پارامترهای تولید مثلی سوسک شاخک بلند سارتا *Aeolesthes sarta* Solsky (Col., Cerambycidae) روی درخت اوجا در شرایط آزمایشگاه

افسانه مظاهری[۱]، بیژن حاتمی[۱]، جهانگیر خواجه‌علی[۱] و سید ابراهیم صادقی[۲]

چکیده

سوسک شاخک بلند سارتا *Aeolesthes sarta*، یکی از مخرب‌ترین آفات چوبخوار درختان مثمر و غیرمثمر در ایران می‌باشد. در این پژوهش برخی از پارامترهای تولید مثلی آن در شرایط آزمایشگاه با رهاسازی حشرات کامل هم‌سن تازه ظاهر شده (۱ تا ۲ روز پس از خروج از مکان‌های زمستان‌گذران) به صورت جفت‌های جداگانه روی قطعات بریده شده تنه درخت اوجا درون قفس، در ۱۵ تکرار مطالعه شد. از این داده‌ها در تهیه جدول باروری سوسک چوبخوار سارتا نیز استفاده گردید. بر اساس نتایج این پژوهش حشرات ماده به طور میانگین ۳/۹±۰/۲ روز پس از رهاسازی شروع به تخم‌گذاری نمودند و میانگین دوره تخم‌گذاری این حشره ۱۶/۶±۰/۶ روز به طول انجامید. میانگین تعداد تخم گذاشته شده توسط هر حشره ماده ۱۲۲/۶±۱۷/۵ عدد تعیین شد. طول عمر حشرات نر ۲۶±۰/۶ و طول عمر حشرات ماده ۲۹/۴±۰/۴ روز بود. حشرات ماده در طول دوره تخم‌ریزی هیچ‌گونه تلفاتی نداشتند، بنابراین مقادیر نرخ ناخالص تولیدمثل (GRR) و نرخ خالص تولید مثل (R_0 یا NRR) (نسل/ماده/ماده) برابر و معادل ۶۱/۶±۸/۷ به دست آمد. نرخ ذاتی رشد جمعیت (r_m)، میانگین طول مدت هر نسل (T) و مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت (t) به ترتیب $^{-۵}$۰/۰۰۶۷±۰/۲۴ نتاج ماده به ازای هر ماده در روز، ۶۱۲/۵±۰/۴ و ۱۰۲/۷±۳/۶ روز برآورد شد. نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) (روز/ماده/ماده)، $^{-۵}$۱/۰۰۶±۰/۲۴ تعیین شد. در این آزمایش پایین بودن مقدار نرخ ذاتی رشد جمعیت مربوط به سه عامل سن بالای افراد تولیدمثل کننده (میانگین ۶۰۲ روز)، طول عمر پایین آنها در طول دوره تولیدمثل (حداکثر ۲۲ روز) و طولانی بودن میانگین طول مدت یک نسل (۶۱۲/۵ روز) می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: Cerambycidae، *Aeolesthes sarta*، پارامترهای تولیدمثلی، جدول باروری

مقدمه

سوسک شاخک بلند سارتا *Aeolesthes sarta* Solsky از خانواده Cerambycidae و زیرخانواده Cerambycinae، یکی از مهم‌ترین و مخرب‌ترین آفات چوبخوار در کشورهای مختلف از جمله ازبکستان، ترکمنستان، قرقیزستان، پاکستان، افغانستان، هندوستان (هیمالیای غربی)، بنگلادش و ایران محسوب می‌شود. عده‌ای از پژوهشگران، منشأ اصلی این آفت را از پاکستان و هند غربی می‌دانند که برای اولین بار در سال ۱۹۱۱

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و مربی گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.27.9]

در سمرقند مشاهده شد (۸، ۹، ۱۱، ۲۱ و ۲۴). این حشره دارای دامنه میزبانی نسبتاً وسیعی بوده و خسارت آن به برخی از گونه‌های با ارزش درختی در اکوسیستم‌های شهری، جنگلی و باغی از جمله تبریزی، نارون، چنار، بید، گردو، سپیدار، توت، سیب و سنجد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۶، ۷، ۸، ۱۱، ۱۵، ۲۴ و ۲۷). در ایران نیز اولین بار در سال ۱۳۲۳ توسط افشار از خراسان روی درختان سیب و گوجه گزارش گردید (۱) و پس از آن از روی درختان آلو، آلوچه، سیب، گلابی، صنوبر، نارون و بید از استان‌های تهران، لرستان، مرکزی، اصفهان و کردستان گزارش شده است (۳، ۱۲ و ۱۴). در حال حاضر این حشره چوبخوار در مناطق شرقی و مرکزی کشور از جمله استان‌های خراسان، سیستان و بلوچستان، تهران، اصفهان و کهگیلویه و بویراحمد از آفات بسیار مهم و مخرب درختان جنگلی و زینتی می‌باشد (۱۱).

