تحقیقات آفات گیاهی
۱۳۹۹ -۱۰ (۲): ۴۷-۵۷

نوسان‌های جمعیت مراحل نابالغ رشدی و تعیین مناسب‌ترین ناحیه گیاهی برای نمونه‌برداری از بید گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* Meyrick (Lep.: Gelechiidae) در شرایط گلخانه در جیرفت

پیمان نامور

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

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۱۱)

چکیده

بید گوجه‌فرنگی، *Tuta absoluta* Meyrick (Lep.: Gelechiidae) آفتی است که از سال ۱۳۸۹ وارد کشور شده و به سرعت در مناطق مختلف از جمله جیرفت گسترش یافته است. نظر به سطح زیر کشت قابل توجه گلخانه‌های گوجه‌فرنگی در این منطقه، ناشناخته بودن و قدرت خسارت‌زایی بسیار بالای بید گوجه‌فرنگی، مطالعه نوسان‌های جمعیت و تعیین بهترین ناحیه گیاهی برای نمونه‌برداری از جمعیت افراد نابالغ این آفت جهت اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی، بسیار مهم است. در این مطالعه، با کشت گیاه گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه، اقدام به نمونه‌برداری هفتگی از مراحل مختلف رشدی حشره شامل تخم، لارو و دالان‌های لاروی به شیوه بررسی بوته و نمونه‌برداری از برگ‌ها شد. نتایج نشان داد که فعالیت این حشره از اواسط فصل رشد (اواسط بهمن ماه) در گلخانه مشاهده شده و به‌تدریج تراکم جمعیت رو به فزونی نهاده و اوج جمعیت در فروردین و اردیبهشت می‌باشد که در این مدت ۵-۴ نسل نیز ایجاد می‌نماید. با ارزیابی داده‌های حاصل از نمونه‌برداری مشخص شد که بیش‌ترین میزان تخم‌ریزی حشره در نیمه بالایی بوته‌ها و به طور عمده در سطح زیرین برگ‌ها صورت می‌گیرد. علاوه بر این، نتایج نشان داد که نمونه‌برداری از دالان-های لاروی نسبت به شمارش مراحل زیستی حشره از دقت بالاتری در تخمین جمعیت آفت برخوردار است. هم‌چنین، بر اساس آزمون همبستگی مشخص شد که بین تغییرات میانگین تعداد لارو و دالان‌های لاروی در نیمه فوقانی بوته‌ها، همبستگی مثبت و بیش از دو بخش دیگر بوته وجود دارد و می‌توان تنها با نمونه‌برداری از برگ‌ها در این قسمت و شمارش تعداد دالان‌ها برآوردی از جمعیت لاروهای فعال به دست آورد.

واژه‌های کلیدی: شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی، تغییرات جمعیت، تعداد نسل، نمونه‌برداری

نویسنده مسئول: p.namvar@areeo.ac.ir

مقدمه

بید گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* Meyrick (Lep.: Gelechiidae)، یکی از مخرب‌ترین آفات گوجه‌فرنگی در جهان است که بومی آمریکای مرکزی بوده (Garcia and Espul, 1982) و برای اولین بار در ایران در سال ۱۳۸۹ از شمال غرب کشور و شهرستان ارومیه شناسایی و گزارش شده است (Baniameri and Cheraghian, 2012). این آفت به سرعت در مناطق جنوبی کشور نظیر استان‌های بوشهر، هرمزگان و جنوب استان کرمان گسترش یافته و در حال حاضر، یکی از مهم‌ترین آفات این محصول در این مناطق است (Namvar and Gharaie, 2018). بر اساس بررسی‌های پژوهشگران مختلف، این حشره در مناطق آلوده دنیا بین ۵۰ تا ۸۰ درصد خسارت به محصول گوجه‌فرنگی وارد می‌کند (Tosevski *et al*., 2011; El-Aassar *et al*., 2015).

بید گوجه‌فرنگی *T. absoluta* حشره‌ای چند نسلی[1] است و فراسنجه‌های زیستی آن نشان می‌دهد که این حشره از استراتژی r- selected پیروی می‌کند (Korycinska and Moran, 2009). طول دوره رشد و نمو یک نسل کامل آفت تا حد زیادی به شرایط محیطی به ویژه دما بستگی دارد؛ به طوری‌که میانگین طول این دوره از ۲۴ تا ۷۷ روز متفاوت است. لاروها تا زمانی که غذای کافی در دسترس داشته باشند، به مرحله دیاپوز وارد نمی‌شوند. در شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای، حشرات بالغ این آفت در تمام طول سال قابل مشاهده می‌باشند (Desneux *et al*., 2010).

اگرچه *T. absoluta* گوجه‌فرنگی را به عنوان میزبان اصلی ترجیح می‌دهد، اما رشد و نمو و تولید مثل این حشره روی تعداد دیگری از گیاهان زراعی خانواده بادمجانیان نظیر بادمجان (*Solanum melongena* L.)، سیب زمینی (*S. tuberosum* L.)، فلفل (*S. muricatum* L.) و تنباکو (*Nicotiana tabacum* L.) نیز گزارش شده است. علاوه بر این، تعدادی از علف‌های هرز این خانواده نیز به عنوان میزبان این حشره گزارش شده‌اند (Desneux *et al*., 2010).

