تحقیقات آفات گیاهی
۱۴- ۱ :(۱)۱۳- ۱۴۰۲

علمی پژوهشی

بررسی فراسنجه‌های جمعیتی کنه شکارگر *Blattisocius mali* (Blattisociidae) با تغذیه از تخم‌های پشه قارچ *Lycoriella auripila* (Sciaridae)

فائزه عسگری[۱]، سیدعلی صفوی[۱*] و حمیدرضا صراف معیری[۲]

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، ۲-گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۶)

چکیده

در پژوهش حاضر، کنه *Blattisocius mali* (Oudemans, 1929) به‌عنوان یک شکارگر منتخب برای کنترل بیولوژیک پشه قارچ *Lycoriella auripila* (Winnertz) در سالن‌های پرورش قارچ خوراکی و گلخانه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت و ویژگی‌های زیستی و فراسنجه‌های جمعیتی آن در شرایط دمایی ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۷۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بررسی شد. میانگین کل دوره پیش از بلوغ در این آزمایش، ۴/۴۵ روز و میانگین طول عمر افراد بالغ نر و ماده به‌ترتیب برابر ۱۸/۴۵ و ۲۰/۴۶ روز به طول انجامید. میانگین تعداد روزهای تخم‌گذاری ۱۳/۸۸ روز و میانگین باروری کل ۹۰/۹۶ (تخم/ماده) به‌دست آمد. هم‌چنین، کنه شکارگر *B. mali* در تغذیه از تخم پشه *L. auripila* دارای نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) قابل ملاحظه‌ای برابر با ۰/۳۸۶ بر روز بود و نشان داد که می‌تواند جمعیت خود را به ازای هر ۹/۸۸۲ روز حدود ۴۴/۵۵۱ برابر افزایش دهد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که کنه *B. mali* یک شکارگر بالقوه است که می‌تواند با موفقیت روی تخم پشه *L. auripila* رشد و تولید مثل کرده و قادر است چرخه زندگی خود را تکمیل نماید. بنابراین، این شکارگر می‌تواند به‌عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک مناسب و ایمن در جهت کاهش جمعیت پشه قارچ عمل کرده و به عنوان یک عامل بیوکنترل در کنترل تلفیقی این آفت مورد توجه واقع شود.

واژه‌های کلیدی: باروری، جدول زندگی، قارچ خوراکی، کنترل بیولوژیک، نرخ ذاتی افزایش جمعیت

* نویسنده مسئول: a.safavi@urmia.ac.ir

مقدمه

کنه شکارگر *Blattisocius mali* (Oudemance, 1929) متعلق به راسته Mesostigmata و خانواده Blattisociidae می‌باشد. اعضای این خانواده رژیم غذایی متنوعی داشته و از نماتدها، بندپایان کوچک، گرده‌ی گل‌ها و انواع قارچ‌های موجود در خاک تغذیه می‌کنند (Halliday *et al*., 1998). گونه‌های مختلفی از جنس *Blattisocius* sp.، در انواع زیستگاه‌های طبیعی مثل خاک، آشیانه جانوران و حشرات و نیز روی بدن آن‌ها، انبارها و در تمام خشکی‌های جهان به‌جز جنوبگان و در حال تغذیه از دیگر بندپایان، دیده شده‌اند (Womersley, 1954; Britto *et al*., 2012). از میان کنه‌های خانواده Blattisocidae، گونه‌های مختلفی از جمله *Blattisocius keegani* (Fox)، *Blattisocius tarsalis* (Berlese)، *Blattisocius dentriticus* (Berlese) و ... برای برنامه‌های کنترل بیولوژیک انتخاب شده‌اند (Gerson *et al*., 2003). اما تاکنون پژوهش‌های بسیار کمی در مورد گونه *B. mali* به‌ویژه از منظر زیست‌شناسی و رفتارشناسی صورت گرفته و بنابراین منابعی که بتوان آنها را مورد بررسی قرار داد، بسیار محدود هستند. گونه مذکور در اقصی‌نقاط جهان مثل ایران (Zare, 2013)، ترکیه (Dizlek *et al*., 2019)، اروپا (Palyvos *et al*., 2008)، آمریکای جنوبی (Mauri, 1982) و هندوستان (Modak *et al*., 2004) در انبارها، محیط‌های خاکی و طبیعت مشاهده و گزارش شده است. زارع (Zare, 2013) این کنه را از خاک و برگ پای درختان چنار و سرو، جمع‌آوری کرده است. چکمک و همکاران (Çakmak *et al*., 2011) آن را داخل خشکبارهای انباری مانند انجیر، آلو و کشمش گزارش کرده‌اند. هوگس (Hughes, 1976) تغذیه این شکارگر را از سه گونه کنه انباری شامل کنه آرد *Acarus siro*، کنه میوه خشک *Carpoglyphus lactis* و کنه قارچ دوست *Tyrophagous putrescentiae*، گزارش نموده است. به‌طور حتم اهمیت کنترل بیولوژیک به ویژه در گلخانه‌ها و در محیط‌های غیر گلخانه‌ای مانند سالن‌های پرورش قارچ، انبارهای نگهداری مواد غذایی، غده‌ها و پیازهای گیاهی و هم در محل‌های پرورش گیاهان و گل-های زینتی بر کسی پوشیده نیست؛ بنابراین، بررسی پتانسیل این کنه‌ی شکارگر به‌عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک در کنترل آفات اهمیت دوچندان می‌یابد.

قارچ خوراکی *Agaricus bisporus* (Lange) بیشتر اسیدآمینه‌های ضروری و غیرضروری مورد نیاز بدن را دارا بوده و درصد بالایی پروتئین با قابلیت جذب بالا دارند. هم-چنین، این محصول در بهبود و کنترل بیماری‌هایی نظیر دیابت، فشارخون و نارسایی‌های قلبی عملکرد بسیار خوب و قابل ملاحظه‌ای دارد (Momeni, 2015). تولید قارچ خوراکی امروزه در دنیا به‌ویژه در کشورهای پیشرفته به یک حرفه‌ی صنعتی و مکانیزه تبدیل شده و یکی از مهم‌ترین مسائلی که باید برای ارتقای سطح کمی و کیفی تولیدات قارچ خوراکی مدنظر داشت، حفاظت محصول از آسیب آفات و بیماری‌هایی است که در طول مراحل مختلف پرورش ظاهر می‌شوند (Khabbaz Jolfaei and Morad Ali, 2000; Jafarnia and Daei, 2016). در پرورش قارچ خوراکی نیز مانند سایر محصولات کشاورزی، انواع حشرات، کنه‌ها، نماتدها و عوامل بیماری‌زا به‌ویژه باکتری‌ها و قارچ‌ها موجب آسیب به محصول شده و کشت آن را با مشکلاتی مواجه می‌کنند. حدود ۹۵ درصد از حشرات آفت در کشت قارچ خوراکی به راسته دوبالان (Diptera) تعلق داشته و از خانواده‌های Sciaridae، Phoridae، Cecidomidae، Drosophilidae و Scatopsidae می-باشند (Fletcher and Gaze, 2008). قسمت میسلیوم قارچ‌ها توسط لارو دوبالان مورد تغذیه واقع شده و عملکرد محصول کاهش می‌یابد. در کشت قارچ خوراکی، جنس *Lycoriella*، از میان جنس‌های خانواده Sciaridae، به دلیل قدرت خسارت‌زایی فوق‌العاده بالایی که دارد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مهم‌ترین گونه آفت در این جنس پشه‌ی سیارید قارچ، *Lycoriella auripila* (Winnertz) می‌باشد. این پشه از مهم‌ترین و مخرب‌ترین آفات قارچ‌های پرورشی و تهدید دایمی برای تولید موفق و سالم قارچ‌های تجاری در سراسر جهان است (Fletcher and Gaze, 2008). زیستگاه طبیعی پشه سیارید، قارچ‌های

وحشی، خاک‌برگ، چوب در حال فساد و مواد گیاهی است (Smith, 2002; Mehrparvar et al., 2013). لارو این آفت به محصول قارچ خسارت مستقیم وارد کرده و با تغذیه از قارچ و کمپوست سبب کاهش کمی و کیفی محصول می‌شود (Greenslade and Clift, 2004). همچنین، حشرات کامل ناقل بیماری‌های قارچی و باکتریایی هستند و کیفیت محصول را کاهش می‌دهند و وجود حشرات بالغ در داخل قارچ‌های بسته‌بندی شده، در نگهداری قارچ و بازارپسندی آن مشکل ایجاد می‌کند (Richardson and Hesling, 1978).

