

امکان سنجی پرورش سن شکارگر (*Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae)

با استفاده از کیست آرتمیا (*Artemia urmiana* Gunther) از دریاچه ارومیه در شرایط

آزمایشگاهی

مهین قاسم‌زاده^{۱*} و غلامحسین قره‌خانی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.

۲- دانشیار گروه گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.

مسئول مکاتبه: mghasemzadeh1395@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۱۹

تاریخ دریافت: ۹۷/۱/۱۰

چکیده

سن شکارگر همه چیزخوار *Macrolophus pygmaeus* Rambur در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات، به ویژه آفات گلخانه‌ای جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است. در این تحقیق، به منظور بررسی امکان پرورش آن، برخی از فراسنجه‌های زیستی این شکارگر با تغذیه از کیست آرتمیا (*Artemia urmiana* Gunther) و تخم شب‌پره‌ی آرد (*Ephestia kuehniella* Zeller) به عنوان غذای استاندارد و غلاف لویاسبزی *Phaseolus vulgaris* L. به عنوان بستر تخم‌گذاری و تأمین رطوبت، در دمای 25 ± 1 درجه-ی سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره‌ی نوری $16:8$ ساعت تاریکی به روشنایی، با ۶۰ تکرار بررسی شدند. نتایج نشان داد که مدت زمان نشو و نمای مرحله‌ی پورگی با تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد و کیست آرتمیا برای حشرات نر به ترتیب $17/0.4 \pm 0/11$ و $18/0.6 \pm 0/18$ روز و حشرات ماده به ترتیب $17/3.1 \pm 0/0.9$ و $18/1.7 \pm 0/1.5$ روز، با تفاوت معنی‌دار بود. بررسی فراسنجه‌های تولیدمثلی، نرخ خالص باروری، نرخ ذاتی تولیدمثل و نرخ متناهی افزایش جمعیت در تغذیه از هر دو غذا در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار نشان دادند. این مطالعه نشان داد که نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) این شکارگر به ترتیب $0/0.8 \pm 0/0.05$ و $0/0.64 \pm 0/0.06$ روز^{-۱}، نرخ خالص تولیدمثل (R_0) به ترتیب $18/1.2 \pm 2/97$ و $10/7.0 \pm 2/43$ تخم به ازای هر فرد و مدت زمان تکمیل یک نسل (T) به ترتیب $35/93 \pm 0/33$ و $36/66 \pm 0/53$ روز بوده است. براساس نتایج به دست آمده، استفاده از تخم شب‌پره‌ی آرد جهت پرورش سن شکارگر مناسب‌تر می‌باشد ولی در صورت عدم دسترسی به تخم شب‌پره‌ی آرد تداوم و نگهداری جمعیت این سن شکارگر با کیست آرتمیا نیز امکان‌پذیر می‌باشد.

واژه‌هایی کلیدی: پرورش آزمایشگاهی، رژیم غذایی، فراسنجه‌های زیستی، *Macrolophus pygmaeus* *Ephestia kuehniella*

مقدمه

سن شکارگر همه چیزخوار *Macrolophus pygmaeus* Rambur پیش از این به عنوان عامل کنترل زیستی آفات گیاه‌خوار در شرایط گلخانه‌ای استفاده شده است (اینگو و همکاران ۲۰۱۱، اوجا و همکاران ۲۰۱۲، نانینی و همکاران ۲۰۱۲).

سن شکارگر *M. pygmaeus* به عنوان یکی از دشمنان طبیعی سفیدبالک‌ها، شته‌ها و بال‌پولک‌داران در گلخانه‌ها و مزارع به صورت متراکم در برنامه‌های کنترل زیستی در

سن‌های خانواده Miridae با بیش از ۱۰۰۰۰ گونه‌ی توصیف شده، بزرگترین خانواده در راسته‌ی خرطوم مفصلی‌ها به شمار می‌روند (ولر ۲۰۰۱). کاربرد برخی سن‌های شکارگر جنس *Macrolophus* از خانواده Miridae در کنترل زیستی آفات مختلف و به ویژه سفیدبالک‌ها و شته‌ها در شرایط گلخانه و مزرعه، به نحو چشم‌گیری مورد توجه قرار گرفته است (سانچز و همکاران ۲۰۰۳). از

اروپا مورد استفاده قرار گرفته است (ون لنترن ۲۰۱۲، لایکورسیس و همکاران ۲۰۱۴، مورکنز و همکاران ۲۰۱۷). این سن شکارگر در تمام مناطق پالئارکتیک غربی یافت می‌شود (کرزنر و جوسیفوو ۱۹۹۹، الیز و همکاران ۲۰۰۸، سانچز و همکاران ۲۰۱۲)، و از حوزه‌ی دریای مدیترانه سرچشمه می‌گیرد (اینگنو و همکاران ۲۰۱۱، پریو و همکاران ۲۰۱۶).

استفاده از روش‌های کنترل زیستی در گلخانه‌ها یک جایگزین مناسب برای کاهش استفاده از آفت‌کش‌ها می‌باشد (ون لنترن ۲۰۱۲، دی‌بکر و همکاران ۲۰۱۴). در این مورد تحقیقات فراوانی برای افزایش کارایی کنترل زیستی، به روش افزایشی انجام شده است. زیرا امروزه جامعه‌ی علمی بر این باور است که با این روش می‌توان بسیاری از آفات کلیدی را مدیریت نمود (کوهن و اسمیت ۱۹۹۸).

یکی از موانع اصلی کاربرد گسترده‌ی کنترل زیستی به روش افزایشی در مدیریت آفات، هزینه‌ی بالای تولید تجاری دشمنان طبیعی است. در دسترس بودن منابع غذایی ارزان‌تر، هزینه‌های تولید شکارگرها را به طور عمده کاهش می‌دهد و می‌تواند باعث استفاده‌ی بیشتر از آن‌ها در کنترل زیستی شود. استفاده از غذاهای مصنوعی برای تولید انبوه سن‌های شکارگر منجر به کاهش قابل توجهی از هزینه‌های تولید آن‌ها می‌شود که به نوبه‌ی خود ممکن است باعث افزایش استفاده از کنترل زیستی در مقابل کنترل شیمیایی شود (دی‌کلرک ۲۰۰۸، ون لنترن ۲۰۱۲). در استفاده از رژیم‌های غذایی توجه به کیفیت و کمیت غذا به عبارت دیگر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی رژیم غذایی حائز اهمیت است. پژوهش‌های انجام شده نشان داده است که کمیت و کیفیت مواد غذایی میزبان، بر دوره‌ی رشد، اندازه‌ی بالغین، طول عمر، زادآوری و نسبت جنسی حشره‌ی مفید تأثیرگذار است (تیلمن و کیت ۱۹۹۳).

میزبان‌های آزمایشگاهی مختلفی برای پرورش انواع حشرات مفید (دشمنان طبیعی) مورد استفاده قرار می‌گیرند که معمولاً حشرات مرده یا زنده هستند ولی بعضی از میزبان‌های آزمایشگاهی که برای پرورش شکارگرها استفاده می‌شوند، می‌توانند موجوداتی غیر از حشرات

باشند (دی‌کلرک و همکاران ۲۰۰۵).

یکی از مهم‌ترین میزبان‌های آزمایشگاهی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد (*Ephestia kuehniella* Zeller) می‌باشد (تیلمن و کیت ۱۹۹۳). شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد متعلق به راسته Lepidoptera، خانواده Pyralidae و زیر خانواده Phycitinae می‌باشد. مراحل تخم و لارو این آفت به عنوان منبع غذایی برای پرورش بسیاری از شکارگرها و پارازیتوئیدها و نیز انجام تحقیقات رفتاری، بیوشیمیایی و زیست‌شناسی ملکولی مورد استفاده قرار می‌گیرند (رستمیان ۱۳۹۳، رحمان و همکاران ۲۰۰۴).

تخم شب‌پره‌ی آرد و کیست آرتمیای از میزبان‌های آزمایشگاهی سن‌های شکارگر *Orius laevigatus* Fieber (Heteroptera: Anthocoridae) (آریجز و دی‌کلرک ۲۰۰۱) و *Macrolophus caliginosus* Wagner (کاستانه و همکاران ۲۰۰۶)، می‌باشند.

آرتمیای یکی از انواع مهم و نسبتاً گسترده سخت‌پوستان است که از آب‌های لب‌شور تا آب‌های شور که میزان املاح آن‌ها ممکن است تا چند برابر آب دریا باشد، زندگی می‌کند. آرتمیای میگوی آب شور، موجود ظریف و کوچکی است و به دلیل عدم وجود جانوران شکارچی و رقبای غذایی به چنین محیط‌های با شرایط دشوار سازش پیدا کرده است و به صورت جمعیت‌های بسیار انبوه رشد و تکثیر نموده است. توزیع جغرافیایی وسیع، تنوع اکولوژیکی زیستگاه‌های مجزا و انعطاف‌پذیری ژنتیکی گونه‌های آرتمیای، باعث به وجود آمدن سویه‌ها یا نژادهای مختلف جغرافیایی گردیده است. بزرگترین زیستگاه آرتمیای در ایران و جهان دریاچه‌ی ارومیه می‌باشد، البته در سایر نقاط دنیا هم یافت می‌شود ولی آرتمیای موجود در دریاچه‌ی ارومیه با توجه به ویژگی‌های خاص، به عنوان یک گونه‌ی مجزا با نام *Artemia urmiana* Gunther نامگذاری شده است (امامی ۱۳۹۳).

