

## پارامترهای رشد جمعیت و جدول زندگی بید گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) روی دو رقم گوجه‌فرنگی

روشنک قربانی<sup>۱\*</sup>، علی اصغر سراج<sup>۱</sup>، حسین الهیاری<sup>۲</sup> و شهرام فرخی<sup>۳</sup>

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز ۲- دانشکده پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج ۳- بخش تحقیقات کنترل بیولوژیک، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران

(تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۴ تاریخ پذیرش: ۹۴/۷/۱۸)

### چکیده

بید گوجه‌فرنگی (*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) در ایران جزء آفات قرنطینه‌ای بوده که به تازگی در بیشتر مناطق کشور گسترش یافته و تبدیل به آفتی مهم در مزارع گوجه‌فرنگی، سیب زمینی و بادمجان شده است. در این تحقیق نمو، تولیدمثل و جدول زندگی این آفت روی دو رقم گوجه‌فرنگی مبیل و ریوگرند در شرایط آزمایشگاهی (دمای  $27 \pm 2$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $60 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های جدول زندگی بر اساس نظریه جدول زندگی سنی - مرحله رشدی دوجنسی تجزیه تحلیل شد. طول دوره رشدی پیش از بلوغ این آفت روی رقم‌های مذکور به ترتیب  $20/85 \pm 0/301$  و  $21/4 \pm 0/37$  و طول دوره تخم‌ریزی به ترتیب  $12/81 \pm 0/58$  و  $12/16 \pm 0/43$  روز محاسبه شد. ماده‌ها نیز روزانه به‌طور میانگین به ترتیب  $21/29 \pm 11/24$  و  $12/95 \pm 10/8$  تخم گذاشتند. بیش‌ترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت ( $r$ )، نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $R$ )، نرخ خالص تولیدمثل ( $R_0$ ) و کوتاه‌ترین طول دوره یک نسل جمعیت ( $T$ ) به ترتیب  $0/1580 \pm 0/0058$  (روز<sup>-1</sup>)،  $1/1710 \pm 0/0068$  (روز<sup>-1</sup>)،  $10/44 \pm 10/6$  (نتاج) و  $27/21 \pm 0/35$  روز روی رقم مبیل به‌دست آمد. بنابراین با توجه به ویژگی‌های زیستی و پارامترهای جدول زندگی، گوجه‌فرنگی رقم مبیل نسبت به ریوگرند به عنوان رقم حساس‌تر نسبت به افزایش جمعیت این آفت تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: *Tuta absoluta*، جدول زندگی سنی - مرحله رشدی دوجنسی، ارقام گوجه‌فرنگی

## مقدمه

بید گوجه‌فرنگی (*Tuta absoluta* (Meyrick متعلق به خانواده Gelechiidae است که به سرعت وارد اروپا، آفریقا و مناطق خاورمیانه شده و تبدیل به آفت درجه یک و خطرناک مزارع گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی و بادمجان شده است (Desneux et al., 2010). *T. absoluta* در کشور ایران جزء آفات قرنطینه‌ای بوده و اولین بار در سال ۱۳۸۹ در بعضی مناطق کشور گزارش شد (Baniameri and Cheraghian, 2011). پراکنش عمده آن در مناطق غربی و جنوبی کشور از جمله استان‌های کرمانشاه، کردستان، ایلام، آذربایجان غربی، اردبیل، خوزستان و بوشهر است. این آفت خطرناک می‌تواند ۱۶۰ هزار هکتار مزارع گوجه‌فرنگی را آلوده کرده و تهدیدی جدی برای گوجه‌فرنگی‌های گلخانه‌ای باشد (Farrokhi et al., 2011). بید گوجه‌فرنگی توان تولید مثل بالایی دارد و بسته به شرایط محیطی قادر است تا ۱۲ نسل در سال داشته باشد و بدون زمستان‌گذرانی به رشد و نمو خود ادامه دهد. لاروهای این آفت پس از تفریح، برگ‌ها، ساقه‌ها و میوه‌های جوان را سوراخ کرده و وارد بافت گیاه شده و با تولید دالان‌هایی درون بافت گیاه به تغذیه می‌پردازند. وجود سوراخ‌های ورودی لاروها به درون بافت گیاه و دالان‌های لاروی راه را برای ورود عوامل بیماری‌زا باز کرده و باعث ایجاد پوسیدگی گیاه و به ویژه میوه‌ها شده و از ارزش اقتصادی محصول می‌کاهد (Salek Ebrahimi and Gharekhani, 2014). بید گوجه‌فرنگی آفتی چند خوار است و فقط از گیاهان خانواده بادنجانیان تغذیه می‌کند (Arno and Gabarra, 2010). فرناندز و مونتانگ (Fernandes and Montange, 1990) ترجیح میزبانی و تخم‌ریزی *T. absoluta* را روی گیاهان خانواده بادنجانیان<sup>۱</sup> در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند، نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان داد که این آفت، رقم گوجه‌فرنگی رم جیگانت<sup>۲</sup> را برای تخم‌ریزی ترجیح می‌-

دهد و بهترین میزبان برای رشد لاروها، گوجه‌فرنگی رقم کراسی فرم<sup>۳</sup> است.

جوادی خدری و همکاران (Javadi Khedri et al., 2014) نقش نوع و تراکم کرک‌ها را در مقاومت ۹ رقم گوجه‌فرنگی *L. esculentum* نسبت به *T. absoluta* مورد بررسی قرار دادند. این پژوهشگران دریافتند که تراکم و نوع کرک‌ها در ارقام مطالعه شده ارتباط معنی‌داری با جمعیت آفت داشت. در این پژوهش رابطه عکس میان تعداد تخم و لارو آفت و تراکم کرک‌های نوع ۱ (غیر غده‌ای) و نیز میان تعداد لارو و حشرات کامل این آفت و تراکم کرک‌های نوع ۴ و ۵ (غده‌ای) مشاهده شد.

تا کنون مطالعات اندکی روی محاسبه پارامترهای جمعیت و تهیه جدول زندگی باروری این حشره صورت گرفته است. در صورتی که در برنامه‌های مدیریت آفات یکی از مسائل مهم در تصمیم‌گیری درست، تعیین شاخص‌های رشد جمعیت می‌باشد. پیمانی فروشانی و همکاران (Peimani Foroshani et al., 2014) ویژگی‌های زیستی بید گوجه‌فرنگی را بر اساس جدول زندگی سنی - مرحله رشدی دو جنسی روی رقم گوجه‌فرنگی ارلی اوربانا - وای - ۷۰۳<sup>۴</sup> مورد بررسی قرار دادند.

