

## مقاله علمی پژوهشی

## جدول زندگی، نرخ شکارگری و انبارش سرد سن شکارگر آفات محصولات

*Nabis pseudoferus* (Hemiptera: Nabidae)، کشاورزی

زکیه احمدی و حسین مددی\*

گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

\* مسئول مکاتبات، پست الکترونیک: hmadadi@basu.ac.ir

## چکیده

سن *Nabis pseudoferus* شکارگر عمومی حشرات مکنده و لارو پروانه‌ها است. در پژوهش حاضر، پراسنجه‌های جدول زندگی، نرخ شکارگری و انبارش سرد این شکارگر با تغذیه از سه رژیم غذایی شته جالیز، *Aphis gossypii*، تخم بید آرد *Ephestia kuehniella* و مخلوط شته جالیز و تخم بید آرد، در دمای  $1 \pm 25$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $5 \pm 60$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی برآورد شد. نتایج به دست آمده نشان داد، نرخ سرشتی افزایش جمعیت (r) سن شکارگر با تغذیه از شته جالیز، تخم بید آرد و مخلوط شته جالیز با تخم بید آرد به ترتیب برابر با  $0.033 \pm 0.003$ ،  $0.043 \pm 0.003$  و  $0.062 \pm 0.002$  بر روز است که با تغذیه از رژیم‌های غذایی مختلف تفاوت معنی‌داری دارد. تجزیه داده‌های نرخ شکارگری نیز نشان داد که نرخ سره شکارگری (Co) شکارگر یاد شده در صورت تغذیه از رژیم غذایی شته جالیز و مخلوط شته جالیز با تخم بید آرد به ترتیب  $1347.95 \pm 276.77$  و  $2259.62 \pm 145.54$  است. نتایج این پژوهش در بهینه‌سازی شرایط پرورش انبوه سن شکارگر *N. pseudoferus* می‌تواند مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: انبارش سرد، جمعیت نگاری، زادآوری، زنده ماندن، نرخ شکارگری

**Life table, consumption rate and cold storage of *Nabis pseudoferus* (Hemiptera: Nabidae), the predator of agricultural crop pests**

Zakiyeh Ahmadi &amp; Hossein Madadi\*

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

\* Corresponding author, E-mail: hmadadi@basu.ac.ir

**Abstract**

*Nabis pseudoferus* is a major biocontrol agent of sucking pests and caterpillars. Life history parameters, consumption rate and cold storage of *N. pseudoferus* on three diets; *Aphis gossypii*, *Ephestia kuehniella* eggs, and *Aphis gossypii* + *Ephestia kuehniella* eggs were estimated at  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  temperature,  $60 \pm 10\%$  R.H. and a photoperiod of 16:8 h. (L:D). The results revealed that the intrinsic rate of increase (r) were  $0.033 \pm 0.003$ ,  $0.043 \pm 0.003$  and  $0.062 \pm 0.002$  day<sup>-1</sup> which was significantly different in terms of feeding diets. Data analysis showed that the net predation rate (Co) of *N. pseudoferus* by feeding on cotton aphid and mixed diets of cotton aphid + *Ephestia kuehniella* eggs were  $1347.95 \pm 276.77$  and  $2259.62 \pm 145.54$ , respectively. Additionally, hatching rate of *N. pseudoferus* eggs after cold storage at  $5^\circ\text{C}$  for 7, 14 and 21 days were 72.22, 69.23 and 69.23%, respectively. These results could be useful for optimizing rearing procedure of *N. pseudoferus*.

**Key words:** Cold storage, Demography, Fecundity, Predation rate, Survival

Received: 25 March 2021, Accepted: 20 June 2021

## مقدمه

از گذشته‌های نسبتاً دور، بسیاری از روش‌های دفع آفات مبتنی بر استفاده از آفت‌کش‌ها بوده است. این مسئله منجر به توسعه و تکامل مقاومت آفات نسبت به آفت‌کش‌ها در بسیاری از آفات کلیدی شده است، به طوری که از سال ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۴ تعداد گونه‌های آفات مقاوم به آفت‌کش‌ها تقریباً دو برابر شده و از ۲۲۴ گونه به ۴۴۷ گونه رسیده است و این روند ادامه دارد (Fedorov & Yablokov, 2004). در سال‌های اخیر محدودیت‌های قانونی برای مصرف آفت‌کش‌ها ایجاد شده است و به کارگیری عوامل مهار زیستی برای کنترل آفات بین محققین و بهره‌برداران رواج یافته است (Mousavi, 2000).

در میان شکارگرها، زیرراسته سن‌ها (Heteroptera) از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند. اگرچه بیشتر گونه‌های این زیر رسته گیاه‌خوار هستند، اما تنها در آمریکای شمالی ۳۸۳۴ گونه از ۶۷۷ جنس دارای گونه‌های شکارگر می‌باشند (Bellows & Fisher, 1999). این زیرراسته دارای گونه‌هایی است که از طعمه‌های متفاوتی از جمله تریپس‌ها، شته‌ها، سفیدبالک‌ها، پسیل‌ها، کنه‌های تارتن و لارو بال‌پولک‌داران تغذیه می‌کنند و برای کنترل آفات در سطح مزارع و گلخانه‌ها مورد توجهند (Flint & Dreistadt, 1998). سن‌های شکارگر جنس *Nabis* از شکارگران مهم مزارع یونجه، پنبه و سویا به شمار می‌آیند و در کنترل آفات می‌توانند موثر واقع شوند. این گروه از حشرات در طول فصل زراعی در مزارع حضور دارند و از آفاتی که از نظر اقتصادی دارای اهمیت هستند، تغذیه می‌کنند (Braman & Yeagan, 1988). سن شکارگر *Nabis pseudoferus* Remane از جمله شکارگرهای چندخوار و با دامنه شکارگری وسیع به شمار می‌رود (Luttrell et al., 1994). وجود طعمه جانوری در رژیم غذایی آنها برای رشد و نمو پوره‌ها ضروری به نظر می‌رسد ولی در مواردی، این سن‌ها از شیر گیاهی نیز تغذیه می‌کنند (Stoner, 1972; Bellows & Fisher, 1999).

برای شناخت دقیق کارایی دشمنان طبیعی در مهار زیستی، محاسبه و تخمین پراسنجه‌های رشد جمعیت آنها در قالب جدول زندگی لازم است. یک جدول زندگی می‌تواند توصیف جامع و درعین حال فشرده‌ای از رشد و نمو، نرخ سرشتی افزایش طبیعی جمعیت، زنده‌مانی، زادآوری و... یک گونه را ارائه دهد. در حقیقت جدول زندگی، توصیف کمی از جمعیت گونه مورد نظر در طول یک نسل یا نسل‌های متوالی را فراهم می‌کند (Radjabi, 2008). با مطالعه جدول زندگی حشرات می‌توان اثر عوامل مختلف از جمله، مطلوبیت نوع غذا، شرایط اقلیمی (دما، نور، رطوبت)، اثرات جانبی انواع آفت‌کش‌ها، درون همزیست‌ها، منشاء جغرافیایی و... را بر نرخ سرشتی افزایش طبیعی (r) بررسی کرد. جدول زندگی و توصیف کمی جمعیت یکی از قدیمی‌ترین و مهم‌ترین ابزارها در بوم‌شناسی جمعیت می‌باشد (Chi et al., 2020).

امروزه تولید و بهره‌وری از حشرات و فرآورده‌های مختلف آنها در جنبه‌های مهم زندگی بشر از جمله تولیدات کشاورزی، صنعتی، بهداشتی، تزیینی، گردشگری و تحقیقات علمی، تجارت پرسودی را در سراسر دنیا ایجاد نموده است. مساله ذخیره سازی و نگهداری دشمنان طبیعی برای عرضه در زمان مناسب همواره یکی از دغدغه‌های مهم تولیدکنندگان عوامل مهار زیستی بوده است. می‌توان گفت ذخیره‌سازی دشمنان طبیعی در دماهای پایین موجب هماهنگی آسان بین زمان تولید و زمان بکارگیری شکارگر می‌شود (Lins et al., 2013).

هدف از این مطالعه بررسی نقش دو رژیم غذایی به صورت جداگانه و مخلوط روی زنده ماننی، زادآوری، پراسنجه‌های جدول زندگی و نرخ مصرف سن شکارگر *N. pseudoferus* می‌باشد. همچنین با توجه به اهمیت موضوع ذخیره‌سازی دشمنان طبیعی، امکان انبارش سرد تخم سن‌های شکارگر در دوره‌های زمانی مختلف و تاثیر این موضوع روی تفریح تخم‌ها بررسی شده است.

## مواد و روش‌ها

حشرات بالغ سن شکارگر *N. pseudoferus* با استفاده از روش تورزنی، از مزارع یونجه شهر امزاجرد واقع در حومه شهرستان همدان جمع‌آوری و به آزمایشگاه گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه بوعلی سینا منتقل شدند. پس از شناسایی گونه مورد نظر بر اساس خصوصیات شکل‌شناسی (Linnavuori & Modarres, 1998)، شکارگران به ظرف‌های استوانه‌ای پلاستیکی شفاف تهویه‌دار به ارتفاع ۱۱ و قطر ۸ سانتی‌متر منتقل شدند. درون هر ظرف، پنج جفت سن شکارگر نر و ماده قرار داده شد. به هر یک از ظروف، تعدادی پوره شته جالیز از مراحل سنی مختلف به عنوان طعمه اضافه شد. به علاوه، نوارهای کاغذی چین دار برای جلوگیری از هم‌خواری درون هر ظرف قرار داده شد. از غلاف تازه لوبیا سبز به عنوان بستر تخم‌گذاری استفاده شد. ده دقیقه قبل از استفاده، غلاف‌های لوبیا با محلول هیپوکلریت سدیم ده درصد ضدعفونی و با آب شستشو شدند. تعویض غلاف‌ها به صورت روزانه انجام و با غلاف‌های جدید جایگزین شدند. به منظور حفظ رطوبت غلاف و زنده‌مانی تخم‌های سن شکارگر، مقداری پنبه مرطوب دور دم غلاف لوبیا پیچیده شد. غلاف‌های دارای تخم، تا زمان خروج پوره‌ها درون اتاقک رشد قرار داده شدند. هنگامی که تخم‌ها تفریخ شدند، هر پوره به‌طور جداگانه درون یک ظرف پتری به قطر شش سانتی‌متر قرار داده شد و روزانه با رژیم غذایی تخم بید آرد (*Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Lep.: Pyralidae) و شته جالیز *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hem.: Aphididae) تغذیه شدند. همچنین از تکه‌های غلاف لوبیا برای تامین رطوبت مورد نیاز شکارگر استفاده شد. بعد از سپری شدن مراحل پورگی و ظهور حشرات بالغ سن شکارگر، حشرات کامل نر و ماده شناسایی و به نسبت مساوی ۳:۳ به ظروف استوانه‌ای (مشابه ظروف تخم‌گیری و تهیه کلنی پایه) منتقل شدند، حشرات بالغ نیز با مخلوط شته جالیز و تخم شب پره آرد تغذیه شدند.

کلیه مراحل پرورش سن شکارگر و آزمایش‌های مربوطه، در شرایط دمای  $25 \pm 1$  درجه سلسیوس، رطوبت نسبی  $65 \pm 10$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد.

### جدول زندگی دو جنسی سن شکارگر *N. pseudoferus*

پیش از تهیه جدول زندگی سن *N. pseudoferus*، این شکارگر به مدت ۳ نسل در شرایط آزمایشگاهی ضمن تغذیه از مخلوط طعمه شته جالیز و تخم‌های تازه بید آرد پرورش داده شد و در ادامه از حشرات بالغ این نسل برای مطالعات جدول زندگی استفاده شد. در این بررسی از تخم‌های سن شکارگر به عنوان افراد همزاد سن شکارگر استفاده شد. این تخم‌ها در مدت ۲۴ ساعت گذاشته شده بودند. با توجه به این که سن شکارگر تخم‌هایش را درون بافت گیاه قرار می‌دهد و مکان تخم‌گذاری معمولاً از قسمت در پوش تخم که از بافت گیاه بیرون است قابل تشخیص است، غلاف‌های حاوی تخم درون اتاقک رشد در شرایط اشاره شده نگه‌داری و دور هر تخم به کمک مارکر رنگی علامت‌گذاری شد. از آنجایی که دوره جنینی تخم‌ها در شرایط مورد بررسی ۱۱ روز بود، در روز دهم بعد از تخم‌گذاری، غلاف‌ها به وسیله تیغ تشریح برش داده شد، به طوری که هر قطعه لوبیا دارای یک تخم بود. برای حفظ رطوبت غلاف لوبیا و زنده ماندن تخم‌ها، قطعه برش داده شده غلاف لوبیا (حاوی تخم) روی پنبه مرطوب قرار داده شد، سپس تخم‌ها هر روز بازدید شد و بر اساس خروج پوره‌ها از تخم، درصد تفریخ تخم‌ها و نیز میزان زنده‌مانی پوره‌ها ثبت شد.

