بررسی برخی ویژگی‌های اکولوژیک شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی، *Tuta absoluta* (Meyrick)، در شهرستان سیروان (استان ایلام)

مجید محمودی[1*]، مجید میراب بالو[2]، سیامک بیگی[3] و سعید یعقوبی[4]

۱- * **نویسنده مسوول:** استادیار، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، داراب، ایران، (m.mahmudi@areeo.ac.ir)

۲- دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۳- مدیر حفظ نباتات جهاد کشاورزی استان ایلام، ایلام، ایران

۴- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۱۴

چکیده

مینوز گوجه‌فرنگی (*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae یکی از آفات مهم گوجه‌فرنگی در ایران است. به منظور بررسی نوسانات جمعیت پروانه مینوز گوجه‌فرنگی در سال زراعی ۱۳۹۶، چهار مزرعه گوجه‌فرنگی در شهرستان سیروان انتخاب و در هر مزرعه یک تله فرمونی نصب شد. به منظور بررسی میزان همبستگی و رابطه بین متغیرهای تراکم شب‌پره‌های بالغ و دما از تحلیل همبستگی پیرسون و تجزیه رگرسیون استفاده شد. نوسانات تراکم جمعیت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی قبل از نشاءکاری تا پایان برداشت گوجه‌فرنگی در شهرستان سیروان نشان داد، طی یک فصل زراعی، مینوز گوجه‌فرنگی هفت اوج جمعیتی با فاصله‌های زمانی تقریباً یک‌ماهه دارد. اوج پرواز این آفت به ترتیب در تاریخ های ۲۰ اردیبهشت، ۲٤ خرداد، ۲۸ تیر، ۱ شهریور، ۱۲ مهر، ۱۷ آبان و ۱۵ آذر اتفاق افتاد. بیش‌ترین تراکم جمعیت در تاریخ ۲۸ تیر (۱۵/۲۹ ± ۳۹۷/۷۵ شب‌پره در تله) ثبت شد و تراکم جمعیت این آفت از اواخر آبان به بعد روند نزولی داشت. میانگین تعداد شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی شکار شده توسط تله‌های فرمونی با میانگین دمای ماهانه در یک فصل زراعی ارتباط مستقیمی را نشان نداد. نتایج تجزیه رگرسیون نشان داد رابطه بین اوج جمعیت شب‌پره‌های نر مینوز گوجه‌فرنگی با میانگین دمای ماهانه یک ماه قبل معنی‌دار است. جهت تعیین پراکنش فضایی از قانون نمایی تیلور استفاده شد. شاخص تجمع شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی از لحاظ آماری برابر با یک برآورد شد که نشان می‌دهد پراکنش فضایی این آفت از نوع تصادفی است. در این پژوهش از روش گرین جهت برآورد اندازه نمونه مطلوب استفاده شد. نتایج نشان داد تعداد واحد نمونه‌برداری مورد نیاز با افزایش میانگین تراکم جمعیت آفت کاهش یافت به طوری که هرگاه میانگین تراکم جمعیت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در هر تله فرمونی در هفته یک عدد باشد، تعداد نمونه مورد نیاز با سطح دقت ۲۵ و ۱۰ درصد به ترتیب ۱/۸٦ و ۱۱/٦۵ نمونه خواهد بود و هرگاه میانگین تراکم جمعیت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در هر تله فرمونی در هفته ۱۰ عدد باشد، تعداد نمونه مورد نیاز با سطح دقت ۲۵ و ۱۰ درصد به ترتیب ۰/۳۷ و ۲/۳۲ نمونه خواهد بود. نتایج این مطالعه در زمینه نمونه‌برداری، پراکنش جمعیت، نوسانات جمعیت و ارتباط جمعیت مینوز گوجه‌فرنگی با شرایط دمایی منطقه می‌تواند کمک شایانی برای مدیریت منطقی این آفت در منطقه ارائه بدهد.

کلیدواژه‌ها: گوجه‌فرنگی، شاخص تایلور، مینوز گوجه فرنگی

دبیر تخصصی: دکتر افروز فارسی

مقدمه

گوجه‌فرنگی با نام علمی *Solanum lycopersicum* L. یکی از محصولات مهم در رژیم غذایی خانوارها است که علاوه بر مصرف تازه‌خوری در تولید محصولات فرآوری شده نظیر رب و سس گوجه‌فرنگی نیز مورداستفاده قرار می‌گیرد. بعد از ذرت علوفه‌ای و گندم آبی، رتبه سوم میزان تولید در کشور به گوجه‌فرنگی با تولید ۶/۹ میلیون تن و سهم ۹/۲ درصد از کل میزان تولید محصولات زراعی اختصاص دارد (Ahmadi et al., 2020).

مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick)، یکی از مهم‌ترین آفات گوجه‌فرنگی است که به عنوان یکی از عوامل محدودکننده کشت و پرورش گوجه‌فرنگی در تعداد زیادی از کشورهای دنیا معرفی شده است (Desneux et al., 2011; Krechemer and Foerster, 2019). این آفت قدرت تهاجمی بالایی دارد و از سال ۲۰۰۶ به بعد از چندین کشور دنیا در اروپا، خاورمیانه، بعضی قسمت های دیگر آسیا و آفریقا گزارش شده است (Desneux et al., 2011; Baniameri and Cheraghian, 2012; Campos et al., 2017). این آفت در ایران برای اولین بار سال ۱۳۸۸ از استان آذربایجان غربی گزارش شد (Baniameri and Cheraghian, 2012). اولین بار حضور آفت در مزارع گوجه‌فرنگی و حتی کشتزارهای سیب‌زمینی و بادمجان و نیز علف‌های هرز «تاتوره» استان کرمانشاه در سال ۱۳۹۰ گزارش شده است (Hesami, 2011).

مینوز گوجه‌فرنگی جزو گونه‌های چند نسلی است که با ایجاد کانال و تونل در برگ ها، گل‌ها، ساقه‌ها و میوه‌های گوجه‌فرنگی خسارت کمی و کیفی بالایی وارد می‌کند (Pereyra and Sanchez, 2006). خسارتی که توسط این آفت ایجاد می‌شود گاهی تا ۱۰۰ درصد محصول را از بین می‌برد (Desneux et al., 2011). این آفت، به دلیل چند نسلی بودن و قدرت تولید مثل بالا، پتانسیل زیادی برای خسارت‌زایی دارد و تله‌های فرمونی به عنوان ابزار مطمئنی در تعیین نوسانات جمعیت می‌توانند مفید باشند (Bahirai et al., 2015).

