تحقیقات آفات گیاهی
۷۵- ۶۳ :(۴)۱۱- ۱۴۰۰

علمی پژوهشی

اثر مقادیر مختلف تخم بید آرد *Anagasta kuehniella* و مقدار تغذیه مجدد بستر پرورش بر تولید لارو آن در شرایط انسکتاریوم

مریم میرحسینی مقدم* و شهرام حسامی
گروه حشره شناسی، دانشکده علوم کشاورزی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۶)

چکیده

بید آرد *Anagasta kuehniella* (Zeller) یکی از حشرات میزبانی است که از آن برای پرورش انبوه زنبور پارازیتوئید براکون (*Habrobracon hebetor* Say) استفاده می‌شود. در این تحقیق، اثر پنج مقدار تخم بید آرد (۰/۴، ۰/۵، ۰/۶، ۰/۷ و ۰/۸ گرم) روی فرمول غذایی ثابت (۱/۵ کیلوگرم آرد گندم و ۰/۵ کیلوگرم سبوس برنج) برای تمام تیمارها و سپس، اثر افزودن پنج میزان متفاوت از آرد گندم به عنوان تغذیه ثانویه در میانه دوره پرورش (۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ گرم) بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک لارو و نسبت جنسی و باروری حشرات کامل آن مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد بیشترین میانگین وزن ۱۰۰ لارو (۳/۳۵ گرم) در حالتی مشاهده شد که کمترین میزان تخم (۰/۴ گرم) در محیط پرورش اولیه و بیشترین وزن آرد در تغذیه ثانویه (۱۰۰۰ گرم) استفاده شد؛ در حالی که بیشترین وزن کل لارو در یک تیمار (۲۵۴ گرم)، مربوط به تیمار ۰/۸ گرم وزن تخم و ۱۰۰۰ گرم آرد افزوده‌شده در تغذیه مجدد بود. همچنین، بالاترین نسبت جنسی ماده به نر (۱/۲۹ : ۱) در تیمار ۰/۵ گرم تخم و بدون آرد افزوده‌شده در تغذیه مجدد مشاهده شد. از طرف دیگر، لاروهای بزرگتر حاصل از پرورش روی محیط دارای منابع غذایی بیشتر، پس از تبدیل شدن به حشره کامل نسبت به سایر تیمارها به میزان بیشتری تخم گذاشته و وزن این تخم‌ها نیز بیشتر بود. با توجه به نتایج، پیشنهاد می‌شود که برای کسب بهترین نتیجه در پرورش لارو بید آرد در انسکتاریوم، برای شروع پرورش با ۲ کیلوگرم بستر پرورش، ۰/۵-۰/۴ گرم تخم حشره استفاده شود و در میان دوره به میزان حدود ۱-۰/۸ کیلوگرم آرد گندم به محیط کشت اضافه شود.

واژه‌های کلیدی: تغذیه بهینه، پرورش بید آرد، تغذیه مجدد، نسبت جنسی، باروری حشره ماده

نویسنده مسئول: rosemarysalu@yahoo.com

مقدمه

زنبور پارازیتوئید براکون *Habrobracon hebetor* Say (Hym.: Braconidae) یکی از حشرات مفیدی است که در برنامه کنترل بیولوژیک آفات در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حال حاضر برای پرورش انبوه این زنبور از لارو بید آرد *Anagasta kuehniella* (Zeller)(Lepidoptera: Pyralidae) به عنوان میزبان استفاده می‌شود (Borzoui *et al.*, 2016). همچنین، تخم بید آرد به عنوان یک میزبان جایگزین برای برخی دیگر از پارازیتوییدها (به‌ویژه خانواده Trichogrammatidae) و به عنوان منبع غذایی برای شکارگرها (مانند خانواده Coccinellidae و Chrysopidae) در واحدهای پرورش انبوه حشرات مفید استفاده می‌شود (Vaez *et al.*, 2009; Kurtulus *et al.*, 2020).

تولید لارو بید آرد در انسکتاریوم ها با مشکلات فراوانی همراه است که یکی از این مشکلات عدم تناسب در اندازه لاروهای بید آرد می‌باشد و این مربوط به میزان تغذیه لاروها و دانستن یک زمان مناسب برای تغذیه مجدد و نداشتن اطلاع کافی از میزان تخم به‌کاربردشده در ظروف پرورش می‌باشد. در این خصوص، بررسی اثر مقادیر مختلف تخم شب‌پره بید آرد (*A. kuehniella*) و افزودن مجدد آرد (به‌عنوان ماده غذایی) به محیط پرورش می‌تواند نقش مهمی بر تولید بهینه لارو بید آرد داشته باشد (Sedaghati, 1992; Ghanbari and Barghi, 2008).

بررسی‌های متعددی نشان داده‌اند که کاهش میزان تخم بید آرد به دلیل تغذیه مناسب‌تر از بستر پرورش سبب افزایش اندازه و وزن لاروها می‌شود (Stouthamer *et al.* 1994; Stouthamer and Kazmer, 1994; Scholler and Prozell, 2002). همچنین، تغذیه در مراحل ابتدایی‌تر رشد تأثیر معنی‌دار و مثبتی بر افزایش رشد و نمو و تخم‌ریزی دارد. در تحقیق کروتی و همکاران (Cerutti *et al.*, 1992) در خصوص تراکم بهینه لاروها در تولید انبوه شب‌پره بید آرد، بهترین نتیجه در آلوده‌سازی ۰/۱۸۵ گرم تخم در یک کیلوگرم آرد به‌دست آمد و منجر به تولید ۷۷/۳ گرم حشره بالغ و ۱۱ گرم تخم در محیط پرورش شد.

در سایر بررسی‌ها نیز اثر مقدار بهینه تخم شب‌پره بید آرد در بستر غذایی بر تولید نتاج ثابت شد (Hooper *et al.*, 2003; Savoldelli, 2006). نتایج این بررسی‌ها نشان داد که کاهش تخم و در نهایت، کاهش بید آرد سبب افزایش راندمان استفاده از مواد غذایی در تغذیه مجدد بستر پرورش می‌شود و افزایش تعداد تخم و تراکم منجر به کاهش مواد غذایی در دسترس لاروها و در نهایت، خود-خواری (کانیبالیسم) می‌شود. بنابراین، اثر مقادیر مختلف تخم بید آرد و تغذیه مجدد بستر پرورش بر تولید بهینه لارو شب‌پره بید آرد می‌تواند در تعیین مقدار مواد غذایی بهینه برای پرورش تعداد مشخصی شب‌پره بید آرد بسیار موثر باشد.

