

نوسانات جمعیت پروانه‌ی مینوز گوجه‌فرنگی، (*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) در

اطراف شهرستان بروجرد، استان لرستان

فرشته بحیرایی^۱، عبدالحسین آریافر^۲، شهریار جعفری^{۳*}

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۱۴

چکیده

پروانه‌ی مینوز گوجه‌فرنگی (*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) آفت مهم گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه و مزرعه می‌باشد. نوسانات جمعیت پروانه‌های نر این آفت در اطراف شهرستان بروجرد، استان لرستان با نصب تله‌های دلتای حاوی فرمون جنسی در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در چهار مزرعه مختلف بررسی شد. نتایج این بررسی‌ها نشان داد که این آفت در سال ۱۳۹۲ شش نسل و در سال ۱۳۹۳ هفت نسل در سال دارد. در سال ۱۳۹۲ اولین پروانه‌ها در تاریخ ۱۸ اردیبهشت ماه شکار شدند. اوج جمعیت پروانه‌ی نر مینوز در این سال در تاریخ ۱۶ مرداد ماه با متوسط $۱۲۵/۷۵ \pm ۳۸/۵$ عدد پروانه‌ی نر مشاهده شد. میانگین مجموع تعداد پروانه‌های شکار شده در ۷۵ بار نمونه‌برداری $۱۹۴۷/۷۵ \pm ۲۶۵$ پروانه به ازای هر تله بود. در سال ۱۳۹۳ اولین حشرات بالغ نر هم‌زمان با نصب اولین تله‌ها یعنی در تاریخ ۲۰ اردیبهشت ماه شکار شدند و اوج جمعیت آن نیز در تاریخ ۱۱ مردادماه با متوسط $۱۱۰/۳۳ \pm ۱۱/۵$ عدد پروانه‌ی نر مشاهده شد. میانگین مجموع تعداد پروانه‌های شکار شده در ۷۴ بار نمونه‌برداری کمتر از سال قبل و به میزان $۱۷۴۲/۳۳ \pm ۱۰۹$ عدد به ازای هر تله بود. استفاده از ثابت‌حرارتی گزارش شده برای این آفت نیز در این مطالعه کارایی تله‌های فرمونی را در تخمین نوسانات جمعیت تایید نمود. بررسی همبستگی تغییرات جمعیت پروانه‌های نر شکار شده با دما نیز نشان داد که همبستگی بین این دو در هر دو سال کاملاً مثبت و معنی‌دار است. نتایج حاصل از این تحقیق به عنوان یکی از اولین بررسی‌ها در مورد تراکم و نوسانات جمعیت این آفت در شرایط مزرعه‌ای در ایران نشان داد که *T. absoluta* بدلیل چندنسلی بودن و تراکم بالا، پتانسیل بالایی برای خسارت‌زایی دارد و تله‌های فرمونی به عنوان ابزار مطمئنی در تعیین نوسانات جمعیت می‌توانند مفید باشند.

واژه‌های کلیدی: نوسانات جمعیت، مینوز گوجه‌فرنگی، دما، ایران، تله‌های فرمونی.

۱- گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، صندوق پستی ۴۶۵، خرم‌آباد

۲- مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان بروجرد، سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان

* نویسنده مسئول: Jafari.s@lu.ac.ir

مقدمه

گیاه گوجه‌فرنگی، (*Solanum lycopersicum* L.) متعلق به تیره‌ی Solanaceae است که هم در شرایط مزرعه و هم در گلخانه کشت می‌شود. سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی در ایران حدود ۱۵۰ هزار هکتار می‌باشد که نزدیک به ۳۵۰۰ هکتار آن اختصاص به استان لرستان دارد (بی‌نام، ۱۳۹۰). یکی از مشکلات تولید این محصول به‌خصوص در سال‌های اخیر ظهور و طغیان پروانه‌ی مینوز گوجه‌فرنگی با نام علمی (*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) است که یک آفت بسیار مخرب هم در شرایط گلخانه و هم مزرعه می‌باشد. این آفت علاوه بر گوجه‌فرنگی که میزبان اصلی این آفت است روی سایر گیاهان تیره Solanaceae مانند بادنجان، سیب‌زمینی و توتون و ... نیز می‌تواند ایجاد خسارت نماید (Desneux et al. 2010). این آفت چندین نسل در سال دارد. حشرات ماده به طور متوسط ۲۶۰-۳۰۰ عدد تخم می‌گذارند. تخم-ها در محدوده‌ی دمایی ۲۶-۳۰ درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵-۷۰ درصد پس از ۵-۷ روز تفریح می‌شوند. طول دوره‌ی لاروی آن حدود ۲۰ روز است و لاروها در دوران رشد خود به جوانه‌های انتهایی، گل، برگ، ساقه و میوه گیاه میزبان خسارت می‌زنند. علائم بارز خسارت این آفت در برگ به صورت مینوز و توری‌شدن و در میوه-ها همراه با سوراخ شدن میوه‌ها می‌باشد (Uchoa-Fernandes et al. 1995).

پروانه‌ی مینوز گوجه‌فرنگی دارای دامنه‌ی پراکنش وسیعی می‌باشد. این آفت بومی آمریکای جنوبی بوده و اولین بار از کشور پرو گزارش شده است. وجود این آفت در اروپا در سال ۲۰۰۶ از اسپانیا گزارش شد. آفت مذکور در سال ۲۰۰۹ در انگلستان خسارت بسیار شدیدی را وارد نمود و همچنین خسارت این آفت از کشورهای ایتالیا و فرانسه نیز گزارش شده است (Desneux et al. 2010). پروانه‌ی مینوز گوجه‌فرنگی در سال‌های اخیر از کشورهای آفریقایی مانند لیبی، مراکش، الجزایر، تونس، سنگال، نیجریه، اتیوپی و سودان و بعضی از کشورهای آسیایی مانند ژاپن و اخیراً از کشورهای کویت و بحرین نیز گزارش شده است (Chermiti et al. 2009; Pfeiffer et al. 2013; Brevault et al. 2014). پیش‌بینی می‌شود با توجه به سرعت بالای پراکنش آفت تا سال ۲۰۱۶ کشورهای دیگری از جمله آمریکا و چین نیز به این آفت آلوده شوند