مشکلات ناشی از مصرف بی‌رویه سموم شیمیایی نظیر توسعه مقاومت به سموم در آفات، طغیان آفات ثانویه، طغیان مجدد آفات، از بین رفتن موجودات غیرهدف به‌خصوص دشمنان طبیعی، تهدید سلامت مصرف‌کنندگان و غیره موجب تکوین فلسفه و برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات شده است. برای طراحی و اجرای یک برنامه مناسب مدیریت تلفیقی آفات، اطلاع دقیق از ویژگی‌های جمعیت آفت ازجمله تغییرات فصلی آفت، زمان ظهور آفت، روش‌های دقیق و مناسب نمونه‌برداری و توزیع فضایی جمعیت آفت اهمیت دارد (Pedigo, 2002). جمعیت یک آفت در اکوسیستم زراعی ممکن است تحت تأثیر عوامل مختلف زنده و غیرزنده قرار گیرد. از عوامل غیرزنده می‌توان شرایط آب و هوایی و از عوامل زنده می‌توان به سطوح غذایی پایین‌تر (گیاه میزبان) و سطوح غذایی بالاتر (دشمنان طبیعی) نام برد (Price, 1997).

هدف از نمونه‌گیری، ارزیابی پارامترهایی است که به کمک آن‌ها بتوان پراکنش جمعیت مانند تغییرات تراکم حشرات، نحوه‌ی توزیع و پراکنش آن‌ها، ارزیابی میزان خسارت و تعیین زمان مبارزه با آن‌ها را مورد بررسی قرار داد. در تمام روش‌های نمونه‌برداری، سعی بر کاستن میزان خطا تا حد ممکن و مصرف حداقل انرژی است (Damavandian and Asghari, 2007). یک برنامه موفق مدیریت تلفیقی آفات به طراحی و اجرای یک برنامه مناسب نمونه‌برداری نیاز دارد. دقت و صرفه جویی در زمان و هزینه، دو عامل اساسی در تکوین یک برنامه نمونه‌یرداری موفق می‌باشند (Pedigo, 2002). نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت یک راهبرد نمونه‌برداری بسیار کارآمد می‌باشد که در

آن، تعداد نمونه‌های مورد نیاز برای رسیدن به یک دقت مطلوب به حداقل می‌رسد. برنامه‌نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت در مقایسه با برنامه نمونه‌برداری با اندازه نمونه ثابت، هزینه و زمان را ۳۵ تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهد (Binns, 1994). توزیع فضایی، نتیجه‌ی یک واکنش رفتاری است که نوع چیدمان افراد یک گونه را در زیستگاه نشان می‌دهد و می‌تواند به یکی از سه شکل یکنواخت، تصادفی و تجمعی باشد (Afshari, 2011). مطالعه بسیاری از ویژگی‌های جمعیتی آفات و دشمنان طبیعی آن‌ها در شرایط صحرایی، مستلزم نمونه‌برداری از جمعیت آن‌ها می‌باشد. در نمونه‌برداری از جمعیت حشرات، علاوه بر انتخاب تکنیک مناسب، بایستی برنامه مناسب نمونه‌برداری را نیز طراحی کرد. آنچه در یک برنامه مناسب نمونه‌برداری دنبال می‌شود می‌توان به انتخاب واحد نمونه‌برداری، تعیین تعداد مناسب نمونه، تعیین توزیع مکانی واحد نمونه‌برداری و انتخاب زمان مناسب نمونه‌برداری اشاره کرد. برنامه نمونه‌برداری به‌عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری در مدیریت مبارزه با آفات مورد استفاده قرار می‌گیرد و در این میان تعیین الگوی توزیع فضایی آفت نقش موثری را در طراحی یک برنامه مناسب نمونه‌برداری ایفا می‌کند. الگوی توزیع فضایی حشرات نه تنها در تنظیم برنامه نمونه‌برداری مفید می‌باشد بلکه ابزاری برای استفاده در مدل‌های ارزیابی خسارت آفات، بررسی ویژگی‌های رفتاری و اکولوژیک گونه‌ها، مطالعه روابط میزبان–دشمن طبیعی و تعیین میزان رشد جمعیت گونه‌ها محسوب می‌شود (Jafari et al., 2005). در شرق اتیوپی، یک تحقیق با استفاده از تله‌های فرمونی جهت بررسی زمان ظهور مینوز گوجه‌فرنگی انجام شد (Goftishu et al., 2014). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که تشخیص به موقع زمان ظهور آفت و پایش آن گامی اساسی در مدیریت مینوز گوجه‌فرنگی است.

با توجه به ظهور مینوز گوجه‌فرنگی در استان ایلام و ایجاد خسارت‌های سنگین در مزارع گوجه‌فرنگی این استان، این تحقیق با هدف بررسی برخی ویژگی‌های اکولوژیک شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی انجام شد، تا با تعیین روابط بین این آفت با محیط زیست، قدمی در جهت کنترل موثر مینوز گوجه‌فرنگی برداشته شود.

مواد و روش ها

برای انجام این تحقیق، چهار مزرعه گوجه‌فرنگی (ارقام محلی به‌نام گوجه کردی) هر کدام به مساحت حدود ۲۰۰۰ مترمربع در شهرستان سیروان، دهستان زنگوان انتخاب شد. سیستم آبیاری چهار مزرعه با شیوه غرقابی و با دور آبیاری چهار روز یکبار بود. همه چهار مزرعه در حاشیه رودخانه شمشه با فاصله تقریبی ۳ تا ۴ کیلومتر از یکدیگر قرار داشتند.

بررسی تغییرات فصلی

بررسی نوسانات جمعیت پروانه‌ی مینوز گوجه‌فرنگی در سال زراعی ۱۳۹۶ (از تاریخ ۲۵ فروردین تا ۲۹ آذر) در این مزارع انجام گرفت. در انجام مطالعه هیچ گونه عملیات مبارزه شیمیایی برای کنترل آفات در این مزارع صورت نگرفت. در مرکز هر مزرعه یک تله دلتا حاوی فرمون مصنوعی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در حدود دو سوم ارتفاع بوته‌های گوجه‌فرنگی نصب گردید. نوع تله‌های بکار رفته در این طرح از نوع تله دلتا سفید بود. تله‌ها همزمان با کشت گوجه‌فرنگی نصب شد و تا پایان برداشت میوه به طول انجامید و تله‌ها به منظور شمارش هر هفت روز یکبار بازدید و پس از انتقال چسب آن‌ها به آزمایشگاه تعداد پروانه‌های شکار شده روی آن‌ها شمارش و ثبت گردید. زمان تعویض فرمون تله‌ها هر دو هفته یکبار بود و تله‌ها بصورت ماهانه تعویض شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای رسم نمودارهای تغییرات جمعیت در طول زمان و یا

برقراری رابطه‌ی رگرسیونی بین تراکم بالغین آفت با میانگین دما از برنامه اکسل[1] استفاده شد. از آزمون نکویی برازش پیرسون با کمک نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ برای بررسی میزان همبستگی بین متغیرهای تراکم شب‌پره‌های بالغ و دما استفاده شد. از آن‌جا که دمای ارائه شده توسط اداره هواشناسی استان ایلام بصورت میانگین دمای ماهانه بود، بنابراین داده‌های مربوط به تراکم آفت نیز به صورت ماهانه محاسبه شد.