بقای ویژه سنی (Age specific survivorship) و باروری بالقوه ویژه سنی (Age specific fecundity) دو فرایند کلیدی جمعیت هستند که بر نرخ ذاتی رشد جمعیت (Intrinsic rate of increase) تأثیر می‌گذارند (۱۶و ۲۸). تغذیه محدود بسیاری از گونه‌های خانواده سرامبیسیده بیانگر عمر کوتاه آنها در مرحله بلوغ است (۲۲). سوسک‌های شاخک بلندی که در دوران بلوغ تغذیه دارند، حداقل ۳۶ تا ۵۳ روز زنده باقی می‌مانند (۲۸). حشرات بالغ دو زیرخانواده Cerambycinae و Aseminae در مقایسه با زیرخانواده Lamiinae (هر سه از خانواده سرامبیسیده) طول عمر کوتاه‌تری دارند (اغلب ۲ تا ۳ هفته زنده می‌مانند، یعنی مدت زمانی که برای جفت‌گیری و تخم‌ریزی مورد نیاز است) (۱۸ و ۲۲). در صورتی‌که در زیرخانواده Lamiinae، در شرایط آزمایشگاهی با غذایی مناسب، حشرات کامل گونه‌ای از جنس *Diaxenes* به مدت ۳ ماه، بالغین گونه *Dihammus cervinus* Hope به مدت ۱۷ هفته و گونه *Batocera rufomaculata* Degeer برای ۸ ماه زنده می‌مانند (۲۲). حشرات نر اغلب طول عمر کوتاه‌تری نسبت به ماده‌ها دارند و پس از این که تنها وظیفه خود را انجام دادند یعنی باروری، مرگ به سرعت اتفاق می‌افتد (۱۹). طول عمر سوسک‌های شاخک بلند تحت تأثیر عوامل فیزیکی محیط قرار می‌گیرد. در اکثر گونه‌ها رطوبت پایین در هر دو دمای بالا و پایین نامطلوب است، دمای بالا نیز متابولیسم را سرعت می‌بخشد و طول عمر را کاهش می‌دهد (۲۲). افراد زیرخانواده Lamiinae قبل از جفت‌گیری به طور میانگین ۱/۲±۶/۷ روز تغذیه دارند، در مقایسه با زیرخانواده Cerambycinae که ۰/۱۷±۰/۱۷ روز تغذیه دارند. علاوه بر این دوره بین ظهور بالغین و شروع تخم‌ریزی (دوره پیش از تخم‌ریزی (Pre-ovipositional period)) در زیرخانواده Lamiinae دو برابر طولانی‌تر است (۱۸و ۱۹). هم‌چنین در اکثر گونه‌های سرامبیسیده جفت‌گیری در مدت کوتاهی پس از خروج حشرات کامل از محفظه شفیرگی اتفاق می‌افتد، در حالی که در زیرخانواده Lamiinae معمولاً به یک دوره در مرحله بلوغ نیاز است. در حشرات ماده گونه‌هایی که تغذیه‌ای ندارند، مقاومت و سرسختی در برابر جفت‌گیری نرها به وضوح دیده می‌شود، شاید دلیل این امر مدت کوتاه زندگی‌شان و فرصت کوتاه‌شان برای تخم‌ریزی باشد (۱۸).

باروری بالقوه و نرخ ذاتی رشد جمعیت برای برخی گونه‌ها به ویژه گونه‌هایی از زیرخانواده Lamiinae تعیین شده است، به عنوان مثال در *Monochamus carolinensis* Olivier روی کاج ۲۰۰-۱۱۶ عدد تخم در طول دوره زندگی (۵/۷-۲/۶ عدد تخم در روز)، در *Enaphalodes rufulus* Haldemann روی بلوط قرمز ۱۱۹ عدد تخم در طول دوره زندگی (۶/۳ عدد تخم در روز) و در *Anoplophora glabripennis* (Motsch.) روی صنوبر ۳۵ عدد تخم و روی افرا ۶۸ عدد تخم در طول دوره زندگی، هم‌چنین نرخ ذاتی رشد جمعیت در *M. carolinensis* روی کاج در مطالعات مختلف ۰/۱۳-۰/۰۴ و در *A. glabripennis* روی میزبان‌های مختلف (۲ گونه افرا و یک گونه بید) ۴/۱-۲/۷ گزارش شده است (۲۸).

در مجموع داشتن اطلاعات در مورد قدرت باروری و موفقیت‌های تولیدمثلی سوسک‌های شاخک بلند به منظور فهم دینامیسم جمعیت، پتانسیل پراکنش و پیش‌بینی رشد جمعیت ضروری است. در واقع توزیع اکولوژیک و پتانسیل پراکنش

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.27.9]

افراد خانواده سرامبیسیده به نرخ تولید مثل و سرعت جابه‌جایی آنها بین میزبان‌های مختلف وابسته می‌باشد (۲۰). عوامل زیادی مانند سازگاری‌های فردی، سن، اندازه بدن، کیفیت و ویژگی‌های میزبان (سطح، قطر و ضخامت پوست) بر ویژگی‌های بیولوژیک از جمله پتانسیل تولیدمثلی مؤثر هستند (۲۰و ۲۸). برای مثال حشرات ماده *A. glabripennis* روی گونه‌های گیاهی با پوست نازک‌تر، تخم بیشتری می‌گذارند، چون هر چه پوست کلفت‌تر باشد وقت و انرژی بیشتری برای جویدن محل تخم‌ریزی صرف می‌شود، در نتیجه نرخ باروری کاهش می‌یابد (۲۸). هم‌چنین در افرادی با جثه‌های بزرگ‌تر به ویژه در *Plocaederus obesus* Gahan و *Semanotus japonicus* Lacordaire میزان تخم‌ریزی بیشتر است. نرخ تخم‌ریزی و درصد تفریخ تخم در ارتباط با سن نیز می‌باشد، در واقع با افزایش سن میزان تخم‌ریزی کاهش و درصد تفریخ تخم افزایش می‌یابد (۲۷).

اگر چه قبلاً در ایران برخی از پارامترهای تولید مثلی سوسک شاخک بلند سارتا روی قطعات بریده شده تنه درختان صنوبر در شرایط آزمایشگاهی بررسی شده است (۸، ۹ و ۱۰)، اما با توجه به خسارت شدید این آفت به درختان نارون فضای سبز شهر اصفهان به ویژه اوجا (نارون وسک) *Ulmus carpinifolia* Borkh.، مطالعه برخی از پارامترهای تولیدمثلی نظیر دوره قبل از تخم‌ریزی، باروری ویژه سنی، بقا و نرخ ذاتی رشد جمعیت روی گیاه میزبان نارون لازم و ضروری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

