Archive of SID

دو فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگلها و مراتع ایران
جلد ۱۳ شماره ۲، صفحه ۱۵۰-۱۵۹، (۱۳۹۴)

برآورد آستانه پایین دمای رشد و نمو و نیاز دمایی شب‌پره برگ‌خوار دو نواری *Streblote siva* (Lefebvre)

ناصر فرار[۱]، عباس علی زمانی[۲*]، ناصر معینی نقده[۳]، ابراهیم عزیزخانی[۴] و مصطفی حقانی[۵]

۱- دانشجوی دکتری، گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه، ایران
۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه، ایران، پست الکترونیک: azamani@razi.ac.ir
۳- استادیار، گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه، ایران
۴- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۵- دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی یاسوج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۲/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۸/۰۳

چکیده

شب‌پره برگ‌خوار دو نواری *Streblote siva* (Lefebvre) (Lep., Lasiocampidae)، به‌عنوان آفت مهم روی درختان کنار، آکاسیا و کنوکارپوس در مناطق مختلف جنوب کشور فعالیت دارد. در این تحقیق روند رشد و نمو مراحل مختلف زیستی شب‌پره برگ‌خوار دو نواری در چهار دمای ثابت ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سلسیوس بررسی شد. آستانه پایین دمای رشد و نمو و گرمای مؤثر مورد نیاز برای رشد و نمو هریک از مراحل رشدی حشره آفت، با استفاده از مدل‌های خطی معمولی (روز – درجه) و ایکموتو و تاکای برآورد شد. میانگین طول دوره رشد و نمو جنینی از ۶/۳۴±۰/۲۰ تا ۱۹/۵۲±۰/۴۹ روز به‌ترتیب در دماهای ۳۰ و ۱۵ درجه سلسیوس متغیر بود. افزایش دما از ۱۵ تا ۲۵ درجه سلسیوس، طول دوره لاروی را از ۱۱۹/۴۳±۳/۴۶ تا ۳۶/۵۲±۰/۷۰ روز کاهش داد. طول دوره شفیرگی در دماهای مورد بررسی، از ۳۷/۰۷±۰/۸۸ تا ۹/۳۲±۰/۲۸ روز متغیر بود. دوره رشد و نمو مراحل نابالغ در دماهای مختلف از ۱۷۶/۳۰±۳/۵۸ تا ۵۲/۱۲±۰/۷۱ روز به طول انجامید. آستانه پایین دمای رشد و نمو برای مراحل تخم، لارو، شفیره و کل دوره پیش از بلوغ بر اساس مدل خطی معمولی به‌ترتیب ۸/۹۷، ۷/۷۷، ۱۲/۲۰ و ۸/۵۹ درجه سلسیوس و طبق مدل ایکموتو و تاکای، به‌ترتیب ۹/۲۴، ۱۰/۳۴، ۱۱/۱۲ و ۱۰/۴۸ درجه سلسیوس تخمین زده شد. گرمای مؤثر مورد نیاز برای تکمیل رشد و نمو مراحل نابالغ با استفاده از مدل خطی معمولی و مدل ایکموتو و تاکای به‌ترتیب ۱۰۲۳/۵۴±۳۴/۵۷ و ۹۲۰/۸۶±۲۲/۵۹ روز – درجه برآورد شد.

واژه‌های کلیدی: شب‌پره برگ‌خوار دو نواری، آستانه پایین دمای رشد و نمو، نیاز دمایی، *Streblote siva*

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شب‌پره برگ‌خوار دو نواری *Streblote siva* (Lefebvre) (Lep., Lasiocampidae)، یکی از آفات درختان کنار (*Ziziphus* sp.)، کونوکارپوس (*Conocarpus erectus* L.) و آکاسیا (*Acacia ampliceps* Maslin) در استان‌های بوشهر، خوزستان و هرمزگان می‌باشد. لارو این حشره از برگ‌های این درختان تغذیه کرده و ضمن خسارت شدید به برگ‌ها موجب ضعف عمومی درختان جنگلی و زینتی و کاهش تولید میوه در درختان کنار شده است (Farrar *et al.*, 2008). این حشره در گذشته خسارت اقتصادی قابل توجهی نداشته است (Abai, 1999) اما پس از کشت گسترده درخت وارداتی کونوکارپوس در اماکن شهری و صنعتی استان‌های جنوبی، این آفت نیز به‌شدت طغیان کرده و به‌عنوان خطری جدی برای فضای سبز این استان‌ها، به‌ویژه استان بوشهر محسوب می‌شود. عدم توجه به اهمیت تنوع زیستی در توسعه گیاهان و عدم آگاهی از پیامدهای کشت وسیع یک گونه گیاهی غیر بومی، می‌تواند باعث گسترش آفات اتفاقی، وارداتی و یا حتی تبدیل یک گونه کم‌خطر به یک آفت جدی شود. این حشره ممکن است به درختان بومی منطقه نیز زیان وارد کند و برای مهار آنها هزینه‌های هنگفتی نیاز باشد. اسفندیاری و همکاران (۱۳۹۲) طغیان و خسارت گسترده این حشره را روی درختان کنوکارپوس در اهواز گزارش کردند. لاروهای این حشره در مناطق مختلف تاکنون از روی کنار (*Ziziphus* spp.)، گز (*Tamarix* spp.)، بید (*Salix* sp.)، زالزالک (*Crataegus* sp.)، انار (*Punica* sp.)، کهور (*Prosopis* spp.)، سیب جنگلی (*Nigella* sp.)، اکالیپتوس (*Eucalyptus* sp.)، استبرق (*Calotropis* sp.)، پده (*Populus* sp.)، خرزهره (*Nerium* sp.)، برهان (*Albizia* sp.)، سیاه تلو بادام (*Paliurus* sp.)، آکاسیا (*Acacia* sp.)، حرا (*Avicennia* sp.)، دم‌اسبی (*Casuarina* sp.)، سیب (*Malus* sp.) و هلیله (*Terminalia* sp.) جمع‌آوری شده است (Behdad, 1996; Abai, 1999; Modarress Avval, 2001; Zolotuhin & Zahiri, 2008). این حشره در ایران از استان‌های قزوین، اصفهان، فارس، خوزستان، بوشهر، هرمزگان، سیستان و بلوچستان و کرمان گزارش شده است (Zolotuhin & Zahiri, 2008).

