

فراسنجه‌های جدول زیستی دو جنسیتی مرحله سنی سن سبز پسته *Acrosternum milleri* (Hemiptera: Pentatomidae)

محبوبه خواجه‌حسینی صالح آباد^۱، عباس خانی^{۲*}، حمزه ایزدی^۲، نجمه صاحب زاده^۲، محمد امین

سمیع^۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۷

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۰۷/۱۷

چکیده

پسته یکی از مهم‌ترین محصولات باغی کشور می‌باشد. سن‌های سبز پسته، به ویژه سن سبز یک دست پسته *Acrosternum milleri* Mulsant & Rey (Hemiptera: Pentatomidae) یکی از آفات مهم و کلیدی پسته در ایران می‌باشند. در این پژوهش حشرات کامل سن سبز پسته *A. millerii* از باغ‌های پسته شهرستان رفسنجان در سال ۱۳۹۷ جمع‌آوری و فراسنجه‌های جدول زندگی ویژه سن - مرحله رشدی، دو جنسی سن سبز پسته در اتاقک رشد با شرایط دمایی 1 ± 27 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 5 ± 65 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی روی مغز تازه پسته رقم کله‌قوچی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که نرخ خالص تولید مثل^۴ برابر با $11/4 \pm 29/26$ (ماده/ماده)، نرخ ناخالص تولید مثل^۵ برابر با $91/5 \pm 28/54$ (تخم)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت^۶ برابر با $1/061 \pm 0/031$ (ماده/ماده/روز)، مدت زمان یک نسل^۷ برابر با $50/5 \pm 44/53$ (روز) و نرخ متناهی افزایش جمعیت^۸ برابر با $1/063 \pm 0/033$ (ماده/ماده/روز)، بدست آمد. با توجه به نتایج جدول زیستی باروری، می‌توان در پیش‌بینی رشد و ارزیابی جمعیت آفت و همچنین در برنامه‌های مدیریت یکپارچه آفت (IPM) گام مهمی برداشت.

واژه‌های کلیدی: پسته، سن سبز، جدول زندگی، بیولوژی

^۱ دانشجوی دکتری گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

^۲ دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

*نویسنده مسئول: abbkhani@yahoo.com or abbkhani@uoz.ac.ir

^۳ استاد گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان

^۴ R_0

^۵ GRR

^۶ r_m

^۷ T

^۸ λ

مقدمه

این میان سهم حشرات در کاهش تولید نهایی محصول بسیار چشمگیرتر از سایر عوامل زنده‌زای خسارت‌زا است. از بین حشرات مختلفی که به پسته خسارت می‌زند، می‌توان به سن‌های سبز پسته (از آفات درجه یک) اشاره کرد. این آفات به دلیل خسارت‌های کمی و کیفی در محصول پسته از اهمیت فراوانی برخوردارند (خضری و سرچشمه‌پور، ۱۴۰۱). سن‌های زیان‌آور باغ‌های پسته در ایران عمدتاً متعلق به خانواده‌های Pentatomidae و Lygaeidae بوده و از آفات مهم پسته محسوب می‌گردند (هاشمی‌راد، ۱۳۷۷). از مهمترین گونه‌های سن‌های سبز فعال روی درختان پسته، می‌توان به سن سبز با لکه‌ی سفید در انتهای سپرچه^۱، سن سبز یک دست^۲ و سن قهوه‌ای^۳ اشاره کرد که جز آفات مهم پسته محسوب می‌گردند و قادرند از مرحله تشکیل تا رسیدن کامل میوه با تغذیه از میوه‌ی پسته، ایجاد خسارت نمایند (هاشمی‌راد، ۱۳۷۸). این حشرات هم‌چنین با انتقال قارچ عامل انتقال بیماری ماسو^۴ باعث ایجاد بیماری استیگماتومیکوزیس می‌گردند (Ershad & Barkhordary, 1976). تغذیه سن‌ها از میوه‌های تازه تشکیل شده در اوایل فصل سبب سیاه شدن تمامی میوه شده و از محل تغذیه و فرو رفتن خرطوم سن‌ها شیرهی گیاهی به صورت قطرات شفافی خارج می‌گردد.

پسته یکی از تولیدات کشاورزی است که با نام ایران در آمیخته و پیشینه تاریخی زیادی دارد. کلمه پسته یک واژه ایرانی و برگرفته از گویش مردم سرزمین خراسان در دوران باستان است. درخت پسته ۳ تا ۴ هزار سال پیش در ایران اهلی و کشت و کار آن آغاز شد (شیبانی و همکاران، ۱۳۷۴). اکنون استان کرمان و در این استان، شهرستان رفسنجان مهم‌ترین منطقه پسته-کاری ایران و جهان محسوب می‌شود (Razavi, 2006). پسته به دلیل ارزش غذایی بالا و نیز به خاطر سازگاری که با شرایط نامساعد محیطی از جمله شوری آب و خاک، مقاومت به خشکی و کم‌آبی دارد، می‌تواند به-عنوان مناسب‌ترین محصول باغی برای بسیاری از مناطق خشک و کویری کشور قابل توصیه باشد، در عین حال هر گونه توسعه و کشت پسته باید با در نظر گرفتن جنبه‌های مختلف اقتصادی به خصوص نیاز بازار مصرف جهانی صورت پذیرد (خضری و سرچشمه‌پور، ۱۴۰۱). این محصول در ایران مورد هجوم آفات و عوامل بیماری‌زای مختلفی قرار می‌گیرد. عده‌ای از این آفات به برگ، خوشه و میوه‌ی پسته از ابتدای تشکیل تا رسیدن کامل و حتی برداشت در انبارهای پسته حمله می‌نمایند. برخی از گونه‌ها از میوه تغذیه می‌کنند. که در

^۳ *Apodiphus amygdali* Gerar
^۴ *Nematospora coryli*

^۱ *Brachynema germari* Kolenati and *B. signatum* Jakovlev
^۲ *Acrosternum heegeri* Fieber and *A. millieri* Mulsant and Rey

از گروه با ثبت نتایج آن‌ها ایجاد می‌شوند. چنین جدول-هایی را می‌توان برای توصیف زمان رشد و نمو نرخ بقا هر مرحله‌ی رشدی، پیش‌بینی اندازه جمعیت یک آفت و ساختار سنی آن در یک زمان مشخص به کار برد (Caery, 1993; Medeiros *et al.*, 2000; Southwood & Henderson, 2000; Shirvani & Hosseininaveh, 2005). امید به زندگی ویژه سن-مرحله رشدی، زمان مورد انتظار که هر فرد از سن x تا مرحله z زنده خواهد ماند را نشان می‌دهد امید به زندگی با کاربرد نرخ بقا مرحله سنی (s_{xz}) بدون فرض این‌که جمعیت توزیع مرحله سنی پایداری را به‌دست آورد محاسبه می‌شود، بنابراین می‌توانیم بقا یک جمعیت را در هر شرایطی پیش‌بینی کنیم (Yang & Chi, 2006). فراسنجه‌های مختلفی از جدول زیستی باروری بدست می‌آیند که از جمله آن‌ها می‌توان نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ذاتی افزایش طبیعی، نرخ افزایش متناهی جمعیت، میانگین طول مدت یک نسل و نرخ ناخالص تولیدمثل نام برد (Shirvani & Hosseininaveh, 2005; Medeiros *et al.*, 2000). مهمترین فراسنجه رشد جمعیت، نرخ ذاتی افزایش طبیعی می‌باشد که می‌تواند برای پیشگویی وضعیت یک آفت ارزشمند باشد و به عنوان ابزار کمی یا شاخص بوم‌شناختی برای مقایسه واکنش گونه‌های مختلف به شرایط محیطی و فاکتورهای متعددی از قبیل دما، رطوبت، کیفیت ماده غذایی، مورفولوژی گیاه و ترکیبات شیمیایی ثانویه گیاه باشد (Andrewartha & Birch, 1954; Medeiros *et al.*, 2000).

