

## خصوصیات زیستی و پارامترهای جدول زندگی شپشک آردآلود پنبه *Phenacoccus solenopsis* روی ختمی چینی در دماهای مختلف

اعظم فروزان<sup>۱</sup>، پرویز شیشه بر<sup>۲\*</sup>، مهدی اسفندیاری<sup>۳</sup> و محمد سعید مصدق<sup>۴</sup>

- ۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز  
 ۲- \*نویسنده مسوول: استاد گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز (pshishhebor@yahoo.com)  
 ۳ و ۴- به ترتیب دانشیار و استاد گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۱/۲۱

### چکیده

شپشک آردآلود پنبه (*Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) یکی از آفات مهم گیاهان خانواده Malvaceae است که اخیراً روی ختمی چینی در استان خوزستان خسارت شدیدی ایجاد نموده است. در یک مطالعه آزمایشگاهی، اثر دماهای مختلف (۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس) (رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  و طول دوره روشنائی: تاریکی ۱۴:۱۰) بر خصوصیات زیستی و پارامترهای جدول زندگی این شپشک مورد بررسی قرار گرفت. میانگین طول دوره رشد پیش از بلوغ شپشک ماده در سه دمای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس به ترتیب ۱۹/۰۲، ۱۶/۶ و ۱۳/۵۴ روز بود. میانگین میزان مرگ و میر پیش از بلوغ در سه دمای مذکور به ترتیب ۲۶/۹۴، ۳۲/۷۲ و ۳۹/۱۲ درصد به دست آمد. در سه دمای فوق، میانگین طول عمر شپشک ماده به ترتیب ۴۱/۹۴، ۳۳/۸ و ۲۶/۶ روز، میانگین پوره زایی روزانه ۱۳/۹، ۱۲/۰۶ و ۱۵/۱۲ عدد پوره در روز، میانگین تعداد کل پوره زایی ۳۸۹/۶۸، ۳۱۸/۲۳ و ۲۱۴/۴۵ عدد پوره در طول عمر، میانگین درصد ماده ها ۷۱، ۷۰ و ۸۹ درصد و نرخ ذاتی رشد ۰/۱۵۷، ۰/۱۸۱ و ۰/۲۰۷ عدد فرد ماده به ازای هر فرد ماده در روز تعیین شد. بر اساس نتایج کسب شده در این مطالعه، بهترین دما برای رشد و تولید مثل شپشک *P. solenopsis* ۳۵ درجه سلسیوس بود.

کلید واژه‌ها: *Phenacoccus solenopsis*، دما، ختمی چینی

### مقدمه

غیرمستقیم از جمله ریزش برگ و میوه، تغییر شکل اندام‌ها، خشکیدگی سرشاخه‌ها، تولید عسلک، تولید توکسین و انتقال بعضی از بیماری‌های ویروسی می‌شود (Moore, 1988). مواد مومی اطراف بدن شپشک‌های آردآلود آن‌ها را در مقابل اثرات سموم و عوامل محیطی حفظ می‌کند. به علاوه این حشرات دارای نرخ تولید مثلی بالایی هستند و توانایی این را دارند که خود را درون درزها و شکاف‌ها، و همچنین درون خاک و قطعات گیاهی مخفی کنند. این شپشک‌ها از طریق باد، آب، کارگران، ادوات کشاورزی و ماشین آلات به نقاط دیگر منتقل می‌شوند. پلی‌فاژ بودن و توانایی سازگاری با

شپشک‌های آردآلود (Hemiptera: Pseudococcidae) با بیش از ۲۰۰۰ گونه و ۲۹۰ جنس یکی از خانواده‌های بزرگ حشرات را تشکیل می‌دهند (Ben-Dow and Williams, 2006). آلودگی گیاهان به شپشک‌های آردآلود باعث زردی برگ‌ها و همچنین کاهش تعداد و اندازه برگ‌ها، کاهش رشد گیاه و در برخی موارد، مرگ گیاهان می‌شود (Culik and Gullan, 2005). همچنین تغذیه شپشک‌های آردآلود از قسمت‌های مختلف گیاه (برگ، ساقه، تنه، ریشه و میوه) باعث خسارت‌های مستقیم و

ختمی‌چینی محبوب‌ترین گیاه گلدار در ایالت متحده بوده و در سراسر این کشور در گلخانه‌ها کشت می‌شود. در هند این گیاه در گلخانه‌ها و حیاط خانه‌ها به عنوان گیاه زینتی به‌طور وسیع کشت شده و همچنین گل‌های آن در مراسم مذهبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ختمی‌چینی به عنوان یک میزبان چند ساله نقش مهمی را در پویایی جمعیت شپشک *P. solenopsis* در فصول کشت پنبه به عهده دارد (Vennila et al., 2011). به این معنی که در فصول گرم سال که علف‌های هرز میزبان خشک می‌شوند، این شپشک روی ختمی‌چینی که یک گیاه همیشه سبز است، به رشد و نمو خود ادامه می‌دهد. با شروع فصل بارندگی، شپشک آردآلود پنبه از ختمی‌چینی به علف‌های هرز مجاور مزارع گسترش پیدا کرده و در نهایت با شروع فصل زراعی باعث آلودگی گیاهان زراعی می‌شود (Prasad et al., 2011). ختمی‌چینی از جمله گیاهانی است که با شرایط آب و هوایی شهر اهواز سازگاری خوبی دارد. ویژگی‌های این گیاه از قبیل سازگاری با گرما و آفتاب سوزان خوزستان، گلدهی در اوج گرما و پرپشت شدن در اثر هرس، موجب شده است که این گیاه در پارک‌ها و فضای سبز شهر اهواز بسیار مورد استفاده قرار گیرد. خسارت این شپشک روی ختمی‌چینی باعث خشک شدن و در نتیجه قطع درختچه‌های آلوده و وارد شدن خسارت قابل توجه به فضای سبز شهری می‌گردد (Mossadegh et al., 2012).

