

واکنش عددی دموگرافیک سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hem.: Miridae) به تراکم‌های مختلف تخم بید گوجه فرنگی *Tuta absoluta* Meyrick (Lep.: Gelechiidae)

فاطمه شهریاری نسب^{۱*}، شهزاد ایرانی‌پور^۲ و شهریار عسگری^۳

۱- دانشجوی سابق رشته‌ی حشره شناسی کشاورزی گروه گیاهپزشکی دانشگاه تبریز.

۲- استاد رشته‌ی حشره شناسی کشاورزی گروه گیاهپزشکی دانشگاه تبریز.

۳- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران.

*مسئول مکاتبه: shahriari8691@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۱۱

چکیده

بید گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* Meyrick (Lep.: Gelechiidae) از آفات قرنطینه‌ای است که در سال‌های اخیر وارد کشور شده و تولید گوجه‌فرنگی را با مشکل مواجه کرده است. سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hem.: Miridae) اخیراً به‌عنوان عامل کنترل زیستی بالقوه برای بیدگوجه‌فرنگی مطرح شده است. در این مطالعه، فراسنجه‌های زیستی این شکارگر در قالب واکنش عددی دموگرافیک به تراکم‌های مختلف تخم بیدگوجه‌فرنگی، در شرایط آزمایشگاهی (دمای $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ، رطوبت نسبی $65 \pm 10\%$ و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت روشنایی: تاریکی) تعیین گردید. برای پوره‌های سن اول تا پنجم و افراد بالغ به‌ترتیب تراکم‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ شکار (تراکم بالا)؛ ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ شکار (تراکم میانی) و ۲، ۵، ۷، ۱۰، ۱۲ و ۱۵ شکار (تراکم پایین) و یک تیمار بدون شکار در نظر گرفته شدند. *N. tenuis* بدون حضور شکار تا مرحله دوم پورگی زنده ماند. در بالاترین تراکم شکار، دوره پیش از بلوغ و طول عمر حشرات نر و ماده به‌ترتیب $19 \pm 0.19/21 \pm 0.2$ ، $18/2 \pm 1/0.2$ و $24/21 \pm 1/7.0$ روز به‌دست آمد؛ زادآوری ماده‌ها $16/26 \pm 10/71$ پوره بود؛ نرخ خالص زادآوری (R_0)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، و مدت زمان یک نسل (T) به‌ترتیب $48 \pm 10/57$ پوره/فرد، $0.119/0.09 \pm 0$ بر روز، و $30/88 \pm 0/543$ روز برآورد شد. زادآوری سن شکارگر با تغذیه از تراکم بالای شکار هفت برابر و با تغذیه از تراکم میانی، سه برابر بیشتر از تراکم پایینی بود. این نتایج بیان می‌کند که *N. tenuis* می‌تواند در شرایط کمتر از بهینه (حدهسیری)، بقای خود را حفظ کند و تا اتمام کامل منبع شکار، بید گوجه‌فرنگی را کنترل کند.

واژه‌های کلیدی: جدول زندگی، زادآوری، کنترل زیستی

مقدمه

مرطوب که تراکم بالای آفت را در پی دارد، لاروهای بید گوجه‌فرنگی موجب کاهش عملکرد گوجه‌فرنگی می‌شوند و کیفیت میوه به دلیل هجوم به برگ، گل، ساقه، جوانه‌های انتهایی و میوه‌های نارس و رسیده، به‌میزان ۸۰ تا ۱۰۰ درصد کاهش می‌یابد (احمدی، ۱۳۹۲؛ Ghoneim, 2014). سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* Reuter گونه‌ای گیاه‌خوار - شکارگر متعلق به خانواده Miridae است. این گونه به‌طور طبیعی در محصولات گوجه‌فرنگی حوزه مدیترانه و مکان‌هایی با آب و هوای مشابه، مانند جزایر قناری، ظاهر می‌شود. گونه *N. tenuis* به‌طور انبوه پرورش یافته و به‌عنوان

بید گوجه‌فرنگی، *Tuta absoluta* Meyrick (Lep.: Gelechiidae) یک گونه گرم‌سیری و بومی آمریکای جنوبی است (احمدی، ۱۳۹۲؛ Zappala et al., 2013؛ Ghoneim, 2014). این آفت اولین بار در ایران، مرداد سال ۱۳۸۹ از استان آذربایجان غربی گزارش شد (فیروزی، ۱۳۹۰). در صورتیکه هیچ اقدام کنترلی علیه بید گوجه‌فرنگی انجام نشود، خسارت زیادی به محصول گوجه‌فرنگی وارد می‌کند، بوته‌های گوجه‌فرنگی، از مرحله جوانه‌زنی تا گیاه بالغ، در گل‌خانه و مزرعه مورد حمله آفت قرار می‌گیرند. در شرایط آب و هوایی گرم و

عامل کنترل زیستی برای کنترل سفیدبالک در گلخانه استفاده می شود. (Sanchez, 2009; Hughes, 2010; Urbaneja-Bernat et al., 2012). اخیراً، گونه *N. tenuis* از برخی نقاط ایران مانند اراک (ارکانی و همکاران، ۱۳۹۰)، فارس (زارعی و همکاران، ۱۳۹۱) و کرمان (شمسی و همکاران، ۱۳۹۲) گزارش شده است. سن *N. tenuis* شکارگر مناسبی برای تخم و سنین اولیه لاروی بید گوجه فرنگی است. بنابراین *N. tenuis* می تواند با آفت غیربومی سازگار شده و به عنوان عامل کنترل زیستی در محصول گوجه فرنگی استفاده شود (Urbaneja et al., 2008)

واکنش عددی دموگرافیک عبارت است از تغییر در نرخ فراوانی مصرف کننده نسبت به مقدار غذای در دسترس (Bayliss and Choquenot, 2002). جمعیت شکار اغلب دچار نوسان می شود و هرگز به طور متعادل در دسترس نیست. تغییر تراکم شکار در پاسخ به تغییرات آب و هوا، کمیت و کیفیت پوشش گیاهی و برداشت محصولات کشاورزی توسط انسان بروز می کند، اما عامل اصلی محدود کننده تراکم شکار، انبوهی شکارگر است (Gese and Knowlton, 2001). تولیدمثل و بقای دشمن طبیعی در تراکم بالای شکار در مقایسه با تراکم پایین آن افزایش می یابد. شکارگر در تراکم بالای شکار، انرژی کمتری برای تأمین واحد غذا صرف کرده و با تغذیه بیشتر می تواند انرژی بیشتری را برای تولیدمثل اختصاص دهد، بنابراین زادوولد آن افزایش خواهد یافت. در واکنش دموگرافیک، تغییر در فراوانی مصرف کننده از طریق تأثیری که میزان غذای در دسترس، روی نرخ های دموگرافیک جمعیت مصرف کننده می گذارد، مورد بحث قرار می گیرد (Cauphley, 1976; May, 1981). براساس منابع در دسترس، مطالعات صورت گرفته روی واکنش دموگرافیک و تأثیر تراکم های مختلف شکار بر فراسنجه های زیستی شکارگران، به خصوص سن های شکارگر بسیار اندک است. حسن پور (۱۳۸۸) واکنش دموگرافیک حشرات ماده بالغ سن *Orius*

albidipennis (Reuter) را نسبت به تراکم های مختلف تخم و لارو سن اول کرم غوزه پنبه *Helicoverpa armigera* Hubner و ماده بالغ کنه دولکه ای *Tetranychus urticae* Koch. با افزایش تراکم هر سه شکار، میانگین تعداد شکارهای خورده شده و میانگین تعداد تخم های گذاشته شده توسط شکارگر به طور معنی داری افزایش یافت. همچنین تعداد تخم گذاشته شده توسط شکارگر با تغذیه از تراکم های مختلف تخم کرم غوزه پنبه به طور معنی داری بیشتر از تراکم های مشابه دو شکار دیگر بود. در تغذیه روی تراکم های مختلف تخم و لارو سن اول کرم غوزه، بیشترین کارایی تبدیل غذای خورده شده (ECI) به ترتیب در تراکم های بالا و پایین این دو شکار برای شکارگر حاصل شد. با تغذیه از کنه دولکه ای، بیشترین مقدار ECI در دو تراکم بالا و پایین برای شکارگر به دست آمد. Cocuzza et al. (1997) در مطالعه خود روی تولیدمثل سن های *Orius laevigatus* (Fieber) و *O. albidipennis* پرورش یافته روی گرده نرت و تخم شب پره مدیترانه ای آرد، *Anagasta kuehniella* (Zeller) در یافتند که با اضافه کردن گرده به رژیم غذایی سن ها میزان زادآوری گونه ی دوم ۴۰ درصد افزایش یافت. همچنین زادآوری همین گونه در تغذیه از گرده تنها به میزان پنج برابر کمتر از ماده ای بود که از رژیم گرده و تخم شب پره مدیترانه ای آرد تغذیه کرده بود. زادآوری و طول عمر افراد گونه ی اول زمانی که گرده به رژیم غذایی آنها اضافه شد، به طور معنی داری تحت تأثیر قرار نگرفت، ولی افراد ماده تغذیه کرده از گرده تنها با وجود داشتن طول عمر مشابه با افراد تغذیه کرده از تخم شب پره مدیترانه ای آرد، ۶۰ درصد تخم کمتری تولید کردند.

یکی از فراسنجه های کارایی عامل کنترل زیستی، توانایی بقا و تولید مثل آن در تراکم های کم شکار می باشد که در مطالعات پیشین به آن پرداخته نشده است. در این مطالعه، نرخ شکارگری و تأثیر تراکم تخم بید گوجه فرنگی بر فراسنجه های دموگرافیک *N. tenuis* بررسی

شکارگر است (Gese and Knowlton, 2001). تولیدمثل و بقای دشمن طبیعی در تراکم بالای شکار در مقایسه با تراکم پایین آن افزایش می یابد. شکارگر در تراکم بالای شکار، انرژی کمتری برای تأمین واحد غذا صرف کرده و با تغذیه بیشتر می تواند انرژی بیشتری را برای تولیدمثل اختصاص دهد، بنابراین زادوولد آن افزایش خواهد یافت. در واکنش دموگرافیک، تغییر در فراوانی مصرف کننده از طریق تأثیری که میزان غذای در دسترس، روی نرخ های دموگرافیک جمعیت مصرف کننده می گذارد، مورد بحث قرار می گیرد (Cauphley, 1976; May, 1981). براساس منابع در دسترس، مطالعات صورت گرفته روی واکنش دموگرافیک و تأثیر تراکم های مختلف شکار بر فراسنجه های زیستی شکارگران، به خصوص سن های شکارگر بسیار اندک است. حسن پور (۱۳۸۸) واکنش دموگرافیک حشرات ماده بالغ سن *Orius*

۱ Efficiency of conversion of ingested food

۱۱ سانتی‌متر و ظرف بزرگ‌تر بدون درب با قطر کوچک ۱۱ سانتی‌متر، قطر بزرگ ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۳ سانتی‌متر بود. حشرات بالغ، ۲۴ ساعت پس از رهاسازی داخل قفس تخم‌گیری، جمع‌آوری و به قفس تخم‌گیری دیگری انتقال یافتند. به منظور تعیین دوره‌ی جنینی، تاریخ تخم‌گذاری روی قفس مربوطه درج گردید. بعد از گذشت پنج روز از زمان هر تخم‌گذاری، ساقه و برگ‌های گوجه‌فرنگی روزانه بررسی شدند تا زمانی‌که پوره‌های خارج شده دیده شوند. پوره‌های تازه خارج شده با یک قلم موی نازک از نشا جدا و مستقیماً در آزمایش‌ها به کار برده شدند.