تامولی طرفی (Tamoli Torfi, 2014) ترجیح تخم‌ریزی و جدول زندگی باروری *T. absoluta* را روی سه گونه گیاهی خانواده بادنجانیان در شرایط آزمایشگاهی بررسی نمود. نتایج وی نشان داد که با توجه به ویژگی‌های زیستی و پارامترهای جدول زندگی، گوجه‌فرنگی حساس‌ترین میزبان گیاهی برای رشد و تولید مثل *T. absoluta* می‌باشد.

همچنین صلحی و همکاران (Solhi et al., 2014) تأثیر ۵ رقم گوجه‌فرنگی ارلی اوربانا<sup>۵</sup>، اوربانا<sup>۶</sup>، مپیل<sup>۷</sup>، سوپر چیف<sup>۸</sup> و سوپر استرین بی<sup>۹</sup> را روی پارامترهای جمعیتی آفت

3. Cerasiform
4. Early urbana-Y-703
5. Early urbana III
6. Urbana
7. Mobil
8. Super chief
9. Super strain B

1. Solanaceae
2. Rome gigante

تغذیه شدند. جهت شروع آزمایش، پس از گذشت حداقل ۲ نسل آفت روی هر رقم، شفیره‌های نر و ماده جمع‌آوری و به قفس دیگری که در آن برگ‌های گوجه‌فرنگی درون ظروف شیشه‌ای کوچک به قطر دهانه ۲/۵ و ارتفاع ۷/۵ سانتی‌متر حاوی آب قرار گرفته بودند، منتقل شدند. حشرات کامل پس از خروج از شفیره و جفت‌گیری روی برگ‌ها تخم‌گذاری کردند و از این تخم‌ها برای انجام آزمایش استفاده شد. هر برگ حاوی یک عدد تخم درون ظرف پتری حاوی پنبه مرطوب نگهداری شد. پس از تفریح تخم‌ها برگ‌ها هر دو روز یک بار تعویض شدند و شفیره‌ها به ظروف حشرات کامل منتقل شدند (Faria et al., 2008). مرگ و میر مراحل نابالغ و طول دوره رشدی آن‌ها هر ۲۴ ساعت ثبت شد. بعد از ظهور بالغین، نر و ماده‌های هم‌سن جفت و به ظروف جدید انتقال داده شدند و بقاء و زادآوری روزانه تا زمان مرگ افراد ثبت شد. تجزیه داده‌ها و پارامترهای جمعیت  $(R_0, \lambda, r_m)$  و طبق جدول زندگی دو جنسی - ویژه سنی چی و لیو (Chi and Liu, 1985)، با استفاده از برنامه نمودار دو جنسی ام اس<sup>۱۶</sup> انجام شد.

$r$ : نرخ ذاتی افزایش جمعیت<sup>۱۷</sup>، عبارت است از نرخ افزایش به ازای هر فرد در شرایط معین و بدون عامل محدود کننده. این پارامتر مهم‌ترین شاخص رشد جمعیت در هر جدول زندگی بوده و پتانسیل افزایش جمعیت یک گونه را نشان می‌دهد:

$$\sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)} l_x m_x = 1$$

$\lambda$ : نرخ متناهی افزایش جمعیت<sup>۱۸</sup>، تعداد دفعاتی است که جمعیت در واحد زمان افزایش می‌یابد:

$$\lambda = e^r$$

$R_0$ : نرخ خالص تولید مثل<sup>۱۹</sup>، متوسط تعداد افرادی است که به ازای هر فرد در هر نسل تولید می‌شود:

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x$$

در شرایط گلخانه مورد مطالعه قرار دادند. نتایج به دست آمده، نشان‌دهنده حساسیت رقم سوپر استرین بی و مقاومت رقم ارلی اوربانا ۳ نسبت به *T. absoluta* می‌باشد. در مطالعه دیگری مقاومت ۱۲ رقم گوجه‌فرنگی نسبت به شب‌پره *T. absoluta* بررسی شد (Irannejad-Parizi et al., 2014). در این بررسی سازوکارهای آنتی‌زنوز و آنتی بیوز ارقام پتومچ<sup>۱۰</sup>، مپیل، سوپراسترین بی، کینگستون<sup>۱۱</sup>، ردستون<sup>۱۲</sup>، ارلی اوربانا - وای، ارلی اوربانا، ریوگرند<sup>۱۳</sup>، کال جی ان تری<sup>۱۴</sup>، پریموآرلی<sup>۱۵</sup>، دهقان و فلات - ۱۱۱ بررسی شدند. نتیجه این مطالعه نشان داد که ارقام مپیل، ریوگرند و کال جی ان تری از مقاومت نسبی بیشتری به شب‌پره *T. absoluta* برخوردار بودند. از آنجا که مطالعه جدول زندگی پایه و اساس اکولوژی جمعیت بوده و جدول زندگی کامل‌ترین توصیف را از بقاء، رشد و تولید مثل یک جمعیت فراهم می‌کند (Hu et al., 2010). در این مطالعه جدول زندگی دو جنسی و پارامترهای رشد جمعیت بید *T. absoluta* روی دو رقم گوجه‌فرنگی مپیل و ریوگرند در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد.

## مواد و روش‌ها

در این آزمایش از دو رقم گوجه‌فرنگی با نام‌های مپیل و ریوگرند به عنوان بستر رشد *T. absoluta* استفاده شد. جمعیت اولیه این آفت، شامل لاروها و شفیره‌ها از مزارع گوجه‌فرنگی شهرستان شوشتر جمع‌آوری و به آزمایشگاه انتقال داده شدند. کلنی در قفس‌های توری به ابعاد ۱۰۰×۴۰×۴۰ سانتی‌متر در دمای  $27 \pm 2$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $5 \pm 60\%$  و دوره نوری ۸:۱۶ ساعت (روشنایی: تاریکی) تشکیل شد. برگ‌های انتهایی و جوانه‌های گوجه‌فرنگی برای تخم‌گذاری در اختیار حشرات کامل قرار گرفت. حشرات کامل نیز با آب قند ۱۰ درصد