بررسی منابع نشان می‌دهد که بیشتر مطالعات انجام شده در مورد زیست‌شناسی *P. solenopsis* در هند، پاکستان و برخی کشورهای دیگر، عمدتاً روی پنبه متمرکز بوده است (Aheer et al., 2009؛ Sreedevi et al., 2012؛ Hameed et al., 2012؛ Kumar et al., 2013) و تا کنون زیست‌شناسی این آفت روی سایر گیاهان میزبان مانند ختمی‌چینی مطالعه نشده است. لذا این مطالعه با هدف بررسی

آب و هوای مختلف این حشرات را به تهدید بزرگی برای محصولات کشاورزی در سرتاسر دنیا تبدیل کرده است (Nagrare et al., 2011).

جنس *Phenacoccus* با داشتن تقریباً ۱۸۰ گونه یکی از بزرگترین جنس‌ها در خانواده Pseudococcidae است (Ben-Dow, 1994). یکی از گونه‌های مهم این جنس، شپشک آردآلود پنبه، *Phenacoccus solenopsis* Tinsley می‌باشد. این حشره آفتی پلی‌فاژ با دامنه میزبانی وسیع است که اولین بار در سال ۱۸۹۸ توسط تینسلی از روی ریشه علف‌های هرز *Boerhavia spicata* Choisy و *Kallstroemia brachystylis* Vail در لانه مورچه‌ها گزارش شد (Nagrare et al., 2009). طغیان *P. solenopsis* در مزارع پنبه و محصولات دیگر در چین گزارش شده است (Zhu et al., 2011؛ Wang et al., 2010؛ Nikam et al., 2010). شپشک آردآلود پنبه همچنین تهدید مهمی برای کشاورزی و بویژه باغبانی مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر دنیا محسوب می‌شود (Abbas et al., 2010؛ Williams and Granara de Willink, 1992؛ Wang et al., 2010). اخیراً این شپشک دامنه میزبانی خود را گسترش داده و گیاهان جدیدی را مورد هجوم قرار داده است. برای مثال در چندسال اخیر، درختچه زینتی ختمی‌چینی (*Hibiscus rosa-sinensis* L. در کشورهایمانند نیجریه، چین، هند و ایران مورد حمله قرار گرفته و خسارت شدیدی به آن وارد شده است (Serrano and Lapointe, 2002؛ Mossadegh et al., 2008؛ Aktinola and Ande, 2012؛ Wang et al., 2011؛ Lu et al., 2012).

ختمی‌چینی بوته‌ای گلدار و همیشه سبز از خانواده Malvaceae، با گل‌هایی درشت و اکثراً به رنگ قرمز یا رنگ‌های دیگر است که در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر به عنوان یک گیاه زینتی کشت می‌شود.

۲-۳ روز تعویض شدند. در این آزمایش طول دوره رشد مراحل مختلف پورگی (شامل پوره سن اول، پوره سن دوم، پوره سن سوم و سفیرگی) مشاهده و ثبت شد. ملاک پوست اندازی، مشاهده پوسته سن قبل شپشک بود.

### درصد مرگ و میر پیش از بلوغ

در طی آزمایش‌های مربوط به مطالعه طول دوره رشد پیش از بلوغ، تعداد پوره‌های از بین رفته در سنین مختلف در طول آزمایش یادداشت گردید و بدین ترتیب درصد مرگ و میر مراحل مختلف رشدی پیش از بلوغ محاسبه شد. یادآوری می‌شود که برای اجرای آزمایش بررسی میزان مرگ و میر پیش از بلوغ از سه کوهورت جداگانه از پوره‌های سنین اول استفاده شد. تعداد افراد هر کوهورت حدود ۴۵ عدد پوره سن اول شپشک آرد آلود پنبه بود.

### طول عمر حشرات کامل نر و ماده، میزان

#### پوره زایی روزانه و پوره زایی کل

در این آزمایش از شپشک‌های بالغ حاصل از آزمایش قبلی (مطالعه طول دوره رشد پیش از بلوغ) استفاده شد. ابتدا یک شپشک ماده با عمر کمتر از ۲۴ ساعت به همراه دو تا سه شپشک نر (جهت اطمینان از جفت‌گیری) در درون یک ظرف پلاستیکی یک بار مصرف حاوی پارچه ملامل و برگ ختمی چینی (مشابه آزمایش قبل) گذاشته شد. این ظروف روزانه زیر بینوکولر بررسی شدند و طول عمر حشرات کامل و همچنین تعداد پوره‌های تولید شده توسط هر ماده در هر روز شمارش و یادداشت گردید. این آزمایش با مرگ طبیعی ماده‌ها پایان یافت.

### نسبت جنسی

برای تعیین نسبت جنسی، پوره‌های تولید شده در آزمایش قبل (بررسی طول عمر و پوره زایی) جهت ادامه نشو و نما روی برگ‌های ختمی چینی در ظروف پلاستیکی (مشابه ظروف مورد استفاده در آزمایش‌های قبل) نگهداری شدند. در سن سوم پورگی جنسیت پوره-

خصوصیات زیستی و دموگرافیک شپشک آردآلود پنبه روی ختمی چینی در شرایط آزمایشگاهی انجام شد.

