

## مطالعه جداول زندگی و باروری سوسک برگ‌خوار نارون، *Xanthogaleruca luteola* Müller (Col.: Chrysomelidae) روی چهار میزبان مختلف در شرایط آزمایشگاهی

مرجان خلیلی ماهانی، حسین سیدالاسلامی و بیژن حاتمی<sup>۱</sup>

### چکیده

جداول زندگی و باروری سوسک برگ‌خوار نارون *Xanthogaleruca luteola* (Müller) روی چهار میزبان نارون و سک *Ulmus carpiniifolia* Borkh، نارون مجنون *U. glabra var. pendula* Renhd، نارون چتری *U. c. var. umbraculifera* و درخت تا *Celtis coucasica willd* در شرایط آزمایشگاهی (دما  $25 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد، رطوبت  $70 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) در دو فصل بهار و تابستان بررسی شد. چون آزمایش در شرایط کنترل شده انجام شد، عامل مرگ و میر در جدول زندگی، تنها تغذیه از میزبان‌های با کیفیت متفاوت در نظر گرفته شد. هدف از این مطالعه بررسی میزان حساسیت میزبان‌های فوق نسبت به سوسک برگ‌خوار نارون بود. این بررسی با صد عدد لارو سن اول روی شاخه‌های ۲۰ سانتی‌متری هر میزبان شروع و تا پایان طول عمر تمام حشرات کامل در طول یک نسل ادامه داشت. برای جلوگیری از اختلال در تغذیه، شاخه‌ها مرتباً تعویض شدند. تلفات مراحل لاروی و حشره کامل و تعداد تخم افراد ماده به‌طور روزانه بررسی و ثبت گردید.

نتایج نشان داد که در هر دو فصل بهار و تابستان نرخ خالص تولید مثل ( $R_0$ ) و نرخ ذاتی رشد ( $r_m$ ) سوسک برگ‌خوار نارون روی نارون و سک بیشتر از سایر میزبان‌ها بود. نرخ خالص تولید مثل در فصل بهار روی درخت تا و در فصل تابستان روی نارون چتری، کوچک‌تر از یک و نمایانگر رشد منفی جمعیت روی این میزبان‌ها بود. در هر دو فصل نارون و سک به عنوان میزبان حساس مراحل نابالغ و بالغ سوسک برگ‌خوار نارون شناخته شد. پس از آن نارون مجنون و نارون چتری به ترتیب میزبان‌های حساس بودند. درخت تا در هر دو فصل کمترین حساسیت را نسبت به آفت نشان داد.

واژه‌های کلیدی: سوسک برگ‌خوار نارون، جدول زندگی و باروری، نرخ ذاتی رشد، نرخ خالص تولید مثل، ترجیح میزبانی

### مقدمه

بسیاری از حشره شناسان و اکولوژیست‌ها برای بررسی نرخ تولید مثل و مرگ و میر حشرات مورد استفاده قرار می‌گیرند (۴). بررسی و تهیه جداول زندگی، شیوه‌ای مناسب برای بیان تغییرهای

اگرچه پژوهش‌هایی در زمینه جدول زندگی اساساً برای بررسی جمعیت‌های انسانی پایه‌ریزی شده است، ولی امروزه توسط

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

از نظر ترجیح میزبانی این آفت، متمرکز شده است (۱۰). اگرچه مطالعاتی در این زمینه در سایر کشورها انجام شده است و اطلاعاتی در رابطه با تفاوت‌های موجود در میزان حساسیت و مقاومت واریته‌های نارون به این آفت گزارش شده است، ولی تاکنون هیچ بررسی‌ای در قالب ترجیح میزبانی سوسک برگ‌خوار نارون روی گونه‌های موجود در ایران انجام نشده است. با توجه به این‌که بررسی جدول زندگی و باروری و تعیین نرخ ذاتی رشد حشره روی میزبان‌های مختلف می‌تواند مبنای مقایسه گیاهان مختلف از نظر ترجیح میزبانی حشره آفت باشد (۶ و ۹)، بررسی حاضر با هدف بررسی حساسیت گونه‌های نارون موجود در اصفهان نسبت به خسارت آفت مذکور، انجام شد. هدف دیگر از اجرای این پژوهش، بررسی تأثیر تغییر فصل بر کیفیت گیاه میزبان و مقایسه ترجیح میزبانی در دو فصل بهار و تابستان بود.

### مواد و روش‌ها

بررسی‌ها نشان داد که سه نوع نارون از جنس *Ulmus* و یک نوع از جنس *Celtis* در اصفهان موجود می‌باشد. جنس *Ulmus* شامل درخت و سگ (*U. carpinifolia*)، نارون چتری (*U. glabra* var. *umbraiculifera*)، نارون مجنون (*U. glabra* var. *pendula*) و جنس *Celtis* شامل درخت تا (*C. caucasica*) بود. آزمایش‌ها در شرایط آزمایشگاهی و در انکوباتوری با درجه حرارت  $25 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد، رطوبت  $70 \pm 5$  درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد. برای تغذیه لاروها و حشرات کامل، نیاز به جمع‌آوری برگ درختان فوق بود. بدین منظور تعداد پنج اصله از هر یک از درختان فوق که تقریباً هم‌سن بوده و از حداقل آلودگی به آفات و بیماری‌ها برخوردار بودند، انتخاب گردیدند و نمونه‌برداری فقط از برگ این درختان صورت گرفت. دسته‌های تخم سوسک برگ‌خوار نارون به همراه برگ حامل آنها از درختان و سگ آلوده به این آفت از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف‌آباد جمع‌آوری

