

تأثیر اندازه‌ی بدن، رژیم غذایی و جفت‌گیری روی طول عمر و برخی جنبه‌های تولیدمثلی شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری *Streblote siva* (Lefebvre)

ناصر فرار^{۱*}، عباسعلی زمانی^۲، مصطفی حقانی^۳ و ارسلان جمشید نیا^۴

*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل، مرتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران پست الکترونیک: farrar29@gmail.com

۲- دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۳- دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

۴- استادیار، گروه حشره‌شناسی و بیماری‌های گیاهی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۰۱

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۲۶

چکیده

ارتباط بین اندازه‌ی بدن، رژیم غذایی، باروری و برخی جنبه‌های تولیدمثلی در شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری *Streblote siva* (Lep., Lasiocampidae) در آزمایشگاه ارزیابی شد. به‌منظور بررسی تأثیر کیفیت گیاه میزبان در افزایش وزن این حشره، میزان ازت خام برگ‌های گیاهان مورد آزمایش با استفاده از دستگاه کجلدال اندازه‌گیری شد. دامنه‌ی به نسبت زیاد در وزن لارو سن ششم، شفیره، حشره‌ی ماده بالغ باعث به وجود آمدن دامنه‌ی زیاد تخم‌ریزی شده که نتیجه‌ی تغذیه روی گونه‌های گیاهی متفاوت می‌باشد. نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری روی وزن، طول بال جلو و تعداد تخم حشرات ماده بالغ پرورش یافته روی میزبان‌های مختلف گیاهی، وجود دارد در حالی که از نظر اندازه‌ی تخم اختلاف معنی‌داری دیده نشد ($P < 0.05$). وزن لارو سن ششم با وزن شفیره‌ی ماده، وزن حشره‌ی ماده بالغ و تعداد تخم ارتباط معنی‌داری داشت اما با اندازه‌ی تخم تفاوت معنی‌داری نشان نداد ($P < 0.05$). برای میانگین مقدار $RAF_{50} \pm 0.1/0.23$ به دست آمد که نشانگر بیشترین تخم‌ریزی حشرات ماده در اوایل دوره‌ی زندگی نسبت به بقیه‌ی طول عمر می‌باشد. حشرات ماده‌ی جفت‌گیری کرده به‌طور معنی‌داری دارای طول عمر بیشتر بودند ($P < 0.05$). نسبت حشرات نر به ماده‌ی جمع‌آوری شده ۱ به ۱ به دست آمد ($P = 0.66$). افزایش وزن لاروها روی دو تیمار غذایی کُنوکاریوس و کُنار اختلاف معنی‌داری نشان نداد در حالی که با آکاسیا اختلاف معنی‌داری داشتند ($P < 0.05$).

واژه‌های کلیدی: تولیدمثل، اندازه بدن، وزن شفیره، باروری.

مقدمه

Ziziphus spina-erectus L. (Combretaceae) کُنار،

Acacia christi L. (Rhamnaceae) و آکاسیا،

ampliceps Maslin (Fabaceae) در استان‌های بوشهر،

خوزستان و هرمزگان است. لارو این حشره از برگ‌های این

شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری، *Streblote siva*

(Lep., Lasiocampidae) (Lefebvre)، در حال حاضر

یکی از آفات مهم درختان کُنوکاریوس، *Conocarpus*

تعدادی از راسته‌های حشرات می‌تواند برای تعیین مدل جمعیت، مانیتورینگ آفت و کنترل آن‌ها مورد استفاده قرار گیرد (Fox & Czesak, 2000). تحقیق Kamata & Igarashi, 1995 نشان داد که تغییرات در اندازه‌ی بدن حشره با طغیان آن ارتباط دارد. یکی از استفاده‌های اندازه‌ی حشرات ماده یا شفیره، تخمین زادوولد در جمعیت‌های صحرائی می‌باشد. انتظار بر این است که یک همبستگی مثبت و معنی‌دار بین باروری در حشرات بزرگ نسبت به کوچک در یک گونه وجود داشته باشد به طوری که لاروهای بزرگ‌تر و سنگین‌تر تولید حشرات بزرگ بالغ کنند که منجر به موفقیت بیشتر در تولیدمثل شوند (French & Lopez, 2002; Tammaru *et al.*, 2011; Hammack). موفقیت تولیدمثلی در حشرات وابسته به اندازه‌ی آن‌ها است (Lopez & Hoddle, 2014). کیفیت مواد غذایی و جفت‌گیری متوالی و پی‌درپی نیز روی تولیدمثل و طول عمر افراد تأثیر می‌گذارد (French & Hammack, 2011). به‌عنوان نمونه کیفیت مواد مغذی، روی باروری سوسک چوب‌خوار *Agilus auroguttatus* Schaeffer هم آزمایشگاهی تأثیرگذار بوده است (Lopez & Hoddle, 2014). با توجه به کمبود شواهد تجربی و علمی برای تعیین دقیق این فرآیندها، به مطالعات و تحقیقات بیشتری نیاز است. در این تحقیق نقش رژیم غذایی مختلف، اندازه‌ی بدن حشرات ماده و جفت‌گیری روی باروری و برخی شاخص‌های زیستی این حشره ارزیابی می‌شود. از تحقیقات بیشتر در این رابطه می‌تواند در تولید انبوه این حشره جهت تأمین مواد (تخم) برای پرورش و تولید انبوه پارازیتوئیدهای تخم بهره‌جست. با توجه به اینکه میزبان‌های پارازیتوئیدها از عوامل مهم تولید انبوه پارازیتوئیدها در اجرای برنامه‌های کنترل بیولوژیک آفات هستند پیدا کردن میزبان‌های مناسب اهمیت ویژه‌ای دارد.

مواد و روش‌ها

حشرات و گیاهان مورد مطالعه: در آبان ۱۳۹۵ شفیره‌های شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری از روی درختان

درختان تغذیه کرده و ضمن ایجاد خسارت شدید به برگ‌ها، موجب ضعف عمومی درخت و کاهش شدید تولید میوه در درختان کنار می‌شود (Farrar *et al.*, 2008). این حشره در گذشته خسارت اقتصادی قابل‌توجهی نداشته است، اما پس از کشت گسترده‌ی درخت وارداتی کُنوکارپوس در اماکن شهری و صنعتی استان‌های بوشهر، خوزستان و هرمزگان، به‌شدت طغیان نموده و به‌عنوان تهدیدی جدی برای فضای سبز این استان‌ها، به‌ویژه استان بوشهر مطرح شده است (Farrar & Golestaneh, 2011).