خسارت این آفت روی برگ‌ها به صورت ایجاد دالان‌های ناشی از تغذیه لاروها از بافت مزوفیل است و روی ساقه، رشد معمولی بوته‌ها را تغییر داده و حالت نکروز ایجاد می‌کنند. میوه‌های گوجه فرنگی نیز بلافاصله بعد از تشکیل مورد حمله قرار گرفته و کانال‌های تغذیه‌ای در آن‌ها توسط عوامل بیماریزای ثانویه مورد حمله قرار می‌گیرند که منجر به لهیدگی میوه می‌شود. هم‌چنین، این حشره با تغذیه از جوانه‌های انتهایی بوته سبب توقف کامل رشد آن می‌شود (Apablaza, 1992).

از ابتدای ورود این آفت به کشورهای مختلف، کاربرد سموم شیمیایی اصلی‌ترین راهبرد مورد استفاده در برنامه‌های مدیریتی آن بوده است (Lietti *et al*., 2005; Megido *et al*., 2013). با وجود این، کارایی این روش به دلیل فعالیت لاروهای آفت درون بافت گیاه و عدم دسترسی سموم به آن‌ها و نیز مقاومت آفت به سموم مختلف، بسیار ناچیز است (Megido *et al*., 2013).

شاخص تصمیم‌گیری در مورد زمان استفاده از حشره‌کش‌ها برای کنترل *T. absoluta*، تعداد حشرات بالغ شکار شده در تله‌های فرمونی می‌باشد، زیرا ثابت شده است که تعداد حشرات بالغ شکار شده در تله‌ها با میزان خسارت لاروها و کاهش میزان محصول ارتباط دارد (Faccioli, 1993; Benvenga *et al*., 2007). البته این شاخص در کشورهای مختلف بسیار متفاوت ارزیابی شده و غیر قابل اعتماد است (Benvenga *et al*., 2007). از این‌رو، در برخی از کشورها آستانه خسارت اقتصادی این آفت را به شکل نسبت تعداد این حشره (لارو و یا حشره بالغ) به هر بوته بیان نموده‌اند (Bajonero *et al*., 2008).

اجرای موفقیت‌آمیز برنامه‌های مدیریت آفات، تا حد زیادی به توسعه برنامه‌های نمونه‌برداری ساده و مناسب برای تصمیم‌گیری سریع و دقیق بستگی دارد. در توسعه برنامه‌های نمونه‌برداری، دقت و هزینه دو عامل بسیار مهم هستند که باید مورد توجه قرار گیرند (Pedigo, 1994).

1. Multivoltine

طراحی و اجرای یک برنامه پایش موفق جمعیت آفت، از نظر اجرای مؤثر برنامه‌های مدیریت آفات، زمان‌بندی کاربرد روش‌های مبارزه و ارزیابی اثرات آن‌ها، بسیار مهم است (Shiberu and Getu, 2017).

در پژوهش‌های پیشین، مطلوب‌ترین شرایط کاربرد تله-های فرمونی از نظر نوع تله، ارتفاع و مکان نصب در مزرعه برای شکار حشرات بالغ بید گوجه‌فرنگی و نیز نوسان‌های فصلی آن در مزارع فضای آزاد در یک منطقه سردسیری (قزوین) و بر اساس روش روز- درجه مورد بررسی قرار گرفت (Namvar and Gharaie, 2018). هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی چگونگی فعالیت و دوره خسارت‌زایی بید گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه‌های تجاری گوجه‌فرنگی جنوب کشور و نیز تدوین برنامه نمونه‌برداری بر اساس مراحل خسارت‌زای این آفت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در گلخانه تحقیقاتی به مساحت حدود ۴۰۰ متر مربع در فصل زراعی ۹۷ – ۱۳۹۶ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان (جیرفت) انجام شد. کاشت گوجه فرنگی رقم چف[1] به شکل نشاکاری صورت گرفت و سپس به زمین اصلی منتقل شد. در خزانه و گلخانه کلیه عملیات کاشت و داشت مطابق شرایط معمول گلخانه‌های گوجه‌فرنگی منطقه به انجام رسید. در دوره انجام آزمایش هیچ‌گونه حشره‌کشی مورد استفاده قرار نگرفت.

نوسان‌های جمعیت مراحل نابالغ رشدی

به منظور بررسی نوسان‌های جمعیت مراحل نابالغ رشدی شامل تخم، لارو و هم‌چنین دالان‌های لاروی، نمونه‌برداری از ابتدای فصل (۱۵ آبان ۱۳۹۶) در فواصل زمانی ۴ روزه صورت پذیرفت و تا پایان فصل کشت (۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۷) ادامه یافت.