کاستانه و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از کیست آرتمیای و تخم شب‌پره‌ی آرد طول دوره‌ی زندگی و تولیدمثل سن شکارگر *M. caliginosus* را روی این دو رژیم غذایی مورد

زنده‌مانی، رشد و نمو و میزان زادآوری جمعیت فراهم می‌کند (یو و همکاران ۲۰۰۵).

مطالعه‌ی جنبه‌های مختلف زیستی دشمنان طبیعی پیش‌نیازی برای طراحی برنامه‌های کنترل زیستی و مدیریت تلفیقی آفات محسوب می‌شود. بر این اساس هدف از انجام این تحقیق، بررسی تأثیر دو رژیم غذایی بر برخی فراسنجه‌های زیستی سن شکارگر *M. pygmaeus* و مقایسه و ارزیابی رژیم غذایی مناسب‌تر به منظور بهینه‌سازی پرورش انبوه آن و همچنین کاهش هزینه‌های تولید و افزایش بهره‌وری بوده است.

مواد و روش‌ها

پرورش سن شکارگر *M. pygmaeus*

گروه اولیه‌ی حشرات کامل سن شکارگر *M. pygmaeus* از نمایندگی شرکت کوپرت هلند در تهران^۱ تهیه شد. برای پرورش این سن شکارگر مشابه روش دنوو (۲۰۱۵) از تخم شب‌پره‌ی آرد به عنوان ماده‌ی تغذیه‌ای اصلی استفاده شد. جهت استفاده از تخم‌های شب‌پره‌ی آرد، آن‌ها را باید به وسیله‌ی منجمد کردن عقیم نمود تا جنین موجود در تخم از بین رود. برای پرورش از ظروف پلاستیکی استوانه‌ای درب‌دار با قطر هفت سانتی‌متر و ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر استفاده و جهت ایجاد تهویه، روی درپوش هر ظرف سوراخی به قطر سه سانتی‌متر ایجاد و با توری ۱۲۱ مش پوشانده شد. غلاف‌های لوبیاسبز *Phaseolus vulgaris* L. (رقم کانتاندر تهیه شده از شهر مراغه) به عنوان بستر تخم‌ریزی و تأمین رطوبت در محیط پرورش قرار داده شد. غلاف‌ها هر ۲۴ ساعت جمع‌آوری و در ظرف‌های جدید قرار داده شدند. روی ظرف‌ها برچسب‌هایی نصب و روی آن تاریخ تخم‌گذاری ثبت گردید. پس از تفریح تخم‌ها، تخم شب‌پره‌ی آرد به عنوان غذا به این ظروف حاوی پوره اضافه شد. برای جابه‌جایی پوره‌های سنین اول تا سوم از قلم موی سه صفر و برای پوره‌های سنین چهارم و پنجم و حشرات کامل از آسپیراتور دستی

مقایسه قرار دادند. شکارگرهایی که توسط کیست‌های خشک پرورش داده شده بودند، از نرخ نشو و نما و میزان باروری (ماده‌ها) مشابه با تیمار تخم شب‌پره‌ی آرد برخوردار بودند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کیست آرمیا طعمه‌ی جایگزین مفید و مناسبی برای پرورش انبوه این سن شکارگر می‌باشد. در بررسی دیگری جهت پرورش سن شکارگر *M. pygmaeus* از کیست آرمیا *Artemia franciscana* Kellogg به صورت خشک و هیدراته بدون استفاده از مواد گیاهی در مقایسه با تخم شب‌پره‌ی آرد استفاده کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که کیست آرمیای خشک یک منبع غذایی زنده اقتصادی برای جایگزینی در حداقل بخشی از فرآیند پرورش سن شکارگر مناسب می‌باشد (وندکرو و همکاران ۲۰۰۸). هیلگرس و همکاران (۲۰۱۶) بیان داشتند که *M. pygmaeus* یک سن شکارگر همه چیزخوار با دامنه‌ی میزبانی وسیع و سودمند در برنامه‌های کنترل زیستی می‌باشد. البته تنها مشکل اساسی استفاده از آن، هزینه‌های بالای پرورش آن است که با جایگزینی مواد غذایی مثل کیست آرمیا این مشکل برطرف می‌شود. تحقیقات دیگری نیز نشان داد که کیست میگوی آب شور غذای مناسبی برای سایر شکارگرها نیز هستند.

در برنامه‌های مدیریت آفات از جمله مسائل مهم در تصمیم‌گیری صحیح، تعیین شاخص‌های رشد جمعیت می‌باشد. مجموعه‌ی داده‌های حاصل از جدول زندگی برای گونه‌های مرتبط با سطوح مختلف تغذیه‌ای در یک زنجیره‌ی غذایی برای مدیریت تلفیقی آفت از اهمیت زیادی برخوردار است (مایا و همکاران ۲۰۱۴). مطالعه‌ی جدول زندگی، پایه و اساس علم اکولوژی جمعیت است (کری ۱۹۹۳). همچنین، نتایج جدول زندگی شکار و شکارگر برای پرورش انبوه و به کارگیری یک دشمن طبیعی در سیستم‌های کنترل زیستی ضروری می‌نماید (چی و سو ۲۰۰۶).

جدول زندگی به بررسی تغییرات کمی جمعیت حشرات در طول یک نسل یا نسل‌های متوالی می‌پردازد و می‌تواند عوامل مؤثر در تغییرات جمعیت را نیز معرفی کند. از طرف دیگر، مطالعه‌ی جدول زندگی، اطلاعات جامعی را درباره‌ی

¹<http://gyahcorp.ir/wordpress>.

اختیار پوره‌ها قرار داده شد. در این آزمایش در هر ظرف یک پوره‌ی سن اول *M. pygmaeus* قرار داده شد و در مجموع ۶۰ پوره (تکرار) برای هر تیمار استفاده شد. تأمین بستر رطوبت و تعویض غذا هر ۲۴ ساعت یکبار صورت گرفت. ظروف به طور روزانه و در زمان‌های مشخص بازدید و طول دوره‌ی پورگی ثبت گردید. وجود پوسته در کف ظرف ملاک تغییر جلد و ورود به سن بعدی پورگی بود.

بررسی تأثیر رژیم غذایی بر برخی از فراسنجه‌های

حشرات کامل نر و ماده‌ی سن شکارگر *M. pygmaeus*

طول دوره‌ی پیش از تخم‌گذاری که از خروج حشره‌ی کامل ماده از آخرین پوسته‌ی دوره‌ی پورگی آغاز می‌شود و با گذاشتن نخستین تخم به پایان می‌رسد با APOP^۱ نشان داده می‌شود و کل دوره‌ی پیش از تخم-ریزی، از زمان تشکیل تخم تا شروع تولیدمثل با TPOP^۲ نشان داده می‌شود.

برای تعیین میانگین دوره‌ی تخم‌گذاری، تعداد تخم‌های گذاشته شده و طول عمر حشرات کامل، از حشرات کامل به دست آمده از تیمارهای قبلی استفاده شد به طوری که بعد از سپری شدن دوره‌ی پورگی و تبدیل آن‌ها به حشره-ی کامل، یک جفت حشره کامل نر و ماده با عمر حداکثر ۲۴ ساعت را به صورت جداگانه در ظرف پلاستیکی استوانه‌ای به ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر و قطر هفت سانتی‌متر قرار داده شد، که حاوی رژیم غذایی به مقدار ۰/۲ - ۰/۱ گرم کیست آرتمیا و تخم شب‌پره‌ی آرد (به تدریج از پنج عدد تخم تا حداکثر ۲۰ عدد تخم شب‌پره‌ی آرد) و غلاف لوبیاسبز به عنوان بستر بودند، تا حشرات کامل جفت‌گیری و تولیدمثل کنند. تعداد جفت حشرات کامل از تیمار تخم شب‌پره‌ی آرد با ۲۵ و تیمار کیست آرتمیا با ۱۷ تکرار تهیه شد. بعد از طی دوره‌ی جنینی (حدوداً ۹ روز)، غلاف‌های هر تکرار از هر رژیم غذایی (تیمار) هر روز بازرسی و در صورت ظهور پوره، روزانه تعداد پوره‌های هر جفت ثبت شد.

استفاده شد. به منظور خالص‌سازی سن شکارگر و همگن کردن آن از نظر فیزیولوژیک، شکارگرهای تهیه شده از شرکت کوپرت به مدت سه نسل متوالی با روش فوق در آزمایشگاه پرورش یافتند. از پوره‌های حاصل از نسل سه برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد. پرورش این سن شکارگر در دمای 25 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت 65 ± 5 درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی انجام شد.

فراسنجه‌های زیستی سن شکارگر *M. pygmaeus* در دو تیمار (۱) تخم شب‌پره‌ی آرد (*E. kuehniella*) و (۲) کیست آرتمیا (*A. urmiana*) و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۶۰ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. تخم شب‌پره‌ی آرد از دانشگاه مراغه و کیست آرتمیا در این مطالعه از مرکز تحقیقات آرتمیا و جانوران آبی ارومیه تهیه شد.