(Desneux et al. 2011). اولین گزارش رسمی از وجود این آفت در ایران توسط چراغیان و جوادی‌امامزاده (۱۳۹۲) براساس نمونه‌های جمع‌آوری شده از استان آذربایجان غربی در سال ۱۳۸۹ صورت گرفت. در سال‌های بعد وجود این آفت از استان‌های آذربایجان غربی، لرستان، بوشهر، کردستان، ایلام، کرمانشاه، خوزستان، فارس، اردبیل، آذربایجان شرقی، اصفهان، تهران، مرکزی، البرز، قزوین، زنجان، همدان، کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال و بختیاری، خراسان شمالی، سمنان، یزد، کرمان، سیستان و بلوچستان، هرمزگان و قم نیز گزارش شده است (چراغیان و جوادی‌امامزاده، ۱۳۹۲). با توجه به پراکندگی این آفت و خسارت فراوان آن به گوجه‌فرنگی در ایران، مطالعاتی نیز روی جنبه‌های مختلف این آفت صورت گرفته است (آوند فقیه و همکاران، ۱۳۹۳؛ حجازی و همکاران، ۱۳۹۳؛ صلیحی و همکاران، ۱۳۹۳؛ نظریور و همکاران، ۱۳۹۳؛ Gharekhani and Salek-Ebrahimi 2014).

دما مهم‌ترین عامل غیرزنده تاثیرگذار بر پویایی جمعیت حشرات و کنه‌ها و دشمنان طبیعی آنها می‌باشد (Huffaker et al. 1999). دما تاثیر مستقیمی بر میزان فعالیت و نرخ رشد حشرات دارد و از این رو می‌توان از میزان حرارت برای پیش‌بینی ظهور یک مرحله‌ی رشدی معین از آنها بهره برد (Abolmaaty et al. 2010). شناخت و مطالعه‌ی پویایی جمعیت آفات و تاثیر عوامل محیطی بر آن از گام‌های اساسی در شناخت خصوصیات آفت برای کنترل آن بوده و در تعیین انتخاب زمان مناسب مبارزه دارای اهمیت می‌باشد. یکی از راه‌های مطالعه نوسانات جمعیت در حشرات به ویژه بال‌پولکداران استفاده از تله‌های فرمونی جنسی است و امروزه استفاده از تله‌های فرمونی مصنوعی برای بررسی وجود و ظهور آفت، نوسانات فصلی جمعیت، اختلال در جفت‌گیری و کنترل انبوه حشرات کاربردهای فراوانی دارد (دانش‌نیا و همکاران، ۱۳۹۱؛ آوندفقیه و همکاران، ۱۳۹۳؛ امیری و همکاران، ۱۳۹۳؛ Oloumi Sadeghi and Esmaeili 1979; Mitchell 1981; Baker et al. 1982; Kehat et al. 1994; Kutinkova et al. 2006; Cocco et al. 2013; Byers and Naranjo 2014; Ranjbar Aghdam 2015). یکی از دقیق‌ترین ابزارهای تعیین وجود آفات و ردیابی سطوح جمعیتی آنها استفاده از تله‌های فرمونی و سایر سمیو‌کمی‌کالها است (Byers and Naranjo 2014). از محاسبه ثابت‌حرارتی یا زمان

یکبار بازدید شدند و پس از انتقال چسب آن‌ها به آزمایشگاه تعداد پروانه‌های شکار شده روی آن‌ها شمارش و ثبت شد. زمان تعویض فرمون تله‌ها نیز هر سه هفته یکبار بود.

پیش‌بینی زمان وقوع نقاط اوج جمعیت براساس زمان فیزیولوژیک

زمان وقوع نقاط اوج جمعیت *T. absoluta* براساس زمان فیزیولوژیک و آستانه دمایی پایین گزارش شده برای این آفت پیش‌بینی شد. برای این کار از حرارت موثر شبانه روز براساس میانگین دمای روزانه منطقه و آستانه دمایی پایین گزارش شده (T_0) برای آفت *T. absoluta* (حدود ۸ درجه سلسیوس) (Desneux et al. 2010) با استفاده از روش $(T_{max}+T_{min}/2)-T_0$ استفاده شد (McMaster and Wilhelm 1997). ثابت حرارتی مورد نیاز برای تکمیل یک نسل *T. absoluta* نیز حدود ۴۵۰ درجه-روز در نظر گرفته شد (Abolmaaty et al. 2010; Desneux et al. 2010). با استفاده از داده‌های بدست آمده براساس تقویم روز شمار ایستگاه هواشناسی شهرستان بروجرد زمان‌های اوج جمعیت در طول دو سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ پیش‌بینی شد. چون هدف ما تعیین کارایی تله‌های فرمونی در تعیین دقیق نقاط اوج جمعیت بود، مبنای شروع محاسبات (ثابت زیستی^۱) زمان اوج اول جمعیت پروانه‌های شکار شده در نظر گرفته شد که در سال ۱۳۹۲ هشتم خرداد ماه و در سال ۱۳۹۳ هفتم خرداد ماه بود.

تعیین میزان همبستگی بین تغییرات جمعیت مینوز گوجه‌فرنگی و تغییرات دما

برای بررسی میزان همبستگی بین دما و تغییرات جمعیت پروانه‌ی مینوز گوجه‌فرنگی، اطلاعات هواشناسی منطقه شامل دما از ایستگاه هواشناسی شهرستان بروجرد در دو سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ تهیه و همبستگی میان تغییرات جمعیت پروانه‌ی مینوز گوجه‌فرنگی و دما در هر دو سال تعیین شد.