به این منظور، برگ‌های با حداقل ۴ برگچه به عنوان واحد نمونه‌برداری مورد بررسی قرار گرفتند. به این ترتیب که در مرحله اول تعداد ۳۰ بوته گوجه‌فرنگی به صورت کاملاً تصادفی از نقاط مختلف گلخانه مورد مطالعه انتخاب شده و از هر بوته ۲ برگ کامل (شامل حداقل ۴ برگچه)، یکی از نیمه بالایی و دیگری از نیمه پایینی، جدا شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس، تعداد لاروها، میانگین و انحراف معیار نمونه را بدست آورده و بر اساس آن اندازه نمونه[2] (N) بعدی با استفاده از معادله (۱) تعیین شد (Southwood and Henderson, 2000).

$$N = \left(\frac{ts}{d\bar{x}} \right)^2 \quad (۱)$$

در این معادله، $\bar{x}$ برابر با میانگین نمونه، s انحراف معیار نمونه و d میزان خطای قابل قبول در بررسی‌ها می‌باشد که برابر ۰/۱ در نظر گرفته شد و t[3] نیز کمیتی است که از جدول مربوطه به دست می‌آید. در مراحل اولیه نمونه‌گیری، تعداد نمونه بر اساس نمونه‌گیری مرحله قبل و با استفاده از رابطه (۱) تعیین شد. در ضمن، به منظور جلوگیری از افزایش حجم کار تعداد نمونه حداکثر ۵۰ عدد در نظر گرفته شد (Hsu *et al.*, 2001). در هر مرحله نمونه-برداری، تعداد دالان‌های موجود روی برگ‌ها به تفکیک دو بخش فوق (نیمه بالایی و نیمه پایینی ارتفاع بوته) شمارش و ثبت شدند. برای شمارش تخم‌ها نیز هم‌زمان سطوح زیر و روی برگ‌ها به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته و تعداد تخم‌های مشاهده شده شمارش و ثبت شد. در پایان، بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده نمودار تغییرات جمعیت حشره در مراحل مختلف زیستی در هر کدام از بخش‌های گیاه در طول فصل، ترسیم شده و دوره-های اوج و فرود جمعیت تعیین شد.

تعداد نسل‌ها

به منظور تعیین تعداد نسل، در هر نوبت نمونه‌برداری تعداد لاروهای سن آخر تعیین شد و درصد لاروهای سن

[1]. Chef, USA, Petoseed Co., INC

[2]. Sample size
[3]. t - student

آخر به کل لاروها محاسبه شد (Parrella, 1987). سپس، با ترسیم منحنی‌های مربوطه، تعداد نسل‌های آفت تعیین شد.

تعیین مناسب‌ترین ناحیه نمونه‌گیری

با استفاده از داده‌های حاصل از نمونه‌برداری از بوته‌های گوجه فرنگی (مطابق روش ذکر شده در بالا)، شاخص واریانس نسبی[1] برای هر کدام از مراحل رشدی تخم (در دو سطح برگ)، لارو و دالان‌های لاروی محاسبه شد و بر این اساس مناسب‌ترین ناحیه نمونه‌گیری از بوته گوجه فرنگی تعیین شد. این شاخص با استفاده از رابطه زیر (۲) محاسبه شد (Todd *et al*., 1998):

$$RV = \left(\frac{S_E}{m}\right)100 \quad (۲)$$

در این معادله، m برابر با میانگین نمونه و S_E برابر با خطای استاندارد می‌باشند. هم‌چنین، با استفاده از آزمون t (t-test) میانگین جمعیت هر کدام از مراحل رشدی تخم، لارو و دالان‌های لاروی در دو بخش نمونه‌برداری شده از ارتفاع بوته‌ها، مورد مقایسه قرار گرفت.

رابطه بین تغییرات میانگین تعداد لارو و دالان‌های لاروی

به منظور بررسی وجود همبستگی بین تغییرات میانگین تعداد لارو و میانگین تعداد دالان‌های موجود روی برگ‌ها در طول فصل رشد در هر کدام از سطوح بالایی و پایینی بوته، از آزمون همبستگی و ضریب همبستگی پیرسون[2] استفاده شد. در صورت وجود همبستگی مناسب، می‌توان به شکلی ساده‌تر و با اطمینان بالا، تراکم جمعیت لارو در برگ‌های میزبان را با استفاده از تعداد دالان‌های لاروی تخمین زد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

بررسی داده‌های جمع‌آوری‌شده و رسم نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت پذیرفت. به منظور انجام آزمون همبستگی بین جمعیت لاروها و دالان‌های لاروی و نیز انجام آزمون t از نرم افزار SPSS ver. 16 استفاده شد.

نتایج

نوسان‌های جمعیت مراحل مختلف رشدی حشره

منحنی نوسان‌های جمعیت مراحل مختلف رشدی بید گوجه فرنگی، در نیمه بالایی و نیمه پایینی ارتفاع بوته‌ها و نیز مجموع دو بخش، به تفکیک در شکل ۱ ارائه شده است.

همان‌گونه که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود، روند نوسان‌های جمعیت مراحل مختلف رشدی حشره در هر کدام از دو بخش نیمه بالایی و نیمه پایینی بوته، با روند کلی تغییرات جمعیت در مجموع دو بخش مشابه است. به این ترتیب که در تمام موارد فوق، در ابتدای فصل جمعیت بسیار ناچیز بوده و به تدریج افزایش تراکم جمعیت مشاهده می‌شود؛ به طوری‌که اوج جمعیت تمام مراحل رشدی حشره در فروردین و اردیبهشت بوده است.