بررسی تأثیر رژیم غذایی بر برخی از فراسنجه‌های

مرحله‌ی نارس سن شکارگر *M. pygmaeus*

زمان نشو و نمای مرحله‌ی تخم و پورگی سن شکارگر *M. pygmaeus* روی دو تیمار تخم شب‌پره‌ی آرد و کیست آرتمیا بررسی شد. در هر دو تیمار در ابتدا حشرات کامل به صورت جفت در داخل ظروف قرار داده شد تا تخم-گذاری کنند. پس از ظهور پوره‌های سن اول، ۶۰ عدد پوره به طور تصادفی انتخاب شد. آزمایش دوره‌ی پورگی در ظروف پلاستیکی به طول ۱۰ سانتی‌متر، عرض هشت سانتی‌متر و ارتفاع چهار سانتی‌متر انجام شد. داخل ظروف بستری از کاغذ صافی به همراه غلاف لوبیاسبز (سه سانتی‌متر) جهت تأمین رطوبت (برای حفظ مداوم رطوبت، کاغذ صافی خیس شده به دلیل زودتر خشک شدن، مناسب نمی‌باشد) قرار داده شد (مطابق با روش دنوو ۲۰۱۵). روی درپوش ظروف جهت ایجاد تهویه، سوراخی به قطر سه سانتی‌متر و با پوشش توری با مش ۱۲۱ تعبیه شد. تخم‌های شب‌پره‌ی آرد، به میزان کافی (به تدریج از دو عدد تخم تا حداکثر ۱۰ عدد تخم شب‌پره‌ی آرد مطابق با افزایش سن پورگی) و همین طور در تیمار دوم به میزان کافی (۰/۱ گرم کیست آرتمیا) در داخل ظروف در

¹Adult proovipositio period

²Total proovipositio period

نحوه‌ی ثبت و تجزیه داده‌ها

وقایع روزانه کلیه‌ی افراد از تولد تا مرگ شامل زمان رشدی تمام مراحل (تخم، پوره، حشره کامل)، جنسیت افراد (نر، ماده و افرادی که قبل از بلوغ مردند) و زادآوری روزانه ماده‌ها براساس تئوری جدول زندگی دو جنسی سنی-مرحله‌ای و با استفاده از نرم افزار TWO SEX-MS Chart (version, 2017) تجزیه شدند. بر این اساس، آماره-های مهم جدول زندگی، نرخ زنده‌مانی ویژه‌ی سنی (l_x)، نرخ زنده‌مانی ویژه‌ی سنی-مرحله‌ای (d_{xj})، باروری ویژه‌ی سنی-مرحله‌ای (f_x)، زادآوری ویژه‌ی سنی (m_x)، و پارامترهای جمعیتی محاسبه شدند. همچنین، برآورد خطای استاندارد آماره‌های فوق با استفاده از روش بوت استرپ (۱۰۰۰۰۰ تکرار) اجرا شد. میانگین‌ها و خطای معیار (SE) پارامترهای جمعیتی مطابق فرمول‌های به دست آمده از چی و سو (۲۰۰۶) و هانگ و چی (۲۰۱۲) و اختلاف بین تیمارها براساس فاصله‌ی اطمینان ۰/۹۵ در نرم‌افزار TWO SEX-MS Chart مقایسه شدند. مقایسه‌ی میانگین و خطای استاندارد با استفاده از روش بوت‌استرپ محاسبه گردید. منحنی‌ها و نمودارها با استفاده از نرم افزار 12.0 Sigmaplot رسم شدند.

نتایج و بحث

بررسی تأثیر رژیم غذایی بر برخی از فراسنجه‌های زیستی سن شکارگر *M. pygmaeus*

تجزیه‌ی داده‌های طول دوره‌ی رشدی حشرات نابالغ از تفریح تخم تا تبدیل آن‌ها به حشره‌ی کامل روی دو تیمار کیست آرتمیا و تخم شب‌پره‌ی آرد نشان دهنده‌ی وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد است. نتایج تأثیر رژیم غذایی بر طول دوره‌های نشو و نمای *M. pygmaeus* با تفکیک جنسیت در جدول ۱ نشان داده شده است.

در مطالعه‌ی پردیکس و لایکورسیس (۲۰۰۳) بر روی *M. pygmaeus* با تغذیه از *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) دوره‌ی جنینی ۱۰/۳ روز گزارش

روزانه غلاف لوبیاسبز جهت تأمین رطوبت و بستر تخم-گذاری مورد نیاز جفت‌های سن شکارگر تأمین شد و این کار تا مرگ آخرین حشره‌ی کامل ادامه یافت. به منظور تعیین میزان طول عمر حشرات کامل تکرارهای آزمایشی هر روز بازدید شد. به این ترتیب میانگین دوره‌ی تخم-گذاری، تعداد تخم‌های گذاشته شده و طول عمر حشرات کامل تعیین شد.

پارامترهای جدول زندگی

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش جدول زندگی سنی-مرحله‌ای دو جنسی استفاده شد. جدول زندگی سنتی که بر اساس جنس ماده ساخته می‌شود تنها با در نظر گرفتن سن موجودات و بدون در نظر گرفتن جنس نر تهیه می‌شود.

در دموگرافی‌های مرسوم به طور کلی جمعیت نرها و تفاوت طول دوره‌های رشدی بین افراد نادیده گرفته می‌شود. تنوع و گوناگونی در نرخ‌های رشد و نمو بین افراد، در بسیاری از موجودات زنده مشاهده می‌شود. حذف این چنین گوناگونی‌هایی منجر به بروز اشتباه در تجزیه و تحلیل جدول زندگی می‌شود (چی و یانگ ۲۰۰۳). نادیده گرفتن جنسیت افراد مورد مطالعه در تدوین جدول زندگی نیز منجر به بروز اشتباهاتی در نتایج تحقیق می‌شود (چی ۱۹۹۸)، لذا در سال‌های ۱۹۸۵ و ۱۹۸۸ جدول زندگی سنی-مرحله‌ای رشدی دو جنسی با همسان کردن نرخ‌های متنوع رشد و نمو و همچنین با در نظر گرفتن هر دو جنس نر و ماده ابداع شد (چی و ليو ۱۹۸۵). به نظر می‌رسد جدول زندگی دو جنسی سنی-مرحله‌ای زیستی قادر است این اشکالات را برطرف کند (چی و یانگ ۲۰۰۳). برتری روش جدول زندگی سنی-مرحله‌ای دو جنسی نر و ماده، در درجه‌ی اول با در نظر گرفتن تغییرات رشد و نمو در افراد مختلف و در مرحله‌ی بعد با در نظر گرفتن کل جمعیت (ماده‌ها، نرها، افراد نابالغی که قبل از رسیدن به سن بلوغ مرده‌اند) حائز اهمیت است (چی ۱۹۹۸، چی و یانگ ۲۰۰۳).

جنینی *M. pygmaeus* را در سطح برگی بادمجان با تغذیه از شته‌ی باقلا (*Aphis fabae* Scopuli) ۱۱/۱۷ روز و دوره‌ی پورگی را ۱۶/۷۰ روز گزارش کردند.

شده است. پردیکس و لایکورسیس (۲۰۰۴) دوره‌ی جنینی این سن شکارگر را با تغذیه از (Hemiptera: Aphididae) *Myzus persica* Sulzer بر روی گیاه فلفل، ۱۱/۰۵ روز گزارش کردند. لایکورسیس و همکاران (۲۰۰۸) دوره‌ی

آماره‌های جدول زندگی

فرمول	آماره جدول زندگی
$l_x = \sum_{j=1}^{\beta} S_{xj}$	نرخ زنده‌مانی ویژه سنی
$m_x = \frac{\sum_{j=1}^{\beta} S_{xj} f_{xj}}{\sum_{j=1}^{\beta} S_{xj}}$	زادآوری ویژه سنی
$v_{xj} = \frac{e^{r(x+1)}}{S_{xj}} \sum_{i=x}^{\infty} e^{-r(i+1)} \sum_{y=j}^m S_{iy} f_{iy}$	ارزش تولیدمثلی
$e_{xj} = \sum_{i=x}^{\infty} \sum_{y=1}^m S_{iy}$	امید به زندگی
$\sum_{x=0}^{\infty} \left[e^{-r(x+1)} \sum_{j=1}^m f_{xj} S_{xj} \right] = 1$	باروری ویژه سنی-مرحله‌ای
$r_m = \frac{\ln R_0}{T}$	نرخ ذاتی افزایش جمعیت
$\lambda = e^{r_m}$	نرخ منتهای افزایش جمعیت
$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x$	نرخ خالص تولیدمثل
$T = \frac{\ln R_0}{r}$	میانگین مدت زمان یک نسل
$GRR = \sum_{x=0}^{\infty} m_x$	نرخ ناخالص تولیدمثل

جدول ۱- فراسنجه‌های زیستی (میانگین \pm انحراف استاندارد) سن شکارگر *M. pygmaeus* با تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد و کیست آرمیا.