### مواد و روش‌ها

#### طول دوره رشد پیش از بلوغ

برای اجرای این آزمایش از برگ‌های درختچه‌های ختمی چینی جمع آوری شده از محوطه دانشگاه شهید چمران اهواز استفاده گردید. جهت بررسی طول دوره رشد پیش از بلوغ شپشک آردآلود پنبه از برگ ختمی چینی استفاده شد. این آزمایش‌ها در درون ظروف پلاستیکی یک بار مصرف شفاف به طول، عرض و ارتفاع ۸، ۶ و ۲ سانتی‌متر اجرا شد. قسمتی از درب هر ظرف جهت تبادل هوا بریده شده و به وسیله توری با مش ریز پوشانده شد. سپس یک برگ کوچک ختمی-چینی به قطر تقریبی دو سانتی‌متر روی یک تکه پارچه ملامل در کف ظرف قرار داده شد. پارچه ملامل جهت تامین رطوبت برگ، روزانه مرطوب گردید. برای به دست آوردن پوره‌های سن یک با عمر کمتر از ۲۴ ساعت، ابتدا تعدادی ماده بالغ از بوته‌های ختمی چینی موجود در محوطه دانشگاه شهید چمران جداسازی شدند و روی یک برگ ختمی چینی درون هر ظرف قرار داده شدند. برای انتقال شپشک‌ها از قلم موی شتر سه صفر (۰۰۰) استفاده گردید. بعد از ۲۴ ساعت درون هر ظرف تعداد ۳ تا ۴ عدد پوره سن اول وجود داشت. پس از استقرار یکی از پوره‌ها، بقیه آن‌ها و ماده‌های بالغ از روی برگ حذف شدند. (یادآوری می‌شود که *P. solenopsis* تخمگذار نیست و تنها تولید مثل پوره-زایی دارد). سپس ظروف پلاستیکی حاوی برگ‌ها و پوره‌های شپشک به درون انکوباتور با دمای ثابت انتقال یافتند. با توجه به این که عمده فعالیت این شپشک در اهواز در ماه‌های گرم تابستان است، زیست‌شناسی شپشک آرد آلود پنبه در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس (رطوبت نسبی  $65 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۰:۱۴ (روشنایی: تاریکی)) بررسی گردید. برگ‌ها هر

## نتایج و بحث

### طول دوره رشد پیش از بلوغ

نتایج حاصل از طول دوره رشد پیش از بلوغ شپشک آردآلود پنبه ماده و نر در دماهای مختلف به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. با توجه به این که این شپشک زنده زا- پوره زا می باشد، بنابراین مراحل مختلف زندگی در شپشک ماده شامل پوره سن اول، دوم، سوم و حشره کامل بود. طول دوره رشدی سنین پورگی در شپشک‌های ماده با افزایش دما کاهش یافت (جدول ۱). نتایج حاصل از تجزیه ی واریانس نشان داد که بین طول دوره رشدی پوره سن اول ( $P < 0/0001$ )؛  $F = 103/73$ ؛  $df = 2, 205$ ؛ پوره سن دوم ( $P < 0/0001$ )؛  $F = 36/34$ ؛  $df = 2, 191$ ؛ پوره سن سوم ( $P < 0/0001$ )؛  $F = 37/19$ ؛  $df = 2, 172$ ؛ و کل طول دوره رشدی پیش از بلوغ افراد ماده ( $P < 0/0001$ )؛  $F = 127/05$ ؛  $df = 2, 172$  معنی داری وجود داشت (جدول ۱). سایر مطالعات نیز پوره زایی را در این گونه گزارش نموده اند (Aheer et al., 2009؛ Vennila et al., 2011؛ Chen et al., 2015)

مراحل مختلف زندگی در شپشک نر شامل پوره سن اول، دوم، سوم، شفیره و حشره کامل بود. با افزایش دما طول دوره ی نشو و نمای سنین مختلف پورگی، مرحله شفیرگی و کل دوره رشد پیش از بلوغ شپشک نر روند نزولی داشت (جدول ۲). نتایج تجزیه ی واریانس نشان داد که بین طول دوره رشدی پوره سن اول ( $P < 0/0001$ )؛  $F = 6/76$ ؛  $df = 2, 64$ ؛ پوره سن دوم ( $P < 0/0001$ )؛  $F = 33/14$ ؛  $df = 2, 58$ ؛ پوره سن سوم ( $P < 0/0001$ )؛  $F = 10/49$ ؛  $df = 2, 54$ ؛ و شفیرگی ( $P < 0/0001$ )؛  $F = 44/05$ ؛  $df = 2, 43$ ؛ مجموع طول دوره رشد پیش از بلوغ افراد نر ( $P < 0/0001$ )؛  $F = 36/62$ ؛  $df = 2, 43$ ؛ در دماهای مورد آزمایش اختلاف معنی داری وجود داشت.

ها قابل تشخیص است. در این مرحله تعداد پوره‌های نر و ماده شمارش شدند و بدین ترتیب تعداد ماده‌ها نسبت به کل جمعیت (نر+ ماده) به عنوان نسبت جنسی تعیین گردید.