استان بوشهر دارای اقلیمی گرم است که در بخش‌های ساحلی به صورت گرم و مرطوب و در بخش‌های داخلی استان به صورت گرم و خشک و از استان‌های کم باران کشور است. استقرار استان بوشهر در بین عرض‌های جغرافیایی ۲۷ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۱۶ دقیقه موجب شده که این استان به یکی از گرم‌ترین مناطق کشور مبدل شود (Anonymous, 2012).

دما از مهمترین عوامل مؤثر بر فیزیولوژی، زیست‌شناسی، توزیع، فراوانی و رفتار حشرات محسوب می‌شود (Legg *et al.*, 2000). بنابراین آگاهی از روند رشد و نمو و تکامل حشرات آفت در دماهای مختلف، برای پیش‌بینی نوسانهای جمعیت آفات با تغییر شرایط دمایی و مدیریت آنها ضروریست. همچنین مطالعه عوامل مختلف مانند دما و کیفیت مواد غذایی که به طور مستقیم روی سرعت رشد و نمو (آهسته و سریع) آفات تأثیر می‌گذارند، برای بهبود مدیریت آفات لازم است (Higley & Peterson, 1994) و از طرفی بسیاری از مدل‌های جمعیتی متأثر از دما می‌باشد که این مدل‌ها و روش‌ها در مجموع ارتباط بین میزان رشد حشره و دما را توصیف می‌کنند (Higley & Peterson, 1994; Higley *et al.*, 1986). در حال حاضر اطلاعات زیادی در مورد شب‌پره برگ‌خوار دونواری وجود ندارد و طول مراحل مختلف زیستی، تعداد نسل، نحوه دیاپوز و نیازهای دمایی آن گزارش نشده است. این تحقیق به‌منظور بررسی روند رشد و نمو این آفت در دماهای مختلف انجام شده است. بر اساس نتایج حاصل، آستانه پایین دمای رشد و نمو و میزان روز- درجه مورد نیاز مراحل جنینی، لاروی، شفیرگی و کل دوره پیش از بلوغ برآورد شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

پرورش آزمایشگاهی شب‌پره برگ‌خوار دو نواری:

در آبان ۱۳۹۲ شفیره‌های *S. siva* از روی درختان کنار و کنوکارپوس در منطقه بوشهر جمع‌آوری و به آزمایشگاه و در شرایط رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد، دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و دمای ۲±۲۵ درجه سلسیوس منتقل شد. پس از اینکه یک نسل آزمایشگاهی از شب‌پره برگ‌خوار دو نواری به‌دست آمد، حداقل ۱۰ شب‌پره ماده جفت‌گیری کرده از نسل دوم انتخاب و به مدت ۲۴ ساعت (همراه با آب و عسل رقیق شده بیست درصد) به‌منظور تخم‌ریزی روی نهال‌های تهیه شده درخت کنوکارپوس رهاسازی شد. پس از گذشت این مدت، حشرات ماده از روی نهال‌ها جمع‌آوری و تخم‌های گذاشته شده که همگی کمتر از ۲۴ ساعت سن داشتند، به عنوان گروه هم سن آزمایشی نگهداری شدند. هریک از تخم‌ها به منزله یک تکرار آزمایش با استفاده از یک قلم موی ظریف به صورت جداگانه روی برگ‌های درخت کنوکارپوس تازه منتقل و در داخل اتاقک رشد با رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی نگهداری شد. زمان تفریخ تخم‌ها، روند تغییرات هریک از سنین لاروی، زمان تشکیل شفیره‌ها و خروج حشرات کامل به صورت جداگانه در هر روز بررسی و ثبت شد. پرورش لاروهای سن سه به بعد داخل قفس‌های توری استوانه‌ای شکل به ابعاد ۱۲×۲۰ سانتی‌متر انجام شد، داخل هر قفس، یک شاخه جوان کنوکارپوس درون یک ظرف حاوی آب گذاشته شد. در طول زمان انجام آزمایش‌ها، شاخه‌ها و برگ‌های تازه جایگزین برگ‌های لوله شده و نامرغوب می‌شد. این آزمایش به طور مشابه در چهار دمای ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سلسیوس برای تمام مراحل نابالغ انجام شد.

تحلیل آماری

برای ارزیابی اثر دما روی رشد و نمو شب‌پره برگ‌خوار دو نواری، از مدل خطی معمولی بین دما به‌عنوان متغیر مستقل (X) و میزان رشد و نمو به‌عنوان متغیر وابسته (Y) استفاده شد (رابطه ۱). تخمین مقادیر آستانه پایین دمای رشد و نمو (T_0) و ثابت دمایی (K) نیز با استفاده از روابط ۲ و ۳ انجام شد.

$$Y = a + bX \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

$$K = \frac{1}{b} \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

$$T_0 = -\frac{a}{b} \qquad \text{(رابطه ۳)}$$

در روابط بالا a برابر عرض از مبدأ و b معادل شیب خط رگرسیون می‌باشد. برای محاسبه SE آستانه پایین دمای رشد و نمو (T_0) از رابطه ۵ استفاده شد (Kontodimas *et al.*, 2004; Campbell *et al.*, 1974).

$$SE_{T_0} = \frac{\bar{y}}{b}\sqrt{\frac{s^2}{N.\bar{y}^2} + \left[\frac{SE_b}{b}\right]^2} \qquad \text{(رابطه ۵)}$$

$$SE_K = \frac{SE_b}{b^2} \qquad \text{(رابطه ۶)}$$

در روابط (۵ و ۶)، S^2 مربع میانگین باقیمانده‌های (y) می‌باشد، پارامتر $\bar{y}$ میانگین نمونه‌ها و N تعداد نمونه می‌باشد. علاوه بر مدل روز- درجه، از مدل ایکموتو و تاکای نیز برای محاسبه مقادیر آستانه پایین دمای رشد و نمو و ثابت دمایی استفاده شد (Ikemoto & Takai, 2000). برای این منظور مطابق رابطه ۷، بین دوره رشد و نمو (D) به‌عنوان متغیر مستقل و حاصل‌ضرب دما در دوره رشد و نمو (DT) به‌عنوان متغیر وابسته رگرسیون خطی برقرار شد.