تعداد نسل‌ها

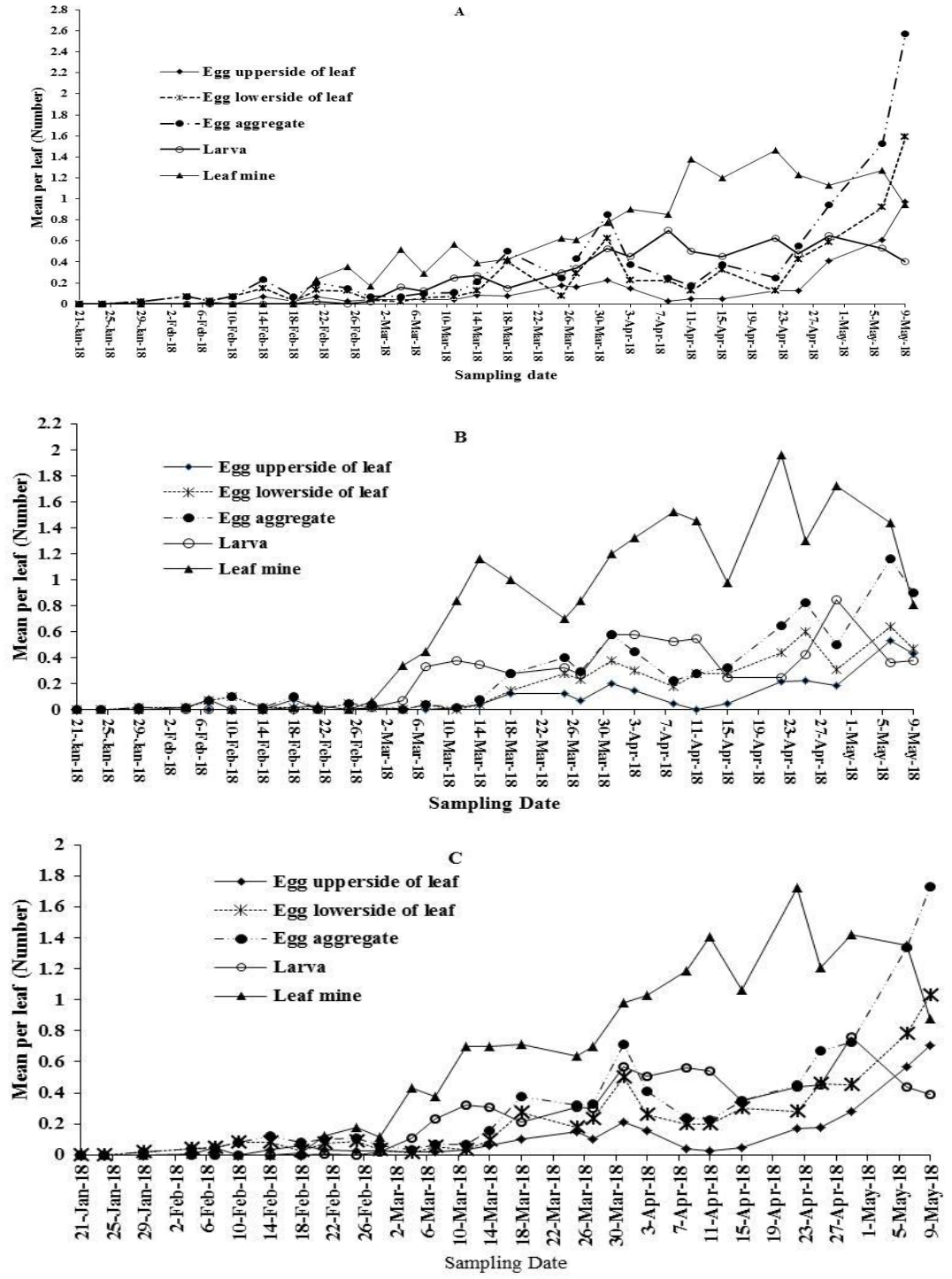
بر اساس نسبت لاروهای سن آخر به کل لاروهای مشاهده شده در هر نوبت نمونه‌برداری و هم‌چنین طول دوره رشدی یک نسل آفت، می‌توان گفت که حشره *T. absoluta* در طول یک فصل زراعی در گلخانه گوجه فرنگی مورد مطالعه در شهرستان جیرفت، حدود ۵- ۴ نسل داشته است (شکل ۲).

مناسب‌ترین ناحیه نمونه‌گیری

میانگین تراکم جمعیت مراحل مختلف رشدی حشره طی دوره نمونه‌برداری در هر کدام از بخش‌های بالایی، پایینی و کل ارتفاع بوته و نیز میانگین شاخص RV محاسبه شده در هر کدام از این قسمت‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

---

[1]. Relative variation
[2]. Pearson correlation

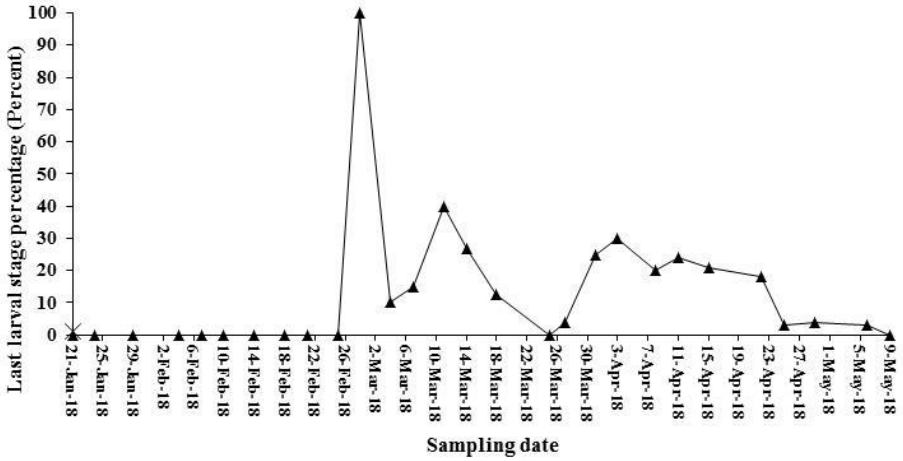


شکل ۱- نوسان‌های جمعیت مراحل رشدی تخم، لارو و دالان‌های لاروی در نیمه بالایی (A)، نیمه پایینی (B) و تمام ارتفاع بوته (C)

