بررسی برخی خصوصیات زیستی زنبور پارازیتویید *Cotesia vestalis* در شیوه‌های متفاوت پرورش انبوه

عادل ربیعی[۱]، جهانشیر شاکرمی[۱]، جواد کریم‌زاده اصفهانی[۲]، شهریار جعفری[۱]

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران

۲- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

مسئول مکاتبات: جهانشیر شاکرمی، پست الکترونیک: shakarami.j45@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۲۷ ۴ (۲) ۹۹-۱۰۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۲

چکیده

شب‌پره‌ی پشت الماسی، *Plutella xylostella* آفت مخرب گیاهان تیره‌ی چلیپائیان در بسیاری از نقاط جهان می‌باشد. زنبور پارازیتویید *Cotesia vestalis* (Hym.: Braconidae) یکی از مناسب‌ترین عوامل در برنامه‌های کنترل بیولوژیک این آفت می‌باشد. به‌منظور بررسی درصد پارازیتیسم، درصد بقاء، نسبت جنسی نتاج، طول عمر و زادآوری نتاج زنبور *C. vestalis* در شیوه‌های متفاوت پرورش انبوه، آزمایشی در شرایط ۲±۲۶ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۷۵ درصد و دوره‌ی نوری ۸:۱۶ (روشنایی: تاریکی) با سه تیمار انجام شد. تیمار اول (SLD) قفس بزرگ (۵۵×۷۰×۱۰۰ سانتی‌متر)، ۱۲ بوته‌ی کلم، ۲۴۰ لارو آفت و ۳۰ زنبور ماده، تیمار دوم (BMD) قفس کوچک (۵۰×۵۵×۷۰ سانتی‌متر)، ۶ بوته‌ی کلم، ۱۲۰ لارو آفت، ۱۵ زنبور ماده، تیمار سوم (BMU) قفس بزرگ، ۱۲ بوته‌ی کلم و حاوی لاروهای سن سوم براساس تخم‌ریزی طبیعی آفت بود. براساس نتایج در تیمارهای BMD وSLD درصد بقاء زنبورهای بالغ ۴/۲±۶۲/۸ و ۳/۲±۶۹/۸، طول عمر بالغین ۰/۰۴±۱۳/۰۵ و ۰/۰۳±۱۳روز، زادآوری نتاج ۶/۲±۲۰۰/۴ و ۵/۷±۱۹۵/۹ و درصد تولید شفیره به‌ترتیب ۰/۰۲±۵۷/۲ و ۰/۰۲±۵۶ درصد بود که در مقایسه با تیمار BMU برای پرورش انبوه این دشمن طبیعی مناسب‌تر می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: شب‌پره‌ی پشت الماسی، *Cotesia vestalis*، کنترل کیفیت، پرورش انبوه

مقدمه

گیاهان خانواده‌ی چلیپائیان از متداول‌ترین و مهم‌ترین سبزیجات در رژیم غذایی بسیاری از فرهنگ‌ها به‌ویژه آسیایی‌ها می‌باشند (Kianpour *et al*., 2014). بنابر آمار سازمان جهانی خواربار و کشاورزی، سطح زیر کشت سبزیجات چلیپائیان دو میلیون هکتار می‌باشد (Soufbaf *et al*., 2012) و تقریباً نیمی از محصولات خانواده‌ی چلیپائیان در قاره‌ی آسیا تولید می‌شود (Karimzadeh & Wright, 2008). گیاهان خانواده‌ی چلیپائیان از لحاظ مورفولوژی گروه وسیعی از محصولات زراعی با حدود ۳۵۰ جنس و ۳۵۰۰ گونه را شامل می‌شود (Warwick *et al*., 2004).

شب‌پره‌ی پشت الماسی، *Plutella xylostella* (L.) (Lep.: Plutellidae)، آفت مخرب و کلیدی چلیپائیان می‌باشد. که همه ساله خسارت فراوان را در مناطق مختلف جهان به‌خصوص در ایران وارد می‌سازد (سرفراز و همکاران، ۲۰۰۵). این حشره عموماً از محصولات زراعی نظیر کلم معمولی (کلم پیچ)، کلم بروکسل، کلم چینی، کلم قمری، گل‌کلم، گل‌کلم ایتالیائی (کلم بروکلی)، کلزا، تربچه، شلغم، خردل، و تعداد زیادی از علف‌های هرز چلیپائیان تغذیه می‌کند. علی‌رغم تلاش‌های گسترده‌ای که برای مدیریت این آفت صورت گرفته است طغیان‌ها و کنترل‌های غیر مؤثری در بسیاری از کشورها گزارش شده است. کنترل این حشره به‌دلیل ویژگی‌های زیستی و اکولوژیکی ذاتی آن، دامنه‌ی وسیع میزبانی و نیز مقاوت به‌حشره‌کش‌ها، به‌یک معضل جهانی تبدیل شده است. در ایران و از جمله استان اصفهان نیز استفاده‌ی گسترده از حشره‌کش‌های شیمیایی سبب بروز مقامت در جمعیت‌های

Archive of SID

www.SID.ir

این آفت خطرناک شده و آن را در صدر آفات مقاوم به‌حشره‌کش‌های شیمیایی قرار داده است. استفاده‌ی بیش از حد حشره‌کش‌های شیمیایی علیه شب‌پره‌ی پشت‌الماسی منجر به بروز مشکلات متعددی نظیر مقاومت به‌حشره‌کش‌ها در بسیاری از جمعیت‌های مزرعه‌ای شب‌پره‌ی پشت الماسی آفت شده است. همچنین نگرانی‌هایی در مورد بقاءیای حشره‌کش‌ها روی محصولات و در محیط، و اثرات زیان آور حشره‌کش‌های مصنوعی روی دشمنان طبیعی و در نتیجه طغیان مجدد آفت وجود دارد (Karimzadeh & Sayyed, 2011; Karimzadeh *et al.*, 2013; Furlong *et al.*, 2013). مطالعات مختلف در زمینه‌ی کنترل بیولوژیک شب‌پره‌ی پشت الماسی نشان داده است که از میان دشمنان طبیعی شب‌پره‌ی پشت الماسی پارازیتوئیدها بیشترین تأثیر را بر روی جمعیت‌های این آفت دارند و در این میان پارازیتوئیدهای لاروی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (Talekar & Shelton, 1993; Afiunizadeh *et al.*, 2011).