جدول زندگی سن شکارگر با تغذیه از سه رژیم غذایی تهیه شد. به این ترتیب که پس از تفریخ شدن تخم‌ها، پوره‌های هر گروه با سه رژیم غذایی تخم تازه و یخ زده شب پره بید آرد، شته جالیز و مخلوط شته جالیز با تخم بید آرد تغذیه شدند. تعداد افراد همزاد (تخم) سن شکارگر برای هر رژیم غذایی به ترتیب ۱۵۹، ۱۷۳ و ۱۳۷ عدد بود. پس از ظهور حشرات بالغ، حشره نر و ماده شناسایی و به نسبت مساوی ۳:۳ به ظروف استوانه‌ای

مشابه منتقل شدند. حشرات بالغ نیز روزانه بازبینی شد و میزان مرگ و میر و تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط هر ماده شمارش شد. همچنین تعداد شته‌های خورده شده توسط هر شکارگر برای محاسبه نرخ شکارگری ثبت شد.

#### انبارش سرد

به منظور نگهداری تخم‌های سن شکارگر *N. pseudoferus* در شرایط سرما که با رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم بید آرد تغذیه شده بودند، غلاف‌های حاوی تخم، به سه گروه تقسیم شدند، تمام تخم‌ها ابتدا به مدت ۹ روز با توجه به دوره جنینی آنها که در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در حدود ۱۱ روز است، درون اتاقک رشد (در دمای  $25 \pm 1$  درجه سلسیوس) نگهداری و سپس به یخچالی با دمای ۵ درجه سلسیوس منتقل شدند. گروه اول بعد از یک هفته، گروه دوم بعد از دو هفته و گروه سوم بعد از سه هفته، از یخچال خارج و دوباره به اتاقک رشد منتقل شدند. روزانه تخم‌ها بازدید و تعداد تخم‌های تفریخ شده یادداشت و درصد تفریخ آنها روی هر رژیم انبارش سرد محاسبه شد.

#### تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه آماری طول دوره‌های زیستی سن شکارگر با استفاده از روش تجزیه واریانس یک طرفه انجام شد. برای اثبات نرمال بودن توزیع داده‌ها و همچنین یکنواختی واریانس‌ها به ترتیب از آزمون‌های شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk) و آزمون لون (Leven) استفاده شد. در مواردی که هریک از شرایط فوق برقرار نبود از آزمون‌های ناپارامتری متناظر استفاده شد.

پراسنجه‌های جدول زندگی سن شکارگر *N. pseudoferus* با استفاده از روش جدول زندگی سن - مرحله زندگی دو جنسی با استفاده از نرم افزار Twosex-MSChart (version 05-08-2021) (Chi, 2021) برآورد شد. از مزایای این روش می‌توان به لحاظ کردن تلفات مراحل پیش از بلوغ، در نظر گرفتن تنوع در طول دوره نمو مراحل مختلف زندگی، برآورد کردن نقش حشرات نر در افزایش جمعیت، محاسبه طول دوره های مختلف سنی و رشدی به تفکیک جنسیت، پیوند دادن داده‌های جدول زندگی با نرخ مصرف شکارگران و امکان پیش بینی رشد جمعیت اشاره نمود (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988; Kavousi et al., 2009; Chi et al., 2020; Chi, 2021). مهم‌ترین پراسنجه جدول زندگی، نرخ سرشستی افزایش جمعیت ( $r$ ) است که از رابطه ۱ موسوم به معادله اوایلر-لوتکا (Euler-Lotka) محاسبه می‌شود.

$$\sum_{x=0}^{\omega} l_x m_x e^{-r.(x+1)} = 1 \quad \text{رابطه ۱}$$

سایر پراسنجه‌های جدول زندگی شامل نرخ سره زادآوری ( $R_0$ )، نرخ ناسره زادآوری ( $GRR$ )، نرخ کرانمند افزایش جمعیت ( $\lambda$ ) و متوسط درازای زندگانی ( $T$ ) محاسبه شدند. میانگین و خطای استاندارد این پراسنجه‌ها با استفاده از روش بوت استرپ با ۱۰۰۰۰۰ تکرار محاسبه گردید. پراسنجه‌های جدول زندگی با استفاده از آزمون بوت استرپ زوجی مقایسه شدند. برای تجزیه داده‌های نرخ شکارگری سن شکارگر *N. pseudoferus* از روش نرخ مصرف دوجنسی استفاده شد. برای محاسبه تفاوت بین تیمارهای مختلف انبارش سرد تخم‌های سن شکارگر نیز روش تجزیه واریانس یک طرفه استفاده شد.

## نتایج و بحث

تهیه جدول زندگی سن شکارگر *N. pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز و با تعداد ۱۷۳ تخم هم‌سن آغاز شد. از بین این تعداد ۱۴۹ تخم تفریخ شدند، پس از طی مراحل پورگی ۶۵ عدد از پوره‌ها به افراد بالغ تبدیل شدند که ۳۵ عدد از آن‌ها ماده و ۳۰ عدد از آنها نر بودند. میانگین طول دوره رشد و نمو هر یک از مراحل زندگی در جدول ۱ ارائه شده است. میانگین طول دوره‌های زیستی سن شکارگر *N. pseudoferus* با تغذیه از تخم بید آرد در جدول ۲ ارائه شده است. در تیمار تغذیه سن شکارگر از رژیم غذایی تخم بید آرد از ۱۵۹ تخم هم‌سن اولیه، ۱۳۸ عدد تخم تفریخ شدند که در مراحل پورگی در مجموع ۵۴ عدد از پوره‌ها از بین رفته و ۸۴ پوره باقیمانده به حشره بالغ تبدیل شد که ۴۵ عدد از آن‌ها ماده و ۳۹ عدد نر بودند. در تهیه جدول زندگی *N. pseudoferus* با تغذیه از رژیم غذایی مخلوط شته جالیز به همراه تخم بید آرد، ۱۳۷ تخم به عنوان افراد هم‌زاد استفاده شد که از این تعداد، ۲۱ تخم تفریخ نشدند و ۱۱۶ تخم تبدیل به پوره شد. در دوران پورگی در مجموع ۳۵ پوره از بین رفتند و در نهایت ۸۱ پوره تبدیل به افراد بالغ (۴۵ ماده و ۳۶ نر) شدند. تجزیه آماری نتایج به دست آمده نشان داد بین مراحل مختلف زندگی حشرات نر و ماده به استثناء پوره‌های سن پنجم *N. pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز (Mann-Whitney U Statistic = ۲۹۷/۵، P = ۰/۰۰۲) از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین  $\pm$  خطای استاندارد طول مراحل مختلف زندگی (روز) سن *Nabis pseudoferus* به تفکیک

جنسیت با تغذیه از شته جالیز، *Aphis gossypii*.

**Table 1.** Mean  $\pm$  Standard error of developmental time of different life stages (day) of *Nabis pseudoferus* females and males fed by cotton aphid, *Aphis gossypii*.

Life stage (number)	Male	Female
Egg (173)	11.04 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	11.03 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>
First instar nymph (138)	4.69 $\pm$ 0.4 <sup>a</sup>	5.74 $\pm$ 0.38 <sup>a</sup>
Second instar nymph (92)	4.23 $\pm$ 0.21 <sup>a</sup>	4.29 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>
Third instar nymph (87)	4.38 $\pm$ 0.25 <sup>a</sup>	4.31 $\pm$ 0.19 <sup>a</sup>
Fourth instar nymph (87)	4.96 $\pm$ 0.21 <sup>a</sup>	4.83 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>
Fifth instar nymph (86)	8.15 $\pm$ 0.19 <sup>b</sup>	9.03 $\pm$ 0.21 <sup>a</sup>
Total Preadult duration	37.81 $\pm$ 0.66 <sup>a</sup>	39.23 $\pm$ 0.49 <sup>a</sup>
Adults (84)	24.21 $\pm$ 2.49 <sup>a</sup>	26.09 $\pm$ 2.81 <sup>a</sup>
Total life span	61.92 $\pm$ 2.59 <sup>a</sup>	65.31 $\pm$ 2.93 <sup>a</sup>

حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد است.

تعداد افراد در هر مرحله زندگی داخل پرانتز ارائه شده است.

Different lower-case letters in each row indicate significant differences between means at  $P < 0.05$ .

Number of individuals in each stage is presented within parenthesis.

در مورد رژیم غذایی بید آرد، همانطور که مشاهده می‌شود صرفاً طول عمر حشرات بالغ

Mann-Whitney U Statistic = ۶۰۲/۵، P = ۰/۰۱۴) و کل دوره زندگی (Mann-Whitney U Statistic = ۵۸۵، P = ۰/۰۰۹)

(Statistic =) حشرات بالغ نر و ماده از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری هستند (جدول ۲).

جدول ۲- میانگین  $\pm$  خطای استاندارد طول مراحل مختلف زندگی (روز) سن *Nabis pseudoferus* به تفکیک جنسیت با تغذیه از تخم بید آرد *Ephestia kuehniella*

**Table 2.** Mean  $\pm$  Standard error of developmental time of different life stages (day) of *Nabis pseudoferus* females and males fed by Mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* eggs.

Life stage (number)	Male	Female
Egg (159)	11.21 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>	11.22 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>
First instar nymph (138)	4.49 $\pm$ 0.14 <sup>a</sup>	4.33 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>
Second instar nymph (133)	4.03 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>	4.02 $\pm$ 0.14 <sup>a</sup>
Third instar nymph (131)	3.44 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>	3.56 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>
Fourth instar nymph (128)	3.97 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>	3.87 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>
Fifth instar nymph (118)	7.28 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>	7.56 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>
Total preadult duration	34.41 $\pm$ 0.27 <sup>a</sup>	34.56 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup>
Adults (65)	31.23 $\pm$ 1.61 <sup>b</sup>	35.09 $\pm$ 1.72 <sup>a</sup>
Total life span	65.64 $\pm$ 1.64 <sup>b</sup>	69.64 $\pm$ 1.64 <sup>a</sup>

حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر اختلاف معنی دار بین میانگین ها در سطح احتمال ۵ درصد است.

تعداد افراد در هر مرحله زندگی داخل پرانتز ارائه شده است.

Different lower-case letters in each row indicate significant differences between means at  $P < 0.05$ . Number of individuals in each stage is presented within parenthesis.

در مورد رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم شب پره بید آرد برخلاف دو رژیم غذایی دیگر، در مراحل زیستی پوره های سن سوم (Mann-Whitney U Statistic= ۶۲۰،  $P = ۰/۰۴۶$ ) و پوره های سن پنجم ( $P < ۰/۰۰۱$ ) Mann-Whitney U Statistic= ۳۷۶/۵، کل مرحله پیش از بلوغ (Mann-Whitney U Statistic= ۳۰۲/۵،  $P < ۰/۰۰۱$ ) و کل دوره زندگی (Statistic= ۳۸۰/۵،  $P < ۰/۰۰۱$ ) طول عمر حشرات بالغ (Mann-Whitney U Statistic= ۲۹۲،  $P < ۰/۰۰۱$ )، اختلاف در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین  $\pm$  خطای استاندارد طول مراحل مختلف زندگی (روز) سن *Nabis pseudoferus* به تفکیک جنسیت با تغذیه از رژیم غذایی مخلوط شته جالیز *Aphis gossypii* به همراه تخم شب پره بید آرد *Ephestia kuehniella*

**Table 3.** Mean  $\pm$  Standard error of developmental time of different life stages (day) of *Nabis pseudoferus* females and males fed by mixed diets of Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* plus cotton aphid, *Aphis gossypii*

Life stage (number)	Male	Female
Egg (137)	10.94 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	10.89 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>
First instar nymph (116)	3.44 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>	3.71 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>
Second instar nymph (110)	3.31 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>	3.56 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>
Third instar nymph (102)	3.36 $\pm$ 0.11 <sup>b</sup>	3.67 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>
Fourth instar nymph (93)	3.61 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>	3.71 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>
Fifth instar nymph (86)	6.67 $\pm$ 0.16 <sup>b</sup>	7.6 $\pm$ 0.14 <sup>a</sup>
Total preadult duration	31.31 $\pm$ 0.25 <sup>b</sup>	33.13 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>
Adults (81)	31.47 $\pm$ 0.9 <sup>b</sup>	36.4 $\pm$ 1.35 <sup>a</sup>
Total life span	62.81 $\pm$ 0.86 <sup>b</sup>	69.53 $\pm$ 1.37 <sup>a</sup>

حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر اختلاف معنی دار بین میانگین ها در سطح احتمال ۵ درصد است.

تعداد افراد در هر مرحله زندگی داخل پرانتز ارائه شده است.

Different lower-case letters in each row indicate significant differences between means at  $P < 0.05$ . Number of individuals in each stage is presented within parenthesis.

همانطور که در جدول ۴ مشاهده می شود کوتاه ترین دوره انکوباسیون تخم با تغذیه سن های مادر از رژیم غذایی مخلوط شته جالیز همراه تخم شب پره بید آرد و طولانی ترین دوره انکوباسیون تخم در صورت تغذیه سن های شکارگر والد از تخم شب پره بید آرد مشاهده شد. به عبارتی، این نتایج نشان می دهد که نوع رژیم غذایی اثر معنی داری روی دوره رشد و نمو تخم سن *N. pseudoferus* می گذارد.

