

بررسی تأثیر سه رژیم غذایی مصنوعی روی خصوصیات بیولوژیک کرم

گلوگاه انار، *Ectomyelois ceratoniae* (Lep.: Pyralidae)

صحرا قوامی

موسسه‌ی تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، تهران.

Effects of three artificial diets on biological characteristics of the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lep.: Pyralidae)

S. Ghavami

Plant Pests and Diseases Research Institute, P.O. Box 1454, Tehran 19395, Iran.

چکیده

کرم گلوگاه انار، *Ectomyelois ceratoniae* Zell. (Lep.: Pyralidae) مهم‌ترین آفت انار در ایران است. دوره‌ی نشو و نما‌ی این آفت روی سه ترکیب غذایی مصنوعی، نیمه مصنوعی و طبیعی (میوه‌ی انار)، در شرایط دمایی $1^{\circ}\text{C} \pm 27$ ، رطوبت نسبی $50 \pm 7\%$ و دوره‌ی نوری $16:8$ (تاریکی: روشنایی) ساعت، در طی سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. ترکیبات غذایی مورد تحقیق، شامل: ۱- کنجاله‌ی سویا ۳۰ گرم، روغن سویا ۵ میلی‌لیتر، مخمر ۳ گرم، فرمالین ۱ میلی‌لیتر، ملاس چغندر قند ۲۰ میلی‌لیتر، آنتی‌اکسیدانت غذایی ۱ گرم، پودر دانه و پوست انار (خشک شده در Oven) ۲۰ گرم و ۵۰ میلی‌لیتر آب، ۲- کنجاله‌ی سویا ۳۰ گرم، روغن سویا ۵ میلی‌لیتر، مخمر ۳ گرم، فرمالین ۱ میلی‌لیتر، ملاس چغندر قند ۲۰ میلی‌لیتر، نمک طعام ۱ گرم، سولفات آهن $2/5$ گرم، سیوس برنج ۱۰ گرم، جوانه‌ی گندم ۱۰ گرم، آنتی‌اکسیدانت غذایی ۱ گرم و ۵۰ میلی‌لیتر آب، ۳- کنجاله‌ی سویا ۳۰ گرم، روغن سویا ۵ میلی‌لیتر، مخمر ۳ گرم، فرمالین ۱ میلی‌لیتر، ملاس چغندر قند ۲۰ میلی‌لیتر، آنتی‌اکسیدانت غذایی ۱ گرم، پودر دانه و پوست انار (خشک شده در Freezer) ۲۰ گرم و ۵۰ میلی‌لیتر آب و ۴- غذای طبیعی کرم گلوگاه انار (پوست و دانه‌ی میوه‌ی انار) (تیمار شاهد) بودند. بر اساس نتایج بدست آمده، کوتاه‌ترین دوره‌ی رشدی لارو، شفیره و حشره‌ی بالغ مربوط به ترکیب غذایی شماره‌ی ۱، طولانی‌ترین این دوره‌ها مربوط به ترکیب غذایی شماره‌ی ۲، کوتاه‌ترین و طولانی‌ترین طول عمر حشرات نر و ماده به ترتیب مربوط به ترکیبات غذایی شماره‌ی ۲ و ۱، و کمترین و بیشترین میزان نسبت جنسی به ترتیب مربوط به ترکیبات غذایی شماره‌ی ۱ و ۲ بود. لاروهای کرم گلوگاه انار برای پنج نسل روی ترکیب غذایی شماره‌ی ۱ مورد پرورش قرار گرفتند که درصد ماده‌های بارور و تعداد تخم آنها در نسل پنجم دارای افزایش قابل ملاحظه‌ای بود.

واژه‌های کلیدی: تولید انبوه، غذای مصنوعی، *Ectomyelois ceratoniae*

Abstract

Carob Moth, *Ectomyelois ceratoniae* is the most important pest of pomegranate in Iran. During 2001-2002, the growth period of this species was studied on three artificial, semi-artificial and natural diets in the laboratory condition, $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $75 \pm 5\%$ R.H. and photoperiod of 16: 8 (L: D) hours. The components of these diets were: 1- soybean pert 30 gr., soybean oil 5 ml., yeast 3 gr., formaldehyde 1 ml., beetroot molasses 20 ml., antioxidant 1 gr., pomegranate fruit (oven-dried) 20 gr. and water 50 ml., 2- soybean pert 30 gr., soybean oil 5 ml., yeast 3 gr., formaldehyde 1 ml., beetroot molasses 20 ml., NaCl 1 gr., FeSo,

تاریخ دریافت: ۱۳۸۳/۱۰/۱۶، تاریخ پذیرش: ۱۳۸۴/۱۰/۱۳.

قوامی: بررسی تأثیر سه رژیم غذایی مصنوعی روی خصوصیات بیولوژیک ...

2.5 gr., rice bran 10 gr., antioxidant 1 gr., wheat germ 10 gr. and water 50 ml., 3- soybean pert 30 gr., soybean oil 5 ml., yeast 3 gr., formaldehyde 1 ml., beetroot molasses 20 ml., antioxidant 1 gr., pomegranate fruit (freeze-dried) 20 gr. and water 50 ml., and 4- pomegranate (the natural diet of the pest used as the control treatment). The shortest period of larval, pupal and adult stages was on the diet 1, and the longest period of these stages was on the diet 2. The shortest and longest adult longevity was seen on the diets 2 and 1 respectively. The lowest and highest sex ratios were recorded for the diets 1 and 2 respectively. The larvae were successfully reared for five generations on the diet 1, which the percentage of fertile females and the number of eggs increased considerably in the fifth generation.

