

بررسی ویژگی‌های زیستی و نوسانات فصلی شته نارون *Tinocallis nevskyi* (Hem.: Aphididae) در شهرستان شهرکرد

نقیسه پورجوادی^۱، جهانگیر خواجه‌علی^{۲*}، بیژن حانمی^۳ و عبدالرحمان معتمدی^۴

۱ و ۲. ۳. استادیاران و استاد بازنشسته گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴. استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲۴ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۹/۱۱)

چکیده

شته نارون با تغذیه و ترشح مقادیر زیادی عسلک به درختان نارون و به‌ویژه به فضای سبز شهری خسارت می‌زند. برای مطالعه ویژگی‌های زیستی و تغییرات فصلی جمعیت این آفت در شهرکرد در دو سال متوالی و به‌صورت هفتگی از درختان آلوده در دو محل نمونه‌برداری شد. برای تعیین فراسنجه‌های مهم جدول زندگی باروری شته *Tinocallis nevskyi* Remaudiere, Quednau and Heie در شرایط صحرائی، از قفس برگی استفاده شد. نتایج نشان داد شته زمستان را به‌صورت تخم روی سرشاخه درختان بسر می‌برد. اولین پوره‌ها در دهه دوم فروردین و اولین ماده‌های بال‌دار در دهه اول اردیبهشت روی درختان مشاهده شدند. جمعیت شته‌های زنده‌زا در ماه‌های اردیبهشت و خرداد سریعاً افزایش یافت و در تابستان روند نزولی را طی کرد. از اواسط پاییز ماده‌های جنسی بی‌بال و نرهای بال‌دار ظاهر شدند. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ خالص تولیدمثل (R_0) و متوسط مدت زمان یک نسل (T) به ترتیب 0.15 ± 0.02 در روز، $1/17 \pm 0.04$ در روز، $14/89 \pm 1/54$ پوره و $17/54 \pm 0/30$ روز به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: جدول زندگی باروری، درخت نارون، شته نارون، نرخ ذاتی افزایش جمعیت.

مقدمه

درختان نارون (*Ulmus spp.*) در جنگل‌های طبیعی ایران به‌ویژه دامنه‌های شمالی و جنوبی البرز و جلگه‌های مرطوب و استپی پراکندگی نسبتاً متراکمی دارند. همچنین به دلیل داشتن ظاهری زیبا و سایه‌بانی گسترده به عنوان درختی زینتی و سایه‌دار در فضای سبز غالب شهرها به‌کار می‌روند (Shojaei et al., 2001). از جمله عواملی که می‌تواند زنده‌مانی و زیبایی این درختان را تهدید کند، آفت است. در ایران ۲۸ گونه آفت از راسته سخت‌بال‌پوشان، ۱۳ گونه از بال‌پولک‌داران، ۱۳ گونه از جوربالان و ۲ گونه از کنه‌ها به عنوان آفات نارون گزارش شده است (Aabaei, 1999; Behdad, 1988; (Jalalizand et al., 2006).

تاکنون ۶۸ گونه شته از روی نارون در دنیا گزارش شده است که بیشتر آنها گونه‌های غیرگالزا بوده و متعلق به جنس *Tinocallis* اند (Blackman & Eastop, 1994). جنس *Tinocallis* به زیرخانواده Callaphidinae و قبیله Panaphidini تعلق دارد (Quednau, 2001; Remaudière, 1988). از بیش از ۲۰ گونه شناخته‌شده جنس *Tinocallis* در دنیا، تنها ۴ گونه از ایران گزارش شده است (Quednau, 2001; Rezvani et al., 1994; Rezvani, 2001). به دلیل اهمیت زیاد درختان نارون، مطالعات متعددی روی شناسایی گونه‌ها، صفات مورفولوژیک و انتشار جغرافیایی شته‌های مهم آن صورت گرفته است (Patti & Barbagallo, 1998; Sclar & Cranshaw, 1977; Tedders, 1996). گونه *T. nevskyi* Rem., Qued.