(رابطه ۷)

$$DT = K + T_0 D$$

برای انجام محاسبات آماری از نرم‌افزارهای SPSS. Ver. 16 و Excel استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

نتایج حاصل نشان داد که شب‌پره برگ‌خوار دونواری قادر به تکمیل تمام مراحل رشدی خود در محدوده دمایی ۱۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس است (جدول ۱). با افزایش دما از ۱۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس، طول دوره رشد و نمو تمام مراحل زیستی حشره کاهش یافت. دوره رشد و نمو جنینی بین ۶/۳۴±۰/۲۰ تا ۱۹/۵۲±۰/۴۹ روز به‌ترتیب در دماهای ۳۰ و ۱۵ درجه سلسیوس متغیر بود (جدول ۱). مراحل لاروی به طور معمول شامل شش سن لاروی بود، اما در تعدادی از تکرارها در دماهای ۱۵ و ۲۰ درجه سلسیوس، سنین هفت و هشت لاروی هم تشکیل شد. حداکثر طول مدت رشد و نمو دوران لاروی در دمای ۱۵ درجه سلسیوس برابر با ۱۱۹/۴۳±۳/۴۶ روز به‌دست آمد، در حالی که این مقدار در دماهای ۲۵ و۳۰ درجه سلسیوس کمتر از ۳۷ روز بود. بیشترین طول دوره رشد و نمو در دمای ۱۵ درجه سلسیوس مربوط به مراحل لارو سن ششم و شفیره بود. اما کمترین زمان لازم برای سپری شدن طول دوره رشد و نمو در لارو سن دوم و سوم در دمای ۳۰ درجه سلسیوس رخ داد. دوره شفیرگی از ۳۷/۰۷±۰/۸۸ در دمای ۱۵ درجه سلسیوس تا ۹/۳۲ ±۰/۲۸ روز در ۳۰ درجه سلسیوس متفاوت بود. در مجموع، افزایش دما از ۱۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس، باعث کاهش طول دوره رشد و نمو مراحل نابالغ از ۱۷۹/۳۰±۳/۵۸ تا ۵۲/۱۲±۰/۷۱ روز شد.

نتایج مدل خطی معمولی نشان داد که دما اثر معنی‌داری روی میزان رشد و نمو تمام مراحل زیستی *S. siva* داشته است (جدول‌های ۲ و ۴). ضریب تبیین (R^2) نشان می‌دهد که چه نسبتی از تغییرات متغیر وابسته (میزان رشد و نمو) از طریق رگرسیون به وسیله تغییرات متغیر مستقل (تغییرات دما) قابل توصیف است. به‌طوری‌که کمترین مقدار گرمای مؤثر مربوط به مرحله لاروی سن دوم و سوم و بیشترین گرمای مؤثر مربوط به مرحله لارو سن ششم بود.

بر اساس نتایج حاصل از مدل خطی معمولی، آستانه پایین دمای رشد و نمو برای کل دوره نابالغ شب‌پره برگ‌خوار دو نواری برابر با ۸/۵۹±۰/۰۱ درجه سلسیوس و ثابت دمایی آن ۱۰۲۳/۵۴±۳۴/۵۷ روز-درجه تخمین زده شد. مقادیر آستانه پایین دمای رشد و نمو و ثابت دمایی طبق مدل ایکموتو و تاکای نیز تخمین زده شد که نتایج آن در جدول (۳ و ۴) ارائه شده است. بر این اساس، آستانه پایین دمای رشد و نمو و ثابت دمایی برای کل دوره نابالغ *S. siva* به‌ترتیب ۱۰/۴۸±۰/۲۲ درجه سلسیوس و ۹۲۰/۸۶±۲۲/۵۹ روز-درجه محاسبه شد که با مقادیر حاصل از مدل خطی معمولی، متفاوت می‌باشد. با توجه به اینکه ضریب تبیین (r^2) در مدل ایکموتو و تاکای بیشتر از مدل خطی معمولی به‌دست آمده است، بنابراین نتایج آن نیز به لحاظ آماری قابل اعتمادتر است و می‌توان بیان کرد که در مدل ایکموتو و تاکای برازش بهتری از داده‌های تجربی وجود داشته است (جدول ۴). کمترین مقادیر T_0 در هر دو مدل برای لاروهای سنین پنجم و ششم به‌دست آمده است و نشان می‌دهد که این دو سن لاروی در دماهای پایین‌تر نسبت به سایر سنین لاروی، بهتر می‌توانند رشد و نمو خود را آغاز کنند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- طول مدت رشدی (SE±میانگین) شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری ***Streblote siva*** در دماهای مختلف در شرایط آزمایشگاهی.