جمعیت حشرات می‌باشد که در ترکیب با اطلاعات مربوط به بارآوری ماده‌ها، امکان پیش‌بینی اندازه جمعیت حشره را میسر می‌سازد. بررسی افزایش جمعیت براساس ظرفیت تولید مثلی، یکی از روش‌های مطمئن در بررسی جمعیت حشرات می‌باشد که از طریق جدول باروری بیان می‌شود (۱۱). نرخ ذاتی رشد و نرخ خالص تولید مثلی از مهم‌ترین پارامترهایی هستند که از جدول زندگی و باروری استخراج می‌شوند. نرخ ذاتی رشد ( $R_m$ )، یک پارامتر استاندارد در تخمین رشد جمعیت حشرات است که تحت عنوان حداکثر نرخ افزایش جمعیت در هر فاصله زمانی تحت شرایط ایدال توصیف می‌شود (۷). نرخ تکثیر جمعیت در هر نسل، تحت عنوان نرخ خالص تولید مثلی ( $R_0$ ) شناخته می‌شود و به نرخ ذاتی رشد بستگی دارد (۴). با تعیین نرخ ذاتی رشد تحت شرایط استاندارد و کنترل شده می‌توان در بررسی اثر کیفیت گیاه میزبان روی حشره و مقایسه حساسیت میزبان‌های مختلف نسبت به حشره آفت استفاده کرد (۵ و ۹).

سوسک برگ‌خوار نارون (*Xanthogaleruca luteola* (Müller))

یکی از مهم‌ترین آفات درختان نارون در ایران است که نخستین بار در سال ۱۳۲۴ توسط افشار گزارش گردید (۱). حشرات کامل و مراحل مختلف لاروی آفت با تغذیه از برگ درختان نارون، زیبایی درخت را تحت تأثیر قرار داده و در پی آن مشکلاتی را از نظر اقتصادی ایجاد می‌کند (۸). تغذیه لاروها از بافت پارانشیم منجر به اسکلتی شدن برگ می‌گردد، در حالی که حشرات کامل با تغذیه از تمام قسمت‌های بافت برگ، سوراخ‌های نامنظمی در سطح برگ ایجاد می‌کنند. ضعف درخت در اثر حمله این آفت مشکلات ثانویه‌ای همچون حمله سوسک‌های پوست‌خوار و چوب‌خوار، آلودگی درخت به پاتوژن‌های بیماری‌زا و شکستن درخت در اثر باد را به دنبال خواهد داشت (۳). به دلیل حضور این گیاه در محیط شهری، مبارزه شیمیایی با این آفت آلودگی‌های زیست محیطی را به دنبال خواهد داشت. استفاده از درختان مقاوم، یکی از روش‌های کنترل این آفت در جهان می‌باشد. در سایر کشورها، اکثر بررسی‌ها در زمینه این آفت روی بررسی گونه‌های مختلف

حشرات کامل ایجاد اختلال نگردد. با فرض تأثیر تغییر فصل بر کیفیت برگ‌های میزبان و اثر آن روی ترجیح میزبانی آفت، تمام آزمایش‌های فوق در فصل تابستان نیز تکرار شد.

پس از اتمام آزمایش‌ها و تهیه جداول زندگی و باروری، نرخ ذاتی رشد از طریق معادله  $(\sum e^{-r m x} I_x m_x = 1)$  محاسبه شد (۲)، که در آن  $e$  پایه لگاریتم طبیعی و  $x$  مراحل سنی مختلف می‌باشد. اعداد مربوط به  $I_x m_x$  نیز از جدول باروری استخراج شد. پس از جایگزینی اعداد، معادله فوق توسط نرم‌افزار Maple حل و نرخ ذاتی رشد محاسبه گردید. نرخ خالص تولید مثل نیز حاصل مجموع اعداد ستون  $I_x m_x$  در جدول باروری بود که در آن  $I_x$  نسبت تعداد افراد ماده زنده در هر مرحله به تعداد افراد اولیه و  $m_x$  تعداد نتاج ماده تولید شده از هر فرد ماده در هر مرحله سنی است. با توجه به این که نسبت جنسی نتاج سوسک برگ‌خوار نارون روی تمام میزبان‌ها ۱:۱ بود (۲ و ۹)،  $m_x$  را می‌توان نیمی از تخم‌های تولید شده از هر فرد ماده در هر مرحله سنی در نظر گرفت. چون آزمایش‌ها در شرایط کنترل شده انجام شد، عامل مرگ و میر در جدول زندگی تنها تغذیه از میزبان‌های با کیفیت متفاوت در نظر گرفته شد.