کاهش وزن و اندازه بدن لارو و باروری پایین در محیط‌های پرورش بید آرد با تراکم بالای لارو مشاهده شده‌اند (Cerutti *et al.*, 1992; Peters and Barbosa 1977; Xu *et al.*, 2007). این علایم می‌تواند مثال خوبی از رقابت درون‌گونه‌ای (Intraspecific competition) باشد. رقابت درون‌گونه‌ای، شکل خاصی از رقابت است که در آن اعضای گونه‌ای واحد، برای منابع طبیعی مشابه (مثل غذا، نور، مواد مغذی و فضا) در یک اکوسیستم با هم رقابت می‌کنند (Keddy 2001). این مشکلات می‌تواند به دلیل افزایش تعداد تخم گذاشته‌شده روی بستر مواد غذایی (آرد) به‌وجود آید که در نهایت، سبب کاهش راندمان مصرف مواد غذایی در لاروهای بید آرد و کاهش جمیت زنبور براکون در اینسکتاریوم شود.

بررسی‌های بیوفیند و فیشر (Bauerfeind and Fischer, 2005) و فانتینو (Fantinou *et al.*, 2008) نشان داد که تراکم تخم بید آرد گذاشته‌شده روی آرد، تأثیر معکوس بر طول دوره رشد لاروی دارد؛ به گونه‌ای که با افزایش تراکم، طول دوره لاروی این آفت کاهش پیدا می‌کند. همچنین تحقیقات ساولدلی (Savoldelli, 2006) و زو (Xu *et al.*, 2007) نشان داد که ازدحام لاروها در بستر رشد نیز ممکن است آنها را مجبور به کانابالیسم کند؛ زیرا ازدیاد مواد غذایی بیش از حد نیاز گرچه در مراحل ابتدایی رشد مناسب است، ولی با افزایش زاد و ولد و رشد

شب‌پره بید آرد در بستر محدود و کاهش منابع غذایی منجر به نابودی این حشره به‌واسطه پدیده کانیبالیسم (همخواری) می‌شود.

بهوانام و همکاران (Bhavanam *et al*., 2012) تاثیر تنش غذایی و تعداد لاروهای بید آرد در محیط رشد را بر زنده‌مانی، رشدونمو و بازده تولیدمثل مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل نشان داد همراه با افزایش تراکم لاروها دوره رشد و نمو لاروها به طور بارزی افزایش می‌یابد و نرخ زنده‌مانی در لاروها و باروری ماده‌ها کاهش می‌یابد. همچنین، نتایج حاصل نشان داد که تراکم مطلوب برای پرورش بید آرد ۵۰ لارو در ۲۰۰ گرم ماده غذایی (آرد غلات) است.

صفا و همکاران (Safa *et al*., 2014) میزان تخم‌ریزی ماده‌های بالغ بید آرد را مرتبط با وزن بدن حشره کامل دانستند و آن را به کیفیت مواد مغذی بستر پرورش ارتباط دادند؛ به گونه‌ای که بیشترین نرخ تخم‌گذاری، مربوط به رژیم آرد گندم و سبوس گندم، به نسبت ۱:۳ بود که با وزن بدن حشرات کامل ماده ارتباط مستقیم داشت. پژوهشگران متعددی در بررسی‌های خود نشان دادند که ماده‌های با وزن زیادتر، باروری بیشتری نسبت به ماده های با وزن متوسط و کم دارند (Jones *et al*., 1982; Tammaru *et al*., 1996; Xu, 2010; Jimenez-Perez and Wang, 2004). کاهش میزان رشد و اندازه بدن لارو و باروری پایین، از جمله عواملی هستند که در تراکم بالای لارو روی بستر پرورش دیده می‌شوند و در نتیجه، تولید زنبور پارازیت‌کننده آن تاثیر منفی دارد (Peters and Barbosa 1977; Cerutti *et al*., 1992; Xu *et al*., 2007). زنبورهای پارازیتوئید رشدیافته روی لاروهای بزرگتر، کیفیت و زنده‌مانی بیشتر و بهتری داشته‌اند. بررسی‌های هوپر (Hooper, 2003) نشان داد که رژیم غذایی به‌ویژه در مراحل ابتدایی رشد شب پره بید آرد بر روند رشد و ازدیاد جمعیت آنها اثر می‌گذارد و کاهش تغذیه مجدد بستر پرورش سبب کاهش تخم‌گذاری و در نهایت، کاهش جمعیت آنها می‌شود.

استفاده از تغذیه تکمیلی در اواسط دوره پرورش بید آرد توسط پرورش‌دهندگان به دلایلی همچون آلودگی بستر پرورش به بیماری‌های ویروسی، باکتریایی یا کنه آرد (*Acarus siro*) است. در واقع آن‌ها ترجیح می‌دهند که در شروع دوره، منبع تغذیه کمتری استفاده کنند و در صورت عدم آلودگی بستر، در اواسط دوره با توجه به اندازه لاروها و نیازهای غذایی آن‌ها، غذای تکمیلی را اضافه نمایند.

این تحقیق به منظور تعیین بهترین میزان تخم شب‌پره بید آرد برای شروع پرورش با توجه به میزان آرد موجود در بستر و همچنین، تعیین میزان بهینه‌ی تغذیه مجدد (تکمیلی) لاروها با آرد گندم در میانه دوره پرورش و تاثیر آن‌ها بر برخی خصوصیات لاروها (همچون وزن ۱۰۰ لارو، وزن کل لاروها در محیط پرورش و طول بدن لاروها)، نسبت جنسی حشرات کامل و همچنین، باروری حشرات ماده انجام گرفت.

مواد و روش ها

آزمایش‌ها در انسکتاریوم سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان انجام شدند. شرایط محیطی مورد استفاده در انسکتاریوم بر اساس منابع علمی شامل دمای ۲±۲۶ درجه سلسیوس، رطوبت ۵ ±۶۰ درصد و دوره روشنایی به تاریکی ۸:۱۶ (ساعت) بود (Hooper, 2003; Xu, 2010).

گند زدایی و آماده‌سازی مواد و تجهیزات

به‌منظور شروع پرورش بید آرد در آزمایشگاه، ابزارهایی مانند تشت پلاستیکی، آرد گندم، سبوس برنج، کاغذ و پارچه به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در دستگاه آون ضدعفونی شدند. برای ضدعفونی قفسه‌ها، میزها و اتاق‌های محل پرورش بید آرد و سالن کار از هیپوکلرید سدیم ۵٪ استفاده شد. برای نگهداری تخم بید آرد از تشتک‌های پتری شیشه‌ای با قطر ۸ سانتیمتر و ارتفاع یک سانتی‌متر استفاده شد که به مدت ۲ ساعت در آون در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس ضدعفونی شده بودند.

آلوده‌سازی بستر پرورش بید آرد

به‌منظور پرورش بید آرد از تشت‌های پلاستیکی با قطر ۵۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر استفاده شد. فرمول غذایی پایه برای تمام تیمارها مخلوط یکنواخت ۱/۵ کیلوگرم آرد گندم و ۰/۵ کیلوگرم سبوس برنج برای هر تشت بود. به‌منظور انجام آزمایش ۵ مقدار از تخم بید آرد (۰/۴، ۰/۵، ۰/۶، ۰/۷، ۰/۸ گرم) توزین و به تشت‌های مجزا اضافه شد. هر تراکم تخم در ۶ تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. پس از آلوده‌سازی بستر پرورش به روش فوق، روی تشت‌ها را با پارچه پوشانده و برای نگهداری به اتاق پرورش بید آرد با دمای ۲±۲۶ درجه سلسیوس و رطوبت ۵ ±۶۰ درصد انتقال داده شدند.