مراحل رشد	دما (درجه سلسیوس)							
	تعداد	**۱۵°**	تعداد	**۲۰°**	تعداد	**۲۵°**	تعداد	**۳۰°**
تخم	۶۳	۱۹/۵۲±۰/۴۹	۶۳	۱۳/۳۵±۰/۳۶	۶۳	۸/۸۵±۰/۱۹	۶۳	۶/۳۴±۰/۲۰
لارو سن ۱	۳۸	۱۸/۴۲±۰/۳۷	۴۰	۸/۱۳±۰/۳۴	۵۳	۴/۳۹±۰/۱۸	۴۴	۵/۷۴±۰/۲۴
لارو سن ۲	۳۳	۱۳/۶۸±۰/۳۰	۳۷	۶/۶۵±۰/۲۵	۴۶	۳/۹۲±۰/۱۷	۳۵	۳/۰۹±۰/۱۶
لارو سن ۳	۳۱	۱۵/۳۷±۰/۴۱	۳۵	۷/۵۱±۰/۳۱	۴۲	۴/۱۲±۰/۱۸	۳۱	۳/۱۶±۰/۱۵
لارو سن ۴	۳۰	۱۵/۵۳±۰/۶۳	۳۵	۱۰/۶۳±۰/۳۹	۴۲	۴/۵۹±۰/۱۹	۳۱	۵/۰۷±۰/۲۳
لارو سن ۵	۳۰	۲۱/۱۰±۰/۶۵	۳۵	۱۳/۱۲±۰/۴۵	۴۲	۸/۵۰±۰/۲۵	۳۱	۹/۱۶±۰/۲۶
لارو سن ۶	۳۰	۲۸/۶۷±۰/۵۳	۳۵	۱۵/۳۷±۰/۴۹	۴۲	۱۰/۹۳±۰/۴۹	۳۱	۱۰/۳۵±۰/۳۴
لارو سن ۷	۵	۲۵/۴۰±۱/۲۹	۳	۱۳/۳۳±۰/۸۸	–	–	–	–
لارو سن ۸	۳	۲۲/۶۷±۱/۴۵	–	–	–	–	–	–
مجموع لاروی	۳۰	۱۱۹/۴۳±۳/۴۶	۳۵	۶۲/۶۳±۱/۷۳	۴۲	۳۶/۵۲±۰/۷۰	۳۱	۳۶/۷۴±۰/۶۴
شفیرگی	۳۰	۳۷/۰۷±۰/۸۸	۳۵	۱۹/۳۷±۰/۵۰	۴۲	۱۰/۶۰±۰/۲۹	۳۱	۹/۳۲±۰/۲۸
مراحل نابالغ	۳۰	۱۷۶/۳۰±۳/۵۸	۳۵	۹۵/۹۴±۲/۱۰	۴۲	۵۶/۱۰±۰/۹۴	۳۱	۵۲/۱۲±۰/۷۱

جدول ۳- رگرسیون خطی رابطه‌ی بین دوره‌ی رشد و نمو و حاصل‌ضرب دوره‌ی رشد و نمو در دما (**DT= K+tD**) و محاسبه‌ی آستانه‌ی دمایی پایین (**t0**) و روز- درجه (**K**) مورد نیاز برای هر مرحله‌ی زیستی شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری **Streblote siva** در مدل ایکموتو و تکای در دماهای مختلف.

مراحل رشدی	Intercept (*K*)	Slope (t_0)	R^2	r	*F*	*P*
تخم	۱۳۳/۳۷±۶/۴۲	۹/۲۴±۰/۴۵	۰/۷۶	۰/۸۷	۴۱۶/۳۹	۰/۰۰۰۰
لارو سن ۱	۵۵/۳۶±۲/۵۳	۱۲/۴۱±۰/۲۳	۰/۹۶	۰/۹۸	۳۰۴۷/۸۴	۰/۰۰۰۰
لارو سن ۲	۵۰/۵۷±۲/۴۷	۱۱/۷۹±۰/۲۹	۰/۹۴	۰/۹۷	۱۷۱۰/۳۴	۰/۰۰۰۰
لارو سن ۳	۵۲/۷۰±۲/۷۰	۱۲/۱۱±۰/۲۸	۰/۹۵	۰/۹۷	۱۸۹۳/۵۸	۰/۰۰۰۰
لارو سن ۴	۵۷/۹۶±۴/۵۰	۱۲/۶۶±۰/۴۱	۰/۹۰	۰/۹۵	۹۳۶/۹۱	۰/۰۰۰۰
لارو سن ۵	۱۱۹/۰۷±۶/۴۴	۱۰/۲۶±۰/۴۴	۰/۸۴	۰/۹۲	۵۴۷/۶۴	۰/۰۰۰۰
لارو سن ۶	۱۴۴/۳۳±۸/۳۳	۱۰/۶۰±۰/۴۴	۰/۸۵	۰/۹۲	۵۸۹/۳۴	۰/۰۰۰۰
مجموع لاروی	۵۹۹/۰۸±۱۸/۸۶	۱۰/۳۴±۰/۲۷	۰/۹۲	۰/۹۶	۱۴۸۰/۷	۰/۰۰۰۰
شفیرگی	۱۵۹/۳۴±۴/۸۴	۱۱/۱۲±۰/۲۳	۰/۹۵	۰/۹۷	۲۳۹۹/۷	۰/۰۰۰۰
مراحل نابالغ	۹۲۰/۸۶±۲۲/۵۹	۱۰/۴۸±۰/۲۲	۰/۹۴	۰/۹۷	۲۱۳۴/۵۳	۰/۰۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- مقایسه‌ی آستانه‌ی دمایی پایین (t_0, T_0) و ثابت دمایی (K, DD) مورد نیاز برای هر مرحله‌ی زیستی *Streblote siva* در مدل ایکموتو و تاکای و مقایسه آن با مدل خطی معمولی.