تعیین توزیع فضایی:

جهت تعیین پراکنش فضایی این آفت از قانون نمایی تیلور (Taylor, 1961) استفاده شد (رابطه ۱). در ابتدا میانگین و واریانس فراوانی آفت در واحد نمونه‌برداری و در هر تاریخ تعیین شد و سپس پارامترهای رابطه رگرسیونی بین لگاریتم میانگین‌ها و لگاریتم واریانس‌ها (رابطه ۲) محاسبه شد.

رابطه۱: $S^2=am^b$

رابطه۲: $Log\ (S^2) =Log(a)+bLog(m)$

در این رابطه‌ها S^2 = واریانس هر تاریخ نمونه‌برداری، a = پارامتر نمونه‌برداری، m = میانگین هر تاریخ نمونه‌برداری و b = شاخص تجمع است. اگر مقدار b که درواقع شیب خط رگرسیون است به طور معنی‌داری بیشتر از یک باشد نوع پراکنش فضایی حشره تجمعی در نظر گرفته می‌شود و اگر مساوی یا کمتر از یک باشد به ترتیب پراکنش تصادفی و یکنواخت به حساب می‌آید.

جهت آزمون معنی‌دار بودن تفاوت شاخص تجمع (b) با عدد ۱، مقدار t با استفاده از رابطه ۳ محاسبه و با مقدار t جدول با سطح اطمینان ۰/۰۵ و درجه آزادی n-۲ مقایسه شد.

رابطه۳: $t=(b-1)/SE_b$

در این رابطه، b شاخص تجمع و SE_b خطای استاندارد شاخص تجمع است. اگر t محاسبه شده کوچک‌تر از t جدول بود، شاخص تجمع نسبت به عدد ۱ اختلاف معنی‌دار نداشت و پراکنش فضایی آفت از نوع تصادفی بود و اگر t محاسبه شده بیشتر از t جدول بود، با توجه به اینکه مقدار b بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از یک باشد، به ترتیب پراکنش تجمعی و یکنواخت به حساب آمد.

به منظور تعیین اندازه نمونه مطلوب از طرح نمونه‌برداری دنباله‌ای با دقت ثابت ۰/۱ و ۰/۲۵ و با روش گرین (Green, 1970) استفاده شد. اندازه نمونه مطلوب برای طرح گرین با استفاده از رابطه ۴ محاسبه شد (Karandinos, 1976).

رابطه۴: $N=1/D^2am^{(b-2)}$

در این رابطه N تعداد نمونه مورد نیاز، D سطح دقت (۰/۲)، a و b ضرایب حاصل از قانون نمایی تیلور و m میانگین تراکم آفت در هر واحد نمونه‌برداری است.

نتایج

نوسانات تراکم جمعیت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی

نوسانات تراکم جمعیت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی قبل از نشاءکاری تا پایان برداشت گوجه‌فرنگی در شهرستان سیروان در شکل ۱ نشان داده شده است. در اولین هفته بعد از نصب تله‌های فرمونی (یکم اردیبهشت یا ۲۱ آوریل) به طور میانگین ۳/۰۱ ± ۳۶/۲۵ شب‌پره ثبت شد و سپس جمعیت این آفت تا یک هفته بعد از نشاءکاری (۲۰ اردیبهشت یا ۱۰ می) روند افزایشی داشت. از اواخر اردیبهشت (۱۷ می) تا اوایل خرداد (۳۱ می) تعداد شب‌پره‌ها به طور مشخص روند نزولی نشان دادند.

بر اساس نتایج حاصل که در یک فصل زراعی انجام شد، مینوز گوجه‌فرنگی در منطقه سیروان هفت اوج جمعیتی با فاصله‌های زمانی تقریباً یک‌ماهه نشان داد. اوج پرواز این آفت به ترتیب در تاریخ‌های ۲۰ اردیبهشت (۱۰ می)، ۲۴ خرداد (۱۵ ژوئن)، ۲۸ تیر (۱۹ جولای)، ۱ شهریور (۲۳ آگوست)، ۱۲ مهر (۴ اکتبر)، ۱۷ آبان (۸ نوامبر) و ۱۵ آذر (۶ دسامبر) اتفاق افتاد. در ماه‌های شهریور و مهر به طور

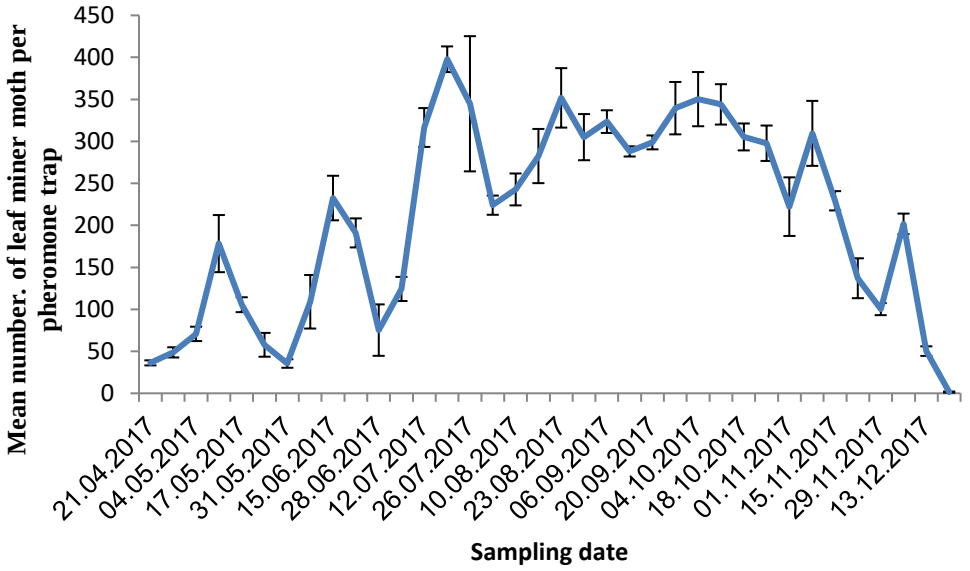
1- Excel

میانگین تراکم جمعیت نوسانات کمتری داشت که احتمالاً به دلیل تداخل نسل‌ها است. بیش‌ترین تراکم جمعیت در تاریخ ۲۸ تیر (۱۹ جولای) (۱۵/۲۹ ± ۳۹۷/۷۵ شب‌پره) ثبت شد. تراکم جمعیت این آفت از اواخر آبان به بعد روند نزولی داشت به‌طوری‌که در آخرین هفته که پایان برداشت محصول بود فقط ۰/۶۴ ± ۱/۵ شب‌پره بطور میانگین توسط تله‌ها شکار شد.