تغذیه مجدد

در روزهای ۲۵ تا ۳۰ ام دوره پرورش، بستر پرورش برای اضافه کردن مواد غذایی مورد بررسی قرار گرفت و صرف‌نظر از میزان غذای باقیمانده، تغذیه مجدد در هر تیمار به‌تناسب انجام شد. آرد گندم به میزان صفر گرم (شاهد)، ۲۵۰ گرم، ۵۰۰ گرم، ۷۵۰ گرم و ۱۰۰۰ گرم پس از توزین به تشت‌ها اضافه شد. در مجموع، تعداد ۱۵۰ عدد تشت در هر آزمایش کامل مورد ارزیابی قرار گرفت.

لاروگیری

زمان لاروگیری ۳۵ تا ۳۷ روز پس از شروع پرورش بود که در این زمان، بیشتر لاروها به سن مطلوب (سن آخر) برای پرورش زنبور پارازیتوئید رسیده بودند. برای جلوگیری از وارد شدن صدمات مکانیکی به لاروها در هنگام جمع‌آوری، طبق روش بن لالی و همکاران (Ben-Lalli, 2011) از روش حرارت دادن ملایم دمای ۴۳ تا ۴۵ درجه سلسیوس (به کمک هیتر برقی) استفاده شد. در این روش حرارت باعث تحریک لاروها و خروج آن‌ها از مواد غذایی و حرکت در دیواره داخلی ظرف به طرف بالا می‌شود. با این روش تمام لاروهای موجود در هر تشت جمع‌آوری شدند.

توزین لاروها و میزان آرد باقی‌مانده

به طور تصادفی ۱۰۰ عدد لارو از هر تیمار جمع‌آوری و به‌وسیله ترازوی آزمایشگاهی عمل توزین انجام شد. سپس کل لاروهای هر تیمار نیز از درون تشت‌ها جمع‌آوری و توزین شد.

اندازه‌گیری لاروها

برای اندازه‌گیری لاروها ۳۰ عدد از لاروهای هر تیمار را در آب گرم ۴۰ درجه قرار داده تا غیر فعال شوند. سپس، با استفاده از خط‌کش اقدام به اندازه‌گیری آنها و ثبت اطلاعات شد.

پرورش حشرات کامل بید آرد جهت تعیین نسبت جنسی و میزان باروری

پرورش بیدهای آرد برای تعیین نرخ زنده‌مانی تا زمان تبدیل شدن به حشره کامل ادامه یافت. بدین‌منظور تعداد ۵ تشت از هر تیمار بیان‌شده محتوی لارو در اتاق پرورش بید آرد نگهداری شد تا لاروهای سن آخر به شفیره وسپس، به حشرات کامل تبدیل شدند. بعد از گذشت حدود ۴۰ روز لاروها تبدیل به شفیره شده و پس از ۴۵ روز حشرات کامل پدیدار شدند. نرخ زنده‌مانی، نسبت جنسی و میزان وزن تخم گذاشته‌شده توسط حشرات ماده، در سه وزن تخم اولیه (۰/۴و ۰/۵ و ۰/۶ گرم) بررسی شد. اندازه‌گیری وزن تخم‌ها، پس از قرار دادن حشرات کامل در قیف‌های وارونه تخم‌گیری به روش‌های متداول انجام شد (Sharifian, 2015; Kurtulus, 2020).

بیان این نکته ضروری است که حشرات مورد مطالعه در این قسمت از تحقیق، به طور مجزا از ابتدای دوره رشدی برای این منظور پرورش داده شدند و هیچ‌گونه گرمایی (برای جداسازی لاروها) به آن‌ها داده نشده و دستکاری محیط پرورش آن‌ها مشابه حشرات مورد مطالعه در بخش‌های قبلی انجام نشده است.

جمع‌آوری حشرات بالغ توسط دستگاه آسپیراتور موتوری انجام گرفت. بدین‌ترتیب که از لوله مکش جاروبرقی استفاده شد و انتهای لوله ی متصل به جاروبرقی با توری پوشانده شد تا شب‌پره‌ها وارد جاروبرقی نشوند. بعد از جمع‌آوری حشرات بالغ شب‌پره، با گاز CO_2 به مدت ۳۰ ثانیه بیهوش شدند. پس از بیهوشی شب‌پره‌ها، از هر تیمار به میزان ۲۰ گرم شب‌پره در قیف‌های مخصوص نگهداری شب‌پره‌ها قرار داده و سپس، قیف‌ها به اتاق پرورش بید آرد

منتقل و روی مقواهای مشکی مستقر شدند. دهانه بزرگ قیف با توری پوشانده شد تا از خروج شب‌پره‌ها جلوگیری شود، سوراخ توری آنقدر بزرگ بود که خروج تخم‌ها به آسانی صورت گیرد.

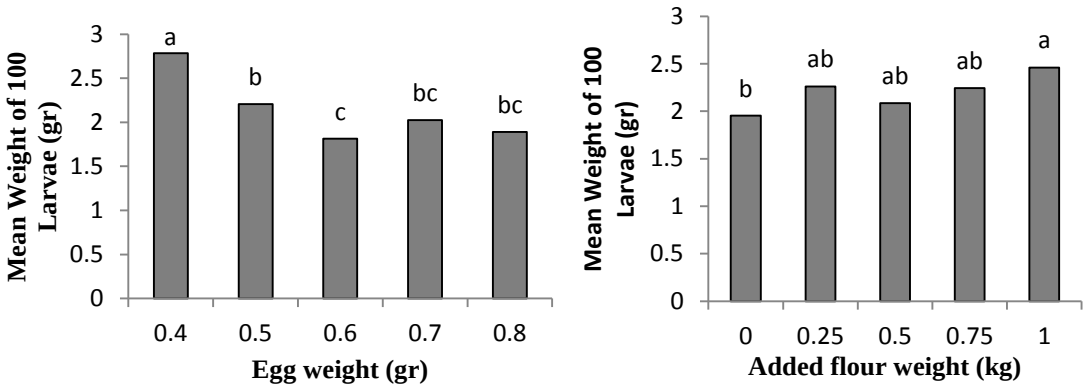
پس از گذشت حدود ۲۴ ساعت و انجام جفت‌گیری و تخم‌ریزی، تخم‌ها از روی مقواهای قرارداده شده زیر قیف-های مخصوص تخم‌گیری از حشرات ماده جمع‌آوری و تخم‌ها وزن شد. جمع‌آوری تخم ها و توزین آن‌ها به روش کرتولوس و همکاران (Kurtulus, 2020) انجام شد. جمع‌آوری تخم‌ها طی چندین روز تا اتمام زمان تخم‌گذاری انجام گرفت تا وزن کل تخم‌های گذاشته‌شده در هر تیمار به‌طور کامل به‌دست آید. سپس، به‌منظور تعیین نسبت جنسی شب‌پره‌های هر قیف شمارش شد. تعداد ۳۰ شب‌پره به طور تصادفی از هر تیمار انتخاب و اندام تناسلی خارجی آنها زیر استریومیکروسکوپ بررسی شد (Kurtulus *et al.* 2020).

