

**جدول زندگی و نرخ شکارگری کنه‌ی *Gaeolaelaps aculeifer* Raumlilben
(Acari: Laelapidae) با تغذیه از پشه‌ی قارچ‌خوار *Lycoriella auripila* Winnertz
(Dip: Sciaridae)**

بهاره آصف‌پور^۱، محمد خانجانی^{۲*} و حسین مددی^۲

۱- کارشناس ارشد گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

۲- به ترتیب استاد و دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

* مسئول مکاتبه mkhanjani@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۱۶

چکیده

نرخ شکارگری یکی از پارامترهای مهم در تعیین کارایی یک شکارگر و انتخاب دشمن طبیعی مناسب می‌باشد. کنه‌ی *Gaeolaelaps aculeifer* Raumlilben از شکارگرهای مهم خاک‌زی است که نقش مهمی در کنترل و کاهش جمعیت عوامل گیاه‌خوار خاک‌زی دارد. از اینرو نرخ شکارگری و پارامترهای جدول زندگی کنه‌ی *G. aculeifer* در تغذیه از لارو سن دو پشه قارچ‌خوار *Lycoriella auripilla* Winnertz در شرایط آزمایشگاهی با دمای 25 ± 1 درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی 75 ± 10 درصد مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نرخ شکارگری نشان داد که کنه در مرحله‌ی لاروی فاقد تغذیه، ولی در مراحل پوره‌ی سن اول و دوم تغذیه کرده و میزان تغذیه آن به ترتیب $2/566 \pm 0/1$ و $6/6 \pm 0/13$ عدد بود. میزان شکارگری کنه‌ی نر و ماده به ترتیب $149/38 \pm 1/95$ و $381/38 \pm 5/99$ به دست آمد. نرخ شکارگری کل با تغذیه از لارو سیارید $214/66 \pm 15/54$ محاسبه شد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (T) $0/17 \pm 0/089$ بر روز، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) $1/199 \pm 0/01$ ، میانگین طول دوره‌ی نسل (T) $18/95 \pm 0/3$ روز و نرخ خالص تولید مثل (R_0) $30/27 \pm 2/94$ و طول دوره‌ی پیش از بلوغ با تغذیه از لارو سیارید $11/5 \pm 0/1$ روز به دست آمد. بیشترین طول عمر کنه‌های نر و ماده تغذیه کرده از لارو سیارید به ترتیب ۷۹ و ۹۳ روز بود. طول دوره‌ی پیش از تخم‌ریزی روی لارو سیارید $3/39 \pm 0/16$ روز و زادآوری کل با تغذیه از لارو سیارید برابر با $71/69 \pm 2/03$ تخم محاسبه شد. لذا *G. aculeifer* می‌تواند عامل مناسبی برای کاهش جمعیت لاروهای سیارید باشد و به عنوان عامل مهارزیستی در کنترل تلفیقی این آفت مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: پشه سیارید، نرخ خالص شکارگری، ارزش تولید مثلی، کنه‌ی شکارگر.

مقدمه

املاح، انواع ویتامین‌ها، پروتئین و مواد معدنی مورد نیاز بشر و همچنین امکان تولید و پرورش روی پسماندهای محصولات کشاورزی بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند زیرا اغلب با استفاده از ضایعات کشاورزی تولید می‌شوند و نه تنها از نظر اسیدهای آمینه غنی بوده بلکه برای افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی، دیابت و فشارخون بسیار مناسب بوده و در

با افزایش روز افزون جمعیت، نیاز بشر به منابع جدید بیش‌تر احساس می‌شود. در این راستا آنچه بیش از همه بحرانی شده، مسئله کمبود پروتئین در رژیم‌های غذایی به ویژه در کشورهای فقیر می‌باشد (اسپنسر، ۱۹۸۵). قارچ‌های خوراکی و دارویی می‌توانند نقش مهمی در تأمین این نیازها داشته باشند. امروزه آن‌ها به خاطر داشتن مواد با ارزش غذایی بالا مثل آب،

پرورش قارچ اصلاً چیزی بنام سمپاشی سالن وجود ندارد. متأسفانه در سیستم‌های پرورش قارچ سنتی دوبالان سیارید و فورید از معضلات مهم تولید محسوب می‌شوند و برای برداشت محصول مطلوب هیچ راهکاری غیر از کنترل آن‌ها وجود ندارد و در بین روش‌های مهار آفت، مهار زیستی روش مناسبی برای مدیریت و مهار طبیعی آفت می‌باشد. رهاسازی کنه‌ی *G. aculeifer* در بوته‌های خیار گلخانه‌ای طی یک دوره‌ی ۱۰ هفته‌ای تاثیر قابل توجهی بر کاهش جمعیت *B. tritici* داشته است. همچنین کنه‌ی (Womersley) *Stratiolaelaps scimitus* (Acari: Laelapidae) قابل توجهی بر روی دوبال قارچ‌خوار *B. matogrossensis* (Lane) (فرییر و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین ال-عمیدی و همکاران (۱۹۹۱) نشان دادند که کنه‌ی *Parasitus bituberosus* می‌تواند تعداد حشرات کامل *L. solani* را ۵۰ تا ۶۰ درصد کاهش دهد. برای ارزیابی میزان کارایی یک شکارگر، تعیین دو پارامتر جدول زندگی و نرخ شکارگری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از آنجایی که کارایی یک شکارگر به عواملی همچون نوع و گونه طعمه، سن و مرحله‌ی زیستی طعمه دما و عوامل محیطی بستگی دارد به همین منظور لازم است کارایی شکارگرها در شرایط متفاوت مورد بررسی قرار گیرد. برای مثال جدول زندگی *S. scimitus* با تغذیه از لارو *B. paupera* (۲۵، ۲۰، ۱۵) در چهار دمای (۳۰) درجه‌ی سلسیوس متفاوت بوده و دما بر میزان رشد، مرگ و میر پیش از بلوغ، نسبت جنسی، دوره‌ی پیش از تخم گذاری، دوره‌ی تخم گذاری، دوره‌ی پس از تخم گذاری، زادآوری و طول عمر کنه‌های کامل تاثیرگذار بوده است (یوگارد و همکاران، ۱۹۹۷). در سیستم شکار-شکارگر به دلیل تغییر ساختار جمعیتی شکارگر و وجود مراحل غیر شکارگری در جمعیت مثل تخم و شفیره، ترکیب اطلاعات جدول زندگی و نرخ شکارگری ویژه‌ی مرحله سنی در مطالعه مدل شکار-شکارگر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (چی و یانگ، ۲۰۰۳). به طور کلی استفاده عملی از کنه‌های شکارگر برای کنترل