فراسنجه	کیست آرمیا	تخم شب‌پره‌ی آرد
طول دوره‌ی جنینی (♂)	۹/۰ \pm ۱۸/۱۰ ^b (۱۷)	۹/۰ \pm ۲۴/۰۹ ^a (۲۵)
طول دوره‌ی جنینی (♀)	۹/۰ \pm ۰۶/۰۶ ^b (۱۸)	۹/۰ \pm ۴۵/۰۹ ^a (۲۹)
طول دوره‌ی پورگی (♂)	۱۸/۰ \pm ۰۶/۱۸ ^a (۱۷)	۱۷/۰ \pm ۰۴/۱۱ ^b (۲۵)
طول دوره‌ی پورگی (♀)	۱۸/۰ \pm ۱۷/۱۵ ^a (۱۸)	۱۷/۰ \pm ۳۱/۰۹ ^b (۲۹)
زنده‌مانی پوره (/.)	۵۸/۰ \pm ۳۳/۳۳ ^b (۳۵)	۹۰/۰ \pm ۸۷/۰۰ ^a (۵۴)
طول عمر حشرات کامل (♂)	۲۲/۰ \pm ۰۰/۶۸ ^b (۱۷)	۲۳/۰ \pm ۱۸/۲۲ ^a (۲۵)
طول عمر حشرات کامل (♀)	۱۹/۰ \pm ۰۶/۹۶ ^b (۱۸)	۲۱/۱ \pm ۵۵/۲۰ ^a (۲۵)

حروف غیریکسان در هر سطر نشان دهنده‌ی معنی‌دار بودن اختلاف در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد. اعداد داخل پرانتز تعداد تکرارها می‌باشد.

زنده‌مانی پوره‌ها را ۸۷ درصد گزارش کردند. نتایج به دست آمده در تیمار مشابه تحقیق حاضر متفاوت است. تفاوت احتمالی در نژاد جغرافیایی و سابقه‌ی پرورش سن شکارگر، گونه‌ی متفاوت و نیز کیفیت تخم شب‌پره‌ی آرد و میزبان گیاهی در مطالعه این محققین و تحقیق حاضر را می‌توان از جمله دلایل تفاوت در نتایج به دست آمده در این دو بررسی ذکر کرد.

کاستانه و همکاران (۲۰۰۶) در شرایط آزمایشگاهی یکسان با پژوهش حاضر، طول دوره‌ی پورگی برای سن شکارگر *M. caliginosus* را با تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد برای افراد نر و ماده به ترتیب ۱۶/۲۵ و ۱۷/۱۶ روز و کیست آرتمیای خشک ۱۷/۶۰ و ۱۸/۳۹ روز گزارش کردند، که با نتایج تحقیق حاضر در هر دو تیمار هم‌خوانی دارد. نتایج این تحقیقات تأییدکننده‌ی نقش مؤثر پروتئین جانوری در تسریع روند نشو و نما‌ی دوره‌ی پورگی حشره‌ی همه چیزخوار می‌باشد.

زنده‌مانی پوره‌های سن شکارگر *M. pygmaeus* در دو تیمار با هم اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد دارند (جدول ۱). نامطلوب بودن رژیم غذایی از لحاظ فیزیکی مانند درشت بودن ذرات خشک کیست آرتمیای نسبت به تخم شب‌پره‌ی آرد، سبب ناتوانی پوره‌ها در تغذیه از آن‌ها، گرسنگی پوره‌ها و در نتیجه طولانی شدن دوره‌ی پورگی و افزایش مرگ و میر در آن‌ها شده است. همچنین، متفاوت بودن رژیم‌های غذایی از لحاظ ترکیبات شیمیایی (عناصر غذایی مورد نیاز در نشو و نما مانند پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و ...) نیز می‌تواند از دلایل احتمالی طولانی‌تر شدن دوره‌ی پورگی و افزایش مرگ و میر در پوره‌ها در رژیم‌های غذایی کیست آرتمیای باشد.

وندکرخو و همکاران (۲۰۰۸) میزان زنده‌مانی پوره‌ها برای *M. pygmaeus* را با تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد ۸۵/۷۰ درصد و با تغذیه از کیست آرتمیای خشک ۷۱/۴۰ درصد گزارش کردند که با نتایج تحقیق حاضر نزدیکی دارد. تفاوت درصد زنده‌مانی در کیست آرتمیای در تحقیق حاضر از تحقیق فوق‌الذکر می‌تواند ناشی از تفاوت در

کاستانه و زاپاتا (۲۰۰۵) در مطالعه‌ی دوره‌ی جنینی *M. caliginosus* را با تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد روی دیسک برگ‌ی توتون ۱۱/۴۰ روز، همچنین کاستانه و همکاران (۲۰۰۶) دوره‌ی جنینی این سن شکارگر را در تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد ۱۲/۰۳ روز و کیست آرتمیای خشک ۱۲/۳۵ روز گزارش کردند.

با وجود یکسان بودن شرایط آزمایشگاهی، نتایج داده‌های تحقیقات فوق‌الذکر با نتایج تحقیق حاضر متفاوت می‌باشد که دلیل آن را می‌توان ناشی از کیفیت رژیم غذایی و یا حضور میزبان گیاهی دانست. ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی گیاهان میزبان به طور مستقیم با تحت تأثیر قرار دادن شکارگر، یا غیرمستقیم با تحت تأثیر قرار دادن شکار در کارایی شکارگرها مؤثر هستند (پرایس و همکاران ۱۹۸۰).

وندکرخو و همکاران (۲۰۰۸) در شرایط آزمایشگاهی (دمای 23 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره‌ی نوری ۱۶:۸ ساعت تاریکی به روشنی) طول دوره‌ی پورگی برای سن شکارگر *M. pygmaeus* بر روی سطح برگ‌ی توتون *Nicotiana tabacum* L. cv. Xanthi با تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد برای افراد نر و ماده به ترتیب $17/00 \pm 0/2$ و $17/50 \pm 0/4$ روز، و با تغذیه از کیست آرتمیای خشک (*A. franciscana*) برای افراد نر و ماده به ترتیب $18/60 \pm 0/4$ و $20/20 \pm 1/0$ روز گزارش کردند. نتایج تحقیق حاضر با گزارش آن‌ها هم‌خوانی دارد. مولا و همکاران (۲۰۱۳)، در نتایج بررسی خود که از جدول زندگی تک جنسی بهره گرفته‌اند، طول دوره‌ی پورگی سن شکارگر *M. pygmaeus* را در تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد بر روی گوجه‌فرنگی در شرایط آزمایشگاهی مشابه با تحقیق حاضر $15/26 \pm 0/32$ روز ذکر کرده‌اند. کاستانه و زاپاتا (۲۰۰۵) در پژوهش خود در شرایط آزمایشگاهی (دمای 25 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 70 ± 10 درصد و دوره‌ی نوری ۱۶:۸ ساعت تاریکی به روشنی) دوره‌ی پورگی *M. caliginosus* را برای افراد نر و ماده به ترتیب ۱۷/۶۰ و ۱۸/۳۰ روز و

دوره‌ی نشو و نما، جنینی، دوره‌ی پورگی و حشره‌ی کامل، باروری و زادآوری سن‌های شکارگر را تحت تأثیر قرار دهند. رژیم غذایی، دماهای بالا و پایین و تأخیر در جفت‌گیری نیز می‌توانند زادآوری حشرات کامل را تحت تأثیر قرار دهند. نتایج تأثیر رژیم غذایی بر میانگین دوره‌ی تخم‌گذاری و تعداد تخم‌ها (در پژوهش حاضر به دلیل دیده نشدن تخم، پوره‌های تفریح شده مدنظر بود)، در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج تأثیر رژیم غذایی بر میانگین طول عمر حشرات کامل و به تفکیک جنسیت در جدول ۱ آورده شده است.

گونه‌ی آرتمیا (*A. franciscana*) و یا احتمالاً به دلیل متفاوت بودن رژیم‌های غذایی از لحاظ ترکیبات شیمیایی بوده است. همچنین یافته‌های وندکرخو و دی‌کلرک (۲۰۱۰) در مورد میزان زنده‌مانی پوره‌های سن شکارگر *M. pygmaeus* در تراکم‌های مختلف تخم شب‌پره‌ی آرد ۸۹/۱۰ درصد با نتایج تحقیق حاضر مشابهت نزدیکی دارد.

بررسی تأثیر رژیم غذایی بر برخی از فراسنجه‌های حشرات کامل نر و ماده‌ی سن شکارگر *M. pygmaeus*
نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که طول دوره‌ی APOP در دو رژیم غذایی اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند (جدول ۲). عوامل متعددی وجود دارند که می‌توانند طول

جدول ۲- فراسنجه‌های تولیدمثلی (میانگین \pm انحراف استاندارد) سن شکارگر *M. pygmaeus* با تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد و کیست آرتمیا.

فراسنجه	کیست آرتمیا	تخم شب‌پره‌ی آرد
درصد تفریح پوره‌ها	۳۵/۴ \pm ۶۷/۱۴ ^a (۱۸)*	۳۷/۳ \pm ۴۸/۶۵ ^a (۲۹)
دوره‌ی پیش از تخم‌گذاری (روز)	۳/۰ \pm ۱۲/۱۵ ^a (۱۷)	۲/۰ \pm ۸۰/۰۸ ^a (۲۵)
کل دوره‌ی پیش از تخم‌گذاری (روز)	۳۰/۰ \pm ۳۵/۲۱ ^a (۱۷)	۲۹/۰ \pm ۴۸/۱۳ ^b (۲۵)
روزهای تخم‌گذاری (روز)	۱۰/۰ \pm ۴۷/۷۵ ^b (۱۷)	۱۲/۰ \pm ۶۸/۷۴ ^a (۲۵)
دوره‌ی پس از تخم‌گذاری (روز)	۴/۰۵ ^b (۱۷)	۵/۸۸ ^a (۲۵)
نسبت جنسی	۵۱/۴۳ ^b (۱۸/۳۵)	۵۳/۷۰ ^a (۲۹/۵۴)

حروف غیر یکسان در هر سطر نشان دهنده‌ی معنی‌دار بودن اختلاف در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد. *اعداد داخل پرانتز تعداد تکرارها می‌باشد.