یکی از پارازیتوئیدهای داخلی، انفرادی و اختصاصی لاروهای شب‌پره‌ی پشت الماسی، *Cotesia vestalis* Haliday (Hym.: Braconidae)، می‌باشد که یکی از بهترین گزینه‌ها برای کنترل بیولوژیک *P. xylostella* می‌باشد و به‌طور مؤثر لاروهای میزبان را پارازیت کرده و خسارت وارده به‌محصول را در شرایط مزرعه کاهش می‌دهد. زنبور *C. vestalis* موضوع بیش از ۲۰ کنترل بیولوژیک کلاسیک بوده است و در بسیاری از آن‌ها خود را موفق نشان داده است. این زنبور یک پارازیتوئید همراه‌زی (Koinobiont) است که پس از پارازیت کردن میزبان موجب فلج شدن و مرگ میزبان نمی‌شود و میزبان پارازیت شده به‌تغذیه و رشد خود ادامه می‌دهد و میزبان به‌عنوان یک منبع غذایی پویا برای پارازیتوئید به‌حساب می‌آید. (Karimzadeh & Sayyed, 2011; Karimzadeh *et al.*, 2013). این زنبور در شرایط آب و هوایی نسبتا گرم (دمای ۳۰°C-۲۰) عملکرد بالایی را از خود نشان می‌دهد. زنبور *C. vestalis* دارای اندازه‌ی کوچک (۲/۶-۲/۵ میلی‌متر) و پیله‌ی سفیدرنگ کوچک (۳/۵-۳ میلی‌متر) چسبیده به‌برگ گیاهان میزبان می‌باشد. زنبور *C. vestalis* یکی از عوامل مهم برای کنترل بیولوژیک شب‌پره‌ی پشت الماسی می‌باشد که دارای سه سن لاروی است. سن اول و دوم داخل بدن میزبان پوست‌اندازی می‌کند و سن سوم از بدن میزبان خارج شده و خارج از بدن میزبان در داخل پیله‌ی ابریشمی تبدیل به‌شفیره می‌شود (Yu *et al.*, 2008). گزارش‌ها نشان می‌دهد که *C. vestalis* قادر است هر چهار سن لاروی شب‌پره‌ی پشت‌الماسی را پارازیت کند امّا ترجیح میزبانی آن، به‌ترتیب لارو سن دو و بعد از آن لارو سن سه می‌باشد. در این پارازیتویید حشرات نر زودتر از حشرات ماده از پیله‌ی شفیرگی خارج می‌شوند و این حالت در مورد زنبورهایی که در نتیجه پارازیته شدن لاروهای سن چهارم به‌وجود آمده بودند بیشتر مشاهده شده است. با گذشت زمان قدرت پارازیتیسم به‌میزان ۵۰ درصد کاهش پیدا می‌کند (Alizadeh *et al.*, 2011; Karimzadeh *et al.*, 2013). موفقیت برنامه‌های کنترل بیولوژیک تا حد زیادی به‌کیفیت دشمنان طبیعی رهاسازی شده بستگی دارد، در حقیقت حفظ خصوصیات ذاتی کلنی دشمنان طبیعی که در انسکتاریوم‌ها روی میزبان‌های واسط پرورش می‌یابند، عامل مهمی در پیشرفت برنامه‌های کنترل بیولوژیک محسوب می‌شود (Singh, 1982). ویژگی‌هایی مانند طول عمر، دوره‌ی شفیرگی، قابلیت زنده ماندن و نسبت جنسی می‌تواند کیفیت تولید مواد بیولوژیکی را منعکس کند (Alessandra *et al.*, 2012). انجام کنترل کیفیت در شرایط پرورش انبوه اهمیت دارد (Van Lenteren, 1991). در این پژوهش فراسنجه‌های کنترل کیفیت زنبور *C. vestalis* مورد آزمایش قرار گرفت تا تأثیرگذارترین فضا و زیست توده (Biomass) برای پرورش انبوه هرچه بهتر این پارازیتوئید مشخص شود.

مواد و روش‌ها

کشت گیاه میزبان

به‌منظور پرورش شب‌پره‌ی پشت الماسی و زنبور پارازیتوئید *C. vestalis* گیاه کلم‌چینی

Archive of SID

www.SID.ir

(*Brassica pekinensis* cv. Hero) به‌عنوان گیاه حساس مورد استفاده قرار گرفت. برای سهولت در جوانه‌زنی و تسریع رشد، بذور کلم‌چینی داخل سینی‌های کشت و در بستر پیت‌ماس کشت شد و پس از گذشت یک هفته به‌گلدان‌های پلاستیکی (قطر دهانه ۱۲ سانتی‌متر) حاوی خاک استریل منتقل و تحت شرایط گلخانه‌ای در دمای ۲۵±۵ درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵±۵ درصد بدون مصرف هیچ‌گونه آفت‌کشی کشت داده شدند. گیاهان روزانه با آب استریل آبیاری شدند و گیاهان آلوده به‌طور مستمر از گلخانه خارج شدند. گیاهان ۶-۵ هفته‌ای کلم چینی (۱۰-۸ برگی) برای پرورش حشرات و انجام آزمایشات مورد استفاده قرار گرفت.