بهبود و کنترل بیماری‌های آن‌ها مؤثر هستند. امروزه برخی قارچ‌ها صرفاً به خاطر خواص دارویی و برخی دیگر خوراکی مورد کشت و پرورش قرار می‌گیرند که به قارچ‌های خوراکی-پزشکی موسوم هستند (فلچر و همکاران، ۲۰۰۸).

کشت‌های تجاری قارچ خوراکی همانند سایر محصولات کشاورزی مورد حمله و تغذیه حشرات، کنه‌ها، نماتدها و عوامل بیماری‌زا به ویژه باکتری‌ها و قارچ‌ها قرار می‌گیرند. از بین آفات حدود ۹۵ درصد از کل حشراتی که به قارچ خوراکی حمله می‌کنند از راسته دوبالان بوده و بطور عمده از خانواده‌های *Sciaridae*، *Phoridae*، *Cecidomyiidae*، *Drosophilidae* و *Scatopsidae* هستند. لارو دوبالان با تغذیه از میسلیم قارچ‌ها باعث کاهش عملکرد محصول می‌شوند. از بین جنس‌های خانواده *Sciaridae* دو جنس *Frey* و *Lycoriella Winnertz* بر روی کشت‌های قارچ خوراکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند که از مهم‌ترین گونه‌های آفت این خانواده می‌توان به *L. mali* (Fitch)، *Lycoriella auripila* Winnertz و *Bradysia tritici* (Colquillet) اشاره نمود. خسارت عمده این آفات توسط لارو آن‌ها ایجاد می‌شود که ناشی از تغذیه لاروها از میسلیم‌های رشد یافته، از طریق قطع میسلیم‌های به هم پیوسته و سپس مصرف آن‌ها و همچنین ایجاد تونل در اسپوروفور است. متأسفانه در حال حاضر کنترل آن‌ها اغلب با استفاده از سموم شیمیایی و بویژه سموم فسفره انجام می‌شود که کاربرد گسترده آن‌ها، باعث افزایش مقاومت آفت در برابر ترکیبات آفت‌کش و همچنین سبب صدمات جبران‌ناپذیر زیست محیطی شده است (فلچر و همکاران، ۲۰۰۸). لذا باید روش‌های سالم و سازگار با محیط زیست دنبال شود. در این بین پیشگیری از آلودگی مقدم بر اقدامات کنترلی است. امروزه در ممالک پیشرفته کنترل آفات و بیماری‌های مزارع پرورش قارچ، با پاستوریزه نمودن بستر کشت و ضد عفونی سالن‌های پرورش قارچ و همچنین استفاده از سیستم حفاظتی مناسب سالن‌ها برای ممانعت از ورود آفات به داخل سالن‌های کشت می‌باشد و در سیستم‌های مدرن

بررسی برخی ویژگی‌های زیستی و نرخ شکارگری

کنه *G. aculeifer* با تغذیه از لارو *L. auripila*

پس از تکثیر و تهیه‌ی کلونی اصلی کنه، برای انجام آزمایش، تعداد ۱۰۰ عدد تخم هم‌سن (۲۴ ساعته) کنه *G. aculeifer* جدا و سپس هر یک از تخم‌ها را به طور جداگانه درون یک ظرف پلاستیکی به قطر ۵/۹ و ارتفاع ۳/۷ سانتی‌متر که یک سوم کف آن‌ها با مخلوط گچ و ذغال چوب به نسبت ۱:۴ پر شده بود، قرار داده شدند. این تعداد تخم به این منظور انتخاب شد که در صورت تفریح نشدن تعدادی از تخم‌ها بتوان با تعداد باقی مانده آزمایش را ادامه داده و به این ترتیب میزان خطای آزمایش کاهش یابد. برای تأمین تهویه مناسب ظروف با سوزن سوراخ‌های ریز روی درپوش آن‌ها ایجاد شد. بلافاصله پس از ظهور لارو کنه‌ی شکارگر تعداد ۱۰ عدد لارو سن دوم از پشه‌ی سیارید با قلم‌موی چهار صفر جدا و در اختیار کنه‌ی قرار داده شد. هر روز تعداد لاروهای خورده شده در هر یک از واحدهای آزمایشی به صورت جداگانه ثبت و سپس لاروهای باقی مانده جمع‌آوری و طعمه‌های جدید جایگزین آن‌ها شد. پس از بالغ شدن کنه‌ها، کنه‌های نر و ماده، براساس شکل قسمت انتهایی بدن آن‌ها تفکیک و به صورت تصادفی درون هر واحد آزمایشی، یک جفت کنه‌ی نر و ماده قرار داده شد. برای تعیین نرخ شکارگری تعداد طعمه خورده شده و برای تعیین زادآوری تعداد تخم گذاشته شده توسط هر کنه‌ی ماده، طول دوره‌ی پیش از بلوغ، دوره‌ی رشد هر یک از مراحل زندگی و طول عمر کنه‌های بالغ نیز محاسبه شد. در صورت مرگ کنه‌ی نر یا ماده در هر تکرار، نرخ شکارگری آن تکرار با کنه‌ی ماده یا نر باقی مانده و بدون جایگزین کردن به جز زمانی که کنه قبل از جفت‌گیری و در ابتدای آزمایش از بین رفت با کنه‌ی دیگر ادامه داده شد. با توجه به اینکه تفکیک نرخ شکارگری کنه‌های نر و ماده در هر واحد آزمایشی امکان‌پذیر نبود به طور جداگانه میانگین نرخ شکارگری ۱۵ کنه‌ی نر به محض خروج از تخم محاسبه و از مجموع نرخ شکارگری هر جفت کنه‌ی نر و ماده کم شد تا نرخ شکارگری ماده‌ها به دست آید. داده‌های جدول زندگی