آزمایش‌های واکنش عددی دموگرافیک

سه آزمایش با تراکم‌های مختلف تخم بید گوجه‌فرنگی در دمای $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ، رطوبت نسبی $65 \pm 10\%$ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد. شرایط و روند اجرای هر سه آزمایش یکسان بود و فقط در تعداد شکار روزانه ارائه شده به شکارگر تفاوت داشت. با اجرای یک آزمایش مقدماتی، تراکم روزانه‌ی طعمه مورد نیاز برای سیری هر مرحله‌ی زیستی شکارگر تعیین گردید. با توجه به نتایج بدست آمده در آزمایش مقدماتی مقدار تراکم روزانه‌ی طعمه در هر آزمایش برای پوره سن اول تا پنجم و حشره‌ی کامل شکارگر، به ترتیب، به شرح زیر بود:



شکل ۱- قفس تخم‌گیری سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis*

Fig. 1. The cage for oviposition of *Nesidiocoris tenuis*.

شد، تا کارایی این شکارگر بر کنترل بید گوجه‌فرنگی در شرایط محدودیت دست‌رسی به طعمه تعیین گردد.

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات و ایجاد کلنی

لارو بید گوجه‌فرنگی از مزارع آلوده گوجه‌فرنگی و رامین جمع‌آوری و پس از اطمینان از صحت گونه مورد نظر، داخل قفس‌های پلی‌اتیلن با ابعاد $30 \times 30 \times 55$ سانتی‌متر نگهداری شدند. روی درب هر قفس سه دریچه به ابعاد 20×11 پوشیده با توری ارگانزا تعبیه گردید. لاروها روی برگ‌های تازه گوجه‌فرنگی رقم *Early urbana*، در دمای $27 \pm 1^\circ\text{C}$ ، رطوبت نسبی $70 \pm 10\%$ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی پرورش یافتند. کلنی این آفت در آزمایشگاه بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، پرورش یافت.

سنین مختلف پورگی و حشرات بالغ سن شکارگر *N. tenuis* از مزارع آلوده به بید گوجه‌فرنگی و رامین جمع‌آوری شد. نمونه‌ای از حشرات جمع‌آوری شده، جهت تأیید گونه، به موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور ارسال گردید. سپس، حشرات جمع‌آوری شده، در ظروف پلی‌اتیلن با ابعاد $6 \times 13 \times 20$ سانتی‌متر با پنج سوراخ تهویه به قطر سه سانتی‌متر پوشیده شده با توری ارگانزا نگهداری شدند. مراحل مختلف *N. tenuis* روی ساقه و برگ گوجه‌فرنگی رقم *Early urbana* با استفاده از تخم بید آرد *A. kuehniella* در دمای $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ، رطوبت نسبی $65 \pm 10\%$ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی پرورش یافتند.

هر گروه از افراد بالغ سن شکارگر شامل پنج نر و پنج ماده، به یک قفس کوچک تخم‌گیری منتقل گردیدند (شکل ۱). در داخل هر قفس تخم‌گیری یک نشای ۳۰ روزه گوجه‌فرنگی و یک قطعه برچسب نام‌نویسی معمولی با ابعاد 2×1 سانتی‌متر که روی سطح چسبیده آن تخم بید آرد پاشیده شده بود، گذاشته شد. قفس‌های تخم‌گیری سن از دو ظرف شبه استوانه‌ای پلاستیکی تشکیل شده بود که ظرف کوچک‌تر در برابر با قطر کوچک ۹ سانتی‌متر، قطر بزرگ ۱۲ سانتی‌متر و ارتفاع

پوستاندازی (برای تعیین مرحله‌ی زیستی) بررسی شدند و نتایج ثبت گردید. آزمایش با تراکم بالا (دو برابر حد سیری)، تراکم میانی (حد سیری)، تراکم پایینی (یک دوم حد سیری) و بدون حضور شکار، به ترتیب در ۳۵، ۵۱، ۴۹ و ۳۰ تکرار انجام شد.

باروری حشرات کامل ماده

برای تعیین فراسنجه‌های باروری از قفس‌های مخصوص تخم‌گیری سن شکارگر (شکل ۱)، استفاده گردید. هر جفت نر و ماده، حاصل از مرحله‌ی قبل، به قفس محتوی یک نشای ۳۰ روزه‌ی گوجه‌فرنگی و دو دسته تخم بید گوجه‌فرنگی حاوی تراکم تعیین شده در هر آزمایش، منتقل شدند. هر ۲۴ ساعت، جفت‌ها به قفس‌های جدید با نشا و تخم‌های تازه منتقل و قفس‌های قبلی با ثبت روز آزمایش و شماره‌ی تکرار تا زمان خروج پوره‌ها حفظ شدند. تعداد تخم‌های خورده شده‌ی *T. absoluta* توسط یک جفت نر و ماده نیز ثبت گردید و با استفاده از نتایج آزمایش مقدماتی، سهم هر یک از دو جنس در مقدار تخم خورده شده تعیین شد. پنج روز پس از تخم‌گذاری، نشاها به مدت سه روز هر روز بررسی و پوره‌های روی هر نشا شمارش و حذف شدند. آزمایش با مرگ آخرین ماده پایان یافت.

تجزیه داده‌ها

برای محاسبه فراسنجه‌های جدول زندگی و رشد جمعیت پایدار سن شکارگر *N. tenuis* از جمله نرخ خالص و ناخالص زادآوری، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت در هر سه سطح تراکم شکار و آزمایش بدون حضور شکار، از نرم‌افزار جدول زندگی دو جنسی^۱ (چی^۲، ۲۰۱۵) استفاده شد. برای محاسبه‌ی واریانس و مقایسه‌ی فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار، روش بوت استرپ^۳ با استفاده از نرم‌افزار یاد شده به کار گرفته شد. نمودارها و منحنی‌ها با استفاده از نرم‌افزار اکسل^۴ رسم گردیدند.

۱- تراکم بالا: ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ تخم *T. absoluta* (دو برابر حد سیری).

۲- تراکم میانی: ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ تخم *T. absoluta* (حد سیری).

۳- تراکم پایینی: ۲، ۵، ۷، ۱۰، ۱۲ و ۱۵ تخم *T. absoluta* (یک دوم حد سیری).

همچنین یک آزمایش روی گیاه میزبان، بدون حضور شکار انجام شد تا تأثیر گیاه میزبان بر نشوونما و زنده‌مانی سن شکارگر بدون حضور شکار تعیین گردد. هر یک از این آزمایش‌ها در دو بخش انجام گرفت. برای اینکه در آزمایش اصلی بتوانیم مقدار تغذیه نر و ماده را به صورت جداگانه اندازه‌گیری کنیم، باید هر روز بعد از جفت‌گیری، نر و ماده از هم جدا می‌شدند. این کار در تکرارهای زیاد به دلیل تحرک زیاد افراد بالغ به خصوص در آزمایش با تراکم بالای شکار امکان پذیر نبود چراکه باعث فرار حشرات و از دست رفتن تکرارها می‌شد. به همین دلیل در آزمایش مقدماتی، جنس نر و ماده، به صورت روزانه پس از جفت‌گیری جداگانه نگهداری شدند و سهم شکار هر کدام تعیین شد. با استفاده از مقادیر بدست آمده در آزمایش مقدماتی، سهم شکار نرها و ماده‌ها در آزمایشات اصلی تعیین گردید. همچنین، براساس آزمایش مقدماتی انجام شده و با توجه به بررسی منابع، دوره‌ی انکوباسیون تخم بین ۶-۸ روز برآورد شد.

زمان رشد و نمو پوره

پوره‌های تازه خارج شده، جداگانه، به پتری‌هایی با قطر هشت سانتی‌متر، دارای یک دیسک برگی گوجه‌فرنگی با قطر هشت سانتی‌متر، به عنوان میزبان گیاهی، منتقل شدند. برگ گوجه‌فرنگی هر دو روز یک بار تعویض گردید. در هر آزمایش تراکم‌های تعیین شده شکار برای هر مرحله‌ی رشدی شکارگر، روی دیسک برگی گوجه‌فرنگی در اختیار شکارگر قرار گرفت. پوره‌ها تا زمان ظهور حشره‌ی بالغ، هر ۲۴ ساعت یکبار از نظر تلفات، تعداد تخم خورده شده و وجود یا عدم وجود بقایای

³ Bootstrap

⁴ Excel

¹ TWSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis

² Hsin Chi

کردند، ولی در دو تراکم دیگر طول عمر آنها مشابه بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین فراسنجه‌ها نشان داد که نشوونمای قبل از بلوغ در تراکم میانی کمی بیش از دو روز سریع‌تر از تراکم بالا و آن هم بیش از چهار روز سریع‌تر از تراکم پایینی حادث شده است. روند تقریباً مشابهی در تمام مراحل پورگی نیز به چشم می‌خورد (جدول ۲). تراکم مازاد تخم بید گوجه‌فرنگی نسبت به تراکم میانی روی طول عمر افراد نر تأثیر نداشته، اما موجب افزایش ۲۴ درصدی طول عمر افراد ماده گردید، هرچندکه این تفاوت معنی‌دار نبود. اما تراکم نصف حد سیری باعث کاهش معنی‌دار طول عمر هر دو جنس شد (جدول ۲).

طبق مشاهدات انجام شده در آزمایش‌های جدول زندگی، افراد ماده‌ی این شکارگر بلافاصله بعد از ظهور اقدام به جفت‌گیری و تخم‌ریزی نمی‌کنند و روز اول را صرف شکارگری و تغذیه می‌نمایند. به دلیل تخم‌گذاری این حشره در بافت، امکان شمارش تخم‌های گذاشته شده وجود نداشت. در نتیجه مبنای زادآوری، تعداد پوره‌های سن اول خارج شده از بافت گیاه تعیین گردید. دوره‌ی پیش از تخم‌ریزی، دوره‌ی تخم‌ریزی و میانگین زادآوری به‌ازای هر ماده محاسبه شد. میانگین زادآوری کل در تراکم پایینی تخم بید گوجه‌فرنگی به ترتیب ۳ و ۷ برابر کمتر از تراکم میانی و بالایی شکار بود. حداکثر زادآوری روزانه افراد ماده‌ی سن شکارگر *N. tenuis* با تغذیه از تراکم بالایی، میانی و پایینی شکار به ترتیب ۲۳، ۱۳ و ۷ پوره تعیین گردید.