### پارامترهای جدول زندگی - زادآوری

پارامترهای جدول زندگی شپشک آردآلود پنبه با استفاده از روابط زیر تعیین نرخ خالص تولید مثل ( $R_0 = \sum L_x m_x$ )، طول دوره یک نسل ( $T = \frac{\ln R_0}{r_m}$ )، مدت زمان دو برابر شدن جمعیت ( $DT = \frac{\ln 2}{r_m}$ )، نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda = e^{r_m}$ ) و نرخ ذاتی افزایش طبیعی ( $\sum L_x m_x e^{-r_m} = 1$ ) محاسبه گردید (Carey, 1993؛ Birch, 1948). در این روابط  $lx$  نشان دهنده نسبت ماده‌های زنده در آغاز سن  $x$  و  $mx$  بیانگر متوسط نتاج ماده تولید شده به ازای ماده‌های زنده در سن  $x$  است. برای محاسبه این پارامتر ( $mx$ ) متوسط تخم‌های تولید شده به ازای هر ماده در هر سن، در نسبت جنسی به دست آمده در طول آزمایش ضرب شد.

### تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده در زمینه طول دوره مراحل مختلف رشدی پیش از بلوغ، میزان مرگ و میر پیش از بلوغ، طول عمر حشرات کامل، میزان پوره زایی و نسبت جنسی در دماهای مختلف از آنالیز واریانس و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD (برنامه کامپیوتری SAS) استفاده شد. ضمناً مقادیر آماره‌های مربوط به میزان مرگ و میر پیش از بلوغ و نسبت جنسی ابتدا به Arcsine تبدیل شد و سپس آنالیز واریانس روی آنها انجام شد. از روش جک نایف برای محاسبه واریانس و حدود اطمینان استفاده شد (Maia Aline et al., 2000).

جدول ۱- میانگین ( $\pm$ SE) طول دوره رشد پیش از بلوغ (روز) شپشک آردآلود پنبه *P. solenopsis* ماده در دماهای مختلف  
**Table 1 - Mean ( $\pm$ SE) pre- adult developmental times (days) of female cotton mealybug *P. solenopsis* at different temperatures.**

Developmental stage	Temperature ( $^{\circ}$ C)		
	25	30	35
First nymphal stage	7.22 $\pm$ 0.15 a	5.86 $\pm$ 0.11 b	5.15 $\pm$ 0.11 c
Range	6-9	5-7	4-6
Second nymphal stage	5.34 $\pm$ 0.09 a	4.41 $\pm$ 0.17 b	3.63 $\pm$ 0.12 c
Range	4-7	3-6	3-6
Third nymphal stage	6.45 $\pm$ 0.16 a	6.27 $\pm$ 0.19 a	4.75 $\pm$ 0.13 b
Range	5-8	5-8	3-6
Total	19.02 $\pm$ 0.24 a	16.6 $\pm$ 0.24 b	13.54 $\pm$ 0.18 c
Range	17-23 (105)	14-19 (90)	11-16 (99)

Means in each row follow by the same letter were not significantly different ( $P < 0.05$ ).

جدول ۲- میانگین ( $\pm$ SE) طول دوره رشد پیش از بلوغ (روز) شپشک آردآلود پنبه *P. solenopsis* نر در دماهای مختلف  
**Table 2 - Mean ( $\pm$ SE) pre- adult developmental times (days) of male cotton mealybug *P. solenopsis* at different temperatures.**

Developmental stage	Temperature ( $^{\circ}$ C)		
	25	30	35
First nymphal stage	6.95 $\pm$ 0.21 a	5.91 $\pm$ 0.17 b	5.78 $\pm$ 0.23 b
Range	5-9	5-7	5-7
Second nymphal stage	6.80 $\pm$ 0.20 a	5.45 $\pm$ 0.14 b	4.07 $\pm$ 0.33 c
Range	5-8	5-6	2-6
Third nymphal stage	3.10 $\pm$ 0.19 a	2.27 $\pm$ 0.12 b	1.28 $\pm$ 0.12 c
Range	2-5	2-3	1-2
Pupa	4.00 $\pm$ 0.20 a	2.91 $\pm$ 0.41 b	1.78 $\pm$ 0.11 c
Range	2-5	2-3	1-2
Total	20.85 $\pm$ 0.36 a	16.70 $\pm$ 0.33 b	12.92 $\pm$ 0.32 c
Range	18-24	12-16	9-13

Means in each row follow by the same letter were not significantly different ( $P < 0.05$ ).

حاضر مطابقت نداشت. همچنین Sreedevi et al. (2013) در یک آزمایش مشابه، طول دوره رشدی پوره های سن اول و سوم در دمای ۲۵ درجه ی سلسیوس و همچنین طول دوره رشدی پوره سن سوم در دمای ۳۵ درجه سلسیوس را به ترتیب ۵۵/۶، ۲۷/۶ و ۳۵/۴ روز گزارش کردند که با نتایج حاصل از آزمایش حاضر مشابهت داشت. همچنین در آزمایش Sreedevi et al. (2013) نتایج حاصل از طول دوره رشدی سایر مراحل پورگی و شفیرگی به نتایج حاصل از آزمایش ما بسیار نزدیک بود. به علاوه در آزمایش جاری مدت زمان رشد پوره سن اول در همه دماها، از طول دوره رشد سایر مراحل پورگی و مرحله شفیرگی طولانی تر بود که این موضوع نیز با یافته های Sreedevi et al. (2013) مطابقت داشت.