مراحل رشدی	مدل ایکموتو و تاکای		R^2	مدل خطی معمولی		R^2
	Intercept (*a*)	Slope (*b*)		*-a/b*	*1/b*	
	K±SE	t_0±SE		T_0 (˚C)	*DD* (˚C day^{-1})	
تخم	۱۳۳/۳۷±۶/۴۲	۹/۲۴±۰/۴۵	۰/۷۶	۸/۹۷±۰/۰۳۴	۱۳۲/۴۵±۲۶/۵	۰/۷۷
لارو سن ۱	۵۵/۳۶±۲/۵۳	۱۲/۴۱±۰/۲۳	۰/۹۶	۷/۱۷±۰/۱۸	۹۶/۱۵±۹/۶۱	۰/۴۰
لارو سن ۲	۵۰/۵۷±۲/۴۷	۱۱/۷۹±۰/۲۹	۰/۹۴	۱۱/۰۶±۰/۱۷	۵۲/۹۱±۲/۷۹	۰/۶۹
لارو سن ۳	۵۲/۷۰±۲/۷۰	۱۲/۱۱±۰/۲۸	۰/۹۵	۱۱/۷۰±۰/۱۴	۵۳/۱۹±۲/۵۴	۰/۷۴
لارو سن ۴	۵۷/۹۶±۴/۵۰	۱۲/۶۶±۰/۴۱	۰/۹۰	۹/۲۴±۰/۱۴	۸۴/۰۳±۷/۱۲	۰/۵۱
لارو سن ۵	۱۱۹/۰۷±۶/۴۴	۱۰/۲۶±۰/۴۴	۰/۸۴	۳/۱۷±۰/۰۵	۲۱۲/۷۶±۱۳/۵۸	۰/۵۵
لارو سن ۶	۱۴۴/۳۳±۸/۳۳	۱۰/۶۰±۰/۴۴	۰/۸۵	۵/۸۰±۰/۰۳	۲۱۸/۸۲±۱۵/۳۲	۰/۵۹
مجموع لاروی	۵۹۹/۰۸±۱۸/۸۶	۱۰/۳۴±۰/۲۷	۰/۹۲	۷/۷۷±۰/۰۱	۷۱۹/۴۲±۳۲/۶۱	۰/۷۸
شفیرگی	۱۵۹/۳۴±۴/۸۴	۱۱/۱۲±۰/۲۳	۰/۹۵	۱۲/۲۰±۰/۰۲	۲۰۰/۰۰±۸/۰۰	۰/۸۱
مراحل نابالغ	۹۲۰/۸۶±۲۲/۵۹	۱۰/۴۸±۰/۲۲	۰/۹۴	۸/۵۹±۰/۰۱	۱۰۲۳/۵۴±۳۴/۵۷	۰/۸۶

بحث

دما مهمترین عامل غیرزنده است که روی رشد، میزان رشد و نمو و بقا مؤثر است (Hallman & Denlinger, 1998). ارتباط بین دما و میزان رشد و نمو برای درک تأثیرات زیست‌شناسی، پراکنش، فراوانی و پیشگویی وضعیت حال و آینده حشره آفت نقش تعیین‌کننده‌ای دارد (Tobin *et al.*, 2003). از طرفی با کمک و بهره‌گیری از پیشگویی زمان و میزان رشد و نمو حشره آفت و نیز پیش‌بینی وضعیت آب و هوایی منطقه، می‌توان برنامه مهم و کاربردی برای مدیریت آفت تدوین کرد (Roy *et al.*, 2002). بنابراین در این راستا انتخاب مدل ریاضی مناسب که بتواند این ارتباطات را بیان کند، ضروریست.

طول رشد و نمو مرحله تخم در این حشره با افزایش دما کاهش می‌یابد، به‌طوری‌که از ۱۹/۵۲ روز در دمای پایین به کمترین میزان ۶/۳۴ روز در بالاترین دما می‌رسد که بهترین دما برای رشد و نمو مرحله تخم دمای ۳۰ درجه سلسیوس برآورد شد. کمترین طول مدت رشد و نمو هر مرحله پرورش یافته روی دماهای مختلف، لارو سن دوم بود که نشانگر حساسیت این مرحله به دما می‌باشد اما بیشترین طول مدت رشد و نمو در مرحله شفیرگی در دمای ۱۵ و ۲۰ درجه سلسیوس و لارو سن ششم در دمای ۲۵ و ۳۰ درجه سلسیوس به‌دست آمد که نشانگر کمترین حساسیت این مراحل به دما هستند. طولانی‌تر شدن زمان فعالیت لاروها و به وجود آمدن سنین لاروی بیشتر (سنین هفتم و هشتم لاروی) در دمای سردتر، مؤید این است که دمای پایین (۱۵ درجه سلسیوس) باعث ایجاد حداقل آستانه دمایی پایین در برخی سنین لاروی شده و به طور مستقیم باعث تعداد بیشتر سنین لاروی نسبت به حالت پرورش لاروها در دمای بهینه شده است که این نمونه رفتاری نیز در تحقیقات Calvo و Molina در سال ۲۰۰۵ روی گونه *Streblote panda* Hübner دیده شده است. بنابراین در منطقه مورد مطالعه، رشد و نمو مراحل لاروی و امکان بقا در شرایط فصلی سردتر (در فصل پاییز و زمستان)، با طولانی شدن مراحل رشدی و نیز ادامه پوست اندازی و

www.SID.ir

Archive of SID

ایجاد سنین لاروی بیشتر حاصل می‌شود. رشد و نمو شب‌پره برگ‌خوار دو نواری روی کنوکارپوس در دمای ۲۵ و۳۰ درجه سلسیوس خیلی سریع‌تر اتفاق افتاد که این موضوع قرار گرفتن لاروها روی قسمت رو به جنوب درختان را توجیه می‌کند. نیاز به این روز- درجه در طول فصل پاییز و زمستان باعث حرکت لاروها به سمت قسمت رو به جنوب شده تا بتوانند بیشترین مقدار دما در فصل پاییز و زمستان را به‌دست آورند.

با توجه به داده‌های حاصل از این تحقیق که بیشترین سرعت رشد و نمو برای سپری شدن یک نسل *S. siva* از مراحل نابالغ در دمای ۳۰ درجه سلسیوس مشاهده شد، بنابراین دمای ۳۰ درجه سلسیوس شرایط بهینه‌تری را برای رشد و نمو این شب‌پره برگ‌خوار فراهم کرد. نتایج تحقیق روی گونه‌ای دیگر از همین جنس به نام *S. panda* نشان داد که دمای ۲۸ و ۳۱ درجه‌ی سلسیوس بهترین دمای بهینه رشد و نمو برای این حشره می‌باشد (Clavo & Monila, 2005).