تجزیه و تحلیل آماری

محاسبات آماری (شامل تجزیه واریانس‌ها و مقایسه میانگین‌ها) با نرم‌افزار SPSS 19.0 و رسم نمودارها با کمک نرم افزار Excel 2010 انجام گرفت. آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی در نظر گرفته شد و در ۵ تیمار و ۶ تکرار انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دنباله‌ای توکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

با افزایش وزن تخم بید آرد در شروع پرورش، میانگین وزن ۱۰۰ لارو کاهش یافت، در حالی که این میزان با بالاتر رفتن وزن آرد اضافه‌شده طی دوره رشدی لاروها (با فرض ثابت بودن میزان تخم اولیه) افزایش نشان داده است (شکل ۱). بیشترین میانگین وزن ۱۰۰ لارو (۳/۳۵ گرم) مربوط به کاربرد هم‌زمان ۰/۴ گرم تخم اولیه و ۱۰۰۰ گرم آرد افزوده شده بوده است (جدول ۱). همچنین، نتایج مقایسه میانگین اثر میزان آرد افزوده‌شده بر میانگین وزن ۱۰۰ لارو نشان داد که بیشترین میانگین وزن ۱۰۰ لارو در حالتی مشاهده شده است که یک کیلوگرم آرد در خلال رشد لاروها به محیط پرورش اضافه شده است، اما تفاوت معنی‌داری بین وزن‌های ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ کیلوگرم در افزایش وزن ۱۰۰ لارو مشاهده نشده است (شکل ۱). مقادیر دقیق میانگین‌ها در جدول ۱ آمده است.



شکل ۱- تاثیر میزان آرد افزوده‌شده به محیط پرورش (چپ) و وزن تخم بید آرد (راست) در شروع پرورش بر میانگین وزن ۱۰۰ لارو

Figure 1. Effect of added flour (left) and egg weight (right) on mean weight of 100 *Anagasta kuehniella* larvae (same letters on columns showed non-significant difference by Tukey's test at P≤0.05)

جدول ۱- میانگین وزن ۱۰۰ لارو بید آرد بعد از کاربرد هم‌زمان مقادیر مختلف تخم بید آرد و افزودن مقادیر متفاوت آرد در میانه دوره پرورش به عنوان تغذیه تکمیلی

Table 1. Mean weight of 100 larvae of *Anagasta kuehniella* after simultaneous use of various egg amounts and adding various flour amounts as supplied food in the middle of the rearing period

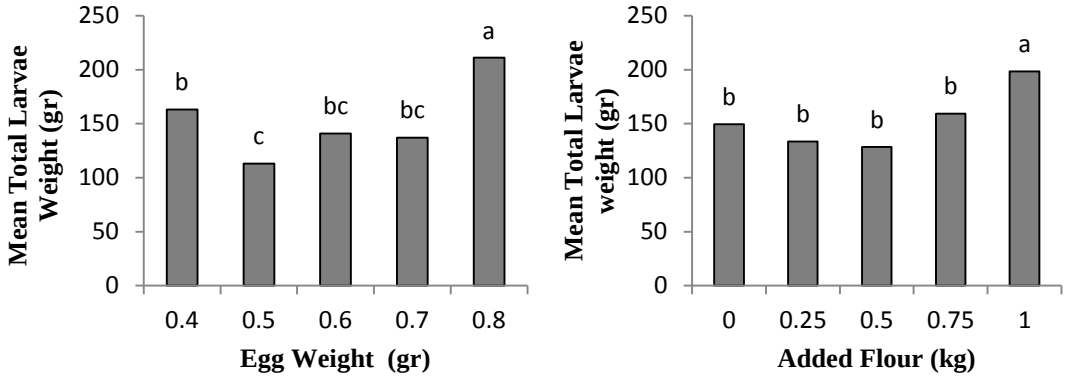
	Egg Weight (gr)				
Added flour Weight (kg)	**0.4**	**0.5**	**0.6**	**0.7**	**0.8**
0	2.54 bcd*	2.06 cd	1.35 ef	1.92 cde	1 f
0.25	2.78 abc	2.3 bcd	1.87 cde	1.99 cd	1.56 def
0.5	2.53 abc	2.22 bcd	1.86 cde	1.97 cde	1.8 def
0.75	3.1 ab	2.01 cd	1.79 def	2.23 bcd	2.39 bcd
1	3.35 a	2.66 abc	2.15 bcd	2 cd	2.24 bcd

* Weights are in "gr" and different letters show significant different using Tukey's test P≤0.05.

مطالعه هوپر و همکاران (Hooper *et al.*, 2003) نشان داد که رژیم غذایی به‌ویژه در مراحل ابتدایی رشد شب‌پره بید آرد بر روند رشد و ازدیاد جمعیت آنها اثر می‌گذارد و کاهش تغذیه مجدد بستر رشد سبب کاهش تخم‌گذاری و در نهایت، کاهش جمعیت و وزن لاروهای آنها می‌شود که با نتایج این بررسی مشابه می‌باشد. همچنین، پژوهشگران دیگر نیز بیان کردند که اثر مقادیر مختلف تخم شب‌پره بید آرد و تغذیه مجدد بستر پرورش می‌تواند بر تولید بهینه لارو شب پره بید آرد بسیار موثر باشد (Hooper *et al.*, 2003; Savoldelli, 2006).

همچنین، تجزیه واریانس اثر وزن تخم اولیه که به محیط‌های پرورش اضافه شده روی وزن میانگین ۱۰۰ لارو شب‌پره بید آرد نشان داد که وزن تخمی که روی مقدار مشخصی آرد در اول دوره پرورش قرار داده می‌شود، با اطمینان ۹۵ درصد، اثر معنی داری بر وزن لارو شب پره بید آرد در پایان دوره مورد نظر داشته است (F=21.295, df=4, 5, P≤0.00). تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که وزن آرد افزوده‌شده پس از دوره مشخص زمانی نیز با اطمینان ۹۵ درصد اثر معنی‌داری بر میانگین وزن ۱۰۰ لارو در این دوره زمانی داشته است (F=7.011, df=4, 5, P≤0.00). این نتایج در حالی به دست آمده‌اند که اثر متقابل وزن تخم اولیه و وزن آرد اضافه‌شده در طول دوره پرورش، روی وزن میانگین لاروی در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نبود (F=1.454, df=16,5, P≤0.166).