تجزیه‌ی آماری

فیزیولوژیک (Physiological time) نیز در پیش‌بینی وقوع نوسانات جمعیت برخی آفات نیز استفاده شده است (دانش‌نیا و همکاران، ۱۳۹۱؛ Ranjbar Aghdam 2015). با توجه به این که پروانه‌ی مینوز گوجه‌فرنگی یک آفت خطرناک، وارداتی و جدید می‌باشد و اطلاعات چندانی در مورد نوسانات جمعیت این آفت در شرایط ایران وجود ندارد، بررسی نوسانات آن در طول فصل می‌تواند نقش موثری در برنامه‌های پیش‌آگاهی این آفت مهم داشته باشد. بنابراین، در این تحقیق تغییرات جمعیت این آفت در دو سال زراعی متوالی با نصب تله‌های فرمونی مصنوعی بررسی شد، همچنین با توجه به ثابت‌حرارتی و آستانه‌ی دمایی پایین گزارش شده برای این آفت (Abolmaaty et al. 2010; Desneux et al. 2010) میانگین درجه حرارت منطقه، نقاط اوج جمعیت آن پیش‌بینی و با نقاط اوج مشاهده شده توسط تله‌های فرمونی مقایسه شد. علاوه بر این میزان همبستگی بین تغییرات دما و تغییرات جمعیت این آفت نیز تعیین گردید. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در مدیریت تلفیقی این آفت در شرایط آب و هوایی بروجرد و مناطق مشابه موثر باشد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری داده‌ها

برای انجام این تحقیق چهار مزرعه‌ی گوجه‌فرنگی (ارقام محلی) هر کدام به مساحت حدود ۲۰۰۰ مترمربع در اطراف شهرستان بروجرد (روستاهای برابر (دو مزرعه)، حومه‌داری و زرشکه در ارتفاع حدود ۱۵۴۰ متر از سطح دریا) انتخاب شدند و بررسی نوسانات جمعیت پروانه‌ی مینوز گوجه‌فرنگی در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در این مزارع انجام شد. در دو سال انجام مطالعه هیچ‌گونه عملیات مبارزه شیمیایی برای کنترل آفات در این مزارع صورت نگرفت. در هر مزرعه یک تله‌ی دلتا حاوی فرمون مصنوعی شب‌پره‌ی مینوز گوجه‌فرنگی در حدود دو سوم ارتفاع بوته‌های گوجه‌فرنگی نصب شد. نوع تله‌های بکار رفته در این طرح از نوع تله دلتای سبز رنگ (ساخت شرکت AgriSense) بود. تله‌های فرمونی در سال ۱۳۹۲ از هشتم اردیبهشت ماه تا ۳۰ مهرماه و در سال ۱۳۹۳ از ۲۰ اردیبهشت تا دوم آبان ماه نصب شدند و شمارش حشرات با کمک آنها صورت گرفت. تله‌ها هر دو یا سه روز

کاهش گذاشت، در سوم مهرماه نیز اوج ششم و آخر جمعیت با میانگین $19/5 \pm 9/29$ عدد مشاهده شد. آخرین فرد شکارشده نیز در تاریخ ۲۷ مهرماه مشاهده شد. نتایج نشان داد که از تاریخ ۱۲ مرداد ماه تا دوم شهریورماه اوج جمعیت پروانه‌های شکارشده در طول سال مشاهده می‌شود (بالاتر از ۷۳ عدد).

تغییرات جمعیت مینوز گوجه‌فرنگی در سال ۱۳۹۳

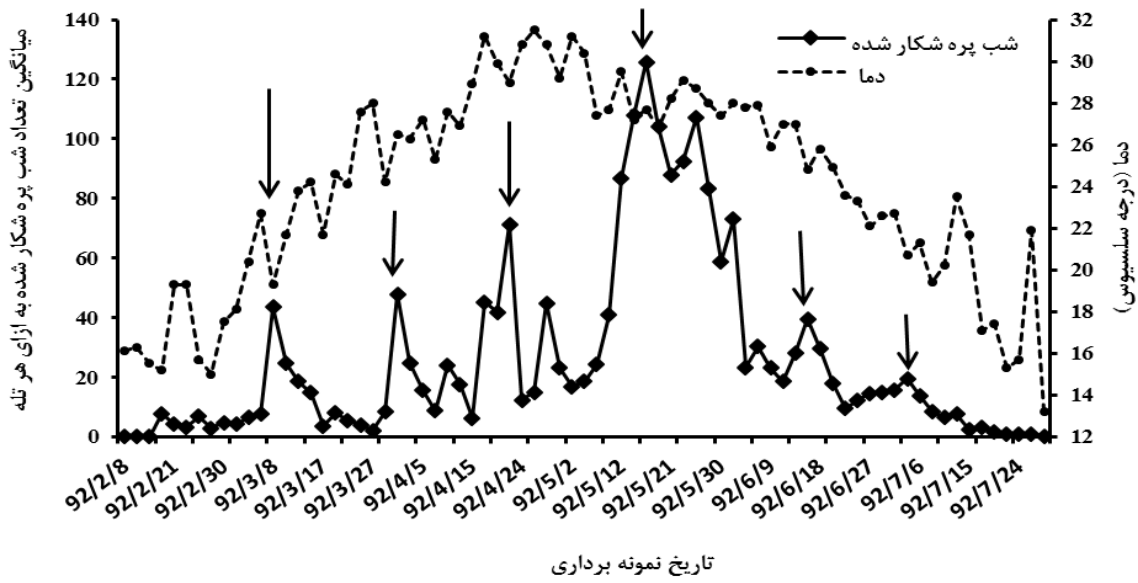
نمودار حاصل از میانگین تعداد پروانه‌های نر شکار شده مینوز گوجه‌فرنگی در سال ۱۳۹۳ در چهار مزرعه‌ی مورد مطالعه در شکل ۲ نشان داده شده است. در سال ۱۳۹۳ طی ۷۴ مرحله نمونه‌برداری از تاریخ ۲۰ اردیبهشت ماه تا دوم آبان ماه، تعداد پروانه‌های شکارشده توسط تله‌های فرمونی شمارش و یادداشت شدند. در این سال هفت اوج در جمعیت شب‌پره‌های شکارشده مشاهده شد و به نظر می‌رسد این اوج در شرایط بروجرد ۶-۷ نسل در سال دارد. نتایج این بررسی نشان داد که میانگین تعداد پروانه‌های شکار شده در چهار تله نصب شده در مقایسه با سال قبل کمتر و برابر با $10/9 \pm 1742/33$ عدد بود. در هر چهار تله‌ی نصب شده اولین پروانه‌ها در تاریخ ۲۰ اردیبهشت ماه و هم‌زمان با اولین شمارش تله‌ها شکار شدند. در تاریخ هفتم خرداد ماه اوج اول جمعیت (میانگین $26/67 \pm 2/96$ عدد) مشاهده شد. اوج دوم جمعیت در ۳۱ خرداد ماه با مقداری کاهش در تعداد پروانه‌های نر شکارشده مشاهده شد (میانگین 19 ± 2 عدد). با شروع تیرماه و افزایش دمای هوا جمعیت رو به افزایش گذاشت و اوج سوم جمعیت در ۲۱ تیرماه مشاهده شد (میانگین $50/67 \pm 6/74$ عدد). روند افزایش جمعیت همچنان ادامه یافت و اوج چهارم که مصادف با زمان بالاترین تعداد پروانه‌ی شکار شده در طول سال زراعی نیز بود در تاریخ ۱۱ مرداد ماه (میانگین $110/33 \pm 11/5$ عدد) مشاهده شد. در این زمان میانگین دمای منطقه $29/5$ درجه‌ی سلسیوس بود. سپس جمعیت شب‌پره‌ها کاهش ناگهانی یافت و در ۲۹ مرداد ماه با میانگین $52/67 \pm 6/17$ اوج پنجم شکار شب‌پره مشاهده شد. در ۲۲ شهریور ماه تعداد پروانه‌های شکار شده با میانگین $30/67 \pm 3/84$ عدد مجدداً یک اوج داشت. در هفتم مهرماه نیز اوج آخر در جمعیت مشاهده شد (میانگین $15/33 \pm 3/61$ عدد). بعد از این تاریخ جمعیت پروانه هم‌زمان با کاهش دما رو به کاهش گذاشت و با نوساناتی آخرین فرد شکارشده در