زیستی، نیازمند رهاسازی دوره‌ای آن‌ها می‌باشد که این امر به در دسترس بودن کلونی انبوهی از شکارگر برای انتخاب گونه مورد نظر وابسته است (موریرا و موراس، ۲۰۱۵). هدف از این مطالعه تعیین نرخ شکارگری و جدول زندگی کنه‌ی *G. aculeifer* Raumilben با تغذیه از *L. auripila* می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پرورش کلونی *Gaeolaelaps aculeifer* و

Lycoriella auripilla

کنه‌ی شکارگر *G. aculeifer* از کلونی موجود از روی پیاز گلابول همراه با کنه‌ی *Rhizoglyphus echinopus* (Fum. & Rob.) پادمان و مگس‌های قارچ‌خوار جمع‌آوری شد. برای سازگاری آن با شرایط آزمایشگاهی، چند نسل از آن، در ظروفی با ابعاد ۲/۷×۷/۸×۱۰/۵ (طول×عرض×ارتفاع) سانتی‌متر و با تغذیه از کنه‌ی *R. echinopus* درون انکوباتور با دمای ۲۵±۱ درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰±۱۰ درصد و تاریکی مطلق پرورش داده شد. بعد از تخم‌گذاری کنه‌ها، افراد بالغ حذف گردید تا تخم‌ها در شرایط مشابه آزمایش تفریح، لاروهای حاصله به فرم بالغ تبدیل شوند و بعد از بالغ شدن کنه‌ها و تخم‌گذاری نسل اول، تخم‌های آن‌ها برای آزمایش مورد استفاده قرار گیرد. برای ایجاد کلونی *L. auripila* کمپوست قارچ خوراکی از سالن‌های پرورش قارچ خوراکی در حومه شهر همدان فراهم گردید و در اتاق رشد با دمای اولیه ۱۶±۱ درجه‌ی سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵±۱۰ درصد نگهداری شد و پس از خاک‌دهی سطح کمپوست دمای اتاق به ۲۵±۱ درجه‌ی سلسیوس افزایش یافت. پس از رشد قارچ خوراکی و آلوده شدن بستر کمپوست دوبالان موجود جمع‌آوری و پس از شناسایی آفت مورد نظر، حشرات نر و ماده جمع‌آوری و بر روی گیاه باقلا درون ظروفی با ارتفاع ۱۳/۵ و قطر ۹ سانتی‌متر و در دمای ۲۴±۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۰±۱۰ درصد برای پرورش انتقال یافت.

تغذیه از لارو سیارید نسبت به طعمه‌ی دیگر به مراتب کمتر بوده است که نشان می‌دهد نوع طعمه باعث ایجاد تفاوت در طول دوره‌ی پیش از بلوغ می‌گردد (انگارد و همکاران، ۱۹۹۷). در پژوهش یرگارد و همکاران (۱۹۹۷) طول دوره‌ی پیش از بلوغ کنه‌ی *S. scimitus* با تغذیه از لارو دو گونه سیارید *B. tritici* و *B. pauper* به ترتیب $13/2 \pm 0/5$ و $12/6 \pm 0/2$ روز بوده است. طول دوره‌ی پیش از بلوغ کنه‌ی *S. scimitus* با تغذیه از لارو *Bradysia* sp. و کرم طوقه بر در دمای ۲۲ درجه‌ی سلسیوس به ترتیب $12/86 \pm 0/43$ و $13/09 \pm 0/26$ روز به دست آمده و همچنین طول عمر کنه‌های ماده به ترتیب برابر با $23/9 \pm 7/8$ و $21/7 \pm 3/7$ روز بوده است (کابرا و همکاران، ۲۰۰۵). امین و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی چرخه‌ی زیستی کنه‌ی *G. aculeifer* در هشت رژیم دمایی متفاوت با تغذیه از کنه‌ی *R. echinopus* به این نتیجه رسیدند که مناسب‌ترین دما برای نشو و نمای کنه‌ی ۲۵ درجه‌ی سلسیوس است و طول دوره‌ی پیش از بلوغ برای کنه‌های نر و ماده در دمای مذکور به ترتیب $11/94 \pm 0/22$ و $12/41 \pm 0/18$ روز بوده است. آن‌ها مشخص کردند طول دوره‌ی بلوغ و پیش از بلوغ کنه‌های نر و ماده تحت تاثیر دما و رژیم‌های غذایی مختلف، متفاوت می‌شود.

مقدار نرخ بقا مراحل زیستی (S_{xj}) در شکل شماره ۱ نشان داده شده است. نرخ بقا احتمال زنده ماندن تا رسیدن به سن x و مرحله زندگی j است. این شکل نشان دهنده‌ی تفاوت در میزان زنده‌مانی مراحل مختلف کنه می‌باشد و شامل مرگ و میر هر مرحله از زندگی کنه است. بر اساس شکل ۱ نرخ مرگ و میر در مراحل پیش از بلوغ کنه زیاد بوده است و بالاترین میزان زنده ماندن کنه‌ی نر ۰/۳۹ و در روزهای ۱۴ تا ۷۲ و بالاترین میزان زنده ماندن کنه‌ی ماده ۰/۳۹ و در روزهای ۱۴ تا ۸۳ بود. همچنین نرخ مرگ و میر کنه‌های ماده کمتر بوده است.