نتایج مقایسه میانگین اثر وزن تخم اولیه بر میانگین وزن ۱۰۰ لارو نشان داد که بیشترین میانگین وزن ۱۰۰ لارو در حالتی مشاهده شده است که کمترین میزان تخم (۰/۴ گرم) به محیط پرورش اضافه شده است (شکل ۱). به طور کلی، با افزایش وزن تخم‌هایی که در محیط پرورش قرار داده شده است، وزن کل لاروها روند تقریباً ثابتی داشت؛ ولی وزن کل لاروها با بالاتر رفتن وزن آرد اضافه‌شده در میانه دوره رشدی، افزایش یافت (شکل ۲). بیشترین وزن کل لاروهای موجود در یک تیمار (۲۵۴ گرم) مربوط به تیمار ۰/۸ گرم تخم اولیه و ۱۰۰۰ گرم آرد افزوده‌شده بوده است (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر میزان آرد افزوده‌شده بر وزن کل لاروها نشان داد که بیشترین وزن کل لاروی در حالتی مشاهده شده است که یک کیلوگرم آرد در خلال رشد لاروها به محیط پرورش اضافه شده است، اما تفاوت معنی داری بین وزن‌های صفر، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ کیلوگرم در افزایش وزن کل لاروی مشاهده نشده است (شکل ۲). همچنین، مقادیر میانگین وزن کل لاروها در تیمارهای مختلف در جدول ۲ آمده است.



شکل ۲- تاثیر وزن تخم بید آرد در شروع پرورش (چپ) و آرد اضافه‌شده (راست) بر میانگین وزن کل لاروها در تیمارهای مربوطه

Figure 2. Effect of egg weight (left) and added flour weight (right) on total weight of *Anagasta kuehniella* larvae

Same letters on columns showed non-significant difference by Tukey's test at P≤0.05

جدول ۲- میانگین وزن کل لاروهای بید آرد بعد از کاربرد هم‌زمان مقادیر مختلف تخم بید آرد و افزودن مقادیر متفاوت آرد در میانه دوره پرورش به عنوان تغذیه تکمیلی

Table 2. Mean total larval weight of *Anagasta kuehniella* after simultaneous use of various egg amounts and adding various flour amounts as supplied food in the middle of rearing period

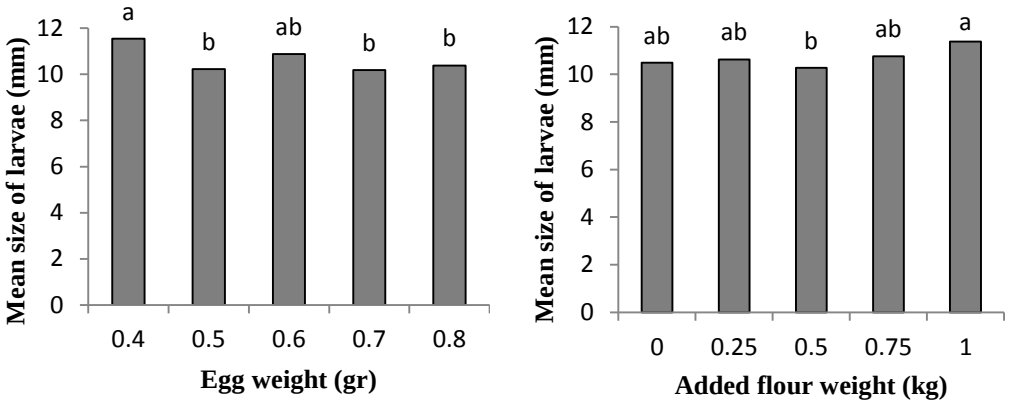
	Egg Weight (gr)				
Added flour Weight (kg)	**0.4**	**0.5**	**0.6**	**0.7**	**0.8**
0	160.2 bcd*	142.5 bcd	134.5 cd	120 cd	175 abc
0.25	152.99 bcd	80.33 d	129.5 cd	114 cd	188.5 abc
0.5	152.5 bcd	122.5 cd	116.6 cd	120 cd	142.5 bcd
0.75	176 abc	116.6 cd	161.5 bcd	105 cd	253.9 a
1	195.5 abc	105 cd	180 abc	230 ab	254 a

* Weights are in "gr" and different letters show significant different using Tukey's test P≤0.05.

در بررسی‌های بای و همکاران (Bai *et al*., 1992) و ویرو و رن (Weiru and Ren, 1989) تأثیر معنی‌دار مقادیر مختلف تخم و میزان بستر پرورش (آرد گندم) به اثبات رسیده است. همچنین، بررسی میزان جیره غذایی روی آفت شب‌پره بید آرد به دلیل اینکه طیف گسترده‌ای از محصولات کشاورزی با میزان و تراکم مختلف را در بر می-گیرد، در کنترل آن بسیار موثر است. پژوهش صورت‌گرفته توسط برور (Brower, 1983) نشانگر تأثیر معنی‌دار میزان جیره غذایی و مقادیر مختلف تخم بید آرد بر میزان تولید آن بود. نتایج تحقیق فوق با نتیجه حاصل از تحقیق حاضر مطابقت دارد.

تجزیه واریانس اثر وزن تخم اولیه قرار داده شده روی محیط‌های پرورش بر وزن لاروهای شب‌پره بید آرد نشان داد که وزن تخم شب‌پره بید آرد که روی مقدار مشخصی آرد در اول دوره پرورش ریخته می‌شود، با اطمینان ۹۵ درصد، اثر معنی داری بر وزن کل لاروهای شب پره بید آرد در پایان دوره مورد نظر داشته است (F=21.979, df=4, 5, P≤0.00). وزن آرد افزوده‌شده پس از دوره مشخص زمانی نیز با اطمینان ۹۵ درصد بر وزن کل لاروها اثر معنی-داری داشت (F=11.469, df=4, 5, P≤0.00). اثر متقابل وزن تخم اولیه و وزن آرد اضافه‌شده در طول دوره پرورش، روی وزن کل لاروی نیز در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار بود (F=3.025, df=16, 5, P≤0.002).

تجزیه واریانس اثر وزن تخم اولیه که روی محیط‌های پرورش قرار داده‌شده روی میانگین اندازه لاروها نشان داد که وزن تخم شب‌پره بید آرد که روی مقدار مشخصی آرد در اول دوره پرورش ریخته می‌شود، با اطمینان ۹۵ درصد، اثر معنی‌داری بر میانگین اندازه لاروها در پایان دوره پرورش داشته است (F=6.251, df=4, 5, P≤0.001). وزن آرد افزوده‌شده پس از دوره مشخص زمانی نیز با اطمینان ۹۵ درصد اثر معنی‌داری بر میانگین اندازه لاروها داشته است (F=4.166, df=4, 5, P≤0.007). اثر متقابل وزن تخم اولیه و وزن آرد اضافه‌شده روی میانگین اندازه لاروها پس از پرورش در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نبود (F=1.027, df=16, 5, P≤0.451) (شکل ۳).



شکل ۳- تاثیر وزن تخم بید آرد در شروع پرورش (چپ) و میزان آرد افزوده شده (راست) روی میانگین اندازه لاروها

Figure 3. Effect of egg weight (left) and added flour weight amount (right) on mean size of *Anagasta kuehniella* larvae

Same letters on columns showed non-significant difference by Tukey's test at P≤0.05.