برای تعیین میانگین جمعیت پروانه‌های نر شکارشده در هر تاریخ نمونه‌برداری، از میانگین چهار تله نصب‌شده استفاده شد. منحنی‌های مربوط به تغییرات فصلی جمعیت پروانه‌ی مینوز گوجه‌فرنگی و تغییرات دما در هر دو سال با استفاده از نرم‌افزار Excel ترسیم شدند. همچنین با استفاده از نرم‌افزار SPSS میزان همبستگی بین تغییرات جمعیت پروانه‌ی مینوز گوجه‌فرنگی و دما در هر دو سال تعیین شد.

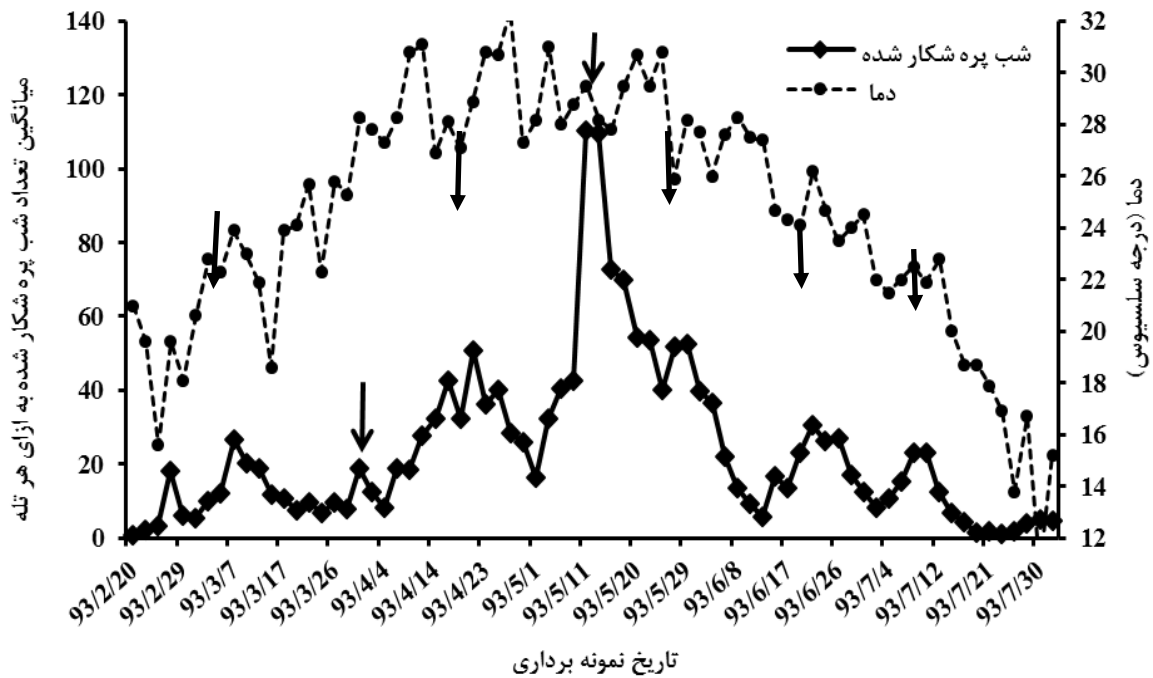
نتایج

تغییرات جمعیت مینوز گوجه‌فرنگی در سال ۱۳۹۲

نمودار میانگین تعداد پروانه‌های شکارشده مینوز گوجه‌فرنگی در سال ۱۳۹۲ در چهار مزرعه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. در ۷۵ مرحله نمونه‌برداری، تعداد پروانه‌های شکارشده توسط تله‌ها از هشتم اردیبهشت ماه تا ۳۰ مهرماه ۱۳۹۲ شمارش و یادداشت شد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که میانگین مجموع تعداد پروانه‌های شکارشده در چهار تله نصب‌شده در طول سال $1947/75 \pm 265$ عدد می‌باشد. در هر چهار تله اولین پروانه‌ها در تاریخ ۱۸ اردیبهشت ماه شکار شدند که در این هنگام میانگین دمای منطقه $15/2$ درجه‌ی سلسیوس بود. با افزایش تدریجی دما تعداد پروانه‌های شکارشده توسط تله‌ها افزایش یافت و با نوساناتی در طول سال زراعی، شش اوج در جمعیت مشاهده و ثبت شد. در تاریخ هشتم خرداد ماه اولین اوج جمعیت با میانگین $43/5 \pm 14/3$ عدد مشاهده شد. اوج دوم جمعیت با میانگین $47/75 \pm 22/5$ عدد در اول تیرماه مشاهده شد. اوج سوم ظهور حشرات بالغ این پروانه در تاریخ ۲۲ تیرماه با افزایش در جمعیت پروانه‌های شکارشده مشاهده شد (میانگین $71/25 \pm 6/8$ عدد). با گرم شدن هوا تراکم پروانه‌های نر شکارشده افزایش یافته و اوج چهارم که مصادف با زمان بالاترین تعداد پروانه شکار شده در طول سال زراعی نیز بود در تاریخ ۱۶ مرداد ماه با میانگین $125/75 \pm 38/5$ عدد مشاهده شد که در این تاریخ میانگین دمای منطقه $27/70$ درجه‌ی سلسیوس بود. پس از مقداری کاهش در انبوهی جمعیت، در ۱۶ شهریورماه نیز اوج پنجم در جمعیت پروانه‌ی نر مینوز گوجه‌فرنگی مشاهده شد (میانگین $39/50 \pm 14/6$ عدد). بعد از این تاریخ و با کاهش دما در منطقه جمعیت پروانه رو به