جغرافیایی اصلی درختان، سرشاخه‌هایی (به دلیل تجمع بیشتر شته‌ها روی آنها) به طول حدود ۳۰ سانتی‌متر انتخاب و از هر سرشاخه پنج برگ به‌عنوان واحد نمونه‌برداری به کمک قیچی با دسته بسیار بلند بریده شد و شته‌های روی آنها شمارش گردید. علاوه بر این، از تله‌های زرد چسبنده (۱۰ عدد) برای تعیین نوسانات جمعیت حشره‌های کامل بال‌دار استفاده شد. در سال اول مطالعه، نمونه‌برداری از درختان وسک دانشگاه شهرکرد به دلیل وجود جمعیت بسیار کم در ابتدای فصل و تعویض محل نمونه‌برداری با چند هفته تأخیر آغاز شد. نمونه‌برداری از پارک ملت شهرکرد در سال ۱۳۸۱ تنها از روی درختان وسک و در سال ۱۳۸۲ تنها از روی درختان چتری صورت گرفت. دلیل این امر اعمال تغییرات شدید (حذف بعضی درختان، هرس شدید، قطع آبیاری و سم‌پاشی) در این محل به‌وسیله شهرداری منطقه بود که امکان ادامه نمونه‌برداری را سلب می‌کرد.

پس از ظهور ماده‌های تخم‌گذار قسمت‌های مختلف درخت برای تعیین محل تخم‌گذاری به‌دقت بررسی شد و پس از آن، نمونه‌برداری از سرشاخه‌ها طی زمستان ادامه یافت. نمونه‌برداری از ۵ درخت از هر وارپته از سرشاخه‌های به قطر حدود ۳ تا ۴ میلی‌متر و به طول حدود ۲۰ سانتی‌متر صورت گرفت و تخم‌های روی آنها شمارش و تراکم تخم در واحد طول شاخه محاسبه شد. با توجه به بررسی‌های اولیه چون تعداد تخم‌ها در ارتفاع بالای درخت اندک بود، تنها از ارتفاع پایین درخت نمونه‌برداری صورت گرفت.

برای تعیین مدت زمان مراحل مختلف زندگی شته و زنده‌مانی هر مرحله و همچنین ویژگی‌های جدول زندگی از قفس گیره‌ای^۲ (پتری دیش پلاستیکی به ابعاد ۹/۵×۱/۵ سانتی‌متر که در طرفین دارای پوشش توری برای تهویه بود) استفاده شد. روش کار به این صورت بود که ۳۰ عدد ماده بکرزا به‌صورت جداگانه در قفس برگی روی برگ نارون محصور شد و با تولد اولین پوره، شته مادر حذف و پوره آن در قفس گیره‌ای تا مرحله بلوغ نگهداری شد. با بررسی روزانه، طول مرحله پورگی و تلفات این مدت ثبت شد. از زمان بالغ شدن شته‌ها تا

از منطقه پالئارکتیک و هند گزارش شده و پراکنش جغرافیایی، مورفولوژی و اپیدمیولوژی ۵ گونه دیگر از این جنس از جمله *T. nevskyi* در ایتالیا تحت مطالعه مقدماتی قرار گرفته است (Patti & Barbagallo, 1998). درباره پراکنش *T. nevskyi* در ایران اطلاعات کاملی در دست نیست و فقط از تهران (Hojat, 1993) و کرمان (Barahoei et al., 2012) به طور رسمی گزارش شده است.

شته نارون *T. nevskyi* از مهم‌ترین آفات نارون در شهرکرد است. این شته با تغذیه و ترشح مقادیر زیادی عسلک به درختان نارون و به‌ویژه در فضای سبز شهری خسارت وارد می‌کند. از این رو شناسایی و تعیین ویژگی‌های زیستی و نوسانات فصلی جمعیت آن اهمیت دارد. در این تحقیق شناسایی گونه شته فعال روی درختان نارون در شهرکرد و ویژگی‌های زیستی و تغییرات فصلی جمعیت آن بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

برای شناسایی گونه شته نارون در شهرستان شهرکرد، مراحل مختلف زندگی این شته جمع‌آوری و پس از تهیه اسلاید میکروسکوپی، خصوصیات مورفولوژیک آن مطالعه شد و در نهایت برای متخصص این جنس Franz Wolfgang Quednau از مرکز لورنتیان منابع طبیعی کانادا^۱ ارسال گردید.