همچنین در سطح داخلی میوه‌های خسارت دیده شبکه توری مانند سفید رنگ مشاهده می‌شود. میوه‌های خسارت دیده در مدت کوتاهی سیاه شده و در نهایت روی درختان خشکیده و ریزش می‌نمایند (Hashemi Rad, 2005). سن‌های این خانواده به سن‌های بدبو یا Stink bugs معروف هستند (تبادکانی، ۱۳۸۸). در این بین سن سبز با لکه سفید در انتهای سپرچه *B. signatum* گونه موجود در استان کرمان است (صفوی، ۱۳۵۷؛ هاشمی راد، ۱۳۷۷). این آفات زمستان را به صورت دیاپوز حشره کامل سپری می‌کنند. خسارت زیاد سن‌های سبز پسته در مناطق پسته‌کاری لزوم آگاهی از ویژگی‌های زیستی، رفتاری و بوم‌شناختی سن‌های سبز را برای مدیریت موفقیت‌آمیز این آفات کلیدی روشن می‌سازد. در برنامه‌ی مدیریت مبارزه با این آفت مانند بسیاری از آفات دیگر، یکی از مسایل مهم در تصمیم‌گیری تعیین شاخص‌های رشد جمعیت می‌باشد. در واقع برآورد شاخص‌های رشد جمعیت و تعیین افزایش جمعیت حشرات از روی توانایی تولیدمثلی، یکی از جنبه‌های مهم در مطالعات جمعیت‌های حشرات است. افزایش جمعیت را می‌توان توسط یک جدول زیستی باروری که پتانسیل توانایی تولیدمثلی حشرات را در سنین مختلف بیان می‌کند، نشان داد. جدول‌های زیستی باروری با دنبال کردن رویدادهای زندگی گروهی از حشرات متولد شده در یک زمان تا مرگ آخرین فرد

به دلیل اهمیت بالای استراتژیک و اقتصادی پسته در کشورمان بررسی ویژگی‌های زیستی و فراسنجه‌های جدول زندگی سن سبز یکدست پسته *A. millerii* به عنوان یکی از آفات مهم پسته حائز اهمیت است، لذا در این پژوهش به آن می‌پردازیم.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و شناسایی حشرات

حشرات کامل سن سبز پسته گونه *A. millerii* از باغ‌های پسته شهرستان رفسنجان (روستای احمد آباد دفعه و منطقه صادق آباد) از اواخر اردیبهشت تا اواسط خرداد ماه در سال ۱۳۹۷ از لابه‌لای خوشه‌های پسته و بوته‌های زاروق و اسپند سگ در کف باغ جمع‌آوری شدند و برای بررسی و انجام آزمایش‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. گونه‌ها با مقایسه نمونه‌های شناسایی شده موجود در آزمایشگاه (شیخ‌اکبری، ۱۳۹۶) و تأیید بخش رده‌بندی حشرات در مؤسسه گیاهپزشکی کشور شناسایی و برای انجام آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

پرورش سن سبز پسته

پرورش حشرات کامل سن سبز پسته در آزمایشگاه بیواکولوژی بخش گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان در اتاقک رشد و در شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، دمای 27 ± 1 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد روی مغز تازه پسته رقم کله‌قوچی انجام

گردید. جهت تهیه‌ی کلنی، سن‌های جمع‌آوری شده از باغ‌های پسته (از لابلای خوشه‌های پسته و بوته‌های زاروق و اسپند سگ در کف باغ) پس از شناسایی و تفکیک، درون ظروف پلاستیکی درب‌دار مستطیلی‌شکل به ابعاد $10 \times 18 \times 25$ منتقل شده و روی درب آن‌ها جهت تهویه مناسب، سوراخی ایجاد و با پارچه‌های توری با ویژگی ۱۲ روزه در سانتی‌متر مربع پوشانده شده بود. در ابتدا در کف ظرف‌های پرورش یک لایه دستمال کاغذی تمیز که دقیقاً به اندازه کف ظرف بریده شده بود، قرار داده شد تا پوره‌ها در صورت واژگونی قادر به برگشتن باشند و دچار مرگ نشوند (پورخاتون و همکاران، ۱۳۹۲). جهت تأمین رطوبت و آب مورد نیاز حشرات، از چند لوله‌ی آزمایش کوچک محتوی آب که دهانه آن‌ها با پنبه مسدود شده بود، در هر طرف ظرف پرورش استفاده گردید. سپس حشرات روی مغزهای تازه پسته رقم کله‌قوچی که در کف ظرف‌ها گذاشته شده بود، رهاسازی گردیدند. به منظور جلوگیری از تبخیر سریع رطوبت مغزهای پسته و نیز جلوگیری از فساد، مغزها با یک لایه بسیار نازک پارافیلیم پوشانده شدند. به این ترتیب علاوه بر موارد فوق سن‌ها نیز قادر بودند تا خرطوم خود را از این پارافیلیم بسیار نازک عبور داده و

از مغز پسته تغذیه کنند. حشرات بالغ تخم‌های خود را روی مغز تازه پسته، روی دیواره‌ها و درب ظرف گذاشتند. از چند دسته تخم هم‌زاد حاصل از نسل سوم جهت انجام آزمایشات زیست‌شناسی و تعیین فراسنجه‌های جدول زندگی استفاده شد.

بررسی شاخص‌های زیستی و تهیه جدول زندگی

شروع جدول زیستی با یک دسته تخم هم‌سن (۱۰۰ تخم) بود که دوره انکوباسیون تخم و طول دوره زندگی پوره‌های سن یک و دو به صورت دسته‌های ده تایی دنبال گردید (زیرا سن‌ها در این دو سن پورگی بسیار اجتماعی بوده و زندگی کپه‌ای دارند و در صورت تلاش برای جداسازی احتمال مرگ و میر و خطا بالا است) و بعد از تبدیل آن‌ها به پوره‌های سن سه، هر کدام از آن‌ها به طور مجزا و تک تک در ظروف پرورش به ابعاد $4 \times 7 \times 8$ سانتی‌متر که درب آن‌ها سوراخ شده و توری زده شده بود، قرار گرفتند و تا زمان تبدیل به حشره کامل، مرگ و میر و طول دوره‌ی زندگی هر یک از مراحل با بررسی روزانه برای ثبت تغییرات ریخت‌شناسی و مشاهده پوست‌اندازی تعیین شد. حشرات کامل یک روزه نر و ماده در کنار یکدیگر به صورت دوتایی قرار گرفتند (برای تعیین جنسیت از برآمدگی انتهای شکم استفاده شد) و تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط حشره ماده به صورت روزانه در جدول‌هایی که برای این کار پیش‌بینی شده بود، ثبت

گردید. دسته‌های تخم گذاشته شده هر روز از ظرف‌ها برداشته می‌شدند تا با تخم‌های روز بعد اشتباه نشوند. این کار تا زمان مرگ آخرین فرد ماده انجام گرفت و به این شیوه طول عمر افراد ماده نیز به دست آمد. هم‌چنین طول عمر افراد نر نیز با بررسی روزانه به دست آمد. داده‌های جدول زندگی طبق تئوری جدول زندگی دو جنسی مرحله سنی (Chi & Liu, 1985) آنالیز گردید و روش آنالیز به‌وسیله چی (Chi, 1988) توضیح داده شد. میانگین‌ها و خطاهای استاندارد فراسنجه‌های جدول زندگی با روش جک نایف (Sokal & Rohlf, 1995) تخمین زده شدند. به منظور آسان کردن آنالیز داده‌های جدول زندگی دوجنسی مرحله سنی، نرم‌افزار TWSEX-MSChart (Chi, 2005) استفاده شد.