در یک مطالعه کاملاً مشابه (2015) Chen et al زیست شناسی این شپشک را روی ختمی چینی مطالعه نمودند. نتایج آنها نشان داد که طول دوره رشد پیش از بلوغ شپشک ماده در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس به ترتیب برابر با ۱۶/۳، ۱۲/۹ و ۲۱ روز بود که با یافته های ما متفاوت بود. یکی از دلایل احتمالی این اختلاف تفاوت در جمعیت شپشک می تواند باشد. با این حال Ali et al. (2012) طول دوره رشد پوره های سن اول و سوم شپشک ماده روی پنبه را در دمای ۲۵ درجه ی سلسیوس به ترتیب ۵۷/۷ و ۹۲/۶ روز گزارش کردند که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر در دمای مشابه مطابقت داشت. اما آنها طول دوره نشو و نمای پوره سن دوم در هر دو جنس نر و ماده را به ترتیب ۲۹/۷ و ۸/۳ روز گزارش کردند که با نتایج حاصل از پژوهش

## مرگ و میر پیش از بلوغ

در جدول ۳ نتایج حاصل از مرگ و میر پیش از بلوغ شپشک آردآلود پنبه ارائه شده است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، درصد مرگ و میر پوره سن اول ( $P > 0/2691$ )؛  $F = 1/65$ ،  $df = 6,2$ ؛  $P > 0/8871$ )، پوره سن دوم ( $F = 0/12$ ،  $df = 2,6$ ؛  $P > 0/1618$ )، پوره سن سوم ( $F = 2/51$ ،  $df = 6,2$ ؛  $P > 0/7786$ ) و مرحله شفیره ( $F = 0/26$ ) در دماهای مذکور تفاوت معنی‌داری نداشتند. بیشترین مرگ و میر در دمای ۳۵ درجه سلسیوس و کمترین مرگ و میر در دمای ۲۵ درجه سلسیوس مشاهده شد که این نتیجه با یافته های Chen et al. (2015) مطابقت دارد. Sahito et al. (2010) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس درصد مرگ و میر پوره سن اول، دوم، سوم و شفیره را به ترتیب ۱۲/۴۸، ۹۹/۹، ۸۲/۷ و ۲/۲۵ درصد گزارش کردند که بیشترین میزان مرگ و میر مربوط به مرحله پوره سن اول بود. اما در مطالعه حاضر بیشترین میزان مرگ و میر در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در پوره سن اول مشاهده شد. میزان مرگ و میر مشاهده شده در پوره های سن دوم و سوم در مطالعه جاری به یافته های (2010) Arif et al. بسیار نزدیک بود. Sahito et al. (2013) میزان مرگ و میر پوره های سن اول، دوم و سوم شپشک آردآلود پنبه را در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به ترتیب ۳/۸، ۸/۳ و ۵ درصد گزارش کردند که میزان مرگ و میر پوره های سن دوم به نتایج مطالعه جاری بسیار نزدیک بود.

## طول عمر حشرات کامل، میانگین پوره زایی روزانه و کل میزان پوره زایی شپشک آردآلود پنبه

نتایج تجزیه ی واریانس نشان داد که بین طول دوره پیش از پوره زایی ( $P < 0/0001$ ؛  $F = 42/94$ ،  $df = 2,95$ )؛  $F = 59/34$ ،  $df = 2,95$ ؛  $P < 0/0001$ )، طول دوره پوره زایی ( $F = 2/72$ ،  $df = 2$ ؛  $P < 0/0001$ )، میانگین پوره زایی روزانه ( $F = 31/61$ ،  $df = 2,95$ ؛  $P < 0/0016$ ) و نسبت جنسی ( $F = 22/56$ ،  $df = 6,2$ ؛  $P < 0/0001$ ) اختلاف معنی‌داری وجود داشت. کمترین و بیشترین میانگین پوره زایی روزانه به ترتیب در دماهای ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس مشاهده شد (جدول ۴). بیشترین و کمترین میانگین پوره زایی کل به ترتیب در دماهای ۲۵ و ۳۵ درجه سلسیوس مشاهده گردید. میانگین طول عمر شپشک‌های بالغ ماده در سه دمای مذکور به ترتیب ۹۴/۴۱، ۶۸/۳۳ و ۶/۲۴ روز بود (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که دما اثر معنی‌داری روی طول عمر حشرات کامل ماده داشت ( $P > 0/0001$ ؛  $F = 130/9$ ،  $df = 2,87$ )؛ اما بین طول عمر حشرات کامل نر در دماهای مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ( $P = 0/2164$ ؛  $df = 2,84$ )؛  $F = 1/59$ ؛  $P = 0/0001$ )؛ Sreedevi et al. (2013) طول دوره پیش از تخم‌ریزی این شپشک را در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس

جدول ۳- درصد مرگ و میر ( $\pm SE$ ) پیش از بلوغ شپشک آردآلود پنبه *P. solenopsis* روی ختمی چینی در دماهای مختلف

Table3- Percentage mortality ( $\pm SE$ ) within immature stages of *P. solenopsis* on China rose at different temperatures.

Developmental stage	Temperature (°C)		
	25	30	35
First nymphal stage	4.16±1.92 a	6.94±3.67 a	15.27±5.00 a
Second nymphal stage	8.44±2.31 a	6.77±1.20 a	5.35±0.28 a
Third nymphal stage	7.33±2.66 a	8.00±1.32 a	13.00±3.05 a
Pupa	7.00±1.52 a	11.00±5.56 a	5.50±2.75 a
Total	26.94±2.13a	32.72±10.04a	39.12±8.23a

Means in each row follow by the same letter were not significantly different ( $P < 0.05$ ).