اندازه‌ی بدن حشرات در یک‌روند تکاملی بلندمدت، ممکن است در باروری، طغیان و تراکم جمعیت، انقراض، بهره‌برداری از منابع، تعداد و مدت‌زمان نسل و غیره، تأثیر بگذارد. از طرفی اندازه‌ی بدن در روند تکاملی کوتاه‌مدت اکولوژی، بر سازگاری محیطی و باروری فرد اثرگذار است (Silva & Downing, 1995). افراد بزرگ‌تر از نظر اندازه دارای طول عمر بیشتر (Blanckenhorn *et al.*, 2007)، بقای بهتر در زمستان (Kovacs & Goodisman, 2012)، موفقیت برتر در جفت‌گیری (Peixoto & Benson, 2008) و از همه مهم‌تر باروری بهتر (Honek, 1993) هستند. با این حال، برخی از معایب اندازه‌ی بزرگ بدن بالغ‌ها، افزایش مرگ‌ومیر در جوان‌ها، رشد و نمو طولانی مدت، افزایش استرس، افزایش شکار شدن، کاهش چابکی، انرژی مورد نیاز بالاتر، استرس گرما، کاهش موفقیت جفت‌گیری از بالغ‌های نر بزرگ به دلیل کاهش چابکی و کاهش موفقیت باروری ماده‌ها به علت تولیدمثل دیرتر می‌باشد (Blanckenhorn, 2000). اگرچه شواهد برای بهتر بودن اندازه بدن بزرگ‌تر بیشتر و غالب است، اما اندازه کوچک بدن باعث کمتر آشکار شدن و به دنبال آن کمتر شکار شدن، است (Calvo & Molina, 2005; Honek, 1993). باروری در دوران زندگی اهمیت زیادی داشته و به‌طور مستقیم روی دینامیس جمعیت مؤثر است (Smith, 2002) به طوری که می‌توان گفت باروری یکی از اصول حاکم بر تغییرات جمعیت است که در میان عوامل محیطی خود را به‌طور معنی‌داری نشان داده است (Honek, 1993). وزن بدن در

ساعت از تشکیل پیلای کاغذی و وزن حشره‌ی بالغ ماده ۱۲ تا ۲۴ ساعت پس از ظهور اندازه‌گیری شد. بال سمت راست جلویی حشره‌ی ماده شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری نیز پس از مرگ اندازه‌گیری شد.

به‌منظور بررسی ارتباط بین اندازه‌ی بدن حشرات ماده و تعداد، اندازه، وزن و نسبت تفریح تخم، پس از ظهور حشرات بالغ به آن‌ها اجازه‌ی جفت‌گیری داده و سپس تخم‌های گذاشته‌شده در ظروف پرورش جهت بررسی برخی صفات و ویژگی‌های آن‌ها جدا شد. تخم‌ها از چندین حشره نر و ماده جفت‌گیری کرده به تعداد ۴۰۰ عدد به‌طور تصادفی اما از همه‌ی گروه‌ها انتخاب، وزن و اندازه‌گیری شد. طول و عرض (قطر) با لوپ اندازه‌گیری شد. سپس برای محاسبه‌ی اندازه‌ی تخم به میلی‌متر با استفاده از معادله‌ی ۱ اندازه‌ی تخم تخمین زده شد.

$$\text{Egg size (mm)} = (0.536 \times D^2 \times L)^{1/3} \quad (1): \text{معادله‌ی}$$

که D قطر تخم و L طول تخم در این فرمول است (Garca-Barros, 2000; Calvo & Molina, 2005).

تعداد ۱۵ حشره‌ی ماده‌ی جفت‌گیری کرده روی هر یک از میزبان‌ها به‌طور جداگانه جهت تخم‌ریزی و تعیین طول عمر درون ظروف پرورش قرار داده شد و به‌طور روزانه تعداد تخم‌های گذاشته‌شده روی برگ‌ها و دیواره‌ی ظروف شمارش شد. پس از مرگ، نمونه‌ها در دمای ۲۰- درجه سلسیوس برای تشریح قرار داده شد. همچنین تخم‌های مانده در داخل لوله‌ی تخم (Ovariol) جدا شد و در زیر استریومیکروسکوپ در آب مقطر استریل شمارش شد (Calvo & Molina, 2005). مجموع تمام تخم‌های گذاشته‌شده و تعداد تخم‌های داخل بدن به‌عنوان Lifetime fecundity در نظر گرفته شد. برای تعیین دقیق طول عمر حشرات ماده تعداد ۱۰ حشره‌ی ماده بدون جفت‌گیری و ۱۰ حشره‌ی ماده‌ی جفت‌گیری کرده از هر گروه آزمایشی ارزیابی شد.

کُنوکاریوس در بوشهر جمع‌آوری شد و به آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بوشهر منتقل و تحت شرایط آزمایشگاهی با دمای 27 ± 2 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره‌ی نوری ۱۲ ساعت روشنایی به ۱۲ ساعت تاریکی نگهداری شد. پس از این‌که یک نسل آزمایشگاهی از شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری به دست آمد، حداقل ۲۰ شب‌پره‌ی ماده‌ی جفت‌گیری کرده از نسل دوم انتخاب و به مدت ۲۴ ساعت به‌منظور تخم‌ریزی روی قلمه‌های بریده‌شده‌ی کُنوکاریوس، کُنار و آکاسیا به‌طور جداگانه رهاسازی شد. پس از گذشت این مدت، حشرات ماده از روی قلمه‌ها جمع‌آوری و تخم‌های گذاشته‌شده که همگی کمتر از ۲۴ ساعت سن داشت، به‌عنوان گروه هم سن (کهورت) آزمایشی نگهداری شد. لاروهای سن اول پس از تفریح، با استفاده از قلم‌موی ظریف روی برگ‌های گیاهان کُنار، کُنوکاریوس و آکاسیا و به‌طور جداگانه درون ظروف پتری هشت سانتی‌متری که در کف آن‌ها کاغذ صافی قرار داشت، گذاشته شد. هر یک تا دو روز برگ‌های تازه در اختیار لاروها قرار گرفت. بدین ترتیب کلنی‌های جداگانه لاروهای سنین مختلف برای تغذیه روی گونه‌هایی گیاهی مورد مطالعه راه‌اندازی شد. لاروهای سنین سه به بعد درون قفس‌های پرورش استوانه‌ای شکل به ابعاد 15×30 سانتی‌متر نگهداری شدند که دارای شاخه‌های بریده شده همراه برگ بود.