Key words: mass rearing, artificial diet, *Ectomyelois ceratoniae*

مقدمه

کرم گلوگاه انار، *Ectomyelois ceratoniae* Zell. مهمترین آفت انار در ایران می‌باشد. این آفت در تمامی مناطق انارکاری کشور انتشار دارد و خسارت قابل ملاحظه‌ای به میوه‌ی انار وارد می‌سازد. سیر تکاملی آفت بدین صورت است که پروانه‌های کرم گلوگاه انار روی میله‌ی پرچم و کاسبرگ میوه‌ی انار تخم‌ریزی می‌نمایند. پس از تفریح تخم‌ها، لاروها با ایجاد تونل به داخل میوه‌ی انار نفوذ کرده و از پوست و دانه‌ی آن تغذیه می‌کنند و پس از سپری نمودن دوره‌ی لاروی مجدداً به گلوگاه انار مهاجرت نموده و به سفیره و سپس به حشره‌ی بالغ تبدیل می‌گردند. بنابراین، تمامی مراحل تکاملی آفت درون میوه‌ی انار انجام می‌گردد لذا، امکان دسترسی به آفت جهت مبارزه غیر ممکن و یا بسیار ضعیف می‌باشد و تنها با از بین بردن محل تخم‌ریزی آفت (پرچم)، انارهای آلوده و یا استفاده از زنبور تریکوگراما (*Trichogramma* sp.) می‌توان تا حدودی موجب کاهش جمعیت آفت گردید. تا به حال از روش‌های مختلف شیمیایی، مکانیکی و بیولوژیکی جهت مبارزه با این آفت استفاده شده ولی هیچ کدام به اندازه‌ی کافی مؤثر واقع نگردیده‌اند (Kashkooli & Eghtedar, 1976). از این‌رو لازم و ضروری است در مورد طرق دیگر مبارزه با این آفت تحقیقات گسترده‌ای انجام شود که عمدتاً مستلزم پرورش این حشره در آزمایشگاه است. ولی از آنجاییکه میوه‌ی انار در تمامی فصول سال در دسترس نمی‌باشد و پرورش کرم گلوگاه انار روی میوه‌ی انار با مشکلاتی همراه است لذا، لازم است این حشره روی یک ترکیب غذایی مصنوعی پرورش داده شود تا به توان با پرورش انبوه آن در آزمایشگاه، امکان مطالعه‌ی سایر طرق مبارزه با این آفت را فراهم نمود.

مواد غذایی مورد نیاز حشره شامل پروتئین‌ها، چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها و خصوصاً عناصر کربن، ازت، فسفر، گوگرد و املاح معدنی هستند (Dougherty, 1959) که با افزودن دانه و پوست انار در ترکیب غذایی نیمه مصنوعی و جوانه‌ی گندم، سبوس برنج، نمک طعام و سولفات آهن در ترکیب غذایی کاملاً مصنوعی سعی شد تمامی مواد مورد نیاز حشره جهت رشد و نمو تأمین گردد. در این رابطه تحقیقات گسترده‌ای در کشورهای عراق و اسرائیل نیز انجام گردیده است.

بر اساس تحقیقاتی که در زمینه‌ی تغذیه‌ی مصنوعی کرم گلوگاه انار در کشور عراق انجام گردید، لاروهایی که روی ترکیب غذایی مصنوعی شامل سوکروز خالص، D-glucose، Dextrose، آب و سویا پرورش داده شد، دارای ۴ نسل و لاروهای پرورش یافته روی دانه و میوه‌ی انار دارای ۵ نسل بودند. طول دوره‌ی تخم تا حشره‌ی بالغ در نسل‌های اول تا سوم نیز ۵۹-۴۱ روز بود (Al-Izzi, 1985). ترکیب غذایی مصنوعی دیگری شامل سویا، سوکروز، ویتامین‌ها، مواد معدنی و آگار برای پرورش کرم گلوگاه انار مورد استفاده قرار گرفت. در نتیجه‌ی پرورش کرم گلوگاه انار روی این ترکیب غذایی، طول دوره‌ی تخم، لارو و شفیره به ترتیب ۶-۴، ۱۷ و ۷ روز، طول عمر حشرات بالغ ۱۰-۲ روز و میزان ماده‌های بارور در نسل اول ۲۲ و در نسل نهم ۴۲ درصد بود (Al-Izzi, 1987). بررسی‌های دیگری نیز در این زمینه در کشور عراق انجام گرفت. در این تحقیقات از رژیم‌های غذایی شامل آرد سویا، کازئین ۱/۴ و لیزین در غلظت‌های ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ ppm، در شرایط دمایی ۲۹°C و رطوبت نسبی ۶۰% استفاده شد که دوره‌ی تکاملی لاروها با افزایش مقدار لیزین کوتاه‌تر گردید و میزان تخم‌ریزی و درصد تخم‌های تفریخ شده نیز افزایش یافت. البته هنگامیکه لاروها در حال تبدیل شدن به شفیره بودند، میزان لیزین در بدن آنها کمتر شد. همچنین میزان لیزین در بدن حشرات ماده‌ی بالغ کرم گلوگاه انار بیش از نرها بود (Al-Izzi, 1988).

از جمله تحقیقاتی که در زمینه‌ی تغذیه‌ی مصنوعی کرم گلوگاه انار در اسرائیل انجام گرفت، می‌توان به استفاده از ترکیب غذایی شامل سویا، سوکروز و آب برای پرورش این حشره اشاره کرد. کرم گلوگاه انار روی این ترکیب غذایی تا ۶ نسل پرورش داده شد که طول دوره‌ی لاروی ۲۹/۳ روز و اندازه‌ی حشرات بالغ بزرگتر بود و میزان تخم‌ریزی آنها بیشتر از

قوامی: بررسی تأثیر سه رژیم غذایی مصنوعی روی خصوصیات بیولوژیک ...

