20, 2012. from <http://www.russellipm-agriculture.com/uploads/files/recommendationdetectionmonitoring.pdf>.
- Bahia, D. M., Reki, C. and Salaheddine, D. 2011. Trapping of *Tuta absoluta* Meyrick, 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae) by three types of pheromone traps and damage assessment in Ouargla (Algerian Sahara). International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer,

- Lepidoptera: Gelechiidae) in collaboration with the IRAC and IBMA, 16-18 November, Agadir, Morocco. pp. 56.
- Baniameri, V. and Cheraghian, A.** 2012. The first report and control strategies of *Tuta absoluta* in Iran. **Bulletin OEPP/EPPO** 42(2): 322- 324.
- Barrientos, Z. R., Apablaza, H. J., Norero, S. A. and Estay, P. P.** 1998. Threshold temperature and thermal constant for development of the South American tomato moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae). **Cienciae Investigacion Agraria** 25: 133–137.
- Bolem, S. and Esther, S.** 2011. New Pest Response Guidelines Tomato Leafminer (*Tuta absoluta*). USDA, 176 pp.
- Bolkmans, K.** 2009. Integrated pest management of the exotic invasive pest *Tuta absoluta*. 4th Annual Biocontrol Industry Meeting International Biocontrol Manufacturers Association, Lucerne, Switzerland.
- Cocco, A., Deliperi, S. and Delrio, G.** 2012. Potential of mass trapping for *Tuta absoluta* management in greenhouse tomato crops using light and pheromone traps. **Integrated Control in Protected Crops, Mediterranean Climate IOBC-WPRS Bulletin** 80: 319- 324.
- Cocco, A., Deliperi, S. and Delrio, G.** 2013. Control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomato crops using the mating disruption technique. **Journal of Applied Entomology** 137: 16- 28.
- Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, K.A.G., Burgio, G., Arpaia, S., Narva'ez-Vasquez, C.A., Gonza'lez-Cabrera, J., Catala'n Ruescas, D., Tabone, E., Frandon, J., Pizzol, J., Poncet, C., Cabello, T. and Urbaneja, A.** 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. **Journal of Pest Science** 83: 1–19.
- Dhouibi, M. H., Titouhi, F. and Smaan, M.** 2011. Bioassays with two trap models and different sex pheromone capsules of the tomato borer *Tuta absoluta* Povolny 1994. International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) in collaboration with the IRAC and IBMA, 16-18 November, Agadir, Morocco. pp. 100.
- El-Aassar, M. R., Soliman, M. H. A. and Abd Elaal, A. A.** 2015. Efficiency of sex pheromone traps and some bio and chemical insecticides against tomato borer larvae, *Tuta absoluta* (Meyrick) and estimate the damages of leaves and fruit tomato plant. **Annals of Agricultural Science** 60(1): 153–156.
- EPPO.** 2009. EPPO Reporting service. Pest and diseases. Paris, No 8: 08-01.
- Farag, M. M. A., Shehata, N. F. and Mahmoud, Y. A.** 2009. Predicting the annual generation peaks of peach fruit fly, *Bactrocera zonata* (Saunders) (Diptera: Tephritidae) using heat units accumulation at Giza Governorate, Egypt. 4th Conf. on Recent Technologies in Agriculture. Egypt.
- Farrokhi, S., Zerehgar, K. H., Heidari H. and Marzban R.** 2011. *Tuta absoluta* (Lep., Gelechiidae): A serious threat to tomato farming in Iran. International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) in collaboration with the IRAC and IBMA, 16-18 November, Agadir, Morocco. pp. 78.
- Ferrara, A. A., Vilela, E. F., Jham, G. N., Eiras, A. E., Picanço, M. C., Attygalle, A. B., Svatos, A., Filho, M. M., Vilela, E. F., Jham, N. G., Attygalle, A., Svatoš, A. and Meinwald. J.** 2000. Initial studies of mating disruption of the tomato moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) using synthetic sex pheromone. **Journal of the Brazilian Chemical Society** 11 (6): 621-628.
- Frighetto, R. T. S. and Meinwald, J.** 2001. Evaluation of the Synthetic Major Component of the Sex Pheromone of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Journal of Chemical Ecology** 27 (5): 907- 912.
- García, M. F. and Espul, J. C.** 1982. Bioecology of the tomato moth (*Scrobipalpula absoluta*) in Mendoza, Argentine Republic. **Revista de Investigaciones Agropecuarias** 17:135–146.
- Guedes, R. N. C. and Picanco, M. C.** 2012. The tomato borer *Tuta absoluta* in South America: pest status, management and insecticide resistance. **EPPO Bulletin** 42(2): 211–216.
- Gomi, T., Inudo, M. and Yamada, D.** 2003. Local divergence in developmental traits within a trivoltine area of *Hyphantria cunea* Drury (Lepidoptera: Arctiidae). **Entomological Science** 6: 71–75.