بررسی ویژگی‌های رشدی و تولیدمثلی: پرورش لاروهای شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری روی گیاهان میزبان با دمای بهینه در آزمایشگاه به‌عنوان عوامل زنده باعث به دست آمدن یک دامنه‌ی وسیع از ویژگی‌های رشدی شامل وزن لارو سن آخر پس از تغذیه‌ی کامل، وزن شفیره‌ها، وزن حشرات بالغ ماده، اندازه و وزن تخم و برخی از شاخص‌های تولیدمثلی شد. از بین تعداد لاروهای شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری پرورش داده‌شده روی برگ میزبان‌های مختلف، تعداد ۴۵ لارو سن آخر ماده که رشد و تغذیه کامل کرده با ترازوی دقیق آزمایشگاهی (Sartorius, BP 110) با دقت $(0/0001)$ وزن شد. وزن شفیره‌ها پس از ۳۶ تا ۷۲

آسیاب و میزان نیتروژن کل برگ و درصد پروتئین خام با استفاده از دستگاه کج‌دال تعیین شد (Wolf, 1982).
تحلیل‌ها و نمودارهای مورد نیاز با برنامه‌های نرم‌افزاری آماري SPSS ورژن ۱۶ و SigmaPlot محاسبه و رسم شد. ضریب همبستگی (*Correlation coefficients, r*) برای توصیف ارتباط بین متغیرها استفاده شد و رگرسیون خطی (*ANOWA*) برای روشن شدن ارتباط دقیق و معنی‌دار بین متغیرها به‌کار برده شد.

نتایج

برخی از ویژگی‌های زیستی و ریخت‌شناسی در شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری پرورش داده‌شده روی گونه‌های گیاهی کُنار، کُنوکارپوس و آکاسیا در جدول ۱ خلاصه شده است. دامنه‌ی به نسبت زیاد در وزن لارو (۲۷۰۲ میلی‌گرم)، شفیره (۲۱۷۷ میلی‌گرم)، حشره‌ی ماده بالغ (۱۳۳۹ میلی‌گرم) باعث به وجود آمدن دامنه‌ی زیاد تخم‌ریزی (۲۳۵ عدد) شده که نتیجه‌ی تغذیه روی گونه‌های گیاهی متفاوت می‌باشد. غذای گیاهی باعث تغییر در رشد و نمو دوران لاروی و ایجاد شفیره‌هایی با وزن متفاوت شد (*ANOVA: F=3.414, df=3, P=0.028*). وزن شفیره‌های پرورش یافته روی گیاه آکاسیا و کُنوکارپوس سنگین‌تر از کُنار بود. وزن شفیره‌ها از ۱۰۲۳ تا ۳۲۰۰ میلی‌گرم متفاوت بود و میانگین آن $2378/3 \pm 81/00$ میلی‌گرم به دست آمد (جدول ۱). وزن، طول بال جلو و تعداد تخم حشرات بالغ ماده پرورش یافته روی میزبان‌های مختلف گیاهی اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P < 0.05$). دامنه‌ی تخم‌ریزی حشره‌ی بالغ از ۱۰۸ تا ۳۴۳ عدد تخم متفاوت بود. میانگین تولید تخم در بدن حشره‌ی ماده $228/63 \pm 8/88$ عدد تخم محاسبه شد. میانگین اندازه‌ی تخم $1/38 \pm 0/01$ میلی‌متر و میانگین وزن تخم $2/86 \pm 0/03$ میلی‌گرم به دست آمد. اندازه‌ی تخم این حشره اختلاف معنی‌داری در میان تیمارهای مختلف گیاهی دیده نشد به‌طوری‌که در اندازه‌ی تخم تفاوت و انحراف کمی مشاهده شد و ضریب تغییرات آن ۵/۰۲ درصد بود. میانگین تعداد تخم که در شکم بدن

دوره‌ی تخم‌ریزی: تخم‌ریزی تعداد ۴۵ حشره‌ی ماده روزانه شمارش و ثبت شد. طول دوره‌ی تخم‌ریزی حشره‌ی ماده به سه دوره‌ی سنی x_1 ، x_2 و x_3 تقسیم و نمایش داده شد. قسمت عمده‌ی تخمی که از جفت‌گیری جمع‌آوری شد در پتری دیش و داخل اتاق پرورش در دمای 27 ± 2 نگهداری شد و اجازه داده شد تا تخم‌ها باز و تفریخ شود. طی بررسی روزانه، خروج لاروها با دقت ثبت و نسبت خروج لارو در هر توده‌ی تخم بررسی شد. زمان تخم‌ریزی برای هر حشره‌ی ماده‌ی جفت‌گیری کرده ارزیابی شده و به‌عنوان شاخص RAF_{50} نشان داده شده است. این شاخص نسبت سنی (وابسته به سن) در ۵۰ درصد باروری واقعی نشان می‌دهد و بر اساس معادله‌ی ۲ محاسبه می‌شود.

$$RAF_{50} = \frac{\sum_{i=0}^k m_i \cdot i}{K \sum_{k=0}^k m_i} \quad \text{معادله‌ی (۲)}$$

در این معادله m_i تعداد تخم‌های گذاشته‌شده در هر روز و k طول عمر حشره‌ی بالغ است. دامنه‌ی RAF_{50} بین ۰ تا ۱ است که اگر این مقدار کمتر از ۰/۵ باشد، بیانگر این است که بیشترین تخم‌ریزی حشره‌ی ماده در اوایل دوره‌ی زندگی رخ داده است (RAF₅₀; Kimura & Tsubaki, 1986).

برای تعیین نسبت جنسی این شب‌پره حشرات کامل نر و ماده‌ی جمع‌آوری شده در طبیعت و نیز حشرات بالغ نر و ماده‌ی پرورش یافته در آزمایشگاه، شمارش شد. سپس از تمام داده‌های جمع‌آوری شده مربوط به هر جنس میانگین کلی گرفته شد. پس از آن با استفاده از آزمون غیر پارامتری مربع کای، نسبت جنسی به‌دست‌آمده با نسبت مورد انتظار ۱:۱ مقایسه گردید. بدین ترتیب نسبت جنسی حشرات ماده و نر مشخص شد.

به‌منظور بررسی تأثیر کیفیت گیاه میزبان در رشد و نمو و افزایش وزن این حشره میزان ازت و پروتئین خام برگ‌های گیاهان مورد آزمایش تعیین و اندازه‌گیری شد. برای این منظور برگ‌های گیاهان مختلف پس از شستشو با آب، خشک نموده و هرکدام به‌طور جداگانه وزن شد و سپس مجموع آن‌ها

دارای طول عمر بیشتر بودند ($P < 0.05$). ماده‌های جفت‌گیری کرده دارای میانگین طول عمر $6/05 \pm 0/32$ (روز) بیشتر از ماده‌های جفت‌گیری نکرده با میانگین $0/34$ ($P < 0.05$) بودند (روز) $3/8 \pm$

حشره‌ی ماده پیدا شد بین صفر تا شش عدد متغیر بود. میانگین طول عمر حشرات ماده شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نوازی $5/92 \pm 0/23$ روز در محدوده‌ی ۴ تا ۹ روز تعیین شد. حشرات ماده‌ی جفت‌گیری کرده به‌طور معنی‌داری

جدول ۱- ویژگی‌های زیستی و ریخت‌شناسی در شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نوازی (*Streblote siva*)