شکل ۱. نمودار نوسانات جمعیت پروانه‌های نر *Tuta absoluta* شکارشده در مزارع گوجه‌فرنگی در اطراف شهرستان بروجرد و میانگین دمای شهرستان بروجرد، استان لرستان در سال ۱۳۹۲



شکل ۲. نمودار نوسانات جمعیت پروانه‌های نر *Tuta absoluta* شکارشده در مزارع گوجه‌فرنگی روستاهای اطراف شهرستان بروجرد و دمای شهرستان بروجرد، استان لرستان در سال ۱۳۹۳

جدول ۱. مقایسه‌ی نقاط اوج جمعیت پروانه‌ی نر مینوز گوجه‌فرنگی شکارشده توسط تله‌های فرمونی در مزارع گوجه‌فرنگی روستاهای اطراف شهرستان بروجرد و مقادیر مورد انتظار براساس ۴۵۰ درجه-روز و آستانه‌ی دمایی پایین هشت درجه‌ی سلسیوس (Abolmaaty *et al.* 2010; Desneux *et al.* 2010)

۱۳۹۳		۱۳۹۲		نسل
اوج مورد انتظار* (Expected peak)	اوج مشاهده شده (Observed peak)	اوج مورد انتظار* (Expected peak)	اوج مشاهده شده (Observed peak)	
۷ خرداد ماه	۷ خرداد ماه	۸ خرداد ماه	۸ خرداد ماه	۱
۳ تیرماه	۳۱ خردادماه	۵ تیرماه	۱ تیرماه	۲
۲۵ تیرماه	۲۱ تیرماه	۲۷ تیرماه	۲۲ تیرماه	۳
۱۵ مردادماه	۱۱ مردادماه	۱۸ مردادماه	۱۶ مردادماه	۴
۶ شهریور ماه	۲۹ مرداد ماه	۹ شهریور	۱۶ شهریورماه	۵
۲ مهرماه	۲۲ شهریور ماه	۷ مهرماه	۳ مهرماه	۶
-	۹-۷ مهرماه	-	-	۷

جدول ۲. داده‌های حاصل از بررسی میزان همبستگی بین تغییرات جمعیت پروانه‌ی نر مینوز گوجه‌فرنگی و دما در اطراف شهرستان بروجرد، استان لرستان در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

سال زراعی	ضریب همبستگی پیرسون (Pearson correlation coefficient)	مقدار P value
۱۳۹۲	۰/۵۳۱	<۰/۰۰۰۱
۱۳۹۳	۰/۵۹۲	<۰/۰۰۰۱

استفاده می‌شود، با این حال استفاده از تله‌های فرمونی جنسی یکی از روش‌های کارآمد و رایج در مطالعه‌ی نوسانات جمعیت آفات مختلف به ویژه بال‌پولک‌داران می‌باشد و برای مطالعه‌ی نوسانات جمعیت برخی پروانه‌های آفت نیز مورد استفاده قرار گرفته است (غباری و همکاران، ۱۳۸۶؛ دانش نیا و همکاران، ۱۳۹۱؛ امیری و همکاران، ۱۳۹۳؛ کرمانی و همکاران، ۱۳۹۳ Oloumi Sadeghi and Esmaili 1979; Baker et al. 1982; Balzan and Moone 2012; Ranjbar Aghdam 2015). در حال حاضر استفاده از تله‌های فرمونی کاربرد بیشتری برای ردیابی آفت *T. absoluta* دارد با این حال تلاش‌هایی نیز برای استفاده از این تله‌ها در جهت کنترل این آفت به شیوه‌های اختلال در جفت‌گیری و شکار انبوه نیز صورت می‌گیرد (Vacas et al. 2013).

نتایج این تحقیق نشان داد که حدوداً با شروع نیمه‌ی دوم اردیبهشت ماه اولین پروانه‌های این آفت در مزارع گوجه‌فرنگی ظاهر شده و تا اواخر مهرماه نیز روی گوجه‌فرنگی فعالیت دارند. مشابه یافته‌های این تحقیق زمان ظهور این پروانه در مزارع گوجه‌فرنگی شهرستان مسجد سلیمان در شمال استان خوزستان نیز اواسط اردیبهشت ماه گزارش شده است (نظریور و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین نتایج نشان داد که این آفت دارای تراکم نسبتاً بالایی در مناطق آلوده می‌باشد. بنابراین با توجه به پلی‌فاژ بودن و خسارت فراوانی که سالیانه این آفت وارد می‌کند، اطلاعات ارائه شده در این تحقیق در صورت شناخت سایر جنبه‌های زیست‌شناسی این آفت، می‌تواند در مدل‌های پیش‌آگاهی برای مدیریت این آفت مهم سودمند باشد.