10. Petomech
11. Kingston
12. Redston
13. Riogrand
14. Kal J N3
15. Primoerly

16. Two sex-MS chart
17. Intrinsic rate of increase
18. Finite rate of increase
19. Net reproductive rate

$t=1/10$ ، شفیرگی ( $t=1/28$ ,  $df=81$ ,  $P=0/2042$ ) و دوره پیش از بلوغ بید گوجه‌فرنگی ( $t=1/12$ ,  $df=81$ ,  $P=0/2669$ ) - اگر  $t=$  چه طولانی‌ترین طول دوره پیش از بلوغ مربوط به رقم ریوگرند بود. نتایج همچنین نشان داد که طول دوره نمودی لارو سن یک ( $t=3/39$ ,  $df=113$ ,  $P=0/0009$ ) و لارو سن ۴ ( $t=2/51$ ,  $df=85$ ,  $P=0/0140$ ) اختلاف معنی‌داری در بین دو رقم داشتند. کمترین درصد مرگ و میر پیش از بلوغ بید گوجه‌فرنگی به میزان ۲۸ درصد روی رقم ریوگرند مشاهده شد (جدول ۱). نتایج حاصل از بررسی سالک ابراهیمی و قره‌خانی (Salek Ebrahimi and Gharekhani, 2014) روی تأثیر سه رقم گوجه‌فرنگی اتابای<sup>۲۴</sup>، کلوز<sup>۲۵</sup> و پرنسس<sup>۲۶</sup> بر مراحل نابالغ *T. absoluta* نشان داد که دوره رشد پیش از بلوغ این حشره روی سه رقم فوق به ترتیب برابر ۲۱/۳۲، ۲۰/۶۴ و ۲۰/۰۲ روز می‌باشد. در مطالعه آن‌ها، رقم اتابای دارای بیش‌ترین درصد بقای مرحله تخم، لارو و طول دوره پیش از بلوغ بود. پیرا و سانچز (Pereyra and Sanches, 2006) طول دوره رشد لاروهای بید گوجه فرنگی را روی رقم پلاتنس<sup>۲۷</sup> مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج آن‌ها نشان داد که طول دوره لاروی روی گوجه‌فرنگی ۲۱/۴۱ روز می‌باشد. در بررسی تامولی طرفی (Tamoli Torfi, 2014) روی زیست‌شناسی این آفت، طول دوره پیش از بلوغ حشرات نر و ماده روی رقم سی اچ فلات<sup>۲۸</sup> گوجه فرنگی به ترتیب ۲۴/۸۴ و ۲۶/۶۱ روز تعیین شد که نتایج محققین ذکر شده در بالا با نتایج تحقیق جاری مطابقت دارد. همچنین نوع رقم و کیفیت گیاه میزبان اثر معنی‌داری روی طول دوره‌های زیستی پس از بلوغ بید *T. absoluta* داشت (جدول ۲). به‌طوری‌که طول دوره پیش از تخم‌ریزی ( $P=0/0464$ ،  $P<0/0001$ ) و میانگین زادآوری ( $t=-2/06$ ,  $df=38$

$T$ : میانگین طول یک نسل<sup>۲۰</sup>، متوسط مدت زمانی است که از تولد والدین تا تولید فرزندان طول می‌کشد. به عبارت دیگر، مدت زمانی است که طول می‌کشد تا جمعیت به اندازه  $R_0$  افزایش یابد:

$$T = \frac{\ln R_0}{r_m}$$

در این روش ویژگی‌هایی مانند نرخ بقاء ویژه سن و مرحله زیستی ( $S_{xj}$ ) (در اینجا سن  $x$  و مرحله  $j$ )، زادآوری ویژه سن و مرحله زیستی ( $f_{xj}$ )، نرخ زنده‌مانی ویژه سنی ( $I_x$ )، زادآوری ویژه سنی ( $m_x$ )، ارزش باروری ویژه سن و مرحله زیستی ( $v_{xj}$ ) برای همه مراحل زیستی و هر دو جنس نر و ماده به تفکیک محاسبه شد. امید زندگی ویژه سنی و مرحله زیستی ( $e_{xj}$ ) طبق روش چی و سو (۲۰۰۶) محاسبه شدند. همچنین علاوه بر دوره پیش از تخم‌ریزی<sup>۲۱</sup> ماده بالغ که از زمان آغاز ظهور حشره بالغ تا آغاز تخم‌ریزی می‌باشد، طول دوره پیش از تخم‌ریزی واقعی<sup>۲۲</sup> یعنی از زمان تولد تا آغاز تخم‌ریزی نیز محاسبه شد. برای محاسبه میانگین‌ها، واریانس‌ها و خطای استاندارد پارامترهای جمعیت از روش بوت استرپ<sup>۲۳</sup> با کمترین تغییرات از ۱۰۰۰۰ تکرار در این مطالعه استفاده شد (Yu et al., 2013). مقایسه آماری میان تیمارها با استفاده از آزمون  $t$  و نرم‌افزار SAS 9.2 در سطح ۵ درصد انجام شد. شکل‌ها نیز با نرم‌افزار Sigma Plot 12.0 رسم شدند.

## نتایج و بحث

میانگین طول دوره‌های نمودی هر مرحله و نتایج به‌دست آمده از تجزیه آماری آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. از ۱۰۰ تخم هم‌سن استفاده شده در ابتدای آزمایش روی هر دو رقم ۶۰ عدد تخم تفریح شد. همان‌گونه که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، برای میانگین طول دوره نمودی تخم ( $P=0/0644$ ،  $P=0/182$ )، لارو سن ۲ ( $t=-1/34$ ,  $df=95$ ،  $P=0/0644$ )، لارو سن ۳ ( $t=-1/87$ ,  $df=90$ ،  $P=0/275$ )،

24. Atabay  
25. Cluse  
26. Prenses  
27. Platense  
28. Ch phalat

20. Generation time  
21. APOP  
22. TPOP  
23. Bootstrap

مبیل و ریوگرند به ترتیب ۲۱۰/۲۹ و ۱۲۰/۹۵ بود و حداکثر تخم روزانه (۶۵ تخم در روز) روی رقم مبیل ثبت شد. میانگین تعداد تخم تولید شده توسط ماده روی رقم‌های

روی رقم‌ها معنی‌دار بود. این در حالی است که در مقادیر طول دوره پیش از تخم‌ریزی کل (df=۳۸،  $t=-1/72$ ،  $P=0/0938$ ) و دوره تخم‌ریزی (df=۴۰،  $t=21/71$ ،  $P=0/946$ ) اختلاف معنی‌دار نبود.