آستانه اقتصادی لارو پشه سیارید صفر است. بنابراین، وجود حتی یک لارو در محیط پرورش قارچ مستلزم مبارزه است (Kielbasa and Snetsinger, 1980). متأسفانه برای کنترل این آفت، در حال حاضر از آفت‌کش‌های شیمیایی به‌خصوص ترکیبات فسفره با کاربردی گسترده استفاده می‌شود. به‌دلیل آلوده بودن بیشتر سالن‌های زیر-کشت قارچ‌های خوراکی به این آفت، به‌طور پیوسته از آفت‌کش‌هایی از گروه کلره آلی و فسفره آلی داخل کمپوست‌های محیط کشت قارچ‌ها، برای کنترل لاروهای این پشه‌ها استفاده می‌شود که می‌تواند موجب تحریک تولید مایکوتوکسین‌ها (Jess and Kilpatrick, 2000)، افزایش مقاومت به حشره کش‌ها در پشه‌ها (White and Gribben, 1989) و خطرات زیست‌محیطی جبران‌ناپذیر متنوع شود. بنابراین، باید به دنبال روش‌های کنترلی ایمن‌تر و سازگار با محیط زیست بود و در این راستا تمایلی شدید به استفاده هدفمند از آفت‌کش‌های شیمیایی در تولید قارچ خوراکی به‌وجود آمده است که می‌توان با استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک مؤثر و کارآمد به این خواسته دست یافت و علاوه بر تولید قارچ‌های سالم و ارگانیک، از محیط زیست هم حفاظت بیشتری به‌عمل آورد.

کنترل بیولوژیک یکی از ایمن‌ترین و مقرون به صرفه-ترین روش‌های مدیریت آفات برای محیط زیست و پرورش‌دهندگان محصولات کشاورزی می‌باشد (Cock *et al.*, 2010). یکی از جنبه‌های مهم در مطالعات دموگرافی تعیین شاخص‌های رشد جمعیت و ویژگی‌های زیستی آن می‌باشد. جدول زندگی، کامل‌ترین و جامع‌ترین تعریف از طول زمان نشو و نما، زنده‌مانی و تولیدمثل جمعیت ارائه می دهد و در هر دو اکولوژی نظری و کاربردی جمعیت از اجزای اصلی تلقی می‌شود (Chi and Yang, 2003; Huang and Chi, 2012). در دهه‌های گذشته، صنعت کنترل بیولوژیک در زمینه شناسایی دشمنان طبیعی و توسعه محصولات تجاری پیشرفت‌های بزرگی داشته و این امر منجر به معرفی بیش از ۲۳۰ گونه از دشمنان طبیعی برای کنترل بیولوژیک اشباعی در سراسر جهان شده است (van Lenteren, 2012). در این مطالعه به کمک ابزار جدول زندگی دوجنسی سن- مرحله زیستی، فراسنجه‌های جمعیت و ویژگی‌های زیستی کنه شکارگر *B. mali* با تغذیه از تخم‌های پشه *L. auripila* به‌منظور ارزیابی پتانسیل عامل کنترلی و پرورش انبوه این شکارگر مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه و پرورش کلنی‌ها

نمونه‌های اولیه کنه شکارگر از شرکت کوپرت (Koppert) هلند تهیه شدند و برای پرورش آزمایشگاهی آن، از ظروف مستطیلی شکل درب‌دار به ابعاد ۱۳× ۲۵ سانتی‌متر که درب‌های آن برای تهویه دارای چندین منفذ بود، استفاده شد. کنه‌های *B. mali* داخل تشتک‌های نه سانتی‌متری روی یک تکه اسفنج مستطیلی شکل که با طلق پوشش داده شده بود، قرار گرفته و کف ظرف تا حدود سه سانتی‌متر از آب پر شد. برای جمع‌آوری جمعیت اولیه پشه‌ها نیز به مرکز پرورش قارچ برادران خان‌محمدی واقع در ۳۰ کیلومتری زنجان، جاده دندی، روستای آق‌کند مراجعه شد و به کمک آسپیراتورهای دستی که از پیش تهیه شده بود، جمعیت پشه‌ها جمع‌آوری و به آزمایشگاه انتقال داده شد. محیط کشت اصلی از یک آکواریوم شیشه‌ای مستطیلی شکل به ابعاد ۶۰×۸۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر تشکیل شده بود که کف آن با مخلوط گچ و زغال پودر شده و یک لایه خاک اره به ارتفاع حدود دو سانتی‌متر پوشش داده شد. مقداری کمپوست قارچ و چندین عدد

باقلای جوانه‌زده روی لایه خاک اره اضافه و در این مرحله، پشه‌ها روی این بستر منتقل می‌شدند. برای حفظ رطوبت بستر کشت، اسپری آب به‌طور روزانه از طریق درب طلقی توری دار انجام می‌شد.

مطالعه فراسنجه‌های جدول زندگی

واحدهای آزمایشی تشتک‌های شش سانتی‌متری بودند که در کف هر تشتک پنج سلول پلاستیکی هشت میلی‌متری به کمک چسب حرارتی ثابت می‌شد. این آزمایش با ۷۰ عدد تخم همسن شکارگر شروع شد و زنده‌مانی و رشدونمو افراد به‌طور روزانه تا زمان مرگ آخرین فرد زنده‌مانده ثبت شد و پس از بلوغ، افراد نر و ماده، جفت شده و علاوه بر زنده‌مانی تعداد تخم گذاشته شده توسط هر فرد ماده نیز تا زمان مرگ آن به‌صورت روزانه ثبت شد (Chi, 1988). برای تهویه مناسب هوای داخل تشتک، در درب تشتک‌ها منافذی ایجاد می‌شد و برای جلوگیری از فرار کنه‌ها، داخل تشتک‌ها برای محصور کردن سلول‌ها، با آب پر می‌شد. به‌منظور تغذیه کنه شکارگر، طبق بررسی‌های اولیه صورت گرفته، تعداد مشخصی (۲۰ تا ۲۵ عدد) از تخم‌های پشه *L. auripila* به‌صورت روزانه در هر سلول قرار داده می‌شد (Asgari *et al*., 2020). این آزمایش در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت ۵±۷۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی داخل اتاقک های رشد انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده ها بر اساس تئوری جدول زندگی دو جنسی ویژه سن- مرحله زیستی (Chi and Liu, 1985; Chi, 1988; 2019) انجام شد. برای برآورد فراسنجه‌های جدول زندگی و خطاهای استاندارد مرتبط با آن، از نرم افزار Two-sex MSChart (Chi, 2019) استفاده شد. همچنین، میانگین و خطای معیار فراسنجه‌های جدول زندگی به‌وسیله روش بوت استرپ جفت‌شده (Yu *et al*., 2013) صورت گرفت. علاوه بر فراسنجه‌های جدول زندگی، میانگین دوره نشو و نما برای هر مرحله رشد، طول عمر افراد بالغ، کل دوره پیش از بلوغ و باروری ماده‌ها محاسبه و تعیین شدند. همچنین، نرخ زنده‌مانی ویژه سن- مرحله زیستی (S_{xj})، باروری ویژه سن- مرحله رشدی (f_{xj})، نرخ زنده‌مانی سنی (l_x) و باروری سنی (m_x) با روش چی و سو (Chi and Su, 2006) محاسبه شد.