بررسی هفتگی نوسانات جمعیت *T. absoluta* با استفاده از تله‌های فرمونی در توسکانی ایتالیا نشان داد که از اوایل ژوئن (حدوداً ۱۱ خرداد) تا اواسط جولای (حدوداً ۲۵ تیرماه) متوسط افراد بالغ شکارشده هفتگی کمتر از ۱۰ عدد به ازای هر تله است، پس از آن جمعیت آفت به صورت تصاعدی افزایش پیدا کرده و در زمان برداشت محصول یعنی اواسط آگوست (حدوداً ۲۵ مرداد ماه) به بیش از ۱۰۰ عدد در هر تله می‌رسد و در اوایل سپتامبر (حدوداً ۱۱ شهریور ماه) حتی به بیش از ۲۵۰ عدد پروانه‌ی بالغ در هر تله می‌رسد (Balzan and Moone 2012). مقایسه‌ی این یافته‌ها با نتایج تحقیق حاضر نشان داد که به طور مشابهی در هر دو تحقیق در اواسط مرداد

تاریخ دوم آبان ماه مشاهده شد. از تاریخ ۱۱ مرداد ماه تا ۱۸ مرداد اوج جمعیت پروانه‌های شکار شده در طول سال مشاهده شد (بیشتر از ۷۰ عدد).

محاسبه‌ی زمان وقوع نقاط اوج جمعیت براساس زمان فیزیولوژیک

تاریخ‌های اوج جمعیت مورد انتظار براساس زمان فیزیولوژیک (حدود ۴۵۰ درجه-روز) و آستانه‌ی دمایی پایین (هشت درجه‌ی سلسیوس) گزارش شده و اطلاعات ایستگاه هواشناسی شهرستان بروجرد در جدول شماره ۱ آمده است. همان‌گونه که در جدول شماره ۱ نشان داده شده است علی‌رغم نزدیک بودن زمان اوج‌های پرواز مشاهده‌شده و اوج‌های پروازهای موردانتظار در هر دو سال اختلافاتی نیز بین آنها وجود دارد. در سال ۱۳۹۲ تعداد نقاط اوج مشاهده‌شده و موردانتظار شش اوج و در سال ۱۳۹۳ نقاط اوج مشاهده‌شده هفت و نقاط مورد-انتظار شش اوج بود.

همبستگی میان دما و نوسانات جمعیت پروانه‌ی نر مینوز گوجه‌فرنگی

بررسی میزان همبستگی بین جمعیت پروانه‌ی نر مینوز گوجه‌فرنگی و دمای منطقه نشان داد که همبستگی بین تغییرات جمعیت این آفت و تغییرات دما در سال‌های ۱۳۹۲ (Pearson correlation coefficient = 0.531; $P < 0.0001$) و ۱۳۹۳ (Pearson correlation coefficient = 0.592; $P < 0.0001$) است (جدول ۲). یعنی افزایش و کاهش دما تاثیر معنی‌دار و مثبتی به ترتیب بر افزایش و کاهش جمعیت حشره آفت دارد.

بحث

این تحقیق اولین بررسی در مورد نوسانات جمعیت شب‌پره‌ی مینوز گوجه‌فرنگی در شرایط مزرعه‌ای در ایران است که با استفاده از تله‌های فرمونی جنسی مصنوعی و محاسبه‌ی زمان فیزیولوژیک انجام شد. اگرچه از چندین روش مختلف برای بررسی نوسانات جمعیت حشرات

و غنا نیز به ترتیب ۴۶۸ و ۴۷۱ درجه-روز و آستانه‌ی دمایی پایین هشت درجه‌ی سلسیوس گزارش شده است (Abolmaaty *et al.* 2010). مقایسه‌ی نقاط اوج جمعیت با استفاده از تله‌های فرمونی و زمان فیزیولوژیک در این تحقیق نشان می‌دهد با وجود اینکه نقاط اوج کاذبی نیز در نتایج بدست آمده از تله‌های فرمونی مشاهده می‌شود، با این حال برخلاف آنچه که در تحقیق انجام شده توسط Ranjbar Aghdam (2015) در مورد عدم کارایی تله‌های فرمونی در شکار پروانه‌های نر (*Cydia pomonella* (L.) (Tortricidae) بدست آمده است، نقاط اوج جمعیت حاصل از تله‌های فرمونی و اوج‌های پیش‌بینی شده با کمک ثابت حرارتی در این تحقیق به هم نزدیک می‌باشند و به عبارتی در مورد آفت *T. absoluta* نقاط اوج حاصل از تله‌های فرمونی برای پیش‌آگاهی در مورد کنترل آفت قابل اعتماد می‌باشند. چون ثابت حرارتی و آستانه دمایی پایین برای جمعیت مورد مطالعه در ایران گزارش نشده بود، اختلافات موجود می‌تواند مربوط به استفاده نگارندگان مقاله از مقادیر گزارش شده برای دیگر جمعیت‌های این آفت باشد.

مطابق بررسی منابع مختلف که نشان می‌دهد پروانه-ی مینوز گوجه‌فرنگی آفتی دارای پراکنش جهانی است، نتایج این تحقیق نیز نشان داد که این آفت سازگاری بالایی با شرایط منطقه بروجرد داشته و پتانسیل خسارت-زایی فراوانی در این منطقه و مناطق مشابه دارد. بنابراین، از این نظر که پروانه‌ی مینوز گوجه‌فرنگی به دلایلی مانند چندنسلی بودن، پتانسیل تولیدمثلی بالا، دارا بودن دامنه-ی میزبانی نسبتاً وسیع و همچنین زادآوری بالا، پتانسیل بالایی برای ایجاد خسارت به محصول گوجه‌فرنگی دارد و از طرفی به دلیل کوتاه‌بودن نسل‌ها ممکن است به سرعت نسبت به مصرف آفت‌کش‌ها مقاوم شود، پیشنهاد می‌شود که مطالعات مزرعه‌ای و آزمایشگاهی بیشتری برای شناخت خصوصیات زیستی این آفت مهم و کلیدی انجام شود تا با کمک آنها بتوان این آفت را مدیریت نمود.

جمعیت آفت وضعیت طغیانی پیدا می‌کند و جمعیت بالایی از این آفت در این زمان از سال قابل‌انتظار است. برخلاف یافته‌های محققین مذکور که افزایش رشد جمعیت را تا حدود ۱۱ شهریور نیز گزارش کرده‌اند، در مطالعه‌ی حاضر حدوداً از اواسط مرداد ماه اوج جمعیت سالانه دیده می‌شود و سپس جمعیت آفت با شدت زیادی رو به کاهش می‌گذارد که ممکن است مربوط به شرایط دمایی متفاوت منطقه، شرایط رشدی گیاهان میزبان یا کارایی متفاوت دشمنان طبیعی در مناطق مورد مقایسه باشد.

