

## بررسی اثر دما بر زیست‌شناسی شته سبز بادام *Brachycaudus amygdalinus* در شرایط آزمایشگاه<sup>۱</sup>

Effect of temperature on the biology of almond green aphid

*Brachycaudus amygdalinus* under laboratory conditions

سید حبیب‌الله نوربخش<sup>۱</sup>، ابراهیم سلیمان نژادیان<sup>۲</sup>، محمدسعید مصدق<sup>۲</sup> و علی رضوانی<sup>۳</sup>

۱- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری

۲- گروه گیاهپزشکی دانشگاه شهید چمران، اهواز

۳- مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، تهران

(تاریخ دریافت: مهر ۱۳۸۳، تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۸۴)

### چکیده

رابطه دما و رشد و نمو شته *Brachycaudus amygdalinus* با استفاده از مدل رگرسیونی در دمای ثابت ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۲۷/۵ و ۲۹±۰/۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۰±۴۰ درصد و دوره نوری ۱۲:۱۲ ساعت بررسی شد. مدت زمان لازم برای تکمیل مراحل پورگی از ۱۴/۰۴ روز در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد به ۵/۸ روز در دمای ۲۷/۵ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت. با افزایش دما به ۲۹ درجه سانتی‌گراد طول دوره رشد مجدداً به ۸/۳۹ روز افزایش یافت. دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش مرگ و میر بالا در سن اول پورگی شد و تقریباً هیچ پوره‌ای به سن ۴ نرسید. شته‌های پرورش یافته در دماهای ۲۹ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب کمترین بقا (۰/۳۱) و بیشترین بقا (۰/۸۹) را داشتند. مدل لاکتین-۲ مناسب‌ترین مدل غیرخطی توصیف‌کننده رابطه بین نرخ رشد و دما برای این گونه بود. بر اساس پیش‌بینی این مدل

۱- این مقاله بخشی از پایان‌نامه دکتری نگارنده اول می‌باشد.

حداکثر دمای کشنده ( $T_{max}$ ) برای سنن پورگی ۱ تا ۴ به ترتیب ۲۹/۵۵، ۲۹/۹۳، ۲۹/۵۸ و ۲۹/۵۶ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. با استفاده از مدل رگرسیون خطی آستانه پائینی دما ۲/۸۴- درجه سانتی‌گراد به دست آمد. این دما با دمای محیط در زمان فعالیت شته در طبیعت هماهنگی دارد. پارامترهای جدول زندگی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد محاسبه شد. مقادیر نرخ ذاتی رشد جمعیت (۰/۲۶۳)، متوسط طول دوره یک نسل (۱۱/۴۹ روز)، مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (۲/۶۳ روز)، نرخ خالص تولیدمثل (۲۰/۶۲ پوره ماده بر ماده) و نرخ ناخالص تولیدمثل (۴۰/۵۹ پوره ماده بر ماده) محاسبه شد. طول عمر شته بالغ *B. amygdalinus* در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد ۶/۷۴ روز به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: نرخ رشد، آستانه دمایی، شته سبز بادام، جدول زندگی، بادام، شهرکرد

#### مقدمه

بر اساس آمار سال ۱۳۸۲ سطح زیر کشت باغ‌های بادام و هلو در استان چهارمحال و بختیاری به ترتیب ۱۱۸۶۴ و ۱۶۵۹ هکتار است (Anonymous, 2005). به نظر می‌رسد با علاقه‌مندی سرمایه‌گذاران کشاورزی این سطح باز هم توسعه بیشتری بیابد. یکی از مشکلاتی که باغ‌های رو به توسعه با آن مواجه هستند حضور آفات متنوعی از قبیل شته‌ها روی درختان بادام و هلو است. شته *Brachycaudus amygdalinus* Schout. یکی از آفات مهم درختان بادام، هلو، گوجه، آلو و زردآلو در نقاط میوه‌خیز کشور می‌باشد. این شته زمستان را به صورت تخم روی درختان میوه هسته‌دار سپری می‌کند (Rezvani & Radjabi, 1987). شته *B. amygdalinus* بعنوان یکی از فراوان‌ترین شته‌های جمع‌آوری شده از درختان بادام منطقه نجف‌آباد معرفی شده است که بالدارها پس از ظهور در فصل بهار به طرف علف هفت‌بند (*Poligonum* sp.) مهاجرت می‌کنند (Ghorbali, 2001). خسارت این شته با پیچش برگ‌های بادام به صورت مورب در اول فصل بهار شروع می‌شود (Blackman & Eastop, 2000). برای اجرای یک برنامه مدیریتی کارآمد و پیش‌آگاهی از جمعیت حشره، آگاهی از زیست‌شناسی و دینامیسم جمعیت آن ضروری به نظر می‌رسد. سه فاکتور مهم بر قابلیت رشد شته‌ها مؤثرند: منطقه جغرافیایی و سازگاری جمعیت شته، گیاه میزبان و دما (Xia et al., 1999) که متغیر محیطی مهمی بوده و نرخ رشد، تولیدمثل و بقا شته‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. رشد در دماهای پایین‌تر از آستانه