نتایج و بحث

طول مراحل مختلف رشدی کنه شکارگر *B. mali* با تغذیه از تخم پشه *L. auripila*

نتایج مربوط به طول مراحل مختلف رشدی کنه شکارگر *B. mali*، با تغذیه از مرحله تخم پشه *L. auripila* در جدول ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، میانگین رشد و نموی مراحل مختلف نابالغ کنه شکارگر که شامل چهار مرحله تخم، لارو، پوره سن یکم و پوره سن دوم می‌باشد، به‌ترتیب برابر ۱/۱، ۱/۰۶، ۱/۰۷ و ۱/۲۳ روز برآورد شد و پوره‌های سن دوم دارای بیشترین طول عمر در میان مراحل نابالغ بودند. افراد بالغ ماده در این رژیم غذایی دارای طول عمر بیش‌تری برابر با ۲۰/۴۶ روز نسبت به افراد بالغ نر برابر ۱۸/۴۵ روز بودند (جدول ۱).

در پژوهشی که روی کنه شکارگر *Gaeolaelaps aculeifer* Raumilben (Acari: Laelapidae) با تغذیه از لارو پشه قارچ‌خوار *L. auripila* انجام شده است، بیشترین طول دوره زندگی در بین مراحل نابالغ مربوط به مرحله دئوتونمف و در بین کنه‌های بالغ نیز ماده‌ها، بیشترین میانگین طول عمر را به‌دست آورده‌اند (Asefpour *et al*., 2017). نتیجه مشابه در پژوهش حاضر هم در تغذیه از مرحله تخم پشه *L. auripila* قابل مشاهده می‌باشد (جدول ۱).

بررسی چرخه زیستی کنه *Stratiolaelaps scimitus* (Womersley) (Acari: Laelapidae) با تغذیه از لارو پشه *Lycoriella solani* (Winnertz) و کنه *T. putresentiae* توسط انکگارد و همکاران (Enkegaard *et al*., 1997) نشان داد طول دوره پیش از بلوغ با تغذیه از لارو سیارید نسبت به طعمه کنه *T. putresentiae* به‌مراتب کم‌تر بوده است. این نتایج نشان می‌دهد که نوع طعمه باعث

ایجاد تفاوت در طول دوره پیش از بلوغ کنه‌های شکارگر می‌شود.

در شکل ۱، منحنی‌های زنده‌مانی ویژه سن- مرحله رشدی S_{xj}، زنده‌مانی را به‌صورت تفکیک شده در مراحل مختلف زیستی کنه شکارگر *B. mali*، روی رژیم غذایی تخم پشه *L. auripila* نشان می‌دهد. منحنی زنده‌مانی احتمال رسیدن یک فرد تازه متولد شده در جمعیت، به سن x و مرحله زیستی j را نشان می‌دهند (شکل ۱). در منحنی زنده‌مانی کنه *B. mali*، میرایی در مرحله نابالغ بسیار کم می‌باشد، ولی به‌تدریج با افزایش سن، مرگ و میر هم افزایش می‌یابد (شکل ۱). به‌دلیل استفاده از جدول زندگی دوجنسی ویژه سن- مرحله رشدی که تفاوت و تنوع در نرخ رشد و نمو را محاسبه می‌کند، هم‌پوشانی در نرخ زنده‌مانی مراحل مختلف کنه شکارگر در شکل ۱ دیده می‌شود. در استفاده از تخم *L. auripila*، ظهور افراد بالغ کنه شکارگر در روز چهارم دیده می‌شود که نشانگر کوتاه بودن مدت-زمان کل دوره پیش از بلوغ آن می‌باشد. احتمال رسیدن یک فرد تازه متولد شده به مرحله ماده بالغ ۰/۲۷۸ در روز چهارم می‌باشد، اما از روز بعد یعنی روز پنجم عدد مذکور به ۰/۵۰۳ تغییر می‌یابد که مقدار این تغییر برابر با ۰/۲۲۵ و قابل توجه می‌باشد. دلیل وجود این تغییر قابل توجه در احتمال رسیدن یک فرد تازه متولد شده به مرحله ماده بالغ در فاصله یک روز دیرتر رسیدن افراد به مرحله بلوغ می‌باشد، زیرا در روز سوم تعداد زیادی از افراد در مرحله دئوتونمف هستند. احتمال ظهور یک فرد بالغ نر نیز برابر با عدد ۰/۲۳۲ به‌دست آمد و به فاصله یک روز به عدد ۰/۴۱۷ تغییر پیدا کرد. (جدول ۱ و شکل ۱). بیشترین میزان نرخ زنده‌مانی افراد بالغ در روزهای ۵ تا ۱۶ به‌مدت ۱۲ روز برابر ۰/۵۰۳ برای ماده‌ها و در روزهای ۵ تا ۱۲ به‌مدت ۸ روز برابر ۰/۴۲۱ برای نرها مشاهده شد (شکل ۱).

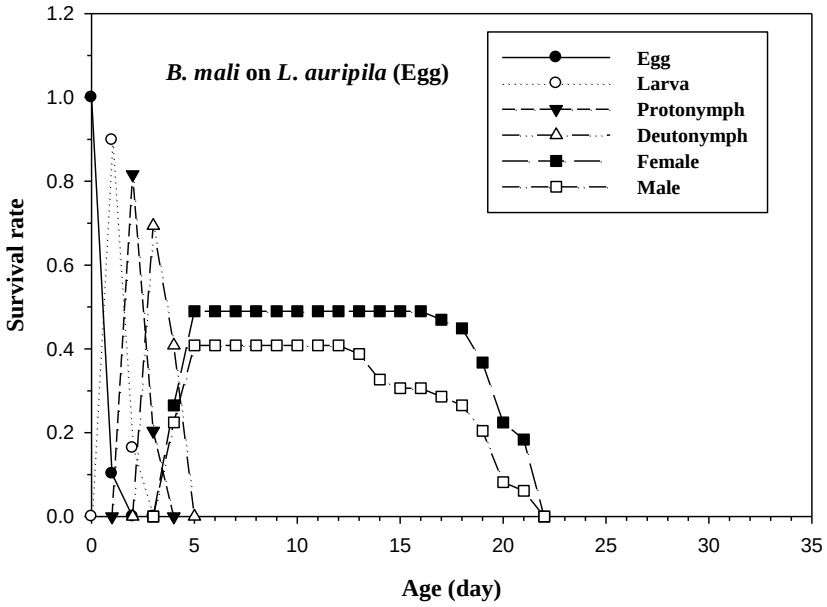
کنه شکارگر نر و ماده به‌طور برابر و تا روز ۲۱ ام زنده-مانی داشتند، اما نرخ زنده‌مانی نرها در این روز نسبت به ماده‌ها خیلی کمتر بوده است (شکل ۱). آصف‌پور و همکاران (Asefpour *et al.*, 2017) بیش‌ترین میزان زنده‌مانی کنه نر *G. aculeifer* را با تغذیه از لارو پشه *L. auripila* ۰/۳۹ و در روزهای ۱۴ تا ۷۲ و بالاترین مقدار زنده‌مانی برای کنه‌های ماده را ۰/۳۹ و در روزهای ۱۴ تا ۸۳ به‌دست آورده‌اند و در کل، نرخ مرگ و میر کنه‌های ماده کم‌تر بوده است. در مطالعه فوق، بیش‌ترین میزان زنده‌مانی کنه‌های نر و ماده با تغذیه از لارو پشه *L. auripila* به-ترتیب برابر با ۷۹ و ۹۳ روز بوده است. میزان زنده‌مانی افراد بالغ کنه *G. aculeifer* نسبت به کنه *B. mali* به‌طور چشمگیری بالاتر بوده و ممکن است به مرحله زیستی طعمه مورد استفاده (مرحله تخم یا لارو) و یا به ویژگی‌های ذاتی و ژنتیکی خود کنه‌های شکارگر بستگی داشته باشد.