### نتایج

جداول زندگی و باروری سوسک برگ‌خوار نارون روی چهار میزبان مختلف و در دو فصل بهار و تابستان در جداول ۱ تا ۸ ارائه شده است. بررسی جدول زندگی نشان داد که در فصل بهار امید زندگی مراحل لاروی و حشره کامل آفت روی نارون مجنون بیشتر از سایر میزبان‌ها (به ترتیب ۷/۳۴ و ۴/۶۸ هفته) (جدول ۱) و کمترین میانگین امید زندگی روی میزبان درخت تا (به ترتیب ۲/۵۴ و ۱/۶۵ هفته) (جدول ۴) بود. از نظر تعداد تلفات مراحل لاروی نیز بیشترین تلفات، روی میزبان درخت تا مشاهده شد به طوری که تنها ۱۹ درصد از لاروها به مرحله بلوغ رسیدند. درصد تلفات مراحل لاروی در فصل بهار روی نارون و سسک، مجنون و چتری به ترتیب ۱۹، ۱۹ و ۱۷ درصد بود. در

در آزمایشگاه تخم‌ها در ظروف پتری پلاستیکی مفروش با کاغذ صافی مرطوب قرار داده شدند و تا زمان تفریح در انکوباتور نگهداری شدند. پس از ظهور لاروهای سن اول، تعداد ۱۰۰ عدد لارو تازه ظاهر شده و تغذیه نکرده سوسک برگ‌خوار نارون روی یک شاخه ۲۰ سانتی‌متری از هر میزبان قرار داده شد. برای جلوگیری از خشک شدن برگ نارون و ممانعت از ایجاد اختلال در تغذیه لاروها و حشرات کامل، از ظروف استوانه‌ای پلاستیکی و شفاف به طول ۲۵ و قطر ۱۷ سانتی‌متر استفاده شد. در کف این ظروف سوراخ کوچکی برای عبور دادن انتهای شاخه تعبیه شد. در قسمت بیرونی ته ظرف قطعه‌ای اسفنج به ابعاد ۵×۵×۵ سانتی‌متر با نوار چسب به طور ثابت قرار گرفت. پس از عبور دادن شاخه از سوراخ ته ظرف و ثابت کردن آن در اسفنج، اطراف شاخه در محل سوراخ با پنبه پوشانده شد تا از خروج احتمالی لاروها و حشرات کامل جلوگیری شود. درب ظروف نیز به همین منظور توسط پارچه توری و کش محکم بسته شد. اسفنج‌های تعبیه شده در کف ظروف در تشتک‌های آب در طبقات انکوباتور قرار داده شد. آب موجود در تشتک‌ها روزانه بررسی و در صورت کاهش آب، مقدار مورد نیاز اضافه شد. شاخه‌های ۲۰ سانتی‌متری یک روز در میان تعویض و لاروها به شاخه‌های جدید منتقل شدند. لاروها هر روز از نظر تعداد تلفات مورد بررسی قرار گرفتند. پس از سپری شدن دوران لاروی، شفیره‌های مربوط به هر میزبان از نظر جنسیت شناسایی و شفیره‌های نر و ماده هر میزبان به طور جداگانه در ظروف پتری تا زمان ظهور حشرات کامل نگهداری شدند. پس از ظهور حشرات کامل، ۵ جفت حشره کامل تازه ظاهر شده و تغذیه نکرده مربوط به هر میزبان به طور تصادفی انتخاب و هر جفت در ظروف جداگانه قرار داده شد. تعداد تخم گذاشته شده توسط هر فرد ماده روزانه مورد بررسی و ثبت قرار گرفت. این آزمایش تا زمان مرگ تمام حشرات کامل ادامه یافت. تعداد تلفات حشرات کامل نیز روزانه مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله حشره کامل، شاخه‌های ۲۰ سانتی‌متری روزانه تعویض شد تا در میزان تغذیه

جدول ۱. جدول زندگی و باروری سوسک برگ‌خوار نارون روی تیمار نارون مجنون (*U. glabra var. pendula*) در فصل بهار

| $l_x m_x$ | $m_x$ | $l_x$ | $e_x$ | $T_x$ | $L_x$ | $q_x$ | $d_x$ | $s_x$ | $n_x$ | $x$   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -         | -     | -     | ۷/۳۴  | ۷۳۴   | ۹۸/۵  | ۰/۰۳  | ۳     | ۱     | ۱۰۰   | ۰-۱   |
| -         | -     | -     | ۶/۵۵  | ۶۳۵/۵ | ۹۱/۵  | ۰/۱۱۳ | ۱۱    | ۰/۹۷  | ۹۷    | ۱-۲   |
| -         | -     | -     | ۶/۳۲  | ۵۴۴   | ۸۳/۵  | ۰/۰۶  | ۵     | ۰/۸۶  | ۸۶    | ۲-۳   |
| -         | -     | -     | ۵/۶۸  | ۴۶۰/۵ | ۸۱    | ۰     | ۰     | ۰/۸۱  | ۸۱    | ۳-۴   |
| ۰         | ۰     | ۰/۴۶  | ۴/۶۸  | ۳۷۹/۵ | ۸۱    | ۰     | ۰     | ۰/۸۱  | ۸۱    | ۴-۵   |
| ۳/۷۲      | ۸/۱   | ۰/۴۶  | ۳/۶۸  | ۲۹۸/۵ | ۸۱    | ۰     | ۰     | ۰/۸۱  | ۸۱    | ۵-۶   |
| ۱۲/۶۵     | ۲۷/۵  | ۰/۴۶  | ۲/۶۸  | ۲۱۷/۵ | ۷۳    | ۰/۲   | ۱۶    | ۰/۸۱  | ۸۱    | ۶-۷   |
| ۱۵/۷۷     | ۴۳/۸  | ۰/۳۶  | ۲/۲۲  | ۱۴۴/۵ | ۶۵    | ۰     | ۰     | ۰/۶۵  | ۶۵    | ۷-۸   |
| ۳/۸۸      | ۱۰/۸  | ۰/۳۶  | ۱/۲۲  | ۷۹/۵  | ۵۶    | ۰/۲۷  | ۱۸    | ۰/۶۵  | ۶۵    | ۸-۹   |
| ۰/۱۷      | ۰/۸   | ۰/۲۲  | ۰/۵   | ۲۳/۵  | ۲۳/۵  | ۱     | ۴۷    | ۰/۴۷  | ۴۷    | ۹-۱۰  |
| ۰         | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۱۰-۱۱ |