برای تشکیل جدول زندگی دوجنسی مرحله سنی وقایع روزانه همه افراد از تولد تا مرگ شامل باروری روزانه ماده‌ها، هم‌چنین مراحل رشدی مانند تخم، لارو، شفیره و حشره کامل و جنسیت تک تک افراد مانند نر، ماده و ناشناخته‌ها مشخص شد (F: حشرات ماده، M: حشرات نر و N: آن‌هایی که قبل از مرحله حشره کامل مرده‌اند) و در نرم‌افزار Notepad ثبت گردید (Chi, 1988).

بدون در نظر گرفتن جمعیت نر و تغییرات نرخ رشد، شبیه‌سازی رشد جمعیت به طور کلی یک منحنی از جمعیت ماده‌ها را بدون گروه‌بندی مراحل به‌وجود می‌آورد که این‌گونه شبیه‌سازی برای تحقیقات

فراسنجه‌های جدول زندگی به روش Bootstrap و با استفاده از نرم افزار Two-Sex-MSchart (Chi, 2016) استفاده شد.

نتایج و بحث

جدول زیستی باروری دوجنسی مرحله سنی سن سبز پسته گونه *A. milleri* در دمای ۲۷ درجه سلسیوس

میانگین طول دوره‌ی نشو و نمای مراحل نابالغ و بالغ حشره پس از تغذیه روی مغز تازه پسته به تفکیک در جدول (۱) ارائه شده است. بر اساس داده‌های آزمایش، میانگین طول دوره جنینی برای تخم حشره $7/41 \pm 0/07$ روز بود. بررسی دوره پورگی نشان داد که این حشره ۵ سن پورگی دارد. میانگین طول عمر پوره‌های سنین مختلف نشان داد که بیشترین طول دوره پورگی مربوط به پوره‌های سن چهارم می‌باشد. همچنین در بررسی شاخص‌های زیستی حشره (جدول ۱) نتایج نشان داد که طول دوره پورگی سن پنج از سایر دوره‌های پورگی کمتر می‌باشد. یک دوره کامل زندگی (از تخم تا مرگ بالغین) $52/92 \pm 1/04$ روز طول کشید. در تحقیقی رفتار و فراسنجه‌های تولید مثلی سن سبز یکدست پسته *Acrosternum arabicum* روی رژیم غذایی طبیعی بررسی شد (عسگری براوتی

کاربردی و تئوری مناسب نیست. در نظر نگرفتن تغییرات رشدی ممکن است منجر به شبیه سازی‌های نادرست گردد (Chi, 1988). طبق چی و لیو (Chi & Liu, 1985) اندازه کل جمعیت با فرمول $N_t = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m n_{ij}$ و تعداد کل افراد در مرحله j با فرمول $N_j = \sum_{i=1}^n n_{ij}$ به دست می‌آید. بنابراین در شبیه سازی براساس جدول زندگی دوجنسی مرحله سنی منحنی‌ها برای هر مرحله و برای کل جمعیت می‌تواند بدست آید (Chi & Liu, 1985).

نرخ بقاء ویژه مرحله سنی^۱ (s_{xj}) : سن، x : میانگین مرحله، باروری ویژه مرحله سنی^۲ (F_{xj})، میانگین باروری ماده (F)، نرخ تولیدمثل مرحله سنی^۳ (v_{xj})، نرخ بقاء ویژه سن^۴ (l_x)، باروری ویژه سنی (m_x) و فراسنجه‌های جمعیت: نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت، نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ناخالص تولیدمثل و میانگین مدت زمان نسل برطبق روابط مربوطه محاسبه شدند (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های مربوط به جدول زندگی سن سبز، بر اساس فرضیه جدول زندگی سن-مرحله رشدی، دوجنسی (Chi & Liu, 1985; Chi, 1988) تجزیه و تحلیل شدند. میانگین‌ها و خطاهای استاندارد

^۳ Age-stage specific reproductive value
^۴ Age-specific survival rate

^۱ Survival rate to each age-stage interval
^۲ Age-stage-specific fecundity

گزارش شد (Costa et al., 1998). بر اساس مطالعات انجام شده روی زیست‌شناسی گونه های خانواده پنتاتومیده و مقایسه آن‌ها با یکدیگر این نتیجه گرفته می‌شود که طول دوره قبل از بلوغ و طول دوره زیستی افراد بالغ در گونه‌های مختلف این خانواده با هم متفاوت است. به طور کلی جدول زیستی باروری توصیفی از پتانسیل بقای حشرات در سنین مختلف یا مراحل مختلف است و فراسنجه‌های جدول زیستی باروری ابزاری قدرتمند برای تجزیه و تحلیل و درک تأثیر یک عامل خارجی مانند کیفیت میزبان بر میزان بقا، رشد و نمو و تولید مثل می‌باشد (Momen, 2001).

(۱۳۹۵). مقایسه نتایج حاضر با تحقیق انجام شده توسط عسگری برواتی (۱۳۹۵) نشان می‌دهد که طول دوره جنینی برای تخم‌های سن سبز پسته در آزمایش حاضر ۷ روز به‌دست آمد که با مقدار (۳/۳۲ روز) به‌دست آمده توسط عسگری برواتی (۱۳۹۵) متفاوت بود. طول دوره بلوغ در آزمایش حاضر کمی کمتر از مقدار به‌دست آمده در آزمایش عسگری برواتی (۱۳۹۵) بود. طول دوره قبل از بلوغ *Murgantia histrionica* که از خانواده پنتاتومیده می‌باشد ۴۸ روز گزارش شد (Zahn et al., 2008).

طول دوره قبل از بلوغ *Euschistus heros* که

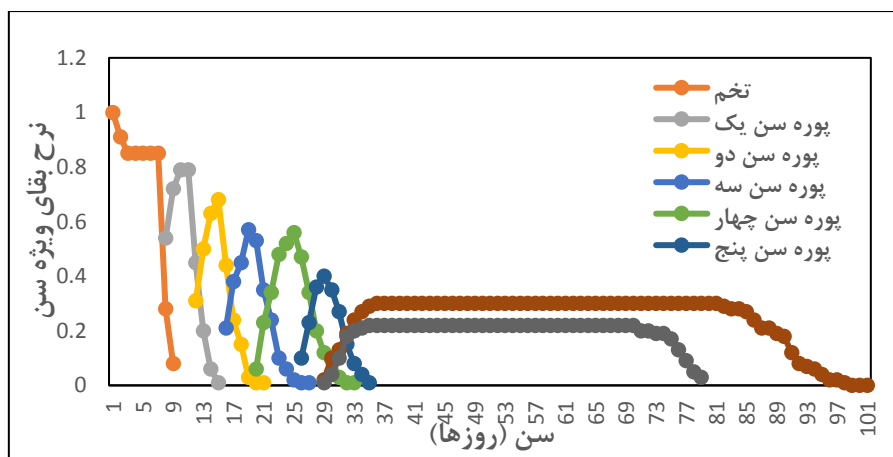
از گونه های خانواده پنتاتومیده می‌باشد، حدود ۳۸ روز

جدول ۱- طول دوره سنین مختلف رشدی (روز) سن سبز پسته، *Acrosternum milleri* (خطای معیار \pm میانگین)

ویژگی‌های زیستی	میانگین \pm خطای معیار (روز)
طول دوره جنینی	۷/۴۱ \pm ۰/۰۷
طول دوره پورگی سن یک	۴/۵۴ \pm ۰/۰۸
طول دوره پورگی سن دو	۴/۳۵ \pm ۰/۰۸
طول دوره پورگی سن سه	۴/۹۰ \pm ۰/۰۹
طول دوره پورگی سن چهار	۵/۸۷ \pm ۰/۱۰
طول دوره پورگی سن پنج	۳/۸۳ \pm ۰/۰۹
طول دوره زندگی بالغ‌ها	۵۲/۹۲ \pm ۱/۰۴