زمانی بود که لاروها با دانه‌های انار تغذیه شده بودند (Gothilif, 1968). در تحقیق دیگری از ترکیب غذایی شامل X-Soy protein، سوکروز، مولتی ویتامین، اسید لینولئیک، بتا سیتوسترول و مخلوط نمک‌ها جهت پرورش کرم گلوگاه انار استفاده شد. در نتیجه‌ی تغذیه‌ی لاروها از این ترکیب غذایی، ۹۷ درصد از آنها تبدیل به شفیره گردیدند، دوره‌ی تکاملی (یک نسل) ۳۴/۴ روز به طول انجامید و تنها دو نسل روی این ترکیب غذایی پرورش یافتند (Levinson, 1965).

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین مناسب‌ترین ترکیب غذایی جهت پرورش کرم گلوگاه انار در آزمایشگاه، سه ترکیب غذایی مصنوعی، نیمه مصنوعی و طبیعی به شرح زیر مورد آزمایش قرار گرفت که فرمولاسیون آنها عمدتاً بر اساس تحقیقات (Al-Izzi, 1987) بود.

الف- ترکیب غذایی مصنوعی (تیمار ۲): کنجاله‌ی سویا ۳۰ گرم، ملاس چغندر قند ۲۰ میلی‌لیتر، جوانه‌ی گندم ۱۰ گرم، سبوس برنج ۱۰ گرم، روغن سویا ۵ میلی‌لیتر، نمک طعام ۱ گرم، سولفات آهن ۲/۵ گرم، فرمالین ۱ میلی‌لیتر، آنتی‌اکسیدانت غذایی ۱ گرم، مخمر ۳ گرم و آب ۵۰ میلی‌لیتر.

ب- ترکیب غذایی نیمه مصنوعی (تیمارهای ۱ و ۳): در این ترکیب غذایی، به منظور سنجش تأثیر عمل خشک کردن بر میزان مواد غذایی موجود در پوست و دانه‌ی انار، از Oven و Freezer جهت خشک نمودن پوست و دانه‌ی انار استفاده گردید:

- تیمار ۱: پودر دانه ۱۰ گرم، پودر پوست انار ۱۰ گرم (خشک شده در Oven)، کنجاله‌ی سویا ۳۰ گرم، ملاس چغندر قند ۲۰ میلی‌لیتر، روغن سویا ۵ میلی‌لیتر، فرمالین ۱ میلی‌لیتر، آنتی‌اکسیدانت غذایی ۱ گرم، مخمر ۳ گرم و آب ۵۰ میلی‌لیتر.

- تیمار ۳: پودر دانه ۱۰ گرم، پودر پوست انار ۱۰ گرم (خشک شده در Freezer)، کنجاله‌ی سویا ۳۰ گرم، سبوس برنج ۱۰ گرم، ملاس چغندر قند ۲۰ میلی‌لیتر، روغن سویا ۵ میلی‌لیتر، فرمالین ۱ میلی‌لیتر، آنتی‌اکسیدانت غذایی ۱ گرم، مخمر ۳ گرم و آب ۵۰ میلی‌لیتر.

ج- ترکیب غذایی طبیعی (تیمار ۴، شاهد): غذای طبیعی کرم گلوگاه انار (میوه‌ی انار).

اثر هر یک از ترکیب‌های غذایی روی دوره‌ی تفریخ تخم، دوره‌ی تخم‌ریزی، تعداد تخم، دوره‌ی لاروی، مدت زمان رشد هر سن لاروی، اندازه‌ی طول بدن هر سن لاروی، طول بدن شفیره و حشرات بالغ، دوره‌ی یک نسل، درصد ماده‌های بارور، طول عمر حشرات نر و ماده، نسبت جنسی و میزان مرگ و میر کرم گلوگاه انار در ۶۵ تکرار در شرایط دمایی $13 \pm 27^\circ\text{C}$ ، رطوبت نسبی $50 \pm 75\%$ و دوره‌ی نوری ۸:۱۶ (تاریکی: روشنایی) ساعت به تفکیک مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. اندازه‌گیری مربوط به طول بدن در دوره‌های مختلف رشدی توسط لنز مدرج انجام شد. ظروف پرورش شامل، قوطی‌های پلاستیکی به ارتفاع ۴/۵ و قطر دهانه‌ی ۳ سانتی‌متر بود که هر یک به منظور پرورش یک لارو مورد استفاده قرار گرفت و لیوان‌های پلاستیکی شفاف در دار به ارتفاع ۱۱ و قطر دهانه‌ی ۹ سانتی‌متر جهت نگهداری شفیره‌ها به کار برده شد. همچنین ظروف پلاستیکی به ارتفاع ۱۹ و قطر دهانه‌ی ۱۲ سانتی‌متر به منظور پرورش حشرات بالغ مورد استفاده قرار گرفت. جهت تخم‌ریزی پروانه‌های کرم گلوگاه انار، بر روی دیواره‌ی این ظروف، نوار سلولزی قرار داده شد. روش پرورش آفت بدین صورت بود که درون هر یک از قوطی‌ها به ارتفاع ۲ سانتی‌متر از ترکیب غذایی مورد نظر ریخته (Al-Izzi, 1987) و درون هر قوطی یک لارو سن ۱ قرار داده شد. فضولات لاروی به‌طور روزانه از ظروف پرورش خارج گردید و رطوبت مورد نیاز نیز بوسیله ریختن قطرات آب بر روی ترکیب غذایی (به‌طور روزانه) تأمین گردید. لاروها روزانه (هر ۲۴ ساعت یک مرتبه) از نظر میل به ترکیب غذایی و میزان تغذیه (بر اساس میزان غذای خورده شده) و سایر فاکتورهای مورد مطالعه، بررسی شدند. لاروهای سن آخر (سن ۵) دوران پیش شفیرگی را با تنیدن پیله به دور خود سپری کرده و تبدیل به شفیره شدند. سپس شفیره‌ها به بطری‌های شفاف و در دار منتقل شده و تا زمان ظهور حشره‌ی کامل در این ظروف نگهداری گردیدند. پس از تفریخ شفیره‌ها و تعیین جنسیت حشرات کامل، به منظور تعیین میزان باروری ماده‌ها (میانگین تخم‌های بارور به ازای هر ماده)، تعداد تخم و تولید تخم جهت پرورش نسل بعدی، یک جفت پروانه‌ی نر و ماده درون هر یک از ظروف پرورش قرار داده شد و حشرات کامل با آب قند ۱۰% تغذیه گردیدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفت.