Figure 1. Population fluctuations of eggs, larvae and leaf mines on upper half (A), lower half (B) and overall height of plants (C)

همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، در هر دو بخش بالایی و پایینی ارتفاع بوته‌ها و هم‌چنین در تمام ارتفاع بوته، تعداد تخم در سطح زیرین برگ، بیش‌تر از سطح رویی بوده و دقت نمونه برداری نیز در این سطح بیش‌تر بوده است (مقادیر RV محاسبه شده کم‌تر است). علاوه بر این، میانگین تعداد تخم‌های شمارش شده و نیز میزان دقت نمونه‌برداری در نیمه بالایی بوته‌ها، بیش از نیمه پایینی بوده است (جدول ۱).

مقایسه میانگین جمعیت مراحل مختلف رشدی نمونه-برداری شده حشره در دو بخش ارتفاع بوته‌ها نیز در جدول ۲ ارائه شده است. این نتایج نشان داد با وجود این‌که میانگین جمعیت مراحل تخم و لارو حشره در بخش بالایی بوته‌ها بیش‌تر از بخش پایینی بوده (جدول۱)، اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبوده است. این در حالی است که تفاوت میانگین تعداد دالان‌های لاروی در دو بخش ارتفاع بوته‌ها،کاملاً معنی‌دار بوده و در نیمه پایینی بیش‌تر از نیمه بالایی بوته‌ها بوده است (جدول ۲).



شکل ۲- نسبت لاروهای سن آخر به مجموع لاروهای *Tuta absoluta* در گلخانه گوجه فرنگی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

Figure 2. Proportion of last larval to total instars of *Tuta absoluta* in tomato greenhouse in 2017 - 2018

جدول ۱- میانگین تراکم جمعیت و دقت نمونه‌برداری مراحل مختلف رشدی *Tuta absoluta* در طول فصل زراعی ۹۷ – ۱۳۹۶

Table 1. Mean density and sampling precision of different developmental stages of *Tuta absoluta* in 2018 – 2019

	Upper half of plant		Lower half of plant		Overall height of plant	
	M ± SE	RV ± SE	M ± SE	RV ± SE	M ± SE	RV ± SE
Egg/ Underside L.	0.246± 0.065	51.09±4.36	0.176±0.036	52.93±5.38	0.208±0.047	39.05±3.8
Egg/ Upperside L.	0.128 ±0.04	63.15±4.92	0.09±0.025	60.06±6.995	0.109±0.031	49.95±3.81
Egg Aggregated/L.	0.374 ± 0.1	43.88±3.39	0.246±0.059	50.16±5.47	0.317±0.077	33.78±3
Larva	0.248±0.046	35.83±4.94	0.241±0.045	34.16±4.14	0.244±0.044	27.5±4.8
Leaf mine	0.547±0.092	22.47±3.52	0.687±0.12	28.97±5.15	0.607±0.103	22.7±4.64

جدول ۲- نتایج آزمون t میانگین جمعیت مراحل مختلف رشدی *Tuta absoluta* بین دو بخش بالایی و پایینی بوته‌ها

Table 2. t- test analysis of mean number of different developmental stages of *Tuta absoluta* Between upper and lower parts of plants

	Mean ± SE	Correlation	t	df	Sig. (Two tailed)
Egg Upper – Egg Lower	0.108214 ± 0.066540	0.798	1.626	27	0.116
Larva Upper – Larva Lower	0.006857±0.022852	0.874	0.3	27	0.766
Leaf mine Upper – Leaf mine Lower	- 0.14±0.054736	0.904	- 2.558*	27	0.016

*Significant difference at α= 0.05

رابطه بین تغییرات میانگین تعداد لارو و دالان‌های لاروی

نتایج مربوط به آزمون همبستگی بین میانگین تعداد لارو و دالان‌های لاروی در طول دوره نمونه‌برداری در هر کدام از بخش‌های مختلف بوته در جدول ۳ ارائه شده است (جدول ۳). همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود در هر سه حالت همبستگی معنی‌دار و مثبتی بین تغییرات میانگین تعداد لارو و دالان‌های لاروی در طول دوره نمونه-برداری وجود دارد. با توجه به مقادیر ضریب همبستگی پیرسون (R)، میزان ارتباط بین این دو متغیر در بخش بالایی ارتفاع بوته‌ها برابر با ۰/۹۳۱ و بیش‌تر از بخش پایینی بوته‌ها (۰/۸۷) و کل ارتفاع بوته (۰/۹۲۱)، بوده است.