به علاوه، طولانی‌ترین دوره پورگی در حشراتی که با شته جالیز تغذیه شده بودند، دیده شد. در بین سنین مختلف پورگی، کوتاه‌ترین مرحله با تغذیه از رژیم غذایی شته جالیز و رژیم غذایی تخم شب‌پره بید آرد مربوط به مرحله سوم پورگی و در صورت تغذیه از رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم شب‌پره بید آرد مربوط به پوره سن دوم بود. طول عمر حشرات بالغ نر و ماده با استفاده از شته جالیز به عنوان طعمه به ترتیب  $24/53 \pm 0/78$  و  $36/50 \pm 1/11$  روز برآورد شده است (Mahdavi et al., 2020) که در مورد حشرات نر هماهنگی قابل توجهی را با این پژوهش نشان می‌دهد. آنچه در جدول‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ مشاهده می‌شود این است که فارغ از نوع رژیم غذایی، پوره سن پنجم نسبت به دیگر مراحل پورگی بیشترین طول عمر را دارد که شاید دلیل این مساله فرصت زمانی مورد نیاز برای تکامل اندام‌های تولیدمثلی، کسب انرژی و مواد غذایی مربوطه و انجام فعل و انفعالات بیوشیمیایی لازم برای ورود سن شکارگر به مرحله بلوغ باشد.

در مجموع مراحل پورگی، کوتاه‌ترین دوره مراحل پیش از بلوغ سن شکارگر *N. pseudoferus* مربوط به تغذیه از رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم بید آرد به دست آمد که نشان دهنده مناسب بودن این رژیم غذایی برای رشد و نمو مراحل پیش از بلوغ این شکارگر در مقایسه با هریک از این دو رژیم به تنهایی است (جدول ۴). یکی از شاخص‌هایی که با تکیه بر آن می‌توان در مورد سودمندی و کیفیت رژیم‌های غذایی اظهار نظر نمود تعداد ماده‌های تولید مثل کننده در مقایسه با تعداد کل افراد ماده ظاهر شده است. بر اساس آزمون بوت استرپ جفتی با تغذیه از شته جالیز، تخم شب‌پره بید آرد و رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم آرد به ترتیب سطح احتمال تفاوت تعداد ماده‌های تولید مثل کننده و تعداد کل ماده‌ها  $(P = 0.0003)$ ،  $(P = 0.00029)$  و  $(P = 0.0995)$  محاسبه شد که نشان می‌دهد در صورت تغذیه از رژیم غذایی مخلوط، تعداد ماده‌های تولید مثل کننده تفاوت معنی‌داری با تعداد کل ماده‌ها ندارد و این موضوع حاکی از برتری رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم بید آرد در مقایسه با دو رژیم دیگر است.

دوره زندگی کامل (از تخم تا مرگ حشره بالغ) سن *N. pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز کوتاه‌ترین و با تغذیه از تخم شب‌پره بید آرد بیشترین مقدار را داشت. همچنین به صورت معنی‌داری کوتاه‌ترین دوره پیش از تخم‌ریزی حشرات بالغ (APOP) و کل دوره پیش از تخم‌ریزی (TPOP) مربوط به حشرات تغذیه شده با مخلوط شته جالیز و تخم شب‌پره بید آرد تعیین شد. این شکارگران، در عین حال دوره کامل زندگی و تعداد روزهای تخم‌گذاری طولانی‌تری نسبت به افراد تغذیه شده با دو رژیم غذایی دیگر داشتند (جدول ۴). بنابراین نتایج به دست آمده نشان داد نوع طعمه می‌تواند روی طول دوره پیش از تولیدمثل سن‌های ماده موثر باشد.

**جدول ۴-** میانگین  $\pm$  خطای استاندارد طول مراحل مختلف زندگی، دوره پیش از تخم‌ریزی و تخم‌ریزی (روز) سن *Nabis pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز، تخم شب‌پره بید آرد و مخلوط تخم شب‌پره بید آرد همراه شته جالیز.

**Table 4.** Mean  $\pm$  Standard error of developmental time of different life stages, preoviposition days and oviposition days (day) of *Nabis pseudoferus* fed by *Aphis gossypii*, *Ephestia kuehniella* eggs and mixed diet of *Ephestia kuehniella* eggs + *Aphis gossypii*.

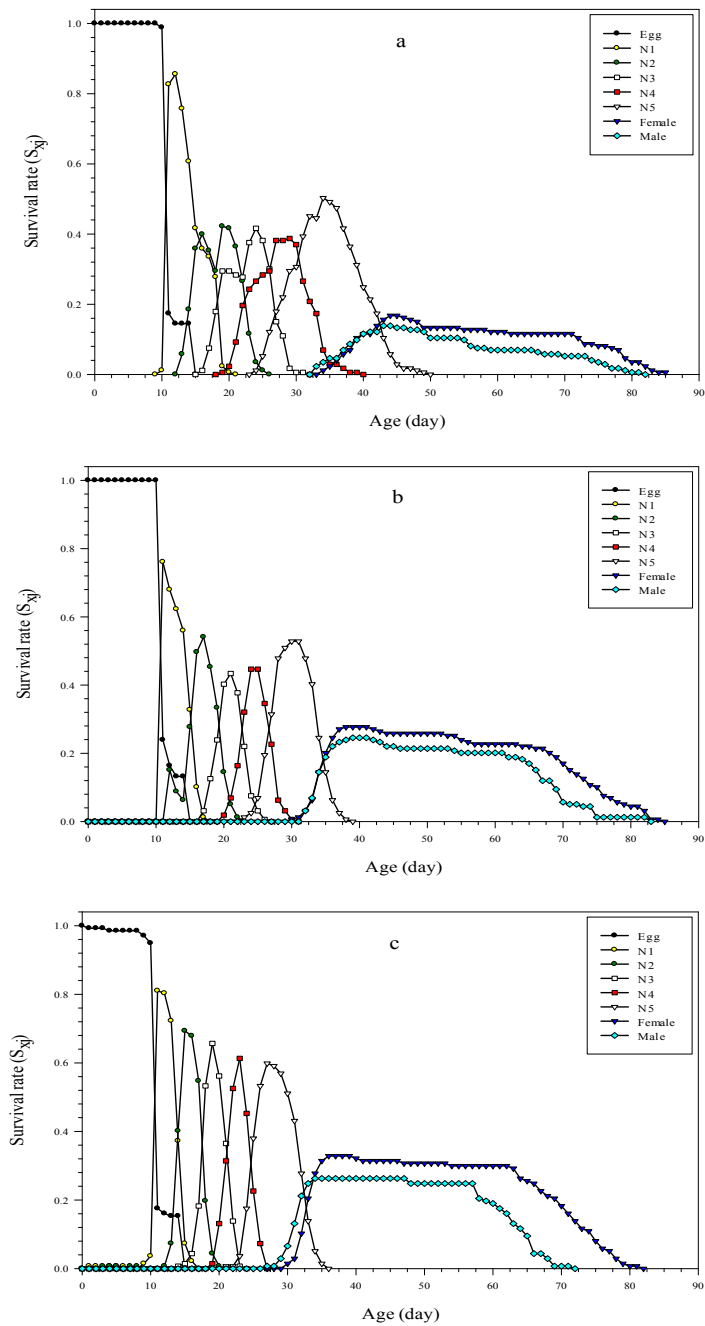
Life stage	<i>Ephestia kuehniella</i> eggs	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Ephestia kuehniella</i> eggs + <i>Aphis gossypii</i>
Egg	11.16 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	11.02 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	10.89 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>
First instar nymph	3.55 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>	5.37 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>	3.5 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>
Second instar nymph	4.02 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>	4.38 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>	3.45 $\pm$ 0.07 <sup>c</sup>
Third instar nymph	3.49 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	4.37 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>	3.55 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>
Fourth instar nymph	3.91 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>	5.03 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>	3.46 $\pm$ 0.08 <sup>c</sup>
Fifth instar nymph	7.34 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>	8.8 $\pm$ 0.15 <sup>a</sup>	7.19 $\pm$ 0.12 <sup>b</sup>
Total preadult duration	34.49 $\pm$ 0.19 <sup>b</sup>	38.62 $\pm$ 0.4 <sup>a</sup>	32.42 $\pm$ 0.18 <sup>c</sup>
Adults	33.3 $\pm$ 1.2 <sup>b</sup>	25.25 $\pm$ 1.92 <sup>a</sup>	34.21 $\pm$ 0.89 <sup>b</sup>
Male	31.23 $\pm$ 1.61 <sup>b</sup>	24.12 $\pm$ 2.49 <sup>a</sup>	31.47 $\pm$ 0.9 <sup>b</sup>
Female	35.09 $\pm$ 1.72 <sup>b</sup>	26.09 $\pm$ 2.81 <sup>a</sup>	36.4 $\pm$ 1.35 <sup>b</sup>
APOP	18.24 $\pm$ 1.95 <sup>b</sup>	16.95 $\pm$ 0.39 <sup>b</sup>	12.57 $\pm$ 0.54 <sup>a</sup>
TPOP	52.88 $\pm$ 1.5 <sup>b</sup>	56.45 $\pm$ 0.82 <sup>a</sup>	45.83 $\pm$ 0.54 <sup>c</sup>
Oviposition days	9.12 $\pm$ 1.28 <sup>b</sup>	13.0 $\pm$ 0.98 <sup>a</sup>	15.33 $\pm$ 0.79 <sup>a</sup>

حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر اختلاف معنی دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد است.

Different lower-case letters in each row indicate significant difference among means at  $P < 0.05$ .

همانطور که قبلاً اشاره شد یکی از مهم‌ترین مزایای جدول زندگی دو جنسی ویژه سن - مرحله زندگی تشخیص تنوع در طول دوره رشد و نمو پیش از بلوغ در بین افراد متعلق به یک گروه همزاد است. این نرخ احتمال زنده ماندن یک فرد تا سن  $x$  مرحله زندگی  $Z_x$  را نشان می‌دهد. بر این اساس نرخ زنده ماندن ویژه سن - مرحله زندگی ( $S_{ij}$ ) سن شکارگر *N. pseudoferus* با تغذیه از رژیم‌های غذایی مختلف در شکل ۱ ارائه شده است.





شکل ۱- نرخ زنده مانی سن - مرحله زندگی سن شکارگر *Nabis pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز (a)، تخم شب پره آرد (b) و مخلوط شته جالیز و تخم شب پره آرد (c).

**Fig. 1.** Age-stage survival rate of *Nabis pseudoferus* fed by cotton aphid (a), flour moth eggs and mixed diet of cotton aphids + flour moth eggs.

هنگامی که تمام مراحل زندگی با یکدیگر مخلوط شوند، نرخ زنده‌مانی ویژه سنی ( $l_x$ ) نشان دهنده چشم‌انداز ساده‌ای از زنده‌مانی افراد همزاد است. با توجه به این موضوع، نرخ زنده‌مانی ویژه سنی، زادآوری ویژه سنی، زادآوری ویژه سن - مرحله زندگی این شکارگر در شکل ۲ نشان داده شده است. میزان زادآوری برای سن شکارگر *N. pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز، تخم شب‌پره بید آرد و مخلوط شته جالیز و تخم بید آرد به ترتیب  $1.01/4 \pm 7/52$  و  $4.6/46 \pm 7/25$ ،  $4.4/82 \pm 7/86$  میزان تخم‌گذاری سن‌های تغذیه شده با مخلوط شته جالیز و تخم شب‌پره بید آرد با سن‌های تغذیه شده از شته جالیز و تخم بید آرد به صورت جداگانه نشان داد (جدول ۷). همچنین، نتایج به دست آمده اختلاف قابل توجهی با مطالعات دیگر نشان می‌دهد (Mahdavi & Madadi, 2015; Mahdavi et al., 2020).

**جدول ۵- توزیع سن - مرحله زندگی سن *Nabis pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز، تخم شب‌پره بید آرد و رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم شب‌پره بید آرد.**

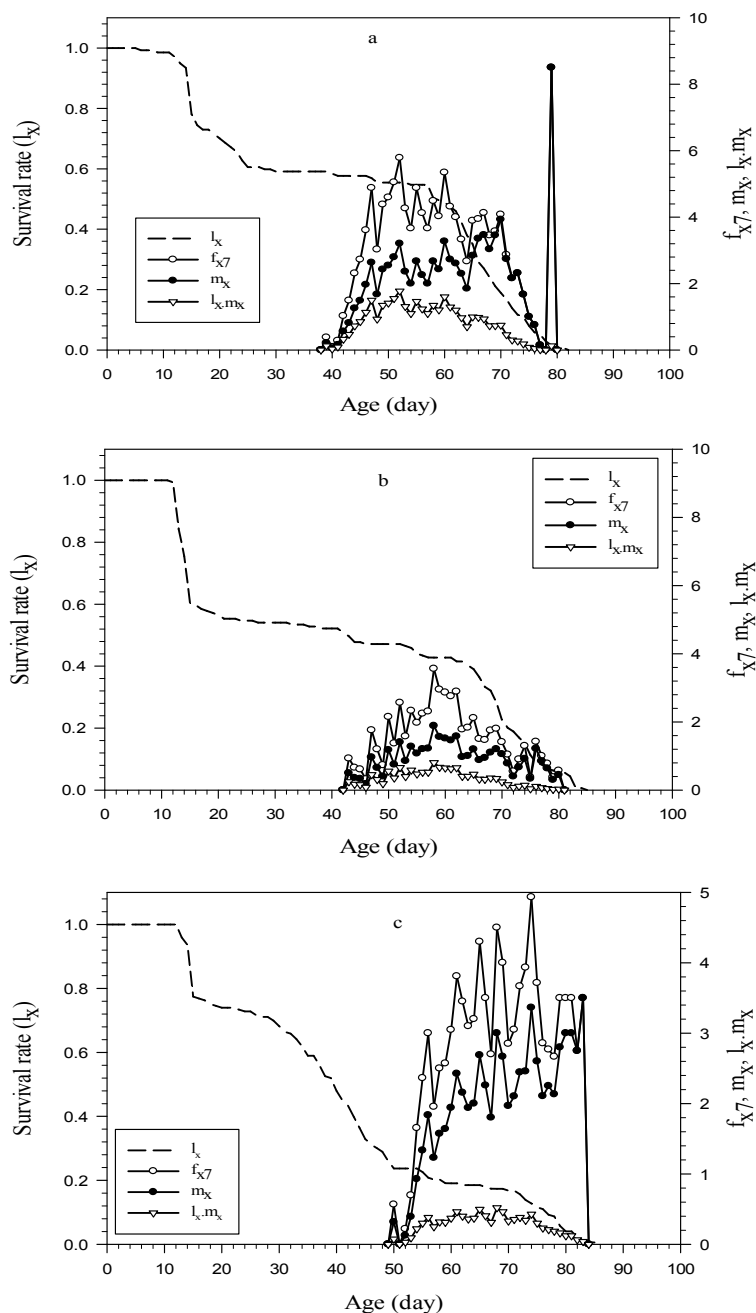
**Table 5.** Age-stage distribution pattern of *Nabis pseudoferus* fed by *Aphis gossypii*, *Ephestia kuehniella* eggs and mixed diet of *Aphis gossypii* + *Ephestia kuehniella* eggs.