وندکرخو و همکاران (۲۰۰۸) میانگین تعداد تخم‌های تفریح شده‌ی سن شکارگر *M. pygmaeus* را با تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد ۳۲/۶۰ \pm ۵/۰ عدد و با تغذیه از کیست آرتمیا خشک ۲۵ \pm ۴/۸ عدد گزارش کردند. نتایج تحقیق حاضر تا حدودی با نتایج آن‌ها نزدیکی دارد. نتایج نشان داد که کیست آرتمیا یک منبع تغذیه‌ای جایگزین قابل قبول اقتصادی در حداقل بخشی از پروسه‌های پرورش برای *M. pygmaeus* می‌باشد.

نتایج تحقیق هلگرن (۲۰۱۲) در مورد میزان تخم‌های گذاشته شده (۳۶۸ عدد تخم گذاشته شده) و تفریح تخم‌های (۱۷۵ عدد تخم) سن شکارگر *M. pygmaeus* در شرایط

لایکورسیس و همکاران (۲۰۰۸) نسبت جنسی سن شکارگر *M. pygmaeus* را با تغذیه از شته‌ی باقلا ۵۰ \pm ۰/۱۱ و بدون طعمه (تغذیه از گیاه) ۴۱ \pm ۰/۱۳ گزارش کردند. مولا و همکاران (۲۰۱۳)، در نتایج بررسی خود نسبت جنسی سن شکارگر *M. pygmaeus* را در تغذیه از تخم *E. kuehniella* (Lepidoptera: Gelechiidae) و *Tuta absoluta* (Meyrick) با دیسک برگی گوجه‌فرنگی به ترتیب ۴۹/۲ و ۴۴/۵ ذکر کرده‌اند که نتایج به دست آمده نشان دهنده‌ی عدم تأثیرگذاری رژیم غذایی روی نسبت جنسی است که در تیمار مشابه تحقیق حاضر نیز این نتیجه حاصل شده است.

تخم شب‌پره‌ی مینوز با دیسک برگی گوجه‌فرنگی به ترتیب میانگین میزان باروری را $10/7 \pm 48/1$ عدد (۳/۱) عدد در روز) و $3/0 \pm 1/7$ عدد (۱/۱) عدد در روز) و طول عمر ماده را $22/5 \pm 2/5$ و $29/5 \pm 2/5$ روز ذکر کرده‌اند. که نتایج به دست آمده در تیمار مشابه تحقیق حاضر با گزارش این محققان نزدیکی دارد.

پارامترهای جدول زیستی

مقایسه میانگین داده‌های پارامترهای رشد جمعیت سن شکارگر *M. pygmaeus* در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. مقادیر نرخ ذاتی افزایش جمعیت سن شکارگر در این بررسی نشانگر بیشتر بودن مقادیر نرخ ذاتی تولد و کمتر بودن نرخ ذاتی مرگ در تیمار تخم شب‌پره‌ی آرد در مقایسه با تیمار کیست آرتمیای می‌باشد. بیشتر بودن مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت شکارگر روی یک رژیم غذایی دلایل متفاوتی از جمله بقای بیشتر مراحل قبل از بلوغ شکارگر، بیشتر بودن تعداد تخم گذاشته شده توسط هر فرد ماده و کوتاه بودن دوره‌ی نشو و نما در تغذیه از آن رژیم غذایی دارد.

نرخ خالص تولیدمثل و نرخ ذاتی افزایش جمعیت دو شاخص مهم در ارزیابی دشمنان طبیعی معرفی شده‌اند. بسیاری از محققین کنترل زیستی بر این عقیده‌اند که دشمنان طبیعی زمانی مؤثرند که با در نظر گرفتن سایر ویژگی‌ها، نرخ ذاتی افزایش جمعیت آن‌ها حداقل برابر یا بیشتر از آفت باشد (جکسون و همکاران ۱۹۷۴).

نوری ۱۶:۸ ساعت (تاریکی به روشنایی) با تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد و دیسک برگی توتون نشان می‌دهد که میانگین تفریح تخم‌ها $47/5$ درصد می‌باشد. نتایج این پژوهش با برخی از تیمارهای تحقیق حاضر متفاوت می‌باشد. از دلایل آن می‌توان به متفاوت بودن کیفیت رژیم غذایی، شرایط محیطی، منطقه‌ی جغرافیایی و میزبان گیاهی اشاره کرد.

اوجا و همکاران (۲۰۱۲) پژوهشی در مورد سن شکارگر *M. pygmaeus* با تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد، کیست آرتمیای خشک و گرده‌ی زنبورعسل در شرایط آزمایشگاهی انجام داده‌اند (دمای 25 ± 2 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 70 ± 20 درصد، دوره‌ی نوری ۸:۱۶ ساعت تاریکی به روشنایی). مطابق با نتایج آن‌ها نرخ باروری و طول عمر افراد ماده در تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد بالاتر از کیست آرتمیای می‌باشد. این نتایج تأثیر مثبت استفاده از کیست آرتمیای در تغذیه‌ی حداقل یک نسل متوالی جمعیت این سن شکارگر را نشان می‌دهد. نتایج بررسی حاضر با نتایج اوجا و همکاران (۲۰۱۲)، وندکرخو و همکاران (۲۰۰۸) و کاستانه و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت دارد با این تفاوت که آن‌ها کیست آرتمیای تازه را به صورت روزانه و یا هفتگی ارائه می‌دادند در حالی که در این تحقیق برای کاهش هزینه‌های تولیدی از کیست آرتمیای خشک شده‌ی یک ماهه، در هر دو روز یک بار استفاده می‌شد.

مولا و همکاران (۲۰۱۳)، در بررسی‌های خود روی سن شکارگر *M. pygmaeus* در تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد و

جدول ۳- فراسنجه‌های جدول زندگی (میانگین \pm انحراف استاندارد) سن شکارگر *M. pygmaeus* با تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد و کیست آرتمیای.

فراسنجه‌های جدول زندگی	کیست آرتمیای	تخم شب‌پره‌ی آرد
نرخ خالص تولیدمثل (R_0) (تخم/فرد)	$10/2 \pm 70/43^b (60)$ *	$18/2 \pm 12/29^a (60)$
متوسط مدت زمان یک نسل (T) (روز)	$36/0 \pm 66/53^a (60)$	$35/0 \pm 93/33^a (60)$
نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) (بر روز)	$0/0 \pm 0/6/006^b (60)$	$0/0 \pm 0/8/005^a (60)$
نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) (بر روز)	$1/0 \pm 0/7/007^b (60)$	$1/0 \pm 0/8/005^a (60)$
نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR) (تخم/فرد)	$19/3 \pm 14/94^a (60)$	$21/3 \pm 53/45^a (60)$

حروف غیر یکسان در هر سطر نشان دهنده‌ی معنی‌دار بودن اختلاف در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد. *اعداد داخل پرانتز تعداد تکرارها می‌باشد.

غذایی در بقا و طول عمر این سن شکارگر باشد که با نتایج اوجا و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی دارد (شکل ۲-ب).

با توجه به منحنی (m_x)، شروع تخم‌گذاری با تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد در روز ۲۹ و پایان آن در روز ۴۹ بوده و در کیست آرتیمیا تخم‌گذاری در روز ۳۰ شروع و پایان آن روز ۴۸ بوده است (شکل ۲ الف و ب) که طول دوره‌ی تخم‌گذاری با تغذیه از تیمار اول بیشتر از تیمار دوم می‌باشد. این نتیجه نشان دهنده‌ی کیفیت بالای تغذیه‌ای تخم شب‌پره‌ی آرد نسبت به کیست آرتیمیا می‌باشد.

ارزش تولیدمثلی (V_{xj}) سهم یک فرد در هر سن و مرحله‌ی مشخص در به وجود آوردن نسل بعدی است (آتلیهان و چی ۲۰۰۸). ارزش تولیدمثلی سنی-مرحله‌ای با آغاز تولیدمثل شروع به افزایش می‌کند. بر این مبنای برای یک فرد تازه متولد شده، مقدار ارزش تولیدمثلی برای این سن شکارگر در تیمار تخم شب‌پره‌ی آرد و کیست آرتیمیا به ترتیب ۱/۰۸ و ۱/۰۷ به دست آمد است. مقادیر به دست آمده از این بررسی نشان می‌دهد که افراد ماده در تیمار تخم شب‌پره‌ی آرد و کیست آرتیمیا در روز ۳۱ بیشترین مشارکت را در تولید نسل آینده داشتند (شکل ۳ الف و ب). با بهره‌گیری از این پارامتر می‌توان در هر مرحله جمعیت آینده شکارگر را پیش‌بینی کرده و در صورت نیاز اقدام به تقویت دشمن طبیعی در زمان لازم نمود.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به اهمیت کنترل آفات بر پایه اصول اکولوژیک، کاهش میزان مصرف سموم و در نتیجه کاهش آلودگی محیط زیست، استفاده از روش‌های زیستی و ارابه شیوه-های جدید پرورش انبوه دشمنان طبیعی به طور چشم-گیری در حال گسترش می‌باشد. در این میان سن شکارگر *M. pygmaeus* از جمله دشمنان طبیعی کارآمد در اغلب اکوسیستم‌های گلخانه‌ای می‌باشد که نقش بسیار مهمی در برنامه‌های کنترل زیستی دارند.