جدول ۱- مراحل مختلف رشد و نموی و طول عمر افراد بالغ کنه شکارگر *Blattisocius mali*، با تغذیه از تخم پشه *Lycoriella auripilla*

Table 1. Developmental time of different stages and adult longevity of *Blattisocius mali* fed on *Lycoriella auripilla* eggs

Developmental time (days)	**N**	**Mean ± S.E.**
Egg	49	1.1 ± 0.044
Larva	47	1.06 ± 0.036
Protonymph	44	1.07 ± 0.038
Deutonymph	44	1.23 ± 0.064
Total pre-adult	44	4.45 ± 0.076
Male adult	20	18.45 ± 0.65
Female adult	24	20.46 ± 0.3

Standard errors were estimated by using 100,000 bootstraps.



شکل ۱- منحنی نرخ زنده مانی ویژه سن- مرحله رشدی کنه شکارگر *Blattisocius mali* روی تخم پشه قارچ *Lycoriella auripila*

Figure 1. Age-stage specific survival rate (S_{xj}) of *Blattisocius mali* fed on *Lycoriella auripila* eggs

ویژگی‌های تولیدمثلی کنه شکارگر *B. mali*، با تغذیه از مرحله تخم پشه *L. auripila*

ویژگی‌های تولیدمثلی کنه شکارگر *B. mali*، در تغذیه از مرحله تخم پشه *L. auripila* در جدول ۲ قابل مشاهده می‌باشد. طبق داده‌های این جدول، دوره پیش از تخم‌ریزی یک فرد بالغ ماده (APOP[1]) و کل دوره پیش از تخم‌ریزی (TPOP[2]) برای کنه شکارگر به‌ترتیب برابر ۰/۲۱ و ۴/۶۷ روز به‌دست آمد. اعداد مذکور بیانگر کم بودن مدت زمان رسیدن به بلوغ و شروع زودهنگام تخم‌ریزی توسط افراد بالغ می‌باشد. یعنی ماده‌ها در کم‌تر از یک روز بعد از جفت‌گیری، تولیدمثل را آغاز کرده‌اند (جدول ۲). کنه شکارگر *B. mali* در مطالعه‌ای، با تخم‌های عقیم شده کنه *T. putrescentiae* تغذیه شده و جدول زندگی دوجنسی آن در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۷۰ درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (روشنایی: تاریکی) بررسی شده است. در تیمارهای اول و دوم، تخم‌های مورد استفاده به‌عنوان غذا به‌مدت ۳ ماه در دماهای ۴ و ۲۰- درجه سلسیوس قرار گرفته بودند، تیمار سوم (تخم‌های فریز شده به مدت یک روز) و تیمار چهارم مخلوطی از مراحل مختلف کنه انباری *T. putrescentiae* بوده است (Pirayeshfar *et al.*, 2021). دوره پیش از تخم‌ریزی فرد بالغ ماده (APOP) در پژوهش مذکور در تیمارهای غذایی عنوان شده به‌ترتیب برابر ۱/۱۷، ۰/۹۴، ۱/۱ و ۰/۶۵ روز به‌دست آمده که در مقایسه با عدد مطالعه حاضر بیشتر است. این موضوع در پرورش انبوه اهمیت زیادی دارد، چون یک نسل شکارگر زودتر کامل می‌شود. در مطالعه‌ای متوسط دوره پیش از تخم‌گذاری (APOP) کنه ماده *G. aculeifer* ۳/۳۹ روز و کل دوره پیش از تخم‌گذاری (TPOP) برابر ۸/۹۸ روز برآورد شده است (Asefpour *et al.*, 2017). در مقایسه این نتایج با داده‌های پژوهش حاضر، کوتاه بودن طول هر دو دوره مذکور برای کنه *B. mali* قابل مشاهده است (جدول ۲). همان‌طور که پیش‌تر هم اشاره شد، کوتاه بودن طول این دوره‌ها می‌تواند بر تولیدمثل شکارگر و در نتیجه، کنترل بهتر آفت موردنظر تاثیر مستقیم و مطلوبی داشته باشد. میانگین روزهای تخم‌گذاری (Oviposition days)، بیانگر میانگین تعداد دقیق روزهایی است که یک

1. APOP = Adult Pre-oviposition Period
2. TPOP = Total Pre-oviposition Period

کنه حتماً در آن روزها تخم‌گذاری کرده است و با طول دوره تخم‌گذاری متفاوت است (Chen *et al*., 2018). تعداد روزهای تخم‌گذاری و مقدار باروری کنه شکارگر در تغذیه از تخم *L. auripila*، در جدول ۲ برابر ۱۳/۸۸ روز و ۹۰/۹۶ تخم به ازای هر ماده در طول عمر آن به‌دست آمده است (جدول ۲). مقدار باروری کنه ماده *G. aculeifer* با تغذیه از لارو پشه *L. auripila* ۷۱/۶۹ تخم/ماده برآورد شده است (Asefpour *et al*., 2017). این داده‌ها به‌طور قابل توجهی کمتر از نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر، برای کنه *B. mali* می‌باشد (جدول ۲).