$$\sum l_x m_x = R. = ۳۶/۱۹$$

$L_x$  = میانگین تعداد افراد در فاصله سنی  $x$  و  $x+1$

$T_x$  = کل تعداد افراد زنده بعد از هر مرحله سنی

$e_x$  = میانگین امید زندگی

$l_x$  = نسبت تعداد افراد ماده زنده در هر مرحله سنی به تعداد افراد اولیه

$m_x$  = تعداد افراد ماده تولید شده از هر فرد ماده در هر فاصله سنی

$x$  = فاصله سنی

$n_x$  = تعداد افراد زنده در آغاز هر مرحله سنی

$s_x$  = نسبت افراد زنده در هر فاصله سنی به افراد اولیه

$d_x$  = نسبت افراد مرده در هر فاصله سنی

$q_x$  = نرخ مرگ و میر در هر فاصله سنی

جدول ۲. جدول زندگی و باروری سوسک برگ‌خوار نارون روی تیمار نارون وسک (*U. carpinifolia*) در فصل بهار

| $l_x m_x$ | $m_x$ | $l_x$ | $e_x$ | $T_x$ | $L_x$ | $q_x$ | $D_x$ | $s_x$ | $n_x$ | $X$   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -         | -     | -     | ۶/۸۴  | ۶۸۴   | ۹۷    | ۰/۰۶  | ۶     | ۱     | ۱۰۰   | ۰-۱   |
| -         | -     | -     | ۶/۲۴  | ۵۸۷   | ۸۹/۵  | ۰/۰۹۵ | ۹     | ۰/۹۴  | ۹۴    | ۱-۲   |
| -         | -     | -     | ۵/۸۵  | ۴۹۷/۵ | ۸۴    | ۰/۰۲۳ | ۲     | ۰/۸۵  | ۸۵    | ۲-۳   |
| -         | -     | -     | ۴/۹۸  | ۴۱۳/۵ | ۸۲    | ۰/۰۲۴ | ۲     | ۰/۸۳  | ۸۳    | ۳-۴   |
| -         | -     | -     | ۴/۰۹  | ۳۳۱/۵ | ۸۱    | ۰     | ۰     | ۰/۸۱  | ۸۱    | ۴-۵   |
| ۵/۳۶      | ۱۱/۴  | ۰/۴۷  | ۳/۰۹  | ۲۵۰/۵ | ۸۱    | ۰     | ۰     | ۰/۸۱  | ۸۱    | ۵-۶   |
| ۴۶/۰۶     | ۹۸    | ۰/۴۷  | ۲/۰۹  | ۱۶۹/۵ | ۷۳    | ۰/۲   | ۱۶    | ۰/۸۱  | ۸۱    | ۶-۷   |
| ۱۲/۰۴     | ۳۴/۴  | ۰/۳۵  | ۱/۴۸  | ۹۶/۵  | ۴۸/۵  | ۰/۵   | ۳۳    | ۰/۶۵  | ۶۵    | ۷-۸   |
| ۱/۴۰۶     | ۷/۴   | ۰/۱۹  | ۱/۵   | ۴۸    | ۳۲    | ۰     | ۰     | ۰/۳۲  | ۳۲    | ۸-۹   |
| ۰/۲۶      | ۱/۴   | ۰/۱۹  | ۰/۵   | ۱۶    | ۱۶    | ۱     | ۳۲    | ۰/۳۲  | ۳۲    | ۹-۱۰  |
| ۰         | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۱۰-۱۱ |

$$\sum l_x m_x = R. = ۶۵/۱۳۲$$

جدول ۳. جدول زندگی و باروری سوسک برگ‌خوار نارون روی تیمار نارون چتری (*Ulmus carpinifolia* var. *umbraculifera*) در فصل بهار