۱. مطالعه پارامترهای تولیدمثلی آفت در شرایط آزمایشگاهی

برای مطالعه برخی از پارامترهای تولیدمثلی سوسک شاخک بلند سارتا روی درخت اوجا *U. carpinifolia*، ۱۵ قطعه بریده شده تنه درخت به طول ۴۰ و قطر ۱۲ سانتی‌متر تهیه و هر یک داخل قفس‌هایی با چهارچوب چوبی محصور به توری ارگانزا به طول ۹۰، عرض ۴۰ و ارتفاع ۷۰ سانتی متر قرار داده شدند. جهت جلوگیری از خشک شدن چوب، انتهای فوقانی این قطعات با پارافین اندود گردید و قسمت تحتانی تا ارتفاع ۵ سانتی‌متر به منظور تأمین آب داخل ماسه قرار داده شد. پانزده جفت حشره نر و ماده هم‌سن تازه ظاهر شده (۱ تا ۲ روز پس از خروج از مکان‌های زمستان‌گذران) به طور مجزا در هر قفس رهاسازی شدند و برای تغذیه آنها از شاخه‌های سبز و برگ‌دار درخت اوجا استفاده گردید. این شاخه‌ها یک روز در میان با شاخه‌های جدید تعویض می‌شدند. برای مشاهده رفتار جفت‌گیری، تعیین دوره تخم‌ریزی و تعداد تخم گذاشته شده در هر روز توسط هر حشره ماده، قفس‌ها روزانه مورد بازدید قرار می‌گرفتند. آزمایش در شرایط اتاق در دمای ۲±۲۷ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۲±۳۵ درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی انجام شد. پس از شروع تخم‌گذاری، هر روز تخم‌های گذاشته شده توسط حشرات ماده شمارش و با احتیاط به وسیله پنس از لابلای ترک‌های پوست خارج و در ظرف پتری در انکوباتور با دمای ۱±۲۶ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۵ ±۶۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگه‌داری شدند. این کار تا مرگ همه حشرات کامل ادامه پیدا کرد. در این آزمایش میزان تخم‌ریزی، طول عمر حشرات کامل، طول دوره پیش از تخم‌ریزی، طول دوره تخم‌ریزی، طول دوره جنینی و درصد تفریخ تخم‌ها مطالعه گردید. از این داده‌ها جهت تهیه جدول ویژه باروری بالفعل (Fertility life table) نیز استفاده شد.

۲. پارامترهای جدول باروری

جدول ویژه باروری دارای سه ستون اصلی می‌باشد (۲۳و ۲۵) که عبارت‌اند از:

۱- سن یا مرحله سنی حشرات ماده بر حسب روز، هفته یا سال (x)، ۲- نسبت تعداد افراد ماده زنده در هر مرحله سنی به تعداد افراد اولیه (l_x)، ۳- تعداد نتاج ماده که در هر مرحله سنی از یک فرد ماده زنده متولد می‌شود (امید دخترزایی) (m_x).

از جمع جبری ارقام ستون m_x ، نرخ ناخالص تولیدمثل Gross Reproductive Rate (G.R.R.) به دست می‌آید که معرف جمع کل ماده‌های تولید شده توسط حشره ماده‌ای است

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.27.9]

که در طول تمامی دوره‌های سنی زنده مانده است (۲و ۲۵).

$\sum m_x$ = نرخ ناخالص تولیدمثل

ستون دیگر جدول باروری، حاصل ضرب دو ستون l_x و m_x است. میانگین تعداد کل نتاج ماده‌ای که توسط هر ماده در طول مدت یک نسل تولید می‌شود، نرخ خالص تولیدمثل Net Reproductive Rate (N.R.R.) نامیده شده و با علامت R_o نشان داده می‌شود (۴، ۵ و ۱۷). $(R_o) = \sum l_x m_x$ نرخ خالص تولید مثل در یک جمعیت پایدار متعادل نرخ خالص تولید مثل برابر یک می‌باشد، یعنی جمعیت به ثبات کامل از نظر رشد رسیده است و در نسل بعد جمعیت جایگزین جمعیت اولیه می‌شود (۲۵). پس از محاسبه R_o، می‌توان نرخ ذاتی رشد (Intrinsic rate of increase) (r) و به عبارت دیگر ضریب افزایش جمعیت را از طریق معادله زیر به طور تقریبی محاسبه نمود (۴، ۵ و ۱۷):

$$r = \frac{\log_e R_\circ}{T}$$

T= میانگین طول مدت یک نسل (Mean generation time) که مقدار آن از طریق معادله زیر محاسبه می‌شود (۲و ۲۵):

$$T = \frac{\sum l_x m_x .x}{\sum l_x m_x} = \frac{\sum l_x m_x .x}{R_o}$$

پس از محاسبه نرخ ذاتی رشد تخمینی، باید عدد حاصل را در فرمول زیر قرار داد (۴، ۵، ۱۷و ۲۳):

$$\sum_{x=\circ}^{\infty} e^{-r_m .x} l_x m_x = ۱$$

اگر نتیجه رابطه مساوی یا بسیار نزدیک به عدد یک بود، مقدار قطعی نرخ ذاتی رشد نیز همان عدد است، در غیر این صورت عدد تخمین زده شده (r) را بایستی تغییر داده تا نتیجه به عدد یک نزدیک شود (۴و ۲۵). از اطلاعات فوق برای محاسبه زمان دو برابر شدن جمعیت (Doubling time) و نرخ متناهی رشد (Finite rate of increase) نیز استفاده می‌گردد (۴، ۵، ۱۷، ۲۳ و ۲۵). مدت زمانی که طول می‌کشد تا جمعیت دو برابر شود، با t نشان داده می‌شود و محاسبه آن توسط رابطه زیر صورت می‌گیرد:

$$t = \frac{\log_e(۲)}{r_m}$$

نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، ضریب افزایش جمعیت مربوط به هر فرد ماده و در فاصله زمانی معین است که توسط رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\lambda = e^{r_m}$$