جدول ۱- میانگین طول دوره رشد و نمو ( $\pm$  خطای استاندارد) و درصد مرگ و میر پیش از بلوغ *Tuta absoluta* روی دو رقم گوجه‌فرنگی (مبیل و ریوگرند)

Table 1. Mean ( $\pm$  SE) developmental time and pre-adult mortality of *Tuta absoluta* on two varieties of tomato (Mobil and Rio grand)

Varieties	Mobil		Rio grand		
	n	Mean $\pm$ SE	n	Mean $\pm$ SE	
Developmental times (days)					
Egg		2.95 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>	59	3.27 $\pm$ 0.17 <sup>a</sup>	59
1 <sup>st</sup> instar		2.29 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>	58	2.88 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>	57
2 <sup>nd</sup> instar		2.39 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>	54	2.82 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>	51
3 <sup>rd</sup> instar		2.94 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>	47	2.67 $\pm$ 0.18 <sup>a</sup>	45
4 <sup>th</sup> instar		3.86 $\pm$ 0.19 <sup>a</sup>	43	3.2 $\pm$ 0.17 <sup>b</sup>	44
Pupa		6.95 $\pm$ 0.17 <sup>a</sup>	40	6.6 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	43
Total pre-adult		20.85 $\pm$ 0.30 <sup>a</sup>	40	21.4 $\pm$ 0.37 <sup>a</sup>	43
Total pre-adult mortality (%)		33%		28%	

Means with different letter in each row are significantly different at 5% level (t test)

جدول ۲- میانگین طول دوره پیش از تخم‌ریزی، طول دوره پیش از تخم‌ریزی کل، طول دوره تخم‌ریزی، زادآوری، حداکثر تخم روزانه و طول عمر ماده و نر بالغ ( $\pm$  خطای استاندارد) *Tuta absoluta* روی دو رقم گوجه‌فرنگی (مبیل و ریوگرند)

Table 2. Mean ( $\pm$  SE) preoviposition period (APOP), total preoviposition period (TPOP), oviposition period, fecundity, maximum daily fecundity and adult longevity of *Tuta absoluta* on two varieties of tomato (Mobil and Rio grand)

Biological parameters	Mobil		Rio grand		
	n	Mean $\pm$ SE	n	Mean $\pm$ SE	
Adult preoviposition (days)					
APOP		2.43 $\pm$ 0.23 <sup>b</sup>	21	3.11 $\pm$ 0.22 <sup>a</sup>	19
TPOP		22.43 $\pm$ 0.28 <sup>a</sup>	21	23.58 $\pm$ 0.46 <sup>a</sup>	19
Oviposition days (days)		12.81 $\pm$ 0.58 <sup>a</sup>	21	12.16 $\pm$ 0.43 <sup>a</sup>	19
Fecundity (egg/female)		210.29 $\pm$ 11.24 <sup>a</sup>	47	120.95 $\pm$ 10.8 <sup>b</sup>	21
Maximum daily fecundity		65		41	
Adult longevity (days)					
Female		18.9 $\pm$ 0.45 <sup>Aa</sup>	21	17.71 $\pm$ 1.13 <sup>Aa</sup>	21
Male		14.47 $\pm$ 0.62 <sup>Ba</sup>	19	12.73 $\pm$ 1.11 <sup>Ba</sup>	22

Means with different small letter in each row are significantly different at 5% level (t test)

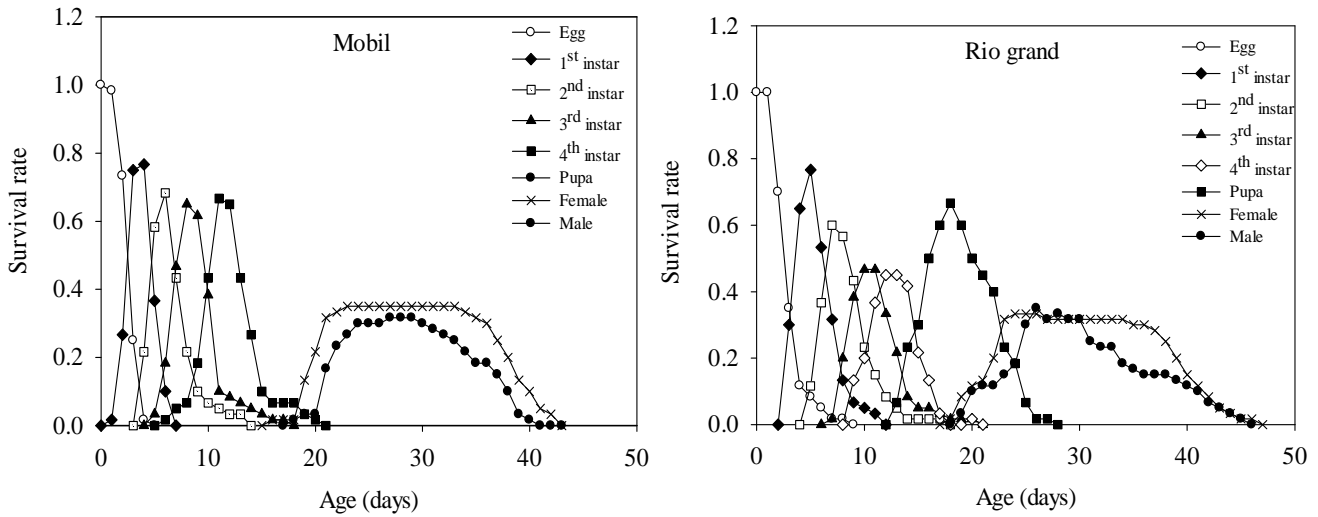
Means with different capital letter in each column are significantly different at 5% level (t test)

هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در طول عمر ماده (df=۴۰،  $t=0/98$ ،  $P=0/3339$ ) و نر بالغ (df=۳۸،  $t=5/86$ ،  $P<0/0001$ ) و اگرچه روی رقم مبیل طول عمر نر و ماده بالغ طولانی‌تر بود. در مقایسه آماری طول عمر نر با ماده بالغ، اختلاف معنی‌داری روی رقم مبیل ( $t=5/86$ ،  $df=38$ ،  $P<0/0001$ ) و روی رقم‌ها مشاهده نشد (جدول ۲).