جدول ۳- میانگین اندازه لاروهای بید آرد بعد از کاربرد هم‌زمان مقادیر مختلف تخم بید آرد و افزودن آرد در میانه دوره به عنوان تغذیه تکمیلی

Table 3. Mean larvae size of *Anagasta kuehniella* after simultaneous use of various egg amounts and various added flour amounts as supplied food

	Egg Weight (gr)				
Added flour Weight (kg)	**0.4**	**0.5**	**0.6**	**0.7**	**0.8**
0	11.49 ab*	9.7 ab	10.52 ab	10.31 ab	8.91 b
0.25	11.26 ab	10.41 ab	10.85 ab	9.81 ab	9.95 ab
0.5	11.26 ab	10.17 ab	10.12 ab	8.93 b	11.03 ab
0.75	11.9 ab	9.95 ab	11.21 ab	10.7 ab	11.11 ab
1	12.3a	11.33ab	12.03 ab	11.15 ab	10.5 ab

* sizes are in "mm" and different letters show significant different using Tukey's test P≤0.05.

به طور کلی با افزایش وزن تخم اولیه که در محیط پرورش قرار داده شده است، نسبت جنسی نتاج روند مشخصی نداشته است. همچنین، نسبت جنسی نتاج با بالاتر رفتن وزن آرد اضافه شده نیز روند مشخصی را نشان نمی‌دهد. بالاترین نسبت جنسی ماده به نر در تیمار ۰/۵ گرم تخم اولیه و بدون آرد افزوده‌شده مشاهده شده است. همچنین، نتایج مقایسه میانگین اثر وزن تخم اولیه بر نسبت جنسی نتاج نشان داد که بیشترین نسبت جنس ماده به نر (۱:۱/۲۹) در حالتی مشاهده شده است که ۰/۵ گرم تخم به محیط پرورش اضافه شده است؛ در حالی که تفاوت تیمارهای دیگر (دو وزن ۰/۴ و ۰/۶ گرم تخم اولیه) با یکدیگر معنی‌دار نبوده است.

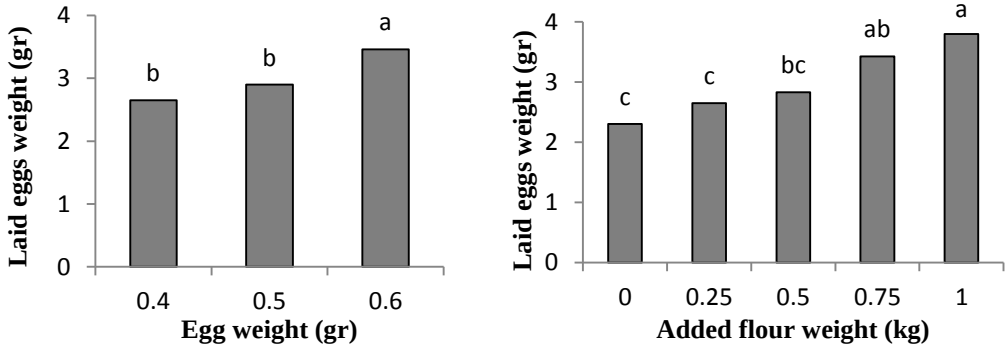
در پژوهش‌های کرتولوس و همکاران (Kurtulus, 2020) تأثیر معنی‌دار مقادیر مختلف تخم و میزان بستر

پرورش (آرد گندم) بر خصوصیات رشدی شب‌پره بید آرد به اثبات رسیده است. همچنین، بررسی میزان جیره غذایی بر روی این حشره به دلیل اینکه طیف گسترده‌ایی از محصولات کشاورزی با میزان و تراکم مختلف را در بر می-گیرد، در کنترل آن بسیار موثر است؛ به گونه‌ایی که پژوهش‌های صورت‌گرفته توسط برور (Brower, 1983) نشانگر تأثیر معنی‌دار میزان جیره غذایی و مقادیر مختلف تخم بید آرد بر میزان تولید آن است. نتایج پژوهش‌های فوق با نتیجه حاصل از تحقیق حاضر مطابقت دارد.

تجزیه واریانس اثر وزن تخم اولیه (۳ وزن) که روی محیط‌های پرورش ریخته شده، روی نسبت جنسی نتاج شب‌پره بید آرد نشان داد که وزن تخم اولیه که روی مقدار مشخصی آرد در اول دوره پرورش ریخته می‌شود، با اطمینان ۹۵ درصد، اثر معنی‌داری بر نسبت جنسی نتاج شب پره بید آرد در نسل بعد داشته است ($F=11.482, df=2, 5, P\leq0.000$). وزن آرد افزوده شده (۵ وزن) پس از دوره مشخص زمانی نیز با اطمینان ۹۵ درصد اثر معنی‌داری بر نسبت جنسی نتاج شب‌پره بید آرد داشته است ($F=10.074, df=4, 5, P\leq0.000$). اثر متقابل وزن تخم اولیه و وزن آرد اضافه‌شده روی نسبت جنسی نتاج شب پره بید آرد در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بوده است ($F=9.243, df=8, 5, P\leq0.000$).

به طور کلی، با افزایش وزن تخم اولیه که در محیط پرورش قرار داده شده است، میزان تخم گذاشته‌شده توسط حشرات کامل نیز افزایش معنی‌دار داشت ($F=8.156, df=3, 5, P\leq0.001$). همچنین، تخم گذاشته‌شده توسط حشرات کامل با بالاتر رفتن وزن آرد اضافه‌شده به‌طور معنی‌داری ($F=10.263, df=4, 5, P\leq0.000$) افزایش یافته است (شکل ۴). بالاترین تعداد تخم گذاشته‌شده (۳/۴۶ گرم) توسط حشرات کامل در تیمار ۰/۶ گرم تخم اولیه و یک کیلوگرم آرد افزوده‌شده مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین اثر وزن تخم اولیه بر وزن تخم گذاشته‌شده توسط حشرات کامل نشان داد که بیشترین وزن تخم حشرات کامل در تیمار ۰/۶ گرم تخم اولیه بوده است؛ در حالی که تفاوت تیمارهای دیگر (دو وزن ۰/۴ و ۰/۵ گرم تخم اولیه) با یکدیگر از لحاظ وزن تخم حشرات کامل تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند (شکل ۴).

نتایج مقایسه میانگین اثر میزان آرد افزوده‌شده بر وزن تخم حشرات کامل نشان داد که بیشترین وزن تخم گذاشته-شده توسط حشرات کامل در حالتی مشاهده شده است که یک کیلوگرم آرد به محیط پرورش افزوده شده است. هر چه میزان آرد اضافه‌شده بیشتر بوده است، میزان تخم بیشتری توسط حشرات کامل حاصل از آن محیط پرورش گذاشته شده است (شکل ۴).