به علاوه در این مطالعه برای محاسبه دقیق‌تر پارامترهای جدول باروری، با استفاده از روش جک نایف (Jackknife method) (۱۷و ۲۳) میانگین، واریانس و خطای معیار هر یک از این پارامترها برآورد گردید. بدین ترتیب که ابتدا پارامترهای نرخ ذاتی رشد، نرخ خالص تولیدمثل، میانگین طول مدت یک نسل، زمان دو برابر شدن جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت با استفاده از فرمول‌های فوق به روش معمول محاسبه و به نام مقادیر واقعی (True calculations) نامیده شدند. پارامترهای مذکور در این مرحله به صورت $r_{m\circ}$، $R_{\circ\circ}$، $T_\circ$ و $\lambda_\circ$ نشان داده می‌شوند (۲۳). در مرحله بعدی هر یک از پارامترهای بالا به تعداد n بار (n =تعداد افراد ماده) مورد محاسبه قرار گرفتند، اما بر خلاف مرحله اول در هر بار فقط از داده‌های n–۱ حشره ماده استفاده شد. پارامترهای مذکور در این حالت به صورت r_m^i، $R_\circ^i$، $T_\circ^i$ و $\lambda_\circ^i$ در نظر گرفته شدند ($i = ۱،۲،\ldots، n$) (۲۳). سپس مقادیر کاذب (Pseudo-values) برای هر پارامتر محاسبه گردید. روش محاسبه مقادیر کاذب برای تمام پارامترها یکسان است، لذا به عنوان نمونه این مقادیر برای نرخ خالص تولیدمثل از رابطه زیر برآورد شدند (۲۳):

$$PsvR_\circ^i = n \times R_{\circ\circ} - (n-۱) \times R_\circ^i$$

با توجه به این رابطه بدیهی است که تعداد n مقدار کاذب برای هر یک از پارامترها محاسبه خواهد شد. پس از محاسبه مقادیر کاذب برای پارامترهای مختلف، برآورد میانگین، واریانس و خطای معیار مربوطه انجام شد و از آنجایی که روابط به کار رفته برای محاسبه این آماره‌ها مشابه است، لذا این قسمت نیز فقط برای نرخ خالص تولیدمثل شرح داده می‌شود.

تخمین میانگین، واریانس و خطای معیار نرخ خالص

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.27.9]

تولیدمثل به صورت زیر انجام می‌شود (۲۳):

$$R'_{\circ} = \frac{\sum_{i=1}^{n} PsvR_{\circ}^{i}}{n}$$ (میانگین نرخ خالص تولید مثل)

(واریانس نرخ خالص تولید مثل)

$$VAR\left(R_{\circ}'\right) = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(PsvR^{i}_{\circ} - R_{\circ}\right)^{2}}{(n-1)}$$

(خطای معیار نرخ خالص تولید مثل)

$$SEM\left(R_{\circ}'\right) = \sqrt{\frac{VAR\left(R_{\circ}'\right)}{n}}$$

نتایج و بحث

۱. مطالعه پارامترهای تولیدمثلی در شرایط آزمایشگاهی

حشرات کامل سوسک شاخک بلند سارتا در شرایط آزمایشگاهی بلافاصله پس از رهاسازی روی میزبان که مصادف با زمان خروج از محل‌های زمستان‌گذران در طبیعت بود، فعالیت تغذیه‌ای خود را آغاز نمودند. میزان تغذیه حشرات کامل بسیار اندک بود، به طوری که فقط خراش‌های سطحی روی پوست شاخه‌های سبز و برگ‌دار درخت اوجا مشاهده گردید. حشرات ماده به طور میانگین ۰/۲±۳/۹ روز پس از رهاسازی شروع به تخم‌گذاری نمودند و میانگین دوره تخم‌گذاری این حشره ۰/۶±۱۶/۶ روز به طول انجامید (جدول ۱). تخم‌ها معمولاً در شب ۲۱٪ در دسته‌های دوتایی، ۲۲٪ سه تایی، ۱۸٪ چهارتایی، ۱۲٪ پنج‌تایی و به ندرت به صورت انفرادی (حدود ۱۵٪) در شکاف‌ها و محل‌های زخم شده پوست تنه درخت قرار داده شدند. دسته‌های تخم با بیش از پنج عدد کمتر از ۱۲٪ تخم‌ها را تشکیل می‌داد. میانگین تعداد تخم در هر دسته ۰/۱±۳/۶ محاسبه گردید. میانگین تعداد تخم گذاشته شده توسط هر حشره ماده ۱۷/۵±۱۲۲/۶ عدد تعیین شد (جدول ۱). تخم‌ها دوکی شکل، سفید رنگ و به طول تقریبی ۰/۰۷±۳/۸۴ و عرض ۰/۰۴±۱/۹ میلی‌متر بودند.

در طول دوره تخم‌ریزی، میانگین تخم روزانه به ازای هر ماده روند افزایشی داشت تا روز هفتم (نهمین روز پس از خروج حشرات کامل از محفظه شفیرگی) که تعداد تخم کمتری در مقایسه با روزهای قبل مشاهده شد. دوباره تعداد تخم گذاشته شده افزایش یافت، به طوری که در روز دهم دوره تخم‌گذاری بیشترین میزان تخم مشاهده گردید، به عبارت دیگر اوج تخم‌ریزی ۱۲ روز پس از خروج حشرات کامل از محفظه شفیرگی به وقوع پیوست و از این روز به بعد تعداد تخم به تدریج کاهش یافت. این روند در شکل ۱ نشان داده شده است، البته لازم به ذکر است که در این شکل با در نظر گرفتن نسبت جنسی ۱ به ۱، تعداد افراد ماده تولید شده از هر فرد ماده در روز بیان شده است. حداکثر تعداد تخم در هفته (به طور میانگین ۶۸/۹ عدد تخم به ازای هر حشره ماده) دومین هفته پس از خروج حشرات کامل مشاهده گردید، در حالی‌که هفته اول و سوم تفاوت قابل ملاحظه‌ای را نشان ندادند. حداقل تعداد تخم در هفته چهارم گذاشته شده بود، در هفته پنجم نیز تخمی مشاهده نشد. تخم‌های قرار داده شده در انکوباتور تقریباً بعد از ۰/۲± ۱۰/۵ روز تفریخ و لاروهای سن اول پدیدار شدند. درصد تفریخ تخم به طور میانگین ۱/۲±۶۲/۸ درصد محاسبه گردید. در شرایط آزمایشگاهی طول عمر حشرات نر ۲۴ تا ۳۰ روز بود، در حالی‌که حشرات ماده ۲۶ تا ۳۲ روز زنده باقی ماندند (جدول ۱).