نتایج و بحث

در این بررسی تأثیر چهار ترکیب غذایی مصنوعی و طبیعی بر مراحل مختلف رشدی (تخم، پنج سن لاروی، شفیره، حشره‌ی کامل) و فعالیت‌های حشره‌ی کامل کرم گلوگاه انار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد (جداول ۱ تا ۳) اکثر مراحل دوران رشدی کرم گلوگاه انار در ترکیب غذایی شماره‌ی ۱ کوتاه‌تر از سایر ترکیبات غذایی و غذای طبیعی (شاهد) بود. به طوری که طول دوره‌ی یک نسل، طول دوره‌های لاروی و شفیرگی، میزان تخم‌ریزی و تعداد ماده‌های بارور کرم گلوگاه انار به ترتیب، $۳۱/۲۹ \pm ۱/۹۴$ ، $۱۸/۰۵ \pm ۱/۷۷$ و $۵/۳۶ \pm ۲۲/۴۷$ روز، $۷۳/۱۴ \pm ۲۲/۴۷$ تخم و $۵۸/۱۵ \pm ۷/۴۸$ پروانه بود. در حالی که این دوران در مورد لاروهای کرم گلوگاه انار که از ترکیب‌های غذایی شماره‌ی ۲، ۳ و ۴ استفاده کردند، به ترتیب $۳/۵۶ \pm ۲۸/۲۵$ ، $۲/۳۹ \pm ۳۲/۲۰$ و $۲/۵۹ \pm ۳۱/۳۷$ روز (دوره‌ی یک نسل)، $۲/۲۴ \pm ۲۲/۸۸$ ، $۱/۸۲ \pm ۱۸/۶۷$ و $۲/۲۱ \pm ۱۷/۹۳$ روز (طول دوره‌ی لاروی)، $۸/۷۵ \pm ۲/۰۶$ و $۱/۸۲ \pm ۶/۲۹$ و $۱/۳۰ \pm ۶/۳۹$ روز (طول دوره‌ی شفیرگی)، $۸/۰۳ \pm ۳۰/۰۴$ و $۲۱/۷۷ \pm ۵۷/۳۴$ و $۱۸/۶۴ \pm ۶۰/۶۲$ تخم (میزان تخم‌ریزی)، و $۷/۴۰ \pm ۳۶/۴۱$ ، $۶/۸۶ \pm ۵۰/۴۶$ و $۸/۱۶ \pm ۵۸/۸۳$ پروانه (تعداد ماده‌های بارور) بود. همچنین، نتایج میانگین داده‌ها و مقایسه‌ی آنها در آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان داد، بیشتر پارامترهای مورد بررسی در رژیم غذایی شماره‌ی ۱ دارای اختلاف آماری معنی‌داری در سطح پنج درصد ($P < 0.05$) با دو رژیم غذایی دیگر (۲ و ۳) هستند (جداول ۳-۱). کرم گلوگاه انار پنج نسل متوالی با ترکیب غذایی شماره‌ی ۱ پرورش داده شد و نتایج نشان داد که نسل پنجم دوره‌ی رشدی کوتاه‌تری داشته است، به طوری که طول دوره‌ی لاروی در نسل پنجم، $۱/۸۱ \pm ۱۷/۲۲$ روز، شفیرگی $۱/۵۸ \pm ۵/۲۰$ روز، طول یک نسل $۲/۷۰ \pm ۲۸/۵۰$ روز، میزان تخم‌ریزی $۲۲/۵۴ \pm ۷۶/۷۶$ تخم و تعداد ماده‌های بارور $۱۳/۵۶ \pm ۶۷/۵۵$ پروانه بود. همچنین نسبت جنسی کرم گلوگاه انار در ترکیب غذایی شماره‌ی ۱، $۰/۲۹ \pm ۰/۶۷$ پروانه و در باره‌ی ترکیبات غذایی شماره‌ی ۲ و ۳ به ترتیب $۰/۷۸ \pm ۱/۳۳$ و $۰/۷۷ \pm ۰/۷۵$ و در مورد تیمار شاهد (غذای طبیعی حشره) $۰/۲۲ \pm ۰/۵۹$ پروانه تعیین گردید که این نسبت در نسل ۵ با قدری افزایش به $۰/۶۹ \pm ۰/۷۱$ پروانه‌ی ماده رسید (جداول ۲، ۶-۴).

Table 1. Mean developmental time (day) of different stages of *Ectomyeloidis ceratoniae* on four diet treatments (\pm SD).