با استفاده از روش جدول زندگی دو جنسی سن-مرحله و داده‌های نرخ شکارگری با استفاده از روش تجزیه نرخ مصرف دو جنسی آنالیز شد. نرخ شکارگری و طول دوره‌ی زندگی در این روش برای کنه‌ی نر و ماده در مراحل مختلف زندگی به تفکیک محاسبه می‌شود (چی، ۱۹۹۰؛ چی و یانگ، ۲۰۰۳). همچنین مقادیر نرخ شکارگری ویژه سنی (K_x) برابر با میانگین تعداد طعمه مصرف شده توسط یک شکارگر در سن x ، نرخ خالص شکارگری (C_0) برابر با تعداد طعمه مصرف شده توسط یک شکارگر در کل دوره‌ی زندگی و نرخ تبدیل شکار خورده شده به نتاج تولید شده شکارگر (Q_p) در وضعیت آزمایشگاهی و با استفاده از روش نرخ مصرف دو جنسی محاسبه شد. همچنین پارامترهای جدول زندگی شامل نرخ خالص تولید مثل R_0 ، نرخ ناخالص تولید مثل GRR ، نرخ ذاتی افزایش جمعیت r ، متوسط زمان یک نسل T و نرخ متناهی افزایش جمعیت λ محاسبه شد. نمودارها با استفاده از نرم افزار سیگماپلات ۱۱ رسم شد. میانگین و خطای استاندارد با استفاده از روش بوت استرپ محاسبه گردید.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به میانگین طول دوره‌ی رشد و نمو مراحل مختلف زیستی کنه‌ی *G. aculeifer* با تغذیه از لارو سیارید در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. در بین مراحل پیش از بلوغ، بیشترین طول دوره‌ی زندگی مربوط به مرحله‌ی دئوتونف است. در بین کنه‌های بالغ هم بیشترین میانگین طول عمر مربوط به کنه‌ی ماده بود. بیشترین میزان زنده‌مانی کنه‌های نر و ماده با تغذیه از لارو پشه‌ی سیارید به ترتیب برابر با ۷۹ و ۹۳ روز بوده است. این مطالعه نشان داد که کنه‌ی *G. aculeifer* می‌تواند چرخه زندگی خود را روی لارو سیارید کامل نماید و در صورت آلودگی سالن‌های پرورش قارچ می‌تواند طعمه مناسبی برای کنه‌ی شکارگر باشد و جمعیت آن‌را کاهش دهد.

ارزیابی چرخه‌ی زیستی *S. scimitus* با تغذیه از لارو *L. solani* و کنه‌ی *Thyrophagus* (Schrank) *putrescentiae* نشان داد طول دوره‌ی پیش از بلوغ با

جدول ۱- میانگین طول (SE ± معیار خطای) دوره‌ی نمو مراحل مختلف زیستی کنه‌ی *G. aculeifer* با تغذیه از لارو سیارید

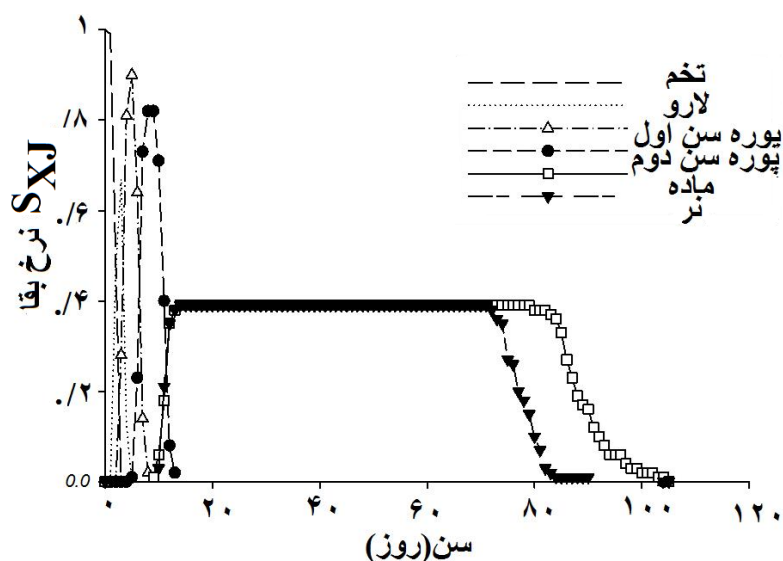
طول دوره‌ی (روز)		دوره‌ی رشدی و سنی کنه شکارگر
ماده	نر	
۲/۵۱±۰/۰۸	۲/۵۴±۰/۰۸	تخم
۱/۳۳±۰/۰۸	۱/۳۶±۰/۰۸	لارو
۳/۰۸±۰/۱	۳/۰۳±۰/۰۹	پروتونمف
۴/۵۶±۰/۱	۴/۵۹±۰/۱	دئوتونمف
۷۸/۴۶±۰/۸۵	۶۶/۷۴±۰/۱۶	کنه بالغ
۸۹/۹۵±۰/۸۷	۷۸/۲۶±۰/۱۶	طول عمر کل کنه

تریپس، طولانی‌تر از دو رژیم غذایی دیگر بود. در حالی- که دوره‌ی تخم‌گذاری با تغذیه از کنه *T. putrescentiae* طولانی‌تر بوده است. تعداد تخم گذاشته شده کنه‌ی با تغذیه از نماتد *Protorhabditis* sp. بیشتر بوده است. بارکز (۱۹۶۸) و مورفی و سردار (۱۹۹۱) نشان دادند که باروری کنه‌ی *H. aculeifer* تحت تاثیر گونه طعمه و کمیت آن است.

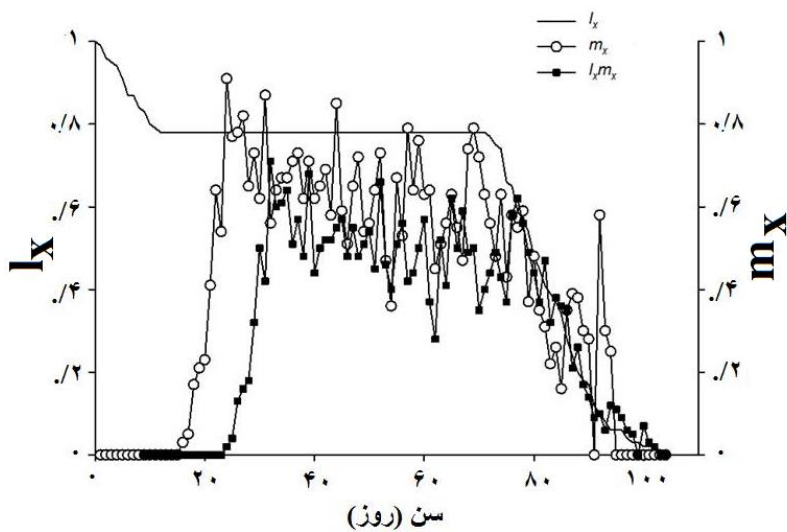
مقادیر پارامترهای جدول زندگی *G. aculeifer* با تغذیه از لارو سیارید در جدول ۲ نشان داده شده است. در بین پارامترهای جدول زندگی نرخ خالص تولید مثل و نرخ ذاتی افزایش جمعیت، دو شاخص مهم در ارزیابی دشمنان طبیعی معرفی شده‌اند، بر این اساس نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) که بیان‌گر قدرت تولید مثل، رشد و نمو و بقای جمعیت است و برای این شکارگر $۰/۱۷±۰/۰۰۸۹$ بر روز به دست آمد. زیرا پارامترهای جدول زندگی اغلب با تغییرات محیطی مثل گونه میزبان، نوع طعمه و دما تغییر می‌کنند (هو و همکاران، ۲۰۱۰) و در واقع شرایط طعمه در این رویداد دخیل بوده است.