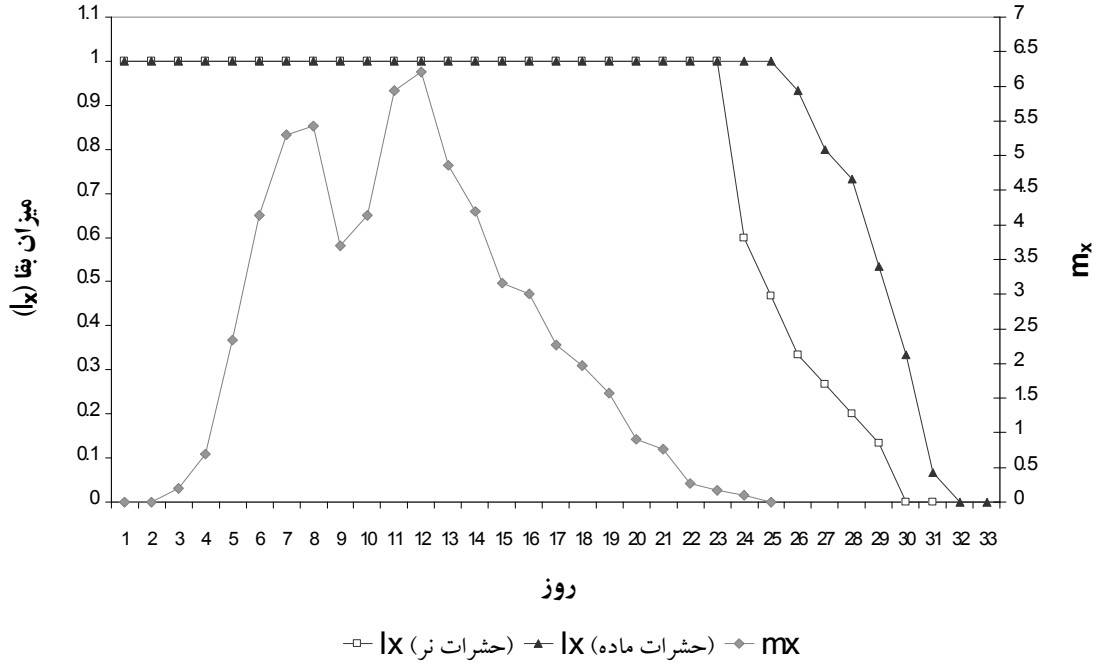
منحنی بقای سوسک شاخک بلند سارتا روی میزبان اوجا نشان داد که درصد بقای حشرات نر تقریباً در بیست و پنجمین روز تا ۵۰ درصد کاهش می‌یابد، در حالی که تلفات حشرات کامل ماده در روز بیست و نهم به ۵۰ درصد می‌رسد (شکل ۱). بر اساس مطالعات احمد وهمکاران (۱۵)، حشرات ماده ۵-۱ روز پس از خروج شروع به تخم‌گذاری نمودند و دوره تخم‌گذاری تحت شرایط مختلف آزمایشگاهی ۲۲-۷ روز به طول انجامید. حداکثر تعداد تخم ۲۳۱ عدد، حداقل ۲۲ عدد و به طور میانگین ۱۲۰-۸۰ عدد تخم برای این حشره در پاکستان ذکر شده است. البته در برخی منابع (۲۴) تعداد ۲۷۰ عدد تخم نیز برای این حشره گزارش شده است که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت نسبی دارد. فرآشیانی و همکاران (۸، ۹ و ۱۰)

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.27.9]

جدول ۱. پارامترهای تولیدمثلی سوسک شاخک بلند سارتا در شرایط آزمایشگاه

مراحل زیستی	حداقل	حداکثر	میانگین ± خطای معیار
طول دوره قبل از تخم‌گذاری (روز)	۳	۵	۳/۹ ± ۰/۲
طول دوره تخم‌گذاری (روز)	۱۴	۲۲	۱۶/۶ ± ۰/۶
تعداد تخم گذاشته شده توسط هر ماده	۲۰	۲۹۷	۱۲۲/۶ ± ۱۷/۵
درصد تفریخ تخم	۵۸/۳	۶۷/۳	۶۲/۸ ± ۱/۲
طول دوره جنینی (روز)	۹	۱۲	۱۰/۵ ± ۰/۲
طول عمر حشرات ماده (روز)	۲۶	۳۲	۲۹/۴ ± ۰/۴
طول عمر حشرات نر (روز)	۲۴	۳۰	۲۶ ± ۰/۶



شکل ۱. تعداد افراد ماده تولید شده در روز از هر فرد ماده (m_x) و میزان بقای حشرات کامل نر و ماده (l_x) در طول دوره پس از خروج حشرات کامل سوسک شاخک بلند سارتا از محل‌های زمستان گذران در شرایط آزمایشگاه

در شرایط آزمایشگاهی (دما ۵±۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۶۵- ۶۰ درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی) طول دوره قبل از تخم‌ریزی و طول دوره تخم‌گذاری حشرات ماده سوسک شاخک بلند سارتا را روی قطعات بریده شده تنه درختان صنوبر به ترتیب ۲/۱±۱۵ و ۱/۵±۷/۸ روز گزارش کرده‌اند، به علاوه حداقل، حداکثر و میانگین تخم گذاشته شده به ترتیب ۱۴، ۲۷ و ۵/۶±۲۱/۴ عدد تعیین شد. با توجه به این که شرایط بررسی حاضر از نظر دما و دوره نوری (به استثنای رطوبت) اختلاف زیادی با پژوهش‌های فرآشیانی و همکاران (۸، ۹ و ۱۰) نداشت، اختلاف موجود در پارامترهای تولیدمثلی احتمالاً مربوط به تفاوت در نوع میزبان می‌باشد. در واقع در بسیاری از مطالعات مشخص گردیده است که طول دوره قبل از تخم گذاری روی میزبان‌های مناسب کوتاه‌تر و میزان تخم‌ریزی روی آنها بیشتر از سایر میزبان‌ها می‌باشد (۲). هم‌چنین با توجه به این که طول دوره تخم‌ریزی حشرات ماده روی نارون وسک در این پژوهش بیش از مدت زمان گزارش شده توسط فرآشیانی و همکاران (۹ و ۱۰)

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.27.9]