در پژوهشی دیگر روی کنه *G. aculeifer* که از لارو پشه *L. auripila* تغذیه می‌کرد، تعداد روزهای تخم-گذاری برای کنه خیلی زیاد و برابر ۲۸/۳ روز و میزان باروری به ۸۷/۲ تخم/ماده رسید (Tavoosi Ajvad *et al*., 2018). در مقایسه با داده‌های پژوهش حاضر اگرچه کنه *G. aculeifer* با تغذیه از لارو پشه *L. auripila* تعداد روزهای بیشتری تخم‌گذاری داشته، ولی با وجود این، باز هم مقدار باروری کمتری نسبت به کنه *B. mali* در تغذیه از تخم پشه *L. auripila* داشته است (جدول ۲). مقادیر ۹/۵۱ روز و ۱۰/۴۶ تخم/ماده به‌ترتیب برای کل دوره پیش از بلوغ و میزان باروری کنه شکارگر *B. dentriticus*، در تغذیه با کنه *Tyrophagous putrescentiae* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس توسط داسیلوا و همکاران (da Silva *et al*., 2016) گزارش شده است. در این تحقیق برخی از ویژگی‌های زیستی کنه شکارگر مذکور مورد بررسی قرار گرفته و نتایج به‌دست آمده نشانگر تفاوت‌های محسوسی در مقایسه با اعداد متناظر برای کنه شکارگر *B. mali* در پژوهش حاضر می‌باشد. مقادیر بالای باروری می‌تواند بیانگر این موضوع باشد که شکارگر غذای مناسبی در اختیار داشته و تغذیه کاملی صورت گرفته است. در مطالعه داسیلوا و همکاران (da Silva *et al*., 2016) مشخص نشده است که دقیقاً کدام مرحله از زندگی کنه *T. putrescentiae* مورد تغذیه کنه شکارگر قرار گرفته است، بنابراین ممکن است به‌خاطر وجود مراحل بالغ و پوره‌های سنین مختلف کنه *T. putrescentiae* در رژیم غذایی و یکنواخت نبودن طعمه، کنه شکارگر انرژی بیشتری صرف مقابله برای شکار میزبان کرده و غذای کمتری به‌دست آورد. در پژوهش پیرایش‌فر و همکاران (Pirayeshfar *et al*., 2021) که پیش از این شرایط آن ذکر شد، مقادیر زیر برای طول عمر ماده‌ها و میزان باروری به‌دست آمده است: در رژیم غذایی اول (تخم در ۴ درجه سلسیوس)، شکارگرها به مرحله بلوغ رسیده‌اند، ولی علاوه براین‌که طول عمر کوتاهی برابر با ۸/۵ روز داشتند، توانایی باروری بسیار کمی داشته و تولید نتاج در آن‌ها به تعداد ۳/۵ تخم/ماده رسید، اما در تیمار غذایی دوم (تخم در ۲۰- درجه سلسیوس)، طول عمر افزایش یافته و به ۱۲/۱۶ روز رسیده و مقدار باروری هم ۱۱/۸۴ تخم/ماده ذکر شده است. بیشترین میزان طول عمر ماده و باروری آن در تیمار سوم (تخم‌های فریز شده به مدت یک روز) برابر با ۱۴/۸۶ روز و ۴۲/۱۹ تخم/ماده محاسبه شده است و همین-طور در تیمار چهارم که مخلوطی از مراحل مختلف کنه انباری بود اعداد ۱۱/۴۱ روز و ۲۲/۵ تخم/ماده برای شکارگر ثبت شده است. در مقایسه این اعداد با نتایج متناظر در پژوهش حاضر که در جدول‌های ۱ و ۲ قابل مشاهده‌اند، شاهد افزایش طول عمر و میزان باروری کنه شکارگر *B. mali* هستیم؛ بنابراین، با توجه به بررسی‌های به‌دست آمده می‌توان گفت که این شکارگر در تغذیه از تخم زنده پشه *L. auripila*، دوره رشد و نموی خود را سریع‌تر طی کرده و به مرحله بلوغ می‌رسد و جمعیت خود را افزایش می‌دهد. هم‌چنین ممکن است شرایط فریز شدگی تخم‌ها، کیفیت و ارزش غذایی میزبان را کاهش داده و از این طریق موجب کاهش طول عمر و در نتیجه باروری شکارگر شوند.

جدول ۲- ویژگی‌های تولیدمثلی کنه شکارگر *Blattisocius mali*، با تغذیه از تخم پشه *Lycoriella auripilla*

Table 2. Reproductive characteristics of *Blattisocius mali* fed on *Lycoriella auripilla* eggs

Statistics	**N**	**Mean ± S.E.**
APOP (days)	24	0.21 ± 0.0847
TPOP (days)	24	4.67 ± 0.13
Oviposition days	24	13.88 ± 0.44
Mean fecundity (eggs per female)	24	90.96 ± 4.85

Standard errors were estimated by using 100,000 bootstraps.

میانگین تعداد تخم‌هایی که توسط هر ماده بالغ در هر سنی تولید می‌شود را باروری ویژه سنی ماده (f_x) نشان می‌دهد (Chen *et al.*, 2018) (شکل ۲). با توجه به نمودارهای شکل ۲، شروع تولیدمثل کنه‌های شکارگر ماده در روز چهارم و به تعداد ۲/۶۷ تخم رخ داده است. بیشترین میزان نرخ باروری نیز در روز دهم برابر ۱۰/۴۸ عدد تخم به‌دست آمد (شکل۲).

امید زندگی ویژه سن- مرحله زیستی (e_{xj}) کنه شکارگر *B. mali* در شکل ۳ قابل مشاهده است. امید زندگی برای یک فرد تازه متولد شده در رژیم غذایی تخم *L. auripila* برابر ۱۸/۱۵روز به‌دست آمد. کنه‌های ماده از ابتدای ظهور در روز چهارم تا روز بیستم، امید به زندگی بیشتری نسبت به نرها داشتند، ولی در دو روز پایانی عمر افراد بالغ، امید به زندگی در هر دو جنس برابر بود. بیشترین مقدار امید به زندگی افراد بالغ نر و ماده، ۱۴/۶۵ و ۱۶/۸۱ در روز چهارم به‌دست آمد (شکل ۳). در بررسی آصف‌پور و همکاران (Asefpour *et al.*, 2017)، بیشترین مقدار امید به زندگی کنه *G. aculeifer* با تغذیه از رژیم لارو پشه *L. auripila*، برای جنس نر و ماده به‌ترتیب برابر با (۶۸/۲۶ در روز دهم) و (۸۹/۹۵ در روز نهم) به‌دست آمده و نسبت به اعداد متناظری که در خصوص این رابطه برای کنه *B. mali* برآورد شده است، بسیار بیشتر می‌باشد (شکل ۳). این نتایج می‌تواند بیانگر این موضوع باشد که ممکن است حتی رژیم غذایی از یک گونه یکسان برای دو گونه مختلف از کنه‌های شکارگر، امید به زندگی متفاوتی را ایجاد کند.

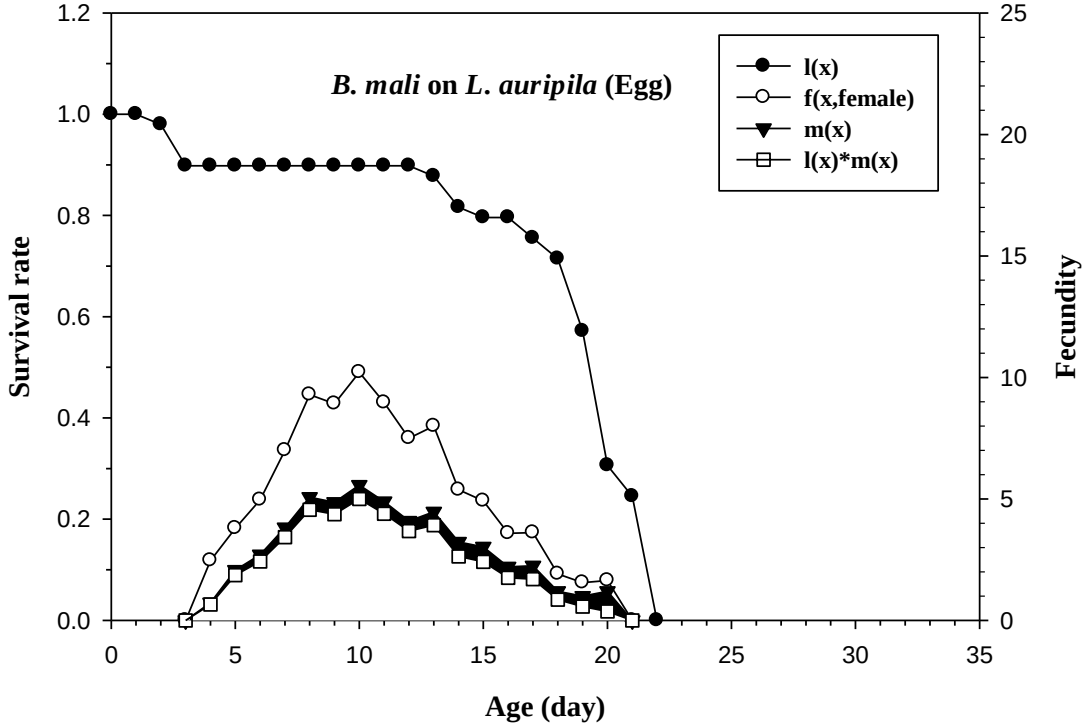
سهم هر فرد در سن x و مرحله j، در ایجاد جمعیت نسل بعدی توسط نمودار ارزش تولیدمثلی v_{xj} نشان داده می‌شود. نمودار ارزش تولیدمثلی (v_{xj}) کنه شکارگر *B. mali* در شکل ۴ قابل مشاهده می‌باشد. با توجه به این شکل، کنه بالغ ماده از روز چهارم تخم‌گذاری را آغاز و هم‌زمان با افزایش سن، ارزش تولیدمثلی در کنه ماده کاهشی شده و در نهایت، در روز ۲۱ به صفر رسیده است. بالاترین مقدار ارزش تولیدمثلی در کنه‌های ماده برابر ۲۷/۴۹ در روز هشتم می‌باشد (شکل ۴). نمودارهای ارزش تولیدمثلی برای کنه ماده *G. aculeifer* در رژیم غذایی لارو پشه *L. auripila*، نشان داده که اوج مقدار ارزش تولیدمثلی در روز ۲۴ ام و به مقدار ۱۶/۴۰ بوده و کنه ماده از روز دهم شروع به تخم‌گذاری کرده است و در روز ۹۳ ام مقدار ارزش تولیدمثلی به صفر رسیده است (Asefpour *et al.*, 2017). بنابراین، کنه *B. mali* در این مطالعه نسبت به کنه *G. aculeifer* خیلی زودتر از روز ۲۴ ام به مرحله اوج مقدار ارزش تولیدمثلی خود رسیده و تخم‌گذاری را زودتر شروع می‌کند. البته به صفر رسیدن مقدار ارزش تولیدمثلی هم در کنه *B. mali* زودتر اتفاق می‌افتد (شکل ۴).