Treatment	Generation time	Egg	Larval period	Prepupal period	Pupal period	Larval stage				
						First instar	Second instar	Third instar	Fourth instar	Fifth instar
1	31.29 \pm 3.20a	4.66 \pm 1.19c	18.05 \pm 1.94a	3.25 \pm 0.38a	5.36 \pm 1.77a	1.80 \pm 0.47c	3.61 \pm 0.85b	4.20 \pm 0.99ab	4.05 \pm 0.77a	4.45 \pm 1a
2	38.25 \pm 3.56c	3.10 \pm 1.05a	22.88 \pm 2.24b	2.31 \pm 0.59c	8.75 \pm 2.06c	1.40 \pm 0.49a	4.10 \pm 0.87c	4.85 \pm 0.88c	6.55 \pm 1.24c	6 \pm 1.61c
3	32.20 \pm 2.39b	4.02 \pm 1.51b	18.67 \pm 1.82a	1.61 \pm 0.81b	6.29 \pm 1.82b	1.60 \pm 0.60b	3.05 \pm 0.81a	3.93 \pm 0.83a	4.94 \pm 0.80b	5.15 \pm 1b
4	31.37 \pm 2.59b	4.88 \pm 1.34c	17.93 \pm 2.21a	1.43 \pm 0.59b	6.39 \pm 1.30b	1.50 \pm 0.53ab	3.20 \pm 0.79a	4.33 \pm 0.89b	4.05 \pm 0.94a	4.84 \pm 1.12ab

Means followed by the same letter vertically are not significantly different at %5.

جدول ۲. میانگین تلفات، نسبت جنسی، درصد باروری ماده‌ها، دوری زندگی نرها و ماده‌ها، دوری تخم‌گذاری و تعداد تخم‌گرم گلوگاه انار روی چهار

ترکیب غذایی (\pm SD)

Table 2. Mean mortality, sex ratio, percentage of female fertility, male and female life span periods, oviposition period, and the number of eggs of *Ectomyeloidis ceratoniae* on four diet treatments (\pm SD).

Treatment	Mortality	Sex ratio (male/female)	Percentage of female fertility	Female life span period (day)	Male life span period (day)	Oviposition period (day)	No. egg
2	9.63 \pm 3.22c	1.33 \pm 0.78b	36.41 \pm 7.40a	3.74 \pm 1.82a	2.30 \pm 0.61a	3.24 \pm 0.50a	30.04 \pm 8.03a
3	7.21 \pm 1.70b	0.75 \pm 0.77a	50.46 \pm 6.86b	4.32 \pm 0.47c	3.58 \pm 0.49b	4.98 \pm 0.66b	57.34 \pm 21.77b
4	5.53 \pm 2.37a	0.59 \pm 0.22a	58.83 \pm 8.16c	5.78 \pm 0.46b	6.32 \pm 0.47c	5.90 \pm 0.94c	60.62 \pm 18.64b

Means followed by the same letter vertically are not significantly different at %5.

جدول ۳. میانگین اندازه‌ی (میلی‌متر) مراحل دوران زندگی کرم کلرگاه انار روی چهار ترکیب غذایی (±SD).

Table 3. Mean body size (mm) of different stages of *Ectomyelois ceratoniae* on four diet treatments (±SD).

Treatment	Adult size	Pupal size	Larval size				
			First instar	Second instar	Third instar	Fourth instar	Fifth instar
1	11.87 ± 1.36a	11.67 ± 1.42a	1.37 ± 0.52a	2.96 ± 0.65b	5.10 ± 0.80b	7.46 ± 0.95b	10.91 ± 1.40ab
2	14.06 ± 2.71b	13.57 ± 2.82b	1.28 ± 0.45a	3.44 ± 0.89c	5.89 ± 1.74c	8.84 ± 2.16d	12.43 ± 2.94c
3	13.34 ± 2.84b	13.07 ± 2.96b	1.25 ± 0.44a	3.12 ± 0.70b	5.89 ± 0.91b	8.05 ± 1.52c	11.46 ± 2.55b
4	11.72 ± 1.48a	11.32 ± 1.27a	1.26 ± 0.44a	2.07 ± 0.53a	4.18 ± 1.11a	6.40 ± 1.19a	10.35 ± 3.55a

Means followed by the same letter vertically are not significantly different at %5.

جدول ۴. میانگین (روز) مراحل مختلف زندگی کرم کلرگاه انار روی ترکیب غذایی شماره‌ی ۱ در نسل‌های مختلف (±SD).

Table 4. Mean developmental time (day) of different stages of *Ectomyelois ceratoniae* on the diet 1 in different generations (±SD).

Generation	Generation time	Pupal period	Prepupal period	Larval period	Larval stage					Egg
					First instar	Second instar	Third instar	Fourth instar	Fifth instar	
1	31.29 ± 3.20c	5.36 ± 1.77abc	3.25 ± 0.38d	18.05 ± 1.94d	1.80 ± 0.47a	3.61 ± 0.85c	4.20 ± 0.99c	4.05 ± 0.77b	4.45 ± 1c	4.66 ± 1.19b
2	28.94 ± 1.99ab	4.92 ± 1.19a	2.60 ± 1.75c	16.18 ± 1.46b	1.86 ± 0.63a	3.10 ± 0.93b	3.41 ± 0.72a	3.70 ± 0.69a	4.12 ± 0.88bc	4.56 ± 1.04ab
3	27.05 ± 3.09a	5.91 ± 1.68c	1.38 ± 0.67a	15.61 ± 1.85ab	1.78 ± 0.62a	3.29 ± 0.84ab	3.09 ± 0.87a	3.70 ± 0.87a	3.71 ± 0.74a	3.93 ± 1.36a
4	27.58 ± 3.29ab	5.72 ± 1.71bc	1.86 ± 0.88b	15.13 ± 2.01a	1.92 ± 0.59a	2.60 ± 0.82a	3.13 ± 0.90a	3.63 ± 0.85a	3.91 ± 0.92ab	4.46 ± 1.34ab
5	28.50 ± 2.70b	5.20 ± 1.58ab	1.30 ± 0.56a	17.22 ± 1.81c	1.95 ± 0.64a	3.43 ± 0.93bc	3.85 ± 0.93b	3.91 ± 0.76ab	4.15 ± 0.93bc	4.48 ± 1.27ab

Means followed by the same letter vertically are not significantly different at %5.