روی صنوبر بود، تخم‌گذاری بیشتر در آزمایش حاضر روی نارون وسک به عنوان میزبان مناسب سوسک سارتا منطقی به نظر می‌رسد. در بررسی زیست‌شناسی سوسک چوبخوار سارتا روی صنوبر در شرایط صحرایی توسط فرآشیانی و همکاران (۸)، طول دوره قبل از تخم‌گذاری ۹/۶±۰/۹ روز و میانگین تخم استحصال شده از حشره ماده ۶۰/۴±۲۸ عدد (تقریباً ۳ برابر تعداد تخم به دست آمده در مطالعه آن‌ها در شرایط آزمایشگاهی (۹ و ۱۰)) تعیین شد. علت اختلاف در نتایج صحرایی (۸) و آزمایشگاهی (۹ و ۱۰) پژوهشگران فوق را می‌توان چنین توجیه کرد که در شرایط آزمایشگاهی حشرات کامل احتمالاً از شرایط نامطلوب‌تری نسبت به طبیعت برخوردارند، بنابراین دوره قبل از تخم‌گذاری و سایر فعالیت‌های حشره مدت زمان بیشتری طول می‌کشد و میزان تخم‌ریزی کاهش پیدا می‌کند. به هر حال یافته‌های پژوهشگران فوق در مورد پارامترهای طول دوره قبل از تخم‌گذاری، طول دوره تخم‌گذاری و میزان تخم‌گذاری با نتایج این پژوهش مغایرت دارد که احتمالاً این اختلاف نیز در ارتباط با نوع میزبان و شرایط اقلیمی می‌باشد. داده‌های مربوط به طول دوره جنینی و طول عمر حشرات کامل نر و ماده که به ترتیب ۱۰/۸±۱/۱، ۲۷±۲/۷ و ۳۰/۳±۲/۷ روز توسط فرآشیانی و همکاران (۹) گزارش شده است، با نتایج حاصل از این مطالعه تا حد زیادی تطبیق می‌نماید.

۲. پارامترهای جدول باروری

نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، نرخ ناخالص تولیدمثل (G.R.R.)، نرخ ذاتی رشد (r_m)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، میانگین طول مدت یک نسل (T) و زمان دو برابر شدن جمعیت (t) سوسک شاخک بلند سارتا روی میزبان درخت اوجا در جدول ۲ ارائه شده است. مقادیر دقیق پارامترهای فوق (میانگین و خطای معیار) نیز با استفاده از روش جک‌نایف (۱۷و ۲۳)، یعنی محاسبه پارامترهای جدول باروری با حذف یک تکرار در هر مرتبه در جدول ۳ ارائه شده است.

بررسی پارامترهای جدول باروری سوسک شاخک بلند سارتا نشان داد که نرخ خالص تولیدمثل (R_0) حشرات پرورش یافته روی میزبان اوجا ۶۱/۳ بود. بدین معنی که به طور میانگین هر فرد ماده سوسک چوبخوار سارتا قادر است ۶۱/۳ فرد ماده تولید کند. نرخ ناخالص تولید مثل شامل تعداد افراد ماده متولد شده از هر حشره ماده بدون در نظر گرفتن تلفات حشره ماده (والد) می‌باشد که غالباً از نظر عددی بیشتر از نرخ خالص تولیدمثل است (۵ و ۱۷). با توجه به این که در مطالعه حاضر حشرات ماده سوسک شاخک بلند سارتا در طول دوره تخم‌ریزی هیچ گونه تلفاتی نداشتند، نرخ خالص تولیدمثل برابر با نرخ ناخالص تولیدمثل به دست آمد. در واقع هر فرد ماده روی درخت اوجا قادر است ۶۱/۳ فرد ماده در هر نسل به جمعیت اضافه کند. بیشتر بودن نرخ خالص تولیدمثل از عدد یک به این معنی است که جمعیت رو به افزایش است یا میزان زاد و ولد بیش از مرگ و میر می‌باشد، بنابراین در نسل بعد جمعیت به اندازه R_0 افزایش می‌یابد (بدون احتساب مرگ و میر لاروی). نرخ ذاتی رشد (r_m) نیز ضریب افزایش جمعیت است (۲، ۴ و ۲۴). در این آزمایش تعداد نتاج تولید شده روی درخت اوجا در واحد زمان (روز) ۰/۰۰۶۷۲ عدد بوده است، به عبارت دیگر ضریب افزایش جمعیت برابر با ۰/۰۰۶۷۲ هر فرد این حشره در هر روز بوده است. نرخ متناهی رشد (λ) نمایانگر نقش هر فرد ماده در افزایش جمعیت است (۴، ۲۳و ۲۵). در مطالعه حاضر نرخ متناهی افزایش جمعیت این حشره ۱/۰۰۷ هر فرد این حشره در روز بوده است. میانگین طول مدت یک نسل سوسک شاخک بلند سارتا روی میزبان اوجا ۶۱۲/۵ روز بود، یعنی هر فرد ماده قادر است ۶۱/۳ فرد ماده را در مدت زمان ۶۱۲/۵ روز به جمعیت اضافه کند. مدت زمان دو برابر شدن جمعیت سوسک چوبخوار سارتا روی درخت اوجا ۱۰۳/۲ روز بود. بدین معنی که هر فرد ماده در مدت ۱۰۳/۲ روز قادر است جمعیت را دو برابر کند. اسمیت و همکاران پارامترهای جدول زندگی را برای بررسی میزبان مناسب سوسک شاخک بلند آسیایی *Anoplophora glabripennis* روی ۳ میزبان افرای شبه‌چناری *Acer platanoides* L.، افرای قرمز *A. rubrum* L.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.27.9]