براساس مطالعات انجام شده تعداد نسل این آفت در مناطق مختلف بیشتر از آنچه که در این تحقیق مشاهده شد، گزارش شده است. Abolmaaty و همکاران (۲۰۱۰) تعداد نسل این آفت را در شرایط کشور مصر ۱۲-۱۵ نسل ذکر کردند. در آمریکای جنوبی نیز ۱۰-۱۲ نسل برای این آفت ذکر شده است (Desneux *et al.* 2010). براساس مطالعات Pereyra and Sanchez (2006) نیز این آفت حشره‌ای چندنسلی است و دارای راهبرد تولیدمثلی r می‌باشد. در اسپانیا تعداد نسل این آفت در شرایط مزرعه و گلخانه به ترتیب ۹-۱۰ و ۱۱ نسل گزارش شده است (Robredo and Cardeoso 2008). سالک‌ابراهیمی و قره-خانی (۱۳۹۱) نشان دادند که طول دوره تخم تا حشره‌ی-بالغ این آفت در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس در سه نسل متوالی بین ۲۷/۶۵ تا ۳۱/۵۷ روز به طول می‌انجامد، که نشان می‌دهد این آفت در صورت مساعد بودن شرایط محیطی می‌تواند در سال چندین نسل ایجاد نماید که در این تحقیق نیز این موضوع تایید شد.

برای پیش‌آگاهی و محاسبه‌ی ظهور آفت علاوه بر اطلاعات آرایه شده در این تحقیق باید آستانه‌های دمایی پایین (T_0) و ثابت حرارتی (K) جمعیت ایرانی این آفت نیز تعیین گردد. آستانه‌ی دمایی پایین و ثابت حرارتی برای مراحل تخم تا بالغ *T. absoluta* به ترتیب ۸/۱ درجه‌ی سلسیوس و ۴۵۳/۶ درجه-روز برای جمعیت اروپایی گزارش شده است (Desneux *et al.* 2010). همچنین ثابت حرارتی برای این حشره در کشورهای مصر

منابع

- آوند فقیه، آ.، محمدی پور، ع.، حسنی، ع.ا.، بنی عامری، و. ۱۳۹۳. بررسی کارایی روش اخلاص در جفت‌گیری برای کنترل خسارت کرم پروانه‌ی مینوز برگ گوجه‌فرنگی، (*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae). خلاصه مقالات بیست-ویکمین کنگره‌ی گیاه‌پزشکی ایران، ارومیه، صفحه‌ی ۵۸۳.
- امیری، ر.، شجاع‌الدینی، م.، معتضدیان، م.، زیبایی، ک. ۱۳۹۳. کاربرد درجه روز و تله فرمونی در تعیین زمان کنترل کرم سیب، (*Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Olethreutidae). مدیریت آفات کشاورزی، ۱(۲): ۳۴-۴۰.
- بی‌نام. ۱۳۹۰. آمارنامه کشاورزی، جلد اول: محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- سالک‌ابراهیمی، ح.، قره‌خانی، غ. ۱۳۹۱. بررسی زیست‌شناسی پروانه‌ی مینوز گوجه‌فرنگی (*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) در شرایط آزمایشگاهی. خلاصه مقالات بیستمین کنگره‌ی گیاه‌پزشکی ایران، شیراز، صفحه‌ی ۷۳۶.
- چراغیان، ا.، جوادی‌امامزاده، پ. ۱۳۹۲. گزارش آفت شب‌پره‌ی مینوز گوجه‌فرنگی (*Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae) از ایران. نامه‌ی انجمن حشره‌شناسی ایران، ۳۳(۳): ۸۷-۸۸.
- حجازی، م.، موحدی‌فاضل، م.، عسگری، ا. ۱۳۹۳. تاثیر برخی از ترکیبات شیمیایی همراه با فرمون جنسی بر جلب حشرات کامل پروانه‌ی مینوز گوجه‌فرنگی (*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep: Gelechiidae) در شرایط مزرعه‌ای. خلاصه مقالات بیست‌ویکمین کنگره‌ی گیاه‌پزشکی ایران، ارومیه، صفحه‌ی ۶۲۲.
- دانش‌نیا، س. ن.، عالیچی، م.، حیدری، ب. ۱۳۹۱. تعیین زمان مناسب سمپاشی با استفاده از تله‌ی فرمونی و درجه حرارت موثر روزانه برای کرم سیب (*Cydia pomonella* (Lep.: Tortricidae) در منطقه‌ی خان‌زینان استان فارس. فصلنامه گیاه‌پزشکی، ۴: ۳۷-۴۴.
- غباری، ح.، گلدانساز، ح.، عسگری، ح.، عاشوری، ا.، خرازی پاکدل، ع.، بی‌همتا، م. ر. ۱۳۸۶. بررسی حضور، پراکنش و دوره‌ی فعالیت حشره کامل پروانه جوانه خوار بلوط (*Tortrix viridana* (Lep.: Tortricidae) با استفاده از تله‌های فرمونی در استان کردستان، نامه‌ی انجمن حشره‌شناسی ایران، ۲۷(۱): ۴۷-۵۹.
- کرمانی، پ.، فرازمند، ح.، کریم‌زاده، ج.، آوند فقیه، آ. ۱۳۹۳. مطالعه نوسانات جمعیت کرم به *Euzophera bigella* Zeller و کرم سیب *Cydia pomonella*، در باغ‌های به اصفهان. فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی، ۶(۲): ۱۶۷-۱۷۷.
- صلحی، ن.، فتحی، س. ع. ا.، گلی‌زاده، ع.، حسن‌پور، م. ۱۳۹۳. تاثیر پنج رقم گوجه‌فرنگی روی پارامترهای زیستی مینوز برگ گوجه‌فرنگی، (*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). خلاصه مقالات بیست‌ویکمین کنگره‌ی گیاه‌پزشکی ایران، ارومیه، صفحه ۶۲۴.
- نظرپور، ل.، یاراحمدی، ف.، صابر، م.، رجب‌پور، ع. ۱۳۹۳. بررسی تغییرات فصلی جمعیت بالپولکداران مهم آفت مزارع گوجه‌فرنگی شمال استان خوزستان. خلاصه مقالات بیست‌ویکمین کنگره‌ی گیاه‌پزشکی ایران، ارومیه، صفحه ۵۵۲.
- Abolmaaty, S. M., Hassanein, M. K., Khalil, A. A., Abou-Hadid, A. F. 2010. Impact of climatic changes in Egypt on degree day's units and generation number for tomato leaf miner moth *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Nature and Science, 8: 122-129.
- Baker, P. B., Shelton, A. M., Andalord, J. T. 1982. Monitoring of Diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae) in Cabbage with pheromones. Journal of Economic Entomology, 75: 1025-1028.
- Balzan, M. V., 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). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 42: 217-225.
- Brévault, T., Sylla, S., Diatte, M., Bernadas, G., Diarra, K. 2014. *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae): a new threat to tomato production in sub-Saharan Africa. African Entomology, 22: 441-444.
- Byers, J. A., Naranjo, S. E. 2014. Detection and monitoring of pink bollworm moths and invasive insects using pheromone traps and encounter rate models. Journal of Applied Ecology, 51: 1041-1049.