Life stage	<i>Ephestia kuehniella</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Ephestia kuehniella</i> + <i>Aphis gossypii</i>
Egg	55.02	47.13	60.48
First instar nymph (116)	10.37	13.70	9.68
Second instar nymph (110)	7.43	8.59	7.26
Third instar nymph (102)	4.62	7.18	5.38
Fourth instar nymph (93)	4.32	7.15	4.03
Fifth instar nymph (86)	6.37	9.02	5.28
Female adult	6.48	4.04	4.20
Male adults	5.40	3.18	3.70

تعداد افراد در هر مرحله زندگی داخل پرانتز ارائه شده است.

Number of individuals in each stage is presented within parenthesis.

نسبت جنسی نرها به ماده‌های سن شکارگر *N. pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز، تخم بید آرد و رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم بید آرد به ترتیب  $0.74$ ،  $0.87$  و  $0.79$  محاسبه شد. در مقایسه چند رژیم غذایی با یکدیگر برای پرورش دشمنان طبیعی معمولاً رژیم غذایی به عنوان رژیم مطلوب انتخاب می‌شود که موجب شود نسبت جنسی حشرات پرورش یافته به نفع ماده‌ها شود و در عین حال سبب شود میزان زادآوری تا حد امکان افزایش یابد. در بررسی‌های انجام شده، با اینکه نسبت ماده‌ها به نرها در سن‌های تغذیه شده با شته جالیز بیشتر است، اما به نظر می‌رسد از این نظر رژیم غذایی مخلوط شته جالیز با تخم شب‌پره آرد مطلوب‌تر باشد، زیرا میزان زادآوری در سن‌های این گروه به صورت معنی داری بیشتر از سن‌های تغذیه شده با دو رژیم دیگر است.



شکل ۲- نرخ زنده مانده ویژه سنی ( $l_x$ ), زادآوری ویژه سنی ( $m_x$ ), زادآوری ویژه سن- مرحله زندگی ( $f_{x7}$ ) و نرخ سره maternity ( $l_x.m_x$ ) سن شکارگر *Nabis pseudoferus* با تغذیه از رژیم‌های غذایی شته جالیز (a), تخم بید آرد (b) و شته جالیز همراه با تخم شب پره آرد (c).

**Fig. 2.** Age-specific survival rate ( $l_x$ ), Age-specific fecundity ( $m_x$ ), and age-specific maternity ( $l_x.m_x$ ) and female age-specific fecundity ( $f_{x7}$ ) of *Nabis pseudoferus* fed by cotton aphids (a), flour moth eggs (b) and mixed diet of cotton aphids + flour moth eggs (c).

در بررسی انجام شده میانگین طول دوره تخم و پوره سن اول تا پنجم سن شکارگر *Nabis capsiformis* Germar, 1838، به ترتیب  $0/05 \pm 0/229$ ،  $0/62 \pm 0/936$ ،  $0/053 \pm 0/633$ ،  $0/66 \pm 0/143$ ،  $0/084 \pm 0/905$  و  $0/16 \pm 0/410$  روز و طول دوره پیش از تخم‌ریزی  $0/97 \pm 0/23$  روز به دست آمد (Fathipour & Jafari, 2008). مقایسه نتایج فوق با پژوهش حاضر تفاوت‌هایی را نشان می‌دهد که مشخصاً می‌تواند به علت نوع گونه شکارگر و طعمه مورد استفاده باشد، ولی طول دوره پیش از تخم‌گذاری در این گونه با سن *N. pseudoferus* که از رژیم مخلوط شته جالیز و شب‌پره بید آرد تغذیه شده تقریباً مشابه است.

در ارتباط با طول دوره‌های زیستی این شکارگر تاکنون مطالعات اندکی انجام شده است؛ در یکی از محدود موارد انجام شده، مطالعه جدول زندگی سن *N. pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز نشان داد، که میانگین طول دوره‌ی رشد جنینی، پوره سن اول تا پنجم به ترتیب  $0/50 \pm 0/00$ ،  $0/02 \pm 0/89$ ،  $0/02 \pm 0/86$ ،  $0/03 \pm 0/10$ ،  $0/03 \pm 0/67$ ،  $0/05 \pm 0/87$  روز و طول عمر حشرات بالغ  $0/52 \pm 0/47$  روز است (Mahdavi & Madadi, 2015). همچنین در این مطالعه دوره پیش از تخم‌ریزی  $0/19 \pm 0/15$  و کل دوره پیش از تخم‌ریزی  $0/22 \pm 0/68$  روز برآورد شد. نتایج به دست آمده از پژوهش مورد اشاره تا حدودی متفاوت از نتایج پژوهش حاضر می‌باشد (جدول ۴). علت این امر را شاید بتوان به متفاوت بودن گیاه میزبان طعمه و مرحله سنی مورد استفاده آفت دانست، از آنجایی که ویژگی‌های شیمیایی گیاهان می‌تواند روی کیفیت طعمه‌های پرورش یافته اثر گذاشته و منجر به تولید گیاه‌خواران با کیفیت غذایی پایین شود، ممکن است باعث افزایش تلفات، کاهش نرخ‌های رشد و زادآوری دشمنان طبیعی شود (Price et al., 1980).

توزیع سن - مرحله زندگی نشان دهنده نسبت افراد متعلق به مرحله سنی  $x$  و مرحله زندگی زدر کل جمعیت است. هرگاه یک جمعیت به توزیع سنی پایدار نزدیک می‌شود، نرخ افزایش جمعیت در آن ثابت می‌شود، که برابر است با نرخ افزایش سرشتی جمعیت ( $r$ ). توزیع سن - مرحله پایدار، حاوی اطلاعات مفیدی درباره ساختار داخلی رشد جمعیت است (Carey, 1993; Radjabi, 2008; Mohaghegh et al., 2012). بر این اساس توزیع ویژه سن - مرحله زیستی *N. pseudoferus* در جدول ۵ اشاره شده است. بر این اساس این جدول در رژیم غذایی شته جالیز و مخلوط شته جالیز و تخم شب‌پره آرد کمترین سهم در توزیع سنی پایدار جمعیت مربوط به حشرات نر است در حالی که در رژیم غذایی تخم شب‌پره بید آرد پوره‌های سن سوم و چهارم کمترین سهم را در توزیع سنی پایدار دارند. در هر سه رژیم غذایی بیشترین مشارکت در پایداری جمعیت مربوط به مرحله تخم است (جدول ۵).

شکل ۳ توزیع سنی پایدار سن شکارگر *N. pseudoferus* را روی هر سه رژیم غذایی نشان می‌دهند. همچنین نرخ تلفات ویژه سن *N. pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز، تخم بید آرد و رژیم مخلوط شته جالیز و تخم بید آرد در هر یک از مراحل در جدول ۶ نشان داده شده است. براساس جدول ۶ بیشترین نرخ تلفات ویژه سن - مرحله زندگی سن شکارگر *N. pseudoferus* با تغذیه از تخم شب‌پره بید آرد، شته جالیز و رژیم غذایی مخلوط این دو نوع طعمه به ترتیب در مرحله پوره سن دوم و حشرات بالغ ماده به طور مشترک برای تغذیه از تخم بید آرد، پوره سن پنجم برای تغذیه از شته جالیز و حشرات کامل ماده در رژیم غذایی مخلوط شته و تخم بید آرد مشاهده شد (جدول ۶). تلفات بیشتر پوره‌های سن اول با تغذیه از شته جالیز در مقایسه با تخم شب‌پره بید آرد را شاید بتوان به عدم توانایی کافی پوره‌های جوان سن شکارگر در تعقیب، کنترل و در اختیار گرفتن شته جالیز برای تغذیه نسبت داد. همچنین، پژوهش‌های مشابه نشان داده است که در مقایسه با لاروهای سنین اول و چهارم شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی و بر اساس تعداد تخم‌های تولید شده، شته جالیز طعمه با ارزش غذایی پایین‌تری به شمار می‌آید (Mahdavi et al., 2020).

**جدول ۶-** نرخ مرگ و میر ویژه مرحله زندگی (برحسب درصد) سن شکارگر *Nabis pseudoferus* در صورت تغذیه از شته جالیز، تخم شب‌پره بید آرد و تخم شب‌پره بید آرد به همراه شته جالیز.

**Table 6.** Stage-specific mortality rate (%) of *Nabis pseudoferus* fed by *Aphis gossypii*, *Ephestia kuehniella* eggs and mixed diet of *Aphis gossypii* + *Ephestia kuehniella* eggs.

Life stage	<i>Ephestia kuehniella</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Ephestia kuehniella</i> + <i>Aphis gossypii</i>
Egg	0.1321	0.1445	0.1533
First instar nymph (116)	0.0063	0.0925	0.0438
Second instar nymph (110)	0.283	0.0347	0.073
Third instar nymph (102)	0.0314	0.0173	0.0657
Fourth instar nymph (93)	0	0.0578	0.0511
Fifth instar nymph (86)	0.0189	0.3006	0.0219
Female adult	0.283	0.2023	0.32285
Male adults	0.2453	0.1503	0.2628

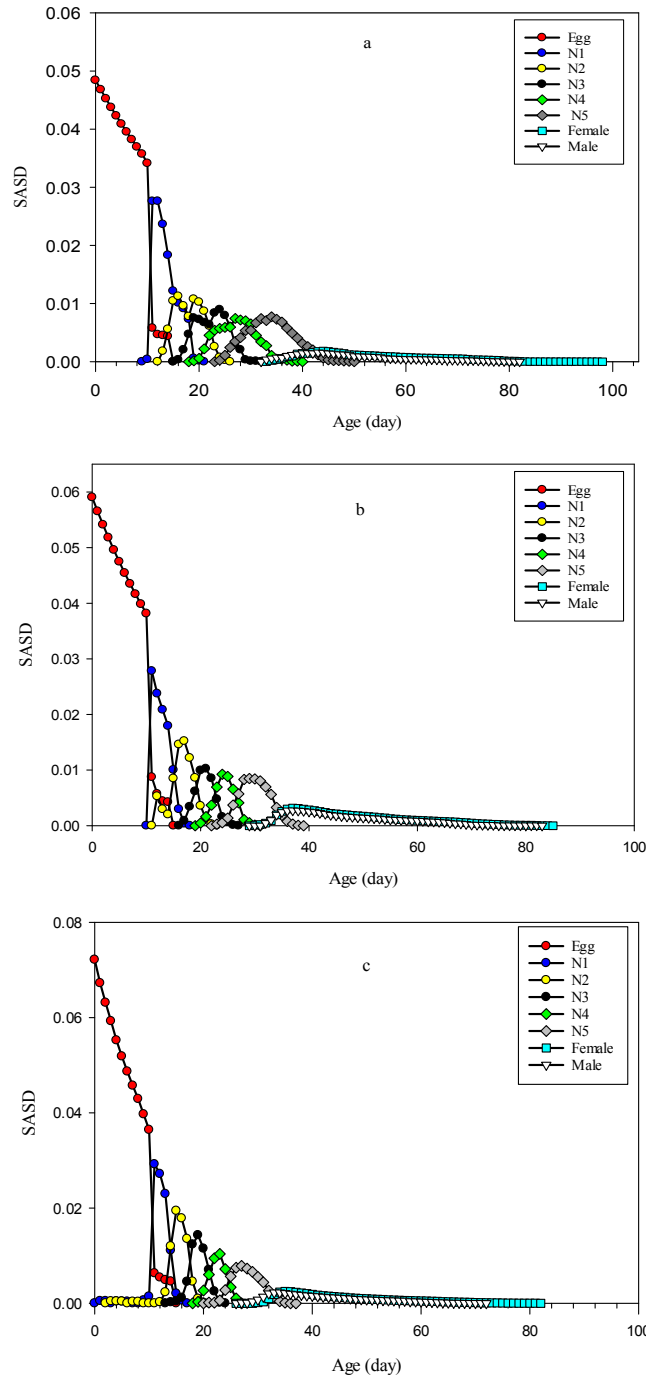
تعداد افراد در هر مرحله زندگی داخل پرانتز ارائه شده است.