برای مطالعه ویژگی‌های زیستی و تغییرات فصلی جمعیت این آفت در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ از ابتدای فصل به‌صورت هفتگی از درختان آلوده نمونه‌برداری شد. فضای سبز دانشگاه شهرکرد واقع در غرب شهرکرد و پارک ملت واقع در شمال شرق شهرکرد به عنوان دو محل نمونه‌برداری انتخاب شد و از هر محل ۱۰ درخت (با فاصله حداقل پنج متر) از هر یک از دو وارپته نارون غالب منطقه، نارون چتری *Ulmus carpiniifolia* var. *umbraculifera* و نارون وسک *U. carpiniifolia*، در نظر گرفته شد. از دو ارتفاع با فاصله حداقل یک متر (نیمه فوقانی و نیمه تحتانی تاج درختان) و چهار برای

1. Laurentian Forestry Centre, Forestry Canada, Quebec Region, Sainte-Foy, Quebec, Canada G1V 4C7

2. Clip cage

منطقه شهرکرد حائز اهمیت است. مراحل مختلف زندگی این شته، یعنی ماده‌های بال‌دار زنده‌زا، پوره‌ها، ماده‌های تخم‌گذار و نرهایی که از روی هر دو وارینه نارون جمع‌آوری شده بودند برای متخصص نام‌برده ارسال شد و ایشان علاوه بر تأیید نام گونه، هر یک از مرف‌ها را نیز شناسایی و تأیید کردند. همان‌گونه که Blackman & Eastop (2000) و همچنین Tinocallis و Remaudiere *et al.* (1988) برای این گونه گزارش کرده بودند، تغییرات فصلی در میزان رنگدانه‌های بدن شته دیده شد به‌طوری که افراد بال‌دار زنده‌زا در اوایل فصل به رنگ زرد روشن با رنگدانه‌های کم و در نسل‌های آخر رنگدانه‌های بیشتری دارند.

نوسانات فصلی و فراسنجه‌های جدول زندگی

این شته زمستان را به‌صورت تخم روی سرشاخه درختان بسر می‌برد. تخم‌ها عمدتاً در ترک‌های پوستک درختان، کنار جوانه‌ها و محل انشعاب شاخه‌ها قرار داده می‌شود. تخم‌گذاری از اواسط آبان شروع و تا اواسط آذر ادامه داشت. در دهه دوم فروردین درحالی‌که هنوز برگ‌ها باز نشده بودند، اولین پوره‌ها مشاهده شدند. در دو گونه دیگر از قبیله Panaphidini در آلاباما ظهور اولین پوره‌ها در اواسط فروردین گزارش شده است (Edelson & Estes, 1983). در این گونه همه ماده‌های بکرزای زنده‌زا، بال‌دار بودند. در همه گونه‌های مطالعه‌شده از این جنس برای ماده‌های بکرزای زنده‌زا تنها فرم بال‌دار گزارش شده است (Richards, 1967). در دهه اول اردیبهشت ماه، اولین افراد ماده روی درختان مشاهده شدند و جمعیت شته در ماه‌های اردیبهشت و خرداد سریعاً افزایش یافت؛ به‌طوری که در اوایل خرداد به اوج رسید و سپس در تابستان روند نزولی را طی کرد و در اواخر تابستان به صفر رسید. ولی در اوایل پاییز جمعیت بسیار کمی از شته مشاهده شد (شکل‌های ۱ و ۲).

مطابق با نتایج تحقیق حاضر، جمعیت زیاد شته *Tinocallis platani* روی درختان نارون در کالیفرنیا در سال‌های خنک در نیمه دوم خرداد و در سال‌های گرم‌تر، اوج جمعیت در نیمه اول خرداد گزارش شده است (Olkowski *et al.*, 1982). با مقایسه نمودارهای

هنگام مرگ آنها، تعداد پوره‌های تولیدشده آنها روزانه ثبت و از قفس حذف شد. این آزمایش در شرایط صحرایی از اواخر اردیبهشت تا اواسط خرداد ۱۳۸۲ و روی نارون چتری در دانشگاه شهرکرد انجام گرفت.