| $l_x m_x$ | $m_x$ | $l_x$ | $e_x$ | $T_x$ | $L_x$ | $q_x$ | $d_x$ | $s_x$ | $n_x$ | $x$ |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| -         | -     | -     | ۵/۳۳  | ۵۳۳   | ۹۹    | ۰/۰۲  | ۲     | ۱     | ۱۰۰   | ۰-۱ |
| -         | -     | -     | ۴/۴۲  | ۴۳۴   | ۹۲    | ۰/۱۲  | ۱۲    | ۰/۹۸  | ۹۸    | ۱-۲ |
| -         | -     | -     | ۳/۹۷  | ۳۴۲   | ۸۴/۵  | ۰/۰۳۴ | ۳     | ۰/۸۶  | ۸۶    | ۲-۳ |
| -         | -     | -     | ۳/۱   | ۲۵۷/۵ | ۸۳    | ۰     | ۰     | ۰/۸۳  | ۸۳    | ۳-۴ |
| ۰         | ۰     | ۰/۴۲  | ۲/۱   | ۱۷۴/۵ | ۸۳    | ۰     | ۰     | ۰/۸۳  | ۸۳    | ۴-۵ |
| ۴/۶۴      | ۱۱/۰۵ | ۰/۴۲  | ۱/۱   | ۹۱/۵  | ۶۶/۵  | ۰/۳۹  | ۳۳    | ۰/۸۳  | ۸۳    | ۵-۶ |
| ۵/۸۱      | ۲۳/۲۵ | ۰/۲۵  | ۰/۵   | ۲۵    | ۲۵    | ۱     | ۵۰    | ۰/۵   | ۵۰    | ۶-۷ |
| ۰         | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۷-۸ |

$$\sum l_x m_x = R. = ۱۰/۴۵$$

جدول ۴. جدول زندگی و باروری سوسک برگ‌خوار نارون روی تیمار درخت تا (*Celtis caucasica*) در فصل بهار

| $l_x m_x$ | $m_x$ | $l_x$ | $e_x$ | $T_x$ | $L_x$ | $q_x$ | $d_x$ | $S_x$ | $n_x$ | $X$  |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| -         | -     | -     | ۲/۵۴  | ۲۵۴   | ۹۲/۵  | ۰/۱۵  | ۱۵    | ۱     | ۱۰۰   | ۰-۱  |
| -         | -     | -     | ۱/۹   | ۱۶۱/۵ | ۵۸/۵  | ۰/۶۲  | ۵۳    | ۰/۸۵  | ۸۵    | ۱-۲  |
| -         | -     | -     | ۳/۲   | ۱۰۳   | ۲۸/۵  | ۰/۲۱  | ۷     | ۰/۳۲  | ۳۲    | ۲-۳  |
| -         | -     | -     | ۲/۹۸  | ۷۴/۵  | ۲۲    | ۰/۲۴  | ۶     | ۰/۲۵  | ۲۵    | ۳-۴  |
| -         | -     | -     | ۲/۷۶  | ۵۲/۵  | ۱۷    | ۰/۲۱  | ۴     | ۰/۱۹  | ۱۹    | ۴-۵  |
| -         | -     | -     | ۱/۳۶  | ۳۵/۵  | ۱۴    | ۰/۱۳  | ۲     | ۰/۱۵  | ۱۵    | ۵-۶  |
| ۰/۰۶۱     | ۰/۸۷۵ | ۰/۰۷  | ۱/۶۵  | ۲۱/۵  | ۱۱/۵  | ۰/۲۳  | ۳     | ۰/۱۳  | ۱۳    | ۶-۷  |
| ۰/۳۲      | ۸     | ۰/۰۴  | ۱     | ۱۰    | ۷/۵   | ۰/۵   | ۵     | ۰/۱   | ۱۰    | ۷-۸  |
| ۰/۰۲۷     | ۱/۳۷۵ | ۰/۰۲  | ۰/۵   | ۲/۵   | ۲/۵   | ۱     | ۵     | ۰/۰۵  | ۵     | ۸-۹  |
| ۰         | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۹-۱۰ |

$$\sum l_x m_x = R. = ۰/۴$$

جدول ۵. زندگی و باروری سوسک برگ‌خوار نارون روی تیمار نارون مجنون (*U. glabra* var. *pendula*) در فصل تابستان

| $l_x m_x$ | $m_x$ | $l_x$ | $e_x$ | $T_x$ | $L_x$ | $q_x$ | $d_x$ | $s_x$ | $n_x$ | $x$   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -         | -     | -     | ۳/۶۴  | ۳۶۴   | ۹۷    | ۰/۰۶  | ۶     | ۱     | ۱۰۰   | ۰-۱   |
| -         | -     | -     | ۲/۸۴  | ۲۶۷   | ۸۳    | ۰/۲۳  | ۲۲    | ۰/۹۴  | ۹۴    | ۱-۲   |
| -         | -     | -     | ۲/۵۵  | ۱۸۴   | ۶۰/۵  | ۰/۳۱  | ۲۳    | ۰/۷۲  | ۷۲    | ۲-۳   |
| -         | -     | -     | ۲/۵۲  | ۱۲۳/۵ | ۳۸    | ۰/۴۴  | ۲۲    | ۰/۴۹  | ۴۹    | ۳-۴   |
| -         | -     | -     | ۳/۱۶  | ۸۵/۵  | ۲۲/۵  | ۰/۳۳  | ۹     | ۰/۲۷  | ۲۷    | ۴-۵   |
| -         | -     | -     | ۳/۵   | ۶۳    | ۱۷    | ۰/۱۱  | ۲     | ۰/۱۸  | ۱۸    | ۵-۶   |
| -         | -     | -     | ۲/۹   | ۴۶    | ۱۶    | ۰     | ۰     | ۰/۱۶  | ۱۶    | ۶-۷   |
| ۰/۸۹      | ۹/۹   | ۰/۰۹  | ۱/۸۷  | ۳۰    | ۱۴/۵  | ۰/۱۸  | ۳     | ۰/۱۶  | ۱۶    | ۷-۸   |
| ۲/۰۱      | ۲۸/۸  | ۰/۰۷  | ۱/۱۹  | ۱۵/۵  | ۹/۵   | ۰/۵۳  | ۷     | ۰/۱۳  | ۱۳    | ۸-۹   |
| ۱/۱۶۴     | ۲۹/۱  | ۰/۰۴  | ۱     | ۶     | ۴/۵   | ۰/۵   | ۳     | ۰/۰۶  | ۶     | ۹-۱۰  |
| ۰/۱۷۸     | ۸/۹   | ۰/۰۲  | ۰/۵   | ۱/۵   | ۱/۵   | ۱     | ۳     | ۰/۰۳  | ۳     | ۱۰-۱۱ |
| ۰         | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۱۱-۱۲ |