ارتباط تراکم جمعیت آفت با میانگین دمای ماهانه

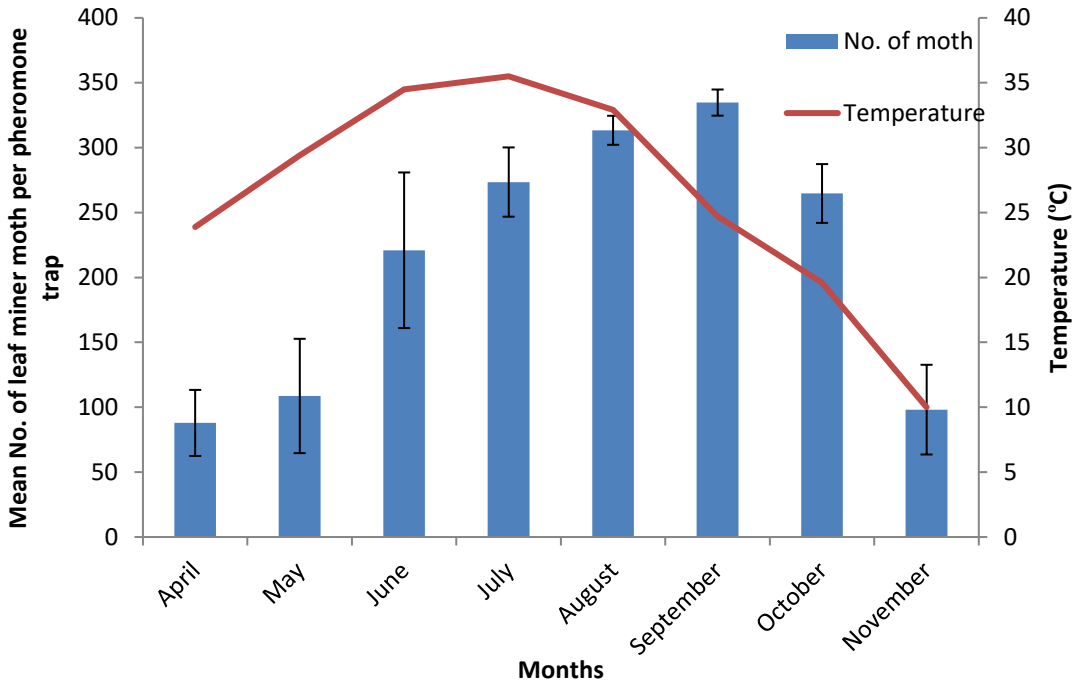
ارتباط بین میانگین تعداد شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی شکار شده در ماه توسط تله‌های فرمونی با میانگین دمای ماهانه در یک فصل زراعی در شکل ۲ نشان داده شده است. این شکل نشان می‌دهد با افزایش دما، تراکم جمعیت شب‌پره‌های شکار شده نیز افزایش می‌یابد ولی بعد از کاهش دما، از ماه مرداد (اول آگوست) به بعد، باز هم روند تراکم جمعیت در ماه‌های شهریور (سپتامبر) و مهر (اکتبر) روند افزایشی دارد.

نتایج آنالیز رگرسیون نشان داد بین میانگین دمای ماهانه با میانگین شب‌پره مینوز شکار شده توسط تله فرمونی همبستگی



شکل ۱- نوسانات هفتگی تراکم جمعیت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی از زمان نشاءکاری تا پایان برداشت گوجه‌فرنگی در شهرستان سیروان که توسط تله‌های فرمونی شکار شده‌اند در سال ۱۳۹۶

Figure 1. Weekly population fluctuations of tomato leaf miner moths from the timing of transplanting to the end of tomato harvesting in Sirvan county, which have been captured by pheromone traps in 2017



شکل۲- ارتباط بین میانگین ماهانه تعداد شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی شکار شده توسط تله‌های فرمونی (نمودار ستونی) با میانگین دمای ماهانه (نمودار خطی) در یک فصل زراعی (شهرستان سیروان، سال ۱۳۹۶)

Figure 2. Relationship between the monthly average number of tomato leaf miner moths captured by pheromone traps (bar chart) and the average monthly temperature (line chart) in a growing season, (Sirvan county, 2017)

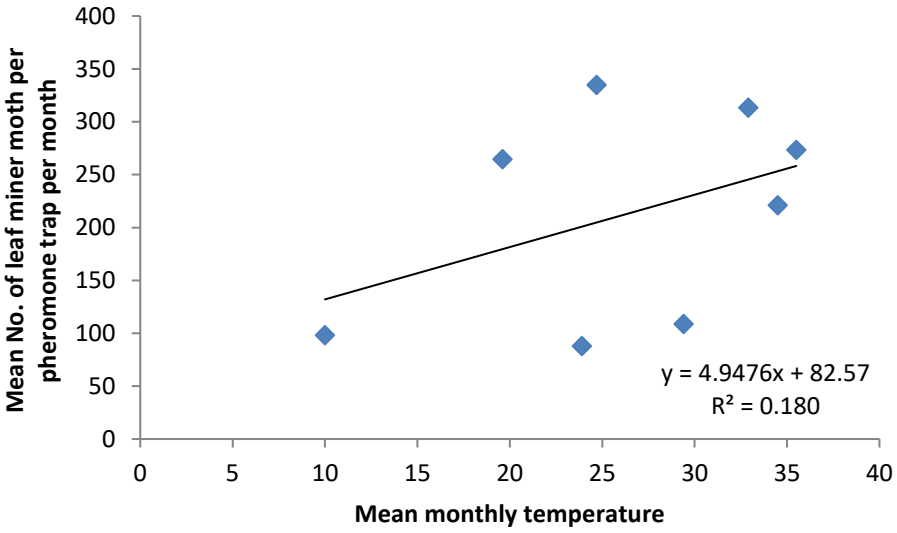
معنی‌داری وجود نداشت (R^2 = ۰/۴۲). علاوه بر این رابطه رگرسیونی خطی (P= ۰/۲۹، $F_{۱،۷}$ = ۱/۳۲) این دو متغیر نیز معنی‌دار نبود (R^2 = ۰/۱۸) (شکل ۳).

نتایج نشان داد اگر میانگین دمای یک ماه قبل از نمونه‌برداری (ثبت تعداد شب‌پره در تله فرمونی) به جای میانگین دمای همان ماه در رابطه رگرسیونی با تراکم شب‌پره لحاظ شود، معادله خط رگرسیون معنی‌دار می‌شود (۰/۰۰۳= P، $F_{۱،۷}$ = ۲۱/۷۷). شکل ۴ رابطه رگرسیونی بین میانگین تعداد شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در تله فرمونی با میانگین دمای یک‌ماه قبل از ثبت تعداد شب‌پره شکار شده را نشان می‌دهد.