پائینی دما تقریباً صورت نمی‌گیرد و بالاتر از این آستانه با افزایش دما، رشد نیز افزایش می‌یابد تا به حد بهینه خود برسد (Wang & Tsai, 2000). طول دوره رشدی مراحل نابالغ شته *Aphis gossypii* Glover روی پنبه با افزایش دما به ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد و سپس با افزایش بیشتر دما این مدت نیز افزایش می‌یابد (Xia et al., 1999). کوتاه‌ترین زمان لازم برای رشد از تولد تا اولین پوره‌زایی برای شته *A. gossypii* در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد ۴/۶ روز گزارش شده است در صورتی که همین شته در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد در ۲۳ روز به مرحله پوره‌زایی می‌رسد (Xia et al., 1999). شته *Brachycaudus schwartzi* (Borner) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد کوتاه‌ترین زمان رشد خود را در مدت ۶/۹ روز و طولانی‌ترین زمان رشد به مدت ۱۹/۹ روز را در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد طی می‌کند (Satar & yokomi, 2002). آستانه پایینی دما یکی از مقادیر ثابت دمایی است که بیانگر پایین‌ترین دمایی است که حشره رشد خود را شروع می‌کند. این آستانه برای سنین پورگی شته *A. gossypii* از ۸/۲ درجه سانتی‌گراد در اولین سن پورگی تا ۶/۲ درجه سانتی‌گراد در سن چهارم پورگی تغییر می‌کند (Xia et al., 1999). آستانه پایینی دما برای شته *Aphis spiraecola* Patch در سن اول پورگی دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و برای بقیه سنین پورگی به ترتیب ۱/۴، ۱ و ۱/۳ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (Wang & Tsai, 2000). اگر چه اثر دما بر رشد گونه‌هایی از شته تعیین شده است و اهمیت حرارت در این رابطه روشن است (Campbell & Mackauer, 1975; Ballou et al., 1986; Xia et al., 1999) ولی در مورد زیست‌شناسی *B. amygdalinus* اطلاعات کمی وجود دارد و در مورد نرخ رشد، رشد و بقا پوره‌ها، آستانه‌های دمایی و نرخ رشد ذاتی جمعیت گزارشی مشاهده نشده است. به همین منظور در این تحقیق طول دوره رشدی مراحل مختلف زیستی (پوره‌های سن ۱ تا ۴) طول دوره پیش تولیدمثلی، مدت زمان پوره‌زایی، میزان تولیدمثلی، نرخ رشد مراحل مختلف، رابطه بین نرخ رشد و نمو و دما با مدل‌های دمایی و میزان درجه-روز لازم برای تمام مراحل زیستی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین با بررسی جدول زندگی پارامترهای رشدی و تولیدمثلی مهم مورد محاسبه قرار گرفت.

## روش بررسی

تهیه کلنی شته: برای تشکیل کلنی، تعداد ۱۵ عدد تخم زمستان‌گذران شته

*B. amygdalinus* از روی شاخه‌های درختان بادامستان امامیه منطقه سامان در دی ماه سال ۱۳۸۲ جمع‌آوری گردید و در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد روی نهال‌های بادام پرورش داده شد. پس از ایجاد نسل دوم و تشکیل کلنی روی نهال‌های بادام، این کلنی‌ها به عنوان کلنی پایه برای مطالعات بعدی مورد استفاده قرار گرفت.

رشد و نمو پوره‌ها: رشد و نمو پوره‌ها در ۶ دمای ثابت ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۷/۵ و  $29 \pm 0.7$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی  $10 \pm 40$  درصد و دوره نوری ۱۲:۱۲ (L:D) ساعت بررسی شد، آزمایش‌ها در یک انکوباتور و یکی پس از دیگری انجام پذیرفت. قبل از شروع هر آزمایش تعداد ۶۰-۴۰ ساقه تازه بادام رقم سفید به طول ۱۰ سانتی‌متر از درختان شاداب بادامستان امامیه قطع و در آزمایشگاه بجز دو برگ انتهایی بقیه برگ‌های هر ساقه حذف شد. ساقه‌ها جداگانه درون ظروف استوانه‌ای کوچکی به قطر ۲/۵ و ارتفاع ۵ سانتی‌متر قرار گرفت. برای نگهداری ساقه در وسط هر ظرف استوانه‌ای یک لوله پلاستیکی به قطر ۸ میلی‌متر و ارتفاع ۳ سانتی‌متر تعبیه شد. داخل ظرف استوانه‌ای تا ارتفاع ۴/۵ سانتی‌متری پر از آب شد تا ضمن آبیاری ساقه از فرار شته‌ها جلوگیری گردد. شته‌های بی‌بال زنده‌زا از کلنی پایه انتخاب و روی هر ساقه ۲ عدد ماده بالغ قرار گرفت و پس از ۴ ساعت پوره‌زایی بالغین از روی ساقه‌ها حذف شد و فقط یک عدد پوره سن یک روی هر ساقه باقی گذاشته شد. همه ۶۰-۴۰ ساقه آماده شده درون انکوباتور در شرایط ذکر شده قرار گرفت. برای مشاهده بقاء و پوست‌اندازی پوره‌ها هر ۱۲ ساعت یک بار ساقه‌ها زیر استریومیکروسکوپ بازدید شد. ساقه‌های مورد آزمایش در دمای ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد هر سه روز یکبار و ساقه‌های قرار داده شده در درجه حرارت ۲۵ تا ۲۹ درجه سانتی‌گراد هر دو روز یک بار تعویض گردید.