متغیر	تعداد	(دامنه) حداکثر- حداقل	انحراف معیار \pm میانگین	ضریب تغییرات
وزن لارو سن ششم (میلی‌گرم)	۴۰	۲۲۷۸-۵۷۸۰ (۲۷۰۲)	$3416/6 \pm 91/8$	۱۶/۹۹
وزن شفیره (میلی‌گرم)	۳۷	۱۰۲۳-۳۲۰۰ (۲۱۷۷)	$2378/3 \pm 81/0$	۲۱/۵۴
وزن حشره بالغ ماده (میلی‌گرم)	۳۰	۶۷۸-۲۰۱۴ (۱۳۳۹)	$1391/8 \pm 53/1$	۲۴/۱۰
طول بال حشره بالغ ماده (میلی‌متر)	۳۰	۲۲-۳۷ (۱۵)	$30/10 \pm 0/69$	۱۴/۶۸
تعداد تخم‌ریزی (تعداد تخم به ازای هر ماده)	۳۰	۱۰۸-۳۴۳ (۲۳۵)	$226/9 \pm 8/9$	۲۴/۷۶
تعداد تخم در بدن مانده	۳۰	۰-۶ (۶)	$1/75 \pm 0/26$	۹۳/۹۸
اندازه تخم (میلی‌متر)	۴۰۰	۱/۲۱-۱/۴۰ (۰/۲۷۴۱)	$1/38 \pm 0/11$	۵/۰۲
وزن تخم (میلی‌گرم)	۴۰۰	۲/۳۲-۳/۰۱ (۰/۶۹)	$2/86 \pm 0/34$	۵/۹۸
تعداد روز تخم‌ریزی	۳۰	۱-۵ (۴)	$2/55 \pm 0/15$	۳۷/۶۰
شاخص RAF_{50}	۳۰	۰/۱۴-۰/۳۴ (۰/۲۰)	$0/23 \pm 0/1$	۲۲/۲۱
طول عمر حشره بالغ ماده (روز)	۴۰	۴-۹ (۵)	$5/92 \pm 0/23$	۲۴/۵۹

است و هیچ‌گونه همبستگی بین آن‌ها نشان نداد. در میان تخم‌های گذاشته‌شده به‌وسیله‌ی حشره‌ی ماده جفت‌گیری کرده، حدود ۱۸ درصد تفریح نشد که ارتباطی با وزن شفیره و حشره‌ی بالغ نداشت. طول عمر ماده‌های جفت‌گیری کرده ارتباط معنی‌دار با اندازه‌ی بدن یا نرخ تخم‌ریزی داشت کیفیت تخم از نظر قابلیت تفریح تخم، اندازه و وزن آن هیچ ارتباط معنی‌داری با اندازه‌ی حشره‌ی ماده نداشت.

همچنین نتایج نشان داد که کمترین و بیشترین وزن حشره‌ی ماده به ترتیب ۶۷۸ و ۲۰۱۴ میلی‌گرم می‌باشد. رشد لاروهای سن ششم در به وجود آوردن شفیره‌های سنگین‌تر ($r^2 = 0.87$) و در نتیجه بالغ بزرگ‌تر ($r^2 = 0.64$) تأثیر مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین طول بال جلو با وزن حشره‌ی ماده بالغ ($r^2 = 0.86$) دارای همبستگی بود. در آخر بین وزن حشره‌ی ماده بالغ و تعداد تخم ($r^2 = 0.98$) ارتباط خوبی دیده می‌شود.

ضریب همبستگی پیرسون (r) و معنی‌داری آزمون برخی ویژگی‌های زیستی و ریخت‌شناسی شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نوازی در بوشهر در جدول ۲ شرح داده شده است. نتایج آماری در جدول ۲ نشان داد که وزن لارو سن ششم با وزن شفیره‌ی ماده ($r^2 = 0.87$)، وزن حشره‌ی ماده بالغ ($r^2 = 0.64$) و تعداد تخم ($r^2 = 0.63$) ارتباط معنی‌داری دارد. این در حالی است که وزن لارو سن ششم با اندازه‌ی تخم تفاوت معنی‌داری نشان نداد. وزن لارو سن ششم همبستگی مثبت با تعداد تخم حشره‌ی ماده نشان داد. وزن شفیره و به تبع آن وزن حشره‌ی ماده با تعداد تخم، طول دوره‌ی تخم‌ریزی و طول عمر حشرات ماده ارتباط و همبستگی نشان می‌دهد در حالی که وزن شفیره و حشره‌ی ماده با RAF_{50} همبستگی معنی‌داری نشان نداد. تعداد تخم با تمام عوامل مورد بررسی به جز اندازه‌ی تخم همبستگی معنی‌داری نشان داد. نتایج آشکار ساخت که پارامتر RAF_{50} مستقل از اندازه‌ی حشره‌ی ماده

جدول ۲- ضریب همبستگی (r) و معنی‌داری آزمون برخی ویژگی‌های زیستی و ریخت‌شناسی شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری

(*Streblote siva*)

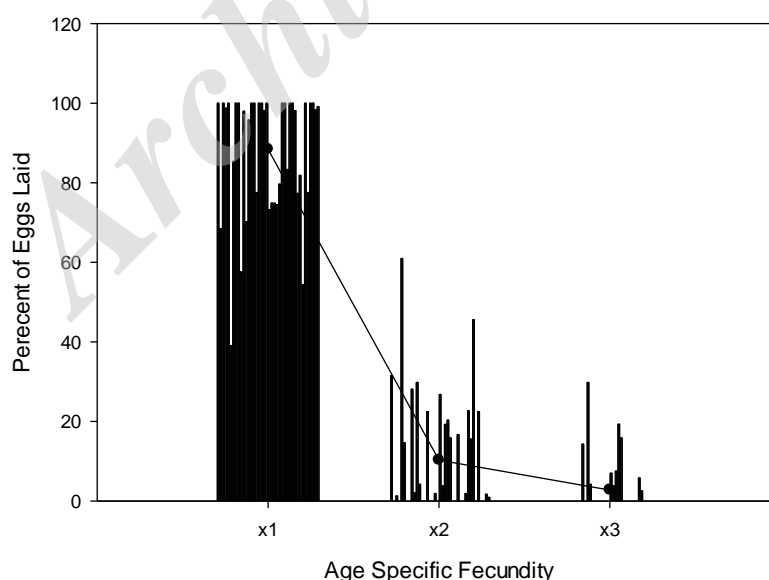
مرحله	وزن شفیره	وزن حشره بالغ ماده	تعداد تخم‌ریزی	تعداد تخم‌ریزی	اندازه تخم	تعداد روز تخم‌ریزی	RAF ₅₀	طول عمر حشره بالغ ماده
وزن لارو سن ششم	**۰/۸۷۵	**۰/۶۴۳	**۰/۶۳۳	-۰/۰۹۹	۰/۲۵۶	-۰/۲۴۹	۰/۲۹۴	
وزن شفیره	**۰/۷۷۵	**۰/۷۵۲	-۰/۱۳۶	*۰/۳۵۹	-۰/۲۸۴	۰/۳۶۶		
وزن حشره بالغ ماده	**۰/۹۸۶	-۰/۱۲۳	**۰/۵۶۲	-۰/۲۲۱	**۰/۵۰۴			
تعداد تخم‌ریزی	-۰/۱۲۰	**۰/۵۳۷	*-۰/۳۶۰	**۰/۵۲۶	-۰/۰۷۰			
اندازه تخم	-۰/۰۷۲	-۰/۰۰۶	-۰/۰۷۲	-۰/۰۷۰	-۰/۰۷۰			
تعداد روز تخم‌ریزی	-۰/۱۷۴	-۰/۱۷۴	-۰/۱۷۴	-۰/۱۷۴	-۰/۱۷۴			
RAF ₅₀	**۰/۸۷۰	**۰/۸۷۰	**۰/۸۷۰	**۰/۸۷۰	**۰/۸۷۰			