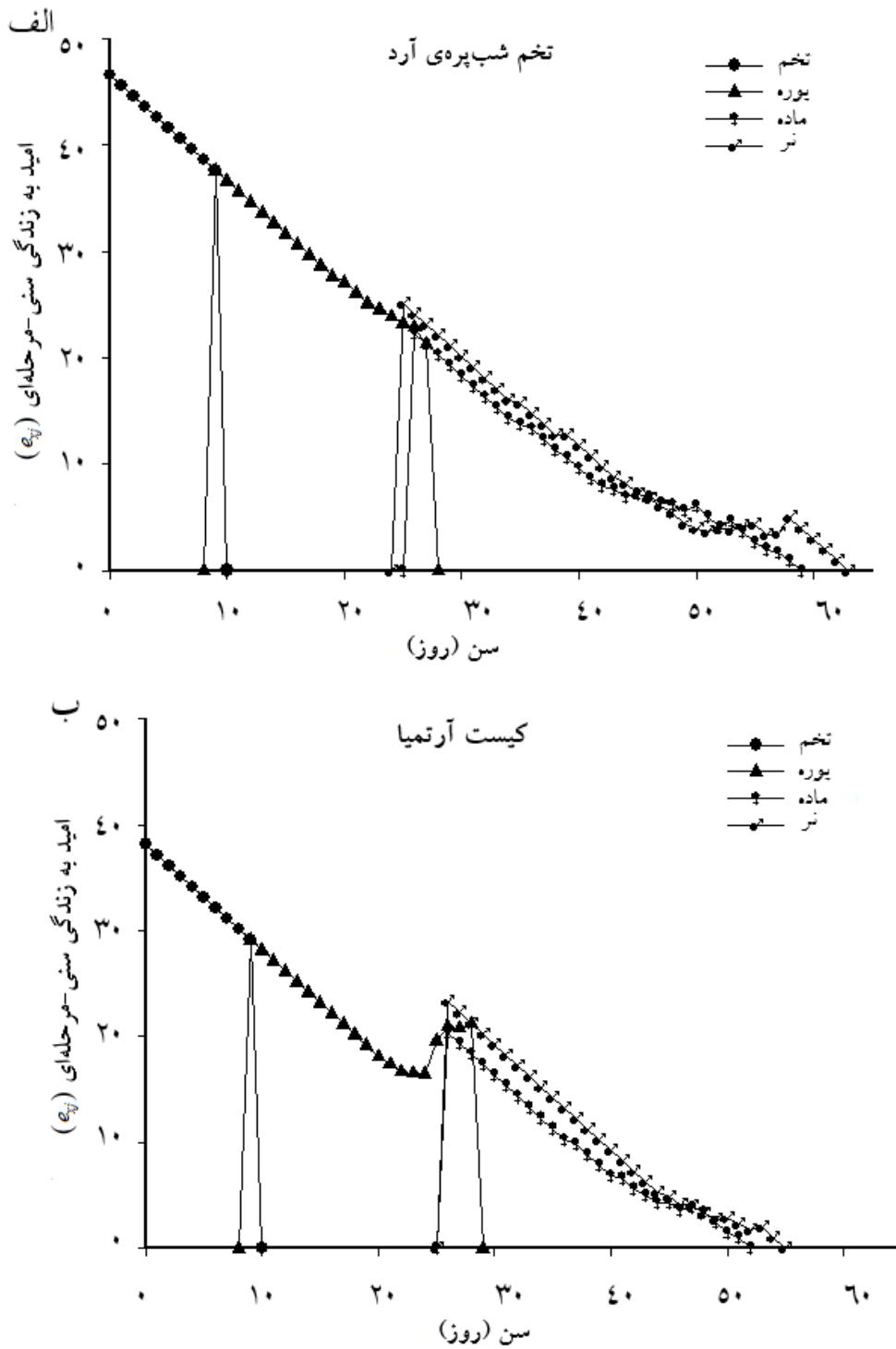
مقادیر بالای R_0 و به ویژه r_m شکارگر روی یک رژیم غذایی مشخص نشانگر مناسب‌تر بودن آن رژیم غذایی برای آن شکارگر می‌باشد. نتایج به دست آمده نشان داد که رژیم غذایی تخم شب‌پره‌ی آرد می‌تواند در بهبود و افزایش بقا و زادآوری سن شکارگر مؤثر باشد.

مولا و همکاران (۲۰۱۳) در نتایج خود R_0 ، r_m و T سن شکارگر *M. pygmaeus* را در تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد در شرایط آزمایشگاهی یکسان با تحقیق حاضر، به ترتیب 0.07 ± 0.01 بر روز، 20.03 ± 0.55 تخم به ازای فرد و 40.31 ± 0.12 روز ذکر کرده‌اند. نتایج این پژوهش با تحقیق حاضر مغایر می‌باشد. تفاوت داده‌های حاصل را می‌توان ناشی از روش انجام آزمایش، کیفیت طعمه و تفاوت در تخمین داده‌ها (آنالیز داده‌ها براساس جدول زندگی تک جنسی) دانست.

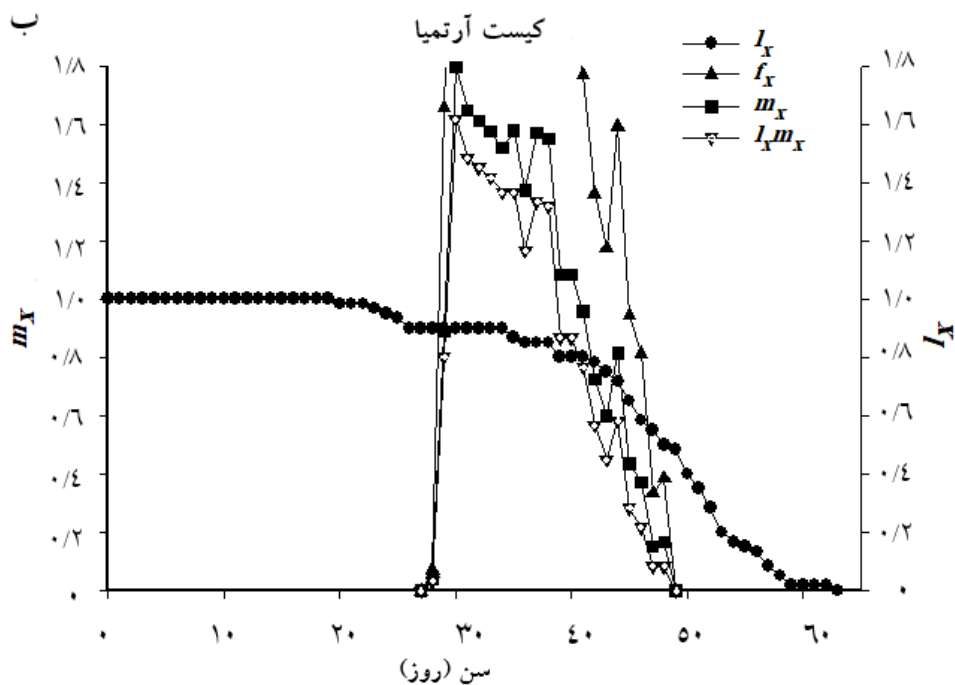
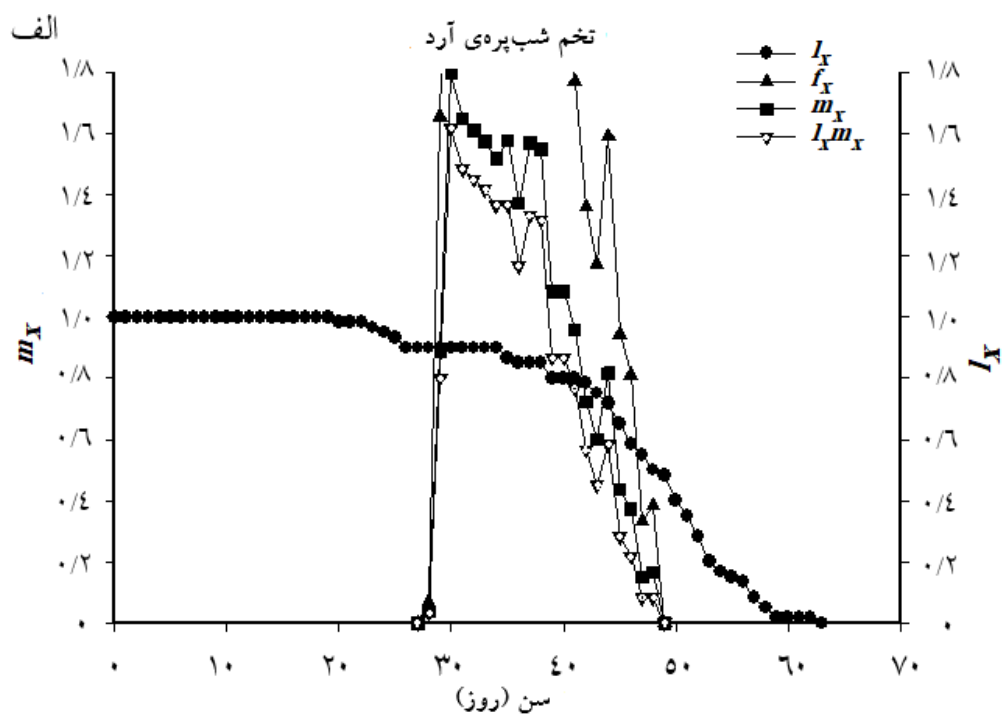
امید به زندگی ویژه‌ی سنی-مرحله‌ای (e_{xj}) کل مدت زمانی را نشان می‌دهد که انتظار می‌رود هر فرد با سن x و مرحله‌ی رشدی z زنده بماند و با افزایش سن کاهش پیدا می‌کند (یانگ و چی ۲۰۰۶).