توزیع فضایی شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی

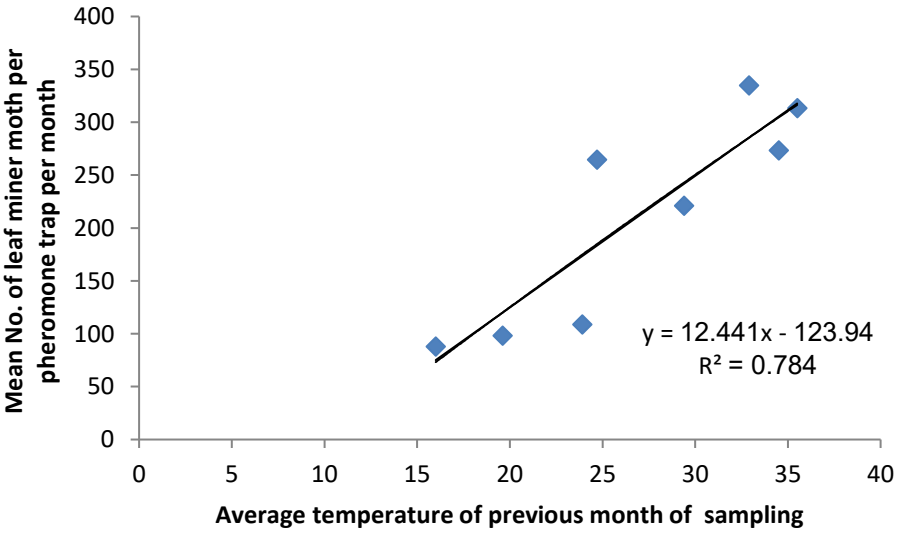
مدل رگرسیونی تیلور همبستگی معنی‌داری بین میانگین و واریانس تراکم جمعیت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی نشان داد (جدول ۱). شاخص تجمع (b) شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی از لحاظ آماری برابر با یک برآورد شدکه نشان می‌دهد پراکنش فضایی این آفت از نوع تصادفی است.

در این پژوهش از روش گرین جهت برآورد اندازه نمونه مطلوب استفاده شد. نتایج نشان داد تعداد واحد نمونه‌برداری مورد نیاز با افزایش میانگین تراکم جمعیت آفت کاهش یافت به طوری که هرگاه میانگین تراکم جمعیت شب‌پره مینوز



شکل ۳- رابطه رگرسیونی بین میانگین ماهانه تعداد شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در تله فرمونی با میانگین دمای ماهانه

Figure 3. Regression relationship between the average monthly number of tomato leaf miner moths in pheromone traps with the mean monthly temperature



شکل ٤- رابطه رگرسیونی بین میانگین ماهانه تعداد شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در تله فرمونی با میانگین دمای یک‌ماه قبل از ثبت تعداد شب‌پره شکار شده

Figure 4. Regression relationship between the average monthly number of tomato leaf miner moths in pheromone traps with the average temperature of a month before the number of moths was recorded

جدول ۱- آماره‌های رگرسیونی قانون نمایی تیلور و پارامترهای برآورد شده شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick) در مزارع گوجه‌فرنگی شهرستان سیروان (استان ایلام)

Table 1. Regression statistics and parameter estimates of Taylor's power law for tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) in tomato fields in Sirvan county (Ilam province)

Sampling method	Log (a) ±SEM	b±SEM	R^2	t	p-value
Number of tomato leaf miner moths per week in pheromone traps	0.12±0.40	1.30±0.18	0.60	7.21	<0.01

گوجه‌فرنگی در هر تله فرمونی در هفته یک عدد باشد، تعداد نمونه مورد نیاز (تله فرمونی در هفته) با سطح دقت ۲۵ و ۱۰ درصد به ترتیب ۱/۸۶ و ۱۱/۶۵ خواهد بود و هرگاه میانگین تراکم جمعیت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در هر تله فرمونی در هفته ۱۰ عدد باشد، تعداد نمونه مورد نیاز با سطح دقت ۲۵ و ۱۰ درصد به ترتیب ۰/۳۷ و ۲/۳۲ نمونه خواهد بود.

بحث

مینوز گوجه‌فرنگی جزو آفات کلیدی گوجه‌فرنگی است که ظرفیت تولید مثلی بالایی دارد و می‌تواند جمعیت خود را به صورت تصاعدی افزایش دهد (Cocco et al., 2015). معرفی روش مناسب برای پایش مؤثر این آفت که از طریق آن بتوان جمعیت آفت را به موقع و به صورت قابل اعتماد ارزیابی کرد، از اهمیت زیادی برخوردار است (Goftishu et al., 2014). در این ارتباط برنامه‌ریزی برای نمونه‌برداری مناسب از این آفت و توسعه طرح نمونه‌برداری قابل اعتماد در برنامه‌های IPM از اجزاء مهم پایش است که برای کنترل مؤثر آفت ضروری است (Castle and Naranjo, 2009; Namvar et al., 2011).

مطالعه حاضر در اولین هفته بعد از نصب تله‌های فرمونی، تعداد قابل توجهی شب‌پره شکار شد که این نشان‌دهنده حضور آفت در منطقه قبل از کاشت گوجه‌فرنگی است. دو فرضیه می‌تواند این جمعیت بالای شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی در مزرعه را توضیح دهد. اول اینکه احتمالاً مینوز گوجه‌فرنگی روی گونه‌های دیگری از گیاهان که میزبان آن هستند حضور داشته است و با در دسترس قرار گرفتن گوجه‌فرنگی به میزبان اصلی خود برگشته است، دوم اینکه، قسمتی از جمعیت مینوز گوجه‌فرنگی در بقایای گوجه‌فرنگی سال قبل زمستان‌گذرانی کرده‌اند و اکنون که هوا مساعد شده است ظاهر شده‌اند. مینوز گوجه‌فرنگی به صورت تخم، شفیره و حشره بالغ زمستان‌گذرانی می‌کند (EPPO, 2005; Van Damme et al., 2015) و به دلیل ظرفیت بالا در تولیدمثل (Tropea et al., 2012; Guimapi et al., 2016; Biondi et al., 2018) حتی اگر ده درصد جمعیت زمستان‌گذران بقا داشته باشند با شروع فصل زراعی جدید می‌توانند با تراکم بالایی ظاهر شوند و حالت طغیانی ایجاد کنند (Van Damme et al., 2015). علاوه بر این Tarusikirwa et al. (2021) گزارش دادند که مرحله لاروی و بالغ مینوز گوجه‌فرنگی می‌توانند بدون دیاپوز زمستان‌گذرانی کنند که این خود حاکی از ظرفیت هم‌افزایی و افزایش یکباره جمعیت این آفت و ایجاد خطر برای گیاهان خانواده سولاناسه است. بقا مینوز گوجه‌فرنگی روی میزبان‌های متناوب در طول فصل زمستان قبلاً گزارش شده است (Cocco et al., 2015).