*, P<0.05

***, P<0.01

عددی RAF₅₀ مقدار ۰/۲۳±۰/۰۱ به دست آمد که نشانگر بیشترین تخم‌ریزی حشرات ماده در اوایل دوره‌ی زندگی نسبت به بقیه‌ی طول عمر می‌باشد.

بیشترین تخم‌ریزی در روزهای اول انجام شد و میزان تخم‌ریزی تا ۹۸ درصد در دوره‌ی اول زندگی (x₁) اتفاق افتاد و بعد در ادامه‌ی زندگی به شدت در دوره‌های x₂ و x₃ کاهش یافت (شکل ۱). در همین راستا میانگین ارزش



شکل ۱- توزیع فراوانی سنی (روز) تخم‌ریزی شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری (*Streblote siva*) پرورش‌یافته روی گنوکارپوس

کمتری غذا و برگ نیاز داشتند تا به افزایش وزن مقداری که روی کُنوکارپوس و کُنار پرورش داده شد، برسد.

میزان افزایش وزن طی رشد و نمو لاروها تا سن ششم و تشکیل شفیره در میزبان‌های مختلف تفاوت داشت. رشد افزایش وزن لاروها روی دو تیمار غذایی کُنوکارپوس و کُنار اختلاف معنی‌داری نشان نداد با وجودی که میزان افزایش وزن در کُنوکارپوس بیشتر از کُنار بود. همچنین افزایش وزن لارو روی کُنوکارپوس و کُنار اختلاف معنی‌داری با آکاسیا داشت. افزایش وزن روی گیاه آکاسیا با بهترین نتیجه با بقیه اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P < 0.05$).

نسبت حشرات نر به ماده‌ی جمع‌آوری شده ۱ به ۱/۰۷ عدد به دست آمد که تحلیل واریانس این نسبت از نظر آماری برابر با نسبت مورد انتظار ۱:۱ است و تفاوت معنی‌داری ندارد ($\chi^2=0.20, df=1, P=0.66$).

جدول ۳ تفاوت اصلی در میزان تغذیه و افزایش وزن لاروهای شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری را روی میزبان‌های مختلف نشان می‌دهد. اگرچه میزان بلع در آکاسیا کمتر بود (۱/۰۸ ± ۲۴/۲۹ میلی‌گرم)، اما بیشترین افزایش وزن را داشته و با بقیه اختلاف معنی‌داری نشان داد ($P > 0.05$)؛ بنابراین لاروهای که از برگ آکاسیا تغذیه کردند مقدار

جدول ۳- مقایسه‌ی میانگین (± خطای معیار) میزان تغذیه و افزایش وزن لاروهای شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری (*Streblote siva*)

روی میزبان‌های مختلف

میزبان‌های گیاهی		کُنوکارپوس	شاخص‌های تغذیه‌ای
کُنار	آکاسیا		
۳۲/۵۸ ± ۰/۹۹b	۲۴/۲۹ ± ۱/۰۸a	۳۰/۱۷ ± ۱/۸۴b	بلع (گرم)
۴/۰۱ ± ۰/۱۱b	۴/۶۵ ± ۰/۱۰a	۴/۲۱ ± ۰/۱۰b	افزایش وزن (گرم)

جدول ۴- میزان نیتروژن و پروتئین موجود در برگ سه میزبان شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری (*Streblote siva*)

پروتئین	نیتروژن (درصد)	گیاهان میزبان
خطای معیار ± میانگین	خطای معیار ± میانگین	
۸/۴۷۲ ± ۰/۰۱۶	۱/۳۵۲ ± ۰/۰۰۳	کُنوکارپوس
۵/۹۷۲ ± ۰/۰۲۴	۰/۹۵۵ ± ۰/۰۰۴	کُنار
۲۴/۶۱۹ ± ۰/۰۳۷	۳/۹۳۹ ± ۰/۰۰۶	آکاسیا

با دیگر میزبان‌ها، مقدار بیشتری برگ کُنار تغذیه کند. با وجودی که لاروهای این حشره مقدار کمتری از برگ آکاسیا (با بیشترین میزان ازت و پروتئین) نسبت به کُنوکارپوس و کُنار تغذیه کردند، اما بیشترین افزایش وزن داشت.

بحث

رژیم غذایی دوران لاروی شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری روی میزان باروری و تعداد تخم حشرات ماده مؤثر

تجزیه ترکیبات شیمیایی برگ میزبان‌های گیاهی مختلف نشان داد که آن‌ها از نظر کمیت ازت و پروتئین متفاوت هستند. بیشترین و کمترین میزان ازت و پروتئین به ترتیب در آکاسیا و برگ درخت کُنار وجود داشت (جدول ۴).

با تجزیه‌ی برگ درختان مورد مطالعه از نظر پروتئین به‌وضوح مشخص است که مقدار نیتروژن و به تبع آن پروتئین در برگ درختان کُنار از همه‌ی میزبان‌های دیگر کمتر است؛ بنابراین حشره باید جهت رسیدن به رشد یکسان در مقایسه