تولید مثل های بکرزایی و دوجنسی هر دو در اعضای خانواده Pseudococcidae مشاهده شده اند. (2009) P. Aheer et al. تولید مثل دوجنسی را برای شپشک *P. solenopsis* روی ختمی چینی گزارش نمودند که یافته های پژوهش حاضر نیز آن را تأیید می کند. با این حال (2011) Vennila et al. تولید مثل بکرزایی را برای همین گونه روی پنبه گزارش کردند. در افراد این خانواده هم پدیده پوره زایی و هم پدیده تخم گذاری مشاهده شده است. (2012) Hameed et al. پدیده تخم گذاری را برای شپشک آردآلود پنبه گزارش کردند در حالی که (2011) Vennila et al. پدیده پوره زایی را برای همین گونه گزارش کردند که نتایج مطالعه جاری با نتایج این محقق مطابقت داشت.

#### پارامترهای جدول زندگی

مقادیر پارامترهای جدول زندگی شپشک آردآلود پنبه شامل نرخ ذاتی رشد جمعیت ( $r_m$ )، نرخ خالص تولید مثل ( $R_0$ )، نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda$ )، متوسط طول دوره یک نسل ( $T$ ) و مدت زمان دوبرابر شدن جمعیت ( $DT$ ) در سه دمای ثابت ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس در جدول ۵ نشان داده شده است.

روی ختمی چینی به ترتیب ۹/۹، ۶ و ۶/۲۵ روز گزارش کردند که از مقادیر اندازه گیری شده در پژوهش حاضر کمتر بودند. Chen et al. (2015) طول عمر ماده این شپشک را در دماهای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس به ترتیب ۴۹/۷، ۳۱/۳ و ۴۶/۲ روز گزارش نمودند که در مقایسه با نتایج مطالعه ما در دماهای ۲۵ و ۳۵ درجه سلسیوس بیشتر و در مقایسه با دمای ۲۵ درجه سلسیوس کمتر بود. با این حال (2009) Aheer et al. طول عمر حشرات کامل نر شپشک آردآلود پنبه روی ختمی چینی را ۲-۳ روز و طول عمر مادهها را ۴۵-۸۵ روز گزارش کردند (در دمای ۲۵ درجه سلسیوس) که با نتایج پژوهش حاضر مشابهت دارد. Vennila et al. (2011) نیز طول عمر حشرات کامل نر و ماده این شپشک روی پنبه در شرایط مزرعه-ای (میانگین دمای بین ۲۳/۵ و ۳۰/۲ درجه سلسیوس) را به ترتیب ۱/۵ و ۴۲/۴ روز گزارش کردند که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. Chen et al. (2015) نیز مشابه با نتایج ما بیشترین تولید پوره زایی را در دمای ۲۵ درجه سلسیوس گزارش کردند. همچنین Vennila et al. (2011) میانگین پوره زایی کل این شپشک را روی پنبه  $344 \pm 82$  عدد گزارش کرد که با نتایج مطالعه ما مشابهت دارد.

جدول ۴- میانگین ( $\pm SE$ ) طول عمر حشرات کامل شپشک آردآلود پنبه *P. solenopsis* روی ختمی چینی در سه دمای ثابت  
Table 4 - Mean longevity and nymph production of *P. solenopsis* on China rose at three different constant temperatures.

Developmental stage	Temperature (°C)		
	25	30	35
Prenymphal production period	15.17±0.27 a	9.06±0.29 b	7.81±0.19 c
Range	13-19	6-13	6-10
Nymphal production period	25.80±0.87 a	22.33±0.64 b	15.00±0.58 c
Range	16-38	16-30	8-21
Female longevity	41.94±0.89 a	33.80±0.67 b	24.60±0.68 c
Range	32-54	25-41	17-38
male longevity	3.50±0.23 a	3.46±0.20 a	3.00±0.18 a
Rang	2-5	3-5	2-4
Mean daily nymph production	13.90±0.75 ab	12.06±0.68 b	15.12±1.18 a
Range	1-57	1-83	1-94
Mean total nymph production	389.68±21.86 a	318.23±18.02 b	214.45±17.62 c
Range	149-689	179-492	68-420
Sex ratio	%71±0.01 b	%70±0.02 b	%89±0.02 a
Range	%68-%74	%65-%74	%86-%93

Means in each row follow by the same letter were not significantly different ( $P < 0.05$ ).

جدول ۵- میانگین ( $\pm$ SE) پارامترهای جدول زندگی شپشک آردآلود پنبه *P. solenopsis* در دماهای مختلف روی ختمی چینی  
 Table 5 - Life table parameters (Mean $\pm$ SE) of *P. solenopsis* at different temperatures on China rose.

Parameters	Temperature (°C)		
	25	30	35
$R_0$	268.91 $\pm$ 14.13 a	198.26 $\pm$ 11.23 b	138.07 $\pm$ 11.34 c
$r_m$	0.157 $\pm$ 0.00 a	0.181 $\pm$ 0.00 b	0.207 $\pm$ 0.00 c
$\lambda$	1.17 $\pm$ 0.00 a	1.198 $\pm$ 0.00 b	1.23 $\pm$ 0.00 c
T	35.468 $\pm$ 0.35 a	29.22 $\pm$ 19.0 b	23.681 $\pm$ 0.24 c
DT	4.393 $\pm$ 0.06 a	3.827 $\pm$ 0.05 b	3.328 $\pm$ 0.05 c

Means in each row follow by the same letter were not significantly different ( $P < 0.05$ ).