طول عمر و تولیدمثل: طول عمر پوره‌ها از زمان تولد تا رسیدن به مرحله بلوغ، دوره پیش تولیدمثلی، دوره پوره‌زایی تا زمان مرگ شته و میزان تولیدمثل شته‌های بالغ ( $m_x$ ) روی ساقه‌های قرار داده شده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی  $10 \pm 40$  درصد و دوره نوری ۱۲:۱۲ (L:D) ساعت مورد بررسی قرار گرفت. پوره‌های متولد شده روی هر یک از ساقه‌ها پس از شمارش روزانه حذف شدند. شمارش پوره‌ها تا مرگ شته‌های بالغ ادامه یافت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و مدل رشد: نرخ ذاتی رشد جمعیت ( $r_m$ ) با استفاده از معادله لوتکا  $1 = \sum_x e^{-rx} l_x m_x$  محاسبه شد. پارامترهای دیگر مانند نرخ خالص تولیدمثل ( $R_0 = \sum l_x m_x$ )

نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda = e^r$ )، متوسط طول دوره یک نسل ( $T = \ln R_0/r$ )، مدت زمان دو برابر شدن جمعیت ( $DT = \ln 2/r$ ) و نرخ ناخالص تولیدمثل ( $GRR = \sum m_x$ ) بر اساس روش Carey (1993) برحسب روز و دوره سنی<sup>۱</sup> (IP) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد برآورد شد.

مقایسه طول دوره رشدی مراحل مختلف زیستی در دماهای مختلف از طریق تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس طرح پایه کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS 6.02 انجام گرفت. با استفاده از نرم‌افزار Excel 2000 و Curve Expert 1.3 میزان نیکویی برازش داده‌های نرخ رشد و نمو با مدل‌های غیرخطی زیر بررسی شد:

$$\begin{aligned} \text{Lactin1} & [D(T) = e^{(\rho T)} - e^{(\rho T_{max} - (T_{max} - T) / \Delta T)}] \\ \text{Lactin2} & [D(T) = e^{(\rho T)} - e^{(\rho T_{max} - (T_{max} - T) / \Delta T) + \lambda}] \\ \text{Logan6} & [D(T) = \psi(e^{(\rho T)} - e^{(\rho T_{max} - (T_{max} - T) / \Delta T)}). \\ \text{Logan10} & [D(T) = \alpha((1/(1 + ke^{(-\rho T)})) - e^{-(T_{max} - T) / \Delta T})] \end{aligned}$$

در این رابطه‌ها  $D(T)$  نرخ رشد در دمای پرورش  $T$ ،  $T_{max}$  دمای حداکثر کشنده،  $\Delta T$  میزان اختلاف دمای بهینه رشد و دمای حداکثر کشنده،  $\psi$  حداکثر نرخ رشد،  $\rho$  پارامتر ثابت و تعیین کننده نرخ رشد،  $k$  و  $\alpha$  ثابت‌های تجربی هستند و  $\lambda$  پارامتری است که سبب قطع محور  $y$  در مقداری کمتر از صفر می‌شود بنابراین برآورد دمای پایینی آستانه رشد را ممکن می‌سازد (Roy et al., 2002). پارامترهای هر یک از مدل‌های خطی و غیرخطی با استفاده از روش حداقل مربعات<sup>۲</sup> و رگرسیون مارکوآرت<sup>۳</sup> با استفاده از نرم‌افزار Excel 2000 و Curve Expert 1.3 مورد محاسبه قرار گرفت. مدلی که دارای کمترین مقدار مجموع مربعات مانده‌ها (SSR) و بیشترین مقدار ضریب تعیین تعدیل شده ( $R^2$ ) بود به عنوان مناسب‌ترین مدل انتخاب گردید.

جهت بررسی رابطه بین دما و نرخ رشد مراحل مختلف زیستی از مدل رگرسیون خطی  $y = a + bT$  در دامنه دمایی ۱۰ تا ۲۷/۵ درجه سانتی‌گراد (بخش خطی منحنی رشد) استفاده

۱- Instar period یک دوره سنی (IP) مدت زمان لازم برای تکمیل هر یک از ۳ سن پورگی بر حسب درجه-روز است. که این مدت برای هر ۳ سن پورگی در بسیاری از گونه‌ها اگر برابر نباشد خیلی مشابه است (Hutchison & Hogg, 1976, نقل از، Gilbert et al., 1976).

۲- Least squares regression techniques

۳- Marquardt technique