رقم میبل و ریوگرند  $۶۷/۷۶$  و  $۶۸/۶۳$  درصد از طول عمر). منحنی باروری ویژه سنی ماده  $f_{x7}$  (یعنی ماده هفتمین مرحله زندگی) نشان داد که تولید مثل روی رقم‌های ذکر شده به- ترتیب از روز ۲۱ و ۲۳ شروع گردید. بیش‌ترین اوج باروری ویژه سنی ماده  $(f_{xj})$ ، باروری ویژه سنی کل جمعیت  $(m_x)$ ، زایش ویژه سنی  $(l_x m_x)$  (شکل ۲) روی رقم میبل مشاهده شد. بر اساس منحنی‌های ارزش باروری ویژه سن و مرحله زیستی  $(v_{xj})$ ، ماده‌های پرورش یافته روی رقم میبل زودتر از رقم دیگر در روز ۲۳ به حداکثر اوج باروری رسیدند ( $۱۰۴/۸۱=۱۷۲۳$ ) (شکل ۳). بیش‌ترین امید زندگی بید گوجه‌فرنگی روی رقم ریوگرند مشاهده شد. از آنجایی که آزمایش‌های ما در شرایط آزمایشگاهی انجام شده بود و تحت تأثیر شرایط ناسازگار محیط قرار نگرفته بود، با افزایش سن حشره نیز امید زندگی به تدریج کاهش یافت (شکل ۴). بر اساس نتایج به دست آمده از امید زندگی بید *T. absoluta* می‌توان پیش‌بینی کرد که نر و ماده‌های رشد کرده روی رقم ریوگرند بیش از ۴۵ روز زنده بمانند. اگرچه این مقدار در شرایط طبیعی به دلیل مجموعه‌ای از عوامل زنده و غیر زنده می‌تواند متفاوت باشد. مقادیر میانگین و خطای استاندارد پارامترهای جدول زندگی  $(T$  و  $R_0$   $\mu$   $r$ ) بید *T. absoluta* با استفاده از روش بوت‌استرپ در جدول ۳ نشان داده شده است. نوع رقم اثر معنی‌داری روی پارامترهای جدول زندگی داشت. بر این اساس، بیش‌ترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت به میزان  $۰/۱۵۸۰$  (روز<sup>-۱</sup>) روی رقم میبل به دست آمد. همچنین حداکثر نرخ متناهی افزایش جمعیت و نرخ خالص تولیدمثل نیز روی میبل مشاهده شد.

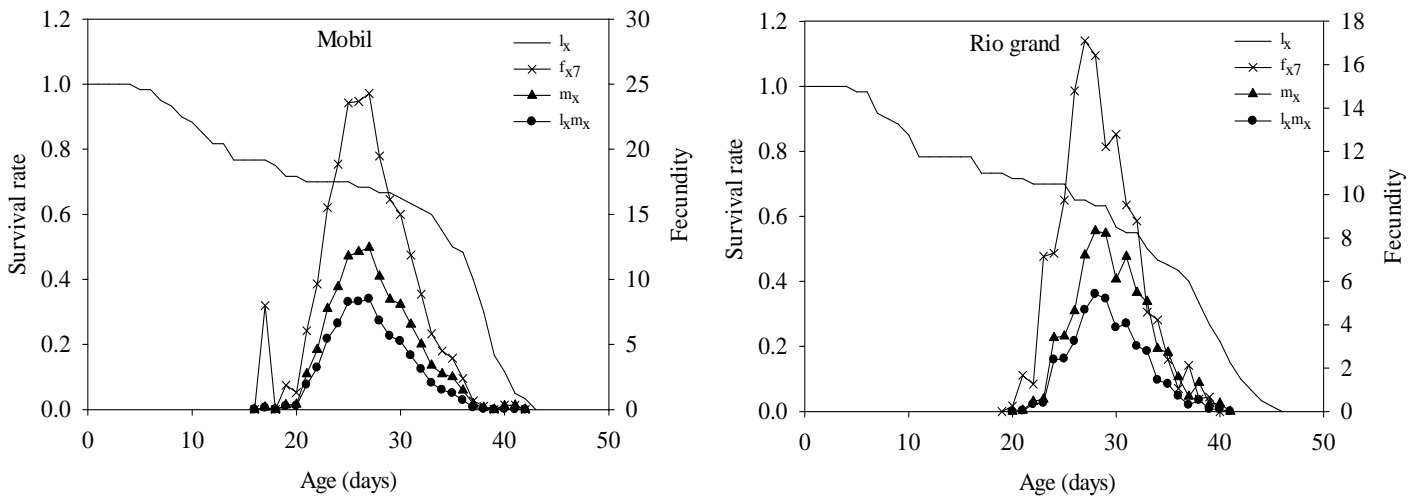
ریوگرند ( $P=۰/۰۰۳$ ،  $df=۴۱$ ،  $t=۳/۱۵$ ) وجود داشت. در همه موارد، طول عمر ماده‌ها به‌طور معنی‌داری طولانی‌تر از نرها بود. در بررسی تاملولی طرفی (Tamoli Torfi, 2014) روی جدول زندگی باروری *T. absoluta* طول دوره پیش از تخم‌گذاری، طول عمر بالغین تخم‌گذار و میزان تخم روزانه روی رقم سی اچ فلات گوجه‌فرنگی به- ترتیب  $۲/۶۳$ ،  $۴۱/۸۲$  روز و  $۱۳/۷۴$  عدد محاسبه شد که بیش‌تر از نتایج به دست آمده در این تحقیق است. فرناندز و مونتانگ (Fernandes and Montange, 1990) دوره پیش از تخم‌گذاری *T. absoluta* را روی گوجه‌فرنگی  $۲/۰۴$  روز گزارش کرده‌اند که نتایج این تحقیق با نتایج آن‌ها مطابقت دارد.