میزان کم آستانه دمایی پایین در لارو سن دوم امکان یک نوع سازش را در بقای آنها در شروع فصل‌های سردتر فراهم می‌کند. همچنین آستانه دمایی پایین سنین آخر لاروی نیز سازش مهمی را در بقای لاروها در آخر فصل پاییز و اوایل فصل زمستان که دما به‌شدت کاهش پیدا می‌کند، فراهم می‌سازد که محاسبه‌های انجام شده با دو مدل مذکور مؤید این می‌باشد. اما اینکه گونه *S. panda* بر خلاف *S. siva* در سنین اول لاروی دارای مقدار به نسبت بالایی از آستانه دمایی پایین نسبت به لاروهای سن آخر دارد (Clavo & Monila, 2005) می‌توان به نوع گونه و فعالیت آنها در مناطق اکولوژی متفاوت (پراکنش *S. panda* در مناطقی از اسپانیا و شمال آفریقا و در فصل گرم سال می‌باشد، در صورتی که پراکنش *و فعالیت S. siva* در جنوب ایران و در فصل معتدل و سرد سال است) نسبت داد. کامل شدن مراحل رشدی به‌ویژه مراحل لاروی در دمای شرایط فصلی پاییز و زمستان، باعث فعالیت برگ‌خواری و بقای لاروها در طی این فصل‌ها در بوشهر خواهد شد. در همین رابطه تفاوت‌های رشدی گونه *S. panda* را به شرایط آب و هوایی خاص مناطق انتشار و پراکنش آن نسبت می‌دهند (Calvo & Molina, 2005).

روابط رگرسیونی که بیانگر سرعت رشد و نمو هر مرحله زیستی است توانست به خوبی رابطه رشد و نمو و دما را در این حشره توجیه کند، همچنین ضرایب همبستگی و تبیین که نشانگر وجود رابطه معنی‌دار بین میزان رشد و دماست نیز با اطمینان بالا این موضوع را در این سری از آزمایش‌ها به اثبات رسانید. اختلاف در میزان رشد و نمو، آستانه دمایی پایین و گرمای مؤثر مراحل مختلف رشدی یک گونه با گونه دیگر حتی از یک جنس ممکن است متفاوت باشد که این می‌تواند بر اثر نوع میزبان، تغییرات محیط، فعالیت حشره در فصل‌های مختلف سال و شرایط اکولوژی منطقه پراکنش حشره باشد (Ikemoto, 2005; Dent & Walton, 1997; Pedigo & Zeiss, 1996). گونه *S. siva* نیز با وجودی که با گونه *S. panda* از یک جنس هستند دارای تفاوت‌های آشکاری از این نظر می‌باشند که این می‌تواند نتیجه چندین عامل ازجمله شرایط آزمایشگاهی، کیفیت مواد غذایی، وضعیت آب و هوایی و شرایط جغرافیایی مناطق انتشار باشد. در رابطه با تأثیر کیفیت مواد غذایی و طول دوران رشدی، Clavo و Monila در سال ۲۰۰۴ نشان دادند که گونه *S. panda* روی گیاه میزبان *Retama sphaerocarpa* (L.) سریع‌تر نسبت به گونه *Arbutus unedo* (L.) رشد و نمو می‌کند و مراحل زیستی خود را سریع‌تر به پایان می‌رساند، نتیجه گرفتند که رشد لاروها علاوه بر دما وابسته به رژیم غذایی نیز می‌باشد. میزبان به‌عنوان رژیم غذایی می‌تواند به طور مؤثر فعالیت رشدی شب‌پره برگ‌خوار دو نواری را علاوه بر دما تحت تأثیر قرار دهد (Farrar *et. al*., 2015). بنابراین عامل دمای نامطلوب به همراه مواد غذایی با کیفیت پایین می‌تواند رشد و نمو را کاهش دهد و دمای بهینه و مواد با کیفیت خوب می‌تواند رشد و نمو مراحل مختلف رشدی یک حشره را تسریع کند و باعث خطر یک گونه آفت شود. توسعه درختان کنوکارپوس به صورت بسیار زیاد در تمام مناطق استان‌های جنوبی ممکن است نه تنها باعث

www.SID.ir

Archive of SID

بهبود تغذیه شب‌پره برگ‌خوار دو نواری شود بلکه سبب طغیان و خسارت به دیگر گونه‌های بومی منطقه شود. هر چند نوع آب و هوا و اقلیم استان‌های جنوب ایران می‌تواند به‌عنوان یک عامل مستقل از تراکم پویایی جمعیت *S. siva* را به‌ویژه در تابستان‌های بسیار گرم تحت تأثیر قرار دهد.