جدول ۳- آزمون همبستگی بین میانگین تعداد لارو و دالان‌های موجود در برگ‌های نیمه بالایی، نیمه پایینی و مجموع ارتفاع بوته

Table 3. Correlation test between mean number of mines and larvae on leaves of upper half, lower half and overall height of plants

	df	Pearson Correlation	Sig. (Two tailed)
Upper half	28	0.931	0.000
Lower half	28	0.87	0.000
Overall height	28	0.921	0.000

بحث

نوسان‌های جمعیت حشره نشان داد که از ابتدا تا اواسط فصل رشد، فعالیت این حشره در گلخانه گوجه فرنگی اندک بوده و از اواسط فصل به بعد تراکم جمعیت رو به افزایش گذاشته و در اواخر فصل به اوج خود می‌رسد. در جیرفت که فصل کشت گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای از اواسط پاییز تا اواخر بهار است، تراکم جمعیت حشره از اواخر زمستان (اواخر بهمن و اوایل اسفند) به تدریج رو به افزایش گذاشته و در ماه‌های فروردین و اردیبهشت که زمان اوج برداشت محصول و اواخر فصل است، به بیشترین حد خود رسید. به عبارت دیگر، در ماه‌های سرد سال یعنی آذر و دی، فعالیت حشره بسیار اندک و غیر قابل مشاهده بوده و با متعادل شدن دمای هوا جمعیت آفت افزایش یافت. این موضوع یعنی توقف یا رشد کند جمعیت بید گوجه‌فرنگی در شرایط سرما (دماهای کم‌تر از ۱۰ درجه سلسیوس) و افزایش سرعت آن با متعادل شدن دما، توسط پژوهشگران دیگر نیز مورد تأیید قرار گرفته است (Barrientos *et al*., 1998; Desneux *et al*., 2010; Ostrauskas and Ivinskis, 2010). به نظر می‌رسد یکی از دلایل افزایش جمعیت در اواخر فصل رشد، رها شدن بقایای گیاهی در مزارع و عدم توجه به حذف آن‌ها می‌باشد که این مسأله یکی از موارد مهم در توصیه برای مبارزه با این آفت نیز محسوب می‌شود (EPPO, 2009).

در این مطالعه، مشخص شد این حشره در منطقه جیرفت و در شرایط گلخانه گوجه فرنگی حدود ۵-۴ نسل دارد. در

استان قزوین نیز بر اساس روش محاسبه روز- درجه، تعداد نسل‌های این حشره در طول یک فصل زراعی گوجه‌فرنگی در فضای آزاد، ۴ نسل برآورد شد (Namvar and Gharaie, 2018). پژوهشگران دیگر در بررسی‌های خود در مناطق مختلف تعداد نسل‌های متفاوتی را برای این حشره در شرایط گلخانه‌های گوجه‌فرنگی 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). با توجه به این‌که کشت گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در جیرفت از اواسط آبان آغاز می‌شود، بنابراین پوشش گلخانه و دمای پایین در ۲ ماه اول فصل، مانع از حضور و فعالیت حشره در گلخانه می‌شود. بنابراین، تنها حدود ۴ ماه از فصل رشد به دلیل مساعد بودن شرایط محیطی و نیز توسعه کشت‌های گوجه‌فرنگی فضای آزاد که سبب افزایش جمعیت حشره در منطقه می‌شود، گلخانه‌ها نیز مورد هجوم آفت قرار گرفته و در این مدت حشره می‌تواند ۵- ۴ نسل ایجاد نماید. این موضوع می‌تواند دلیل کم بودن تعداد نسل‌های حشره نسبت به سایر بررسی‌های صورت‌گرفته باشد.

شاخص تصمیم‌گیری در مورد زمان کاربرد حشره‌کش‌ها برای کنترل *T. absoluta*، تعداد حشرات بالغ شکار شده در تله‌های فرمونی است که البته در نقاط مختلف دنیا بسیار متغیر بوده (Benvenga *et al*., 2007) و گاه با خطا همراه است. به همین دلیل، برخی از پژوهشگران تعداد لاروها را ملاک قرار داده و به نمونه‌برداری از برگ‌ها پرداخته‌اند (Bajonero *et al*., 2008)؛ اما، در این حالت نیز عادت رفتاری خاص این حشره و جابجایی دائمی لاروها در سطح بوته‌ها می‌تواند باعث بروز خطا شود. در این شرایط، دالان‌های لاروی به عنوان یکی از مهم‌ترین علائم خسارت این آفت در سطح برگ‌های گیاهان میزبان که به راحتی قابل مشاهده و شمارش می‌باشند، می‌توانند به عنوان یک شاخص ارزیابی برای برآورد میزان جمعیت لاروها مورد استفاده قرار گیرند. بنابراین، در این مطالعه میزان دقت نمونه‌برداری از دالان‌های لاروی در مقایسه با سایر مراحل مختلف رشدی حشره (تخم و لارو) در بخش‌های مختلف گیاه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد نمونه‌برداری و شمارش دالان‌های آفت نسبت به مراحل رشدی از دقت بالاتری برخوردار است و البته این میزان دقت در نیمه بالایی بوته‌ها، بیش‌تر از دو بخش دیگر است. هم‌چنین، مشخص شد که میزان تخم‌ریزی این حشره در سطح زیرین برگ‌های قسمت‌های بالایی بوته بیش‌تر از بخش‌های پایینی بوته‌ها است، اگرچه این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبوده است.