جدول ۲. جدول باروری بالفعل سوسک شاخک بلند سارتا روی میزبان اوجا

سن (x)	تعداد افراد زنده ماده در آغاز هر مرحله سنی (n_x)	نسبت افراد زنده در هر فاصله سنی به افراد اولیه (l_x)	تعداد افراد ماده تولید شده از هر فرد ماده در هر فاصله سنی (m_x) *	l_xm_x
۶۰۲ **	۱۵	۱	۰	۰
۶۰۳	۱۵	۱	۰	۰
۶۰۴	۱۵	۱	۰/۲	۰/۲
۶۰۵	۱۵	۱	۰/۷	۰/۷
۶۰۶	۱۵	۱	۲/۳	۲/۳
۶۰۷	۱۵	۱	۴/۱	۴/۱
۶۰۸	۱۵	۱	۵/۳	۵/۳
۶۰۹	۱۵	۱	۵/۴	۵/۴
۶۱۰	۱۵	۱	۳/۷	۳/۷
۶۱۱	۱۵	۱	۴/۱	۴/۱
۶۱۲	۱۵	۱	۵/۹	۵/۹
۶۱۳	۱۵	۱	۶/۲	۶/۲
۶۱۴	۱۵	۱	۴/۹	۴/۹
۶۱۵	۱۵	۱	۴/۲	۴/۲
۶۱۶	۱۵	۱	۳/۲	۳/۲
۶۱۷	۱۵	۱	۳	۳
۶۱۸	۱۵	۱	۲/۳	۲/۳
۶۱۹	۱۵	۱	۱/۹	۱/۹
۶۲۰	۱۵	۱	۱/۶	۱/۶
۶۲۱	۱۵	۱	۰/۹	۰/۹
۶۲۲	۱۵	۱	۰/۸	۰/۸
۶۲۳	۱۵	۱	۰/۳	۰/۳
۶۲۴	۱۵	۱	۰/۲	۰/۲
۶۲۵	۱۵	۱	۰/۱	۰/۱
۶۲۶	۱۵	۱	۰	۰

$\sum l_x m_x = R_o = ۶۱/۳$ $\sum m_x = ۶۱/۳$

t =۱۰۳/۱۵ λ= ۱/۰۰۷ T= ۶۱۲/۴۶ r= ۰/۰۰۶۷۲

* : با جمع‌آوری و شمارش حشرات کامل خارج شده سوسک شاخک بلند سارتا از تنه‌های آلوده، نسبت جنسی حشرات نر و ماده با استفاده از آزمون کای اسکوئر مقایسه و ۱:۱ تعیین گردید (۱۳). بر این مبنا در جدول باروری ۵۰ درصد تخم‌ها، ماده در نظر گرفته شدند.

** : با توجه به این که به طور میانگین ۳۵ درصد جمعیت چرخه زندگی خود را در یک سال تکمیل می‌کنند و ۶۵ درصد باقی‌مانده به مدت زمان ۲ سال برای تکمیل چرخه زندگی خود نیاز دارند (۱۳)، میانگین حسابی مدت زمان لازم از تخم تا خروج حشرات کامل از مکان‌های زمستان‌گذران ۶۰۲ روز محاسبه می‌گردد. سال بر مبنای ۳۶۵ روز فرض شد. روز ۶۰۲ = (۰/۶۵ × ۷۳۰) + (۰/۳۵ × ۳۶۵)

جدول ۳. پارامترهای جدول باروری بالفعل سوسک شاخک بلند سارتا روی میزبان اوجا در شرایط آزمایشگاهی. برای محاسبه از روش جک‌نایف (۱۷ و ۲۳) استفاده شد.

نرخ خالص تولیدمثل (R_o)	نرخ ناخالص تولیدمثل (G.R.R.)	نرخ ذاتی رشد (r_m)	نرخ محدود رشد (λ)	میانگین طول نسل (روز) (T)	زمان دو برابر شدن جمعیت (روز) (t)
۶۱/۶±۸/۷	۶۱/۶±۸/۷	۰/۰۰۶۷±۰/۲۴$^{-۵}$	۱/۰۰۶±۰/۲۴$^{-۵}$	۶۱۲/۵±۰/۴	۱۰۲/۷±۳/۶

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.27.9]

و بید سیاه *Salix nigra* Marshall اندازه‌گیری نمودند (۲۸). طبق نتایج این پژوهشگران افرای شبه چناری به علت دارا بودن بیشترین نرخ ذاتی رشد (۴/۱) و نرخ خالص تولیدمثل (۶۱/۲) و کوتاه‌ترین میانگین طول مدت یک نسل و زمان دو برابر شدن جمعیت به عنوان مناسب‌ترین میزبان این سوسک چوبخوار شناخته شد، که از نظر پارامتر نرخ خالص تولیدمثل (R_0) با نتایج به دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد اما در مطالعه حاضر نرخ ذاتی رشد جمعیت (r_m) بسیار کمتر بود. در واقع نرخ ذاتی رشد حشرات مختلف در شرایط فیزیکی مختلف (دما، رطوبت و نوع میزبان) متفاوت است و عواملی همچون تراکم جمعیت، سن فرد تولیدمثل کننده و طول عمر افراد تولیدمثل‌کننده نیز روی نرخ ذاتی رشد تأثیر می‌گذارد (۲و ۲۸). به طوری که هر چه تراکم جمعیت بیشتر باشد نرخ ذاتی رشد کمتر خواهد شد. هم‌چنین اگر سن افراد تولیدمثل کننده افزایش و طول عمر آنها کاهش یابد، نیز باعث کم شدن نرخ ذاتی رشد می‌شود (۲ و ۲۸). در این آزمایش پایین بودن مقدار نرخ ذاتی رشد مربوط به سن بالای افراد تولیدمثل کننده (۶۰۲ روز) و طول عمر پایین آنها در طول دوره تولیدمثل (حداکثر ۲۲ روز) می‌باشد (جدول ۲). هم‌چنین رابطه معکوسی بین نرخ ذاتی رشد و میانگین طول نسل وجود دارد، به طوری که هر چه میانگین طول نسل افزایش یابد نرخ ذاتی رشد جمعیت کاهش پیدا می‌کند (۴). در این پژوهش نیز میانگین طول نسل بسیار طولانی و در نتیجه نرخ ذاتی رشد بسیار کم بود (جداول ۲ و ۳).

منابع مورد استفاده

۱. افشار، ج. ۱۳۲۳. نام‌های علمی بعضی از سخت بالپوشان ایران و اهمیت آنها در کشاورزی. نشریات آزمایشگاه بررسی آفات گیاهان، وزارت کشاورزی، تهران، ۲۲۲ صفحه.