- Chermiti, B., Abbes, K., Aoun, M., Ben Othmane, S., Ouhibi, M., Gamoon, W., Kacem, S. 2009. First estimate of the damage of *Tuta absoluta* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) and evaluation of the efficiency of sex pheromone traps in greenhouses of tomato crops in the Bekalta region, Tunisia. *African Journal of Plant Science and Biotechnology*, 3: 49–52.
- Cocco, A., Deliperi S., 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., Luna, M. G., Guillemaud, T., 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.
- Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, A. G., Burgio, G., Arpaia, S., Narva'ez-Vasquez, C. A., GonzalezCabrera, J., Catala'nRuescas, D., Tabone, E., Frandon, J., Pizzol, J., Poncet, C., Poncet, C., Cabello, T., 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: 197–215.
- Gharekhani, G. H., Salek-Ebrahimi, H. 2014. Life table parameters of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on different varieties of tomato. *Journal of Economic Entomology*, 107: 1765-1770.
- Huffaker, C., Berrymann, A., Turchin, P. 1999. Dynamics and regulation of insect populations, In: Huffaker, C. B., Gutierrez, A. P. (Eds.), *Ecological Entomology*. 2nd ed. Wiley, New York, pp. 269-305.
- Kehat, M., Anshelevich, L., Dunkelblum, E., Greenbe, S. 1994. Sex pheromone traps for monitoring the peach twig borer, *Anarsia lineatella* Zeller: Effect of pheromone components, pheromone dose, field aging of dispenser, and type of trap on male captures. *Phytoparasitica*, 22:291-298.
- Kutinkova, H., Andreev, R., Subchev, M., Szocs, G., Toth, M. 2006. Seasonal flight dynamics of the apple clearing moth (*Synanthedon myopaeformis* Borkh., Lepidoptera: Sesiidae) based on catches in pheromone traps. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14: 39-48.
- Mitchell, E. R. 1981. Management of insect pests with semiochemicals: concepts and practices. Plenum Press, New York. 514 pp.
- Oloumi Sadeghi, H., Esmaeili, M. 1979. The efficiency of light, bait and female traps in captures of quince moth (*Euzophera bigella* Zell.) in Karaj orchards. *Journal of Entomological Society of Iran*, 5: 1-13.
- Pereyra, P. C., 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 Entomologist*, 35: 671–676.
- Pfeiffer, D. G., Muniappan, R., DienabaSall, R., Paterne, D., Diongue, A., Dieng, E. O. 2013. First Record of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Senegal. *Florida Entomologist*, 96: 661-662.
- Ranjbar Aghdam, H. 2015. Are pheromone traps applicable to forecast an insect pest phenology? A case study on codling moth. *Journal of Crop Protection*, 4: 121-130.
- Robredo, J. F., Cardeoso, H. J. M. 2008. Strategies for control of the tomato moth, *Tuta absoluta* Meyrick. *Agriculture, Revista Agropecuaria*, 77: 70-74.
- Uchoa-Fernandes, M. A., Lucia, T. M. C., Vilela, E. F. 1995. Mating, oviposition and pupation of *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyr.) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil*, 24: 159-164.
- Vacas, S., Lopez, J., Primo, J., Navarro-LLopis, V. 2013. Response of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) to Different Pheromone Emission Levels in Greenhouse Tomato Crops. *Environmental Entomology*, 42: 1061–1068.

Population fluctuations of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae), in Boroujerd county, Lorestan Province, Iran

Fereshteh Bahirai¹, Abdol Hossein Ariaifar² and Shahriar Jafari^{1*}

1-Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Lorestan University, P.O. Box: 465, Khorramabad, Iran. *Corresponding author: (E-mail: Jafari.s@lu.ac.ir)

2-Plant Protection Management, Agriculture Organization of Lorestan, Boroujerd, Iran.

Date received: 01.04.2015

Date accepted: 05.24.2015

Abstract

The tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), is a major pest of tomato, both in greenhouse and open field crops. The population fluctuation of this pest was studied with pheromone traps in four different fields located in Boroujerd County, Lorestan Province during 2013-2014. The results showed that this pest had six and seven generations in 2013 and 2014, respectively. The first individuals of *T. absoluta* were captured on 8th May, 2013. The highest density of *T. absoluta* in 2013 was observed on 7th of August with 125.75 ± 38.5 individuals/trap. The average number of captured moth during 75 sampling times was 1947.75 ± 265 individuals for each trap. In 2014, the first individuals of the moth were captured on 10th of May and the peak of the population density was observed on 2th of August with 110.33 ± 11.5 individuals/trap. The average number of moth in 2014 was less than the previous year, with 1742.33 ± 109 individuals for each trap. The use of reported physiological time for this pest certified the efficiency of pheromone traps to estimate the population fluctuation of *T. absoluta*. Correlation between the captured moth and temperature showed a significant and positive correlation between them in both years. The finding of this study is arguably the first piece of information on the population dynamic of this pest in field condition in Iran which showed that *T. absoluta* had high potential to damage tomato in Boroujerd County. Also this study showed that the pheromone traps as reliable tools can be used in determination of the population fluctuation of this pest.

Keywords: Population fluctuations, tomato leaf miner, temperature, Iran, pheromone traps.