بر اساس مطالعات Trudgill (۱۹۹۵) گونه‌هایی که مقدار کم آستانه دمایی پایین (T_0) دارند، در دماهای پایین سریع‌تر رشد می‌کند، درحالی‌که گونه‌های سازگار در مناطق گرم در دمای بالاتر، رشد سریع‌تری نشان می‌دهند. بنابراین انتظار بر این است که جمعیت گونه‌های مناطق گرمسیری دارای مقدار T_0 بالاتر و میزان K پایین‌تر باشند، در مقابل جمعیت گونه‌های مناطق نیمه‌گرمسیری و معتدله دارای میزان T_0 کمتر و K بیشتر می‌باشد (Trudgill, 1995). همچنین افراد برخی از گونه‌ها در مناطق گرم که گرمایی بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس داشته باشند، اگرچه میزان مرگ و میر بالایی دارند اما می‌توانند زندگی خود را کامل کنند (Shirai, 2000). این در حالیست که برخی گونه‌ها مانند پروانه برگ‌خوار کنار (*Thiacidas postic* Walker) در جنوب ایران (Farrar *et al.*, 2001; Farrar & Karampour, 2008) و شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری *S. siva* برای سازش در مناطق گرم، فصل‌های معتدل و سرد را برای فعالیت تغذیه‌ای و رشد و نمو انتخاب می‌کنند و مراحل رشد و نمو خود را قبل از شروع فصل گرم کامل می‌نمایند. اولین سازش شب‌پره برگ‌خوار دو نواری به‌عنوان آفت درختان کنار، کنوکارپوس و آکاسیا، فعالیت در فصل غیر گرم می‌باشد. سازگاری این گونه حشرات در آب و هوایی شبیه بوشهر گامی در راستای تکامل این حشرات با تابستان‌های بسیار گرم این مناطق است. بنابراین شب‌پره برگ‌خوار دو نواری در بوشهر در اوایل فصل پاییز (ماه‌های آبان، آذر) و اوایل فصل زمستان در دی‌ماه به سرعت روز- درجه‌ها را جمع می‌کند و نسل اول خود را کامل و اواخر زمستان نسل دوم آغاز و تا اوایل فصل بهار ادامه پیدا می‌کند. در حقیقت میانگین روز- درجه‌های انباشته شده در ماه‌های مختلف می‌تواند نشانه تعداد نسل حشره باشد که در این گونه شب‌پره تا اواخر اردیبهشت حداکثر می‌تواند سه نسل به وجود آورد اما سردی هوا در اواخر دی‌ماه و بهمن‌ماه باعث توقف رشد و در نهایت تشکیل دو نسل می‌شود. نسل بهار در اواخر اسفندماه زمانی که هوا رو به گرمی است به‌تدریج ظاهر می‌شوند که این نسل حاصل تخم‌های گذاشته شده به وسیله حشرات ماده‌ای که در اوایل آبان‌ماه و یا اواخر آذرماه ظاهر شدند، می‌باشند. از شروع گرمای بهار و تا فصل بسیار گرم تابستان فعالیت این حشره متوقف شده و تابستان‌گذرانی می‌کند. آنچه اهمیت دارد این است که مرحله از تخم تا ظهور حشره بالغ به طور مشخص می‌تواند میزان نسل‌های موفق این حشره را تعیین کند و در شرایط آزمایشگاهی تا پنج نسل تشکیل دهد. گونه *S. panda* می‌تواند از اواخر فروردین (آوریل) تا اواسط شهریور (آگوست) دو نسل کامل ایجاد کند (Calvo & Molina, 2005)، در صورتی که در منطقه بوشهر شب‌پره برگ‌خوار دو نواری *S. siva* تا اواسط اردیبهشت به علت گرما فعالیتش متوقف می‌شود. چنین مدل فنولوژیکی برای این گونه حشرات در این مناطق با شرایط آب و هوایی خاص دور از انتظار نیست (Grassberger & Reiter, 2002). تحقیقات دیگر روی گونه *S. panda* تعداد چهار نسل (Huertas, 1980) و در جایی دیگر در منطقه پراکنش آفت دو تا سه نسل (Calvo & Molina, 2005) گزارش شده است.

زمستان‌های معتدل در استان بوشهر اجازه رشد سریع‌تر افراد این نسل را فراهم می‌کند، در نتیجه ظهور زودتر بالغ‌ها در بهار سال بعد را درپی خواهد داشت. این قابلیت بالقوه، امکان تعداد نسل بیشتر این حشره را روی گیاهان وارداتی مثل کنوکارپوس و آکاسیا و حتی گونه‌های بومی ارزشمند از نظر تولید میوه مثل درختان کنار فراهم می‌کند که خطر طغیان این گونه و خسارت آن را افزایش می‌دهد. همچنین شرایط سردتر در اواخر پاییز و اوایل زمستان و تا اواسط زمستان در بوشهر یک تأخیر و توقف رشد را درپی خواهد داشت که باعث نسل‌های جدا از هم می‌شود و اواخر زمستان نسل دوم (نسل بهاری) به‌تدریج ظاهر می‌شود. به

www.SID.ir

Archive of SID

تأخیر افتادن رشد، کاهش بقا و کاهش رشدی لارو علاوه بر دما به دلیل اثرات غیرمستقیم کیفیت مواد غذایی و فنولوژی گیاه می‌تواند باشد (Calvo & Molina, 2005). این که چرا لارو *S. panda* می‌تواند در طول سال در اسپانیا فعالیت کند (Calvo & Molina, 2005; Huertas, 1980) با این تحقیق هم خوانی ندارد، زیرا از یک طرف ممکن است گونه و از طرف دیگر شرایط آب و هوایی متفاوت باشد.

مدل ریاضی به‌ویژه مدل ایکموتو و تاکای با توجه به دقت بالاتر بر اساس مقایسه ضریب تبیین، می‌تواند توصیف و تطبیق خوبی از ارتباط بین دما و میزان رشد داشته باشد. به طور خلاصه، این مدل روز- درجه (DD)، که با کمک آزمایش‌های انجام شده بدست آمد، می‌تواند برای تعیین تعداد نسل، طول مدت رشد و نمو مراحل مختلف رشدی و پیشگویی برای مدیریت مهار این شب‌پره مورد استفاده قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