فراسنجه‌های نرخ خالص تولیدمثل $R_0 = l_x m_x$ میانگین مدت زمان یک نسل $T = \ln R_0 / r_m$ ، مدت زمان دو برابر شدن جمعیت $DT = \ln 2 / r_m$ و نرخ متنای افزایش جمعیت $\lambda = e^{r_m}$ محاسبه شد. برای تعیین نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m) به عنوان مهم‌ترین فراسنجه، از شکل تغییر یافته معادله اوایلر-لوتکا (Brich, 1948) به‌صورت $l_x m_x e^{r_m \text{Pivotalx}} = 1$ استفاده شد. برای محاسبه خطای استاندارد فراسنجه‌های رشدی جمعیت و ایجاد تکرارهای کاذب از روش جک نایف (Meyer *et al.*, 1986) استفاده شد و فرایند محاسبه با نرم‌افزار جدول زندگی دوجنسی ویژه سن - مرحله (Chi & Liu, 1985) انجام گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل^۸ ۲۰۰۷ استفاده شد. مقایسه داده‌های مربوط به زیست‌شناسی شته روی دو نارون چتری و وسک، دو ارتفاع و چهار برای جغرافیایی جمع‌آوری نمونه و همچنین مقایسه میان جمعیت شته در دو سال متوالی با استفاده از نرم‌افزار SPSS (Advanced Models, Chicago, IL 2006) و تجزیه واریانس یک‌طرفه^۹ صورت گرفت.

نتایج و بحث

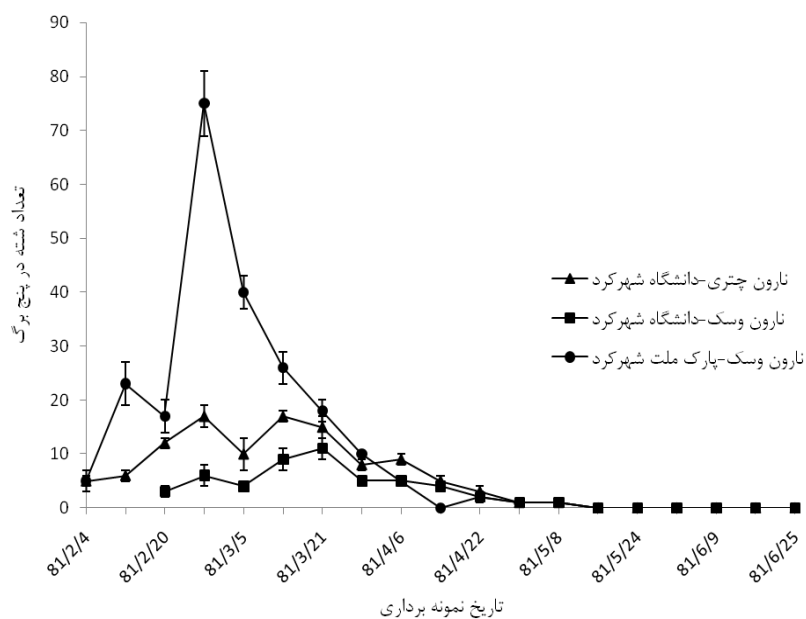
شناسایی گونه شته

این شته به نام علمی *Tinocallis nevskyi* Remaudiere, Quednau and Heie (یکی از توصیف‌کنندگان این گونه) رسیده. با توجه به این که شناخت دقیق آفات کلیدی در هر منطقه از اجزای اصلی مدیریت آفات است (Raupp *et al.*, 1992)، تعیین دقیق این گونه شته روی نارون در

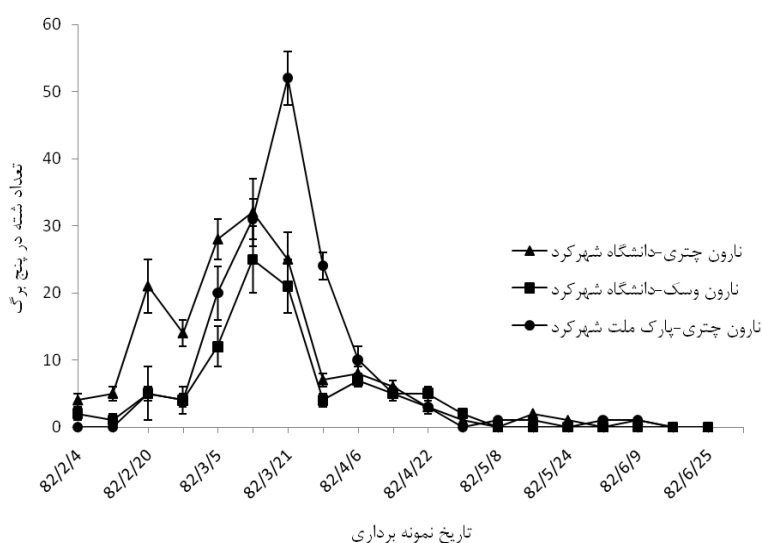
1. Net Reproductive Rate
2. Mean Generation Time
3. Doubling Time
4. Finite Capacity for Increase
5. Intrinsic Rate of Increase
6. Jackknife
7. Age-Stage, Two-Sex Life Table
8. Excel
9. One-Way ANOVA