جدول ۳- فراسنجه‌های جمعیتی کنه شکارگر *Blattisocius mali* با تغذیه از تخم پشه *Lycoriella auripila*

Table 3. Population parameters of *Blattisocius mali* fed on *Lycoriella auripila* eggs

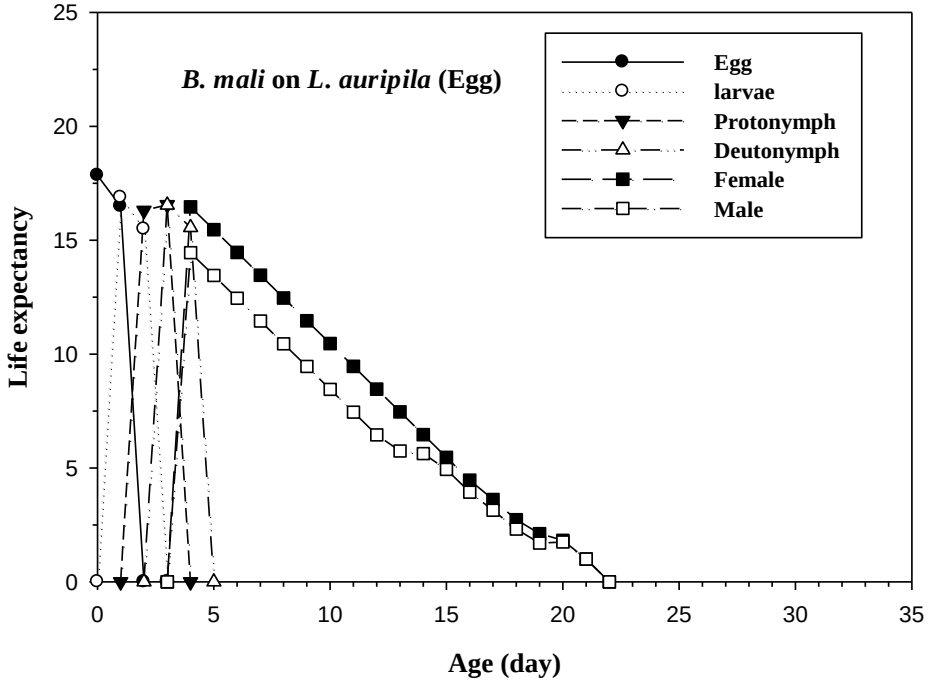
Parameters	**N**	**Mean ± S.E.**
r (day $^{-1}$)	49	0.386 ± 0.020
λ (day^{-1})	49	1.471 ± 0.029
R_0 (offspring/individual)	49	44.551 ± 6.882
T (day)	49	9.882 ± 0.197

Standard errors were estimated by using 100,000 bootstraps.



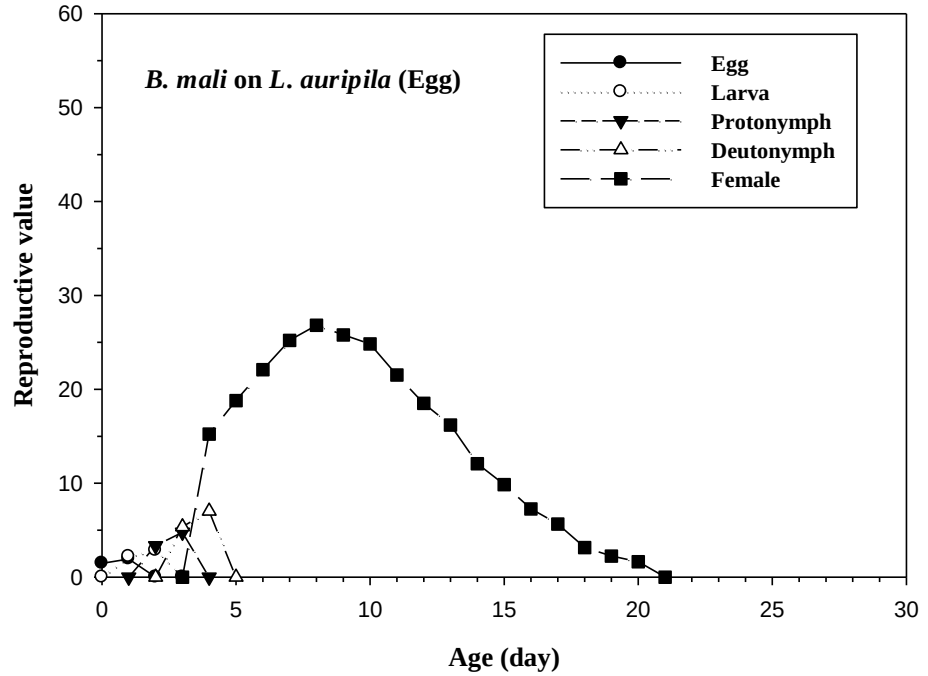
شکل ۲- منحنی نرخ زنده‌مانی ویژه سنی (l_x)، باروری ویژه سنی ماده (f_x)، باروری ویژه سنی کل جمعیت (m_x)، زایش ویژه سنی (l_xm_x) کنه شکارگر *Blattisocius mali*

Figure 2. Age-specific survival rate (l_x), age-stage fecundity of female (f_x) (eggs/female), age-specific fecundity (m_x) and age- specific maternity (l_xm_x) of *Blattisocius mali*



شکل ۳- منحنی امید زندگی ویژه سن – مرحله رشدی کنه شکارگر *Blattisocius mali* روی رژیم غذایی تخم پشه قارچ *Lycoriella auripila*

Figure 3. Age-stage specific life expectancy (e_{xj}) of *Blattisocius mali* fed on *Lycoriella auripila* eggs



شکل ۴- منحنی ارزش تولیدمثلی ویژه سن – مرحله زیستی کنه شکارگر *Blattisocius mali* روی رژیم غذایی تخم پشه قارچ *Lycoriella auripila*

Figure 4. Age-stage specific reproductive value (v_{xj}) of *Blattisocius mali* fed on. *Lycoriella auripila* eggs