بررسی ارتباط بین تغییرات تعداد دالان‌های لاروی و تعداد لاروها در بخش‌های مختلف بوته نیز نشان داد که نه تنها همبستگی مثبت بین این دو متغیر وجود دارد، بلکه بر اساس مقدار محاسبه شده ضریب پیرسون بیش‌ترین همبستگی در قسمت‌های بالایی و جوان بوته‌ها مشاهده شد (جدول ۳). این ارتباط در بخش پایینی بوته‌ها و برگ‌های بزرگ، کم‌تر بود. در مقایسه میانگین تعداد لاروها و دالان‌های لاروی در دو بخش بالایی و پایینی بوته‌ها مشخص شد که با وجود عدم اختلاف معنی‌دار بین تعداد لاروها و تخم‌ها در این دو بخش، تعداد دالان‌ها در بخش پایینی به شکل معنی‌داری بیش‌تر از بخش بالایی بوته‌ها بوده است (جدول ۲). به عبارت دیگر، تعداد دالان‌های غیر فعال در بخش‌های پایینی بیش‌تر از بخش بالایی بوته‌ها بوده و این خود می‌تواند دلیل بالاتر بودن میزان همبستگی این دو متغیر در بخش‌های بالایی بوته نسبت به سایر قسمت‌ها باشد. این موضوع یعنی ترجیح لاروهای بید گوجه فرنگی به تغذیه از بخش‌های جوان و تازه رشد کرده بوته نسبت به قسمت‌های قدیمی‌تر، توسط پژوهشگران دیگر نیز بررسی و تأیید شده است (Korycinska and mora, 2009; El-Aassar *et al*., 2015). این نکته در مورد مگس‌های مینوز برگ سبزی *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) و *L. trifolii* Burgess که از نظر شکل خسارت روی برگ (ایجاد دالان به صورت مینوز) شبیه بید گوجه‌فرنگی هستند نیز توسط پژوهشگران مختلف بررسی شده و مشخص شده که تعداد دالان‌های

لاروی غیر فعال در بخش‌های پایینی بوته‌ها بیش‌تر از بخش‌هایی بالایی بوده و بین تعداد لارو با دالان‌های لاروی و نیز فراوانی مورد انتظار و مشاهده‌شده تعداد برگ‌های دارای لارو و دالان‌های لاروی، در نمونه‌برداری از بخش-های بالایی گیاهان میزبان (خیار، گوجه‌فرنگی و گل داوودی) میزان همبستگی بیش‌تری گزارش شده است (Jones and Parrella, 1986; Schuster and Beck, 1992; Lee *et al*., 2005; Namvar, 2014).

با نمونه‌برداری از برگ‌های نیمه بالایی بوته‌ها و شمارش تعداد کل دالان‌ها، می‌توان برآورد بسیار خوبی از تعداد لاروهای فعال آفت را به دست آورده و برای اتخاذ تدابیر مدیریتی استفاده نمود. این شیوه نمونه‌برداری تاکنون در مورد *T. absoluta* مطالعه نشده، اما در مورد مگس مینوز برگ سبزی مورد تأیید قرار گرفته است (Chandler and Gilstrap, 1987; Namvar, 2014). پژوهشگران برای روش شمارش تعداد دالان‌های لاروی به عنوان یک برنامه نمونه‌برداری نسبت به شمارش حشرات بالغ شکار شده در تله‌ها دو برتری ذکر نموده‌اند. اول این‌که در این روش نوعی ارزیابی میزان خسارت به بوته‌ها نیز حاصل می-شود و دیگر آن‌که داده‌های حاصل از بررسی تعداد دالان‌ها می‌تواند به طور مستقیم در تصمیم‌های مدیریتی آفت مورد استفاده قرار گیرد (Lee *et al*., 2005).

بنابراین، بر اساس نتایج تحقیق حاضر می‌توان نتیجه گرفت که در جنوب کشور در ماه‌های اولیه فصل رشد گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه، حضور بید گوجه‌فرنگی بسیار ناچیز بوده و تراکم جمعیت و خسارت آن به‌طور عمده در اواخر فصل می‌باشد. بنابراین، به منظور کاهش هزینه‌ها و حصول موفقیت بیش‌تر، بهتر است از اواسط فصل که جمعیت آفت شروع به افزایش می‌نماید، اجرای برنامه‌های مدیریتی این آفت آغاز شود. علاوه بر این، به منظور تخمین مناسب و سریع تراکم جمعیت لاروهای حشره و تصمیم‌گیری در مورد زمان دقیق مبارزه با آفت، می‌توان با نمونه‌برداری از برگ‌های نیمه بالای بوته‌ها و شمارش تعداد دالان‌های آفت، برآورد به‌نسبت دقیقی به دست آورد.

References

Apablaza, J. 1992. La polilla del tomate y su manejo. **Tattersal** 79:12–13.

Bajonero, J., Cordoba, N., Cantor, F., Rodriguez, D. and Cure, J. R. 2008. Biology and life cycle of *Apanteles gelechiidivoris* (Hymenoptera: Braconidae) parasitoid of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Agronomy of Colombia** 26: 417–426.

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). **Ciencia e Investigacion Agraria** 25: 133–137.

Benvenga, S. R., Fernandes, O. A. and Gravena, S. 2007. Decision making for integrated pest management of the South American tomato pinworm based on sexual pheromone traps. **Horticultura Brasileira** 25: 164–169.