آن جمعیت شته نیز اندکی افزایش می‌یابد، ولی به دلیل ریزش برگ‌ها و ظهور مرف‌های جنسی که عمدتاً روی سرشاخه‌ها و شاخه‌ها متمرکز می‌شوند، میانگین جمعیت روی برگ‌ها ناچیز است. همسو با این نتایج، افزایش مجدد جمعیت سه گونه شته از قبیلۀ Panaphidini در اواخر شهریور روی پیکان (نوعی گردوی گرمسیری) در جورجیا گزارش شده است (Dutcher *et al.*, 2012).

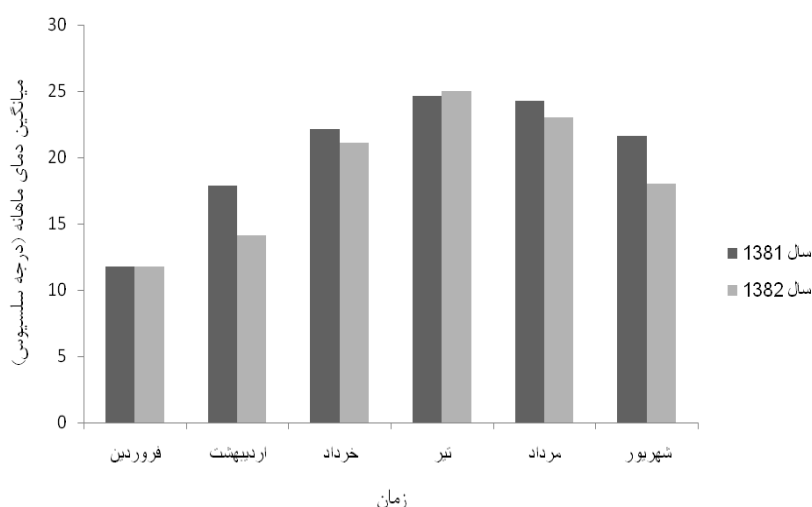
تغییرات جمعیت و تغییرات دما که از اداره کل هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری گرفته شده (شکل ۳)، دیده می‌شود که با گرم‌تر شدن هوا در فروردین و اردیبهشت (تا میانگین دمای روزانه حدود ۱۵ درجۀ سلسیوس) جمعیت شته افزایش یافته و پس از آن با افزایش دما، جمعیت شته به سرعت کاهش یافته است. در اواخر تابستان و اوایل پاییز مجدداً میانگین دما به حدود ۱۵ درجۀ سلسیوس کاهش می‌یابد و به دنبال



شکل ۱. نمودار تغییرات فصلی جمعیت شته *T. neveskyi* در شهرکرد روی دو واریتۀ نارون چتری و وسک در دو محل دانشگاه و پارک ملت شهرکرد، سال ۱۳۸۱



شکل ۲. نمودار تغییرات فصلی جمعیت شته *T. neveskyi* در شهرکرد روی دو واریتۀ نارون چتری و وسک در دو محل دانشگاه و پارک ملت شهرکرد، سال ۱۳۸۲



شکل ۳. نمودار ماهیانه میانگین دما (درجه سلسیوس) در شهرکرد، سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲

از اواسط پاییز ماده‌های جنسی بی‌بال و نرهای بال‌دار ظاهر شدند و جفت‌گیری کردند. ظهور ماده‌های تخم‌گذار در این زمان در دو گونه *Monellia caryella* و *Monelliopsis nigropunctata* در آلاباما نیز گزارش شده است (Edelson & Estes, 1983). تخم‌گذاری شته در هر دو سال، از اواسط آبان شروع و تا اواسط آذر ادامه یافت. تخم‌های تازه زرد رنگ بود و به تدریج طی چند روز کاملاً به رنگ سیاه براق درآمد. با نگهداری تخم‌ها مشخص شد تخم‌های سیاه و براق آفت، زنده و سالم و تخم‌های چروکیده، آنهایی‌اند که به علل مختلف و به‌ویژه سرمای زمستان تلف شده‌اند. به منظور بررسی تلفات زمستانه تخم‌ها، چند نوبت نمونه‌برداری طی فصل زمستان صورت گرفت و درصد تخم‌های چروکیده به عنوان درصد تلفات در نظر گرفته شد. تلفات زمستانه در دی‌ماه $4/10 \pm 0/22$ درصد، در دهه اول اسفند حدود $18/48 \pm 1/36$ درصد و در دهه سوم اسفند حدود $21/11 \pm 3/02$ درصد محاسبه شد.