فراسنجه‌های جمعیتی کنه شکارگر *B. mali* با تغذیه از مرحله تخم پشه *L. auripila*

فراسنجه‌های جمعیتی کنه شکارگر *B. mali*، در تغذیه از مرحله تخم پشه *L. auripila* در جدول ۳ قابل مشاهده می‌باشد. طبق نتایج جدول ۳، مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) برای کنه شکارگر *B. mali*، برابر ۰/۳۸۶ بر روز به‌دست آمد (جدول ۳). این فراسنجه نشان‌دهنده بیشترین نرخ افزایش جمعیت یک گونه در شرایط محیطی مشخص می‌باشد (Birch, 1948). بنابراین، میزان بازدهی و کارآمد بودن یک عامل کنترل بیولوژیک تا حد زیادی به این شاخصه بستگی دارد. نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ خالص تولیدمثل (R_0) و متوسط مدت زمان یک نسل (T) نیز به‌ترتیب برابر ۱/۴۷۱ بر روز، ۴۴/۵۵۱ فرد و ۹/۸۸۲ روز برآورد شد (جدول ۳). نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ خالص تولیدمثل (R_0) و متوسط مدت زمان یک نسل (T) در مطالعه پیرایش‌فر و همکاران (Pirayeshfar *et al.*, 2021)، در تیمار تخم نگهداری شده در دمای ۲۰- درجه سلسیوس، به‌ترتیب برابر با ۰/۲۳۴ بر روز ، ۱/۲۶ بر روز، ۸/۳ تخم/فرد و ۹/۰۴ روز به‌دست آمده است. مقایسه این نتایج با داده‌های ارائه شده در جدول ۳ نشان می‌دهد که همه فراسنجه‌های جمعیتی کنه شکارگر در پژوهش حاضر روند افزایشی داشته‌اند و تیمار غذایی استفاده شده برای شکارگر مطلوب بوده است. در پژوهشی که روی کنه شکارگر *B. dentriticus* با تغذیه از کنه *T. putrescentiae* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس انجام شده، مقادیر ۰/۱۴ بر روز، ۱/۱۵ بر روز و ۷/۵۳ تخم/فرد به‌ترتیب برای نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) و نرخ خالص تولیدمثل (R_0) به‌دست آمده است (da Silva et al, 2016). هر سه فراسنجه جمعیتی مذکور دارای مقادیر بسیار کمتری نسبت به نتایج حاصله در پژوهش حاضر می‌باشند، ولی فراسنجه متوسط مدت زمان یک نسل (T) برای کنه *B. dentriticus* برابر ۱۴/۳ روز ثبت شده و بالاتر از عدد به‌دست آمده برای کنه *B. mali* در تحقیق حاضر می‌باشد (جدول ۳). کنه *G. aculeifer* در تغذیه از رژیم غذایی لارو پشه *L. auripila* مقادیر ۰/۱۷ بر روز، ۱/۱۹ بر روز، ۳۰/۲۷ فرد و ۱۸/۹۵ روز را به‌ترتیب برای فراسنجه‌های جمعیتی نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ خالص تولیدمثل (R_0) و متوسط مدت زمان یک نسل (T) کسب کرده است (Asefpour *et al.*, 2017). هم‌چنین، برای کنه *Arctoseius semiscissus* (Acari: Ascida) وقتی که طعمه در دسترس آن‌ها تخم پشه سیاربد *L. auripila* بوده است، مقادیر نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) برابر با ۰/۲۳ بر روز، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) برابر با ۱/۱۶ بر روز، نرخ خالص تولیدمثل (R_0) ۲۴/۴۹ فرد و متوسط مدت زمان یک نسل (T) نیز ۱۳/۸۵ روز برآورد شده است (Rudziska, 1998). با بررسی و مقایسه نتایج دو تحقیق فوق و نیز نتایج ارائه‌شده در جدول ۳ می‌توان گفت، سه فراسنجه جمعیتی r، λ و R_0 برای کنه‌های *G. aculeifer* و *A. semiscissus* نسبت به اعداد متناظر آن‌ها برای کنه *B. mali* به‌طور قابل توجهی کم‌تر و به‌طور برعکس فراسنجه متوسط مدت زمان یک نسل (T) برای کنه‌های *G. aculeifer* و *A. semiscissus* بیشتر بوده است. در پژوهش بعدی نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) و نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) برای کنه *G. aculeifer* در تغذیه از لارو پشه سیاربد *L. auripila* برابر ۰/۱۲ بر روز و ۱/۱۳ بر روز به‌دست آمده است (Tavoosi Ajvad *et al.*, 2018). این ارقام در هر دو مورد کم‌تر از مقادیر به‌دست آمده در پژوهش حاضر است، ولی نرخ خالص تولیدمثل (R_0) برابر ۵۴/۸ فرد برآورد شده که نسبت به عدد به‌دست آمده در مطالعه حاضر بیشتر می‌باشد. هم‌چنین، متوسط مدت زمان یک نسل (T) در کنه خاکزی *G. aculeifer* نسبت به مقدار آن برای کنه شکارگر *B. mali*، از مقدار بیشتری برخوردار بوده و برابر با ۳۲/۳ روز گزارش شده است (Tavoosi Ajvad *et al.*, 2018) (جدول ۳). طبق نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر، کنه *B. mali* در تغذیه از تخم پشه *L. auripila* در زمان کوتاهی چرخه زندگی خود را تکمیل و آن را به پایان رساند و جمعیتی با اندازه بزرگ را تولید نمود و پتانسیل قابل قبولی برای مهار زیستی آفت پشه قارچ *L. auripila* از خود نشان داد.

References

Asefpour, B., Khanjani, M. and Madadi, H. 2017. Life table and predation rate of *Gaeolaelaps aculeifer* Raumilben (Acari: Laelapidae) feeding on fungus gnats, *Lycoriella auripila* Winnertz (Dip.: Sciaridae). **Applied Researches in Plant Protection** 7 (2): 65-76. (In Farsi)

Asgari, F., Sarraf Moayeri, H. R., Kavousi. A., Enkegaard, A. and Chi, H. 2020. Demography and mass rearing of *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on two species of stored-product mites and their mixture. **Journal of Economic Entomology** 113: 2604-2612.

Birch, L. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. **Journal of Animal Ecology** 17: 15-26.

Britto, E. P., Lopes, P. C. and de Moraes, G. J. 2012. *Blattisocius* (Acari: Blattisociidae) species from Brazil, with description of a new species, redescription of *Blattisocius keegani* and a key for the separation of the world species of the genus. **Zootaxa** 3479: 33-51.

Çakmak, I., Faraji, F. and Çobanoglu, S. 2011. A checklist and key to the Ascoidea and Phytoseioidea (except Phytoseiidae) species of Turkey with three new species records (Acari: Mesostigmata). **Turkish Journal of Entomology** 35: 575-586.

Chen, G. M., Chi, H., Wang, R. C., Wang, Y. P., Xu, Y. Y., Li, X. D. and Zheng, F. Q. 2018. Demography and uncertainty of population growth of *Conogethes punctiferalis* (Lep.: Crambidae) reared on five host plants with discussion on some life history statistics. **Journal of Economic Entomology** 111: 2143-2152.

Chi, H. 1988. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. **Environmental Entomology** 17: 26-34.

Chi, H. 2019. TIMING-MSChart: a computer program for the population projection based on age-stage, two-sex life table. http://140.120.197.173/ Ecology/Download/Timing MSChart.rar

Chi, H. and Liu, H. 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. **Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica** 24: 225-240.

Chi, H. and Su, H. Y. 2006. Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hym.: Braconidae) and its host *Myzus persicae* (Sulzer) (Hom.: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate. **Environmental Entomology** 35: 10-21.

Chi, H. and Yang, T. C. 2003. Two-Sex Life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Col.: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Hom.: Aphididae). **Environmental Entomology** 32: 327-333.