- Abai, M., 1999. Pests of Forest Trees and Shrubs of Iran, No: 22; Ministry of Agriculture, Agricultural Research Education & Extension organization; Tehran, pp.175. (In Persian)
- Anonymous, 2012. Statistical Yearbook Meteorological Bushehr. Office forecasting, climate research and meteorological applications, Meteorological Bushehr.
- Behdad, E., 1996. Pests and diseases of forest trees and shrubs and ornamental plants in Iran. Vaziry, 824pp. (In Persian)
- Calvo, D. and Molina, J.M., 2004. Fitness traits and larval survival of the Lappet moth, *Streblote panda* Hübner, [1820] (Lepidoptera: Lasiocampidae) reared on different host plants. African Entomology, 12 (2): 278-282.
- Calvo, D. and Molina, J.M., 2005. Developmental rates of the Lappet Moth *Streblote panda* Hübner [1820] (Lepidoptera: Lasiocampidae) at constant temperatures. Spanish Journal of Agricultural Research, 3 (3): 319-325.
- Campbell, A., Frazer, B.D., Gilbert, N., Gutierrez, A.P. and Mackauer, M., 1974. Temperature requirements of some Aphids and their parasites. Journal of Applied Ecology, 11 (2): 431-438.
- Dent, D.J.R. and Walton, M.P., 1997. Methods in ecological and agricultural entomology. CAB International, Wallingford, UK. 387 pp.
- Esfandiari, M., Mossadegh, M.S., Farrar N. and Fazelinejad, A., 2012. Report of *Streblote siva* (Lepidoptera: Lasiocampidae) damage on Conocarpus trees in south and south western provinces of Iran. Plant Pest Research, 2 (2): 75-80. (In Persian).
- Farrar, N. and Karampour, F., 2008. Pests, diseases and methods of biological control using natural enemies and some another method adapted associated with environment. In Assareh, M.H. (Eds.). Biological characteristics Christian thorn trees in Iran. Institute Researches Forests and Rangelands. Tehran. pp. 445-571. (In Persian)
- Farrar, N., Asadi, G.H. and Golestaneh, R., 2001. Biological study of Ber Defoliator, *Thiacidas postica* walker (Lepidoptera: Noctuidae) in Bushehr Province. Journal of Entomological Society of Iran. 21 (1): 31-50. (In Persian).
- Farrar, N., Assareh, M.H., Sadeghi, S.M. and Sadeghi, S.E., 2008. Present Status of Arthropoda Pests on *Ziziphus* spp. in south of Iran. Proceeding of First International Jujube Symposium. Baoding, China. P. 63-64.
- Farrar, N., Zamani, A.A., Moeini Naghadeh, N., Haghani, M. and Azizkhani, E., 2015. Influence of host plants on the survival and development and adaptation of the Jujube lappet moth *Streblote siva* (Lefebvre) *in vitro*. Proceeding of 67th International Symposium on Crop Protection. Gent, Belgium. P. 27.
- Grassberger, M. and Reiter, C., 2002. Effect of temperature on development of the forensically important holarctic blow fly *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy) (Diptera: Calliphoridae). Forensic Science International, 128: 177-182.
- Hallman, G.J. and Denlinger, D.L., 1998. Introduction: temperature sensitivity and integrated pest management, p.1-5. In Hallman, G.J. & Denlinger , D.L. (eds): Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management. Boulder, Westview Press, 311p.
- Higley, L.G. and Peterson, R.K.D., 1994. Initiating sampling programs. Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. CRC Press, FL, USA, pp. 118-136.
- Higley, L.G., Pedigo, L.P. and Ostlie, K.R., 1986. DEGDAY: A program for calculating degree-days, and assumptions behind the degree-day approach. Environmental Entomology. 15: 999-1016.

www.SID.ir

Archive of SID

Mashhad, Mashhad. 759 pp. (in Persian)
- Pedigo, L.P., Zeiss, M.R., 1996. Analyses in insect ecology and management. Iowa State University Press, Ames, Iowa. USA. 168 pp.
- Roy, M., Brodeur, J. and Cloutier, C., 2002. Relationship between temperature and developmental rate of *Stethorus punctillum* (Coleoptera: Coccinellidae) and its prey *Tetranychus mcdanieli* (Acarina: Tetranychidae). Environmental Entomology, 31: 177-187.
- Shirai, Y., 2000. Temperature tolerance of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) in tropical and temperate regions of Asia. Bulletin Entomology Research, 90: 357-364.
- SPSS 2007. SPSS base 16.0 user's guide. SPSS Incorporation, Chicago, IL.
- Tobin, C.P., Nagarkatti, S. and Saunders, M.C., 2003. Phenology of grape berry moth (Lepidoptera: Tortricidae) in cultivated grape at selected geographic locations. Environmental Entomology, 32: 340–346.
- Trudgill, D.L., 1995. Why do tropical poikilothermic organisms tend to have higher threshold temperature for development than temperate ones? Functional Ecology, 9: 136-137.
- Zolotuhin, V.V. and Zahiri, R., 2008. The Lasiocampidae of Iran (Lepidoptera). Zootaxa 1791: 1–52.
- Huertas, M., 1980. *Streblote panda* Hübner, 1820 en Huelva (Lep. Lasiocampidae) (contribución al studio de los Lasiocampidae). Shilap. Rev. Lepid., 8 (30): 113-116.
- Ikemoto, T. and Takai, K., 2000. A New Linearized Formula for the Law of Total Effective Temperature and the Evaluation of Line-Fitting Methods with Both Variables Subject to Error. Environmental Entomology, 29 (4): 671-682.
- Ikemoto, T., 2005. Intrinsic Optimum Temperature for Development of Insects and Mites. Environmental Entomology, 34 (6): 1377-1387.
- Kontodimas, D., Eliopoulos, P.A., Stathas, G.J. and Economou, A.P., 2004. Comparative Temperature-Dependent Development of *Nephus includes* (Kirsch) and *Nephus isignatus* (Boheman) (Coleoptera: Coccinellidae) Preying on *Planococcus citri* (Risso) (Homoptera: Pseudococcidae): Evaluation of a Linear and Various Nonlinear Models Using Specific Criteria. Environmental Entomology, 33 (1): 1-11.
- Legg, D.E., Vanvleet, S.M. and Lloyd, J.E., 2000. Simulated predictions of insect phenological events made by using mean and median functional lower developmental thresholds. Journal of Economic Entomology. 93: 658-661.
- Modarress Avval, M. 2001. List of agricultural pests and natural enemies, Ferdowsi University of

www.SID.ir