جدول ۵. میانگین تلفات، نسبت جنسی، درصد باروری ماده‌ها، دوره‌ی زندگی، نرها و ماده‌ها، دوره‌ی تخم‌گذاری و تعداد تخم‌کرم گلوگاه انار روی ترکیب غذایی شماری ۱ در نسل‌های مختلف (±SD).

Table 5. Mean mortality, sex ratio, percentage of female fertility, male and female life span periods, oviposition period, and the number of eggs of *Ectomyelois ceratoniae* on the diet 1 in different generations (±SD).

Generation	Mortality	Sex ratio (male/female)	Percentage of female fertility	Female life span period (day)	Male life span period (day)	Oviposition period (day)	No. egg
1	6.0 ± 2.56b	0.67 ± 0.29a	58.15 ± 7.48b	6.01 ± 1.54b	3.94 ± 4.50bc	5.92 ± 0.82ab	73.14 ± 22.47ab
2	6.55 ± 4.34b	0.84 ± 0.5a	61.30 ± 11.13b	3.22 ± 1.31a	1.18 ± 0.43c	5.43 ± 0.85ab	68.24 ± 22.12ab
3	5.87 ± 2.76b	0.85 ± 0.65a	50.46 ± 6.86a	6.52 ± 1.10c	3.58 ± 0.49b	5.31 ± 0.66a	61.51 ± 33.24a
4	4.56 ± 2.89a	0.81 ± 0.79a	59.45 ± 8.56b	6.59 ± 1.07c	3.57 ± 0.50b	5.87 ± 0.94b	69.75 ± 19.93ab
5	4.60 ± 2.87a	0.71 ± 0.69a	67.55 ± 13.56c	6.08 ± 1.52b	3.20 ± 0.98a	5.46 ± 1.12ab	76.76 ± 22.54b

Means followed by the same letter vertically are not significantly different at %5.

جدول ۶. میانگین اندازه‌ی (میلی‌متر) مراحل دوران رشدی کرم گلوگاه انار روی ترکیب غذایی شماری ۱ در نسل‌های مختلف (±SD).

Table 6. Mean body size (mm) of different stages of *Ectomyelois ceratoniae* on the diet 1 in different generations (±SD).

Generation	Adult size	Pupal size	Larval size				
			First instar	Second instar	Third instar	Fourth instar	Fifth instar
1	11.87 ± 1.36c	11.67 ± 1.42c	1.37 ± 0.52a	2.96 ± 0.65a	5.10 ± 0.80b	7.46 ± 0.95b	10.91 ± 1.40b
2	11.54 ± 1.47b	10.76 ± 1.38b	1.30 ± 0.46a	3.03 ± 0.33b	5.50 ± 0.66b	8.07 ± 1.89b	10.64 ± 2.05a
3	11.25 ± 1.65ab	10.33 ± 2.24ab	1.25 ± 0.43a	2.86 ± 0.70b	4.37 ± 0.82a	7.52 ± 1.34b	11.80 ± 1.62c
4	11.17 ± 1.53ab	10.17 ± 2ab	1.27 ± 0.45a	2.82 ± 0.70b	4.32 ± 0.78a	7.55 ± 1.33b	13.87 ± 1.66c
5	10.68 ± 1.35a	9.87 ± 2.08a	1.31 ± 0.46a	3.51 ± 0.99c	4.55 ± 1.04a	6.94 ± 1.62a	13.43 ± 1.98c

Means followed by the same letter vertically are not significantly different at %5.

قوامی: بررسی تأثیر سه رژیم غذایی مصنوعی روی خصوصیات بیولوژیک ...

نتایج میانگین داده‌ها و مقایسه‌ی آنها در آزمون چند دامنه‌ای دانکن نیز نشان داد، بیشتر پارامترهای مورد بررسی در نسل اول دارای اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد ($P < 0.05$) با نسل پنجم می‌باشند، به طوری که نسل اول در مقایسه با نسل پنجم به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار میانگین پارامترهای مورد تحقیق بوده است (جداول ۶-۴). بنابراین، از نتایج بدست آمده استنباط می‌گردد که مناسب‌ترین ترکیب غذایی برای پرورش انبوه کرم گلوگاه انار در شرایط آزمایشگاهی ترکیب غذایی شماره ۱ است. علت را می‌توان در تأمین تمامی نیازهای تغذیه‌ای حشره (کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی) به وسیله‌ی این ترکیب غذایی دانست. طول دوره‌ی رشد و تکامل حشره در ترکیب غذایی شماره ۲ (تیمار ۲) به علت ناکافی بودن فاکتورهای تغذیه‌ای مورد نیاز حشره، طولانی‌تر از دو ترکیب غذایی دیگر و شاهد بوده است، زیرا اکثر مواد مورد نیاز حشره (آمینو اسیدها، ویتامین‌ها، مواد معدنی و ...) در غذای طبیعی آن (پوست و دانه‌ی انار) موجود می‌باشد که در ترکیب غذایی فوق مورد استفاده قرار نگرفته است ولی در دو ترکیب غذایی دیگر (تیمارهای ۱ و ۳) و تیمار شاهد که از پوست و دانه‌ی انار به عنوان یکی از اجزای اصلی ترکیب غذایی استفاده شده است، طول دوره‌ی نشو و نما‌ی حشره کوتاه‌تر شده که این اختلافات در متغیرهای طول دوره‌ی یک نسل، طول دوره‌های لاروی و شفیرگی، و طول عمر حشرات نر و ماده به وضوح قابل مشاهده است.