منحنی زادآوری ناخالص ویژه‌ی سنی (m_x) شکارگر (شکل ۲) نشان می‌دهد که بیشترین تولید نتاج ماده توسط این شکارگر در تراکم‌های بالایی و میانی شکار به ترتیب از روز چهارم و دهم دوره‌ی تخم‌گذاری آغاز گردید. در حالی‌که منحنی زادآوری ناخالص ویژه‌ی سنی در تراکم پایینی فاقد یک نقطه‌ی اوج معین بود و نوساناتی بین صفر تا یک را تا پایان دوره‌ی تخم‌ریزی داشت. اوج تولید نتاج ماده توسط شکارگر در تغذیه از تراکم بالایی شکار ۱/۷۷ برابر تراکم میانی و ۵/۰۱ برابر تراکم پایینی است.

برای تعیین نوع منحنی بقاء از کمیته موسوم به آنتروپی (کری، ۱۹۹۳) استفاده شد:

$$H = \frac{\sum_{x=0}^{\omega} e_x \cdot dx}{e_0} \quad [2-1]$$

مقادیر کمتر، مساوی و بیشتر از ۰/۵ به ترتیب معرف منحنی بقای نوع اول (محدب)، نوع دوم و نوع سوم (مقعر) می‌باشد.

مقادیر نرخ شکارگری به وسیله‌ی نرم‌افزار اکسل محاسبه شدند.

برای مقایسه‌ی واریانس و میانگین زمان نشوونمای دوره‌ی پیش از بلوغ، دوره‌ی بلوغ و نرخ شکارگری به ترتیب از آزمون F و آزمون t نرم‌افزار اکسل استفاده شد. تأثیر تراکم‌های مختلف شکار روی پارامترهای زیستی شکارگر (واکنش عددی دموگرافیک) نیز با مقایسه‌ی واریانس و میانگین فراسنجه‌های زیستی و فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار بین سطوح مختلف تراکم شکار به ترتیب توسط تجزیه‌ی واریانس تک عاملی در نرم‌افزار اکسل و آزمون توکی با سطح احتمال پنج درصد در نرم‌افزار SAS مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج

زنده‌مانی سن شکارگر *N. tenuis* بدون حضور شکار هیچ یک از افراد در آزمایش بدون شکار نتوانستند چرخه زندگی خود را کامل کنند و به سن بلوغ برسند. تنها ۴۰ درصد از افراد توانستند تا سن دوم پورگی زنده بمانند. میانگین زمان نشوونمای پوره‌ی سن اول و پوره‌ی سن دوم به ترتیب، $3/5 \pm 0/174$ و $2/18 \pm 0/226$ برآورد شد.

واکنش عددی دموگرافیک

طول دوره جنینی، دوره رشدی مرا حل مختلف پورگی، طول عمر حشرات بالغ نر و ماده و زادآوری ماده‌های *N. tenuis* با تغذیه از سه تراکم مختلف تخم بید گوجه‌فرنگی در شرایط آزمایشگاهی مطالعه شد. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که به جز دوره جنینی و دوره پیش از تخم‌ریزی حشرات ماده، سایر فراسنجه‌های رشدی شکارگر تحت تأثیر تراکم طعمه قرار گرفته است (جدول ۱). در تراکم بالایی، ماده‌ها بیش از نرها عمر

جدول ۱- تجزیه واریانس فراسنجه‌های زیستی سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* با تغذیه از تراکم‌های مختلف تخم بید

گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta*

Table 1. The ANOVA for life history parameters of *Nesidiocoris tenuis* on different densities of *Tuta absoluta* eggs.

| مقادیر P (P-value) | درجه آزادی (DF) | آماره F (F-value) | فراسنجه (Parameter) |
|--------------------|-----------------|-------------------|--|
| | | | دوره ی نشوونما (Developmental time) |
| 0.131 | 2:132 | 2.061 | تخم (Egg) |
| <0.0001 | 2:132 | 42.085 | پورهی سن ۱ (1 st instar nymph) |
| 0.0010 | 2:109 | 7.367 | پورهی سن ۲ (2 nd instar nymph) |
| 0.0001 | 2:99 | 9.650 | پورهی سن ۳ (3 rd instar nymph) |
| <0.0001 | 2:94 | 22.803 | پورهی سن ۴ (4 th instar nymph) |
| <0.0001 | 2:86 | 69.120 | پورهی سن ۵ (5 th instar nymph) |
| <0.0001 | 2:82 | 197.276 | طول دوره ی پیش از بلوغ (Pre-adult period) |
| 0.0015 | 2:42 | 7.615 | طول عمر حشرات نر (Male longevity) |
| 0.0010 | 2:39 | 8.422 | طول عمر حشرات ماده (Female longevity) |
| 0.763 | 2:37 | 0.273 | دوره ی پیش از تخم‌ریزی (روز) (Preoviposition period) |
| 0.0005 | 2:37 | 9.309 | دوره ی تخم‌ریزی (روز) (Oviposition period) |
| <0.0001 | 2:37 | 13.197 | زادآوری کل (Total fecundity) |

همراه بود به طوری که امید به زندگی شکارگر در تغذیه از تراکم پایین در روزهای دهم تا سیزدهم زندگی به ۱۷/۵۵ - ۱۹/۲۱ روز افزایش یافت و مجدداً با روند کاهشی روبه‌رو شد. همچنین، امید به زندگی شکارگر در تغذیه از تراکم پایین شکار از روز ۲۵ زندگی تا پایان عمر نسبت به تراکم میانی افزایش یافت.

منحنی‌های مرگ‌ومیر ویژه‌ی سنی (q_x) و توزیع فراوانی مرگ‌ومیر (d_x) سن شکارگر *N. tenuis* با تغذیه روی هر سه تراکم تخم بید گوجه‌فرنگی در شکل ۵ نشان داده شده است. فراسنجه d_x تلفات وارد شده در هر سن را نسبت به جمعیت اولیه مورد بررسی قرار می‌دهد، در حالی که q_x تلفات ویژه‌ی هر سن را مستقل از سایر سنین در نظر می‌گیرد.

با تغذیه‌ی شکارگر روی هر سه تراکم تخم بید گوجه‌فرنگی، نرخ بقای ویژه‌ی سنی (l_x) تا روز هشتم برابر با یک بود (شکل ۳). در تراکم‌های بالایی و میانی، نرخ بقا با مختصر نوساناتی کاهش یافت تا این که به ترتیب در روزهای ۴۶ و ۵۲ زندگی به صفر رسید. اگرچه روند نزولی نرخ بقای *N. tenuis* با تغذیه از تراکم پایینی شکار نسبت به دو تراکم دیگر شدت بیشتری داشت، اما در اواخر عمر شکارگر نرخ بقا در تراکم پایینی نسبت به تراکم میانی کمی افزایش یافت.

امید به زندگی شکارگر در روز اول زندگی در تراکم‌های بالا، میانی و پایینی تخم بید گوجه‌فرنگی به ترتیب ۳۷/۵۷، ۳۰/۱ و ۲۵/۷۳ روز تعیین گردید. در منحنی امید به زندگی (e_x) (شکل ۴) مشاهده می‌شود که به طور کلی کاهش امید به زندگی با گذشت زمان در تراکم‌های بالا و میانی شکار روند تقریباً یک‌نواختی داشت ولی در تراکم پایین شکار با نوسانات زیادی

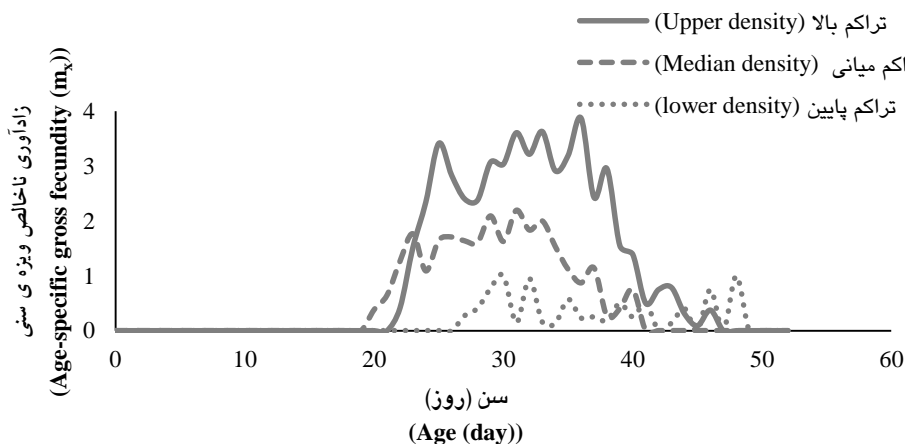
جدول ۲- میانگین فراسنجه‌های زیستی (\pm اشتباه استاندارد) سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* با تغذیه از تراکم‌های مختلف تخم بید گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta*

Table 2. The mean (\pm SE) of life history parameters of *Nesidiocoris tenuis* on different densities of *Tuta absoluta* eggs.

| Density of <i>Tuta absoluta</i> egg (تراکم تخم بید گوجه‌فرنگی) | | | | | | فراسنجه (Parameter) |
|---|----------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------|----------------------------------|--|
| بالایی (Upper) | | میانی (Median) | | پایینی (Lower) | | |
| تعداد (No.) | میانگین (روز) (Average (Day)) | تعداد (No.) | میانگین (روز) (Average (Day)) | تعداد (No.) | میانگین (روز) (Average (Day)) | |
| | | | | | | دوره ی نشوونما (روز) (Developmental time (day)) (Egg) |
| 35 | 8.34 \pm 0.14a | 51 | 8.10 \pm 0.10a | 49 | 7.98 \pm 0.13a | تخم (Egg) |
| 32 | 3.00 \pm 0.11b | 44 | 2.43 \pm 0.11c | 34 | 4.09 \pm 0.12a | پورهی سن ۱ (1 st instar nymph) |
| 30 | 2.17 \pm 0.11a | 40 | 1.93 \pm 0.11b | 32 | 2.59 \pm 0.09a | پورهی سن ۲ (2 nd instar nymph) |
| 30 | 2.17 \pm 0.10b | 38 | 1.92 \pm 0.13b | 29 | 2.62 \pm 0.13a | پورهی سن ۳ (3 rd instar nymph) |
| 30 | 2.17 \pm 0.10b | 35 | 2.34 \pm 0.10b | 24 | 3.38 \pm 0.12a | پورهی سن ۴ (4 th instar nymph) |
| 29 | 3.59 \pm 0.11b | 34 | 2.85 \pm 0.11c | 22 | 4.95 \pm 0.12a | پورهی سن ۵ (5 th instar nymph) |
| 29 | 21.62 \pm 0.19b | 34 | 19.38 \pm 0.19c | 22 | 25.91 \pm 0.32a | طول دوره‌ی پیش از بلوغ (Pre-adult period) |
| 15 | 18.20 \pm 1.02a | 16 | 18.25 \pm 1.03a | 14 | 12.93 \pm 1.23b | طول عمر حشرات نر (روز) (Male longevity (day)) |
| 14 | 24.21 \pm 1.70a | 18 | 19.50 \pm 1.02ab | 8 | 14.38 \pm 2.19b | طول عمر حشرات ماده (روز) (Female longevity (day)) |
| 14 | 2.21 \pm 0.26a | 18 | 2.33 \pm 0.14a | 8 | 2.50 \pm 1.20a | دوره‌ی پیش از تخم‌ریزی (روز) (Preoviposition period (day)) |
| 14 | 14.50 \pm 1.74a | 18 | 13.00 \pm 1.30a | 8 | 5.62 \pm 1.13b | دوره‌ی تخم‌ریزی (روز) (Oviposition period (day)) |
| 14 | 100.71 \pm 16.26a | 18 | 46.33 \pm 6.25b | 8 | 14.38 \pm 2.81b | زادآوری کل (تعداد پوره) (Total fecundity (number of nymph)) |