اگرچه اندازه‌ی بدن در حشرات به‌طور ژنتیکی تعیین می‌شود اما با عوامل محیطی در طی فرایند رشد و نمو لاروها می‌تواند تغییر کند و این خود روی باروری تأثیر گذارد؛ بنابراین صرف‌نظر از عامل ژنتیک عوامل تأثیرگذار روی رشد و نمو لاروها خیلی مهم هستند و تعیین‌کننده‌ی اندازه‌ی بالغ‌ها و در نتیجه میزان باروری ماده‌ها خواهد بود. تئوری تاریخچه‌ی زندگی موجودات پیش‌بینی می‌کند که گونه‌ها دارای یک سطح آستانه استفاده از منابع هستند که برای تولیدمثل لازم است (Tammaru *et al.*, 2002). این سطح آستانه‌ی استفاده از منابع وابسته به باروری (Wheeler, 2000; Papaj, 1996) است و تنها در صورتی که تغذیه مناسب و قابل دسترس باشد، به وجود می‌آید. هر اثر و عامل زنده یا غیرزنده در کاهش رشد لاروها منجر به کاهش وزن شفیره و بعد از آن کاهش کارایی تولیدمثلی می‌شود. داده‌های این تحقیق اثبات کرد که در دمای بهینه، مواد غذایی گیاه از طریق اثر بر روی وزن شفیره باروری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. لارو شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری قادر است شرایط با تغذیه‌ی کم برای برخی از گیاهان را با طولانی کردن دوره‌ی رشد و نمو خود جبران نماید. تحقیق روی *S. panda* (Calvo & Molina, 2005) نیز دال بر قدرت جبران در صورت کیفیت و کمیت غذا می‌باشد. دما هم می‌تواند باعث این فرایند جبران شود جایی که دمای کمتر از دمای بهینه باعث طولانی شدن رشد و نمو لارو می‌شود (Farrar *et al.*, 2015) و این عوامل یعنی دما، کیفیت و کمیت غذا باعث تغییر در رفتار برخی از گونه‌های حشرات شده تا بتوانند اثرات نامناسب بر باروری را جبران کنند. با این حال، تولید شفیره‌ی بزرگ از طریق افزایش باروری و تولیدمثل روی جمعیت تأثیرگذار است (Tammaru *et al.*, 2002). داده‌های به‌دست آمده از تیمارهای غذاهای مختلف در یک دمای بهینه، یک همبستگی مثبت و قوی بین تعداد تخم و اندازه بدن نشان داد ($r^2 = 0.975$).

بر اساس نظریه Honek (۱۹۹۳) اندازه‌ی بدن اصولاً نشان‌گر پتانسیل باروری است اگرچه تحقیقاتی هم وجود

بود. حشرات بالغ شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری دارای قطعات دهانی غیرفعال و تحلیل رفته می‌باشد و نیاز به تغذیه جهت تولیدمثل نداشته و تمام غذای مورد نیاز در دوران لاروی به دست می‌آوردند. نتایج نشان داد که حشرات کامل از نوع Pro-ovigenic هستند یعنی قبل از اوژنر مواد غذایی را مورد استفاده قرار داده و در نتیجه تمام تخم‌ها در هنگام ظهور حشرات بالغ کامل شده‌اند. بنابراین این شب‌پره تمام غذای دوران لاروی را برای تخم‌ریزی ذخیره می‌کند. از این رو استفاده‌ی بهینه از منابع در دوران لاروی برای تولیدمثل و بقا اهمیت دارد. برخی گونه‌ها روی مواد و منابع غذایی کم کیفیت و فقیر مثل شهد تغذیه می‌کنند و برخی گونه‌های حشرات روی مواد غذایی باکیفیت و غنی مانند گرده رشد و نمو می‌کنند. واضح است که مواد مغذی در دوران رشد و نمو حشرات کامل جهت بلوغ برای حشراتی مانند *S. siva*، پروانه برگ‌خوار کنار *Thiacidas postica* Walker (Farrar *et al.*, 2001) و *S. panda* (Clavo & Molina, 2005) اهمیت ندارد؛ اما برخی گونه‌ها برای تکامل تخم‌ها و تولید تخم به تغذیه نیاز دارند. نمودار باروری ویژه‌ی سنی این شب‌پره نشان می‌دهد که تخم‌ریزی پس از ظهور حشرات کامل به‌شدت شروع شده و به‌سرعت کاهش می‌یابد. باروری ویژه‌ی سنی گونه‌ی *S. panda* نیز از همین نمودار پیروی می‌کند (Calvo & Monila, 2005). در برخی گونه‌های پروانه‌ها، تخم‌ریزی دارای شیب ملایم بوده به طوری که جهت تکامل و رسیدن تخم با یک تأخیر شروع و به‌تدریج در طول زمان ادامه و سپس کاهش می‌یابد؛ بنابراین تخم‌ریزی در حشرات کامل و بالغی که به تغذیه نیاز ندارند در روزهای اول زندگی اتفاق می‌افتد (Boggs, 1986).

همبستگی معنی‌دار بین باروری و اندازه‌ی بدن حشره‌ی ماده می‌تواند نشان‌دهنده‌ی نقش ویژه‌ی مواد غذایی در دوران لاروی باشد. ارتباط بین اندازه‌ی بدن و باروری برای تعدادی از گونه‌های حشرات و به‌طور مرتبط با این تحقیق از خانواده‌ی Lasiocampidae گزارش شده است (Parry *et al.*, 2001; Calvo & Molina, 2005; Keena, 2003).

تخم‌ها و تخم‌ریزی به زمان نیاز دارند. در پروانه‌ی ماده با اندازه‌های بدن متفاوت *Parage aegeria* (L.) ذخیره‌ی تخم متفاوت دیده شد به طوری که تکامل تخم و تخم‌ریزی به طور مستقیم به زمان و دما وابسته بود (Berger et al., 2008).

تنوع در اندازه‌ی تخم در داخل یک گونه برای دیگر نمونه‌های خانواده‌ی Lasiocampidae گزارش شده است که ممکن است در نتیجه‌ی شرایط نامناسب در طی رشد و نمو لاروی به وجود آید (Fitzgerald, 1995). اندازه تخم در شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری با تغییرات کمی مشاهده شد و هیچ اختلاف معنی‌داری بین اندازه‌ی تخم و حشرات ماده‌ای که روی رژیم‌های غذایی مختلف رشد کرده، یافت نشد. اگرچه برای چندین گونه از بالپولکداران ارتباط معنی‌داری بین اندازه‌ی بدن و اندازه‌ی تخم گزارش شده است (Fischer & Fiedler, 2001) اما ارتباط بین اندازه‌ی تخم و اندازه‌ی بدن شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری و نیز گونه‌ی *S. panda* (Calvo & Molina, 2005) مشاهده نشد. اندازه‌ی بدن ممکن است همچنین طول عمر حشرات را تحت تأثیر قرار دهد (Sokolovska et al., 2000). در این رابطه، ارتباطی بین وزن ماده‌ها و طول عمر در شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری وجود نداشت. در برخی از تحقیقات نشان داده شده که نرخ تخم‌ریزی باعث کاهش و یا افزایش طول عمر نمی‌شود (Fox & Czesak, 2000).

ماده‌های جفت‌گیری کرده شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری نسبت به حشرات جفت‌گیری نکرده دارای طول عمر بیشتر بودند. این مسئله را می‌توان به جذب اسپرماتوفور به‌عنوان مواد غذایی ویژه نسبت داد. تحقیقات نشان داده که انتقال اسپرماتوفور حشرات نر به حشرات ماده‌ی *Speyeria mormonia* (Boisduval) علاوه بر تشکیل تخم بارور در طولانی‌تر شدن عمر آن‌ها مؤثر است (Boggs & Ross, 1993).