با توجه به اینکه نتایج تله‌های زرد چسبیده با منحنی‌های حاصل از نمونه‌برداری برگ‌ها هم‌خوانی نداشت و تغییرات شدید در شکار تله‌های مختلف و در هفته‌های مختلف دیده می‌شد، لذا نتایج آن ارائه نشده است. احتمالاً اثر شدید شرایط آب‌وهوایی، به‌ویژه وزش باد و موقعیت هر تله چنین نتایجی را ایجاد کرده است. همچنین با توجه به بال‌دار بودن همه ماده‌های بکرزا و تک‌میزبانه بودن این شته و در نتیجه عدم تمایل شته به مهاجرت، به نظر

به‌طور کلی، همان‌گونه که در منحنی‌های تغییرات جمعیت شته دیده می‌شود، میزان تراکم شته به عوامل متعددی از جمله وارینه درخت، محل نمونه‌برداری و شرایط آب‌وهوایی طول مدت زمان نمونه‌برداری بستگی دارد. در پارک ملت طی دو سال اجرای تحقیق شرایط درختانی که از آنها نمونه‌برداری به عمل آمد، دچار تغییرات شدید شد. در سال اول درختان نارون چتری حاشیه خیابان‌های پارک سم‌پاشی گردیدند و در سال دوم تعداد زیادی از درختان نارون وسک درون پارک قطع یا شدیداً هرس شدند. لذا نمودارهای ارائه‌شده برای این محل در هر سال تنها شامل یکی از وارینه‌های نارون است و نمی‌توان جمعیت شته در دو سال و همچنین روی دو وارینه را در این محل با یکدیگر مقایسه کرد. درختان پردیس دانشگاه شهرکرد کمتر دچار تغییرات مدیریتی شدند. در این منطقه جمعیت شته روی درختان نارون چتری کمی بیشتر از درختان نارون وسک بود و این اختلاف از نظر آماری در سطح $0/05$ معنادار بود ($F_{1,200}=2.22$, $p=0.03$). همچنین جمعیت شته در این منطقه روی هر دو وارینه در سال دوم (۱۳۸۲) نسبت به سال اول (۱۳۸۱) افزایش معنادار داشت ($F_{1,400}=3.01$, $p=0.004$). اگرچه نمودار ماهیانه دما (شکل ۳) تفاوت چندانی بین دو سال نشان نمی‌دهد، ولی سال دوم تا حدودی خنک‌تر از سال اول بوده است (شکل ۳)، که احتمالاً این شرایط آب‌وهوایی برای رشد و تکثیر شته مناسب‌تر بوده، یا بر عوامل کنترل‌کننده جمعیت شته نظیر دشمنان طبیعی آن اثر منفی داشته است.

سوم تا نهم، نرخ بقای حشرات کامل شته به شدت کاهش می‌یابد، به طوری که در روز نهم این نسبت به ۲۶ درصد می‌رسد. بر اساس منحنی زادآوری ویژه سنی، در این شته پوره‌زایی از روز اول پس از بال‌دار شدن آغاز و در روز سوم به حداکثر خود می‌رسد. روند پوره‌زایی تا روز هفدهم با نوساناتی به تدریج و از روز هجدهم به شدت کاهش و در روز بیست و دوم عمر حشرات کامل (آخرین روز عمر) به صفر می‌رسد. بر اساس اطلاعات نگارندگان تاکنون هیچ تحقیقی برای تعیین فراسنجه‌های جدول زندگی باروری روی شته نارون و همچنین گونه‌های نزدیک به آن انجام نگرفته است؛ از این رو برای مقایسه داده‌های حاصل از این تحقیق با مطالعه‌های دیگر، منابعی در دست نیست.