شکل ۱ منحنی نرخ بقاء ویژه سن و مرحله زیستی  $(S_{xj})$ ، بقاء جنس نر و ماده، تفاوت در میان مراحل رشدی و تفاوت در نرخ نمو افراد *T. absoluta* را به تفکیک نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، احتمال اینکه یک تخم تازه گذاشته شده روی هر دو رقم میبل و ریوگرند تا مرحله بلوغ بقاء یابد، برای ماده‌ها به ترتیب  $۰/۳۵$  و  $۰/۳۷$  برای نرها  $۰/۳۲$  و  $۰/۳۷$  می‌باشد. نتایج همچنین نشان داد که ماده‌های رشد کرده روی رقم ریوگرند بقاء طولانی‌تری نسبت به ماده‌های رشد کرده روی رقم دیگر داشتند و در هر دو رقم بقاء ماده بیش‌تر از نر بوده است (شکل ۱). بر اساس منحنی نرخ بقاء ویژه سنی  $(l_x)$  بیش‌ترین طول دوره زنده‌مانی روی رقم ریوگرند مشاهده شد (شکل ۲). با افزایش سن، نرخ بقاء ویژه سنی  $(l_x)$  نیز کاهش یافت و در مقابل این کاهش در بقاء، ماده‌ها درصد بیشتری از زندگی خود را به تخم‌ریزی اختصاص دادند (به ترتیب روی هر دو



شکل ۱- بقای ویژه سنی و مرحله زیستی ( $S_{xj}$ ) بید *T. absoluta* روی دو رقم گوجه‌فرنگی (مبیل و ریوگرند)

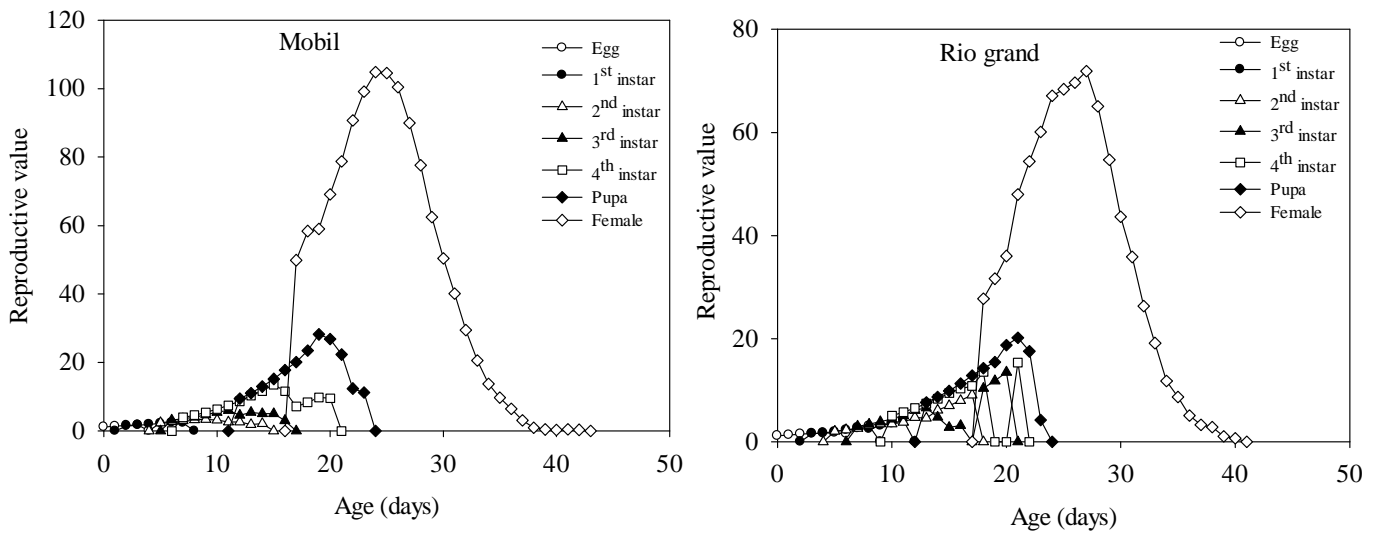
Figure 1. Age-stage specific survival rate ( $S_{xj}$ ) of *Tuta absoluta* on two varieties of tomato (Mobil and Rio grand)



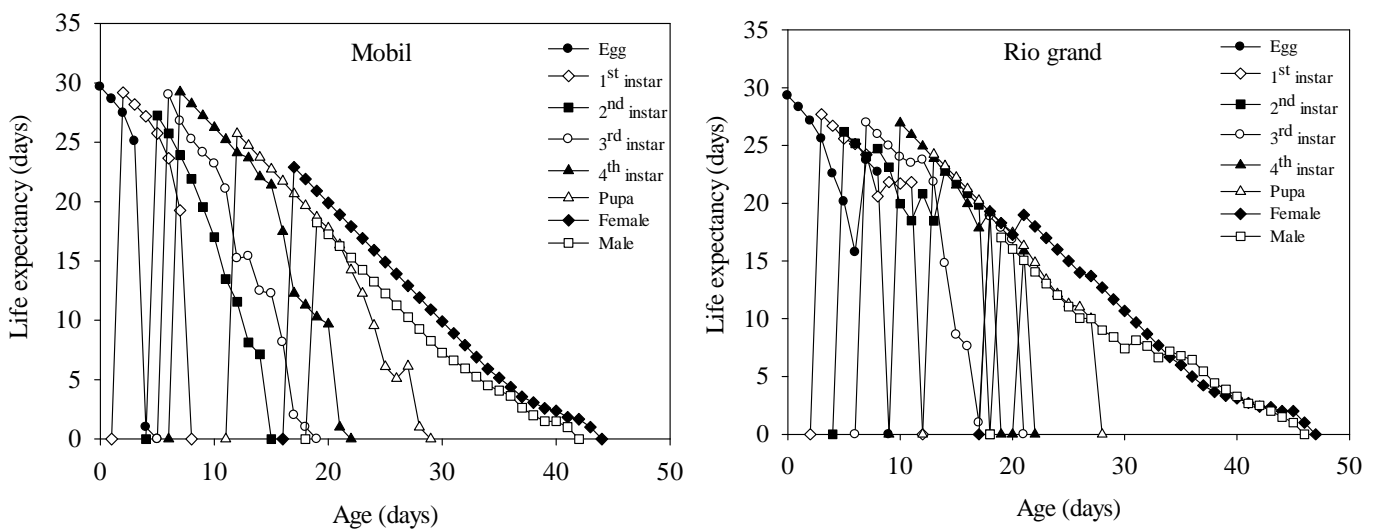
شکل ۲- نرخ بقاء ویژه سنی ( $l_x$ )، باروری ویژه سنی ماده ( $f_{x7}$ )، باروری ویژه سنی کل جمعیت ( $m_x$ ) و زایش ویژه سنی ( $l_x m_x$ ) بید