چندین تئوری برای نقش جفت‌گیری حشرات وجود دارد؛ افزایش توان (Sakurai, 1998)، انتقال اسپرم به‌صورت زنده (Ridley, 1988)، جلوگیری از پیری و یا جهش در

دارد که با این نظریه همخوانی ندارد. به‌عنوان مثال تأثیر اندازه بدن سوسک چوب‌خوار *Agilus auroguttatus* Schaeffer روی تخم‌ریزی، مدت‌زمان تخم‌ریزی و طول بال همبستگی نشان نداد (Lopez & Hoddle, 2014) اندازه‌ی بدن می‌تواند باعث تولیدمثل موفق در حشرات بالغ شود و به دنبال آن رفتار و فیزیولوژی سودمندی مانند افزایش تعداد تخم، تولید و تخم‌ریزی موفق و اندازه‌ی مناسب تخم شود (Ellers & Jervis, 2003). بال جلو شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری رابطه‌ی قوی و معنی‌داری با وزن بدن حشره‌ی ماده بالغ داشت. بال جلو همبستگی مثبت و معنی‌دار با میزان تخم (نه از نظر اندازه) داشت.

ارتباط اندازه‌ی بدن و باروری دارای روابط پیچیده است که در این رابطه بیشتر سه الگوی عمومی شناخته شده است. «بزرگ‌تر بهتر است» به این معنی که اندازه‌ی بدن بزرگ‌تر معمولاً با تناسب‌اندام بیشتر در جمعیت همراه است و توصیف تنوع فنوتیپی در جمعیت را می‌رساند. «گرم‌تر کوچک‌تر است» اندازه‌ی بدن کوچک‌تر در بالغ‌ها به‌طور معمول از رشد و نمو در دماهای بالاتر ایجاد می‌شود و توصیف شکل‌پذیری فنوتیپی یک ژنوتیپ را نشان می‌دهد. «گرم‌تر بهتر است» برمی‌گردد به این معنی که عملکرد حداکثری در دمای بهینه اغلب با دمای بهینه ارتباط بالایی دارند و توصیف تنوع تکامل‌یافته در هنجارهای واکنش در میان ژنوتیپ یا بین گونه بیان می‌کند (Kingsolver & Huey, 2008). بیشتر تحقیقات در اثبات و حمایت از «بزرگ‌تر بهتر است» و «گرم‌تر کوچک‌تر است» می‌باشد که در درجه اول برای حشرات، خزندگان و گیاهان سالانه صدق می‌کند. مدارک و شواهد در مورد «گرم‌تر بهتر است» هنوز هم محدود است اما بیشتر در رابطه با حشرات صادق می‌باشد. حشره‌ی ماده‌ی بزرگ معمولاً پتانسیل باروری بیشتر دارند و از طرفی بزرگ‌تر دارای جفت‌گیری بهتر و مناسب‌تر می‌باشد که خود منجر به تولید بیشتر تخم تکامل‌یافته خواهد شد. باروری حشره ممکن است از نظر دما و زمان محدود شود. تخم‌ها نیاز دارند تا از نظر فیزیولوژیکی تکامل یابند؛ بنابراین ماده‌ها برای تکامل

- Blanckenhorn, W.U., Fanti, J. and Reim, C. 2007. Size-dependent energy reserves, energy utilization and longevity in the yellow dung fly. *Physiological Entomology*, 32: 372-381.
 - Boggs, C.L. 1986. Reproductive strategies of female butterflies: variation in and constraints on fecundity. *Ecological Entomology*, 11: 7-15.
 - Boggs, C.L. and Ross, C.L. 1993. The effect of adult food limitation on life history traits in *Speyeria mormonia* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Ecology*, 74(2): 433-441.
 - 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. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, 12(2): 278-282.
 - Calvo, D. and Molina, J.M. 2005. Fecundity-Body size relationship and other reproductive aspects of *Streblote panda* (Lepidoptera: Lasiocampidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 98(2): 191-196.
 - Ellers, J. and Jervis, M. 2003. Body size and the timing of egg production in parasitoid wasps. *Oikos*, 102: 164-172.
 - Farrar, N. and Golestaneh, S.R. 2011. *Streblote siva* a potential defoliator of Konar (*Ziziphus* spp.) in Bushehr, Iran. Abstracts of the 2nd International Jujube Symposium. Xinzheng, China, 3-7 September: 28-29.
 - 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. Abstracts of the First International Jujube Symposium. Baoding, China, 21-25 September: 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. Abstracts of the 67th International Symposium on Crop Protection. Gent, Belgium, 19 May: 27.
 - Farrar, N., Asadi G.H. and Golestaneh S.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).
 - Fischer, K. and Fiedler, K. 2001. Egg weight variation in the butterfly *Lycaena hippothoe*: more small or fewer large eggs? *Population Ecology*, 43: 105-109.
 - Fitzgerald, T.D. 1995. The tent caterpillars. Cornell University Press, Ithaca, New York, 303p.
- اسپریم‌ها (Tsubaki & Yamagishi, 1991)، افزایش رقابت اسپریم برای باروری، لقاح و بالا بردن گوناگونی ژنتیک در میان نوزادان می‌باشد. تحقیق Arnqvist و Nilsson (۲۰۰۰) مشخص کرد که جفت‌گیری چندباره باعث طول زمان باروری ۳۰ تا ۷۰ درصدی می‌شود؛ بنابراین می‌توان گفت جفت‌گیری حشره‌ی ماده در برخی حشرات باعث افزایش دوره‌ی زندگی آن می‌شود و می‌توان استنباط کرد که جفت‌گیری باعث واردکردن مواد غذایی به بدن حشره‌ی ماده توسط حشره‌ی نر می‌شود. این نظریه که نرها از طریق انتقال اسپرماتوفور می‌توانند مواد مغذی قابل‌توجهی برای ماده‌ها به‌منظور افزایش طول عمر و باروری فراهم کنند (Savalli & Fox, 1999; Fox & Czesak, 2000) با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد.
- میزان پروتئین متفاوت موجود در گیاهان مورد مطالعه این تحقیق توضیح می‌دهد که چرا رشد و نمو افراد روی برخی از گیاهان سریع‌تر بوده و باعث افزایش وزن بیشتر آن‌ها شده است. یکی از عوامل مهم کاهش وزن لاروها و سفیره‌های پرورش داده شده روی برگ درختان کُنار کمبود نیتروژن در گیاه کُنار نسبت به بقیه‌ی میزبان‌ها است؛ بنابراین طولانی شدن رشد و نمو دوران لاروی روی کُنار، می‌تواند به خاطر جبران کمبود نیتروژن باشد که با یافته‌های Calvo و Molina (۲۰۰۴) مطابقت دارد. مطالعه حاضر نشان داد که گیاهان میزبان ممکن است تأثیر قابل‌توجهی روی تغییرات جمعیت شب‌پره‌ی برگ‌خوار دو نواری روی میزبان‌های مختلف داشته باشد.