Cock, M. J. W., van Lenteren, J. C., Brodeur, J., Barratt, B. I. P., Bigler, F., Bolckmans, K., Consoli, F. I., Haas, F., Mason, P. G. and Parra, J. R. P. 2010. Do new access and benefit sharing procedures under the convention on biological diversity threaten the future of biological control? **BioControl** 55: 199-218.

da Silva, G. L., Radaelli, T. F. D. S., Esswein, I. Z., Ferla, N. J. and da Silva, O. S. 2016. Comparison of biological development of *Blattisocius dentriticus* (Blattisocidae) fed on *Tyrophagus putrescentiae* (Acaridae) and *Megninia ginglymura* (Analgidae). **International Journal of Acarology** 42 (8): 405-411.

Dizlek, H., Karagoz, M., Faraji, F. and Cakmak, I. 2019. Mites in dried figs of Turkey: diversity, species composition and density. **Systematic and Applied Acarology** 24: 992-997.

Enkegaard, A., Sardar, M. A. and Brodsgaard, H. F. 1997. The predatory mite *Hypoaspis miles*: biological and demographic characteristics on two prey species, the mushroom sciarid fly, *Lycoriella solani*, and the mold mite, *Tyrophagus putrescentiae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 82 (2): 135-146.

Fletcher, J. T. and Gaze, R. H. 2008. Mushroom pest and disease control. Manson Publishing, London. 192 p.

Gerson, U. Smiley, R. L. and Ochoa, R. 2003. Mites (Acari) for pest control. Oxford. London Blackwell. 539 p.

Greenslade, P. and Clift, A. D. 2004. Review of pest arthropods recorded from commercial mushroom farms in Australia. **Australasian Mycologist** 23: 77-93.

Halliday, R. B., Walter, D. E. and Lindquist, E. E. 1998. Revision of the Australian Ascidae (Acarina: Mesostigmata). **Invertebrate Systematics** 12: 1-54.

Huang, Y. B. and Chi, H. 2012. Age-stage, two-sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Dip.: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age-specific life tables to insect populations. **Insect Science** 19: 263-273.

Hughes, A. M. 1976. The mites of stored food and houses. Technical Bulletin Ministry of Agriculture Fisheries and Food. Her Majesty's Stationery Office. London, UK.

Jafarnia, S. and Daei, M. 2016. A comprehensive and illustrated guide to the cultivation of edible mushrooms (Translation). Sokhan Gostar Publications. 495 p. (In Farsi)

Jess, S. and Kilpatrick, M. 2000. An integrated approach to the control of *Lycoriella solani* (Dip.: Sciaridae) during production of the cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*). **Pest Management Science** 56: 477-485.

Khabbaz Jolfaei, H. and Morad Ali, M. 2000. Practical culturing, identification and control of diseases and pests of edible mushrooms. Publication of agricultural sciences. 208 p. (In Farsi)

Kielbasa, R. D. and Snetsinger, R. J. 1980. Life history of a sciarid fly, *Lycoriella mali*, and its injury threshold on the commercial mushroom. **Agricultural Experiment Station Bulletin** 833: 14 p.

Mauri, R. 1982. Algunos acaros nuevos para la fauna argentina. *Revista de la Sociedad* **Entomológica Argentina** 41: 93-96.

Mehrparvar, M., Mehdizadeh, V. and Eslamizadeh, R. 2013. Control of edible mushroom pests and diseases. First Edition. Tehran, Agricultural Education and Promotion Publications. 326 p. (In Farsi)

Modak, A., Saha, G. K., Tandon, A. and Gupta, S. K. 2004. Faunal diversity and habitat preference of house dustmites in west bengal in relation to nasobronchial allergic disorders. **Records of The Zoological Survey of India** 102: 137-146.

Momeni, H. 2015. Practical culturing of oyster mushrooms. 161 p. (In Farsi)

Palyvos, N. E., Emmanouel, N. G. and Saitanis, C. J. 2008. Mites associated with stored products in Greece. **Experimental and Applied Acarology** 44: 213-226.

Pirayeshfar, F., Safavi, S. A., Moayeri, H. R. S. and Messelink, G. J. 2021. Active and frozen host mite *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae) influence the mass production of the predatory mite *Blattisocius mali* (Acari: Blattisociidae): life table analysis. **Systematic and Applied Acarology** 26 (11): 2096-2108.

Richardson, P. N. and Hesling, J. J. 1978. Laboratory rearing of the mushroom phorid fly, *Megaselia halterata* (Dip.: Phoridae). **Annals of Applied Biology** 88: 211-217.

Rudzíska, M. 1998. Life history of the phoretic predatory mite *Arctoseius semiscissus* (Acari: Ascidae) on a diet of sciarid fly eggs. **Experimental and Applied Acarology** 22 (11): 643-648.

Smith, J. E. 2002. Dimilin resistance in mushroom sciarids. **Mushroom Journal** 656: 15.

Tavoosi Ajvad, F., Madadi, H., Michaud, J. P., Zafari, D. and Khanjani, M. 2018. Life table of *Gaeolaelaps aculeifer* (Acari: Laelapidae) feeding on larvae of *Lycoriella auripila* (Diptera: Sciaridae) with stage-specific estimates of consumption. **Biocontrol Science and Technology** 28 (2): 157-171.

van Lenteren, J. C. 2012. The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. **BioControl** 57: 1-20.

White, P. F. and Gribben, D. A. 1989. Variation in resistance to diazinon by the mushroom sciarid *Lycoriella auripila*. **Mushroom Science** 12: 851-859.

Womersley, H. 1954. Species of the subfamily Phytoseiinae (Acarina: Laelaptidae) from Australia. **Australian Journal of Zoology** 2: 169-191.

Yu, L. Y., Chen, Z. Z., Zheng, F. Q., Shi, A. J., Guo, T. T., Yeh, B. H., Chi, H. and Xu, Y. Y. 2013. Demographic analysis, a comparison of the jackknife and bootstrap methods, and predation projection: a case study of *Chrysopa pallens* (Neu.: Chrysopidae). **Journal of Economic Entomology** 106: 1-9.

Zare, M. 2013. Phytoseioidea and Ascoidea mites fauna of Zanjan city. MsC. thesis. University of Zanjan. (In Farsi).

Plant Pest Research
2023- 13 (1): 1-14

Open access
doi: 10.22124/iprj.2023.6309

Research paper

An investigation on demographic parameters of the predatory mite *Blattisocius mali* (Blattisociidae) fed on eggs of the fungus gnat *Lycoriella auripila* (Sciaridae)

F. Asgari[1], S. A. Safavi[1*] and H. Sarraf-Moayeri[2]
1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran, 2. Department of Plant Protection, University of Zanjan, Zanjan, Iran

(Received: December 30, 2022- Accepted: March 7, 2023)

Abstract

In this study, the predatory mite *Blattisocius mali* was evaluated as a candidate predator for the biological control of fungus gnat, *Lycoriella auripila* in mushroom cultivation salons and greenhouses and its biological characteristics and population parameters were investigated under laboratory conditions at 25 ℃, 70±5 % relative humidity and 16:8 h (L:D) photoperiod. The mean of the total pre-adult period in this experiment was 4.45 days and the lifespan of male and female adults was 18.45 and 20.46 days, respectively. The mean of the oviposition days was 13.88 days and the fecundity was 90.96 (eggs/female). Also, the predatory mite, *B. mali* feeding on the eggs of the *L. auripila* had a significant intrinsic rate of population increase (*r*) equal to 0.386 day^{-1} and its population increased about 44.551 times every 9.882 days. The results of this study showed the *B. mali* is a potential predator that can grow and reproduce and complete its life cycle fed on the eggs of *L. auripila*, successfully. Therefore, this predator can act as a suitable and safe biological control agent to reduce the fungus gnat population and be considered as a biological control agent in the integrated control of this pest.

Key words: Fecundity, Life table, Edible mushroom, Biological control, Intrinsic rate of increase

* Corresponding author: a.safavi@urmia.ac.ir