*Tuta absoluta* روی دو رقم گوجه‌فرنگی (مبیل و ریوگرند)

Figure 2. Age-specific survival rate ( $l_x$ ), age-stage specific fecundity ( $f_{x7}$ ), age-specific fecundity ( $m_x$ ) and age-specific maternity ( $l_x m_x$ ) of *Tuta absoluta* on two varieties of tomato (Mobil and Rio grand)



شکل ۳- ارزش باروری ویژه سن و مرحله زیستی ( $v_{xj}$ ) بید *Tuta absoluta* روی دو رقم گوجه‌فرنگی (مبیل و ریوگرند)  
 Figure 3. Age-specific reproductive value ( $v_{xj}$ ) of *Tuta absoluta* on two varieties of tomato (Mobil and Rio grand)



شکل ۴- امید زندگی ویژه سنی و مرحله زیستی ( $e_{xj}$ ) بید *Tuta absoluta* روی دو رقم گوجه‌فرنگی (مبیل و ریوگرند)  
 Figure 4. Age stage life expectancy ( $e_{xj}$ ) of *Tuta absoluta* on two varieties of tomato (Mobil and Rio grand)



جدول ۳- میانگین پارامترهای جدول زندگی ( $\pm$  خطای استاندارد) بید *Tuta absoluta* روی دو رقم گوجه‌فرنگی (مبیل و ریوگرند)

Table 3. Mean ( $\pm$  SE) life table parameters of *Tuta absoluta* on two varieties of tomato (Mobil and Rio grand)

population parameters	Mobil	Rio grand
	Mean $\pm$ SE	Mean $\pm$ SE
Intrinsic rate of increase ( $r$ ) ( $\text{day}^{-1}$ )	0.1580 $\pm$ 0.0058 <sup>a</sup>	0.1310 $\pm$ 0.0056 <sup>b</sup>
Finite rate of increase ( $\lambda$ ) ( $\text{day}^{-1}$ )	1.1710 $\pm$ 0.0068 <sup>a</sup>	1.1402 $\pm$ 0.0064 <sup>b</sup>
Net reproductive net ( $R_0$ ) (offspring)	73.6 $\pm$ 10.44 <sup>a</sup>	42.33 $\pm$ 6.45 <sup>b</sup>
Mean generation time ( $T$ ) (days)	27.21 $\pm$ 0.35 <sup>b</sup>	28.55 $\pm$ 0.31 <sup>a</sup>

Means with different letter in each row are significantly different at 5% level (t test)

۱۹/۱۷ و ۳۰/۴۵ نتاج ماده) و (۲۳/۷۷، ۲۳/۸۲ و ۲۴/۲۷ روز) گزارش کردند.

مقادیر  $r$ ،  $\lambda$ ،  $R_0$  به دست آمده در این تحقیق بیشتر از پارامترهای جمعیتی به دست آمده از مطالعات محققین مذکور می‌باشد که دلیل آن شاید در ارتباط با کیفیت واریته‌های مختلف میزبان گیاهی باشد. جوادی خدروی و همکاران (Javadi Khedri et al., 2014) در بررسی نقش نوع و تراکم کرک‌ها در مقاومت ۹ رقم گوجه‌فرنگی نسبت به *T. absoluta*، بیشترین ترجیح آفت را روی رقم مبیل و کمترین ترجیح را روی رقم‌های ریوگرند و کینگ استون مشاهده نمودند. بعلاوه ارقام کینگ استون و مبیل به ترتیب کمترین و بیشترین تراکم لارو را درون برگ نشان دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که آلوده‌ترین ارقام (مبیل و کال جی ان ۳) کمترین تراکم کرک‌های نوع ۴ و ۶ (غده‌ای) را روی اندام‌های هوایی داشتند. که نتایج این آزمایش همسو با نتایج مطالعه حاضر می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده از جدول زندگی و پارامترهای رشدی *T. absoluta* در تحقیق حاضر، از میان دو رقم گوجه‌فرنگی بررسی شده می‌توان رقم مبیل را به عنوان رقم حساس و یک میزبان مناسب برای بید گوجه‌فرنگی معرفی نمود.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت و شورای محترم پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر تامین بخشی از هزینه‌های این تحقیق سپاسگزاری می‌شود.

در نتیجه جمعیت بید روی این رقم بیش‌تر افزایش یافته می‌تواند جمعیت خود را در هر روز به ۱/۱۷۱۰ برابر روز قبل برساند و چنانچه همه حشرات ماده روی این رقم زنده بمانند، هر فرد ماده قادر است ۷۳/۶ فرد در طول دوره زندگی خود تولید کند. کمترین میانگین طول یک نسل نیز روی رقم مبیل مشاهده شد که نشان‌دهنده رشد سریع‌تر جمعیت نسبت به رقم دیگر است.

تامولی طرفی (Tamoli Torfi, 2014) ترجیح تخم‌ریزی و جدول زندگی باروری *T. absoluta* را روی سه میزبان مرجح گوجه‌فرنگی، بادمجان و سیب‌زمینی مورد بررسی قرار داد. نتایج وی نشان داد که رقم سی اچ فلات گوجه‌فرنگی با داشتن حداکثر  $r$  (۰/۱۰) ماده/ماده/روز،  $R_0$  (۱۷/۰۹) تخم/ماده/ماده و  $\lambda$  (۱/۱۰) روز و کوتاه‌ترین میانگین طول یک نسل (۲۸/۲۴) حساس‌ترین میزبان گیاهی برای رشد و تولید مثل این آفت است. نتایج پیمانی و همکاران (Peimani et al., 2014) در بررسی ویژگی‌های زیستی بید گوجه‌فرنگی روی رقم ارلی اوربانا-وای-۷۰۳ نشان داد که  $r$ ،  $\lambda$ ،  $R_0$  و  $T$  به ترتیب ۰/۰۸۸ (روز<sup>-۱</sup>)، ۱/۰۹ (روز<sup>-۱</sup>)، ۲۵/۵۸ (نتاج)، ۳۶/۶۵ (روز) بود. سالک ابراهیمی و قره‌خانی (Salek Ebrahimi and Gharekhani, 2014) پارامترهای رشدی *T. absoluta* شامل  $r$ ،  $\lambda$ ،  $R_0$  و  $T$  را روی ۳ واریته گوجه‌فرنگی شامل اتابای، کلوز و پرنسس به ترتیب برابر با (۰/۱۳۳، ۰/۱۲۲ و ۰/۱۳۹ روز<sup>-۱</sup>)، (۱/۱۴، ۱/۱۳ و ۱/۱۵) روز<sup>-۱</sup>، (۲۴/۵۴،