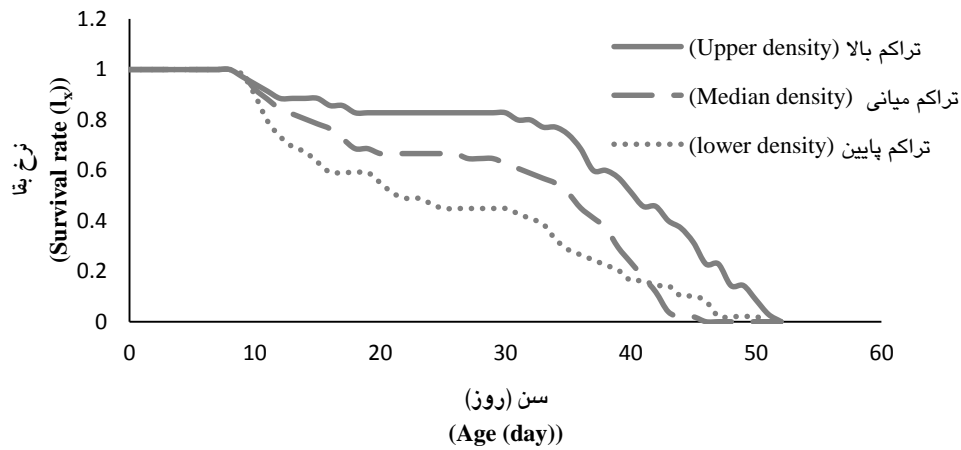
*حروف متفاوت در یک ردیف نشانگر تفاوت معنی‌دار آزمون توکی می‌باشد ($\alpha=0.05$).

*Means within a row followed by the different letter are significantly different (Tukey test, $\alpha=0.05$).



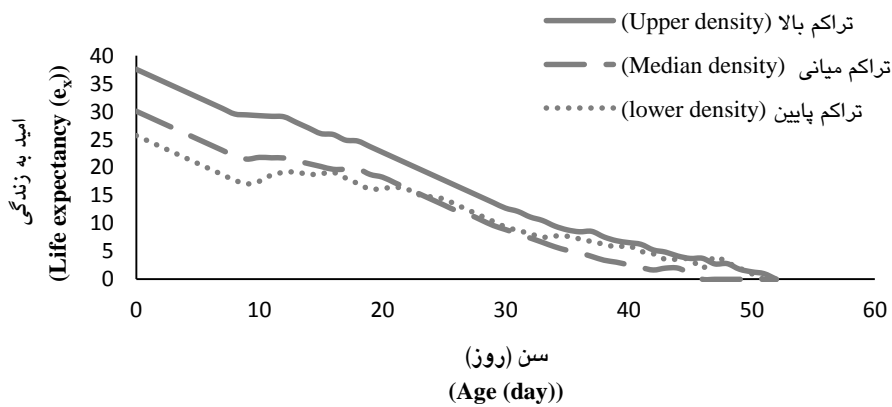
شکل ۲- زادآوری ناخالص ویژه‌ی سنی (m_x) سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* روی تخم بید گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* در سه تراکم مختلف شکار.

Fig. 2. The age-specific gross fecundity (m_x) of *Nesidiocoris tenuis* on three densities of *Tuta absoluta* eggs.



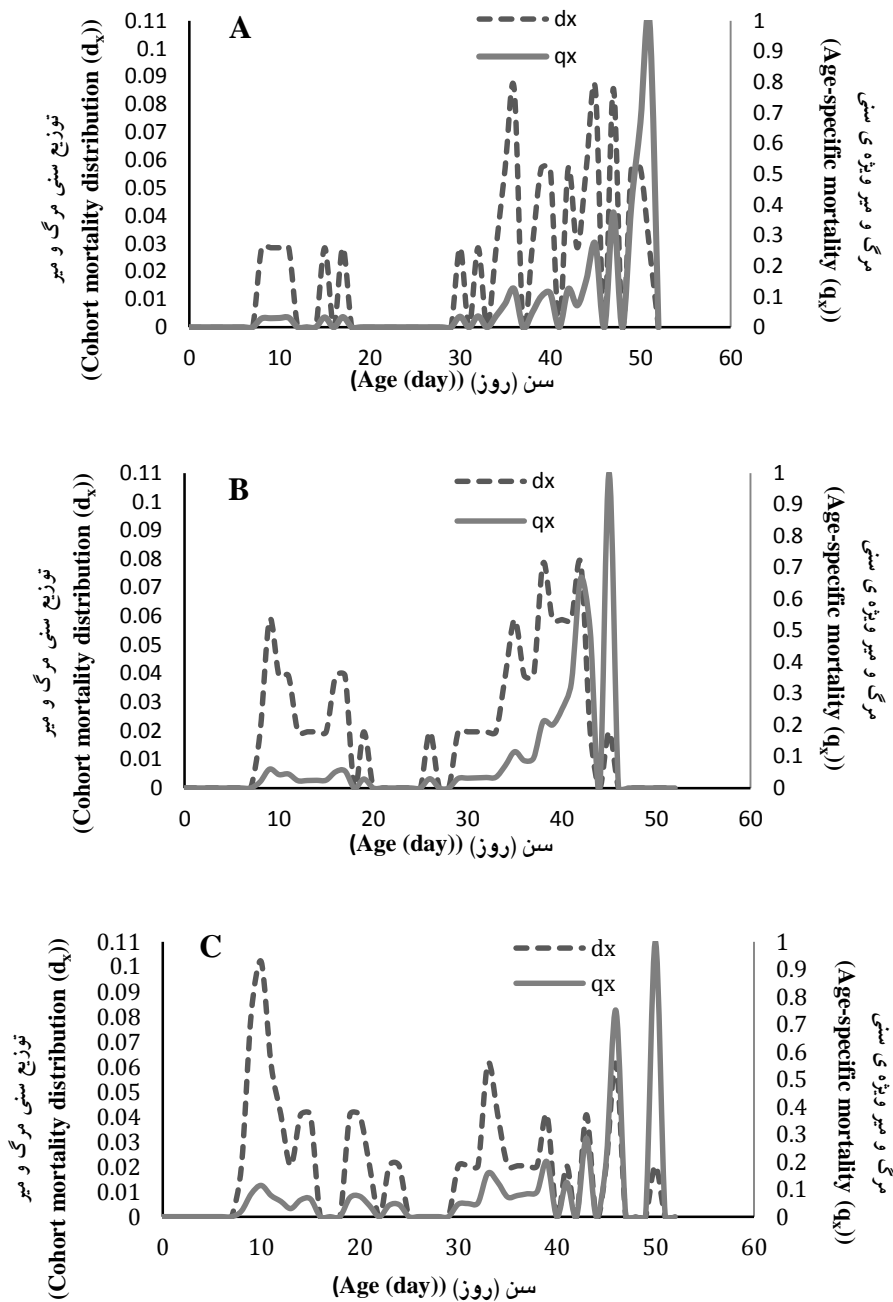
شکل ۳- نرخ بقای (l_x) سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* روی تخم بید گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* در سه تراکم مختلف شکار.

Fig. 3. The survival rate (l_x) of *Nesidiocoris tenuis* on three densities of *Tuta absoluta* eggs.



شکل ۴- امید به زندگی (e_x) سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* روی تخم بید گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* در سه تراکم مختلف شکار.

Fig. 4. The life expectancy (e_x) of *Nesidiocoris tenuis* on three densities of *Tuta absoluta* eggs.



شکل ۵- منحنی‌های مرگ‌ومیر ویژه‌ی سنی (q_x) و توزیع سنی مرگ‌ومیر (d_x) سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* روی تخم بید گوجه-فرنگی (*Tuta absoluta* - A) تراکم بالا (B) تراکم میانی (C) تراکم پایینی.

Fig. 5. Age-specific mortality (q_x) and cohort mortality distribution (d_x) of *Nesidiocoris tenuis* on *Tuta absoluta* eggs- A) upper prey density B) median prey density C) lower prey density.

زندگی حشرات بالغ رخ داده است. مقدار آنتروپی به‌دست آمده برای شکارگر در تغذیه از تراکم‌های بالایی، میانی و پایینی شکار به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۳۳ و ۰/۴۸ می‌باشد که نشان دهنده‌ی منحنی بقای نوع اول است. با کاهش تراکم تخم بیدگوجه‌فرنگی، مقدار آنتروپی سن

بنابراین جهت مقایسه‌ی ارزش تلفات در سنین، مراحل و جمعیت‌های مختلف می‌توان از فراسنجه اخیر استفاده کرد (کری، ۲۰۰۱). به طوری که در منحنی مرگ‌ومیر ویژه‌ی سنی مشاهده می‌شود، بیشترین تلفات شکارگر در تغذیه از هر سه سطح تراکم شکار در نیمه‌ی دوم

جدول ۳ آورده شده است. بین هر سه تراکم شکار در تمام فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار اختلاف معنی‌دار وجود دارد. با توجه به مقادیر به‌دست آمده برای نرخ خالص تولیدمثل سن شکارگر *N. tenuis* می‌توان انتظار داشت که جمعیت این شکارگر پس از گذشت یک نسل در تراکم‌های بالایی، میانی و پایینی تخم بید گوجه‌فرنگی به ترتیب ۴۰/۵۷، ۱۶/۳۴ و ۲/۳۷ برابر شود. یعنی با افزایش تراکم شکار، توان تولیدمثلی شکارگر به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت نیز

شکارگر به عدد ۰/۵ نزدیک می‌شود. یعنی در تراکم‌های بالای شکار تلفات در مراحل اولیه‌ی زندگی کم است و مراحل پایانی تلفات سنگین می‌گردد تا زمانی که جمعیت به صفر برسد. اما با کاهش تراکم شکار، تلفات شکارگر روند تقریباً ثابتی را طی خواهد کرد.

فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار شامل نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ خالص زادآوری (R_0)، نرخ ناخالص زادآوری (GRR)، و متوسط مدت زمان یک نسل (T) برای سن شکارگر *N. tenuis* روی سه تراکم تخم بید گوجه‌فرنگی در

جدول ۳- فراسنجه‌های رشد جمعیت پایدار سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* در تراکم‌های مختلف تخم بید گوجه‌فرنگی

Tuta absoluta

Table 3. The stable population growth parameters of *Nesidiocoris tenuis* at different densities of *Tuta absoluta* eggs.

| تراکم تخم بید گوجه‌فرنگی (Density of <i>Tuta absoluta</i> egg) | | | واحد | پارامترها (Parameters) |
|--|----------------|----------------|--------------------------------|--|
| پایینی (Lower) | میانی (Median) | بالایی (Upper) | (Unit) | |
| 8.19±2.79c | 27.42±5.34b | 54.68±12.44a | پوره/فرد (Nymph/Female) | نرخ ناخالص زادآوری (Gross fecundity rate (GRR)) |
| 2.37±0.86c | 16.34±3.75b | 40.57±10.48a | پوره/فرد (Nymph/Female) | نرخ خالص زادآوری (Net fecundity rate (R_0)) |
| 0.023±0.012c | 0.096±0.009b | 0.119±0.009a | بر روز (Day ⁻¹) | نرخ ذاتی افزایش جمعیت (Intrinsic growth rate (r_m)) |
| 1.024±0.012c | 1.101±0.009b | 1.13±0.011a | بر روز (Day ⁻¹) | نرخ متناهی افزایش جمعیت (Finite rate of increase (λ)) |
| 33.41±1.48a | 28.78±0.514c | 30.88±0.543b | روز (Day) | متوسط مدت زمان یک نسل (Mean generation time (T)) |

* حروف متفاوت در یک ردیف نشانگر تفاوت معنی‌دار آزمون توکی می‌باشد ($\alpha=0/05$).