- Harizanova, V., Stoeva, A. and Mohamedova, M.** 2009. Tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Povolny) (Lepidoptera: gelechiidae) – first record in Bulgaria. **Agricultural Science and Technology** 1: 95- 98.
- Jafarloo, M., Azimi, N. and Mohammad Dustdar Sharaf, M. M.** 2014. Comparison of efficiency of traps type, color and height in tomato Leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) trapping in Urmia. **Journal of Field Crop Entomology** 4(1): 49- 58.
- Khalil, A. A., Abolmaaty, S. M., Hassanein, M. K., El-Mtewally, M. M. and Moustafa, S. A.** 2010. Degree-days units and expected generation numbers of peach fruit fly *Bactrocera zonata* (Saunders) (Diptera: Tephritidae) under climate change in Egypt. **Journal of Biological Science** 3: 11- 19.
- Khlibsuwan, W.** 2015. A degree-day simulation model for the population dynamics of the brown plant hopper, *Nilaparvata lugens* Stal. (Homoptera: Delphacidae). 2nd International Symposium on Agriculture Technology, July 1-3, Pattaya, Thailand, pp. 1-3.
- Korycinska, A. and Moran, H.** 2009. South American tomato moth *Tuta absoluta*. The Food and Environment Research Agency (Fera). Retrieved May 10, 2016. from <http://fera.co.uk/news/resources/documents/pests-disease-southAmericanTomatoMoth.pdf>.
- Krechemer, F. D. and Foerster, L. A.** 2015. *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): Thermal requirements and effect of temperature on development, survival, reproduction and longevity. **European Journal of Entomology** 112(4): 658–663.
- Lietti, M. M. M., Botto, E. and Alzogaray, R. A.** 2005. Insecticide Resistance in Argentine Populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology** 34(1): 113-119.
- Mahdi, K. and Doumandji, S.** 2013. Research on temperature: limiting factor of development of tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **International Journal of Agricultural Science Research** 4: 81–88.
- Miranda, M. M. M., Picanco, M., Zanuncio, J. C. and Guedes, R. N. C.** 1998. Ecological Life Table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Biocontrol Science and Technology** 8: 597–606.
- Merrill, R., Gutierrez, D., Lewis, O., Gutierrez, J., Diez, S. and Wilson, R.** 2008. Combined effects of climate and biotic interactions on the elevational range of a phytophagous insect. **Journal of Animal Ecology** 77: 145–155.
- Mohamed, E. S. I. and Siam, K. H.** 2011. Effect of pheromone traps on mass trapping of tomato borer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Sudan. International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) in collaboration with the IRAC and IBMA, 16-18 November, Agadir, Morocco. pp. 98.
- NAPPO.** 2012. Surveillance Protocol for the Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta*, for NAPPO Member Countries. Retrieved May 10, 2016. from https://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/plant_exports/downloads/Tuta_absoluta_surveillanceprotocol_08-06-2012-e.pdf.
- Ostrauskas, H. and Ivinskis, P.** 2010. Records of the tomato pinworm *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) – in Lithuania. **Acta Zoologica Lituanica** 20:150-155.
- Reji, G. and Chander, S.** 2008. A degree-day simulation model for the population dynamics of the rice bug, *Leptocorisa acuta* (Thunb.). **Journal of Applied Entomology** 8: 646-653.
- Silvério, F. O., de Alvarenga, E. S., Moreno, S. C. and Picanco, M. C.** 2009. Synthesis and insecticidal activity of new pyrethroids. **Pest Management Science** 65: 900–905.
- Siqueira, H. A. A., Guedes, R. N. C., Fragoso, D. B. and Magalhaes, L. C.** 2001. Abamectin resistance and synergism in Brazilian populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **International Journal of Pest Management** 47: 247–251.
- Sirigireddy, R., Gorantla, M. and Reddy, P.** 2011. A novel process for industrial production of >98% pure E3, Z8, Z11-14: AC major isomer for effective mass trapping of *Tuta absoluta*. International Symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae) in collaboration with the IRAC and IBMA, 16-18 November, Agadir, Morocco. pp. 76.
- Taha, A. M., Homam, B. H., Afsah, A. F. E., Fatama and EL- Sharkawy, M.** 2012. Effect of trap color on captures of *Tuta absoluta* moths (Lepidoptera: Gelechiidae). **International Journal of Environmental Science and Engineering** 3: 43- 48.