همانطور که ذکر گردید، علت این اختلافات، مواد غذایی به‌کار رفته در ترکیبات غذایی است. البته موادی مثل کنجاله‌ی سویا، ملاس چغندرقتد، روغن سویا و مخمر در دو ترکیب غذایی به طور مشترک به‌کار رفته است که تمامی مواد فوق دارای ارزش تغذیه‌ای بالایی هستند، چنانکه کنجاله‌ی سویا، منبع غنی از پروتئین بوده و میزان پروتئین موجود در آن ۴۵ درصد و حاوی تمامی اسیدهای آمینه‌ی ضروری به استثنای اسید آمینه‌ی گوگردی متیونین می‌باشد (Dougherty, 1959; Irxinasa, 1987). روغن سویا حاوی ۷/۶ درصد اسید لینولنیک و ۵۵/۷ درصد اسید لینولنیک است که با توجه به اینکه حشرات قادر به ساختن تمامی اسیدهای چرب مورد نیاز خود به‌جز دو اسید چرب فوق می‌باشند، بنابراین، لازم است اسیدهای چرب مذکور در ترکیب غذایی حشره وجود داشته باشند (Rojhan, 1982; Shayan, 1992). فقدان این

دو اسید چرب می‌تواند در نشو و نمای مراحل لاروی و باروری و تولید مثل حشره اختلالات مهمی ایجاد کند، خصوصاً موجب تأخیر در روند تبدیل لارو به شفیره گردد (Dougherty, 1959; Chapman, 1972). در تحقیقات محققین دیگر نیز سویا به عنوان یک منبع غنی از پروتئین در ترکیب غذای مصنوعی مصنوعی مورد استفاده قرار گرفته است (Levinson, 1965; Gothilif, 1968; Al-Izzi, 1987).

ملاس چغندر قند نیز ماده‌ی دیگری بود که در این ترکیبات غذایی مورد استفاده قرار گرفت. این ماده، به عنوان تأمین کننده‌ی کربوهیدرات مورد نیاز حشره به کار برده شد، زیرا ملاس چغندر قند حاوی ۲۰٪ سوکروز و ۲۰٪ قندهای احیاء کننده است (Levinson, 1965). در تحقیقات محققین دیگر نیز از سوکروز خالص، D-glucose و Dextrose استفاده شده است (Levinson, 1965; Gothilif, 1968; Al-Izzi, 1985). مواد دیگر مورد استفاده در دو ترکیب غذایی مورد آزمایش، پودر دانه و پوست انار در ترکیب غذایی شماره‌ی ۱ و سولفات آهن، جوانه‌ی گندم و سبوس برنج در ترکیب غذایی شماره‌ی ۲ بود. این مواد سبب تفاوت عمده‌ی دوره‌ی نشو و نمای حشره شد، زیرا پودر دانه و پوست انار که در ترکیب غذایی شماره‌ی ۱ به کار رفته است، حاوی گلوئیدها، پروتئیدها، اسید تارتاریک، اسید مالیک، اسید اسکوربیک، اسید سیتریک، تانن، اسید اکالیک و سایر مواد مورد نیاز کرم گلوگاه انار می‌باشد (Fahimi, 1988) که موادی مثل نمک طعام، سولفات آهن، جوانه‌ی گندم و سبوس برنج که در ترکیب غذایی شماره‌ی ۲ به کار رفته‌اند، جایگزین مناسبی برای آن نمی‌باشند. مواد فوق تنها تأمین کننده‌ی ویتامین‌های گروه B (B1, B2, B3, B4) (Shayan, 1992) و آهن بدن حشره هستند که مهمترین دلیل به کارگیری این مواد به جای مواد مصنوعی مشابه میوه‌ی انار (مانند ترکیب غذایی مورد استفاده توسط (Al-Izzi (1987)، تهیه‌ی ترکیبی ارزان قیمت، قابل دسترس و کاربردی جهت تغذیه‌ی مصنوعی کرم گلوگاه انار به منظور پرورش انبوه این آفت در آزمایشگاه بود. همچنین دلیل دیگر استفاده از دانه و پوست میوه‌ی انار در ترکیب غذایی شماره‌ی ۱، ارائه‌ی ترکیب غذایی ذاتی حشره به صورت نیمه مصنوعی، به منظور جلوگیری از تأثیر سوء رژیم‌های غذایی کاملاً مصنوعی روی خصوصیات رفتاری و فیزیولوژیک (مثل تولید فرمون‌های جنسی ...)

قوامی: بررسی تأثیر سه رژیم غذایی مصنوعی روی خصوصیات بیولوژیک ...

آفت بود که با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که این هدف تا حد زیادی تأمین شده است.