*Means within a row followed by the different letter are significantly different (Tukey test, $\alpha=0.05$).

پایینی (یک‌دوم حد سیری)، همه‌ی تخم‌های ارائه شده به شکارگر خورده شدند. نتایج حاصل از شکارگری سن *N. tenuis* روی تراکم بالای تخم بید گوجه‌فرنگی (دو برابر حد سیری) نشان داد که میانگین نرخ شکارگری دوره‌ی پیش از بلوغ و دوره‌ی بلوغ برای ماده‌ها به ترتیب ۲۵۸/۱۲±۷۱/۳۹ و ۸۷۶/۹۳±۵۹/۸۵ و برای نرها به ترتیب ۲۵۸/۱۲±۱۳/۶۰ و ۶۴۵/۳۳±۳۰/۱۶ است. این نتایج نشان می‌دهد که میزان شکارگری در دوره‌ی پیش از بلوغ افراد ماده و نر تفاوت بارزی ندارد، اما در دوره‌ی بلوغ،

در تراکم بالای شکار بیشترین و در تراکم پایین آن کمترین مقدار را داشت. سایر پارامترها نیز ترتیب مشابهی داشتند.

نرخ شکارگری

نتایج به‌دست آمده از میزان شکارگری مراحل مختلف زیستی سن شکارگر *N. tenuis* روی تخم بید گوجه‌فرنگی در تراکم بالای شکار در جدول ۴ ارائه شده است. در آزمایش‌های تراکم میانی (حد سیری) و تراکم

متوسط تغذیه‌ی روزانه‌ی سنین پورگی با افزایش سن پورگی افزوده می‌شود (جدول ۴) و نرخ شکارگری با نوسان کمی، به‌طور روزانه افزایش می‌یابد. شکارگری روزانه‌ی افراد بالغ دارای نوسانات زیادی است، اما با سن شکارگر کاهش نمی‌یابد و روند ثابتی نشان می‌دهد و هرگز به صفر نمی‌رسد و شکارگر تا آخرین روز حیات خود به شکار ادامه می‌دهد (شکل ۷).

شکارگری افراد ماده و نر تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد ($F=1/11$, $df=13: 14$, $P=0/43$) برای دوره‌ی پیش از بلوغ، ($F=0/27$, $df=13: 14$, $P=0/011$) برای دوره‌ی بلوغ (شکل ۶). شکارگری افراد بالغ ماده برابر افراد بالغ نر می‌باشد. از آنجایی‌که طول عمر افراد ماده نیز برابر طول عمر افراد نر است، می‌توان نتیجه گرفت که نرخ شکارگری بیشتر ماده‌ها به دلیل طول عمر بیشتر آن‌ها است.

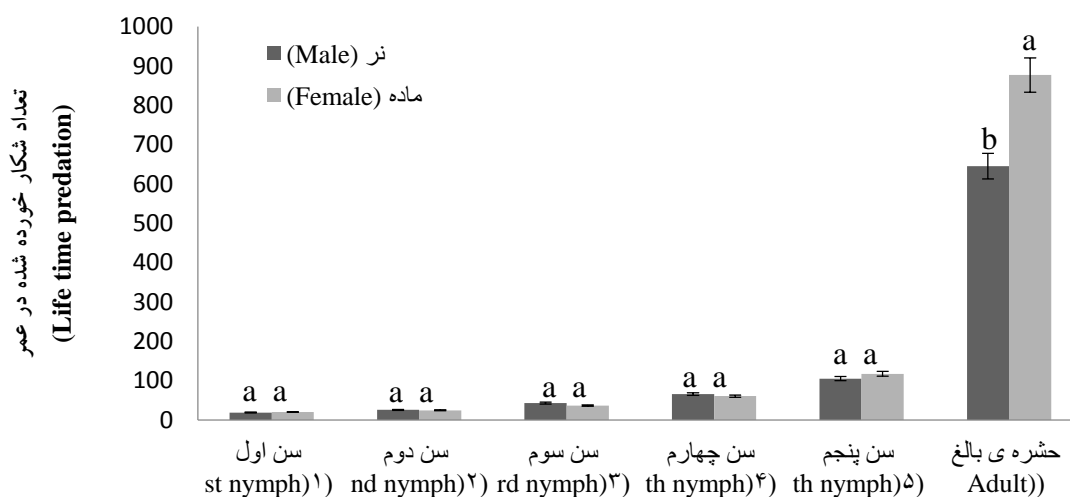
جدول ۴- میانگین (± استاندارد) نرخ شکارگری مرحله‌ای سن *Nesidiocoris tenuis* با تغذیه از تراکم بالای تخم بید گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta*

Table 4. The mean (± SE) of stage-specific predation rate of *Nesidiocoris tenuis* on *Tuta absoluta* eggs.

| مرحله‌ی زیستی (Biological stage) | تعداد شکار خورده شده در عمر (life time predation) | تعداد شکار خورده شده ی روزانه (Daily predation) |
|---|--|--|
| پوره‌ی سن ۱ (1 st instar nymph) | 17.43±1.14f | 5.83±0.32 |
| پوره‌ی سن ۲ (2 nd instar nymph) | 24.66±2.20e | 10.66±0.59 |
| پوره‌ی سن ۳ (3 rd instar nymph) | 39.17±2.36d | 18.33±0.84 |
| پوره‌ی سن ۴ (4 th instar nymph) | 62.97±5.36c | 29.54±1.36 |
| پوره‌ی سن ۵ (5 th instar nymph) | 108.87±9.49b | 30.40±1.39 |
| حشره‌ی کامل (Adult) | 757.14±38.94a ^a | 36.18±0.57 |

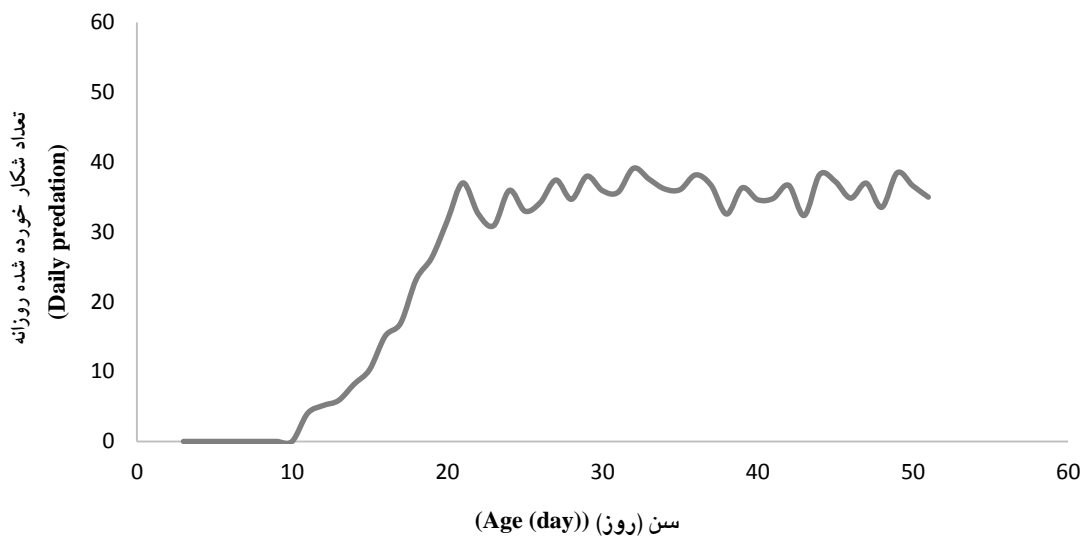
* حروف متفاوت در یک ستون نشانگر تفاوت معنی‌دار آزمون توکی می‌باشد (5 درصد α).

*Means within a column followed by the different letters are significantly different (Tukey test, $\alpha=0.05$).



شکل ۶- میانگین شکارگری کل افراد نر و ماده‌ی سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* روی تخم بید گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta*

Fig. 6. Total predation means of both male and female *Nesidiocoris tenuis* on *Tuta absoluta* eggs.



شکل ۷- نرخ شکارگری روزانه‌ی سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* روی تخم بید گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* در تراکم بالا.

Fig. 7. Daily predation rate of *Nesidiocoris tenuis* on *Tuta absoluta* egg.

نتایج به‌دست آمده در مطالعه‌ی حاضر تا حد زیادی مطابقت دارد. از آنجایی‌که مشاهدات مزرعه‌ای نشان داده اند، زمانی‌که جمعیت *N. tenuis* بیش از گونه‌های شکار باشد، به گوجه‌فرنگی خسارت وارد می‌کند (Hughes, 2010)، بهتر است زمانی از *N. tenuis* استفاده شود که نسبت تراکم شکارگر به تراکم آفت در مزرعه یا گل‌خانه متنا سب باشد، بطوری‌که هم شکارگر شکار را به طور موفق کنترل کند و هم آسیب به گیاه وارد نگردد. تعیین چنین نسبت‌هایی نیاز به مطالعات میدانی دارد. اگرچه برخی منابع استفاده از تخم بید آرد *A. kuehniella* را به‌عنوان شکار جایگزین در زمان رها سازی شکارگر یا کمبود تخم بید گوجه‌فرنگی پیشنهاد کرده‌اند (Urbaneja et al., 2005; et al., 2005; ملکشی و همکاران، ۱۳۹۶)، اما برای استفاده مکرر از شکار جایگزین در یک فصل و یا برای رها سازی *N. tenuis* در مزارع گوجه‌فرنگی با مساحت بزرگ و بازده کم، افزودن تخم *A. kuehniella* ممکن است اقتصادی نباشد (Urbaneja et al., 2012). به‌علاوه، Biondi et al. (2015) بیان کردند که افزودن تخم *A. kuehniella* به‌عنوان شکار جایگزین، موجب

بحث

برای کنترل بید گوجه‌فرنگی به‌عنوان یک آفت فراگیر، شناسایی عوامل کنترل زیستی کارآمد و سازگار با انواع زیست‌بوم‌ها ضروری است. گونه‌های شکارگر عمومی متعلق به خانواده‌ی Miridae و قبیله‌ی Dicyphini در زیستگاه‌های مختلف زندگی می‌کنند و طیف گسترده‌ای از میزبان‌های گیاهی را دارند که آن‌ها را به گزینه‌های مناسبی برای کاربرد به‌عنوان عوامل کنترل زیستی در محیط‌های مختلف تبدیل می‌کند (Tavella and Goula, 2001; Cano, 2009).