Number of individuals in each stage is presented within parenthesis.

مقایسه حشرات بالغ تغذیه شده با هر سه رژیم غذایی نشان داد نرخ تلفات حشرات ماده بیشتر از حشرات نر می‌باشد. از آنجایی که حشرات ماده وظیفه تولید مثل را برعهده دارند و این مسأله نیازمند صرف انرژی است، ممکن است نرخ بیشتر تلفات در نتیجه صرف انرژی بیشتر برای تولید تخم و عدم توانایی در جایگزینی انرژی صرف شده باشد. هرچند یک‌بار دیگر می‌توان دریافت رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم شب‌پره بید آرد سبب کاهش قابل ملاحظه در نرخ تلفات حشرات ماده شده است.

مقادیر نرخ زنده‌مانی، نرخ سرشتی تولد (b) (نرخ تولد سرانه جمعیت) و نرخ ذاتی مرگ (d) (نرخ مرگ سرانه جمعیت) سن شکارگر *N. pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز به ترتیب ۰/۰۸، ۰/۰۵۱ و ۰/۰۱۶، با تغذیه از تخم آرد ۰/۹۸، ۰/۶۲ و ۰/۰۱۷ و با تغذیه از شته جالیز و تخم بید آرد به ترتیب ۰/۹۹، ۰/۰۷۷ و ۰/۰۱۲ برآورد شد. در واقع نرخ زنده‌مانی ( $S_{ij}$ ) احتمال این که یک تخم تازه گذاشته شده تا سن  $x$  زنده بماند در حالی که در مرحله زندگی  $z$  قرار دارد را نشان می‌دهد (Chi & Su, 2006). داده‌های کمی نرخ زنده‌مانی و تولید مثل شکارگران می‌تواند شاخص مناسبی برای تشخیص شایستگی طعمه در رژیم غذایی شکارگران محسوب شود (Kalushkov & Hodek, 2001).

نرخ سرشتی مرگ و تولد بیانگر این است که در هر روز در یک جمعیت پایدار از لحاظ سنی، چه تعداد تولد و مرگ به ازای هر ماده رخ داده است برای مثال براساس نتایج به‌دست آمده در صورت تغذیه سن شکارگر از شته جالیز در هر روز ۰/۰۵ تولد و ۰/۰۱۶ مرگ تلفات به ازای هر فرد در جمعیت روی می‌دهد. به علاوه مقدار عددی  $b/d$  احتمال این که هر فرد در یک جمعیت کوچک یک مرگ یا یک تولد را تجربه کند نشان می‌دهد که برای رژیم غذایی شته جالیز، تخم شب‌پره بید آرد و رژیم مخلوط به ترتیب برابر با ۳/۲۵، ۳/۶۴ و ۶/۴۱ است. در نهایت مجموع نرخ تولد و نرخ مرگ و میر ( $b + d$ ) بر اساس تعبیر رایدر (۱۹۷۵)، متابولیسم جمعیت را نشان می‌دهد که شاخصی از وقایع حیاتی رخ داده به ازای هر فرد در یک جمعیت است (Carey, 1993).



شکل ۳- توزیع سن - مرحله زندگی پایدار مراحل مختلف زندگی سن شکارگر *Nabis pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز (a)، تخم بید آرد (b) و رژیم غذایی مخلوط (c).

**Fig. 3.** Stable age-stage-distribution (SASD) of different life stages of *Nabis pseudoferus* fed by cotton aphids (a), flour moth eggs (b) and mixed diet of cotton aphids + flour moth eggs (c)

پراسنجه‌های جدول زندگی سن شکارگر *Nabis pseudoferus*

پراسنجه‌های اصلی جدول زندگی سن *N. pseudoferus* شامل نرخ سرشتی افزایش جمعیت ( $r$ )، نرخ سره زادآوری ( $R_0$ )، نرخ ناسره زادآوری ( $GRR$ )، نرخ کرانمند افزایش جمعیت ( $\lambda$ ) و متوسط درازای زندگانی ( $T$ ) هستند که مقادیر مربوطه در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج نشان داد نرخ سرشتی افزایش جمعیت با تغذیه از شته جالیز، تخم بید آرد و مخلوط شته جالیز و تخم بید آرد به ترتیب برابر  $0/033$ ،  $0/043$  و  $0/062$  بر روز می‌باشد که از نظر آماری به صورت دو به دو تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان می‌دهند ( $Aphis gossypii + Ephestia$  eggs vs.  $Aphis gossypii$  eggs,  $P = 0.0004$ )، ( $Ephestia$  eggs vs.  $Ephestia$  eggs,  $P < 0.0001$ ). در حالی که تغذیه سن شکارگر از رژیم غذایی شته جالیز در مقابل تغذیه از تخم شب پره آرد تفاوت معنی‌داری در نرخ سرشتی افزایش طبیعی ایجاد نکرد ( $Aphis gossypii$  vs  $Ephestia$  eggs,  $P = 0.061$ ) (جدول ۷).

جدول ۷- پراسنجه‌های جدول زندگی ( $\pm$  خطای استاندارد) سن *Nabis pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز، تخم بید آرد و مخلوط شته جالیز همراه تخم بید آرد.

**Table 7.** Life table parameters ( $\pm$  Standard error) of *Nabis pseudoferus* fed by *Aphis gossypii*, *Ephestia kuehniella* eggs and mixed diet of *Aphis gossypii* + *Ephestia kuehniella* eggs

Parameter	<i>Ephestia kuehniella</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Ephestia kuehniella</i> + <i>Aphis gossypii</i>
$r$ (day <sup>-1</sup> )	0.0043 $\pm$ 0.003 <sup>b</sup>	0.033 $\pm$ 0.003 <sup>b</sup>	0.062 $\pm$ 0.002 <sup>a</sup>
$R_0$ (offspring)	12.685 $\pm$ 2.721 <sup>b</sup>	9.398 $\pm$ 2.2024 <sup>b</sup>	33.308 $\pm$ 4.745 <sup>a</sup>
$GRR$ (offspring)	35.17 $\pm$ 6.947 <sup>b</sup>	68.7 $\pm$ 9.776 <sup>a</sup>	90.14 $\pm$ 10.428 <sup>a</sup>
$\lambda$ (day <sup>-1</sup> )	1.044 $\pm$ 0.004 <sup>b</sup>	1.034 $\pm$ 0.003 <sup>b</sup>	1.064 $\pm$ 0.002 <sup>a</sup>
$T$ (day)	58.134 $\pm$ 0.92 <sup>b</sup>	66.37 $\pm$ 0.845 <sup>c</sup>	55.546 $\pm$ 0.614 <sup>a</sup>
$F$ (number)	44.82 $\pm$ 7.85 <sup>b</sup>	46.46 $\pm$ 7.26 <sup>b</sup>	101.4 $\pm$ 7.5 <sup>a</sup>

حروف متفاوت در هر ردیف نشانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین پراسنجه‌های جدول زندگی در سطح احتمال ۵ درصد است.

Different lower-case letters in each row indicate significant differences among means of life table parameters,  $P < 0.05$ .

نرخ سرشتی افزایش جمعیت، بیشترین میزان افزایش جمعیت در شرایط فیزیکی و زیستی مشخص می‌باشد و بیانگر مجموع اثرات هر رژیم غذایی روی زنده‌مانی، رشد و نمو و قدرت زادآوری جمعیت (شکارگر) می‌باشد (Tsai & Wang, 1999; Southwood & Henderson, 2000). به علاوه، این پراسنجه بیانگر اختلاف نرخ سرشتی تولد و مرگ در یک جمعیت دارای توزیع سنی پایدار است (Carey, 1993). نرخ سرشتی افزایش و نرخ کرانمند افزایش جمعیت مهم‌ترین پراسنجه‌های مورد استفاده برای مقایسه جمعیت‌های مختلف با توزیع سنی پایدار هستند (Huang & Chi, 2011). این پراسنجه، یکی از ملاک‌های به کار رفته در انتخاب عوامل زنده بیولوژیک (به ویژه انگل‌واره‌ها) برای محدود کردن جمعیت آفات است و انتظار می‌رود، عواملی که نرخ‌های نزدیک یا بیشتر از طعمه مورد نظر دارند، موفقیت بیشتری در مهار آفت داشته باشند (Mohajeri Parizi et al., 2012). البته در مورد شکارگرها به دلیل عدم وجود رابطه خطی بین تعداد طعمه‌های خورده شده و تعداد تخم‌های گذاشته شده نمی‌توان صرفاً با استناد به نرخ‌های متناظر سرشتی افزایش طبیعی شکارگر و شکار در خصوص توان شکارگری آن نظر داد. مقادیر به دست آمده برای نرخ سرشتی افزایش جمعیت در این مطالعه، می‌تواند ناشی از بیشتر بودن نرخ سرشتی تولد و کمتر بودن نرخ سرشتی مرگ شکارگر در صورت تغذیه از رژیم مخلوط شته جالیز و تخم بید آرد در مقایسه با دو رژیم دیگر باشد. در حقیقت، بیشتر بودن مقدار نرخ سرشتی افزایش جمعیت شکارگر روی

یک رژیم غذایی دلایل متفاوتی از جمله زنده‌مانی بیشتر مراحل قبل از بلوغ شکارگر، زادآوری بالاتر و کوتاه بودن دوره رشد و نمو در صورت تغذیه از آن رژیم غذایی دارد. البته، طولانی‌تر بودن دوره تخم‌ریزی و میزان زادآوری سن شکارگر *N. pseudoferus* در طول دوره زندگی با تغذیه از رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم بید آرد می‌تواند بخشی از بالا بودن نرخ سرشتی افزایش جمعیت سن شکارگر را توجیه کند.

نرخ کرانمند افزایش جمعیت ( $\lambda$ ) بیانگر آن است که جمعیت شکارگر در هر رژیم غذایی در واحد زمان (در اینجا روزانه) با چه نرخی افزایش می‌یابد. برای مثال، می‌توان پیش‌بینی نمود جمعیت دارای توزیع سنی پایدار سن شکارگر *N. pseudoferus* با تغذیه از رژیم غذایی مخلوط به اندازه  $1/0.64$  برابر روز قبلی رشد می‌نماید. به عبارت دیگر، در صورتی که جمعیت به توزیع سنی پایدار نزدیک شود با نرخ  $e^r$  در واحد زمان (در اینجا روز) افزایش خواهد یافت که برابر با نرخ کرانمند افزایش است.

نرخ سره زادآوری ( $R_0$ ) برابر با میانگین کل نتاجی است که یک فرد معمولی می‌تواند در طول دوره زندگی تولید نماید. این نرخ با تغذیه از هر کدام از رژیم‌های شته جالیز و تخم شب پره بید آرد در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت، در حالی که رژیم مخلوط این دو سبب افزایش معنی‌دار این پراسنجه شد که این موضوع هم می‌تواند تأکیدی بر افزایش کیفیت رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم شب پره بید آرد نسبت به هریک به تنهایی باشد. در واقع این پراسنجه بیانگر آن است که پس از گذشت یک نسل جمعیت سن شکارگر با تغذیه از شته جالیز، تخم شب پره آرد و رژیم مخلوط این دو به ترتیب ۹/۳۹۸، ۱۲/۶۸۵ و ۳۳/۳۰۸ برابر می‌شود. اثر رژیم‌های غذایی مورد اشاره بر متوسط درازای زندگانی ( $T$ ) سن *N. pseudoferus* نیز معنی‌دار بود، به این ترتیب که کوتاه‌ترین طول این دوره مربوط به سن‌های تغذیه شده با رژیم مخلوط شته جالیز و تخم شب پره بید آرد می‌شود. این پراسنجه، مدت زمانی است که موجود زنده نیاز دارد تا جمعیت دارای پراکنش سنی پایدار به اندازه نرخ سره تولید مثل تکثیر شود.

مطالعات اندکی در خصوص جدول زندگی سن‌های شکارگر *Nabis* صورت گرفته است. در بررسی جدول زندگی سن *N. pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی  $10 \pm 60\%$  درصد، مقدار نرخ سرشتی افزایش جمعیت را  $0.002 \pm 0.06$  بر روز تخمین زده شد (Mahdavi & Madadi, 2015)، که با نرخ سرشتی افزایش طبیعی سن‌هایی که با رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم بید آرد تغذیه شده بودند تفاوت چندانی ندارد هرچند، با نرخ سرشتی افزایش جمعیت سن‌های تغذیه شده با شته جالیز به تنهایی دارای تفاوت قابل ملاحظه‌ای می‌باشد. دلیل این تفاوت ممکن است به علت متفاوت بودن میزان گیاهی مورد استفاده در آزمایش برای پرورش شته جالیز و تغییر کیفیت طعمه باشد. به علاوه مشخص شد که سابقه تغذیه سن شکارگر در دو تحقیق نیز متفاوت بود (Mahdavi & Madadi, 2015).

در بررسی پراسنجه‌های زیستی سن *N. pseudoferus* با تغذیه از شب پره برگ‌خوار *Spodoptera littoralis* (Boisduval) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی  $60 \pm 60\%$  درصد، مقدار نرخ سرشتی افزایش جمعیت سن شکارگر *N. pseudoferus* را برابر با  $0.079$  بر روز برآورد کردند (Efe et al., 2013). این عدد نیز با مقدار به‌دست آمده در پژوهش حاضر، با استفاده از رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم بید آرد تا حدودی نزدیک است، ولی با مقادیر این پراسنجه ضمن تغذیه از دو رژیم دیگر دارای تفاوت قابل توجهی می‌باشد و با توجه به این اختلاف می‌توان بیان داشت که رژیم‌های غذایی شته جالیز و تخم شب پره بید آرد هر کدام به تنهایی از ارزش غذایی کمتری برای این شکارگر برخوردار هستند.