متوسط دوره‌ی پیش از تخم‌گذاری کنه‌ی ماده (APOP)، $۳/۳۹±۰/۱۶$ روز و کل دوره‌ی پیش از تخم‌گذاری (TPOP) برابر با $۸/۹۸±۰/۱۷$ روز به دست آمد. کوتاه بودن طول این دوره‌ی می‌تواند بر تولید مثل و افزایش جمعیت شکارگر و در نتیجه کنترل بهتر آفت اثر مستقیم و فزاینده داشته باشد. در پژوهشی دوره‌های پیش از تخم‌گذاری و پس از تخم‌گذاری کنه‌ی شکارگر *G. aculeifer* به ترتیب ۹-۵ و ۲۲-۲۷ روز بوده است. به نظر می‌رسد دوره‌ی پیش و پس از تخم‌گذاری این کنه‌ی شکارگر تحت تاثیر گونه‌های طعمه نباشد (انگارد و همکاران، ۱۹۹۷).

میزان زادآوری کل *G. aculeifer* با تغذیه از لارو سیارید $۷۱/۶۹±۲/۰۳$ تخم و طول دوره‌ی تخم‌گذاری $۴۱/۶۱±۰/۸$ روز به دست آمد. بیشترین تعداد نتاج تولید شد در اواسط دوره‌ی تخم‌گذاری کنه‌ی مشاهده شده و به تدریج کاهش یافت تا به صفر رسید. میانگین تعداد تخم روزانه گذاشته شده کنه‌ی ماده $۱/۷۲$ تخم برآورد گردید. شروع تولید مثل از روز هفدهم و اوج آن در روز بیست و دوم بوده است (شکل ۲). موریرا و همکاران (۲۰۱۴) دوره‌ی پیش از تخم‌گذاری کنه‌ی شکارگر *C. jaborticabalensis* با تغذیه از سه رژیم غذایی شامل تریپس *F. occidentalis*، نماتد *Protorhabditis* sp و کنه *T. putrescentiae* را بررسی کرده و نتیجه گرفتند این دوره‌ی با تغذیه از



شکل ۱- نرخ بقا ویژه مرحله سنی کنه‌ی *G. aculeifer* با تغذیه از لارو سیارید



شکل ۲- نرخ بقا ویژه سنی (l_x)، باروری ویژه سنی کل جمعیت (m_x) و زایش ویژه سنی ($l_x m_x$) کنه‌ی *G. aculeifer*

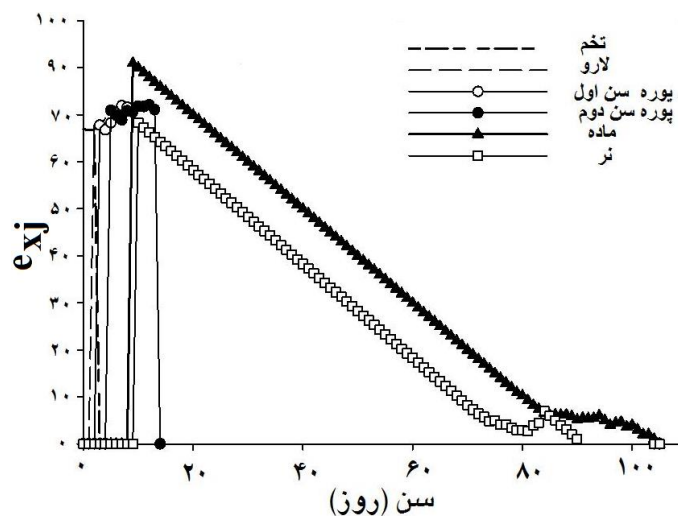
جدول ۲- پارامترهای جدول زندگی *G. aculeifer* با تغذیه از لارو سیارید

مقدار \pm خطای معیار	پارامتر جمعیت
0.17 ± 0.0089	R
30.27 ± 3.94	R_0
42.17 ± 4.7	GRR
$1/19 \pm 0.1$	Δ
$18/95 \pm 0.3$	T

تغذیه از کنه‌ی *T. putrescentiae* به ترتیب برابر با $T=24/78$ و $\lambda=1/12$, $R_0=20/05$, $r_m=0/12$ آورد. بنابراین تفاوت در میزان پارامترهای جدول زندگی می‌تواند به دلیل تفاوت در نوع طعمه و شرایط انجام آزمایش باشد. شبیه سازی براساس جدول زندگی سن-مرحله دو جنسی راه حل مناسبی برای پیش‌بینی زمان مناسب کنترل یک آفت است که توسط چی (۱۹۹۰) پیشنهاد شده است.