نتایج این تحقیق نشان داد شب‌پره‌های مینوز گوجه‌فرنگی اول اردیبهشت ظاهر شدند که با نتایج Bahirai et al. (2015) که نوسانات جمعیت این آفت را در بروجرد بررسی کردند، متفاوت است. در تحقیق آن‌ها در سال ۱۳۹۲ اولین شب‌پره‌ها در تاریخ ۱۸ اردیبهشت ماه شکار شدند و در سال ۱۳۹۳ اولین حشرات بالغ نر در تاریخ ۱۱ اردیبهشت ماه شکار شدند. هرچند اطلاعات هواشناسی روزانه در منطقه سیروان در دسترس نیست که بتوان مقایسه مناسبی انجام داد ولی میانگین

دمای هوا در اواسط اردیبهشت (۱۵درجه سلسیوس) که اولین شکارها در منطقه بروجرد اتفاق افتاده است حتی سردتر از میانگین دمای فروردین ماه در منطقه سیروان (۱۶ درجه سلسیوس) است. بنابراین به نظر می‌رسد علت این اختلاف مربوط به اختلاف دما در دو منطقه باشد. درواقع هرچه منطقه‌ای گرم‌تر باشد قابل انتظار است که آفت زودتر ظاهر شود.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد مینوز گوجه‌فرنگی در منطقه سیروان هفت اوج جمعیتی دارد. این نتایج با مطالعات Bahirai et al. (2015) که نشان دادند این آفت شش (۱۳۹۲) الی هفت نسل(۱۳۹۳) در سال دارد تقریباً مشابه بود. از طرف دیگر، نتایج این مطالعه با نتایج Asghari and Fathipour (2019) که نشان دادند مینوز گوجه‌فرنگی ۱۱ نسل در سال داشت اختلاف دارد. نتایج نشان که داد جمعیت شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی با افزایش دما بیش‌تر می‌شود ولی این رابطه کاملاً مستقیم نیست به‌طوری‌که بعد از کاهش دما باز هم روند تراکم جمعیت روند افزایشی دارد. حشرات جانورانی خون‌سرد هستند و رشد و نمو آن‌ها تابعی از دمای محیط است. با افزایش دما رشد و نمو حشرات سریع‌تر اتفاق می‌افتد و در نتیجه تراکم جمعیت حشرات چند نسلی نیز افزایش می‌یابد، اما هر گونه از حشرات دارای یک دامنه دمایی مطلوب برای رشد ونمو هستند و کم‌تر یا بیش‌تر از آن دامنه دمایی می‌تواند بر رشد و نمو و تراکم جمعیت آن‌ها اثرات منفی بگذارد.

در مورد تأثیر دما بر تراکم جمعیت مینوز گوجه‌فرنگی مطالعات مختلف نتایج متفاوتی ارائه داده‌اند. Balzan and Moonen (2012) گزارش دادند که در طول گرم‌ترین ماه‌های سال در ایتالیا، رشد جمعیت مینوز گوجه‌فرنگی به صورت تصاعدی و غیرقابل کنترل است. مطالعات دیگر همچنین گزارش دادند افزایش جمعیت مینوز گوجه‌فرنگی مطابق با افزایش دما است (Harbi et al., 2012; Coco et al., 2015; Krechemer and Foerster, 2019). از طرف دیگر، در بعضی مناطق گرمسیری که در آنجا گوجه‌فرنگی در همه ماه‌های سال کشت می‌شود، اوج جمعیت این آفت در زمستان اتفاق می‌افتد (Mahmoud et al., 2015; Bacci et al., 2019). اثر دما بر گونه‌ای با پراکنش گسترده مثل مینوز گوجه‌فرنگی ممکن است بر اساس منشاء جغرافیایی جمعیت فرق کند (Krechemer and Foerster, 2019). در یک مطالعه که توسط Martins et al. (2016) روی مینوز گوجه‌فرنگی در یک منطقه گرمسیری انجام شد، آستانه دمایی پایین، ۱۴ درجه سلسیوس برآورد شد، درحالی‌که Krechemer and Foerster (2019) در یک مطالعه دیگر که با جمعیت از یک منطقه نیمه گرمسیری انجام دادند این پارامتر ۸درجه سلسیوس گزارش نمودند. Mahmoudi et al. (2015) نیز چنین استنباطی از اثر منشاء جغرافیایی بر پارامترهای رشدی زنجرک خرما (*Ommatissus lybicus* de Bergevin) ارائه دادند. علاوه بر دما عوامل دیگری مثل رطوبت نسبی هوا، کیفیت میزبان و دشمنان طبیعی نیز بر تراکم جمعیت آفات اثر می‌گذارند که بررسی آن‌ها نیاز به مطالعات بیش‌تری دارد. برای مثال شرایط اقلیمی و دشمنان طبیعی عوامل مهمی در مرگ و میر حشرات هستند و عموماً دارای اثر بزرگی بر نوسانات جمعیت هستند (Naranjo and Ellsworth, 2005; Bacci et al., 2019).

با استفاده از رابطه رگرسیونی و همبستگی بین دما و تراکم آفت می‌توان تراکم جمعیت آفات را پیش بینی کرد. نتایج نشان داد اگر میانگین دمای یک ماه قبل به جای میانگین دمای همان ماه در رابطه رگرسیونی با تراکم شب‌پره در تله فرمونی لحاظ شود، رگرسیون معنی‌دار می‌شود. با استفاده از روش آنالیز رگرسیون نشان داده شده است که میانگین دما عاملی است که به طور معنی‌داری بر فراوانی مینوز گوجه‌فرنگی تأثیر می‌گذارد و اوج جمعیت این آفت را می‌توان با دماهای بالای قبلی (تقریباً دو هفته) پیش‌بینی کرد. علاوه بر این، نشان داده شده است که متغیری مثل میزان آلودگی برگ‌ها به مینوز گوجه‌فرنگی می‌تواند به عنوان ابزاری قابل اعتماد برای پیش‌بینی میزان خسارت به میوه

گوجه‌فرنگی استفاده شود تا روش‌های کنترلی به موقع به کار روند. در این تحقیق درصد آلودگی به میوه‌ها همبستگی بالایی با میزان آلودگی برگ‌ها در دو هفته قبل‌تر داشت (Krechemer and Foerster, 2019). در مطالعه دیگری نیز برای پیش‌بینی تراکم جمعیت پسیل *Heteropsylla cubana* Crawford از میانگین دمای یک هفته قبل استفاده شده است (Geiger and Gutierrez, 2000).