تهیه‌ی جمعیت مناسب *P. xylostella* و زنبور *C. vestalis*

شفیره‌های شب‌پره‌ی پشت الماسی و زنبور *C. vestalis* از مزارع کلم کاری منطقه‌ی لنجان واقع در استان اصفهان جمع‌آوری و برای انبوه‌سازی به‌اتاق رشد (۲۶±۲ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۷۵±۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) منتقل شدند. حشرات در داخل قفس‌های (۴۰×۴۰×۴۰ سانتی‌متر) پوشیده شده با توری، پرورش و انبوه‌سازی شدند. جهت تغذیه حشرات کامل شب‌پره‌ی پشت الماسی و زنبور *C. vestalis* از محلول ۳۵ درصد آب عسل استفاده شد (Karimzadeh *et al.*, 2004; Karimzadeh & Sayyed, 2011).

روش انجام آزمایش

به‌منظور بررسی کنترل کیفیت زنبور *C. vestalis* در شیوه‌های متفاوت پرورش انبوه، آزمایشی با سه تیمار در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار طراحی گردید: ۱- تیمار فضای بزرگتر، زیست توده بیشتر و تعیین شده (BMD) ۲- تیمار فضای کوچک‌تر، زیست توده کمتر و تعیین شده (SLD) ۳- تیمار فضای بزرگ‌تر، زیست توده بیشتر ولی تعیین نشده (BMU) (جدول ۱). در دو تیمار اول زیست توده به‌طور ثابت به‌قفس‌ها معرفی شد اما در تیمار سوم زیست توده براساس تخم‌گذاری طبیعی شب‌پره‌ی پشت الماسی قرارداده شد، بدین‌صورت که تیمار اول در فضای ۰/۳۸۵ متر مکعبی (قفس به‌ابعاد ۵۵×۷۰×۱۰۰ سانتی‌متر) به‌همراه ۱۲ عدد گیاه کلم چینی حاوی ۲۴۰ لارو اوایل سن سوم به شب‌پره‌ی پشت الماسی و ۳۰ زنبور ماده‌ی جفت‌گیری کرده‌ی سه روزه *C. vestalis*. تیمار دوم در فضای ۰/۱۹۲۵ مترمکعبی (قفس به‌ابعاد ۵۰×۵۵×۷۰ سانتی‌متر) به‌همراه ۶ عدد گیاه کلم چینی حاوی ۱۲۰ لارو اوایل سن سوم شب پره‌ی پشت الماسی و ۱۵ زنبور ماده‌ی جفت گیری کرده‌ی سه روزه *C. vestalis* و تیمار سوم در فضای ۰/۳۸۵ مترمکعبی (قفس به‌ابعاد ۵۵×۷۰×۱۰۰ سانتی‌متر) به‌همراه ۱۲ عدد گیاه کلم چینی حاوی لاروهای ابتدای سن سوم براساس تخم‌گذاری طبیعی شب‌پره‌ی پشت الماسی آماده شد (۲۰۰ شفیره‌ی سالم شب پره در یک روز از محیط پرورش موجود جمع‌آوری شد سپس در زمان اوج خروج حشرات کامل، یک تخم‌گیری سه روزه در قفس‌های تهویه‌دار به‌ابعاد ۴۰×۴۰×۴۰ سانتی‌متر، از حشرات ماده روی ۱۲ گیاه انجام گرفت به‌طوریکه هر روز چهار عدد گیاه داخل قفس قرار گرفت سپس گیاهان حاوی شب‌پره‌ی پشت الماسی به‌قفس ۵۵×۷۰×۱۰۰ سانتی‌متر منتقل شدند و زمان ظهور لارو ابتدای سن سوم ۳۰ عدد زنبور ماده‌ی جفت‌گیری کرده‌ی سه روزه *C. vestalis* رهاسازی شد) و ۳۰ زنبور ماده‌ی جفت‌گیری کرده‌ی سه روزه *C. vestalis* (جدول ۲). لاروهای میزبان روی گیاه کلم‌چینی مستقر شدند. زنبورهای پارازیتوئید در تیمار SLD و BMD به‌مدت ۴۸ ساعت و در تیمار BMD به‌مدت ۷۲ ساعت با آسپیراتور رهاسازی شدند. لاروهای پارازیت شده با گیاه کلم چینی تغذیه شدند. روزانه گیاهان کلم‌چینی بررسی و پیله‌های تولیدشده زنبور جداسازی شدند و هر شفیره به‌طور جداگانه داخل اپندورف قرار داده شده تا زمان خروج افراد بالغ فرا برسد. طول دوران لاروی و شفیرگی، درصد بقاء آن‌ها و نسبت جنسی ثبت شد. زنبورهای نر و ماده‌ی تولیدشده از تکرارهای هر تیمار برای جفت‌گیری به‌مدت ۲۴ ساعت داخل ظروف ویژه (اپندورف) قرار داده شدند و سپس زنبور ماده برای آزمایش باروری جدا شد. زنبورهای نر با محلول عسل تا زمان مرگ تغذیه شده و

Archive of SID

www.SID.ir

سپس طول عمر آن‌ها ثبت شد. زنبورهای ماده به‌داخل ظروف پتری محتوی ۵۰ عدد لارو بیدکلم (ابتدای سن سوم) رهاسازی شده و با محلول عسل (۳۵ درصد) مورد تغذیه قرار گرفتند. پس از ۲۴ ساعت زنبورها به‌پتری‌دیش دیگری با ۵۰ عدد لارو شب‌پره‌پشت الماسی منتقل شدند. این انتقال تا زمان مرگ زنبور ماده هر ۲۴ ساعت یک‌بار تکرار و سپس طول عمر آن‌ها ثبت شد. لاروهای هر پتری‌دیش پس از خارج‌سازی زنبور *C. vestalis*، با برگ‌های گیاه کلم چینی تغذیه شدند تا به‌شفیره شب‌پره‌ی پشت الماسی یا پیله زنبور تبدیل شوند و تعداد پیله تشکیل شده ثبت شد.