امید به زندگی در شکل ۳ نشان داده شده است و بیانگر مدت زمانی است که یک فرد در هر مرحله زیستی می‌تواند زنده بماند. با تغذیه از لارو سیارید بیشترین امید به زندگی برای کنه‌ی ماده در روز نهم و برابر با $89/95$ بوده است. برای کنه‌ی نر بیشترین امید به زندگی در روز دهم و به میزان $68/26$ به دست آمده. امید به زندگی در مراحل نابالغ (تخم تا دئوتونمف) با تغذیه از لارو سیارید به ترتیب برابر با $66/99$, $69/27$, $71/92$ و $72/10$ بوده است. در مطالعه امین و همکاران (۱۳۹۳) بالاترین امید به زندگی کنه‌ی *G. aculeifer* با تغذیه از کنه‌ی *R. echinopus* در دماهای ۱۶ و ۲۰ درجه‌ی سلسیوس به دست آمده و برابر با $31/6$ و $26/68$ بوده است و کمترین میزان در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس بوده و نشان می‌دهد میزان امید به زندگی به دما نیز وابسته است.

بر روی پارامترهای زیستی این کنه‌ی مطالعات کمی صورت گرفته و مطالعات انجام شده نیز بیشتر مربوط به گونه نزدیک به هم بوده است. مطالعه‌ی پارامترهای زیستی کنه‌ی *G. aculeifer* بر روی *R. echinopus* در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس، نشان داد که میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت برابر با $0/144 \pm 0/02$ است (امین و همکاران، ۱۳۹۳). برای کنه‌ی *Arctoseius semiscissus* زمانی که تخم سیاریدها به عنوان غذا یا طعمه در دسترس آن‌ها بود، نرخ خالص تولید مثل (R_0) $24/49$ ، زمان یک نسل (T) $13/85$ ، نرخ ذاتی رشد (r_m) $0/23$ و نرخ متنهای افزایش (λ) $1/16$ بوده است (رادزیسکا، ۱۹۸۰). یوگارد و همکاران (۱۹۹۷) پارامترهای جدول زندگی کنه‌ی *H. miles* را در چهار رژیم دمایی با تغذیه بر روی لارو سیارید بررسی و مشاهده کردند در دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس مقدار $R_0=49/7$ ، $r_m=0/133$ و $\lambda=1/142$ بوده است. با توجه به نتایج یوگارد و همکاران (۱۹۹۷) در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتیگراد میزان پارامترهای r_m ، λ و R_0 با نتایج حاصل از این آزمایش بر روی لارو سیارید تفاوت چندانی نداشته و با توجه به یکسان بودن طعمه اندکی تفاوت در نتایج می‌تواند به علت یکسان نبودن تیپ اکولوژیک گونه کنه‌ی مورد آزمایش باشد. لوبس و شاتن (۱۹۸۰) مقادیر پارامترهای جدول زندگی را در کنه‌ی *G. aculeifer* در دمای ۲۴/۵ درجه سلسیوس با



شکل ۳- امید به زندگی کنه *G. aculeifer* با تغذیه از لارو سیارید

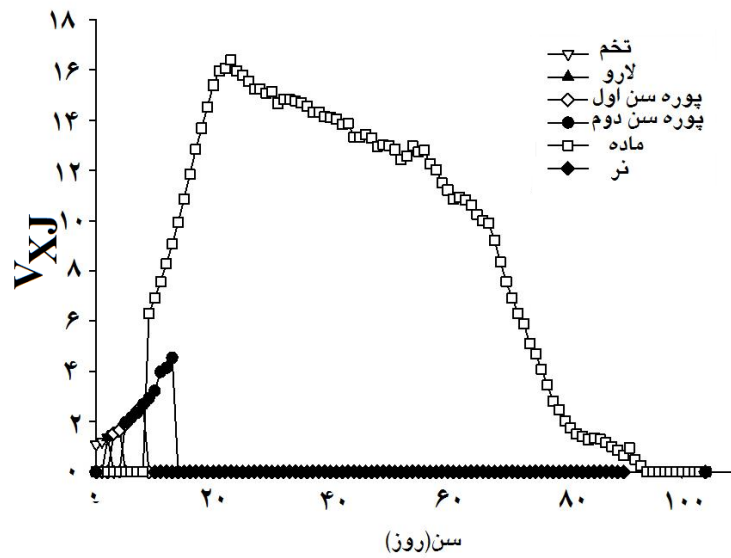
ی می‌باشد (وو و همکاران، ۲۰۱۴). تعداد لارو خورده شده توسط کنه‌ی *S. scimitus* به جثه طعمه بستگی دارد. به طوری که میزان تغذیه کنه‌ی شکارگر از لارو سن یک سیارید $1/8 \pm 7/7$ است، در حالی که از لارو سن چهارم به تعداد $2/0 \pm 6/0$ لارو تغذیه می‌کند و این آزمایش مؤید این است که تعداد شکار یک شکارگر تابع اندازه طعمه می‌باشد. لارو سن اول توسط کنه‌ی به طور کامل خورده می‌شود اما با افزایش سن لاروی و بزرگ‌تر شدن کپسول سر لارو، کنه‌ی شکارگر از کپسول سر لارو تغذیه نکرده و باقی می‌ماند. اندازه طعمه نیز در انتخاب و تغذیه مؤثر است بطوری‌که کنه‌ی *S. scimitus* از لاروهای سن یک تا سه تغذیه می‌کند ولی از لارو سن چهارم که اندازه بزرگتری داشته و پوسته ضخیم‌تری دارد، تغذیه نمی‌کند (رایت و همکاران، ۱۹۹۴). نرخ مصرف روزانه مراحل پیش از بلوغ و بالغین کنه‌ی *S. scimitus* با تغذیه از لارو سیارید به ترتیب $0/24$ و $0/86$ و با تغذیه از کنه‌ی *T. putrescentiae* (Schrank) $7/21$ و $10/8$ بوده است (انگارد و همکاران، ۱۹۹۷). بررسی نرخ مصرف *S. scimitus* بر روی تعدادی از طعمه‌های گلخانه‌ای نشان داد که این کنه‌ی *Lycoriella solani* (Winnertz) را به دیگر طعمه‌های مورد آزمایش ترجیح داده هرچند که شفییره تریپس و پوره *Isotomurus palustris* (Muller) با سرعت بیشتری توسط کنه‌ی خورده شده‌اند (براداسگارد و همکاران، ۱۹۹۶).