مرحله نابالغ حدود ۵۹ درصد گزارش کردند. بقا برای سنین مختلف پورگی بین ۷۵ تا ۹۸ درصد بود. نتایج آزمایش حاضر در مورد بقای مراحل نالغ سن سبز یکدست پسته مشابه سایر پنتاتومیدها می‌باشد. احتمالاً عدم تعادل غذایی سبب می‌شود حشره برای تنظیم غذایی به زحمت بیفتد و با تنظیمات پیش تغذیه و پس تغذیه‌ای سعی در تعادل غذایی داشته باشد که این مسئله سبب کاهش زنده‌مانی سنین مختلف پورگی می‌شود. همچنین، میزان کربوهیدرات دریافتی اگر بیش از نیاز حشره باشد برای حشره سمی است و سبب مرگ و میر پوره‌ها می‌شود. احتمالاً در برخی مراحل پورگی، عدم توانایی حشره در تنظیم غذایی سبب بیش‌بود مواد در بدن می‌شود که کاهش زنده‌مانی را در پی دارد.

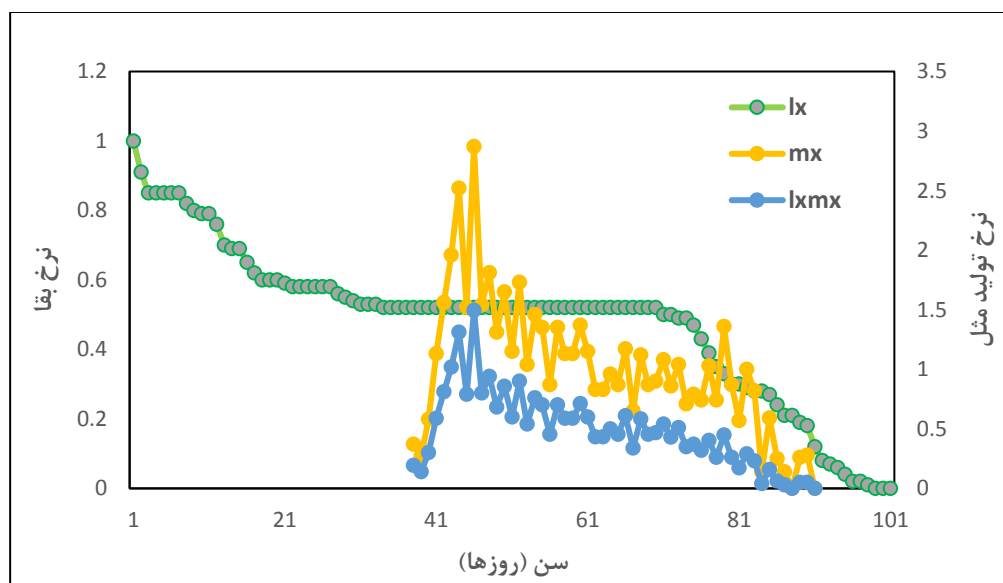
مقدار نرخ بقاء ویژه مرحله سنی (sxj)، سن سبز *A. milleri* با احتمال این که یک تخم گذاشته شده تا سن x و مرحله z بقاء خواهد یافت در (شکل ۱) نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در دوره رشد و نمو، مراحل مختلف رشدی هم پوشانی دارند. همپوشانی بین منحنی‌های ویژه مرحله رشدی در نتیجه اختلاف بین افراد در نرخ رشد و نمو است. همچنین این منحنی‌ها بقا و تفاوت مراحل، روی هم افتادگی مراحل و تغییرات نرخ رشد بین افراد را نشان می‌دهند (Yang & Chi, 2006; Hu et al., 2010). نرخ بقا برای مراحل مختلف رشدی در آزمایش حاضر تا حدودی مشابه با نتایج عسگری بروتی (۱۳۹۵) و پور خاتون (۱۳۹۲) بود. (Freitas et al., 2006) با مطالعه زیست‌شناسی و تولیدمثل *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) و (Heteroptera: Pentatomidae)، بقای این سن‌ها را در



شکل ۱- نرخ بقاء ویژه سن-مرحله‌ی رشدی (sxj) برای هر مرحله رشدی سن سبز پسته گونه *A. milleri*

زیرکشنده‌ی آفت‌کش‌های فلونیکامید و لامبدا‌سای هالوترین بر فراسنجه‌های جدول زندگی باروری آن در منحنی‌های fx ، mx و $lxmx$ مربوط به *B. signatum* پرورش داده شده روی رژیم غذایی طبیعی نقاط اوج بالاتری دیده می‌شوند. شروع تولید نتاج توسط هر فرد ماده پرورش داده شده روی رژیم غذایی طبیعی در روز ۳۲ آغاز شد و اوج آن در روز ۲۹ بود و سپس به تدریج کاهش یافت تا اینکه در روز ۱۰۰ از کل زندگی حشره به صفر رسید اما در ماده‌های پرورش داده شده روی رژیم غذایی جایگزین هر فرد ماده تخم‌ریزی خود را در روز ۳۷ آغاز کرد که اوج آن در روز ۴۱ بود و سپس تخم‌ریزی آن کاهش یافت تا اینکه در روز ۱۰۰ از زندگی حشره به صفر رسید.

نرخ بقاء ویژه سن (lx)، $fx7$ (ماده در مرحله سنی ۷)، باروری ویژه سنی (mx) و زادآوری ویژه سن ($lxmx$)، سن سبز پسته *A. milleri* در (شکل ۲) نشان داده شده است. lx احتمال بقاء یک تخم تازه گذاشته شده تا سن x است و به‌وسیله یکی کردن بقاء همه افراد دو جنس و آن‌هایی که در طول مراحل پیش از بلوغ مرده‌اند، محاسبه شد. منحنی lx یک نسخه ساده شده از منحنی‌های (شکل ۲)، است. نتایج نشان داد که بقاء حشرات کامل ماده گونه *A. milleri* ۳۰ روز و دوره تخم‌گذاری حشره ماده ۱۷/۱ روز بدست آمد. در حالی که در پژوهش انجام شده توسط پورخاتون (۱۳۹۲) در پرورش آزمایشگاهی *Brachynema signatum* روی رژیم غذایی جایگزین با مطالعه‌ی اثرات

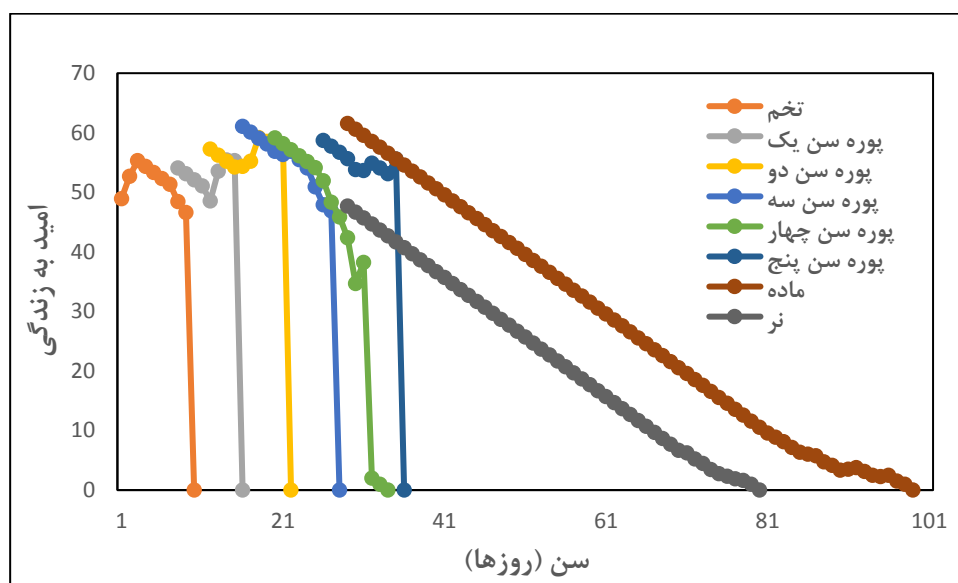


شکل ۲- نرخ بقا ویژه سن (lx)، ماده در مرحله سنی (fx)، باروری ویژه سنی (mx) و زادآوری ویژه سن ($lxmx$) سن سبز پسته