در این پژوهش از روش گرین با سطح دقت ۱۰ و ۲۵ درصد جهت برآورد اندازه نمونه مطلوب استفاده شد. در اغلب مطالعات که در زمینه نمونه‌برداری انجام می‌شود این دو سطح دقت انتخاب می‌شود که به ترتیب برای مطالعات اکولوژیکی فشرده[1] که به دقت بالایی نیاز دارند (مثل جدول زندگی) و گسترده[2] که به دقت قابل قبول و کارایی بالایی نیاز دارند (مثل مدیریت آفات) تنظیم می‌شوند (Southwood and Henderson, 2000). با توجه به این‌که هدف نهایی تحقیق حاضر ارائه اطلاعات در زمینه مدیریت آفت است، بنابراین سطح دقت ۲۵ درصد انتخاب شد. نتایج نشان داد تعداد واحد نمونه‌برداری مورد نیاز با افزایش میانگین تراکم جمعیت آفت کاهش یافت. مشابه این روش Mahmoudi and Pezhman (2017) نشان دادند تعداد واحد نمونه‌برداری مورد نیاز با افزایش میانگین تراکم جمعیت آفت کاهش یافت و هرگاه میانگین تراکم جمعیت مگس زرد ساقه گندم (*Chlorops pumilionis* Bjerk)، مگس فری (*Oscinella frit* L)، زنبور ساقه‌خوار گندم (*Cephus pygmaeus* L) و زنجرک ساموتیتیکس (*Psammotettix alienus* Dahlb) در هر کارت زرد یک عدد باشد، تعداد نمونه مورد نیاز با سطح دقت ۰/۲ به ترتیب۲۱، ۲۷، ۴۲ و ۴۸ است و هرگاه میانگین تراکم جمعیت این آفت ۱۰ عدد باشد به ترتیب ۶، ۷، ۱۰ و ۱۰ عدد نمونه جهت برآورد جمعیت نیاز است. در یک مطالعه، با استفاده از شاخص‌های مدل تیلور و با روش گرین نشان داده شد که هرگاه میانگین تراکم جمعیت مراحل متحرک کنه تارتن (*Tetranychus urticae* Koch) دولکه‌ای ۰/۵ عدد در برگ باشد، به سطح دقت ۰/۲۵ به ۱۱۳ واحد نمونه‌برداری نیاز است (Mohiseni and Kushki, 2016). در مطالعه دیگری، با بررسی پراکنش فضایی شته‌های مزارع گندم و طراحی نمونه‌برداری به روش گرین نشان داده شد که تعداد نمونه لازم جهت برآورد تراکم جمعیت در سطح دقت ۰/۲۵، از ۱ تا ۳۴ خوشه برای تراکم‌های ۱۶ تا ۰/۳ عدد شته در خوشه متغیر است (Ramezani et al., 2016).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد استفاده از تله‌های فرمونی می‌تواند به عنوان یک روش نمونه‌برداری مناسب برای پایش جمعیت مینوز گوجه‌فرنگی استفاده شود. به استثنای آخرین تاریخ نمونه‌برداری که یکی از تله‌ها هیچ شب‌پره‌ای شکار نکرد، در بقیه تاریخ‌های نمونه‌برداری همه تله‌ها بیش از ۳۰ شب‌پره شکار کردند. مطالعه‌ای که در اتیوپی انجام شد نیز نشان داد تله های فرمونی در محیط مزرعه قادر به شکار تعداد قابل توجهی شب‌پره هستند (Goftishu et al., 2014). مطالعه حاضر با ارائه نتایج در زمینه نمونه‌برداری، پراکنش جمعیت، نوسانات جمعیت و ارتباط جمعیت مینوز گوجه‌فرنگی با شرایط دمایی منطقه می‌تواند کمک شایانی برای مدیریت منطقی این آفت در منطقه ارائه بدهد.

سپاس‌گزاری

اطلاعات موجود در این مقاله، طرح پژوهشی است که در شورای تحقیقات سازمان جهاد کشاورزی استان ایلام پذیرفته شده است (شماره ۹۶/۴/۷۳۲۷۵/ص) و مورد حمایت مالی قرار گرفته است. بدین وسیله از حمایت های ریاست محترم سازمان جهاد کشاورزی استان ایلام و مدیریت محترم حفظ نباتات استان ایلام تشکر و قدردانی می گردد.

1- Intensive
2- Extensive

REFERENCES

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H., Hatami, F., Ebadshah, H., and Kazemian, A. 2020. Agricultural statistics, ministry of jihad agriculture, deputy of planning and economy, bureau of statistics and information technology. 97 pages (In Farsi).

Asgari, S., and Fathipour, Y. 2019. Tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (lep., gelechiidae), population fluctuation and seasonal activity in the field. International Journal of Engineering Technologies and Management Research, 6: 88-98.

Bacci, L., Silva, E.M., Martins, J.C., Soares, M.A, Campos, M.R., and Picanco, M.C. 2019. Seasonal variation in natural mortality factors of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in open-field tomato cultivation. Journal of Applied Entomology, 143: 21-23.

Bahirae, F., Aryafar, A., and Jafari, S. 2015. Population fluctuations of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lep.: Gelechiidae), in Boroujerd county, Lorestan Province, Iran. Agricultural Pest Management, 2(1): 1-11 (In Farsi with English abstract).

Balzan, M.V., and Moonen, A.C. 2012. Management strategies for the control of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) damage in open-field cultivations of processing tomato in Tuscany (Italy). European and Mediterranean Plant Protection Organization Bulletin, 42: 217-225.

Baniameri, V., and Cheraghian, A. 2012. The first report and control strategies of *Tuta absoluta* in Iran. European and Mediterranean Plant Protection Organization Bulletin, 42: 322-324.

Binns, M.R. 1994. Sequential sampling for classifying pest status. In: Pedigo, L. P. and Buntin, G. D. (eds).Handbook of Arthropods in Agriculture. CRC Boca Raton. FL. Pp: 137-174.

Biondi, A., Guedes, R.N.C., Wan, F.H., and Desneux, N. 2018. Ecology, worldwide spread, and management of the invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta* : Past, present, and future. Annual Review of Entomology, 63: 239-258.

Campos, M.R., Biondi, A., Adiga, A., Guedes, R.N.C., and Desneux, N. 2017. From theWestern Palaeartic region to beyond: *Tuta absoluta* 10 years after invading Europe. Pest Management Science, 90: 787-796.

Castle, S., and Naranjo, S.E. 2009. Sampling plans, selective insecticides and sustainability: the case for IPM as ‘informed pest management’. Pest Management Science, 65(12): 1321-1328.

Cocco, A., Deliperi, S., Lentini, A., Mannu, R., and Delrio, G. 2015. Seasonal phenology of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in protected and open-field crops Mediterranean climatic conditions. Phytoparasitica, 43: 713-724.

Damavandian , M., and Asghari, M. 2007. Practical statistics for pest control management along with spss15 software guide. Mazandaran University Press, (In Farsi).

Desneux, N., Luna, M.G., Guillemaud, T., and Urbaneja A. 2011. The invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato world production. Journal of Pest Science, 84: 403-408.

EPPO. 2005. Data sheets on quarantine pests: *Tuta absoluta*. EPPO Bulletin, 35: 434-435

Geiger, C.A., and Gutierrez, A.P. 2000. Ecology of *Heteropsylla cubana* (Homoptera: Psyllidae): psyllid damage, tree phenology, thermal relations, and parasitism in the field. Environmental Entomology, 29(1): 76-86.

Goftishu, M., Seid, A., and Dechassa, N. 2014. Occurrence and population dynamics of tomato leaf miner [*Tuta absoluta* (Meyrick), Lepidoptera: Gelechiidae] in eastern Ethiopia. East African. Journal of Science, 8(1): 59-64.

Green, R.H. 1970. On fixed precision level sequential sampling. Research on Population Ecology, 12: 249-241.

Guimapi, R.Y.A., Mohamed, S.A., Okeyo, G.O., Ndjomatchoua, T.F., Ekesi, S., and Tonnang, H.E.Z. 2016. Modeling the risk of invasion and spread of *Tuta absoluta* in Africa. Ecological Complexity, 28: 77-93.