$$\sum l_x m_x = R. = ۴/۲۴$$

جدول ۶. جدول زندگی و باروری سوسک برگ‌خوار نارون روی تیمار نارون وسک (*U. carpinifolia*) در فصل تابستان

| $l_x m_x$ | $m_x$ | $l_x$ | $e_x$ | $T_x$ | $L_x$ | $q_x$ | $d_x$ | $s_x$ | $n_x$ | X    |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| -         | -     | -     | ۴/۲۶  | ۴۲۶   | ۹۷    | ۰/۰۶  | ۶     | ۱     | ۱۰۰   | ۰-۱  |
| -         | -     | -     | ۳/۵   | ۳۲۹   | ۸۳    | ۰/۲۳  | ۲۲    | ۰/۹۴  | ۹۴    | ۱-۲  |
| -         | -     | -     | ۳/۴۱  | ۲۴۶   | ۶۰    | ۰/۳۳  | ۲۴    | ۰/۷۲  | ۷۲    | ۲-۳  |
| -         | -     | -     | ۳/۸۷  | ۱۸۶   | ۴۵    | ۰/۱۲  | ۶     | ۰/۴۸  | ۴۸    | ۳-۴  |
| -         | -     | -     | ۳/۳۵  | ۱۴۱   | ۴۱    | ۰/۰۴  | ۲     | ۰/۴۲  | ۴۲    | ۴-۵  |
| ۱/۷۸      | ۹/۹   | ۰/۱۸  | ۲/۵   | ۱۰۰   | ۳۶    | ۰/۵   | ۸     | ۰/۴۰  | ۴۰    | ۵-۶  |
| ۶/۸۴      | ۴۸/۹  | ۰/۱۴  | ۲     | ۶۴    | ۲۸    | ۰/۵۲  | ۸     | ۰/۳۲  | ۳۲    | ۶-۷  |
| ۲/۱۴      | ۱۹/۵  | ۰/۱۱  | ۱/۵   | ۳۶    | ۲۴    | ۰     | ۰     | ۰/۲۴  | ۲۴    | ۷-۸  |
| ۱/۳۶      | ۱۲/۴  | ۰/۱۱  | ۰/۵   | ۱۲    | ۱۲    | ۱     | ۲۴    | ۰/۲۴  | ۲۴    | ۸-۹  |
| ۰         | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۹-۱۰ |

$$\sum l_x m_x = R. = ۱۲/۱۲۴$$

جدول ۷. جدول زندگی و باروری سوسک برگ‌خوار نارون روی تیمار نارون چتری (*Ulmus carpinifolia var. umbraculifera*) در فصل تابستان

| $l_x m_x$ | $m_x$ | $l_x$ | $e_x$ | $T_x$ | $L_x$ | $q_x$ | $d_x$ | $S_x$ | $n_x$ | X     |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -         | -     | -     | ۲/۹۴  | ۲۹۴   | ۹۰    | ۰/۲   | ۲۰    | ۱     | ۱۰۰   | ۰-۱   |
| -         | -     | -     | ۲/۵۵  | ۲۰۴   | ۵۶/۵  | ۰/۵۸  | ۴۷    | ۰/۸   | ۸۰    | ۱-۲   |
| -         | -     | -     | ۴/۴۶  | ۱۴۷/۵ | ۲۷    | ۰/۳۶  | ۱۲    | ۰/۳۳  | ۳۳    | ۲-۳   |
| -         | -     | -     | ۵/۷۳  | ۱۲۰/۵ | ۱۸/۵  | ۰/۲۳  | ۵     | ۰/۲۱  | ۲۱    | ۳-۴   |
| -         | -     | -     | ۶/۳۷  | ۱۰۲   | ۱۵/۵  | ۰/۰۶  | ۱     | ۰/۱۶  | ۱۶    | ۴-۵   |
| -         | -     | -     | ۵/۷   | ۸۶/۵  | ۱۵    | ۰     | ۰     | ۰/۱۵  | ۱۵    | ۵-۶   |
| ۰         | ۰     | ۰/۰۹  | ۴/۷   | ۷۱/۵  | ۱۵    | ۰     | ۰     | ۰/۱۵  | ۱۵    | ۶-۷   |
| ۰         | ۰     | ۰/۰۹  | ۳/۷   | ۵۶/۵  | ۱۴    | ۰/۱۳  | ۲     | ۰/۱۵  | ۱۵    | ۷-۸   |
| ۰         | ۰     | ۰/۰۸  | ۳/۲   | ۴۲/۵  | ۱۱    | ۰/۳   | ۴     | ۰/۱۳  | ۱۳    | ۸-۹   |
| ۰/۲۲۵     | ۴/۵   | ۰/۰۵  | ۳/۵   | ۳۱/۵  | ۹     | ۰     | ۰     | ۰/۰۹  | ۹     | ۹-۱۰  |
| ۰/۳۹      | ۷/۸   | ۰/۰۵  | ۲/۵   | ۲۲/۵  | ۷/۵   | ۰/۳   | ۳     | ۰/۰۹  | ۹     | ۱۰-۱۱ |
| ۰/۱۶۶     | ۴/۱۵  | ۰/۰۴  | ۲/۵   | ۱۵    | ۶     | ۰     | ۰     | ۰/۰۶  | ۶     | ۱۱-۱۲ |
| ۰/۰۳۲     | ۰/۸   | ۰/۰۴  | ۱/۵   | ۹     | ۴/۵   | ۰/۵   | ۳     | ۰/۰۶  | ۶     | ۱۲-۱۳ |
| ۰         | ۰     | ۰/۰۲  | ۱/۵   | ۴/۵   | ۳     | ۰     | ۰     | ۰/۰۳  | ۳     | ۱۳-۱۴ |
| ۰         | ۰     | ۰/۰۲  | ۰/۵   | ۱/۵   | ۱/۵   | ۱     | ۳     | ۰/۰۳  | ۳     | ۱۴-۱۵ |
| ۰         | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۰     | ۱۵-۱۶ |