۲. خلیلی ماهانی، م. ۱۳۸۰. *ترجیح میزبانی سوسک برگخوار نارون Xanthogaleruca luteola روی درختان نارون اصفهان*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳. رجبی، غ. ر. ۱۳۷۰. *حشرات زیان‌آور درختان میوه سردسیری ایران*، جلد اول (چاپ دوم) سخت‌بالپوشان. انتشارات مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، وزارت کشاورزی، تهران، ۲۲۱ صفحه.

۴. رجبی، غ. ر. ۱۳۸۲. *اکولوژی حشرات (با توجه به شرایط ایران و با تأکید بر نکات کاربردی)*. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ۶۲۲ صفحه.

۵. طالبی، ع. ا.، ا. رخشانی، س. ا. صادقی و ی. فتحی‌پور. ۱۳۸۱. مقایسه باروری، طول دوره رشد و طول عمر شته گردو و زنبور پارازیتوئید (*Trioxys pallidus*) آن. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۶(۳):۲۴۱-۲۵۳.

۶. عبایی، م. ۱۳۴۸. فهرستی از اسامی سوسک‌های شاخک بلند (Cerambycidae) ایران و مناطق انتشار آنها. مجله آفات و بیماری‌های گیاهی ۳۸: ۴۷-۵۴.

۷. عبایی، م. ۱۳۷۸. *آفات درختان جنگلی و درختچه‌های جنگلی و غیر مثمر ایران*. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، وزارت کشاورزی، تهران، ۱۷۸ صفحه.

۸. فرآشیانی، م. ا. ۱۳۸۱. *بررسی بیولوژی سوسک شاخک بلند سارتا Aeolesthes sarta در استان تهران*. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، شماره طرح ۰۹۰۸-۰۳۱۰۹۹۰۱۰۰- ۷۶.

۹. فرآشیانی، م. ا.، د. شامحمدی و س.ا. صادقی. ۱۳۷۹. بررسی آزمایشگاهی زیست‌شناسی *Aeolesthes sarta* Solsky (Coleoptera: Cerambycidae). *نامه انجمن حشره‌شناسی ایران* ۲۰ (۱): ۷۹-۸۹ .

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.27.9]

۱۰. فرآشیانی، م. ا.، د. شامحمدی، س.ا. صادقی، س. س. رشتی و م. باب المراد. ۱۳۷۹. مطالعه آزمایشگاهی بعضی از خصوصیات بیولوژیکی سوسک چوبخوار صنوبر *Aeolesthes sarta* در ایران. خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۱. فرآشیانی، م. ا.، س.ا. صادقی و م. عبایی. ۱۳۷۹. پراکنش جغرافیایی و میزبان‌های *Aeolesthes sarta* (Coleoptera: Cerambycidae) در ایران. نامه انجمن حشره‌شناسی ایران ۲۰ (۲): ۸۱-۹۵.

۱۲. فرحبخش، ق.ا. ۱۳۴۲. *فهرست آفات مهم نباتات و فرآورده‌های کشاورزی ایران*. انتشارات سازمان حفظ نباتات، وزارت کشاورزی، تهران.

۱۳. مظاهری، ا. ۱۳۸۴. مطالعه برخی از جنبه‌های بیواکولوژیک سوسک شاخک بلند سارتا *Aeolesthes sarta* (Coleoptera: *Cerambycidae*) و ارزیابی کنترل شیمیایی آن در اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۴. میرزایانس، ه. ۱۳۲۹. فهرستی از اسامی سوسک‌های شاخک بلند (Cerambycidae) ایران. مجله آفات و بیماری‌های گیاهی، ۱۰: ۲۳-۳۰.

15. Ahmad, M. L., I. A. Hafiz and M. I. Chaudhry. 1977. Biological studies on *Aeolesthes sarta* Solsky attacking poplars in Pakistan. Pakistan J. For. 27(3): 122-129.
16. Birch, L. C. 1984. The intrinsic rate of natural increase in insect populations. J. Anim. Ecol. 17: 15-26.
17. Dent, D. R. and M. P. Walton. 1997. Methods in Ecological and Agricultural Entomology. CABI Pub., UK.
18. Hanks, L. M. 1999. Influence of the larval host plant on reproductive strategies of cerambycid beetles. Annu. Rev. Entomol. 44: 483-505.
19. He, P. and J. F. Huang. 1993. Adult Behavior of *Anoplophora glabripennis*. Acta Entomol. Sin. 36: 51-55.
20. Keena, M. A. 2002. *Anoplophora glabripennis* Motschulsky (Coleoptera: Cerambycidae) fecundity and longevity under laboratory conditions: comparison population from New York and Illinois on *Acer saccharum*. Environ. Entomol. 31: 490-498.
21. Krivosheina, N. P. 1984. Role of the Cerambycid *Aeolesthes sarta* in fruit orchards in Turkmenia. Biologicheskie-Nauki. 8: 35-39.
22. Linsley, E. G. 1959. Ecology of cerambycidae. Annu. Rev. Entomol. 4: 99-138.
23. Maia, A. H. N., A. J. B. Luiz and C. Campanhola. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: computational aspects. J. Econ. Entomol. 93(2): 511-518.
24. 24. Orlinskii, A. D. 1999. *Aeolesthes sarta* Solsky. *available in:* www.eppo.org/Quarantine/Data-Sheete/aeoles.doc.
25. Price, P. W. 1997. Insect Ecology. John Wiley & Sons, Pub., USA.
26. Sengupta, C. K. and T. Sengupta. 1981. Cerambycidae of Arunachal Pradesh. Rec. Zool. Surv. India 78: 133-154.
27. Shibata, E. 1998. Effects of Japanese cedar inner bark nutritional quality on development of *Semanotus japonicus* (Coleoptera: Cerambycidae). Environ. Entomol. 27: 1431-1436.
28. Smith, M. T., J. Bancroft and J. Tropp. 2002. Age-Specific fecundity of *Anoplophora glabripennis* (Cerambycidae) on three tree species infested in the United States. Environ. Entomol. 31: 76-83.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-04-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1386.11.41.27.9]