بررسی حاضر نشان داد که سن شکارگر *N. tenuis* می‌تواند روی گوجه‌فرنگی، بدون حضور شکار تا مرحله دوم پورگی زنده بماند. نتایج حاصل از بررسی Urbaneja et al. (2005) روی بقای سن شکارگر *N. tenuis* در شرایط حضور و عدم حضور تخم بید آرد به‌عنوان شکار، روی سه گیاه میزبان فلفل شیرین *Solanum*، بادمجان *Capsicum annum L.* و گوجه‌فرنگی واریته‌ی *Saskia* نشان داد که این شکارگر بدون حضور شکار روی گوجه‌فرنگی تنها تا مرحله‌ی سوم پورگی زنده می‌ماند. این نتایج با

پورگی از پورهی سن اول تا پنجم این شکارگر را روی تخم بیدگوجه‌فرنگی به ترتیب $۲/۸۸ \pm ۰/۱۲$ ، $۲/۴۶ \pm ۰/۰۸$ ، $۱/۰ \pm ۹۸/۰۸$ و $۲/۰ \pm ۵۶/۰۸$ و $۳/۱۰ \pm ۰/۱۱$ روز و زادآوری و طول عمر حشرات ماده را به ترتیب $۲۸/۹ \pm ۶/۹$ عدد و $۱۸/۱ \pm ۳/۶$ روز به دست آوردند. تراکم‌های شکار مورد استفاده در این بررسی برابر با تراکم میانی مطالعه‌ی حاضر بود. طول دوره‌های مختلف پورگی در تراکم‌های بالا و میانی طعمه تفاوت چندانی با بررسی محققین مذکور ندارد. همچنین نتایج مطالعه‌ی آنان بیان کرد که وقتی *N. tenuis* روی هر دو نوع شکار تغذیه می‌کند، زمان رشد مراحل پورگی تفاوت بارزی نشان نمی‌دهد. مقادیر زادآوری و طول عمر حشره‌ی ماده‌ی حاصل از مطالعه‌ی مذکور با مقادیر به دست آمده برای پارامترهای مشابه در تراکم میانی بررسی حاضر بسیار نزدیک بود. تفاوت موجود میان تعداد نتاج تولید شده توسط هر ماده و طول عمر ماده‌های *N. tenuis* در نتایج به دست آمده از بررسی این محققین و نتایج حاصل از مطالعه‌ی کنونی در تراکم بالایی، می‌تواند به دلیل اختلاف در تعداد شکار ارائه شده به شکارگر باشد. به علاوه این اختلاف می‌تواند به دلیل تفاوت در جمعیت سن شکارگر *N. tenuis* تفاوت در جمعیت بید گوجه‌فرنگی و حتی تفاوت در رقم گیاه میزبان باشد. زیرا رقم گیاه میزبان می‌تواند بر وضعیت رشدی بید گوجه‌فرنگی و اندازه‌ی تخم آن مؤثر باشد (Emden, 1995). نتایج بررسی این محققین نشان داد که *M. pygmaeus* با تغذیه از تخم بید گوجه‌فرنگی نتاج بسیار کمی تولید می‌کند. عدم توانایی این شکارگر در تولید نتاج با تغذیه از تخم بید گوجه‌فرنگی می‌تواند به این دلیل باشد که بید گوجه‌فرنگی منبع غذایی مناسبی برای رشد جمعیت این گونه‌ی شکارگر نیست و دستیابی آن برای شکارگر دشوار است. از طرفی ممکن است تفاوت‌های موجود در ظرفیت تولیدمثلی این دو سن شکارگر روی بید گوجه‌فرنگی به درجه‌ی همه‌چیزخواری متفاوت در میان آن‌ها مربوط باشد. ممکن است که *N. tenuis* قادر باشد به محرک‌های تغذیه‌ای تخم بید گوجه‌فرنگی بهتر پاسخ دهد. میانگین نرخ شکارگری به دست آمده برای مراحل مختلف

کاهش خسارت *N. tenuis* روی گیاه گوجه‌فرنگی نمی‌گردد.

افراد بالغ سن شکارگر *N. tenuis* با تغذیه از تراکم بالای تخم بید گوجه‌فرنگی توانستند بیش از ۳۰ تخم طعمه را در روز شکار کنند و در تراکم میانی و پایینی، صددرد صد طعمه‌ی ارائه شده را شکار کردند. نرخ شکارگری روزانه‌ی افراد بالغ *Dicyphus errans* (Wolff) روی تخم بید گوجه‌فرنگی بیشتر بود. به طور کلی، ماده‌های *N. tenuis* مانند *D. errans* و *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) بیشتر از نرها شکار می‌کنند (Ingegno et al., 2013).

هنگامی که زمان نشوونمای یک شکارگر عمومی در مقایسه با شکار آن طولانی باشد، بعید است که آن شکارگر بتواند عامل کنترل زیستی مؤثری باشد، زیرا با فرایند هم‌خواری، فراوانی آن به شدت تنظیم می‌شود (Kindlmann and Dixon, 2002; Hamdi et al., 2013). زمان یک نسل بید گوجه‌فرنگی تا حد زیادی به شرایط محیط بستگی دارد به طوری که از $۲۳/۸$ روز در $۱۹/۷^\circ\text{C}$ و $۲۷/۱^\circ\text{C}$ تا $۲۸/۰$ روز در ۲۵°C تا $۳۹/۸$ روز در $۱۹/۷^\circ\text{C}$ و $۷۶/۳$ روز در ۱۴°C متغیر است (Barrientos et al., 1998; Pereyra and Sanchez, 2006). افراد بالغ این آفت در آب و هوای مدیترانه‌ای، می‌توانند در تمام سال یافت شوند زیرا هیچ تمایز مشخصی بین نسل‌ها وجود ندارد (۱۲ نسل در سال) و در سراسر چرخه‌ی محصول هم‌پوشانی دارند (Vercher et al., 2010). در شرایط بررسی حاضر طولانی‌ترین زمان یک نسل *N. tenuis* روی تخم بید گوجه‌فرنگی برابر با $۲۵/۹۱ \pm ۰/۳۲$ روز در تراکم پایینی شکار بود که از زمان یک نسل بید گوجه‌فرنگی در همین دما (۲۵°C) در بررسی Pereyra and Sanchez (2006) کوتاه‌تر است.

Molla et al. (2013) در مقایسه‌ی اثر تخم بیدگوجه‌فرنگی با تخم بید آرد از نظر تأثیری که بر فراسنجه‌های زیستی سن شکارگر *N. tenuis* دارند، در شرایطی مشابه بررسی حاضر، طول دوره‌ی مراحل

موجود میان پارامترهای دموگرافیک *N. tenuis* با تغذیه روی این دو شکار است.

در بررسی Sanchez et al. (2008) زمان نشوونمای جنینی و طول دوره‌ی پورگی *N. tenuis* با تغذیه از تخم بید آرد روی گوجه‌فرنگی به ترتیب $۸/۰ \pm ۹/۰۹$ و $۱۲/۹ \pm ۰/۳۶$ روز بیان شده است که با نتایج به دست آمده در تراکم‌های بالایی و میانی بررسی حاضر مطابقت دارد. تراکم‌های به کار رفته در بررسی فوق برابر با تراکم میانی مطالعه‌ی حاضر می‌باشد که در آن زادآوری ماده $۶۰/۰ \pm ۵/۰۰$ به دست آمد. این مقدار با زادآوری به دست آمده در تراکم میانی مطالعه‌ی حاضر کمی تفاوت دارد (حدود ۳۰ درصد بیشتر است). از آنجایی که Molla et al. (2013) نیز زادآوری کل ماده‌ی *N. tenuis* را با تغذیه از تخم بید آرد $۸۳/۷ \pm ۱۵/۰$ به دست آوردند، این تفاوت احتمالاً به دلیل تفاوت در گونه‌ی شکار و جمعیت شکارگر به کار رفته باشد. زیرا تخم بید آرد درشت‌تر از تخم بید گوجه‌فرنگی است.

تحت شرایط ثابت محیطی، نرخ افزایش جمعیت شکارگر به نرخ نشوونما، نرخ بقای هر یک از سنین پورگی، نرخ زادآوری حشرات کامل، تراکم شکار و شکارگر و پراکنش نسبی آن‌ها بستگی دارد (Hassel, 1978). هر یک از سنین پورگی شکارگر از تعداد زیادی شکار تغذیه می‌کنند. اگر میزان تغذیه از یک آستانه‌ای کمتر باشد، نشوونما متوقف می‌شود و در بالاتر از این آستانه، نرخ رشد تابعی از میزان غذای خورده شده توسط شکارگر می‌باشد. با افزایش سن پورگی شکارگر و افزایش نیاز آن به مواد غذایی برای فعالیت‌های متابولیکی، آستانه‌ی تغذیه‌ای رشد نیز بالاتر خواهد رفت (Hassel, 1978). میانگین زادآوری و میانگین دوره‌ی پیش از بلوغ سن شکارگر *N. tenuis* در تغذیه از تراکم بالای تخم بید گوجه‌فرنگی به ترتیب بیشتر و کمتر از فرا سنج‌های مشابه در تراکم پایین شکار بود. بررسی منابع نشان می‌دهد که متاسفانه تاکنون هیچ‌گونه تحقیقی روی اثر تراکم شکار بر واکنش عددی دموگرافیک *N. tenuis* صورت نگرفته است. با این حال بررسی حسن پور (۱۳۸۸) روی واکنش عددی دموگرافیک بالتوری سبز

پورگی *N. tenuis* روی تخم بید گوجه‌فرنگی در مطالعه‌ی حاضر به ترتیب $۱/۸۹$ ، $۱/۴۱$ ، $۲/۰۵$ ، $۱/۷۷$ و $۲/۰۹$ برابر نتایج حاصل از بررسی این محققین بود. این تفاوت نیز ممکن است به دلیل دست‌رسی پوره‌ها به شکار بیشتر، تفاوت در جثه‌ی شکارگر و حتی اندازه‌ی شکار باشد. در بررسی مولا و همکاران، به طور کلی تعداد تخم‌های بید گوجه‌فرنگی شکار شده توسط مراحل پورگی *N. tenuis* و *M. pygmaeus* بیشتر از تعداد تخم‌های بید آرد بود. این تفاوت‌ها می‌تواند به دلیل اندازه‌ی کوچک‌تر تخم بید گوجه‌فرنگی ($۰/۳۶$ mm طول و $۰/۲۲$ mm قطر) نسبت به بید آرد ($۰/۵۰$ mm طول و $۰/۳۰$ mm قطر) و شایستگی کم‌تر تخم بید گوجه‌فرنگی نسبت به تخم بید آرد برای زنده‌مانی در برابر این شکارگرها باشد (Molla et al., 2013). نتایج حاصل از آزمایش‌های این محققین نشان داد که پوره‌های *M. pygmaeus* در طول عمر خود تقریباً ۴۰ عدد بیشتر از پوره‌های *N. tenuis* تخم بید گوجه‌فرنگی را شکار می‌کنند. در بررسی این محققین نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ خالص زادآوری و متوسط مدت زمان یک نسل برای *N. tenuis* روی تخم بید گوجه‌فرنگی به ترتیب $۰/۰۱ \pm ۰/۰۸۹$ ، $۱۵/۰ \pm ۲۸/۴۲$ و $۳۰/۵۷ \pm ۰/۱۱$ روز برآورد شده است که با نتایج حاصل از تراکم میانی بررسی کنونی هم‌خوانی دارد اما با نتایج به دست آمده از تراکم بالایی متفاوت است. این تفاوت را نیز می‌توان به تفاوت در تراکم شکار ارائه شده به شکارگر در دو آزمایش نسبت داد. علاوه بر این، ممکن است این اختلافات ناشی از تفاوت ذاتی بین جمعیت‌های شکارگر باشد. ممکن است جمعیت سن شکارگری که در مطالعه‌ی حاضر بررسی شده است، تهاجمی‌تر از جمعیت مورد بررسی در مطالعه‌ی مذکور باشد. علاوه بر این، تحقیق فوق‌الذکر نشان داد که مقدار عددی پارامترهای دموگرافیک *N. tenuis* با تغذیه از تخم بید آرد نسبت به تخم بید گوجه‌فرنگی بیشتر می‌باشد. با این حال، نتایج به دست آمده از مطالعه‌ی مذکور نشان می‌دهد که تفاوت میان فرا سنج‌های دموگرافیک *M. pygmaeus* با تغذیه از تخم بید گوجه‌فرنگی نسبت به بید آرد بسیار بیشتر از تفاوت