References

- Arnqvist, G. and Nilsson. T. 2000. The evolution of polyandry: Multiple mating and female fitness in insects. *Animal Behaviour*, 60: 145-164.
- Berger, D., Walters, R. and Gotthard, K. 2008. What limits insect fecundity? Body size and temperature-dependent egg maturation and oviposition in a butterfly. *Functional Ecology*, 22: 523-529.
- Blanckenhorn, W.U. 2000. The evolution of body size: What keeps organisms small? *The Quarterly Review of Biology*, 75: 385-407.

- Parry, D., Goyer, R.A. and Lenhard, G.J. 2001. Macrogeographic clines in fecundity, reproductive allocation, and offspring size of the forest tent caterpillar *Malacosoma disstria*. *Ecological Entomology*, 26: 281-291.
- Peixoto, P.E.C. and Benson, W.W. 2008. Body mass and not wing length predicts territorial success in a tropical satyrine butterfly. *Ethology*, 114: 1069-1077.
- Ridley, M. 1988. Mating frequency and fecundity in insects. *Biological Review*, 63: 509-549.
- Sakurai, T. 1998. Receptivity of female remating and sperm number in the sperm storage organ in the bean bug, *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae). *Research on Population Ecology*, 40: 167-172.
- Savalli, U.M. and Fox, W. 1999. The effect of male mating history on paternal investment, fecundity and female remating in the seed beetle *Callosobruchus maculatus*. *Functional Ecology*, 13: 169-177.
- Silva, M. and Downing, J.A. 1995. The allometric scaling of density and body mass: a nonlinear relationship for terrestrial mammals. *American Naturalist*, 145: 704-727.
- Smith, R.J. 2002. Effect of larval body size on overwinter survival and emerging adult size in the burying beetle, *Nicrophorus investigator*. *Canadian Journal of Zoology*, 80: 1588-1593.
- Sokolovska, N., Rowe, L. and Johansson, F. 2000. Fitness and body size in mature odonates. *Ecological Entomology*, 25: 239-248.
- Tammaru, T., Esperk, T. and Castellanos, I. 2002. No evidence for cost of being large in females of *Orgyia* spp. (Lepidoptera, Lymantriidae): larger is always better. *Oecologia*, 133: 430-438.
- Tsubaki, Y. and Yamagishi, M. 1991. "Longevity" of sperm within the female of the melon fly, *Dacus cucurbitae* (Diptera: Tephritidae), and its relevance to sperm competition. *Journal of Insect Behaviour*, 4: 243-250.
- Wheeler, D. 1996. The role of nourishment in oogenesis. *Annual Review of Entomology*, 41: 407-431.
- Wolf, B. 1982. A comprehensive system of leaf analysis and its use for diagnosing crop nutrient status. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 13(12): 1035-1059.
- Fox, C.W. and Czesak, M.E. 2000. Evolutionary ecology of progeny size in arthropods. *Annual Review of Entomology*, 45: 341-369.
- French, B.W. and Hammack, L. 2011. Multiple mating, fecundity, and longevity in female northern corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) in relation to body size. *Annals of the Entomological Society of America*, 104: 834-840.
- Garcia-Barros, E. 2000. Body size, egg size, and their interspecific relationships with ecological and life history traits in butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea). *Biological Journal of the Linnean Society*, 70: 251-284.
- Honek, A. 1993. Intraspecific variation in body size and fecundity in insects: a general relationship. *Oikos*, 66: 483-492.
- Kamata, N. and Igarashi, M. 1995. Relationship between temperature, number of instars, larval growth, body size, and adult fecundity of *Qualcalcarifera punctatella* (Lepidoptera: Notodontidae): cost-benefit relationship. *Environmental Entomology*, 24: 648-656.
- Keena, M.A. 2003. Survival and development of *Lymantria monacha* (Lepidoptera: Lymantriidae) on North American introduced Eurasian tree species. *Journal of Economic Entomology*, 96: 43-52.
- Kimura, K. and Tsubaki, Y. 1986. Female size and age specific fecundity in the small white butterfly, *Pieris rapae crucivora* Boisduval (Lepidoptera: Pieridae). *Research on Population Ecology*, 28: 295-304.
- Kingsolver, J.G. and Huey, R.B. 2008. Size, temperature, and fitness: three rules. *Evolutionary Ecology Research*, 10: 251-268.
- Kovacs, J.L. and Goodisman, M.A. 2012. Effects of size, shape, genotype, and mating status on queen overwintering survival in the social wasp *Vespula maculifrons*. *Environmental Entomology*, 41: 1612-1620.
- Lopez, V.M. and Hoddle, M.S. 2014. Effects of Body Size, Diet, and Mating on the Fecundity and Longevity of the Goldspotted Oak Borer (Coleoptera: Buprestidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 107(2): 539-548.
- Papaj, D.R. 2000. Ovarian dynamics and host use. *Annual Review of Entomology*, 45: 423-438.

Effects of body size, nutrition intake and mating on longevity and other reproduction aspects of *Streblote siva* (Lefebvre)

N. Farrar^{1*}, A.A. Zamani², M. Haghani³ and A. Jamshidnia⁴

1. -Corresponding author, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bushehr, Iran. E-mail: Farrar29@gmail.com
2. Department of Plant Protection, Campus of Agriculture and Natural Resource, Razi University, Kermanshah, Iran
3. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Iran
4. Department of Entomology and Plant Pathology, College of Aburairhan, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 17.07.2017

Accepted: 21.01.2018

Abstract

The *Streblote siva* (Lefebvre) (Lepidoptera: Lasiocampidae) is an invasive defoliator of *Conocarpus erectus*, *Ziziphus spina-christi* and *Acacia ampliceps* in southern of Iran. The relationship between fecundity and body size, egg size, Mating as well as longevity in female insects was studied under laboratory conditions. Effect of host's quality on growth and gain of *S. siva* was performed using hosts nitrogen content which was measured by the *Kjeldahl* technique. The strange data range of larva weight, pupae and adult female insects rose to crescendo of oviposition in order to using different nutrition on plant species. However, there were strange relationships among fecundity and pupal weight, adult weight, there was no significant difference in the egg size of the insect reared on different plants hosts ($P < 0.05$). The weight of 6th instar larvae was significantly correlated with female pupa and female Adult weight as well as egg number ($P < 0.05$). Compared with the rest of the life span of the insect, the mean of RAF_{50} (0.23 ± 0.01), indicated that the highest oviposition rate took place in the early life of it ($P < 0.05$). Also, the results showed that non-mating insects had a longer life span than mating insects and the *sex ratio* was 1:1 ($P = 0.66$). The weight gain of larvae was not significantly different between two treatments, *C. erectus* and *Z. spina-christi* but, there was a significant difference compared with the third treatment, *A. ampliceps*. Finally, the results showed that the factors affecting larval weight gain such as different plants hosts may influence on adult size and following fecundity ($P < 0.05$).

Key words: Reproduction, body size, pupal weight, fecundity.