آنالیز داده‌ها

داده‌های درصد بقاء و نسبت جنسی توسط تجزیه انحراف لجستیکی (logistic analysis of deviance) آنالیز شد. داده‌های طول دوره‌ی رشد و نمو لارو و شفیره توسط تجزیه واریانس آشیانه‌ای (nested ANOVA) و داده‌های طول عمر حشرات کامل توسط تجزیه واریانس یک‌طرفه (one-way ANOVA) آنالیز شد و داده‌های باروری توسط مدل‌های لگاریتمی- خطی (log-linear models) محاسبه شد (Karimzadeh & Wright 2008). تمام مراحل آنالیز به‌وسیله‌ی نرم افزار R.2.10.0 انجام شد (Heidary & Karimzadeh, 2014).

نتایج

درصد پارازیتیسم براساس شفیره‌ها و حشرات بالغ زنبور پارازیتوئید *C. vestalis*

در این آنالیز تفاوت معنی‌داری از لحاظ بررسی درصد پارازیتیسم براساس شفیره‌های تشکیل شده‌ی زنبور پارازیتوئید بین تیمارها وجود نداشت (df = 2, t-value = -0.189, P = 0.8545). میانگین درصد پارازیتیسم براساس شفیره در بین تیمارها از ۷۳/۶٪ (SLD)، ۶۶/۰٪ (BMD) تا ۶۵/۳٪ (BMU) متغیر بود. همچنین آنالیز درصد پارازیتیسم براساس حشرات بالغ نیز تفاوت معنی‌داری را بین تیمارها نشان نداد (df = 2, t-value = 0.164, P = 0.8733). میانگین درصد پارازیتیسم براساس حشرات بالغ زنبور از ۷۱/۲٪ در تیمار (SLD)، ۶۲/۱٪ در تیمار (BMD) تا ۶۲/۸٪ در تیمار (BMU) بود (جدول ۳).

نرخ بقاء براساس شفیره‌ها و حشرات بالغ

آنالیز نرخ بقاء براساس شفیره‌های تشکیل شده‌ی زنبور *C. vestalis* بین تیمارهای مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری از خود نشان داد (df = 2, t-value = -3.194, P = 0.0109). میانگین درصد بقاء براساس شفیره‌های تشکیل شده در بین تیمارها از ۶۹/۸٪ (SLD)، ۶۲/۸٪ (BMD) تا ۴۶/۸٪ (BMU) متغیر بود. همچنین آنالیز درصد بقاء براساس حشرات بالغ زنبور پارازیتوئید نیز تفاوت معنی‌داری را نشان داد (df = 2, t-value = 2.959, P < 0.0766). میانگین درصد زنده‌مانی براساس حشرات بالغ زنبور در بین تیمارها از ۶۱/۹٪ (SLD)، ۵۳/۰٪ (BMD) تا ۴۲/۱٪ (BMU) متغیر بود (جدول ۳).

طول دوره‌ی لاروی و شفیرگی

آنالیز طول دوره‌ی لاروی زنبور *C. vestalis* در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری را از خود نشان داد (df = 2, t-value = 2.206, P = 0.05). میانگین طول دوره‌ی لاروی در بین تیمارها از ۷/۵۹ روز (SLD) تا ۸/۰۱ روز (BMD) و ۸/۷۷ روز (BMU) متغیر بود. اما آنالیز طول دوره‌ی شفیرگی زنبور *C. vestalis* تفاوت معنی‌داری از خود نشان نداد ($F_{2,9}$ = 2.5667, P = 0.1312). میانگین طول دوره‌ی شفیرگی از ۴/۰۵ روز (SLD)، ۴/۰۶ روز (BMD) تا ۴/۲۲ روز (BMU) متغیر بود (جدول ۴).

نسبت جنسی

در آنالیز داده‌های نسبت جنسی توسط تجزیه انحراف لجستیکی (logistic analysis of deviance) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (df = 2, t-value = 1.370, P = 0.204). میانگین نسبت نتاج زنبورهای ماده تولید شده در بین تیمارها از ۰/۲۴۶ (SLD)، ۰/۲۶۹ (BMD) تا ۰/۳۱۶ (BMU) متغیر بود. اما آنالیز نسبت جنسی توسط Exact binomial test یا نسبت جنسی (۱:۱) تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۴).

Archive of SID

www.SID.ir

طول عمر حشرات بالغ

آنالیز طول عمر حشرات کامل توسط تجزیه واریانس یک‌طرفه (one-way ANOVA) تفاوت معنی‌داری از خود نشان داد (df = 2, t-value = -3.268, P = 0.0097). میانگین طول عمر حشرات بالغ در بین تیمارها از ۱۳/۰۰ روز (SLD)، ۱۳/۰۵ روز (BMD) تا ۱۱/۲۲ روز (BMU) متغیر بود (جدول ۴).

درصد تولید نتاج ماده از تعداد لارو اولیه *P. xylostella*

آنالیز درصد تولید نتاج ماده‌ی زنبور *C. vestalis* از جمعیت اولیه‌ی میزبان در بین تیمارها فاقد تأثیر معنی‌داری بود (df = 2, t-value = -0.356, P = 0.730). درصد تولید نتاج ماده از ۱۵/۲ در تیمار (SLD)، ۱۴/۳ در تیمار (BMD) تا ۱۳/۳ تیمار (BMU) متغیر بود (جدول ۵).