$$\sum l_x m_x = R. = ۰/۸۱۳$$

مرحله بلوغ راه نیافتند. در میزبان نارون مجنون، نارون وسک و نارون چتری به ترتیب ۱۶، ۴۰ و ۱۵ درصد لاروها به مرحله بلوغ رسیدند. بنابراین در فصل تابستان تلفات مراحل لاروی در نارون وسک کمتر از سایر میزبانها بود. بررسی نرخ خالص تولید مثل در فصل بهار نشان داد که حشرات کامل پرورش یافته روی نارون وسک دارای بیشترین نرخ خالص

فصل تابستان امید زندگی مراحل نابالغ و بالغ سوسک برگ‌خوار نارون در میزبان نارون وسک بیشتر از سایر میزبانها بود (به ترتیب ۴/۲۶ و ۲/۵ هفته) (جدول ۶) و حداقل میانگین امید زندگی روی درخت تا (۱/۸۴ هفته) (جدول ۸) دیده شد. تغذیه لاروها از میزبان درخت تا در فصل تابستان منجر به ۱۰۰ درصد تلفات در مراحل لاروی شد به طوری که هیچیک از لاروها به

جدول ۸. جدول زندگی سوسک برگ‌خوار نارون روی تیمار درخت تا (*Celtis caucasica*) در فصل تابستان

| $e_x$ | $T_x$ | $L_x$ | $q_x$ | $d_x$ | $S_x$ | $n_x$ | $x$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| ۱/۸۴  | ۱۸۴   | ۹۲    | ۰/۱۶  | ۱۶    | ۱     | ۱۰۰   | ۰-۱ |
| ۱/۰۹  | ۹۲    | ۵۸/۵  | ۰/۶   | ۵۱    | ۰/۸۴  | ۸۴    | ۱-۲ |
| ۱/۰۱  | ۳۳/۵  | ۲۳    | ۰/۶   | ۲۰    | ۰/۳۳  | ۳۳    | ۲-۳ |
| ۰/۸   | ۱۰/۵  | ۸/۵   | ۰/۷   | ۹     | ۰/۱۳  | ۱۳    | ۳-۴ |
| ۰/۵   | ۲     | ۲     | ۱     | ۴     | ۰/۰۴  | ۴     | ۴-۵ |
| .     | .     | .     | .     | .     | .     | .     | ۵-۶ |

جدول ۹. نرخ خالص تولید مثلی و نرخ ذاتی رشد سوسک برگ‌خوار نارون روی چهار میزبان مختلف در دو فصل بهار و تابستان

| تابستان |       |       |         | بهار  |       |       | پارامترهای مورد مطالعه |
|---------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|------------------------|
| چتری    | وسک   | مجنون | درخت تا | چتری  | وسک   | مجنون |                        |
| ۰/۸۱۳   | ۱۲/۱۲ | ۴/۲۴  | ۰/۴     | ۱۰/۴۵ | ۶۵/۱۳ | ۳۶/۱۹ | نرخ خالص تولید مثلی    |
| -       | ۰/۴۰۷ | ۰/۱۷۸ | -       | ۰/۴۲۶ | ۰/۶۹  | ۰/۵۶۳ | نرخ ذاتی رشد           |

تغییرهای جمعیت آفت مؤثر است، به طوری که در هر چهار میزبان مورد بررسی، میانگین امید زندگی، نرخ ذاتی رشد و نرخ خالص تولید مثلی در حشرات پرورش یافته روی برگ‌های فصل تابستان، کوچک‌تر از فصل بهار بود. تفاوت پارامترهای جدول زندگی و باروری این آفت روی میزبان‌های مختلف، نشان داد که بررسی این پارامترها می‌تواند نقش مؤثری در بررسی ترجیح میزبانی آفت روی میزبان‌های مختلف داشته باشد.