شکل ۴- تاثیر وزن تخم بید آرد در شروع پرورش (چپ) و وزن آرد اضافه شده (راست) روی وزن تخم گذاشته‌شده توسط حشرات کامل شب‌پره بید آرد

Figure 4. Effect of egg weight at the beginning of rearing (left) and added flour weight (right) on weight of laid eggs by *Anagasta kuehniella* females
Same letters on columns showed non-significant different by Tukey's test at P≤0.05

جدول ۴- میانگین وزن تخم گذاشته‌شده بید آرد بعد از کاربرد هم‌زمان مقادیر مختلف تخم بید آرد و افزودن مقادیر متفاوت آرد در میانه دوره به عنوان تغذیه تکمیلی

Table 4. Mean weight of laid eggs of *Anagasta kuehniella* after simultaneous use of various egg amounts and adding various flour amounts in the middle of the rearing period as supplied food

	Egg Weight (gr)		
Added flour Weight (kg)	**0.4**	**0.5**	**0.6**
0	1.85 c*	2.28 bc	2.77 bc
0.25	2.28 bc	2.46 bc	3.2 ab
0.5	2.47 bc	2.79 bc	3.23 ab
0.75	3.16 ab	3.50 ab	3.62 ab
1	3.465 ab	3.45 ab	4.475 a

* weights are in "gr" and different letters show significant different using Tukey's test P≤0.05.

تجزیه واریانس اثر وزن تخم اولیه که روی محیط‌های پرورش قرار داده‌شده بر وزن تخم گذاشته‌شده توسط حشرات کامل نشان داد که وزن تخم اولیه، با اطمینان ۹۵ درصد، بر تخم گذاشته‌شده توسط حشرات کامل اثر معنی‌دار داشته است (F=8.156, df=3, 5, P≤0.001). وزن آرد افزوده‌شده (۵ وزن) پس از دوره مشخص زمانی نیز با اطمینان ۹۵ درصد بر تخم گذاشته‌شده توسط حشرات کامل اثر معنیدار داشته است (F=10.263, df=4, 5, P≤0.000). این در حالی است که اثر متقابل وزن تخم اولیه و وزن آرد اضافه‌شده روی تخم گذاشته‌شده توسط حشرات کامل در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار نبوده است (F=0.296, df=8, 5, P≤0.964).

صفا و همکاران (Safa *et al*., 2014) میزان تخم‌ریزی را مرتبط با وزن بدن حشره کامل دانستند و آن را به کیفیت مواد مغذی بستر ارتباط دادند؛ به گونه‌ای که بیشترین نرخ تخم‌گذاری، مربوط به رژیم آرد گندم و سبوس گندم، به نسبت ۱:۳ بود، که با وزن بدن حشرات کامل ماده ارتباط داشت. در بررسی باروری بید آرد روی سه رژیم غذایی شامل آرد ذرت، خرده‌های نان و ترکیبی از دو رژیم مذکور با نسبت‌های یکسان مشخص شد که رژیمی که شامل ترکیبات ذرت و گندم باشد، باعث افزایش تخم‌ریزی بید آرد می‌شود (Amaral Filho and Habib, 1990). همچنین، قدرت باروری حشرات ماده پرورش‌یافته روی آرد کامل گندم بیشتر از سبوس گندم گزارش شده است. با وجود مطالعه روی رژیم‌های غذایی ترکیبی، هنوز تولیدکنندگان داخلی به عنوان ماده غذایی اصلی از آرد گندم به عنوان بستر پرورش استفاده می‌کنند. به همین دلیل آزمایش حاضر با تمرکز بر این ماده غذایی و برای مشخص نمودن حجم بهینه آن انجام گرفت.

نتیجه‌گیری کلی

در نهایت مشخص شد که با افزایش وزن آرد اضافه شده، میزان تخم گذاشته‌شده توسط حشرات کامل افزایش معنی‌داری یافته است. احتمالاً به این دلیل که با افزایش وزن منبع غذایی، لاروها درشت‌تر و با وزن بیشتر خواهند بود. لاروهای درشت‌تر حشرات نر و ماده درشت‌تر را به وجود می‌آورند. حشرات ماده بزرگ‌تر حجم تخمدان بیشتری داشته و طبیعی است که تخم‌های بیشتر و حتی درشت‌تری داشته باشند و در نتیجه، وزن تخم این حشرات بیشتر خواهد شد. نتایج آزمایش حاضر در این زمینه کاملاً منطقی به نظر می‌رسد. زیرا روند تولید تخم در حشرات ماده روندی انرژی‌بر بوده و طبیعی است حشراتی که تغذیه بهتری داشته‌اند، این روند را به شکل بهینه‌تری طی می‌کنند و وزن و تعداد تخم آن‌ها بیش از حشراتی خواهد بود که روی منابع غذایی محدود تغذیه کرده‌اند. توجیه استفاده از تغذیه تکمیلی در اواسط دوره پرورش این بود که تولیدکنندگان لارو بید آرد در انسکتاریوم‌های کشور، به دلایلی همچون آلودگی بستر پرورش به بیماری‌های ویروسی، باکتریایی یا کنه آرد (*Acarus siro*) ترجیح می‌دهند که در شروع

دوره، منبع تغذیه کمتری استفاده کنند و در صورت عدم آلودگی بستر، در اواسط دوره با توجه به اندازه لاروها و نیازهای غذایی آن‌ها، تغذیه تکمیلی را اضافه نمایند. به طور کلی، نتایج آزمایش حاضر نشان داد که برای پرورش بهینه لارو بید آرد در انسکتاریوم ها، بهترین میزان تخم برای شروع پرورش روی حدود ۲ کیلوگرم بستر پرورش، حدود ۴/۵-۰/۰ گرم است. همچنین، نتایج تحقیق حاضر بر اهمیت افزودن تغذیه تکمیلی در میان دوره تاکید کرده و میزان مناسب آن را حدود ۱-۰/۸ کیلوگرم برآورد می‌کند.

سپاسگزاری

نویسندگان بدینوسیله مراتب قدردانی خود را از آقایان کریم اولین چهارسوقی و ایمان شریفیان برای کمک‌های ایشان در انجام هر چه بهتر این پروژه اعلام می‌دارند.

References

Amaral Filho, B. F. and Habib, M. E. M. 1990. Biologia de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera, Phyctidae). **Revista de Agricultura, Piracicaba** 65: 133-143.

Bai, B., Luck, R. F., Forster, L., Stephens, B. and Janssen, J. M. 1992. The effect of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 64(1): 37-48.

Bauerfeind, S. S. and Fischer, K. 2005. Effects of food stress and density in different life stages on reproduction in a butterfly. **Oikos** 111: 514-524.

Ben-Lalli, A., Méot, J. M., Collignan, A. and Bohuon, P. 2011. Modelling heat-disinfestation of dried fruits on "biological model" larvae *Anagasta kuehniella* (Zeller). **Food Research International** 44(1): 156-166.

Bhavanam, S. P., Wang, Q. and He, X. Z. 2012. Effect of nutritional stress and larval crowding on survival, development and reproductive output of Mediterranean flour moth, *Anagasta kuehniella* Zeller. **New Zealand Plant Protection** 65: 138-141.