زادآوری نتاج

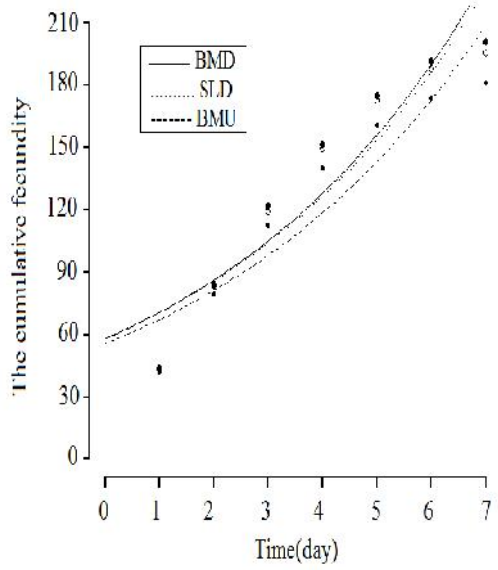
فضا (اندازه قفس) و زیست توده (توده زنده‌ی گیاه- گیاه‌خوار- پارازیتوئید) در شرایط ثابت و شرایط طبیعی بر زادآوری نتاج زنبور *C. vestalis* تأثیر معنی‌داری از خود نشان نداد (df = 2, z-value = -1.962, P = 0.0497). تعداد نتاج ماده تولید شده به‌طور میانگین بین تیمارها در پایان ۷ روز از ۱۹۵/۹ عدد در تیمار (SLD)، ۲۰۰/۴ عدد در تیمار (BMD) تا ۱۸۱/۲ عدد در تیمار (BMU) متغیر بود (جدول ۵). منحنی بررسی زادآوری تجمعی نتاج زنبور *C. vestalis* حاصل از آزمایش پارازیتیسم بر حسب زمان در شکل (۱) ارائه شده است.

درصد پارازیتیسم لاروهای شب‌پره‌ی پشت الماسی توسط نتاج به‌دست آمده زنبور *C. vestalis* و درصد مرگ و میر لاروهای شب‌پره‌ی پشت الماسی پس از پارازیتیسم توسط زنبور *C. vestalis*

آنالیز درصد پارازیتیسم توسط نتاج زنبور *C. vestalis* بین تیمارها تأثیر معنی‌داری از خود نشان نداد (df = 2, t-value = -1.910, P = 0.0884). میانگین درصد پارازیتیسم توسط نتاج از ۵۷/۶٪ در تیمار (SLD)، ۵۸/۳٪ در تیمار (BMD) تا ۵۴/۴٪ در تیمار (BMU) متغیر بود. اما آنالیز درصد مرگ و میر پس از پارازیتیسم زنبور *C. vestalis* تأثیر معنی‌داری از خود نشان داد (df = 2, t-value = 3.473, P = 0.007). میانگین درصد مرگ و میر بعد از پارازیتیسم در بین تیمارها از ۲/۸٪ در تیمار (SLD)، ۱/۸٪ در تیمار (BMD) تا ۴/۹٪ در تیمار (BMU) متغیر بود (جدول ۵).

درصد تولید شفیره‌ی زنبور *C. vestalis* از تعداد لارو اولیه *P. xylostella*

آنالیز درصد تولید شفیره‌ی زنبور *C. vestalis* از تعداد لارو اولیه *P. xylostella* بین تیمارها دارای تأثیر معنی‌دار بود (df = 2, t-value = -2.597, P = 0.0288). به‌طوری‌که میانگین درصد تولید شفیره زنبور از ۵۶/۰٪ در تیمار (SLD)، ۵۷/۲٪ در تیمار (BMD) تا ۵۱/۸٪ در تیمار (BMU) متغیر بود (جدول ۵).



شکل ۱- منحنی زادآوری تجمعی نتاج زنبور *Cotesia vestalis* حاصل از آزمایش پارازیتیسم بر حسب زمان. مدل برازش شده برای این منحنی شبه‌پویسون (Quasipoisson) می‌باشد.

Fig.1. The accumulative fecundity graph of *Cotesia vestalis* yield of parasitism experiment of time. Fitting model for the graph is quasipoisson.

جدول ۱- نام مخفف تیمارهای آزمایشی.

Table 1. The acronym for experimental treatments.

Space	Biomass	Status	Abbreviation
Bigger	More	Undetermined	BMU
Bigger	More	Determined	BMD
Smaller	Less	Determined	SLD

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تیمارهای آزمایشی بر اساس اندازه‌ی قفس، فضا و زیست توده‌ی گیاه، گیاه‌خوار و پارازیتوئید.

Table 2. Experimental treatments based on cage size, space and plant, herbivore and parasitoid biomass.

The materials used for each treatment	Treatments		
	SLD	BMD	BMU
Cage size	70×55×50 cm	100×70×55 cm	100×70×55 cm
Space (m^3)	0.1925 m^3	0.385 m^3	0.385 m^3
The number of plant	6	12	12
The number of larvae	120	240	laying natural
The number of wasp	15	30	30

جدول ۳- تأثیر فضا (اندازه‌ی قفس) و زیست توده‌ی گیاه گیاه‌خوار- پارازیتوئید در شرایط ثابت و طبیعی بر درصد پارازیتیسم و درصد زنده‌مانی بر اساس شفیره و حشرات بالغ زنبور *Cotesia vestalis* (میانگین± خطای معیار).