## References

- Arno, J. and Gabarra, R.** 2010. Controlling *Tuta absoluta*, a new invasive pest in Europe. **Training in Integrated Pest Management** 5: 1-8.
- Baniameri, V. and Cheraghian, A.** 2011. The current status of *Tuta absoluta* in Iran and initial control strategies. In: International symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer, Lepidoptera: Gelechiidae). Morocco. . 16-18November, Agadir, Morocco. p: 20.
- Chi, H. and Liu, H.** 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. Bulletin of the Institute of Zoology. **Academia Sinica** 24: 224-240.
- Chi, H.** 2012. Two sex- MS chart: a computer program for the population projection based on the stage, Two-sex Life Table. Available from: <http://140.120.197.173/Ecology>.
- Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, K. A. G., Bugio, G., Apraoa, S., Vasquez, C. A. N., Cabrera, J. G., Ruescas, D. C., 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 Pest Science** 83: 197-215.
- Faria, C. A., Torres, J. B., Fernandes, A. M. V. and Farias, A. M. I.** 2008. Parasitism of *Tuta absoluta* in tomato plants by *Trichoramma pretiosum* Riley in response to host density and plant structure. **Ciencia Rural** 38(6): 1504-1509.
- Farrokhi, S., Zerehgar, K., Heidari, H. and Marzban, R.** 2011. *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): a serious threat to tomato farming in Iran. In: International symposium on management of *Tuta absoluta* (tomato borer). Morocco. Agadir: p. 78.
- Fernandes, S. and Montange, A.** 1990. Biologica del minador del tomate, *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick). **Bulletin of Entomology Venez** 5(12): 89-99.
- Hu, L. X., Chi, H., Zhang, J., Zhou, Q. and Zhang, R. J.** 2010. Life table analysis of performance of *Nilapavata lugens* (Hemiptera: Delphacidae) on two wild rice species. **Journal of Economic Entomology** 103(5): 1628-1635.
- Irannejad-Parizi, L., Zahiri, B., Babolhavaeji, H., Khanjani, M. and Shararbar, H.** 2015. Evaluation of twelve tomato cultivars for resistance to tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Lep: Gelechiidae). **Plant Pest Research** 5(1): 49-60.
- Javadi Khedri, S., Khanjani, M., Hosseini, M. A., Leite, G. L. D. and Jafari, M.** 2014. Role of different trichome style in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* genotypes to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Ecologica Montegrina** 1(1): 55-63.
- Peimani, A., Poorjavad, N. and Khajehali, J.** 2014. Biological characteristics of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) under laboratory conditions. Proceedings of 21<sup>th</sup> Iranian Plant Protection congress. 24-27 August, Orumieh, Iran. p. 801. (in Farsi).
- Peimani Foroshani, A.** 2014. . Effect of vermicompost on tomato leafminer moth population *Tuta absoluta* and greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* on tomato. Msc., thesis. The Esfahan University of Technology. p. 62. (in Farsi)
- Pereyra, P. C. and Sanches, N. E.** 2006. Effects of two solanaceous plants on development and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta abosoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology** 671- 676.
- Salek Ebrahimi, H. and Gharekhani, GH, H.** 2014. Effect of generation and tomato plant cultivar on development of tomato leaf miner, *Tuta absolata* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae). **Agricultural Pest Management** 1(2): 52-58. (in Farsi)
- Solhi, N., Fathi, A. A., Golizadeh, A. and Hassanpour, M.** 2014. Effect of five tomato cultivars on life history parameters of the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Proceedings of 21<sup>th</sup> Iranian Plant Protection congress. 24-27 August, Orumieh, Iran. p. 426. (in Farsi)
- Tamoli Torfi, E.** 2014. Study of ovipositional preference and fecundity life table of tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on three plant species of Solanaceae in laboratory conditions. Msc., thesis. The Shahid Chamran University. p. 106. (in Farsi).
- Yu, J. Z., Chi, H. and Chen, B. H.** 2013. Comparison of the life tables and predation rates of *Harmonia dimidiata* (F.) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) at different temperatures. **Biological Control** 64: 1-9.

## Population growth and life table parameters of leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) on two varieties of tomato

R. Ghorbani<sup>1\*</sup>, A. A. Seraj<sup>1</sup>, H. Allahyari<sup>2</sup> and Sh. Farokhi<sup>3</sup>

1. Department of Plant Protection, faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, 2. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture and Natural Resources University of Tehran, Karaj, 3. Biological Control Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran.

(Received: July 26, 2015- Accepted: October 10, 2015)

---

### Abstract

Tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), is a quarantine pest in Iran that has recently distributed to most parts of the country and become one of the most important and dangerous pests of tomatoes, potatoes and eggplants fields. In this research, development, reproduction and life table parameters of this pest were studied on two varieties of tomato Mobil and Rio grand in laboratory conditions ( $27\pm 2^\circ\text{C}$ ,  $60\pm 5\%$  RH and a photoperiod of 16 L:8hD). Life table data were analyzed using age-stage, two-sex life table theory. The duration of total pre-adult stage of this pest was calculated  $20.85\pm 0.301$  and  $21.4\pm 0.37$  days and oviposition period lasted  $12.81\pm 0.58$  and  $12.16\pm 0.43$  days, on these two varieties of tomato, respectively. Females also laid an average of  $210.29\pm 11.24$  and  $120.95\pm 10.8$  eggs, on tomato varieties, respectively. The highest intrinsic rate of increase ( $r$ ), finite rate of increase ( $\lambda$ ), net reproductive rate ( $R_0$ ) and shortest mean generation time ( $T$ ) were recorded  $0.158\pm 0.0058$  ( $\text{d}^{-1}$ ),  $1.1710\pm 0.0068$  ( $\text{d}^{-1}$ ),  $73.64\pm 10.44$  (offspring) and  $27.21\pm 0.35$  (days) on Mobil variety, respectively. Thus, according to the biological characteristics and life table parameters, the Mobil cultivar was determined more susceptible than Rio grand variety to the population increase of this pest.

**Key words:** *Tuta absoluta*, age-stage, two-sex life table, varieties of tomato

---

\* Corresponding author: rghorbani85@yahoo.com