گیاه پنبه ۲۰۰۹ (به ترتیب ۰/۱۴۵ و ۰/۱۴۳ عدد فرد ماده به ازای هر فرد ماده در روز برای دو سال متفاوت) با نتایج مطالعه جاری در ۲۵ درجه سلسیوس (۰/۱۵۷ عدد فرد ماده به ازای هر فرد ماده در روز) مطابقت دارد. نتایج مطالعه جاری نشان داد که شپشک آرد آلود پنبه به خوبی خود را با شرایط گرم خوزستان تطابق داده و اگرچه فعلا تنها بر روی بوته ختمی چینی فعالیت دارد اما ممکن است خسارت خود را به گیاهان زراعی و باغی نیز گسترش دهد. لذا اطلاعات حاصل از این مطالعه می تواند جهت مدیریت این آفت پلی فاژ مورد استفاده قرار گیرد.

### سیاس گزاری

بدین وسیله از حمایت‌های مالی معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز تشکر و قدر دانی می شود.

میانگین نرخ ذاتی رشد جمعیت شپشک آردآلود پنبه در سه دمای ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سلسیوس به ترتیب برابر با ۰/۱۵۷۴، ۰/۱۸۱۳ و ۰/۲۰۷۸ عدد فرد ماده به ازای هر فرد ماده در روز بود. بنابراین بهترین دما برای رشد و تولید مثل این شپشک ۳۵ درجه سلسیوس است. مشاهدات مزرعه‌ای نیز نشان داد که در طول فصل تابستان در اهواز این شپشک به رشد و فعالیت خود ادامه داده و باعث خشکیدگی کامل درختچه‌های ختمی چینی می شود. میانگین طول دوره یک نسل این شپشک در سه دمای مذکور به ترتیب ۳۵/۴۶، ۲۹/۲۲ و ۲۳/۶۸ روز بود. Chen et al. (2015) در یک مطالعه کاملا مشابه نرخ ذاتی رشد این شپشک را روی ختمی چینی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس ۰/۱۵ عدد فرد ماده به ازای هر فرد ماده در روز گزارش کردند که کاملا مشابه با یافته های مطالعه ما می باشد. همچنین نتایج مقادیر  $r_m$  گزارش شده توسط Kumar et al. (2013) در مرحله بلوغ

### REFERENCES

- Abbas, G. Arif, M.J. Ashfaq, M. Aslam, M., and Saeed, S. (2010). The impact of some environmental factors on the fecundity of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae): a serious pest of cotton and other crops. *Pakistan Journal of Agricultural Science*, 47(4), 321-325.
- Aheer, G. M. Zafarullah, S., and Muhammad, S. (2009). Seasonal history and biology of cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley. *Journal of Agricultural Research*, 47(4): 423- 431.
- Akintola, A. J., and Ande, A. T. (2008). First record of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on *Hibiscus rosa-sinensis* in Nigeria. *Agricultural Journal*, 3(1), 1-3.

- Ali, A. Hameed, A. Saleem, M. Khalil, N. Saeed, M., and Malik, N. A. (2012). Effect of temperature and relative humidity on the biology of cotton mealybug (*Phenacoccus solenopsis* Tinsley). *Journal of Agricultural Research*, 50 (1), 89- 101.
- Arif, M. I. Rafiq.M., and Gaffar, A. (2013). Host plant of cotton mealybug (*Phenacoccus solenopsis*): A new manaceto cotton agroecosystem of Punjab, Pakistan. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11 (2), 163-167.
- Ben-Dov, Y 1994. A systematic catalogue of the mealybugs of the world (Insecta, Homoptera, Coccoidea, Pseudococcidae and Putoidea): with data on geographical distribution, host Plants, biology and economic importance. Intercept limited, Andorer, UK, 686 p.
- Ben- Dov, Y. and Williams, D.J. 2006. Mealybug species of the genus *Paraputo* Laing, with nomenclatural changes in some species hitherto assigned to the genus *Cataenococcus* Ferris (Hemiptera, coccoidea, Pseudococcidae). *Bulletin de la Societe Entomologique de France*, 111 (2): 251-256.
- Birch, L. C. (1948). The intrinsic rate of natural increase in an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17, 15- 26.
- Carey, J. R. (1993). *Applied demography for biologists: with special emphasis on insect*. Oxford University Press, 160 pp.
- Chen, S. H., Yang, L., Huang, L. F., Wang, W. L., Hu, Y., Jiang, J. J., and Zhou, Z. S. 2015. Temperature and relative humidity-dependent life history traits of *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) on *Hibiscus rosa-sinensis* (Malvales: Malvaceae). *Environmental Entomology*, 44: 1-10.
- Culik, M. P., and Gullan, P. J. (2005). A new pest of tomato and other records of mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) from Espirito Santo, Brazil. *Zootaxa*, 964, 1-8.
- Hameed, A. Aziz, M.A., and Aheer, G.M. (2012). Impact of ecological contribution on biology of cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) in laboratory. *Pakistan Journal of Zoology*, 44, 685-690.
- Kumar, S. Kular, J. S. Mahal, M. S., and Dhawan, A. K. (2013). Life table of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on various phenological stages of cotton. *African Journal of Agricultural Research*, 8 (17), 1669 – 1676.
- Lu, Y. Guan, X., and Zeng, L. (2011). Effect of temperature on the development of the mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae). *Scientific Research Essays*, 6, 6459-6464.
- Maia Aline, D. H., Alferedo, I. B., and Campanhola, C. 2000. Statistical influence on associated fertility life table parameters using Jacknife technique: computational aspects. *Journal of Economic Entomology*, 93: 511- 518.
- Meyer, J. S. Igersoll, C. G. MacDonald, L. L., and Boyce, M. S. (1986). Estimating uncertainty in population growth rates: Jacknife vs Bootstrap technique. *Ecology*, 67, 1156- 1166.