گونه *A. milleri*

طبیعی تا ۶۳ روز و یک حشره کامل نر تازه تشکیل شده تا ۶۰ روز بود اما امید به زندگی ویژه سن-مرحله رشدی یک حشره کامل ماده تازه تشکیل شده *B. signatum* پرورش داده شده روی جیره غذایی جایگزین تا ۶۳ روز و یک حشره کامل نر تازه تشکیل شده تا ۵۶/۵ روز بود، این نتایج تا حدودی شبیه با نتایج پژوهش حاضر است. امید به زندگی به تدریج با افزایش سن کاهش می‌یابد چون در آزمایشگاه هیچ‌گونه اثرات نامطلوبی شبیه آنچه در مزرعه روی می‌دهد، وجود ندارد (Jha et al., 2012).

امید به زندگی هر گروه مرحله سنی (ex_j) سن سبز پسته *A. milleri* در (شکل ۳) نشان داده شده است. امید به زندگی براساس جدول زندگی دو جنسی مرحله سنی تفاوت بین افراد همان سن اما مراحل مختلف یا جنس‌های مختلف را مشخص می‌کند (Chi, 1990). امید به زندگی حشرات ماده و نر در اولین روز خروج حشرات کامل سن سبز پسته به ترتیب ۶۱/۵۶ و ۴۷/۶۸ روز بدست آمد. در حالی که در پژوهش صورت گرفته توسط پورخاتون (۱۳۹۲)، امید به زندگی ویژه سن-مرحله رشدی یک حشره کامل ماده تازه تشکیل شده *B. signatum* پرورش داده شده روی جیره غذایی



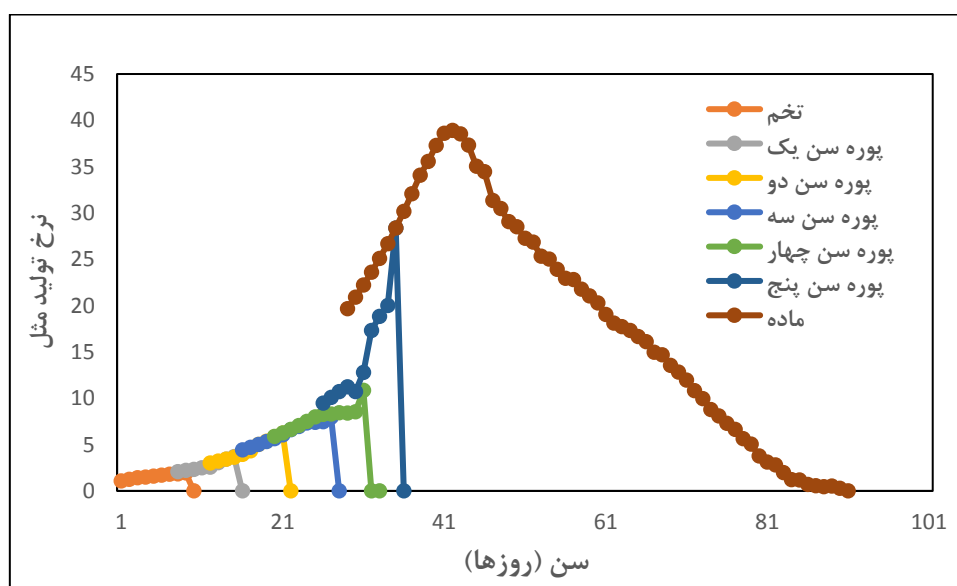
شکل ۳- امید به زندگی ویژه سن (ex_j) سن سبز پسته گونه *A. milleri*

در سن x و مرحله z را در جمعیت بعدی در (شکل ۴)، نشان می‌دهد. نرخ تولید مثل یک تازه متولد شده^۲ دقیقاً نرخ متناهی افزایش جمعیت است. نرخ تولید

نرخ تولید مثل به‌عنوان سهم یک فرد در جمعیت بعدی مشخص می‌شود (Fisher, 1930). نرخ تولید مثل مرحله سنی^۱ سن سبز پسته سهم یک فرد

آینده بیان می‌کند (Pianka, 1994; Fisher, 1930). اگر یک حشره ماده نتاجی را تولید نکند نرخ تولید مثل آن صفر می‌شود ولی ممکن است منحنی بقاء هم‌چنان ادامه داشته باشد که این موضوع در شکل‌ها قابل مشاهده است (Yang & Chi, 2006; Hu *et al.*, 2010). به دلیل این‌که سهم نرها در جمعیت بعدی به وسیله فیشر (۱۹۳۰) مشخص نشده هیچ منحنی‌ای برای نرها وجود نداشت.

مثلی به طور معنی‌داری وقتی که تولید مثل شروع شد افزایش یافت. پیک اصلی در فراسنجه‌های تولیدمثلی ماده در سن سبز پسته در روز چهل و یکم، $38/92$ بدست آمد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پورخاتون (۱۳۹۲) که اوج نرخ تولیدمثل در روز سی و هفتم است یا به عبارت دیگر حشرات ماده در روز سی و هفتم بیشترین تاثیر را در رشد جمعیت دارند، تا حدودی مشابه است. مقدار تولیدمثل، معیار ویژه‌ای است که مشارکت نسبی هر گروه سنی را در ایجاد نسل‌های



شکل ۴- نرخ تولیدمثل مرحله سنی (vxi) سن سبز پسته گونه *A. milleri*

گروه‌های هم‌سن در هر دو جنس و تغییرات نرخ رشد بین افراد محاسبه شدند. نتیجه تجزیه واریانس و محاسبه‌های آماری فراسنجه‌های جمعیت پایدار سن سبز پرورش داده شده روی مغز تازه پسته، برآورده شده

فراسنجه‌های جمعیت پایدار

بر اساس مدل چی و لیو (۱۹۸۵) فراسنجه‌های جمعیت و خطاهای استاندارد براساس داده‌های تمام

با استفاده از نرم افزار TWISEX-MSChart و روش Bootstrap در جدول ۲، نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده طول مدت زمان هر نسل برای سن سبز گونه *A. milleri* با تغذیه از مغز تازه پسته ۵۳/۴۴ روز و نرخ خالص تولیدمثل نیز که مجموع ماده‌های تولید شده توسط یک فرد ماده در طول عمر با دخالت

عامل میزان بقاء را نشان می‌دهد ۲۶/۲۹ ماده- ماده- تعیین گردید. همچنین نرخ ذاتی افزایش جمعیت برای این گونه ۰/۰۶۱۱ ماده- ماده- روز و نرخ متنای افزایش جمعیت به ترتیب ۱/۰۶۳ ماده- ماده- روز تعیین شد.