دریافت بیوماس تحت تأثیر قرار گرفته باشد (Murdoch, 1971). به علاوه، ممکن است کاهش زمان نشوونما در تراکم میانی نوعی پاسخ فیزیولوژیک شکارگر به کمبود نسبی غذا باشد، به طوری که شکارگر حجم بیشتری از غذای جذب شده را به نشوونما اختصاص می‌دهد و این امر موجب تسریع نشوونما شده است. دسترسی کم موجب کند شدن قابل توجه نشوونما به دلیل گر سنگی حشره می‌شود. در نتیجه، حشره برای جبران کمبود غذا تعداد روزهای بیشتری به تغذیه می‌پردازد (Murdoch, 1971; Glen, 1975; Hokyo and Kawauchi, 1975). از طرفی ممکن است افزایش زمان نشوونمای سن شکارگر در تراکم بالایی به این علت باشد، که شکارگر بخشی از انرژی دریافتی را صرف افزایش جثه‌ی خود می‌کند تا ظرفیت تولیدمثلی خود را افزایش دهد. بررسی Hokyo and Kawauchi (1975) روی تأثیر اندازه و تراکم لارو *Spodoptera litura* Fabricius (Lep.: Noctuidae) و نشوونمای سن شکارگر *Podisus maculiventris* Say (Hem.: Pentatomidae) نیز نشان داد که طول دوره‌ی پورگی *P. maculiventris* در تراکم روزانه هشت لارو شکار کوتاه‌تر از تراکم روزانه ۱۶ لارو شکار بود، در حالی که وزن سن‌های بالغ در تراکم بالای شکار بیشتر از تراکم پایین آن بود. همچنین مطالعه (2001) Agarwala et al. نشان داد که ماده‌های بالغ *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Col.: Coccinellidae) روی تراکم‌های بالاتر *Aphis craccivora* Koch (Hem.: Aphididae) بزرگتری دارند و تخم بیشتری تولید می‌کنند.

نرخ بقا در یک مرحله‌ی رشدی شکارگر تابعی از میانگین تراکم شکار در دسترس در آن مرحله می‌باشد، به طوری که با کاهش تراکم شکار احتمال زنده ماندن شکارگر و گذر از آن مرحله به مرحله‌ی بعد کاهش می‌یابد (Hassel, 1978). نتایج نشان می‌دهد که سن شکارگر *N. tenuis* توان بالایی برای کنترل تخم بید گوجه‌فرنگی دارد، چرا که علاوه بر توان تغذیه‌ای بالا، حتی با تغذیه از

Chrysoperla carnea Stephens نسبت به تراکم‌های مختلف تخم و لارو سن اول کرم غوزه‌ی پنبه *Helicoverpa armigera* (Hubner) و واکنش عددی دموگرافیک حشرات ماده‌ی کامل سن *O. albidipennis* نسبت به تراکم‌های مختلف تخم و لارو سن اول کرم غوزه‌ی پنبه و ماده‌ی بالغ کنه‌ی دولکه‌ای *T. urticae* نتایج حاصل از بررسی حاضر را تأیید می‌کند. بر این اساس می‌توان بیان کرد که افزایش تراکم شکار و بیوماس در دسترس شکارگر موجب افزایش رشد جمعیت و تولیدمثل شکارگر می‌گردد. در نتیجه کارایی شکارگر افزایش خواهد یافت. عدم اختلاف معنی‌دار بین طول عمر نرها در تراکم‌های میانی و بالایی شکار در مقایسه با ماده‌ها نشان می‌دهد که احتمالاً ماده‌ها در جیره‌ی غذایی کمتر، شایستگی بیشتری از دست می‌دهند. در تراکم پایینی شکار هر دو جنس تحت تأثیر قرار گرفته‌اند. تراکم پایین شکار به عنوان علت مادی موجب کوتاه شدن عمر ماده علت غایی شده و در نتیجه دوره تخم‌ریزی ماده نیز کوتاه گردیده است. یعنی با کاهش تراکم شکار، تغذیه شکارگر کمتر شده و بنابراین طول عمر شکارگر و متعاقب آن میزان تخم‌ریزی و طول دوره تخم‌ریزی کاهش یافته است. در مجموع به نظر می‌رسد که در تراکم میانی نشوونما سریع‌تر است، یعنی در دسترس بودن غذا در حد سیری موجب تسریع نشوونما می‌شود ولی وعده‌ی غذایی مازاد موجب کند شدن نسبی آن می‌گردد. بنابراین ممکن است که شکارگران نرخ خالص تبدیل ثابتی داشته باشند، در این صورت کارایی تبدیل شکارگر در تراکم بالای شکار کاهش می‌یابد (Murdoch, 1971). برخی شکارگران ممکن است بیشتر از مقداری که می‌خورند طعمه‌ها را بکشند، یا این‌که در تراکم بالا، از هر فرد کمتر تغذیه کنند. بررسی Lester and Harmsen (2002) روی واکنش تابعی و عددی *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari.: Phytoseiidae) روی تخم *T. urticae* این مطلب را تأیید می‌کند. این رویداد در نهایت منجر به افزایش زمان جست‌وجو و حرکت شکارگر می‌شود بدون این‌که

² Final cause¹ Material cause

رمضانی و ضرغامی (۱۳۹۶) نشان داد که تعداد تخم گذاشته شده توسط ماده‌ی بالغ کفشدوزک *Nephus arcuatus* Kapur (Col.: Coccinellidae) تراکم‌های بالاتر پوره سن اول، دوم، سوم و ماده‌ی بالغ شپشک آردآلود جنوب *Nipaecoccus viridis* (Hem.: Pseudococcidae) Newstead به‌طور غیر خطی افزایش یافت. ممکن است علت کاهش زادآوری علی‌رغم دست‌رسی به غذا در حد سیری، به دلیل عدم جایگزینی طعمه در طول آزمایش باشد که موجب می‌شود بعد از خورده شدن طعمه‌های اولیه، یافتن طعمه‌های بعدی زمان‌بر و مستوجب جست‌وجوی بیشتر شده باشد که انرژی مصرف شده حین جست‌وجو را افزایش می‌دهد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که دست‌رسی بیشتر به شکار سبب افزایش زادآوری کل بدون تغییر چندان در مدت تخم‌گذاری می‌گردد، که می‌تواند به دلیل افزایش جثه‌ی شکارگر باشد. افزایش اندازه‌ی بدن، یک مزیت تکاملی برای شکارگر است، زیرا موجب افزایش ظرفیت تولیدمثلی می‌گردد. به احتمال زیاد شکارگر با جثه‌ی کوچک تولیدمثل کمتری خواهد داشت (Glen, 1975; Hokyo and Kawachi, 1975).

سیاس‌گذاری

این پژوهش با حمایت مالی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران واقع در ورامین و دانشگاه تبریز انجام شده است که بدین وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

یک‌چهارم غذای مورد نیاز برای نشوونمای بهینه، قادر است چرخه‌ی زیستی خود را به اتمام برساند و به مرحله‌ی تولیدمثلی برسد.

نرخ زادآوری حشرات کامل شکارگر به عوامل متعددی بستگی دارد، ولی در هر صورت تابعی از تراکم شکارگر (واکنش عددی) و دخالت دوجانبه‌ی بین آن‌ها و تراکم شکار (واکنش تابعی) در محیط می‌باشد. پراکنش شکارگر و شکار نسبت به هم نیز می‌تواند با ایجاد و یا برهم‌زدن ثبات در پویایی شکارگر- شکار در زادآوری شکارگر نقش مؤثری داشته باشد (نوری قنبلانی، ۱۳۸۰). زادآوری کل سن شکارگر در تغذیه از تراکم بالای شکار ۲/۱۷ برابر تراکم میانی و ۷ برابر تراکم پایینی بود. این مقایسه نشان می‌دهد که دست‌رسی به تراکم دو برابر حد سیری شکارگر سبب افزایش تخم شده است و دست‌رسی به شکار در حد سیری موجب کاهش زادآوری کل به کمتر از نصف شده است. این درحالی است که دوره‌ی تخم‌گذاری فقط کمی کاهش یافته است (هر چند این کاهش معنی‌دار می‌باشد). بررسی (Sanchez et al., 2014) روی واکنش عددی *N. tenuis* در تغذیه از تخم و مراحل مختلف لاروی *T. absoluta* نشان داد که کمبود شکار در طول دوره‌ی استقرار موجب تأخیر در تولیدمثل سن شکارگر می‌شود. مطالعات آزمایشگاهی نشان می‌دهد که زادآوری سن‌های همه چیزخوار *Miridae* در غیاب شکار بسیار کاهش یافت (Perdikis and Lykouressis, 2004; Sanchez et al., 2004). همچنین بررسی

منابع

- احمدی ر، ۱۳۹۲. روش‌های مدیریت و کنترل تلفیقی (IPM) شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* meyrick اولین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی با کاربرد الگوی زراعی، ۲۴ بهمن، همدان، بازیابی شده از آدرس http://www.civilica.com/Paper-SAUCM01-SAUCM01_120.html در ۱۲ اردیبهشت ۱۳۹۳، ۹ صفحه.
- ارکانی ت، حسینی ر و وفایی‌شوشتری ر، ۱۳۹۰. بررسی فون خانواده *Miridae* و تعیین گونه غالب در مزارع و باغات شهرستان اراک و حومه. فصلنامه تخصصی تحقیقات حشره‌شناسی، جلد ۳، شماره ۲، صفحه‌های ۸۵ تا ۹۳.
- حسن‌پور م، ۱۳۸۸. مطالعه‌ی برخی ویژگی‌های زیستی و شکارگری بالتوری سبزی، *Chrysoperla carnea* (Stephens) و سن *Orius albidipennis* (Reuter) روی کرم غوزه‌ی پنبه، *Helicoverpa armigera* Hubner و کنه‌ی دولکه‌ای، *Tetranychus urticae* Koch. رساله‌ی دکتری حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

رضائی ل و ضرغامی س، ۱۳۹۶. ارزیابی تأثیر مرحله رشدی طعمه بر واکنش عددی کفشدوزک شپشک‌خوار *Nephus arcuatus* Kapur تحقیقات آفات گیاهی، جلد ۷، شماره ۲، صفحه‌های ۱ تا ۱۰.