در بررسی جدول زندگی سن *N. pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز، مقادیر نرخ سره زادآوری، متوسط درازای زندگانی و نرخ کرانمند افزایش جمعیت را به ترتیب  $1/99 \pm 16/39$  تخم،  $43/97 \pm 0/31$  روز و

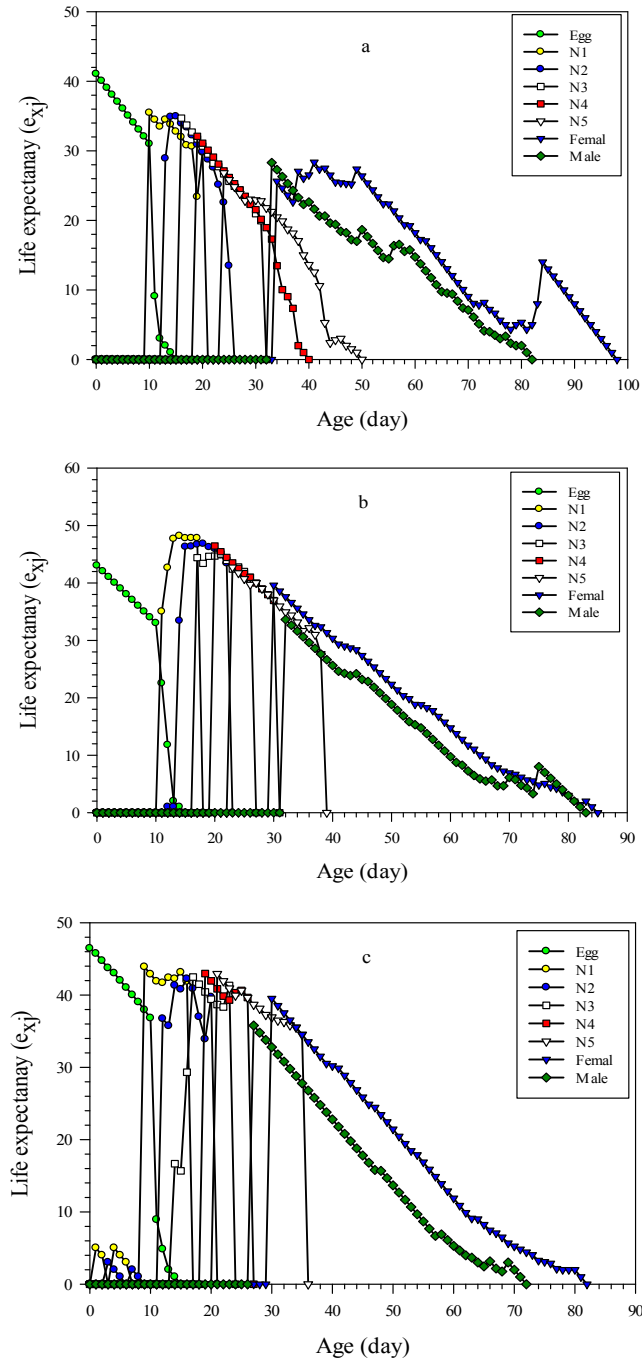


زادآوری، متوسط درازای زندگانی و نرخ کرانمند افزایش جمعیت به ترتیب ۳۱ تخم، ۴۳/۲۴۶ روز و ۱/۰۸۳ بر روز بدست آمد (Efe *et al.*, 2013).

با توجه به پراسنجه‌های جدول زندگی سن شکارگر با تغذیه از هر سه رژیم غذایی می‌توان بیان داشت رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم شب‌پره بیدآرد از نظر کیفی برای این حشره مطلوب بوده و این دو ماده غذایی مکمل یکدیگر برای سن شکارگر *N. pseudoferus* می‌باشند. در واقع در این صورت قطعاً مصرف شته جالیز نیز کاهش یافته و این موضوع به بهبود پرورش این شکارگر در شرایط آزمایشگاهی کمک می‌نماید.

امید زندگی سن *N. pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز، تخم شب‌پره آرد و رژیم مخلوط در شکل ۴ ارائه شده است. شکل ۴ نشان می‌دهد، مرحله تخم در روز اول بیشترین مقدار امید زندگی را داراست و با گذشت زمان امید زندگی کاهش یافته و در نهایت به صفر می‌رسد. مقدار عددی امید زندگی برای یک تخم تازه گذاشته شده برابر با مقدار نرخ متناهی افزایش جمعیت ( $\lambda$ ) است و هرچه تخم‌ها به زمان تفریح نزدیک می‌شوند، امید زندگی کاهش پیدا می‌کند. سپس با ورود به دیگر مراحل زندگی، ابتدا امید زندگی صفر و تا حدی روند افزایشی دارد و با گذشت زمان و نزدیک شدن به زمان ورود به مرحله بعدی یا زمان مرگ، دوباره روند کاهشی پیدا کرده و به صفر رسید. البته این مسأله می‌تواند به این دلیل باشد که تحقیق در شرایط آزمایشگاهی و بدون دخالت اثرات محیط طبیعی مزرعه انجام شده است (Chi & Su, 2006; Wang *et al.*, 2016).

بیشترین امید زندگی در بین مراحل پورگی با تغذیه از شته جالیز، تخم شب‌پره آرد و رژیم غذایی مخلوط این دو به ترتیب مربوط به پوره سن اول است که برابر با ۳۵/۷۱۴ در روز ۱۰ ام، ۴۸/۶۵۷ در روز ۱۳ ام و ۴۳/۶ در روز ۱۴ ام است.



شکل ۴- امید به زندگی مراحل مختلف زندگی سن شکارگر *Nabis pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز (a)، تخم بید آرد (b) و رژیم غذایی مخلوط (c).

**Fig. 4.** Age-stage-specific life expectancy ( $e_{xj}$ ) of *Nabis pseudoferus* fed by cotton aphids (a), flour moth eggs (b) and mixed diet of cotton aphids + flour moth egg

به‌طور کلی امید زندگی با تغذیه از رژیم های مختلف با افزایش سن کاهش می‌یابد. به همین دلیل با مشاهده نمودارهای امید زندگی می‌توان بیان داشت که حشرات بالغ بین مراحل زندگی کمترین امید به زندگی را دارند. در نهایت آخرین پراسنجه مهم مستخرج از جدول زندگی ارزش زادآوری است. ارزش زادآوری در واقع سهم فرد با سن  $x$  و مرحله زندگی زدر جمعیت آینده است (Huang & Chi, 2011; Tuan *et al.*, 2014). ارزش زادآوری سن *N. pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز، تخم بید آرد و مخلوط این دو در شکل ۵ نشان داده شده است. بر این اساس، بیشترین مقدار ارزش زادآوری با تغذیه از شته جالیز در روز ۵۴ ام برابر با ۴۹/۱، با تغذیه از تخم شب پره بید آرد به مقدار ۲۸/۶۴ در روز ۴۷ ام از زندگی و با تغذیه از رژیم مخلوط این دو طعمه مجدداً در روز ۴۷ ام برابر با ۵۴/۴۶ بود.

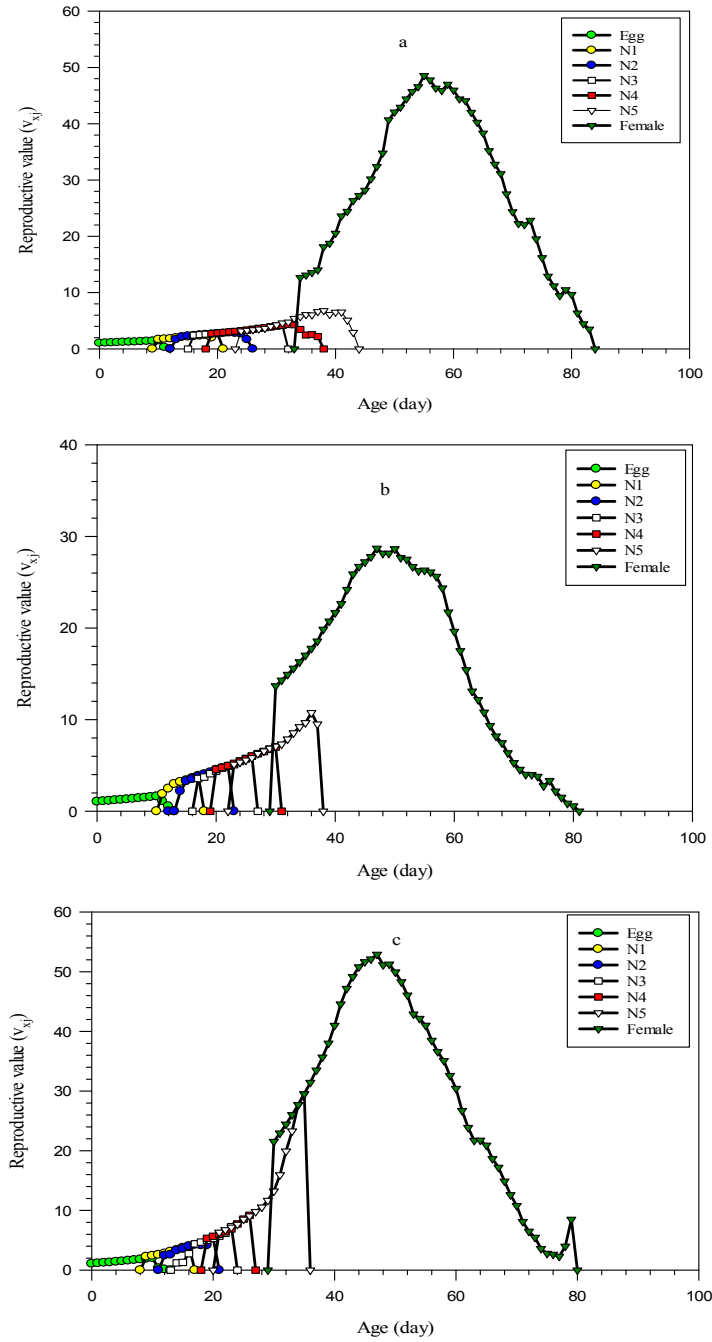
به طور کلی ارزش زادآوری در ابتدای زندگی کم و با گذشت زمان روند افزایشی پیدا می‌کند به طوری که، برای یک فرد تازه متولد شده، برابر با نرخ کرانمند افزایش جمعیت است و این مسئله در پژوهش برای هر سه رژیم غذایی کاملاً مشهود است.

همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود حشرات ماده به دلیل تخم‌گذاری دارای ارزش زادآوری بالاتری نسبت به سایر مراحل زیستی می‌باشند. از سوی دیگر، هرچه میزان ارزش زادآوری بالاتر باشد نشان دهنده مناسب بودن تغذیه شکارگر برای تخم‌ریزی است. در این پژوهش همان‌طور که مشاهده می‌شود ارزش زادآوری ماده‌های تغذیه شده با شته جالیز بیشترین مقدار را داشت، که با سن‌های ماده تغذیه شده با رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم شب پره بید آرد تفاوت اندکی دارد. کمترین میزان ارزش زادآوری نیز مربوط به ماده‌های تغذیه شده با تخم شب پره آرد است، که نشان از پایین‌تر بودن کیفیت این رژیم غذایی برای تولیدمثل شکارگر می‌باشد. این مساله در مقدار زادآوری سن شکارگر با استفاده از هر سه نوع رژیم غذایی نیز قابل اشاره است.

جدول ۸- میانگین  $\pm$  خطای استاندارد تعداد شته جالیز شکار شده توسط مراحل مختلف زندگی سن *Nabis pseudoferus*

**Table 8.** Mean  $\pm$  standard error of cotton aphids killed by different life stages of *Nabis pseudoferus* on two diets.

Life stage	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Aphis gossypii</i> + <i>Ephestia kuehniella</i> eggs
First instar nymph	41.56 $\pm$ 6.89	34.2 $\pm$ 1.66
Second instar nymph	52.22 $\pm$ 5.14	46.89 $\pm$ 4.41
Third instar nymph	75.22 $\pm$ 6.63	112.74 $\pm$ 7.71
Fourth instar nymph	124.94 $\pm$ 10.12	146 $\pm$ 8.36
Fifth instar nymph	674.92 $\pm$ 330.41	270.53 $\pm$ 11.47
Adults	973.67 $\pm$ 168.32	1765.45 $\pm$ 100.4



شکل ۵- ارزش زادآوری سن *N. pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز (a)، تخم بید آرد (b) و رژیم مخلوط شته جالیز و تخم بید آرد (c).