Harbi, A., Abbes, K., and Chermiti, B. 2012. Evaluation of two methods for the protection of tomato crops against the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) under greenhouses in Tunisia. EPPO Bull, 42: 317-321.

Hesami, S. 2011. Entomology specialty blog, Jam Jam newspaper, No. 3197, date 8.8..2011, 15 pages (In Farsi).

Karandinos, M.G. 1976. Optimum sample size and comments on some published formulae. Bulletin of the Entomological Society of America, 22: 417-421.

Krechemer, F.S., and Foerster, L.A. 2015. *Tuta absoluta* (Lepidoptera:Gelechiidae): thermal requirements and effect of temperature on development, survival, reproduction and longevity. Europeans Journal of Entomology, 112: 658-663.

Krechemer, F.S., and Foerster, L.A. 2019. Influence of biotic and abiotic factors on the population fluctuation of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in an organic tomato farming. International Journal of Tropical Insect Science, 40(1): 199-208.

Mahmoud, Y.A., Ebadah, I.M.A., Abd-Elrazek, A.S., Abd-Elwahab, T.E., and Masry, S.H.D. 2015. Population fluctuation of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) during winter and summer plantations in Egypt. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences , 6(4): 647-652.

Mahmoudi, M., and Pezhman, H. 2017. The efficacy of yellow sticky trap and D-vac for sampling four wheat pests. Plant Pests Research, *7*(4): 41-52 (In Farsi with English abstract).

Mahmoudi, M., Sahragard, A., Pezhman, H., and Ghadamyari, M. 2015. Demographic analyses of resistance of five varieties of date palm, *Phoenix dactylifera* L. to *Ommatissus lybicus* DeBergevin (Hemiptera: Tropiduchidae). Journal of Agricultural Science and Technology, 17: 263–273.

Martins, J.C., Picanco, M.C., Bacci, L., Guedes, R.N.C., Santana, P.A., Ferreira, D.O., and Chediak, M. 2016. Life table determination of thermal requirements of the tomato borer *Tuta absoluta*. Journal of Pest Science, 89: 897-908.

Mohiseni, A., and Kushki, M. H. 2016. Fixed precision sequential sampling plans of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in *Phaseolus vulgaris* L. fields. Plant Pest Research, 6(3): 11-23 (In Farsi with English abstract).

Namvar, P., Safaralizadeh, M.H., Baniameri, V., and Pourmirza, A.A. 2011. Fixed precision sequential sampling plans for leaf mines of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) in cucumber greenhouses. Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, 4(2): 55-63.

Naranjo, S.E., and Ellsworth, P.C. 2005. Mortality dynamics and population regulation in *Bemisia tabaci*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 116: 93-108.

Pedigo, L.P. 2002. Entomology and pest management. Iowa University press. 420 p.

Pereyra, P.C., and Sanchez, N.E. 2006. Effect of two solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Neotropical Entomology, 35(5): 671-676.

Price, P.W. 1997. Insect Ecology, 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York. 888pp.

Ramezani, L., Rajabpour, A., Zandi-Sohani, N., and Yarahmadi, F. 2016. Fixed precision sequential sampling of aphids on wheat fields in Ahvaz. Journal of Plant Protection, 29(4): 582-588 (In Farsi).

Southwood, T.R.E., and Henderson, P.A. 2000. Ecological Methods, 3rd edition. Blackwell Science, Oxford, UK.

Tarusikirwa, V.L., Mutamiswa, R., Chidawanyika, F., and Nyamukondiwa, C. 2021. Cold hardiness of the South American tomato pinworm *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): both larvae and adults are chill-susceptible. Pest Management Science, 77(1): 184-193.

Taylor, L.R. 1961. Aggregation, variance and the mean. Nature, 189: 732-735.

Tropea, G.G., Siscaro, G., Biondi, A., and Zappala, L. 2012. *Tuta absoluta*, a South American pest of tomato now in the EPPO region: biology, distribution and damage. European and Mediterranean Plant Protection Organization Bulletin, 42: 205-210.

Van Damme, V., Berkvens, N., Moerkens, R., Berckmoes, E., Wittemans, L., et al. 2015. Overwintering potential of the invasive leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) as a pest in greenhouse tomato production in Western Europe. Journal of Pest Science, 88: 533-541.

© 2021 Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International. (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Investigating on some ecological characteristics of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick), in Sirvan County (Ilam Province, western Iran)

M. Mahmoudi[1*], M. Mirab-balou[2], S. Beigi[3] and S. Yaghubi[4]

1. ***Corresponding Author:** Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources and Education Centre, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Darab, Iran (m.mahmudi@areeo.ac.ir)
2. Associate Professor of Entomology, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
3. Director of plant protection in Jihad-Agricultural Organization of Ilam Province, Ilam, Iran
4. Graduated M.Sc student of Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Ahvaz, Iran

(DOI): 10.22055/ppr.2021.16913

Received: 19 April 2021 Accepted: 5 July 2021

Abstract

Background and Objectives

The tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), is an important pest of tomato in Iran. Therefore, this study was done to investigate fluctuations in adult male population of this pest using sex pheromone traps in Sirvan County (Ilam Province, western Iran) during a growing season, which lasted before transplanting to the end of growing season.

Materials and Methods

For conducting this research, 4 tomato farms in Sirvan county were selected and the pest populations were sampled using pheromone traps. The Pearson's correlation coefficient was used to assess the relationship between adult moth density and temperature. For determining optimal sample size, the Green's method was used.

Results

According to results of the present study, there were seven population peaks at intervals of approximately one month. Flight peak of this pest occurred on May 10, June 14, July 19, August 23, October 4, November 8 ,and December 6, respectively. The highest population density was recorded on July 19 (397.75 moths) and population density of this pest was declined since late November. Studying the relationship between average number of male moths of *T. absoluta* captured by pheromone traps and average monthly temperature in a growing season showed that with the increase in temperature, population density of moths was also increased. Results of regression analysis indicated that peaks about abundance of male moth coincided with the previous monthly mean temperatures. Taylor's regression model showed a significant and high correlation between mean and variance regarding density of pest population. Statistically, the aggregation index of tomato leaf miner was equal to one. In this study, Green's method was used to estimate optimal sample size. The results showed that

the required number of sampling units was decreased with the increase in average population density of the pest so that, when average population density of tomato leaf miner moth in each pheromone trap was one per week, the required number of samples with an accuracy level of 25 and 10% was equal to 1.86 and 11.65, respectively, and when average population density of this pest in each pheromone trap was 10 per week, the required number of samples with an accuracy level of 25 and 10% was equal to 0.37 and 2.32, respectively.

Discussion

Our results demonstrated that pheromone traps can be used as a suitable sampling method for monitoring population of the tomato leaf miner. This study provided the data about sampling, population distribution, fluctuations in population of tomato leaf miner, and the relationship between population density of the pest and temperature. Our findings can greatly contribute to rational management of this pest in the region.

Keywords: Lycopersicum esculentum, Taylor's index, Tomato leaf miner