زارعی ع، دوستی ا و فلاح‌زاده م، ۱۳۹۱. بررسی فونستیک خانواده (Hemiptera: Heteroptera) Miridae در منطقه داراب فارس. جلد ۱- آفات، صفحه ۹۹، خلاصه مقالات بیستمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، دانشگاه شیراز.

شمسی م، حسینی ر و شیروانی ا، ۱۳۹۲. شناسایی و معرفی سن‌های شکارگر خانواده میریده (Hemiptera: Miridae) در استان کرمان. صفحه ۶۳۲، سومین همایش ملی مدیریت کنترل آفات، دانشگاه شهید باهنر، کرمان.

فیروزی ر، ۱۳۹۰. پروانه‌ی مینوز گوجه‌فرنگی. سازمان جهاد کشاورزی آذربایجان شرقی، مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، ۱۴ صفحه.

ملکشی ح، طلایی حسنلویی ر، محقق نیشابوری ج و اللهیاری ح، ۱۳۹۶. میزان شکارگری و ترجیح سن شکارگر *Nesidiocoris tenuis* در تغذیه از تخم بید آرد، *Ephestia kuehniella* و تخم بید گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* در آزمایشگاه. مهار زیستی در گیاه پزشکی، جلد ۵، شماره ۱، صفحه ۳۱ تا ۴۳.

نوری قنبلانی قدیر (مترجم)، ۱۳۸۰. اکولوژی حشرات (تألیف پیتر دلیو. پرایس). جلد دوم، انتشارات دانشگاه محقق اردبیلی.

Agarwala BK, Bardhanroy P, Yasuda H and Takizawa T, 2001. Prey consumption and oviposition of the aphidophagous predator *Menochilus sexmaculatus* (Coleoptera: Coccinellidae) in relation to prey density and adult size. *Environmental Entomology* 30(6): 1182-1187.

Barrientos ZR, Apablaza HJ, Norero SA and Estay PP, 1998. Temperatura base y constante térmica de desarrollo de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ciencia e Investigación Agraria* 25: 133-137.

Bayliss P and Choquenot D, 2002. The numerical response: rate of increase and food limitation in herbivores and predators. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences* 357: 1233-1248

Biondi A, Zappala L, Di Mauro A, Tropea Garzia G, Russo A, Desneux N and Siscaro G, 2015. Can alternative host plant and prey affect phytophagy and biological control by the zoophytophagous mirid *Nesidiocoris tenuis*?. *International Organization for Biological Control* 61(1): 79-90.

Cano M, Vila E, Janssen D, Bretones G, Salvador E, Lara L and Tellez MM, 2009. Selection of refuges for *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) and *Orius laevigatus* (Het.: Anthocoridae): virus reservoir risk assessment. *International Organisation for Biological and Integrated Control, WPRS Bulletin*, 49: 281-286.

Carey JR, 1993. *Applied Demography for Biologists with Special Emphasis on Insects*. Oxford University Press.

Carey JR, 2001. Insect biodemography. *Annual Review of Entomology* 46(1): 79-110.

Caughley G, 1976. Wildlife management and the dynamics of ungulate population. Pp. 183-246 In: Coaker TH (ed.) *Applied Biology*. Academic Press, London.

Chi H, 2015. TWSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. (<http://140.120.197.173/Ecology/Download/TwoSEX-MSChart.zip>).

Cocuzza GE, Declercq P, van de veire S, De Cock A, Degheele L and Vacante V, 1997. Reproduction of *Orius laevigatus* and *Orius albidipennis* on pollen and *Ephestia kuehniella* eggs. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 82: 101-104.

- Emden HFV, 1995. Host plant-aphidophaga interactions. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 52(1): 3-11.
- Gese EM and Knowlton FF, 2001. The role of predation in wildlife population dynamics. USDA National Wildlife Research Center. http://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/542. [Accessed on 6 April 2015].
- Ghoneim K, 2014. Predatory insects and arachnids as potential biological control agents against the invasive tomato leafminer, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae), in perspective and prospective. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2(2): 52-71.
- Glen DM, 1975. Searching behaviour and prey-density requirements of *blepharidopterus angulatus* (Fall.) (Heteroptera: Miridae) as a predator of the lime aphid, *Eucallipterus tiliae* (L.), and leafhopper, *Alnetoidea alneti* (Dahlbom). *British Ecological Society* 44(1): 115-134.
- Hamdi F, Chadoeuf J, Chermiti B and Bonato O, 2013. Evidence of cannibalism in *Macrolophus pygmaeus*, a natural enemy of whiteflies. *Journal of Insect Behavior* 26: 614– 621.
- Hassel MP, 1978. *The Dynamics of Arthropod Predator-Prey Systems*. Princeton University Press, New Jersey.
- Hokyo N and Kawauchi S, 1975. The effect of prey size and prey density on the functional response, survival, growth and development of a predatory Pentatomid bug, *Podisus maculiventris* Say. *Researches on Population Ecology* 16: 207-218.
- Hughes GE, 2010. Thermal biology and establishment potential of two non-native candidate biological control agents, *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hemiptera: Miridae) and *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae). PhD thesis, Entomology, Birmingham University, UK.
- Ingegno BL, Ferracini C, Gallinotti D, Alma A and Tavella L, 2013. Evaluation of the effectiveness of *Dicyphus errans* (Wolff) as predator of *Tuta absoluta* (Meyrick). *Biological Control* 67: 246–252.
- Kindlmann P and Dixon AFG, 2002. Insect predator–prey dynamics and the biological control of aphids by ladybirds. Pp. 118-124. *Proceedings First International Symposium on Biological Control of Arthropods*, Honolulu, Hawaii, USA.
- Lester PJ and Harmsen R, 2002. Functional and numerical responses do not always indicate the most effective predator for biological control: an analysis of two predators in a two-prey system. *Journal of Applied Ecology* 39: 455-468.
- May RM, 1981. Models for two interacting populations. Pp. 48-104 In: May RM (ed.) *Theoretical Ecology: Principles and Applications*. Oxford, Blackwell, UK.
- Molla O, Biondi A, Alonso-Valiente M and Urbaneja 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. *BioControl* 59(2): 175-183.
- Murdoch WW, 1971. The developmental response of predators to changes in prey density. *Ecological Society of America* 52(1): 132-137.
- Perdikis DC and Lykouressis DP, 2004. *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) population parameters and biological characteristics when feeding on eggplant and tomato without prey. *Journal of Economic Entomology* 97: 1291–1298.
- Pereyra PC and Sánchez NE, 2006. Effect of two solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology* 35: 671–676.
- Sanchez JA, 2009. Density thresholds for *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae) in tomato crops. *Biological Control* 51: 493-498.
- Sanchez JA, Gillespie DR and Mcgregor RR, 2004. Plant preference in relation to life history traits

in the zoophytophagous predator *Dicyphus Hesperus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* ۱۱۲: 7–19.

Sanchez JA, Lacasa A, Arno J, Castane C and Alomar O, 2008. Life history parameters for *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Heteroptera: Miridae) under different temperature regimes. *Journal of Applied Entomology* 133: 125–132.

Sanchez JA, La-spina M and Lacasa A, 2014. Numerical response of *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae) preying on *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato crops. *European Journal of Entomology*, 111(3): 387-395.

Tavella L and Goula M, 2001. Dicyphini collected in horticultural areas of northwestern Italy (Heteroptera Miridae). *Boll Zool Agrar Bachic*, 33(2): 93–102.

Urbaneja A, Monton H and Molla O, 2008. Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. *Journal of Applied Entomology* 133: 292–296.

Urbaneja A, Tapia G and Stansly P, 2005. Influence of host plant and prey availability on developmental time and survivorship of *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera: Miridae). *Biocontrol Science and Technology*, 15(5): 513-518.

Urbaneja-Bernat P, Alonso M, Tena A, Bolckmans K and Urbaneja A, 2012. Sugar as nutritional supplement for the zoophytophagous predator *Nesidiocoris tenuis*. *BioControl* 58(1): 57-64.

Vercher R, Calabuig A and Felipe C, 2010. Ecología, muestreos y umbrales de *Tuta absoluta* (Meyrick). *Phytoma España* 217: 23-26.

Zappala L, Biondi A, Alma A, Al-Jboory IJ, Arno J, Bayram A, Chailleux A, El-Arnaouty A, Gerling D, Guenaoui Y, Shaltiel-Harpaz L, Siscaro G, Stavrinides M, Tavella L, Vercher Aznar R, Urbaneja A and Desneux N, 2013. Natural enemies of the south american moth, *Tuta absoluta*, in europe, north africa and middle east, and their potential use in pest control strategies. *Journal of Pest Science*, 86:635-647.

Numerical Demographic Response of Predatory Bug, *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hem.: Miridae) to the Eggs of *Tuta absoluta* Meyrick (Lep.: Gelechiidae)

F. Shahriari Nasab^{1*}, S. Iranipour¹ and S. Asgari²

¹Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Tabriz

²Agriculture and Natural Resources Research Center of Tehran, Varamin

*Corresponding Author: shahriari8691@gmail.com

Received: 22 April 2018

Accepted: 6 January 2020

Abstract

Tomato leafminer, *Tuta absoluta* Meyrick is an invasive quarantine pest that causes high losses on tomato crops in Iran. Predatory bug, *Nesidiocoris tenuis* Reuter is considered recently as potential biological control agent of *T. absoluta*. In this study, some biological attributes of *N. tenuis* were studied on the eggs of *T. absoluta* at $25\pm 0.5^\circ\text{C}$, $65\pm 5\%$ RH, and 16: 8 h (L: D) photoperiod. A food supply of 10, 20, 30, 40, 50 and 60 prey eggs was provided as high density (above satiation level) for the five nymphal stages and adult *N. tenuis*, respectively. The prey densities of 5, 10, 15, 20, 25 and 30 eggs were used as intermediate density (satiation level) and 2, 5, 7, 10, 12 and 15 prey eggs as low density (under satiation level) for the same developmental stages and finally a no prey treatment also was included. The developmental time of immature stages, male longevity and females longevity were 21.62 ± 0.19 , 18.2 ± 1.02 and 24.21 ± 1.70 d on upper prey density respectively. The average fecundity was 100.71 ± 16.26 nymphs on the same treatment. Net reproduction rate (R_0), intrinsic rate of increase (r), and mean generation time (T) were 40.57 ± 10.48 nymphs/generation, $0.119\pm 0.009\text{ d}^{-1}$ and 30.88 ± 0.543 d respectively. The bugs developed no more than 2nd nymphal stage on tomato leaves without prey supply. All life table parameters significantly affected by prey density. These results suggest that *N. tenuis* can persist in suboptimal condition and continue control of tomato leafminer as long as prey reservoirs are not fully depleted.

Keywords: Biocontrol, Fecundity, Life history