**Fig. 5.** Reproductive value ( $V_{xj}$ ) of *Nabis pseudoferus* fed by cotton aphids *Aphis gossypii* (a), flour moth eggs (b) and mixed diet of cotton aphids + flour moth eggs (c)

### نرخ مصرف سن شکارگر *N. pseudoferus*

اگرچه جدول زندگی اطلاعات مفیدی در خصوص زنده‌مانی، زادآوری و رشد جمعیت موجودات مختلف ارائه می‌کند، اما برای درک جایگاه یک عامل بیولوژیک در کنترل آفت علاوه بر جدول زندگی شکارگر و طعمه، نیاز به جمع‌آوری داده‌هایی در مورد نرخ شکارگری و نیز ایجاد ارتباط بین نرخ مصرف و جدول زندگی شکارگر است. نرخ شکارگری مراحل مختلف زندگی سن شکارگر *N. pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز و رژیم مخلوط شته جالیز و تخم شب‌پره بید آرد در جدول ۸ ارائه شده است. بر این اساس، تعداد شته خورده شده توسط سن *N. pseudoferus* با تغذیه از هر دو رژیم غذایی با افزایش سن افزایش پیدا می‌کند. تعداد شته خورده شده توسط حشرات بالغ در رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم شب‌پره بید آرد ۱۷۶۵ عدد است که بیشتر از نرخ تغذیه حشرات بالغ با رژیم غذایی شته جالیز به تنهایی (۹۷۳/۶۷) است.

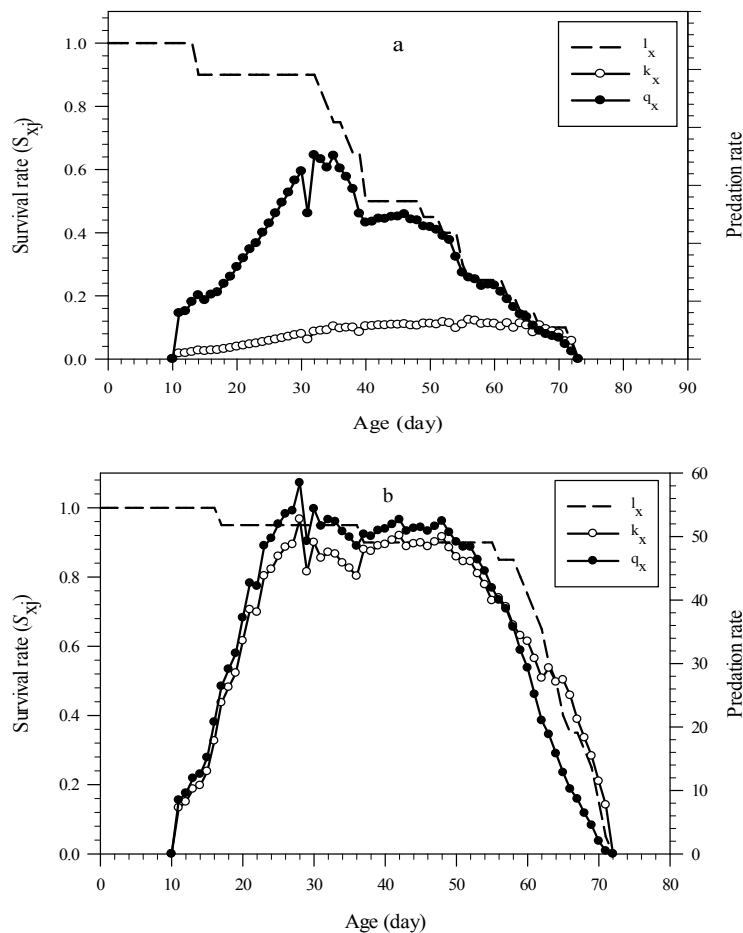
در مورد شکارگرها انتظار می‌رود حضور توأم دو نوع طعمه باعث کاهش فشار شکارگری روی طعمه اصلی شود، اما در این پژوهش در مراحل پورگی سوم و چهارم خلاف این پیش بینی اتفاق افتاد و تعداد شته‌های خورده شده در رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و شب‌پره آرد نسبت به رژیم شته جالیز به تنهایی بیشتر بود. در مورد حشرات بالغ شاید دلیل این مسئله را بتوان به طولانی‌تر بودن دوره زندگی حشرات بالغ با تغذیه از رژیم غذایی مخلوط مرتبط دانست (جدول ۸).

نرخ سره شکارگری (Co) این شکارگر در صورت تغذیه از رژیم غذایی بر پایه شته جالیز و رژیم مخلوط شته جالیز و تخم شب‌پره آرد به ترتیب  $276/77 \pm 1347/95$  و  $145/54 \pm 2259/62$  عدد شته بود. همچنین، نرخ تبدیل جمعیت شکار به نتاج شکارگر (Qp) با تغذیه از شته جالیز به تنهایی و رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و پروانه بید آرد به ترتیب ۱۴۳ و ۶۸ عدد محاسبه شد، یعنی شکارگر با تغذیه از شته جالیز به تنهایی به ازای مصرف هر ۱۴۳ عدد شته و در رژیم غذایی مخلوط به ازای مصرف هر ۶۸ شته یک تخم می‌گذارد. مقدار Qp تخمین جمعیت‌نگاری برای رابطه بین نرخ زادآوری و نرخ شکارگری شکارگر می‌باشد. این نتیجه نیز تأکیدی بر مناسب بودن رژیم غذایی مخلوط شته جالیز و تخم بید آرد دارد، در حقیقت درست است که مخلوط کردن تخم شب‌پره آرد به عنوان طعمه آزمایشگاهی سبب کاهش مصرف طعمه اصلی نشده است اما قطعاً سبب افزایش تولید مثل سن شکارگر و افزایش راندمان پرورش می‌شود. شاید در وهله اول این گونه به نظر برسد شکارگرانی که دارای نرخ سرشتی افزایش طبیعی بیشتری هستند لزوماً کارایی بیشتری در کنترل جمعیت آفت هدف دارند، در حالی که ممکن است همان شکارگر دارای نرخ مصرف سره کمتری باشد و بالعکس. از این رو مطالعه و برآورد نرخ مصرف به ویژه در مورد شکارگران از اهمیت بیشتری برخوردار است.

در بررسی دیگری، نتایج نرخ کل شکارگری سن شکارگر *N. pseudoferus* در مراحل پورگی سن سوم تا پنجم و حشره بالغ نر و ماده با هم با تغذیه از تخم شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی به ترتیب  $1 \pm 117/95$ ،  $3/7 \pm 221/6$ ،  $3/5 \pm 381/3$ ،  $15/9 \pm 982/75$  و  $58/5 \pm 2510/45$ ، با لارو سن اول مینوز گوجه‌فرنگی،  $1 \pm 37/85$ ،  $1/5 \pm 117/05$ ،  $1/7 \pm 304/85$ ،  $13/45 \pm 749/05$  و  $49/8 \pm 2217/9$ ، با تغذیه از لارو سن چهارم شب‌پره مینوز گوجه‌فرنگی به ترتیب  $0/3 \pm 2/9$ ،  $0/2 \pm 3/85$ ،  $0/2 \pm 7/25$ ،  $0/3 \pm 34/75$  و  $3/8 \pm 84/7$  در نهایت با تغذیه از شته جالیز،  $0/6 \pm 66/1$ ،  $0/8 \pm 106/55$ ،  $0/6 \pm 214/5$ ،  $19/7 \pm 745/55$  و  $84/8 \pm 2481/9$  برآورد شد (Mahdavi et al., 2020). این تفاوت‌ها را می‌توان به تفاوت در نوع، کیفیت و ارزش غذایی و در نهایت اندازه طعمه نسبت داد. علاوه بر آن دسترسی آسان به طعمه و ارزش غذایی بالاتر از جمله مهم‌ترین عواملی هستند که سبب ترجیح یک نوع طعمه و افزایش نرخ مصرف شکارگر می‌شود. برای مثال مشخص شد که در آزمایشات

انتخابی، سن شکارگر *N. pseudoferus* شته جالیز را نسبت به لارو سن اول شب پره مینوز گوجه فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick) ترجیح می‌دهد (Mahdavi & Madadi, 2017) که سهولت دسترسی به طعمه یکی از دلایل این موضوع است.

نرخ شکارگری ویژه سن-مرحله سن *N. pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز در شکل ۶ نشان می‌دهد که بیشترین نرخ شکارگری مربوط به ماده‌ها با تعداد ۶۰ عدد شته در روز ۵۱ ام از زندگی شکارگر بوده است. اوج شکارگری نرها نیز در روز ۳۷ ام با تعداد ۴۸/۰۳۴ شته است. همچنین، همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشترین میزان شکارگری در حشرات ماده بالغ به میزان ۶۴ عدد پوره سن سوم شته جالیز در روز ۲۸ ام است و حشرات بالغ نر در روز ۲۸ ام از ۶۲ پوره سن سوم شته جالیز تغذیه کردند که اوج شکارگری آنها در طی مرحله بلوغ بود.



شکل ۶- نرخ زنده‌مانی ویژه سن ( $l_x$ ), نرخ شکارگری ( $k_x$ ) و نرخ سره شکارگری ویژه سنی ( $q_x$ )

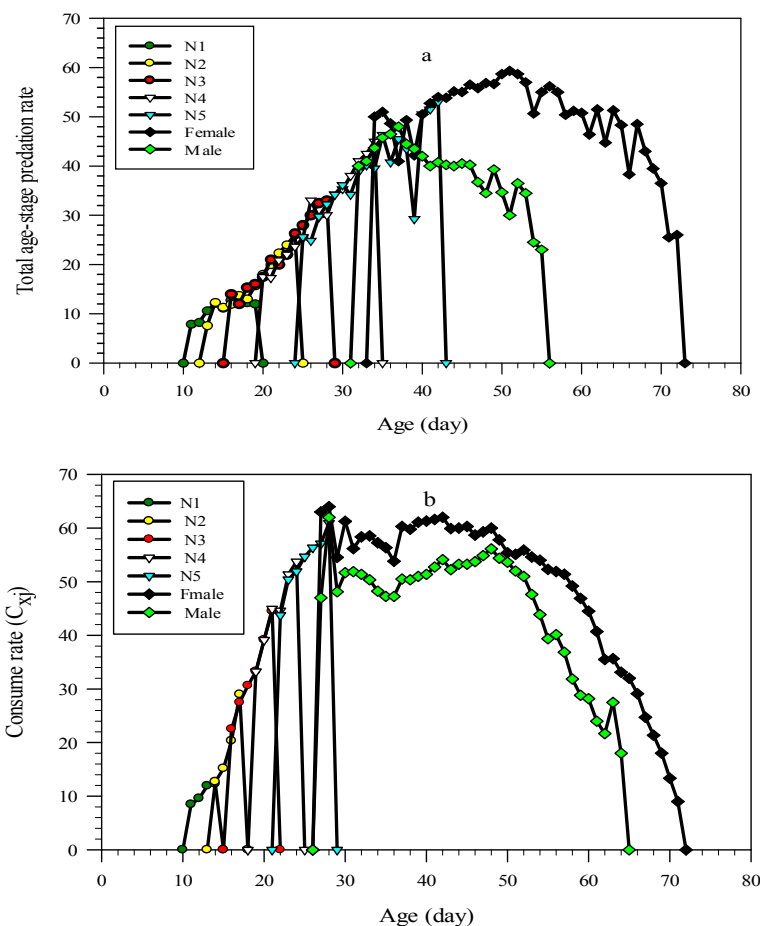
*Nabis pseudoferus* با تغذیه از شته جالیز (a) *Aphis gossypii* و رژیم غذایی مخلوط شته و تخم بید آرد (b).

**Fig. 6.** Age-specific survival rate ( $l_x$ ), predation rate ( $k_x$ ), and age-specific net predation rate ( $q_x$ ) of *Nabis pseudoferus* on cotton aphids, *Aphis gossypii* (a) and mixed diet of cotton aphids + flour moth eggs (b).

نرخ شکارگری ویژه سنی ( $k_x$ ) به معنی تعداد شته‌های خورده شده توسط سن شکارگر در سن  $x$  می‌باشد. با در نظر گرفتن نرخ زنده‌مانی، پراسنجه جدیدی به نام نرخ سره شکارگری ویژه سن ( $q_x$ ) تعریف می‌شود که

تعداد طعمه خورده شده توسط شکارگر در سن  $x$  را نشان می‌دهد. سطح زیر منحنی ( $q_x$ ) برای حشرات ماده شکارگر برابر با ۱۰۶۶/۳۸ و برای حشرات نر ۷۸۸/۲۵ پوره سن سوم شته جالیز و در صورت تغذیه از رژیم غذایی مخلوط سطح زیر منحنی ( $q_x$ ) برای حشرات ماده برابر ۱۹۱۷/۱۸ و برای حشرات نر ۱۵۵۶/۸۱ پوره سن سوم شته جالیز برآورد شد (شکل ۷).

یکی از مهم‌ترین پراسنجه‌های مؤثر در انتخاب یک شکارگر به عنوان عامل مهار زیستی موثر، نرخ شکارگری است. در خصوص محاسبه نرخ شکارگری سن‌های شکارگر جنس *Nabis* و به ویژه گونه *N. pseudoferus* مطالعات زیادی انجام نشده است. به طور کلی نتایج نشان می‌دهد نرخ مصرف طعمه ماده‌ها با تغذیه از رژیم‌های غذایی مختلف بیشتر از نرها بوده است. با توجه به این‌که تولید مثل بر عهده ماده‌ها می‌باشد و در نتیجه نیازمند صرف انرژی بیشتری برای تکامل تخمک‌ها هستند نرخ شکارگری ماده‌ها بیشتر از نرها است تا انرژی از دست رفته جایگزین شود. همچنین طولانی‌تر بودن دوره زندگی ماده‌ها ( $31/47 \pm 0/9$  روز) باشد. این مسئله در حالت تغذیه سن شکارگر *N. pseudoferus* از تخم، لاروهای سنین اول و چهارم شب پره مینوز گوجه فرنگی نیز گزارش شده است (Mahdavi *et al.*, 2020)



شکل ۷- نرخ شکارگری کل ویژه مرحله زندگی مراحل مختلف *Nabis pseudoferus* با تغذیه از رژیم غذایی شته جالیز (a) و رژیم مخلوط شته جالیز *Aphis gossypii* و تخم بید آرد (b)

**Fig. 7.** The total age-stage predation rates of different stages of *Nabis pseudoferus* fed by cotton aphids, *Aphis gossypii* (a) and mixed diet of cotton aphids + flour moth eggs (b).