شکل ۵ نشان دهنده‌ی نرخ بقا ویژه سنی (I_x)، نرخ شکارگری ویژه سنی (K_x) و نرخ شکارگری خالص (C_0) است و سطح زیر نمودار ($I_x K_x$) نشان دهنده‌ی نرخ خالص شکارگری است که این مقدار برای کنه‌ی *G. aculeifer* با تغذیه از لارو سیارید $214/66$ لارو سن دو محاسبه شده است. نرخ تبدیل شکار خورده شده به نتاج تولید شده (Q_p) برابر با $7/09$ بوده است و در واقع نشان دهنده‌ی تعداد طعمه‌ای است که کنه‌ی برای گذاشتن یک تخم مصرف می‌کند.

در شکل ۴ ارزش تولید مثلی کنه‌ی *G. aculeifer* با تغذیه از لارو سیارید نشان داده شده که در واقع به معنای سهم یک فرد در سن x و مرحله z در جمعیت بعدی می‌باشد. در واقع ارزش تولید مثلی نشان دهنده‌ی نرخ متناهی افزایش جمعیت است، ارزش تولید مثلی به طور معنی‌داری زمانی که تولید مثل شروع می‌شود افزایش می‌یابد. اوج مقدار ارزش تولید مثلی با تغذیه از لارو سیارید در روز بیست و چهارم و به میزان $16/40$ می‌باشد. ارزش تولید مثلی برای مراحل قبل از بلوغ به مراتب کمتر از کنه ماده است و قابل چشم‌پوشی است همچنین این پارامتر برای کنه نر صفر می‌باشد. اگر کنه ماده نتاجی تولید نکند نرخ تولید مثل آن صفر می‌شود ولی ممکن است منحنی بقا همچنان ادامه داشته باشد. زمانی که کنه‌ی ماده بالغ می‌شود ارزش تولید مثلی به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. کنه‌ی ماده از روز دهم شروع به تخم‌گذاری کرده است. با افزایش سن کنه‌ی ماده به مراتب تولید نتاج کمتر شده و ارزش تولید مثلی صفر می‌شود که برای کنه‌ی *G. auleifer* با تغذیه از لارو سیارید در ۹۳ روزگی مقدار ارزش تولید مثلی به صفر می‌رسد.

در جدول ۳ میانگین نرخ شکارگری مراحل پیش از بلوغ و کنه‌های نر و ماده آورده شده است. لارو کنه‌ی بر روی لارو سیارید هیچ‌گونه تغذیه‌ای نداشته است و نرخ شکارگری طی مراحل مختلف زیستی به مراتب افزایش یافته و در مرحله بلوغ به بیشترین میزان خود رسیده است

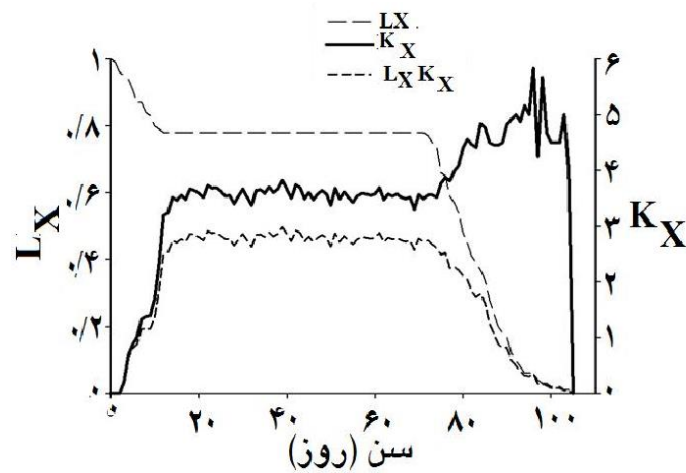
نرخ شکارگری کنه *S. scimitus* با تغذیه از تریپس *F. occidentalis* در تراکم‌های مختلف نشان داد که میزان تغذیه از تریپس برابر با $54/1 \pm 9/9$ بوده است که برای کنه‌های ماده نسبت به کنه‌های نر زمانی که تراکم طعمه بین ۱۵ تا ۲۰ عدد بوده به طور قابل توجهی بیشتر است. این کنه‌ی در مرحله لاروی تغذیه نداشته و میزان تغذیه در مرحله پروتومف و دئوتومف افزایش داشته و در مرحله بلوغ به مدت یک هفته افزایش داشته و بعد از آن کم شده است. بنابراین می‌توان گفت تراکم طعمه نیز یکی از فاکتورهای اصلی برای تعیین نرخ شکارگری کنه-



شکل ۴- ارزش تولید مثلی کنه *G. aculeifer* با تغذیه از لارو سیارید

جدول ۳- میانگین نرخ شکارگری کنه *G. aculeifer* با تغذیه از لارو سیارید

<i>Lycoriella</i> sp	مرحله زیستی
۰	لارو
$2/566 \pm 0/1$	پروتونمف
$6/6 \pm 0/13$	دثونمف
$381/38 \pm 5/99$	ماده بالغ
$149/38 \pm 1/95$	نر بالغ
$214/66 \pm 15/54$	شکارگری کل



شکل ۵- نرخ بقا ویژه سنی (L_x)، نرخ شکارگری ویژه سنی (K_x) و نرخ خالص شکارگری *G. aculeifer* با تغذیه از لارو سیارید.