منحنی امید به زندگی این سن شکارگر با تغذیه از دو رژیم غذایی تخم شب‌پره‌ی آرد و کیست آرتیمیا در شکل ۱ آورده شده است. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، با افزایش سن امید به زندگی شکارگر به صورت یکنواختی کاهش می‌یابد. در بررسی حاضر امید به زندگی یک فرد تازه متولد شده‌ی سن شکارگر *M. pygmaeus* در تیمار تخم شب‌پره‌ی آرد، $46/62$ و در تیمار کیست آرتیمیا، $38/10$ روز برآورد شده است.

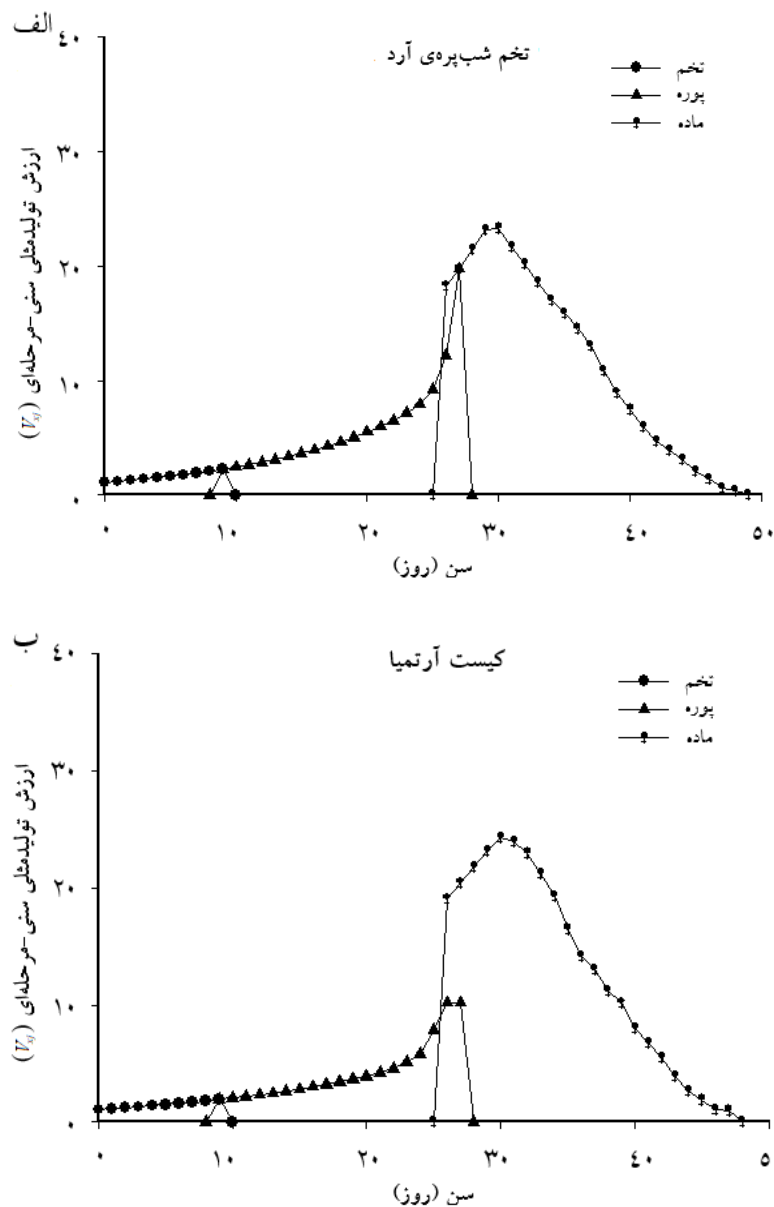
با توجه به این که امید زندگی در هر یک از روزهای زندگی متأثر از بقای ویژه‌ی سنی (l_x) در روز مورد نظر و نیز طول عمر حشره می‌باشد، بنابراین کمتر بودن مقدار این پارامتر در هر یک از روزهای زندگی در رژیم غذایی کیست آرتیمیا در مقایسه با روزهای مشابه در رژیم غذایی تخم شب‌پره‌ی آرد می‌تواند نشانگر تأثیر کمتر این رژیم



شکل ۱- امید به زندگی سنی-مرحله‌ای (e_{ij}) سن شکارگر *M. pygmaeus* با تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد (الف) و کیست آرتمیا (ب).



شکل ۲- نرخ زنده‌مانی ویژه‌ی سنی (I_x)، باروری ویژه‌ی سنی-مرحله‌ای (f_x)، زادآوری ویژه‌ی سنی (m_x) و باروری ویژه‌ی سنی ($I_x m_x$) سن شکارگر *M. pygmaeus* با تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد (الف) و کیست آرتمیا (ب).



شکل ۳- ارزش تولیدمثلی سنی-مرحله‌ای (V_p) سن شکارگر *M. pygmaeus* با تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد (الف) و کیست آرمیا (ب).

پورگی، زنده‌مانی پوره‌ها، میانگین زادآوری و طول عمر حشرات کامل سن شکارگر *M. pygmaeus* است. همچنین نتایج نشان داد که تغذیه از تخم شب‌پره‌ی آرد سبب کاهش طول دوره‌ی پورگی، افزایش باروری و طول عمر حشرات کامل در مقایسه با تیمار کیست آرمیا می‌شود. بنابراین جهت پرورش سن شکارگر مناسب‌تر تشخیص داده شد.

در این بررسی چگونگی تأثیر رژیم‌های غذایی مختلف در فراسنجه‌های زیستی سن شکارگر *M. pygmaeus* مورد بررسی قرار گرفته است تا بتوان با شناخت این سن شکارگر، به پرورش انبوه آن پرداخت و از آن در برنامه‌های کنترل زیستی استفاده کرد. نتایج این پژوهش نشان دهنده‌ی معنی‌دار بودن تأثیر رژیم غذایی بر طول دوره‌ی

مراغه که هزینه‌ی بخشی از انجام این پژوهش را متقبل شده‌اند و همچنین از مسئولان محترم آزمایشگاه حشره شناسی دانشکده کشاورزی مراغه، به دلیل در اختیار قرار دادن مکان و لوازم مورد نیاز انجام آزمایش‌ها سپاسگزاری می‌نمائیم.

ولی در صورت عدم دسترسی به تخم شبپره‌ی آرد، تداوم و نگهداری جمعیت این سن شکارگر با کیست آرمیا نیز امکان‌پذیر می‌باشد.

سپاسگزاری

از بخش پژوهش و تحصیلات تکمیلی دانشگاه

منابع مورد استفاده

امامی ف، ۱۳۹۳. آرمیا سخت پوست در حال انقراض دریاچه‌ی ارومیه. انتشارات آذین گستر تهران.

رستمیان پ، ۱۳۹۳. پارامترهای زیستی و جدول زندگی زادآوری سن شکارگر *Orius laevigatus* (Fieber) روی چند رژیم غذایی و واکنش تابعی آن نسبت به شته‌ی جالیز *Aphis gossypii* Glover. پایان نامه کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی.

- Arijs Y and De Clercq P, 2001. Rearing *Orius laevigatus* on cysts of the brine shrimp *Artemia franciscana*. Journal of Biological Control 21(1): 79–83.
- Atlihan R and Chi H, 2008. Temperature-dependent development and demography of *Scymnus subvillosus* (Coleoptera: Coccinellidae) Reared on *Hyalopterus pruni* (Homoptera: Aphididae). Journal of Economic Entomology 101(2): 325–333.
- Carey JR, 1993. Applied Demography for Biologists, with Special Emphasis on Insects. Oxford University Press, New York.
- Castane C and Zapata R, 2005. Rearing the predatory bug *Macrolophus caliginosus* on a meat-based diet. Biological Control 34(1): 66–72.
- Castane C, Quero R and Riudavets J, 2006. The brine shrimp *Artemia* sp. as alternative prey for rearing the predatory bug *Macrolophus caliginosus*. Biological Control 38(3): 405–412.
- Chi H, 1988. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. Journal of Environmental Entomology 17(1), 26–34.
- Chi H and Liu H, 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. Bulletin of institute of zoology Academia Sinica 24(2): 225–240.
- Chi H and Su HY, 2006. Age-stage two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Myzus persica* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between. Environmental Entomology 35(1): 10–21.
- Chi H and Yang TC, 2003. Two sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persica* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). Journal of Environmental Entomology 32(2): 327–333.
- Cohen A and Smith LK, 1998. A New Concept in Artificial Diets for *Chrysoperla rufilabris*: The Efficacy of Solid Diets 1. Biological Control 13(1): 49–54.
- De Backer L, Megido RC, Haubruge E, and Verheggen FJ, 2014. *Macrolophus pygmaeus* (Rabbur) as an efficient predator of the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick) in Europa. Biotechnologie Agronomie societe Enviroment 18(4): 536–643.
- De Clercq P, 2008. Culture of natural enemies on factitious foods and artificial diets. Pp. 1133-1136 In:

- Capinera JL (Ed.), Encyclopedia of Entomology. 2nd edition Springer, Dordrecht, The Netherlands, vol. I.
- De Clercq P, Arijs Y, Van Meir T, Van Stappen G, Sorgeloos P, Dewettinck K, Rey M, Grenier S and Febvay G, 2005. Nutritional value of brine shrimp cysts as a factitious food for *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae). *Biocontrol Science and Technology* 15(5): 467–479.
- Deneve T, 2015. Neveneffecten van entomopathogene nematoden op de roofwants *Macrolophus pygmaeus*. PhD Thesis, Plant Pathology, Gent University.
- Eyles AC, Marais T and George S, 2008. First New Zealand record of the genus *Macrolophus* Fieber, 1858 (Hemiptera: Miridae: Bryocorinae: Dicyphini): *Macrolophus pygmaeus* (Rambur, 1839), a beneficial predacious insect. *Zootaxa* 1779(1): 33–37.
- Hellgren L, 2012. Valonlaadun ja paivanpituuden vaikutus *Macrolophus*-petoluteen kehitysnopeuteen, lisaantymiseen ja elinikaan. PhD Thesis, Plant Pathology, Avomaaviljely University.
- Hilgers J, Gruda N and Noga G, 2016. *Artemia* sp. Cysten als Aufzuchtfutter fur *Macrolophus pygmaeus*: eine Evaluation unter Praxisbedingungen. *Gesunde Pflanzen* 68(3): 135–143.
- Huang YB and Chi H, 2012. Assessing the application of the jackknife and bootstrap techniques to the estimation of the variability of the net reproductive rate and gross reproductive rate: a Case Study in *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). *Journal of Agriculture and Forestry* 61(1): 37–45.
- Ingegno BL, Pansa MG and Tavella L, 2011. Plant preference in the zoophytophagous generalist predator *Macrolophus pygmaeus* (Heteroptera: Miridae). *Biological control* 58(3): 174–181.
- Jackson HB, Rogers CE, Eikenbary RD, Stark KJ and Mc New RW, 1974. Biology of *Ephedrus plagiator* on different aphid hosts and various temperatures. *Environmental Entomology* 3(4): 618–620.
- Kavousi A, Chi H, Talebi Kh, Bandani A, Ashouri A and Hosseini Naveh V, 2009. Demographic traits of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on leaf discs and whole leaves. *Economic Entomology* 102(2): 595–601.
- Kerzhner IM and Josifov M, 1999. Cimicomorpha. Pp. 577 In: Aukema B and Rieger C (eds.), II: Miridae. Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. The Netherlands: Wageningen.
- Lykouressis DP, Giatropoulos A, Perdikis DC and Favas C, 2008. Assessing the suitability of noncultivated plants and associated insect prey as food sources for the omnivorous predator *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae). *Biological Control* 44(2): 142–148.
- Lykouressis DP, Perdikis DC and Charalampous P, 2014. Plant food effects on prey consumption by the omnivorous predator *Macrolophus pygmaeus*. *Phytoparasitica* 42(3): 303–309.
- Maia ADH, De Almeida Pazianotto RA, Luiz AJB, Marinho-Prado JS and Pervez A, 2014. Inference on arthropod demographic parameters: Computational advances using R. *Economic Entomology* 107(1): 432–439.
- Moerkens R, Berckmoes E, Van Damme V, Wittemans L, Tirry L, Casteels H, De Clercq P and De Vis R, 2017. Inoculative release strategies of *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae) in tomato crops: population dynamics and dispersal. *Plant Diseases and Protection* 124(3): 295–303.
- Molla O, Biondi A, Alonso-Valiente M and Urbanej A, 2013. A comparative life history study of two mirid bugs preying on *Tuta absoluta* and *Ephestia kuehniella* eggs on tomato crops: implications for biological control. *International Organization for Biological Control* 59(2): 175–183.
- Nannini M, Atzori F, Murgia G, Pisci P and Sanna F, 2012. Use of predator mirids for control of the tomato borer *Tuta absoluta* (Meyrick) in Sardinia greenhouse tomatoes. *Bulletin* 42(2): 255–259.

- Oveja MF, Arno J and Gabarra R, 2012. Effect of supplemental food on fitness of four omnivorous predator species. *Bulletin International Organization for Biological Control* 80: 97–101.
- Perdikis DC and Lykouressis DP, 2003. *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) as a factor inhibiting the survival and opulation increase of the predator *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) on cucumber. *Journal of Entomology* 100(4): 501–508.
- Perdikis DC and lykouressis DP, 2004. *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) as suitable prey for *Macrolophus pgmaeus* (Hemiptera: Miridae) population inccressis on pepper plants. *Environmental Entomology* 33(3): 499–505.
- Price PW, Bouton CE, Gross P, Mc Pheron BA, Thompson JN and Weis AE, 1980. Interaction among three trophic levels: influence of plants on interactions between herbivores and natural enemies. *Annual review of ecology and systematic* 11(1): 41–65.
- Prieto JD, Trotta V, Fanti P, Castane C and Battagila D, 2016. Predation by *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) on *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae): Influence of prey age/size and predator's intraspecific interactions. *European Journal of Entomology* 113: 37–43.
- Rahman MM, Roberts HLS and Schmidt O, 2004. The development of the endoparasitoid *Venturia canescens* in Bt-tolerant, immune induced larvae of the flour moth *Ephestia kuehniella*. *Journal of Invertebrate Pathology* 87(2-3): 129–131.
- Sanchez JA, Martinez-Cascales JI and Lacosa A, 2003. Abundance and wild host plant of predator mirids (Hemiptra: Miridae) in horticultural crops in the Southeast of Spain. *Bulletin International Organisation for Biological and Integrated Control* 26(10): 147–152.
- Sanchez JA, Spina ML and Perera OP, 2012. Analysis of the population structure of *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (Hemiptra: Miridae) in the palaertic region using microsatellite markers. *Ecology and Evolution* 2(12): 3145–3159.
- Tillman PG and Cate JR, 1993. Effect of host size on adult size and sex ratio of *Bracon melitor* (Hymenoptera: Braconidae). *Environmental Entomology* 22(5): 1161–1165.
- Tsai JH and Wang K, 1999. Life table study of brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) at different temperatures. *Environmental Entomology* 28(3): 412–419.
- Van Lenteren JC, 2012. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *Biological Control* 57(1): 1–20.
- Vandekerkhove B and De Clercq P, 2010. Pollen as an alternative or supplementary food for the mirid predator *Macrolophus pygmaeus*. *Journal of Biological Control* 53(2): 238–242.
- Vandekerkhove B, Parmentier L, Van Stappen G, Grenier S, Febva G, Rey M and De Clercq P, 2008. *Artemia* cysts as an alternative food for the predatory bug *Macrolophus pygmaeus*. *Applied Entomology* 133(2): 133–142.
- Wheeler AGJR, 2001. *Biology of the Plant Bugs (Hemiptera: Miridae). Pests, Predators, Opportunists.* Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Yang T and Chi S, 2006. Life tables and development of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) at different temperatures. *Economic Entomology* 99(3): 691–698.
- Yu JZ, Chi H and Chen BH, 2005. Life table and prodation of *Lemnia biplagiata* (Coleoptera: Coccinellidae) on *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) with a proof on relationship among gross reproduction rate, net reproduction rate and preadult survivorship. *Annual Entomological Society of America* 98(4): 475–482.

Feasibility of Rearing of Predatory Bug *Macrolophus pygmaeus* Rambur (Hemiptera: Miridae) Using Urmia Lake *Artemia* (*Artemia urmiana* Gunther) under Laboratory Conditions

M Ghasemzadeh^{1*} and Gh Gharekhani²

¹Former MSc. Student of Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran.

²Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran.

*Corresponding author: mghasemzadeh1395@yahoo.com

Received: 30 March 2018

Accepted: 10 December 2018

Abstract

Macrolophus pygmaeus Rambur is an most omnivorous predator which has considered in integrated pest management programs, especially for greenhouse pest management. In this study, biological properties and life table statistics of *M. pygmaeus* by feeding on *Artemia urmiana* Gunther cysts and *Ephestia kuehniella* Zeller eggs were studied under laboratory conditions (25±1°C, 65±5 % relative humidity and 16:8h L: D photoperiod) with 60 replications. The pods of green bean *Phaseolus vulgaris* L. served as oviposition substrate and the moisture source. Developmental time of nymphal stages which fed by of *E. kuehniella* eggs and *Artemia* cysts were 17.04±0.11, 18.06±0.18 d for males and 17.31±0.09, 18.17±0.15 d for females respectively and were significantly different as well as intrinsic rate of increase (r_m) was 0.080±0.005 and 0.064±0.006 d⁻¹ respectively. Also, net reproductive rate (R_0) was 18.12±2.97 and 10.70±2.43 eggs/individual on those food regims respectively. Furthermore, mean generation time (T) was estimated as 35.93±0.33 and 36.66±0.53 d respectively. Meanwhile, the reproductive parameters on flour moth larvae have been significantly higher than *Artemia* cyst. The results showed that feeding on *E. kuehniella* reduces nymphal period, while increases productivity and longevity of adults. According to the present findings, *E. kuehniella* is more suitable prey for rearing of this predator, but in absence of access to *E. kuehniella*, rearing on *Artemia* cysts is also possible.

Keywords: Laboratory rearing, Diet, Biological characteristics, *Ephestia Kuehniella*, *Macrolophus pygmaeus*.