بیشتر بودن نرخ ذاتی رشد و نرخ خالص تولید مثل سوسک برگ‌خوار نارون روی نارون و وسک، نشان‌دهندهٔ مرجح بودن این میزبان نسبت به سایر میزبان‌ها می‌باشد. بنابراین در هر دو فصل بهار و تابستان نارون و وسک بیشترین حساسیت و درخت تا کمترین حساسیت را نسبت به سوسک برگ‌خوار نارون نشان داد. نتایج به دست آمده از آزمایش‌های انتخابی و غیر انتخابی ترجیح میزبانی آفت روی میزبان‌های مذکور (۲) و ارزیابی میزان خسارت مراحل لاروی و حشره کامل آفت روی چهار میزبان فوق (۲)، نیز مؤید حساسیت نارون و وسک و عدم حساسیت درخت تا نسبت به آفت نام برده بود. بر این اساس می‌توان در برنامه‌های مدیریتی، توسعه کشت نارون در مناطق شهری را روی گونه‌های با حساسیت کمتر متمرکز کرد و یا در

تولید مثلی بودند در حالی که در درخت تا نرخ خالص تولید مثل کوچک‌تر از یک بود. بدین معنی که جمعیت، رشد منفی داشت و در نسل بعد افزایش جمعیت وجود نداشت. نرخ خالص تولید مثل و نرخ ذاتی رشد نیز روی نارون و وسک بیش از سایر میزبان‌ها بود و کمترین آن روی درخت تا دیده شد (جدول ۹). پس از نارون و وسک، به ترتیب نارون مجنون و چتری قرار داشتند. در فصل تابستان نیز نرخ ذاتی رشد و نرخ خاص تولید مثل در میزبان نارون و وسک بیشتر از سایر میزبان‌ها بود. نرخ خالص تولید مثلی حشرات ماده پرورش یافته روی نارون چتری در فصل تابستان کوچک‌تر از یک و نشانگر رشد منفی جمعیت نسل آینده روی این میزبان بود. بیشتر بودن دو پارامتر مورد بررسی روی نارون و وسک، حاصل بیشتر بودن تعداد تخم‌گذاری افراد ماده، کوتاه‌تر بودن دوره پیش از تخم‌ریزی و بیشتر بودن طول عمر حشرات ماده پرورش یافته روی این میزبان نسبت به سایر میزبان‌هاست که باعث افزایش جمعیت آفت روی این میزبان در نسل بعد می‌شود (۲).

### بحث و نتیجه‌گیری

مقایسه نتایج دو فصل بهار و تابستان نشان داد که تغییر فصل احتمالاً با تأثیر روی کیفیت برگ گیاه میزبان در نرخ رشد و

مناطق جنگلی و غیرشهری، اولویت مبارزه شیمیایی را به گونه‌های حساس اختصاص داد.

جمال‌الدین خواجه‌الدین و دکتر یوسف محبوبی به سبب مساعدت‌ها و همکاری‌های ارزشمندشان تشکر و قدردانی می‌گردد. هم‌چنین از دانشگاه صنعتی اصفهان که هزینه‌های انجام این طرح را تأمین نموده است، سپاسگزاری می‌شود.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از آقای دکتر رحیم عبادی به پاس همکاری‌های بی‌شائبه ایشان در انجام این پژوهش و از آقایان دکتر

### منابع مورد استفاده

۱. بهداد، ا. ۱۳۶۶. آفات و بیماری‌های درختان و درختچه‌های جنگلی و گیاهان زینتی ایران. چاپ نشاط، اصفهان.
۲. خلیلی ماهانی، م. ۱۳۸۰. ترجیح میزبانی سوسک برگ‌خوار نارون (*Xanthogaleruca luteola* (Col.: Chrysomelidae) روی درختان نارون اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
3. Brewer, J. W. 1973. Control of the Elm leaf beetle in Colorado. J. Econ. Entomol. 66: 162-164.
4. Carey, J. R. 1993. Applied Demography for Biologist With Special Emphasis on Insects. Oxford University Press. New York.
5. Hance, T., D. Nibelle, P. Lebrun, G. van Impeg and C. van Hove. 1994. Selection of *Azolla* forms resistant to water Lily aphid, *Rhopalosiphum nymphaceae*. Entomol. Exp. Appl. 70: 11-17.
6. Kaakeh, W. and J. D. Dutcher. 1993. Rate of increase and probing behavior of *Acyrtosiphom pisum*. Environ. Entomol. 22:1016- 1021.
7. Krebs, C. J. 1994. Ecology, the experimental, analysis of distribution and abundance. Harper collins. New york.
8. Luck, R. F. and C. T. Scriven. 1976. The elm leaf beetle, *Pyrrhalta luteola*, in Southern California: Its pattern of increase and its control by introduced parasites. Environ. Entomol. 5: 409- 416.
9. Luck, R. F. and C. T. Scriven. 1979. The elm leaf beetle, *Pyrrhalta luteola*, in Southern California: Its host preference and host impact. Environ. Entomol. 8: 307- 313.
10. Miller, F. and G. Ware. 2001. Resistant of temperate Chinese elms (*Ulmus* spp.) to feeding by the adult elm leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Econ. Entomol. 94: 162-166.
11. Southwood, T. R. E. 1978. Ecological Methods, With Particular References to the Study of Insect populations. Chappman & Hall, London.