Moore, D. (1988). Agents used for biological control of mealy-bugs (Pseudococcidae). *Biocontrol News and Information*, 9, 209–225.

Mossadegh, M. S. Vafaei, Sh. Zarghami, S. Farsi, A. Sedighi Dehkordi, F. Fazelinejad, A. Esfandiari, M., and Alizadeh, S. (2012). The mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinley (Sternorrhyncha: Coccoidea: Pseudococcidae) in Khuzestan and Kish island, Iran. In: *Proceeding of the 20th Iranian plant Protection Congress*, 26- 29 August, Shiraz University, Iran, p. 174.

Nagrare, V.S., Kranthi, S. Kumar. R., Dhara, B. Amutha, M. Deshmukh, A. J. Sone, K. D. & Kranthi, R. (2011). *Compendium of cotton mealybugs*. CICR publication, 42.

Nagrare, V.S. Kranthi, S. Biradar. V. K. Zade, N. N. Sangode, V. Kakde, G. Shukla, R. M. Shivare, D., Khadi, B.M., Kranthi, K.R. (2009). Widespread infestation of the exotic mealybug species, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae), on cotton in India. *Bulletin of Entomological Research*, 99: 537–541.

Nikam, N. D. Patel, B. H., and Korat, D. M. (2010). Biology of invasive mealy bug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on cotton. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 23(4), 649-651.

Prasad, Y. G., Prabhakar, M. Sreedevi, G., and Thirupathi, M. (2011). Spatio-temporal dynamics of the parasitoid, *Aenasius bambawalei* Hayat (Hymenoptera: Encyrtidae) on mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley in cotton based cropping systems and associated weed flora. *Journal of Biological Control*, 25 (3), 198–202.

Sahito, H. A. Abro, G. H. Khuhro, R.D. Lanjar, A. G. H., and Mahmood, R. (2010). Biological and morphological studies of cotton mealybug *phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: pseudococcidae) development under laboratory environment. *Pakistan Journal of Entomolgy*, Karachi, 25(2): 131-141.

Sas Institute. 1989. *SAS/STAT user's guide*. Version 9.2, 4<sup>th</sup> ed. SAS Institute, Cary, NC.

Serrano, M. S., and Lapointe, S. L. (2002). Evaluation of host plants and a meridic diet for rearing *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) and its parasitoid *Anagyrus kamali* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Florida Entomologist*, 85 (3), 417- 425.

Sreedevi, G. Prasad, Y.G. Prabhakar, M. Rao, G.R., and Vennila, S. (2013). Bioclimatic thresholds, thermal constants and survival of mealybug, *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae) in response to constant temperatures on *Hibiscus*. *PLoS ONE*, 8(9), e75636.

Tinsley, J. D. 1898. An ants'-nest coccid from New Mexico. *Canadian Entomologist*, 30, 47–48.

Vennila, S. Prasad, Y. G. Prabhaker, M. Kumar, R. Nagar, V. Amutha, M. Dhrjyothi, M. A. Sreedevi, G. Venkateswarlu, B. Kranthi, K. R., and Bambawale, O. M. (2011). Spatio-temporal distribution of host plants of cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley in India. *NCIPM Technical Bulletin*, 26, 1- 50.

Wang, Y. Zhang, L. Shen, L., and Fu, S. (2012). Developmental duration and life table of the laboratory population of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) fed on pumpkin at different temperatures. *Acta Entomologica*, 55, 77-83.

Wang, Y. Watson, G.W., and Zhang, R. (2010). The potential distribution of an invasive mealybug *Phenacoccus solenopsis* and its threat to cotton in Asia. *Agricultural and Forest Entomology*, 12, 403-416.

Williams, D.J. and Granara de Willink, M. C. (1992). Mealybugs of Central and South America. London, UK: CAB International, UK, 644p.

Zhu, Y.Y. Fang, H., and Yao, B. (2011). Bionomics of mealybug *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae) on cotton. *Acta Entomologica Sinica*, 54 (2), 246-252.

## Biological characteristics and life table parameters of cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* (Homoptera: Pseudococcidae) on china-rose at different temperatures

A. Forouzan<sup>1</sup>, P. Shishehbor<sup>2\*</sup>, M. Esfandiari<sup>3</sup> and M.S. Mossadegh<sup>4</sup>

1. Former M.Sc. student, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2. **\*Corresponding Author:** Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran (pshishehbor@yahoo.com)
3. Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
4. Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Received: 13 September 2015

Accepted: 9 April 2016

---

### Abstract

The cotton mealybug, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley, is one of the important pests of Malvaceae plants that have caused serious damage to China rose *Hibiscus rosa-sinensis* in Khuzestan province recently. The mean pre-imaginal duration of female *P. solenopsis* at 20, 25 and 35 °C (65±5% R.H. and 14:10 L: D) was 19.02, 16.6 and 13.54 days, respectively. The mean pre-imaginal mortality was 26.94, 32.72 and 39.12 % at above mentioned temperatures, respectively. On the same three temperatures, female mean longevity was 41.94, 33.8 and 24.6 days. The daily nymph production was 13.9, 12.06 and 15.12 nymphs, the mean total nymph production was 389.68, 318.23 and 214.45 nymphs, mean sex ratio was 70, 71 and 89% and the intrinsic rates of increase were 0.157, 0.181 and 0.207. Based on the results obtained in the current study, the best temperature for development and reproduction of *P. solenopsis* was 35°C.

**Keywords:** *Phenacoccus solenopsis*, Temperature, *Hibiscus rosa-sinensis*