#### ذخیره سازی تخم‌های سن شکارگر

انبارش سرد و ذخیره‌سازی مراحل مختلف زندگی دشمنان طبیعی یکی دیگر از ویژگی‌های آنان برای انتخاب به عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک موثر است. سرماتابی (Cold hardiness) به صورت ظرفیت یک موجود زنده برای زنده‌مانی در شرایط که در معرض سرما باشد تعریف می‌شود (Andreadis & Athanassiou, 2017). بر این اساس، به منظور بررسی قابلیت ذخیره‌سازی تخم‌های سن شکارگر *N. pseudoferus* در دمای ۵ درجه سلسیوس در دوره‌های مختلف ۷، ۱۴ و ۲۱ روزه قرار داده شد. برای این منظور، تخم‌ها پس از گذاشته شدن، بلافاصله به یخچال منتقل نمی‌شوند، زیرا در این صورت هیچ‌یک تفریح نخواهند شد. نتایج به دست آمده، نشان داد، درصد تفریح تخم‌ها در طی دوره‌های مختلف برای سن شکارگر *N. pseudoferus* در دمای ۵ درجه سلسیوس به مدت ۷، ۱۴ و ۲۱ روز به ترتیب برابر با ۷۲/۲۳، ۶۹/۲۳ و ۶۹/۲۳ درصد است، که تفاوت قابل ملاحظه‌ای با



هم ندارند. این در حالی است که درصد تفریخ تخم‌های نگه داشته شده در دمای بهینه اندکی بیشتر از ۸۰ درصد می‌باشد.

در مطالعه انجام شده در مورد نگه‌داری سن‌های *Andrallus spinidens* (F.) در دماهای ۴، ۸، ۱۲، ۱۶، ۱۸ و ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۲، ۶، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ روز، درصد تفریخ تخم‌ها در دمای ۸ درجه سلسیوس به مدت ۲ روز  $۳/۳ \pm ۰/۴۷$ ، در دمای ۱۲ درجه سلسیوس به مدت ۲ روز  $۳۶/۶ \pm ۵/۱$ ، در دمای ۱۲ درجه سلسیوس به مدت ۶ روز  $۲۶/۶ \pm ۶/۲$ ، در دمای ۱۲ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ روز  $۱۵/۸ \pm ۷/۷$ ، در دمای ۱۶ درجه سلسیوس به مدت ۲ روز  $۶۸/۳ \pm ۶/۲$ ، در دمای ۱۶ درجه سلسیوس به مدت ۶ روز  $۴۶/۶ \pm ۵/۱$ ، در دمای ۱۶ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ روز  $۲۹/۱ \pm ۹/۶$  و در دمای ۱۶ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ روز  $۲۵/۸ \pm ۷/۷$  به دست آمد، در حالی که درصد تفریخ در شاهد (دمای ۲۵ درجه سلسیوس) برابر با  $۳/۸ \pm ۸/۷$  درصد بود که نشان می‌داد زنده‌مانی تخم‌ها در دماها و دوره‌های مختلف به استثنای دمای ۱۶ درجه سلسیوس به مدت دو روز قابل ملاحظه نیست و نمی‌توان این دشمن طبیعی را مقاوم به سرما دانست (Ebadi & Ghaninia, 2003).

در پژوهش Coudron *et al.* (2007) روی سن شکارگر *Podisus maculaventrtris* در دو دمای ۴ و ۱۰ درجه سلسیوس با تغذیه از رژیم غذایی طبیعی (شب پره کلم، *Trichoplusia ni* Hubner) و مصنوعی، نتایج نشان داده بود که زنده‌مانی تخم‌های سن مورد نظر در دمای ۱۰ درجه سلسیوس با تغذیه از مخلوط رژیم غذایی طبیعی و مصنوعی نتیجه بهتری نسبت به زنده‌مانی تخم‌ها در دمای ۴ درجه سلسیوس با تغذیه از رژیم غذایی طبیعی داشت. این موضوع نشان می‌دهد که مناسب بودن رژیم غذایی برای تغذیه شکارگران می‌تواند در ایجاد تحمل بیشتر شکارگر نسبت به سرما تاثیر داشته باشد.

با توجه به نتایج حاصله از مطالعه صورت گرفته می‌توان بیان داشت که تخم‌های سن شکارگر که از رژیم غذایی مخلوط شته‌جالیز و تخم شب‌پره بید آرد تغذیه کرده بودند، در صورتی که در مراحل انتهایی دوره جنینی به یخچال منتقل شوند، به مدت ۳ هفته قابلیت نگه‌داری در دمای یخچال با تلفات قابل قبول را دارند. البته باید زنده‌مانی در طول دوره‌های مختلف و همچنین میزان زادآوری آن‌ها پس از انبارش سرد در تحقیقات تکمیلی بررسی شود تا بهتر بتوان در این مورد اظهار نظر کرد.

## سپاسگزاری

این پژوهش در قالب پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول با استفاده از حمایت‌های مالی دانشگاه بوعلی سینا انجام شده است، که بدینوسیله سپاسگزاری می‌شود.

## References

- Andreadis, S. S. & Athanassiou, C. G. (2017) A review of insect cold hardiness and its potential in stored product insect control. *Crop Protection* 91, 93-99.
- Bellows T. S. & Fisher, T. W. (1999) *Handbook of Biological Control. Principles and Applications of Biological Control*. 1<sup>st</sup> ed. 1046 pp. Academic Press.
- Braman S. K. & Yeargan, K. V. (1988) Comparison of developmental and reproductive rates of *Nabis americanoferus*, *N. roseipennis*, and *N. rufusculus* (Hemiptera: Nabisidae). *Annals of Entomological Society of America* 81, 923-930.

- Carey, J. R.** (1993) *Applied demography for biologists with special emphasis on insects*. 1<sup>st</sup> ed. 224 pp. Oxford University Press, Inc.
- Chi, H. & 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.** (1988) Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environmental Entomology* 17, 26-34.
- Chi, H. & Su, H.** (2006) Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate. *Environmental Entomology* 35, 10-21.
- Chi, H.** (2021) TWSEX-MSChart: a computer program for the agestage, two-sex life table analysis. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan. Available from: <http://140.120.197.173/Ecology/Download/Twosex-MSChart.zip> (accessed 30 May 2021).
- Chi, H., You, M., Smith, C. L., Kavousi, A., Özgökçe, M. S., Güncan, A., Tuan, S. J., Fu, J. W., Xu, Y. Y., Zheng, F. Q., Ye, B. H., Chu, D., Yu, Y., Gharekhani, G., Saska, P., Gotoh, T., Schneider, M. I., Bussaman, P., Gökçe, A., Liu, T. X.** (2020) Age-Stage, two-sex life table: an introduction to theory, data analysis, and application. *Entomologia Generalis* 40, 103-124.
- Coudron, T. A., Ellersieck, M. R. & Shelby, K. S.** (2007) Influence of diet on long-term cold storage of the predator *Podisus maculiventris* (Say) (Heteroptera: Pentatomidae). *Biological Control*. 42, 186-195.
- Ebadi, R. & Ghaninia, M.** (2003) A Study of mass rearing feasibility and egg storage of a predatory bug, *Andrallus spinidens* (F.) (Hem.: Pentatomidae) under laboratory conditions. *Iranian Journal of Agricultural Science* 34, 127-147.
- Efe, D., & Karaca, I.** (2013) Life table of *Nabis pseudoferus* Reman. (Hemiptera: Nabidae) feeding on *Spodoptera littoralis* Boisid (Lepidoptera: Noctuidae) under laboratory conditions. *Fresenius Environmental Bulletin* 22, 2925-2928.
- Fathipour, Y. & Jafari A.** (2008) Biology of *Nabis capsiformis* (Het., Nabidae) Preying upon *Creontiades pallidus* (Het., Miridae) in Laboratory Conditions. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 12, 157-166.
- Fedorov, L. A. & Yablokov, A.** (2004) Pesticides – *The Chemical weapon that kills life (The USSR'S tragic experience)*. Coronet Books Inc.
- Flint, M. L. & Dreistadt, S. H.** (1998) *Natural enemies handbook, the illustrated guide to biological pest control*. University of California Press edition.
- Kalushkov, P. & Hodek, I.** (2001) New essential aphid prey for *Anatis ocellata* and *Calvia quatuordecimguttata* (Coleoptera: Coccinellidae) *Biocontrol Science and Technology* 11, 35–39.

- Huang, Y. B. & Chi, H.** (2011) The age-stage, two-sex life table with an offspring sex ratio dependent on female age. *Journal of Agriculture and Forestry* 60, 337-345.
- Kavousi, A., Chi, H., Talebi, K., Bandani, A., Ashouri, A. & Hosseininaveh, V.** (2009) Demographic traits of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on leaf discs and whole leaves. *Journal of Economic Entomology* 102, 595-601.
- Linnavuori, R. E. & Modarres, M.** (1998) Studies on the Heteroptera of the Khorasan province in N.E. IRAN. I. Nepomorpha, Gerromorpha, Leptopodomorpha, Cimicomorpha (Nabidae, Anthocoridae), and Pentatomomorpha (Coreoidea). *Entomologica Fennica* 9, 237- 241.
- Lins, J. C., Bueno, V. H. P., Sidney, L. A., Silva, D. B., Sampaio, M. V., Pereira, J. M., Nomelini, Q. S. S. & Lenteren, J. C. V.** (2013) Cold storage affects mortality, body mass, lifespan, reproduction and flight capacity of *Praon volucre* (Hymenoptera: Braconidae). *European Journal of Entomology* 110, 263–270.
- Luttrell, R. G., Fitt, G. P., Ramalho, F. S. & Sugonayev, E. S.** (1994) Cotton pest management: part 1. A worldwide perspective. *Annual Review of Entomology* 39, 517-526.
- Mahdavi, T. S., Madadi, H.** (2015) Biology and life table parameters of *Nabis pseudoferus* by feeding on cotton aphid *Aphis gossypii*. *Biological Control of Pests and Plant Diseases* 4, 121-129 (In Persian with English Abstract).
- Mahdavi, T. S. & Madadi, H.** (2017) Prey Preference of *Nabis pseudoferus* Remane on *Aphis gossypii* Glover and *Tuta absoluta* Meyrick. *Plant Protection* 40, 33-47 (In Persian with English Abstract).
- Mahdavi, T. S., Madadi, H. & Biondi, A.** (2020) Predation and reproduction of the generalist predator *Nabis pseudoferus* preying on *Tuta absoluta*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 168,732–741.
- Mohaghegh, J., Amir-Maafi, M., Sahragard, A. & Khodaverdi, H.** (2012) Biological and predatory characteristics of *Andrallus spinidens* (Hem.: Pentatomidae) on fourth instar larvae of *Spodoptera littoralis* (Lep.: Noctuidae), under laboratory conditions. *Journal of Entomological Society of Iran* 32, 1-19.
- Mohajeri Parizi, E., Madadi, H., Allahyari, H. & Mehrnejad, M. R.** (2012) A Comparison of Life History Parameters of *Hippodamia variegata* Feeding on either *Aphis gossypii* Glover or *Acyrtosiphon pisum*. *Iranian Journal of Plant Protection* 43, 73-81 (In Persian with English Abstract).
- Mousavi, S. M. R.** (2000) *Biological Control*. 1<sup>st</sup> ed. 486 pp. JDM Press. [In Persian]
- Price, P. W., Bouton, C. E., Gross, P., Mcpherson, B. A., Thompson, J. N. & Weis, A. E.** (1980) Interaction among tree trophic levels: influence of plants on interactions between herbivores and natural enemies. *Annual Review of Ecology and Systematic* 11, 41-65.

- 
- Radjabi, G. R.** (2008) *Insect Ecology. Applied and Considering the Conditions of Iran*. 2<sup>nd</sup> ed. 648 pp. Ministry of Jihad-e Agriculture, Agricultural Extension, Education and Research Organization.
- Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A.** (2000) *Ecological Methods*. 3<sup>rd</sup> ed. 575 pp. Blackwell Science Ltd.
- Stoner, A.** (1972) Plant Feeding by *Nabis*, a Predaceous Genus. *Environmental Entomology* 1, 557-558.
- Tsai, J. H. & Wang, K.** (1999) Life table study of brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) at different temperatures. *Environmental Entomology* 28, 412-419.
- Tuan, S. J., Lee, C. C. & Chi, H.** (2014) Population and damage projection of *Spodoptera litura* (F.) on peanuts (*Arachis hypogaea* L.) under different conditions using the age-stage, two-sex life table. *Pest Management Science* 70, 805 -813.
- Wang, S. Y., Chi, H. & Liu, T.X.** (2016) Demography and parasitic effectiveness of *Aphehinus asychis* reared from *Sitobion avenae* as a biological control agent of *Myzus persicae* reared on chili pepper and cabbage. *Biological Control* 92, 111-119.
-