Table 3- Efficacy of space (cage size) and plant, herbivore and parasitoid biomass in fixed and natural conditions on parasitism and survival percentage based on cocoon and adults of *C. vestalis* (±SE).

Experimental treatments	Parasitism (%)		Survival (%)	
	cocoon based	adult based	adult based	cocoon based
SLD	73.0±2.9 a[1]	71.2±3.0 a	69.8±3.2 a	61.9±3.4 a
BMD	66.0±4.5 a	62.1±4.8 a	62.8±4.2 ab	53.0±4.7 ab
BMU	65.3±1.8 a	62.8±2.0 a	46.8±2.8 b	42.1±3.5 b

[1] Means followed by the same letter within columns are not significantly different ($P < 0.05$; t-test).

جدول ۴- تأثیر فضا (اندازه‌ی قفس) و زیست توده‌ی گیاه گیاه‌خوار- پارازیتوئید در شرایط ثابت و طبیعی بر طول دوره‌های لاروی و شفیرگی، نسبت جنسی و طول عمر حشرات بالغ زنبور *Cotesia vestalis* (میانگین± خطای معیار).

Table 4. Efficacy of space (cage size) and plant, herbivore and parasitoid biomass in fixed and natural conditions on developmental periods (larval and pupal), sex ratio and adult longevity of *Cotesia vestalis* (±SE).

Experimental treatments	Larval developmental period	Pupal developmental period	Sex ratio	Adult longevity
SLD	7.59±0.25 a[1]	4.05±0.03 a	0.246±0.004 a	13.00±0.03 a
BMD	8.01±0.31 ab	4.06±0.04 a	0.269±0.004 a	13.05±0.04 a
BMU	8.77±0.12 b	4.22±0.09 a	0.316±0.029 a	11.22±0.15 b

[1] Means followed by the same letter within columns are not significantly different ($P < 0.05$; t-test).
*A significant difference was obtained when the sex ratio was compared with the sex ratio of 1:1.

جدول ۵- تأثیر فضا (اندازه‌ی قفس) و زیست توده‌ی گیاه- گیاه‌خوار- پارازیتوئید در شرایط ثابت و طبیعی بر درصد تولید نتاج ماده، زادآوری، درصد پارازیتیسم توسط نتاج و درصد مرگ و میر لاروهای شب‌پره‌ی پشت الماسی پس از پارازیتیسم توسط زنبور *Cotesia vestalis* (میانگین± خطای معیار).

Table 5. Efficacy of space (cage size) and plant, herbivore and parasitoid biomass in fixed and natural conditions on production of female offspring percentage, fecundity, parasitism rate of *Cotesia vestalis* offspring, host mortality after parasitism and production of *Cotesia vestalis* pupa percentage (±SE).

Experimental treatments	Female offspring production (%)	Fecundity	*C. vestalis* offspring parasitism (%)	Host mortality parasitism (%)	*C. vestalis* pupa production (%)
SLD	15.2±0.5 a[1]	195.9±5.7 a	57.6±0.02 a	2.8±0.01 ab	56.0±0.02a
BMD	14.3±1.1 a	200.4±6.2 a	58.3±0.02 a	1.8±0.01 b	57.2±0.02a
BMU	13.3±2.0 a	181.2±3.0 b	54.4±0.01 a	4.9± 0.01 a	51.8±0.01 b

[1] Means followed by the same letter within columns are not significantly different ($P < 0.05$; t-test).