جدول ۲- فراسنجه‌های محاسبه شده جدول زندگی باروری سن سبز پسته، *Acrosternum milleri* (خطای معیار \pm میانگین)

فراسنجه	میانگین خطای معیار \pm
نرخ خالص تولید مثل	۲۶/۲۹ \pm ۴/۱۱
نرخ ناخالص تولید مثل	۵۴/۲۸ \pm ۵/۹۱
نرخ ذاتی افزایش جمعیت	۰/۰۶۱ \pm ۰/۰۳۱
مدت زمان یک نسل	۵۳/۴۴ \pm ۰/۵۰
نرخ متنای افزایش جمعیت	۱/۰۶۳ \pm ۰/۰۳۳

در پژوهشی که توسط پورخاتون (۱۳۹۲) روی *B. signatum* انجام شد، فراسنجه‌های نرخ خالص تولید مثل، نرخ ناخالص تولید مثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ نامتنای افزایش جمعیت و میانگین زمان یک نسل در دمای 25 ± 2 درجه سلسیوس برای این حشره بر روی جیره غذای طبیعی و جایگزین به ترتیب ۱۲۸/۱۷ \pm ۷۵/۵۶ و ۸۹/۰۳ \pm ۱۳/۳۳ ماده - ماده، ۲۲۱/۲۱ \pm ۴۸۴/۵۳ و ۱۶۵/۲۰۹ \pm ۱۶/۳۶ تخم، ۰/۰۳۳ \pm ۱۰۲۳/۰۰۳۱ و ۰/۰۸۶۳ \pm ۰/۰۰۳۱ ماده- ماده - روز، ۱/۱۰۷۷ \pm ۰/۰۰۳۷ و ۱/۰۹۰۱ \pm ۰/۰۰۳۴ ماده- ماده - روز و ۴۷/۴۵۴ \pm ۰/۴۳۹ و ۵۱/۹۸۷ \pm ۰/۵۳۶ روز بدست آمد.

در پژوهشی اثر دماهای مختلف روی خصوصیات جمعیت شناختی سن سبز پسته *Brachynema germari* Kolenati (Hemiptera: pentatomidae) تحت شرایط آزمایشگاهی بررسی (Yazdanpanah *et al.*, 2019) و مشاهده شد که فراسنجه‌های نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ناخالص تولید مثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ نامتنای افزایش جمعیت و میانگین زمان یک نسل در دمای ۲۷/۵ درجه سلسیوس برای آفت مذکور به ترتیب ۴۹/۹۲ \pm ۰/۰۳ ماده - ماده، ۱۰۲/۸۵ \pm ۰/۰۱ تخم، ۰/۰۶ \pm ۱/۲۴ ماده - ماده - روز، ۰/۰۶ \pm ۱/۳۱ ماده - ماده - روز، ۷۸/۰ \pm ۴۰/۰۱ روز بدست آمد که این نتایج با نتایج پژوهش حاضر تا حدودی مطابقت داشت.

بیشتر از میانگین باروری است، به دلیل این که نرخ خالص تولیدمثل، نرخ بقاء ویژه سن را در نظر می‌گیرد صحیح آن باید نرخ خالص تولید مثل کمتر مساوی از میانگین باروری ماده باشد که این مطالب نشان می‌دهد در نتایج آن‌ها خطا وجود دارد. بنابراین این محققین تغییرات نرخ رشد را در بین افراد نادیده گرفتند و منحنی‌های بقاء و باروری را براساس سن ماده رسم کردند (Liu & Stansly, 1998). در یک بررسی منحنی‌های نرخ بقاء ویژه سن و باروری *B. argentifolii* روی پنج میزبان بر اساس سن حشرات کامل مطالعه شد (Tsai & Wang, 1996). در بررسی دیگر جدول زندگی *B. argentifolii* با کاربرد جدول زندگی ویژه سنی ماده مطالعه شد و منحنی‌های نرخ بقاء و باروری را بر اساس سن حشرات کامل ماده رسم کردند در این جا تفاوت‌ها در رشد مرحله پیش از بلوغ نادیده گرفته شد و فرض بر این شد که همه حشرات کامل در یک روز یکسان خارج شدند (Calvitti & Remotti, 1998). سایر محققین (Chi, 1998; Yu et al., 2005) به این نکته اشاره کردند که وقتی نرخ بقاء و باروری تنها براساس سن حشرات کامل ماده باشد و تفاوت‌ها در نرخ رشد دوره پیش از بلوغ نادیده گرفته شود و فرض بر این شود که همه حشرات کامل در یک روز یکسان خارج

روابط بین میانگین باروری ماده^۱ و نرخ خالص تولیدمثل می‌تواند با رابطه $R_0 = \frac{N_f}{N} F$ توضیح داده شود (Chi, 1988).

N: تعداد کل افراد به کار برده شده در شروع

مطالعه جدول زندگی (تعداد تخم)

N_f: تعداد حشرات ماده خارج شده از N تخم

F: میانگین باروری ماده می‌باشد.

این بدین معنی است که $N_f \times F = R_0 \times N$

به عبارت دیگر تعداد کل نتاج تولید شده به وسیله همه ماده‌ها با نرخ خالص تولیدمثل ضربدر اندازه گروه‌های هم‌سن مساوی است، این تفاوت‌های کم می‌تواند مربوط به گرد کردن اعداد باشد. این روابط، دقت را در آنالیز جدول زندگی دو جنسی مرحله سنی نشان می‌دهد (Yang & Chi, 2006).

نتایج نشان داد که نرخ خالص تولیدمثل در سن

سبز پسته *A. milleri* ۲۶/۲۹ و مقدار میانگین باروری ماده برای گونه فوق (F=87/63) بود. طبق گزارش یانگ

و چی (۲۰۰۶) باید نرخ خالص تولید مثل کمتر - مساوی از میانگین باروری ماده^۲ باشد. اگر مرگ و میر پیش از تخم‌ریزی وجود داشته باشد $R_0 < F$ است که پژوهش حاضر این موضوع نرخ خالص تولید مثل کمتر از میانگین باروری ماده را ثابت کرد. در گزارشی Liu & Stansly (1998) بیان کردند که نرخ خالص تولیدمثل

$$R_0 \leq F^2$$

$$F^1$$

معتبرترین فراسنجه نرخ رشد سرانه جمعیت بوده و نشان‌دهنده ویژگی‌های زیستی یک حشره است، زیرا اطلاعات مربوط به بقا، زادآوری و سن در این فراسنجه گنجانده شده است و هر گونه تغییر در این خصوصیات، در میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت نمایان می‌شود و استفاده از مقادیر دوره پیش از بلوغ، تعداد کل پوره تولید شده توسط هر حشره ماده، طول کل دوره زندگی و یا نرخ خالص تولید مثل نمی‌تواند به تنهایی ملاک مناسبی جهت مقایسه اثر میزبان‌های غذایی مختلف روی خصوصیات زیستی حشره آفت باشد (Shirvani Hosseinaveh, 2005). نرخ ذاتی افزایش جمعیت می‌تواند به‌عنوان یک فراسنجه کلیدی برای برآورد میزان رشد جمعیت تحت تأثیر غذای حشره قرار گیرد (Carey, 1993; Southwood & Handerson, 2000). هرچه مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت بیشتر باشد نرخ افزایش جمعیت سریع‌تر و دوره رشد و نمو کوتاه‌تر خواهد شد (Southwood & Handerson, 2000; Medeiros *et al.*, 2000). قابل ذکر است نرخ ذاتی افزایش جمعیت فراسنجه مهمی می‌باشد و برای مقایسه توانایی‌های تولیدمثلی جمعیت‌ها بکار می‌رود و بر این اساس تحت تأثیر عوامل مختلفی نظیر گونه حشره مورد مطالعه، نوع میزبان، منشا جغرافیایی، شرایط اقلیمی، طول عمر حشره کامل و غیره قرار می‌گیرد (Infante,

شدند این فرضیات منجر به ایجاد خطاهایی در منحنی‌های بقا و باروری می‌گردد.