Borzoui, E., Naseri, B., Mohammadzadeh-Bidarani, M., 2016. Adaptation of *Habrobracon hebetor* (hymenoptera: braconidae) to rearing on *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Insect Science** 16: 12-20**.**

Brower, J. H. 1983. Eggs of stored-product Lepidoptera as hosts for *Trichogramma evanescens* (Hym.: Trichogrammatidae). **BioControl** 28: 355-361.

Cerutti F., Bigler, F., Eden, G. and Bosshart, S. 1992. Optimal larval density and quality control aspects in mass rearing of the Mediterranean flour moth, *Anagasta kuehniella* Zell. (Lepidoptera, Phycitidae). **Journal of Applied Entomology** 114: 353-361.

Fantinou, A. A., Perdikis, D. C. and Stamogiannis, N. 2008. Effect of larval crowding on the life history traits of *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae). **European Journal of Entomology** 105: 625-630.

Ghanbari, Y. and Barghi, H. 2008. Iran's main challenges in sustainable agricultural development. **Rahbord Yas** 16: 218-234.

Hooper, H. L., Sibly, R. M, Hutchinson, T. H. and Maund, S. J. 2003. The influence of larval density, food availability and habitat longevity on the life history and population growth rate of the midge *Chironomus riparius*. **Oikos** 102: 515- 524.

Jimenez-Perez, A. and Wang, Q. 2004. Effect of body weight on reproductive performance in *Cnephasia jactatana* (Lepidoptera: Tortricidae). **Journal of Insect Behavior** 17: 511-522.

Jones, R. E., Hart, J. R. and Bull, G. D. 1982. Temperature, size and egg production in the cabbage butterfly, *Pieris rapae* L. **Australian Journal of Zoology** 30: 223-232.

Keddy, P. A. 2001. Competition. Springer Science and Business Media. 552 pp.

Kurtuluş, A., Pehlivan, S., Achiri, T. D. and Atakan, E. 2020. Influence of different diets on some biological parameters of the Mediterranean flour moth, *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Products Research** 85: 101554- 101555.

Peters, T. M. and Barbosa, P. 1977. Influence of population density on size, fecundity, and developmental rate of insects in culture. **Annual Reviews of Entomology** 22: 431-450.

Safa, M., Yazdanian, M. and Sarailoo, M. H. 2014. Larval feeding from some artificial diets and its effects on biological parameters of the Mediterranean flour moth. **Munis Entomology and Zoology** 9(2): 678-686.

Savoldelli, S. 2006. Cannibalistic behaviour of the first and second instar larvae of *Plodia interpunctella* (Hubner), *Cadra cautella* (Walker), *Anagasta kuehniella* Zeller, *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae) under starvation. **Bollettino di Zoologia Agraria e Bachicoltura** 38: 115-125.

Scholler, M. and Prozell, S. 2002. Response of *Trichogramma evanescens* to the main sex pheromone component of *Anagasta* spp. and *Plodia interpunctella*, (Z, E) -9, 12- tetra – decadenyl acetate (ZETA). **Journal of Stored Production Research** 38: 177 -184.

Sedaghati, M. 1992. Sustainable agricultural systems and their role in natural source protection and exploitation, Iran. Proceeding of the 6th Seminar on Agricultural Extension, 3 June, Ferdowsi Mashhad University, Iran. (in Farsi)

Sharifian, I., Sabahi, Q. and Khoshabi, J. 2015. Functional response of *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) and *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) feeding on two different prey species. **Archives of Phytopathology and Plant Protection** 48(17-20): 910-920.

Stouthamer, R. and Kazmer, D. J. 1994. Cytogenetics of microbe-associated parthenogenesis and its consequences for gene flow in *Trichogramma* wasps. **Heredity** 73: 317-327.

Stouthamer, R., Pinto, J. D., Platner, G. R. and Luck, R. F. 1994. Taxonomic status of thelytokous forms of *Trichogramma*, **Annals of the Entomological Society of America** 83: 475-481.

Tammaru, T., Kaitaniemi, P. and Ruohomaki, K. 1996. Realized fecundity in *Epirrita autumnata* (Lepidoptera: Geometridae): relation to body size and consequences to population dynamics. **Oikos** 77: 407-416.

Vaez, N., Nouri, Gh., Iranipour, Sh., Mashhadi Jafarloo, M. and Asghari Zakaria, R. 2009. Necessity of encountering *Trichogramma brassicae* Bezdenko wasps reared on alternative hosts, cereal moth *Sitotroga cerealella* Hubner and flour moth *Anagasta kuehniella* Zeller to target pest bollworm *Helicoverpa armigera* Hubner prior to release. **Agricultural Science** 19(1): 317-332. (in Farsi)

Weiru, Z. and Ren, W. 1989. Rearing of *Orius sauteri* (Hemiptera: Anthocoridae) with natural and artificial diets. **Chinese journal of Biological Control** 5: 9-12.

Xu, J. 2010. Reproductive behavior of *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Ph.D. thesis, Massey University, Palmerston North New Zealand.

Xu, J., Wang, Q. and He, X. Z. 2007. Influence of larval density on biological fitness of *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). **New Zealand Plant Protection** 60: 199-202.

Plant Pest Research
2022- 11 (4): 63-75

Research paper

Effect of different amount of flour moth, *Anagasta kuehniella* eggs and second feeding on its larva production in insectarium condition

M. Mirhoseini Moghadam* and S. Hesami
Department of Entomology, Faculty of Agricultural Sciences, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

(Received: January 3, 2022- Accepted: March 7, 2022)

Abstract

Mediterranean flour moth *Anagasta kuehniella* (Zeller) is considered as one of the hosts that used for mass rearing of *Habrobracon hebetor* Say (Hym.: Braconidae). In this research effects of five amounts of flour moth eggs (0.4, 0.5, 6.0, 0.7 and 0.8 gr) on a constant diet (1.5 kg of wheat flour and 0.5 kg of rice bran) and five amount of wheat flour that added as second feeding at the mid of rearing period (0, 0.25, 0.5 0.75 and 1 kg) were investigated on some larval morphological characteristics and sex ratio and fertility of adults moths. Results showed that maximum weight of 100 larvae (3.35 gr), was obtained in minimum amount of egg weight (0.4 gr) and maximum secondary feeding (1 kg). While, maximum total larvae weight in a treatment (254 gr), was recorded in 0.8 gr egg weight and 1 kg flour weight as secondary feeding. Also highest female/male sex ratio (1.29: 1) observed in 0.5 gr egg weight and zero secondary feeding. On the other hand, bigger larvae that reared on higher amount of flour, laid higher amount of eggs and their eggs were heavier too. According to results, for the best outcome in flour moth rearing in insectarium it would be suggested that at the beginning 0.4-0.5 gr of insect eggs should be added to 2 kg of rearing media and after that 0.8-1 kg of wheat flour should be added to this diet at the mid of rearing period.

Key words*:* Female Fertility, Flour Moth Rearing, Optimum Nutrition, Secondary Feeding, Sex ratio

* Corresponding author: rosemarysalu@yahoo.com