Chandler, L. D. and Gilstrap, F. E. 1987. Seasonal fluctuation and age structure of *Liriomyza trifolii* larval population on bell peppers. **Journal of Economic Entomology** 80: 102-106.

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.

El- Aassar, M. R., Soleiman, M. H. A. and Abd El- Elaal. 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** 8: 08-01.

Faccioli, G. 1993. Relationship between males caught with low pheromone doses and larval infestation of *Argyrotaenia pulchellana*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 68: 165–170.

Feng, M. G. and Nowierski, R. M. 1992. Spatial distribution and sampling plans for four species of cereal aphids (Homoptera: Aphididae) infesting spring wheat in southwestern Idaho. **Journal of Economic Entomology** 85: 830-837.

Garcia, 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.

Hsu, J. C., Horng, S. B. and Wu, W. J. 2001. Spatial distribution and sampling of *Aulacaspis yabunikkei* (Homoptera: Diaspididae) in camphor trees. **Plant Protection Bulletin** 43:69-81.

Korycinska, A. and Moran, H. 2009. South American tomato moth *Tuta absoluta*. The Food and Environment Research Agency (Fera). Retrieved March 2, 2020 from. https://planthealthportal.defra.gov.uk/assets/factsheets/southAmericanTomatoMoth.pdf.

Jones, V. P. and Parrella, M. P. 1986. Development of sampling strategies for larvae of *Liriomyza trifolii* (Dip: Agromyzidae) in chrysanthemums. **Environmental Entomology** 15: 268-273.

Lee, D. H., Park, J. J. Park, H. and Cho, K. 2005. Estimation of leaf mine density of *Liriomyza trifolii* in cherry tomato greenhouse using fixed precision sequential sampling plans. **Journal of Asia Pacific Entomology** 8: 81-86.

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: 113-119.

Megido, R. C., Haubruge, E. and Verheggen, F. J. 2013. Pheromone-based management strategies to control the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **A review of Biotechnology and Agronomy Society of Environment** 17(3): 475-482.

Namvar, P. 2014. Evaluation of Presence – absence sampling technique to evaluate densities of larvae and mines of vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* Blanchard on greenhouse cucumber in Jiroft. **Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture** 5(15): 1-8. (In Farsi)

Namvar, P. and Gharaei, B. 2018. The most suitable type, height and location of *Tuta absoluta* pheromone traps and determination of its generations by degree day method. **Plant Pest Research** 8(3): 29-42. (In Farsi).

Ostrauskas, H. and Ivinskis, P. 2010. Records of the tomato pinworm *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) – in Lithuania. **Acta Zoologica Lituanica** 20:150-155.

Parrella, M. P. 1987. Biology of *Liriomyza*. **Annual Review of Entomology** 32: 201-224.

Pedigo, L. P. 1994. Introduction to sampling arthropod populations. In: Pedigo, L. P. and Buntin, G. D. (Eds.) Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. CRC, Boca Raton, FL, pp. 1-11.

Shiberu, T. and Getu, E. 2017. Evaluation of colored sticky traps for the monitoring of *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato under glasshouse in Ethiopia**. Agricultural Research and Technology** 9(3): 555762.

Schuster, D. J. and Beck, H. W. 1992. Presence- absence sampling for assessing densities of larval leaf miners in field ground tomatoes. **Tropical Pest Management** 38: 254-256.

Southwood, T. R. E. and Henderson, P. A. 2000. Ecological methods. Blackwell Sciences, Oxford. 3rd ed.

Todd, A. D., Pedigo, L. P. and Rice, M. R. 1998. Evaluation of growers oriented sampling techniques and proposal of a management program for potato leafhopper (Hom.: Cicadellidae) in alfalfa. **Journal of Economic Entomology** 91: 143-149.

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.

Plant Pest Research
2020-10 (2): 47-57

Population fluctuation of pre- adult stages and determining the most suitable plant area for sampling of *Tuta absoluta* Meyrick (Lep.: Gelechiidae) under greenhouse conditions in Jiroft

P. Namvar
Plant Protection Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran.

(Received: April 15, 2020- Accepted: August 1, 2020)

Abstract

Tomato leaf miner**,** *Tuta absoluta* Meyrick (Lep.: Gelechiidae) is a invasive pest for country since 2010 and spread rapidly in different regions including Jiroft. Regarding the increased area of tomato cultivation under greenhouses conditions in this region, the unknown status of pest and its high potential for damage, the study of population fluctuation and determining the best area of the plant for sampling of pre-adult stages is very important to make reliable management decisions. In this study in a tomato cultivated greenhouse, leaves were weekly sampled to check various stages of insect growth including eggs, larvae, and leaf mines. The results showed that the insect activity observed from the middle of growing season and population density gradually increased to its peak in April and May. During this period of time, it reproduces 4-5 generations. The highest number of insect eggs was found on the upper half of the plants and mainly in the lower surface of the leaves. In addition, it was revealed that the sampling of leaf mines was more accurate than counting different developmental stages in estimating the population density of this pest. Based on Correlation test, it was found that there is a positive correlation between the changes in the number of leaf mines and density of larval population in the upper half of the plant. Accordingly, the population density of larvae can be estimated only by sampling the leaves in this section and counting the number of leaf mines.

Key words: Tomato leaf miner, Population fluctuation, Sampling, Generations

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