از آنجایی که نرخ بقا ویژه سن^۱ به‌طور یکنواخت در هر مرحله سنی کاهش می‌یابد، نرخ ناخالص تولید مثل بیش‌تر از نرخ خالص تولید مثل^۲ می‌باشد. محققین مختلف (Lemos *et al.*, 2003; Yu *et al.*, 2005; Yang & Chi, 2006) روابط بین نرخ خالص و ناخالص تولید مثل را به‌صورت نرخ ناخالص تولید مثل بیش‌تر از نرخ خالص تولید مثل نشان دادند. وقتی که $lx=1$ و $mx>0$ شود $R_0 = GRR$ است. همه نتایج ما در دو گونه سن سبز بر پایه این روابط استوار بود.

Chi & Yang (2003) در جزئیات کار راجع به تفاوت‌های بین جدول زندگی ویژه سنی ماده و جدول زندگی دوجنسی مرحله سنی بحث کردند و به خطاهای موجود در منحنی‌های بقا و باروری براساس سن حشره کامل اشاره کردند. فراسنجه‌های جمعیتی و همچنین رشد و نمو، و باروری به عوامل زیادی مانند دما، رطوبت و گیاه میزبان بستگی دارد (Kavousi *et al.*, 2009). نرخ ذاتی افزایش جمعیت یک فراسنجه جمعیت شناختی کلیدی در پیش‌بینی توانایی رشد جمعیت در شرایط محیطی است، (Andrewartha & Birch, 1954). نرخ ذاتی افزایش طبیعی جمعیت بهترین و

2000)، هرچه مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت کاهش پیدا کند عوامل وابسته به آن نظیر مدت زمان دو برابر شدن نسل و نرخ متناهی افزایش جمعیت که از فراسنجه‌های رشد جمعیت می‌باشند تحت تأثیر قرار می‌گیرند.

میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت نیز با تغییر شرایط تغییر می‌کند. به عنوان مثال در پژوهشی دیگر که به منظور بررسی اثر رژیم غذایی روی فراسنجه‌های جدول زندگی، نرخ باروری، نرخ ذاتی رشد و هزینه‌های تخمینی انجام گرفت نتایج نشان داد زمانی که *Podisus maculiventris* روی یک رژیم غذایی مصنوعی آزاد تغذیه می‌کند در طول هر دوره پورگی و حشره کامل، دوره‌ی رشد و زمان پیش از تخم‌ریزی طولانی‌تر می‌شوند. نرخ باروری و نرخ ذاتی رشد به طور معنی‌داری نسبت به زمانی که از طعمه‌های شکاری تغذیه می‌کنند، پایین‌ترند (Wittmeyer & Coudron, 2011). از طرف دیگر تغییر دما نیز بر میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت مؤثر است. به طور مثال در یک بررسی میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت در سن *P. maculiventris* (Say) در دمای ۱۶ درجه سلسیوس برابر با ۰/۰۵، در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد برابر با ۰/۰۸ و در ۳۰ درجه سانتی‌گراد برابر با ۰/۰۹ می‌باشد (Legaspi, 2004).

نتیجه گیری کلی

تخمین فراسنجه‌های جمعیت شناختی به واسطه‌ی تجزیه و تحلیل جدول زندگی، یک رویه اساسی برای پیش‌گویی بوم شناختی رشد جمعیت می‌باشد (Stark et al., 2007). در این پژوهش میانگین طول دوره‌ی نشو و نمای هر یک از مراحل رشدی سن سبز یک‌دست پسته با تغذیه روی مغز تازه پسته در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد با توجه به مقدار بالای نرخ ذاتی افزایش جمعیت بدست آمده، رژیم غذایی طبیعی یعنی مغز پسته میزبان ترجیحی برای آفت مورد بررسی می‌باشد. از داده‌های مربوط به فراسنجه‌های جمعیت شناختی که به واسطه تجزیه و تحلیل جدول زندگی در این تحقیق بدست آمده، با توجه به پرورش حشره روی غذای اصلی و ترجیحی، می‌توان در پیش‌بینی رشد و ارزیابی واقعی جمعیت آفت در برنامه‌های مدیریت یکپارچه آفت (IPM) و تهیه مدل‌های ریاضی پیش‌آگاهی در محیط پراکنش این آفت استفاده کاربردی داشت.

سپاسگزاری

این تحقیق به‌وسیله دانشگاه زابل حمایت مالی (Grant No 9618-63) و معنوی شده است که تقدیر و تشکر می‌شود. از بخش حشره‌شناسی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان به‌خاطر امکانات آزمایشگاهی و از بخش رده‌بندی حشرات مؤسسه گیاهپزشکی کشور به‌خاطر تشخیص و تایید گونه حشره، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. پورخاتون، س. (۱۳۹۲). پرورش آزمایشگاهی سن سبز *Brachynema signatum* روی جیره غذایی جایگزین با مطالعه اثرات زیر کننده آفت‌کش‌های فلونیکامید و لامبداسای هالوترین بر فراسنجه‌های جدول زندگی باروری آن. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، رفسنجان، ۱۰۰ صفحه.
۲. تبادکانی، س. م. (۱۳۸۸). سیستماتیک حشرات با معرفی گونه‌های مهم ایران و جهان. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران. ۵۰۹ صفحه.
۳. خضری، م و سرچشمه‌پور، م. (۱۴۰۱). پسته ایران (فیزیولوژی، اصلاح و مدیریت). انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۴۴۷ صفحه.
۴. شیبانی، ا، فریورمهین، ح و ازغندی، ع. (۱۳۷۴). پسته و تولید آن در ایران. انتشارات سازمان تحقیقات کشاورزی، تهران. ۲۴ صفحه.
۵. شیخ‌اکبری، س. (۱۳۹۶). تعیین ویژگی‌های زیستی و اثر دما بر واکنش تابعی زنبور پارازیتوئید *Ooencyrtus egeria* (Hymenoptera: Encyrtidae) روی تخم سن سبز *Acrosternum arabicum* (Hemiptera: Pentatomidae) در شرایط آزمایشگاهی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه رفسنجان، ۱۱۵ صفحه.
۶. صفوی، م. (۱۳۵۷). کلید شناسایی نیم سخت بالپوشان ایران. نامه انجمن حشره‌شناسان ایران. ۵ (۱ و ۲): ۲۳-۲۹.
۷. عسگری برواتی، م. (۱۳۹۵). بررسی فراسنجه‌های تولید مثلی سن سبز یکدست پسته *Acrosternum arabicum* روی رژیم غذایی طبیعی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ۷۹ صفحه.
۸. هاشمی‌راد، ح. (۱۳۷۷). سن‌های زیان‌آور باغ‌های پسته استان کرمان. انتشارات مؤسسه تحقیقات پسته کشور. ۳۲ صفحه.
۹. هاشمی‌راد، ح. (۱۳۷۸). شناسایی زنبورهای پارازیتوئید تخم سن‌های سبز پسته (*Brachynema spp.* And *Acrosternum spp.*) بر روی بیولوژی *Trissolcus ogriope* (Hym.: Scelionidae) در منطقه‌ی رفسنجان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۲۵ صفحه.
10. Antherwartha, HC, & Birch, LC. (1954). The Distribution and Abundance of Animals. First edition, Chicago: University of Chicago Press, 782 p.
11. Bagheri, F., Hosseininaveh, V., Talebi Jahromi, K. & Bigham, M. (2010). A survey of some biological traits and fertility life table parameters of pistachio green stink