Archive of SID

www.SID.ir

بحث

پرورش انبوه تولید حداکثر تعداد حشرات در حداقل زمان و شرایط اقتصادی مقرون به‌صرفه در به‌کارگیری کمترین نیروی کار و فضا می‌باشد که به‌دست آمدن این هدف از به‌کارگیری روش و شیوه‌ی استاندارد، مکانیزه کردن برنامه، نگهداری کنترل کیفیت، بهداشت مؤثر و کنترل آلودگی میکروبی در آزمایشگاه پرورش میسر می‌شود (Singh, 1982; Simmonds, 1964). گیاه کلم چینی حساس‌ترین میزبان برای شب‌پره‌ی پشت الماسی می‌باشد. هنگامی که لاروهای شب‌پره‌ی پشت الماسی توسط این گیاه تغذیه می‌شوند دارای پایین‌ترین دوره‌ی لاروی و شفیرگی، بیشترین وزن شفیرگی و نرخ بقای بالا در مقایسه با دیگر گیاهان میزبان می‌باشد (Talekar & Yang, 1991). همچنین بیشترین درصد پارازیتیسم توسط زنبور *C. vestalis* برروی لاروهای شب‌پره‌ی پشت الماسی که توسط گیاه کلم‌چینی تغذیه شده باشند، در مقایسه با گیاه‌های کلم پیچ، گل کلم و کلم بروکلی به‌دست آمده است (Talekar & Yang, 1991; Karimzadeh *et al.*, 2013). یکی از فاکتورهای مؤثر برروی بقای پارازیتوئید تراکم بهینه شده‌ی میزبان و پارازیتوئید می‌باشد (Singh, 1982). براساس نتایج حاصل از این پژوهش در دو تیمار SLD و BMD که تراکم زیست توده (گیاه، لارو شب‌پره‌ی پشت الماسی ، زنبور *C. vestalis*) به‌صورت بهینه به‌قفس‌ها عرضه شد دارای کمترین دوره‌ی لاروی و بیشترین نرخ بقای شفیره و حشره‌ی کامل زنبور *C. vestalis* بودند که برای بحث رهاسازی در مزارع کلم‌کاری بسیار حائز اهمیت است به‌این دلیل که سیکل زندگی کوتاهی دارد و از طرف دیگر بقای بیشتر باعث می شود که تعداد لارو بیشتری را پارازیت کند. نسبت جنسی تحت تأثیر عوامل متفاوتی قرار می‌گیرد، به‌عنوان مثال اندازه‌ی میزبان می‌تواند برروی جنسیت پارازیتوئید تأثیرگذار باشد. میزبان کوچک با احتمال بیشتر تولید افراد نر می‌کند. مرحله‌ی میزبانی یک تغییرپذیری اکولوژیکی می‌باشد که بقاءی مراحل نابالغ، نرخ رشد، نسبت جنسی، اندازه و باروری پارازیتوئیدها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Godfray, 1994; Islam & copland 1997; Fidgen *et al.*, 2000). براساس مطالعات انجام شده توسط لی و همکاران (۲۰۰۱) روی تأثیر سوپرپارازیتیسم بر خصوصیات زیستی زنبور *C. vestalis* مشخص شد زمانی که سوپرپارازیتیسم رخ می‌دهد برخورد فیزیکی در میان لاروهای زنبور در بدن میزبان بوجود می‌آید که در نتیجه موجب کاهش بقاء، اندازه‌ی بدن و نسبت ماده‌های تولید شده می‌شود (Li *et al.*, 2001). در این بررسی پایین بودن تعداد ماده‌های تولید شده زنبور *C. vestalis* در تیمار BMU می‌تواند به‌علت افزایش سوپر پارازیتیسم باشد. تراکم بالای حشرات پرورش یافته در یک فضای مشخص موجب تغییراتی در راه و روش زندگی آن‌ها می‌شود، به‌خصوص گونه‌هایی که دارای فضا و غذای محدود می‌باشند، موجب افزایش دما شده و با کاهش اکسیژن مواجه می‌شوند، که موجب آلودگی در غذا توسط میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا شده در نتیجه با افزایش دما نرخ مرگ و میر نیز در حشراتی که از میزبان‌های یکسان تغذیه می‌کنند، افزایش می‌یابد (Vacari *et al.*, 2012). با بررسی تأثیر فضا (اندازه‌ی قفس) و زیست توده (توده‌ی زنده‌ی گیاه-گیاه‌خوار-پارازیتوئید) روی زنده‌مانی شفیره‌ها و بالغین زنبور پارازیتوئید مشخص شد که تیمار BMU دارای کمترین درصد زنده‌مانی شفیره و حشره‌ی کامل و بیشترین درصد مرگ و میر لاروهای شب‌پره‌ی پشت الماسی پس از پارازیتیسم توسط زنبور *C. vestalis* بود که می‌تواند به‌علت تراکم بالای لاروهای شب‌پره‌ی پشت الماسی باشد که در اثر رقابت درون گونه‌ای و تغذیه از منبع غذایی مشترک به‌وجود آمده باشد. نتایج آزمایش زادآوری نشان داد که یک زنبور ماده‌ی بالغ *C. vestalis* به‌طور میانگین طی ۷ روز ۲۰۰ پارازیتیسم موفق داشته است و از این لحاظ به‌علت توان بالای پارازیتیسم یک پارازیتوئید بسیار مناسب جهت کنترل بیولوژیک شب‌پره‌ی پشت الماسی می‌باشد، منحنی ارائه شده در شکل (۱) نیز بیان‌گر این موضوع است. در یافته‌های تحقیق حاضر، تیمارهای BMD و SLD کنترل کیفی بهتری از زنبور *C. vestalis* در مقایسه با تیمار BMU به‌دست دادند. بنابراین پرورش انبوه زنبور *C. vestalis* می‌تواند براساس هر یک از این دو تیمار اجرا گردد هرچند که تیمار BMD می‌تواند

Archive of SID

www.SID.ir

انتخاب بهتری باشد زیرا در تولید انبوه به‌تولید مقدار زیادی پارازیتوئید نیاز است.

سپاس‌گزاری

این پژوهش بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول می‌باشد که در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان انجام گرفته است و بخشی از هزینه‌های این پژوهش توسط دانشگاه لرستان تامین شده است که بدین‌وسیله از زحمات هر دو نهاد تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید.

References

Afiunizadeh, M., Karimzadeh, J. & Shojai, M. 2011. Naturally-occurring parasitism of diamondback moth in central Iran. The 6th International Workshop on Management of the Diamondback Moth and Other Crucifer Insect Pests, 23-27 March, Bangalore, India. 93-96.

Alessandra, M.V., Sergio, A.D.B., Dionisio, F.B. & Maria I.E.G.M. 2012. Quality of *Cotesia flavipes* (Hym.: Braconidae) reared at different host densities and the estimated cost of its commercial production, Biological Control, 63:102-106.

Alizadeh, M., Rassoulian, GR., Karimzadeh, J., Hosseini-Naveh, V. & Farazmand, H. 2011. Biological study of *Plutella xylostella* (L.) (Lep.: Plutellidae) and its solitary endoparasitoid, *Cotesia vestalis* (Haliday) (Hym.: Braconidae), under laboratory conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences, 14: 1090-1099.

Fidgen, J.G., Eveleigh, E.S. & Quiring, D.T. 2000. Influence of host size on oviposition behaviour and fitness of *Elachertus cacoeciae* attacking a low-density population of spruce budworm *Choristoneura fumiferana* larvae. Ecological Entomology, 25(2): 156-164.

Furlong, M.J., Wright, D.J. & Dosdall, L.M. 2013. Diamondback moth ecology and management: problems, progress, and prospects. Annual Review of Entomology, 85: 805-840.

Godfray, H.C.J. 1994. Parasitoids: Behavioral and Evolutionary. Princeton University Press, New Jersey.

Heidary, M. & Karimzadeh, J. 2014. Relative influences of plant type and parasitoid initial density on host parasitoid relationships in a tritrophic system. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 47(19): 2392-2399.