نتایج حاصل از پرورش کرم گلوگاه انار روی ترکیب غذایی شماره ۱ مشابه نتایج حاصل از پرورش آفت روی غذای طبیعی آن و نیز روی ترکیباتی است که محققین خارجی جهت پرورش آفت در آزمایشگاه مورد استفاده قرار داده‌اند، با این تفاوت که نتایج بدست آمده، بعضاً کاربردی‌تر و قابل قبول‌تر بوده است. به عنوان مثال، در تحقیق (Al-Izzi (1987)، دوره‌ی رشدی کرم گلوگاه انار شامل تخم، لارو و شفیره به ترتیب ۶-۴، ۱۷ و ۷ روز، طول عمر حشرات بالغ ۱۰-۲ روز و میزان ماده‌های بارور در نسل اول ۲۲٪ بود که در نسل نهم به ۴۲٪ افزایش یافت. در تحقیق حاضر، در نتیجه‌ی پرورش کرم گلوگاه انار روی ترکیب غذایی شماره ۱، میزان پارامترهای فوق (دوره‌ی نشو و نما، تخم، لارو و شفیره، و طول عمر حشرات بالغ) ۴/۶۶، ۱۸/۰۵، ۵/۳۶ و ۳-۶ روز و تعداد ماده‌های بارور در نسل اول ۵۸/۱۵٪ پروانه بود که در نسل پنجم به ۶۷/۵۵٪ افزایش یافت. همچنین بر اساس نتایج بدست آمده از پرورش کرم گلوگاه انار روی ترکیب غذایی شماره ۱، طول دوره‌ی لاروی آفت (۱۸/۰۵ روز) کوتاه‌تر از طول همین دوره (۲۹/۳ روز) در تحقیقات (Gothilif (1968 می‌باشد. علت را می‌توان در عدم استفاده از تمامی مواد غذایی مورد نیاز حشره در ترکیب غذایی مورد استفاده توسط (Gothilif (1968 دانست. تحقیقات (Levinson (1965 نیز حاکی از طولانی‌تر بودن دوره‌ی تکاملی این آفت نسبت به دوره‌ی نشو و نما، آن روی ترکیب غذایی شماره ۱ می‌باشد، به‌طوری‌که طول این دوره با تغذیه از ترکیب غذایی پیشنهادی (Levinson (1965، ۳۴/۴ روز بوده و حشره فقط دو نسل روی این محیط غذایی پرورش یافته است. در حالیکه دوره‌ی رشدی کرم گلوگاه انار روی ترکیب غذایی شماره ۱، ۳۱/۲۹ روز بود و تا پنج نسل روی آن پرورش داده شد. بر اساس بررسی‌های جامع انجام شده در زمینه‌ی بیولوژی کرم گلوگاه انار توسط (Kashkooli & Eghtedar (1976، اکثر فاکتورهای رشدی مربوط به پرورش این آفت روی میوه‌ی انار نیز مشابه نتایج حاصله از پرورش آن روی ترکیب غذایی شماره ۱ می‌باشد. بنابراین، می‌توان گفت ترکیب غذایی شماره ۱ قادر است مانند میوه‌ی انار تمامی نیازهای غذایی کرم

گلوگاه انار را تأمین نماید و می‌تواند جایگزین مناسبی برای آن جهت پرورش در آزمایشگاه در راستای انجام تحقیقات جامع در زمینه‌ی یافتن راهی مؤثر در جهت مبارزه با این آفت باشد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از آقای دکتر غیورفر که در انجام محاسبات آماری تحقیق فوق راهنمایی‌های لازم را مبذول داشته‌اند صمیمانه قدردانی و تشکر می‌کنم. همچنین از آقایان دکتر موحدی فاضل، دکتر اربابی و دکتر غزوی به‌خاطر راهنمایی‌های صادقانه‌ای که داشتند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

منابع

- Al-Izzi, M. (1985) Bionomics of *Ectomyelois ceratoniae* (Lep.: Pyralidae) on pomegranate in Iraq. *Environmental Entomology* 14, 149-153.
- Al-Izzi, M. (1987) Culturing the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zell.) (Lep.: Pyralidae) on an artificial diet. *Journal of Economic Entomology* 80, 277-280.
- Al-Izzi, M. (1988) Effect of supplemental dietary L-Lysine and soybean flour on growth and fertility of *Ectomyelois ceratoniae* (Zell.) (Lep.: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology* 81, 970-976.
- Chapman R. F. (1972) *The insects, structure and function* .2nd ed. 819pp. The English Universities Press.
- Dougherty, E. C. (1959) Introduction to axenic culture of invertebrate metazoa: Agoal. *Annals of New York Academy of Sciences* 77, 27-54.
- Fahimi, H. (1988) Chemical composition of pomegranate fruit. *Second Iranian National Seminar on Pomegranate Production Problems* 83-176.
- Gothilif, S. (1968) The biology of carob moth (*Ectomyelois ceratoniae* Zell.) in israel. *Israel Journal Entomology* 3, 109-118.
- Irxinasa, N. (1987) *Condensed chemical dictionary*. 11th ed. 954pp. Van Nostrand Reinhold Company.
- Kashkooli, A. & Eghtedar, E. (1976) Biology and ecology of *Specterobates ceratoniae* (Lep.: Pyralidae) in the Province of Fars. *Applied Entomology and Phytopathology* 41, 21-32.

- Levinson, H. Z., & S. Gothlif.** (1965) A semisynthetic diet for growth of the moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Zell.) *Review Parasitology* 22, 19-56.
- Rojhan, M. S.** (1982) *Food and healthiness (vegetable, cereals and adble fungi)*. 350 pp. Khayyam Publishing.
- Shayan, H.** (1992) *Study on value of soybean diet and cultivation development program in west Azerbaijan*. 150 pp. Agricultural Research and Education Organization Publication.