سپاسگزاری

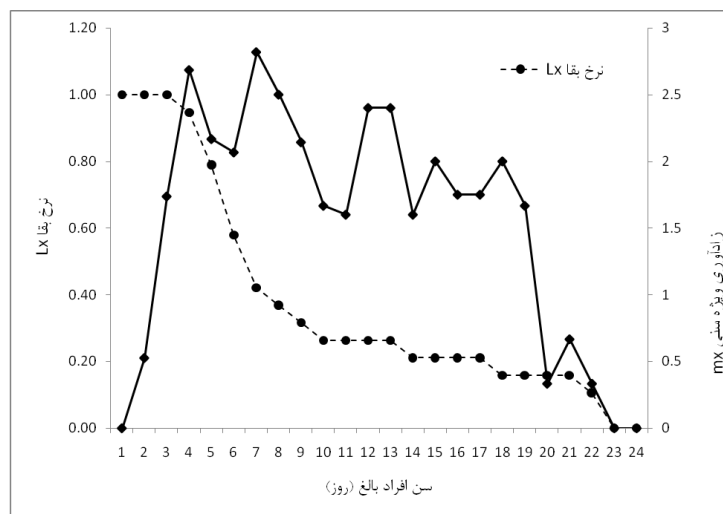
از حمایت‌های مالی معاونت پژوهشی دانشگاه‌های صنعتی اصفهان و شهرکرد تشکر و قدردانی می‌گردد.

می‌رسد تله‌های زرد برای تعیین الگوهای پرواز و نوسانات جمعیت این گونه کارایی زیادی نداشته باشند.

میانگین طول دوره پورگی، نرخ بقای دوره پورگی، طول عمر حشرات کامل ماده و میانگین نتاج تولیدشده توسط هر شته ماده بالغ به ترتیب $12/36 \pm 0/47$ روز، $0/63$ ، $9/05 \pm 1/50$ روز و $3/13 \pm 17/05$ پوره به دست آمد. فراسنجه‌های جدول زندگی باروری شته و همچنین منحنی نرخ بقا و زادآوری ویژه سنی در شرایط صحرائی به ترتیب در جدول ۱ و شکل ۴ نشان داده شده‌اند. Kaakeh & Dutcher (1992) در مطالعه روی سه گونه شته (*Monellia caryella*, *Melanocallis caryaefoliae* و *Monelliopsis pecanisi*) از نظر رده‌بندی نزدیک به شته نارون، در اوایل تیر و در شرایط صحرائی و حذف روزانه نتاج روی درختان پیکان این نرخ ذاتی افزایش جمعیت بین $0/24$ تا $0/39$ در روز به دست آمده است که بالاتر از نرخ ذاتی افزایش به دست آمده برای شته نارون در این تحقیق است. منحنی بقای شته نشان می‌دهد که از روز

جدول ۱. فراسنجه‌های جدول زندگی باروری (میانگین \pm خطای استاندارد) شته *T. nevskyi*

مقدار	فراسنجه
$0/15 \pm 0/02$ در روز	نرخ ذاتی افزایش جمعیت r_m
$1/17 \pm 0/04$ در روز	نرخ متناهی افزایش جمعیت λ
$14/89 \pm 1/54$ پوره	نرخ خالص تولید مثل R_0
$17/54 \pm 0/30$ روز	میانگین مدت زمان یک نسل T
$4/5 \pm 0/14$ روز	مدت زمان دو برابر شدن جمعیت DT



شکل ۴. نمودار تغییرات نرخ بقا و زادآوری ویژه سنی در هر ماده بالغ شته *T. nevskyi* روی درخت نارون چتری در شرایط صحرائی شهرکرد، ۱۳۸۲