- Tosevski, I., Jovic, J., Mitrovic, M., Cvrkovic, T., Krstic, O. and Krnjajic, S.** 2011. *Tuta absoluta* Meyrick, (Lepidoptera, Gelechiidae) a new pest of tomato in Serbia. **Pesticides and Phytomedicine Journal** 26(3): 197- 204.
- UC California.** 2016. Weather, models and degree- days. Retrieved October 9, 2016. from <http://www.ipm.ucdavis.edu/WEATHER/ddretrieve.html>.
- USDA.** 2011. Federal Import Quarantine Order for Host Materials of Tomato Leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick). SPRO# DA-2011-12. United States Department of Agriculture, Plant Protection and Quarantine. Retrieved September 20, 2012. from http://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/plant_imports/federal_order/downloads/2011/Tuta%20absoluta5-5-2011.pdf.
- Woiwod, I.** 1997. Detecting the effects of climate change on Lepidoptera. **Journal of Insect Conservation** 1: 149 -158.
- Zalom, F., Goodell, P., Wilson, L., Barnett, W. and Bentley, W.** 1983. Degree-days: the calculation and use of heat unit in pest management. Division of Agricultural and Natural Resources, University of California, Davis, CA, USA. 10 pp.

Plant Pest Research
2019- 8(3): 29-42

The most suitable type, height and location of *Tuta absoluta* pheromone traps and determination of its generations by degree day method

P. Namvar^{1*} and B. Gharaei²

1. Plant Protection Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran, 2. Plant Protection Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran

(Received: October 16, 2018-Accepted: January 21, 2019)

Abstract

Tuta absoluta is a new pest which after its entry to the country and fast and wide distribution became one of the most damaging agents of tomato especially in open fields. Finding its activity period in the field and the most suitable types and ways for the use of pheromone traps as a monitoring tool, are necessary to make management decisions. So, in this study, at first the most effective type and height of pheromone trap in a factorial experiment and then the best location in the field, were determined. First factor was the trap types which were delta, water pan and ferolite. Second factor was trap height and included ground, 50 cm and 2m up the ground. Both experiments were done in randomized block designs with 4 replicates in a tomato field in Jiroft. In another experiment and in a tomato field in Qazvin, the leaf miner's generations and its activity period were determined by the method of degree day using a Testo set and a delta pheromone trap. Results showed that the delta pheromone trap on 50 cm up to the ground and 20m far from the field margin had the highest effectiveness. Also it was revealed that *T. absoluta* emerged in the middle of growing season and its population density increased gradually and it had 4 generations in a year.

Key words: *Tuta absoluta*, Delta trap, Water pan Pheromone baited trap, Ferolite trap, Generation numbers

*Corresponding author: p.namvar@areeo.ac.ir