Islam, K.S. & Copland, M.J.W. 1997. Host preference and progeny sex ratio in a solitary koinobiont mealybug endoparasitoid, *Anagyrus pseudococci* (Girault), in response to its host stage. Biocontrol Science and Technology, 7: 449-456.

Karimzadeh, J. & Sayyed, A.H. 2011. Immune system challenge in a host-parasitoid-pathogen system: interaction between *Cotesia plutellae* (Hym.: Braconidae) and *Bacillus thuringiensis* influences parasitism and phenoloxidase cascade of *Plutella xylostella* (Lep.: Plutellidae). Journal of Entomological Society of Iran, 30: 27-38.

Karimzadeh, J., Bonsall, M.B. & Wright, D.J. 2004. Bottom-up and top-down effects in a tritrophic system: the population dynamics of *Plutella xylostella* (L.)-*Cotesia plutellae* (Kurdjumov) on different host plants. Ecological Entomology, 29: 285-293.

Karimzadeh, J., Hardie, J. & Wright, D.J. 2013. Plant resistance affects the olfactory response and parasitism success of *Cotesia vestalis*. Journal of Insect Behavior, 26: 35-50.

Archive of SID

www.SID.ir

Karimzadeh, J. & Wright, D.J. 2008. Bottom-up cascading effects in a tritrophic system: interactions between plant quality and host-parasitoid immune responses. Ecological Entomology, 33: 45-52.

Kianpour, R., Fathipour, Y., Karimzadeh, J. & Hosseiniaveh, V. 2014. Influence of different host plant cultivars on nutritional indices of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). Journal of Crop Protection, 3: 43-49.

Li, Y., Liu, Y. & Liu, S. 2001. Effect of superparasitism on bionomics of *Cotesia plutellae*. Chinese Journal of Biological Control, 17(4): 151-154.

Sarfraz, M., Keddie, A.B. & Dosdall, L.M. 2005. Biological control of the diamondback moth, *Plutella xylostella*: A review published online 20 July 2005. Biocontrol Science and Technology, 15(8): 763-789.

Simmonds, FJ. 1964. Mass production of insect parasites and predators. Bulletin Organization Mondial Sante, 31: 511-512.

Singh, P. 1982. The rearing of beneficial insects. New Zealand Entomologist, 7(3): 304-310.

Soufbaf, M., Fathipour, Y., Hui, C. & Karimzadeh, J. 2012. Effects of plant availability and habitat size on the coexistence of two competing parasitoids in a tri-trophic food web of canola, diamondback moth and parasitic wasps. Ecological Modeling, 244: 49-56.

Talekar, N.S. & Shelton, A.M. 1993. Biology, ecology and management of the diamondback moth. Annual Review of Entomology, 38: 275-301.

Talekar, N.S. & Yang, J.C. 1991. Characteristics of parasitism of diamondback moth by two larval parasites. Entomophaga, 36: 95–104.

Vacari, A.M., De Bortoli, S.A., Borba, D.F. & Martins M.I. 2012. Quality of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) reared at different host densities and the estimated cost of its commercial production. Biological Control, 63(2): 102-106.

Van Lenteren, J.C. 1991. Quality control of natural enemies: Hope or illusion. In "Proceedings, 5th IOBC Workshop. Quality control of mass-reared Arthropods, 25-28 March, Wageningen, Netherlands. 1-14.

Yu, R.X., Shi, M., Huang, F.& Chen, X.X. 2008. Immature development of *Cotesia vestalis* (Hymenoptera: Braconidae), an endoparasitoid of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). Annals of the Entomological Society of America, 101(1): 189-196.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

Study on some biological characteristics of parasitoid wasp *Cotesia vestalis* in different mass-rearing conditions

Adel Rabiei[1], Jahanshir Shakarami[1], Javad Karimzadeh isfahani[2], Shahriar Jafari[1]

1. Plant Protection Department, College of Agricultural, Lorestan University, Iran

2. Department of Plant Protection, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

Corresponding Corresponding author: Jahanshir Shakarami, email: Shakarami.j45@gmail.com

Received: Feb., 16, 2016 4 (2) 99-108 Accepted: Jan., 31, 2017

Abstract

The diamondback moth, *Plutella xylostella*, is a destructive pest of crucifers in different parts of the word. *Cotesia vestalis* (Hym.: Braconidae) is one of the best agents for application in biological control programs of this pest. In order to examine the quality control of *C. vestalis* including: parasitism rate, survival rate, offspring sex ratio, adult longevity and progeny fecundity in different mass-rearing conditions, an experiment was conducted with three different treatments. All *experiments were conducted* in the laboratory at 26±2°C, 75±5**%** *RH* and *16L:8D h* photoperiod. The treatments including (1) (SLD) a big cage (55×70×100 cm), 12 cabbage plants, 240 pest larvae and 30 female parasitoid (2) (BMD) a smaller cage (50×55×70 cm), 6 cabbage plants, 120 pest larvae and 15 female parasitoid (3) (BMU) a big cage, 12 cabbage plants and a natural population of pest larvae. Results showed that in treatments of BMD and SLD, adult's survival rate of *C. vestalis* were 62.8±4.2 and 69.8±3.2, adult's longevity were 13.5±0.04 and 13±0.03, progeny fecundity were 200.4±6.2 and 195.9±5.7 and production of pupae were 57.2±0.02 and 56±0.02, respectively. Results show that there was a significant difference between BMD and SLD compared to BMU for mass production of *C. vestalis*.

Keywords: *Plutella xylostella*, *Cotesia vestalis*, quality control, mass rearing

Archive of SID

www.SID.ir