منابع مورد استفاده

- امین، مر، خانجانی، م و ظهیری، ب. ۱۳۹۳. پارامترهای جدول زندگی کنه‌ی شکارگر *Hypoaspis aculeifer*:
 در تغذیه از کنه‌ی انباری (Acari: Laelapidae) *Rhizoglyphus echinopus* (Acari: Acaridae) مجله
 مدیریت آفات کشاورزی، ۱(۱): ۱۰-۲۲.
- Al-Amidi AHK, Dunne R and Downes MJ. 1991. *Parasitus bituberosus* (Acari: Parasitidae): An agent
 for control of *Lycoriella solani* (Diptera: Sciaridae) in mushroom crops. *Experimental and applied
 Acarology* 11(2-3): 159-166.
- Barker PS. 1968. Note on the bionomics of *Haemogamasus pontiger* (Berlese) (Acarina: Mesostigmata),
 a predator on *Glycyphagus domesticus* (DeGeer). *Manitoba Entomologist* 2: 85-87.
- Brødsgaard HF, Sardar MA and Enkegaard A. 1996. Prey preference of *Hypoaspis
 miles* (Berlese) (Acarina: Hypoaspidae): non-interference with other beneficial in glasshouse crops.
Bulletin SROP 19: 23-26.
- Cabrera AR, Cloyd RA and Zaborski ER. 2005. Development and reproduction of *Stratiolaelaps scimitus*
 (Acari: Laelapidae) with fungus gnat larvae (Diptera: Sciaridae), pot worms (Oligochaeta:
 Enchytraeidae) or *Sancassania aff. sphaerogaster* (Acari: Acaridae) as the sole food source.
Experimental and Applied Acarology 36(1-2): 71-81.
- Chi H. 1990. Timing of control based on the stage structure of pest populations: a simulation approach.
Journal of Economic Entomology 83(4): 1143-1150.
- Chi H and Yang TC. 2003. Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg
 (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Environmental
 Entomology* 32(2): 327-333.
- Enkegaard A, Sardar MA, and Brodsgaard HF. 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 Applicata* 82(2): 135-146.
- Fletcher JT, White, PF and Gaze RH. 2008. *Mushroom Pest and Disease Control. A color handbook.*
 (Manson Publishing Ltd: London) 193 pp.
- Freire RAP, Moraes GJ, Silva ES, Vaz AC and Castilho R. 2007. Biological control of *Bradysia
 matogrossensis* (Diptera: Sciaridae) in mushroom cultivation with predatory mites. *Experimental and
 Applied Acarology* 42(2): 87-93.
- Hu LX, Chi H, Zhang J, Zhou Q and Zhang RJ. 2010. Life-table analysis of the performance of
Nilaparvata lugens (Hemiptera: Delphacidae) on two wild rice species. *Journal of Economic
 Entomology* 103(5): 1628-1635.
- Lobbes P and Schotten C. 1980. Capacities of increase of the soil mite *Hypoaspis aculeifer* Canestrini
 (Mesostigmata: Laelapidae). *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 90(1-5): 9-22.
- Moreira GF, de Morais MR, Busoli AC and Moraes GJ. 2014. Life cycle of *Cosmolaelaps
 jabolicabalensis* (Acari: Mesostigmata: Laelapidae) on *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera:
 Thripidae) and two factitious food sources. *Experimental and Applied Acarology* 65(2): 219-226.
- Moreira GF and Moraes GJ. 2015. The Potential of Free-Living Laelapid Mites (Mesostigmata:
 Laelapidae) as Biological Control Agents. In: *Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites
 and Other Harmful Organisms Springer International Publishing*, pp. 77-102.

- Murphy PW and Sardar MA. 1991. Resource allocation and utilization contrasts in *Hypoaspis aculeifer* (Can.) and *Alliphis halleri* (G. & R. Can.) (Mesostigmata) with emphasis on food source. In *The Acari*. Springer Netherlands, pp. 301-311.
- Rudziska 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.
- Spencer DM. 1985. Mushroom, its history and importance. *Biology and Technology of the Cultivated Mushroom*, 2: 1-8.
- Wright EM and Chambers RJ. 1994. The biology of the predatory mite *Hypoaspis miles* (Acari: Laelapidae), a potential biological control agent of *Bradysia paupera* (Dipt: Sciaridae). *Entomophaga* 39(2): 225-235.
- Wu S, Gao Y, Xu X, Wang E, Wang Y. and Lei Z. 2014. Evaluation of *Stratiolaelaos scimitus* and *Neoseiulus barkeri* for biological control of thrips on greenhouse cucumbers. *Biocontrol Science and Technology* 24(10): 1110-1121.
- Ydergaard S, Enkegaard A and Brødsgaard, HF. 1997. The predatory mite *Hypoaspis miles*: temperature dependent life table characteristics on a diet of sciarid larvae, *Bradysia paupera* and *B. tritici*. *Entomologia Experimentalis Applicata* 85(2): 177-187

Life Table and Predation Rate of *Gaeolaelaps aculeifer* Raumlben (Acari: Laelapidae) Feeding on Fungus Gnats, *Lycoriella auripila* Winnertz (Dip: Sciaridae)

B Asefpoor¹, M Khanjani^{*2} and H.Madadi²

¹Former MSc. Student of Agricultural Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

²Professor and Associate Professor, Respectively, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

*Corresponding author: mkhanjani@gmail.com

Received: 6 June 2017

Accepted: 10 February 2018

Abstract

Predation rate is one of the most important parameters in determining the performance of a predator. *Gaeolaelaps aculeifer* Raumlben is one of the important soil predators. It has main role in reduction population of the phytophagous agents of the soils. In this study predation rate and life table parameters of *G. aculeifer* fed on second instar larvae of *Lycoriella auripila* Winnertz were studied under laboratory conditions: $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ and 75 ± 10 R.H. Result showed that the larva stage not feeds on the sciarid larvae but other stages could feed very well. Consumption of protonymph and deutonymph stages were $2/56\pm 0/1$ and $6/6\pm 0/12$, respectively. Consumption rate of male and female were $149/38\pm 1/95$ and $381/38\pm 5/99$, respectively. The intrinsic rate of increase (r), finite rate of increase (λ), mean generation time (T), net reproductive rate (R_0) and gross reproductive rate (GRR) the values of which were $0/17\pm 0/0089$ d⁻¹, $1/19\pm 0/01$ d⁻¹, $18/95\pm 0/3$ d, $30/27\pm 3/94$ offspring and $42/17\pm 4/7$, respectively. Pre-adult longevity was $11/5\pm 0/1$ days. Maximum longevity of male and female were 79 and 93 days, respectively. The longevity of pre-oviposition was $3/39\pm 0/16$ days and total fecundity was $71/69\pm 2/03$ eggs. Therefore *G. aculeifer* can be good agent to reduction of sciarid larvae population and can be used for integrated pest management of the sciarid flies in the mushroom farms.

Keywords: Sciarid fly, Net predation rate, Reproductive value, Predatory mite.