- life table analysis.
<http://140.120.197.173/Ecology/Downlod/Twosex-MSChart.zip>.
20. Ershad, D, & Barkhordary, M. (1976). Investigations on stigmatomycosis (massu disease) of pistachio. *Iranian Journal Plant Pathology*, 12, 17-23 .
 21. Fisher, RA. 1930. The Genetical Theory of Natural Selection. Clarendon Press, Oxford, 318 pp.
 22. Freitas, SPC, Júnior, WSE, Zanuncio, JC, & Serrão, JE. (2006). Development, Survival and Reproduction of *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) with Salt and Amino Acids Solutions Supplementary Diet. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 49, 449-455.
 23. Hashemi Rad, H. (2005). Injurious bugs of Pistachio orchards in Keran Province. Affairs of Adjutancy Horticulture Press, 13pp.
 24. Hu, LX, Chi, H, Zhang, J, Zhou, Q, & Zhang, RJ. (2010). Life table analysis of the performance of *Nilaparvata lugens* (Hemiptera: Delphacidae) on Two Wild Rice Species. *Journal of Economic Entomology*, 103(5), 1628-1635.
 25. Infante, F. (2000). Development and population growth rates of *Prorops nasuta* (Hymenoptera: Bethylidae) at constant temperatures. *Journal of Applied Entomology*, 124, 343-348.
 26. Jha, RK, Chi, H, & Tang, LC. (2012). A comparison of artificial diet and sweet corn for the rearing of *Helicoverpa arigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) based on life table characteristics. *Environmental Entomology*, 41, 30-39.
 12. Calvitti, M, & Remotti, PC. (1998). Host preference and performance of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on weeds in central Italy. *Environmental Entomology*, 27, 1350-1356.
 13. Carey, JR. 1993. Applied demography for biologists with special emphasis on Insect. Oxford University Press, New York, 206 pp.
 14. Costa, MLM, Borges, M, & Vilela, EEF. (1998) Biologia reprodutiva de *Euschistus heros* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 27, 559-568.
 15. Chi, H. (1988). Life table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environmental Entomology*, 17, 26-34.
 16. Chi, H, & Liu, H. (1985). Two new method for the study of insect population ecology. *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica*, 24, 225-240.
 17. Chi, H, & Yang, TC. (2003). Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, 32, 327-333.
 18. Chi, H. (1990). Timing of control based on the stage structure of pest population: a simulation approach. *Journal of Economic Entomology*, 83, 1143-1150.
 19. Chi, H. (2005). TWSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex

34. Razavi, S. (2006). Pistachio production, Iran vs. the world. *Acta Horticulturae, 14th International Symposium on Pistacios and Alminds, 726*, 689-694
35. Shirvani, A, & Hosseininaveh, V. (2005). Estimation of life table parameters of cotton aphid (*Aphis gossypii* G). *Iranian Journal of Agricultural Sciences, 35(1)*, 23-29.
36. Sokal, RR, & Rohlf, FJ. (1995). *Biometry (3rd ed.)*. W. H. Freeman, Sun Francisco, CA.
37. Southwood, TRE, & Henderson, PA. (2000). *Ecological Methods*. 3rd ed. Blackwell Science Ltd., 592pp.
38. Stark, JD, Sugayama, RL, & Kovaleski, A. (2007). Why demographic and modeling approaches should be adopted for estimating the effects of pesticides on biocontrol agents. *Biological Control, 52*, 365-374.
39. Tsai JH, & Wang KH. (1996). Development and reproduction of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on five host plants. *Environmental Entomology, 25*: 810-816.
40. Wittmeyer, JL, & Coudron, TA. (2001). Life table parameters, reproductiverate, intrinsic rate of increase, and estimated cost of rearing *Podisus, Maculi ventris* (Hemiptera: Pentatomidae) on an artificial diet, *Journal of Economic Entomology, 94 (1)*, 344-352.
41. Yang, T, & Chi, H. (2006). Life table and development of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) at different temperatures. *Journal of Economic Entomology, 99*, 691-698.
42. Yazdanpanah, A, Nouri-Ganbalani, G, Razmjou, J, Basyrat, M, & Fathi, SAA. (2019). Effects of different temperatures on
27. Kavousi, A, Chi, H, Talebi, K, Bandani, A, Ashouri, A, & Hosseini Naveh, V. (2009). Demographic traits of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on leaf discs and whole leaves. *Journal of Economic Entomology, 102*, 595-601.
28. Legaspi, JC. (2004). Life history of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae) adult female under different constant temperatures. *Journal of Environmental Entomology, 33(5)*, 1200-1206 .
29. Lemos, WP, Ramalho, FS, & Zanuncio, JC. (2003). Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Euborella annulipes* (Lucas) (Dermaptera: Anisolabididae) a cotton boll weevil predator in laboratory studies with an artificial diet. *Enviromental Entomology, 32*, 592-601.
30. Liu, TX, & Stansly, PA. (1998). Life history of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on *Hibiscus rosasinensis* (Malvaceae). *Florida Entomologist, 81(3)*, 437-445.
31. Medeiros, RS, Ramalho, FS, Lemos, WP & Zanuncio, JC. (2000). Age-dependent fecundity and life fertilitytables for *Podisus nigripinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of Applied Entomology, 124*, 319-324.
32. Momen, FM. (2001). Effects of diet on the biology and life tables of the predacious mite *Agistemus exsertus* (Acari: Stigmaeidae). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 36(2)*, 173-178.
33. Pianka, ER. (1994). *Evolutionary ecology* .5 th ed. New York, Harper Collins College, 486 pp.

- proof on relationship among gross reproduction rate, net reproduction rate and preadult survivorship. *Annual Entomology Society American*, 98, 475-482.
44. Zahn, D, Girling, RD, McElfresh, JS, Carde, RT, & Millar, JG. (2008). Biology and reproductive behavior of *Murgantia histrionic* (Heteroptera: Pentatomidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 101, 215-228.
- the demography of pistachio green stink-bug, *Brachynema germari* Kolenati (Hemiptera: Pentatomidae), under laboratory conditions. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 78, 29-36.
43. Yu, JZ, Chi, H, & Chen, BH. (2005). Life table and predation of *Lemnia biplagiata* (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) with a

Parameters of Age-Stage, Two Sex Life Table of Pistachio Green Bugs, *Acrosternum milleri* (Hemiptera: Pentatomidae)

Mahboobeh khajehoseini Saleh Abad¹, Abbas Khani^{2*}, Hamzeh Izadi, Najmeh

Sahebzadeh ², Mohammad Amin Samih ³

Abstract

Pistachios are one of the most important garden products of the country. The pistachio green stink-bug, *Acrosternum milleri* Mulsant & Rey (Hemiptera: Pentatomidae) is one of the important and key pests of pistachio in Iran. The adults of the pest collected from the pistachio orchards of Rafsanjan in 2017 and reared on fresh kernels of pistachio head ram species in the growth chamber at 27 ± 1 °C, $65 \pm 5\%$ RH and a photoperiod 16: 8 h (L: D) and the parameters of age-stage, two sex life table of the insect were determined. The net reproduction rate (R_0) was equal to 26.29 ± 4.11 (offspring/individual), the gross reproduction rate (GRR) was equal to 54.28 ± 5.91 (offspring/individual), intrinsic rate of natural increase of population (r_m) was equal to 0.061 ± 0.0031 (female/female/day), the mean generation time (T) and the finite rate of population increase (λ) were 53.44 ± 0.50 (days) and 1.063 ± 0.0033 (subject/substance/day), respectively. The obtained results have been discussed in terms of developing appropriate integrated pest management (IPM) programs against the pest by forecasting population growth rate.

Key words: Pistachio, Green bugs, Life table, Biology

¹ Ph.D. student, Department of Plant Protection, University of Zabol, Zabol, Iran

² Associate Professor, Department of Plant Protection, University of Zabol, Zabol, Iran

* Corresponding author e-mail: abbkhani@yahoo.com and abbkhani@uoz.ac.ir