REFERENCES

1. Abaei, M. (1999). *List of pests of forest trees and shrubs of Iran*. Plant Pest and Diseases Research Institute, Tehran. (In Farsi)
2. Behdad E. (1988). *Pests and Diseases of Forest Shurbs and Trees and Ornamental Plants of Iran*. Plant Pests and Disease Research Institute, Esfahan. (In Farsi)
3. Birch, L. C. (1948). The intrinsic rate of natural increase in an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17, 15-26.
4. Blackman, R. L. & Eastop, V. F. (1994). *Aphids on the world's trees: an identification and information guide*. CAB International in association with the Natural History Museum, Wallingford.
5. Blackman, R. L. & Eastop, V. F. (2000). *Aphids on the world's crops (An identification and information guide)*, Second edition, John Wiley & Sons, Ltd., UK.
6. 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.
7. Dutcher, J. D., Karar, H., & Abbas, G. (2012). Seasonal abundance of aphids and aphidophagous insects in pecan. *Insects*, 3(4), 1257-1270.
8. Edelson, J. V. & Estes P. M. (1983). Intracanalopy distribution and seasonal abundance of the yellow pecan aphids *Monellia caryella* and *Monelliopsis nigropunctata* (Homoptera:Aphididae). *Environmental Entomology*, 12 (3), 862-867.
9. Hojat, S. H. (1993). *A list of aphids and their host plants in Iran*. Univ. Ahwas, no. 195, 147pp. (In Farsi)
10. Jalalizand, A. R., Hatami, B., Kamali, K., Ostovan, H. & Behdad, E. (2006). Study on biology of European Elm scale (*Gossyparia spuria*) in Isfahan. *Journal of Agricultural Science*, 12(3), 535- 534. (In Farsi)
11. Kaakeh, W. & Dutcher, J. D. (1992). Estimation of life parameters of *Monelliopsis pecanica*, *Monellia caryella*, and *Melanocallis caryaefoliae* (Homoptera: Aphididae) on single pecan leaflets. *Environmental Entomology*, 21(3), 632-639.
12. Meyer, J. S., Igersoll, C. G., MacDonald, L. L. & Boyce, M. S. (1986). Estimating uncertainty in population growth rates: Jackknife vs. Bootstrap techniques. *Ecology*, 67, 1156-1166.
13. Olkowski, W., Olkowski, H., van den Bosch, R., Hom, R., Zuparko, R. & Klitz, W. (1982). The parasitoid *Trioxys tenuicaudus* Stary (Hymenoptera: Aphididae) established on the elm aphid *Tinocallis platani* Kaltenbach (Homoptera: Aphididae) in Berkeley, California. *Pan-Pacific Entomology*, 58, 59-63.
14. Patti I. & Barbagallo, S. (1998). Aphids of genus *Tinocallis* infesting elms in Italy (Homoptera, Aphididae). *Informatore Fitopatologico*, 48(12), 21-30.
15. Quednau, F. W. (2001). World review of the genus *Tinocallis* (Hemiptera: Aphididae, Calaphidinae) with description of a new species. *The Canadian Entomologist*, 133, 197-213.
16. Raupp, M. J., Koehler, C. S. & Davidson, J. A. (1992). Advances in implementing integrated pest management for woody landscape plants. *Annual Review of Entomology*, 37, 561- 585.
17. Remaudière, G., Quednau, F. W. & Heie O. E. (1988). Un nouveau *Tinocallis* sur Ulmus, originaire d'Asie centrale et semblable à *T. Saltans* (Nevsky) (Homoptera: Aphididae). *The Canadian Entomologist*, 120: 211-219.
18. Rezwani, A. (2001). *Identification of Aphids in Iran*. Agricultural Research Organization, Tehran.(In Farsi)
19. Rezwani, A., Termeh, F. & Mousavi, M. (1994). *Aphids of Iran and Their host plants*. Tehran, Iran: Agricultural Research Organization. (In Farsi)
20. Richards, W. R. (1967). A review of the *Tinocallis* of the world (Homoptera: Aphididae). *The Canadian Entomologist*, 99, 536-53.
21. Sclar, D. C. & Cranshaw W. S. (1996). Evaluation of new systemic insecticides for elm insect pest control. *Journal of Environmental Horticulture*, 14(1), 22-26.
22. Shojaei M., Ostovan, H., Mozhdehi, H., Zamanizadeh, H., Rahjou, V., Sharifi, S.H., Nasrelahi, A. & Labafi, Y. (2001). Survival dependence of pathogenic fungus: *Ophiostoma ulmi* (Buisman), with its host trees, insect vectors and its role integrated pest management in preventing and controlling the Dutch Elm disease. *Journal of Agricultural Science*, 7(2), 1-26. (In Farsi)
23. Tedders, W. L. (1977). *Trioxys pallidus* and *Trioxys complanatus* as parasites of *Monellia costalis*, *Monelliopsis nigropuncta* and *Tinocallis caryaefoliae*. *Annals of the Entomological Society of America*, 70, 687-690.